

## Acessórios elétricos do sistema de refrigeração



PROFESSOR: FÁBIO FERRAZ

1

## VER ANIMAÇÃO: CIRCUITO ELÉTRICO DO REFRIGERADOR.EXE

2

### Termostatos

É um componente que tem a função de controlar a temperatura de um ambiente fechado (Refrigerador, Sala, Quarto, etc.) ligando e desligando o compressor, conforme a temperatura desejada.

Os termostatos podem ser classificados de acordo com o elemento de medição de temperatura.

#### CLASSIFICAÇÃO DOS TERMOSTATOS:

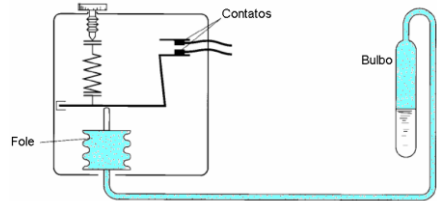
- Termostato com bulbo sensor de temperatura;
- Termostato bimetalico;
- Termostato eletrônico.

3

### Termostato com bulbo sensor de temperatura

O bulbo contém um gás ou um líquido que quando a temperatura no bulbo aumenta, há também aumento de pressão no fluido que é transmitido ao fole do termostato.

O movimento do fole proporciona o fechamento ou abertura dos contatos através do mecanismo de alavanca.



4

### Termostato com bulbo sensor de temperatura

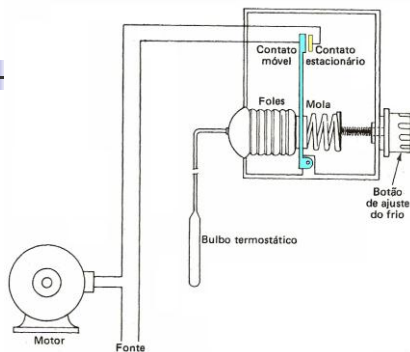


Ilustração simplificada mostrando os princípios de funcionamento de um sistema de bulbo e foles de controle de temperatura.

5

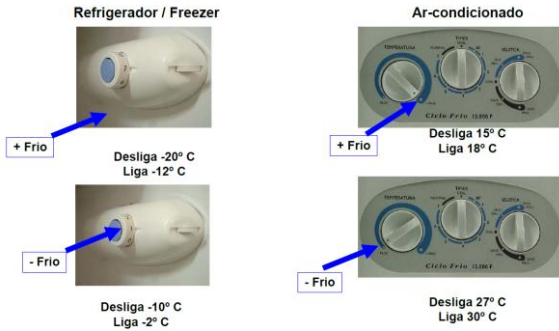
### Gases dos Termostatos

O termostato com bulbo sensor contém em seu capilar um gás que pode ser dióxido sulfúrico, cloreto de metila, gás utilizado no sistema ou outro similar.

Gás	Faixa de Trabalho ( °C )
R134A	-25 a +13
R22	-38 a 8
R142B	-5 a +35
SO2	-7 a +30
R290	-38 a +8

6

## Curva de Temperatura

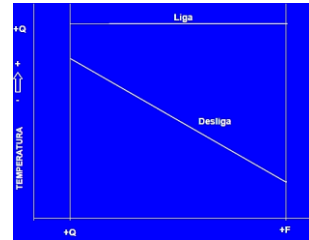


7

## Tipos Básicos de Controle

### Controle do Tipo Liga Constante:

A rotação do eixo dial muda apenas para temperatura mais fria (desliga), permanece constante o ajuste da temperatura mais quente (liga).

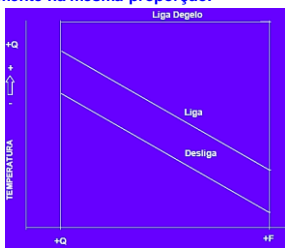


8

## Tipos Básicos de Controle

### Controle do Tipo Diferencial Constante:

A rotação do eixo do dial muda tanto na temperatura mais quente (liga) quanto na temperatura mais fria (desliga), praticamente na mesma proporção.



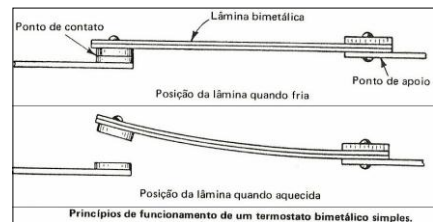
9

## Termostato Bimetálico

### Bimetálico:

O tipo de termostato chamado bimetálico funciona com uma expansão ou contração de metais, devido às mudanças de temperatura.

Esses termostatos são projetados para controlar o calor e o resfriamento nas unidades de ar-condicionado, câmaras frigoríficas, estufas para plantas, bobinas de ventilador, etc.



10

## Termostato Eletrônico



Basicamente, qualquer que seja o modelo do termostato eletrônico, a temperatura interna do ambiente refrigerado é medida por um sensor elétrico (NTC ou PTC), que envia o sinal para um circuito eletrônico. Esse circuito, por sua vez, liga ou desliga o compressor.

11

## Termostato Eletrônico

### Vantagens do Termostato eletrônico:

- Proporciona um controle mais preciso da temperatura e garante um melhor processo de medição, resultando num grau melhor de conservação dos alimentos.

- Permite funcionalidades adicionais como: resfriamento rápido e indicação visual da temperatura, sem grande acréscimo de custo.



12

## Pressostatos

Os pressostatos são interruptores elétricos comandados pela pressão. Durante o processo de expansão do gás, os pressostatos são muito importantes para regular as variações de pressão, não permitindo que outro componente do sistema sofra algum dano por trabalhar em condições críticas.

A sua função básica é proteger os componentes do ciclo de refrigeração contra a sobrepressão (pressão mais alta do que a aceitável) ou subpressão (mais baixa do que a aceitável) durante o funcionamento do equipamento.

Esses componentes avaliam a pressão do lado de alta e do lado de baixa.

Em compressores semi-herméticos, também avaliam a pressão do óleo.

A variação do nível de pressão do fluido refrigerante no ciclo faz atuar os contatos elétricos do pressostato, que podem controlar ventiladores, alarmes e até mesmo o compressor.



13

## Relé de Partida

O relé de partida é o dispositivo elétrico que comanda a operação liga/desliga do enrolamento de partida (auxiliar), que permite que este seja ligado para auxiliar a partida do motor e desligando-o pouco antes do motor atingir a sua rotação nominal ou velocidade normal.

### Tipos de relés de partida:

- o relé de corrente magnética;
- o relé térmico;
- o relé voltimétrico;
- o relé PTC.

15

## Relé PTC

O relé PTC, cujo nome é retirado das palavras Coeficiente de Temperatura Positiva.

Em temperatura ambiente, o relé PTC apresenta baixa resistência ôhmica, e, caso se estabeleça uma ligação no circuito, o PTC permite a passagem da corrente elétrica.

Quando o compressor parte, a corrente da bobina auxiliar passa pelo PTC, aumentando a sua temperatura (efeito Joule).

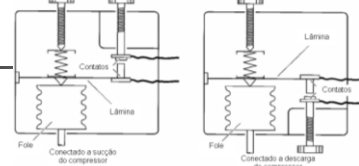
Com isso, a resistência do PTC aumenta até atingir um valor tão elevado, que impede a passagem da corrente elétrica para a bobina auxiliar.



VER ANIMAÇÃO:  
PTC.EXE

17

## Classificação dos Pressostatos



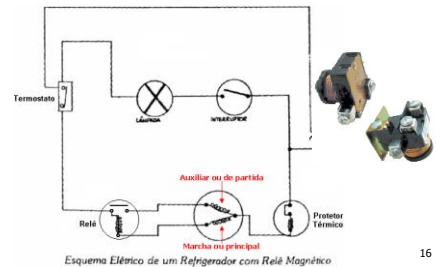
- o **Pressostatos de baixa pressão**: desligam, quando a **pressão de sucção** se torna menor do que um determinado valor;
- o **Pressostatos de alta pressão**: desligam, quando a **pressão de descarga** se torna maior do que um determinado valor;
- o **Pressostatos de alta e baixa**: reúnem os dois tipos anteriores num único aparelho;
- o **Pressostatos diferenciais**: destinados ao controle da pressão do óleo de lubrificação dos compressores, que desligam quando a diferença entre a pressão da bomba e o cárter do compressor é insuficiente para uma lubrificação adequada.

14

## Relé de corrente magnética

É o tipo mais usado nos atuais equipamentos de refrigeração, também conhecido por relé de corrente ou relé eletromecânico.

O relé magnético apresenta uma bobina ligada em série com o enrolamento principal ou de marcha e uma armadura com platinado de ambos os lados, aos quais por sua vez, estão montados com pesos e molas.



Esquema Elétrico de um Refrigerador com Relé Magnético

16

## RELÉ PTC x RELÉ DE CORRENTE MAGNÉTICA

Relé PTC	Relé de Corrente Magnética
Responde à corrente da bobina auxiliar do compressor.	Responde à corrente da bobina principal do compressor.
Pastilha de PTC se aquece com a passagem de corrente elétrica, aumentando a resistência ôhmica. Isso reduz praticamente a zero a passagem de corrente para a bobina auxiliar.	A corrente da bobina principal diminui com o aumento da rotação do motor, proporcionando a abertura do platinado e a desativação da bobina auxiliar.
Consumo residual de ≈2 W	Consumo residual <1 W.
Um único PTC serve para vários motores de mesma voltagem.	Um tipo específico para cada modelo de motor.
Existe modelo para aplicação com capacitor de partida e/ou capacitor de funcionamento (marcha).	Não compatível para aplicações com capacitores de funcionamento.
Não possui partes móveis, não há possibilidade de produzir faiscamento no momento de liga/desliga.	Sistema de liga/desliga pode produzir faísca e provocar eventuais incêndios nos casos de vazamento de gás de cozinha ou até mesmo refrigerante.
Necessita de tempo para resfriar a pastilha antes de permitir nova partida.	Permite nova partida instantaneamente.
Não existem partes móveis.	Provoca um pequeno ruído, em função do movimento do platinado no momento da partida.

18

### Relé Voltimétrico



São utilizados normalmente em aplicações comerciais de médio porte onde estão presentes capacitores de partida e de marcha no esquema de ligação do motor, pois são utilizados em compressores que necessitam de alto torque de partida e cuja referência comercial que consta nos catálogos dos fabricantes diz acima de 3/4 de HP.

Em relação aos demais tipos de relés, o relé voltimétrico apresenta platinados já fechados na partida do compressor, o que é uma vantagem, pois evita a formação de centelha elétrica, no caso de alta corrente elétrica.

A bobina do relé voltimétrico está ligado em paralelo com a bobina de partida do compressor.

A tensão da bobina de partida aumenta quando aumenta a velocidade do motor até atingir um valor de pickup, neste ponto a armadura do relé é atraída abrindo seus contatos e desconectando o capacitor de partida.

Após a abertura, ainda existirá tensão induzida na bobina de partida suficiente para continuar atraindo a armadura e manter os contatos do relé abertos.

19

### Relé Térmico

Este tipo de relé contém um dispositivo bimetalico de sobrecarga. Ao ser ligado, o termostato permite a passagem da corrente elétrica para os platinados do relé térmico. Como estes estão fechados, a corrente passa para os enrolamentos auxiliar e de marcha, dando a partida do motor. A corrente de partida do compressor aquece o fio térmico e provoca a sua dilatação, permitindo que a lâmina do balancim se curve o suficiente para possibilitar a abertura dos platinados, com isso, o fluxo da corrente para o enrolamento auxiliar é interrompido, e continua somente através do enrolamento de marcha. O relé térmico é cuidadosamente projetado para permitir que o enrolamento auxiliar deixe de trabalhar quando o motor atingir cerca de 80% da sua velocidade nominal. Enquanto o motor estiver operando, em condições normais, o fluxo da corrente mantém as platinados de partida abertos e os de marcha fechados. O relé térmico apresenta internamente uma proteção de sobrecarga, que é constituída pelo próprio fio térmico, que atua quando a corrente elétrica ultrapassa os limites estabelecidos pelo fabricante.

20

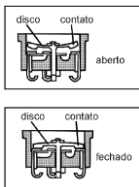
### Protetor Térmico

É um dispositivo térmico de proteção de motor que é constituído basicamente de lâminas bimetalicas e resistência de aquecimento.

Nos refrigeradores domésticos o protetor térmico acha-se fixado a carcaça do compressor.

Devido a sua posição tem condição de registrar rapidamente qualquer aumento de temperatura da carcaça, interrompendo a passagem da corrente elétrica para o compressor.

O aumento de temperatura da carcaça pode ser provocada por um aumento da intensidade de corrente ou por alguma irregularidade nos sistemas elétricos e mecânicos.



21

### Capacitores de Partida

Visam aumentar o torque de partida dos compressores, auxiliando-os nos momentos da partida.

Os compressores com motores de baixo torque de partida (LST – Low Starting Torque) foram projetados para trabalhar sem o capacitor de partida.

Em situações em que existem problemas com a rede de distribuição de energia elétrica (baixa tensão), a utilização do capacitor é necessária.

Em situações em que os sistemas de refrigeração podem partir com as pressões desequilibradas, o capacitor de partida também é recomendado.

Nos motores de alto torque de partida (HST - High Starting Torque) a utilização do capacitor de partida é obrigatória. Esses compressores podem trabalhar em sistemas de refrigeração em que é utilizada válvula de expansão.

22

### Capacitores de Funcionamento



São normalmente encontrados em motores com alta eficiência energética, com partida a PTC.

Basicamente, esse tipo de capacitor permite a passagem de corrente pela bobina auxiliar do compressor após a sua partida, fazendo com que o enrolamento auxiliar também contribua para o funcionamento do motor.

Os motores que utilizam o capacitor de funcionamento já foram previamente projetados para isto. Isso porque, com a aplicação do capacitor de funcionamento, existirá a passagem de energia pelo enrolamento de partida e esse enrolamento obrigatoriamente deve ser projetado para suportar esse tipo de trabalho.



23

**VER ANIMAÇÃO:  
CIRCUITO ELÉTRICO DO  
 REFRIGERADOR.EXE**

24

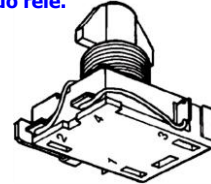
## Diagnose elétrica de componentes

25

### Teste do Relé

#### Relé Eletromecânico EM - EMBRACO

- Se o relé estiver bom, em qualquer posição deve existir continuidade entre os terminais 1 e 2 (bobina).
- Com a bobina do relé para cima (figura abaixo) deve existir continuidade entre os terminais 1 e 3 e/ou 4 do relé.

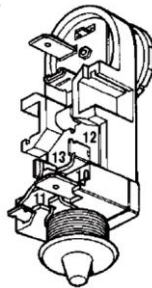


26

### Teste do Relé

#### Relé Eletromecânico F/EG/PW - EMBRACO

- Se o relé estiver bom, em qualquer posição deve existir continuidade entre os terminais 10 e 12 (bobina);
- Com o relé na posição vertical, bobina para baixo (figura ao lado), deve existir continuidade entre os terminais 12 e 13.



27

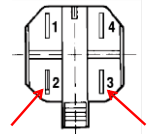
### Teste do Relé

#### Relé PTC – KLIXON

Com o PTC estabilizado à temperatura de 25°C, desconectado do compressor, a resistência ôhmica medida entre os terminais 2 e 3 do PTC deve estar dentro das faixas mencionadas abaixo:

Série 8EA	Voltagem	V <sub>max</sub> / I <sub>max</sub>	Resistência Nominal (Ohms)
14CX	120	180 / 12	4.7±20%
15CX	120	200 / 12	6.8±20%
16CX	120	200 / 10	10 ±20%
17CX	240	300 / 7	22 ±20%
18CX	240	355 / 6	33 ±20%
19CX	240	300 / 8	15 ±20%
20CX	240	400 / 5	47 ±20%

20% de 4,7 = 0,94 Ω  
4,7 + 0,94 = 5,64 Ω  
4,7 - 0,94 = 3,76 Ω  
3,76 Ω < R < 5,64 Ω

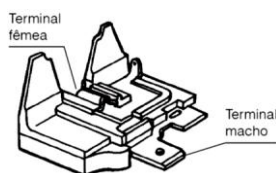


28

### Teste do Protetor Térmico

#### Protetor térmico 4TM

Verifique se há oxidação dos terminais (fêmea e macho) e se há continuidade entre os mesmos. Em caso de avaria ou de não continuidade entre os terminais, substitua o protetor 4TM, ver figura abaixo.

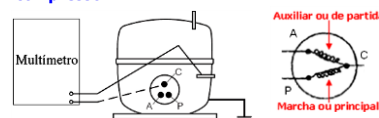


29

### Testes do compressor

#### 1-Teste de isolamento elétrico do compressor

- Remova a tampa de proteção dos terminais do compressor;
- Identifique e desconecte os cabos "P, A e C";
- Ajuste o multímetro na escala Rx100. A carcaça do compressor e o motor elétrico devem estar totalmente isolados entre si, ou seja, encostando uma ponta de prova do multímetro na carcaça do compressor e a outra ponta nos terminais P, A e C (um de cada vez), **não pode haver continuidade em nenhum dos 3 terminais**;
- Se houver continuidade entre a carcaça e qualquer um dos 3 terminais, está ocorrendo "curto" entre a carcaça do compressor e os enrolamentos do motor elétrico, o que determina a troca do compressor.



$$RAP = RAC + RPC$$

$$20 = 17 + 3$$

30

## Testes do compressor

### 2-Teste do enrolamento (bobina) do motor do compressor

Com o auxílio de um multímetro, meça as resistências dos enrolamentos principal e auxiliar. A resistência ôhmica pode variar mais ou menos 8%.

Caso não possua multímetro, com uma lâmpada de teste, verifique se há interrupção no enrolamento. Coloque as pontas de prova nos bornes dos enrolamentos principal e auxiliar. Se em qualquer um dos casos a lâmpada não acender, troque o compressor.



31

## Testes do Termostato

- Desligue-o do circuito.
- Gire o botão para a posição desligado.
- Toque os bornes com as pontas de prova do multímetro, que não deve indicar continuidade (apenas indicará continuidade no momento em que o botão do termostato atingir a posição ligar).
- Com o termostato na posição de ligado, dirigir um jato de fluido refrigerante para o bulbo.
- Deverá desligar o termostato, indicando falta de continuidade no multímetro. Se isto não ocorrer, substitua o termostato.

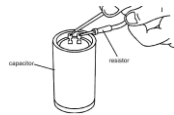


32

## Testes do Capacitor

Os capacitores auxiliam no arranque do motor do ventilador e do motor do compressor. Verifique inicialmente se o capacitor que será examinado, é correto para o aparelho. Em seguida, verifique o capacitor quanto à:

- Deformações.
- Vazamento de líquido.
- Circuito interno aberto.
- Curto-circuito.



Para detectar os defeitos (c e d), utilize um multímetro ou um capacitímetro, com o seguinte procedimento:

Descarregue o capacitor antes de desconectá-lo, provocando um curto-circuito nos terminais. Para isso, utilize um resistor de 150 K $\Omega$  (2 Watts).

- Descarregue o capacitor conforme alertado acima.
- Execute um dos procedimentos de diagnose a seguir.

33

## Testes do Capacitor

### 1-Utilizando um capacitímetro (Recomendado)

- Verifique a capacitância entre os bornes:
- As capacitâncias devem estar no intervalo especificado na lateral do capacitor (ver próximas figuras). Se as leituras estiverem fora do recomendado, substitua o capacitor.

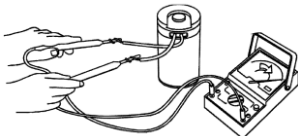


34

## Testes do Capacitor

### 2 - Utilizando um multímetro

- Posicione o seletor do multímetro na escala Rx100;
- Encoste as pontas de prova do multímetro nos terminais do capacitor e verifique o seguinte:
  - Se a leitura do multímetro cair para o mínimo e depois aumentar lentamente para o máximo, o capacitor está bom;
  - Se a leitura do multímetro cair no mínimo e lá permanecer, troque o capacitor, pois o mesmo está em curto;
  - Se nenhuma alteração ocorrer na leitura, em nenhum sentido, o capacitor está com circuito interrompido (ou "aberto"): troque-o.



35