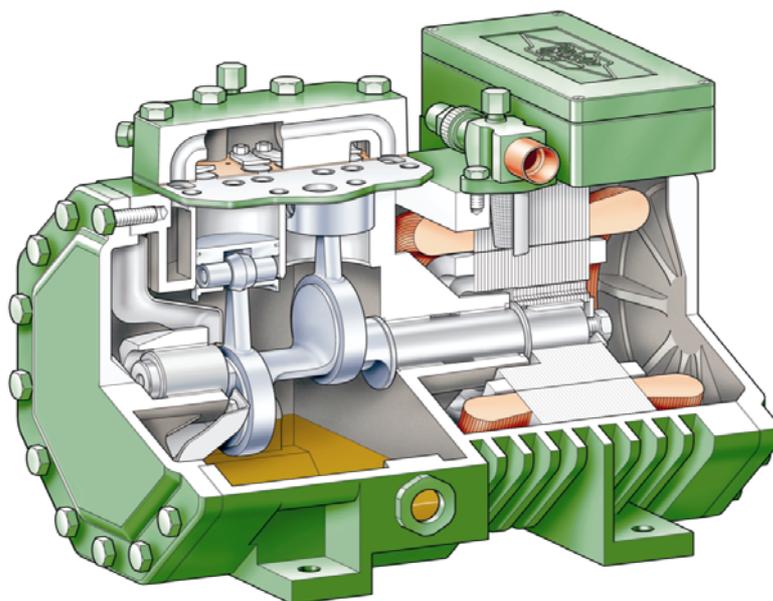




Nesse boletim vamos abordar as instruções de operação dos compressores Octagon® aplicados com o Dióxido de Carbono - CO₂ em sistema sub-crítico (Cascata). Estas informações são válidas para os modelos abaixo:

**2KHC – 05K.. 4NHC-20K
2KC-1.2K..4FC- 7.2K**

Índice	Página
Segurança.....	2
Limites de Aplicação.....	3
Conexões.....	4
Comissionamento.....	5
Medidas que devem ser observadas em caso de vazamento de CO ₂	6
Tabela de Pressão / Temperatura do vapor saturado CO ₂	7



Compressor Octagon® aplicado com Dióxido de Carbono – CO₂

1- SEGURANÇA

Essas instruções se limitam às características especiais dos compressores Octagon® 2KC-1.2K..4FC-7.2K e 2KHC-05K..4NHC-20K. Observar também as instruções de operação dos compressores Octagon® da série standard no Boletim KB-100.

Os compressores 2KC-1.2K..4FC-7.2K e 2KHC-05K..4NHC-20K são utilizados exclusivamente nas aplicações sub-críticas com CO₂ (sistema cascata).

As intervenções nos compressores e sistemas de refrigeração com CO₂ requerem um conhecimento específico para a utilização do CO₂ como refrigerante. Além disso, é necessário um grau de instrução qualificado do pessoal de operação.

O CO₂ é um gás inodoro e incolor e, conseqüentemente, não pode ser detectado diretamente em caso de vazamento. A inalação de maiores concentrações de CO₂ pode causar a falta de consciência e asfixia! Em ambientes fechados é necessário uma segurança apropriada e dispositivos de monitoramento! A sala de máquina deve ser ventilada de acordo com a norma EN378.

NOTAS ESPECIAIS PARA O PROJETO DO SISTEMA FRIGORÍFICO

Proteção contra pressão excessiva.

Observar os elevados níveis de pressão do CO₂ (temperatura crítica é de 31,06°C que corresponde a 73,6 bar/1057psig). Durante o período de parada do sistema a pressão irá aumentar e, conseqüentemente, haverá perigo iminente de ruptura.

É necessário a instalação de válvulas de segurança no compressor¹ e também nos lados de alta e baixa pressão do sistema. O layout do sistema também deverá ser elaborado de acordo com a norma EN378-2 e EN13136. Seguir as recomendações de segurança para evitar o bloqueio devido à formação de CO₂ sólido (gelo seco). Não instalar nenhuma tubulação na saída das válvulas de segurança de CO₂.

A temperatura de condensação ficará em torno de -10°C, o condensador e tanque de líquido deverão ser isolados para reduzir a transferência de calor ao CO₂.

Se necessário, adotar medidas adicionais para limitar a pressão (por exemplo: utilizar vaso com equalização de pressão. Para as grandes instalações deverá instalar uma unidade pequena de refrigeração para limitar a pressão do CO₂).

1 - Os tipos 2KHC-05K.. 4NHC-20K são equipados com uma válvula de segurança que abre para a atmosfera.

Pressões máximas permitidas (durante o período de parada):

- Lado da sucção 25 bar
- Lado de alta pressão 42 bar

Níveis de pressões máximas permitidas (durante a operação):

Ver capítulo 2

Filtro Secador

A solubilidade da água no vapor de CO₂ é bem menor quando comparado com outros refrigerantes. Por esta razão, quando aplicado em temperaturas de evaporação mais baixas, um mínimo conteúdo de umidade poderá congelar e bloquear a passagem do CO₂ nas válvulas de controle. Conseqüentemente, será necessário instalar um filtro secador corretamente dimensionado de boa qualidade e também um visor de líquido com indicador de umidade para CO₂.

2- LIMITES DE APLICAÇÃO

Fluido refrigerante recomendado	CO ₂ ¹ CO ₂ com grau de pureza N4.5 ou equivalente, ou H ₂ O < 5 ppm
Óleo Lubrificante	Bitzer BSE 60K
Limites de Aplicação ²	Ver brochura KP-120

1- A pureza do CO₂ pode ser com um maior conteúdo de H₂O, porém desde que seja utilizado um maior filtro secador e que durante a carga de gás do sistema fazer com que a mesma passe por ele.

2- Controle de capacidade (30-60 Hz) com variador de frequência sob consulta.

Temperaturas de Operação

Com relação à solubilidade do CO₂ no óleo, devem ser respeitadas as seguintes exigências:

- Sempre utilizar a resistência do cárter durante a operação nos períodos de parada do compressor.
- Superaquecimento mínimo do gás de sucção 20K ¹ se necessário providenciar trocador de calor.
- Mínima temperatura do óleo 30°C (20°C²)
- Mínima temperatura do gás de descarga 50°C (40°C²)

1- Um menor superaquecimento do gás de sucção é possível, porém a partir do momento em que são mantidas as temperaturas mínimas de descarga do óleo.

2- Os valores em parênteses são valores mínimos absolutos. Em operação contínua as temperaturas do óleo e da descarga não deverão ficar abaixo de 30°C e 50°C, respectivamente.

Aplicações Especiais

Os sistemas inundados requerem cuidados especiais para o retorno de óleo. Além disso, devido ao baixo valor do superaquecimento do gás de sucção, será necessário instalar um trocador de calor para aumentar a temperatura do gás de sucção. A elaboração do layout do sistema deverá ser feita após consulta a Bitzer.

Posições das conexões apresentadas na página seguinte

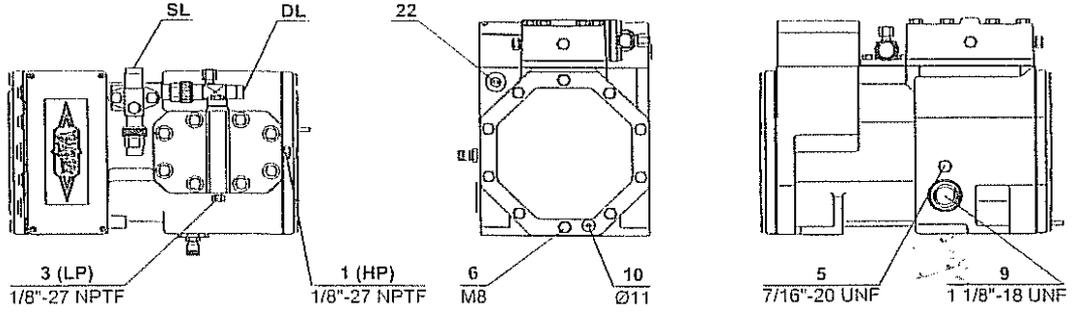
- 1- Conexão de alta pressão (HP)
- 3- Conexão de baixa pressão (LP)
- 5- Bujão para carga de óleo
- 6- Dreno do óleo
- 10- Resistência do cárter
- 16- Conexão para o monitoramento do óleo (sensor de óleo)
- 21- Conexão para a válvula de serviço de óleo
- 22- Válvula de segurança que abre para a atmosfera
(não disponível para a série 2KC-1.2K..4FC-7.2K)

SL – Linha de sucção

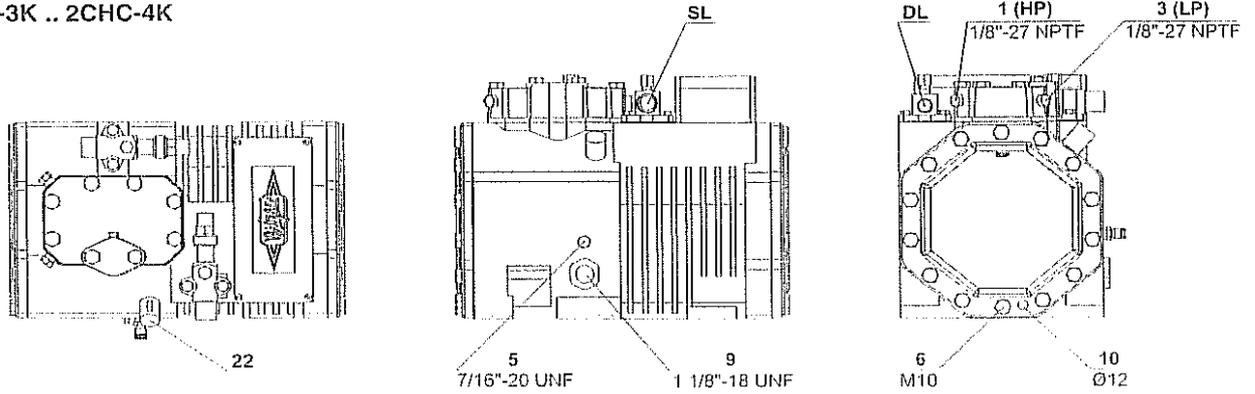
DL – Linha de descarga

3- CONEXÕES

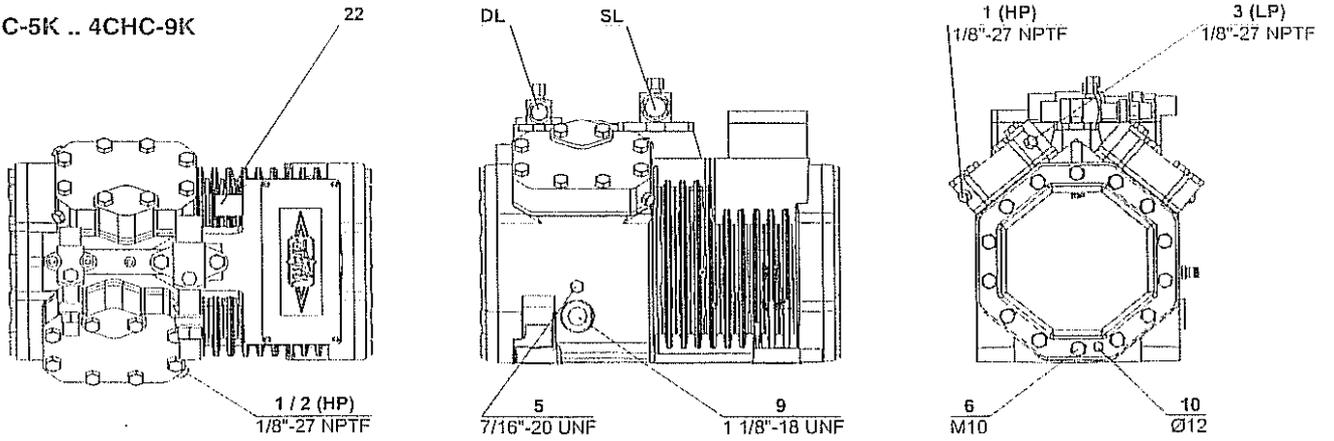
2KHC-05K .. 2FHC-3K



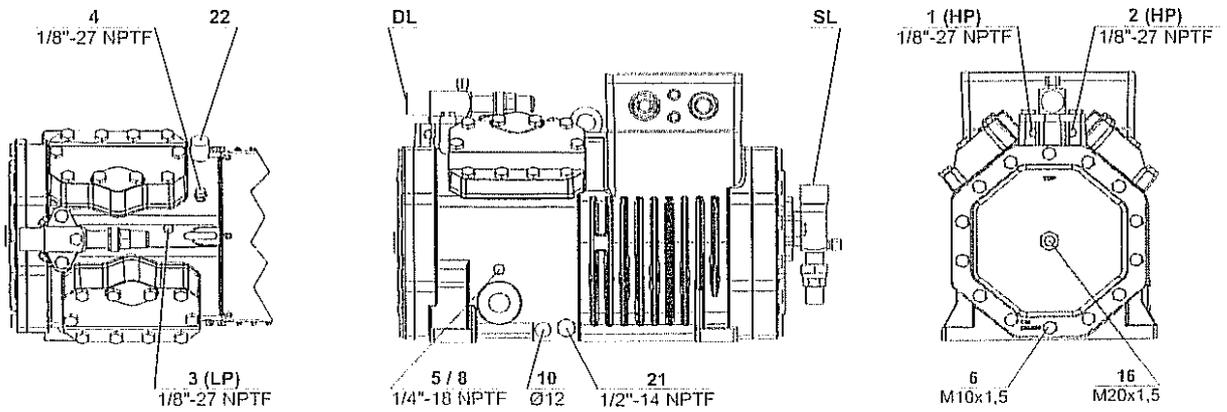
2EHC-3K .. 2CHC-4K



4FHC-5K .. 4CHC-9K



4VHC-10K .. 4NHC-20K



4- COMISSONAMENTO

Antes de colocar o sistema em operação verificar o correto funcionamento de todos os dispositivos de segurança e monitoramento do sistema / sala de máquinas. Além disso, disponibilizar as seguintes informações:

- Os parâmetros de layout;
- As pressões máximas permitidas durante a operação e o período de parada;
- Encaminhamento da tabulação.

Atenção!

A colocação em operação dos compressores em sistemas cascata com CO₂ requer um procedimento muito cuidadoso.

Nunca partir o sistema de CO₂, antes de verificar se o estágio de média temperatura (condensação do CO₂) está em operação e estabilizado.

Carga de Refrigerante

As seguintes instruções descrevem os requerimentos gerais para realizar a carga de refrigerante e colocar o compressor em operação. Dependendo do tipo do sistema, adaptações apropriadas poderão ser necessárias. Os sistemas cascatas com CO₂ são normalmente operados em combinação com um sistema de refrigeração de média temperatura de evaporação. Este sistema já deverá estar em operação durante o start-up do sistema de CO₂ e mantê-lo em condições estáveis de operação.

Em razão das exigências referente à unidade, o CO₂ deverá ser carregado pelo filtro secador.

Partida do Sistema de CO₂

Após a partida do sistema de CO₂, poderá ocorrer uma sobrecarga e falta de lubrificação devido à alta solubilidade do refrigerante no óleo, bem como elevados níveis de pressão e possíveis variações de pressão. Conseqüentemente, é necessário observar as condições de operação e desligar o compressor imediatamente em caso de condições anormais. É muito importante supervisionar a instalação durante todo o processo inicial de start-up!

Verificações preliminares:

- Energizar a resistência do cárter (não começar o processo de carga de refrigerante se a temperatura do óleo estiver abaixo de 35 a 40°C);
 - Verificar o nível de óleo do compressor;
 - Não ligar o compressor!
 - Instalar um regulador de pressão no cilindro de CO₂ e utilizar mangueiras / tubos flexíveis para realizar a carga de gás. O equipamento deverá possuir válvulas de serviço para receber a carga de gás (lado de alta e baixa pressão). Antes de apertar as conexões, expurgar o vapor de CO₂ pelas mangueiras / tubos. Abrir as válvulas de conexão de carga de gás e quebrar o vácuo com CO₂ na fase de vapor proveniente do cilindro até quando a pressão estiver em aproximadamente 10 bar;
 - Em caso de forte resfriamento do cilindro de CO₂ durante a carga de gás, o mesmo deverá ser aquecido em água quente (balde com água quente a 40°C aproximadamente);
- Fechar as válvulas de serviço de sucção e descarga do compressor. Posteriormente, carregar o sistema (exceto o compressor) com vapor de CO₂ até 20 bar, depois carregar com a fase líquida diretamente no tanque de líquido ou diretamente na entrada do trocador de calor cascata.

ATENÇÃO!

Apartir de aproximadamente 20 bar de pressão no sistema, parar a carga de refrigerante pelo lado de sucção. Verificar se as válvulas solenóide dos evaporadores estão fechadas (desenergizadas).

Procedimento de Partida

Juntamente com a carga de CO₂, seguir os seguintes procedimentos:

- No sistema de média temperatura, energizar a válvula solenóide da linha de líquido do trocador cascata (a injeção de líquido refrigerante no lado do evaporador do trocador de calor permitirá a condensação do CO₂);
- Abrir a válvula de serviço de descarga do compressor de CO₂, abrir aos poucos a válvula de serviço de sucção dando somente uma volta por vez na sua haste;
- Ligar o compressor (nos sistemas em paralelo, ligar somente um único compressor). Porém, primeiro manter a válvula de serviço de sucção “estrangulada” e depois abri-la aos pouco a medida em que a pressão de sucção começar a cair. Simultaneamente energizar as válvulas solenóide dos evaporadores a medida em que for necessário e de acordo com a capacidade do compressor;
- Em caso de falta de refrigerante, carregar com vapor de CO₂ no lado de baixa – evitando o rápido aumento da pressão;
- Em caso de exceder os limites de aplicação ou correr condições anormais de funcionamento (por exemplo: operação úmida), desligar o compressor imediatamente. Somente re-ligar o compressor quando as pressões estiverem estabilizadas ou após a correção de eventuais falhas;
- Evitar excesso de partida no compressor;
- De acordo com solicitação de carga térmica do sistema, caso seja necessário, viabilizar o funcionamento de mais compressores e evaporadores, depois ajustar a carga de refrigerante.

Precaução!

Caso as válvulas dos manômetros entre o compressor e o cilindro estiverem fechadas, deve assegurar de que não haverá CO₂ dentro da mangueira de serviço! Utilizar um redutor de pressão no cilindro de CO₂.

Atenção!

Evitar uma rápida queda de pressão no cárter durante a partida e operação do compressor, pois haverá formação de espuma no óleo, o que resultará na falta de lubrificação!

Verificar os dados de operação do compressor. Após o comissionamento e a realização da carga de refrigerante, checar as condições de operação e anotar os dados em uma planilha, tais como:

- Temperaturas de evaporação e condensação – ver limites de aplicação KP-120;
- Temperatura de sucção, temperatura de descarga e temperatura do óleo – ver capítulo 2 “Temperatura de evaporação”;
- Frequência de partida do compressor:
 - Máximo de 8 partidas por hora;
 - Mínimo tempo de operação de 2 minutos.
- Corrente elétrica em todas as fases;
- Tensão elétrica.

5- MEDIDAS QUE DEVEM SER OBSERVADAS EM CASO DE VAZAMENTO DE CO2

Em caso de vazamento de CO₂, tomar a seguinte precaução:

- **Sair do ambiente imediatamente**, aquecer as pessoas e acionar o sistema de ventilação;
- Em caso de altas concentrações de CO₂, acessar a área com vazamento somente com aparelho de respiração autônomo;
- Em ambiente aberto ficar do lado contrário do vento e isolar a área.

Perigo!

Em caso de vazamento de CO₂ na fase gasosa, uma neblina fria irá se propagar no piso. Altas concentrações de CO₂ poderão provocar asfixia! Providenciar um controle de exaustão para remover o CO₂ do ambiente.

Perigo!

O CO₂ na fase líquida evapora rapidamente, a temperatura cairá facilmente e se transformará em gelo seco. Ferimentos por congelamento é possível! Providenciar um controle de exaustão para remover o CO₂ do ambiente!

6- TABELA DE PRESSÃO / TEMPERATURA DO VAPOR SATURADO DO CO₂

	T _{sat} (°C)	PSI	kPa		T _{sat} (°C)	PSI	kPa	
Ponto Triplo	-56.57	60	417		-12	348	2400	
	-56	62	430		-11	359	2473	
	-55	66	453		-10	370	2548	
	-54	69	477		-9	381	2624	
	-53	73	502		-8	392	2702	
	-52	77	528		-7	404	2781	
	-51	81	555		-6	415	2862	
	-50	84	582		-5	427	2945	
	-49	89	610		-4	440	3029	
	-48	93	639		-3	452	3115	
	-47	97	669		-2	465	3203	
	-46	102	699		-1	478	3292	
	-45	106	732		0	491	3384	
	-44	111	764		1	505	3477	
	-43	116	798		2	518	3572	
	-42	121	832		3	532	3668	
	-41	126	865		4	547	3767	
	-40	131	899		5	561	3867	
	-39	137	941		6	576	3970	
	-38	142	980		7	591	4074	
	-37	148	1019		8	607	4180	
	-36	154	1060		9	622	4289	
	-35	160	1102		10	638	4399	
	-34	166	1144		11	655	4513	
	-33	172	1188		12	671	4626	
	-32	179	1233		13	689	4744	
	-31	186	1280		14	706	4862	
-30	193	1327		15	723	4985		
-29	200	1376		16	741	5107		
-28	207	1425		17	760	5234		
-27	214	1476		18	778	5361		
-26	222	1529		19	797	5493		
-25	230	1582		20	816	5625		
-24	238	1637		21	836	5762		
-23	246	1693		22	856	5899		
-22	254	1750		23	877	6041		
-21	263	1809		24	897	6183		
-20	271	1869		25	919	6331		
-19	280	1930		26	940	6479		
-18	289	1993		27	963	6633		
-17	299	2057		28	985	6786		
-16	308	2123		29	1008	6946		
-15	318	2190		30	1031	7106		
-14	328	2259		31	1055	7271		
-13	338	2329		31.06	1057	7281	Temp. Crítica	



BITZER
G·R·O·U·P O·F C·O·M·P·A·N·I·E·S

Bitzer Compressores Ltda
Av: João Paulo Ablas, 777 – 06711-250 Cotia/SP.
Tel (11) 4617-9100 – Fax (11) 4617-9128
www.bitzer.com.br - bitzer@bitzer.com.br