



TREINATEC BH CURSOS

Módulo 4
Sistema Básico de Refrigeração Residencial

Sumário

1. INTRODUÇÃO	3
2. COMPRESSORES.....	6
3. TIPOS.....	7
4. CONSTRUÇÃO.....	12
5. PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO	12
6. PRINCIPAIS COMPONENTES.....	13
7. CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO	14
8. TIPOS DE MOTOR	19
9. GAXETA MAGNÉTICA.....	22
10. UNIDADE SELADA	23
11. CONDENSADORES	24
12. EVAPORADORES.....	34
13. SISTEMA DE EXPANSÃO/TUBO CAPILAR	42
14. FILTRO SECADOR	47
15. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51



Introdução

Conhecer o sistema de refrigeração é fundamental para o bom desempenho do trabalho de quem, como você, pretende se tornar um profissional da área de refrigeração e, se você já é, sabe o quanto isso é verdade.

Mas o que vem a ser o sistema básico de refrigeração?

Para responder a essa pergunta, vamos lembrar antes o que é um sistema.

Sistema é um conjunto de elementos ou de unidades dispostos de tal maneira que interagem e se relacionam entre si, formando um todo harmonioso que, em funcionamento, destina-se à realização ou obtenção de uma finalidade comum.

Num sistema, portanto, o todo depende das partes e cada parte depende do todo. E, quanto isso ocorre, dizemos que o conjunto forma um todo harmonioso.

Você deve estar lembrado que o corpo humano é um exemplo bastante interessante de um sistema em que cada uma das partes desempenham uma função específica, porém integrada e interdependente das demais.

Assim, a saúde é o resultado do bom funcionamento de cada órgão do corpo humano.

Comparando-se o sistema constituído por nosso corpo com o sistema de básico de refrigeração, podemos perceber que também o sistema de refrigeração é formado por várias partes que devem trabalhar em harmonia para uma finalidade comum. Seus componentes básicos são os seguintes: compressor, condensador, tubo capilar ou dispositivo de expansão, e evaporador.

Os demais componentes do sistema básico de refrigeração são considerados acessórios ou dispositivos.

Dando sequencia à comparação, pode-se fazer uma relação entre o coração e o compressor, o órgão vital do sistema de refrigeração. Isso porque cabe ao compressor receber o fluido refrigerante, por meio de sucção, comprimi-lo e, em seguida fazê-lo circular pelo sistema de refrigeração, num percurso, que passa por seus diversos componentes.

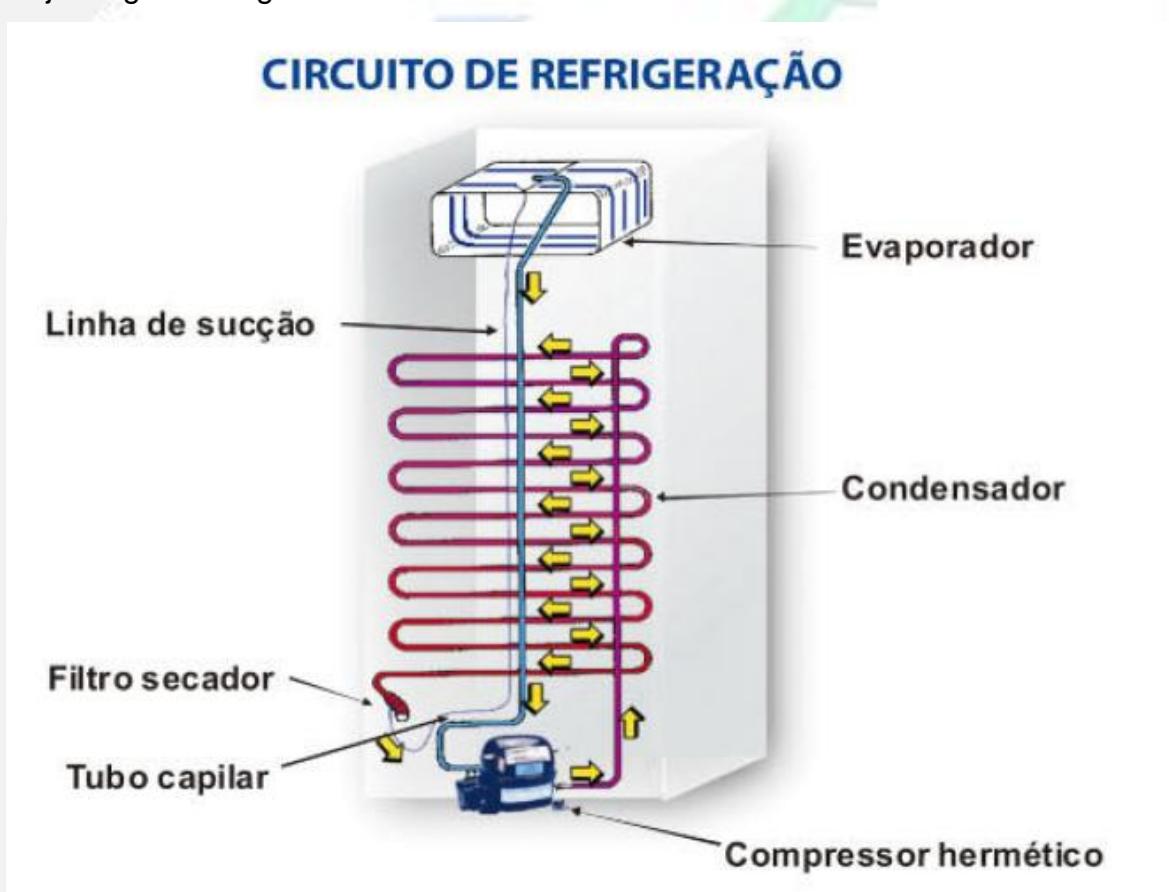
O fluido refrigerante pode ser comparado ao sangue que circula pelo organismo. Pois, também o fluido refrigerante circula por todo o sistema, ora na fase líquida,

ora em forma de vapor, mas sempre desempenhando uma função vital no processo de refrigeração, qual seja, absorver o calor indesejável no refrigerador e transferi-lo para o meio ambiente.

O sistema básico de refrigeração também é conhecido por **unidade selada**.

Recebe este nome porque os seus componentes estão ligados por meio de tubos soldados, formando um circuito hermético. Ou seja, um conjunto único, cuja finalidade é processar o ciclo fundamental de refrigeração, isto é, permitir a produção do frio artificial.

Veja a figura a seguir:



Vamos lembrar, de forma bem resumida, o ciclo frigorífico, iniciando do compressor:

- Ao ser ligado, o compressor, responsável pela circulação do fluido refrigerante no interior da unidade selada, aspira o fluido do evaporador, abaixando a sua pressão e temperatura, descarregando-o à alta pressão e alta temperatura no condensador;

- No condensador, o fluido refrigerante dissipa calor para o ambiente externo, tornando-se líquido e, em seguida, dirige-se para o tubo capilar;
- O tubo capilar é o dispositivo de expansão empregado nos equipamentos de pequeno porte; sua função é abaixar a pressão e temperatura do fluido refrigerante, antes que ele entre no evaporador;
- Saindo do tubo capilar, o fluido refrigerante chega ao evaporador, em baixa pressão e baixa temperatura, absorvendo calor do ar do gabinete interno do aparelho, evapora por calor latente e, com a troca de calor, abaixa a temperatura interna do refrigerador ou do freezer. E, o fluido refrigerante, na condição de vapor saturado, é aspirado pelo compressor, reiniciando o ciclo.

O funcionamento de cada um desses componentes, as características e a relação com os demais componentes da unidade selada é o que você irá aprender neste módulo.

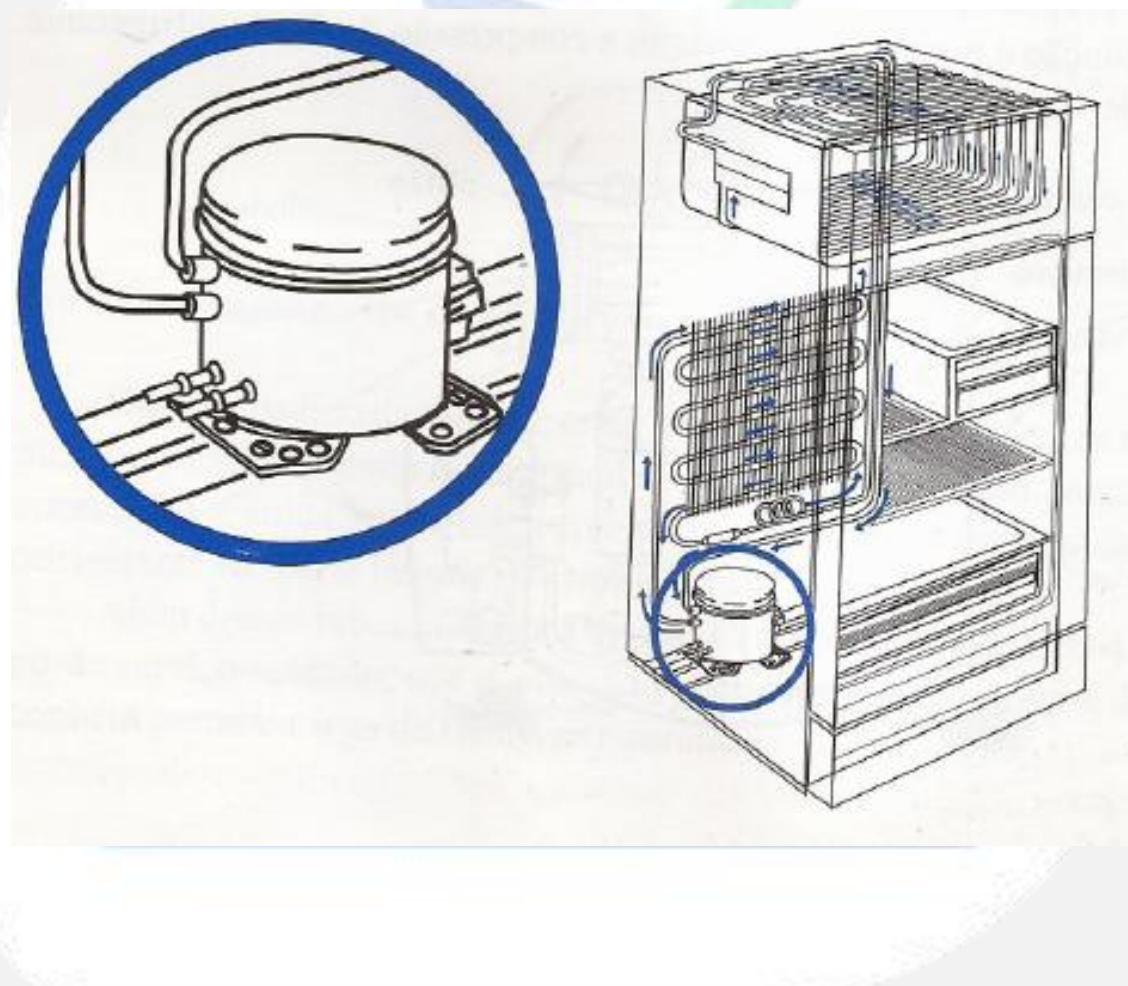
Compressores

Definição

O compressor é um equipamento utilizado para aumentar a pressão de fluidos em estado gasoso e empregado nos sistemas de refrigeração, é produzido com tecnologia de ponta.

Finalidade

O compressor é o “coração” de um sistema de refrigeração. Sua função é bombear o fluido refrigerante que circula por todo o sistema.



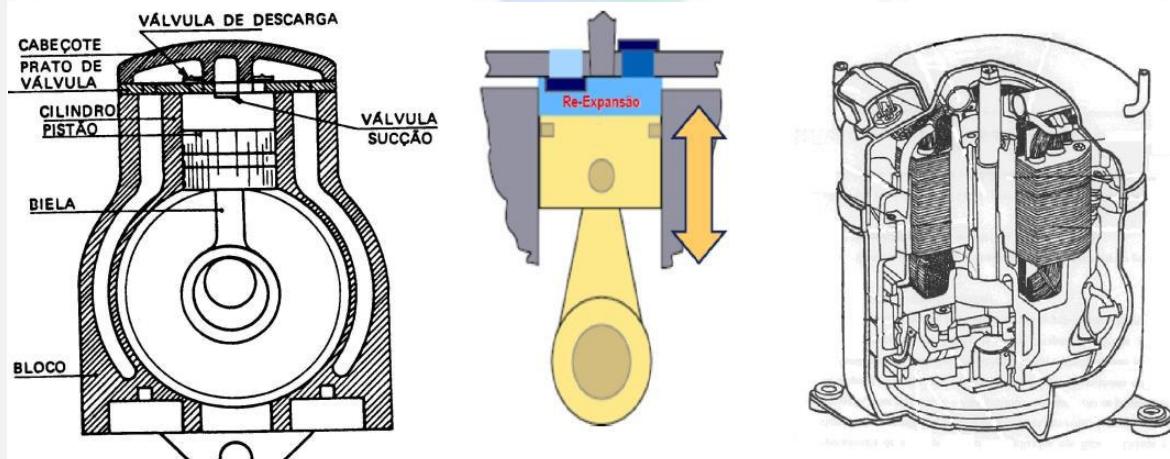
Faixa de Aplicação Compressores

FAIXA DE APLICAÇÃO	TEMPERATURA DE EVAPORAÇÃO	EXEMPLO DE APLICAÇÃO
Baixa Pressão de Evaporação (LBP)	-35 °C a -10 °C	Refrigeradores e Freezers
Média/Alta Pressão de Evaporação (MBP/HBP)	-20 °C a -5 °C	Balcões e Bebedouros
Pressão Comercial de Evaporação (CBP)	-5 a +10 °C	Refresqueiras e Vitrines
Alta Pressão de Evaporação/Condicionador de Ar (HBP/AC)	0,0 a +15 °C	ACJ

Tipos

Alternativo

Tem esse nome em função dos movimentos alternados de sobe e desce ou vai e vem que o pistão executa.

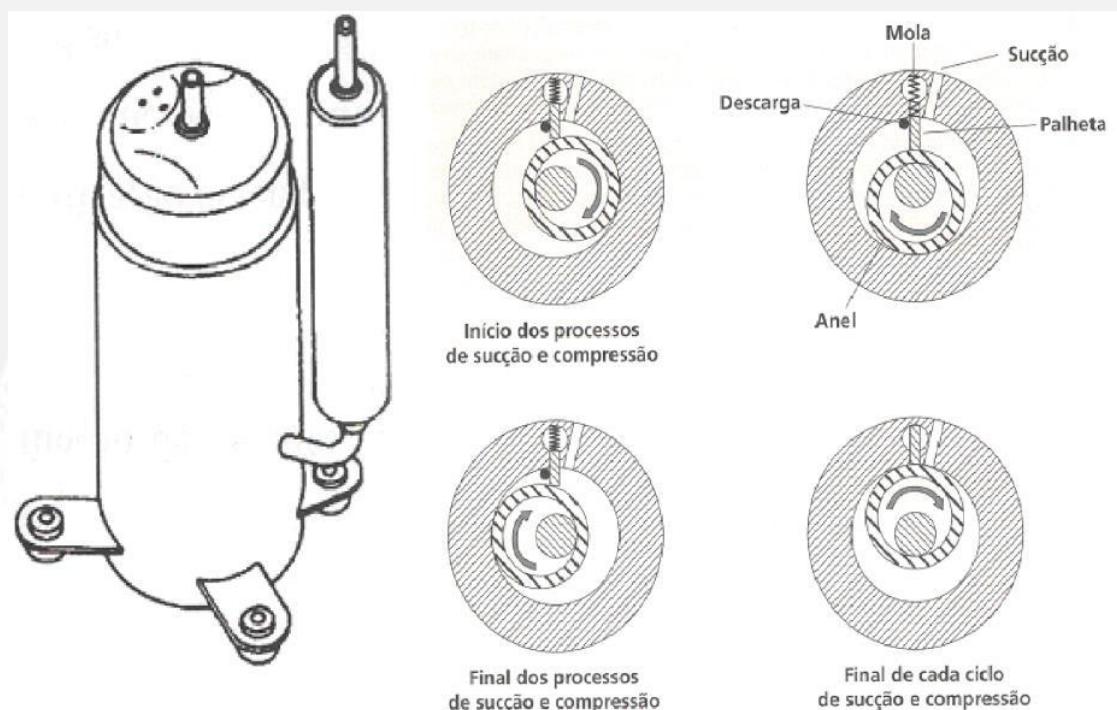


Compressor alternativo



Rotativo

Pode ser de palhetas simples ou duplas, formando duas ou múltiplas câmaras de compressão. Muito utilizado em condicionadores de ar do tipo janela e em bombas de vácuo.

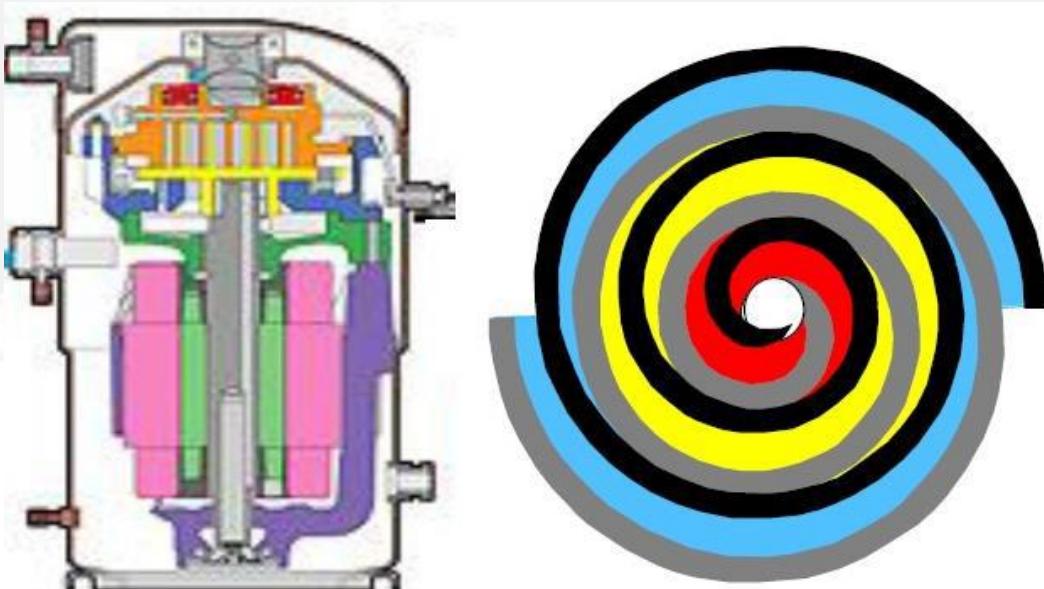


Compressor rotativo

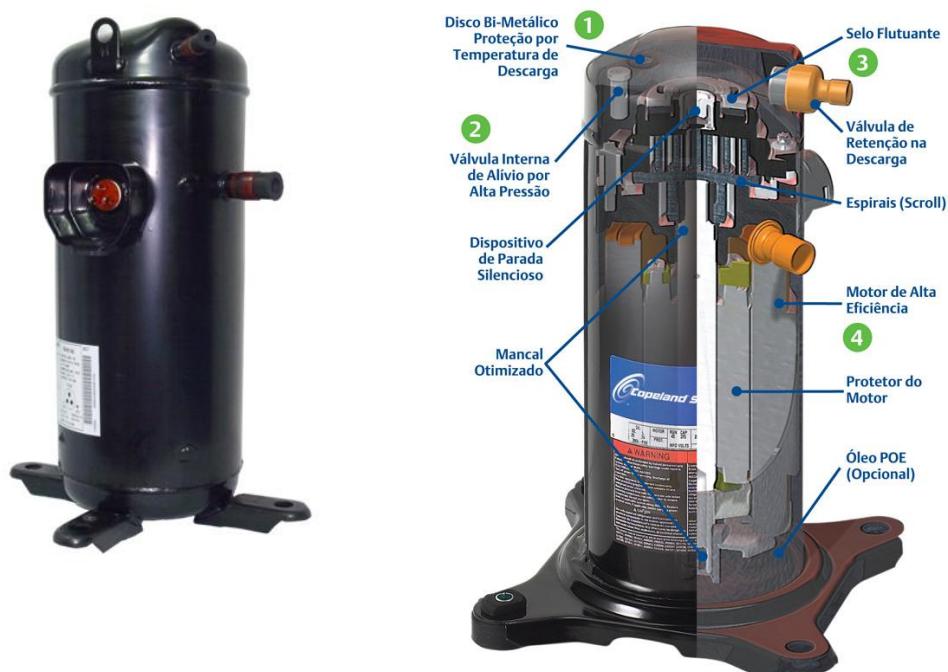


Scroll

Também conhecido como **Espiral**, possui dois caracóis ou espiras, um fixo e outro móvel. O caracol móvel executa um movimento orbital dentro do fixo. Tem aplicação variada na refrigeração e condicionamento do ar.

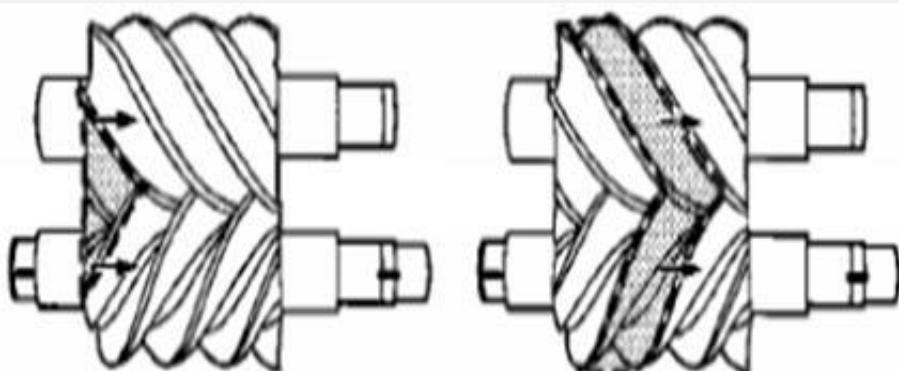


Compressor Scroll



Parafuso

Tem esse nome porque seus principais componentes, os rotores (macho e fêmea), parecem grandes roscas de parafusos. São largamente usados em refrigeração industrial.

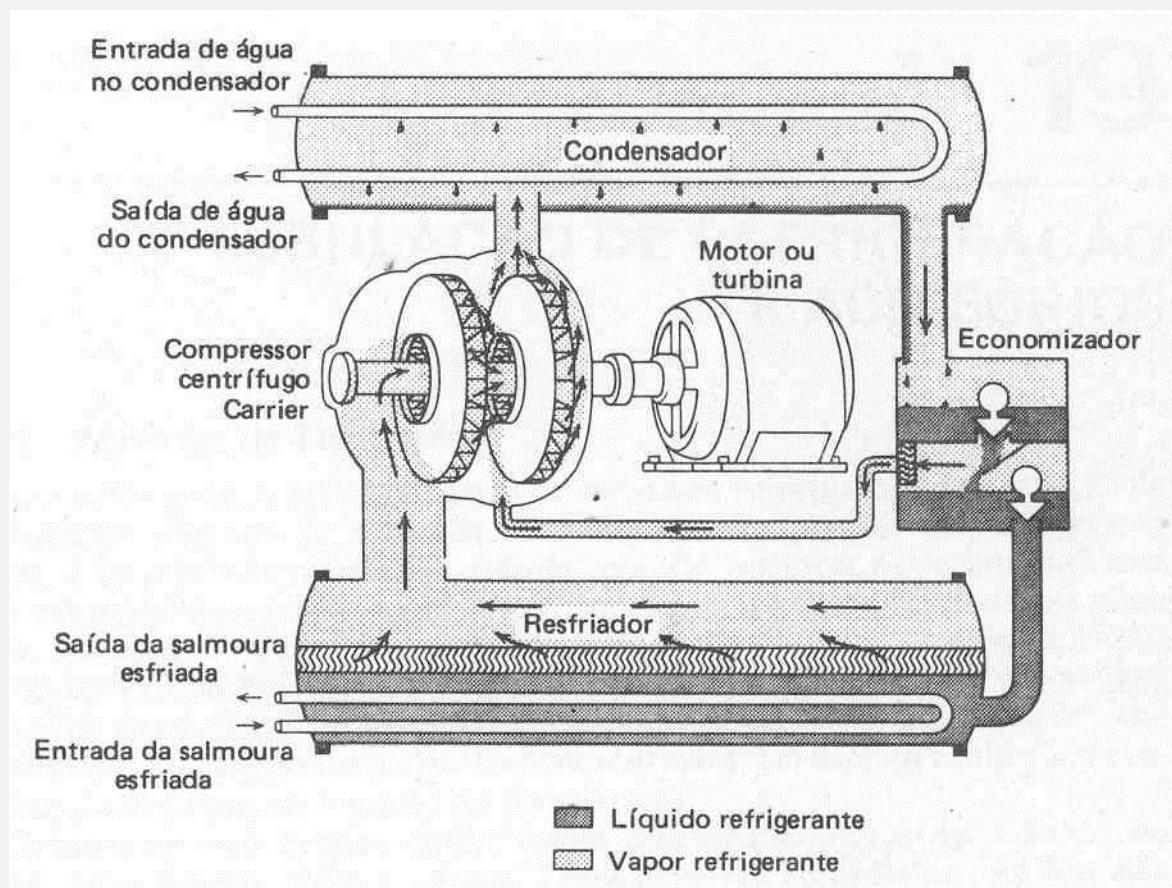


Compressor de Parafusos

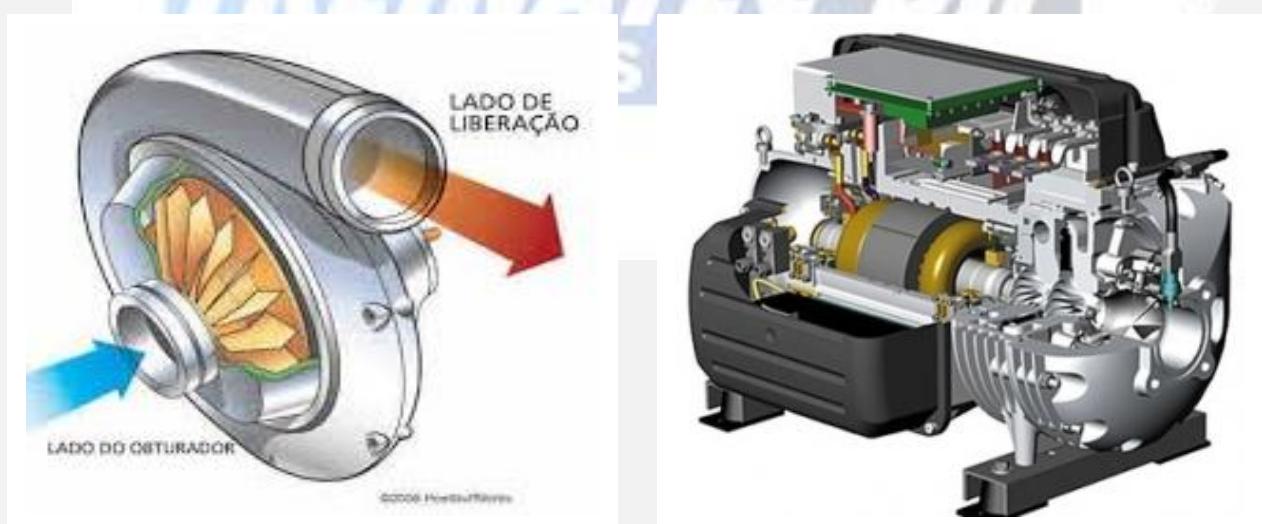


Centrífugo

Modelo em que um jato contínuo de fluido refrigerante é succionado e comprimido por uma força centrífuga. Usado especialmente em chillers de médio e grande porte.



Compressor centrífugo



Construção

O compressor está instalado junto ao motor, existem três caracterizações: Moto compressores herméticos, moto compressores semi - herméticos e compressores abertos:

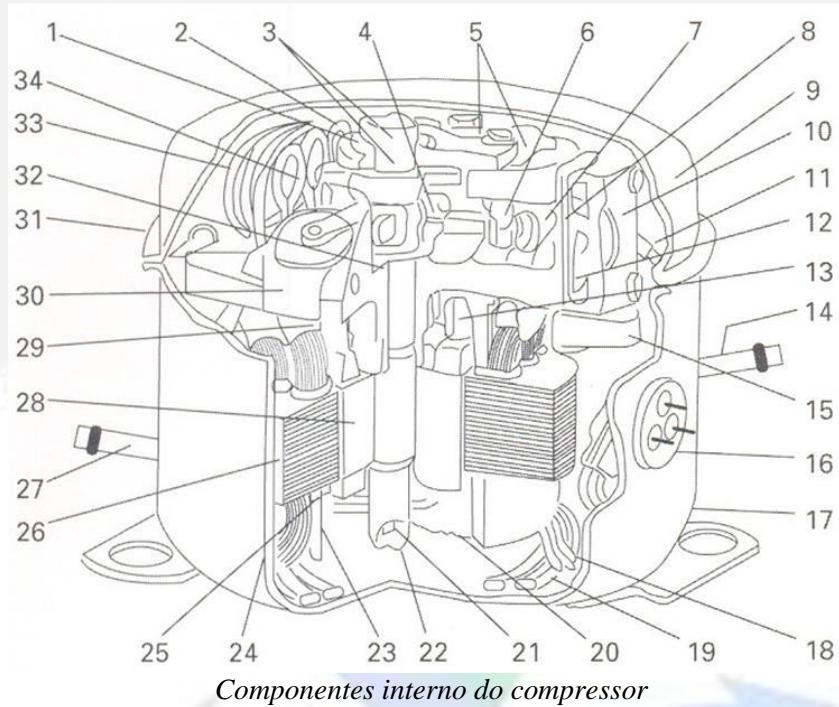
- Moto compressores herméticos, o compressor e o motor elétrico estão juntos em uma mesma carcaça, com o rotor, estator e pistões em uma única câmara, sem reparo;
- Moto compressores semi - herméticos, apresentam compressor e motor elétrico em uma mesma carcaça, mas com os pistões em uma câmara e o motor (conjunto estator/rotor) em outra, sendo interligados pelo virabrequim, muitas vezes com reparo;
- Compressores abertos, o compressor e o motor elétrico não estão juntos na mesma carcaça, é movido pelas correias através de uma polia ou acoplamento direto.

Princípio de funcionamento

Ativação do compressor

O compressor de um refrigerador é tanto um motor como uma bomba que faz circular o fluido refrigerante pelo sistema. Os sensores de temperatura, os termostatos sinalizam ao compressor o início do funcionamento, quando a temperatura dentro do refrigerador se eleva acima da estabelecida. Nenhum refrigerador é completamente isolado; o ar frio transfere para fora, e o ar quente entra, fazendo com que a temperatura interna se eleve.

Principais componentes



1 mancal	18 cabos de ligação
2 eixo	19 respirador de óleo
3 furos de lubrificação	20 nível do óleo
4 biela	21 divisor
5 malas de descarga	22 pescador de óleo
6 pina	23 bobina de partida
7 pistão	24 bobina de trabalho
8 placa de válvulas	25 isolante
9 válvula de sucção	26 estator
10 cabeçotes	27 cano de descarga
11 molas de suspensão	28 rotor
12 válvula de descarga	29 mancal principal
13 aletas do rotor	30 corpo
14 cano de sucção	31 solda
15 suporte interno	32 ranhura de lubrificação
16 terminal hermético	33 serpentina de descarga
17 carcaça	34 contrapeso

Critérios para seleção

É muito importante que os profissionais da refrigeração que vão trabalhar na montagem de novos equipamentos de refrigeração estejam atentos às especificações do equipamento para selecionar um compressor compatível com o equipamento que está sendo montado.

No caso de substituição de um compressor por outro, os profissionais também devem garantir que o compressor substituto apresenta as mesmas características do equipamento original, para não prejudicar o funcionamento do parafuso a que se destina.

O que deve ser considerado na escolha de um compressor?

Na troca, verifique se a tensão e a frequência do compressor substituto são as mesmas que as do compressor original para não comprometer o funcionamento do aparelho.

Em geral, os compressores apresentam uma etiqueta do fabricante com a indicação da tensão nominal do motor (115V ou 220V) e da frequência do equipamento (50Hz ou 60Hz).

Corrente nominal do moto compressor

É importante verificar o valor da corrente nominal para do moto compressor para que o profissional da refrigeração possa diagnosticar defeitos, quanto tiver que comparar a corrente elétrica medida com a especificada pelo fabricante.

Em geral, os compressores costumam indicar com as letras FLA – retiradas das palavras inglesas *Free Load Amperage* – o valor da corrente de trabalho que corresponde à corrente nominal.

As letras LRA – do inglês *Locked Rotor Amperage* – indicam o valor da corrente de pico de partida com rotor travado. Isto é, trata-se da alta corrente gerada que permite a ligação do relé de partida do motor, quando o rotor ainda está parado.

Essas informações importantes tanto para a realização de diagnósticos de defeitos no moto compressor, quanto para dimensionar os elementos necessários à instalação de equipamentos ou correção de defeitos.



Etiqueta de identificação do compressor com indicação dos valores de FLA e LRA

Potência nominal do motor do compressor

O valor da potência nominal do moto compressor costuma vir indicado nas tabelas e catálogos dos fabricantes.

Conhecendo esse valor, o profissional poderá estimar o consumo de energia elétrica e diagnosticar defeitos no moto compressor.

Observar que a seleção do compressor depende do fluido refrigerante selecionado. Isto porque cada tipo de refrigerante, dependendo da pressão que lhe é aplicada, alcança temperaturas diferentes de evaporação. Vale lembrar que existe um tipo de fluido refrigerante para cada faixa de temperatura de aplicação.

Deslocamento volumétrico nominal do compressor

É o volume de fluido em forma de vapor que o pistão do compressor movimenta a cada ciclo completo que realiza, ou seja, a cada revolução por minuto (rpm). O deslocamento é expresso em cm³/rpm.

Na seleção do compressor, verifique na tabela do fabricante se o deslocamento volumétrico do compressor substituto é equivalente ao do compressor anterior.

Importante também destacar que compressores de marcas diferentes dificilmente apresentam o mesmo valor de deslocamento volumétrico. No entanto, conhecendo-se o volume de deslocamento de um deles, pode-se identificar na tabela do fabricante em compressor com deslocamento volumétrico aproximado e selecioná-lo caso seja utilizado com o mesmo refrigerante e mesma potência frigorífica.

Nos aparelhos usados na refrigeração comercial e industrial, o valor do deslocamento pode ser obtido, desmontando-se o compressor e medindo-se o

diâmetro, o curso do pistão, e o número de rotações. Esse procedimento não é possível na refrigeração doméstica porque os compressores estão hermeticamente vedados.

Carga térmica

É a quantidade de calor que o equipamento transfere de um ambiente fechado para o ambiente externo e pode ser expressa em Btu/h, Kcal/KJ ou Kw.

Em geral, o fabricante fornece uma tabela de compressor simplificada, contendo o valor aproximado da carga térmica, por volume interno (litros). Essa tabela supõe que o isolamento térmico do aparelho seja adequado, isto é, os materiais utilizados na confecção do equipamento permitem sua operação em condições ideais de funcionamento.

Para determinar a temperatura interna do refrigerante ou do freezer, o profissional da refrigeração deve conhecer, em primeiro lugar, a temperatura de evaporação do fluido refrigerante no evaporador.

Para resfriadores ou refrigeradores, que utilizam o refrigerante R 134a a temperatura de evaporação deve situar-se entre 10°C e 15°C negativos. Por exemplo, em um aparelho que apresenta uma temperatura interna entre 1°C e 5°C, a temperatura de evaporação deve ser aproximadamente de 15°C negativos. E, nesse caso, a pressão manométrica de sucção correspondente é 12psig.

Para equipamentos que empregam o R 134a e para os freezers que necessitam manter a temperatura de evaporação se situa entre 23°C e 26°C negativos, sendo a pressão de sucção correspondente a 5 e 3 psig, respectivamente.

Os valores de temperatura de evaporação entre 23°C e 26°C negativos são indicados para a temperatura ambiente de 25°C. Acima ou abaixo desta temperatura ambiente ocorrem variações tanto na pressão quanto na temperatura de evaporação.

A pressão e a temperatura de evaporação são controladas pelo comprimento e pelo diâmetro interno do tubo capilar, relacionando-se também com o deslocamento volumétrico do pistão do compressor.

Para selecionar o compressor para resfriadores de líquidos, como bebedouros, suqueiras e *post-mix*, é necessário conhecer a vazão de líquido do equipamento em litros por hora e a temperatura de conservação do produto. Essas informações

são importantes para determinar a temperatura de evaporação e de condensação e, ainda, a capacidade frigorífica do compressor.

Óleo lubrificante

É responsável pela lubrificação dos componentes móveis do compressor, diminuindo o atrito entre as partes móveis e estacionárias, evitando o desgaste prematuro das peças.

Os principais tipos de óleo são: mineral (naftênico), sintético (alquibenzeno), branco (naftênico/parafínico), parafínico, e poliol éster.

O compressor e o óleo lubrificante devem ser compatíveis. Isto significa que o óleo deve apresentar algumas características, tais como viscosidade, miscibilidade, baixas taxas de resíduos de carbono, de floculação e de umidade, assim como reação química com os componentes do compressor.

A viscosidade está diretamente ligada à temperatura. Uma pequena parcela de óleo circula no sistema com o fluido refrigerante e, por isso, óleo lubrificante deve ser compatível com o fluido refrigerante utilizado.

Por fluir no sistema de refrigeração junto com o fluido refrigerante, o óleo está sujeito à altas e baixas temperaturas. Assim, quanto maior a temperatura, menos viscosidade (mais fino) o óleo apresenta. Quanto menor a temperatura, mais viscosidade (mais grosso) ele apresenta.

O óleo lubrificante submetido às altas temperaturas deve permitir o fluxo entre as superfícies em contato, formando entre elas uma película protetora.

Nas baixas temperaturas, deve-se evitar que o lubrificante fique depositado na tubulação do evaporador, pois isso dificulta a troca térmica e danifica o compressor por falta de lubrificação. Essa situação pode ocorrer se não houver um cuidado no projeto da tubulação selecionado, isto é, se o diâmetro da tubulação não for compatível com o fluxo do óleo lubrificante.

A miscibilidade refere-se à capacidade do óleo em misturar-se ao fluido refrigerante. Por isso, o óleo lubrificante deve apresentar, na fase líquida, completa miscibilidade, ou seja, fluir através do sistema junto com o fluido refrigerante, garantindo o bom retorno ao compressor.

Na especificação do óleo lubrificante é importante considerar as temperaturas normais de trabalho do compressor, pois os óleos são passíveis de decomposição quando submetidos às altas temperaturas.

Por essa razão, na seleção do óleo lubrificante, devem-se considerar as temperaturas normais do compressor para evitar que o óleo se carbonize na placa de válvula, o que pode provocar a obstrução do sistema e impedir o bom desempenho do compressor.

Outra característica a ser considerada na seleção do óleo lubrificante diz respeito à floculação. Alguns lubrificantes à base de parafina apresentam cera em sua composição. Esta cera, quando submetida a baixas temperaturas, tende a precipitar-se em forma de “flocos”.

Este fenômeno é muito perigoso, pois se os “flocos” se depositarem no dispositivo de expansão, dificultarão a passagem do fluido refrigerante e, ainda, se forem depositados no evaporador dificultarão a transferência de calor.

Por essa razão, os óleos não devem apresentar floculação sob as temperaturas, normalmente utilizadas nos sistemas de refrigeração.

Além de todas essas características, eles devem apresentar um teor de umidade igual ou inferior ao especificado pelo fabricante para evitar a formação de sedimentos ácidos ou o congelamento da umidade no interior do sistema, principalmente no tubo capilar. Isto porque pode impedir a circulação do fluido refrigerante, principalmente quando o sistema trabalha com R12.

Os novos compressores já saem do fabricante com a respectiva carga de óleo. No entanto, se houver necessidade de substituí-lo, é recomendável que o profissional consulte o catálogo técnico ou entre em contato com o fabricante para substituição correta do óleo.

Procedimento de segurança

Tipos de motor

De acordo com o torque de partida que apresentam, os motores são classificados em dois tipos: baixo torque e alto torque de partida.

Todo sistema de refrigeração necessita de um dispositivo de expansão (elemento de controle), que pode ser constituído tanto por uma válvula de expansão quanto por um tubo capilar. Feita a identificação do dispositivo de expansão empregado, pode-se saber qual o torque de partida exigido pelo motor compressor.

Atenção! Os motores com baixo torque de partida também podem vir indicados nos catálogos com a expressão “torque normal de partida”.

Nos circuitos que operam com tubo capilar, a baixa pressão do evaporador se equaliza com a alta pressão do condensador, isto é, se igualam, quando o compressor para. Esse fenômeno facilita a partida do compressor tanto nas paradas quanto nas partidas regulares. Por essa razão, é suficiente para o funcionamento do compressor um motor com baixo torque de partida.

Nos circuitos que utilizam válvula de expansão como elementos de controle, as pressões do evaporador e do condensador não se igualam de imediato. Quando o compressor para, a pressão do condensador permanece alta, impedindo a equalização da pressão com o evaporador.

Nesse caso, se instalamos um compressor de baixo torque de partida, toda as vezes que o compressor parar e necessitar da partida, poderá ocorrer um superaquecimento nas bobinas auxiliares, devido ao esforço maior necessário para a partida e, em consequência, provocar a queima do motor. Já o contrário é perfeitamente possível, os compressores que apresentam alto torque de partida podem substituir compressores que exigem baixo torque de partida.

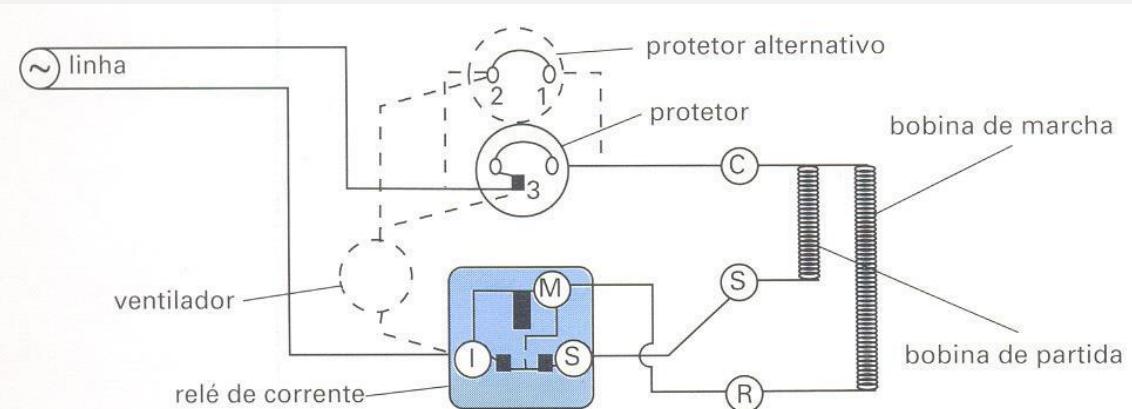
O torque de partida em geral é indicado por letras:

- LST (do inglês *Low Starting Torque*) indica baixo torque. Isto é, circuitos que trabalham com tubo capilar como dispositivo de expansão: refrigeradores, freezers, bebedouros, balcões comerciais e refresqueiras;
- HST (do inglês *High Starting Torque*) indica alto torque. Isto é, circuitos que atuam com válvulas de expansão: balcões comerciais, expositores e refrigeradores para açougue.

Os catálogos dos fabricantes de compressores designam os tipos de motores, segundo o torque de partida, por meio de um conjunto de letras da sua denominação em inglês.

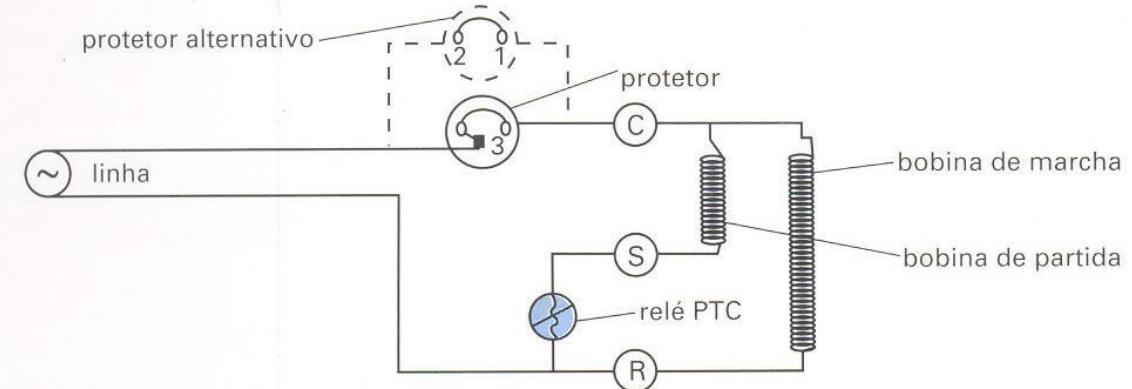
Os motores com baixo torque de partida são os seguintes:

RSIR: Neste motor, a partida é dada por indução da bobina de marcha e resistência da bobina auxiliar, sendo acionado pelo relé de corrente magnética.



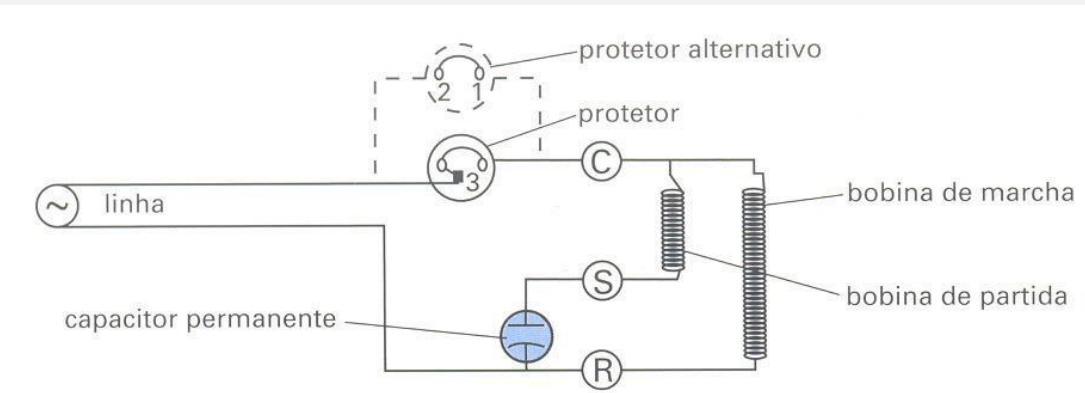
Resistance Start Induction Round

PTCSIR: O princípio de funcionamento deste tipo de motor é semelhante ao RSIR uma vez que a partida também é realizada pela indução da bobina de marcha e resistência da bobina auxiliar, sendo acionado por um relé PTC.



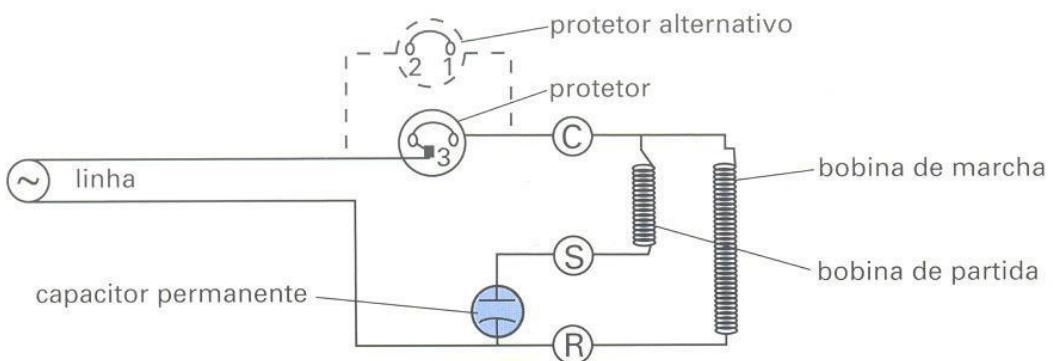
Positive Temperature Coeficiente Starter Induction Round

PTCSCR: A partida ocorre pela indução da bobina de marcha e resistência da bobina auxiliar ligadas ao capacitor permanente e o motor é acionado por um relé PTC.



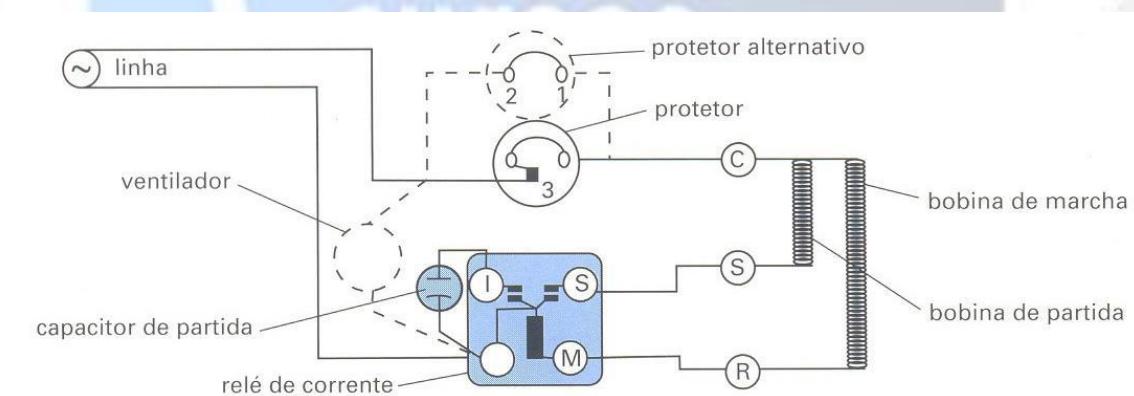
Positive Temperature Coeficiente Starter Capacitor Round

PSC: A partida neste tipo de motor é conseguida pela indução da bobina de marcha e resistência da bobina auxiliar conectada e um capacitor permanente.



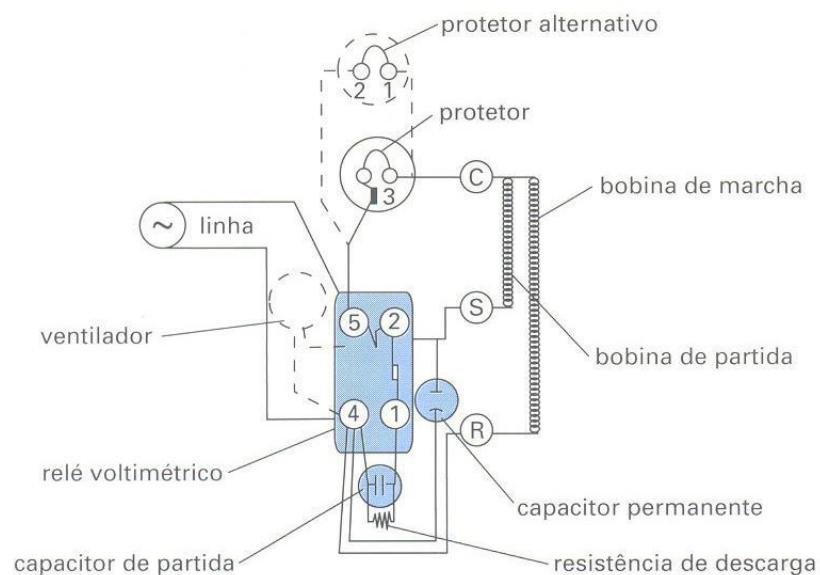
Permanent Starter Capacitor

CSIR: A partida é obtida por indução da bobina de marcha e resistência da bobina auxiliar ligada a um capacitor de partida, acionado por um relé de corrente magnética.



Capacitor Starter Induction Round

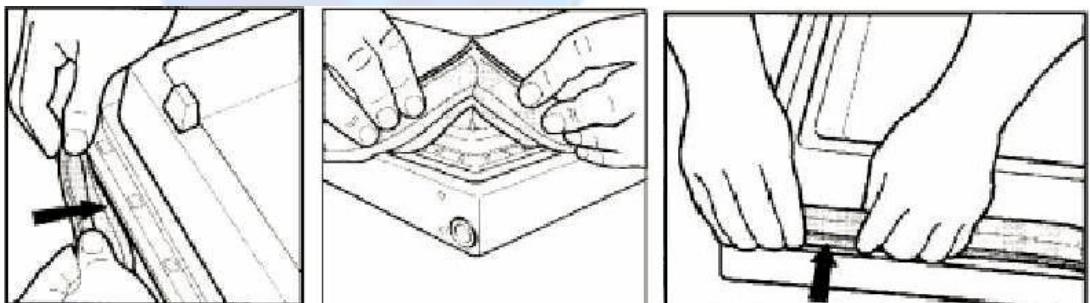
CSR: A partida acontece pela indução da bobina de marcha e resistência da bobina auxiliar ligada ao capacitor permanente e de partida, sendo acionado por relé voltímetro.



Capacitor Starter Resistance

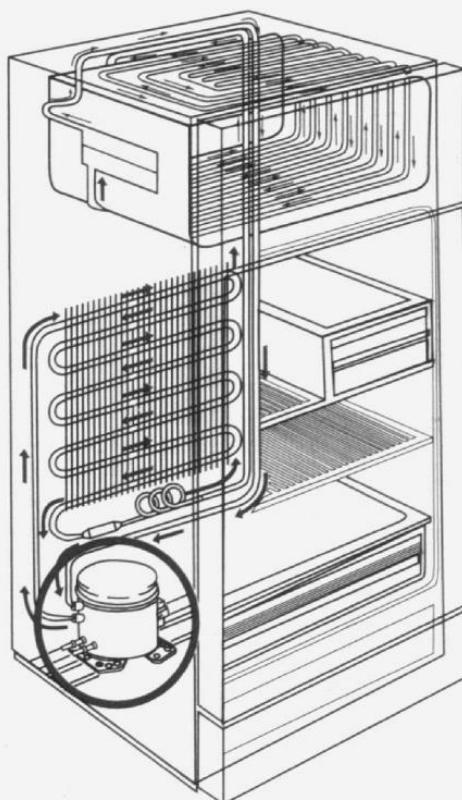
Gaxeta magnética

Para verificar se a gaxeta magnética está colocada corretamente, faça o teste do papel em toda a extensão da gaxeta, abrindo e fechando a porta.



Montagem da gaxeta correta

Unidade selada



Motor compressor – localização no refrigerador

Para verificar o funcionamento da unidade selada após a reoperação, proceda da seguinte maneira:

1. Instale um alicate amperímetro e ligue o refrigerador.
2. Regule o termostato no número 3.
3. Instale um termômetro na prateleira do meio.
4. Aguarde o refrigerador atingir a temperatura de equilíbrio, ou seja, quando o termostato desliga e liga o refrigerador automaticamente.
5. Abra a porta do refrigerador e observe a temperatura no termômetro que deve estar situada entre 2°C e 8°C.
6. Abra a porta do “congelador” e observe se a névoa branca cobre uniformemente o evaporador.
7. Verifique se a linha de succão não está formando névoa na sua extensão.

8. Verifique a corrente e compare com a da placa de identificação.
9. Observe se o moto compressor faz barulho na partida ou na parada.
10. Observe se o evaporador descongela na parada e na partida. Normalmente, na parada do compressor, a umidade se manifesta entupindo a saída do tubo capilar, pois a pressão do fluido refrigerante diminui na saída do tubo capilar, formando cristais de gelo e impedindo a circulação do fluido refrigerante.

Condensadores

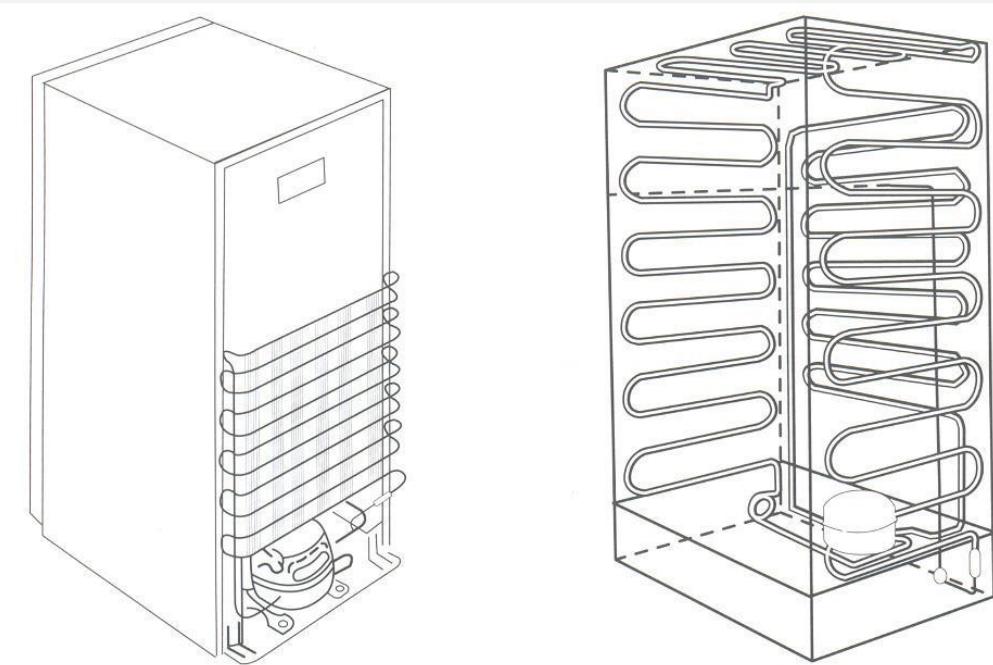
Definição

O condensador é um trocador de calor, tem a função de dissipar para o ambiente externo o calor absorvido pelo evaporador e gerado pelo processo de compressão.

Finalidade

Independente da sua localização, a finalidade do condensador é sempre a mesma: efetuar a mudança de fase do refrigerante, fazendo com que passe de vapor para líquido.

Nos refrigeradores ou nos resfriadores, o condensador geralmente se localiza na parte externa traseira do gabinete. Em alguns modelos, apresenta-se incorporado ao gabinete, localizando-se entre a chapa externa e a placa de isolamento térmico. Em outros, ainda, o condensador se encontra embutido na parte inferior do refrigerador.

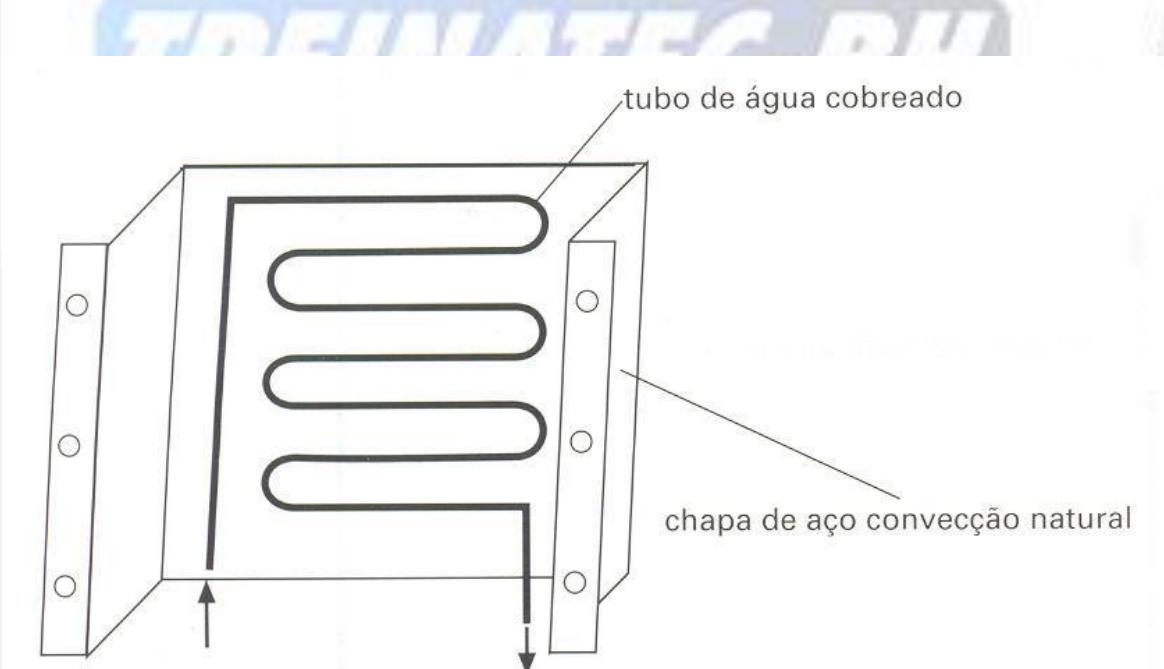


Condensadores

Tipos

O tipo de aplicação a que o condensador se destina define o modelo a ser utilizado. Os tipos mais utilizados são:

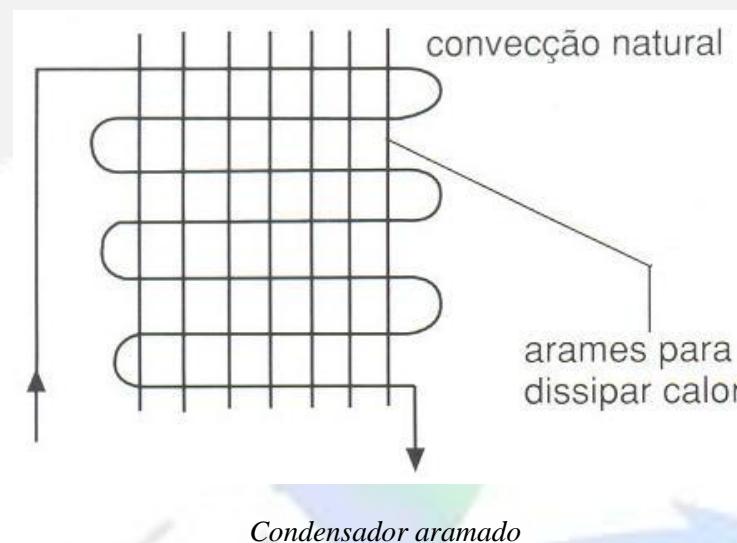
- Condensador “chaminé” – é feito de chapas de aço com tubos fixados em forma de serpentina, utilizando convecção natural em seu funcionamento; mesmo sendo considerado um modelo ultrapassado, ainda encontram-se muitos exemplares no mercado.



Condensador chaminé

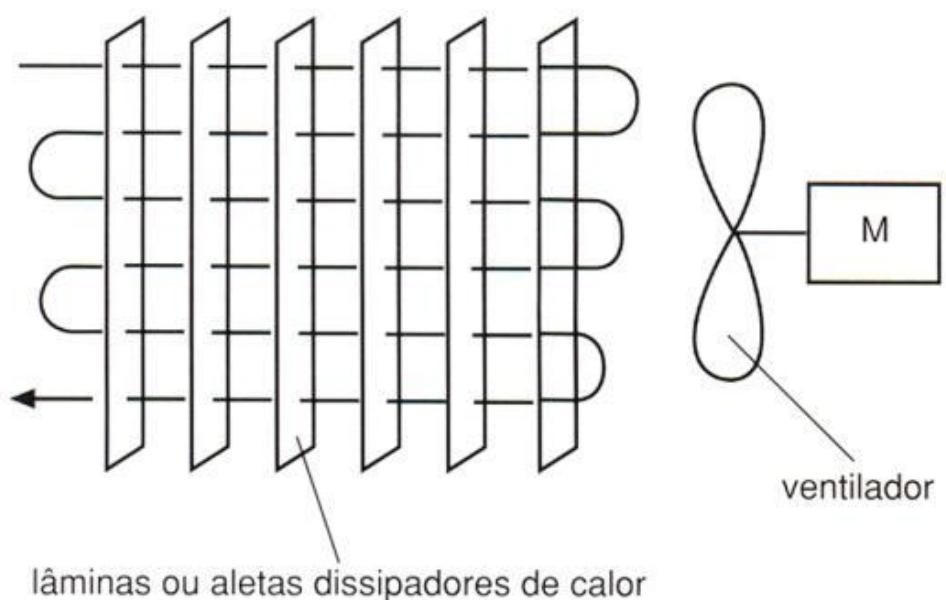
- Condensador aramado – recebe este nome porque apresenta os tubos fixados em arames.

Pode ser encontrado do tipo estático (convecção natural)



- Condensador aletado – apresenta os tubos em forma de serpentina. É preso nas lâminas aletadas, que aumentam a área de troca de calor com o meio ambiente, e precisa de um ventilador para forçar a circulação do ar através das aletas. Graças a esse sistema de convecção forçada, eles são mais utilizados nos equipamentos comerciais e industriais, porque tais equipamentos necessitam dissipar grande quantidade de calor. Os condensadores aletado ocupam um pequeno volume em relação à grande capacidade de troca de calor com o meio ambiente.

Na refrigeração doméstica, eles são pouco usados, já que os ventiladores são ruidosos e provocariam uma certa poluição sonora; além disso, eles exigem constante limpeza devido ao grande acúmulo de poeira.

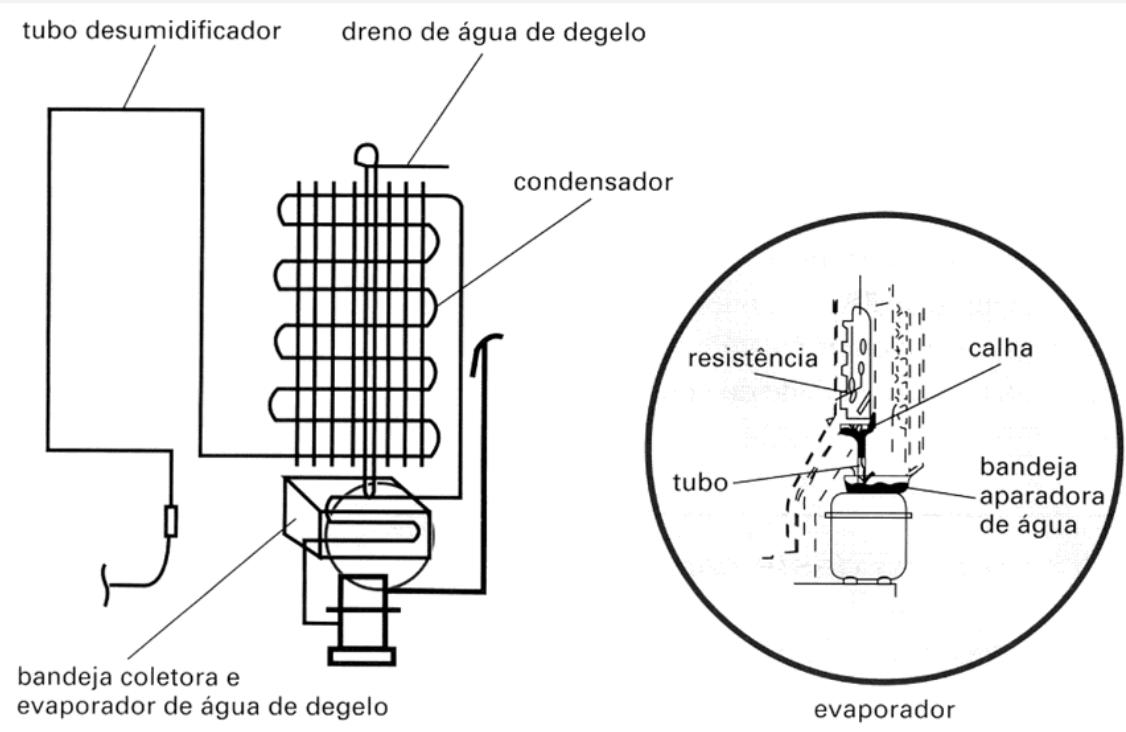


Lâminas ou aletas dissipadores de calor

Condensador aramado com tubo desumificador e tubo de dreno para água de degelo – é o tipo utilizado em aparelhos que fazem o degelo automático, como é o caso de alguns refrigeradores e *freezers* frost free.

Neste modelo, o tubo existente no final do condensador se prolonga, estendendo-se por dentro do gabinete, sendo fixado na chapa onde a gaxeta magnética faz a vedação; além de sub-resfriar o líquido, que circula em seu interior, o tubo também elimina a condensação da unidade na parte externa do gabinete, evitando a sudação de vapores de água na chapa, especialmente nos dias em que a umidade relativa do ar é alta. Ao exercer essa função, o tubo substitui a resistência compensadora que, normalmente, é empregada para essa finalidade.

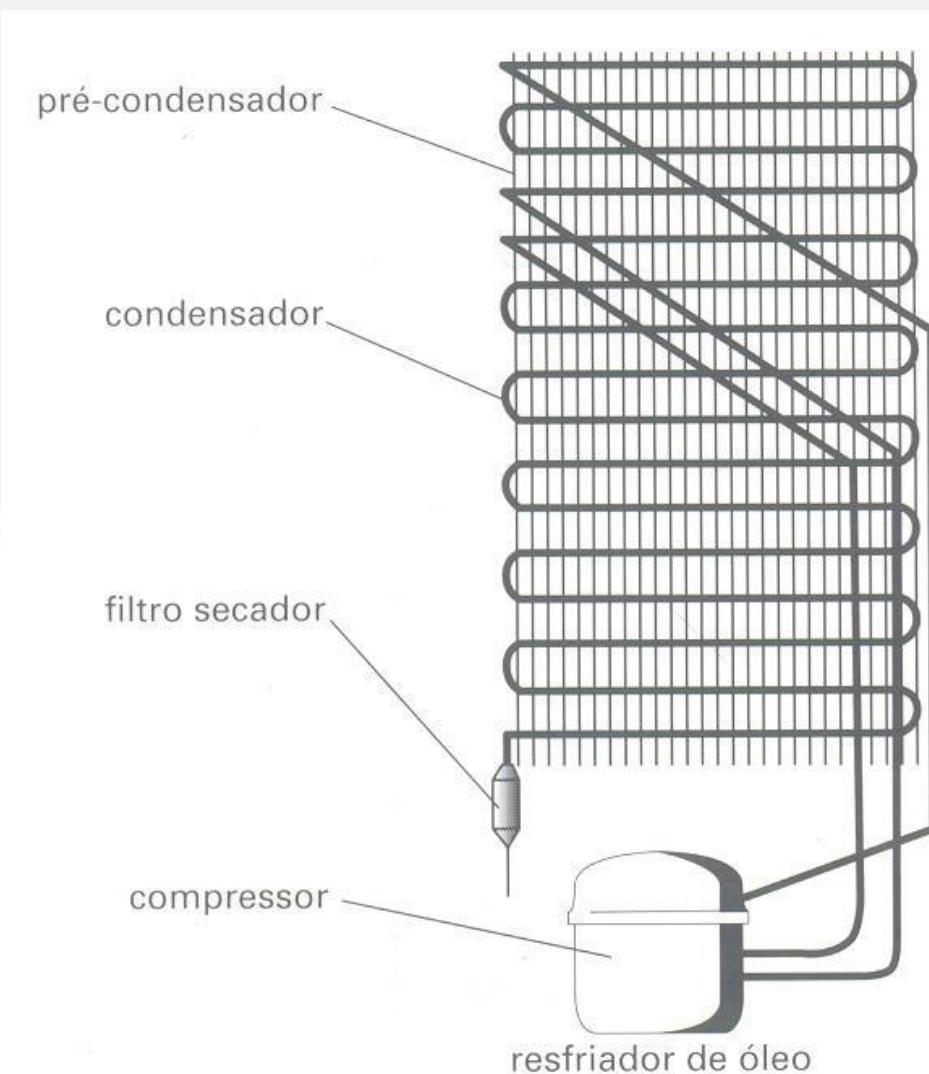
A evaporação da água de degelo é feita por meio de um tubo de descarga, com o formato de serpentina, que sai do compressor e se acha instalado dentro da bandeja de evaporação de água; as altas temperaturas do tubo de descarga evaporam a água e, nesse processo, uma parcela do refrigerante se condensa;



Água de degelo e tubo desumidificador

Observe – Os refrigeradores atuais apresentam uma bandeja coletora sobre o compressor que aproveitam o seu calor para obter a evaporação da água do degelo.

- Condensador com pré-condensador de óleo – é utilizado em refrigeradores de duas portas que apresentam um compartimento destinado ao *freezer* e outro ao refrigerador, e, também em *freezers* verticais ou horizontais conforme indica a figura a seguir, apresentam um pré-condensador cujo tamanho corresponde a 30 a 50% do tamanho do condensador.



Condensador com pré-condensador de óleo

Ainda, nesse tipo de condensador, o fluido refrigerante, em forma de vapor, entra com alta pressão e alta temperatura no pré-condensador e condensa em torno de 20% a 30% do fluido, passando a seguir pelo tubo resfriador de óleo, localizado no fundo do compressor.

O tubo resfriador de óleo entra na carcaça do compressor, formando uma pequena serpentina e saindo novamente para fora da carcaça do compressor, seguindo para o condensador.

O fluido refrigerante, já liquefeito, no pré-condensador, ao passar por este tubo e entrar em contato com o óleo quente, evapora-se. Ao evaporar-se, o fluido retira o calor do óleo que, além de lubrificar o compressor, resfria o motor elétrico.

O fluido evaporado segue para o condensador, passando para a fase líquida e seguindo o fluxo normal.

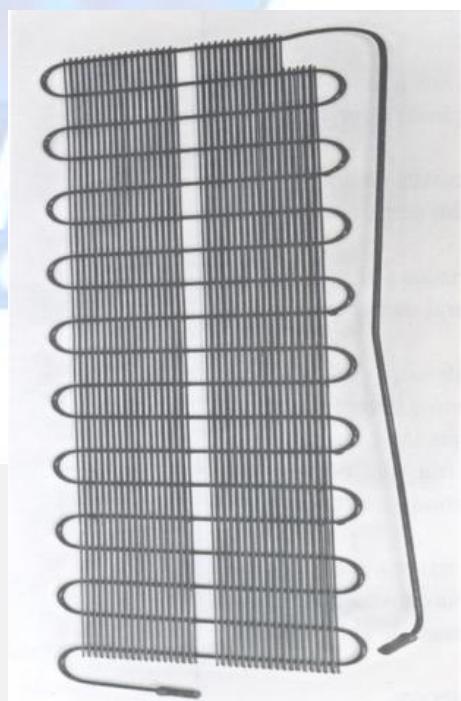
Observação – O condensador e o compressor resfriados por um ventilador dispensam o uso do tubo resfriador de óleo, pois o próprio ar que resfria o condensador passa pela carcaça do compressor, resfriando o motor e o óleo lubrificante.

Alguns modelos de refrigeradores, que utilizam esse tipo de condensador, podem apresentar uma bandeja em cima do pré-condensador a fim de possibilitar a evaporação da água do degelo.

Finalmente, lembre-se que é muito importante que o condensador trabalhe harmoniosamente com o compressor e o evaporador. Por essa razão, na seleção do condensador, é recomendável que o profissional da refrigeração siga as orientações dos manuais e catálogos dos fabricantes. Dessa forma, estará garantindo que a seleção efetuada atenda a finalidade do condensador e seja compatível com os demais componentes do sistema.

Construção

O condensador do refrigerador doméstico é constituído por uma tubulação que, normalmente, é fabricada de aço cobreado, curvado em formato de serpentina, fixado em chapas de aço, que podem ser aletadas ou aramadas.



Condensador

Princípios de funcionamento

O condensador recebe do compressor o fluido refrigerante, sob a forma de vapor em alta pressão e alta temperatura, resfriando-o mediante a liberação ou remoção do calor absorvido no evaporador e no compressor e transformando-o de vapor em líquido.

Para que o refrigerante passe de vapor para líquido, o condensador necessita de um meio de arrefecimento ou de resfriamento, que permite a retirada do calor do vapor. Em geral, o meio utilizado para que o resfriamento ocorra é o ar ou a água. Portanto, temos condensadores resfriados à água e condensadores resfriados a ar.

A circulação do ar pelo condensador pode ocorrer por convecção natural ou por convecção forçada. Vamos recordá-las rapidamente:

- Convecção natural é a movimentação do ar ou de um fluido devido à diferença de densidade, provocando a formação de correntes que sobem e descem. Este fenômeno acontece porque as camadas de ar aquecidas ficam mais “leves” que as camadas mais frias. As camadas de ar aquecidas sobem para a superfície, transferindo calor para as camadas frias que, por sua vez, tornam-se mais pesadas e descem. As camadas quentes quando sobem e as camadas frias quando descem formam correntes contínuas de convecção;
- Convecção forçada é a movimentação do ar com auxílio de um sistema mecânico ou eletromecânico, formando correntes de ar com movimento contínuo. Na convecção forçada, com o apoio de um ventilador, por exemplo, podemos acelerar a troca de calor de uma superfície para outra.

Os dois fenômenos também ocorrem no condensador. Veja como acontecem.

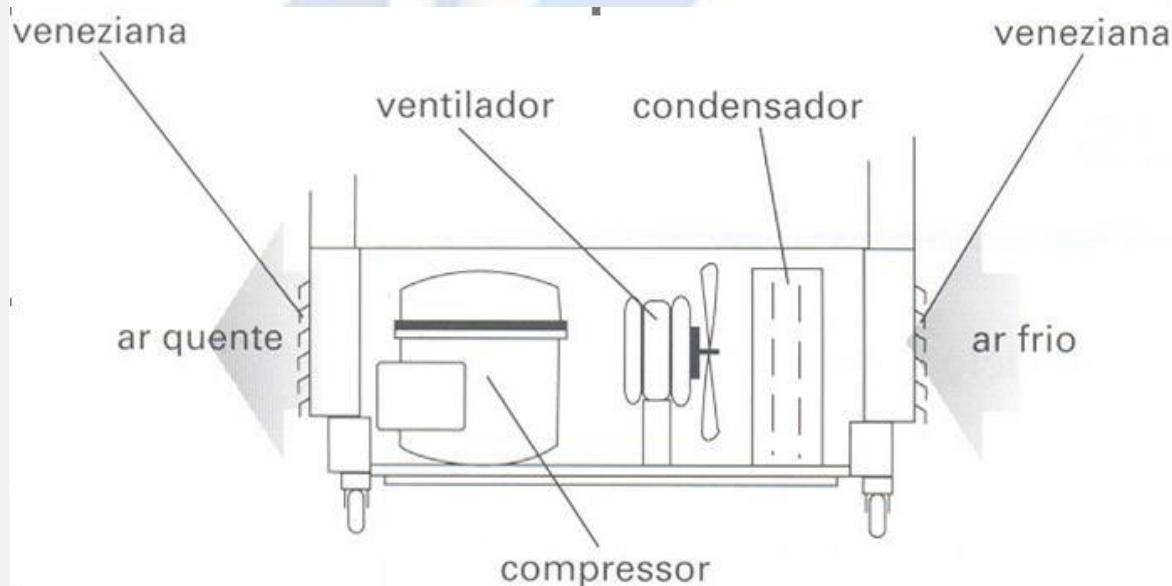
O condensador, que trabalha com circulação natural de ar, apresenta uma série de aletas ou pequenas lâminas de aço, entre as quais passa a tubulação. Essas aletas têm a finalidade de aumentar a área de troca de calor do fluido refrigerante com o ar do meio ambiente.

O ar do ambiente, menos quente, em contato com as paredes mais quentes do condensador, é aquecido e, por tornar o ar menos denso, sobe e dá lugar para o ar frio, que também se aquece e sobe, produzindo, dessa maneira, uma circulação natural e contínua do ar pelo condensador.

Os condensadores resfriados a ar em geral são utilizados nos resfriadores domésticos. Normalmente, os mais usados são os que apresentam correntes de fluxo cruzado, isto é, duas correntes que circulam em direções opostas: a do refrigerante, que circula dentro dos tubos e, a do meio de arrefecimento, que é a do próprio ar.

Os resfriadores que utilizam condensadores que operam com circulação forçada geralmente são utilizados na refrigeração comercial e industrial. Essas duas áreas da refrigeração empregam equipamentos com capacidades maiores, exigindo, pois, o emprego de condensadores de convecção forçada.

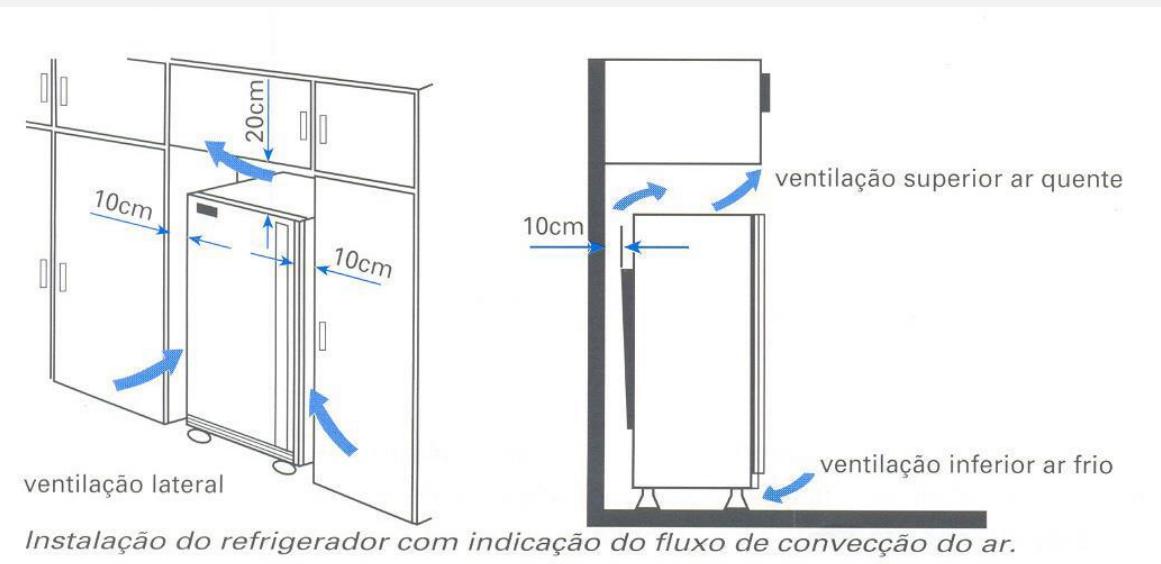
Esses refrigeradores apresentam um ventilador colocado em frente ao condensador. O ventilador aumenta a circulação do ar que passa pelo condensador e acelera a troca de calor, facilitando a condensação do fluido refrigerante.



Circulação forçada

Áreas de trocas de calor

Você sabe por que é recomendável deixar o refrigerador um pouco afastado da parede? Exatamente, para que possa haver um fluxo maior de ar sobre o condensador e, com isso, facilitar a troca de calor.



Procedimentos de segurança

Quando necessária, a substituição do condensador exige alguns cuidados. É importante selecionar um modelo que esteja adequado à capacidade de refrigeração do sistema, pois, como foi dito, o condensador rejeita para o ambiente todo o calor gerado durante o processo de compressão, mas o calor absorvido pelo evaporador no sistema de refrigeração. Assim, quanto maior a capacidade de refrigeração, maior deve ser o condensador para atender à necessidade.

Deve ser lembrado, ainda, que aplicações de alta temperatura de evaporação exigem condensadores maiores do que aplicações em média e baixa temperatura de evaporação. Procure sempre manter as mesmas dimensões do condensador original.

Para a instalação de um novo condensador, é preciso garantir que o sistema de refrigeração trabalhe nas condições originais. Por isso, alterações que impactem a área, número e diâmetro de tubos devem ser evitadas ou cuidadosamente analisadas, e a carga de gás ajustada, caso necessário.

Se existirem acessórios como direcionadores de ar e proteções, eles devem ser mantidos. Da mesma forma, se for necessária a troca de ventiladores, deve-se manter a mesma potência do motor e tamanho e tipo de material da hélice.

Evaporadores

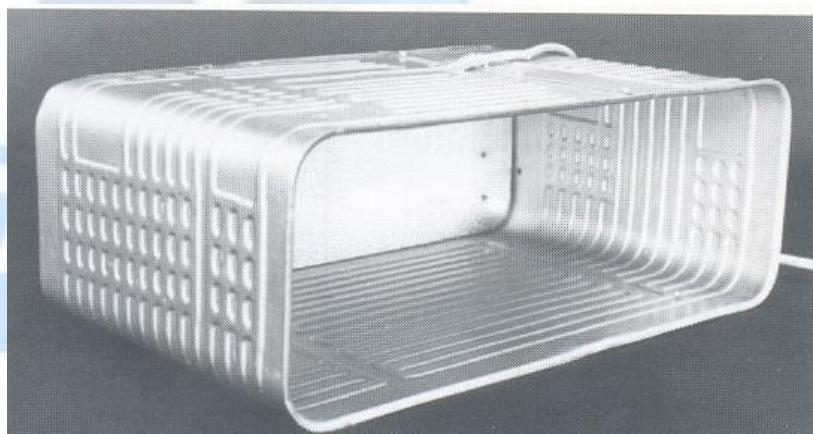
Definição

O evaporador é um trocador de calor que absorve o calor para o sistema de refrigeração. Ele recebe líquido refrigerante frio, de baixa pressão vindo do dispositivo de expansão e através da absorção do calor de alguma substância, vaporiza-o em seu interior. Essa substância pode ser o ar, água, outro fluido ou até mesmo um sólido.

Finalidade

Pois bem, a evaporação também ocorre nos equipamentos de refrigeração e constitui um dos processos mais importantes do ciclo da refrigeração.

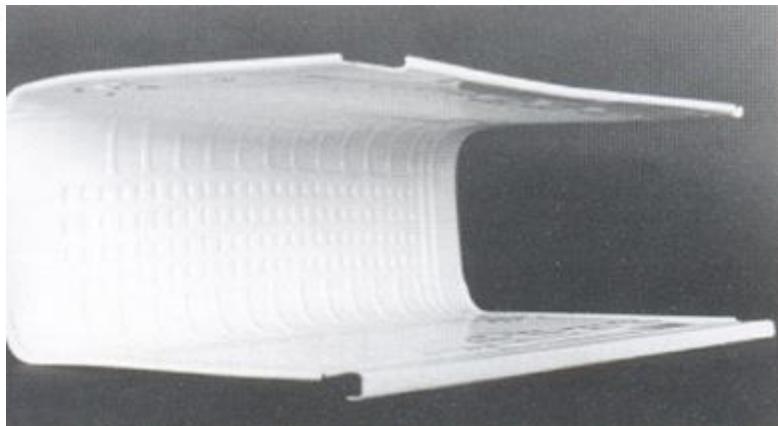
A única diferença entre a evaporação obtida por meio dos equipamentos de refrigeração é realizada mecanicamente e, como tal, é um processo controlado, que depende do funcionário de um componente que é o evaporador.



Congelador (evaporador tipo roll bond)

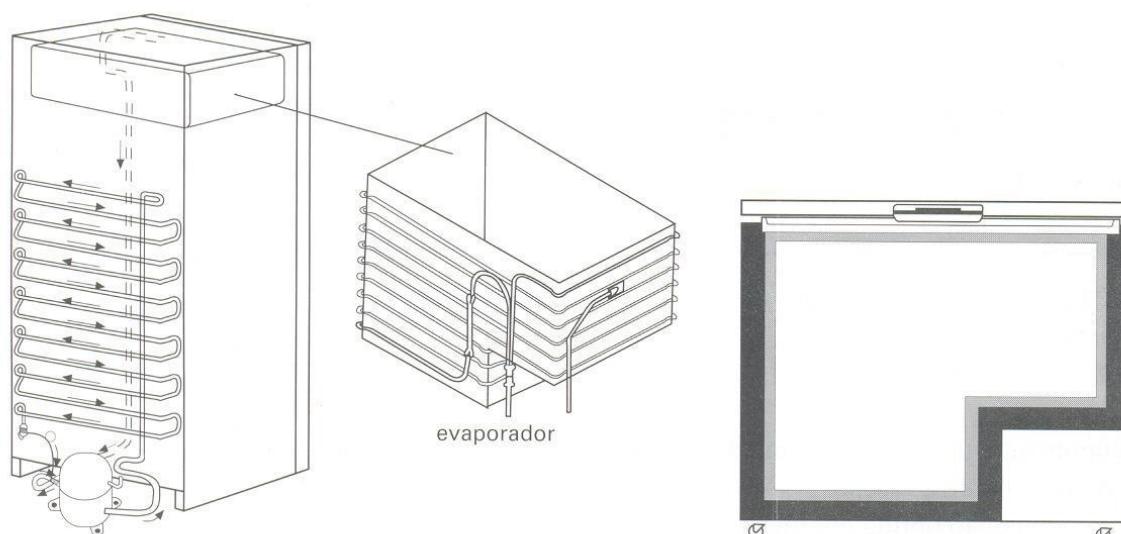
A dona de casa conhece o evaporador como “congelador”, isto é, o local do refrigerador destinado ao congelamento da água e dos alimentos. Já o profissional da refrigeração sabe que o evaporador é o componente do sistema em que o fluido refrigerante passa da fase líquida para a fase gasosa.

Nos refrigeradores domésticos, o evaporador mais utilizado é o *roll bond*, que é constituído basicamente por duas chapas de alumínio sobrepostas, estampadas e caldeadas a 500°C, curvadas em vários formatos. Em seu interior são moldados espaços livres, semelhantes a tubos embutidos, por onde flui o fluido refrigerante. As chapas com a tubulação em ziguezague estampada em geral são encontradas na cor branca (pintada a pó e submetido ao calor), ou em alumínio anodizado (submetido ao tratamento anticorrosivo).



Chapas de tubulação

Nos gabinetes do tipo vertical, o evaporador se encontra usualmente instalado no gabinete interno. Nos gabinetes do tipo horizontal, o evaporador é formado por uma serpentina disposta ao redor do gabinete interno, e compõe uma única peça. Isto é, o evaporador é o próprio gabinete interno.



Exemplos de evaporadores em gabinetes horizontal e vertical.

Os evaporadores dos refrigeradores domésticos em geral são fabricados de alumínio, porque é um material que possibilita uma boa condutibilidade térmica.

A função do evaporador é transferir o calor do ar no interior do gabinete para o fluido refrigerante. O calor também é removido dos alimentos, do ar quente que entra no gabinete a cada abertura da porta, ou do próprio gabinete.

Ao absorver o calor, o evaporador mantém o compartimento do refrigerador numa temperatura adequada à conservação dos alimentos.

Observação – Os produtos armazenados no interior do gabinete devem ser uniformemente distribuídos para que haja movimento livre do ar por convecção natural ou forçada e, assim, facilitar a troca de calor.

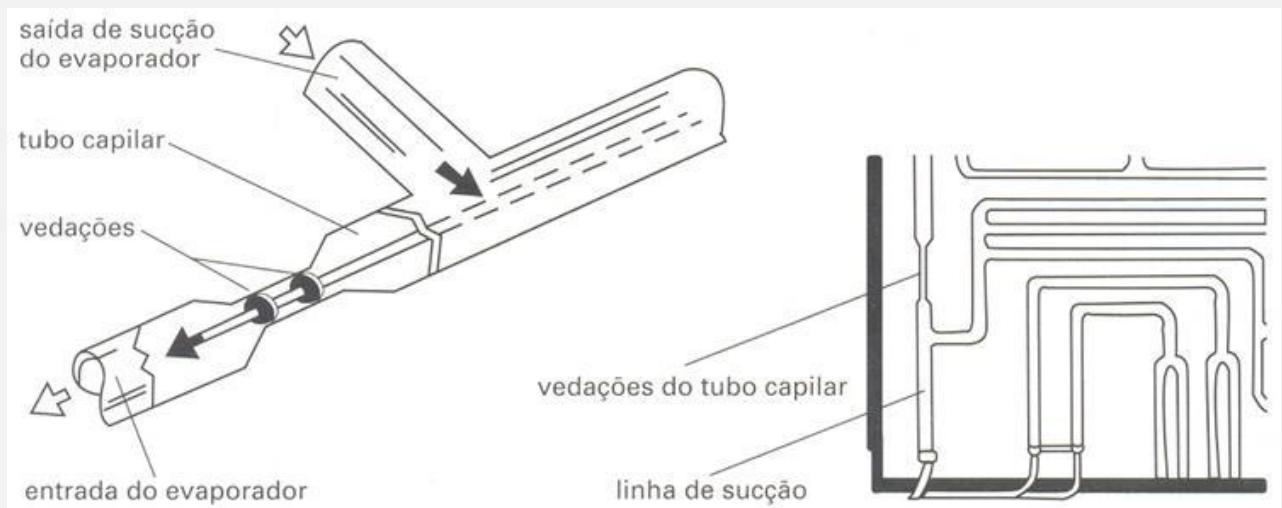
Tipos

Existem vários tipos de evaporadores, sendo os mais comuns o *roll-bond*, o tubular e o tipo aletado. O evaporador do tipo tubular é confeccionado com tubo de cobre ou de alumínio, sendo fixado na chapa de alumínio. O evaporador tubular tem conexão com o tubo capilar e com a linha de sucção, além de apresentar separador de líquido do tipo tubular.

Os evaporadores tipo tubular e o *roll-bond* apresentam vários formatos e utilizam o mesmo sistema de troca de calor por convecção natural do ar. A troca de calor é feita pelo contato direto do ar que circula no interior do refrigerador com a superfície do evaporador e, posteriormente, com o refrigerante que circula no interior do evaporador.

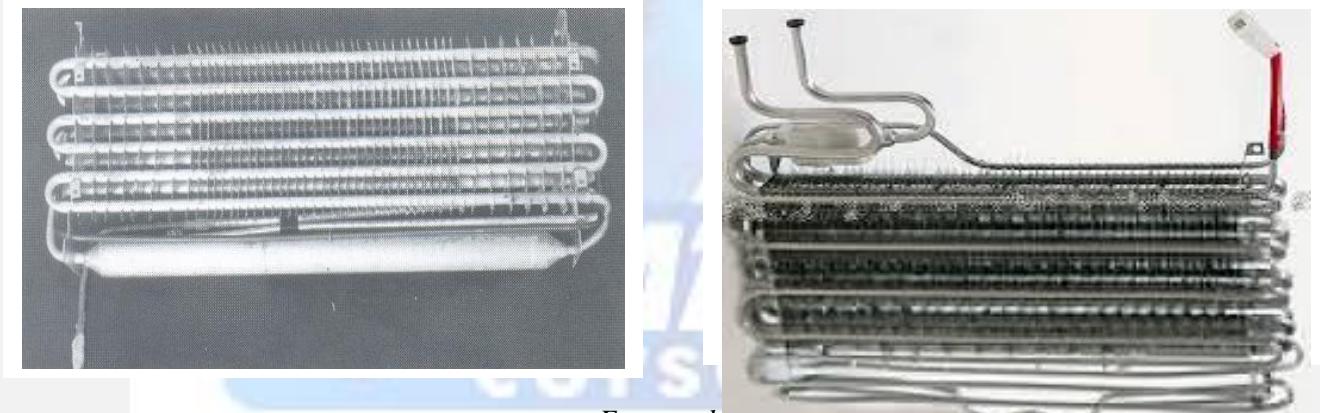
No *roll-bond*, a conexão entre o tubo capilar e a linha ou tubo de sucção pode ser de dois tipos:

- Com linha de sucção e tudo capilar em separado, que permite soldar o tubo capilar e a linha de sucção no evaporador;
- Com o tubo capilar alojado na linha de sucção, o capilar é prensado e vedado por neoplen, um tipo de borracha sintética, no interior do evaporador e, por essa razão, não fica visível; isto é, a linha de sucção e o tubo capilar formam um único conjunto.



Tipos de conexões entre a linha de sucção e o tubo capilar no evaporador roll bond

O evaporador do tipo aletado apresenta um tubo de alumínio ou de cobre com aletas de alumínio. Este modelo de evaporador necessita de um ventilador para a circulação de ar (convecção forçada). Veja a figura a seguir:



Evaporador

O evaporador tipo aletado emprega separador de líquido tipo cilíndrico. Os modelos atuais são de construção simples, compactos, de alto rendimento e baixo custo de fabricação.

Os refrigeradores de duas portas possuem dois evaporadores, um para resfriar o compartimento dos alimentos (placa fria) e outro para refrigerar o compartimento do freezer.

Estes dois evaporadores são conectados em série, operando com o refrigerante na mesma temperatura e pressão. A diferença de temperatura é conseguida pela

maior área do evaporador do compartimento do *freezes* em relação ao compartimento do refrigerador que utiliza apenas uma placa fria.

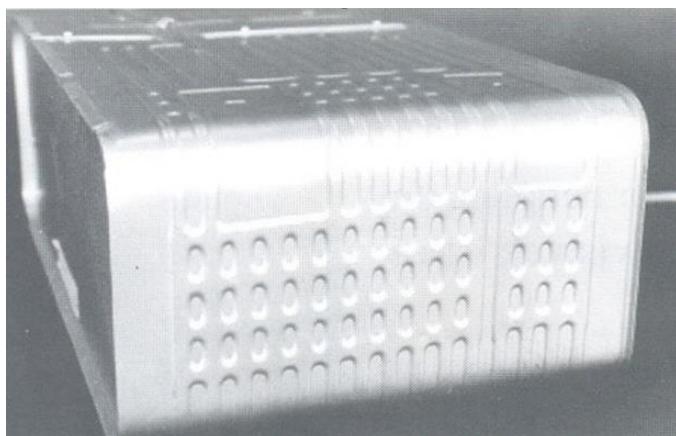
Os evaporadores utilizados na refrigeração doméstica apresentam um separador de líquido que serve para acumular o líquido que não evaporou no evaporador, permitindo que o fluido refrigerante se evapore completamente, antes de seguir para a linha de sucção.

Sua função é impedir que o fluido refrigerante chegue ao compressor, na fase líquida, porque isto prejudicaria o funcionamento.

Construção

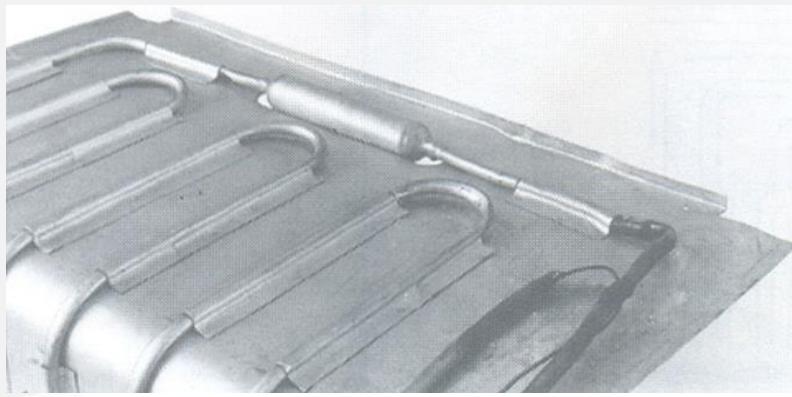
Os aparelhos utilizados na refrigeração doméstica podem apresentar dois tipos de separadores de líquido:

- Estampado no evaporador, com o formato de malhas ou de “colmeia”, localizado na parte traseira u nas laterais (usado no *roll-bond*);



Formato malhas ou colmeias

- Formato cilíndrico, cujo tubo é colocado na saída do evaporador, em sentido horizontal ou com uma pequena inclinação em uma das extremidades; também usado nos sistemas *frostfree*, que trabalham com convecção forçada e no *frost*, isto é, que opera com degelo automático.



Formato cilíndrico

Princípio de funcionamento

O fluido refrigerante, em baixa pressão e baixa temperatura, chega ao evaporador por meio do tubo capilar. Ao chegar ao evaporador, o fluido refrigerante, que se encontra na fase líquida passa a circular dentro das tubulações do evaporador.

O ar que circula no interior do gabinete ao entrar em contato com a tubulação do evaporador, que está gelada, transfere o calor para a superfície do evaporador e, em seguida, para o fluido refrigerante que se encontra, dentro do evaporador, ainda na fase líquida e, baixa temperatura.

Com a transferência de calor, o fluido refrigerante entra em ebulição, evaporando-se por calor latente. Ao evaporar-se, cada molécula do fluido refrigerante leva consigo o calor do ar que está confinado dentro do refrigerador, abaixando, em consequência a temperatura do compartimento interno do refrigerador.

O processo de evaporação é contínuo e se repete enquanto o compressor estiver trabalhando. Dessa forma, o vapor segue pela linha de sucção, sendo aspirado pelo compressor e comprimido no condensador em alta pressão e alta temperatura.

O condensador, por sua vez, libera para o ambiente, o calor que o fluido refrigerante apresenta e que foi adquirido no evaporador e no compressor.

Vale lembrar que vem daí a expressão refrigeração que é a transferência de calor do local em que é indesejável para outro.

Atenção! O bom funcionamento do evaporador depende de sua superfície externa. Por essa razão, é muito importante que a camada de gelo que se acumula sobre essa superfície não ultrapasse 5mm de espessura para evitar que

o elo se transforme em isolante térmico, impedindo a troca de calor entre o ar e a superfície do evaporador.

Para evitar que isso ocorra, é importante fazer o degelo periodicamente do evaporador (congelador).

Intercambiador de calor

Conhecido por trocador de calor ou permutador de calor, o intercambiador de calor corresponde à linha de sucção que apresenta o tubo capilar soldado na parte externa da linha de sucção ou conectado dentro da linha de sucção.

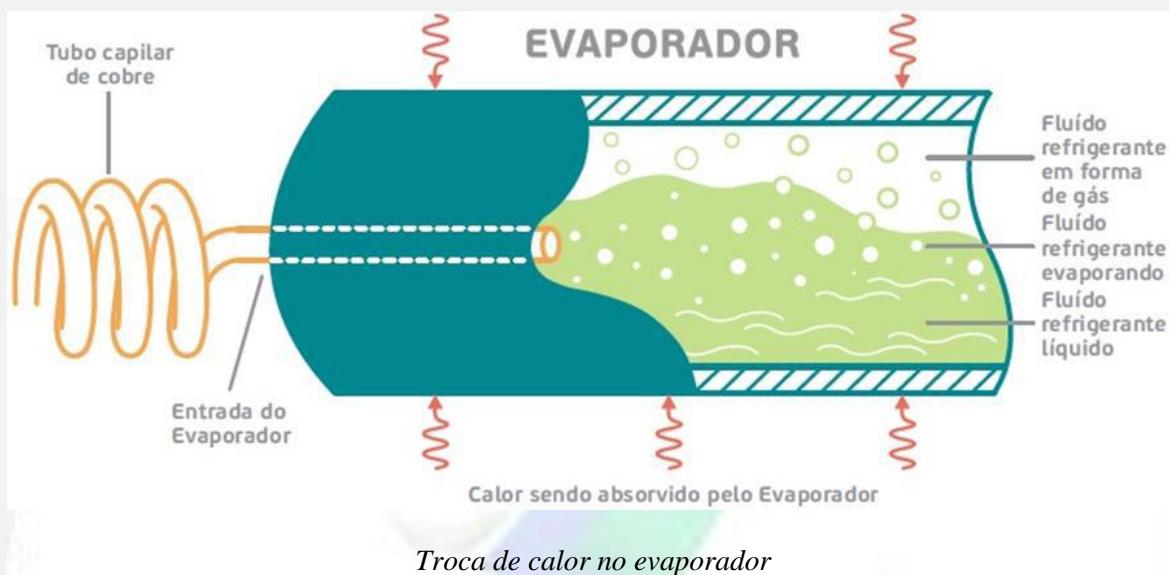
Sua função é fazer a troca do calor do fluido refrigerante que circula no interior do capilar a caminho do evaporador e o vapor frio que está no contra fluxo, retornando do evaporador por meio da linha de sucção para o compressor.

Com essa troca de calor, ocorre a diminuição do “flash gás”, ou seja, da evaporação precoce do refrigerante antes de chegar ao evaporador; isto possibilita maior rendimento do refrigerante no evaporador.



Áreas de troca de calor

A troca de calor do evaporador é diretamente com o ambiente como pode ser visto na figura abaixo.



Troca de calor no evaporador

Métodos de degelo

Degelo Manual: é o mais tradicional de todos. É aquele em que, de vez em quando, você precisa desligar o refrigerador da tomada para que o gelo acumulado se desfaça. Essa é a grande desvantagem do processo, mas por outro lado, como grande vantagem os modelos são mais baratos.

Degelo Seco: Esse aqui nem precisa desligar da tomada para degelar e a água que escorre do aparelho cai por um dreno no recipiente de evaporação. Você pode acionar o descongelamento à noite, assim você economiza seu tempo e energia. Ou seja, a principal vantagem é que você já consegue mais autonomia, sem ter que ficar ao lado do refrigerador o dia todo.

Degelo Semiautomático: este também não precisa desligar da tomada para descongelar, mas a água que escorre do aparelho fica armazenada na gaveta multifunção, de onde você deve tirar quando o degelo terminar. Ou seja: como vantagem tem a simplicidade do processo, mas como desvantagem ter que tirar essa gaveta de vez em quando.

FrostFree: é um sistema que trabalha com a circulação forçada de ar frio. A refrigeração é mais rápida e homogênea, acelerando o congelamento. Não existe a formação de gelo, por isso, o degelo não é necessário. Independência total e

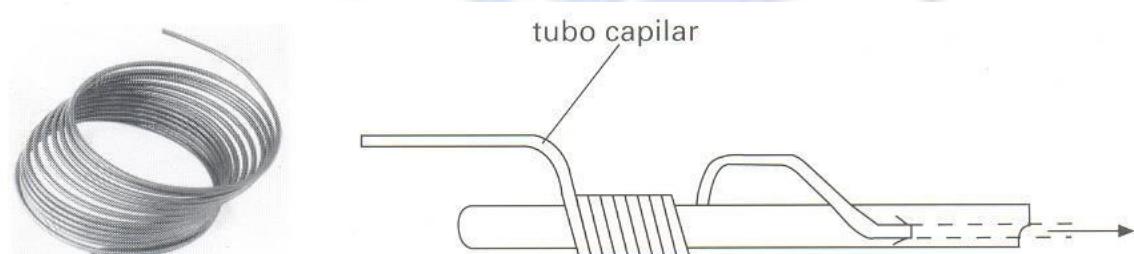
refrigerador sempre limpinho são duas das vantagens principais. Contudo, freezers menores podem complicar sua organização.

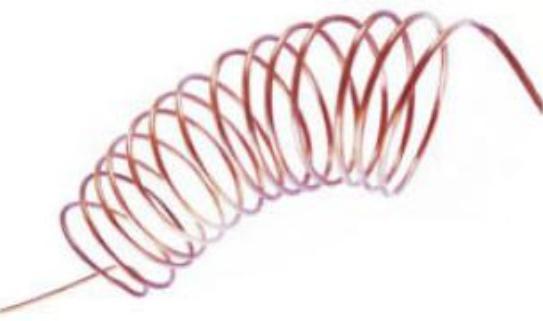
Cycle Defrost: neste sistema os alimentos são resfriados naturalmente, ou seja, não há um ventilador para fazer a circulação do ar frio dentro do produto. O degelo precisa ser feito apenas duas vezes por ano. São muito mais práticas e ainda têm a vantagem de oferecer freezers um pouco maiores do que os modelos frost free. Mas, tem aquela pequena desvantagem de quase ser uma frost free, ou seja, você ainda tem que fazer descongelamentos periódicos.

Sistema de Expansão – Tubo Capilar

Definição

O tubo capilar é o dispositivo de expansão utilizado na refrigeração doméstica e nos equipamentos de pequeno porte empregados na refrigeração comercial.





TUBO CAPILAR



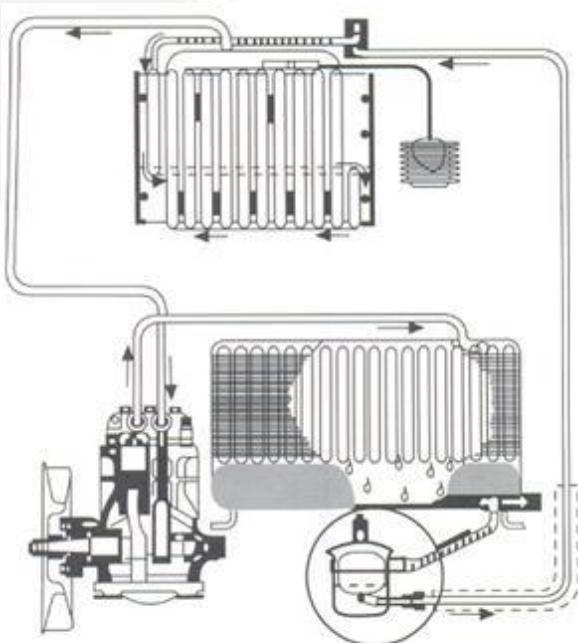
VÁLVULA DE EXPANSÃO TERMOSTÁTICA



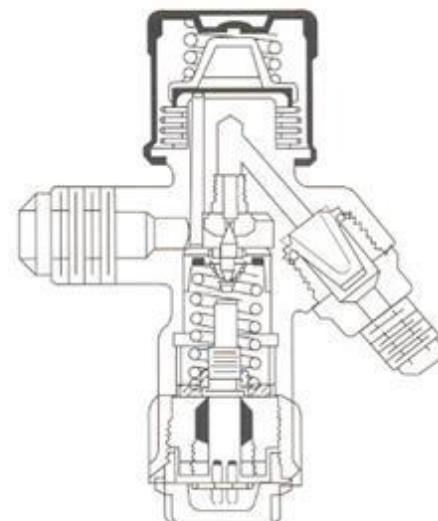
Treinatec BH Cursos
www.treinatecbh.com.br/cursosonline

Tipos

No passado, os equipamentos de refrigeração utilizaram outros dispositivos, tais como, válvulas de boia flutuante com agulha, de expansão automática, termostática e restritores. Atualmente, a válvula de boia é utilizada apenas na refrigeração e climatização industrial. Já a válvula automática e a termostática aparecem em sistemas comerciais; os restritores estão em desuso e foram substituídos pelos tubos capilares.



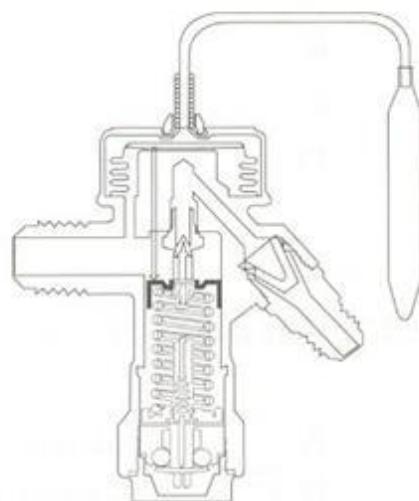
sistema de refrigeração com válvula de bóia



sistema de refrigeração com válvula de expansão automática



sistema de refrigeração com restritor



sistema de refrigeração com expansão termostática

Tipos de sistemas de expansão

Finalidade

Apesar de ser um dispositivo de expansão bastante simples, de custo reduzido e de longa durabilidade, visto não sofrer quase desgaste, o trabalho que o tubo capilar executa é da maior importância para o sistema de refrigeração, qual seja: Reduzir a pressão e regular o escoamento do fluido refrigerante para o evaporador.

Os tubos capilares em geral são aplicados nos refrigeradores domésticos e freezers bem como em outros aparelhos de refrigeração de pequeno porte, tais como, bebedouros de água e, ainda em alguns tipos de vitrines da refrigeração comercial.

Eles compõem-se de um tubo de cobre com um furo cujo diâmetro interno é bastante reduzido, tal qual o fio de cavo, daí a origem de seu nome; localizam-se entre a saída do condensador e a entrada do evaporador.

Tanto o comprimento quanto o diâmetro do tubo capilar são estabelecidos pelo fabricante e devem estar de acordo com as especificações técnicas e finalidade do aparelho de refrigeração em que serão instalados. E, no caso de substituição, essas medidas devem ser rigorosamente observadas, para que o funcionamento do sistema não seja prejudicado.

A função do tubo capilar é manter uma diferença de pressão entre os lados de alta e baixa pressão do sistema de refrigeração a fim de possibilitar a mudança de fase do fluido refrigerante no evaporador. Esta diferença é obtida com a redução da pressão e a regulagem da vazão do refrigerante líquido que entra no evaporador.

Este processo de queda de pressão somente é possível pela restrição da passagem do fluido refrigerante provocada pelo comprimento e pelo diâmetro interno reduzido do tubo capilar.

Princípio de funcionamento

O trabalho dos quatro elementos básicos do sistema de refrigeração (o compressor, o condensador, o tubo capilar e o evaporador) constitui com ciclo, isto é, o funcionamento de um depende do outro. Por essa razão, é importante

que funcionem harmoniosamente, visto que o mau desempenho de um deles vai interferir no dos outros e, por consequência, no próprio sistema de refrigeração.

O compressor aspira do evaporador o fluido em forma de vapor em baixa pressão e baixa temperatura. Após aspirar o fluido refrigerante do evaporador, o compressor vai comprimí-lo para o condensador, fazendo com que a sua pressão e a sua temperatura se elevem e, relação ao meio ambiente. Com a pressão e a temperatura elevadas, o fluido refrigerante se condensa no condensador, trocando calor com o ar do meio ambiente, que está mais frio.

Ao sair do condensador, o fluido na fase líquida passa pelo filtro secador, entrando com alta pressão e alta temperatura no tubo capilar. Ao circular pelo tubo capilar, o fluido refrigerante sofre um atrito provocado pelas paredes internas do próprio tubo e, com isso, a sua pressão e a sua temperatura também diminuem.

Saindo do tubo capilar, o fluido refrigerante, na fase líquida e com pressão parcial, entra no evaporador, que se encontra em baixa pressão. Ao entrar no evaporador, o refrigerante se ajusta à pressão reinante. Ainda, na fase líquida e em baixa temperatura, o fluido refrigerante absorve o calor do ar do ambiente interno do refrigerador e se evapora; o vapor é succionado pelo compressor e o ciclo se repete.

Critérios para seleção

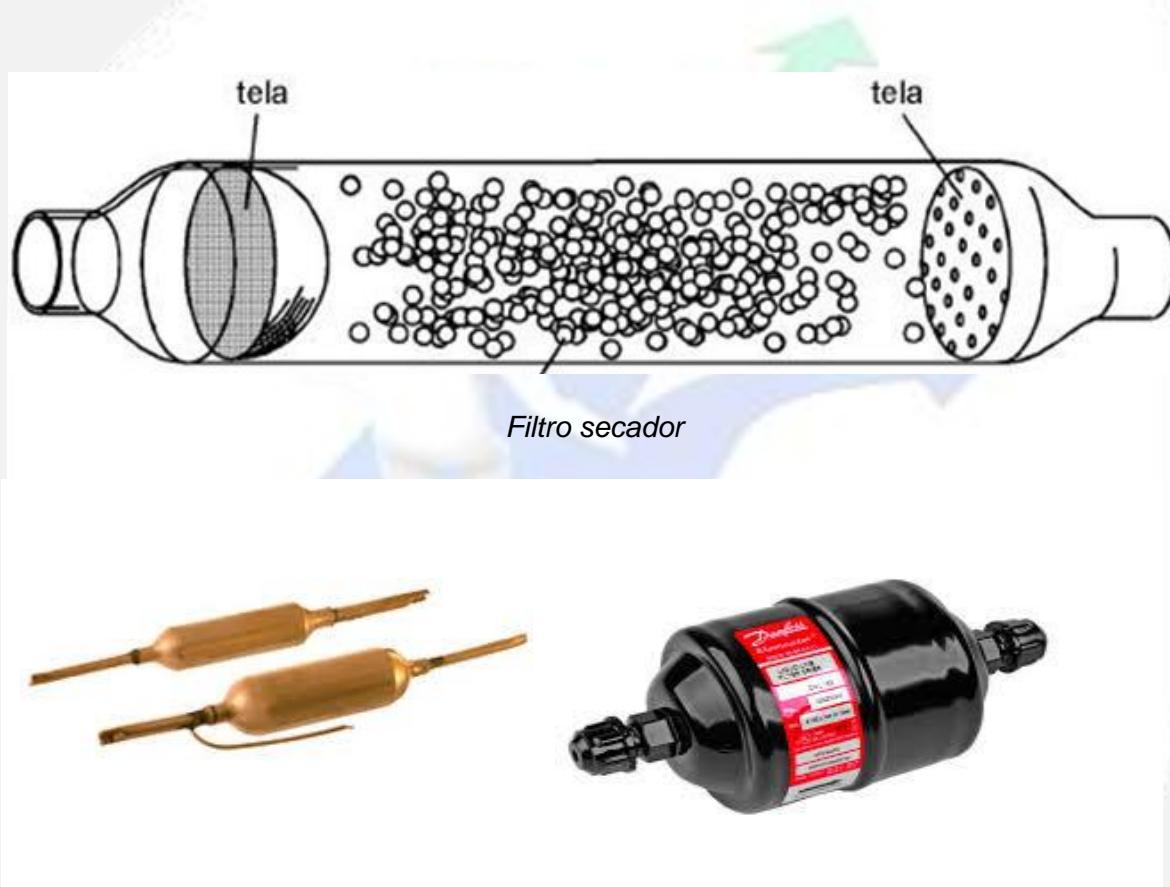
As especificações técnicas do tubo capilar devem estar de acordo com a capacidade do compressor e temperatura de evaporação. Qualquer mudança no diâmetro interno ou comprimento tubo capilar bem como no compressor poderá alterar a temperatura de evaporação e diminuir a capacidade frigorífica do aparelho.

O comprimento e o diâmetro do tubo capilar não podem ser calculados com precisão; sendo esses valores obtidos através de vários ensaios feitos nos laboratórios dos fabricantes. Por essa razão, quando o profissional da refrigeração tiver que dimensionar ou substituir o tubo capilar deve entrar em contato com os fabricantes que, em geral, mantêm um serviço de atendimento especializado para orientações dessa natureza.

Filtro Secador

Definição

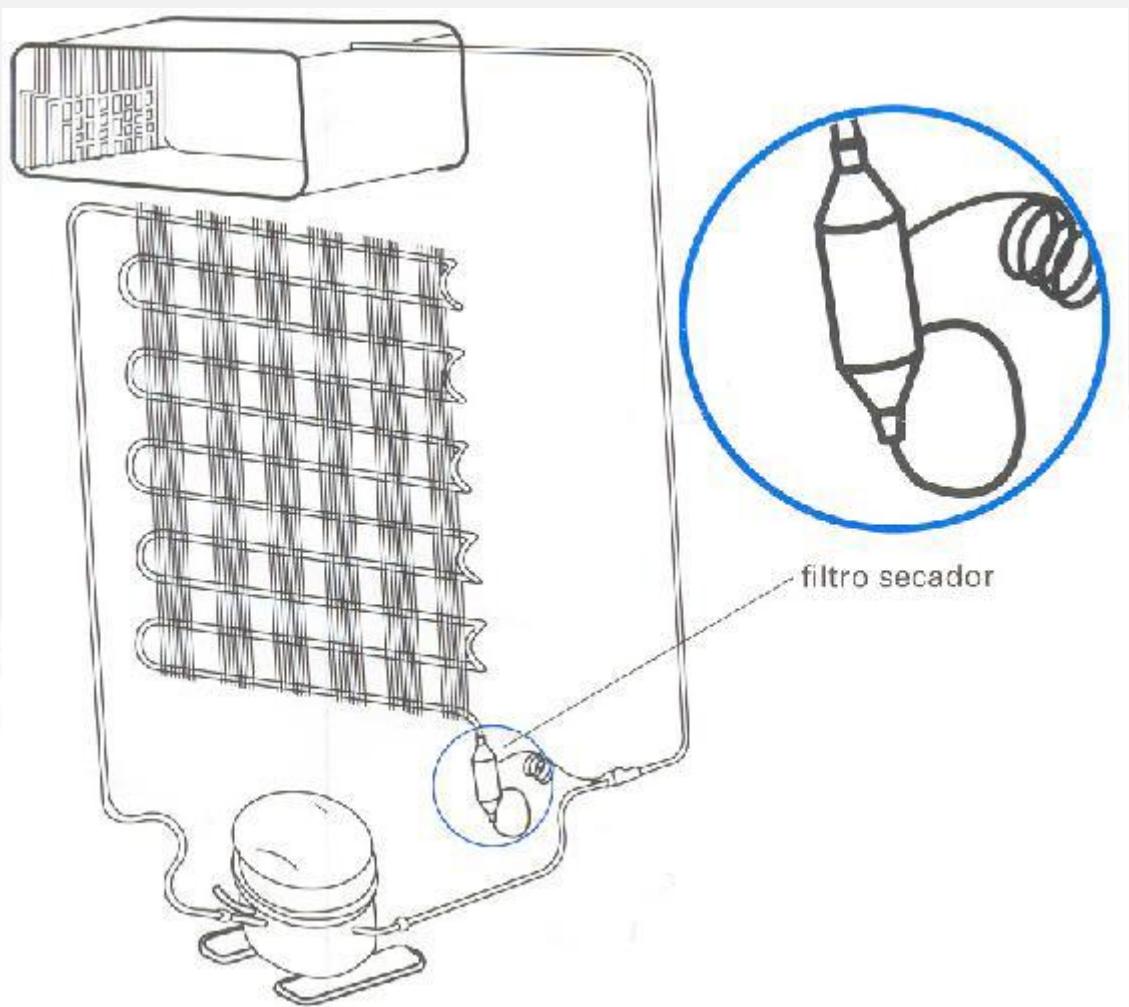
Filtros secadores são componentes com a função de reter a umidade e partículas sólidas dos sistemas de refrigeração. São construídos em cobre ou ferro. Internamente possui uma tela grossa na entrada e uma tela fina na saída, entre as telas são colocados dessecantes que podem ser moleculares Sieves ou Silicagel que absorvem umidade em um sistema de refrigeração.



Finalidade

Apesar dos inúmeros cuidados tomados pelo fabricante e dos vários testes de controle realizados, os equipamentos de refrigeração algumas vezes apresentam certa umidade residual, adquirida durante a própria fase de fabricação.

Para evitar problemas decorrentes da presença da umidade residual, é recomendável a instalação de um filtro secador entre o condensador e o evaporador, na linha de líquido, antes do tubo capilar.



Posição do filtro secador no refrigerador

Os filtros secadores apresentam duas telas ou peneiras de malhas de níquel ou bronze, localizadas uma na entrada e, outra, na saída. O espaço existente entre elas é preenchido com um dessecante (absorvente de umidade) que, em geral, é o granulado molecular sieve, podendo também ser utilizada a sílica gel ou óxido de alumínio.

Exatamente por apresentar o elemento dessecante, em seu interior, o filtro secador recebe essa denominação. O profissional da refrigeração também poderá encontrar, embora não seja muito usual, o nome “desidratado”.



Filtro secador



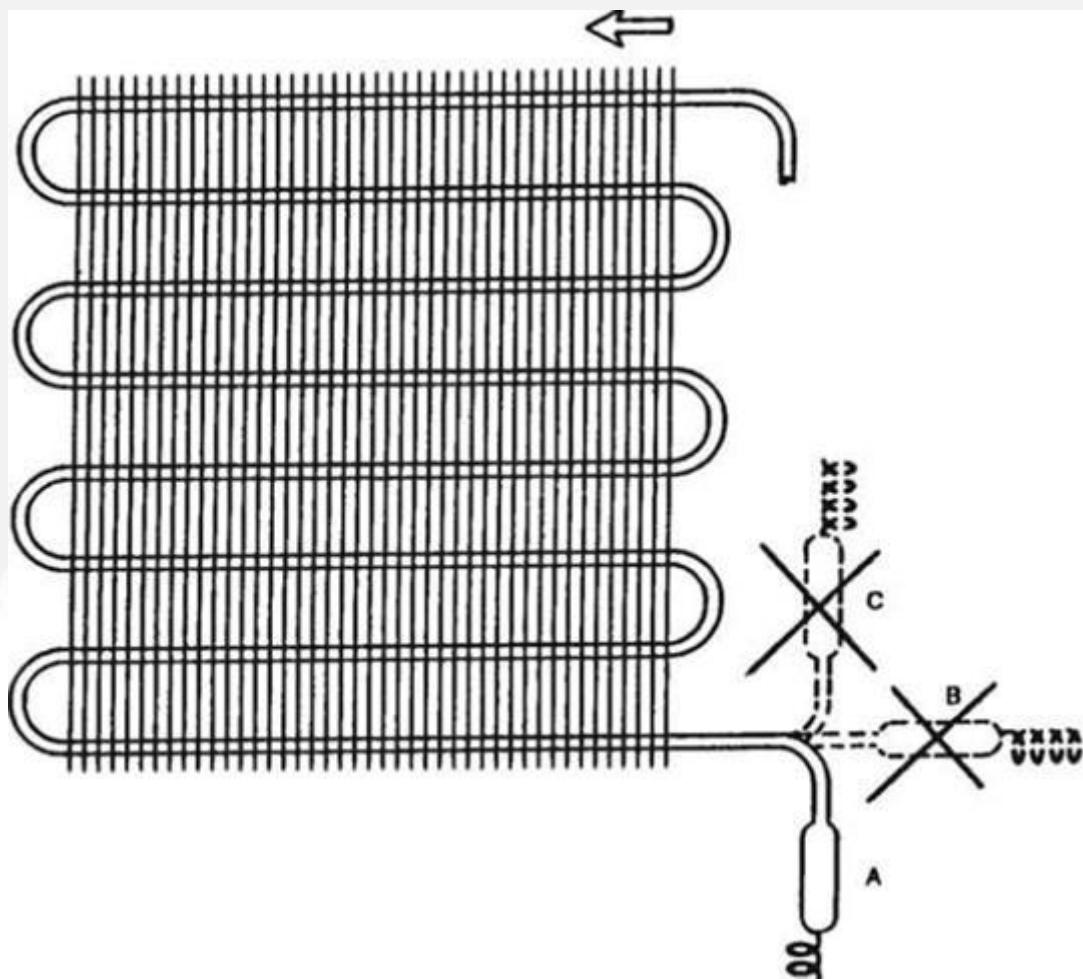
A função do filtro secador é remover a umidade residual do fluido refrigerante, retendo os resíduos que, eventualmente, tenham permanecido no sistema, durante o processo de fabricação.

A ação do filtro secador é evitar que a umidade residual e as partículas se encaminhem para o tubo capilar que, dado o seu pequeno diâmetro, está sujeito aos entupimentos causados por essas partículas. A obstrução do filtro secador deve ser evitada, pois prejudica o funcionamento do sistema.

Por essa razão, nos refrigeradores de uso doméstico, os filtros secadores são instalados no final do tubo do condensador, na posição vertical com a saída inclinada para baixo. Essa posição possibilita uma melhor filtragem do fluido.

Aplicação

Normalmente, os filtros secadores utilizados em refrigeradores domésticos são fabricados em cilindros de cobre ou de latão; os que têm o formato de tubo cilíndrico apresentam uma entrada com diâmetro maior que a saída.



Filtro secador no refrigerador doméstico

Tipos

Existem vários tipos de filtros com tamanhos, formatos e dessecantes diferentes. A escolha do mais adequado depende do tipo de refrigerante aplicado e da capacidade do sistema. Portanto, ao escolher um filtro preenchido com dessecante do tipo molecular sieve, o profissional da refrigeração deve estar atento quanto à sua compatibilidade com fluido refrigerante utilizado.

Veja o exemplo na tabela a seguir.

Tipo de refrigerante	Tipo de filtro secador			
	4A XH5	XH 7	4A XH6	XH 9
R 134a	não	sim	sim	sim
R 12	sim	sim	sim	sim
R 22	não	não	sim	sim

Referências Bibliográficas

BSC INTERSERVICE, **Apostila de Refrigeração.** Serviços de Qualidade para Produtos de Qualidade.

Tecnofrio System, **Engenharia e Refrigeração.**

Apostila Senai “Oscar Rodrigues Alves” – **Refrigeração Residencial**

SILVA, J. G., **Introdução à Tecnologia da Refrigeração e da Climatização**, São Paulo: Artliber, 2004.

SILVA, J. C.; SILVA, A. C. G. c., **Refrigeração e Climatização para Técnicos e Engenheiros**, Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2007.

STOECKER, W. F.; JONES, J. P., **Refrigeração e Ar Condicionado**, São Paulo: McGraw-Hill, 1985.