

# Instalações Térmicas

**3º ano 6º semestre**

**Aula 29**



# *Aula 29- Refrigeração*

# 29. Refrigeração - Tópicos

- Introdução
- Unidades de Grandeza
- Desempenho das Máquinas Frigoríficas
- O Ciclo de Carnot
- Ciclo Frigorífico Ideal Por Compressão de Vapor
- Compressores
- Condensadores
- Evaporizadores
- Filtros secadores
- Tubo Capilar
- Válvulas de expansão termostáticas
- Substâncias Refrigerantes
- Sistema de Refrigeração por Absorção





# 28 - Introdução

Uma das aplicações principais da Termodinâmica consiste na refrigeração, que representa a transferência de calor de uma região a uma temperatura inferior para outra a temperatura superior. Os dispositivos que efectuam a refrigeração chama-se máquinas frigoríficas (ou bombas de calor) que funcionam segundo os ciclos frigoríficos.

# 28.1- Unidades de Grandeza

O valor da capacidade frigorífica  $Q_f$  mede-se em **kW** e o calor específico extraído  $q_2$  em **kJ/kg**. A capacidade de uma instalação frigorífica é dada em **toneladas de refrigeração**, mas na literatura técnica pode se encontrar em outras unidades:

## **1t de refrigeração**

= 72576 kcal de refrigeração por dia =

= 3024 kcal de refrigeração por hora =

= 288 000 BTU de refrigeração por dia =

= 12 000 BTU de refrigeração por hora =

= 3516,9 W de refrigeração =

= 303860 kJ de refrigeração por dia =

= 12660,8 kJ de refrigeração por hora.



## 28.2 - Desempenho das Máquinas Frigoríficas

O desempenho das máquinas frigoríficas e das bombas de calor é expresso em termos de coeficiente de desempenho como:

$$COP_F = \frac{\text{Débito desejado}}{\text{Fornecimento necessário}} = \frac{\text{Efeito de arrefecimento}}{\text{Trabalho fornecido}} = \frac{Q_F}{W_{bal,adm}}$$

$$COP_{BC} = \frac{\text{Débito desejado}}{\text{Fornecimento necessário}} = \frac{\text{Efeito de aquecimento}}{\text{Trabalho fornecido}} = \frac{Q_Q}{W_{bal,adm}}$$

É de notar que em ambos os casos,  $COP_F$  e  $COP_{BC}$ , podem ser superiores a unidade. A comparação entre estas duas equações revela que:

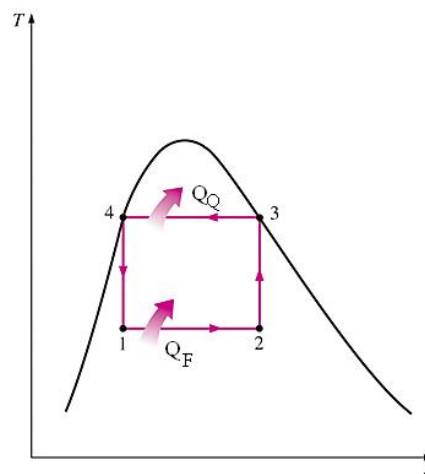
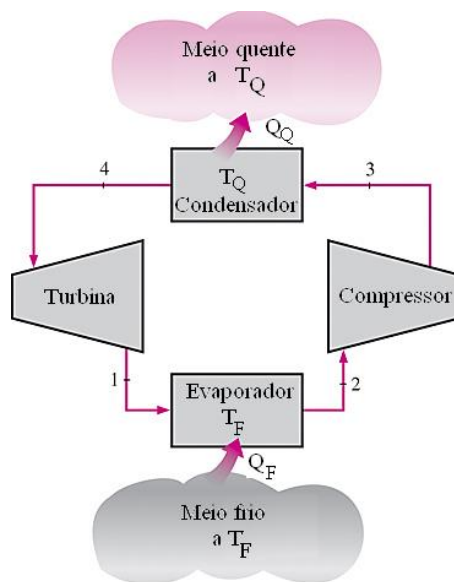
$$COP_{BC} = COP_F + 1$$



# 28 .3- O Ciclo de Carnot



O ciclo de Carnot é totalmente reversível então todos os quatro processos podem ser invertidos, o resultado é um ciclo que funciona na direcção anti-horária, denominado Ciclo de Carnot Inverso. Uma máquina frigorífica, ou bomba de calor, que opera segundo este ciclo, denomina-se máquina frigorífica de Carnot ou bomba de calor de Carnot.



# 28.4 Ciclo Frigorífico Ideal Por Compressão de Vapor

Muitas das dificuldades associadas ao ciclo inverso de Carnot podem ser eliminadas pela vaporização completa do refrigerante, antes de ser comprimido e pela substituição da turbina por um dispositivo estrangulador, como uma válvula de expansão ou um tubo capilar, resultando no ciclo frigorífico ideal por compressão de vapor.

Este ciclo é usado em frigoríficos, aparelhos de ar condicionado e bombas de calor e é constituído por quatro processos:

**1-2** Compressão isentrópica num compressor;

**2-3** Rejeição de calor a pressão constante num condensador;

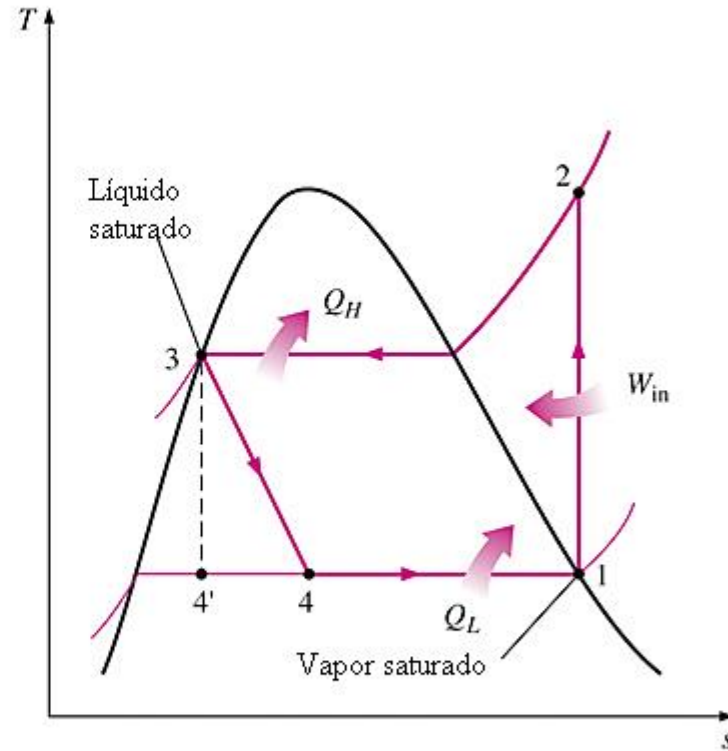
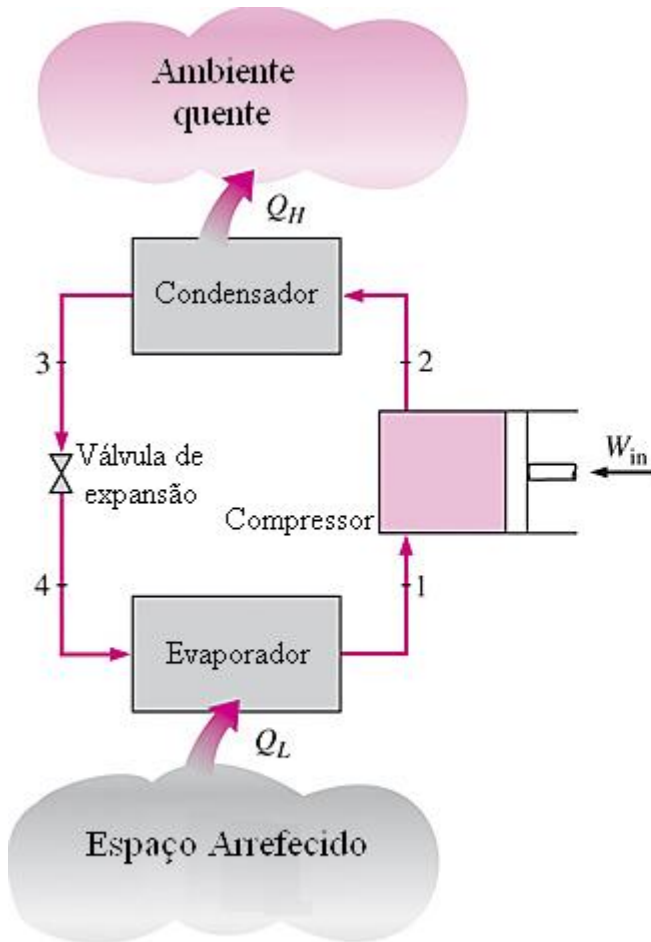
**3-4** Expansão numa válvula;

**4-1** Absorção de calor a pressão constante num evaporizador.





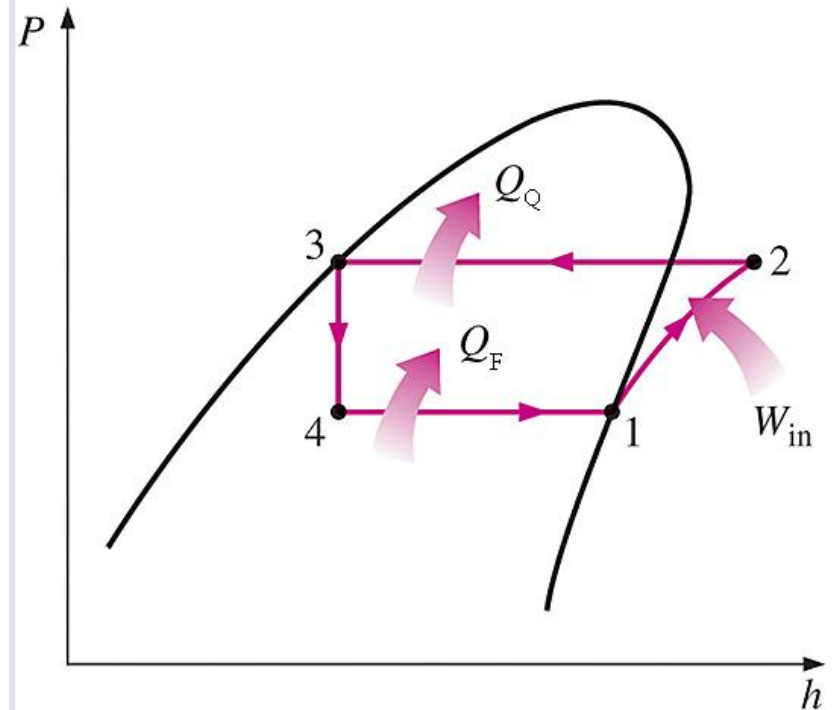
# 28.4 - Ciclo Frigorífico Ideal Por Compressão de Vapor





# 28.4 Ciclo Frigorífico Ideal Por Compressão de Vapor

Outro diagrama frequentemente utilizado na análise de ciclos frigoríficos por compressão de vapor é o diagrama P-h. Neste três ou quatro processos surgem como linhas rectas e a transferência de calor no condensador e no evaporizador é proporcional ao comprimento das curvas.



# 28.5 - Compressores



O compressor actua como o coração do sistema de refrigeração, criando o fluxo do refrigerante ao longo dos componentes do sistema. No processo, recebe vapor refrigerante a baixa temperatura e pressão e eleva o vapor até uma pressão e temperatura maior. Junto com o capilar (ou outro dispositivo de expansão), o resultado é que no evaporizador a pressão e temperatura do refrigerante são reduzidas, permitindo assim que ele absorva calor. Já no condensador elas são altas, permitindo que ele ceda calor para o meio ambiente.

Existem cinco tipos de compressores, cujos nomes vêm da acção de suas partes mecânicas:

# 28.5 - Compressores



**alternativo:** tem um pistão que vai e vem dentro de um cilindro. É o mais comum nos aparelhos actuais mais gradativamente vai sendo substituído pelo rotativo, mais económico e silencioso;

**rotativo:** tem um rotor excêntrico que gira dentro de um cilindro

**scroll:** tem duas partes separadas de forma espiral. Uma permanece fixa enquanto a outra gira contra ela;

**parafuso:** tem dois rotores em forma de parafuso, um macho e outro fêmea. Interagem à medida que giram, assim como um parafuso girando numa rosca;

# 28.5 - Compressores



**centrífugo:** tem um propulsor de alta velocidade, com muitas pás, que gira num alojamento de forma especial. O tipo de compressor utilizado num sistema, depende da capacidade e do seu uso. Os compressores alternativos e rotativos são mais comuns em sistemas de até 30.000 BTUS. A partir daí, começa a ser usado o scroll, comum em splits acima de 24.000 BTUS. Vamos nos aprofundar nesses três compressores acima sem deixar de debruçarmo-nos um pouco sobre o de parafuso e o centrífugo.

A tabela a seguir descreve as principais características de cada tipo de compressor:

# 28.5 - Compressores

	ROTATIVO	SCROLL	ALTERNATIVO	PARAFUSO	CENTRÍFUGO
<b>Faixa de tamanho</b>	Menor (5 toneladas)	5 a 10 toneladas	Tonelagem fracional até 150 TRs	100-750 TRS	Maiores (100a 10 000 + TRS.
<b>Tipos</b>	Vane deslizante e tipos êmbolo rotativo, só carcaça soldada	"compliant" e não-compliant", só carcaça soldada	herméticos abertos, semi-herméticos e herméticos de carcaça soldada	rotor rotativo, aberto e hermético	Simple e multi-estágios, aberto e hermético
<b>Válvulas de sucção?</b>	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO
<b>Válvulas de descarga?</b>	SIM	NÃO	SIM	NÃO	NÃO
<b>Aplicação usual</b>	refrigeradores e outras aplicações, condicionadores de ar de sala, e pequenos sistemas centrais	pequenos sistemas centrais para refrigeração, condicionamento de ar, e ciclo reverso	refrigeração e ar condicionado, ciclo reverso, e transportes	refrigeração, ar condicionado, e ciclo reverso	refrigeração, ar condicionado, e ciclo reverso



# 28.5 - Compressores

Independente do tipo e da aparência, que são as mais variadas possíveis, o papel é sempre o mesmo em qualquer equipamento de refrigeração: elevar temperatura e pressão do gás refrigerante. O compressor é o único grande componente de um sistema de refrigeração que manifesta de imediato falhas. Os outros componentes podem começar a operar incorretamente ou até falhar mas, na maioria das vezes, o resultado do problema é visto primeiro no compressor.

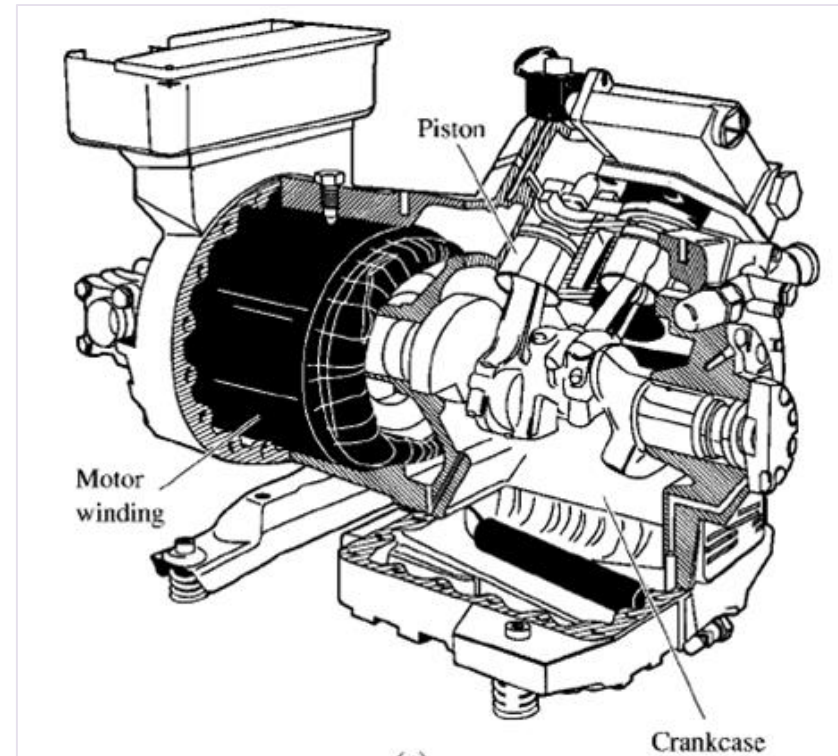
A maioria dos problemas num sistema de refrigeração, quando deixados sem solução por um longo período de tempo, resultam na falha do compressor. Se o técnico pensar que a causa da falha está no próprio compressor, ele fará muitas trocas desnecessárias.



# 28.5.1 – Compressor Alternativo

## Compressor alternativo

Nesse tipo de compressor o movimento do pistão é sincronizado com o fecho e abertura das válvulas de sucção e descarga. Quando a válvula de sucção fecha o pistão começa a comprimir o gás refrigerante até chegar a pressão aproximada de 263 PSIG onde ocorre a abertura da válvula de descarga. Esse processo se repete aproximadamente 3.000 vezes por minuto já que essa é a rotação por minuto comum, de um compressor alternativo usando R22.





# 28.5.2 – Compressor Scroll

O conceito básico do compressor *scroll* (espiral) existe desde 1886, quando uma patente italiana foi registada. Devido a problemas de estanquicidade, a aplicação do mesmo foi retardada. Hoje, a nova tecnologia de máquinas ferramenta e processos de manufactura tornou possível a solução deste problema.

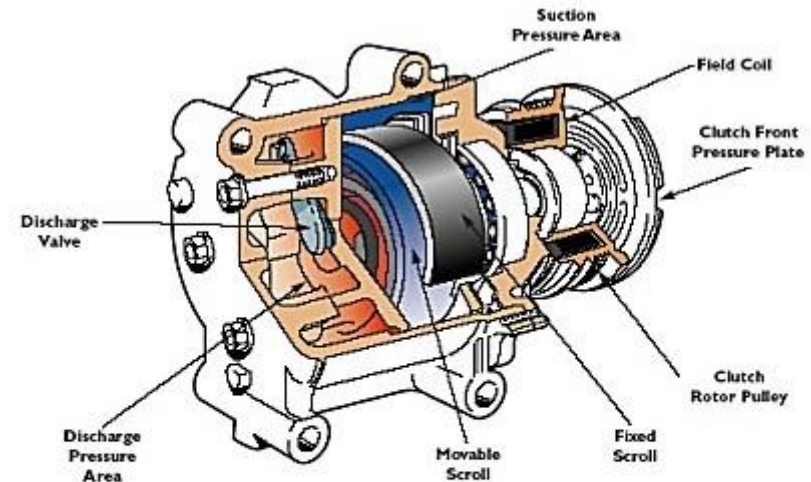
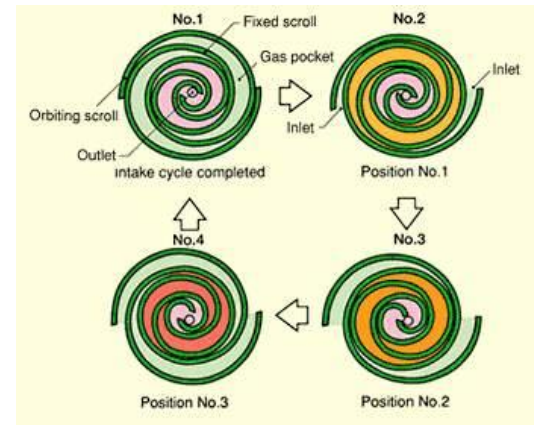
O compressor scroll oferece muitos benefícios aos utilizadores de sistemas de ar condicionado:

- É em média 5% a 10% mais eficiente que um compressor recíproco de igual capacidade;
- Não possui válvulas, sendo extremamente resistente a golpes de líquido;
- Possui 64% menos partes móveis que um compressor recíproco de igual capacidade;
- A sua operação é extremamente suave e silenciosa, comparável à de um compressor centrífugo.

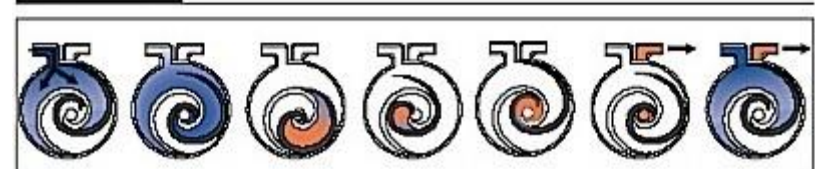


# 28.5.2 – Compressor Scroll

- Tem baixa variação de torque, o que proporciona um aumento da vida útil do motor, reduzindo a sua vibração;
- O arrefecimento do motor é feito pelo refrigerante na sua forma gasosa o que resulta em baixa temperatura dos enrolamentos do motor, que aumenta a sua eficiência e confiabilidade.



Compression Cycle



## 28.5.3- Compressor Centrífugo

Nos compressor centrífugo, o rotor ou propulsor gira a alta velocidade (3.000 a 20.000 RPM) dentro da carcaça. O refrigerante é alimentado dentro da carcaça, no centro do propulsor. O propulsor força o vapor contra a sua parte externa, através da força centrífuga, fazendo-o mover-se a alta velocidade. A seguir o gás, a alta velocidade, desacelera e expande. Esse é chamado estágio de compressão.

O gás, com a pressão aumentada entra na sucção de um outro propulsor, passando por todo o processo novamente e saindo com maior pressão ainda. Cada vez que esse processo se repete chama-se de estágio de compressão.

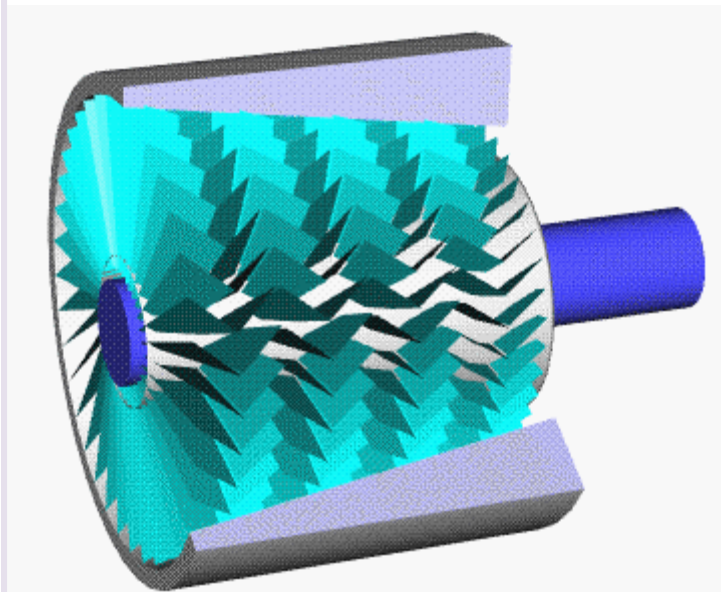




## 28.5.3- Compressor Centrífugo

Os modelos voltados para a refrigeração industrial podem chegar a contar com 4 estágios de compressão, enquanto os voltados para uso comercial em geral, contam com apenas um ou dois estágios. Genericamente os eixos de transmissão e do motor estão dispostos na horizontal, dando a forma característica desses compressores, que pode ser vista ao lado. São compressores que operam com algum barulho devido a alta rotação.

São bastante comuns em equipamentos entre 100 a 10.000 TRs.



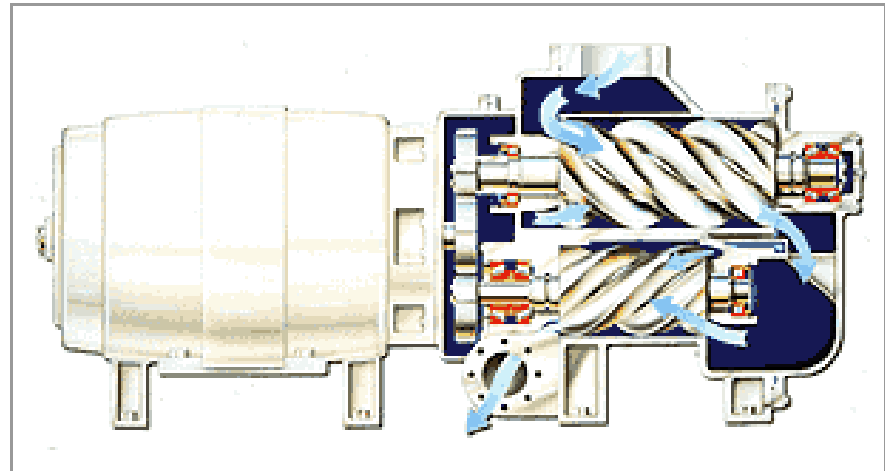
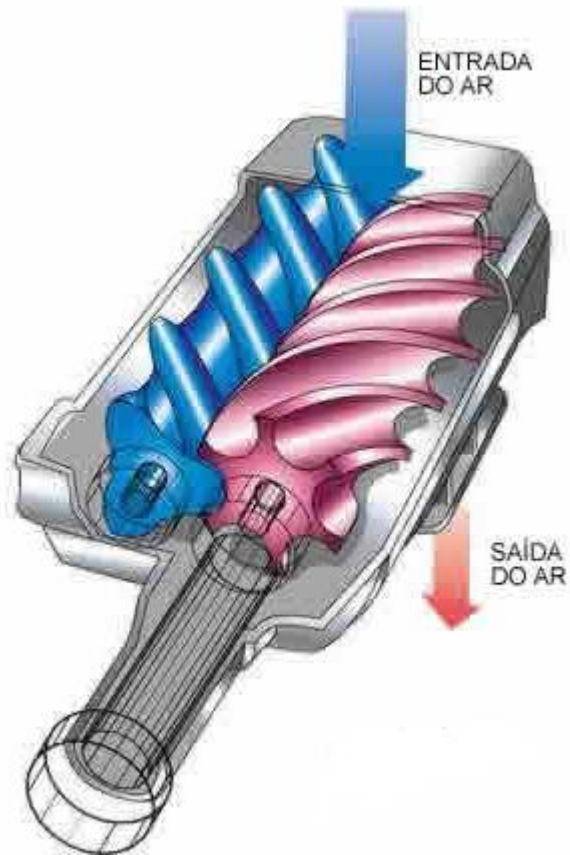
## 28.5.4 – Compressor de Parafuso

Se cortasse-se um compressor de parafuso, ver-se-ia dois rotores (parafusos). Um com uma rosca macho e outro com uma fêmea. É exactamente essa diferença que lhe permite comprimir o gás refrigerante, enquanto os dois parafusos se tocam. Isso pode ser visto na ilustração.

O motor do compressor acciona o rotor macho, o qual por sua vez, acciona o fêmea. Alguns compressores utilizam um sistema injector de óleo para selar a folga entre as roscas e a parede do compressor. Os eixos do motor e de accionamento costumam operar na horizontal. Daí a forma característica, que se vê na imagem. Sua utilização é comercial e industrial. Em geral a capacidade varia entre 20 a 750 TRs.



# 28.5.4 – Compressor de Parafuso



## 28.6 - Condensadores

O condensador é o componente do ciclo de refrigeração, responsável por transferir o calor do sistema para o ar ou água, ou para uma combinação dos dois, conhecido como condensador evaporativo. O calor é absorvido pelo evaporador e deslocado até o condensador pelo compressor.

São identificados de acordo com o fluido para o qual transferem calor.



## 28.6.1 - Condensador resfriado a ar

Os condensador resfriado a ar, transferem o calor absorvido directamente para o ar externo. Numa condição normal de projecto e funcionamento (carga máxima do sistema), o refrigerante está aproximadamente entre 14 a 16 °C mais quente que o ar externo. Comparado com um condensador a água, o sistema arrefecido a ar requer uma diferença maior de temperatura entre o refrigerante e o ar externo. Embora essa característica os torne menos eficientes em termos energéticos, seu projecto simples permite baixos custos de instalação e manutenção. É por essa razão que a grande maioria dos equipamentos residenciais de até 5 TRs (60.000 Btus) e comerciais de até 50 TRs (600.000 BTus) utilizam condensadores a ar.





## 28.6.1 - Condensador resfriado a ar

Com os fabricantes procurando cada vez mais, fabricar aparelhos compactos, o condensador a ar, com as alhetas muito próximas, retém muita poeira, sujidade, pelos, etc.. Se não forem limpos regularmente passam a funcionar com pressões e temperaturas de descarga muito elevadas, causa principal dos defeitos dos compressores nesses aparelhos.

Para equipamentos comerciais, torna-se necessário aumentar a circulação de ar através do condensador, devido a maior frequência de abertura de portas: isso é conseguido através de um ventilador que força o ar contra as alhetas.



## 28.6.2 Condensador resfriado a água

Os sistemas resfriados a água fazem a libertação de calor em 3 estágios:

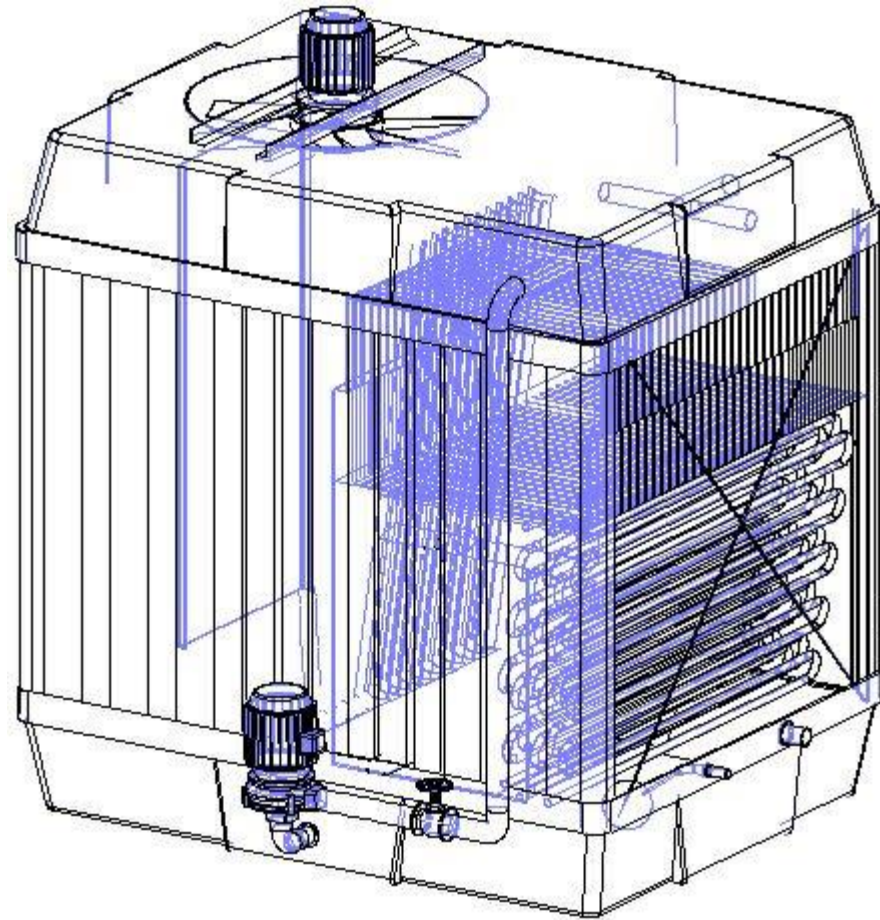
- Primeiro o calor é transferido do refrigerante, no condensador, para a água que circula no mesmo;
- Depois a água é transferida de dentro do condensador para fora, através de uma tubulação e uma bomba, que a leva para a torre de resfriamento;
- Por fim, a torre de resfriamento rejeita o calor da água para o ar externo.

Embora esse sistema de condensação seja mais complicado e mais caro, além de exigir uma manutenção maior do que os sistemas resfriados por ar, ele também é mais eficiente em termos energéticos.

A temperatura do refrigerante no condensador fica aproximadamente 8°C. menor do que nos sistemas resfriados por ar, fazendo com que o compressor funcione com uma pressão menor e portanto, com um consumo de energia menor.



## 28.6.2 Condensador resfriado a água



## 28.7 - Evaporizadores

O evaporizador 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 fluído ou até mesmo um sólido. Existem muitos tipos de evaporadores. Eles aqui classificam-se mediante o método utilizado para controlar o fluído refrigerante.



## 28.7.1 - Evaporadores de expansão seca, ou directa ou D-X

Os evaporadores D-X são utilizados na maioria dos sistemas de refrigeração, com menos de 100 TRs. São utilizados também em certos equipamentos de refrigeração industriais.

Num evaporador D-X o fluxo de refrigerante é controlado de maneira tal que o refrigerante esteja essencialmente líquido ao entrar no evaporador, porém, sai dele na forma gasosa.

O tradicional evaporador D-X é um "tubo" contínuo no qual flui o refrigerante vindo do dispositivo de expansão em direcção à linha de sucção do compressor. A diferença de pressão existente entre a entrada e a saída, activa a circulação do refrigerante. Não ocorre recirculação e o refrigerante tem que percorrer todo o sistema (ou passar por todas as etapas do ciclo de refrigeração) antes de entrar novamente no evaporador.



## 28.7.1 - Evaporadores de expansão seca, ou directa ou D-X

Não existe um ponto claramente definido de separação entre os estados líquido e gasoso do refrigerante num evaporador D-X. Ele entra líquido, mas com um pequena quantidade de gás "flash gas", e gradativamente a medida que vai percorrendo o evaporador vaporiza-se até estar totalmente gasoso na saída do evaporador.



## 28.7.2 - Evaporadores Inundados

São utilizados em sistemas voltados para conforto, acima de 100 TRs. Num evaporador inundado, o refrigerante é basicamente líquido (inundado) desde o início do evaporador até a sua saída.

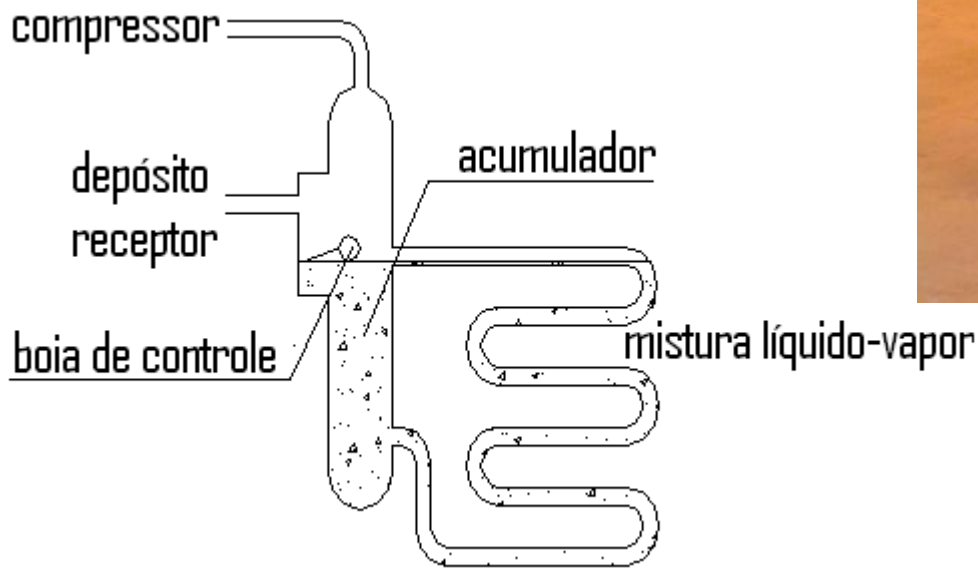
Ocorre a recirculação do refrigerante dentro do evaporador devido a adição de uma câmara de separação. O refrigerante líquido entra nessa câmara através do dispositivo de expansão e devido a gravidade se concentra na parte de baixo.

A totalidade do evaporador está em contacto com o refrigerante gerando uma excelente transferência de calor. A contrapartida é que os evaporadores inundados são maiores e requerem uma carga muito maior de refrigerante. O vapor gerado é separado do líquido na câmara de separação e este último é recirculado novamente no evaporador, enquanto o vapor é "puxado" pela sucção do compressor.

O evaporador inundado regula o fluxo de refrigerante através de uma válvula bóia ou dispositivo semelhante.



## 28.7.2 - Evaporadores Inundados





## 28.7.3 - Evaporadores de tubo liso

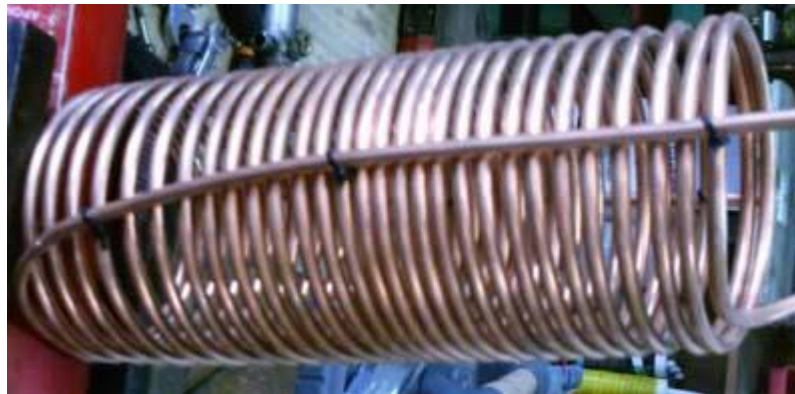
Os evaporadores de tubo liso são simples tubos de cobre com uma forma que melhor atenda a necessidade. São comumente chamados de serpentinas de superfície primária, porque sua superfície primária, o tubo, é a única utilizada para transferir o calor. Eles funcionam bem tanto em evaporadores D-X ou inundados. São utilizados na maioria das vezes para trabalhos onde a temperatura é mantida abaixo de 1°C. Frequentemente são submersos em tanques de resfriamento ou congelamento de líquidos.

Foram desenvolvidos vários métodos para melhorar a eficiência de evaporadores de tubo liso, aumentando a área do mesmo que entra em contacto com o refrigerante. Inserir aletas internas ou externas ao tubo de cobre é um desses métodos.



## 28.7.3 - Evaporadores de tubo liso

Outra forma é fazer um alhetamento em espiral semelhante a uma rosca de parafuso, na parte externa do tubo. São conhecidos como tubos alhetados. A maioria dos evaporadores com tubo liso em uso hoje em dia são projectados com tubos alhetados



## 28.7.4 – Evaporador do tipo tubo e alhetas

O evaporador do tipo tubo e alhetas é um tipo de evaporador que consiste num tubo que tem placas finas de metal fixas entre os seus tubos. As alhetas melhoram a eficiência da transferência de calor, devido a aumentarem a área global de troca de calor. Devido a essa maior área, esses evaporadores podem ser mais compactos que os de tubo liso sem prejudicar a capacidade de absorção de calor.



## 28.7.5 - Evaporador de superfície de placas

Costuma ter formas diversas e também são conhecidos como evaporadores de superfície plana. Uma versão muito popular presente na maior parte dos refrigeradores domésticos, consiste em duas folhas de metal, planas, uma com forma de tubos prensados nela enquanto a segunda é plana. Ambas são soldadas juntas para formar um circuito no qual circula o refrigerante.

A placa adiciona uma área de transferência de calor ao evaporador mas não de forma tão eficiente quanto as alhetas. Sua vantagem é que a fabricação é económica, fácil de limpar e de descongelar.



# 28.7.5 - Evaporador de superfície de placas

É muito utilizado em refrigeradores, através do contacto directo com o produto. A superfície da placa é muitas vezes utilizada com uma estante de alimentos



## 28.8 - Filtros secadores

Os filtros secadores são componentes instalados em sistema de refrigeração com a função de reter a humidade e partículas sólidas. São construídos em cobre ou ferro. Internamente possuem uma tela grossa na entrada e uma tela fina na saída, entre as telas são colocados dessecantes que podem ser molecular Sieves ou Silicagel, que absorvem humidade do sistema de refrigeração.

O filtro deve ser instalado na posição vertical com a saída para baixo. Quando esta posição não for possível, pode-se montá-lo na horizontal, porém jamais deve ser montado na vertical com a saída para cima.



## 28.8 - Filtros secadores

Com o surgimento de diversos fluidos refrigerantes alternativos, várias opções de filtros secadores foram desenvolvidos.

O filtro secador é composto por partículas dessecantes e deve ser escolhido de acordo com sua aplicação, levando em conta o fluido refrigerante, pressões de trabalho e fluxo de massa.

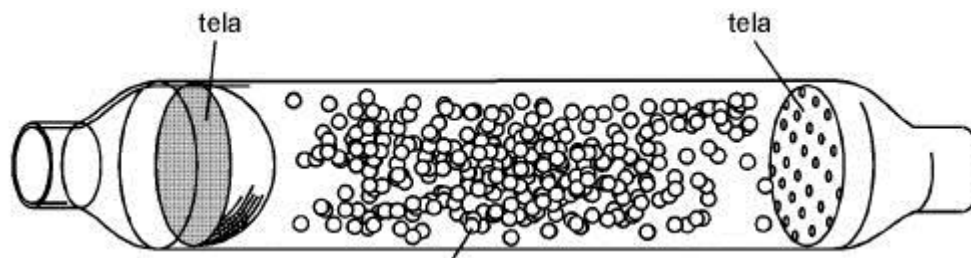
Se ocorrer uma perda de carga no filtro secador, em função da restrição de fluxo, isso deve-se à obstrução de parte do filtro secador, causada pelo excesso de impurezas no sistema, ou por ter sido escolhido um componente com pequena área de filtragem.



## 28.8 - Filtros secadores

Com a restrição de fluxo, diminui a quantidade de fluido refrigerante que passa pelo sistema, reduzindo assim a capacidade de refrigeração do mesmo.

Um dos sintomas que pode ajudar a identificar esse problema é uma diferença de temperatura grande entre entrada, meio e saída do evaporador





## 28.9 - Válvulas de expansão termostáticas

A principal finalidade deste dispositivo é proporcionar a redução da pressão do fluido refrigerante e controlar o fluxo de massa que entra no evaporizador, mantendo um superaquecimento constante independentemente das condições do sistema, evitando assim a entrada de líquido no compressor.



## 28.9 - Válvulas de expansão termostáticas

O funcionamento da válvula depende da pressão do evaporador e da pressão de comando do bulbo termostático. O bulbo termostático deve ser instalado na saída do evaporador, em contato térmico com a tubulação de sucção, de modo a captar continuamente a temperatura do fluido refrigerante que sai do evaporador.

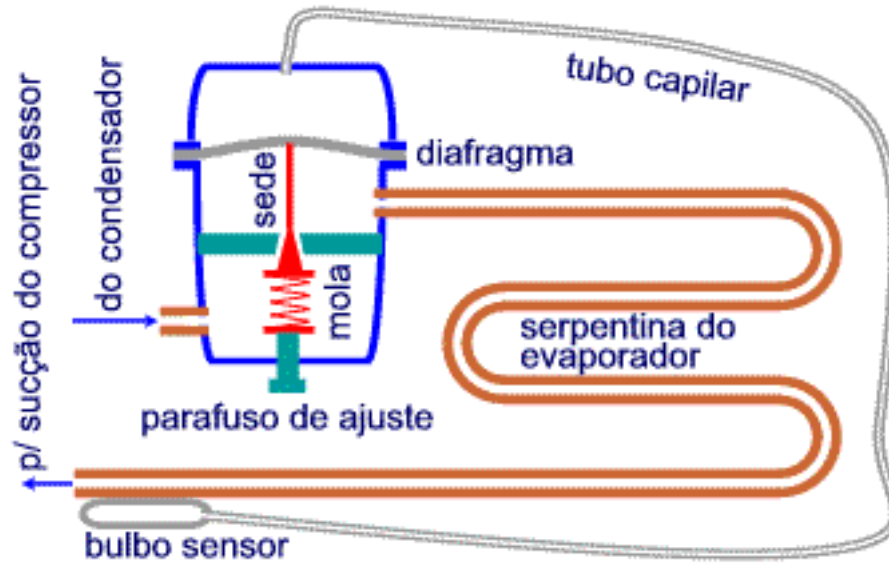
Geralmente, em sistemas de refrigeração usam-se:

- Válvulas de expansão termostáticas de equalização interna - estas são mais adequadas para instalações com um ou mais evaporadores com pequena perda de carga;
- Válvulas de equalização externa - estas são mais empregues em sistemas com um ou mais evaporadores de injeção simples ou múltipla, com grande perda de carga.





# 28.9 - Válvulas de expansão termostáticas



## 28.10 – Tubo Capilar

O tubo capilar é um tubo geralmente de cobre, com um diâmetro interno de cerca de meio milímetro. Ele tem como função receber o fluido refrigerante subresfriado a alta pressão, proveniente do condensador, e promover a perda de carga do fluido refrigerante, separando os lados de alta e de baixa pressão.

O fluido refrigerante, que entra no tubo capilar no estado líquido, expande-se rapidamente ao sair, passando ao estado gasoso. Esta expansão se dá no evaporador.



## 28.11 - Substâncias Refrigerantes

A transferência de calor do espaço refrigerado para o condensador, e deste para o meio ambiente exterior, é conseguido através de um agente refrigerante que pode ser água, álcool, amónia, dióxido de carbono, anidrido sulfuroso, éter metílico, cloreto de metila, clorofluorcarbonetos (CFC's) e outros, muito embora cada um destes frigogénios apresentem certas desvantagens.

**Para ser um bom refrigerante a substância (gás) deve apresentar as seguintes propriedades:**

- Liquefazer-se (condensar-se) a pressões moderadas;
- Evaporar-se a pressões acima da pressão atmosférica;
- Ter pequeno volume específico (pequeno volume em relação ao seu peso);



## 28.11 - Substâncias Refrigerantes

- Ter um elevado calor latente de vaporização;
- Ser quimicamente estável (não se alterar, mesmo com repetidas mudanças de estado no ciclo);
- Não ser corrosivo;
- Não ser inflamável;
- Não ser tóxico;
- Permitir fácil localização de vazamento;
- Não atacar o óleo lubrificante ou provocar qualquer efeito indesejável em outros componentes do ciclo de refrigeração;
- Não atacar os deteriorar alimentos, em caso de vazamento.



## 28.11 - Substâncias Refrigerantes

Desde a sua criação, os CFC's foram libertados na atmosfera sem maiores preocupações porque eram considerados gases seguros e estáveis.

O dano na camada de ozono causado pelos CFC's foi descoberto na década de 1970. Então, acordos internacionais foram estabelecidos para eliminar progressivamente o uso desses produtos e foram desenvolvidos, para serem usados numa fase intermediária de transição, os hidroclorofluorcarbonos (HCFC's), compostos à base de hidrogénio, cloro, flúor e carbono, que danificam muito menos a camada de ozono.

Actualmente, são usadas como fluidos refrigerantes principalmente misturas binárias de CFC's com HFC's (hidrofluorcarbonos) ou com HCFC's.

A retirada completa dos CFC's do mercado foi prevista para 2010 e a retirada dos HCFC's para 2030. O objectivo final é manter apenas os HFC's, compostos de hidrogénio, flúor e carbono, que não causam dano à camada de ozono.



# 28.12 - Sistema de Refrigeração por Absorção

O ciclo de refrigeração por absorção é mais antigo que o ciclo por compressão. Seus fundamentos são datados de 1777 e seu criador principal foi William Cullen.

Esse ciclo utiliza o calor como fonte de energia, ao contrário do ciclo por compressão, que utiliza a energia eléctrica. Esse ciclo não tem compressor. Por calor entenda-se energia a uma determinada temperatura. Água quente a 85°C já é suficiente para alimentar o ciclo por absorção, e dele se obter temperaturas de até 5°C. Uma resistência eléctrica também pode ser utilizada nesse ciclo (muitos refrigeradores de pequeno porte usam o sistema de absorção com resistência eléctrica).





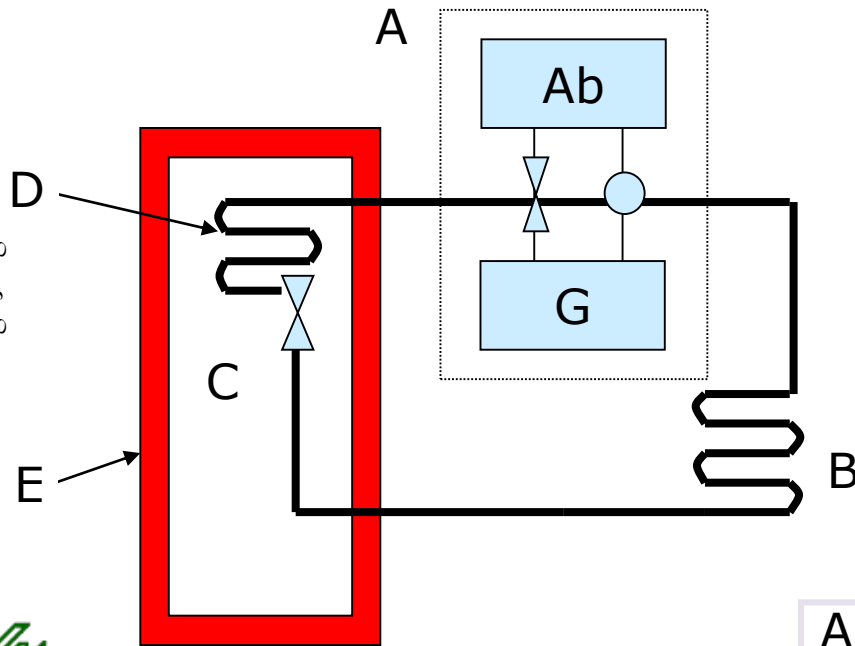
# 28.12 - Sistema de Refrigeração por Absorção

No ciclo por absorção há necessidade de dois fluidos: o fluido refrigerante, que efectivamente remove calor do meio desejado por evaporação e o fluido absorvente, que deve absorver vapor do refrigerante em baixas temperaturas e ser menos volátil do que este, de forma a libertar vapor de refrigerante por aquecimento. Esses fluidos se misturam mas não se combinam de modo a poderem ser separados com a elevação da temperatura.

No evaporador há vapor de refrigerante de baixa pressão. Este é absorvido por uma solução no absorvedor. Caso a temperatura desta solução se eleve, a absorção de vapor poderia cessar. Para evitar isto, o absorvedor é resfriado por água ou ar.



# 28.12 - Sistema de Refrigeração por Absorção

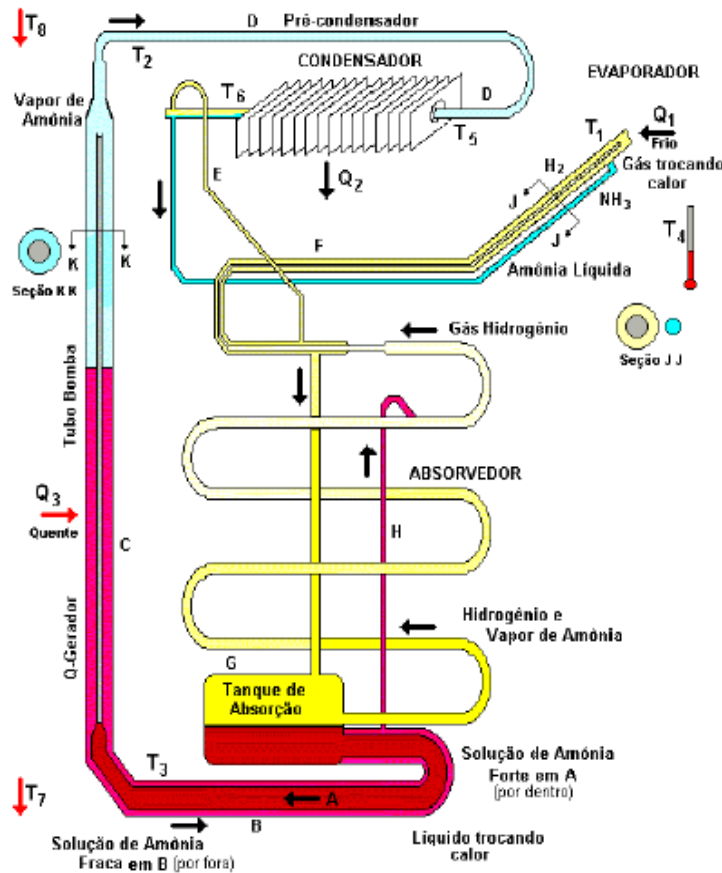


Máquina térmica

- A = Conjunto termo-compressor
- B = Condensador (trocador de calor)
- C = Válvula de expansão
- D = Evaporador (trocador de calor)
- E = Gabinete frigorífico



# 28.12.1 - O sistema Electrolux



Em 1922 dois estudantes de engenharia suecos, Baltzar Von Platem e Carl Gustav Munters, patentearam uma máquina e refrigeração de funcionamento contínuo, baixo custo, a qual foi tema de um trabalho de fim de curso. Tal equipamento produzido inicialmente por seus criadores teve sua patente adquirida pela Electrolux.



## 28.12.1 - O sistema Electrolux

Com aquecimento do tubo bomba (central e externo), a solução de amónia e água começa a subir,

Na parte mais alta do tubo central a água retorna pelo tubo externo, ao tanque de absorção, A amónia na fase de vapor, a 150°C, caminha para o pré-condensador onde é resfriada pela troca de calor com o ambiente (tem-se líquido e vapor);

A amónia líquida, vai para o tubo do evaporador onde absorve o hidrogénio que vem do absorvedor e o vapor de amónia, segue para o tanque de absorção;

No tanque de absorção, a amónia e o hidrogénio, provenientes do evaporador, misturam-se com a água que lá está contida, libertando-se o hidrogénio, que flui para o tubo (H) e pelo absorvedor e forma-se uma solução forte novamente, deslocando-se para os tubos concêntricos (C), e então reiniciando o ciclo.

