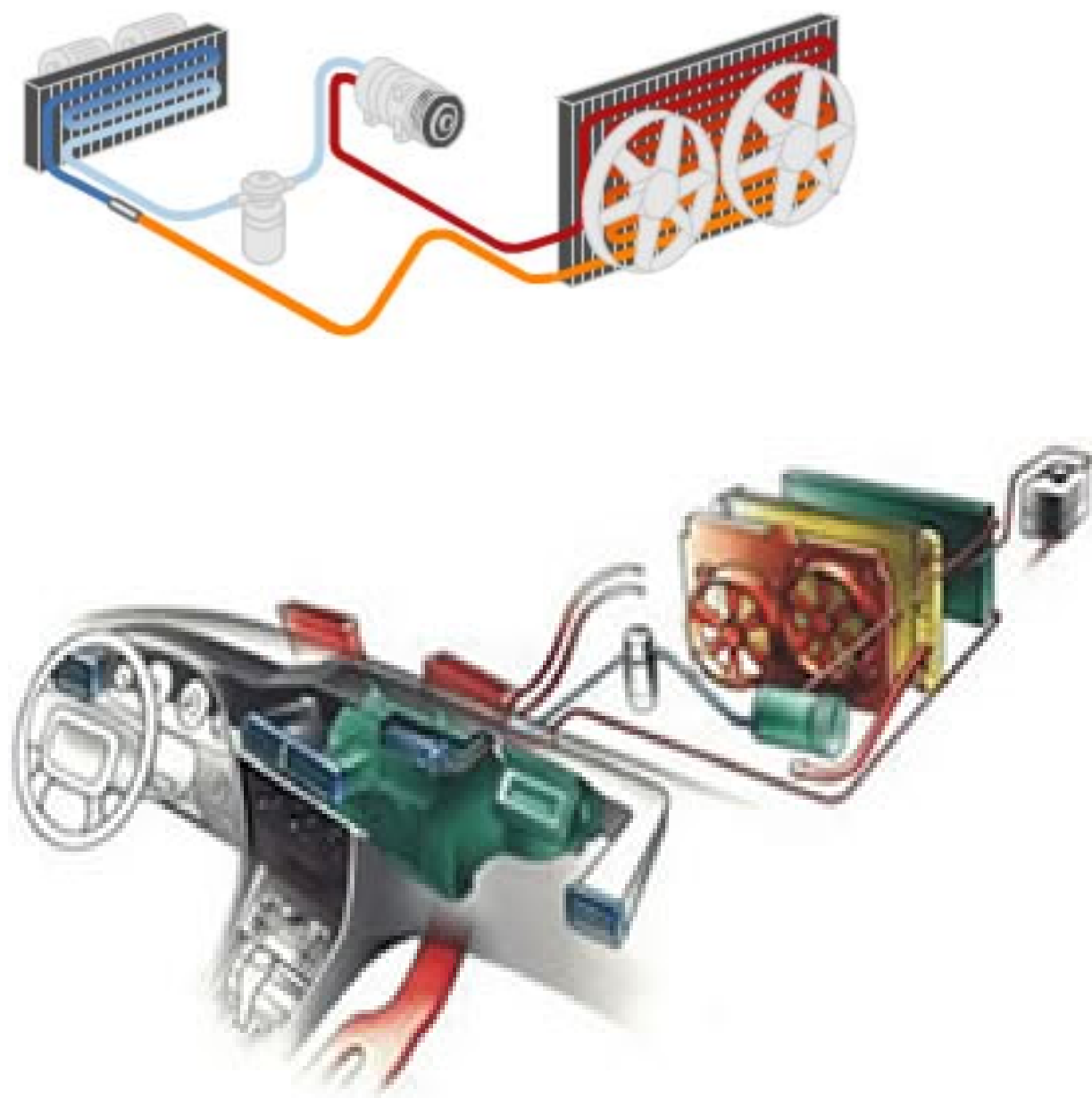


AR CONDICIONADO



Sistemas de Ar Condicionado

Os sistemas de ar condicionado automotivos sempre se utilizaram do conceito de operação do ciclo termodinâmico por compressão de vapor, sendo necessários componentes básicos tais como fluído refrigerante, trocadores de calor e compressor. Apesar de diversas décadas de pesquisa e desenvolvimento desse sistema, algumas dificuldades ainda permanecem nos dias de hoje.

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO.....	4
1.2. Como produzir frio	4
2. O PRINCÍPIO DA REFRIGERAÇÃO.....	5
3. FUNÇÃO DO SISTEMA DE AR CONDICIONADO	5
4. MUDANÇA DE ESTADO DA MATÉRIA	6
4.1. Processo De Vaporização.....	7
4.1.1. Processo de Vaporização por Ebulição.....	7
4.1.2. Processo de Vaporização por Calefação.....	8
4.1.3. Processo de Vaporização por Evaporação	8
4.2. Mudança de Estado da Matéria Condensação	9
4.3. Calor	10
4.3.1. Calor x Temperatura.....	10
4.3.2. Transporte De Calor No Sistema De A/C	11
4.4. Temperatura.....	12
4.5. Calor Específico	12
4.5.1. Unidades de Medida de Calor Específico.....	12
5. UMIDADE RELATIVA DO AR.....	14
6. PRESSÃO	14
6.1. Pressão Atmosférica.....	15
6.2. Influencia da Pressão na temperatura	16
6.2.1. Relação Temperatura X Pressão	17
7. CALOR DE EVAPORAÇÃO E DE CONDENSAÇÃO	19
7.1. Calor de Evaporação e de Condensação a Altas Pressões.....	19
8. COMPRESSÃO E DESCOMPRESSÃO.....	20
9. PRINCIPIO DE FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE A/C.....	21
9.1. Ciclo Básico de Refrigeração	21
9.2.1. Ciclo do Sistema de A/C com Válvula de Expansão Variável	23
9.2.2. Ciclo do Sistema de A/C com Válvula de Expansão Variável	25
10. COMPONENTES DOS SISTEMAS DE A/C.....	27
10.1. Compressor	27
10.1.1. Embreagem magnética	27
10.2. Condensador	28
10.3. Tanque Filtro-secador	29
10.3.1 Filtro Secador Para Sistema Válvula de Expansão Variável.....	29
10.3.2. Filtro Secador Para Sistema Válvula de Expansão Fixa	30
10.4. Evaporadora.....	30
10.4. Válvula de Expansão	32
10.4.1. Válvula de Expansão Seção Fixa	32
10.4.2. Válvula de Seção Variável.....	33
10.5. Pressostatos	34
10.5.1. Interruptor de Baixa Pressão.....	34
10.5.2. Interruptor de Alta Pressão	35
10.6. Tubulações.....	35
10.7. Circulador de Ar	36
10.8. Mangueiras e Vedações	36
10.9. Termostato (Interruptor de Descongelamento)	37
11. PROCEDIMENTOS DE DIAGNÓSTICO	38
11.1. Superaquecimento	38
11.2. Sub-resfriamento	38

11.3 Superaquecimentos - Medindo e calculando	39
11.3.1. Superaquecimento muito baixo	40
11.3.2. Superaquecimento muito alto	40
11.3.3. Envelope do Compressor	40
11.3.4. Sub-resfriamento - Medindo e calculando	41
11.4.1. Por que os Compressores quebram	42

1. INTRODUÇÃO

Desde a invenção do primeiro refrigerador até os dias atuais, o sistema mecânico de refrigeração artificial utilizado nestes aparelhos foi sendo aperfeiçoado até chegar a um sistema totalmente hermético, denominado:

"Unidade Selada".

1.1. Conceito sobre ar condicionado

É um sistema que tem a finalidade manter a temperatura e a umidade do ar dentro do habitáculo controlado, proporcionando conforto e segurança aos ocupantes.

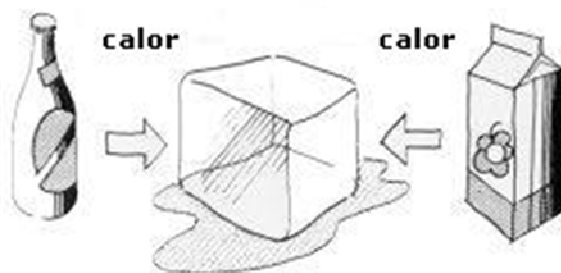
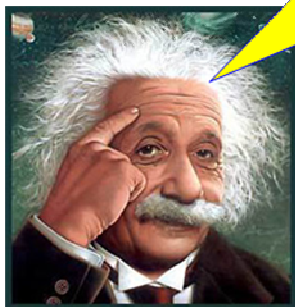
O condicionamento do ar baseia-se numa lei natural de que os líquidos se evaporam quando expostos a um aumento de temperatura ou uma redução da pressão, absorvendo o calor durante este processo.

Se este vapor aquecido voltar a ser arrefecido, liberta o calor que tinha absorvido e volta a liquefazer-se.

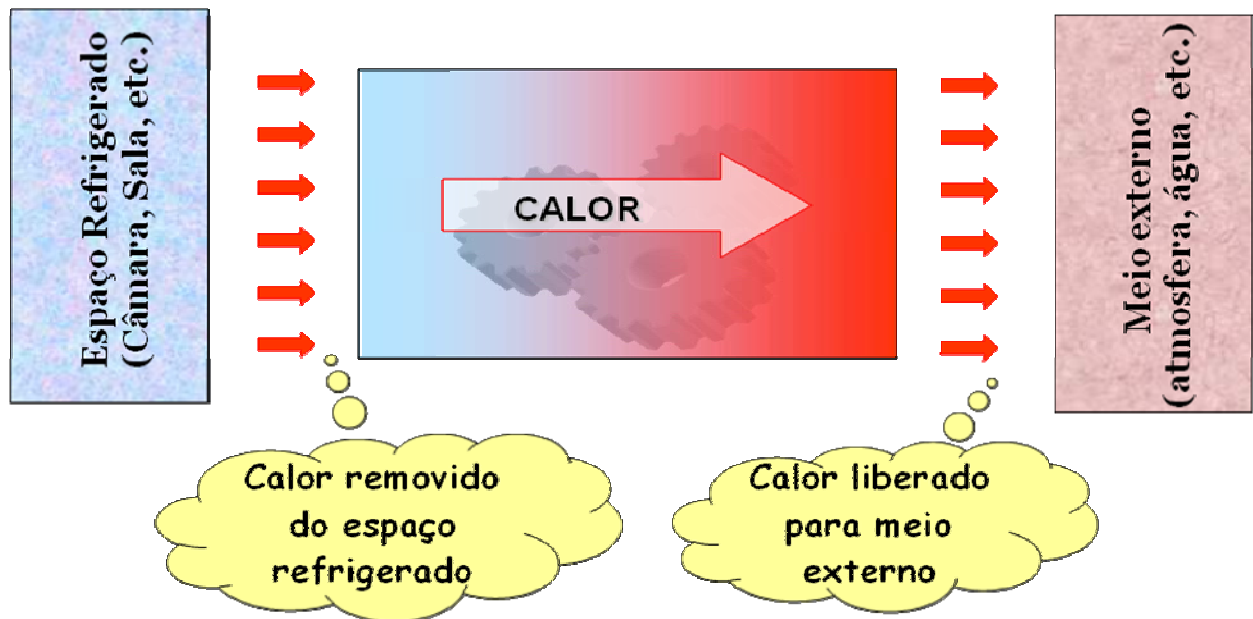
Este processo pode repetir-se tantas vezes quanto se pretenda, de forma a produzir frio continuamente.

1.2. COMO PRODUIR FRIO

O calor sempre flui de um corpo mais quente para um corpo mais frio !



2. O PRINCÍPIO DA REFRIGERAÇÃO



3. FUNÇÃO DO SISTEMA DE AR CONDICIONADO

É um sistema que assegura um maior conforto durante a condução, das seguintes formas:

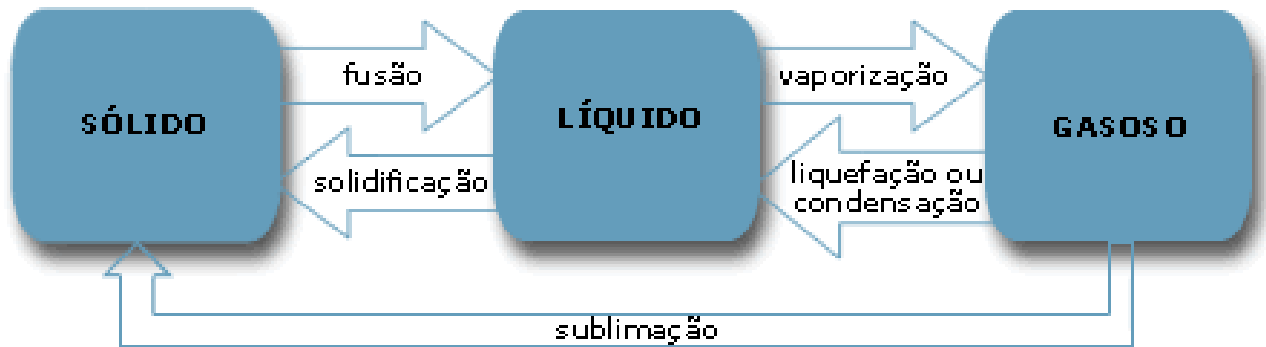
- ❖ Arrefecendo o ar
- ❖ Limpando o ar
- ❖ Secando o ar

Para entendermos melhor como funciona o sistema de refrigeração precisamos entender como a matéria se comporta em diferentes situações.

Anotações

4. MUDANÇA DE ESTADO DA MATÉRIA

E quando a matéria muda de estado, passando do líquido para o gasoso (vaporização), gasoso para o líquido (condensação), líquido para sólido (Solidificação), sólido para líquido (fusão) e gasoso para o sólido (sublimação).



Dois fatores são importantes nas mudanças de estado das substâncias:



❖ **Temperatura**

❖ **Pressão**

Dentre esses processos podemos citar dois os quais são essenciais para realizar a troca térmica que o sistema de ar condicionado proporciona:

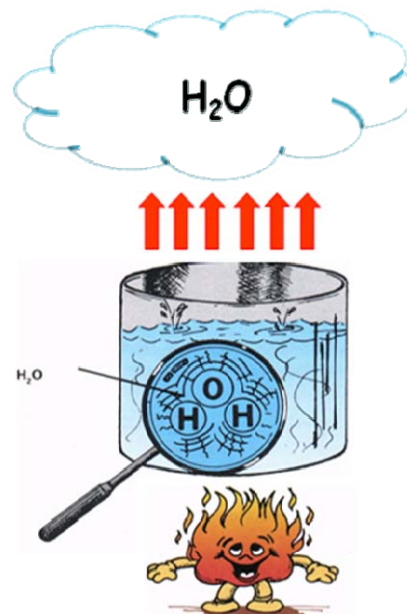
- ❖ Vaporização
- ❖ Condensação

Anotações

4.1. Processo De Vaporização

Pode ocorrer de três modos:

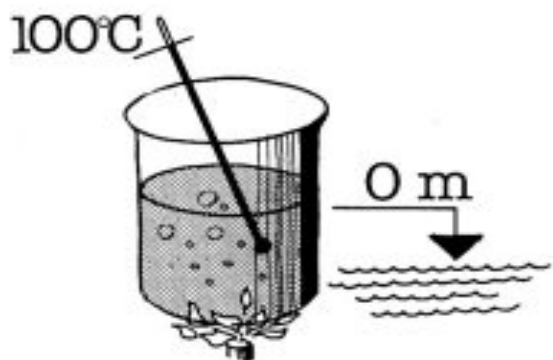
- ❖ Ebulição
- ❖ Calefação.
- ❖ Evaporação



A vaporização, que é a passagem do estado líquido para o gasoso.

4.1.1. Processo de Vaporização por Ebulição

A ebulição é a vaporização que acontece a uma determinada temperatura. Se colocarmos água para esquentar, notaremos que quando sua temperatura chega a 100°C, ela ferve, entrando em ebulição. Isso acontece ao nível do mar, onde a pressão exercida pelo ar (pressão atmosférica) corresponde a uma atmosfera - 1 atm. A essa temperatura damos o nome de **ponto** (ou **temperatura**) de **ebulição**.



Anotações

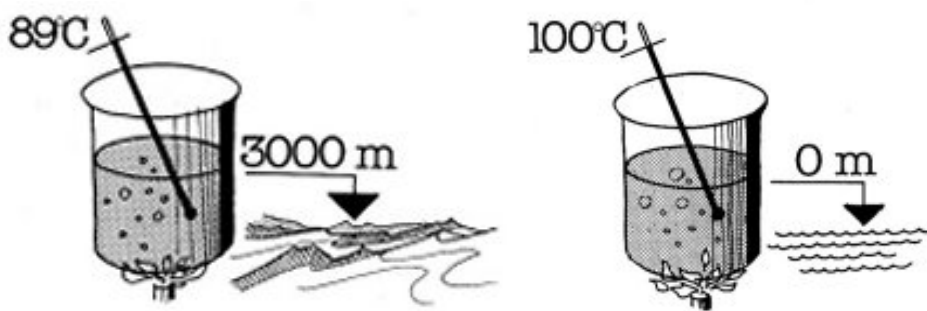
4.1.2. Processo de Vaporização por Calefação

Calefação é um processo rápido de vaporização, que ocorre quando há um aumento violento de temperatura.

É o que acontece quando colocamos água em pequenas quantidades em uma frigideira bem quente. Ela vaporiza de modo brusco, quase instantâneo.

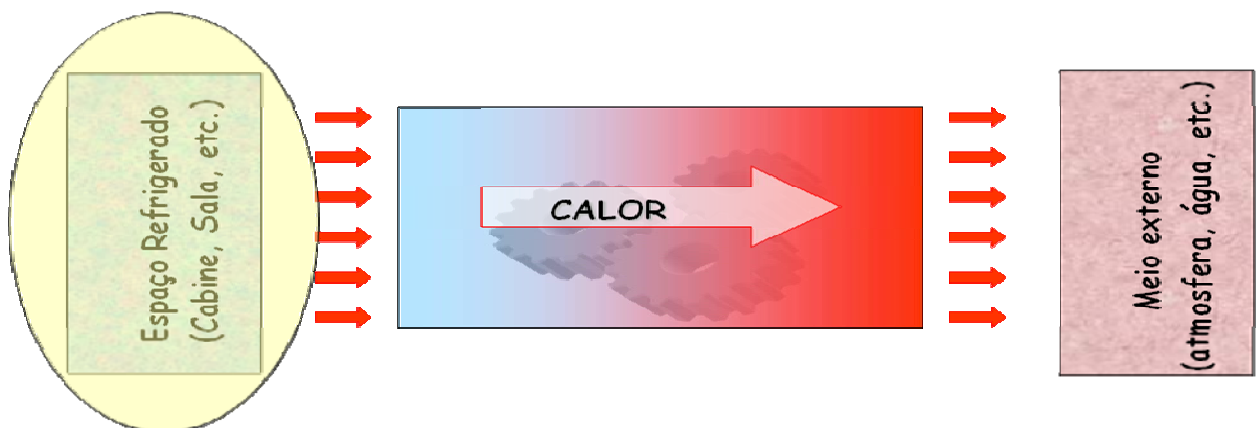
4.1.3. Processo de Vaporização por Evaporação

1. Temperatura de evaporação varia com a pressão



2. Mudança de estado: LÍQUIDO → VAPOR

3- O processo ABSORVE muito calor (principalmente latente)

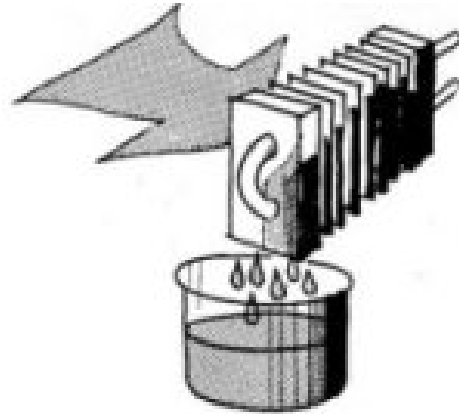


A evaporação acontece com líquidos a qualquer temperatura.

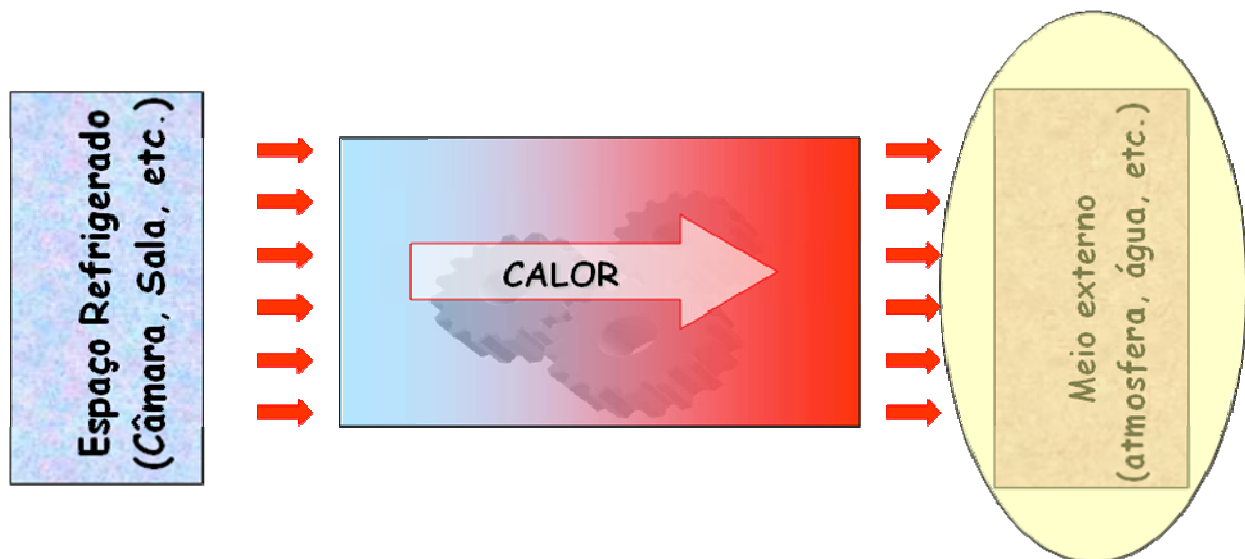
Anotações

4.2. Mudança de Estado da Matéria Condensação

1. Temperatura de condensação varia com a pressão
2. Mudança de estado: VAPOR → LÍQUIDO



- 3- O processo REJEITA muito calor (principalmente latente)



Mudança da fase gasosa para a fase líquida

Anotações

4.3. Calor

É uma forma de energia resultante do movimento vibratório das moléculas em um corpo.

O calor sempre flui do local que possui temperatura mais alta, para o de temperatura mais baixa. De três formas diferentes que são denominadas:

- ❖ **Condução;**
- ❖ **Convecção;**
- ❖ **Irradiação.**

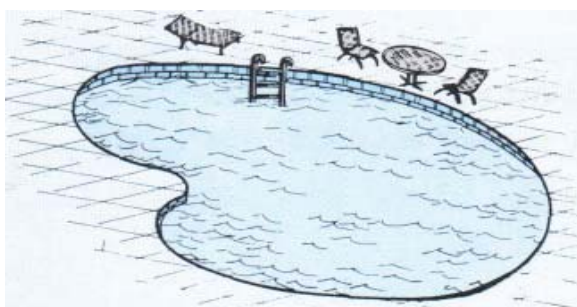


A intensidade dessa energia nos transmite as sensações de quente ou frio, em relação a temperatura do corpo humano.

4.3.1. Calor x Temperatura

Podemos dizer que a temperatura de um corpo varia conforme concentração de calor que possui.

Por exemplo:



Uma xícara de café contém pequena quantidade de calor, mesmo sabendo que sua temperatura é de 60°C . E também podemos dizer que uma piscina tem grande quantidade de calor, mesmo sabendo-se que a água está a uma temperatura de 20°C .

Anotações

Concluimos então que:

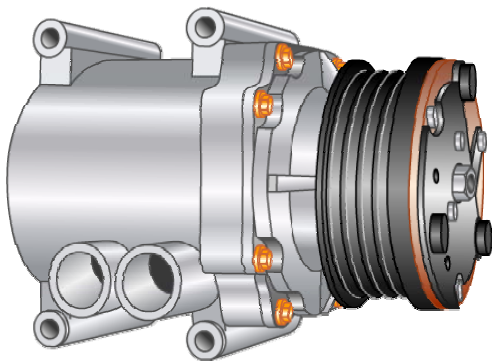
Apesar da pequena quantidade de calor existente na xícara, o café tem uma temperatura mais elevada do que a água da piscina, por estar com calor concentrado em um pequeno volume. Porém a piscina possui maior quantidade de calor concentrada.

4.3.2. Transporte De Calor No Sistema De A/C

Podemos observar que durante o processo de vaporização e condensação o calor tem que fluir de um ponto para o outro para que a substância mude seu estado, de líquido para gasoso ou de gasoso para líquido.

No sistema de ar condicionado também tem que ocorrer essa transferência de calor de um ponto para o outro. O transporte de calor de um ponto para o outro nos sistemas de A/C são realizados por dois componentes:

Compressor



Fluido Refrigerante



Compressor + Refrigerante

Anotações

4.4. Temperatura

Temperatura é a concentração do calor em um determinado volume. A intensidade de calor que sentimos pode ser medida com auxílio de um termômetro.

Pode se apresentar em duas escalas de medidas distintas:

- ❖ **Centrígrada ou Celsius (°C);**
- ❖ **Fahrenheit (°F).**

4.5. Calor Específico

É representado pela quantidade de calor necessário para mudar a temperatura de um objeto em **um grau (1°)**.

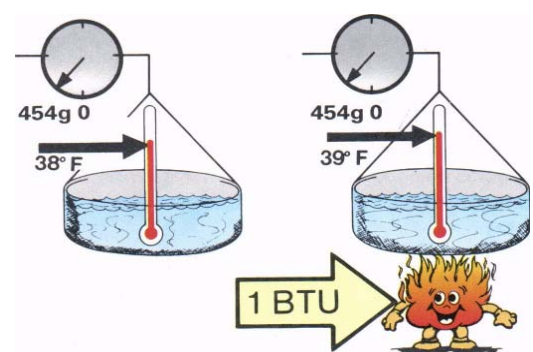
As unidades de calor específico são:

- ❖ **Kcal/kg °C**
- ❖ **BTU / Lb°F**

4.5.1. Unidades de Medida de Calor Específico

A unidade de medida mais tradicional para determinar a quantidade de calor é o BTU (British Thermal Unit).

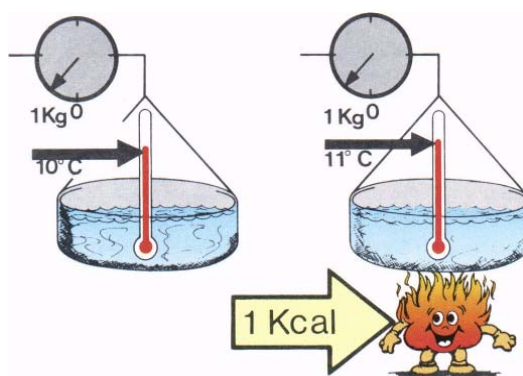
Essa unidade térmica inglesa representa a quantidade de calor necessária para aquecer em **um grau Fahrenheit (1 °F)**, a quantidade equivalente a **uma libra (454g)** de água.



Anotações

Existe porém, uma tendência mundial em se utilizar o sistema métrico para medir a intensidade de calor.

Por esse sistema, a unidade de medida do calor é a "Quilocaloria (Kcal)" que representa o calor necessário para elevar em um grau Centígrado (1°C) a temperatura de 1 kg de água.



Anotações

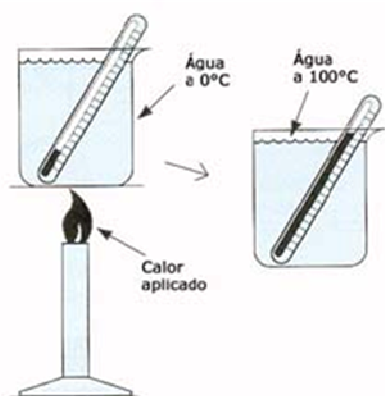
5. UMIDADE RELATIVA DO AR

É a quantidade de água no ar.

O sistema de A/C trabalha retirando o excesso de umidade visando o conforto dos ocupantes do veículo e também atuando no desembaçamento dos vidros.

Ar mais quente pode absorver mais umidade (vapor de água) do que o ar mais frio.

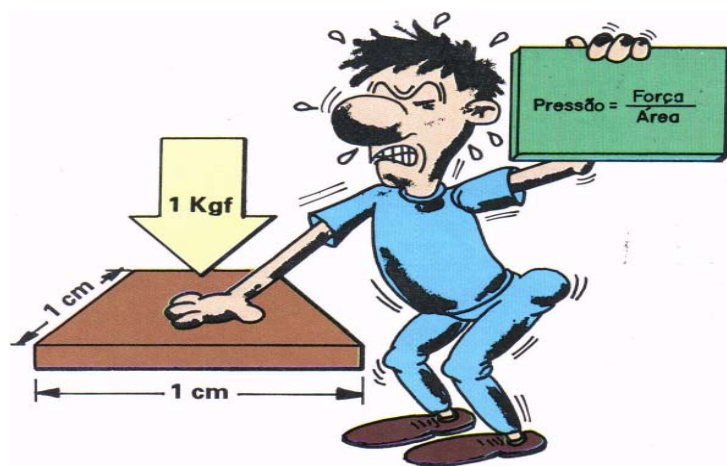
Com mais 60% de umidade relativa no ar, o ambiente torna-se desconfortável ao ser humano, pois o mesmo não consegue absorver as transpirações do corpo.



A umidade relativa do ar é de grande importância para nosso conforto.

6. PRESSÃO

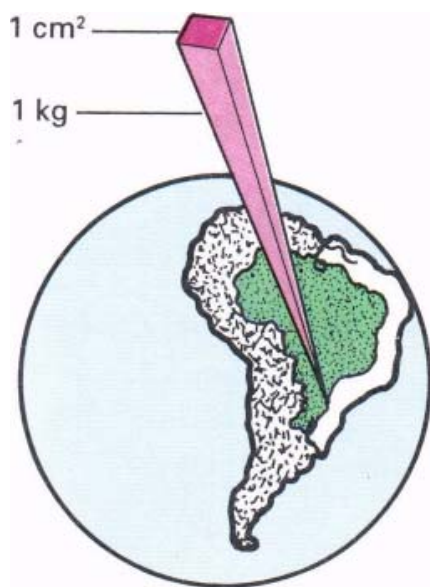
Pressão é a força exercida sobre uma determinada área.



Anotações

6.1. Pressão Atmosférica

Pressão atmosférica é o resultado do peso da coluna de ar sobre um determinado ponto. Ao nível do mar, isso representa.



1 kgf/cm² ou 14,23 PSI.

6.1.1. Unidade de Medidas

Força

kgf

Lbs

Área

cm²

pol²

Pressão

kgf/cm²

Lbs/pol² ou PSI*

Se houver a necessidade de conversão de uma medida para outra basta usar a seguinte relação:

$$1 \text{ atm} = 1,033 \text{ kgf/cm}^2$$

$$1 \text{ bar} = 0,9869 \text{ atm}$$

$$1 \text{ kgf/cm}^2 = 14,23 \text{ PSI}$$

Anotações

6.2. Influencia da Pressão na temperatura

Topo Da Montanha

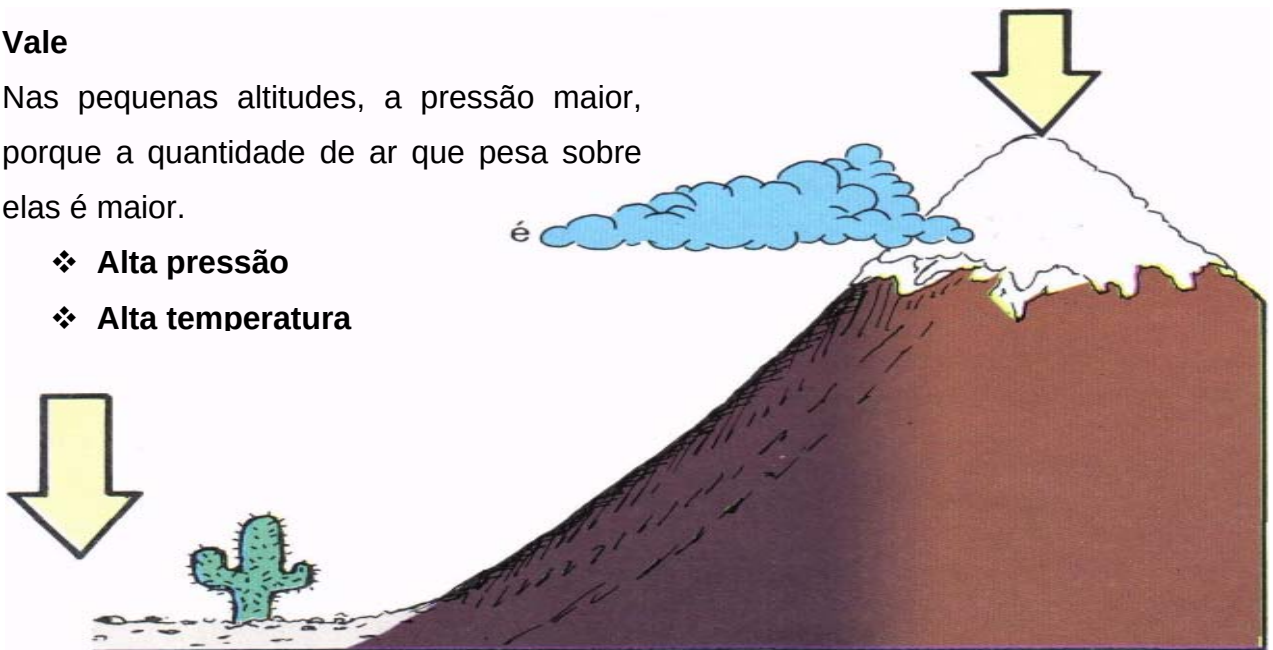
Nas grandes altitudes, a pressão é menor, porque a quantidade de ar que pesa sobre elas é menor.

- ❖ Baixa pressão
- ❖ Baixa temperatura

Vale

Nas pequenas altitudes, a pressão maior, porque a quantidade de ar que pesa sobre elas é maior.

- ❖ Alta pressão
- ❖ Alta temperatura



LEI DE CHARLES

"Para cada temperatura, existe uma pressão correspondente".

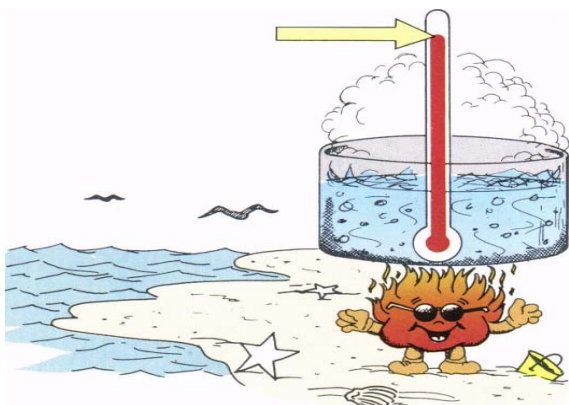
Anotações

6.2.1. Relação Temperatura X Pressão

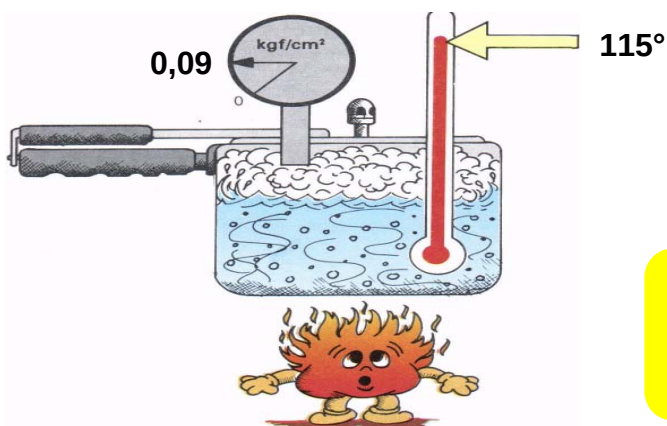
LEI DE CHARLES

"Para cada temperatura, existe uma pressão correspondente".

Isso quer dizer que, se elevarmos a temperatura de um fluido no interior de um recipiente, sua pressão também se elevará. O inverso também é verdadeiro, ou seja:



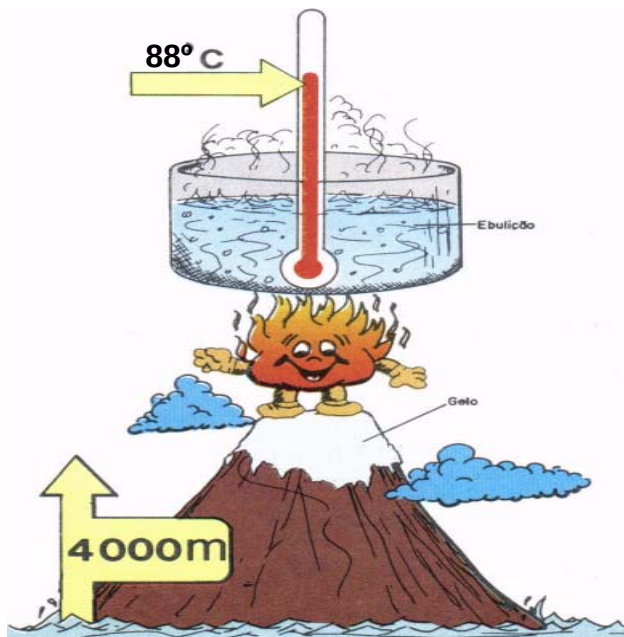
A água sob pressão atmosférica normal (nível do mar) ferve a 100°C.



"Se aumentarmos a pressão de um fluido sua temperatura também aumentará".

Anotações

A água sob pressão menor que a atmosférica começa a ferver em temperaturas inferiores a 100°C.



Logo:

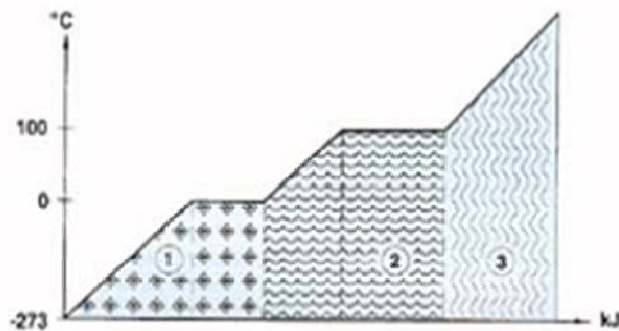
Quando a pressão é alta, o ponto de ebulição do líquido também se torna alto.

Quando a pressão é baixa, o líquido começa a ferver a uma temperatura mais baixa.

Anotações

7. CALOR DE EVAPORAÇÃO E DE CONDENSAÇÃO

Durante a evaporação e a condensação o calor aplicado é utilizado para converter uma substancia liquida numa substancia gasosa ou o contrario, e não para aumentar a sua temperatura. Isso e chamado de calor Latente.



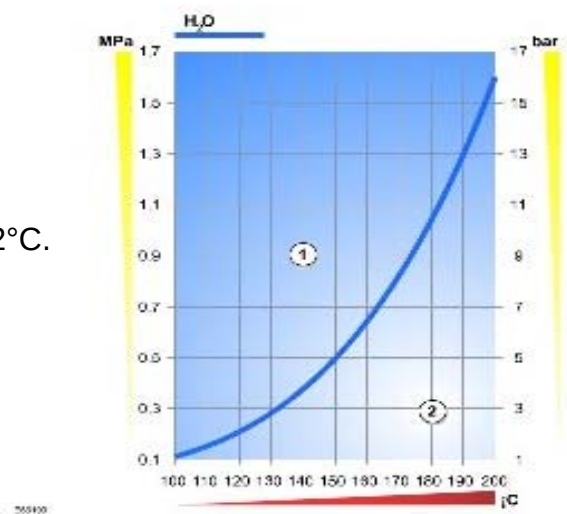
1. Fase sólida (gelo)
2. Fase líquida (água)
3. Fase gasosa (vapor)

7.1. Calor de Evaporação e de Condensação a Altas Pressões

A uma pressão atmosférica normal, a água evapora-se e condensa-se a 100°C. No entanto, esta temperatura depende da pressão exercida sobre o liquido, a denominada pressão do vapor.

Por exemplo:

A pressão de 5 bar a água apenas ferve a 152°C.



- 1 líquido
2 gasoso

Anotações

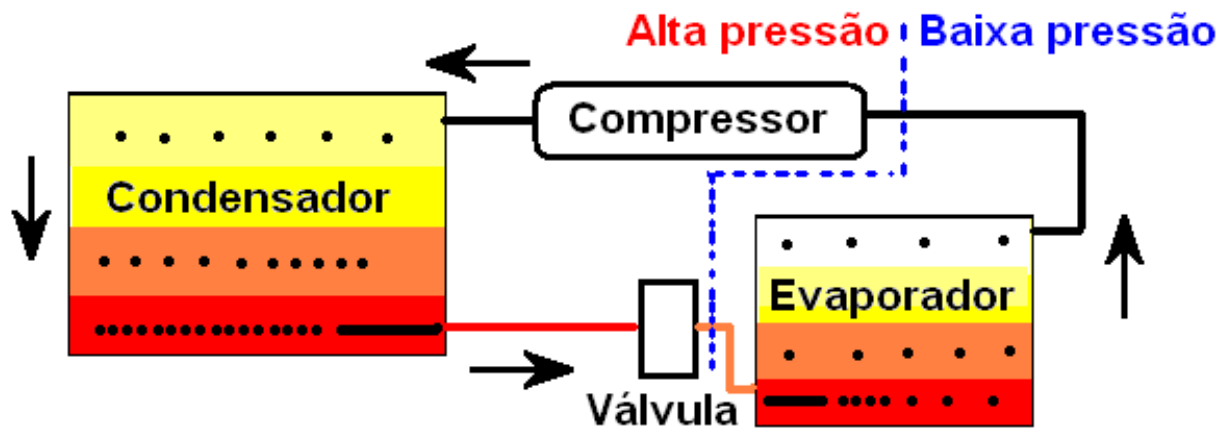
8. COMPRESSÃO E DESCOMPRESSÃO

Toda compressão exercida sobre um fluido gera um aumento de temperatura, da mesma forma toda descompressão gera uma diminuição da temperatura do fluido. Sendo um dos principais princípios de funcionamento do sistema de A/C.

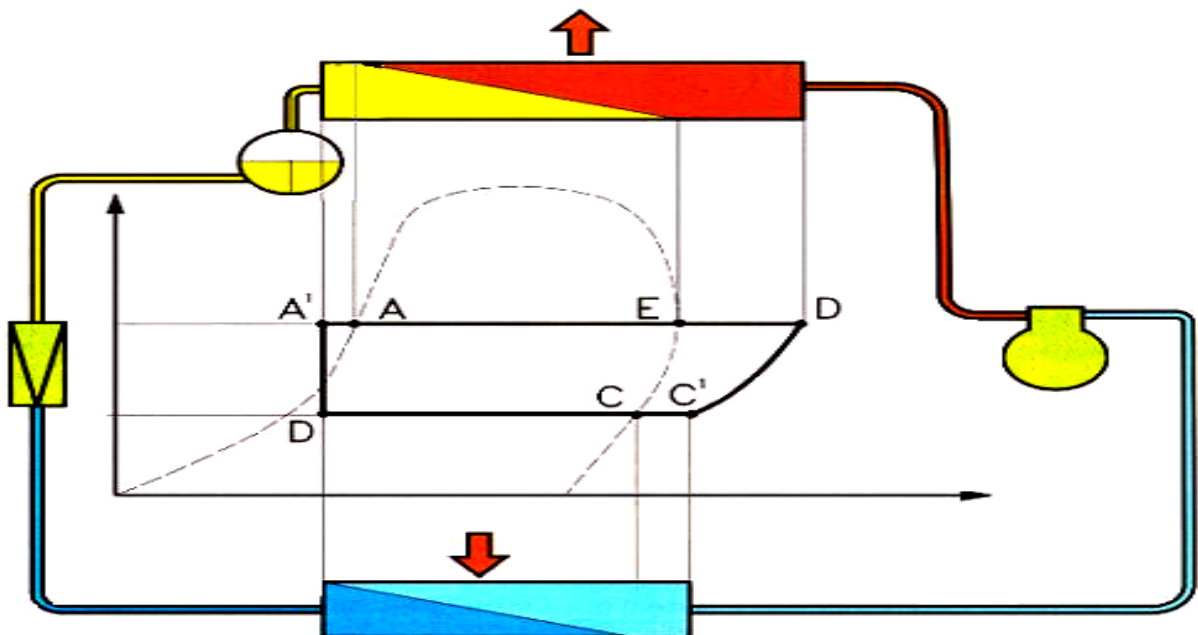
Anotações

9. PRINCIPIO DE FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE A/C

O circuito refrigerante divide-se em lado de alta pressão e lado de baixa pressão. A evaporação do refrigerante é controlada no lado de baixa pressão, enquanto a condensação é controlada no lado de alta pressão.



9.1. Ciclo Básico de Refrigeração

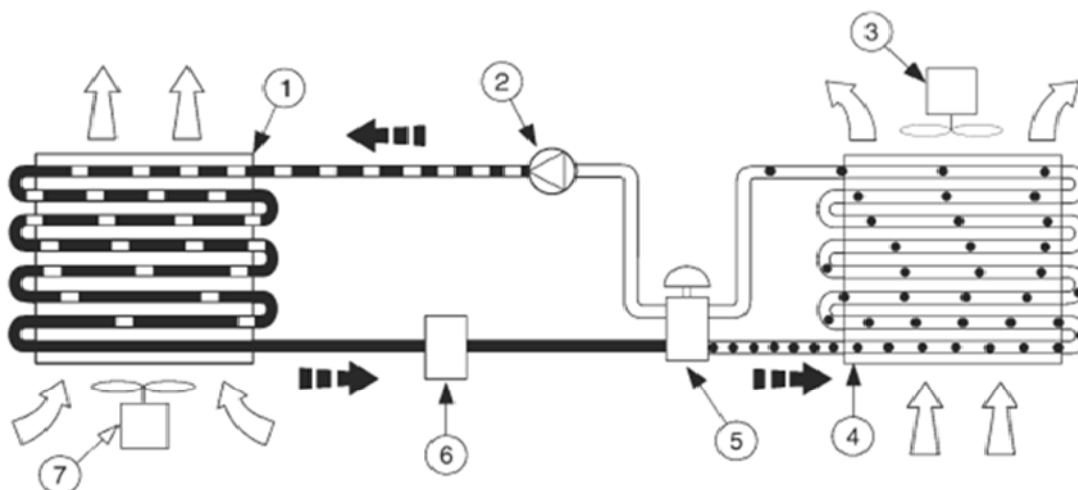


Anotações

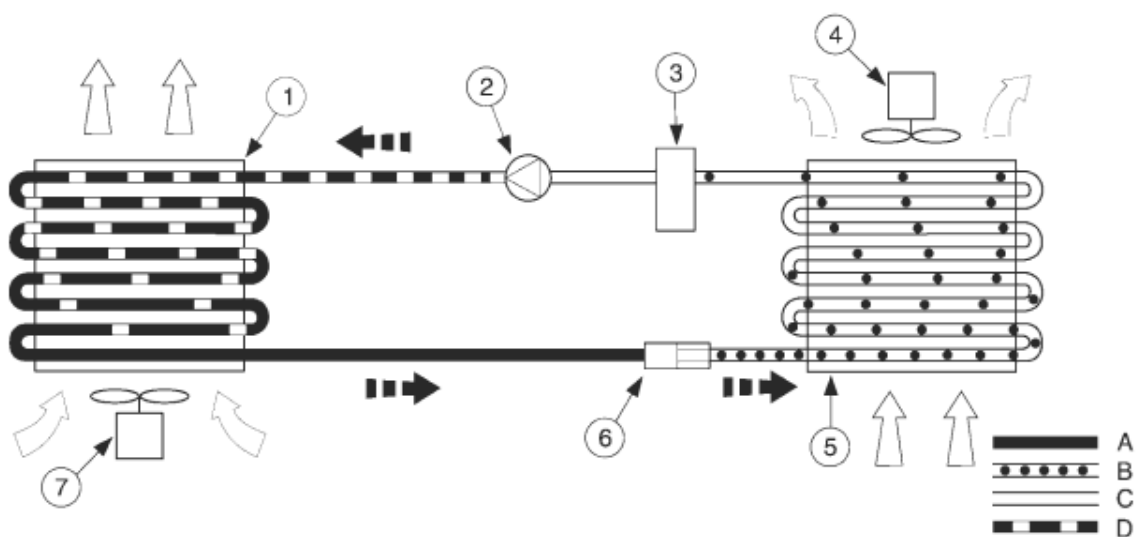
9.2. Circuitos Refrigerantes

Existem dois métodos para controlar a evaporação do fluido refrigerante

❖ Circuito refrigerante com válvula de expansão de seção variável

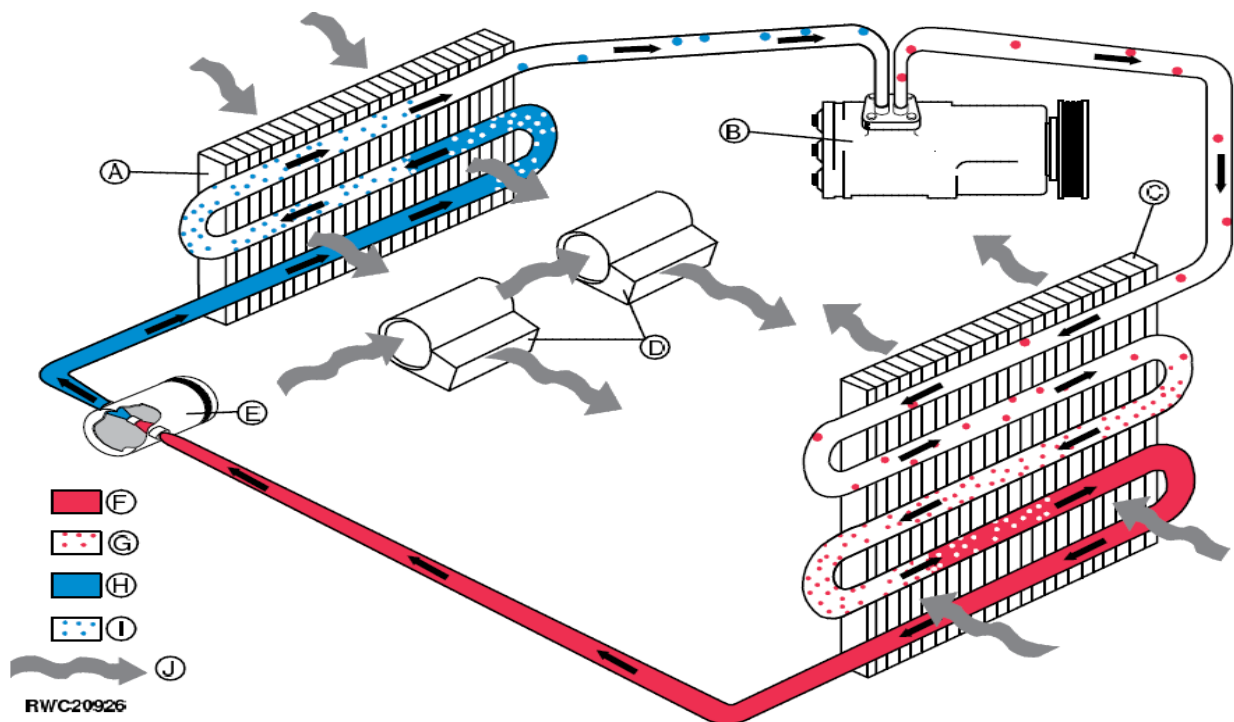


❖ Circuito refrigerante com válvula de expansão de seção fixa



Anotações

9.2.1. Ciclo do Sistema de A/C com Válvula de Expansão Variável



LEGENDA:

- A- Núcleo do Evaporador
- B - Compressor
- C - Condensador
- D - Motores do Soprador de Circulação
- E - Válvula de Expansão
- F - Líquido de Alta Pressão
- G - Gás de Alta Pressão
- H - Líquido de Baixa Pressão
- I - Gás de Baixa Pressão
- J - Vazão de Ar

1º Passo:

O compressor (B) tira o gás refrigerante de baixa pressão (I) do evaporador (A) e o comprime até virar um gás a alta pressão (G). Isso faz com que a temperatura do refrigerante fique mais alta do que a do ar exterior. Ele vai para o condensador (C) como um gás de alta pressão.

Anotações

2º Passo:

Conforme o gás de alta pressão atravessa o condensador, o calor é removido e transferido para o ar externo, que é sugado através do núcleo do condensador pela ventoinha do motor. Isso resfria o gás e o condensa em um líquido, ainda sob alta pressão. Ele vai para o receptor-secador como um líquido de alta pressão (F).

3º Passo:

O líquido de alta pressão passa então pelo receptor-secador, onde um filtro especial remove contaminadores (umidade, ácidos, sólidos, etc.). O receptor-secador também funciona como um reservatório para o refrigerante.

4º Passo:

A refrigeração e a secagem do ar da cabine, propriamente ditas, ocorrem no evaporador (A). A vazão de líquido refrigerante pelo evaporador é controlada pela válvula de expansão (E). A válvula de expansão faz com que haja queda na temperatura e na pressão do refrigerante que flui para dentro do evaporador. A válvula de pressão é uma válvula tipo diafragma que usa um orifício variável para controlar a vazão do líquido refrigerante para dentro do evaporador, de forma que a temperatura e a pressão se mantenham constantes.

5º Passo:

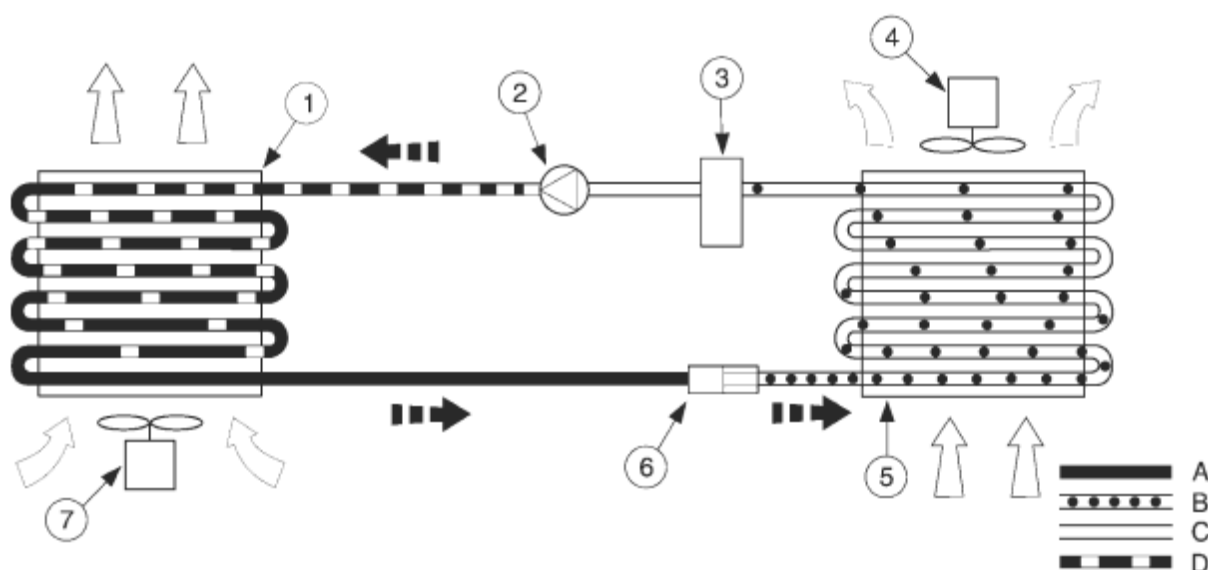
Os motores do soprador de circulação (D) puxam uma mistura de ar quente da cabine e de ar externo através do evaporador onde é resfriado pelo refrigerante. O calor absorvido pelo evaporador faz com que o refrigerante entre em ebulição e evapore.

6º Passo:

A umidade do ar quente é condensada ao entrar em contato com o núcleo resfriado do evaporador durante o processo de refrigeração, e é drenada através dos tubos conectados a um aparador embaixo do evaporador. Com o ar da cabine refrigerado e desumidificado, o ciclo do ar condicionado está completo.

Anotações

9.2.2. Ciclo do Sistema de A/C com Válvula de Expansão Variável



1º Passo:

O compressor (2) tira o gás refrigerante de baixa pressão do filtro secador (3) onde um filtro especial remove contaminadores (umidade, ácidos, sólidos, etc.). O receptor-secador também funciona como um reservatório que impede a ida de refrigerante líquido para o compressor, que o comprime até virar um gás à alta pressão. Isso faz com que a temperatura do refrigerante fique mais alta do que a do ar exterior. Ele vai para o condensador (1) como um gás de alta pressão.

2º Passo:

Conforme o gás de alta pressão atravessa o condensador (1), o calor é removido e transferido para o ar externo, que é sugado através do núcleo do condensador pela ventoinha do motor. Isso resfria o gás e o condensa em um líquido, ainda sob alta pressão. Ele vai para a válvula de expansão fixa (6) como um líquido de alta pressão.

3º Passo:

O líquido de alta pressão passa então válvula de expansão fixa (6), onde um filtro especial remove contaminadores.

Anotações

4º Passo:

A refrigeração e a secagem do ar da cabine, propriamente ditas, ocorrem no evaporador (5). A vazão de líquido refrigerante pelo evaporador é controlada pela válvula de expansão (6). A válvula de expansão faz com que haja queda na temperatura e na pressão do refrigerante que flui para dentro do evaporador. A válvula de pressão é uma válvula tipo fixo para não controlando a vazão do líquido refrigerante para dentro do evaporador.

5º Passo:

Os motores do soprador de circulação (4) puxam uma mistura de ar quente da cabine e de ar externo através do evaporador onde é resfriado pelo refrigerante. O calor absorvido pelo evaporador faz com que o refrigerante entre em ebulição e evapore.

6º Passo:

A umidade do ar quente é condensada ao entrar em contato com o núcleo resfriado do evaporador durante o processo de refrigeração, e é drenada através dos tubos conectados a um aparador embaixo do evaporador. Com o ar da cabine refrigerado e desumidificado, o ciclo do ar condicionado está completo.

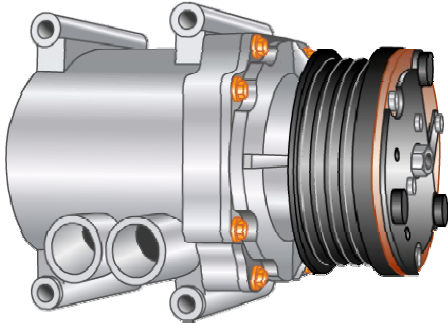
Anotações

10. COMPONENTES DOS SISTEMAS DE A/C

10.1. Compressor

Funções:

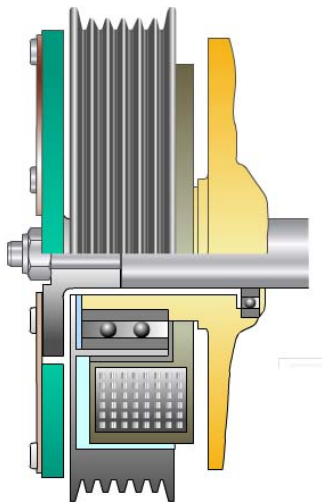
- ❖ Aumentar a pressão e a temperatura do gás refrigerante
- ❖ Bombear o gás refrigerante



- 1- Responsável pela compressão e circulação do refrigerante.
- 2- Ele comprime vapor, aumentando sua pressão e temperatura.
- 3- Só deve comprimir vapor.

10.1.1. Embreagem magnética

Responsável pela ligação da polia do com o núcleo do compressor.

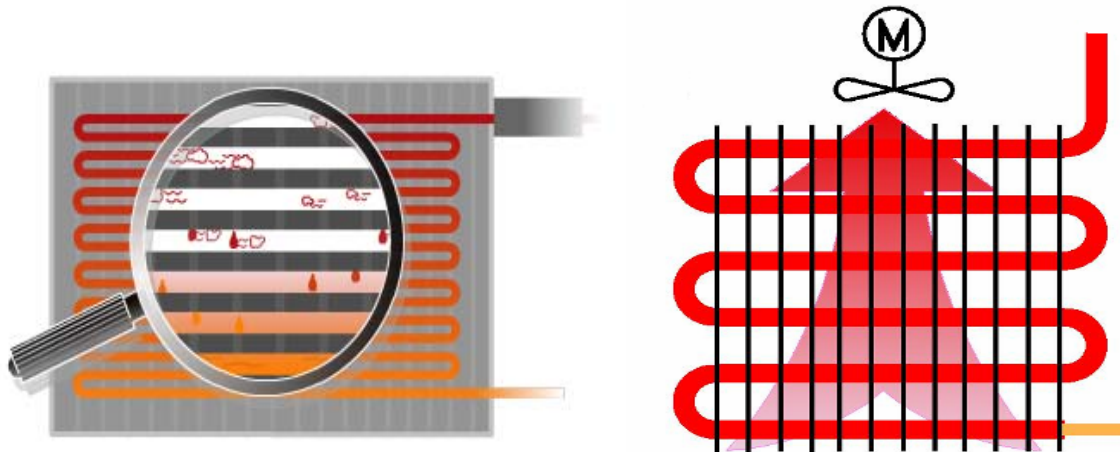


Anotações

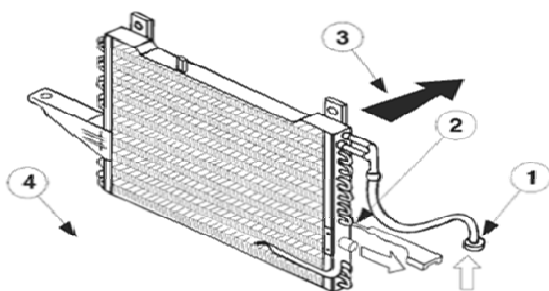
10.2. Condensador

Arrefecer e liquefazer o gás refrigerante.

No circuito refrigerante do sistema de ar-condicionado, o refrigerante gasoso previamente comprimido e aquecido, passa através de um condensador constituído por numerosas aletas de arrefecimento. O ar exterior mais frio ao passar pelo condensador arrefece o refrigerante de uma forma tão brusca que este se condensa.



1. É nele que ocorre a condensação do refrigerante.
2. Rejeita calor para o ambiente ou meio externo.
3. No ciclo ideal, o processo de condensação ocorre a uma pressão constante denominada pressão de condensação.



1. Refrigerante gasoso quente
2. Refrigerante líquido frio
3. Ar quente
4. Ar frio

Anotações

10.3. Tanque Filtro-secador

Os filtros secadores são compostos por partículas dessecantes e deve ser escolhidas de acordo com sua aplicação, levando em conta o fluido refrigerante, pressões de trabalho e fluxo de massa.

Os refrigerantes R134a exigem um filtro secador com capacidade de absorver umidade maior do que os filtros aplicados para R12. Devem ser usados filtros específicos para R134a, por possuírem capacidade de absorção de água 20% maior que os filtros normais.



Os adsorventes são produtos extremamente porosos, sendo comum possuírem superfícies específicas de 500 a 1.000 m² por grama. É esta imensa superfície que cria a condição essencial ao fenômeno de adsorção (que é comparável ao conhecido fenômeno da condensação).

10.3.1 Filtro Secador Para Sistema Válvula de Expansão Variável

Normalmente encontrada na linha de alta na saída da unidade condensadora.

Função:

- ❖ Filtrar
- ❖ Secar
- ❖ Reservatório de refrigerante líquido.

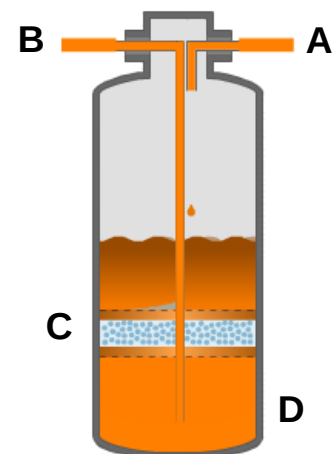
LEGENDA:

A - Linha de Entrada

B - Linha de Saída

C - Elemento Secador

D - Reservatório de Refrigerante líquido



Anotações

10.3.2. Filtro Secador Para Sistema Válvula de Expansão Fixa

Normalmente é encontrado na linha de baixa pressão após a saída da evaporadora.

Função:

- ❖ Filtrar
- ❖ Secar
- ❖ Reservatório de refrigerante gasoso
- ❖ Proteger o compressor.

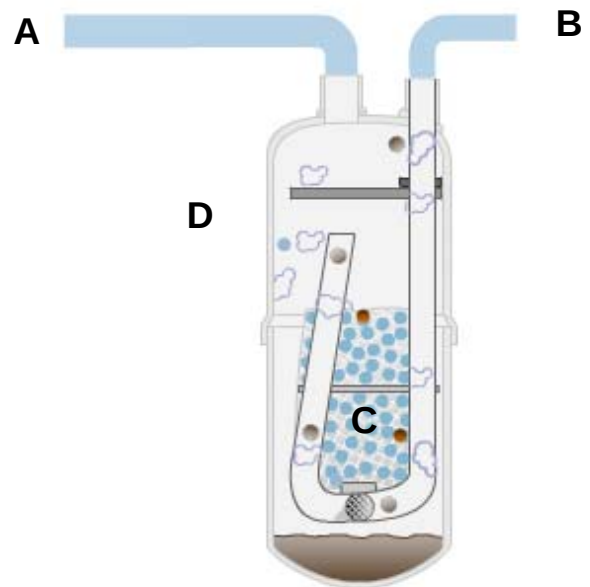
LEGENDA:

A - Linha de Entrada

B - Linha de Saída para o compressor

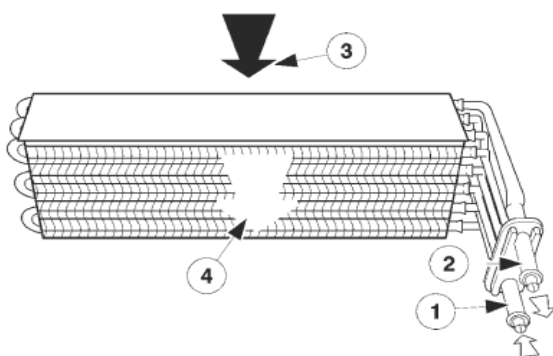
C - Elemento Secador

D - Reservatório de Refrigerante Gasoso



10.4. Evaporadora

O líquido refrigerante é bombeado a alta pressão para a válvula de expansão e daí injetado para o evaporador. A súbita queda de pressão obriga o refrigerante a evaporar e arrefecer, reduzindo a temperatura do evaporador.



1. Refrigerante líquido frio
2. Refrigerante gasoso quente
3. Ar quente
4. Ar frio

Anotações

Função do evaporador:

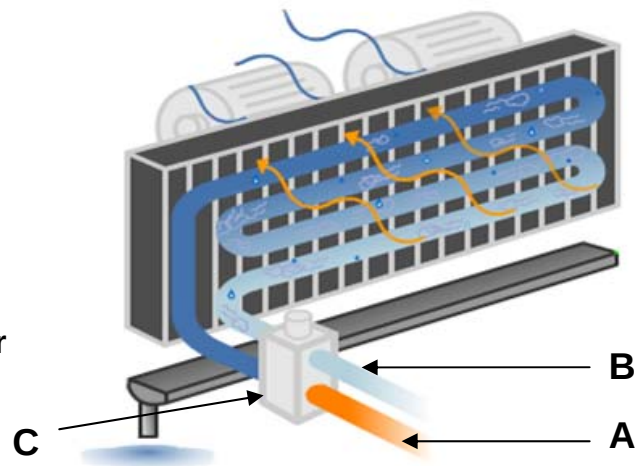
- ❖ Arrefecer o ar que circula pelo interior do veículo
- ❖ Secar o ar que circula pelo interior do veículo.

LEGENDA:

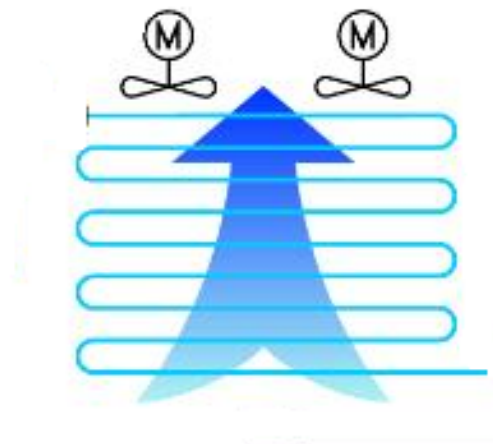
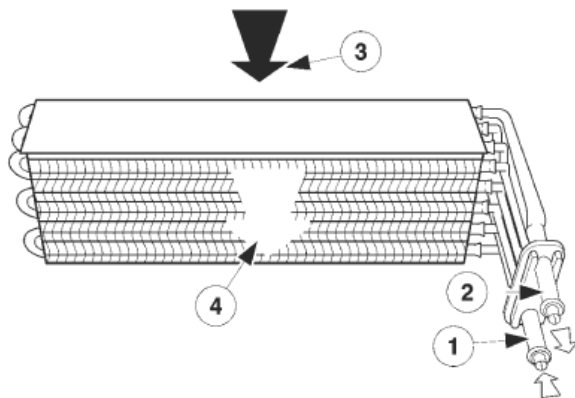
A - Linha de Entrada

B - Linha de Saída para o compressor

C - Válvula de Expansão



1. É nele que ocorre a evaporação do refrigerante
2. E Retirado calor do ambiente ou meio a ser refrigerado.
3. No ciclo ideal, o processo de evaporação ocorre a uma pressão constante denominada pressão de evaporação.



Anotações

10.4. Válvula de Expansão

É um dispositivo que promove a expansão do líquido refrigerante em líquido+gás. Realizando assim a queda de pressão no ciclo, caindo da pressão de condensação até a pressão de evaporação.

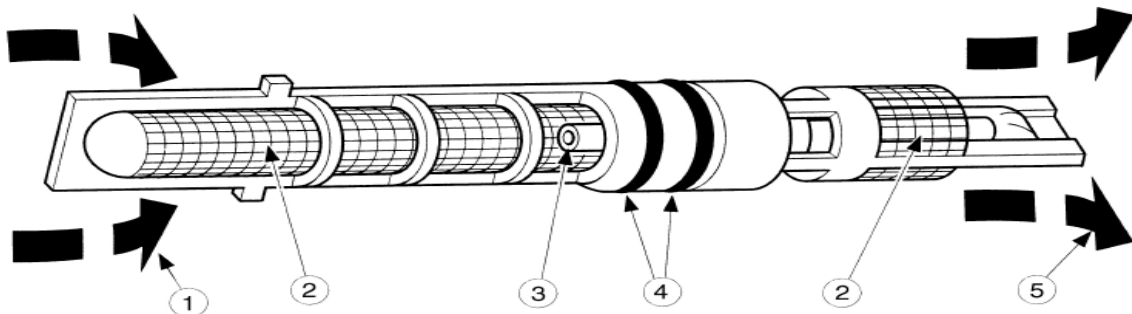
Obs. Só deve expandir líquido

Existem dois tipos:

- ❖ Válvula de Expansão Fixa
- ❖ Válvula de Expansão Variável

10.4.1. Válvula de Expansão Seção Fixa

Possui um orifício calibrado para expansão do refrigerante que não se altera.



Legenda

1. Entrada do lado da alta pressão
2. Filtro de rede
3. Diâmetro interno no tubo de orifício fixo
4. Vedante
5. Saída no lado da baixa pressão

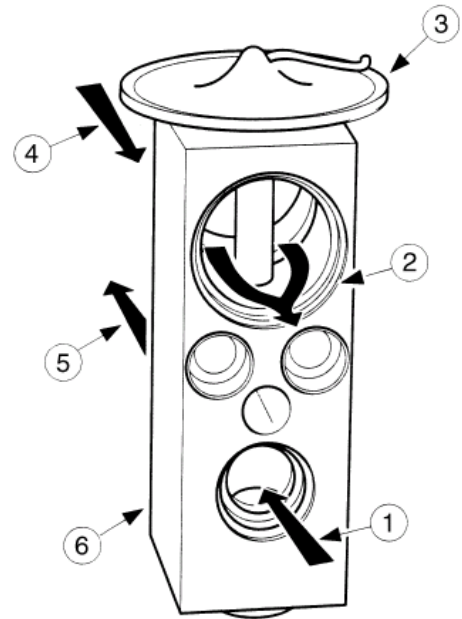
Anotações

10.4.2. Válvula de Seção Variável

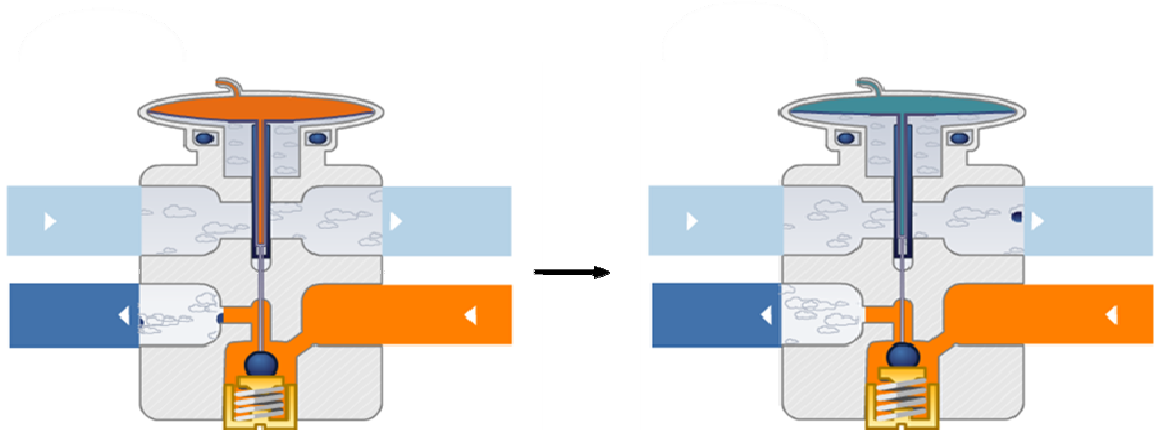
Promove a expansão do líquido em líquido+gás, controlando a vazão de refrigerante para dentro da evaporadora, em função da temperatura do refrigerante na saída da evaporadora. Realiza a queda de pressão no ciclo, caindo da pressão de condensação até a pressão de evaporação.

Legenda:

1. Refrigerante líquido do tanque filtro-secador
2. Refrigerante gasoso para compressor
3. Cabeça do diafragma
4. Refrigerante gasoso do evaporador
5. Refrigerante líquido para evaporador
6. Corpo de válvula



Regular a quantidade do refrigerante que circula através da evaporadora; e separa o lado de alta pressão do sistema do lado de baixa pressão



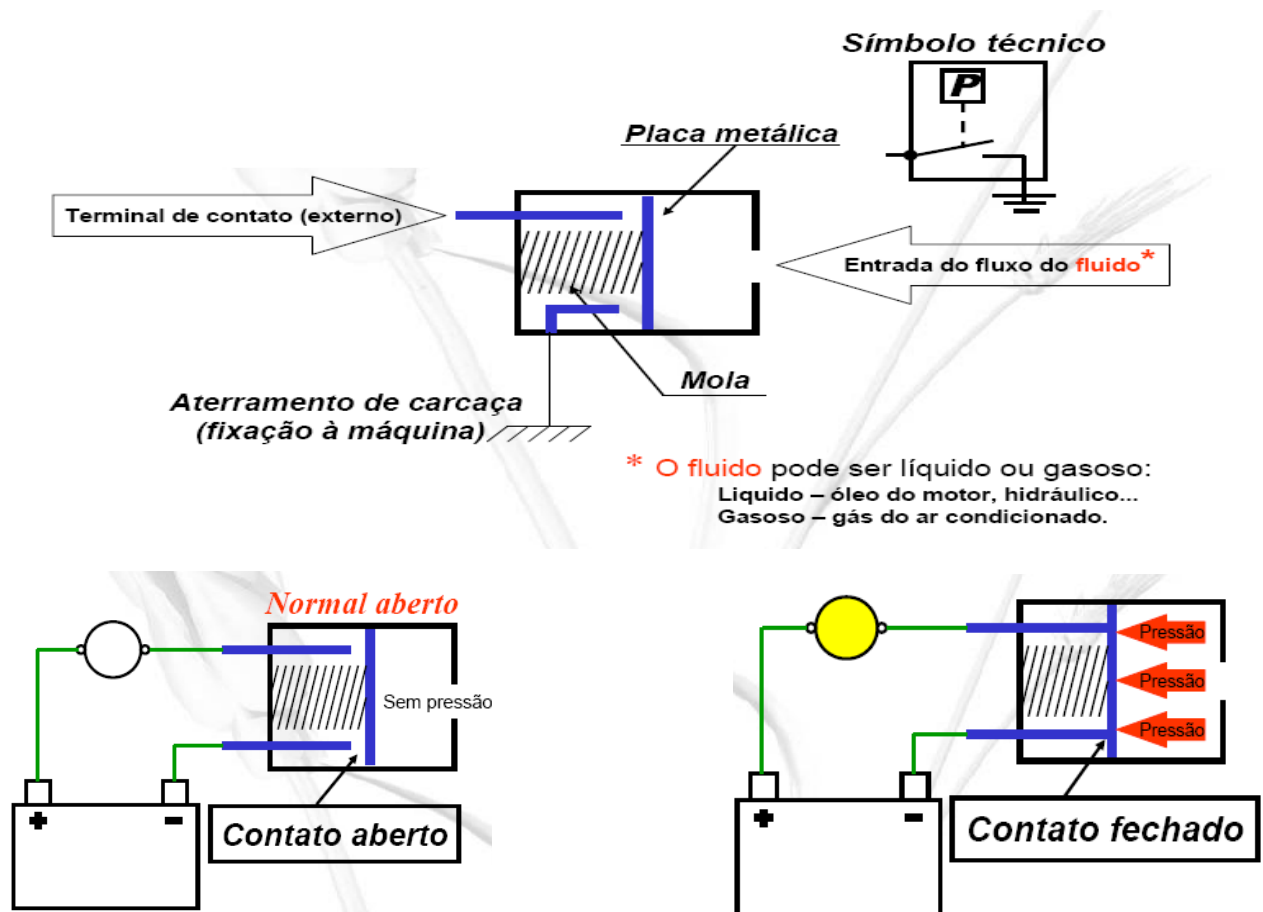
Anotações

10.5. Pressostatos

É interruptores sensíveis a pressão, instalados nas linhas de alta e baixa pressão do sistema de A/C, com o objetivo de proteger o sistema contra pressões excessivamente altas ou baixas, também podem ser instalados com o objetivo de controlar a ventoinha.

10.5.1. Interruptor de Baixa Pressão

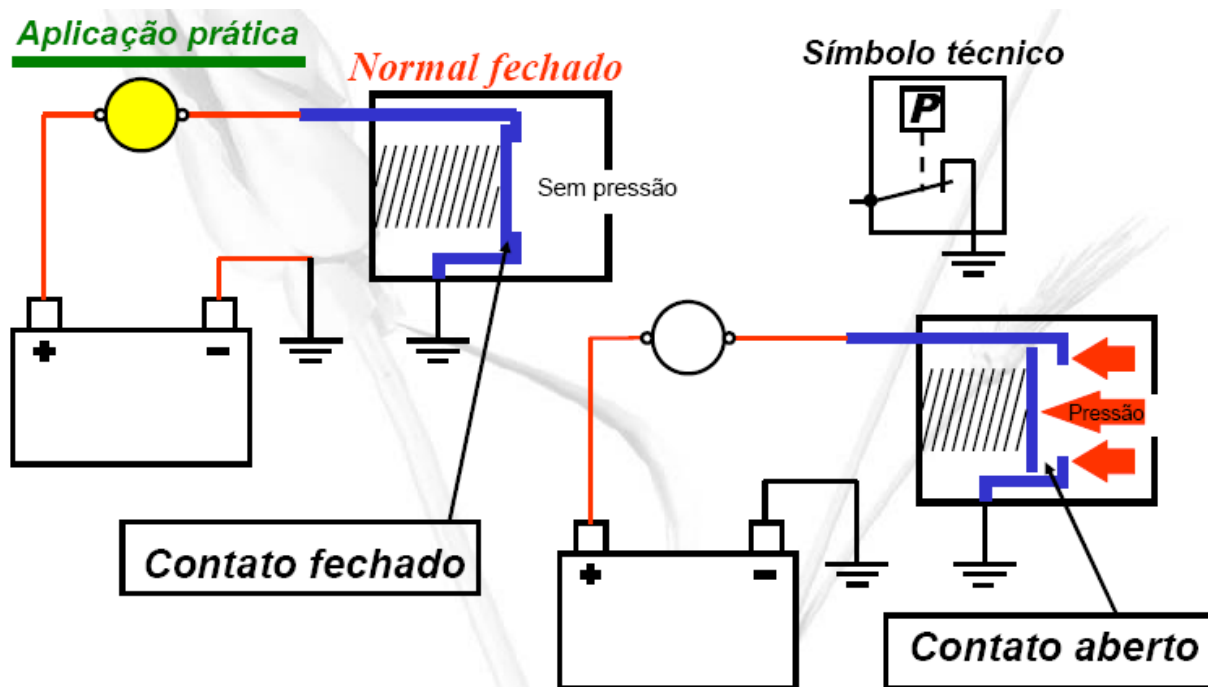
Proteger o sistema contra pressões baixas ou falta de refrigerante, encontra-se montado na linha de baixa pressão, e é um interruptor normalmente aberto só se fecha com pressão.



Anotações

10.5.2. Interruptor de Alta Pressão

Proteger o sistema contra pressões altas e excesso de refrigerante, se encontra instalado na linha de alta pressão do sistema e é um dispositivo normalmente fechado, vindo a abrir somente quando a pressão ultrapassar o seu limite de trabalho, que pode variar de sistema para sistema.



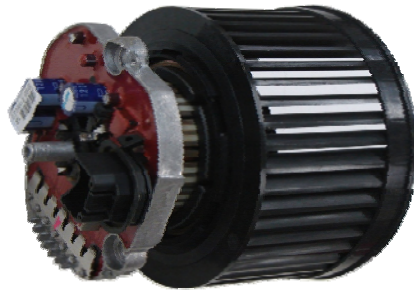
10.6. Tubulações

Os materiais metálicos usados atualmente nos sistemas de refrigeração como aço, cobre e alumínio são totalmente compatíveis com o R134a. Testes de armazenamento com refrigerante úmido apresentaram boa estabilidade à hidrólise e nenhum ataque corrosivo em metais como o aço inoxidável, cobre latão e alumínio.

Anotações

10.7. Circulador de Ar

Constituído de um motor elétrico com uma hélice que irá aspirar o ar e impulsioná-lo para as saídas no interior do veículo. Este motor possui um controle de velocidade (rotação) de modo a impulsionar uma quantidade maior ou menor de ar com o objetivo de aquecer a evaporadora e levar ar frio para o interior do veículo.



10.8. Mangueiras e Vedações

Elastômeros como o Nylon, Neoprene e CAF são adequados para o uso com o R134a. Outros como a borracha natural, Butyl e Vitons formam bolhas na presença do R134a.

Devido à estrutura molecular do R134a ser diferente dos CFC's, alguns tipos de mangueiras usadas com o R12 não podem ser usados com o R134a, como por exemplo, as mangueiras usadas para o vácuo e carga de gás de sistemas de refrigeração.

As mangueiras para o R134a devem ser revestidas com poliamida ou feitas de um material compatível com este gás.

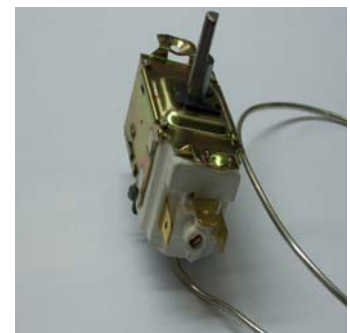
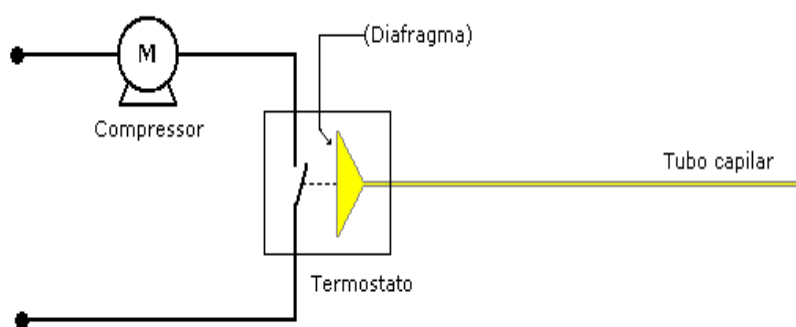
Os engates rápidos utilizados para o R12 também não podem ser usados com o R134, pois suas vedações são de borrachas não compatíveis com este gás.

Anotações

10.9. Termostato (Interruptor de Descongelamento)

O interruptor de descongelamento está localizado no alojamento do evaporador/núcleo do aquecedor, na parede dianteira. Tem uma linha sensora capilar que está inserida no evaporador, para sentir a temperatura do núcleo. O interruptor controla a temperatura do evaporador ligando e desligando o compressor, de acordo com a temperatura do núcleo. Se a temperatura do núcleo se resfriar até -1°C (30°F), o interruptor se abre e desliga o compressor. Quando a temperatura do núcleo aumenta até 3°C (37°F), os contatos do interruptor se fecham e ligam o compressor.

Eles são constituídos normalmente por um Tubo Capilar (tubo muito fino, cujo diâmetro interno se assemelha a de um fio de cabelo) preenchido de gás. Uma das extremidades deste tubo fica encostada no ponto onde se quer medir a baixa temperatura (normalmente na placa fria do refrigerador). A outra extremidade termina num diafragma de metal, que se apóia em um balancim com mola para acionamento do contato. A variação de temperatura no tubo provoca a dilatação/contraindo do gás em seu interior, movimentando o diafragma e acionando o contato. A regulagem da distancia do contato ou da pressão da mola permitirá a alteração da temperatura de abertura do contato.



Anotações

11. PROCEDIMENTOS DE DIAGNÓSTICO

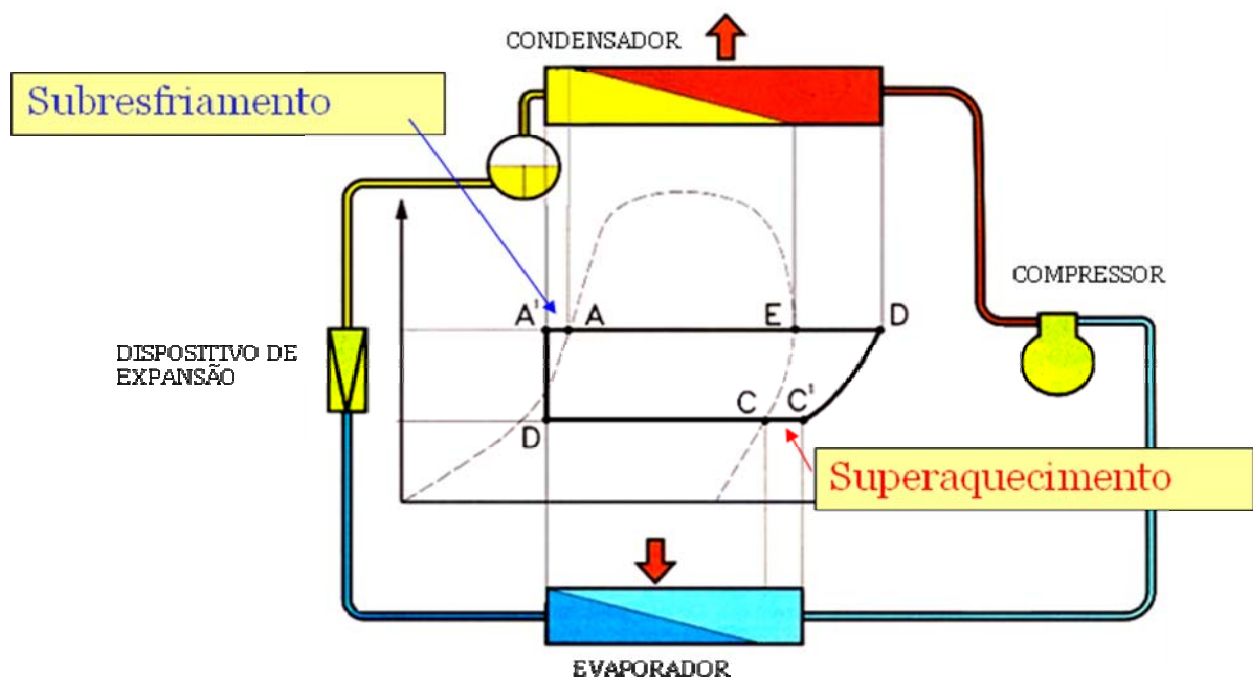
Para determinar se foi aplicada a quantidade correta de refrigerante, se o sistema esta operando na faixa correta de trabalho, evitando assim retorno de refrigerante liquido para o compressor deve-se verificar o **superaquecimento e o sub-resfriamento**.

11.1. Superaquecimento

Aquecimento adicional do gás saturado, para garantir que não exista líquido indo para o compressor, uma vez que líquido não é compressível.

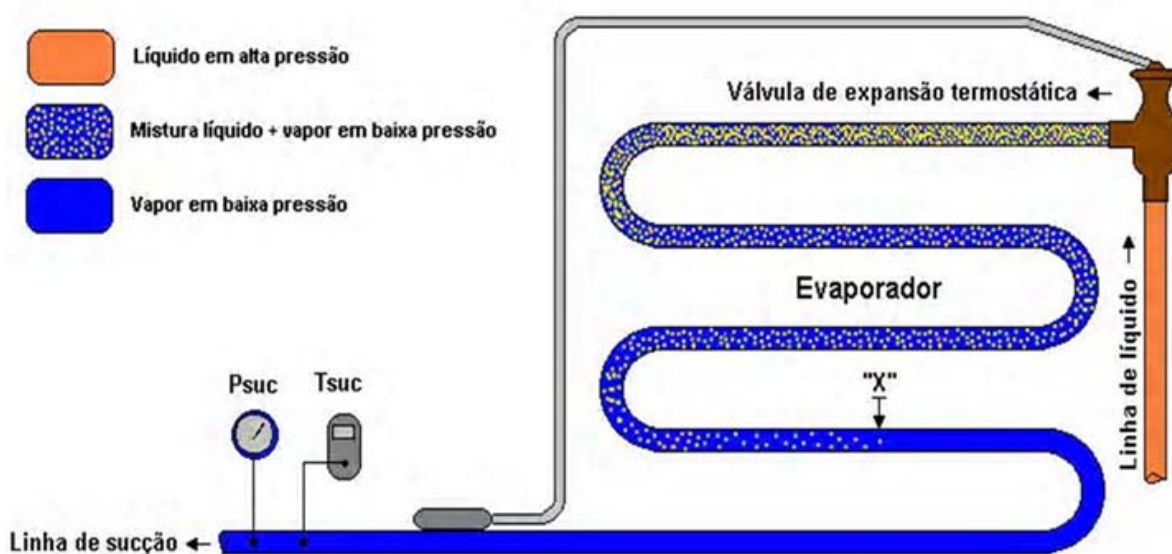
11.2. Sub-resfriamento

Resfriamento adicional do líquido saturado, para garantir que não exista vapor indo para a válvula de expansão.



Anotações

11.3 Superaquecimentos - Medindo e calculando



1. Instalar manômetro de alta e baixa.
2. Instalar o sensor de temperatura na saída do evaporador (isolar bem o sensor).
3. Aguardar por alguns minutos e anotar a pressão e a temperatura.
4. Converter a pressão para temperatura
5. Efetuar os cálculos:
6. $TSE - TEV = \text{Superaquecimento}$

Alta Temperatura	$>0^{\circ}\text{C}$	6 a 10°C
Média Temperatura	Abaixo de 0°C	5 a 8°C
Baixa Temperatura	Abaixo de -18°C	3 a 5°C

Anotações

11.3.1. Superaquecimento muito baixo

Poderá ocorrer retorno de líquido para o compressor, ocasionado quebra prematura do compressor devido a diluição do óleo no refrigerante e o retorno de líquido na linha de sucção do compressor, travamento dos pistões.

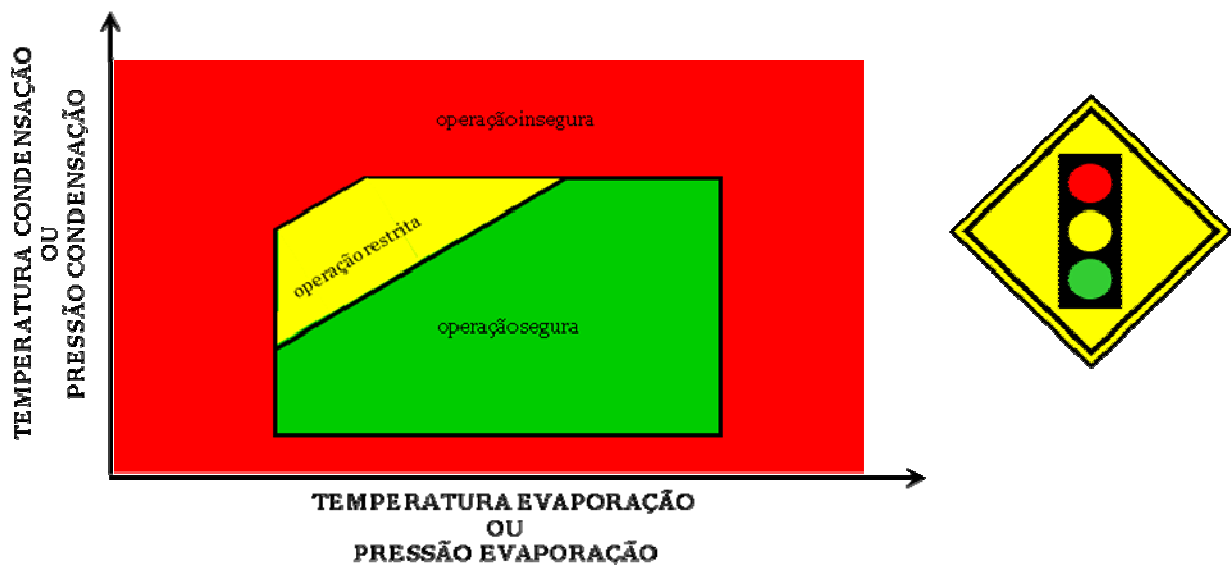
11.3.2. Superaquecimento muito alto

Ocasionara altas temperaturas de descarga podendo carbonizar o óleo, lubrificante do sistema, danos aos anéis e pistões, paredes dos cilindros e camisas, de um modo geral poderá reduzir a vida útil do compressor.

Aumento da temperatura de trabalho do compressor.

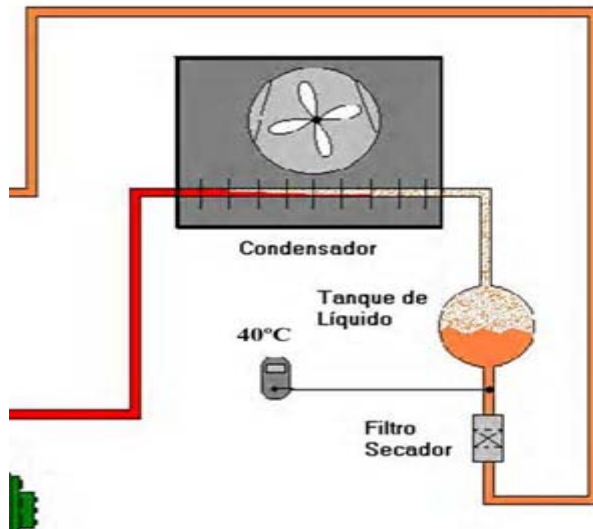
Redução na capacidade de resfriamento do sistema.

11.5. Envelope do Compressor



Anotações

11.6. Sub-resfriamento - Medindo e calculando



1. Instalar manômetro de alta e baixa.
2. Instalar o sensor de temperatura na saída do condensador (isolar bem o sensor).
3. Aguardar por alguns minutos e anotar a pressão e a temperatura.
4. Converter a pressão para temperatura
5. Efetuar os cálculos:
6. $TSE - TCD = \text{Sub-resfriamento}$

Anotações

11.4.1. Por que os Compressores quebram

Principais falhas



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COCKERILL, T. **Fluid Mechanics and Thermodynamics of a Ranque-Hilsch Vortex Tubes**. 1998. 294p. Dissertação (Mestrado). Universidade de Cambridge. Cambridge, 1998.

COMPRESSED AIR AND GAS INSTITUTE. manual de ar comprimido e gases. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.

DELPHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, CONFORT & CONVENIENCE. Disponível em: <<http://delphi.com/products/auto/confort>>. Acesso em: 01/06/2005.

DERRY, T.; WILLIAMS, T. **A Short history of Technology**: from the earliest times to A.D. 1900. New York: Dover Publications, 1993.

DORNBAND, H. Theoretical and Experimental Study of Vortex Tubes. **Air Force Technical Report No. 6128**. U.S. Department of Commerce Office of Technical Services. Washington DC, Junho 1950

EXAIR CORPORATION. Manufacturing compressed air for industry, Vortex Tubes.

Disponível em < http://www.exair.com/vortextube/vt_page.htm>. Acesso em 01/06/2005.

FIAT. Disponível em <www.fiat.com.br>. Acesso em 01/06/2005.

FORD. Disponível em <www.ford.com.br>. Acesso em 01/06/2005.

FORREST, W.; BHATTI, M. Energy efficient automotive air conditioning system. In:

PROGRESS IN CLIMATE CONTROL TECHNOLOGIES. **SAE 2002 World Congress**. Detroit: 2002.

GENERAL MOTORS DO BRASIL. Apostila de Treinamento em ar condicionado, Assistência Técnica General Motors, 2003.

GENERAL MOTORS DO BRASIL. Disponível em <www.gm.com.br>. Acesso em 01/06/2005.

Anotações
