

**VAMOS CONHECER JUNTOS O MARAVILHOSO MUNDO
DA CLIMATIZAÇÃO COM SPLIT SYSTEM**

Índice

1.Geração da energia elétrica.....	2-5
2.Grandezas elétricas fundamentais.....	6-10
3.Tipos de correntes elétricas.....	11-15
4.Multiplos submultiplos.....	15
5.Multímetro digital.....	16-18
6.Resistores.....	19-23
7.Capacitores.....	24-29
8.Magnetismo.....	30-32
9.Eletromagnetismo.....	32-38
10.Transformadores.....	38-41
11.O relé eletromagnético.....	41-42
12.Condutores elétricos.....	43-45
13.Ferramentas para executar os circuitos elétricos	46-49
14.Emendas de condutores.....	50-54
15.Disjuntor termomagnético.....	55-58
16.Disjuntor DR.....	59-61
17.Novo padrão de tomadas.....	62-65
18.Aterramento elétrico.....	66
19.Termodinâmica	67-77
20.Pressão.....	77-84
21.Estados e fases da matéria	85-90
22.Princípios básicos da refrigeração	91-112
23.Componentes elétricos gerais.....	112-118
24.Fluidos refrigerantes.....	119-128
25.Ferramentas e operações básicas.....	129-132
26.Princípios de soldagem.....	132-139
27.Reoperação da unidade selada.....	140-147
Instalação de split system(anexo)	

**INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO
DE SPLIT-SYSTEM**

ELETROTÉCNICA PARA REFRIGERAÇÃO



A presente Apostila visa passar informações aos leitores a respeito de:

Leis que regem os circuitos elétricos e componentes empregadas em instalações elétricas residências e prediais, também com o intuito de capacitar os participantes do curso, para executar instalações elétricas, e como também a sua manutenção corretiva e preventiva.

Em nosso dia-dia utilizamos diversas formas de energia desde o instante que levantamos, tomamos um banho quente, assamos o pão na torradeira, passamos a roupa, ligamos uma TV em fim estamos rodeados de aparelhos eletroeletrônicos e estamos usando constantemente uma forma de energia que é essencial para as atividades no planeta, que tipo de energia estamos falando? Se você pensou em energia elétrica acertou.

A eletricidade se manifesta de diversas formas através de um efeito magnético, térmicos, luminosos, químicos e fisiológicos, como por exemplo: o aquecimento de uma resistência para esquentar a chapa de um ferro de passar (**energia térmica**) a luz de uma lâmpada (**energia luminosa**) a eletrolise da água (**energia química**) a contração de um músculo ao sofrer uma descarga elétrica (**efeito fisiológico**). A rotação de motor (**energia mecânica**).

Com base nestes exemplos podemos afirmar que a eletricidade não é criada e sim transformada e que a energia elétrica não pode ser destruída.

1. GERAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA

Como já vimos à eletrostática é a área que estuda a eletricidade estática. Esta por sua vez, referiu-se as cargas armazenadas em um corpo, ou seja, a sua energia potencial.

Por outro lado, a eletrodinâmica estuda a eletricidade dinâmica que se refere ao movimento dos elétrons livres de um átomo para outro.

Para haver movimento dos elétrons livres de um corpo, é necessário aplicar nesse corpo uma tensão elétrica.

Essa tensão resulta na formação de um pólo com excesso de elétrons denominados pólos negativos e de outro com falta de elétrons denominados pólo positivo. Essa tensão é formada por uma fonte geradora de eletricidade.

Fontes geradoras de energia elétrica

A existência de tensão é fundamental para o funcionamento de todos os aparelhos elétricos. As formas geradoras são os meios pelos quais se pode fornecer a tensão necessária ao funcionamento desses consumidores.

Estas fontes geram energia elétrica de varias formas.

Por ação térmica;
Por ação dos ventos;
Por ação mecânica;
Por ação química;
Por ação magnética;

-Geração elétrica por ação térmica

Uma Usina termoeletrica é uma instalação destinada a converter a energia de um combustível em energia elétrica. O combustível armazenado em tanques (**gás natural, carvão óleo, etc**) é enviado para a usina, para ser queimado na caldeira, que gera vapor a partir da água que circula por tubos em suas paredes.

O vapor é que movimenta as pás de uma turbina, ligada diretamente a um gerador de energia elétrica. Essa energia é transportada por linhas de alta tensão aos centros de consumo. O vapor é resfriado em um condensador, a partir de um circuito de água de refrigeração.

Essa água pode provir de um rio, lago ou mar, dependendo da localização da usina, e não entra em contato direto com o vapor que será convertido outra vez em água, que volta aos tubos da caldeira, dando início a um novo ciclo.

Como todo tipo de geração de energia causa impactos ambientais, com termoeletricidade não é diferente: ela é a responsável pelo aumento do efeito estufa, o aquecimento demasiado da superfície terrestre, chuva ácida, etc, além de exigir muito dinheiro para a compra de combustíveis.

A queima de gás natural lança na atmosfera grandes quantidades de poluentes, além de ser um combustível fóssil que não se recupera.

O Brasil lança por ano 4,5 milhões de toneladas de carbono na atmosfera, com as usinas termoeletricas esse indicador chegará 16 milhões.

As termoeletricas têm a vantagem de podem serem instaladas mais próximas dos centros consumidores, diminuindo assim a extensão das linhas de transmissão, minimizando conseqüentemente as perdas ao longo dessas linhas, que poderiam chegar até a 16%.



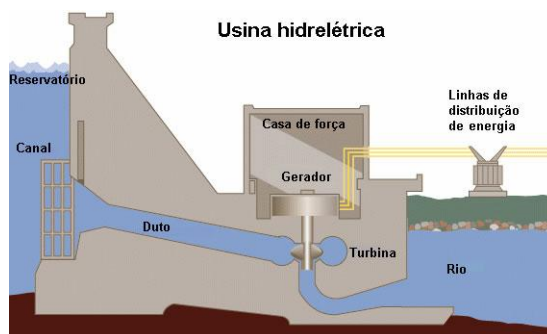
-Geração elétrica por ação dos ventos (eólica)

A energia eólica é a energia cinética resultante dos deslocamentos de massas de ar, gerados pelas diferenças de temperatura na superfície do planeta. Resultado da associação da radiação solar incidente no planeta com o movimento de rotação da terra, fenômenos naturais que se repetem. Por isso é considerada energia renovável.



-Geração elétrica por ação mecânica

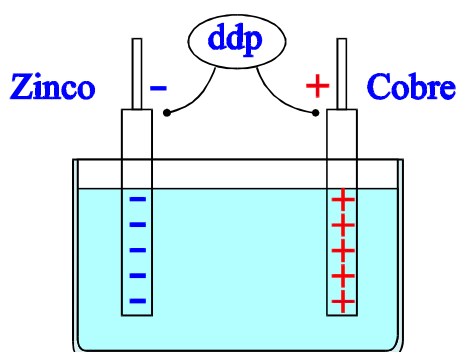
Na hidroelétrica que usa a água represada a certa altura, quando abrir as comportas, a força das águas fará com que gire uma turbina que por sua vez gerará uma tensão elétrica através da indução eletromagnética.



-Geração elétrica por ação química

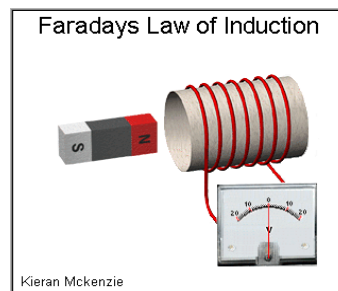
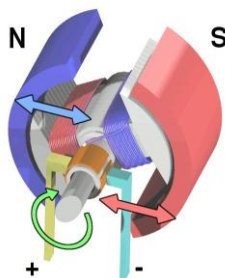
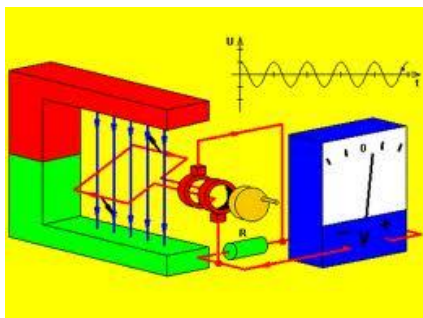
Outro meio de se obter eletricidade é por meio da ação química. Isso acontece da seguinte forma dois metais diferentes como cobre e zinco são colocados dentro de uma solução química (ou eletrólito) composta de sal ($H_2O + NaCl$) ou ácido sulfúrico ($H_2O + H_2SO_4$) constituindo-se de uma célula primária.

A reação química entre o eletrólito e os metais varia retirando os elétrons do zinco. Estes passam pelo eletrólito e vão se depositando no cobre. Dessa forma, obtém-se uma diferença de potencial, ou tensão, entre os bornes ligados no zinco (negativo) e no cobre (positivo).



-Geração elétrica por ação magnética

O modo mais comum de gerar eletricidade em larga escala sem dúvida é por efeito magnético. A eletricidade gerada por ação magnética é produzida quando um condutor é movimentado dentro do raio de ação de um campo magnético. Isso cria uma D.D.P que aumenta ou diminui com o aumento ou diminuição da velocidade do condutor ou da intensidade do campo magnético.

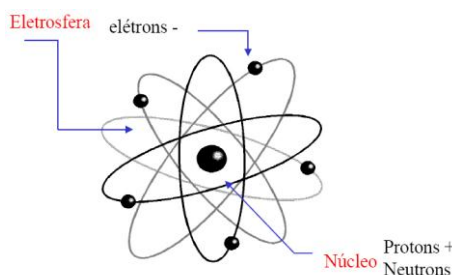


2. GRANDEZAS ELÉTRICAS FUNDAMENTAIS

Tensão, Corrente, Resistência e Potência Elétrica

Se observarmos, veremos que estamos cercados de circuitos elétricos e equipamentos eletro-eletrônicos, em nossa casa, no trabalho, diversão, ou seja, são produtos que sem eles nossa vida sofreria uma grande transformação, ou até mesmo um caos. Todos esses equipamentos trazem a integridade das três grandezas fundamentais para o estudo da eletricidade, são elas a Tensão, a Corrente e a Resistência elétrica.

Recorremos à estrutura básica do átomo para início de nossa análise e estudos. O átomo é formado por um núcleo onde estão as cargas positivas (**prótons**) e as cargas neutras (**nêutrons**); em órbita nas camadas orbitais se localizam os **elétrons** com carga negativa. Serão estes elétrons responsáveis pela corrente Elétrica que estudaremos.



Carga Elétrica

Um corpo tem carga negativa se nele há um excesso de elétrons e positiva se há falta de elétrons em relação ao número de prótons. A quantidade de carga elétrica de um corpo é determinada pela diferença entre o número de prótons e o número de elétrons que um corpo contém. O símbolo da carga elétrica de um corpo é Q , expresso pela unidade Coulomb (C). A carga de um Coulomb negativo significa que o corpo contém uma carga de $6,24 \times 10^{18}$ mais elétrons do que prótons.

-Tensão Elétrica (V)

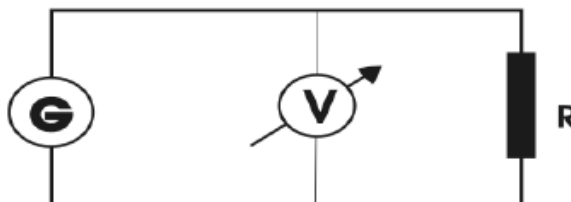
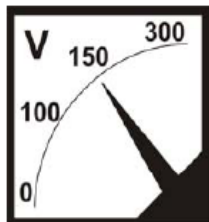
Graças à força do seu campo eletrostático, uma carga pode realizar trabalho ao deslocar outra carga por atração ou repulsão. Essa capacidade de realizar trabalho é chamada potencial.

Quando uma carga for diferente da outra, haverá entre elas uma diferença de potencial (E). A soma das diferenças de potencial de todas as cargas de um campo eletrostático é conhecida como força eletromotriz.

A diferença de potencial (ou tensão) ou força eletromotriz, tem como unidade fundamental o volt(V). Podemos afirmar para facilitar o entendimento que: diferença de potencial ou **tensão elétrica é uma força em forma de ddp capaz de mover cargas elétricas (elétrons) através dos condutores elétricos.**

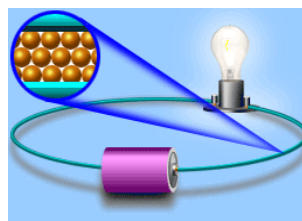
O equipamento destinado a medida da diferença de potencial (ddp) é o voltímetro.

Nas figuras abaixo ilustramos o voltímetro, e a forma em que o mesmo é inserido no circuito (ligado em paralelo).

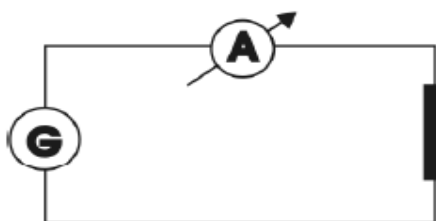


-Corrente Elétrica (I)

Corrente (I) é simplesmente o fluxo de elétrons. Essa corrente é produzida pelo deslocamento de elétrons através de uma ddp (diferença de potencial) em um condutor. A unidade fundamental de corrente é o Ampère (A). 1 A é o deslocamento de 1 Coulomb de elétrons através de um ponto qualquer de um condutor durante 1 segundo. O fluxo real de elétrons é do potencial negativo para o positivo.



O equipamento destinado à medida de corrente elétrica é o amperímetro.



Acima temos: um aparelho para medir a corrente elétrica (amperímetro), e a forma em que o mesmo é inserido no circuito, em série com o consumidor a ser medido.

-Resistência Elétrica (R)

Resistência é a oposição à passagem de corrente elétrica. É medida em ohms. Quanto maior a resistência, menor é a corrente que passa.

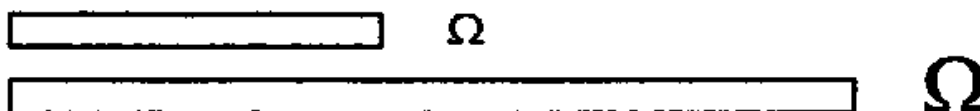
Os resistores são elementos que apresentam resistência conhecida bem definida. Podem ter uma resistência fixa ou variável. O instrumento destinado a medida de resistência elétrica é o Ohmímetro.

Estes equipamentos de medida estão agrupados num mesmo aparelho chamado Multímetro.

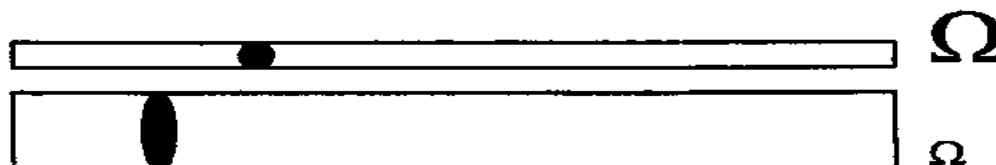
"A resistência elétrica de um condutor é diretamente proporcional à sua resistividade e ao seu comprimento, e inversamente proporcional à sua área de seção transversal". A resistividade é a resistência específica de cada material, e a área de seção transversal é a área do condutor (bitola dada pelo fabricante).

Fatores que influenciam na resistência elétrica dos materiais

Comprimento(L)



Seção transversal(s)



Temperatura(t)



VALORES DE RESISTIVIDADE DOS MATERIAIS

Ouro=0,015Ω Prata=0.016Ω Cobre=0.017Ω Alumínio=0.030 Ω

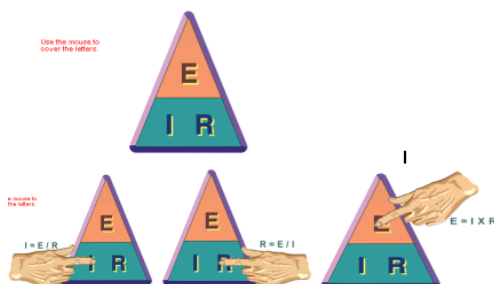
Fórmula decorrente da lei:

$$R = \rho \cdot L / A$$

Lei de Ohm

A intensidade da corrente elétrica em um circuito é diretamente proporcional à tensão elétrica e inversamente proporcional à resistência elétrica. A lei de ohm relaciona matematicamente as três grandezas elétricas. Veja as equações abaixo:

Triângulo do REI



-Potência Elétrica (P)

Quando uma corrente elétrica circula através de resistores, especificamente, e nos condutores, em geral, esses sempre se aquecem. Neles ocorre conversão de energia elétrica em energia térmica. Essa energia térmica produzida, via de regra, é transferida para fora do corpo do resistor sob a forma de calor.

Podemos dizer, a potência elétrica é a grandeza que mede a rapidez em transformar a corrente elétrica do circuito em energia (trabalho).



Energia térmica



Energia mecânica



energia luminosa

A lâmpada é um transdutor de saída, convertendo energia elétrica em energia térmica e posteriormente em calor (parcela inútil e indesejável) e luz (parcela útil).

A maior ou menor quantidade de energia elétrica convertida em térmica num componente depende apenas de dois fatores: a resistência ôhmica do componente e a intensidade de corrente elétrica que o atravessam. Esses dois fatores são fundamentais para se conhecer a rapidez com que a energia elétrica converte-se em térmica.

Em outras palavras, a **Potência Elétrica é o trabalho elétrico realizado por um determinado consumidor na unidade de tempo**. Sua unidade de medida padrão é o Watt (W).

A POTÊNCIA ELÉTRICA É O RESULTADO DA TENSÃO X CORRENTE



Tensão
elétrica



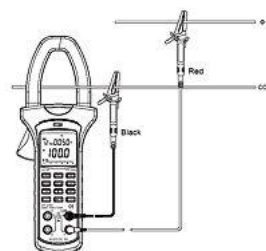
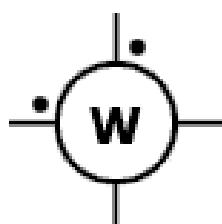
Corrente
elétrica

$$P = V \times I$$

O Valor da Potência elétrica influencia na quantidade de corrente elétrica que percorre um circuito elétrico. Desta forma podemos utilizar a equação abaixo para encontrar o valor da corrente.

$$I = P/V$$

INSTRUMENTO DE MEDIDA- O WATÍMETRO

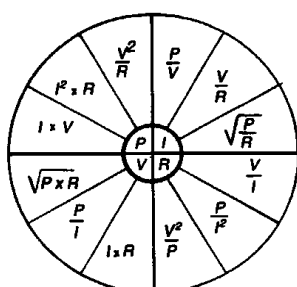


Energia Elétrica (J):

É a potência elétrica consumida por um tempo (kWh). No Sistema Internacional de medidas, a unidade de energia elétrica é o Joule (J).

A conta de consumo de eletricidade da sua residência vem nesta unidade, portanto J= kWh (Quilo Watt Hora)

Resumo da Lei de Ohm



3. TIPOS DE CORRENTES ELÉTRICAS

-Corrente Contínua (CC OU DC)

É um tipo de corrente constante, ou seja, não muda de polaridade, de valor, e nem tão pouco de sentido.

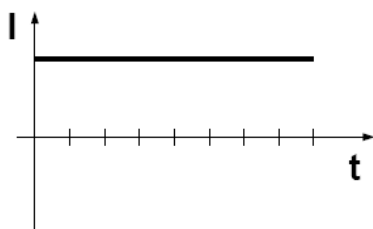


GRAFICO DA C.C

Imagens ilustrativas de dispositivos que fornecem correntes contínuas



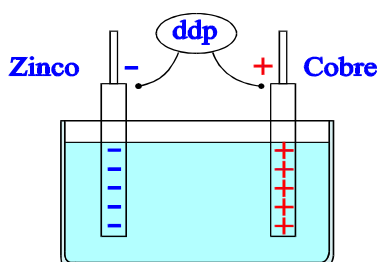
FONTE C.C

AS PILHAS

As pilhas são fontes geradoras de tensão usadas, por exemplo, em diversos aparelhos portáteis. Elas são constituídas basicamente por dois tipos de metais mergulhados em um preparado químico.

Este preparado químico reage com os metais retirando elétrons de um e levando para o outro. Um dos metais fica com potencial elétrico positivo e o outro fica com potencial elétrico negativo.

Entre os dois metais existe, portanto, uma ddp ou tensão elétrica, conforme mostrado na Fig.



Pela própria característica de funcionamento das pilhas, um dos metais torna-se positivo e o outro negativo. Cada um dos metais é denominado de pólo. As pilhas dispõem de um pólo positivo e um pólo negativo.

Associação de pilhas e baterias

Associação serie

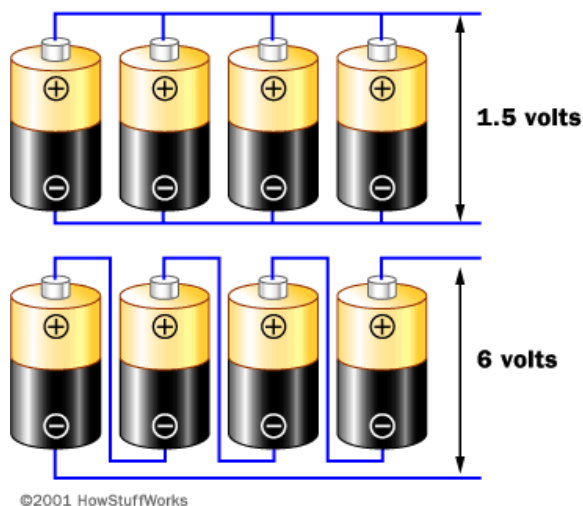
Numa associação em série, duas pilhas são conectadas de forma que o pólo positivo de uma se ligue ao pólo negativo da outra e os pólos da extremidade estão livres para se conectarem ao circuito.

Nesta associação, a ddp é a soma do potencial individual de cada pilha, ou seja, 3.0 V e a corrente total "it" fornecida ao circuito tem valor igual às correntes que saem de cada pilha, nesta associação.

Associação paralela

Numa associação em paralelo, duas pilhas são conectadas de forma que o pólo positivo de uma se ligue ao pólo positivo da outra e o mesmo acontece com os pólos negativos. E destes pólos saem as pontas que se ligarão ao restante do circuito.

Nesta associação, a ddp resultante da associação é igual em valor da ddp individual de cada pilha. A corrente elétrica total "it" fornecida ao circuito é dividida entre as pilhas de forma que somando-se a corrente que cada pilha fornece ao circuito se tem a corrente total consumida pelo circuito, em paralelo.



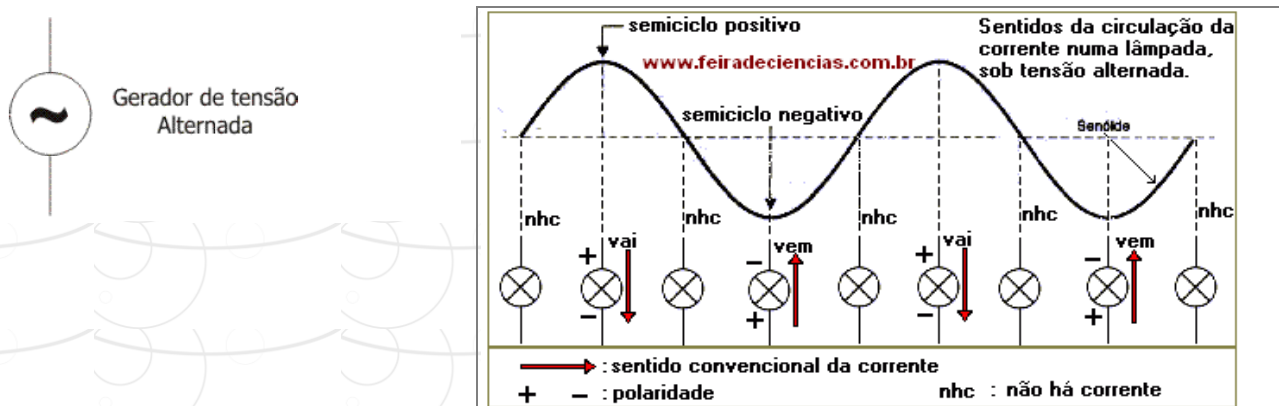
Logo, estas associações possuem características distintas. Numa temos uma soma de potenciais e na outra um potencial constante. Ou seja, se num circuito for necessário um potencial alto, associa-se pilhas em série, e se num circuito for necessário um longo período de funcionamento, associa-se pilhas em paralelo.

-Corrente Alternada (CA OU AC)

É um tipo de corrente inconstante, ou seja, está mudando periodicamente de valor, de polaridade e de sentido. As usinas geradoras de energia elétrica produzem tensão e corrente elétrica alternada.

É este tipo de tensão que encontramos nas tomadas de nossas residências e fábricas.

Abaixo temos: o símbolo do gerador A.C e o gráfico da C.A.



Dispositivos que fornecem correntes alternadas



■ NOBREAK



■ INVERSOR



■ ALTERNADOR



■ GERADOR

PROPRIEDADES DA C.A

Frequência

É o número de ciclos produzidos por segundo. A frequência é o inverso do período (T). Período é o tempo necessário para se completar um ciclo, ou seja, é o tempo gasto pelo gerador elétrico para descrever uma volta completa (ciclo). A unidade de frequência é o hertz (Hz) e a unidade do período é o segundo.

$$F = 1 / T$$

$$T = 1 / F$$

F= frequência (Hertz)

T = Período (Segundo)

No Brasil a frequência é 60 Hertz. O instrumento utilizado para medir a frequência é o Frequencímetro.

AS FIGURAS ABAIXO ILUSTRAM MODELOS DE FREQUÊNCÍMETRO



■Frequencímetro de painel



■Multímetro digital com frequencímetro



■Frequencímetro de bancada

O Frequencímetro é ligado da mesma forma do voltímetro, ou seja, em paralelo.

Valores de uma corrente alternada

Valor de Pico (Vp): é o valor máximo atingido pela onda senoidal.

$$V_p = V_{ef} \times 1.414$$

Valor de Pico a Pico (Vp-p): corresponde à variação entre o máximo valor positivo e o máximo valor negativo.

$$V_{p-p} = 2 \times V_p$$

Valor Eficaz (Vef): é um valor que corresponde a 70,7% do valor de pico. É essa tensão que o voltímetro indica quando realizamos uma medição.

$$V_{ef} = V_p \times 0,707$$

Valor Médio (Vm) : é um valor que corresponde a 63,7% do valor de pico.

$$V_m = V_p \times 0,637$$

4. Múltiplos e Submúltiplos

Estas unidades foram criadas para facilitar a interpretação dos valores altos ou baixos das grandezas elétricas, entretanto sem alterar a quantidade das mesmas.

Se for converter do maior para o menor deve-se multiplicar

Tera T	Giga G	Mega M	Kilo K	Unidade PADRÃO	Mili m	Micro μ	Nano n	Pico p
10^{12}	10^9	10^6	10^3	V-A-Ω-W	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}

Se for converter do menor para o maior deve-se dividir

Na regra acima a cada mudança de unidade, multiplicamos ou dividimos por mil conforme a conversão que desejamos realizar.

Ex.: para transformamos 1000v para 1KV devemos dividir 1000v por mil e teremos 1kv.

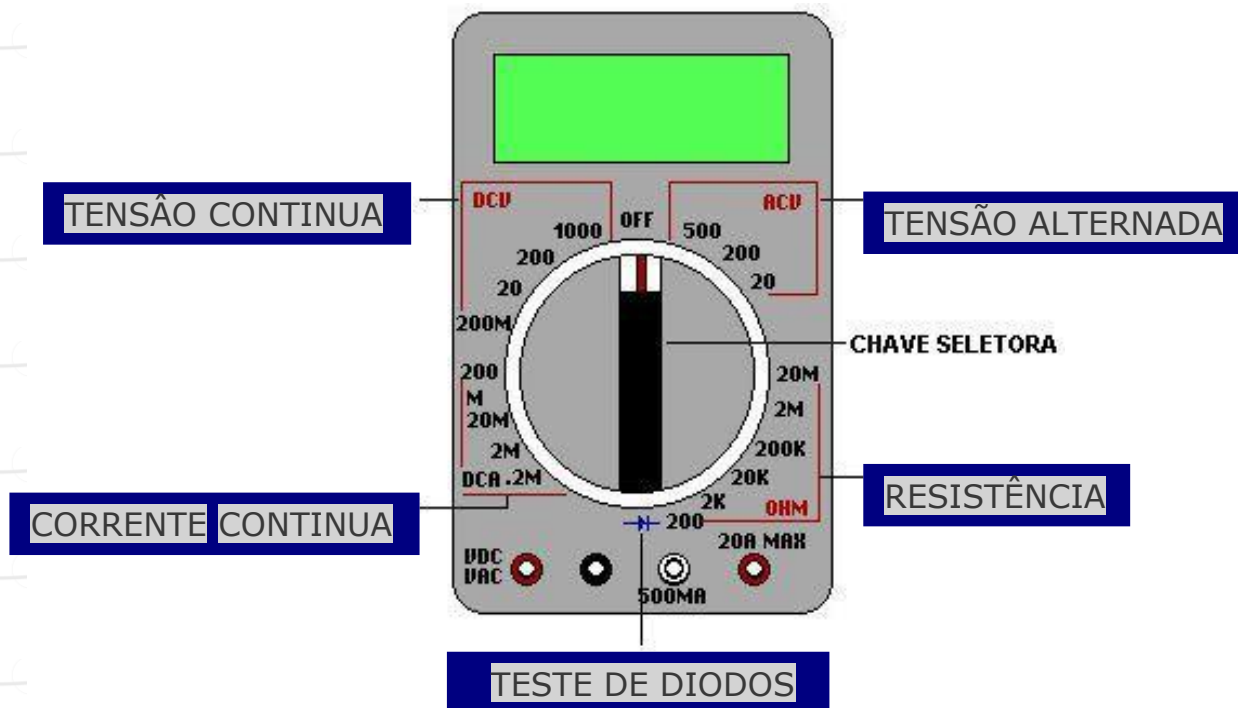
Exemplos de equivalências;

1000V=1kV
800mV=0,8V
1000A=1KA
1000W=1KW

13.8KV=13.800V
1KHZ=1000HZ
1800mA=1.8A
800mW=0,8w

5. Multímetro Digital

Possui um visor de cristal líquido o qual já indica o valor medido diretamente. Abaixo temos um exemplo deste tipo com as funções indicadas na chave seletora.



Medidas elétricas com o multímetro digital

-Medição de Tensão Contínua DCV

Coloque a chave na escala DCV mais próxima acima da tensão a ser medida. Ponha a ponta preta no terra ou qualquer outro ponto com potencial mais baixo(-) e a vermelha no ponto de tensão mais alta(+). A leitura será próxima ao valor indicado. Isto dependerá da precisão do multímetro.



-Medição de Tensão Alternada ACV

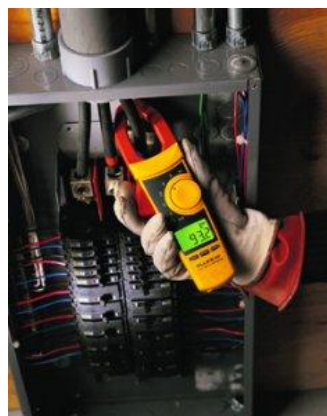
Coloque a chave na escala ACV mais próxima e acima da tensão a ser medida. A maioria dos multímetros digitais só tem duas escalas ACV: até 200 V e até 750 V. Meça a tensão não se importando com a polaridade das pontas. A tensão alternada nos circuitos eletrônicos costuma ser medida na entrada da rede ou nos secundários do transformador de alimentação do mesmo.



-Medição de Corrente Elétrica DCV e ACV

Para usar o amperímetro, coloque a chave seletora na escala mais próxima e acima da corrente a ser medida. Para isto é necessário saber qual o valor da corrente que passa pelo circuito. Interrompa uma parte do circuito. Coloque a ponta vermelha no ponto mais próximo da linha de +B e a preta no ponto mais próximo do terra, porém no dia a dia do eletricitista, a medição de corrente será realizada com um outro tipo de multímetro, chamado de alicate amperímetro.

O alicate amperímetro é um multímetro que tem todas as funções de um multímetro comum, mas com algumas vantagens, um exemplo é a medição de corrente alternada e sem a necessidade de abrir o circuito, ou seja, sem a necessidade da corrente passar internamente no instrumento, o que poderia danificá-lo, devido a elevado campo magnético.



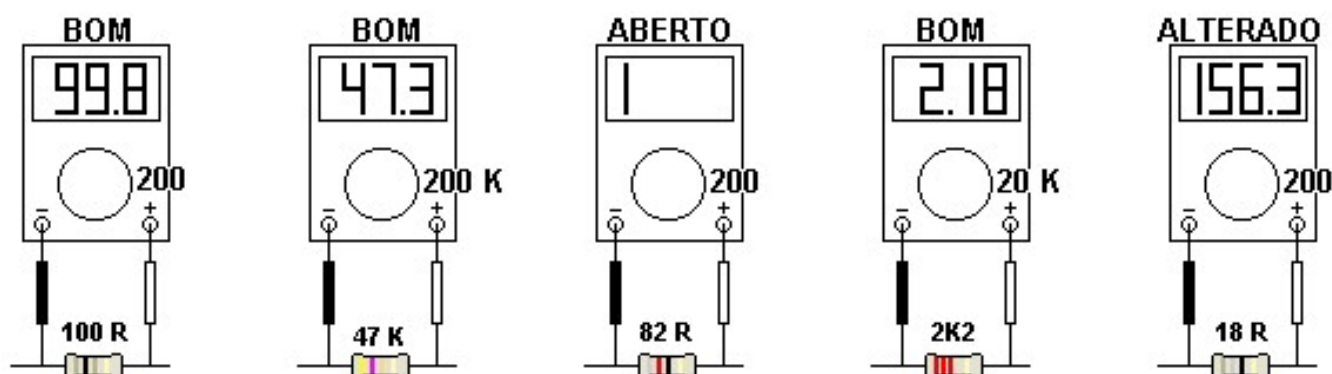
Mas como isso é possível?

É bem simples. O alicate amperímetro possui uma espécie de “garra” que “abraça” o condutor, quando há passagem de uma corrente elétrica num Condutor, ao redor do mesmo é formado um campo magnético. A “garra” nada mais é do que chapas de aço, essas chapas de aço funcionam como um transformador secundário.

Que dependendo da intensidade do campo magnético induzido existe um circuito eletrônico que indica de quanto é o valor da intensidade da corrente elétrica, sem a necessidade de abrir o circuito.

-Medição de Resistência Elétrica

Escolha uma escala do ohmímetro mais próxima acima do valor do resistor a ser medido (200, 2K, 20K, 200K, 2M, 20M se houver). Meça o componente e a leitura deve estar próxima do seu valor. Este teste pode ser feito com bobinas, fusíveis, chaves, etc. Abaixo vemos o teste:

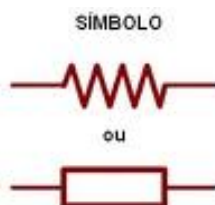


Testando a resistência de um chuveiro elétrico.

Atenção: antes de realizar este tipo de medição, desconecte o componente do circuito a fim de proteger o multímetro quanto ao recebimento de tensão em suas ponteiros e posteriormente no seu circuito interno.

6. RESISTORES

Os Resistores são componentes que têm por finalidade oferecer uma oposição à passagem de corrente elétrica, através de seu material. A essa oposição damos o nome de resistência elétrica, que possui como unidade o ohm. Entretanto é possível também reduzir e dividir a tensão elétrica.



Os resistores fixos são comumente especificados por três parâmetros:

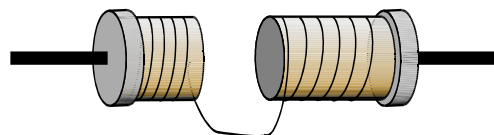
- O valor nominal da resistência elétrica;
- A tolerância, ou seja, a máxima variação em porcentagem do valor nominal;
- Máxima potência elétrica dissipada.

Exemplo: Tomemos um resistor de $1k \pm 5\%$ - 0,33W, isso significa que possui um valor nominal de 1000 ohms, uma tolerância sobre esse valor de mais ou menos 5% e pode dissipar uma potência de no máximo 0,33 watts. Dentre os tipos de resistores fixos, destacamos os de:

- Fio
- Filme de carbono
- Filme metálico.

-Resistor de fio:

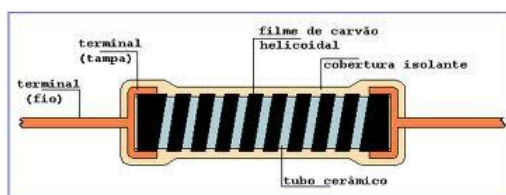
Consiste basicamente em um tubo cerâmico, que servirá de suporte para enrolarmos um determinado comprimento de fio, de liga especial para obter-se o valor de resistência desejado. Os terminais desse fio são conectados às braçadeiras presas ao tubo.



-Resistor de filme de Carbono:

Consiste em um cilindro de porcelana recoberto por um filme (película) de carbono. O valor da resistência é obtido mediante a formação de um sulco, transformando a película em uma fita helicoidal.

Esse valor pode variar conforme a espessura do filme ou a largura da fita. Como revestimento, encontramos uma resina protetora sobre a qual será impresso um código de cores, identificando seu valor nominal e tolerância.



Os resistores de filme de carbono são destinados ao uso geral e suas dimensões físicas determinam a máxima potência que pode dissipar.

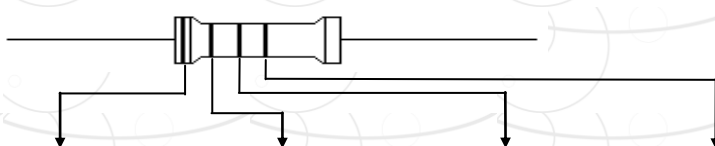
-Resistor de filme metálico:

Sua estrutura é idêntica ao de filme de carbono, somente que, utilizamos uma liga metálica (níquel-cromo) para formarmos a película, obtendo valores mais precisos de resistência com tolerâncias de 1 % e 2%.

Código de cores para resistores

Os resistores são identificados pelo código de cores por isso o uso de faixas coloridas pintadas em seu corpo. Os resistores de película de carbono apresentam quatro faixas coloridas impressas em seu corpo, sendo que a 1ª e 2ª faixas indicam o 1º e 2º algarismos, a 3ª o número de zeros, que deverá ser acrescido à direita dos dois primeiros algarismos e a 4ª faixa indica a sua tolerância.

TABELA DE CÓDIGO DE CORES PARA RESISTORES DE 4 FAIXAS



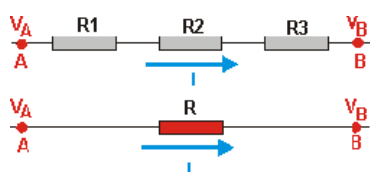
Cor	1ª faixa Valor significativo	2ª faixa Valor significativo	3ª faixa Multiplicador	4ª faixa Tolerância
Preta	-	0	x1	-
Marrom	1	1	x10	1%
Vermelha	2	2	x100	2%
Laranja	3	3	x1.000	-
Amarela	4	4	x10.000	-
Verde	5	5	x100.000	-
Azul	6	6	x1.000.000	-
Violeta	7	7	x10.000.000	-
Cinza	8	8	x100.000.000	-
Branca	9	9	x1.000.000.000	-
Prata	-	-	x0,01	10%
Ouro	-	-	x0,1	5%

Circuitos elétricos - associando resistores e lâmpadas

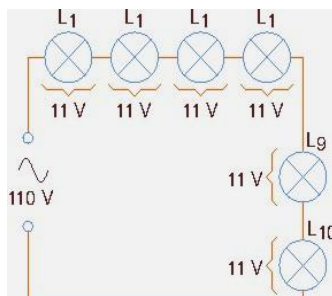
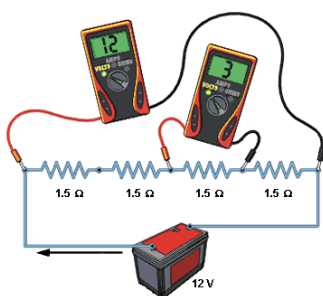
-Associação Série

O um circuito série constata-se as seguintes propriedades:

- a) Todos os componentes são percorridos por corrente de mesma intensidade;

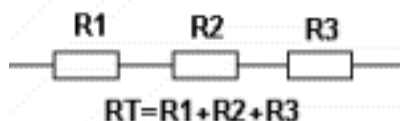
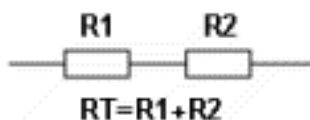


- b) A soma das tensões sobre todos os componentes deve ser igual à tensão total aplicada;



Circuito serie com lâmpadas.

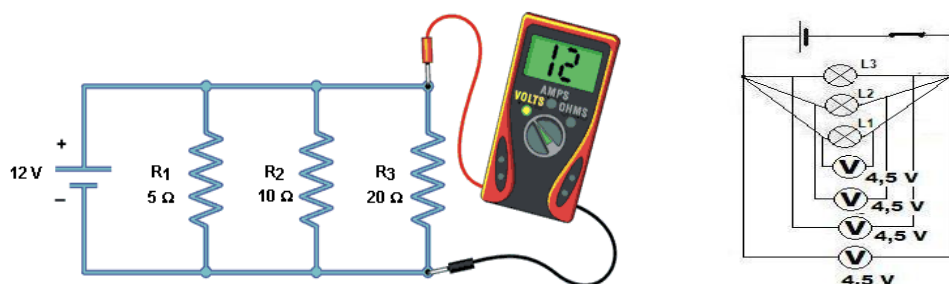
- c) A resistência total da associação é igual à soma das resistências dos componentes individuais.



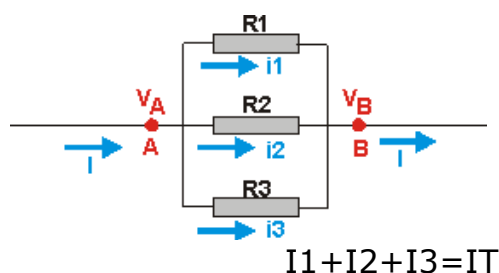
-Associação Paralela

Em um circuito paralelo constata-se as seguintes propriedades:

- a) todos os componentes recebem um mesmo valor tensão elétricos;

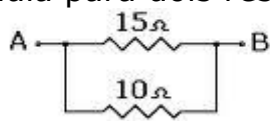


- b) a corrente total será dividida entre os componentes do circuito. Desta forma a soma das intensidades de corrente nos componentes individuais deve ser igual à intensidade de corrente total (IT).



- c) a resistência total da associação é resultante do produto (multiplicação) das resistências dividido soma delas (CUIDADO: isso vale só é válido para 2 resistores em paralelo) veja o exemplo abaixo:

Formula para dois resistores



$$R_T = R_{AB} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_T = \frac{10\Omega \cdot 15\Omega}{10\Omega + 15\Omega}$$

$$R_T = \frac{150}{25} = 6\Omega$$



O valor da resistência equivalente de uma associação de resistores em paralelo é sempre menor que o resistor de menor valor.

Associando-se, por exemplo, um resistor de 120Ω em paralelo com um resistor de 100Ω , a resistência equivalente da associação será, obrigatoriamente menor que 100Ω .

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

Formula para dois ou mais resistores

Exemplo

Calcular a resistência equivalente da associação paralela dos resistores $R_1=10\Omega$, $R_2 = 25\Omega$ e $R_3 = 20\Omega$.

Solução :

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{10} + \frac{1}{25} + \frac{1}{20}} = \frac{1}{0,1 + 0,04 + 0,05} = 5,26 \Omega$$

O resultado encontrado comprova que a resistência equivalente da associação paralela ($5,26\Omega$) é menor que o resistor de menor valor (10Ω).

Formula para resistores de mesmo valor

Utilizada para Calcular a resistência equivalente de dois ou mais resistores de mesmo valor Ôhmico.

Exemplo: qual o valor da resistência equivalente de três resistores de 120Ω associados em paralelo.

Solução :

$$R_{eq} = \frac{R}{n}$$

$$R_{eq} = \frac{120}{3} = 40 \Omega$$

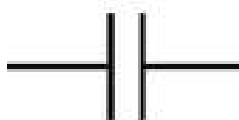
7. CAPACITORES

Os capacitores têm a função de armazenar cargas elétricas, em forma de campo eletrostático.

Características e propriedades dos capacitores

O capacitor é um componente basicamente formado por duas placas metálicas, separadas por um isolante chamado de dielétrico. O material de que é feito o dielétrico (material isolante colocado para separar as placas uma da outra) é quem define o nome do capacitor.

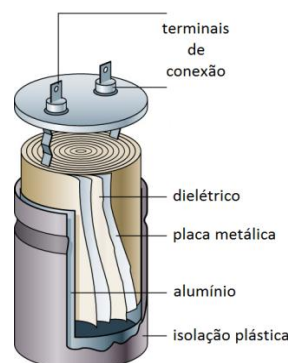
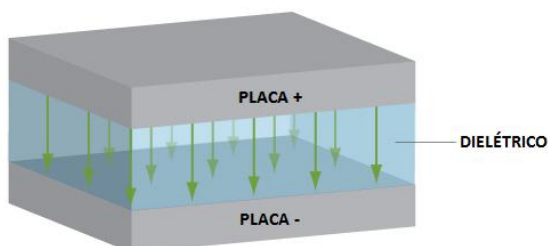
Ex: Dielétrico de mica = capacitor de mica; Dielétrico de plástico = capacitor de poliéster.



SIMBOLO



Veja abaixo, a constituição do capacitor



Como qualquer componente eletrônico, os capacitores apresentam características elétricas e mecânicas, através dos quais são especificados. Abaixo veremos as mais importantes:

Capacitância (C) – É a propriedade (capacidade) dos capacitores armazenarem cargas elétricas. A unidade de capacitância é o FARAD, representada pela letra F e se define como a capacitância de reter uma carga de 1 coulomb (1C), quando é aplicada a tensão de 1 volt(1V).

Para as medidas usuais dos capacitores, utiliza-se geralmente o seu submúltiplo.

Fatores que influenciam na capacitância

A) Dimensões das placas – Quanto maior a área das placas maior a capacidade de armazenamento de carga.

B) Distância entre as placas – Quanto menor a distância entre as placas, ou seja, quanto menor a espessura do dielétrico maior é a capacidade de armazenamento-Capacitância.

C) Material de que é feito o dielétrico – Quanto maior for a rigidez dielétrica do capacitor, maior será a capacitância.

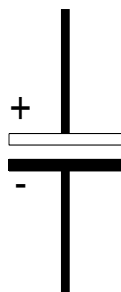
Tolerâncias – A capacitância real de um capacitor deve ficar dentro dos limites de tolerância de fabricação, que pode ser tão baixa quanto 5% (capacitores de precisão) ou tão alta quanto 30%, como acontece com os capacitores eletrolíticos.

Tensão de Isolação – É a tensão máxima que pode ser aplicada ao capacitor sem que o mesmo seja danificado.

Obs. Não se deve submeter um capacitor a uma tensão acima da recomendada pelo fabricante. Sob pena de danificar e até furar o dielétrico e provocar fuga no capacitor. Em caso de substituição de componentes, a isolação do capacitor substituto poderá ser maior que a isolação do capacitor original, nunca poderá ser menor.

-CAPACITORES ELETROLÍTICOS

Os capacitores eletrolíticos são capacitores fixos cujo processo de fabricação permite a obtenção de altos valores de capacitância com pequeno volume. A figura abaixo permite uma comparação entre as dimensões de um capacitor eletrolítico e um não eletrolítico de mesmo valor.



O símbolo dos capacitores eletrolíticos expressa a polaridade das armaduras.

-CAPACITORES COM MULTÍPLA CAPACITÂNCIA

Existem ainda os capacitores múltiplos, que consistem em dois, três ou até mesmo quatro capacitores no mesmo invólucro. Em geral, nesses capacitores haverá um terminal comum a todos os capacitores.



Este tipo capacitor é geralmente utilizado para a partida, e controle de velocidade para motores de ventiladores de teto.

Defeitos dos Capacitores.

Como todo e qualquer componente ou dispositivo, os capacitores estão sujeitos a apresentarem falhas, que descreveremos a seguir.

Fuga – ocorre quando existe falha no dielétrico permitindo a circulação da corrente entre as placas.

Curto

Parcial – O curto parcial é a condição em que, ao se medir a resistência ôhmica entre as placas do capacitor, encontramos um valor qualquer diferente de zero.

Total – O curto total é a condição em que ao se medir a resistência ôhmica entre as placas do capacitor, encontramos o valor igual a zero. Neste caso teremos uma corrente muito alta entre as placas do capacitor.

Aberto – Um capacitor se encontra aberto quando ao medirmos sua resistência ôhmica o valor encontrado é igual a ∞ (infinito). Este defeito poderá ocorrer devido ao desligamento de um dos terminais da placa correspondente.

Alterado – Um capacitor apresenta este estado de deficiência quando ao ser medido em um capacímetro a sua capacitância apresenta um valor diferente daquele que vem de fábrica.

Como testar capacitores como capacímetro.

Descarregue o capacitor, tocando um terminal no outro, escolha uma escala mais próxima acima do seu valor (independente dele ser comum ou eletrolítico) e coloque nos terminais do capacímetro (ou nas ponteiros do mesmo se ele tiver). A leitura deverá ser próxima do valor indicado no corpo.

Se a leitura for menor, o capacitor deve ser trocado. Veja na seguinte ilustração:

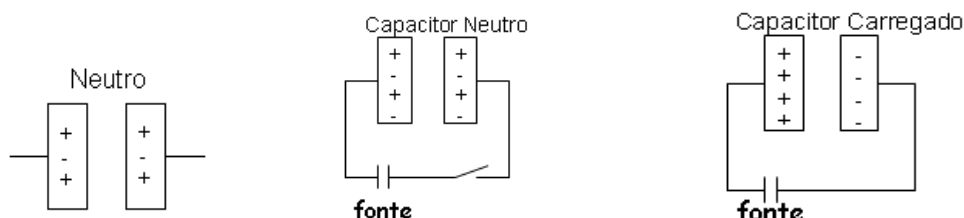


No caso dos capacitores eletrolíticos, podemos colocá-los no capacímetro em qualquer posição, conforme pode ser visto na figura acima.

O Capacitor em C.A e C.C

O capacitor em corrente contínua comporta-se como uma chave aberta. Permitindo a passagem da corrente elétrica apenas no momento da ligação, que é o período que ele está carregando.

Processo de Carregamento e Descarregamento do Capacitor



O capacitor em corrente alternada comporta-se como uma chave fechada permitindo a passagem da corrente elétrica constantemente, devido a inversão de polaridade o capacitor se carrega num semiciclo e descarrega-se no semiciclo seguinte. Esse processo de carga e descarga do capacitor em CA é realizado com uma resistência do capacitor a inversão de polaridade a essa resistência dá-se o nome de reatância capacitiva.

Reatância Capacitiva

É a oposição do capacitor a passagem da corrente alternada (CA). O símbolo que representa a reatância Capacitiva é o (X_c) e é medido em ohms.

Onde,

$$X_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot F \cdot C}$$

F – Frequência (Hz)

C – Capacitância (F)

Xc – Reatância Capacitiva (ohms)

O Dielétrico é submetido a solicitações alternadas, pois variam de sinal rapidamente e sua polarização muda com o mesmo ritmo. Se a frequência aumenta, o Dielétrico não pode seguir as mudanças com a mesma velocidade com que ocorrem, e a polarização diminui o que acarreta uma redução da capacitância.

Com as Tensões Alternadas, produzindo o fenômeno de sucessivas cargas e descargas, verifica-se uma circulação de corrente, embora esta não flua diretamente pelo Dielétrico.

Assim, chega-se a uma das principais aplicações dos capacitores: a de separar a Corrente Alternada da Corrente Contínua, quando estas se apresentam simultaneamente.

Tensão e corrente num capacitor

Em geral: O capacitor comporta-se como um Circuito Aberto em Corrente Contínua e como uma Resistência Elétrica em Corrente Alternada.

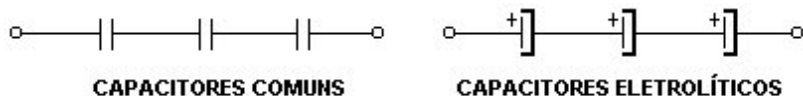
CONCLUSÃO

Submetido ao sinal contínuo (invariável), o capacitor se carrega e a corrente cessa rapidamente (ocorre o "bloqueio"); submetido ao sinal alternado (variável), sempre há corrente no circuito.

Associações de Capacitores

Assim como fazemos com resistores, os capacitores também podem ser interligados para obtermos um determinado valor de capacitância. Podemos ligar os capacitores em série ou em paralelo, como veremos abaixo:

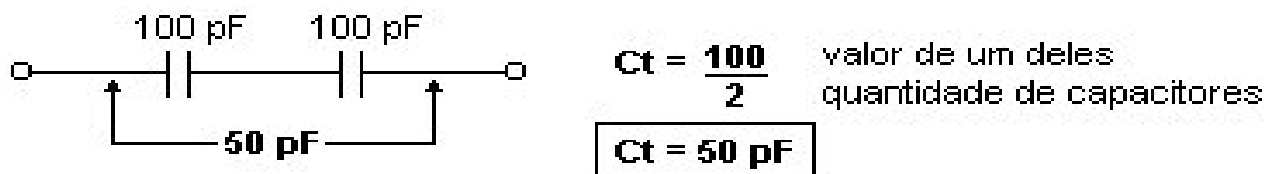
Associação em série - Os capacitores são ligados no mesmo fio, um após o outro, como podemos ver abaixo:



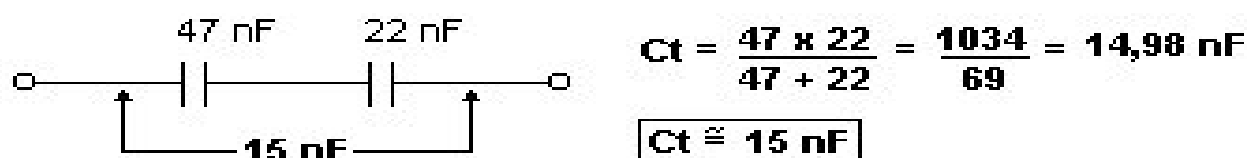
$$C_T = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

Para calcular a capacitância equivalente do circuito em série, o processo é o mesmo da associação de resistores em paralelo, ou seja, usamos duas regras:

a. Valores iguais - Basta dividir o valor de um dos capacitores pela quantidade de peças, como vemos abaixo:

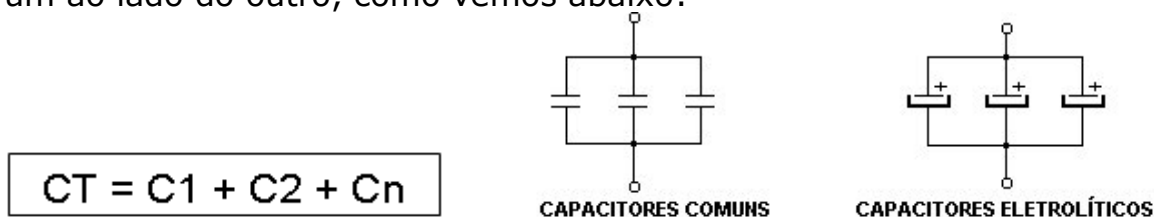


b. Valores diferentes - Multiplique o valor dos dois e divida pela soma do valor dos mesmos. Veja abaixo:

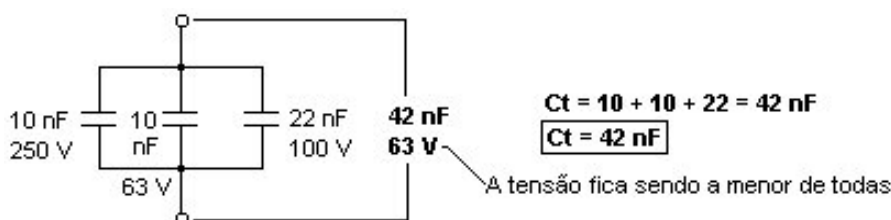


A regra é a mesma para os capacitores eletrolíticos, mesmo que eles estejam ligados em oposição formando um capacitor não polarizado e qualquer unidade que eles estejam usando, porém a unidade usada para todos os capacitores deve ser a mesma. As tensões de trabalho dos capacitores se somam na associação em série.

2. Associação em paralelo - Os capacitores são ligados aos mesmos pontos, um ao lado do outro, como vemos abaixo:



Para calcular a capacitância equivalente deste circuito, basta somar o valor dos capacitores e a tensão de trabalho corresponde à menor de todos os capacitores. Veja abaixo:

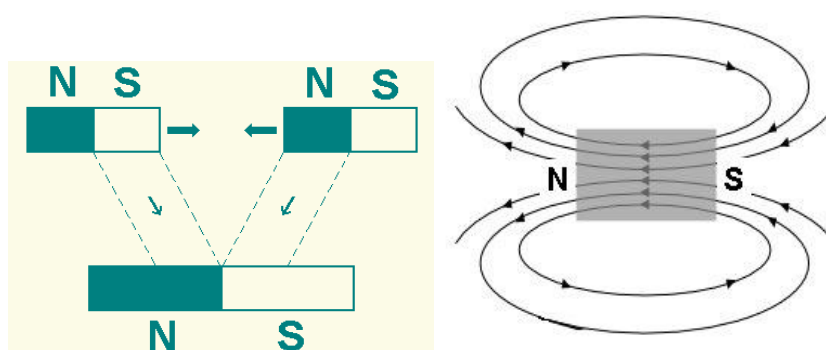


8. MAGNETISMO

O magnetismo é uma forma de energia cuja principal propriedade é atrair outros corpos. Os corpos que possuem o magnetismo são chamados de ímãs. **Os ímãs podem ser naturais ou artificiais.**

Ímãs naturais – São compostos de ferro conhecidos como magnetita, encontrados com certa facilidade na natureza.

Ímãs artificiais - São ímãs produzidos pelo homem. Existem hoje ímãs artificiais tão poderosos que, trabalhando em conjunto com guindastes, conseguem levantar até carros.



Os ímãs também podem ser classificados como temporários ou permanentes. Um ímã é permanente quando as propriedades magnéticas adquiridas pelo corpo são mantidas por toda a sua existência. Por outro lado um ímã é temporário quando as propriedades magnéticas adquiridas pelo corpo são perdidas em pouco tempo.

-IMANTAÇÃO OU MAGNETIZAÇÃO

É o ato de fazer com que um corpo apresente propriedades magnéticas. Existem várias formas de se imantar um corpo, sendo talvez a mais fácil de todas, imantação por aproximação. Quando aproximarmos um corpo magnético de um ímã, o corpo adquirir propriedades magnéticas, tornando-se, deste modo, um ímã temporário.

Uma experiência simples pode ser feita para provar este fenômeno: encoste a ponta de uma chave

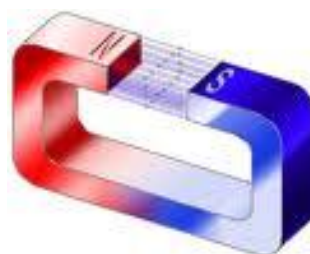
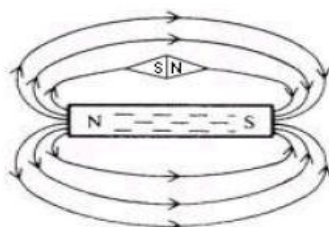
De fenda em um ímã e depois a aproxime de um parafuso. Você verá que a chave de fenda irá atrair o parafuso. Isso ocorreu por que a chave de fenda foi imantada, ou seja, adquiriu propriedades magnéticas.

-CAMPO MAGNÉTICO

É a região ou matéria onde são observadas as propriedades magnéticas. Graficamente, o campo magnético é representado por linhas que nós chamamos de LINHAS DE FORÇA.

Um ímã possui extremidades (ou pólos) norte e sul, tendo sido convencionado que as linhas de força saem sempre da extremidade norte e entram na extremidade sul do ímã. Veja na figura a seguir como as linhas de força se difundem em um ímã em forma de barra.

Observe como a agulha da bússola indica a direção e o sentido das linhas de força do campo magnético. Isso acontecerá sempre que uma bússola for colocada dentro de um campo magnético.



-ATRAÇÃO E REPULSÃO ENTRE ÍMÃS

Quando aproximamos pólos iguais de dois ímãs, haverá repulsão entre eles. Veja a experiência a seguir, onde um ímã em forma de barra foi colocado sobre dois lápis. Ao aproximarmos do seu pólo sul o pólo sul de outro ímã, observamos que o ímã sobre os lápis começa a se deslocar devido a repulsão que existe entre pólos de mesmo nome.



Da mesma forma, se nós aproximarmos os pólos de nomes diferentes de dois ímãs, veremos que haverá uma atração entre eles. A figura a seguir mostra que o pólo sul do ímã sobre o lápis será atraído pelo pólo norte do outro ímã. Isto ocorre porque pólos de nomes diferentes se atraem.



COMPORTAMENTO DAS SUBSTÂNCIAS EM RELAÇÃO AO MAGNETISMO

Substâncias Ferro magnéticas - São substâncias que se imantam de forma intensa. Como exemplo de substâncias ferromagnéticas pode citar o Ferro, o Cobalto e o Níquel.

Substâncias Paramagnéticas - São substâncias que se imantam de forma pouco intensa. Alumínio, Cromo, Estanho e Ar são exemplos de substâncias paramagnéticas.

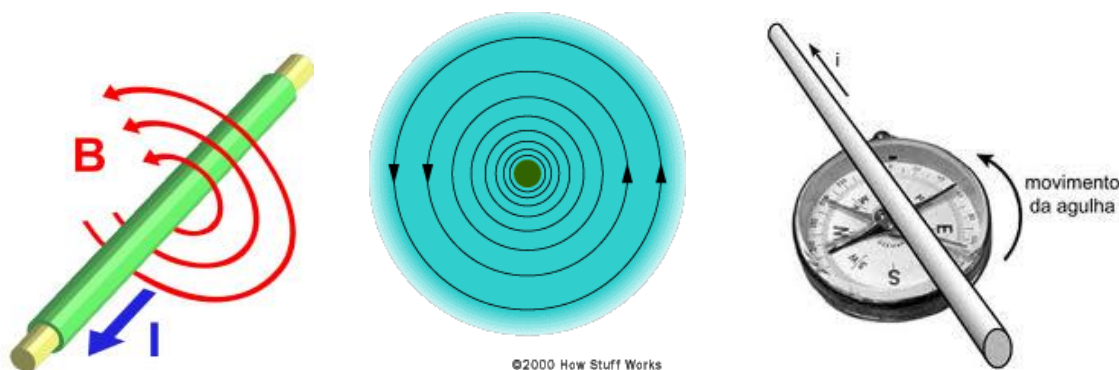
Substâncias Diamagnéticas - São substâncias que enfraquecem o campo magnético ao qual são submetidas. Cobre Zinco, Mercúrio, Chumbo e Água são exemplos de substâncias com esta característica.

9. Eletromagnetismo

O que é eletromagnetismo?

É a produção de fenômenos magnéticos a partir da corrente elétrica, ou seja, a partir de fenômenos elétricos.

Quando um condutor é percorrido por uma corrente elétrica, surgirá ao seu redor um campo magnético oriundo da passagem da corrente elétrica.



- E para que serve o eletromagnetismo?

O eletromagnetismo serve para produzir energia elétrica a partir do movimento do motor do carro, por exemplo.

- E como funciona?

Quando ligamos um automóvel o motor vai girar (independentemente de o automóvel estiver se movendo ou não).

Existe uma correia que faz o rotor do alternador ou o dínamo girar e através da variação do fluxo eletromagnético (que pode ser feito ao movimentarmos um ímã próximo a uma bobina), vai aparecer uma tensão, que chamaremos de tensão induzida.

- Mas o que é um dínamo e um alternador?

Dínamo: gerador de tensão contínua;

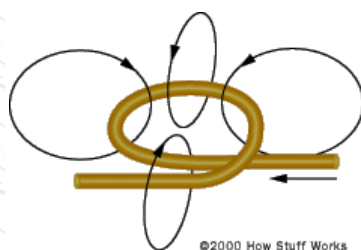
Alternador: gerador de tensão alternada.

- Onde é utilizado esse tal de eletromagnetismo?

Toda energia elétrica que chega a nossa residência é produzida a partir do eletromagnetismo. Deu para sentir a importância do eletromagnetismo.

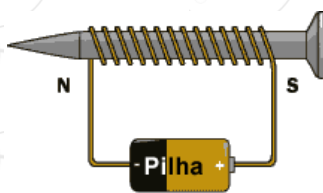
-CAMPO MAGNÉTICO EM ESPIRAS (Bobina ou indutor)

Um indutor é um componente eletrônico muito simples, constituído por uma bobina de material condutor, por exemplo, fio de cobre. Entretanto, pode-se fazer algumas coisas bem interessantes devido às propriedades magnéticas de indutor (bobina). Pode ser criado, um tipo de ímã utilizando-se desta propriedade magnética da bobina. O componente criado chama-se eletroímã. Devido ao fato de que o campo magnético ao redor de um fio é circular e perpendicular a ele, uma maneira fácil de amplificar esse campo magnético é enrolar o fio como uma bobina, como mostrado abaixo:



©2000 How Stuff Works
Campo magnético de uma volta

Por exemplo, se você enrolar o seu fio ao redor de um prego 10 vezes (10 espiras), conectar o fio à pilha e trazer uma extremidade do prego perto da bússola, você vai descobrir que ele exerce um efeito muito maior sobre a bússola. Na verdade, o prego se comporta da mesma maneira que um ímã em barra.

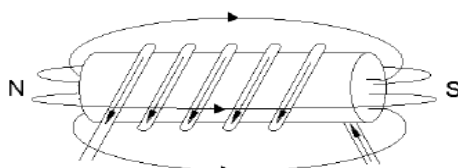


©2000 How Stuff Works
Um eletroímã simples

No entanto, o ímã existe somente quando houver corrente fluindo da pilha. Você acabou de criar um eletroímã e vai descobrir que este ímã tem a capacidade de içar pequenos objetos de aço como cliques de papel, grampos e tachinhas.

O que acontecerá se as espiras forem aproximadas umas das outras? Isso mesmo, será formado um único campo magnético, com as linhas de força passando por dentro das espiras e retornando por fora.

Observe na figura a seguir a semelhança deste campo magnético com o campo magnético de um ímã em forma de barra.

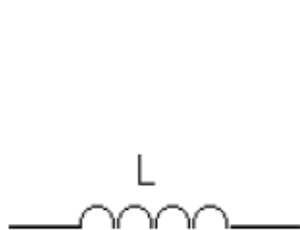


- Mas o que é uma bobina?

Uma bobina nada mais é do que muitos metros de fio enrolado num núcleo (local que serve como base para enrolar os fios, que pode ser uma barra de ferro, por exemplo), cada volta desse fio nós chamamos de espira e um conjunto de espiras forma uma bobina.

SÍMBOLO DO INDUTOR

Como já foi dito anteriormente, o indutor é um solenóide ou bobina que foi projetado para fazer uso de sua indutância. Os indutores encontrados no mercado normalmente são especificados em mili Henry (mH) ou micro Henry (μH). Sua utilização é bastante ampla em circuitos elétricos e também eletrônicos, principalmente aqueles usados em telecomunicações.



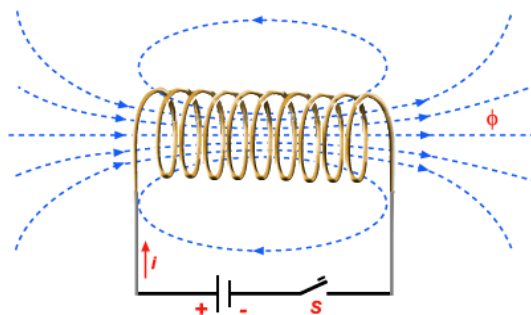
Vejamos algumas características das bobinas:

-INDUTÂNCIA

É uma propriedade que caracteriza o fato de uma bobina induzir em si uma tensão sempre contrária à tensão aplicada na mesma. Essa tensão contrária é conhecida como força contra eletromotriz (fcm).

Se a corrente elétrica varia de intensidade, o campo magnético em torno do condutor também varia.

Como o condutor está submetido ao Campo magnético variável (devido a variação da corrente elétrica que o percorre) aparecerá em seus terminais uma tensão induzida.



É importante ressaltar que a indutância só se manifesta se a corrente que passa pelo condutor varia. Isso significa que quando a corrente que passa pelo condutor é contínua e constante, a indutância não se manifesta. A tensão induzida em um condutor percorrido por uma corrente elétrica é uma resposta oferecida por ele às variações de intensidade de corrente elétrica, devido à sua característica em se opor a tais variações. É por isso que a indutância só se manifesta quando a corrente varia.

A indutância é uma grandeza física e como toda grandeza física tem um símbolo e uma unidade de medida. O símbolo da indutância é o L e a unidade de medida é o Henry representado pela letra H . Mas, o Henry é uma grandeza muito grande sendo mais comum a utilização de seus submúltiplos, como o mH e μH .

Quando passa corrente elétrica no fio da bobina, ela produz um campo magnético (igual ao de um ímã). Se a corrente for alternada, o campo produzido também será alternado e induzirá outra tensão na bobina.

Esta tensão fica em oposição à tensão aplicada. Desta forma as bobinas dificultam a passagem da corrente alternada num circuito. Essa dificuldade dá-se o nome de Reatância Indutiva, que é o contrário da reatância capacitiva.

Obs: Só vai haver indutância quando houver um fluxo de campo magnético variável, ou seja, com tensão contínua pulsante ou alternada.

Fatores que influenciam na indutância

A indutância depende de vários fatores entre os quais destacamos:

- Número de espiras;
- Espaçamento entre as espiras;
- Secção do fio;
- Secção do núcleo;
- Tipo de enrolamento.

Reatância Indutiva

É a oposição do indutor a passagem da corrente alternada (CA). O símbolo que representa a reatância indutiva é o (X_L) e é medido em ohms.

X_L = Reatância capacitiva

f = Frequência

L = Indutância

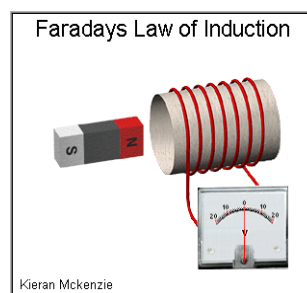
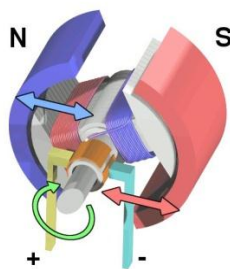
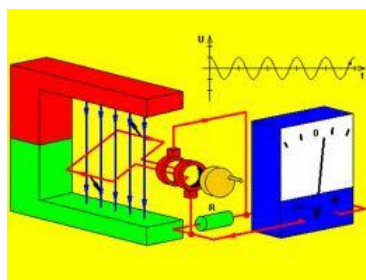
n = 3,14

$$X_L = 2 \cdot n \cdot f \cdot L$$

-FORÇA ELETROMOTRIZ INDUZIDA (FEM)

Sempre que um condutor se movimentar dentro de um campo magnético, aparecerá em seus terminais uma DDP. Esta DDP é chamada de FORÇA ELETROMOTRIZ INDUZIDA e o fenômeno em questão é chamado de INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA. O mesmo acontecerá se o condutor se mantiver em repouso dentro de um campo magnético variável.

Uma DDP também aparecerá nos terminais de um condutor em repouso se um ímã for aproximado e afastado do mesmo.



Destas três situações nós podemos concluir que: para que apareça uma DDP nos terminais de um condutor, tem de haver um movimento relativo entre o condutor e o campo magnético, ou seja, as diversas linhas de força do campo magnético têm de atravessar o condutor.

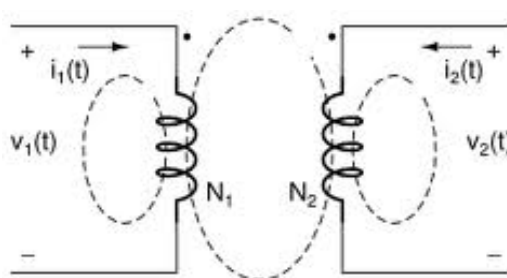
O que ocorre dentro do condutor que resulte na DDP?

É de nosso conhecimento que os elétrons são pequeníssimos ímãs e que os mesmos, estando livres, movimentam-se aleatoriamente dentro do condutor. Ao ser atravessado pelas linhas de força do campo, os elétrons livres são obrigados a se deslocar para uma das extremidades do condutor. A extremidade do condutor para onde os elétrons se deslocam será a polaridade negativa da DDP, a outra extremidade do condutor será a positiva.

-INDUTÂNCIA MÚTUA

Suponha que dois condutores sejam colocados lado a lado e uma corrente variável é feita passar por um deles. Se as linhas de força do campo magnético produzido pela corrente corta o outro condutor, aparecerá nele uma fem. O mesmo acontecerá se, ao invés de condutores, forem dois indutores colocados lado a lado. Este fenômeno é conhecido como indutância mútua.

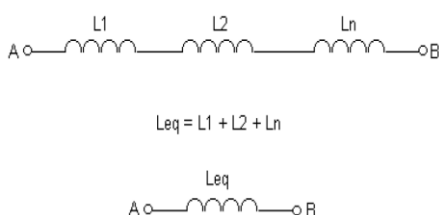
Este é o princípio de funcionamento de um dispositivo chamado transformador, de grande aplicação em circuitos elétricos e eletrônicos.



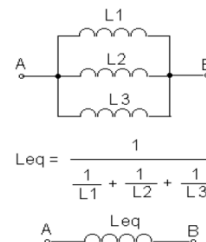
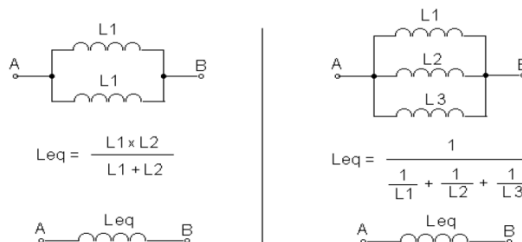
Associação de indutores

Assim como os resistores e capacitores, os indutores podem ser associados obtendo assim indutâncias equivalentes. As associações podem ser série e paralelo.

ASSOCIAÇÃO SÉRIE

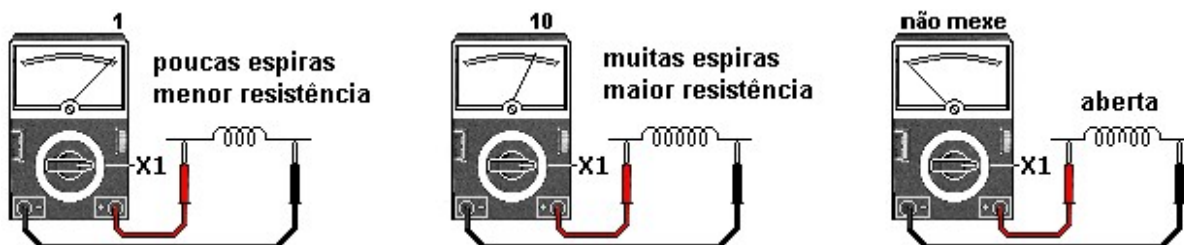


ASSOCIAÇÃO EM PARALELO



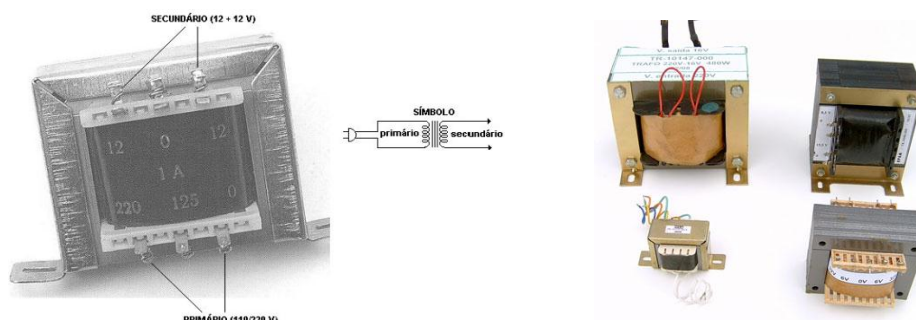
TESTE DE BOBINAS (INDUTORES)

Em X1, medir os terminais da bobina e o ponteiro deve mexer. Se não mexer, a bobina está aberta (interrompida). Veja abaixo o estado das bobinas testadas:

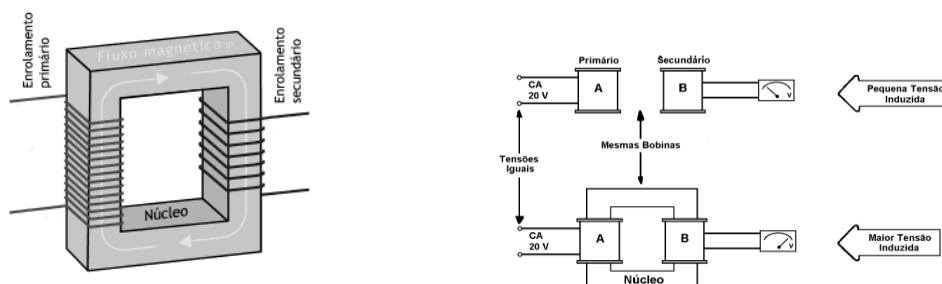


10. Transformadores

Os transformadores são componentes capazes de aumentar ou diminuir uma tensão e uma corrente através do eletromagnetismo que flui por suas espiras quando energizadas. O transformador é um dispositivo que permite elevar ou abaixar os valores de tensão ou corrente em um circuito de CA.



Todo o fluxo magnético é conduzido pelo núcleo.



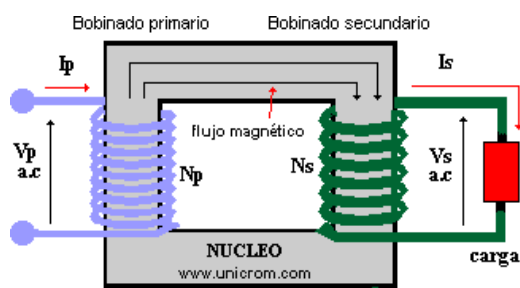
A aplicação de uma corrente variável com o tempo em uma das bobinas gera um fluxo magnético que, por sua vez, induz uma tensão na outra conforme lei de Faraday.

A bobina que recebe a corrente é denominada bobina ou enrolamento primário. Na bobina ou enrolamento secundário, está presente a tensão induzida.

Transformadores práticos costumam ter apenas um enrolamento primário, mas podem ter mais de um secundário.

Relação do transformador

Quando aplicamos uma tensão alternada na bobina de entrada, denominada "primário", induzirá uma tensão no secundário, cujo valor dependerá da relação entre o número de espiras das duas bobinas e do valor da tensão aplicada ao Primário. Assim, se a bobina de saída tiver o dobro do número de espiras da entrada, a tensão de saída será dobrada, Da mesma forma, se tiver metade do número de espiras, a tensão será reduzida à metade.



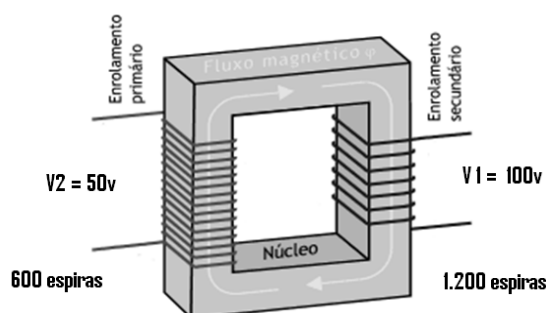
$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

Tipos de transformador quanto à relação de transformação

Quanto à relação de transformação os transformadores podem ser classificados em três grupos:

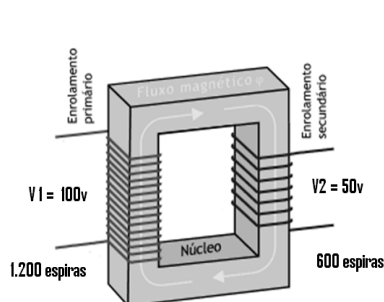
-Transformador elevador

Denomina-se transformador elevador todo o transformador com uma relação de transformação maior que 1 ($N_s > N_p$). Devido ao fato de que o número de espiras do secundário é maior que do primário a tensão do secundário será maior que a do primário ($N_s > N_p$, logo $V_s > V_p$).



-Transformador abaixador

É todo o transformador com relação de transformação menor que 1 ($N_S < N_P$). Neste tipo de transformadores a tensão no secundário é menor que no primário ($N_S < N_P$, logo $V_S < V_P$).



Cortesia WEG.

-Transformador Isolador

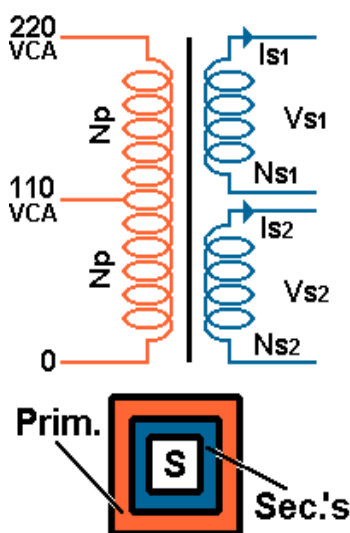
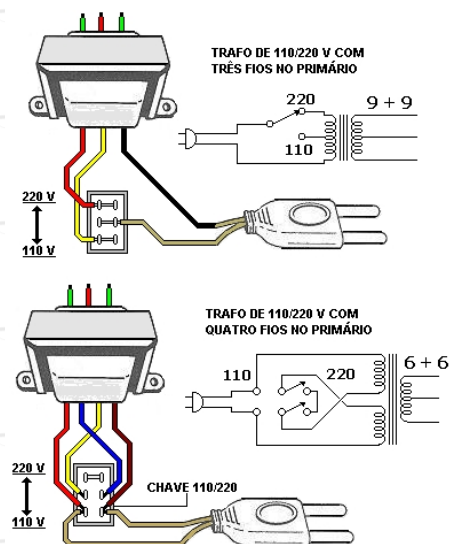
Denomina-se de isolador o transformador que tem uma relação de transformação 1 ($N_S = N_P$). Como o número de espiras do primário e secundário é igual, a tensão no secundário é igual a tensão no primário ($N_S = N_P$ logo $V_S = V_P$).

Este tipo de transformador é utilizado para isolar eletricamente um aparelho da rede elétrica. Os transformadores isoladores são muito utilizados em laboratórios de eletrônica para que a tensão presente nas bancadas seja eletricamente isolada da rede, sendo também utilizado nos chamados módulo isolador com o intuito de operar o computador sem a utilização do aterramento.

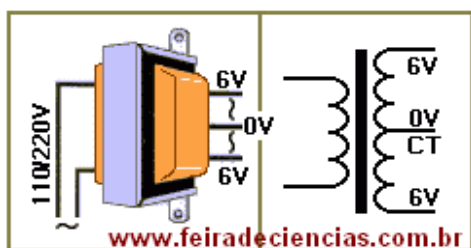


-Transformadores com múltiplos terminais

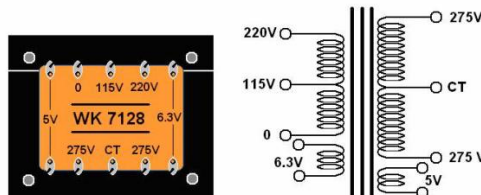
Estes transformadores poderão operar com tensão em 110/220v e dependendo do tipo, podem também fornecer dois ou mais valores de tensão no secundário.



Secundário com duplo enrolamento

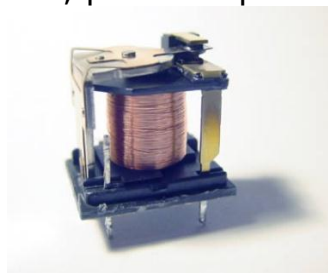
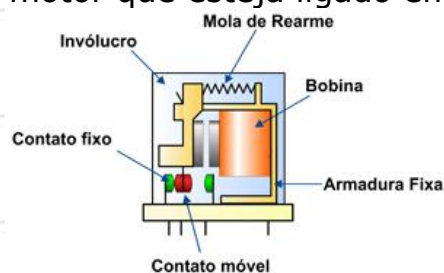


Transformador com center tapy



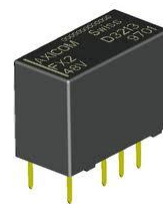
11. O Relé eletromagnético

Os relés são componentes eletromecânicos capazes de controlar circuitos externos de grandes correntes a partir de pequenas correntes ou tensões, ou seja, acionando um relé com uma pilha podemos controlar um motor que esteja ligado em 110 ou 220 volts, por exemplo.



Sem carcaça.

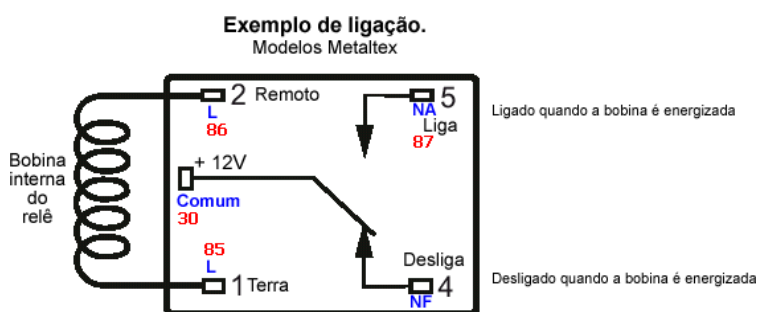
As figuras abaixo ilustram alguns modelos de relés



O funcionamento dos relés é bem simples: quando uma corrente circula pela bobina, esta cria um campo magnético que atrai um ou uma série de contatos, fechando ou abrindo circuitos. Ao cessar a corrente da bobina o campo magnético também cessa, fazendo com que os contatos voltem para a posição original.

Os relés podem ter diversas configurações quanto aos seus contatos: podem ter contatos NA, NF ou ambos, neste caso com um contato comum ou central (C). Os contatos NA (normalmente aberto) são os que estão abertos enquanto a bobina não está energizada e que fecham, quando a bobina recebe corrente. Os NF (normalmente fechado) abrem-se quando a bobina recebe corrente, ao contrário dos NA.

O contato central ou C é o comum, ou seja, quando o contato NA fecha é com o C que se estabelece a condução e o contrário com o NF.



Especificações elétricas do relé.

Devem ser observadas as limitações dos relés quanto a tensão nominal da bobina à corrente máxima dos contatos e tensão máxima admitida entre os terminais. Se não forem observados estes fatores a vida útil do relé estará comprometida, ou até a do circuito controlado.



12. CONDUTORES ELÉTRICOS

Condutores elétricos são componentes responsáveis pela condução de energia elétrica até os consumidores. Nas instalações residenciais apenas condutores de cobre exceto o condutor de proteção. Nas instalações comerciais e nas transmissões das concessionárias se permitido o uso de condutores de alumínio com secção transversal igual ou superior a 50 mm^2 .

Podem se encontrar três tipos de condutores fase, neutro e de proteção.

Fase

Este condutor é responsável pela condução de elétrons em sua periferia e tem a utilidade de alimentar os consumidores elétricos por exemplo: lâmpadas, motores, máquinas e eletrodomésticos em geral.

A seguir indicaremos a sua simbologia:



Retorno.

Tem a mesma função do condutor fase com diferença de ser interrompido por um interruptor ou um disjuntor e só conduz se o dispositivo estiver em sua posição fechada ao contrário não conduz.

Confira a sua simbologia:



Neutro

Condutor que possui uma carga neutra ou nula e tem a utilidade de referencial no circuito com a ausência deste condutor a carga não tem função.

Observe a sua simbologia:



Terra ou proteção.

O condutor de terra é posto no circuito para proteger contra fuga de corrente provocada por uma possível falha na isolação dos consumidores ou mesmo na instalação elétrica. Este mesmo condutor é utilizado para aterrar o neutro na entrada com o medidor de energia:

Observe sua simbologia:



Padrão de cores dos condutores segundo a NBR 5410.

Fase	Atribui a este condutor cores fortes: marron, preto, vermelho, branco e cinza.
Retorno	Tem as mesmas cores do condutor fase.
Neutro	A este condutor é denominada apenas a cor azul claro.
Terra	Para o condutor de proteção a cor verde se for temporário e verde-amarelo quando permanente.

Os condutores em geral possuem uma capacidade de condução de corrente de acordo com sua secção transversal, a seguir mostraremos uma tabela com as característica de cada condutor a respeito da capacidade admissível de corrente.

mm ²	Amperes
1,5	15
2,5	21
4	28
6	36
10	50
16	68
25	89
35	111
50	134
70	171
95	207
120	239
150	272
185	310
240	364
300	419
400	502
500	578



Classe de isolamento de temperatura e tensão.

Isolantes elétricos são aqueles materiais que tem pouco eletrons livres e que resistem ao fluxo dos mesmos. Alguns materiais desta categoria são:Plástico (**resinas**), Silicone, Borracha, Vidro (**cerâmicas**), Óleo, Água pura deionizada.

A resistência desses materiais ao fluxo de cargas é bastante elevada, e por isso são usados para encapar fios elétricos de cobre, seja em uma torre de alta tensão ou cabo de uma secadora.

São eles materiais que possuem altos valores de resistência elétrica e por isso não permitem a livre circulação de cargas elétricas, por exemplo borracha, silicone, vidro, cerâmica. O que torna um material bom condutor elétrico é a grande quantidade de elétrons livres que ele apresenta à temperatura ambiente, com o material isolante acontece o contrário, ele apresenta poucos elétrons livres à temperatura ambiente.

Os isolantes elétricos são separados de acordo com a tensão que se quer fazer o isolamento. Um pedaço de madeira, por exemplo, só pode ser considerado isolante até uma determinada classe de tensão, se elevermos essa tensão a determinados níveis, ele pode se tornar um condutor de eletricidade.

Tabela de informação quanto a secção transversal de fase e neutro.

Fase mm ²	Neutro mm ²
25	25
35	25
50	25
70	35
95	50

Tabela de referencia quanto secção transversal entre fase e terra.

Fase mm ²	Terra mm ²
16	16
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50

13. FERRAMENTAS PARA EXECUTAR OS CIRCUITOS ELÉTRICOS

Igualmente a qualquer profissional o técnico de refrigeração necessita de ferramentas especializadas e com proteções especiais como por exemplo classe de isolamento contra indução eletromagnética. Por isso apresentaremos algumas ferramentas que são empregadas nesta profissão que envolve muitos riscos.

Alicates

São instrumentos utilizados por vários profissionais da área tecnológica como mecânicos de auto, encanadores, mecânica de motos refrigeração. Pode ser divididos em vários grupos dependendo da funcionalidade da atividade empregada eles podem ser: do tipo universal, tipo corte, tipo bico, tipo bico chato e do tipo desencapador. A seguir comentaremos a respeito de cada da característica individual destas ferramentas que contribuem para o desempenho satisfatório destes profissionais.

Alicate do tipo Universal

Composto por dois cabos isolantes articulado por um eixo, tendo nas extremidades próximo a articulação, mandíbulas com pontas estriadas e cortes. Este instrumento é específico para apertar, cortar e dobrar.

O alicate universal é o mais popular de todos os alicates pois é utilizado por diversas profissões. Os usuários associam seu nome "universal" a execução de qualquer tipo de tarefa, como utilizar como martelo, batendo-o em alguma peça; usar como chave para soltar parafuso; e ainda como pé de cabra para arrancar pregos. Todas estas utilização são incorretas pois podem provocar acidentes pessoais e causar danos ao instrumento comprometendo a sua vida útil.



Alicate de corte diagonal

O alicate de corte é uma ferramenta articulada que tem como função cortar arames e fios de cobre, alumínio e aço. Pode apresentar-se de formas diferentes, dependendo da necessidade do usuário.



Alicate bico chato

É composto por dois cabos isolados, articulado por um eixo, tendo nas extremidades próxima à articulação, mandíbulas com perfil, retangular e estriadas nas faces internas. É utilizado para apertar e dobrar.

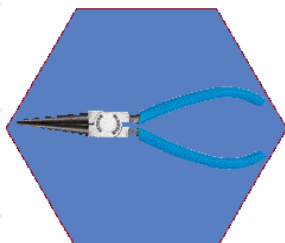
**Alicate desencapador.**

Composto por dois cabos isolados, e tem a utilidade de desencapar condutores de $0,5\text{mm}^2$ a $6,0\text{mm}^2$. Seu comando de abertura é por um parafuso de ajuste que seleciona a secção transversal do condutor que irá ser cortado.

**Bico redondo.**

Composto por dois cabos isolados, articulados por um eixo, tendo nas extremidades, articulação.

É utilizado para fazer olhais, semelhantes a uma argola, em condutores e de acordo com o diâmetro do parafuso.



Chaves

A Chave de Fenda

A chave de fenda é uma das ferramentas mais conhecidas no mercado. Quem nunca utilizou uma chave de fenda na vida? Como o próprio nome já diz, esta ferramenta foi desenvolvida especificamente para apertar ou desapertar parafusos que possuem fenda na cabeça. Existem no mercado diversos tipos de chaves:



- Chave de fenda simples;
- Chave de fenda cruzada (mais conhecida como chave Phillips);

Normalmente, os usuários costumam utilizar a chave de fenda de maneira incorreta como, por exemplo, para fazer alavancas ou como talhadeira. Dessa forma, há uma diminuição da vida útil da ferramenta, além da possibilidade de que ocorram acidentes. Portanto, é necessário conscientizar os usuários sobre a função específica da chave de fenda e mostrar que, para cada tipo de atividade, existe uma ferramenta adequada.

Antes de especificar a chave de fenda correta para cada aplicação, é necessário verificar algumas informações importantes:

- Tipo da fenda;
- Diâmetro do parafuso;
- Espessura da fenda;
- Comprimento da haste;
- Comprimento total (comprimento do cabo e da haste).

Cuidados básicos para aumentar a vida útil das chaves de fenda:

- 1.** Utilizar a chave de fenda somente para apertar ou desapertar parafusos;
- 2.** Não reaproveitar a ferramenta afiando-a no esmeril, pois isto pode provocar a perda de suas características técnicas como dureza e resistência, podendo ocasionar a quebra da chave ou um acidente com o usuário;
- 3.** Guardar a chave de fenda em ambientes secos, como caixas de ferramentas, carrinhos e armários;
- 4.** Sempre verificar se a ferramenta está em condições de uso, pois podem existir trincas no cabo ou o arredondamento das arestas na ponta da chave. Esse problema ocorre devido ao uso incorreto da ferramenta, provocado por impactos e/ou utilização em parafusos de diâmetro diferente do especificado para a chave. Caso isto ocorra, substituir a ferramenta por uma nova;
- 5.** Aplicar periodicamente uma fina película de óleo lubrificante na chave para proteger sua superfície.

Chave teste néon

Semelhante a uma chave de fenda pequena tem como finalidade indicar a existência de potencial de fase no ponto em teste.

Funciona baseada na luminescência das lâmpadas de néon em baixíssimas correntes.



É composta por uma ponta de teste metálica em formato de cunha, lâmpada néon, resistor de carvão (alto valor ôhmico) e corpo translúcido (total ou parcial).

Trena

Substitui o metro articulado. Serve para medir distâncias entre caixas de passagens, condutores, etc.



Canivete

Serve para desencapar fios, na falta de um alicate desencapador.



14. Emendas de condutores

Comumente o eletricitista se depara com um problema: o percurso da instalação em linha é maior que o fio condutor disponível. Que fazer então? Ele deverá executar uma ou mais emendas. Essas emendas, entretanto, poderão se transformar mais tarde fontes de mau contato, produzindo aquecimento e, portanto, perigos de incêndio ou de falhas no funcionamento da instalação, se forem mal executadas. A função de um eletricitista é saber fazer, fiscalizar e identificar as possíveis falhas. Assim, estes são bons motivos para se aprender as técnicas e recomendações indicadas na execução de uma boa instalação.

Os tipos de emendas.

Os tipos, mas conhecidos de emenda são:

Prolongamento;

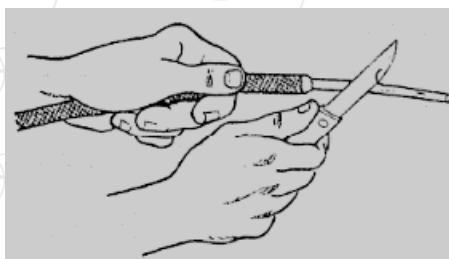
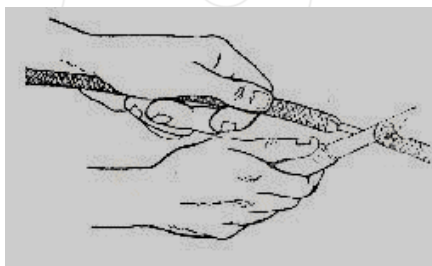
Derivação;

Trançada;

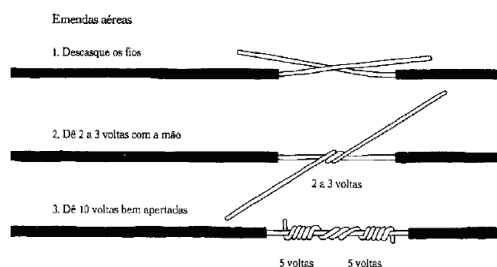
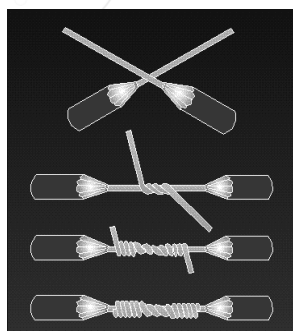
-Prolongamento.

Desencape as pontas dos condutores, retirando com um canivete ou estilete a cobertura isolante em PVC. Execute sempre cortando em direção à ponta, como se estivesse apontando um lápis, com o cuidado de não “ferir” o condutor. O procedimento correto pode ser visualizado na Figura 1(a).

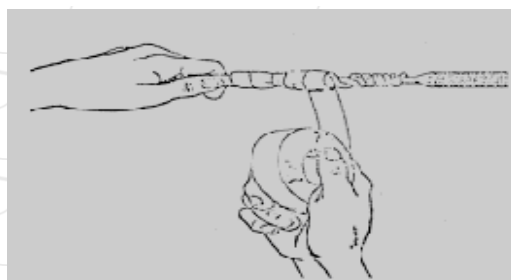
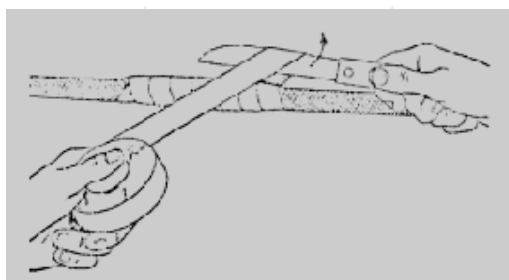
Obs.: o comprimento de cada ponta deve ser suficiente para aproximadamente umas 06 (seis) voltas em torno da ponta do outro condutor.



Emende os condutores, cruzando as pontas dos mesmos, conforme mostrado na Figura abaixo, e em seguida torça uma sobre a outra em sentido oposto. Cada ponta deve dar aproximadamente seis voltas sobre o condutor, no mínimo. Complete a torção das pontas com ajuda de um alicate, como mostrado. As pontas devem ficar completamente enroladas e apertadas no condutor, evitando-se assim que estas pontas perfurem o isolamento.

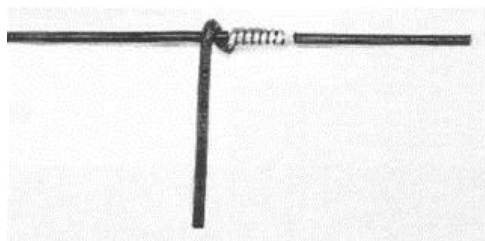
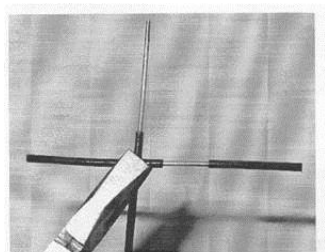


O isolamento da emenda deve ser iniciado pela extremidade mais cômoda. Prenda a ponta da fita e, em seguida, dê três ou mais voltas sobre a mesma, continue enrolando a fita, de modo que cada volta se sobreponha à anterior. Continue enrolando a fita isolante sobre a camada isolante de PVC do condutor. A execução de uma emenda bem feita deve garantir que a camada isolante do condutor seja ultrapassada por uns dois centímetros. Corte a fita isolante, seguindo o procedimento de acordo com as Figura 1(f) e 1(g).



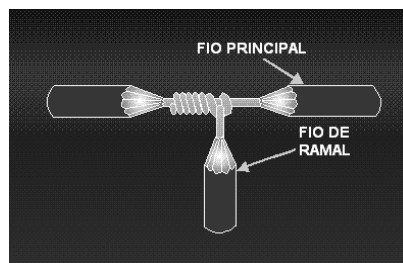
-Derivação

Primeiro desencasque a parte isolante com um canivete ou com um alicate tendo o cuidado de não ferir o condutor, em seguida uma as partes desencapadas e dobre-as entre si com o alicate universal apoiado por um alicate de bico.



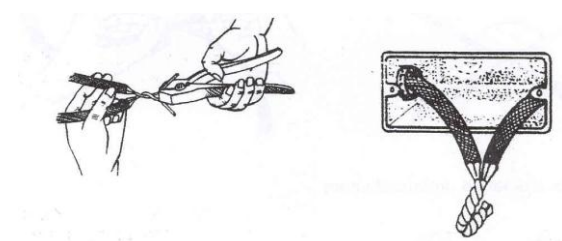
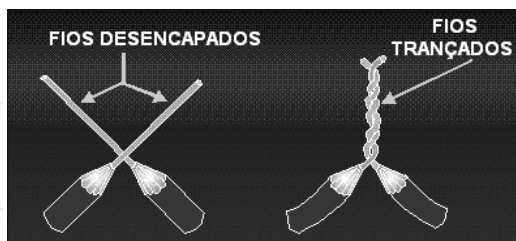
O isolamento da emenda deve ser iniciado pela extremidade mais cômoda. Prenda a ponta da fita e, em seguida, dê três ou mais voltas sobre a mesma, continue enrolando a fita, de modo que cada volta se sobreponha à anterior.

Continue enrolando a fita isolante sobre a camada isolante de PVC do condutor. A execução de uma emenda bem feita deve garantir que a camada isolante do condutor seja ultrapassada por uns dois centímetros.



-Trançada

Efetue manualmente a emenda, conforme ilustração abaixo.



Conclua a emenda, apertando-a bem, e utilizando para este fim alicates universais.

Terminada a emenda, isole-a, dispondo a fita isolante em camadas.

Fitas isolantes

É um produto à base de PVC anti-chamas, de cor preta e de extrema conformabilidade às mais variadas superfícies, especialmente construído para os mais diversos tipos de isolamentos elétricos. Possui bom poder de adesão e boa conformabilidade. Destinada ao uso doméstico e para reparos em geral.

Possui embalagem que protege a fita de possíveis deformações e contaminações. Boa plasticidade e alongamento. Diversidade de embalagens.



Aplicações

A fita isolante é extremamente versátil, de grande utilidade nos mais variados tipos de isolamentos e proteções elétricas em residências, eletrodomésticos, etc, além de reparos em geral. É indicada para aplicação manual.

Instrução de uso

1. Elimine qualquer resíduo de óleo ou graxa que houver sobre a área onde a fita será aplicada.
2. Procure cobrir a área a ser protegida sempre aplicando 50% da camada superior da fita sobre a inferior, fazendo-se assim uma sobreposição de material.
3. Mantenha-a esticada, exercendo leve pressão sobre o material já aplicado.

Fita isolante líquida

Com espessura de 1 mm, isola tensão de até 6.500 V, além de impermeabilizar e vedar conexões elétricas expostas a intempéries ou enterradas. Podem ser usadas também em chuveiros elétricos, locais úmidos, bombas submersas, ferramentas e ligações elétricas de alta segurança.



TIPO BISNAGRA

Fita isolante de Alta Tensão (auto fusão)

Fita à base de borracha de etileno-propileno (EPR) com alta conformidade em qualquer tipo de superfície e formulada para fusão instantânea sem a necessidade de aquecimento (Autofusão)



Características do Produto

Devido à sua composição, esta fita apresenta as seguintes características:

- Alto poder de isolamento ;
- Ótima conformabilidade;
- Excelente propriedade de vedação
- Ótima e Rápida fusão sem presença de bolhas
- Melhor Alongamento
- Espessura (mm) 0,76
- Cor Preta

Exemplos de Uso

- Isolação primária de cabos de potência 69 kV.
- Vedação contra a umidade, para proteger a isolamento dos cabos de Potência, quando da instalação de terminações e emendas.
- Proteção contra a penetração de umidade pelas pontas dos cabos de potência.
- Como isolante elétrico nas emendas e terminações de cabos de potência que possam alcançar a temperatura de 130°C em regime de emergência.
- Proteção de cabos de ferramentas.

Fitas Isolantes Coloridas

Utilizadas Para identificação e codificação de circuitos em instalações elétricas. Fita 35 espessura 0,18mm; Fita Temflex espessura 0,10mm.

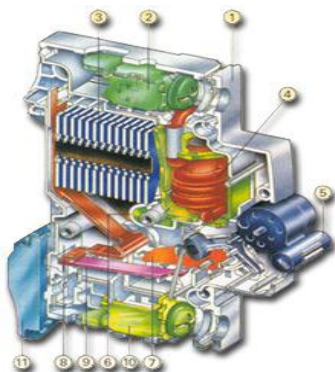


Usos:

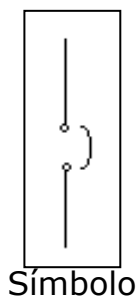
- * Identificação de sistemas - Tubulação, isolamento e emendas em geral.
- * Identificação de - Saídas de motores, chicotes de fios, etc.
- * Identificação de instalação elétricas em geral.
- * Disponíveis nas cores Vermelha, Verde, Azul, Branca, Amarela, Cinza e Violeta em rolos de 19mm x 20m.

15. DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS

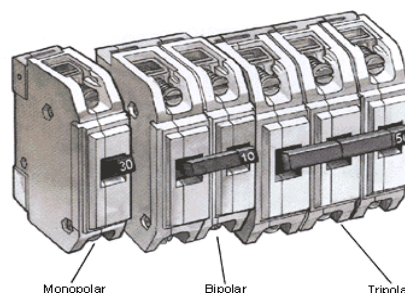
São dispositivos de manobra e proteção, com capacidade de interrupção do circuito elétrico sob condições anormais provenientes de uma sobrecarga e uma sobre corrente de curto-circuito.



Estrutura de um disjuntor



Símbolo



aspectos reais

Descrição

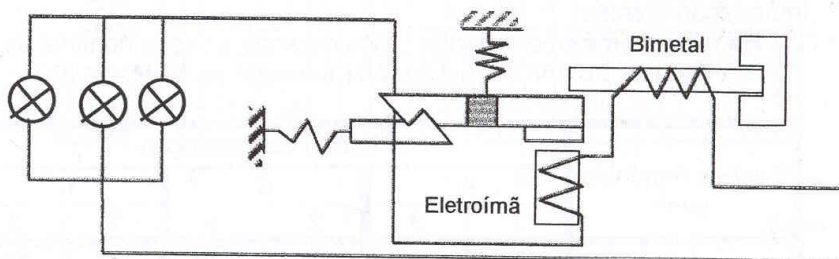
- 1 - Parte Externa, termoplástica
- 2 - Terminal superior
- 3 - Câmara de extinção de arco
- 4 - Bobina responsável pelo disparo instantâneo (magnético)
- 5 - Alavanca:
 - 0 - Desligado: verde visível
 - I - Ligado: vermelho visível
- 6 - Contato fixo
- 7 - Contato móvel
- 8 - Guia para o arco
- 9 - Bimetal - responsável pelo disparo por sobrecarga (térmico)
- 10 - Terminal inferior
- 11 - Clip para fixação no trilho DIN

Funções Básicas de um Disjuntor

Proteger os condutores contra os efeitos das sobrecargas e curtos-circuitos. Permitir o fluxo normal da corrente sem interrupções, abrir e fechar um circuito à intensidade de corrente nominal, garantir a segurança da instalação e dos utilizadores.

Princípio de Funcionamento

O disjuntor é inserido no circuito com um interruptor, o relé bimetálico (sobrecarga) e o relé eletromagnético (sobre corrente), são ligados em série. Ao acionarmos a alavanca, fecha-se o circuito que é travado pelo mecanismo de disparo, e a corrente circula pelo relé térmico e pelo relé eletromecânico.



Havendo no circuito uma pequena sobrecarga de longa duração, o relé bimetálico atua sobre o mecanismo de disparo, abrindo o circuito. No caso de haver um curto-circuito, o relé eletromagnético é quem atua sobre o mecanismo de disparo, abrindo o circuito instantaneamente.

O disjuntor substitui com vantagem o fusível, pois não é danificado ao abrir um circuito em condições anormais

-Características elétricas

TENSÃO NOMINAL

A tensão em que o equipamento foi projetado para trabalhar.

CORRENTE NOMINAL

A corrente em que o equipamento foi projetado para trabalhar.

Curva de Disparo dos disjuntores

Existe pelo menos 5 tipos de curvas de disparo, que determinam a capacidade de proteção de um disjuntor.

Curva "B"

Disparo: 3 a 5 vezes a corrente nominal (I_n);

Aplicação: Proteção de Geradores, pessoas e cabos de grande comprimento sem pico de corrente.

Curva "C"

Disparo: 5 a 10 vezes a corrente nominal (I_n);

Aplicação: Proteção de circuitos de iluminação, Tomadas de Corrente e aplicações gerais.

Curva "D"

Disparo: 10 a 14 vezes a corrente nominal (I_n);

Aplicação: Proteção de Circuitos com elevadas correntes de partida, transformadores e motores elétricos.

-Faixa Corrente dos Disjuntores

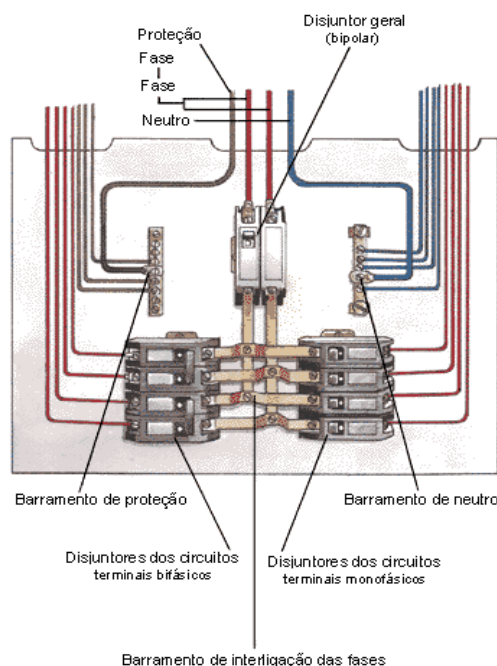
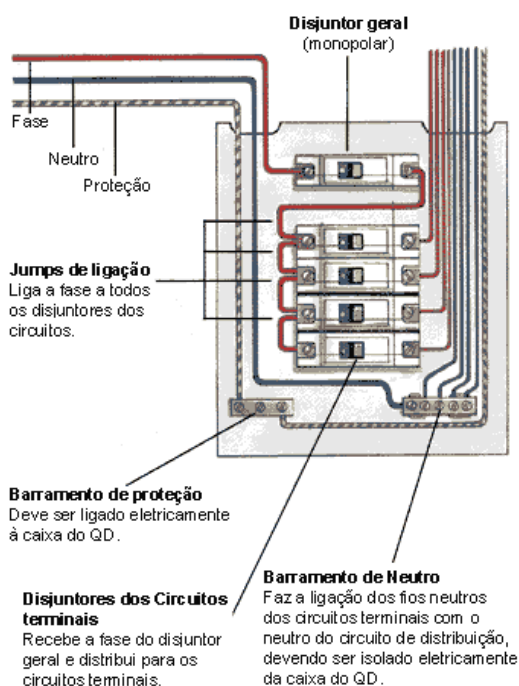
Em geral os disjuntores mais utilizados nas residências possuem faixas de corrente variando entre 0,5 A e 200 A.

Tabela Prática de Aplicação dos Disjuntores

EXEMPLOS DE APLICAÇÕES					
APARELHOS	CARACTERÍSTICAS	127V~		220V~	
		Disjuntor	Fio (mm²)	Disjuntor	Fio (mm²)
Chuveiro	4.400W	40A	6,0	25A	4,0
	5.400W	50A	10,0	30A	4,0
Torneira	2.500W	25A	2,5	15A	2,5
	3.200W	30A	4,0	20A	2,5
Aquecedor	Até 1.000W	10A	2,5	10A	2,5
	1.001W a 1.500W	15A	2,5	10A	2,5
	1.501W a 2.000W	20A	2,5	15A	2,5
	2.001W a 2.500W	25A	4,0	15A	2,5
Ar-condicionado	7.500 a 10.000 BTU	15A	2,5	10A	2,5
	10.001 a 14.000 BTU	25A	2,5	15A	2,5
Geladeira/Freezer	Até 600VA	10A	2,5	10A	2,5
Lava-louça	1.200VA a 1.500VA	15A	2,5	10A	2,5
	1.501VA a 2.000VA	20A	2,5	15A	2,5
	2.001VA a 2.500VA	25A	2,5	15A	2,5
	2.501VA a 2.800VA	30A	4,0	15A	2,5
Microondas	Até 1.500VA	15A	2,5	10A	2,5
Lavadora de roupas	600VA a 1.000VA	10A	2,5	10A	2,5
	1.001VA a 1.200VA	15A	2,5	10A	2,5
Secadora de roupas	4.000W	40A	6,0	25A	2,5
	5.000W	50A	10,0	30A	4,0
Iluminação	Até 1.200VA	10A	1,5	10A	1,5
	1.201VA a 2.200VA	20A	2,5	10A	1,5

Exemplos ilustrativos, não representam especificações

Quadros de distribuição monofásico e bifásico



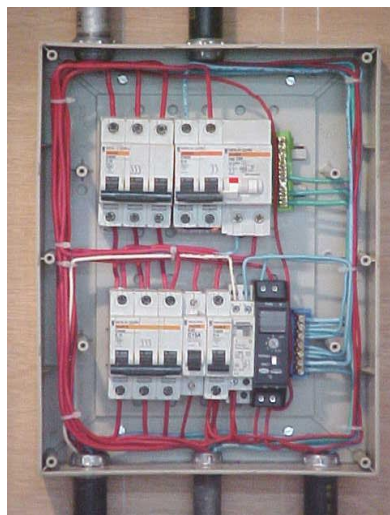
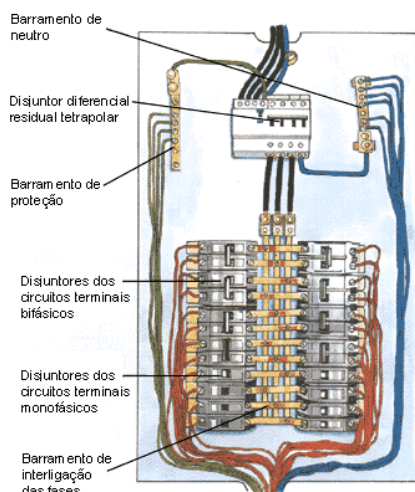
-Disjuntores Tripolares

São disjuntores compostos por três disjuntores unipolares interligados mecanicamente por um mecanismo de disparo para evitar que no momento em que uma fase atue por sobrecarga ou sobre corrente as outras duas permaneçam funcionando, isto é, todas as fases abrem ou fecham ao mesmo tempo, portanto não devemos utilizar três disjuntores unipolares separados para substituir um tripolar.



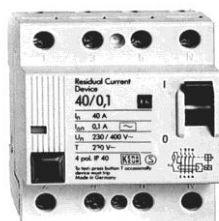
Quadro de Distribuição trifásico

Os disjuntores são alojados em um quadro onde são interligados à rede e aos circuitos parciais. Este quadro é o centro de distribuição de toda instalação elétrica recebendo os condutores que vêm do centro de medição (quadro medidor) e distribuindo para os demais circuitos terminais que vão alimentar as lâmpadas, tomadas e aparelhos elétricos. O quadro de distribuição deve ser localizado em local de fácil acesso e o mais central na residência.

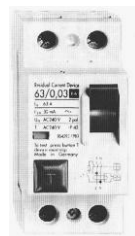


16. Dispositivos diferencial Residual (DDR)

Os dispositivos de atuação a corrente diferencial residual, simplificada dispositivo DR, destina-se à proteção de pessoas e animais domésticos contra os perigos da corrente elétrica, bem como a proteção patrimonial na prevenção de incêndios de origem elétrica.



Tetra polar



bipolar

O Choque Elétrico é a passagem de uma corrente elétrica através do corpo, utilizando-o como um condutor. Os efeitos desta passagem de corrente pode não representar nada além de um susto, porém também pode causar graves consequências às pessoas.

O choque elétrico é quase sempre acidental e pode ser ocasionado por um contato direto e contato indireto.

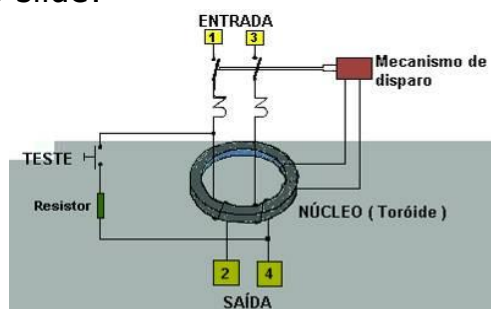


Contato direto: ocorre quando o usuário se expõe diretamente ao condutor.

Contato indireto: ocorre quando o usuário tem o contato, acidentalmente, com algum aparelho onde existe vazamento de corrente (neste caso o usuário atua como terra).

Princípio de Funcionamento

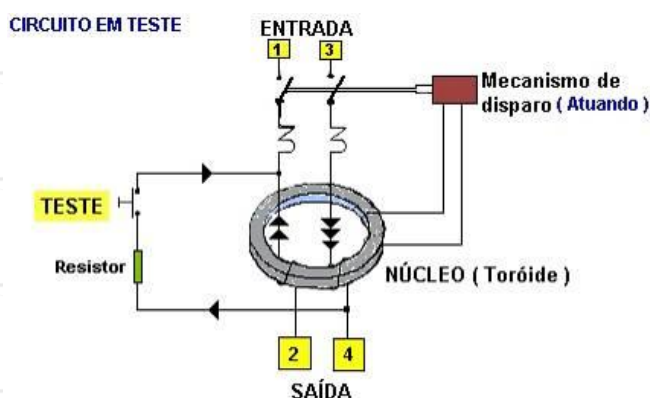
O princípio de funcionamento do dispositivo DR baseia-se na detecção permanente da corrente diferencial residual (fuga à terra), acionando automaticamente e instantaneamente o sistema de disparo eletromagnético, quando esta corrente ultrapassar a sensibilidade especificada, observe o diagrama no próximo slide:



Com todos os condutores passando pelo DR, o fluxo magnético resultante no interior do toróide (núcleo magnético) é praticamente igual a zero (existem correntes de fuga naturais na instalação protegida, que não sensibilizam o DR. Por ocasião de uma fuga excessiva (exemplo do choque elétrico), esta corrente de fuga fará com que o fluxo magnético resultante no interior do núcleo seja diferente de zero.

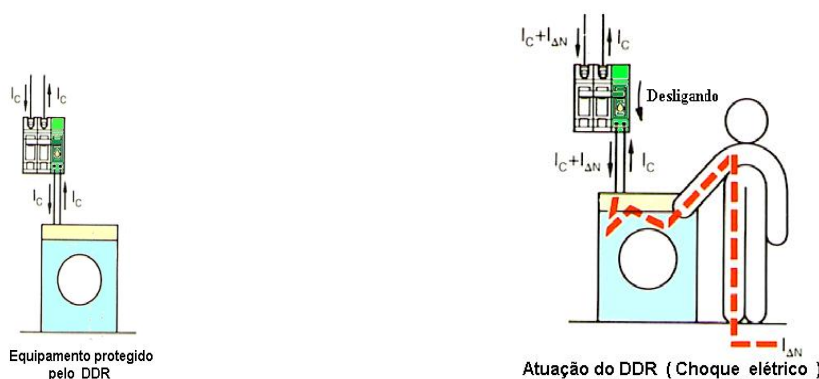
Se o valor desta corrente for superior ao valor da corrente de atuação especificada, o mecanismo de disparo atuará o interruptor dentro dos tempos especificados, seccionando automaticamente a alimentação do circuito correspondente.

Existe um circuito de teste que , ao ser acionado , provoca a circulação de corrente externa ao toróide, suficiente para acionar o dispositivo. Periodicamente deve-se pressionar o botão de teste para checar o seu funcionamento.



Aplicação

Devido estes atributos, o uso de dispositivos DR em grande parte das instalações elétricas, é uma exigência das normas técnicas em diversos países há mais de 20 anos, e em particular a NBR-5410 da ABNT.



No caso específico do choque elétrico, onde a corrente é desviada para terra pelo corpo humano, instalado um dispositivo DR, a corrente é cortada instantaneamente antes da pessoa começar sentir os efeitos do choque.

Aplicação Residencial:

Dispositivos DR de alta sensibilidade ($I_{\Delta n} < 30 \text{ mA}$)

Aplicação industrial:

Dispositivos DR de baixa sensibilidade ($I_{\Delta n} > 30 \text{ mA}$)

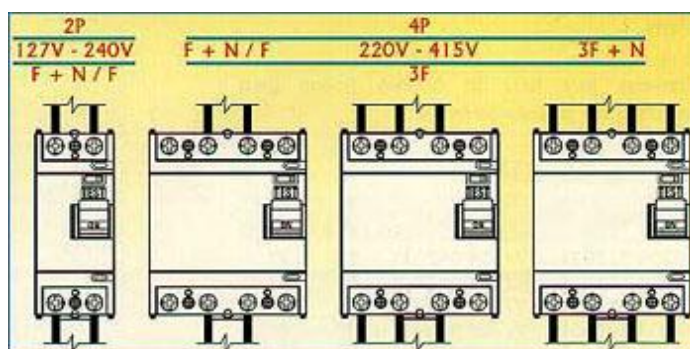
Nos locais onde exista o risco de eletrocussão for bastante elevado deve-se instalar dispositivos DR, de alta sensibilidade ($I_{\Delta n} < 30 \text{ mA}$).

O somatório das correntes de fuga "naturais" do(s) circuito(s) protegidos por um dispositivo DR, deve ser no máximo a metade do valor nominal da corrente de atuação do dispositivo.

Exemplo : ($I_{\Delta n} < 30 \text{ mA}$), máxima fuga "natural" = 15 mA

Instalação:

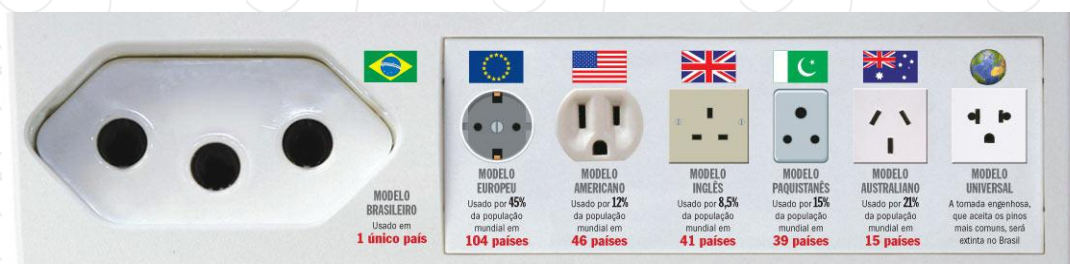
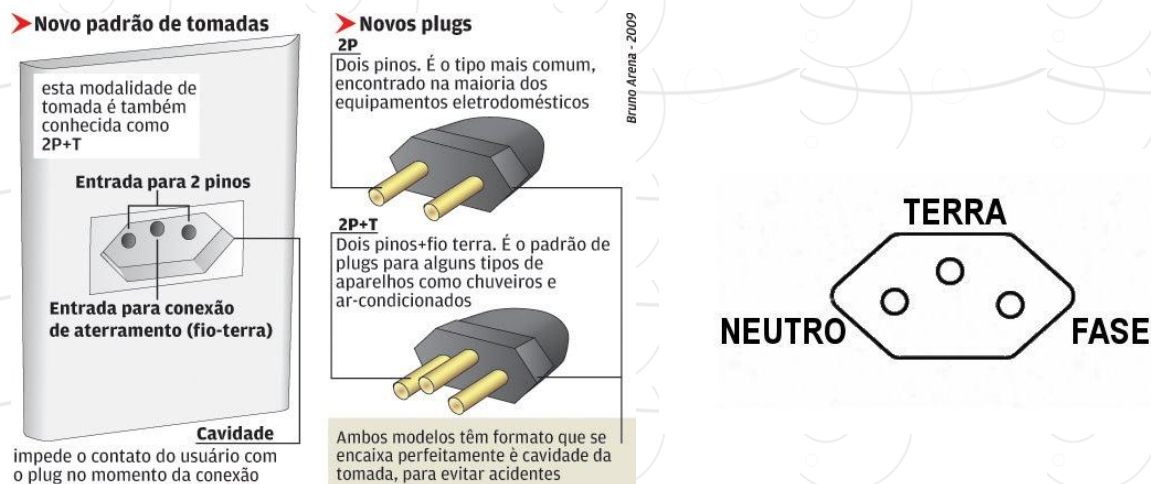
Todos os condutores vivos da instalação (fases e neutro) devem ser conectados ao dispositivo DR. O condutor neutro, após ser conectado ao dispositivo DR, não poderá ser ligado à terra ou servir de aterramento para a carga. O dispositivo DR pode ser montado em trilho DIN (35 mm) ou diretamente sobre superfície através de parafusos. Veja a figura abaixo:



17.O Novo padrão de plugues e tomadas no Brasil!

O Brasil terá um novo padrão de plugues e tomadas elétricas. O Inmetro estabeleceu um prazo até 2010 para os fabricantes de equipamentos se adequarem totalmente às regras. Os consumidores irão se adaptar com o mercado, sem pressa, pois os conectores são compatíveis com os atuais. A nova regra estabelece que os plugues sejam padronizados em dois modelos: pino redondo com dois terminais e pino redondo com três terminais, sendo 1 terminal terra.

O encaixe do plugue deverá ter o formato hexagonal e as tomadas onde o encaixe será feito terão um baixo relevo de 8 a 12 milímetros de profundidade, criando uma espécie de buraco onde o plugue ficará acomodado, evitando folgas e exposição dos terminais metálicos e conseqüentemente diminuindo riscos de choques elétricos.



Uma das principais preocupações do novo formato. Os pinos chatos deixam de existir com o novo padrão, permanecendo apenas os terminais redondos. Também será proibida a fabricação dos benjamins (comumente chamados de "T" por conta do formato), pois serão substituídos por soluções mais seguras e com limites de ligações encadeadas que a rede elétrica possa suportar. Isso evitará a sobrecarga de um único ponto da rede elétrica, exigindo mais planejamento nas instalações.

Além disso, a obrigatoriedade do fio terra na nova tomada amplia a segurança do usuário.

O que muda no dia a dia dos consumidores?

A Norma 14136 da ABNT reduz os 14 tipos diferentes de tomadas em apenas dois modelos.

Existem hoje no Brasil mais de 14 tipos diferentes de tomadas e 12 de plugues (aqueles que conectam os equipamentos à rede elétrica), a norma NBR 14136, baseada em normas internacionais de segurança, padroniza esses dispositivos em **apenas dois modelos**: para correntes de 10A ou 20A, com três pinos redondos e em formato sextavado. Os fabricantes e importadores deverão aderir totalmente à norma a partir de 01 de janeiro de 2009, isto é, os modelos antigos somente serão fabricados até o fim de 2008. Já os revendedores ainda não têm um prazo estabelecido para substituírem seus estoques.

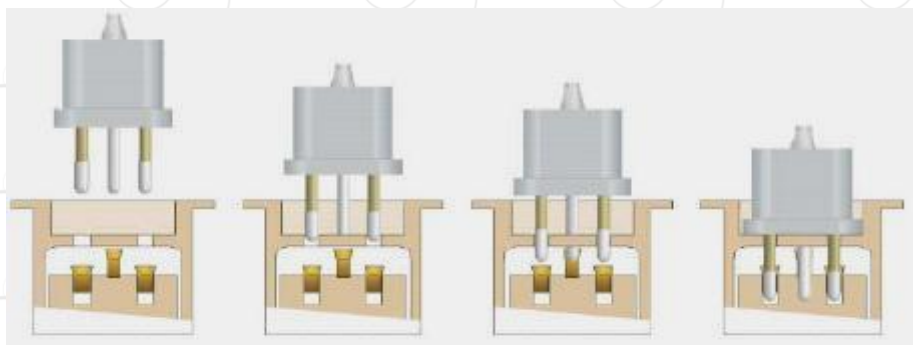
A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT estima que 80% dos aparelhos eletrônicos no mercado são do tipo dois pinos cilíndricos, logo, já podem ser utilizados no novo padrão de tomadas. Além de aumentar a segurança das pessoas contra choques elétricos, o novo padrão também reduz o número de configurações de plugues e tomadas vendidos no país, garantindo, com o passar do tempo, que não haja mais problemas, com a conexão de diferentes plugues em modelos distintos de tomadas.

A norma, publicada em 2002, também prevê o terceiro orifício para o condutor de proteção (“fio terra”), evitando choques elétricos. O uso do fio terra e conseqüentemente, o aterramento é obrigatório nas novas instalações desde julho de 2006, conforme a Lei 11.337. Na prática, por falta de organismos que fiscalizem essas instalações, a segurança dos consumidores ainda fica comprometida. Assim, o novo padrão auxilia no cumprimento dessa lei à medida que proíbe os fabricantes de produzirem plugues e tomadas de outros modelos, sem o pino terra.

O novo padrão estabelece um rebaixo nas tomadas que terão um formato hexagonal, impedindo que apenas um dos pinos do plugue seja conectado.

Esse recuo de 8,7 mm impede o contato com as partes energizadas nas situações em que o plugue não foi totalmente conectado, além de servir como guia permitindo a colocação do plugue em áreas pouco acessíveis ou visíveis.

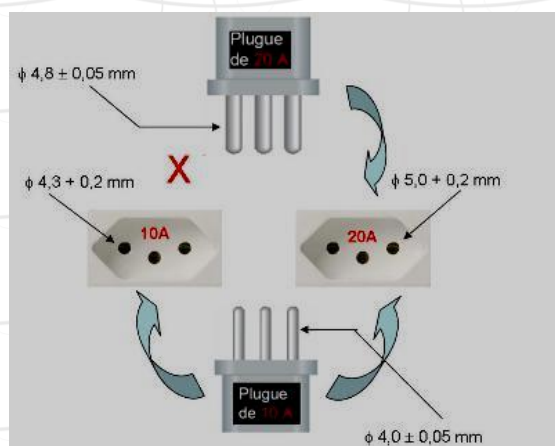
Veja as figuras abaixo:



A tomada, padrão brasileiro, também foi desenvolvida para evitar a conexão de equipamentos com potência superior à que a tomada pode suportar, evitando a queima acidental de eletroeletrônicos.

A padronização prevê dois modelos de tomadas: de 10 ampères (A) e de 20 ampères (A), que se diferem com relação ao orifício para o encaixe dos plugues. Desta forma, a tomada de 10 A não aceita plugues de 20 A. Já a tomada de 20 A aceita a inserção de ambos.

As tomadas que serão instaladas em pontos com corrente nominal de 10 A, terão 4 mm de diâmetro, já as tomadas que suportam corrente de 20A contam com orifício de 4,8mm de diâmetro.



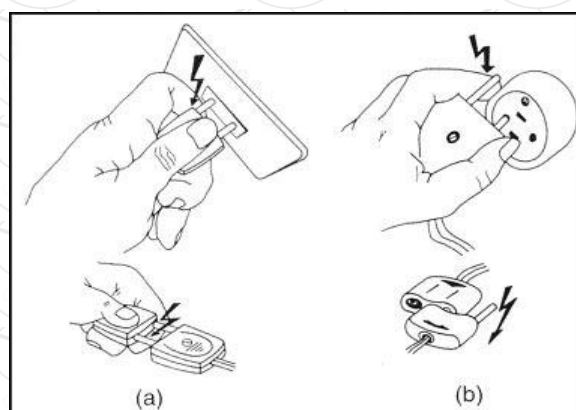
TOMADA PARA 10A



TOMADA PARA 20A



Assim, a tomada de 10 A tem um diâmetro menor que **não permite** a entrada do plugue dos aparelhos que precisam de 20 A de corrente, por exemplo. Já a tomada de 20 A aceita também os plugues de 10 A, pois possui um sistema de retenção que prende os pinos evitando que eles fiquem frouxos e provoquem aquecimento no ponto, além de aumentar as chances de **choque elétrico**.



Quadro 2 - Risco de choque elétrico involuntário com os plugues atuais

Vantagens e desvantagens

“O motivo da mudança é aumentar a segurança dos usuários”, diz **Vicente Cattacini**, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, instituição responsável pela elaboração do novo padrão. Atualmente, os equipamentos que precisam de aterramento vêm com um fio solto para que os próprios consumidores façam a ligação ao sistema elétrico da casa. No novo plugue, o terceiro pino terá essa função – desde que a casa já tenha o sistema de aterramento ou que o proprietário providencie sua instalação. Do contrário, os usuários continuarão tão desprotegidos quanto antes. Os furos da nova tomada terão de ficar “para dentro” em relação ao chamado “espelho” da tomada. Isso fará com que os pinos entrem completamente nos buracos, sem que nenhuma parte metálica fique exposta, reduzindo o risco de choques.

O novo sistema tem **desvantagens**. Muitos dos plugues de equipamentos que existem hoje não se encaixarão nas tomadas de três pinos das construções novas. O engenheiro eletricista Paulo Barreto já fez o teste. Experimentou ligar seus eletrodomésticos na nova tomada. “De mais de 50 plugues, apenas 23% encaixaram”, diz. Nesses casos, os consumidores precisarão comprar adaptadores.

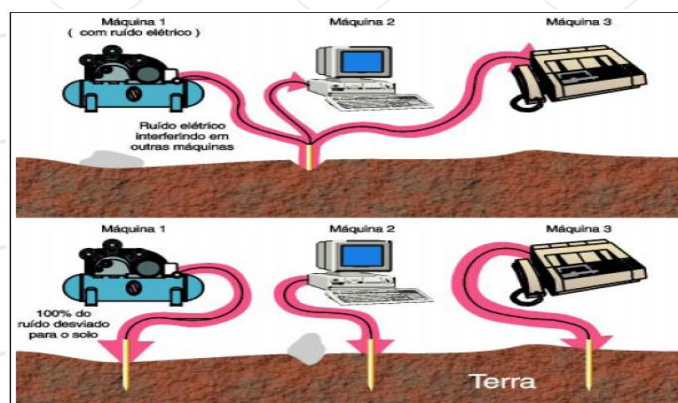


E se você continuar morando em sua casa e resolver comprar uma máquina de lavar nova em 2010? A partir desse ano, esse tipo de equipamento já terá o plugue de três pinos. “Quem não quiser usar adaptador terá de trocar a tomada”, diz Marcos Pó, assessor técnico do Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (Idec).

A indústria do setor, os comerciantes de material elétrico e as associações de consumidores têm trocado insinuações sobre o motivo real do estabelecimento desse padrão. Se existem interesses econômicos em jogo ou não, o mais importante agora é esclarecer o consumidor sobre a mudança, para que ele não leve um choque – literalmente.

18. O ATERRAMENTO ELÉTRICO

O aterramento elétrico, com certeza, é um assunto que gera um número enorme de dúvidas quanto às normas e procedimentos no que se refere ao ambiente elétrico industrial. Muitas vezes, o desconhecimento das técnicas para realizar um aterramento eficiente, ocasiona a queima de equipamentos, ou pior, o choque elétrico nos operadores desses equipamentos.



Mas o que é o "terra"? Qual a diferença entre terra, neutro, e massa? Quais são as normas que devo seguir para garantir um bom aterramento ?

Bem, esses são os tópicos que este artigo tentará esclarecer. É fato que o assunto "aterramento" é bastante vasto e complexo, porém, demonstraremos algumas regras básicas.

– PARA QUE SERVE O ATERRAMENTO ELÉTRICO ?

O aterramento elétrico tem três funções principais :

- a – Proteger o usuário do equipamento das descargas atmosféricas, através da viabilização de um caminho alternativo para a terra, de descargas atmosféricas.
- b – "Descarregar" cargas estáticas acumuladas nas carcaças das máquinas ou equipamentos para a terra.
- c – Facilitar o funcionamento dos dispositivos de proteção (fusíveis, disjuntores, etc.), através da corrente desviada para a terra.

19. TERMODINÂMICA

Calor

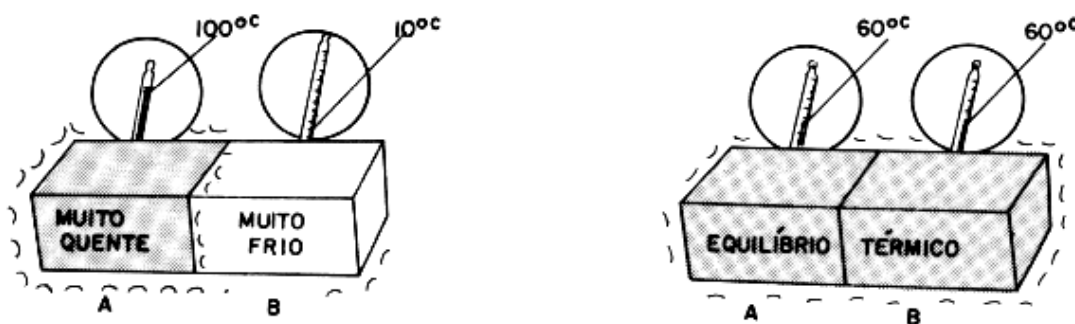
É bastante comum quando falamos sobre conceitos de refrigeração associá-la a duas grandezas físicas denominadas calor e temperatura. Neste capítulo você irá estudar os conceitos inerentes ao calor. Objetiva-se com este fornecer subsídios para que você assimile conhecimentos relacionados ao conceito de calor, suas formas de transmissão, as unidades de medida e equivalências.

Definição

Calor é a energia térmica que em trânsito de um corpo para outro devido uma diferença de temperatura entre eles.

O calor só passa espontaneamente do corpo mais quente para o mais frio.

A figura 2.1 abaixo mostra dois corpos de temperaturas diferentes em contato entre si. Nesta situação a energia térmica passará do corpo mais quente para o mais frio até que suas temperaturas se igualem. Durante o processo o corpo quente esfriará e o corpo frio aquecerá.



Processos de transferência de calor

A transferência de calor é a passagem de energia térmica de um corpo para outro, ou de uma parte para outra em um mesmo corpo.

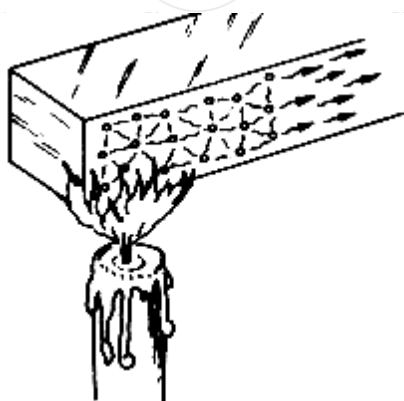
Esta transferência de calor pode ocorrer segundo três processos distintos:

-Condução

A condução é um processo pelo qual o calor flui de uma região para outra através do contato físico direto das partículas do meio que os separa, dentro de um meio sólido, líquido ou gasoso ou entre meios diferentes.

Como se dá esse processo?

A figura 2.2 mostra o aquecimento de uma barra metálica provocado pela chama de uma vela. Observa-se que na região de mais quente, as partículas têm maior energia, vibrando com maior intensidade; Com esta vibração ela transmite energia para a partícula vizinha que passa a vibrar mais intensamente; esta transmite energia para a seguinte a assim sucessivamente.



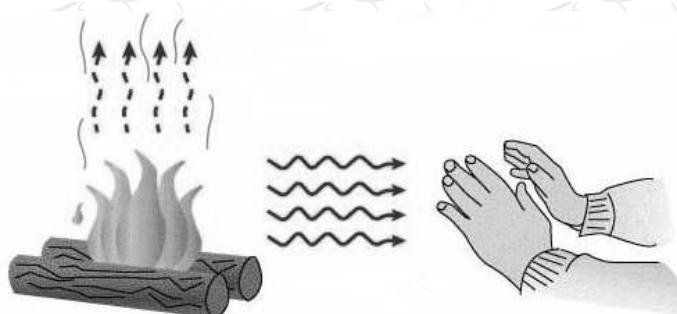
Aquecimento de uma barra metálica por condução.

-Radiação ou Irradiação

A radiação ou irradiação é o processo de transmissão de calor através de ondas eletromagnéticas (ondas de calor).

A energia emitida por um corpo (energia radiante) se propaga até o outro, através do espaço que os separa. A radiação não exige a presença do meio material para ocorrer, isto é, a radiação ocorre no vácuo e também em meios materiais.

A figura 1.3 mostra uma situação bastante comum em nosso dia-a-dia, ao aproximarmos de uma fonte de calor, fogueira, por exemplo, sentimos a transferência de calor da fonte para nosso corpo. Um outro exemplo que podemos citar é a transferência de calor do sol para a terra que ocorre sem a necessidade de um meio material, ou seja, ocorre através do vácuo.



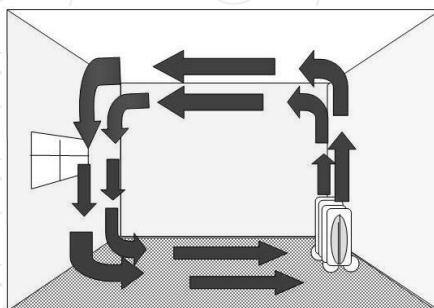
Processo de transferência de calor por irradiação

Entretanto, não são todos os meios materiais que permitem a propagação das ondas de calor através deles.

Toda energia radiante, transportada por onda de rádio, infravermelha, ultravioleta, luz visível, raios-X, raio gama, etc., pode converter-se em energia térmica por absorção. Porém, só as radiações infravermelhas são chamadas de ondas de calor.

-Convecção

Convecção é um movimento de massas de fluido, trocando de posição entre si. Consideremos uma sala na qual se liga um aquecedor elétrico em sua parte inferior. O ar em torno do aquecedor se aquece, tornando-se menos denso que o restante. Com isto ele sobe e o ar frio desce, havendo uma troca de posição do ar quente que sobe e o ar frio que desce.



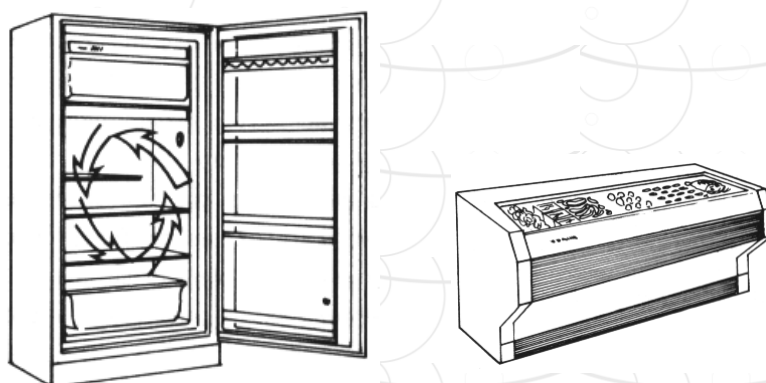
Processo de transferência de calor por convecção em uma sala com um aquecedor.

A esse movimento de massas de fluido chamamos convecção natural e as correntes de ar formadas são correntes de convecção.

A convecção só ocorre nos fluidos.

Quando este movimento ocorre apenas pela diferença de densidade dos fluidos chama-se convecção livre ou natural. Se o movimento é forçado mecanicamente, por bomba, ou ventilador, o processo é chamado de convecção forçada.

Outros exemplos de convecção são os fluxos das chaminés, funcionamento dos radiadores, correntes atmosféricas, processo de refrigeração dentro de um refrigerador convencional e etc.



Processo de transferência de calor por convecção em equipamentos de refrigeração.

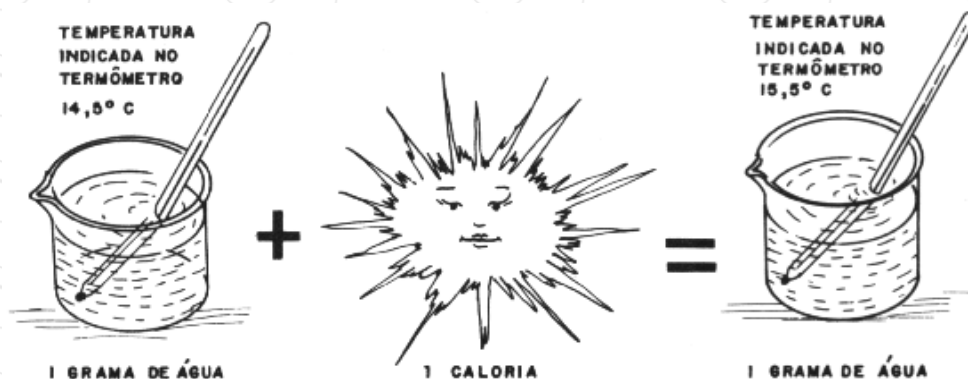
Unidades de Medida de calor

Sendo o calor uma forma de energia (energia térmica em trânsito), sua quantidade pode ser medida com a mesma unidade com que se medem energia mecânica, elétrica e outras.

No Sistema Internacional (SI) de unidades a quantidade de calor é medida em Joule (J). Entretanto, no campo da refrigeração, são usadas outras unidades, como a Caloria (cal) e a Quilocaloria (kcal) que possuem equivalência ao Joule. Nos países de língua inglesa é muito comum a utilização da unidade BTU (*British Thermal Unit* ou Unidade Térmica Britânica) como unidade.

-Caloria

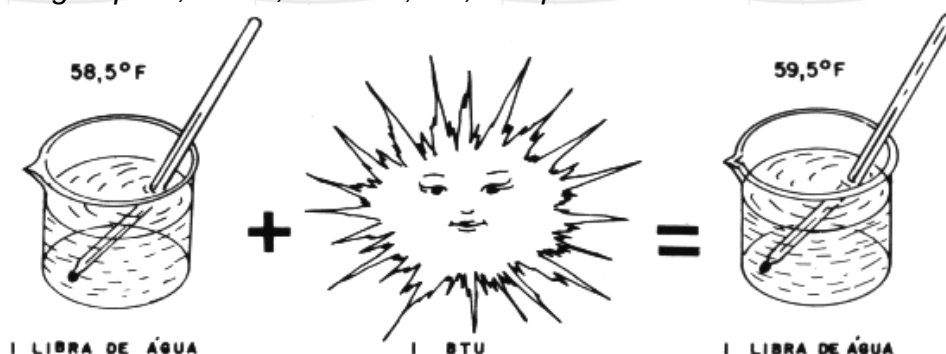
Caloria é a quantidade de calor necessária para elevar ou baixar em 1°C a temperatura (exemplo de $14,5^{\circ}\text{C}$ a $15,5^{\circ}\text{C}$) de um grama de água pura a pressão normal.



Representação análoga da adição de 1 caloria a uma grama de água pura.

Unidade Térmica Britânica (BTU)

BTU é a quantidade de calor necessária para aquecer 1 lb (1 libra-massa = 453,6g) de água pura, de $58,5^{\circ}\text{F}$ a $59,5^{\circ}\text{F}$, sob pressão normal.



Representação análoga da adição de 1 BTU a uma libra-massa de água pura.

Relações entre as unidades de calor

É bastante comum aparecer nos manuais técnicos de refrigeração as mais variadas unidades de calor, com seus múltiplos e submúltiplos.

Um catálogo ou manual pode trabalhar com Joule, outro com BTU, outro com Caloria e assim por diante.

É importante que se conheça as relações de equivalência entre estas unidades, afim de que se possa trabalhar corretamente sempre que for necessário consultar alguns destes catálogos ou manuais.

As relações de equivalências entre as principais unidades de medida de calor são:

$$1 \text{ kcal} = 3,968 \text{ BTU} = 4,1858 \text{ J} \quad (1.1)$$

A partir desta relação é possível trabalhar com diversos manuais e catálogos bastando apenas realizar a conversão de unidades pela aplicação da regra de três simples.

Convertendo unidades de medida de calor

Para resfriar uma câmara frigorífica qualquer baixando sua temperatura da ambiente para 15°C negativos, um mecânico refrigerista necessita selecionar uma unidade condensadora capaz de retirar 5952 BTU a cada hora. Os catálogos fornecidos para seleção de tal unidade fornecem valores em quilocaloria para cada hora.

Qual valor deve ser utilizado para selecionar a unidade condensadora correta nos catálogos disponíveis?

Solução:

Para solucionar tal situação, basta realizar a conversão da quantidade de calor de BTU para quilocaloria utilizando-se da equivalência demonstrada em 2.1 aplicando uma regra de três simples.

$$1 \text{ kcal} \Rightarrow 3,968 \text{ BTU}$$

$$X \Rightarrow 5952$$

$$3,968 X = 5952$$

$$X = \frac{5952}{3,968} = 1500 \text{ kcal}$$

O valor a ser utilizado como referência para a seleção da unidade condensadora em questão é 1500kcal por cada hora de trabalho da unidade condensadora.

Temperatura

Objetiva-se com este capítulo esclarecer o conceito de temperatura diferenciando-a da grandeza calor e demonstrando os princípios da determinação de escalas termométricas, construção e utilização de termômetros.

Definição

Toda a matéria é composta por átomos e moléculas em constante agitação. Átomos e moléculas se combinam para formar sólidos, líquidos, gases ou plasmas, dependendo da rapidez com que eles se movem.

Temperatura é a medida do grau de agitação térmica das moléculas de um corpo.

A temperatura de uma substância não depende do número de moléculas em movimento, mas sim da intensidade deste movimento. Quanto mais rápido o movimento das moléculas mais “quente” se apresenta o corpo e quanto mais lento o movimento das moléculas, mais “frio” se apresenta o corpo.

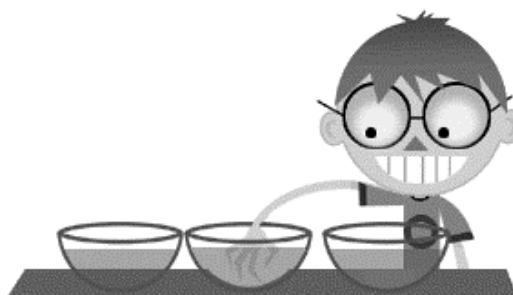
Termometria

Objetiva medir ao grau de agitação térmica das moléculas de uma determinada substância de acordo com a quantidade de calor recebida ou desprendida quando este sofre uma transformação física ou química.

A medição do grau de agitação térmica das moléculas de uma substância não é obtida de forma direta e sim de forma relativa, comparando através de escalas o comportamento físico da substância a que se deseja medir a temperatura com uma segunda substância sensível às variações de temperatura chamada de substância termométrica.

Substâncias Termométricas

Podemos perceber através de simples experiências que o nosso sentido do tato não é adequado para se medir a temperatura dos corpos. Utilizando três recipientes com água sob diferentes temperaturas, um com água morna, outro com água sob temperatura ambiente e um terceiro com água gelada, colocamos a mão direita no recipiente com água morna e a esquerda no recipiente com água gelada, em seguida, colocando as duas mãos ao mesmo tempo no recipiente com água sob temperatura ambiente teremos diferentes sensações de “quente” e “frio”



Experiência de medição de temperatura a partir do tato – Sensações de quente e frio.

As medidas de temperatura são obtidas de maneira indireta, por comparação. Isto é possível porque há muitas propriedades físicas dos corpos que variam com a temperatura, eis algumas:

- Volume de um líquido;
- Comprimento de uma barra;
- Resistência elétrica de um fio;
- Volume de um gás sobre pressão constante;
- Cor de determinada substância.

Qualquer uma dessas propriedades pode ser utilizada na construção de instrumentos para medição de temperatura que indicará o valor da temperatura através de uma escala¹ termométrica.

Escalas de Termométricas

As escalas termométricas baseiam-se na fixação de dois estados térmicos de uma substância termométrica que denominamos pontos fixos. A partir destes pontos são estabelecidas as escalas termométricas, que variam com as divisões feitas no espaço entre os pontos, escala numérica. De maneira geral, quanto maior o valor numérico maior o grau de agitação térmica das moléculas, temperatura.

As escalas que apresentam seu ponto inicial (zero) na temperatura em que se acredita que as moléculas de um corpo encontram-se isentas de movimento (zero absoluto) são chamadas de escalas de temperatura absoluta e as que apresentam este ponto inicial fora desta condição são chamadas de escalas relativas.

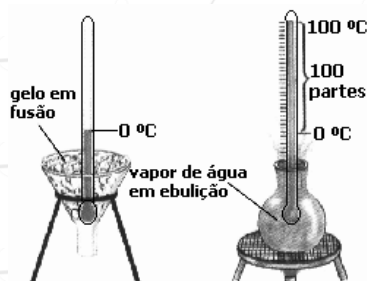
As escalas mais usadas são: Escala Celsius e Fahrenheit.

No Sistema Internacional de Unidades (SI) a unidade oficial para medição de temperatura é o Kelvin (K), porém no Brasil utilizamos o Grau Celsius que é unidade da Escala Internacional de Temperatura (EIT).

-Escala Celsius

É definida atualmente com o valor 0 (zero) no ponto de fusão do gelo e 100 no ponto de ebulição da água. O intervalo entre os dois pontos está dividido em 100 partes iguais, e cada parte equivale a um grau Celsius.

Uma **escala** é um método de ordenação de grandezas físicas e químicas qualitativas ou quantitativas, que permite uma comparação. Escala é uma relação existente entre medidas lineares.



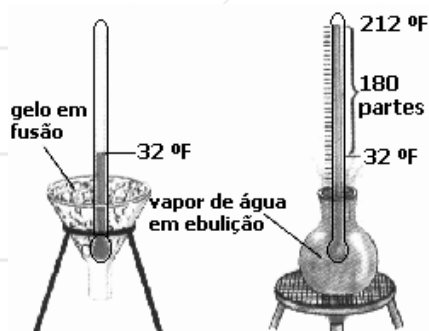
Pontos fixos da escala Celsius

Como existem cem graduações entre esses dois pontos de referência, o termo original para este sistema foi "centígrado" (100 partes) ou "centésimos". Em 1948, o nome do sistema foi oficialmente modificado para grau Celsius durante a 9ª Conferência Geral de Pesos e Medidas (CR 64), tanto em reconhecimento a Celsius como para eliminar a confusão causada pelo conflito de uso do prefixo *centi* do SI. Portanto, não é conveniente dizer "graus centígrados" e sim "graus Celsius".

-Escala Fahrenheit

Esta escala foi estabelecida pelo físico alemão Daniel Gabriel Fahrenheit em 1724.

Na escala Fahrenheit, o ponto de fusão da água equivale ao número 32 da escala e o ponto de ebulição, ao nível do mar equivale ao 212. O intervalo entre esses pontos fixos está dividido em 180 partes iguais e cada uma dessas partes corresponde à variação de um grau fahrenheit.

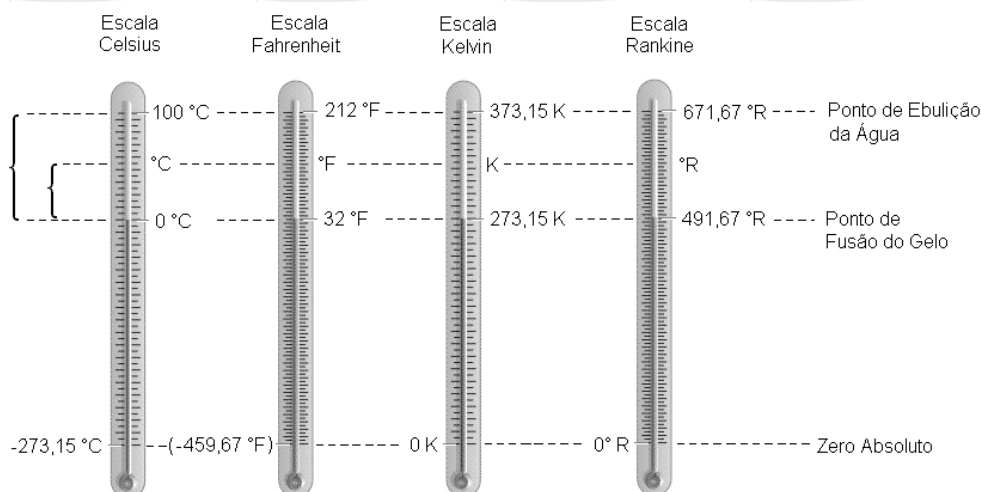


Pontos fixos da escala Fahrenheit.

Essa escala está atualmente confinada aos países anglo-saxões, especialmente Estados Unidos. Os demais países anglo-saxões, no entanto, estão adaptando-se ao uso da escala Celsius.

Conversão de Unidades

Podemos obter a equivalência entre as escalas matematicamente através de uma simples relação existente entre a razão da diferença do valor de temperatura medido ao ponto de fusão gelo e a diferença do ponto de ebulição da água ao ponto de fusão do gelo (pontos fixos).



Relação entre as escalas termométricas.

Desta forma podemos escrever:

$$\frac{C - 0^{\circ}}{100 - 0^{\circ}} = \frac{F - 32^{\circ}}{212 - 32} \quad (2.1)$$

Resolvendo os termos possíveis:

$$\frac{C}{100} = \frac{F - 32}{180}$$

Para simplificar as frações, se dividirmos os denominadores por 20 e obteremos:

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

Termômetros

É um instrumento capaz de medir a temperatura dos corpos. Para caracterizar um termômetro é preciso escolher uma determinada substância termométrica, por exemplo, o mercúrio, e uma propriedade termométrica dessa substância, como o comprimento da coluna do líquido.

Podemos citar como exemplo destes tipos de termômetros: termômetros de líquido, termômetros bimetálicos, termômetros a pressão de vapor ou de gás.

Os termômetros eletrônicos baseiam seus sistemas de leitura e indicação das temperaturas nas variações de algumas propriedades termoeletricas dos materiais utilizados como sensores. Estas propriedades, características, sofrem alterações conforme ocorrem mudanças de temperatura na substância a qual se deseja obter o valor de temperatura. Esta alteração é convertida através de sinais elétricos em lógica digital e indicada através de displays.



Termômetro eletrônico digital com cinco sensores – Full Gauge.

20. Pressão

Ao final deste capítulo você estará apto a definir pressão, identificar suas unidades de medida, classificar os tipos pressão e descrever o princípio de funcionamento de alguns instrumentos de medida.

Definição

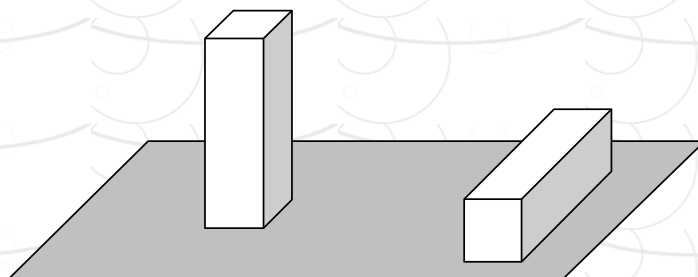
Pressão (P) é definida como uma distribuição média de uma força aplicada sobre uma determinada área.

Pode ser medida em uma unidade de força (F) dividida por unidade de área (A).

$$P = \frac{F}{A}$$

Para ilustrar a diferença entre pressão e força, considere os dois blocos da figura a seguir. Os blocos são idênticos, mas um deles se apóia sobre sua extremidade, enquanto o outro se apóia sobre seu lado. Ambos possuem o mesmo peso e, portanto, exercem a mesma força sobre a superfície, mas o bloco apoiado na extremidade exerce maior pressão sobre a superfície.

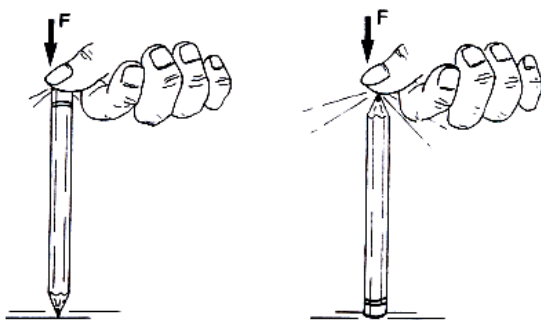
Se o bloco fosse inclinado, de modo a apoiar sobre apenas uma aresta, a pressão exercida seria ainda maior.



Blocos de mesma massa sobrepostos em uma superfície plana.

Pressão exercida por um lápis no dedo

Observe as figura a seguir e tente descobrir em qual das situações a pressão exercida no dedo polegar é menor.



Blocos de mesma massa sobrepostos em uma superfície plana.

Como a pressão é uma relação entre força aplicada e a área em que esta força está distribuída, considerando essa força é igual nas duas situações, observa-se que a pressão no polegar dependerá da área do lápis que está em contato com polegar. Onde a área é maior o efeito, "dor", gerado pela pressão é menor, enquanto que onde esta área é menor a "dor" será maior.

Unidades de medida de pressão

Conforme a sessão anterior podemos observar a existência de várias unidades utilizadas para medir um determinado valor de pressão. As unidades de pressão mais usadas na área de mecânica de refrigeração são:

- Libras-força por polegada quadrada – *Pound per Square Inch* (lbf/pol² ou psi);

- Bar (bar);
- Polegada de mercúrio (inHg ou "Hg);
- Micra ou Mícron de Mercúrio (μHg);
- Quilograma-força por centímetro quadrado (kgf/cm^2);
- Atmosfera (atm);
- Pascal (Pa);

Como existem muitas unidades de Pressão, é necessário saber a correspondência entre elas, pois nem sempre na indústria temos instrumentos padrões com todas as unidades e para isto é necessário saber fazer a conversão.

A tabela a seguir apresenta as conversões entre várias unidades de pressão:

Conversão de unidades de medida de pressão.

Converter de ↓	Para as unidades abaixo, multiplique por ↓						
	kgf/cm^2	atm	psi	"ca	kPa	mm ca	bar
kgf/cm^2	1	0,967 8	14,22 3	394,7 0	98,066 5	9996,59	0,980 6
atm	1,0332	1	14,69 6	406,7 8	101,32 5	10328,7 5	1,013 3
psi	0,0703	0,068 0	1	27,68	6,8948	702,83	0,068 9
kPa	0,0102	0,009 9	0,145	4,02	1	101,94	0,010 0
mm ca	0,0001	0,000 1	0,001 4	0,04	0,0098	1	0,000 1
Bar	1,0797	0,986 9	14,50 3	402,4 6	100,00 0	10193,6 8	1

A unidade padrão internacional (SI) de pressão, o Newton por metro quadrado (N/m^2), é chamada de pascal (Pa), em homenagem ao grande teólogo e cientista, Blaise Pascal.

Uma pressão de 1 Pa é muito pequena e aproximadamente igual à pressão exercida por uma moeda de um dólar sobre uma mesa plana.

Pressão Atmosférica

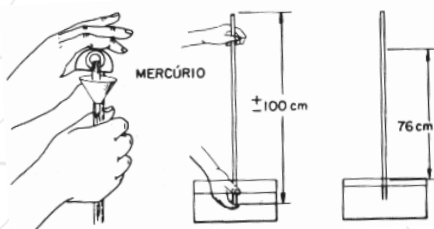
Pressão Atmosférica é a pressão exercida pela força que a camada de gases que formam a atmosfera terrestre exerce sobre a área de sua superfície.



Pressão da camada de gases que envolvem a terra.

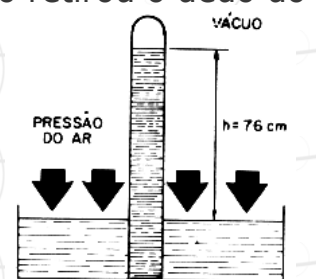
É fato conhecido que a terra está envolvida por uma camada gasosa denominada atmosfera.

O primeiro a medi-la foi o físico italiano Evangelista Torricelli, a partir de uma experiência realizada ao nível do mar. Torricelli usou um tubo de vidro, com cerca de um metro de comprimento, fechado em um dos extremos. Encheu o tubo com mercúrio e tampou a extremidade aberta com o dedo.



Experiência de Torricelli.

Em seguida, inverteu o tubo e mergulhou-o em um recipiente também contendo mercúrio. Só então retirou o dedo do tubo.



Barômetro de Torricelli

Torricelli verificou que o mercúrio contido no tubo desceu até parar na altura de 76 cm acima do nível do mercúrio contido no recipiente aberto.

Por que todo o mercúrio do tubo não desceu para o recipiente?

Simplesmente porque a pressão atmosférica, agindo sobre a superfície livre do mercúrio contido no recipiente, equilibrou a pressão exercida pela coluna de mercúrio contida no tubo.

Torricelli concluiu que a pressão atmosférica equivale à pressão exercida por uma coluna de mercúrio de 76cm de altura ao nível do mar para esse valor deu o nome de atmosfera, cujo símbolo é *atm*.

Assim, escrevemos:

$$1atm = 76cmHg = 760mmHg$$

O aparelho inventado por Torricelli foi denominado barômetro.

Posteriormente, foram realizadas várias experiências para medir a pressão atmosférica em diferentes altitudes e chegou-se à conclusão de que esta varia com a altitude. Nos lugares elevados, a pressão diminui; nos lugares mais baixos, aumenta. De fato, a cada 100m de variação na altitude, a pressão atmosférica varia 1cm de coluna de mercúrio.

A unidade *mmHg* é chamada Torricelli (*Torr*), então:

$$1mmHg = 1Torr$$

Pascal repetiu a experiência de Torricelli usando água em lugar de mercúrio e verificou que a pressão atmosférica equilibra uma coluna de água de 10,33m de altura. Assim:

$$1atm = 10,33m.c.a.$$

Onde m.c.a significa metros de coluna d'água.

Pressão Relativa ou Manométrica

A Pressão Manométrica é determinada tomando-se como referência zero à pressão atmosférica local.

Para medi-la, usam-se instrumentos denominados manômetros; por essa razão, a pressão relativa é também chamada de pressão manométrica.

A maioria dos manômetros é calibrada em zero para a pressão atmosférica local. Assim, a leitura do manômetro pode ser positiva (quando indica o valor da pressão acima da pressão atmosférica local) ou negativa (quando se tem um vácuo).

Quando se fala em pressão de uma tubulação de gás, refere-se à pressão relativa ou manométrica.

Pressão Negativa ou Vácuo

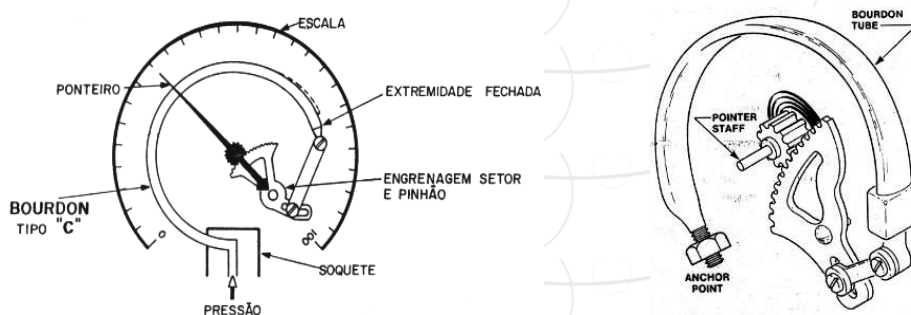
Em um sistema dizemos que a pressão é negativa ou que o sistema está em vácuo quando o valor da pressão relativa nesse sistema é menor que a pressão atmosférica.

A pressão atmosférica, como já foi demonstrado nesta apostila, equivale a 1 atm, 760mmHg, 760 Torr, 10,33m.c.a., 14,696 psi, 1,0133 bar, 1,033 Kgf/cm² ou 29,92 inHg. Qualquer valor situado abaixo destes é considerado vácuo.

Manômetro

É um aparelho utilizado para medir pressões manométricas (relativas). Por isso, a pressão registrada por esse instrumento é conhecida como pressão manométrica.

O tipo de manômetro mais utilizado na área de refrigeração é do tipo Bourdon. Esse instrumento possui um tubo de cobre, com propriedade elástica, ligado a uma haste. O fluido, cuja pressão deseja-se medir, entra no tubo de Bourdon por um orifício na haste de conexão; com elevação de pressão o tubo altera seu formato expandindo-se, com isso movimenta uma engrenagem rotativa; o movimento da engrenagem é, então, transferido para um ponteiro que fornece a leitura numa determinada escala.



Estrutura de um Manômetro do Tipo de Bourdon.

Esse princípio de funcionamento é bastante simples e semelhante a um brinquedo muito conhecido: a "língua de sogra", que se vê na figura abaixo. Quando soprada, a "língua de sogra" se enche de ar e se desenrola, por causa da pressão exercida pelo ar em seu interior. No caso do manômetro, esse desenrolar gera um movimento que é transmitido ao ponteiro, que vai indicar a medida de pressão.



Menino soprando uma "língua de sogra".

Conjunto Manifold

Quando se deseja medir pressão em sistemas de refrigeração em operações de manutenção utiliza-se um instrumento chamado Conjunto Manifold.

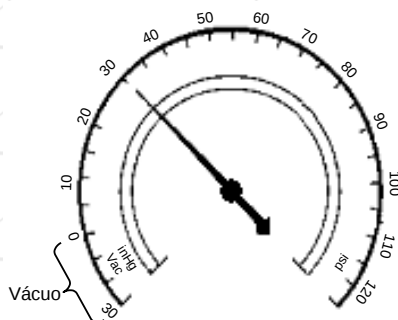
Esse instrumento é constituído de dois manômetros que apresentam ranges diferentes e correspondem respectivamente a um manômetro para baixa pressão e um manômetro para alta pressão conectados a um "barrilete". Esse "barrilete" é conectado aos sistemas através de mangueiras especiais e possui registros manuais de abertura e fechamento que permite o controle de passagem sobre o fluido do sistema.



Conjunto Manifold.

O manômetro de baixa apresenta em sua escala uma graduação de pressão negativa, vácuo, por isso também é bastante conhecido como manovacuômetro, e uma graduação de pressão positiva, manométrica. A pressão atmosférica é indicada pelo valor 0 (zero) e qualquer indicação abaixo desse valor significa que a pressão medida é negativa, aumentando numericamente de 0 a 30 inHg, desta forma a medição do nível de vácuo se dá de maneira crescente, ou seja, quanto maior o nível de vácuo maior será a indicação numérica da escala.

Vale lembrar que não existe um vácuo de - 30inHg, esta indicação é aproximada. O vácuo absoluto seria obtido a uma pressão aproximadamente igual a - 29.92126 inHg que equivale a -760mmHg. Acima da indicação 0 (zero) a pressão é positiva e geralmente é expressa em PSI, Bar ou Kgf/cm² em um range que varia em função do fabricante.

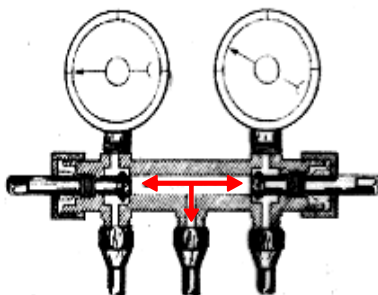


Escala de um Manômetro de Baixa.

O manômetro de alta possui um range maior que o manômetro de baixa e inicia sua escala em 0 (zero) variando sempre positivamente apresentando geralmente seus valores em PSI, Bar ou Kgf/cm².

Além da indicação específica de pressão em unidades padrão os manômetros de alta e baixa pressão podem ainda indicar valores de temperatura para fluidos específicos (em saturação) da área de refrigeração.

Quando conectado ao sistema, o manômetro de alta sempre indicará a pressão do fluido dentro da mangueira vermelha e o manômetro de baixa a pressão na mangueira azul. Existe ainda uma terceira mangueira que é conectada ao centro do "barrilete" de cor amarela, essa mangueira é chamada de mangueira de serviço e é através dela que se faz qualquer operação de carga ou recolhimento de fluidos no sistema.



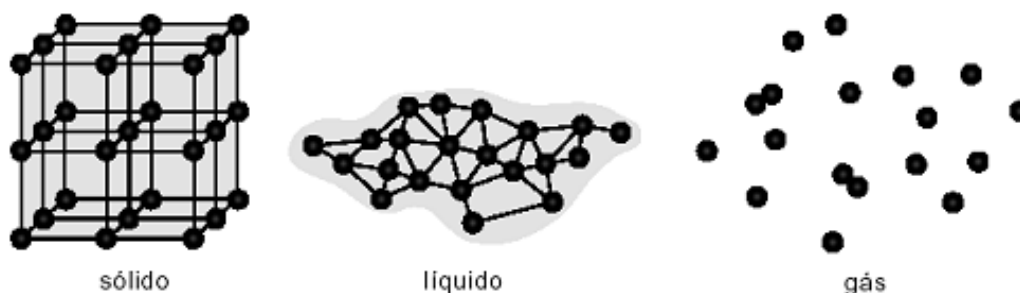
Conjunto Manifold com barrilete em corte.

Os registros manuais permitem realizar operações através da comunicação da mangueira de serviço com o lado do sistema que se deseja trabalhar.

21. Estados e fases da matéria

Este capítulo tem por objetivo conceituar os estados ou fases da matéria identificando e caracterizando os processos de transformação ou mudança de estados ou fases.

De acordo com as condições de pressão e temperatura a que estão submetidas, uma substância pode se encontrar na natureza em três estados físicos:



Modelos de estrutura interna de um sólido, um líquido e um gás.

Uma mesma substância pode apresentar-se em qualquer destes estados físicos. Por exemplo, a água pode ser encontrada no estado sólido (gelo), no estado líquido (rios, mares e lagos) e no estado gasoso (vapor d'água existente na atmosfera, umidade).



Para fazer uma substância mudar de estado físico deve-se fornecer ou retirar energia para vencer as forças de atração e de repulsão existente entre as partículas (átomos, moléculas) que a constituem.

Fusão do gelo

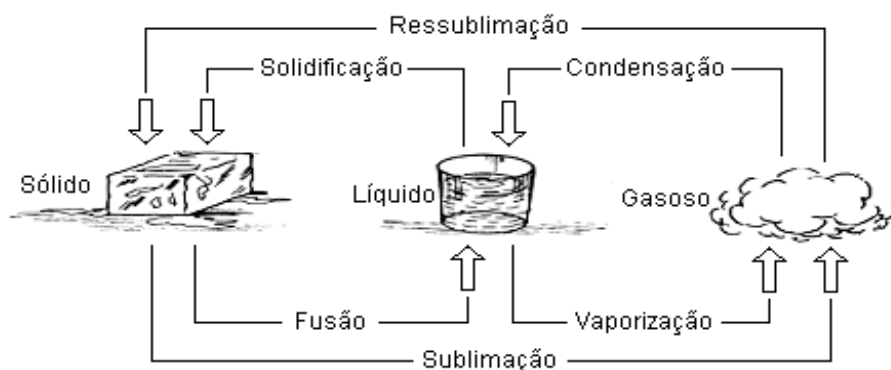
Para fundir o gelo é necessário aumentar a energia cinética média das moléculas (conjunto de átomos).

Mas, quando chegamos à temperatura de mudança de fase, precisamos de energia para quebrar a ligação entre as moléculas. Isso significa que a energia que está sendo fornecida ao gelo é, em sua maior parte, usada para quebrar as ligações químicas entre as moléculas, e não para aumentar a energia cinética média delas.



Cubos de gelo em Fusão.

As mudanças de fase ocorrem sob temperatura e pressão constante. De acordo com o modo como são processadas, as mudanças de estado físico ou mudanças de fase recebem nomes diferentes.



A fusão e a vaporização são transformações que absorvem calor por esta razão são chamadas transformações *endotérmicas*, já a solidificação e a condensação se processam através do desprendimento de calor. Assim, são denominadas transformações *exotérmicas*.

Estudaremos agora as características básicas das transformações mais comuns na refrigeração: a vaporização e a condensação.

Vaporização

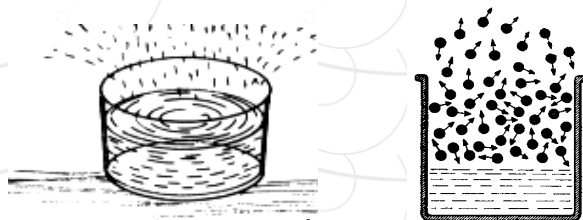
É a passagem de uma substância do estado líquido para o estado gasoso mediante a absorção de calor ou queda da pressão a que esta substância está submetida.

Conforme a maneira de se processar, a vaporização recebe nomes diferentes: Evaporação, Ebulição e Calefação.

Evaporação

É a passagem de uma substância do estado líquido para o estado gasoso mediante um processo lento que se verifica apenas na superfície do líquido.

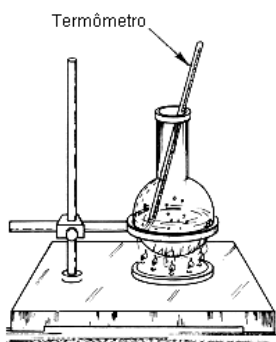
A evaporação pode ocorrer a *qualquer temperatura* em que esteja o líquido.



Um recipiente com água exposta ao ambiente.

Ebulição

É a passagem de uma substância do estado líquido para o estado gasoso mediante um processo tumultuoso, que se verifica em toda a massa líquida.



Água aquecida sob pressão atmosférica entra em ebulição á 100°C.

A ebulição ocorre a uma *determinada temperatura*, chamada temperatura de ebulição. Esta varia de acordo com a pressão.

Calefação

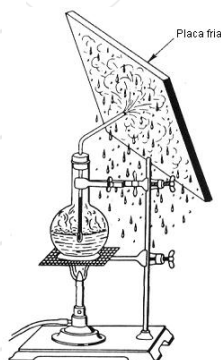
É a passagem de uma substância do estado líquido para o gasoso mediante um processo rápido, numa temperatura superior à sua temperatura de ebulição.

É o que acontece, por exemplo, quando se joga água numa chapa de fogão bem aquecida.

Condensação ou liquefação

É o processo de mudança de uma substância da fase gasosa para a fase líquida mediante ao aumento de sua pressão ou liberação de calor.

Nesta passagem, o vapor cede calor para outro corpo, que pode ser líquido, sólido ou gasoso, transformando-se em líquido por condensação.



Vapor de água em estado de condensação.

Condensação na tampa da chaleira

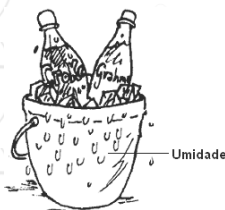
Ao aproximarmos uma tampa fria do bico de uma chaleira com água fervente (em estado de ebulição), observa-se que o vapor d'água ao tocar a tampa, se transforma em gotículas de água, aquecendo a superfície da tampa, demonstrando assim a ocorrência de transferência de calor do vapor d'água "quente" para a tampa "fria".



Condensação.

Sudação em um balde com gelo

Um outro exemplo que podemos citar é a condensação da umidade do ar ao tocar a superfície externa de um balde, com gelo fundindo, bastante utilizado para refrigerar vinhos e outras bebidas, formando também gotículas de água.



Sudação em um balde com gelo.

Relação entre Pressão e Temperatura

Neste capítulo estudaremos um dos princípios essenciais ao funcionamento de um sistema de refrigeração a compressão de vapor, a relação existente entre a pressão e a temperatura de uma substância em estado de saturação. Ao final deste, você estará apto a utilizar.

Por que sob pressões diferentes a água ferve a temperaturas diferentes?

Na ebulição, as moléculas de água possuem energia cinética suficiente para escapar pela superfície do líquido passando para o estado gasoso, na forma de vapor d'água. Por outro lado, a pressão atmosférica exercida na superfície deste líquido é devida a grande quantidade de moléculas do ar que se chocam contra elas.

A temperatura de ebulição da água sob pressão atmosférica é 100°C, isto quer dizer que a energia cinética das moléculas de água é suficiente para vencer a força exercida pela camada de moléculas de ar que estão sobre a superfície da água na fase líquida.

Quando aumentamos a pressão sobre esta superfície, as moléculas de água necessitarão de uma maior quantidade de energia cinética para vencer esta pressão, conseqüentemente sua temperatura de mudança da fase líquida para a fase gasosa será maior.

Ao invertemos esta situação, diminuindo a pressão sobre a superfície da água, a energia cinética necessária às moléculas para que elas vençam esta pressão será menor.

Conclui-se então que de acordo com o valor da pressão a que submetemos um fluido em saturação ele vaporiza-se a uma determinada temperatura correspondente a esta pressão.

Esta relação comporta-se de maneira proporcional: Quanto maior for a pressão, maior será a temperatura em que o fluido mudará de estado; Quanto menor for a pressão menor será a temperatura da mudança de estado.

Um dos instrumentos bastante utilizado pelos mecânicos refrigeristas é a tabela ou régua de Pressão x Temperatura de saturação dos fluidos refrigerantes. Essas tabelas permitem aos mecânicos associar determinados valores de pressão medidos através do conjunto manifold a valores de temperatura de saturação, ou seja, permitem associar as pressões de alta, condensação, e baixa, evaporação, a temperaturas designadas de condensação e evaporação respectivamente.

22. PRINCÍPIOS BÁSICOS DA REFRIEGRACÃO

Para entendermos o princípio de funcionamento dos equipamentos utilizados para refrigeração nos mais variados seguimentos passaremos agora a estudar os processos envolvidos na obtenção da refrigeração.

A Refrigeração se fundamenta em três leis básicas:

1ª. Todos os líquidos ao evaporarem-se absorvem calor do meio que os rodeia.

EX: Moringa; jarra de água; álcool e suor na pele e etc.

2ª. A temperatura que evapora ou ferve um líquido depende da pressão exercida sobre o mesmo.

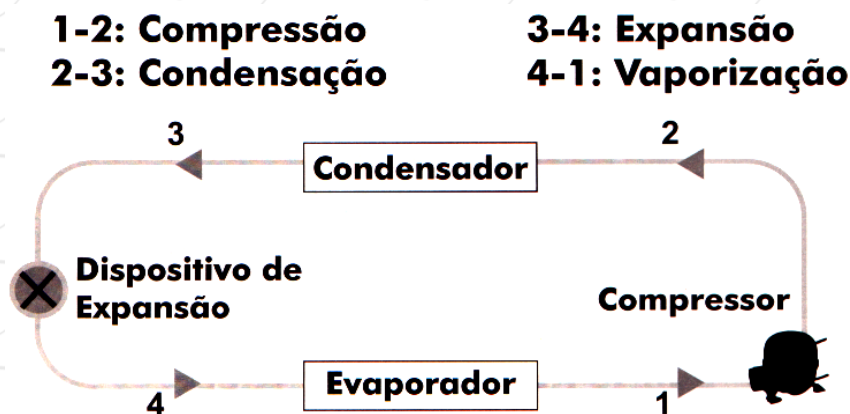
EX: Temperatura de ebulição da água acima do nível do mar; Ebulição da água em vácuo e etc

3ª. Todo vapor pode voltar a condensar-se tornando-se líquido se for devidamente comprimido e arrefecido.

EX: Cilindro de um sistema compressor de ar para pintura e etc.

Ciclo de Refrigeração à Compressão de Vapor

Os sistemas de refrigeração a compressão de vapor utilizam basicamente quatro processos distintos que formam um circuito por onde circula um fluido responsável pela refrigeração, estes processos se apresentam conforme o esquema seguinte:



Processos e componentes básicos de um sistema de refrigeração.

O compressor (1-2) succiona os vapores do evaporador (4-1), comprime-o até a pressão de condensação do refrigerante utilizado; O condensador (2-3) é onde o refrigerante se condensa rejeitando calor para o ambiente externo; O dispositivo de expansão (3-4) promove a queda de pressão necessária para a vaporização do fluido; e O evaporador promove a vaporização do fluido refrigerante absorvendo calor da câmara ou meio a ser refrigerado.

Descrição do Funcionamento

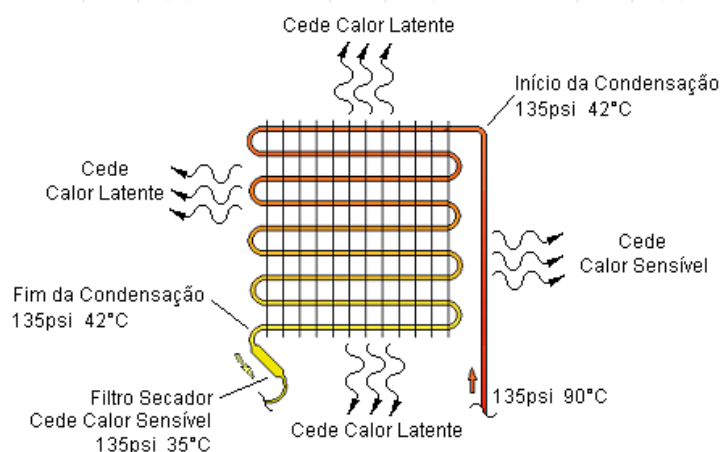
O compressor succiona o fluido refrigerante no estado gasoso proveniente do evaporador, este fluido encontra-se sob baixa pressão, aproximadamente 9 psi para refrigeradores com fluido R134a, e baixa temperatura, por exemplo 2°C.

Ocorre o processo de compressão e o fluido sofre elevação de pressão e temperatura, chegando esta a atingir aproximadamente 135psig e 90°C. O fluido é descarregado através do tubo de descarga em direção ao condensador cedendo calor sensível para o ambiente externo ocorrendo assim a diminuição de sua temperatura.



Processo no Compressor

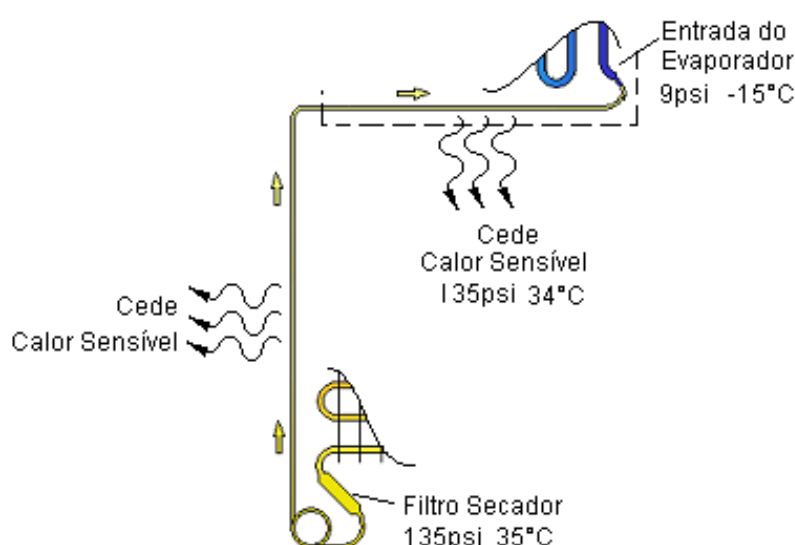
Com a diminuição da temperatura do fluido, ocasionada pela troca de calor com ambiente externo que se encontra com temperatura abaixo da do fluido, cerca de 28°C, o fluido atinge sua linha de saturação, ou seja, sua temperatura de condensação, aproximadamente 40°C. Essa temperatura de condensação geralmente situa-se numa faixa de 10°C a 15°C acima da temperatura ambiente externa. Sob esta condição o fluido passa a ceder calor latente para o ambiente enquanto segue através da serpentina do condensador.



Processo no Condensador.

No final do condensador o fluido refrigerante deve estar totalmente no estado líquido com temperatura de 40°C, esse fluido seguirá ainda liberando agora calor sensível, passando por um filtro que retém suas impurezas em direção ao tubo capilar. Nesse percurso o fluido refrigerante atinge uma temperatura "mais amena", aproximadamente 32°C.

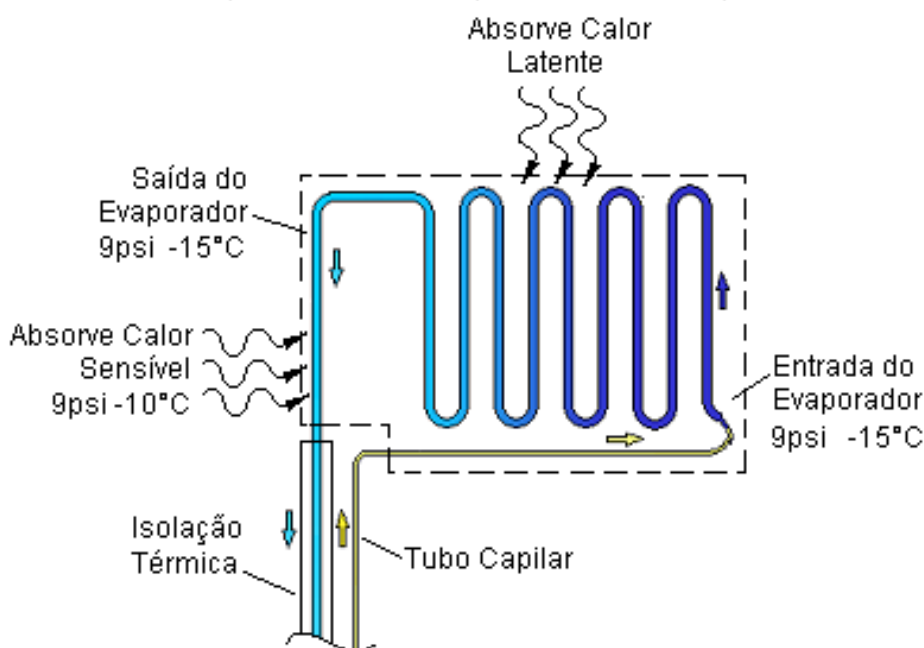
O tubo capilar possui uma área de secção transversal bem menor que as outras tubulações do sistema causando assim uma restrição na passagem do fluido refrigerante. Essa restrição garante a manutenção da pressão de condensação no condensador e provoca uma queda de pressão no fluido na entrada do evaporador, levando a pressão de aproximadamente 135psi para aproximadamente 9psi.



Essa queda de pressão no fluido refrigerante é importante por que o leva, passando pela sua linha de saturação, para sua zona de mistura onde irá absorver calor latente proveniente do ambiente interno do refrigerador para que possa vaporizar.

O evaporador é responsável por promover a troca de calor entre ambiente interno e o fluido refrigerante, nele o fluido entra sob baixa pressão e temperatura, 9psig e -15°C, e irá absorver calor latente vaporizando-se, aproximadamente, sob pressão e temperatura constante.

No final do evaporador deseja-se que todo o fluido esteja no estado gasoso, ainda com temperatura de -15°C e a partir deste ponto qualquer quantidade de calor cedido a ele provocará variação em sua temperatura elevando-a.



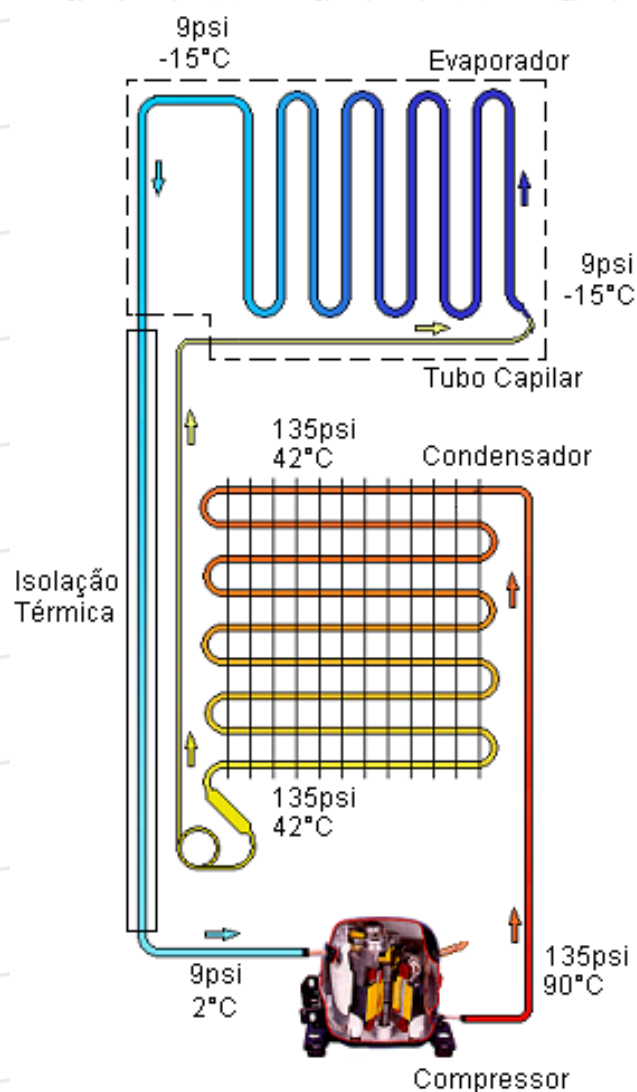
Processo no Evaporador.

O fluido seguirá através da linha de sucção até chegar ao compressor, este trecho de tubulação geralmente encontra-se no ambiente externo cuja temperatura é mais alta que o fluido, de forma que naturalmente a tendência seria haver transmissão de calor sensível do ambiente externo para o fluido refrigerante aumentando assim sua temperatura.

Isso não é interessante para o sistema, pois não se deseja retirar calor do ambiente externo e rejeita-lo ao ambiente externo, fato que só implicaria no gasto de energia. Para minimizar tal ocorrência de transmissão de calor a tubulação de sucção do sistema é isolada termicamente.

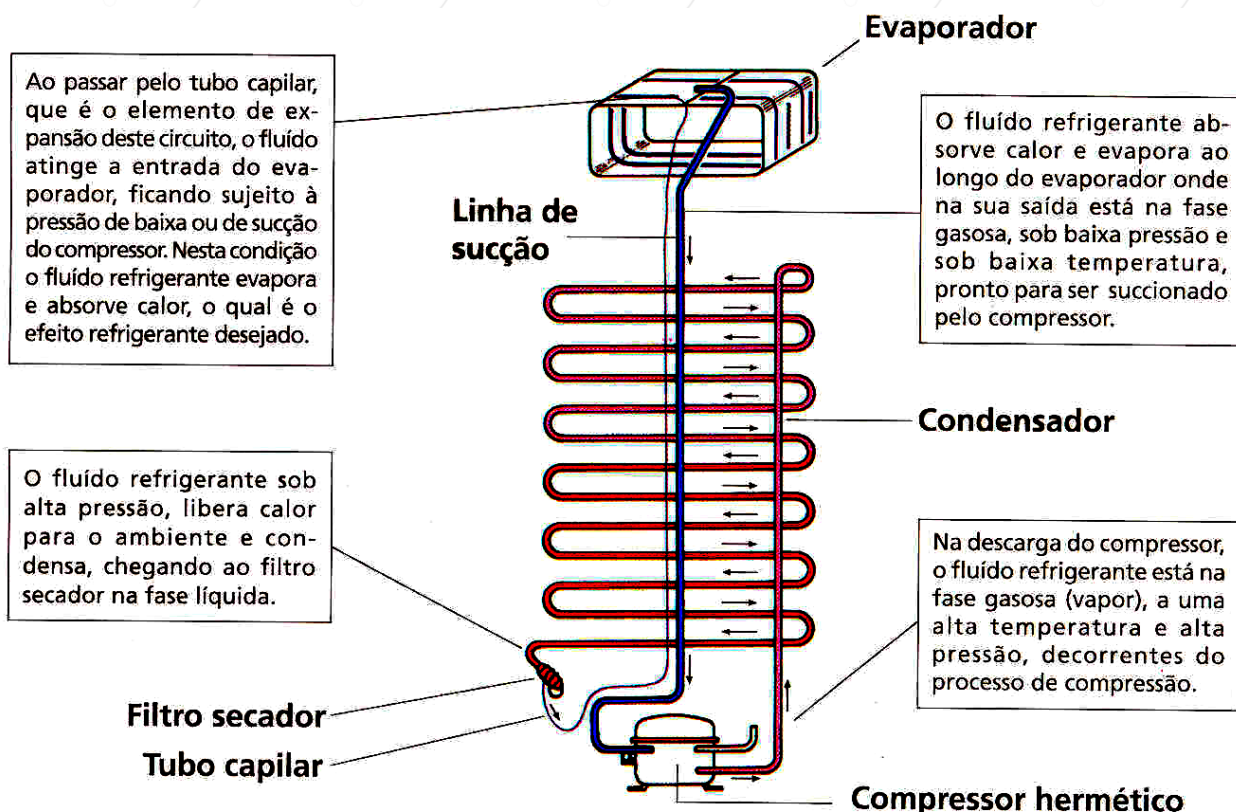
O fluido então, absorve apenas uma pequena quantidade de calor, sofrendo uma elevação em sua temperatura para 2°C permanecendo sob baixa pressão e temperatura, a partir daí é succionado novamente pelo compressor reiniciando todo o processo.

Circuito frigorífico de um Refrigerador Convencional



Ciclo de Refrigeração a Compressão de Vapor Simples.

O funcionamento do circuito frigorífico do refrigerador convencional é igual ao descrito no capítulo V desta apostila.



Componentes Mecânicos do Sistema de Refrigeração

-Compressores

É o componente de custo mais elevado e considerado o “coração” do sistema de refrigeração. A função determinante do compressor no sistema de refrigeração é o bombeamento e a elevação de um certo fluxo de massa de refrigerante.

Os compressores podem ser classificados quanto ao acoplamento do motor ao sistema de compressão (mecânica) e quanto à forma como se processa a compressão do fluido refrigerante. **Quanto ao acoplamento com o motor podem ser:**

A. Compressor Aberto

Chama-se compressor aberto por sua parte de compressão ser facilmente desmontável e totalmente separada da parte de acionamento. Sua movimentação é feita através de correia acionada por um motor elétrico ou à combustão interna.

Em caso de danos às partes mecânicas, estas são facilmente substituídas por kit's encontrados no mercado chamados de “reparos”.



Compressores Abertos.

B. Compressor semi-hermético

É semelhante ao compressor hermético, notando-se que a caixa que envolve o conjunto compressor-motor é toda parafusada, permitindo, assim, o acesso aos componentes, parte interna, bem como sua substituição.

Neste tipo de motor-compressor o fluido refrigerante pode ou não entrar em contato direto com o motor elétrico.



Compressor Semi-hermético.

C. Compressor Hermético

Este tipo de motor apresenta-se de forma hermética, ou seja, totalmente fechado, sua parte mecânica de compressão encontra-se diretamente acoplada a parte elétrica, motor elétrico, envoltos por uma carcaça soldada na fábrica, o que não permite acesso à manutenção interna. Em caso de danos a parte elétrica ou mecânica os fabricantes recomendam a substituição do mesmo.



Compressores Herméticos.

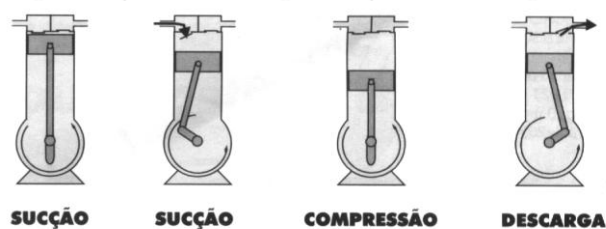
O motor-compressor hermético foi uma grande vitória das indústrias de compressores no sentido de reduzir:

- O custo de fabricação
- O custo de manutenção
- O nível de ruído
- O tamanho
- O peso

Além disso, melhorou sua aparência. Nas de instalação de unidades frigoríficas modernas, dá-se preferência aos compressores herméticos. **Quanto à maneira como realizam a compressão podem ser:**

A. Compressores Alternativos

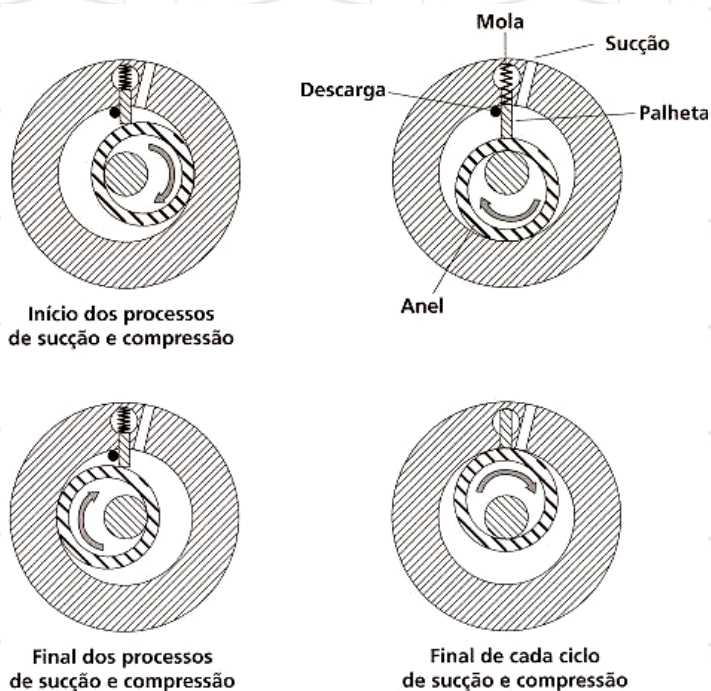
Os compressores alternativos baseiam-se no deslocamento do volume de fluido refrigerante através do movimento de pistões que trabalham em conjunto uma biela e o eixo do motor elétrico em forma de manivela. Neste tipo de motor o sentido de rotação do motor não interfere na compressão do fluido.



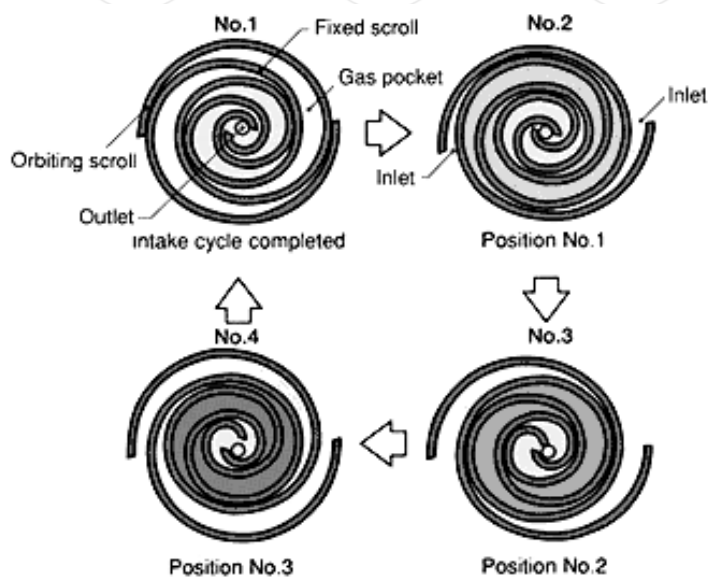
Estágios de um compressor alternativo.

B. Compressores Rotativos

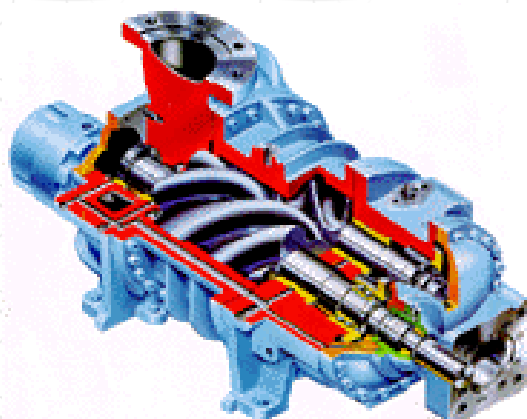
Os compressores rotativos apresentam seu sistema de compressão com característica de movimentos rotativos reduzindo o volume da câmara de aspiração direcionando o fluido refrigerante a uma descarga já a alta pressão. Podem apresentar processo de compressão diferente: Rotativos do tipo rolete, rotativos do tipo scroll, rotativos do tipo parafuso.



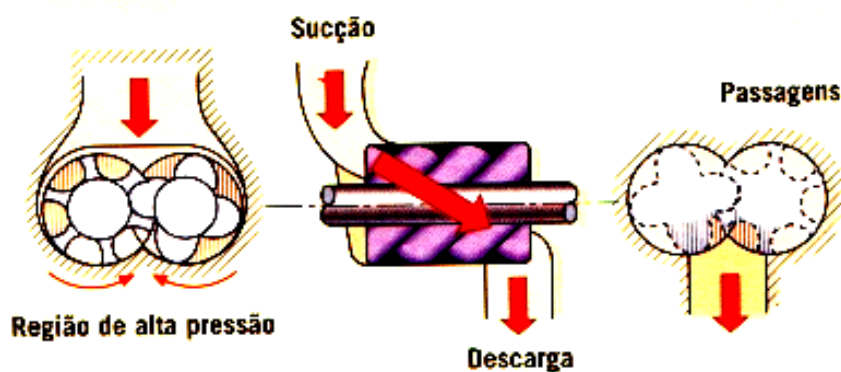
Estágios de um compressor rotativo do tipo rolete.



Estágios de um compressor rotativo do tipo Scroll.



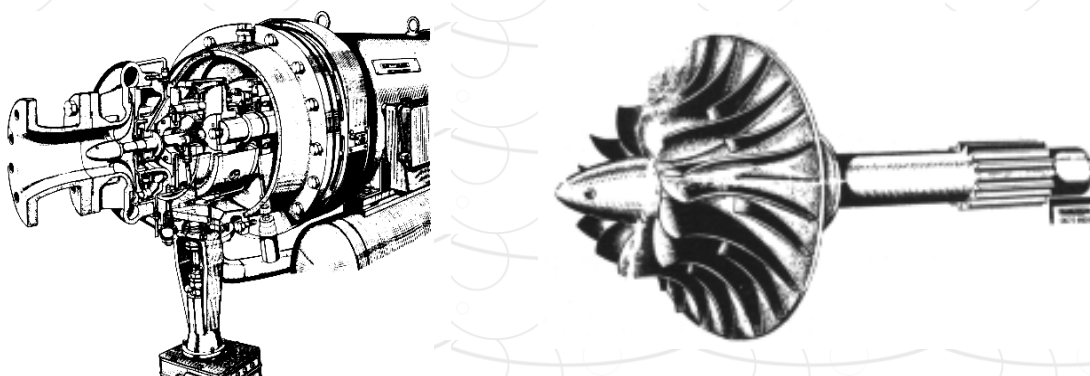
Compressor parafuso.



C. Compressor Centrífugo

Neste tipo de compressor o gás refrigerante é acelerado ao passar pelas pás de um rotor forçador (turbina) e sua velocidade é convertida em pressão por um difusor.

São usados em grandes instalações (50 a 300 TR) em sua maioria grandes sistemas de condicionamento de ar. São compressores requeridos para grandes deslocamentos volumétricos e compressão moderada.



Compressor Centrífugo – detalhe em corte e turbina.

Componentes internos do compressor hermético

O compressor hermético é constituído basicamente de duas partes: uma bomba e um motor elétrico, ambos alojados em uma carcaça hermeticamente selada.

Estatôr: é formado por um conjunto de lâminas de aço, contendo canais onde ficam alojados a bobina de trabalho (mais externamente) e a bobina auxiliar (mais internamente).

Bobina De Trabalho: também denominada de bobina principal, ou em inglês "run coil", é comumente abreviada nos esquemas elétricos pelas letras T, P ou R. Esta bobina gera um campo magnético que mantém o rotor em movimento, permanecendo ligada durante todo o tempo em que o motor estiver energizado.

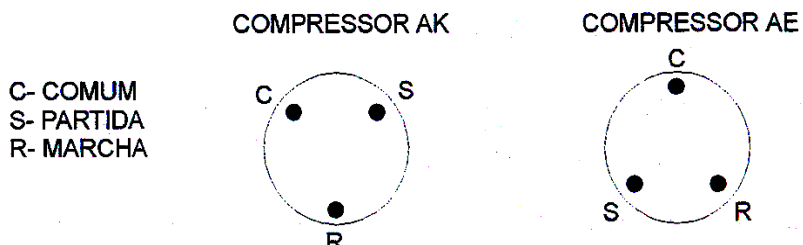
Bobina Auxiliar: também denominada de bobina de partida ou em inglês "start coi!", é comumente abreviada nos esquemas elétricos pelas letras A ou S. Esta bobina inicia o movimento do rotor bem como determina o seu sentido de rotação, no caso dos compressores herméticos o rotor gira sempre no mesmo sentido de rotação. A bobina auxiliar permanece ligada em série com o capacitor de fase durante todo o tempo em que o compressor estiver energizado.

Bornes de Ligação: a conexão elétrica do motor no interior do compressor hermético a rede exterior é feita através do borne de ligação, também chamado de fusite.

Tais bornes de ligação podem ser identificados por letras:

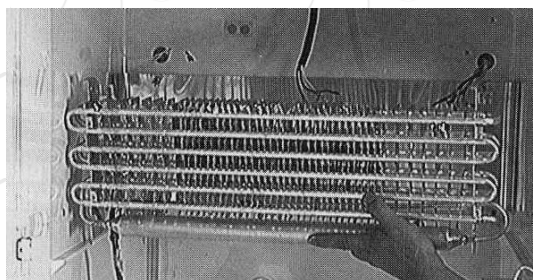
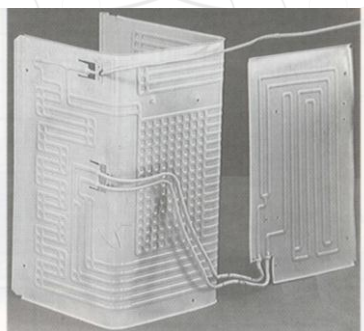
- Entre terminais R e C - bobina de trabalho
- Entre terminais S e C - bobina auxiliar
- Entre terminais R e S - soma da bobina de trabalho com a bobina auxiliar.

DISPOSIÇÃO DOS TERMINAIS

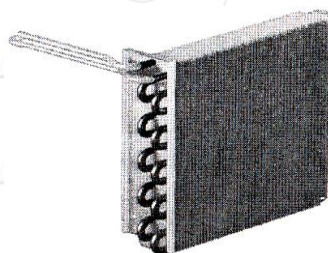


Evaporadores

Os evaporadores utilizados em sistemas de refrigeração pode se apresentar em vários tipos sendo os mais comuns:



Evaporadores Roll-bond e Aletados para refrigeradores.

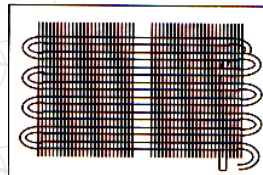


Evaporador Aletado de convecção forçada para câmaras e condicionadores de ar.

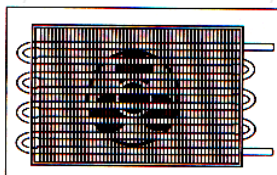
A água condensada no evaporador,,proveniente do vapor d'água contido no ar atmosférico, é captada por uma calha ou bandeja de drenagem localizada sob o evaporador e irá escoar através do dreno.

Condensadores

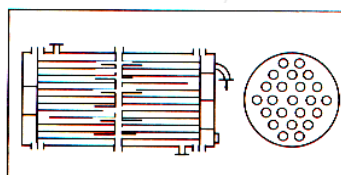
Sua finalidade é liberar o calor absorvido pelo refrigerante no evaporador e o acrescentado pelo compressor no processo de compressão. É onde o fluido refrigerante passa do estado gasoso para o estado líquido.



NATURAL



FORÇADA



Condensadores resfriados a ar e a água.



Condensador evaporativo.

O condensador dos condicionadores de ar, tal como os evaporadores são do tipo aletados, especialmente construído para a convecção forçada do ar.

A água proveniente do evaporador irá localizar-se sob condensador, sendo que a hélice traseira do motoventilador borrifará a mesma sobre o condensador, auxiliando assim seu resfriamento.

O excesso d'água irá escoar para fora do aparelho através do tubo de escoamento.

Tanque De Líquido

Sua finalidade é absorver as pulsações do compressor e armazenar o gás refrigerante. E deve ter volume suficiente para armazenar todo o gás do sistema quando o mesmo for recolhido.



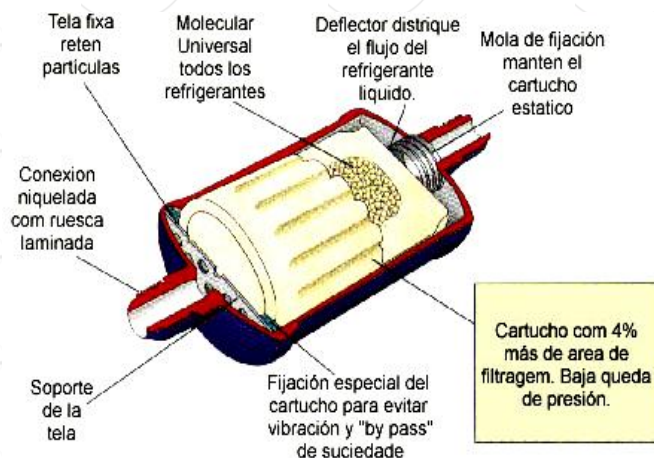
Filtros desidratantes

A finalidade dos filtros desidratantes é reter as impurezas sólidas contidas no interior do sistema e absorver a umidade. De acordo com o tipo de filtro desidratante há uma capacidade higroscópica referente. O fabricante deve ser consultado, pois nestes filtros deverá ser obedecida a posição quanto à instalação.



Filtros desidratantes.

Ao montar o secador da linha de líquido numa posição vertical, é preciso certificar-se de que a entrada fique em cima e a saída embaixo. Desta maneira, haverá sempre líquido refrigerante no filtro, de modo que a capacidade de secagem é utilizada da melhor maneira possível.



Detalhe de um filtro desidratante da linha comercial em corte.

Os filtros utilizados em condicionadores de ar não apresentam substâncias dessecantes, sendo constituídos apenas por uma tela em malha, por isto são conhecidos como "filtros tela", podem apresentar saída para um ou mais tubos capilares.



Filtro tela para condicionadores de ar com saída para dois tubos capilares.

Com o surgimento de diversos fluidos refrigerantes alternativos, várias opções de filtros secadores foram desenvolvidas. A tabela que se segue apresenta a aplicação dos tipos de filtros mais conhecidos em relação aos fluidos refrigerantes.

Compatibilidade de filtros secadores com fluidos refrigerantes.

FLUIDOS REFRIGERANTES	TELA	SÍLICA	XH5	XH6	XH7	XH9	UNIVERSAL
R22-CA	X	-	-	-	-	-	X
R12, R22, R502	-	X	X	X	X	X	X
R134a	-	-	-	-	X	X	X
R404A/R507	-	-	-	X	X	X	X
Blend 's HFC/HCFC	-	-	-	-	-	X	X
R600a, R290	-	-	X	X	X	X	X

Visor de Líquido

São componentes que num sistema de refrigeração, principalmente em máquinas de grande porte, exercem um importante trabalho, a visualização da passagem do líquido na linha de alta pressão, além de permitir, em alguns casos, a constatação de umidade no sistema.



Visores de líquido.

Indica a presença de líquido não condensado antes da válvula de expansão (borbulhas), além da presença de umidade no sistema através da mudança de cor de um elemento sensível de fácil visualização.

- VERDE = ausência de umidade.
- AMARELO = presença de umidade.

Este visor serve para indicar falta de líquido na válvula de expansão termostática. Bolhas de vapor no visor indicam, por exemplo, falta de carga, subarrefecimento ou obstrução parcial do filtro.

Está equipado com um indicador de cor, que passa de verde para amarelo quando o teor de umidade do refrigerante excede o valor crítico. A indicação de cor é reversível, isto é, a cor passa novamente de amarelo para verde quando a instalação está seca, por exemplo, renovando o secador de linha.

Tubo Capilar

O tubo capilar é o mais simples dos controles de fluxo de refrigerante, consistindo meramente de uma extensão fixa de tubo de diâmetro bastante reduzido instalado entre o condensador e o evaporador, geralmente substituindo a linha de líquido convencional.

Por causa da alta resistência de atrito resultante de sua extensão e pequeno diâmetro interno e por causa do efeito de estrangulamento resultante da formação gradual de gás em jato no tubo quando a pressão do líquido é reduzida abaixo de sua pressão de saturação, o tubo capilar age para limitar ou medir o fluxo de líquido do condensador para o evaporador e também para

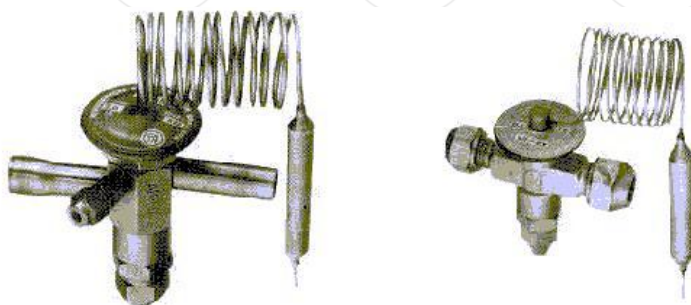
manter a diferença de pressão de operação requerida entre os dois lados do sistema (Lado de baixa e alta pressão).

Válvula de Expansão

Por causa de sua alta eficiência e sua pronta adaptação a qualquer tipo de aplicação de refrigeração, a Válvula de expansão termostática é, provavelmente, o controle de refrigerante mais extensamente usado atualmente.

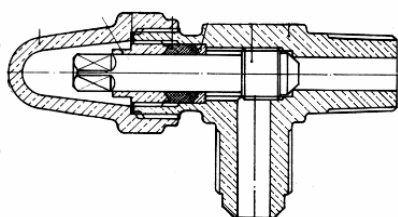
A operação da válvula de expansão termostática é baseada em manter um grau constante de *superaquecimento* de sucção na saída do evaporador, uma circunstância que permite ao último controle conservar o evaporador completamente cheio com refrigerante sob todas as condições de carregamento do sistema, sem o perigo de transbordamento de líquido dentro da linha de sucção.

Por sua capacidade em oferecer aplicações plena e efetiva de toda sua superfície do evaporador sob todas as condições de carga, a válvula expansão termostática é particularmente um controle de refrigerante adequado para sistemas que estão sujeitos a largas e freqüentes variações na carga.



Válvulas de expansão manuais

São válvulas de agulha acionada à mão. A quantidade de refrigerante que passa através do orifício depende da abertura da válvula, que é ajustável manualmente. A maior desvantagem desta válvula é que ela é inflexível.



Válvula de expansão manual.

Válvulas de expansão automática

Destina-se a manter uma pressão de sucção constante no evaporador, independente das variações de carga de calor.

São válvulas de funcionamento muito preciso. Uma vez bem reguladas, mantêm praticamente constante a temperatura do evaporador.

Daí, serem usadas quando se deseja um controle exato de temperatura.

Estas válvulas funcionam da seguinte maneira: quando o compressor começa a trabalhar, diminui a pressão do refrigerante no evaporador. Isso faz com que a agulha da válvula se abra, permitindo a entrada de refrigerante no evaporador.

Enquanto o compressor está funcionando, a válvula automática mantém uma pressão constante no evaporador. Quando o compressor pára, a pressão do refrigerante no evaporador começa a elevar-se imediatamente. Esse aumento de pressão faz com que a agulha da válvula se fecha.

Assim que o compressor deixa de funcionar, é importante que a válvula se feche, para evitar que penetre muito refrigerante líquido no evaporador, pois o mesmo poderia vazar até a linha de sucção. É necessário, portando, regular a pressão na qual a válvula deve-se fechar, de acordo com a temperatura em que o compressor se desliga. Isso se faz pelo parafuso de ajuste.

Válvulas de expansão termostática c/ equalizador interno

O grau de abertura destas válvulas é regulado pela pressão P_b no bulbo e no tubo capilar, atuando no lado superior do diafragma, o qual é determinado pela temperatura do bulbo.

A pressão P_o na saída da válvula, atuando sob o diafragma, é determinada pela temperatura do evaporador. A pressão da mola, atuando sob o diafragma, é de regulação manual.



Válvula de expansão termostática com equalizador interno.

Válvulas de expansão termostática c/ equalizador externo

O grau de abertura destas válvulas é regulado pela pressão P_b no bulbo e no tubo capilar, atuando no lado superior do diafragma. É determinada pela temperatura do bulbo.

A pressão $P_o - \Delta P$ na saída do evaporador, atuando sob o diafragma, é determinada pela temperatura de evaporação e perda de pressão no evaporador, mas a pressão da mola, que também atua sob o diafragma, é regulável manualmente. As válvulas de expansão termostática com equalizador externo são usadas nos evaporadores com grande perda de pressão, como é o caso dos que têm distribuidor de líquido.

Se na prática, porém, por qualquer motivo, for constatado que a válvula escolhida não dá a necessária vazão de refrigerante, basta substituir o cartucho, que contém um orifício, por um de diâmetro maior, sem retirar a válvula.

Para essa finalidade, a última coluna do quadro a seguir indica os códigos dos referidos cartuchos.



Válvula de expansão termostática com equalizador externo.

A tabela abaixo determina as características da plaqueta que é colocada sobre a parte superior da válvula para identifica-la. A cor indica o tipo de refrigerante: plaqueta amarela – R – 12; plaqueta azul – R – 22; plaqueta lilás – R – 502.

Relação entre os orifícios das válvulas de expansão e suas capacidades.

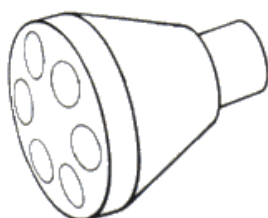
Cartucho nº.	Nº de Código	Capacidade	Nominal	Em Tr – kcal/h
1	68 – 2004	0,3 – 900	0,5 – 1500	0,3 – 900
2	68 – 2005	0,5 – 1500	0,8 – 2400	0,5 – 1500
3	68 – 2006	1,0 – 3000	1,5 – 4500	0,8 – 2400
4	68 – 2007	1,5 – 4500	2,3 – 6900	1,2 – 3600
5	68 – 2008	2,0 – 6000	3,0 – 9000	1,5 – 4500

Na plaqueta também são fornecidos outros dados, como tipos de válvulas, por exemplo: R – 12 - tipo de refrigerante TF 2, faixa de aplicação N, escala de temperatura – 40°C/+10°C.

Orifício colocado (no caso) nº3 – se for trocado este orifício por outro, o número do que vai ser utilizado deve ser marcado na plaqueta com um X, para futura identificação. A figura 5 mostra o cartucho e o filtro, no qual está marcado o número de identificação, e o quadro indica que para cada refrigerante há um cartucho com capacidade correspondente.

Distribuidor de Líquido

Tem por finalidade distribuir o gás refrigerante em proporções idênticas pelas várias seções do tubo do evaporador, permitindo, assim, um rendimento imediato, logo após a partida do compressor.

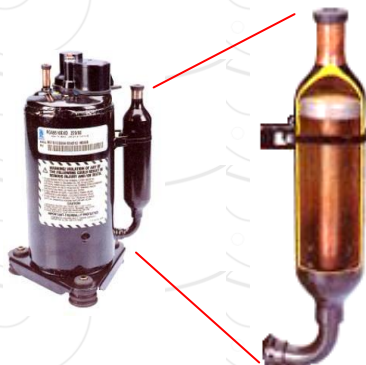


Distribuidor de líquido.

O distribuidor é instalado na saída da válvula de expansão. As tubulações que nele vão soldados devem ter o mesmo comprimento, para que não haja deficiência no fornecimento do refrigerante no evaporador.

Acumulador de Sucção ou Separador de Líquido

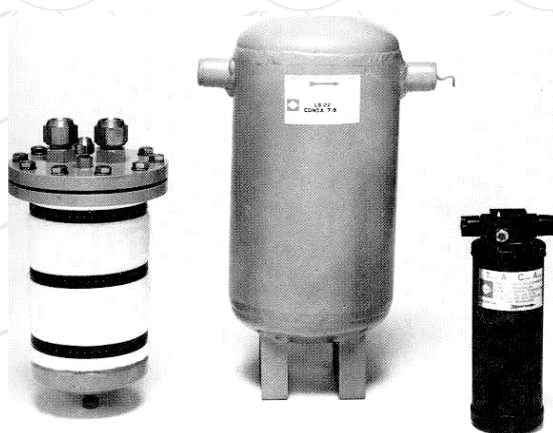
O acumulador de sucção ou separador de líquido tem a função de impedir que retorne gás refrigerante em estado líquido ao compressor, em proporções que possam danificá-lo, e é instalado na tubulação de sucção sendo fornecido como parte integrante do conjunto compressor, nos modelos mais novos.



Acumulador de sucção em um compressor hermético rotativo do tipo rolete.

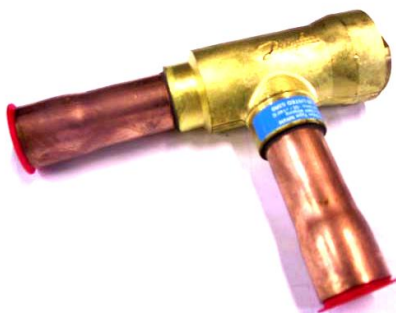
Separador de Óleo

O separador de óleo é instalado nas máquinas que trabalham com temperaturas abaixo de zero grau. A esta temperatura o óleo fica mais viscoso. A baixa pressão do gás de retorno dificulta o retorno do óleo, principalmente nas máquinas que trabalham com R-22(CFHC). Por isso, há necessidade do separador de óleo. O refrigerante 22 a baixa temperatura não se mistura com o óleo. Assim é dificultado o retorno de óleo ao compressor.



Válvulas de Retenção

São dispositivos que permitem a passagem do líquido refrigerante somente no sentido da seta de indicação. Este tipo de válvula de retenção é para uso dos refrigerantes fluorados.



Existe também um tipo de válvula de retenção para sistemas que tanto trabalham com refrigerantes fluorados (R - 12, R -22, R -502, etc.) como com a amônia (R - 717).

Válvula Solenóide

São dispositivos de controle elétrico através de bobinas que ao serem acionadas comandam a válvula abrindo ou fechando a passagem o refrigerante para um determinado trecho no sistema de refrigeração.



Válvulas solenóides.

23. COMPONENTES ELÉTRICOS GERAIS

Os componentes elétricos são desenvolvidos e testados nos laboratórios dos fabricantes, sendo específicos para cada modelo de compressor e de acordo com sua aplicação. Neste capítulo, vamos conhecer os componentes elétricos mais comuns, seus esquemas de ligação e maneiras práticas de testá-los.

Descrição dos Componentes Elétricos

Para compreender melhor os esquemas de ligação dos compressores, descrevemos a seguir cada componente que os compõe.

-MOTOR ELÉTRICO DO COMPRESSOR

É o componente do sistema que transforma energia elétrica em energia cinética, movimento mecânico rotativo, é composto por um rotor e um estator, fixados diretamente no eixo e no corpo da bomba do compressor.



Compressor hermético de refrigerador

No estator, existem duas bobinas de fio de cobre esmaltado denominadas: bobina de marcha (RUN) e bobina de partida (START). A bobina de marcha é responsável pelo funcionamento contínuo do motor e é considerada a bobina principal do motor. A bobina de partida atua por alguns instantes durante a partida do motor e é responsável pela determinação do sentido de rotação e pelo torque de partida necessário para o rotor começar a girar.

As conexões elétricas do motor são feitas através de três terminais fixos na carcaça do compressor identificados conforme segue:



Posição dos bornes de compressores herméticos.

C - Terminal comum às duas bobinas; **S** - Terminal da bobina de partida;
R - Terminal da bobina de marcha.

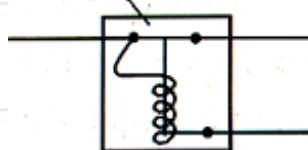
-RELÊS DE PARTIDA

O relê de partida do compressor hermético é um dispositivo que energiza a bobina de partida do motor e desconecta esta bobina após o motor ter alcançado a rotação normal de funcionamento.

A. Relê Amperométrico

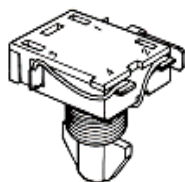
Possui contatos elétricos normalmente abertos. Quando o motor do compressor é energizado, a corrente que passa pela bobina do relê cria um campo magnético que atrai a armadura para cima proporcionando o fechamento dos contatos e energizando a bobina de partida do motor.

relé de partida

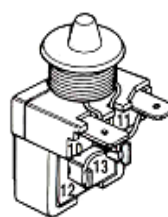


Representação esquemática de um relé amperométrico.

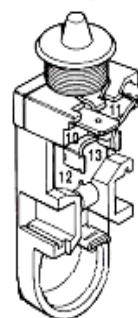
Quando o motor do compressor alcança a rotação de marcha, a corrente diminui até o ponto em que o campo magnético não tem força para manter a armadura em cima, dessa forma a armadura desce por atuação da força peso abrindo os contatos e conseqüentemente desconectando a bobina de partida do motor.



Tipo EM



Tipo Curto



Tipo Longo

Relés de partida amperométricos.

Para o funcionamento correto do relê, deve-se montá-lo na posição vertical e com a bobina para baixo para que os contatos permaneçam abertos enquanto a bobina do relê estiver desenergizada.

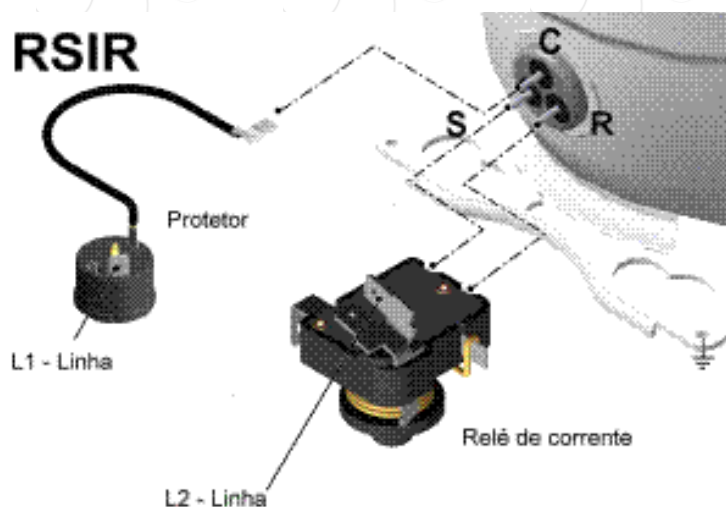


Diagrama elétrico funcional de montagem e conexão do Relé Amperométrico.

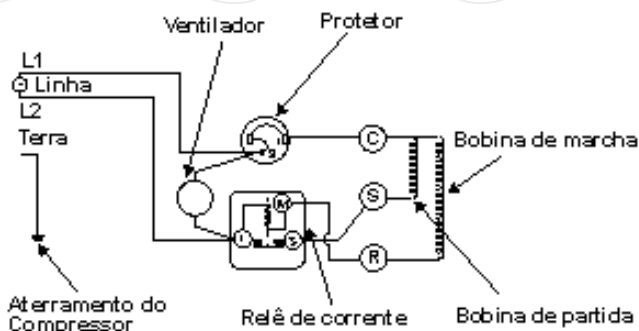


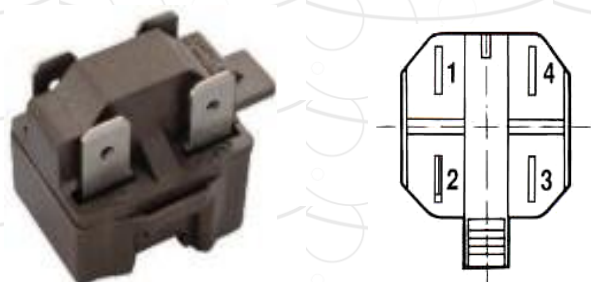
Diagrama elétrico multifilar de conexão do Relé Amperométrico.

B. Relê PTC

O relê PTC é formado por uma pastilha de material cerâmico. Este material possui a propriedade de aumentar a resistência elétrica quando aquecido pela corrente que passa através dele.

Durante a partida do motor, o PTC está frio, e com uma resistência elétrica baixa, conseqüentemente, conduz corrente através da bobina de partida, fazendo o motor girar.

Esta corrente vai aquecê-lo fazendo com que a resistência aumente e a corrente diminua através da bobina de partida até se tornar praticamente zero.



Relê PTC.

Seu uso é recomendado para freezers e refrigeradores domésticos, onde o tempo entre os ciclos de operação é suficiente para o PTC esfriar e estar pronto para uma nova partida.

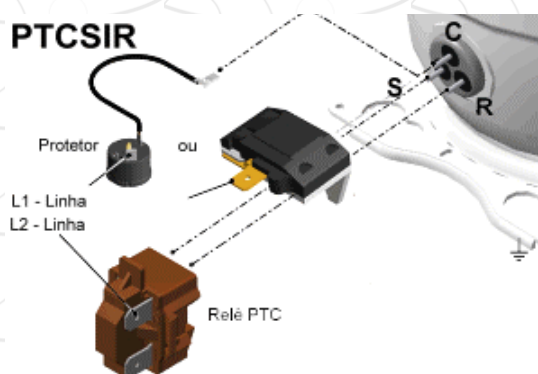


Diagrama elétrico funcional de montagem e conexão do Relé PTC.

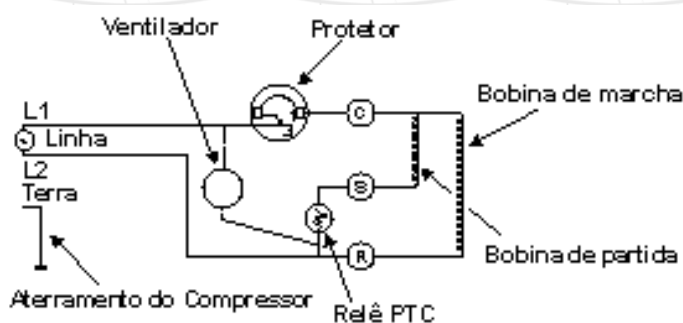
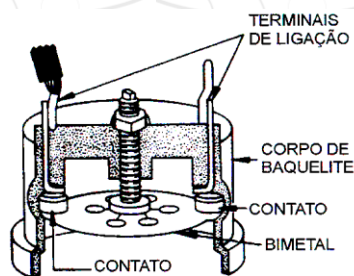


Diagrama elétrico multifilar de conexão do Relé PTC.

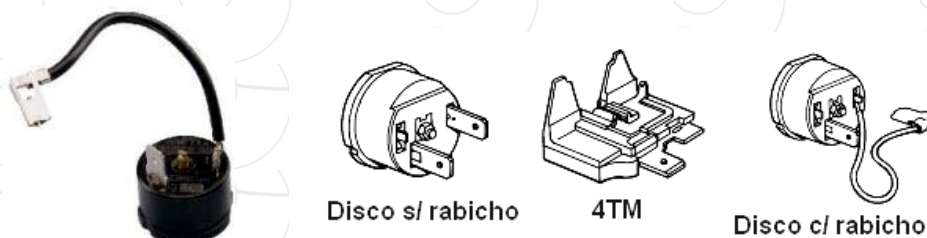
C. PROTETOR TÉRMICO

O protetor térmico é ligado em série com o circuito que alimenta o motor atua abrindo o circuito e desligando o compressor rapidamente se houver qualquer aumento anormal de temperatura ou de corrente ocasionado por problemas mecânicos, elétricos ou por aplicação inadequada.



Protetor térmico tipo disco.

Um disco bimetálico dentro do protetor, sensível a elevação da temperatura por efeito da elevação da corrente elétrica, flexiona afastando seus contatos abrindo o circuito. Alguns protetores possuem uma resistência em série com o disco que com o seu aquecimento, auxilia a abertura dos contatos em situações de aumento excessivo da corrente elétrica.



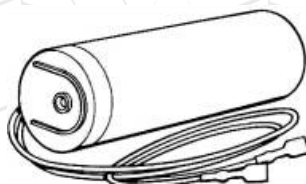
Protetores Térmicos

-CAPACITORES

A. Capacitor de Partida

Em caso de exigência de torque de partida maior (sistema não auto-equalizado), utiliza-se um capacitor em série com a bobina de partida, este aumenta a corrente na bobina de partida, conseqüentemente aumenta o torque.

Os capacitores de partida só permanecem alimentados durante a partida do compressor sendo desconectado pelo relê quando o motor atinge rotação normal de funcionamento.



Capacitor de Partida

B. Capacitor de Marcha ou Capacitor Permanente

O capacitor de marcha, é projetado para atuar continuamente em série com a bobina de partida (ligação PSC), melhorando o torque de partida e de trabalho e a eficiência elétrica do motor.

Neste esquema de ligação não é usado relê e é aplicado em sistemas auto-equalizados devido ao torque de partida normal.

NOTA: Em caso de substituição de capacitores, devem ser seguidas as mesmas especificações dos capacitores originais ou seja, a capacitância (microfarad - μF) e tensão de isolamento (VAC).



Capacitor de Marcha.

Se a capacitância do capacitor de reposição for inferior, a eficiência do motor e a capacidade de partida diminuirá. Se for superior, as correntes e temperaturas do motor aumentarão.

A tensão de isolamento deve ser igual ou maior que a especificada, pois se for menor, o capacitor entrará em curto-circuito.

Diagnóstico de falhas

Com o propósito de fornecer subsídios para um diagnóstico seguro traçamos a seguir um procedimento básico para testar cada esquema de ligação de compressores monofásicos e seus componentes elétricos.

Antes de se iniciar os testes, as seguintes recomendações devem ser observadas:

- Utilizar equipamento de teste (multímetros) adequado e confiável;
- Verificar a tensão de linha (tensão que alimenta o compressor);

Esta tensão deverá estar entre os valores especificados para o modelo do compressor conforme orientação contida nos manuais dos fabricantes. Se a tensão de linha estiver fora da faixa operacional do compressor, causará superaquecimento, além de falha nos capacitores e/ou relês de partida, ocasionando a parada do motor e atuação do protetor térmico.

Esta tensão deve ser medida em rotor travado da seguinte maneira: ligue o produto e deixe-o funcionar por alguns minutos. Desligue e ligue-o em seguida. O compressor não deve partir. A tensão deve ser medida entre os terminais C e R do compressor antes do protetor atuar.

- Verificar as especificações dos componentes elétricos instalados no compressor; quando estes componentes não são os componentes especificados para o mesmo, podem não operar adequadamente, ocasionando falha ou mesmo queima do compressor com a perda imediata da garantia.

Realize os testes individuais de funcionamento de cada componente.

24. FLUIDOS REFRIGERANTES

Definições

Este capítulo tem como objetivo, identificar as características dos principais fluidos refrigerantes, correlacionando-os com suas aplicações.

Os refrigerantes mais comuns são os hidrocarbonetos fluoretados, porém outras substâncias, em grande número, também funcionam como refrigerantes, incluindo muitos compostos inorgânicos e hidrocarbonetos. Este capítulo descreverá e apresentará somente os refrigerantes mais largamente usados.

Fluido Refrigerante é o fluido de trabalho do ciclo de refrigeração que evapora e condensa quando absorve e cede calor respectivamente.

Refrigerante ideal

Deve ser reconhecido por princípio, que não existe refrigerante "ideal" que reúna todas as propriedades desejadas para um bom refrigerante, de modo que um refrigerante considerado bom para ser aplicado em determinado tipo de instalação frigorífica nem sempre é recomendado para utilizar em outra instalação.

Classificação

Os fluidos refrigerantes são classificados conforme suas características físico-químicas e recebem uma nomenclatura que obedecem a um padrão.

Exemplo: Fórmula, nome e classificação.

CCl_2F_2 - Diclorodifluormetano (F - 12 ou R - 12)

CHClF_2 - Monoclorodifluormetano (F - 22 ou R - 22)

CCl_3F - Tricloromonofluormetano (F - 11 ou R - 11)

Mistura azeotrópica

É uma mistura que não pode ser separada em seus componentes por destilação. Ela se evapora e se condensa como uma substância simples. (temperatura = constante), entretanto com propriedades diferentes dos seus constituintes.

Exemplos: R 500 e R 502

Misturas não azeotrópicas

Misturas de refrigerantes que se comportam como uma mistura binária (condensação a pressão constante com variação de temperatura).

Exemplos: MP39 e HP 80

Hidrocarbonetos

Os hidrocarbonetos são usados como refrigerantes nas indústrias petroquímicas, possuem em sua formação química como elementos principais o Carbono (C) e o Hidrogênio (H).

Exemplos: R-50 = Metano = CH_4

R-170 = Etano = CH_3CH_3

R-290 = Propano = $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$

Compostos inorgânicos

Este grupo é formado pelos vários fluidos que não apresentam como constituição química básica ou elementos carbono e hidrogênio.

Neste grupo encontra-se a amônia que é o mais comum dos refrigerantes.

A amônia é bastante usada na refrigeração industrial, em indústrias de refrigerantes, túneis de congelamentos, grandes resfriadores de líquidos, fabricantes de gelo industrial, câmaras frigoríficas industriais e etc.

Uma dentre outras características que possui é desprender um cheiro acre e provocar irritação das mucosas sensíveis, particularmente nos olhos.

Exemplos: NH_3 (Amônia) = R-717

H_2O (Água) = R-718

Ar = R-729

CO_2 (Dióxido de Carbono) = R 744

Propriedades termodinâmicas de um bom fluido refrigerante

Relativa baixa pressão de condensação

Este fator permite a utilização de equipamentos e tubulações de menor porte (tubulações com paredes menos espessas). Pressão de evaporação superior a pressão atmosférica.

Evitando-se penetração de ar e umidade no sistema durante a operação.

Relativa alta temperatura crítica

Temperatura crítica² bem acima temperatura de condensação. Devendo ser mais alta do que a temperatura normal de operação.

É a máxima temperatura que o refrigerante vapor pode tornar-se líquido por aumento de sua pressão. Acima desta temperatura ele se mantém constante no estado gasoso, qualquer que seja a pressão a que for submetido.

Baixa temperatura de solidificação

A temperatura de solidificação deverá ser suficiente baixa p/ evitar que ocorra solidificação durante o processo normal de operação.

Alto calor latente de vaporização

Um alto calor latente de refrigeração proporciona um alto efeito de refrigeração por unidade de massa de refrigerante circulado.

Exemplo: Tomando como base uma temperatura de 0° F (-17.8 C)

Em 1 lb(453g) de R-12 é absorvido 70,13BTU/lb

Em 1 lb(453g) de R-22 é absorvido 94,39BTU/lb

Em 1 lb(453g) de R-717(Amônia) é absorvido 568,9BTU/lb.

Temperatura de evaporação baixa

A temperatura de evaporação deve ser suficientemente baixa para que o fluido possa absorver calor do produto.

Alto Rendimento

Um bom fluido refrigerante deve produzir o máximo possível de refrigeração para um dado volume de vapor movimentado.

Alto COP e baixo HP/TR

Temperaturas de descarga não muita elevada.

Exemplo: T. de descarga NH₃ > T. de descarga R22 > T. de descarga R12

Propriedades físico-químicas de um bom Fluido Refrigerante:

-Não ser inflamável ou explosivo

Exemplos: Propano, Etano, Metano, Butano

NH₃ em mistura de 16 a 25% em volume com o ar torna-se inflamável e explosivo. (Raramente esta mistura ocorre)

-Não deve ser tóxico

R-12 não é tóxico em concentração até 20% em volume para um tempo de exposição de menos de 2 horas.

R-22, R-11, R-502 são um pouco mais tóxicos que o R-12.

NH₃ (amônia) é letal para uma concentração de ½ a 1% em volume do ambiente num período de exposição de ½ hora.

-Não deve ter efeito prejudicial sobre os metais

NH₃ em presença de água reage com cobre e suas ligas; usa-se tubulações de aço ou ferro em instalações que tem amônia como fluido refrigerante.

Freons utilizados com cobre. Na presença de água formam ácido que atacam a maioria dos metais. Atacam também a borracha natural. Para contornar este problema podemos usar selos de vedação sintéticos.

-Não devem produzir danos aos produtos refrigerados em caso de fugas

Exemplo: perigo NH₃ vapor

Identificação

Os refrigerantes devem ser identificáveis em caso de fuga: ter odor forte e coloração é interessante neste caso.

-Possuir baixa viscosidade

A alta viscosidade é prejudicial ao bom funcionamento do sistema, pois representa o aumento da perda de carga devido à maior aderência às tubulações. Portanto, um bom fluido refrigerante deve possuir baixa viscosidade para provocar a menor pequena perda de carga no sistema.

-Possuir boa condutividade térmica

Deve tanto absorver quanto ceder calor com facilidade.

-Possuir estabilidade química

Um bom fluido refrigerante não deve se decompor quando sob altas temperaturas.

-Possuir baixo custo

Deve ser de fácil obtenção, fabricação barateando os custo de instalação, operação e manutenção.

Exemplo: $\text{NH}_3 < \text{R } 12 < \text{R } 22$.

Quanto a mistura formada com o óleo lubrificante

Exemplos: São miscíveis - R 12

Intermediário - R 22

São imiscíveis - NH_3

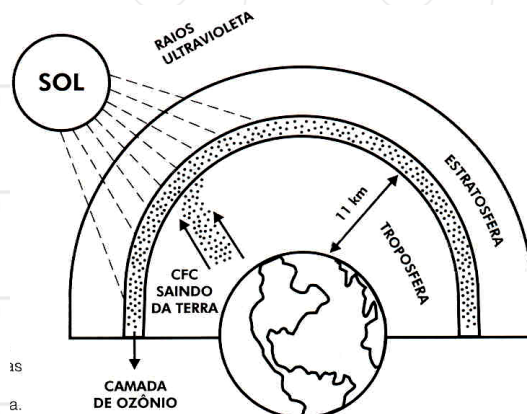
Para NH_3 há a necessidade de separadores de óleo com purgadores.

Referências importantes a respeito de gases refrigerantes

Efeito dos CFC's sobre a camada de ozônio:

"Cada átomo de Cl destrói aproximadamente 100.000 moléculas de ozônio";

"CFC tem vida útil de aproximadamente de 75 anos". (Revista Superinteressante).



Raios UV, CFC's e a camada de ozônio.

Protocolo de MONTREAL: Prevê redução gradual do uso dos fluidos refrigerantes através de um acordo mundial.

-Família CFC

R11, R12, R113, R114 e R115: Ano base 1986 congelamento e a partir de 1989 reduções gradativas com previsões em 1993 = 20%, 1995 = 50%, 1997 = 85% e 2000 = 100%.

-Família HCFC

R22, R123, R124, R141b, R142B - Consideradas substâncias transitórias terão redução gradativa até 100% em 2040 ou 2020 se possível.

Para países com consumo per capita baixo (menor 300g/ano) a aplicação das medidas de controle podem ter mais de 10 anos.

Exemplos: Brasil = 80g/ano

U.S.A. = 1300g/ano.

Revisão do protocolo de Montreal assinado por 62 países em julho de 1990.

Aplicações de alguns refrigerantes

A família de fluidos refrigerantes halogenados é um dos principais fatores responsáveis pelo enorme crescimento das indústrias de refrigeração e ar condicionado.

As propriedades desses gases permitiram seu emprego onde materiais mais inflamáveis ou tóxicos trariam resultados desastrosos. Existe um gás para cada uso, desde o halogenado para ar condicionado doméstico e industrial até a refrigeração a temperaturas especialmente baixas. Em muitos casos, um desses tipos pode ser usado em várias aplicações diferentes.

Misturas de refrigerantes no manuseio

Os fabricantes de refrigerantes recomendam que não se misturem refrigerantes, ainda que os mesmos pertençam à mesma série, isto é, não devem ser misturados no mesmo sistema de refrigeração nem no mesmo cilindro.

A mistura do dióxido de enxofre (SO_2) com o amoníaco (NH_3) produz reação química e resulta em depósitos sólidos prejudiciais. O R-22 será alterado se misturado com amoníaco.

Nem mesmo a mistura do R-12 com R-22, que foi realizada no passado para resolver o problema do retorno do óleo para o compressor nos sistemas que usavam R-22, é recomendada.

Influência química dos refrigerantes

A maioria dos refrigerantes, com exceção da amônia, é considerada inócua, visto que se trata de substâncias desprovidas de cor, odor, e gosto, geralmente não apresentando toxidez, o que se aplica particularmente aos vários hidrocarbonetos halogenados.

Entretanto, esse fato não quer dizer que eles sejam quimicamente inertes, pois na verdade, reagem com a maioria das substâncias com que entram em contato, desde que a temperatura seja suficientemente alta. Nosso estudo abrange tanto os sistemas herméticos como os do tipo aberto; a gama dos materiais que podem ficar no campo do refrigerante é verdadeiramente grande embora o objetivo principal seja a apreciação da corrosão e dos seus efeitos, serão vistas aqui outras reações, além das que possam ser citadas como estritamente relacionadas com a corrosão.

Um exemplo disto é o estudo dos componentes não metálicos. São vários os componentes metálicos que podem ser usados com os refrigerantes. Assim, por exemplo, ferro, cobre, alumínio, estanho, chumbo, níquel e prata não reagem nos sistemas limpos secos contendo qualquer hidrocarboneto halogenado, mas, infelizmente, as condições ideais raramente prevalecem. Inevitavelmente, haverá óleo no sistema, bem como quantidades variáveis de outros materiais, que podem ser considerados como contaminantes, assim, por exemplo, água nos sistemas de refrigeração.

Influência sobre os metais

São poucos os metais e as combinações metálicas reconhecidas como insatisfatórios nos sistemas de refrigeração.

Podemos citar o cobre nos sistemas de amônia (R-717), o alumínio nos sistemas de cloreto de metila (R-40), o magnésio nos sistemas do R-12 e R-22 e a recente descoberta, a do zinco nos sistemas de R-113.

Eles não têm necessidade de contaminantes para dar início à reação, embora a presença destes possa acelerá-la.

Estes metais indesejáveis podem existir em pequenas quantidades, em lugares não suspeitados. Embora não seja de esperar-se que alguém faça uso de tubos de cobre num sistema de amônia ou de compressor de Refrigerante R-12 com carcaça de magnésio, é inteiramente possível encontrar algum metal incompatível em componentes do sistema, isto é, alguma conexão ou válvula que possa ser banhada ou embuchada com algum metal indesejável.

A mesma consideração aplica-se aos manômetros, aos controles e aos demais componentes que não tenham sido confeccionados especificamente para a indústria de refrigeração.

Atualmente, a maioria dos fabricantes de controles fornece modelos especialmente projetados para o uso com amônia ou com hidrocarbonetos halogenados, recomendando que não sejam trocados entre si.

Além disso, constitui prática condenável o uso de peças de chumbo num sistema de refrigeração, tendo em vista o problema da corrosão.

ÓLEOS LUBRIFICANTES PARA REFRIGERAÇÃO

Definições e funções

A função básica dos óleos lubrificantes em compressores é diminuir o atrito entre as partes móveis e as estacionárias, evitando o desgaste prematuro das peças e facilitar a troca térmica do conjunto eletromecânico.

As características de lubrificação permanecerão satisfatórias por longo período, se considerarmos as temperaturas de operação, pressão e ausência de contaminantes.

Devido a suas características especiais, os óleos lubrificantes para refrigeração devem receber tratamento diferente dos outros lubrificantes.

Principais Características dos Lubrificantes

-Viscosidade

A viscosidade do lubrificante diminui com o aumento de temperatura.

O óleo flui através do sistema junto ao gás refrigerante, ficando sujeito a altas e baixas temperaturas.

Quando submetido a altas temperaturas, a viscosidade deve permitir o fluxo entre as superfícies em contato, formando entre elas uma película protetora.

À baixas temperaturas, deve-se evitar o acúmulo de lubrificante no evaporador, pois isso prejudica a troca de calor e o retorno do lubrificante ao compressor.

-Miscibilidade

A viscosidade do óleo diminui a medida que aumenta a sua solubilidade com o gás refrigerante. A completa miscibilidade permite ao lubrificante fluir através do sistema junto ao gás, garantindo bom retorno ao compressor.

-Resíduo de Carbono

Os óleos são passíveis de decomposição através de calor. Portanto, na especificação de um óleo é levado em consideração às temperaturas normais de trabalho do compressor para evitar a carbonização do óleo, principalmente na placa de válvulas. Do contrário, os resíduos carbonosos favorecerão a formação de borra, que pode provocar obstrução no sistema, e deficiência na lubrificação ocasionada pela decomposição.

-Floculação

A cera contida nos lubrificantes tende a precipitar-se quando submetida a baixas temperaturas (floculação). Os flocos de cera podem depositar-se no elemento de expansão (controle de fluxo), obstruindo a passagem do refrigerante, ou no evaporador, diminuindo a transferência de calor.

Portanto, os lubrificantes não devem apresentar floculação em temperaturas encontradas normalmente no sistema de refrigeração.

-Umidade

O óleo para refrigeração deve possuir teor de umidade igual ou inferior ao especificado pelo fabricante, a fim de evitar formação de sedimentos ácidos ou mesmo congelamento da umidade no interior do sistema.

Compatibilidade do Óleo Poliál-Éster com o Gás Refrigerante R-134a

Após a realização de diversos testes de avaliação, feitos em conjunto com a TECUMSEH Products, confirmou-se que os óleos lubrificantes à base de Poliál-Éster combinados com R-134a são compatíveis com todos os materiais utilizados nos compressores SICOM.

Compatibilidade do Óleo Poliál-Éster com o Gás Refrigerante R-12

Diante dos questionamentos a respeito da compatibilidade do óleo tipo Poliál-Éster (POE) e gás refrigerante CFC 12, a SICOM-TECUMSEH vem realizando diversos testes de compatibilidade em seus laboratórios de pesquisa.

Estes testes realizados em tubos de vidro lacrados com quantidade de óleo POE, CFC 12 e outros materiais, tais como aço e/ou aço cobreado, mostraram que a mistura POE e CFC 12 provoca a formação de ácido e metais dissolvidos.

Foi detectado que o índice de acidez (TAN: Total Acid Number) e/ou os metais dissolvidos são muito mais elevados na combinação do Óleo POE com gás refrigerante CFC 12 do que na mistura do óleo mineral com gás refrigerante CFC 12.

Pesquisas demonstram que alguns óleos POE são totalmente miscíveis com gás refrigerante CFC. Entretanto, o problema não se encontra na questão da miscibilidade, e sim no TAN e/ou metais dissolvidos que resultam desta combinação.

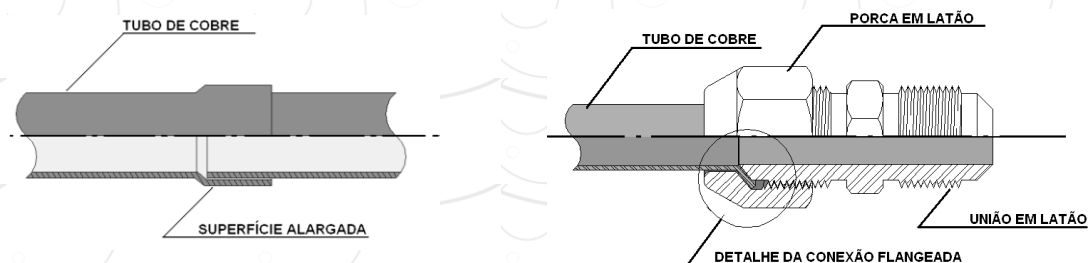
Portanto, não recomenda-se o uso do óleo Poliál-Éster (POE) com o gás refrigerante CFC 12 em nossos compressores.

25. FERRAMENTAS E OPERAÇÕES BÁSICAS

Freqüentemente durante a realização da manutenção em equipamentos de refrigeração, o refrigerista tem a necessidade de trabalhar com algumas ferramentas consideradas básicas. Estas ferramentas destinam-se a trabalhos com as tubulações de cobre largamente empregadas nestes equipamentos.

Estas tubulações são encontradas no mercado, de forma flexível ou rígida, nos mais variados diâmetros que vão de tubos capilares a tubos de 3/16", 1/4", 5/16", 3/8", 7/16", 1/2", 3/4", 5/8", 1" e etc.

Estes tubos servem para interligar os componentes dos mais variados sistemas de refrigeração, onde sua união em geral se processa através de solda brasagem ou através da utilização de conexões com porca.



Conexão por alargamento e flangeamento de tubos.

-Cortador para tubos de cobre

Ferramenta utilizada para realizar o corte da tubulação nas dimensões desejadas proporciona um corte perpendicular em relação ao seu eixo, evitando que as operações de união de tubos sejam realizadas inadequadamente, diminuindo a resistência mecânica dessas uniões, além de promover um corte sem desprendimento de rebarbas que poderiam danificar os sistemas.

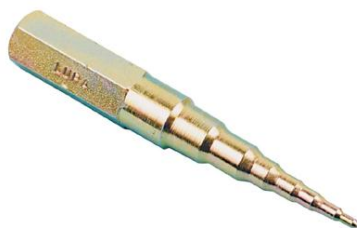
O corte é realizado por uma lâmina em forma de disco fixada a um parafuso de avanço, que a pressiona contra o tubo, girando entre dois roletes presos ao corpo do cortador que alisam o tubo para facilitar o processo de brasagem. Um dos cortadores mais utilizados em campo possibilita o corte de tubulações de cobre de 1/8" a 1 1/8".



Cortadores para tubos de cobre.

-Alargamento de tubos

Para proceder à união de tubos através de brasagem é necessário efetuar o alargamento de um dos tubos a serem unidos, esta operação é conhecida em outras áreas como fazer uma "bolsa" na tubulação, termo não utilizado na refrigeração.



Alargador de impacto.

Este alargamento é realizado por meio de uma ferramenta chamada de alargador para tubos de cobre, podendo ser encontrado como alargador de impacto, mais comum, que consiste em um "punção alargador" utilizado em conjunto com uma base flangeadora e um martelo, outro alargador é o do tipo expansão, que funciona como uma espécie de alicate que ao ser pressionado com seu cabecote dentro do tubo expande o tubo promovendo o alargamento por expansão.



Kit Alargador tipo expansão.

Esta ferramenta alarga a ponta de tubos de cobre recosido e aço mole, assim como alumínio, eliminando a necessidade de luvas. Um tubo encaixa diretamente no outro. O mecanismo de acionamento é flutuante e autocentrante, permitindo uma operação fácil. Possui um conjunto de adaptadores para tubos de 3/8", 1/2", 3/4", 1".

-Flangeador

Esta operação é realizada quando se deseja unir tubos de cobre com equipamentos ou outros tubos através de porcas e conexões.

É realizada com ou auxílio de um kit flangeador dotado de uma base calibrada para os diversos diâmetros de tubos e um grampo flangeador. O tubo é fixado à base, passando de 1 a 1,5mm da face da base, em seguida com grampo flangeador a tubulação sofre a ação do excêntrico do grampo que deforma a extremidade do tubo de maneira a assentar no chanfro da porca e da conexão.



Kit's flangeadores.

O cone em aço endurecido faz flanges de 45 graus em tubos de cobre mole, aço mole e alumínio. Tipo Flange SAE 45° Medidas Ø Externo 3/16", 1/4", 5/16", 3/8", 7/16", 1/2", 5/8" Peso 1.60Kg.

-Curvas ou Dobramento de tubos

Esta operação é bastante utilizada, pois a união dos componentes dos sistemas nem sempre se processa em trechos lineares, desta forma é necessário realizar o dobramento dos tubos de acordo com o percurso das tubulações, promovendo sempre a interligação dos componentes com a quantidade mínima de curvas possível.

O "curvamento" de tubos é feito através da utilização de curvadores que podem ser do tipo alavanca como também do tipo mola.



Curvadores: Alavanca e mola.

Os curvadores obedecem à aplicação para os diversos diâmetros de tubos, não podendo ser utilizados para curvar outro tubo de diâmetro menor ou maior que seu diâmetro nominal. Além de apresentar um diâmetro específico para cada tubo os curvadores apresentam como uma de suas características principais o raio (r) da curva que se deseja realizar, em sua maioria este raio é fixo.

O grau de curvatura do tubo pode ser observado mediante a uma escala gravada na lateral do curvador, guia de curva, podendo apresentar de 0° a 90° ou 0° a 180°.

-Alicate Lacrador ou Amassador para tubos

O alicate lacrador é uma ferramenta utilizada pelo mecânico refrigerista quando se deseja lacrar a unidade selada do sistema de refrigeração após alguma operação de manutenção. Trata-se de um alicate com garras "amassadoras" e um sistema de pressão ajustável, que serve para amassar os passadores de processo, serviço, enquanto se realiza a vedação da extremidade dos tubos pelo processo de brasagem.



26. PRINCÍPIOS DA SOLDAGEM (BRASAGEM) DE TUBOS

-Brasagem

Quando é necessário reparar circuitos de refrigeração ou quando se substituem seus componentes, é necessário proceder a união de tubulações através do processo de brasagem.

A soldagem é resultado da união de duas ligas metálicas, por meio de fusão.

Na refrigeração será comum a aplicação de metais de adição para promover a união de tubos de cobre, ferro entre outros materiais.

-Varetas (Metais de Adição)

Também conhecida como metal de enchimento ou de adição, a vareta é uma barra muito fina de metal que é fundido e depositado na região de soldagem, sendo mais comuns e utilizadas as varetas de 1/16" e 1/8".

-Vareta de Prata

São ligas a base de prata e cobre podendo possuir outros elementos como zinco, cádmio, estanho, níquel, silício, etc. Possibilitam a união da maioria dos metais ferrosos e não-ferrosos, com exceção do alumínio, do magnésio, e de metais com ponto de fusão inferior à 800C.

Especificação de varetas de solda prata (Brastak).

Liga Brastak	Composição Química (% em peso)				Temp. de Trabalho °C	Intervalo de Fusão °C	Resist. tração kp/mm²	Along. %	Dureza kp/mm²	Conduct. Elétrica m/Ω.mm²	Peso Específico g/cm³	Norma
	Ag	Cu	Zn	Outros								
BT - 272	72,0	28,0	-	-	780	780	38	17	140	46,1	10,00	DIN EN 1044 AG 401
BT - 260	60,0	Rest.	-	Sn - 10,0	718	602 - 718	ND	ND	ND	ND	9,80	AWS A5.8 BAg-18
BT - 256	56,0	22,0	17,0	Sn - 5,0	650	620 - 655	36	28	120	11,2	9,40	DIN EN 1044 AG 102
BT - 251	50,0	20,0	28,0	Ni - 2,0	750	660 - 750	37	ND	ND	ND	9,35	AWS A5.8 BAg-24
BT - 250	50,0	34,0	16,0	-	774	688 - 774	ND	ND	ND	ND	9,30	AWS A5.8 BAg-6
BT - 245	45,0	27,0	25,5	Sn - 2,5	670	640 - 680	35	ND	ND	ND	9,20	DIN EN 1044 AG 104
BT - 244	44,0	30,0	26,00	-	730	675 - 735	40	25	120	11,5	9,10	DIN EN 1044 AG 203
BT - 241	40,0	30,0	28,0	Sn - 2,0	690	650 - 710	ND	ND	ND	ND	9,10	DIN EN 1044 AG 105
BT - 240	40,0	30,0	28,0	Ni - 2,0	779	671 - 779	ND	ND	ND	ND	9,10	AWS A5.8 BAg-4
BT - 238	38,0	32,0	28,0	Sn - 2,0	721	649 - 721	ND	ND	ND	ND	9,00	AWS A5.8 BAg-34
BT - 234	34,0	36,0	27,5	Sn - 2,5	710	630 - 730	ND	ND	ND	ND	9,00	DIN EN 1044 AG 106
BT - 231	30,0	36,0	32,0	Sn - 2,0	740	665 - 755	ND	ND	ND	ND	8,80	DIN EN 1044 AG 107
BT - 230	30,0	38,0	32,0	-	750	680 - 765	ND	ND	ND	ND	8,90	DIN EN 1044 AG 204
BT - 226	25,0	40,0	33,0	Sn - 2,0	750	680 - 760	ND	ND	ND	ND	8,70	DIN EN 1044 AG 108
BT - 225	25,0	40,0	35,0	-	780	700 - 790	38	25	135	12,5	8,80	DIN EN 1044 AG 205
BT - 220	20,0	44,0	36,0	Si - 0,2	810	690 - 810	ND	ND	ND	ND	8,70	DIN EN 1044 AG 206
BT - 212	12,0	48,0	40,0	-	830	800 - 830	38	30	130	13,5	8,50	DIN EN 1044 AG 207

-Vareta de latão - "Amarela"

O latão é uma liga utilizada na soldagem de equipamentos de trocadores de calor. Possuem em sua constituição um alto teor de cobre. São empregadas na união de tubulações de aço para indústria automotiva, pelo processo de brasagem. Em varetas nuas, revestidas de lâminas, são indicadas para brasagem de aço, cobre, bronze, metal duro e latões.

A utilizamos quando queremos unir tubos de ferro com ferro, ferro com cobre, cobre com bronze ou cobre com cobre.

Especificação de varetas de solda amarela (Brastak)

Liga Brastak	Composição Química (% em peso)							Intervalo de Fusão °C	Temp. de Trabalho °C	Peso Específico g/cm³	Norma
	Cu	Zn	Sn	Fe	Mn	Si	Outros				
BT - 561	60	Rest.	0,5	-	-	0,3	-	885 - 900	900	8,41	AWS A5.7 RBCuZn-A
BT - 562	58	Rest.	0,8	0,2	-	0,2	Ni - 2,2	865 - 890	890	8,36	-
BT - 5621	58	40	-	-	-	0,1	Ag - 1	850 - 900	900	8,39	-
BT - 5625	55	Rest.	-	-	-	0,3	Ag - 5	820 - 870	860	8,40	DIN EN 1044 AG 208
BT - 564	48	Rest.	-	-	-	0,3	Ni - 10	890 - 920	910	8,70	DIN EN 1044 CU 305
BT - 5641	48	41	-	-	-	0,3	Ni - 10 Ag - 1,0	890 - 910	910	8,70	-

-Vareta de fósforo (foscoper)

São metais de adição constituídos de cobre e fósforo no caso de Foscoper e cobre, fósforo e prata no caso de Silfoscoper. Utilizadas em grande escala nas indústrias de refrigeração e ar condicionado, pois suporta ao trabalho em temperaturas entre aproximadamente -50°C e 200°C.

Não é indicada para brasagem de ferro, níquel e aço, pois há formação de frágeis camadas intermediárias não proporcionando uma resistência mecânica satisfatória. Na brasagem de cobre com cobre, prata ou bronze fosforoso em atmosfera normal não é necessário o uso de fluxos, pois o fósforo contido no metal de adição reage com o ar e com o óxido formado durante o aquecimento dando origem ao metafosfato de cobre, que funciona como fluxo. Para brasagem de latões e bronzes não fosforosos é necessária a utilização de fluxo.

Especificação de varetas de solda Foscoper (Brastak).

Liga Brastak	Composição Química (% em peso)				Temp. de Trabalho °C	Intervalo de Fusão °C	Resist. tração kp/mm²	Along. %	Dureza kp/mm²	Condut. Elétrica m/Ω.mm²	Peso Específico g/cm³	Norma
	Ag	Cu	Zn	Outros								
BT - 272	72,0	28,0	-	-	780	780	38	17	140	46,1	10,00	DIN EN 1044 AG 401
BT - 260	60,0	Rest.	-	Sn - 10,0	718	602 - 718	ND	ND	ND	ND	9,80	AWS A5.8 BAg-18
BT - 256	56,0	22,0	17,0	Sn - 5,0	650	620 - 655	36	28	120	11,2	9,40	DIN EN 1044 AG 102
BT - 251	50,0	20,0	28,0	Ni - 2,0	750	660 - 750	37	ND	ND	ND	9,35	AWS A5.8 BAg-24
BT - 250	50,0	34,0	16,0	-	774	688 - 774	ND	ND	ND	ND	9,30	AWS A5.8 BAg-6
BT - 245	45,0	27,0	25,5	Sn - 2,5	670	640 - 680	35	ND	ND	ND	9,20	DIN EN 1044 AG 104
BT - 244	44,0	30,0	26,00	-	730	675 - 735	40	25	120	11,5	9,10	DIN EN 1044 AG 203
BT - 241	40,0	30,0	28,0	Sn - 2,0	690	650 - 710	ND	ND	ND	ND	9,10	DIN EN 1044 AG 105
BT - 240	40,0	30,0	28,0	Ni - 2,0	779	671 - 779	ND	ND	ND	ND	9,10	AWS A5.8 BAg-4
BT - 238	38,0	32,0	28,0	Sn - 2,0	721	649 - 721	ND	ND	ND	ND	9,00	AWS A5.8 BAg-34
BT - 234	34,0	36,0	27,5	Sn - 2,5	710	630 - 730	ND	ND	ND	ND	9,00	DIN EN 1044 AG 106
BT - 231	30,0	36,0	32,0	Sn - 2,0	740	665 - 755	ND	ND	ND	ND	8,80	DIN EN 1044 AG 107
BT - 230	30,0	38,0	32,0	-	750	680 - 765	ND	ND	ND	ND	8,90	DIN EN 1044 AG 204
BT - 226	25,0	40,0	33,0	Sn - 2,0	750	680 - 760	ND	ND	ND	ND	8,70	DIN EN 1044 AG 108
BT - 225	25,0	40,0	35,0	-	780	700 - 790	38	25	135	12,5	8,80	DIN EN 1044 AG 205
BT - 220	20,0	44,0	36,0	Si - 0,2	810	690 - 810	ND	ND	ND	ND	8,70	DIN EN 1044 AG 206
BT - 212	12,0	48,0	40,0	-	830	800 - 830	38	30	130	13,5	8,50	DIN EN 1044 AG 207

-Fluxo

Fluxo é um produto químico destinado a evitar a formação de óxidos durante a soldagem, permitindo, desse modo, a soldagem de materiais como latão e prata. São aplicados em praticamente todos os processos de solda branda, brasagem e brasagem, excluindo-se apenas os que são realizados sob atmosfera controlada em fornos especiais, ou na brasagem de cobre com cobre e bronze fosforosos com foscoper ou silfoscoper. É importante lembrar que os fluxos dissolvem apenas óxidos metálicos, e não tem ação alguma sobre resíduos orgânicos como óleo e graxa.

Especificações de fluxos (Brastak)

Fluxo	Norma	Faixa de Atuação (°C)	Formas	Aplicações Básicas
SUPER FLUXO® 2	DIN EN 29454-1 3.1.1	150 a 400	Líquido	Solda branda com ligas à base de estanho
SUPER FLUXO® 18	DIN EN 29454-1 3.1.1	150 a 400	Líquido	Solda branda com ligas à base de estanho
SUPER FLUXO® 3	DIN EN 1045 FH 10	550 a 950	Pasta	Brasagem em geral com ligas de solda prata, foscooper e sifoscooper
SUPER FLUXO® 33	DIN EN 1045 FH 10	550 a 950	Pó	Idem ao SUPER FLUXO® 3 e sistemas de refrigeração, pois minimiza resíduos internos
SUPER FLUXO® 4	DIN EN 1045 FH 20	600 a 1050	Pasta	Brasagem com ligas de solda prata em peças de grande porte, onde o aquecimento é lento, e soldabrasagem com ligas de latão em peças pequenas, onde o aquecimento é rápido
SUPER FLUXO® 44	DIN EN 1045 FH 20	700 a 1100	Pó	Soldabrasagem com ligas de latão e alpaca
SUPER FLUXO® 5	DIN EN 1045 FH 20	800 a 1100	Pasta	Soldabrasagem com ligas de latão e alpaca
SUPER FLUXO® 55	DIN EN 1045 FH 20	800 a 1100	Pó	Soldabrasagem com ligas de latão e alpaca
SUPER FLUXO® 77	DIN EN 1045 FL 10	480 a 660	Pó	Brasagem em alumínio
SUPER FLUXO® W	DIN EN 1045 FH 12	600 a 950	Pasta	Brasagem de metal duro e contatos elétricos

Equipamentos para soldagem Oxi-acetilênica

Utiliza-se um conjunto de elementos que permitem a passagem dos gases oxigênio e acetileno até um queimador chamado maçarico, em cujo interior esses gases são misturados. A mistura se inflama em contato com uma centelha e produz o calor necessário ao processo de soldagem.



Cilindros do conjunto PPU

Este equipamento só deve ser usado por quem conhece perfeitamente seu funcionamento.

É importante mantê-lo totalmente livre de graxa ou de óleo para evitar combustão explosiva, sendo necessário limpar os acessórios, como mangueiras, maçarico e reguladores, com pano seco após sua utilização; o bico deve ser limpo com agulha adequada ao orifício.

Conheça, agora, os elementos que compõem o equipamento.

-Cilindros

São dois recipientes especiais para armazenar os gases oxigênio e acetileno utilizados no processo de soldagem oxi-acetilênica.

Cilindros de oxigênio e acetileno

O cilindro de oxigênio é um recipiente de aço, alongado e sem costuras. O extremo superior do cilindro tem diâmetro menor, com uma rosca interna onde está montada a válvula de fechamento; possui, também, uma rosca externa onde fica a tampa protetora da válvula. A parte inferior do cilindro é plana para assegurar apoio perfeito no local de trabalho.

Os cilindros de acetileno também são fabricados em aço sem costuras.

Tem revestimento interno de massa porosa com acetona destinada a absorver impactos. Quando necessário, deve-se transportá-lo em posição vertical e não horizontal.

É provido de uma válvula de segurança com tampa, que geralmente fica na parte superior do equipamento e permite a saída do gás em caso de aquecimento do cilindro.



Cilindros de Oxigênio



Cilindros de Acetileno

-Reguladores de pressão

O regulador de pressão é o dispositivo que permite reduzir a alta pressão do cilindro para uma pressão de trabalho adequada à soldagem e, ao mesmo tempo, mantê-la constante durante o processo.



Válvulas reguladoras de pressão.

Há dois manômetros (medidores de pressão) ligados ao regulador. O manômetro de alta pressão indica a pressão de gás contido no cilindro e o de baixa pressão indica a pressão necessária ao trabalho, conforme mostra a figura anterior.

Para graduar a pressão de trabalho, há um parafuso de ajuste: girando-o no sentido horário, a pressão de trabalho (saída) aumenta; no sentido contrário, diminui. Para realizar trabalhos com tubos de cobre em refrigeração geralmente adotamos as seguintes pressões de trabalho: Oxigênio entre 3 e 6Kgf/cm²; Acetileno entre 0,5 e 1Kgf/cm².

-Válvula de retenção

São válvulas de segurança geralmente instaladas na saída das válvulas reguladoras de pressão e nas entradas do maçarico. Essas válvulas só permitem que o fluxo de gases se dê em um único sentido, minimizando assim o risco de retrocesso de chama no equipamento.



Válvulas de retenção.

-Maçarico

É o componente do equipamento oxi-acetilênico que permite a mistura correta e invariável dos gases, na proporção requerida pela chama.

*Registro para ajuste
de Acetileno.*



*Registro para ajuste
de Oxigênio.*

Maçarico.

O fluxo de mistura gasosa deve sair do bico do maçarico a uma velocidade determinada pela pressão de soldagem. Essa velocidade deve ser maior que a propagação da combustão do gás para evitar o retrocesso da chama.

Quando se necessita de um volume diferente de gases, fato que condiciona a chama com maior ou menor intensidade, basta trocar o bico deste tipo de maçarico, conservando, porém, o mesmo injetor e o mesmo misturador.

-Bicos

O bico é um acessório do equipamento que permite a saída da chama para realização do processo de soldagem. É geralmente fabricado em liga de cobre combinada com outros materiais e em diversos tamanhos, de acordo com o orifício de saída dos gases.



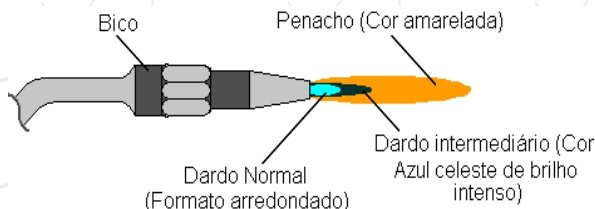
Bicos de soldagem.

-Chamas

Em um processo de soldagem oxi-acetilênica o conjunto PPU ao ser aceso reconhece um ajuste para três tipos de chama: chamas redutora/carburante, neutra e oxidante.

A. Chama Carburante ou Redutora

A chama carburante ou redutora tem proporção maior de acetileno. Por isso ocorre a formação de um penacho entre o cone interno e o invólucro externo.

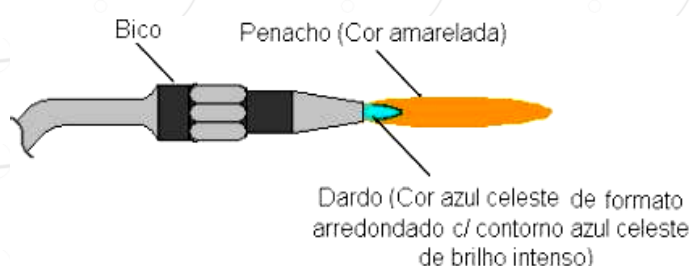


Chama carburante ou redutora.

Seu dardo possui coloração azul envolto por um dardo intermediário de cor azul celeste de brilho intenso ambos envoltos por um penacho de cor amarelada.

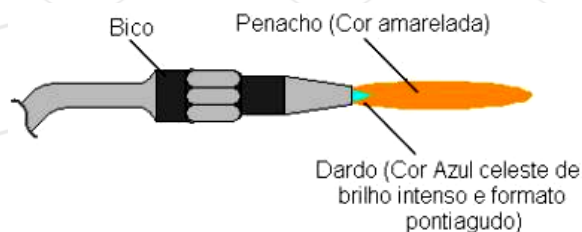
B. Chama Neutra

A chama neutra tem proporções iguais de oxigênio e acetileno. Ela é composta de um dardo interno de cor azul celeste com forma arredondada com contorno de cor branca intensa envolvido por um penacho de cor amarelada.



C. Chama Oxidante

A chama oxidante tem proporção maior de oxigênio. O cone interno é azul celeste de brilho intenso com formato pontiagudo envolto pelo penacho de cor amarelada.



O comprimento total da chama oxidante é menor do que o da chama neutra.

27. REOPERAÇÃO DA UNIDADE SELADA

Teste de Estanqueidade (Teste de Vazamentos)

Após a manutenção de equipamentos, substituição de componentes ou sua montagem, faz-se necessário realizar o teste de estanqueidade da unidade selada, pois um simples vazamento acarretará a perda do fluido refrigerante do sistema e conseqüentemente sua eficiência em refrigeração. Este teste de estanqueidade é bastante conhecido como “teste de vazamentos”.

Existem várias maneiras de se verificar a existência de vazamentos em um sistema de refrigeração. As formas mais comuns são:

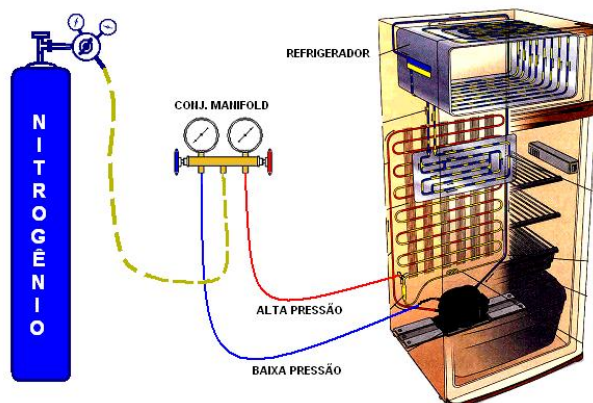
- Pressurizar o sistema com nitrogênio, e verificar, nas conexões soldadas ou com porcas e uniões com o auxílio da espuma de sabão, se ocorre formação de bolhas;
- Pressurizar o sistema com nitrogênio, anotar o valor da pressão inicial e verificar, após a decorrência de um longo período de tempo, se há queda da pressão inicial;
- Pressurizar o sistema com nitrogênio, mergulha-lo em um tanque contendo água e verificar a formação de bolhas nas conexões soldadas ou com porcas e uniões;
- Após a realização da carga de fluido refrigerante, utilizar um detector eletrônico de vazamentos.

Se houver ocorrência de vazamentos, deve-se reapertar as conexões ou refazer o processo de soldagem depois de purgado todo o nitrogênio utilizado no teste.

A pressão de teste deve ser suficiente para verificarmos a ocorrência destes vazamentos, deve evitar ultrapassar 120PSIG em testes onde se utiliza a medição de pressão nos dois lados do sistema, alta e baixa, pois um dos manômetros do conjunto manifold possui uma escala de 0 a 120PSI. Embora a maioria destes manômetros apresente uma faixa de pressão além dos 120PSI, RETARDAD, não devemos utiliza-la, pois sua utilização pode acarretar na descalibração do instrumento e conseqüentemente sua inutilização.

Para pressurizar o sistema basta conectar o conjunto manifold ao circuito frigorífico, mangueira vermelha para o lado de alta pressão e mangueira azul para o lado de baixa pressão, e ao cilindro de Nitrogênio através da mangueira amarela (serviço).

Com a válvula reguladora fechada (parafuso de ajuste folgado) abre-se o registro geral do cilindro e em seguida ajusta-se a pressão de teste. Em seguida, abrem-se as válvulas do conjunto manifold.



Conexão do conjunto manifold ao sistema frigorífico e ao cilindro de Nitrogênio.

Evacuação e Desidratação na Refrigeração

Evacuação é o ato de produzir vácuo, com a eliminação dos vapores incondensáveis do interior do sistema de refrigeração. Desidratação é o ato de desidratar, ou seja, eliminar a umidade do interior do sistema de refrigeração.

Está comprovado pela experiência, que uma unidade refrigeradora não funciona normalmente se contiver teor de umidade ou de gases incondensáveis.

A umidade causa entupimento por congelamento do vapor de água na saída do tubo capilar situado na entrada do evaporador, essa é a falha mais comum, que se manifesta de imediato. Os gases incondensáveis promovem aumento de pressão no condensador, dificultando a condensação do refrigerante. O oxigênio, principalmente, pode oxidar o óleo nos locais onde a temperatura é mais alta. Esta mistura pode causar a formação de ácidos prejudiciais ocasionando falhas como queima de óleo, oxidação das peças internas, além de problemas no isolamento elétrico do motor entre outros.

É, portanto, necessário que se faça simultaneamente a evacuação e a desidratação do sistema de refrigeração, antes de efetuar a carga de fluido refrigerante.

Para se efetuar uma boa evacuação e desidratação do sistema deve-se sempre utilizar uma bomba de vácuo adequada, bomba de alto vácuo, e nunca utilizar o compressor, pois a desidratação do sistema baseia-se em baixar o ponto de ebulição da água a uma temperatura inferior a temperatura ambiente através a depressão gerada pela bomba, ao utilizar o compressor esta depressão não é suficiente fazendo com que o ponto de ebulição da água mantenha-se a uma temperatura acima da temperatura ambiente.

As bombas de alto vácuo são aquelas que produzem um vácuo acima de 736 mmHg ou aproximadamente 28,97inHg.



É recomendável instalar uma válvula de retenção na entrada da bomba, para evitar que numa eventual parada seu óleo seja succionado para dentro do sistema.

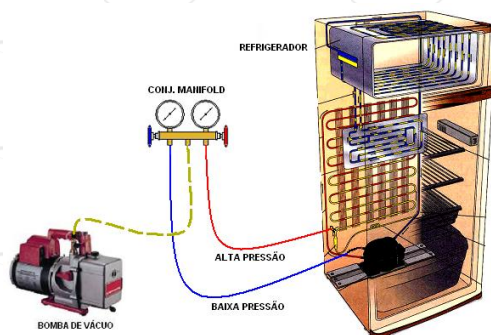
Deve-se sempre que possível realizar a evacuação pelos lados de alta e baixa pressão do sistema, reduzindo assim tempo desta operação e atingindo o melhor resultado, atingindo um vácuo de até 500 μ mHg, nunca com tempo inferior a 20 minutos neste nível.

O tempo de operação da bomba no sistema varia em função do volume interno do sistema, das suas condições de contaminação e da vazão da bomba que é medida em litros por minuto (l/min) ou pés cúbicos por minutos (CFM).

$$1 \text{ CFM} \cong 1,7\text{m}^3/\text{h} \cong 28.32 \text{ l/min}$$

Para proceder a evacuação e desidratação da unidade selada de um equipamento de refrigeração deve-se adotar os seguintes passos:

Conecte a bomba de vácuo ao sistema com o auxílio do conjunto manifold. Com as válvulas do manifold fechadas, ligue a bomba e abra o registro Gás balast por um tempo aproximado de 30s, em seguida feche-o e abra a válvula manual da bomba. Abra as válvulas dos lados de alta e baixa pressão do conjunto manifold, aguarde o a obtenção do nível de vácuo desejado, feche as válvulas do conjunto manifold e a válvula manual da bomba, abra novamente o registro gás balast e deixe a bomba funcionar por alguns minutos para limpeza de seu óleo.



Conexão da bomba de vácuo ao sistema frigorífico.

Carga de Fluidos Refrigerantes

Na refrigeração doméstica, em função da maioria dos sistemas trabalhar com baixa quantidade de fluido refrigerante (inferior a 350g) e utilizar tubo capilar como elemento de controle de fluxo, o desempenho do sistema dependerá sensivelmente da carga de fluido refrigerante aplicada. Agora, com os fluidos refrigerantes alternativos, torna-se mais importante um procedimento adequado e a utilização de equipamentos precisos para esta operação.

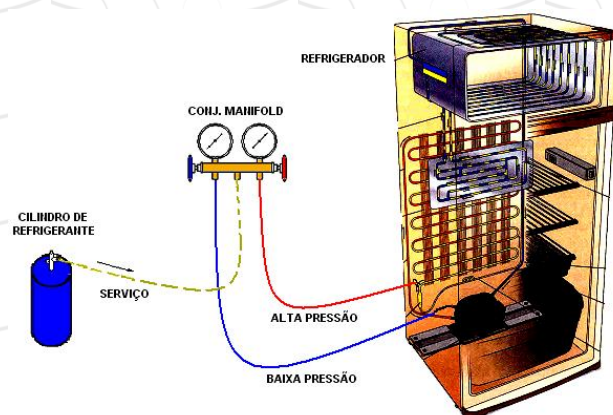
A carga correta de fluido refrigerante é fator determinante na manutenção de um sistema, pois uma carga incorreta pode causar diversos danos ao mesmo. Uma carga de refrigerante insuficiente causa perda de rendimento do sistema e conseqüentemente desperdício de energia elétrica. Já o excesso de fluido refrigerante pode causar diversos problemas como: Pressão de descarga elevada, superaquecimento do compressor, aumento da pressão de evaporação e retorno de líquido ao compressor.

Como primeiro passo para realizar a carga de fluido refrigerante em um determinado sistema deve-se verificar, via placa de identificação, o tipo de fluido refrigerante adotado pelo fabricante. Caso o sistema não contenha estas informações, consulte diretamente o fabricante do equipamento.

Dependendo do fluido refrigerante esta carga pode ser realizada no estado gasoso ou no estado líquido.

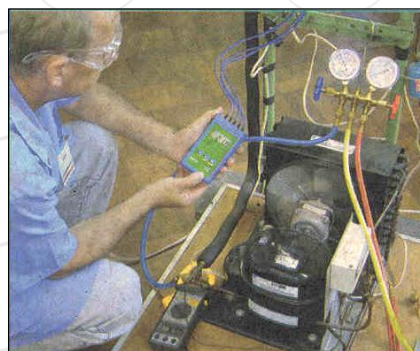
Para realizar a carga no estado gasoso adotamos como referências às pressões de evaporação e condensação do sistema. Segue-se então o procedimento:

- Conecte o cilindro de fluido refrigerante a mangueira de serviço do manifold;
- Com as válvulas do manifold fechadas, abra a válvula do cilindro de refrigerante;



Carga de fluido refrigerante

- Com o sistema desligado, abra a válvula de baixa do manifold, azul. Neste momento o fluido refrigerante sai do cilindro em direção ao sistema. Inicialmente deixe a pressão em torno de 30 PSIG, este procedimento é conhecido como “quebrar o vácuo”;
- Ligue o equipamento. A pressão de sucção começa a baixar e a de alta começa a subir, abra a válvula de baixa, introduzindo gás, até que a pressão de sucção estabilize na pressão de evaporação desejada para o equipamento;
- Verifique, com auxílio de um multímetro alicate, a corrente de funcionamento do motor compressor. Esta medição deve ser realizada em um ponto do circuito onde circula somente a corrente total do compressor, verifica-se que esta corrente pode ser medida geralmente no condutor ligado ao protetor térmico;
- Compare a corrente medida com a corrente indicada na etiqueta, placa, de identificação do equipamento. A corrente indicada na etiqueta é obtida em condições de teste de laboratório a uma temperatura padrão, em geral 30° ou 35°C dependendo do fabricante, estando o seu equipamento submetido a uma temperatura diferente desta a corrente medida irá apresentar uma pequena diferença em relação à indicada na etiqueta;
- Depois de realizados estes passos, verifica-se o rendimento do equipamento, observando a formação de gelo no evaporador, e a obtenção da temperatura interna para qual o equipamento foi dimensionado. Sob estas condições o filtro secador deverá apresentar-se “morno” e na linha de sucção deve-se observar a sudação, formação de condensado proveniente da umidade do ar.



Medição das temperaturas e corrente do compressor durante a carga de fluido refrigerante.

Para carregar o sistema com o Fluido no estado líquido deve-se:

- Identificar na etiqueta de identificação do equipamento a massa de fluido refrigerante necessária ao seu perfeito funcionamento;
- “Pesar” o cilindro de fluido refrigerante anotando o “peso” inicial.
- Conecte o cilindro de fluido refrigerante de cabeça para baixo à mangueira de serviço do manifold;
- Com o sistema desligado, abra a válvula do cilindro e o registro de alta do conjunto manifold (vermelho). Como o sistema encontra-se em vácuo o fluido no estado líquido adentrará o sistema, fazendo com que a massa, “peso”, indicada pela balança diminua;
- Quando a diferença entre “peso” inicial e o valor indicado na balança corresponder ao valor de massa indicado na etiqueta de identificação do equipamento, feche o registro do manifold. Algumas balanças permitem a carga automática de fluido, bastando apenas digitar o valor de massa a ser introduzida no sistema fechando automaticamente quando o valor da carga é atingido;



Balança automática para carga de fluido refrigerante.

- Aguarde para que o fluido refrigerante dentro do sistema equalize as pressões do lado de alta com o de baixa;
- Ligue o equipamento, aguarde seu rendimento e realize a medição das pressões e temperaturas de trabalho, evaporação, condensação e ambientes;
- Meça a intensidade de corrente no compressor.

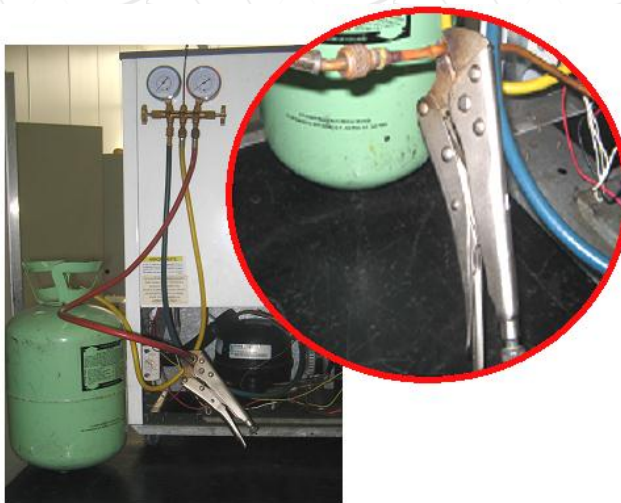
Lacre da unidade selada.

Lacrar a unidade significa fechar o sistema após qualquer serviço em que se tenha realizado qualquer operação com fluidos. Trata-se de uma atividade simples mais que requer uma certa habilidade do mecânico, pois um lacre mal feito pode significar a perda da carga de fluido refrigerante.

Para realizar o lacre da unidade basta seguir alguns procedimentos:

Tubo de serviço do lado de alta pressão:

- Com auxílio de um alicate lacrador amasse o tubo de serviço de alta sem travar o alicate o mais próximo possível da conexão com a mangueira deixando espaço suficiente para realizar o corte.
- Ainda com o alicate lacrador, amasse o tubo cerca de 1cm de distância do primeiro ponto amassado até travar o alicate, certificando-se de que o fluido não passará por essa região. Esta operação poderá ser realizada com o sistema ainda em funcionamento e o alicate deverá permanecer lacrando a tubulação;



Tubo amassado com alicate lacrador – Operação de lacre da unidade selada.

- Desligue o sistema e aguarde que ocorra a equalização das pressões, com isso a pressão do lado de baixa irá aumentar e a pressão do lado de alta irá diminuir.

- Com a mangueira de serviço do manifold fechada, abra o registro de alta pressão;
- Abra o registro de baixa pressão.
- Ligue o sistema. O fluido refrigerante contido no lado de alta do manifold seguirá para o lado de baixa sucionado pelo compressor;
- Quando o manômetro de alta indicar a pressão de baixa do circuito, feche o registro de alta do manifold e desligue novamente o sistema;
- Desconecte a mangueira de alta do sistema e corte a tubulação;
- Solde a extremidade da tubulação com cuidado para não queimar o alicate;
- Retire o alicate lacrador.

Tubo de serviço do lado de baixa pressão:

- Ligue o sistema;
- Com auxílio de um alicate lacrador amasse o tubo de serviço de baixa sem travar o alicate o mais próximo possível da conexão com a mangueira deixando espaço suficiente para realizar o corte.
- Ainda com o alicate lacrador, amasse o tubo cerca de 1cm de distância do primeiro ponto amassado até travar o alicate, certificando-se de que o fluido não passará por essa região.
- Desconecte a mangueira de baixa do sistema e corte a tubulação;
- Solde a extremidade da tubulação com cuidado para não queimar o alicate;

Solda do passador de serviço – Operação de lacre da unidade selada.

- Retire o alicate lacrador;
- Reforce com um pouco de solda a região amassada pelo alicate lacrador, com cuidado para não fundir a solda da extremidade do tubo.

CENTEC – CENTRO DE ENSINO DE TECNOLOGIAS

Elaboração e diagramação: Robson Wagner e Leonardo Sabino

Digitação e Revisão: Robson Wagner e Leonardo Sabino

Finalização: Robson Wagner Gomas da Rocha

“Sempre estudem e nunca abusem”

Robson Wagner – instrutor e diretor do Centec cursos