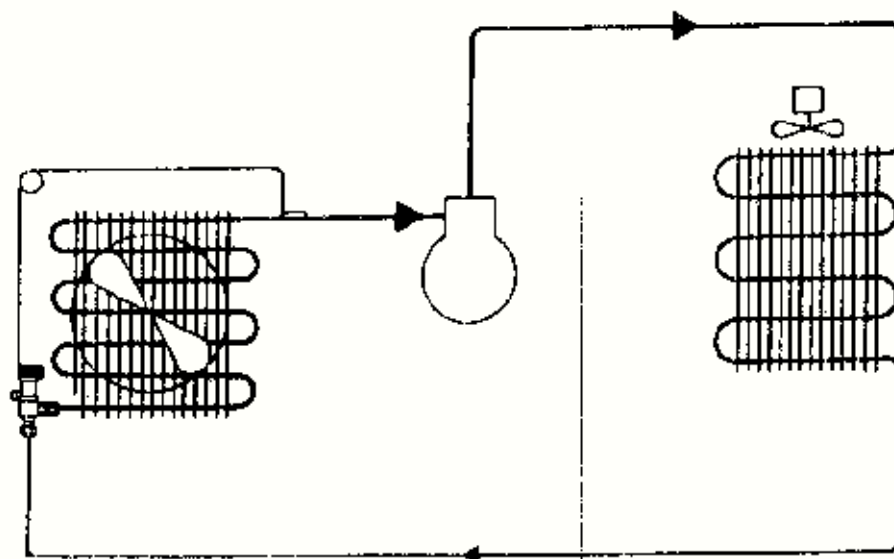


Manutenção de Sistemas Fotovoltaicos

Capítulo 2



Introdução para Refrigeração

2.1 Os Três Estados da Matéria

Como é do conhecimento geral, um refrigerador é um recipiente no qual se armazenam alimentos a temperaturas suficientemente baixas para que se evite o processo natural de decomposição das matérias orgânicas que esses alimentos incluem.

A baixa temperatura que se produz para manter os alimentos frescos é resultado de um princípio físico da termodinâmica: o calor passa das substâncias à mais alta temperatura às de temperaturas mais baixas que estejam na vizinhança

Temos outro princípio também em jogo: a energia calorífica não se destrói, somente se pode transformar.

Não existe o "frio" como valor em si. O frio é a ausência de calor.

Quanto temos frio é o mesmo que dizer que temos mais frio que habitualmente. A ausência de energia calorífica dá-se a 273°C abaixo de zero.

Assim uma placa de gelo a -4°C está quase a 270°C mais quente que uma possível substância a zero absoluto de energia calorífica.

Assim se vê que o frio é relativo.

Os estados em que se costuma dividir a matéria existente são:
- **sólido - líquido - gasoso**

Exemplifiquemos com a água:

A água à temperatura ambiental na nossa zona climática está no estado líquido. É o líquido que nós bebemos. Abaixo de 0°C temos as pedras de gelo - é a água no estado sólido. Acima de 100°C evapora-se e o vapor é água no estado gasoso.

Atente-se pois na figura 2.01

Certas substâncias são melhores refrigerantes que outras, porque fervem ou vaporizam a temperaturas muito baixas. O refrigerante químico CHClF_2 , conhecido por Freon 22, ou R-22, vaporiza-se a $-40,8^{\circ}\text{C}$, ao nível do mar.

Assim vejamos, quando introduzimos o Freon 22 num recipiente em expansão, absorvendo pois calor dos arredores, imediatamente começa a ferver, mesmo que o espaço em volta esteja à temperatura de gelo da água.

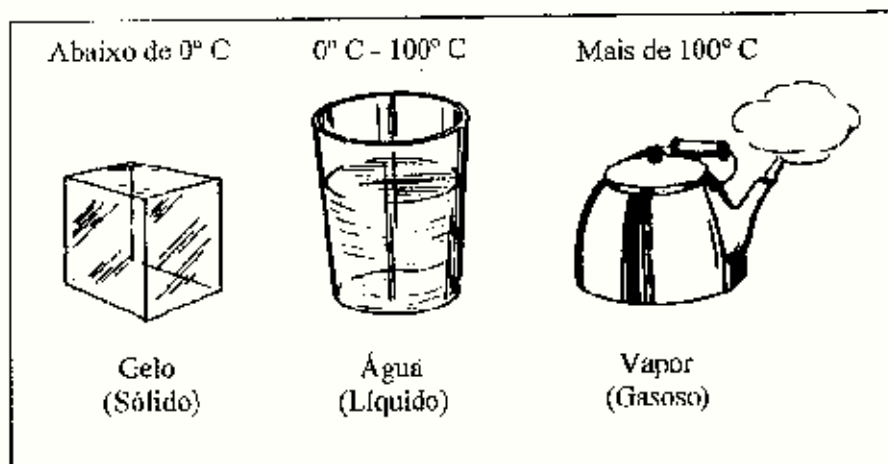


Figura 2.01

Como é do conhecimento geral, a evaporação de um líquido é acompanhada de perda de calor.

Quando se começa a fornecer calor à água, esta começa a aquecer.

Este calor, que pode ser medido, chama-se calor sensível.

Continuando a aquecer esta chegará aos 100° C, quando começa a ferver. Continuando a aquecer, a sua temperatura mantém-se pelos 100° C até que aquela começa a evaporar-se. Esta quantidade de calor que a água absorveu, à temperatura, de mudança de estado, sem variar dos 100° C e evaporar, chama-se calor latente de evaporação.

Um facto semelhante se dá quando a água é arrefecida e chega a 0° C; só se forma gelo depois de perdido o calor latente de solidificação que é afinal o de fusão que se passa no sentido inverso.

A pressão de todos os gases é omnidirecional nas paredes do recipiente que os contiver. As moléculas bombardeiam os recipientes que as contêm, intensamente. Se juntamos mais vapor a um recipiente fechado, o número de moléculas no seu interior aumenta e, portanto o número de colisões também.

Se reduzirmos o volume de um recipiente contendo um gás ou vapor, também o número de bombardeios moleculares por centímetro quadrado aumenta.

A pressão eleva-se e diz-se que se submeteu o gás a compressão.

As moléculas agora mais próximas necessitam de menos energia e a energia não empregada traduz-se em calor sensível.

O contrário também é verdadeiro. Se o volume do recipiente e a quantidade de vapor que este contém permanecem inalteráveis, pode aumentar-se a pressão juntando calor ao recipiente que contém o gás.

Esta afinidade da pressão com a temperatura nunca varia. No caso do Freon 22, por exemplo, se a temperatura do vapor é de -4°C , a pressão do vapor é de $1,7\text{ Kg/cm}^2$. Se for expulso vapor até baixar a $1,5\text{ Kg/cm}^2$ a temperatura do vapor baixa logo a $-6,5^{\circ}\text{C}$.

Esta relação entre pressão e temperatura vai-nos ajudar muito, a compreender o funcionamento dos refrigeradores.

2.2 Funcionamento de um Refrigerador

Numa análise simples resumiremos o funcionamento de um refrigerador em poucas palavras.

Trata-se de um sistema de tubos de diâmetro diferente no seu interior, ao longo dos quais se faz circular um refrigerante alternadamente a alta e baixa pressão.

Na primeira parte do sistema, (ver figura 2.02) o refrigerante está comprimido o que faz com que o calor proveniente dessa compressão se expulse condensando-se o fluido.

A maior porção desta primeira parte está separada, pois, do espaço refrigerado, de modo que o calor ao ser expulso, o seja para fora do móvel. Na parte seguinte, dentro do compartimento do congelador, o líquido refrigerante converte-se em vapor, absorvendo o calor do meio em que se encontra que transforma em energia necessária à vaporização.

Com o sistema de circulação repetido do refrigerante vai-se esfriando gradualmente o espaço refrigerado até que se obtenha a temperatura desejada e se interrompa a circulação.

Vejamos com a ajuda da figura 2.02 como se dá o processo de refrigeração:

Começando pelo compressor e seguindo as setas, vemos que o compressor recebe vapor quente do refrigerante da linha de sucção da parte baixa, comprime-o e envia-o através da linha de descarga até ao condensador.

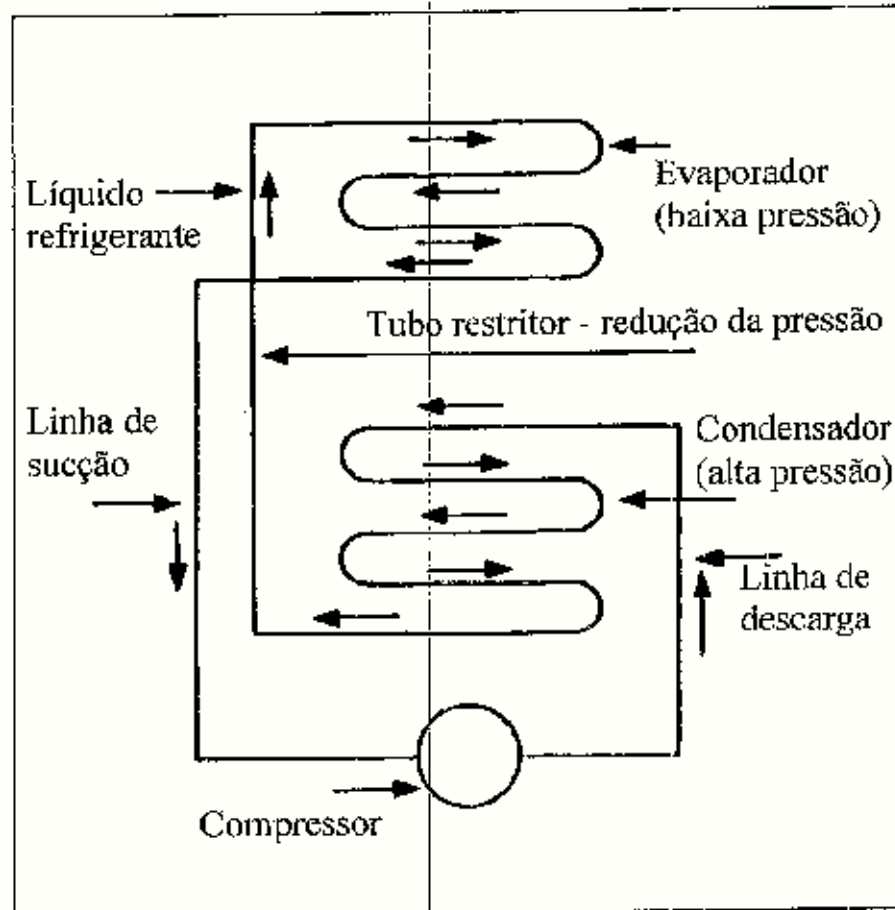


Figura 2.02

Este está fora do espaço refrigerado, geralmente na parte traseira do móvel. O vapor do refrigerante, ao entrar no condensador, contém calor absorvido pelas últimas voltas do evaporador, assim como por acção do compressor, e o calor produzido pelo movimento das moléculas do vapor.

Em grande parte dos refrigeradores e congeladores, o condensador encontra-se situado de tal modo que uma câmara de ar ambiente natural, circula em volta das alhetas ou tubos do condensador. Por meio de um ventilador podemos aumentar este fluxo de ar ambiente. As moléculas do vapor, ao serem comprimidas num espaço muito mais pequeno, não necessitam da energia que receberam. Esta energia é o calor sensível que se junta ao calor sensível recebido nas últimas voltas do evaporador e do compressor.

O calor para as alhetas e o refrigerante alcançam as últimas voltas do tubo do condensador, tendo-se esfriado o suficiente para se condensar em líquido.

Do condensador o refrigerante passa a linha condutora do líquido e vai outra vez para o compartimento refrigerador. Aqui passa por um restritor, que é um pedaço de tubo de cobre que actua como retenção para separação da parte do condensador da parte do evaporador. O restritor tem um diâmetro interior muito pequeno.

No evaporador, que é de maior diâmetro, o líquido refrigerante encontra-se de novo pronto para nova expansão. Para isso deve necessitar da energia ao meio que o rodeia. A energia necessária encontra-se sob a forma de calor sensível ao ar que rodeia as aletas e serpentinas que fazem o evaporador. No final do processo, quando se produziu a evaporação completa, o vapor refrigerante começa a aquecer, já que não precisa de energia e chama-se vapor aquecido: o vapor está a uma temperatura superior à necessária para a evaporação. O vapor refrigerante quente passa ao compressor, pela linha de sucção, recomeçando um novo ciclo.

Deve prever-se certa quantidade de vapor refrigerante quente no sistema de refrigeração, a fim de se evitar a possibilidade de que líquido refrigerante fique sem ser vaporizado ao entrar no compressor. Como os líquidos são pouco compressíveis, o líquido acumulado no compressor pode causar fortes ruídos e possíveis avarias no sistema, em particular nas delicadas válvulas do mesmo.

O evaporador está situado na parte alta do interior do móvel. Como o ar circundante perde calor, tende a baixar ao fundo do refrigerador, e isto faz como que um empurrar de ar até ao fundo, dando uma contínua circulação de ar dentro do móvel.

2.3 Compressor

Este é o órgão principal de um sistema de refrigeração. Geralmente utiliza-se o sistema de refrigeração do tipo fechado, em que o compressor e o motor que o acciona estão encerrados numa caixa hermética onde circula o refrigerante (ver figura 2.03)

O compressor não é mais que uma bomba que impulsiona gases através de um sistema de válvulas. O compressor é accionado por um motor eléctrico montado dentro da mesma caixa hermética. Um tubo de admissão, através do qual o vapor refrigerante é sugado, está situado na parte superior da caixa do compressor.

Na maioria dos casos o vapor quente circula por todo o interior de caixa do compressor-motor.

Para evitar avarias do compressor, devido a sobrecarga ou outras causas que dariam origem a avaria do motor, intercala-se um protector de sobrecarga antes da entrada no motor.

É o sistema vulgarmente usado nos térmicos, um disco de bimetálico composto por dois metais diferentes no coeficiente de dilatação. À temperatura ambiente os discos têm uma curvatura parabolóide e a corrente circula através dos mesmos.

Se houver um pico de corrente, como por exemplo numa sobrecarga, os discos bimetálicos dilatam-se diferentemente e adoptam uma curvatura oposta à normal. Os contactos ficam assim em posição de aberto e o compressor pára por paragem do seu motor. Logo que voltam à temperatura normal, os discos tomam a forma normal, e de novo circulará corrente.

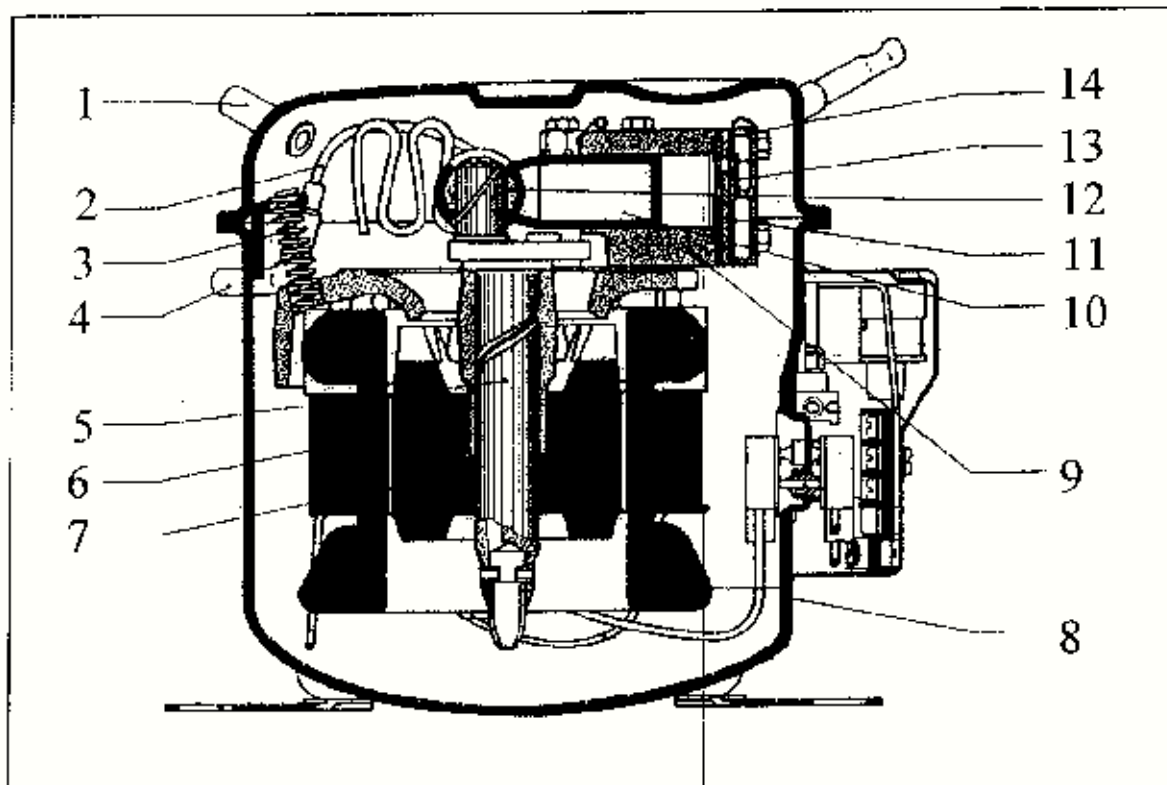


Figura 2.03

Na figura 2.03 vê-se:

- 1 Tubo de sucção
- 2 Silenciador no tubo de pressão
- 3 Mola de suspensão
- 4 Tubo de pressão
- 5 Veio
- 6 Estator do motor eléctrico
- 7 Rotor do motor eléctrico
- 8 Caixa hermética
- 9 Cilindro do compressor
- 10 Pistão do compressor
- 11 Válvula de sucção
- 12 Biela
- 13 Válvula de pressão
- 14 Tampa do cilindro

2.4 Controlos

É fácil ver que se o compressor trabalhou ininterruptamente faz a temperatura do sistema descer até uma temperatura muito baixa, por volta de -40°C .

Esta seria muito baixa para um eficaz modo de conservação dos alimentos. Daqui se vê que há que controlar o funcionamento do compressor de modo a trabalhar só quando fôr preciso.

Quando o motor do compressor estiver parado, o refrigerante permanece a uma pressão constante em todo o sistema e a refrigeração não aumenta.

A regulação dos intervalos de paragem do compressor e, assim a temperatura adquirida pelo sistema, é feita por um termostato, valendo-se da sua sensibilidade a variações de temperatura.

2.5 Descongelação

Sempre que se abre a porta dum refrigerador entra ar mais quente que o do interior e, em contacto com as peças frias faz com que a humidade se condense em água gelada - o gelo. Quanto mais vezes se abrir a porta do refrigerador e mais quente e húmido for o ar, mais gelo se produzirá no evaporador.

Isto faz com que esta camada de gelo impeça as trocas de calor entre o ar do interior do móvel, e as alhetas do evaporador. Deve-se retirar esta película de gelo periodicamente - é o que se chama descongelação.

Se o refrigerador não tiver mecanismo de descongelação deve-se parar o refrigerador e pôr um recipiente com água quente debaixo do evaporador até que o gelo acabe por se fundir.

Limpam-se e secam-se as superfícies do evaporador e volta a ligar-se o refrigerador para utilização normal.

2.6 Sistema Combinado Frigorífico-Congelador

Há frigoríficos com dois compartimentos distintos e termicamente isolados um do outro, regulados dentro de certos limites pelo utilizador da máquina frigorífica, um de 2° C a 6° C para o refrigerador e até aos -25 ° C para o congelador.

No sistema só existe um evaporador que faz parte quer do congelador quer do refrigerador, como se pode ver na figura 2.03.

2.7 Congeladores

A diferença do comportamento dos congeladores relativamente aos refrigeradores está na temperatura cerca de 20° C mais baixa nos congeladores.

Alguns são reguláveis quanto a temperatura: congelação intensa e armazenamento de alimentos congelados. Na primeira posição o compressor funcionará sempre até que o utente passe o comutador à posição de congelação de alimentos que é o ajuste normal para o funcionamento. A temperatura no primeiro caso chega a - 25° C, ou ainda menos. A posição normal do congelador leva a uma temperatura de cerca de - 18° C, e o compressor funciona segundo o comando do termostato.

2.8 Armários

Os armários que contêm o refrigerador e o congelador são geralmente conjuntos separados entre si por um material isolante térmico.

O armário interior é geralmente em chapa de aço ou alumínio. Também se constroem os armários interiores em material plástico como o poliestireno anti-choque.

Num congelador construído segundo o modo indicado, os tubos de condução do evaporador estão embebidos em plástico isolante, e por isso qualquer avaria, aqui, requer uma troca de armário completa.

Quanto ao armário exterior, é feito de chapa fina de aço esmaltada ou pintada. A maioria dos refrigeradores e congeladores modernos utilizam um fecho magnético para os manter hermeticamente fechados.

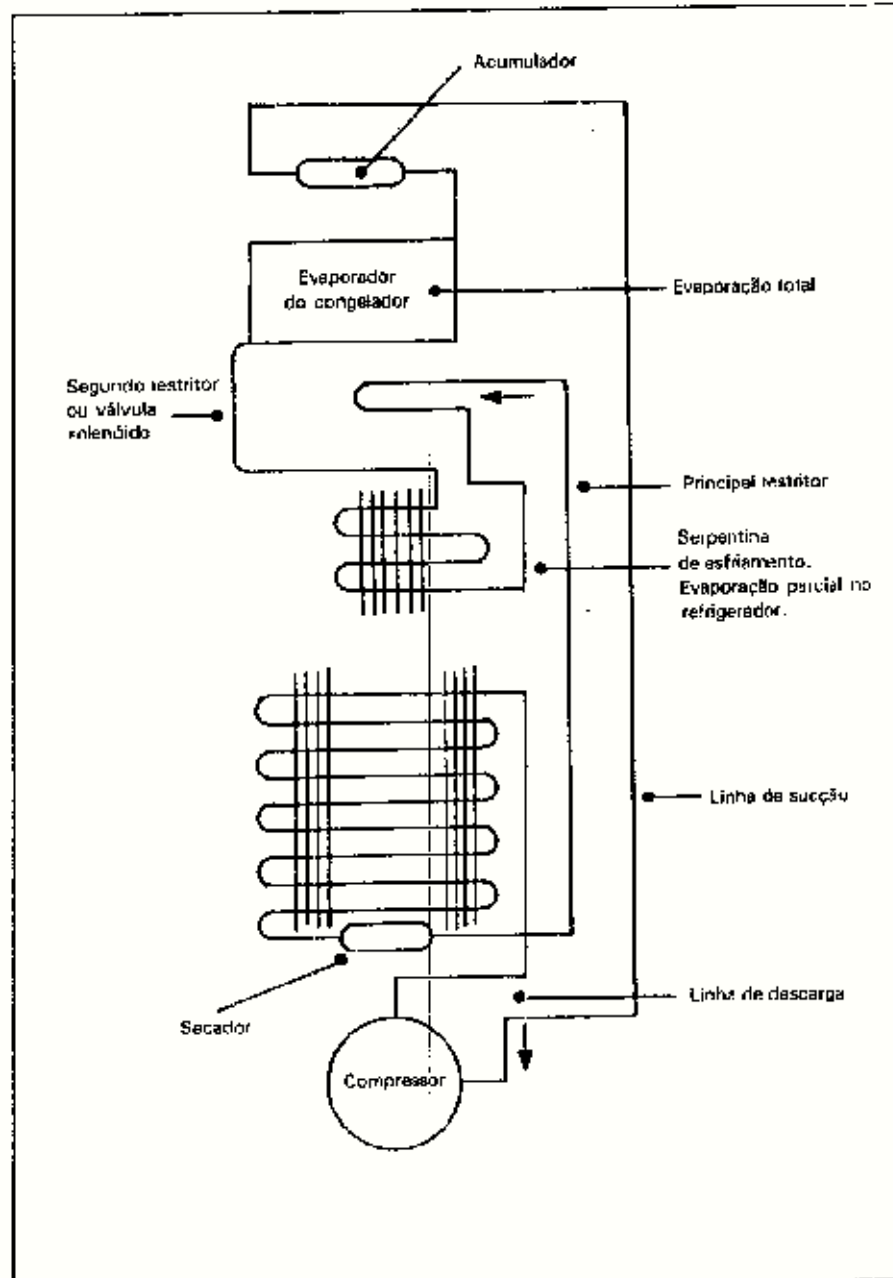


Figura 2.04