

7
08.12
36

CBO MECÂNICO DE REFRIGERAÇÃO

CIUO 8 - 41 - 80



CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL

CBO
621.525
SENAL/m

PFN
2796

7
08.12
36

INTRODUÇÃO

A Coleção Básica Ocupacional - CBO para Mecânico de Refrigeração forma parte de uma família de CBO de ocupações afins denominada Mecânica Geral.

Esta família tradicional de Mecânica Geral integra, também, as ocupações relativas a montagem e instalações de máquinas e instrumentos de precisão, subgrupo 8-4 da Classificação Internacional Unifome de Ocupações da OIT (CIUO).

Cada CBO em si constitui um Manual, porém, concebidas com a flexibilidade necessária, servem de base para a preparação de manuais de instrução para todos os tipos de cursos, tanto de formação profissional, como de educação técnica, com diversos objetivos e para diversos níveis de educandos.

Este material tem, além disso, validade regional, ao ser produzido por grupos de trabalho nacionais integrados por especialistas dos DRR do SENAI, organizados e coordenados pela DET/DN.

1654

ERRATA

Nos Ítens II - Assuntos Tecnológicos por número de referência e III - Índice alfabético de assuntos Tecnológicos para Mecânico de Refrigeração, deixamos de incluir, após os n^{os} de referência, o código /S que identifica as FIT elaboradas especificamente para as Coleções Básicas Ocupacionais - CB0.

I - Operações agrupadas e ordenadas por número de referência.

Unidades de Pequeno Porte (MR-1)

Referência	Nome da Operação
01/MR-1	Instalar refrigerador
02/MR-1	Retirar e colocar mata-juntas
03/MR-1	Substituir componentes da porta do refrigerador
04/MR-1	Montar, instalar e ajustar porta do refrigerador
05/MR-1	Retirar e instalar termostato
06/MR-1	Retirar unidade selada
07/MR-1	Instalar unidade selada
08/MR-1	Testar e substituir componentes do circuito elétrico
09/MR-1	Retirar isolamento térmico
10/MR-1	Instalar isolamento térmico
11/MR-1	Instalar e ajustar refrigerador com sistema de absorção
12/MR-1	Instalar refrigerador com fabricante de gelo
13/MR-1	Retirar e instalar aparelho no gabinete do condicionador de ar
14/MR-1	Retirar e instalar hélice do evaporador no condicionador de ar
15/MR-1	Retirar motoventilador
16/MR-1	Instalar motoventilador
17/MR-1	Retirar e instalar conjunto aquecedor e protetor de sobrecarga
18/MR-1	Retirar e instalar componentes do painel elétrico
19/MR-1	Retirar e instalar unidade selada no condicionador de ar

I - Operações agrupadas e ordenadas por número de referência.

Recuperação de Unidades (MR-2)

Referência	Nome da Operação
01/MR-2	Cortar tubos (diâmetros acima de 3/16" e capilares)
02/MR-2	Flangear extremidade de tubo
03/MR-2	Expandir extremidade de tubo comum e com apêndice
04/MR-2	Soldar tubulações
05/MR-2	Testar unidade refrigeradora
06/MR-2	Testar vazamentos (imersão - lamparina - detetor eletrônico)
07/MR-2	Descarregar gás refrigerante e soldar válvula de <u>ser</u> viço
08/MR-2	Evacuar e desidratar unidade selada e compressores
09/MR-2	Carregar com óleo lubrificante e gás refrigerante
10/MR-2	Reparar unidade selada com umidade
11/MR-2	Retirar e instalar motocompressor
12/MR-2	Substituir condensador avariado
13/MR-2	Retirar e instalar evaporador avariado
14/MR-2	Substituir trocador de calor

Unidade de médio e grande porte (MR-3)

tanais medium y grande

Referência	Nome da Operação
01/MR-3	Ligar componentes elétricos (chave magnética e <u>pres</u> sostato)
02/MR-3	Testar compressor do sistema aberto
03/MR-3	Retirar e instalar compressor na base

I - Operações agrupadas e ordenadas por número de referência.

Unidade de médio e grande porte (MR-3)

Referência	Nome da Operação
04/MR-3	Desmontar compressor
05/MR-3	Montar compressor
06/MR-3	Recolher gás no sistema
07/MR-3	Estabelecer vácuo e desidratar com o próprio compressor
08/MR-3	Substituir filtro desidratante, visor ou válvula de expansão da unidade aberta
09/MR-3	Dar carga de gás refrigerante em unidade aberta
10/MR-3	Regular pressostato de "Baixa"
11/MR-3	Montar, regular e operar câmara frigorífica

II - Assuntos tecnológicos por número de referência para Mecânico de Refrigeração.

Referência	Título do assunto tecnológico
001	Refrigeradores (tipos, usos, local de instalação)
002	Mata-juntas e interruptor
003	Painel interno da porta e seus componentes
004	Porta, prateleiras e convecção do ar
005	Gaxetas
006	Dinamômetros (de molas)
007	Termômetros
008	Protetor de sobrecarga
009	Relés de partida
010	Evaporadores
011	Condensadores
012	Unidade selada
013	Compressor
014	Gabinetes externo e interno do refrigerador
015	Isolamento térmico
016	Termostato
017	Degelo
018	Volt-wattímetro, voltímetro e wattímetro
019	Voltímetro e amperímetro
020	Uso do megôhmetro
021	Prumo e nível
022	Refrigeração por absorção
023	Refrigerador com fabricante de gelo
024	Condicionadores de ar (tipos - usos)
025	Tacômetros

II - Assuntos tecnológicos por número de referência para Mecânico de Refrigeração.

Referência	Título do assunto tecnológico
026	Extratores (tipos e aplicações)
027	Motores monofásicos
028	Anemômetro e Higrômetro
029	Psicrômetro
030	Vedadores, defletores e isoladores
031	Filtros de ar, difusor e hélice
032	Cálculo de carga térmica
033	Aquecimento
034	Capacitores
035	Conjunto do circuito de refrigerante
036	Cortador de tubos
037	Alumínio
038	Cobre (características, usos e formas comerciais)
039	Flangeador
040	Alargador
041	Painel de teste
042	Detetor de vazamentos para refrigerantes
043	Dispositivos de expansão
044	Evacuação e desidratação
045	Uso e leitura do vacuômetro eletrônico
046	Óleos lubrificantes
047	Refrigerante
048	Estação de carga
049	Secadores, desidradores e filtros
050	Manômetros

II - Assuntos tecnológicos por número de referência para Mecânico de Refrigeração.

Referência	Título do assunto tecnológico
051	Diagnóstico de defeitos (problema-causa-providências)
052	Estação de carga portátil
053	Uso e leitura do rotâmetro
054	Chave de faca e fusível
055	Chaves trifásicas de comando manual
056	Tubulações e conexões
057	Acoplamentos indiretos de motores elétricos
058	Acoplamentos diretos e bases de motores elétricos
059	Mancais
060	Placa de válvulas
061	Selo de vedação
062	Chave de torque
063	Chave de comando direto monofásico
064	Motores trifásicos
065	Distribuidor e visor de líquido
066	Separador de óleo e permutador de calor
067	Válvula solenóide e válvula manual
068	Pressostato
069	Chave-magnética

III - Índice alfabético de assuntos tecnológicos para Mecânico de Refrigeração.
(Inclui referência).

Título do assunto tecnológico	Referência
Acoplamentos diretos e bases de motores elétricos	058
Acoplamentos indiretos de motores elétricos	057
Alargador	040
Alumínio	037
Anemômetro e Higrômetro	028
Aquecimento	033
Cálculo de carga térmica	032
Capacitores	034
Chave de comando direto monofásico	063
Chave de faca e Fusível	054
Chave-magnética	069
Chaves de torque	062
Chaves trifásicas de comando manual	055
Cobre (características, usos e formas comerciais)	038
Compressor	013
Condensadores	011
Condicionadores de ar (tipos - usos)	024
Conjunto do circuito de refrigerante	035
Cortador de tubos	036
Degelo	017
Detetor de vazamentos para refrigerantes	042
Diagnóstico de defeitos (problema-causa-providências)	051
Dinamômetros (de molas)	006
Dispositivos de expansão	043

III - Índice alfabético de assuntos tecnológicos para Mecânico de Refrigeração.
(Inclui referência).

Título do assunto tecnológico	Referência
Distribuidor e Visor de líquido	065
Estação de carga	048
Estação de carga portátil	052
Evacuação e Desidratação	044
Evaporadores	010
Extratores (tipos e aplicações)	026
Filtros de ar, Difusor e Hélice	031
Flangeador	039
Gabinetes externo e interno do refrigerador	014
Gaxetas	005
Isolamento térmico	015
Mancais	059
Manômetros	050
Mata-juntas e interruptor	002
Motores monofásicos	027
Motores trifásicos	064
Óleos lubrificantes	046
Painel de teste	041
Painel interno da porta e seus componentes	003
Placa de válvulas	060
Porta, Prateleiras e Convecção do ar	004
Pressostato	068
Protetor de sobrecarga	008
Prumo e Nível	021

III - Índice alfabético de assuntos tecnológicos para Mecânico de Refrigeração.
(Inclui referência).

Título do assunto tecnológico	Referência
Psicrômetro	029
Refrigeração por absorção	022
Refrigerador com fabricante de gelo	023
Refrigeradores (tipos, usos, local de instalação)	001
Refrigerante	047
Relés de partida	009
Secadores, Desidratadores e Filtros	049
Selo de vedação	061
Separador de óleo e Permutador de calor	066
Tacômetros	025
Termômetros	007
Termostato	016
Tubulações e Conexões	056
Unidade selada	012
Uso do megôhmetro	020
Uso e leitura do Rotâmetro	053
Uso e leitura do Vacuômetro eletrônico	045
Válvula solenóide e Válvula manual	067
Vedadores, Defletores e Isoladores	030
Volt-wattímetro, Voltímetro e Wattímetro	018
Voltímetro e Amperímetro	019

ADVERTÊNCIAS

- 1) As folhas incluídas a seguir servirão de padrão para imprimir matrizes ou estênceis para máquinas offset de escritório, mimeógrafos ou outros tipos de duplicadores.
Devem ser tratadas com cuidado a fim de não danificar o papel, nem manchar sua superfície.
- 2) É conveniente que as folhas sejam verificadas antes de realizar a impressão das matrizes, podendo retocar-se com lápis comum ou tintas de desenho os traços demasiadamente fracos, assim como cobrir as manchas e imperfeições com "g^{ua}-che" (branco).
- 3) Os anexos que devam fazer-se nas folhas, por exemplo código local, podem escrever-se em papel branco e colar-se no lugar correspondente. O mesmo vale para corrigir erros e outras falhas.

Consiste em dar a inclinação no refrigerador, para trás, a fim de que a porta volte a posição inicial, fechando-se hermeticamente, bem como facilitar o escoamento da água do degelo para trás do evaporador (fig. 1).

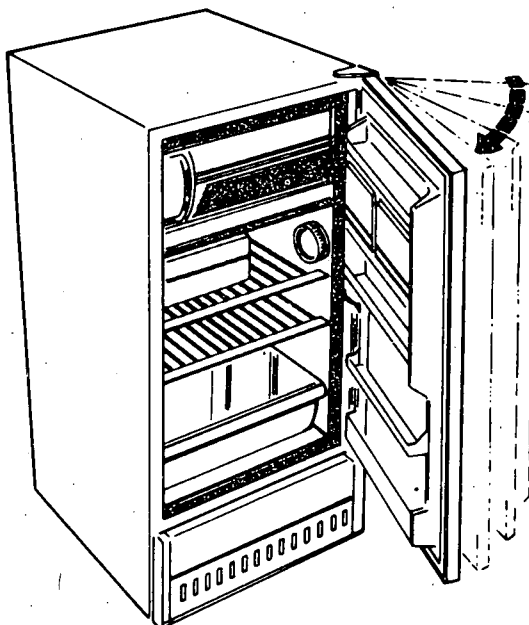


Fig. 1

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - Coloque o refrigerador na posição escolhida.

2º passo - Incline o refrigerador procurando o ângulo recomendado.

- a Afrouxe os parafusos niveladores, até que a porta se feche com seu próprio peso (fig. 2).

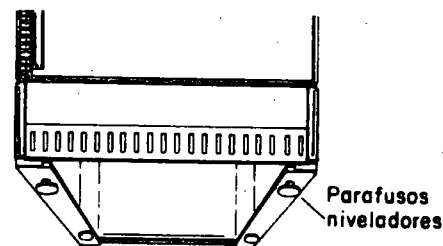


Fig. 2

OBSERVAÇÃO

No caso do uso de pés adaptáveis, retire os parafusos niveladores.

- b Aperte as contra-porcas, se houver.

3º passo - Verifique a tensão nominal da rede, usando a lâmpada de teste (fig. 3).

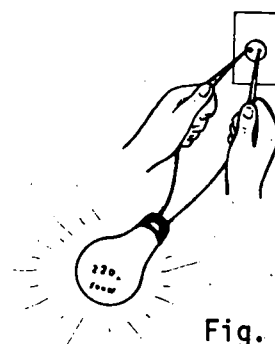


Fig. 3

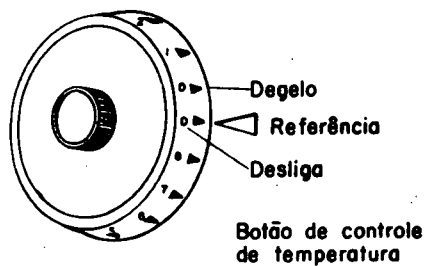
4º passo - Gire o botão do termostato para a posição "desligado".

5º passo - Ligue o plugue na tomada.

6º passo - Gire o botão do controle de temperatura para o maior número do indicador (fig. 4).

OBSERVAÇÃO

Se o motor não funcionar,
desligue o aparelho.



Botão de controle
de temperatura

Fig. 4

É separar da unidade pedaços de acordo com a necessidade, quando se emenda ou se troca tubos.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

CASO I - CORTAR TUBOS COM DIÂMETRO ACIMA DE 3/16".

1º passo - *Posicione o tubo no cortador.*

2º passo - *Gire o parafuso do cortador até encostar levemente o disco no tubo (fig. 1-A).*

3º passo - *Gire o cortador em volta do tubo (figura 1-B).*

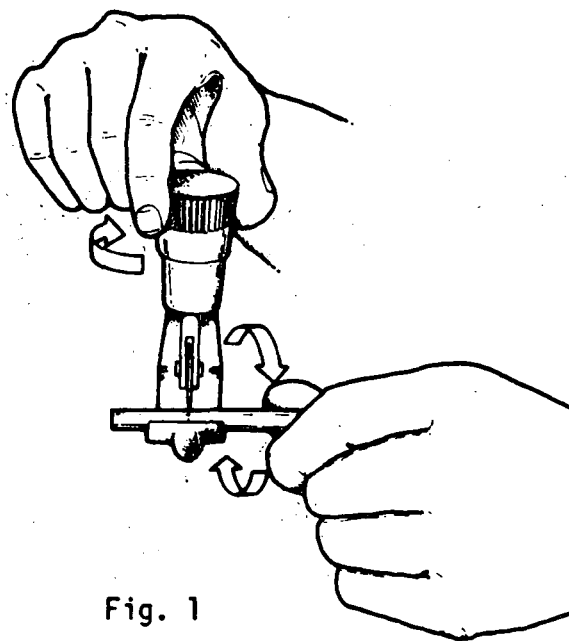


Fig. 1

OBSERVAÇÕES

1 Corte, girando lentamente o cortador em volta do tubo a fim de obter um corte perfeito (fig. 2).

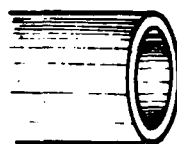


Fig. 2

2 O corte com pressão exagerada provocará irregularidades no tubo (fig. 3).



Fig. 3



4º passo - *Escareie o tubo, com o escareador do cortador (fig. 4).*

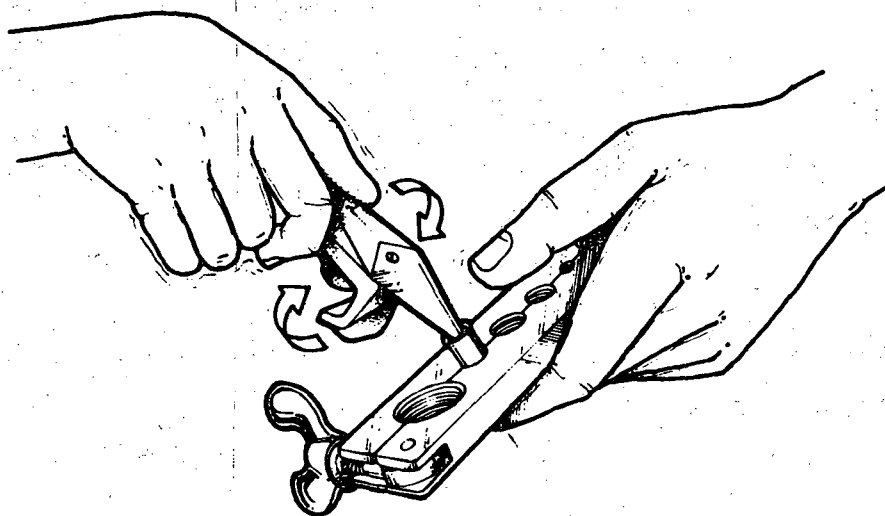


Fig. 4

OBSERVAÇÕES

- 1 O escareado não deve ser muito profundo.
- 2 A parte a escarear deve ser voltada para baixo a fim de que as rebarbas não escapem para o interior do tubo.

CASO II - TUBOS CAPILARES

1º passo - *Faça um sulco em volta do tubo usando lima triangular ou canivete (fig. 5).*

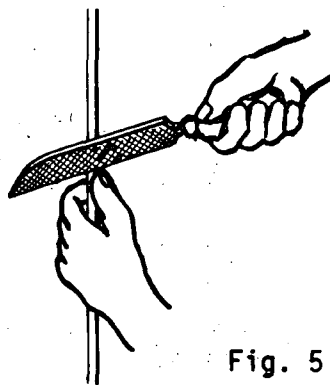


Fig. 5

2º passo - *Quebre o tubo fazendo movimentos alternativos (fig. 6).*

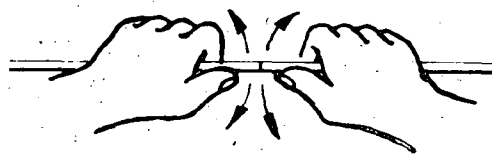


Fig. 6

3º passo - *Escareie.*

Esta operação consiste em interligar o motor, a chave magnética e as botoeiras. Com este sistema, o motor pode ser comandado de um ou vários lugares, dependendo das necessidades do operador.

É usada em instalações que necessitam melhor proteção, tanto para o operador como para a própria máquina.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Identifique os condutores.*

OBSERVAÇÃO

Verifique as marcas feitas nos condutores ou o código de cores.

2º passo - *Conecte o motor.*

- a Prepare as pontas dos condutores.
- b Faça as emendas, seguindo o esquema e as marcações, ou o código de cores.
- c Isole as emendas com cambrique em fita e dê o acabamento com fita isolante adesiva.

3º passo - *Conecte a chave magnética e as botoeiras.*

- a Conecte os condutores de alimentação da chave e os que vão ao motor (fig. 1).

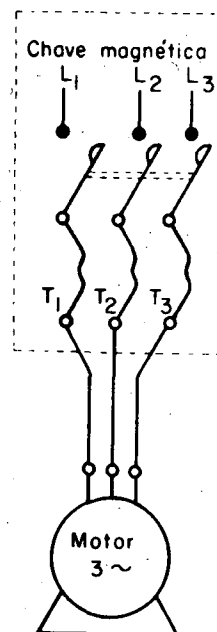


Fig. 1

- b Conecte os condutores de comando da chave e as botoeiras conforme o esquema da chave (fig. 2).

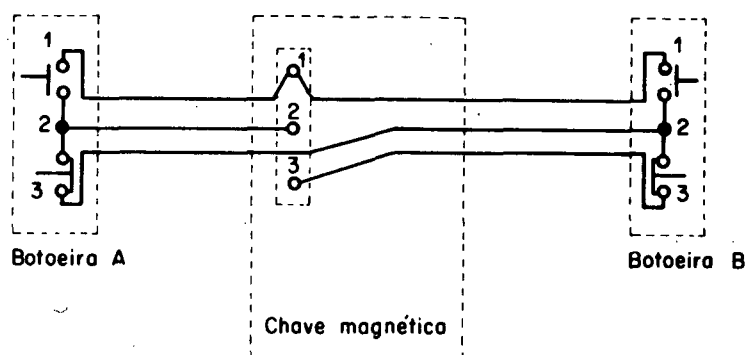


Fig. 2

OBSERVAÇÃO

Os esquemas apresentados nesta folha servem como exemplo. Faça as ligações, seguindo o esquema do fabricante da chave.

4º passo - *Ponha a máquina em funcionamento.*

- a Ligue a chave separadora.
b Aperte o botão de ligar.

OBSERVAÇÃO

Verifique se as botoeiras comandam corretamente a chave magnética.

- c Ajuste o relê de proteção de acordo com a corrente indicada na placa do motor (fig. 3).

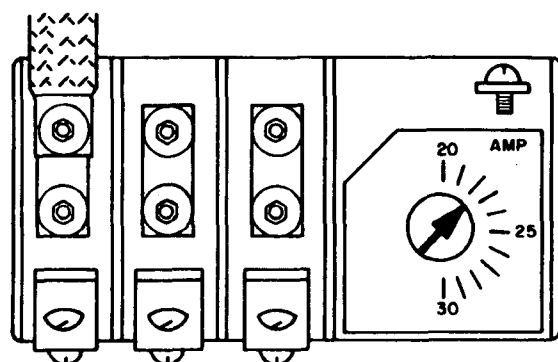


Fig. 3

OBSERVAÇÃO

Siga as instruções do fabricante da chave.

CBO

OPERAÇÃO:

RETIRAR E COLOCAR MATA-JUNTAS

Ref.: F0. 02/MR-1 1/2

SENAI

É a ação de substituir as mata-juntas do refrigerador. Esta operação, também, se realiza por ocasião de eventuais reparos no gabinete, e no isolamento térmico.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Retire a primeira mata-junta sobreposta do lado do interruptor.*

- a Abra a porta.
- b Desloque com os dedos a mata-junta, pela parte interna (figuras 1 e 2).

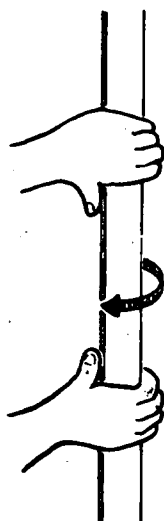


Fig. 1

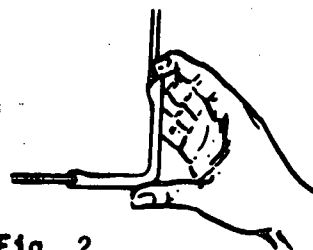


Fig. 2

- c Bata com a palma da mão até a retirada.
- d Desconecte o interruptor.

PRECAUÇÃO

DESLIGUE O REFRIGERADOR.

OBSERVAÇÃO

Não utilize ferramentas para retirar a mata-junta.

2º passo - *Retire as demais, repetindo os sub-passos b e c do 1º passo.*

CBO

OPERAÇÃO:

RETIRAR E COLOCAR MATA-JUNTAS

Ref.: F0. 02/MR-1 2/2

SENAI

3º passo - *Coloque as mata-juntas superior e inferior.*

a Faça o encaixe do perfil da mata-junta no gabinete.

OBSERVAÇÃO

Obedeça a sequência de montagem.

b Encaixe a mata-junta batendo com a palma da mão na parte de-sencaixada.

4º passo - *Coloque as mata-juntas laterais.*

a Conecte o interruptor.

b Repita os sub-passos a e b do 3º passo.

CBO

OPERAÇÃO:

RETIRAR E COLOCAR MATA-JUNTAS

Ref.: F0.02/MR-1 1/2

SENAI

É a ação de substituir as mata-juntas do refrigerador. Esta operação, também, se realiza por ocasião de eventuais reparos no gabinete, e no isolamento térmico.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Retire a primeira mata-junta sobreposta do lado do interruptor.*

- a Abra a porta.
- b Desloque com os dedos a mata-junta, pela parte interna (figuras 1 e 2).

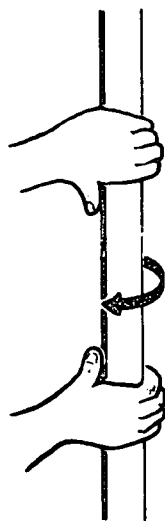


Fig. 1

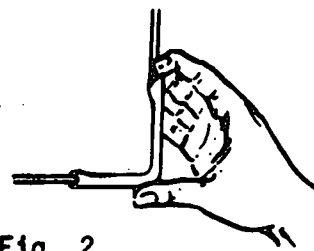


Fig. 2

- c Bata com a palma da mão até a retirada.
- d Desconecte o interruptor.

PRECAUÇÃO

DESLIGUE O REFRIGERADOR.

OBSERVAÇÃO

Não utilize ferramentas para retirar a mata-junta.

2º passo - *Retire as demais, repetindo os sub-passos b e c do 1º passo.*

3º passo - *Coloque as mata-juntas superior e inferior.*

a Faça o encaixe do perfil da mata-junta no gabinete.

OBSERVAÇÃO

Obedeça a sequência de montagem.

b Encaixe a mata-junta batendo com a palma da mão na parte de-sencaixada.

4º passo - *Coloque as mata-juntas laterais.*

a Conecte o interruptor.

b Repita os sub-passos a e b do 3º passo.

É a operação que tem por finalidade verificar as condições de funcionamento do compressor. É feita sempre que necessário, nos períodos de revisão preventiva ou na recuperação do compressor.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Instale os manômetros de alta e baixa pressão.*

- a Retire os capacetes das válvulas de serviço.
- b Feche as válvulas de serviço para manômetro.
- c Retire o niple tampão (fig. 1).

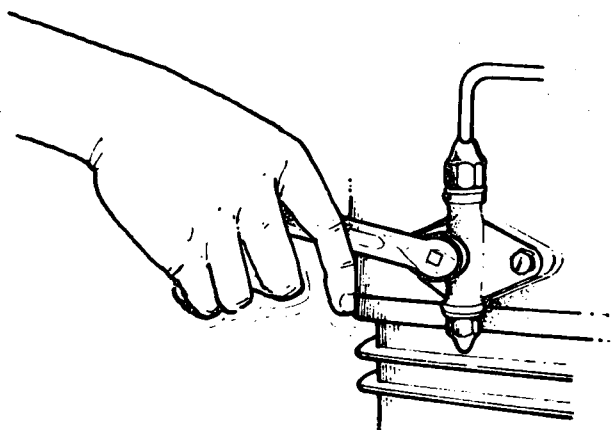


Fig. 1

- d Instale o niple cônico (fig. 2).

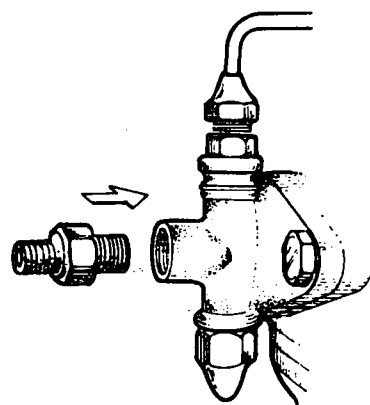


Fig. 2

e Instale a mangueira com manômetro (fig. 3).

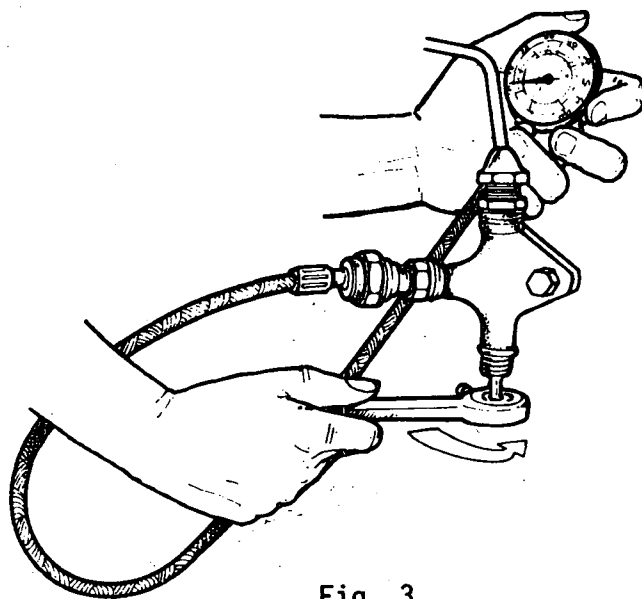


Fig. 3

f Abra a válvula de serviço para o manômetro.

2º passo - *Faça o teste de baixa pressão.*

a Feche a válvula de serviço para linha.

b Faça funcionar o compressor, até que atinja a leitura de 28" de vácuo mais ou menos.

c Desligue o motor.

OBSERVAÇÕES

- 1 Aguarde por algum tempo, para ver se a leitura permanece.
- 2 Caso a leitura não permaneça repare os pontos de fuga.

d Abra novamente a válvula de serviço para a linha.

39 passo - *Faça o teste de alta pressão.*

- a Feche a válvula de serviço para linha.
- b Faça funcionar o compressor, até que a leitura do manômetro de alta atinja a especificação do fabricante.
- c Desligue o motor.

OBSERVAÇÕES

- 1 Aguarde por algum tempo para ver se a leitura permanece.
- 2 Caso a leitura não permaneça repare os pontos de fuga.

- d Abra a válvula de serviço para a linha (fig. 4).

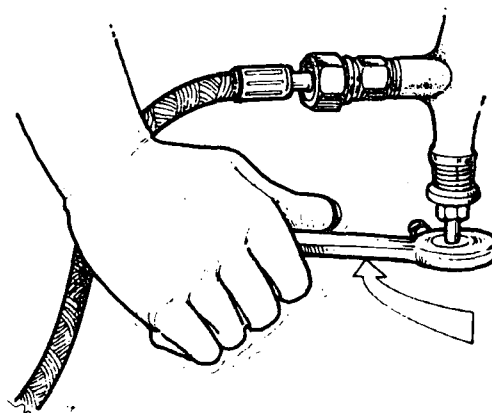


Fig. 4

- e Instale e aperte os capacetes das válvulas.

OBSERVAÇÃO

Verifique se não há ruídos no compressor.

1. The first part of the document is a list of names and addresses, which appears to be a directory or a list of contacts. The names are written in a cursive script, and the addresses are listed below them. The list includes names such as "John Smith", "Mary Jones", and "Robert Brown", among others. The addresses are also listed, often including street names and city names.

2. The second part of the document is a series of short, handwritten notes or entries. These notes are written in a cursive script and are organized into a list. The notes appear to be related to the names and addresses listed in the first part, possibly providing additional information or details about each contact.

3. The third part of the document is a series of short, handwritten notes or entries, similar to the second part. These notes are also written in a cursive script and are organized into a list. The notes appear to be related to the names and addresses listed in the first part, possibly providing additional information or details about each contact.

4. The fourth part of the document is a series of short, handwritten notes or entries, similar to the second and third parts. These notes are also written in a cursive script and are organized into a list. The notes appear to be related to the names and addresses listed in the first part, possibly providing additional information or details about each contact.

5. The fifth part of the document is a series of short, handwritten notes or entries, similar to the second, third, and fourth parts. These notes are also written in a cursive script and are organized into a list. The notes appear to be related to the names and addresses listed in the first part, possibly providing additional information or details about each contact.

Consiste em trocar gaxeta, isolamento térmico, fechadura da porta, dobradiças, painel e até a própria porta do refrigerador.

Esta operação é feita para possibilitar o bom funcionamento do refrigerador. Faz-se necessário esse reparo em refrigeradores cujo tempo de uso já é longo.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Retire a porta do refrigerador.*

- a Afrouxe os parafusos da dobradiça (fig. 1).

PRECAUÇÃO

PEÇA AUXÍLIA A UM COLEGA, PARA EVITAR QUE A PORTA CAIA NO CHÃO.

- b Coloque-a sobre a bancada de serviço.

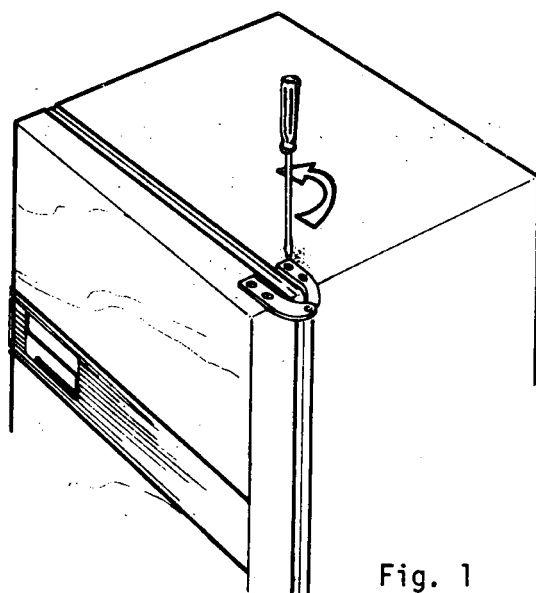


Fig. 1

2º passo - *Retire a gaxeta, o painel e o isolamento térmico.*

- a Levante a lateral da borracha, para localizar os parafusos.
- b Retire os parafusos de fixação da borracha, com uma chave de fenda (fig. 2).

OBSERVAÇÃO

O painel é também fixado pelo mesmo parafuso que fixa a borracha de vedação.

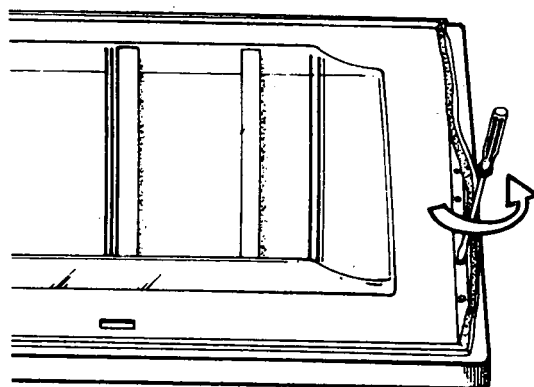


Fig. 2

- c Retire o painel da porta.
- d Coloque-o em posição vertical, em suporte próprio.

CBO

OPERAÇÃO:

**SUBSTITUIR COMPONENTES DA
PORTA DO REFRIGERADOR**

Ref.: F0. 03/MR-1 2/2

SENAI

e Retire o isolamento térmico.

PRECAUÇÃO

USE LUVAS DE PROTEÇÃO E NÃO APROXIME O ROSTO DO ISOLAMENTO, PARA EVITAR IRRITAÇÃO NOS OLHOS OU, ATÉ, CEGUEIRA.

OBSERVAÇÃO

Arrume o isolamento em camadas, em lugar seco, evitando dobrá-lo.

3º passo - *Retire o puxador da porta, afrouxando os parafusos de fixação, tirando antes, a massa calafetadora.*

OBSERVAÇÕES

- 1 Em caso de peças quebradas, que não mais se encontre no mercado, substitua-as conforme recomendação do fabricante.
- 2 Ver Carta de Serviço.

É o aumento do diâmetro do tubo para permitir que as emendas de tubos sejam feitas com segurança pelo processo de soldagem (fig. 1).

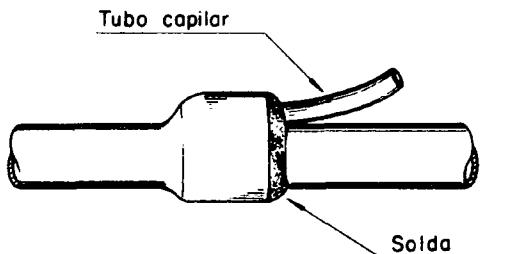


Fig. 1

PROCESSO DE EXECUÇÃO

CASO I - EXPANDIR TUBO USANDO ALARGADOR DE IMPACTO

1º passo - *Fixe o tubo no suporte do flangeador (fig. 2).*

OBSERVAÇÃO

Prenda o tubo de 1/4" no furo de 1/4", o de 5/16" no furo de 5/16" e assim sucessivamente.

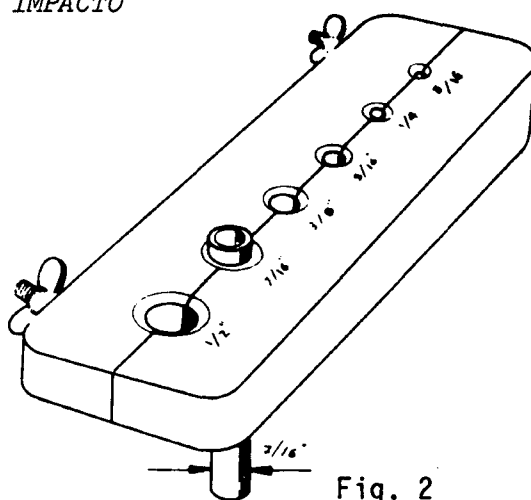


Fig. 2

2º passo - *Posicione o alargador na extremidade do tubo (fig. 3).*

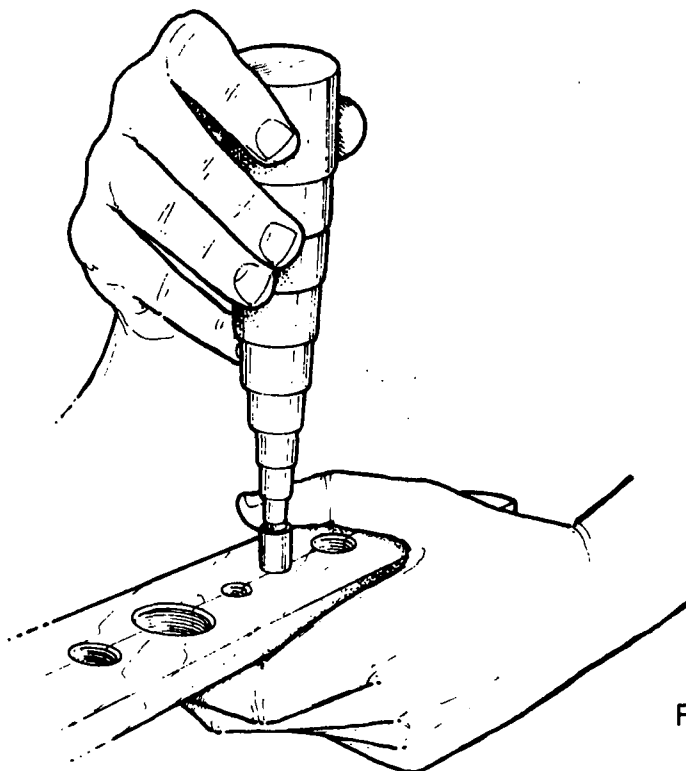


Fig. 3

3º passo - *Alargue o tubo batendo no alargador com o martelo (fig. 4).*

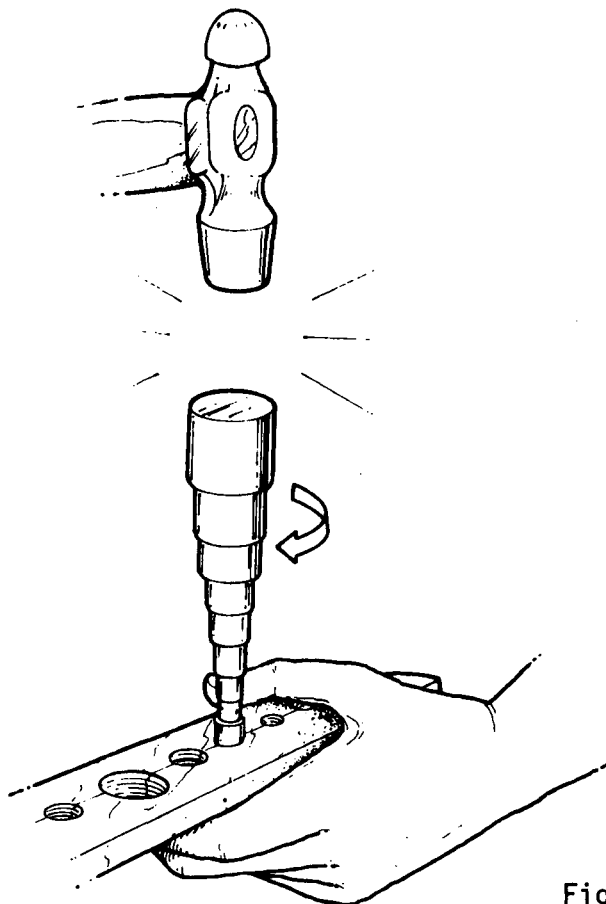


Fig. 4

OBSERVAÇÕES

- 1 Entre cada martelada gire o alargador para evitar deformações no tubo e prender o alargador no tubo.
- 2 O alargamento estará pronto quando a extremidade encostar-se no escalonamento do alargador.

CASO II - EXPANDIR TUBOS USANDO FURADEIRA

1º passo - *Fixe o expansor no mandril da furadeira.*

2º passo - *Fixe o tubo no suporte do flangeador, deixando de fora a parte a ser expandida.*

3º passo - *Ligue a furadeira e baixe o mandril até o expansor introduzir-se no tubo (fig. 5).*

OBSERVAÇÃO

O avanço deverá ser lento.

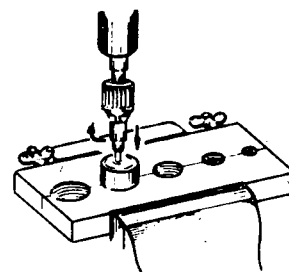


Fig. 5

CASO III - EXPANDIR TUBOS COM ALARGADOR COM APÊNDICE

1º passo - *Fixe o tubo já expandido no suporte do flangeador.*

2º passo - *Coloque o expansor com apêndice na extremidade já expandida e dê pancadas até a introdução do mesmo (fig. 6).*

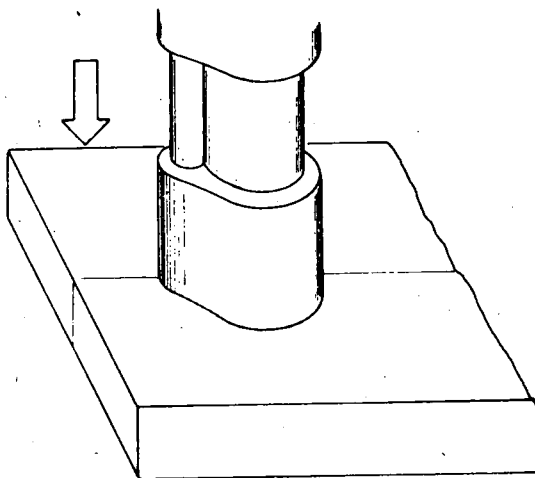


Fig. 6

3º passo - *Aperte com alicate até dar forma ao tubo que permita a passagem do capilar (fig. 7).*

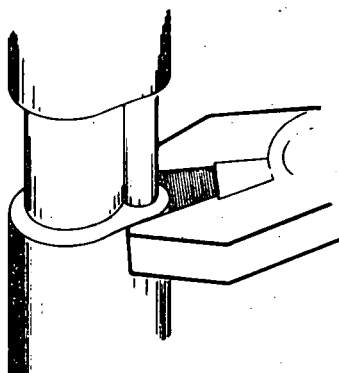


Fig. 7

É executado para fins de reparações do compressor, motivada por longo tempo de uso ou desgaste nas peças móveis do compressor ou na vedação de selos. Torna-se necessário sua reposição logo após sua reparação.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Recolha o gás refrigerante no sistema (Veja Ref. F0. 06/MR-3).*

2º passo - *Retire a correia em V.*

PRECAUÇÃO

DESLIGUE A CHAVE GERAL.

a Afrouxe os parafusos que fixam o motor elétrico (fig. 1).

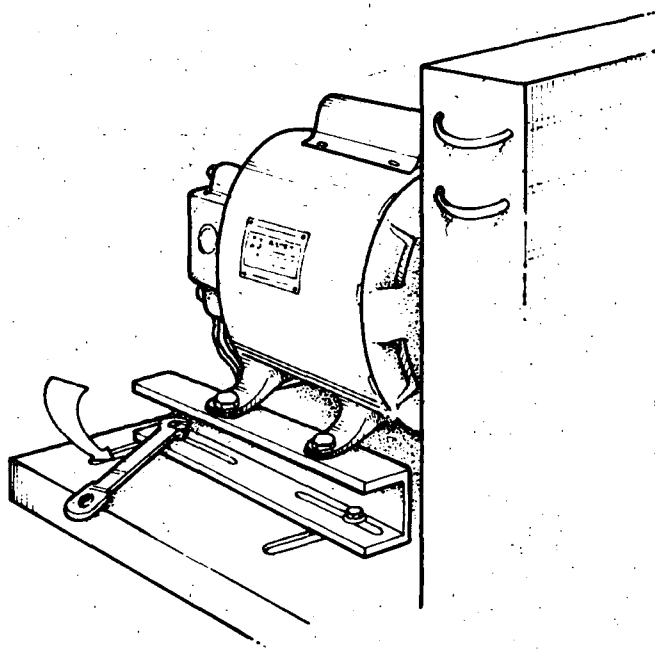


Fig. 1

b Desloque-o lateralmente, até que a correia fique frouxa.

c Remova as correias da polia.

3º passo - *Retire o compressor.*

- a Retire os parafusos que fixam as válvulas de serviço no compressor (fig. 2).

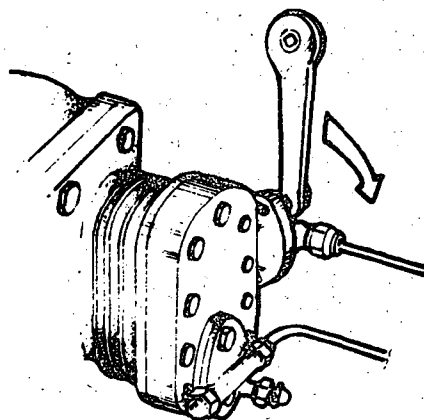


Fig. 2

OBSERVAÇÃO

Se o compressor estiver sem gás basta desconectar os tubos.

- b Retire os parafusos que fixam o compressor na sua base (fig. 3).

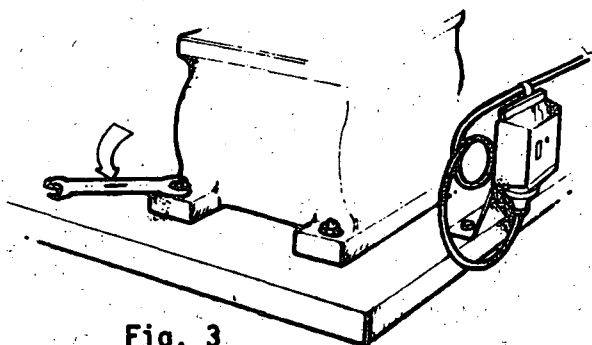


Fig. 3

- c Remova o compressor.

OBSERVAÇÃO

Descoloque o compressor com cuidado, para não amassar o condensador ou furá-lo.

4º passo - *Instale o novo compressor na base.*

- a Apóie o compressor na base e coloque os parafusos.
- b Coloque e aperte os parafusos que fixam a válvula de serviço (figura 4).

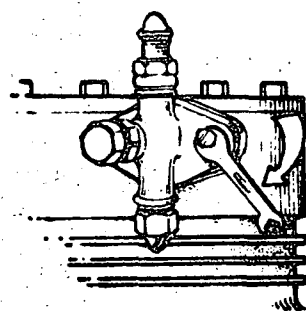


Fig. 4

OBSERVAÇÃO

Coloque junta nova nas válvulas de serviço.

5º passo - *Instale a correia em V.*

a Coloque a correia nas polias (fig. 5).

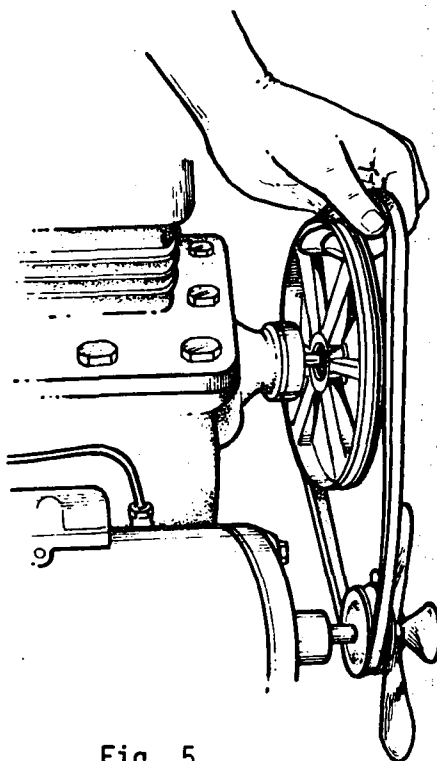


Fig. 5

b Desloque o motor, até que a correia fique esticada.

OBSERVAÇÃO

Veja especificação do fabricante para a flexa de correia.

c Alinhe e aperte os parafusos que apertam o motor na base.

6º passo - *Retorne o gás refrigerante ao sistema.*

OBSERVAÇÕES

- 1 Expurgue o ar do compressor através do tampão cônico da alta, injetando gás da baixa para alta, girando a polia.
- 2 Verifique todas as válvulas de serviço.

7º passo - *Ligue o compressor e teste a sua compressão e sucção.*

14.10.157



14.10.157

É a operação que consiste em reunir as peças que foram retiradas para reparos ou substituição. Torna-se necessária para que o refrigerador tenha perfeito funcionamento.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

CASO I - MONTAR A PORTA DO REFRIGERADOR

1º passo - *Instale o puxador na porta.*

- a Aperte os parafusos ou porca.
- b Calafete com massa própria.

2º passo - *Monte o isolamento térmico na porta.*

PRECAUÇÃO

USE LUVAS DE PROTEÇÃO, PARA NÃO FERIR AS MÃOS.

- a Arrume o isolamento térmico no interior da porta.

3º passo - *Instale o painel sobre o isolamento térmico.*

- a Coloque os retentores e a gaxeta (fig. 1).

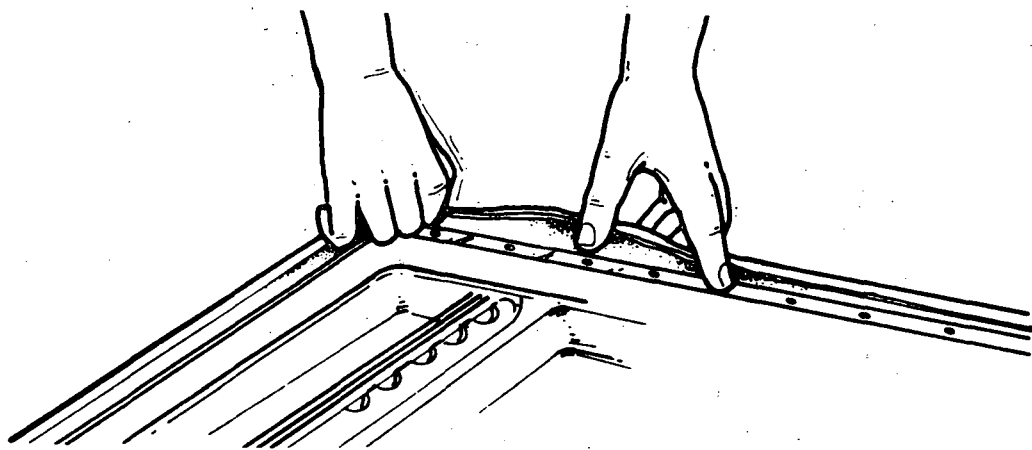


Fig. 1

- b Aponte os parafusos, e dê aperto final nos do lado da dobradiça.

CASO II - INSTALAR A PORTA NO REFRIGERADOR

1º passo - *Posicione a porta no refrigerador e aperte os parafusos de fixação.*

OBSERVAÇÃO

Peça auxílio a um colega, para evitar arranhões e pancadas na porta.

2º passo - *Aperte definitivamente os parafusos, obedecendo o paralelismo da porta com o refrigerador (fig. 2).*

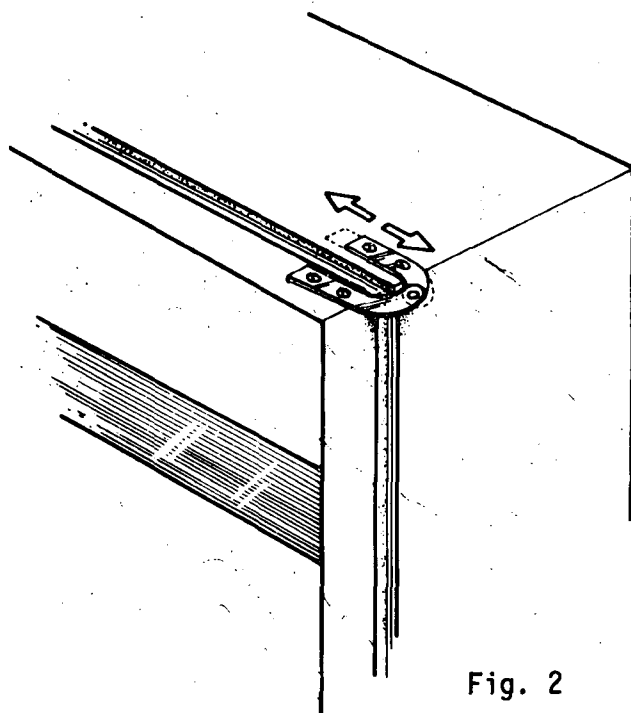


Fig. 2

CASO III - AJUSTAR A PORTA DO REFRIGERADOR

1º passo - *Verifique se a gaxeta está tocando por igual a superfície do gabinete (fig. 3).*

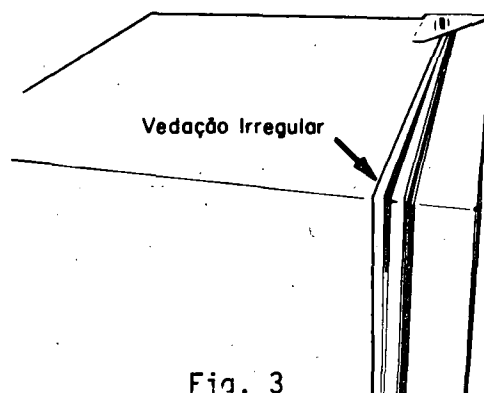


Fig. 3

29 passo - *Verifique com o dinamômetro se a pressão é a recomendada pelo fabricante.*

OBSERVAÇÃO

Caso não esteja nas especificações, faça a correção.

30 passo - *Aperte ordenadamente os parafusos de fixação dos retentores, conforme figura 4 e assim sucessivamente nos demais.*

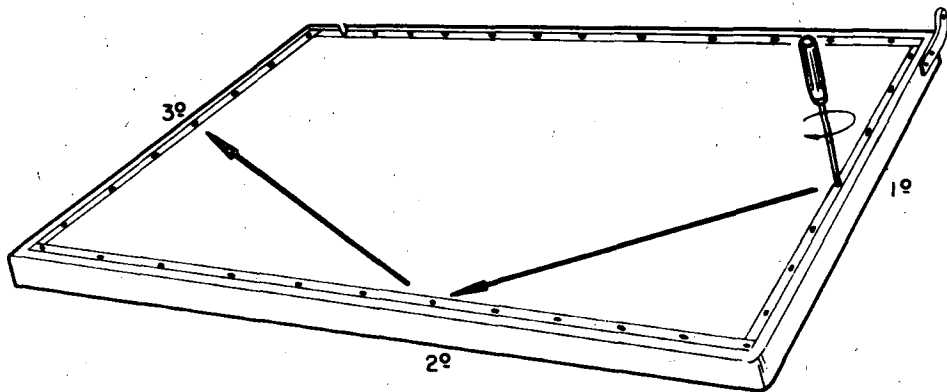


Fig. 4

OBSERVAÇÕES

- 1 Não torça a porta com o painel apertado, pois o quebrará.
- 2 Para os demais casos siga instruções do fabricante.

Realiza-se quando se repara a tubulação do sistema de refrigeração, ou se substituem componentes.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Limpe as extremidades a serem soldadas (fig. 1).*

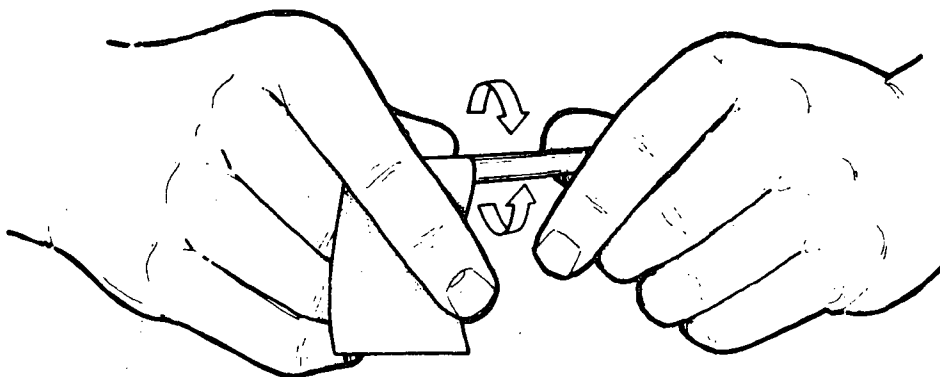


Fig. 1

OBSERVAÇÕES

- 1 Use lixa para metais ou palha de aço fina.
- 2 Use estopa embebida de tricloroetileno para limpeza da parte lixada.

2º passo - *Introduza o tubo na outra extremidade expandida (fig. 2).*

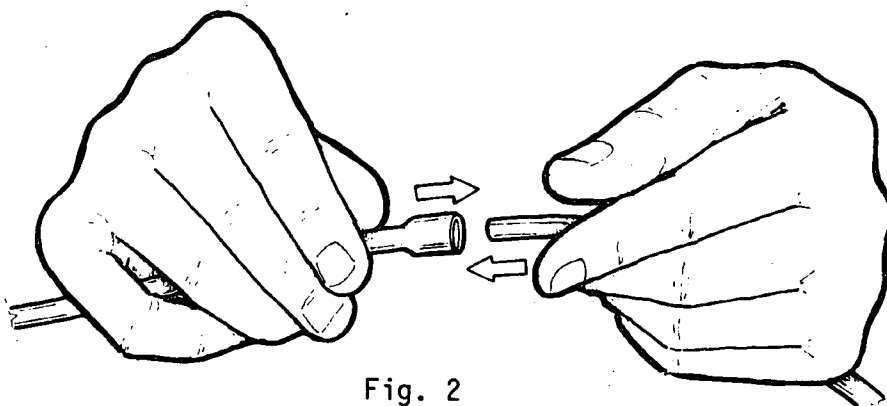


Fig. 2

3º passo - *Acenda o maçarico (Veja F0. 01/S0).*

4º passo - *Aqueça o local com chama normal redutora.*

OBSERVAÇÃO

O pré-aquecimento a maçarico faz-se descrevendo, com a chama, movimentos circulares.

5º passo - Aplique *fluxo* em volta da junta *usando* do pincel ou trincha (fig. 3).

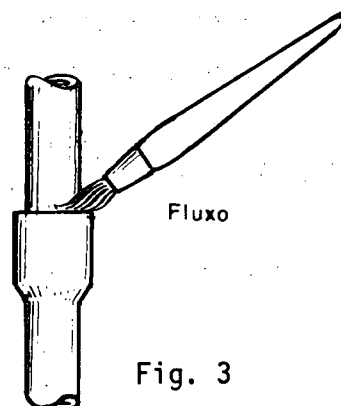


Fig. 3

6º passo - Aplique a solda na junta quando o local estiver aquecido na temperatura pré-determinada (fig. 4).

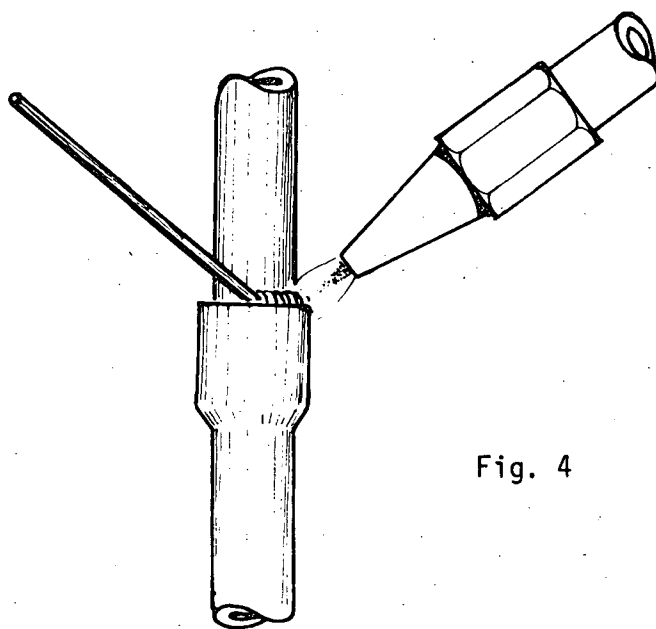


Fig. 4

OBSERVAÇÃO

Evite aplicar a chama diretamente sobre a vareta.

7º passo - Esfrie a solda e remova o excesso de fluxo usando escova de aço.

OBSERVAÇÃO

Para esfriar a solda use trincha ou estopa embebida em água.

8º passo - Examine a solda observando a perfeita aderência, a porosidade e as possíveis falhas.

9º passo - Apague o maçarico (Veja Ref. F0. 01/S0).

É retirar ordenadamente as peças que compõem o compressor. Esta operação tem por finalidade dar condições de inspeção às peças de um compressor. É necessário este tipo de trabalho quando o mesmo apresenta deficiências no seu funcionamento.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Drene o óleo do cárter.*

- a Retire o tampão cônico do cárter usando chave própria (fig. 1).
- b Deixe escoar o óleo.

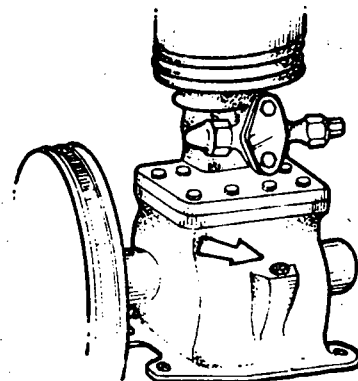


Fig. 1

OBSERVAÇÕES

- 1 Use bandeja para recolher o óleo.
- 2 Não aproveite o óleo retirado.

2º passo - *Retire o cabeçote e a placa de válvulas.*

- a Desaperte ordenadamente os parafusos conforme indicado na figura 2.
- b Remova o cabeçote.

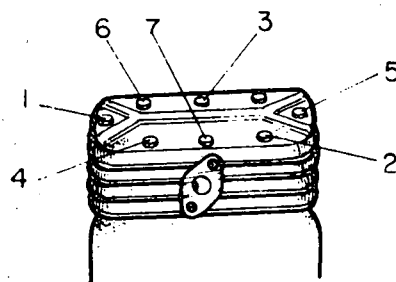


Fig. 2

3º passo - *Desmonte as válvulas da placa.*

- a Retire o contrapino.
- b Afrouxe o suporte das válvulas (fig. 3).
- c Remova as válvulas.

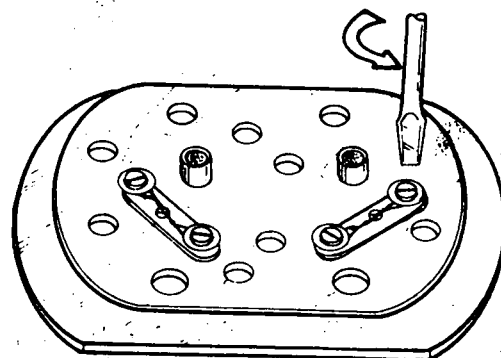


Fig. 3

4º passo - *Desmonte o bloco de cilindros.*

- a Desaperte e retire os parafusos que fixam o bloco do cilindro do cárter (figura 4).

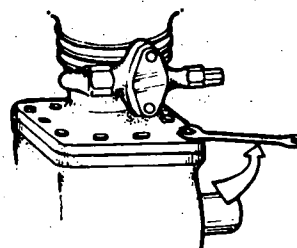


Fig. 4

PRECAUÇÃO

AO RETIRAR O BLOCO, CUIDADO PARA NÃO DEIXAR OS PISTÕES BATEREM NO CÂRTER, EVITE GIRAR A POLIA.

5º passo - *Retire os pistões (fig. 5).*

OBSERVAÇÕES

- 1 Use extrator próprio para pinos.
- 2 Marque os pistões em relação aos cilindros.

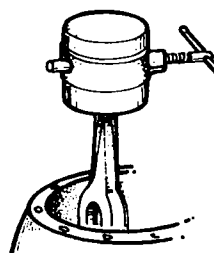


Fig. 5

6º passo - *Retire a polia.*

- a Usando dispositivo apropriado trave a polia e desaperte a porca da extremidade da árvore.
- b Retire a polia de extremidade da árvore usando extrator (fig. 6).

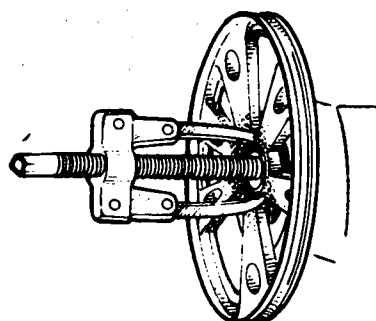


Fig. 6

7º passo - *Retire o selo de vedação.*

- a Afrouxe e retire os parafusos do flange.
- b Remova o flange (fig. 7).
- c Retire o selo e sua sede.

OBSERVAÇÃO

Use extrator próprio.

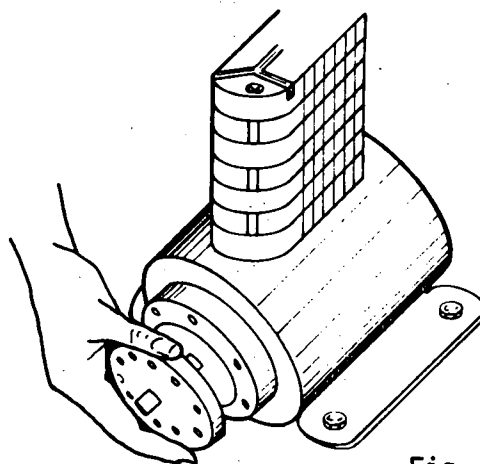


Fig. 7

89 passo - *Retire a árvore do excêntrico.*

a Desaperte e retire o parafuso de fixação do excêntrico (fig. 8-A).

b Retire o batente da árvore (fig. 8-B).

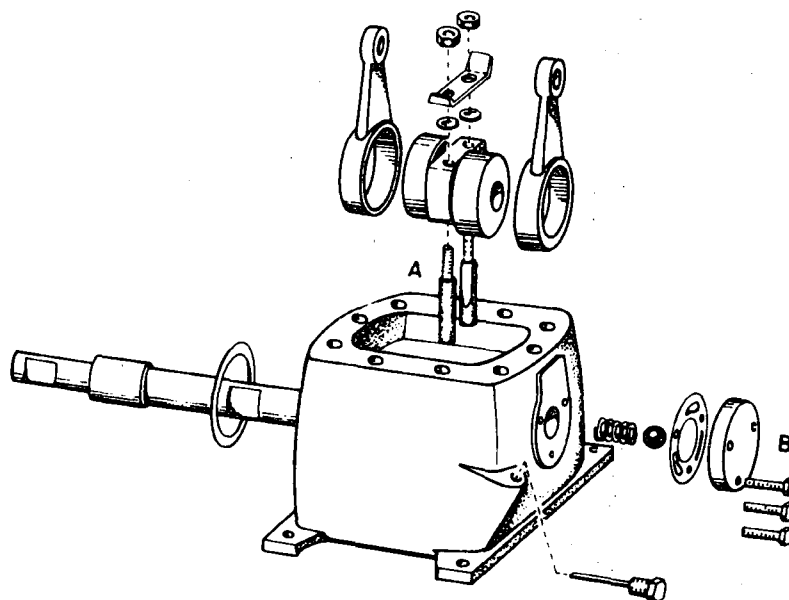


Fig. 8

c Desloque a árvore.

OBSERVAÇÕES

- 1 Use saca-pino de latão e martelo.
- 2 As bielas devem retornar aos pistões em que estavam montados.

Esta operação consiste na retirada e instalação do termostato quando o processo "liga-desliga" estiver funcionando de forma irregular, fazendo-se necessário o devido reparo. É de grande importância o funcionamento do termostato, pois garantirá uma temperatura adequada no refrigerador e repouso regular do motocompressor.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Abra a porta do refrigerador e a do evaporador.*

OBSERVAÇÕES

- 1 Trave a porta do evaporador para a realização do trabalho.
- 2 Em alguns modelos retire a porta do evaporador.

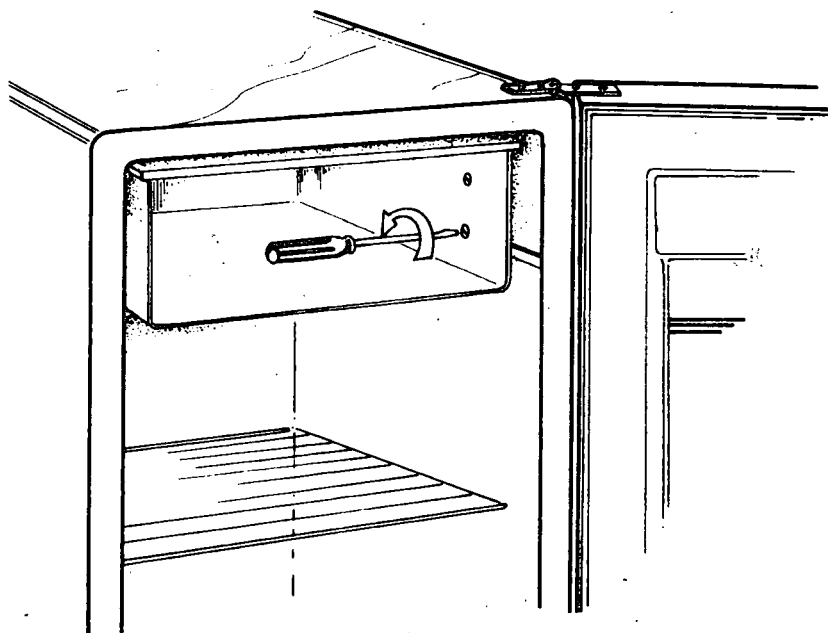


Fig. 1

OBSERVAÇÃO

Em alguns modelos o bulbo é somente encaixado sob pressão.

3º passo - *Retire o botão de controle de temperatura, que é fixado por pressão, puxando-o (fig. 2).*

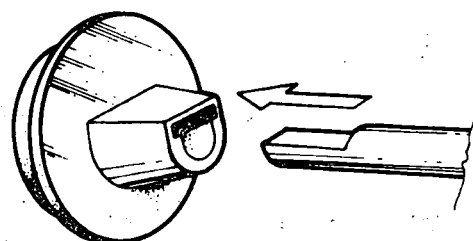


Fig. 2

4º passo - *Retire o termostato.*

- a Retire os parafusos de fixação do termostato.
- b Puxe-o ligeiramente de seu suporte, (fig. 3), girando-o até a posição de saída (90°).
- c Desconecte as ligações elétricas.
- d Amarre o barbante na extremidade do bulbo (fig. 4).

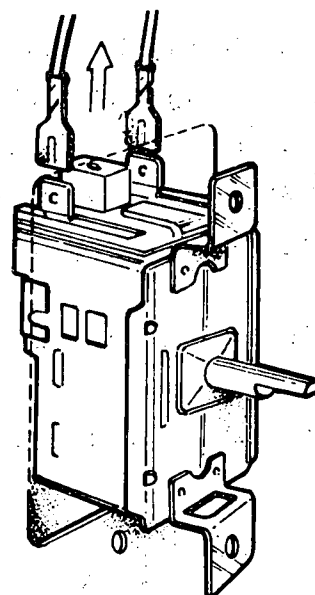


Fig. 3

OBSERVAÇÃO

O barbante servirá de guia para a colocação do novo termostato.

- e Puxe o termostato totalmente para fora.
- f Desamarre o barbante.

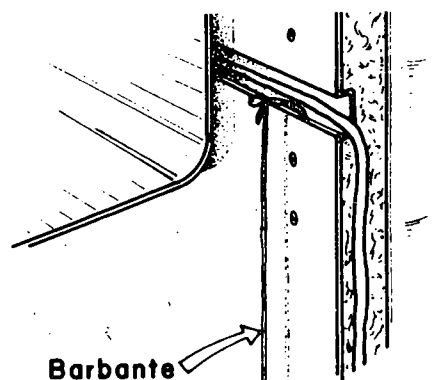


Fig. 4

OBSERVAÇÃO

Em modelos diferentes siga as instruções do fabricante.

5º passo - *Instale o termostato.*

- a Amarre no bulbo do novo termostato, o barbante deixado, que servirá como guia (fig. 5).

OBSERVAÇÃO

Coloque na extremidade do bulbo onde o barbante foi amarrado, um espagete de plástico ou fita adesiva.

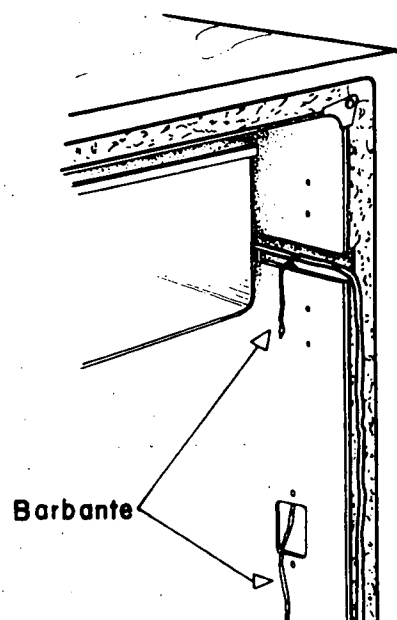


Fig. 5

b Puxe o termostato pelo barbante, até próximo a posição final (fig. 6).

c Refaça as ligações elétricas.

OBSERVAÇÃO

Veja referência do dial.

d Empurre-o para sua posição normal.

e Monte os parafusos e aperte-os.



Fig. 6

6º passo - *Instale o botão de controle de temperatura, pressionando-o no eixo de acionamento do termostato (fig. 7).*

7º passo - *Conecte o bulbo no evaporador.*

a Desamarre o barbante.

b Encaixe-o na braçadeira e aperte-o.

OBSERVAÇÃO

Veja se há bom contato do bulbo no evaporador.

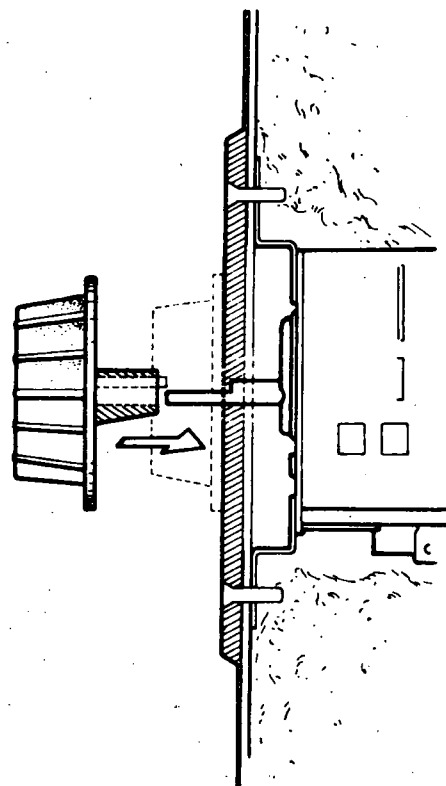


Fig. 7

8º passo - *Feche a porta do evaporador e do refrigerador.*

Realiza-se por ocasião dos reparos na unidade. É um teste minucioso a fim de que possam ser comparados os dados fornecidos pelo fabricante com os atuais apresentados pela unidade refrigeradora.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

CASO I - USANDO-SE INSTRUMENTOS PORTÁTEIS

1º passo - *Faça o teste de continuidade, utilizando ohmímetro miter.*

OBSERVAÇÃO

Coloque as pontas de testes nos bornes do motocompressor, para ve rificar a continuidade dos enrolamentos.

PRECAUÇÃO

ESTE TESTE DEVE SER REALIZADO COM A UNIDADE DESLIGADA DA REDE ELÉ TRICA.

2º passo - *Faça o teste de massa, usando o megômetro.*

a Coloque uma ponta do teste em um dos bornes do motocompressor e a outra na carcaça.

b Raspe a carcaça no local onde for tocar com a ponta de prova.

3º passo - *Verifique e teste as ligações conforme diagrama elétrico do apare lho.*

OBSERVAÇÃO

Refaça as ligações elétricas se necessário.

4º passo - *Verifique a tensão da rede e ligue a unidade refrigeradora na mesma.*

5º passo - *Ligue a unidade refrigeradora, meça a voltagem e a amperagem, com parando as leituras obtidas com as especificações fornecidas pe- lo fabricante.*

CASO II - USANDO-SE PAINEL DE TESTES

1º passo - *Prenda a unidade refrigeradora no suporte.*

2º passo - *Ligue a chave blindada do painel e confira a tensão da rede (fig. 1).*

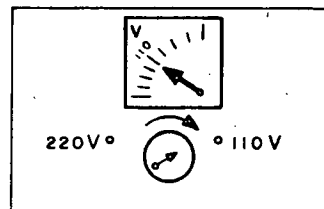


Fig. 1

OBSERVAÇÕES

1 Gire a chave seletora para o lado indicando 110V e faça a leitura. O voltímetro deverá indicar $\pm 110V$.

2 Gire a chave seletora para o lado indicando 220V. O instrumento deverá indicar aproximadamente 220V (fig. 2).

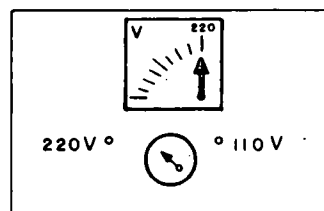


Fig. 2

3 A tolerância admitida é 20% no máximo.

3º passo - *Faça o teste de continuidade/fuga.*

a Conecte a extensão da lâmpada série ao jack do painel.

PRECAUÇÃO

NÃO SEGRE NAS PARTES METÁLICAS DA PONTA DE PROVA, SEM ESTAR ISOLADO DO PISO.

b Prenda a garra jacaré no borne comum do motorcompressor e encoste a ponta de prova no outro borne (fig. 3).

OBSERVAÇÃO

A lâmpada deverá acender, em caso negativo o enrolamento do motor estará interrompido.

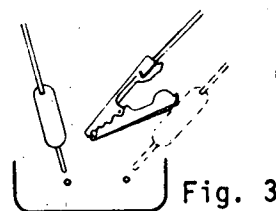


Fig. 3

c Prenda a garra jacaré na carcaça e encoste a ponta de prova em um borne.

OBSERVAÇÃO

A lâmpada não deverá acender, caso a lâmpada acenda o enrolamento estará em massa com a carcaça significando que o motorcompressor está condenado.

4º passo - *Faça o teste da fuga usando megômetro.*

PRECAUÇÃO

PARA FAZER O TESTE DE CONTINUIDADE COM MEGHÔMETRO, A UNIDADE REFRIGERADORA DEVE ESTAR DESLIGADA DA REDE ELÉTRICA.

- a Prenda a garra jacaré na carcaça e a outra no borne.
- b Gire a manivela do megômetro e faça a leitura.

OBSERVAÇÃO

A resistência ôhmica deverá ser o mínimo de 10M Ω .

5º passo - *Verifique as ligações conforme diagrama elétrico do aparelho.*

OBSERVAÇÕES

- 1 Refaça as ligações elétricas se necessário.
- 2 Siga instruções do fabricante.

6º passo - *Ligue a unidade refrigeradora no painel.*

OBSERVAÇÃO

Use cabo de teste.

PRECAUÇÃO

LIGUE AS GARRAS JACARÊ DO CABO DE TESTE NOS PONTOS DE LIGAÇÃO DO RELÊ (E AO PROTETOR QUANDO HOVER) DE MANEIRA QUE AS GARRAS OU OUTRAS PARTES NÃO ENTREM EM CURTO-CIRCUITO AO LIGAR.

7º passo - *Selecione a tensão, ligue a unidade e meça a voltagem, a amperagem e a wattagem.*

OBSERVAÇÕES

- 1 O movimento de apertar ou soltar o botão deverá ser rápido para que a interrupção entre topo e fundo não prejudique o funcionamento da unidade.
- 2 Compare os resultados obtidos com os fornecidos pelo fabricante.

PRECAUÇÃO

APERTE SOMENTE UM BOTÃO DE CADA VEZ.

CBO

OPERAÇÃO:

TESTAR UNIDADE REFRIGERADORA

Ref.:F0. 05/MR-2 4/4

SENAI

8º passo - *Verifique se a unidade gela e faça o teste de ruído, de entupimento, de vazamento e de compressão.*

OBSERVAÇÃO

Use o termômetro e a capa do evaporador se necessário.

9º passo - *Preencha convenientemente a ficha de diagnóstico, reportando o defeito encontrado.*

É a reunião das peças inspecionadas e novas que substituíram as defeituosas e em sequência lógica de montagem, darão novamente condições de funcionamento.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Lave todas as peças com solvente próprio e seque-as com ar seco.*

2º passo - *Instale o excêntrico e a árvore.*

- a Coloque as bielas em posição correta no excêntrico (fig. 1).
- b Coloque o excêntrico e as bielas no interior do cárter (fig. 1-A).
- c Introduza a árvore no excêntrico, até o limite (fig. 1-B).

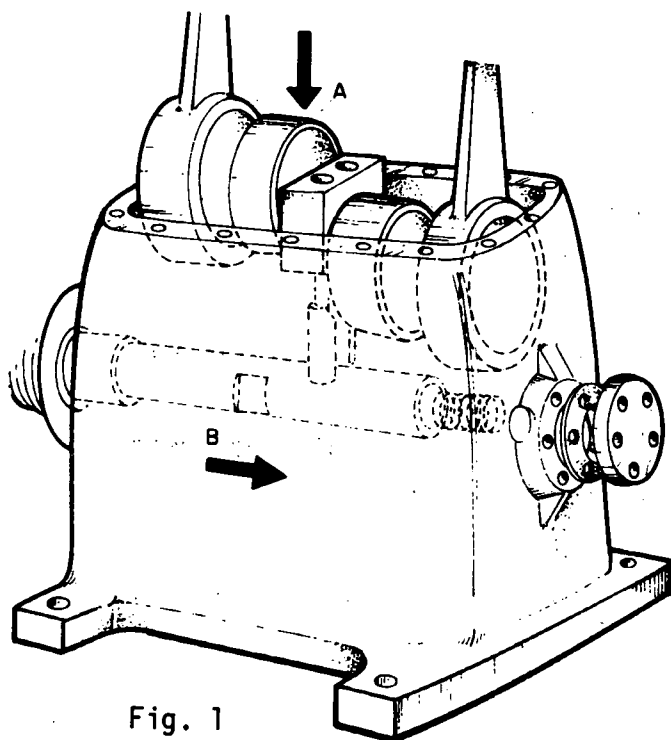


Fig. 1

OBSERVAÇÃO

Monte as peças já lubrificadas.

- d Aperte os parafusos de fixação do excêntrico na árvore.
- e Coloque o batente da árvore (figura 2).

OBSERVAÇÃO

Verifique a posição correta da esfera.

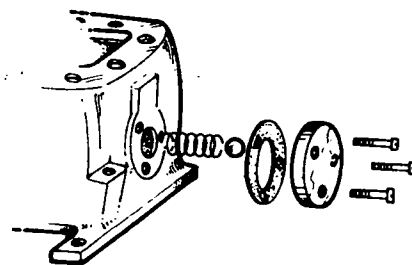


Fig. 2

3º passo - Monte o selo de vedação e o flange (fig. 3).

OBSERVAÇÕES

- 1 Use protetor na ponta da árvore.
- 2 Aperte os parafusos de fixação do flange ordenadamente.

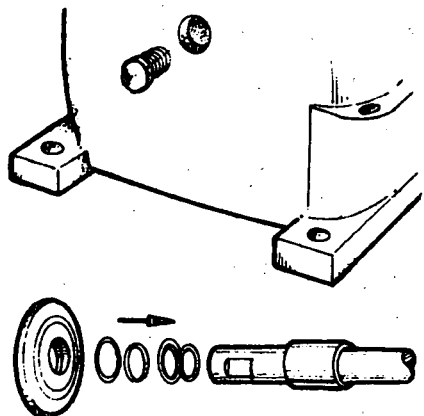


Fig. 3

4º passo - Monte a polia no eixo da árvore, coloque a porca na extremidade do eixo e aperte-a.

5º passo - Monte os pistões nas bielas.

6º passo - Monte o bloco de cilindro (fig. 4).

- a Coloque nova junta.
- b Alinhe os pistões com os cilindros.
- c Pressione o bloco, até que o mesmo encoste no cárter.
- d Coloque e aperte os parafusos de fixação.

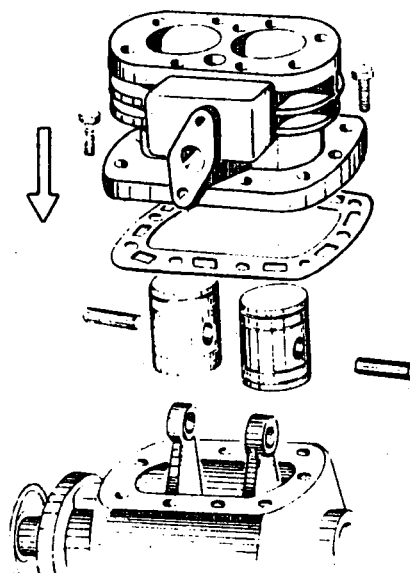


Fig. 4

OBSERVAÇÃO

Aperte os parafusos ordenadamente.

7º passo - Monte as válvulas na placa (fig. 5).

- a Coloque as válvulas no suporte.
- b Aperte o suporte.
- c Contrapine-os.



Fig. 5

89 passo - Monte a placa de válvula e o cabeçote no bloco (fig. 6).

- a Coloque junta no bloco.
- b Coloque a placa de válvula no bloco.
- c Coloque junta na placa.
- d Coloque o cabeçote.
- e Coloque os parafusos e aperte-os ordenadamente.

OBSERVAÇÃO

O aperto final deve ser dado, utilizando-se o torquímetro.

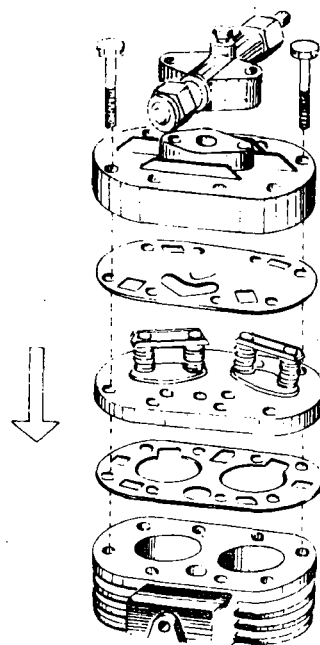


Fig. 6

99 passo - Coloque óleo no cârter, recoloque o bujão e aperte-o (fig. 7).

OBSERVAÇÃO

Quanto ao tipo de óleo a ser colocado, siga as instruções do fabricante.

Esta operação é realizada sempre que for necessário fazer alguns reparos nos componentes da unidade refrigeradora ou reparos no gabinete, no isolamento térmico ou quando houver necessidade de transportar o refrigerador através de uma passagem estreita.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Retire o evaporador.*

OBSERVAÇÃO

Em locais inacessíveis ou em modelos especiais retire a porta do refrigerador.

a Desconecte o bulbo do termostato no evaporador (fig. 1).

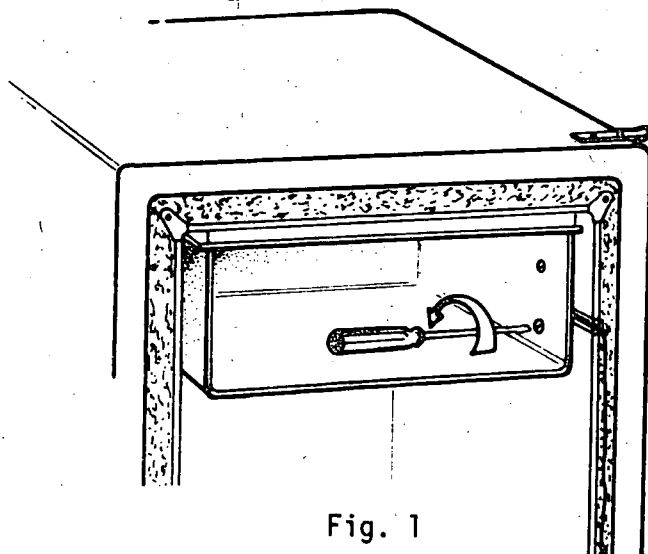


Fig. 1

b Retire as mata-juntas do gabinete.

c Retire os parafusos de fixação do evaporador (fig. 2).

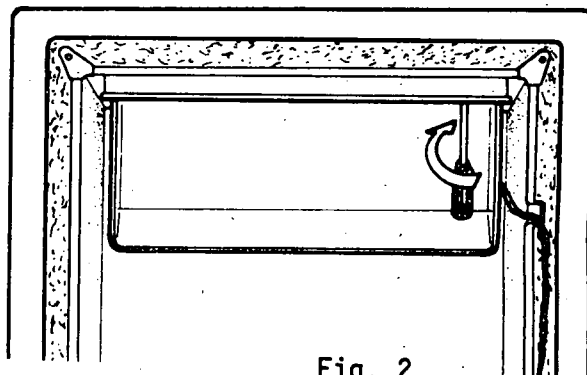


Fig. 2

d Desconecte as ligações elétricas.

OBSERVAÇÃO

Em alguns modelos antigos, é necessário retirar o termostato e o interruptor de luz.

e Retire o painel inferior do gabinete e o arremate da travessa inferior.

f Apóie o evaporador em cavalete próprio (fig. 3).

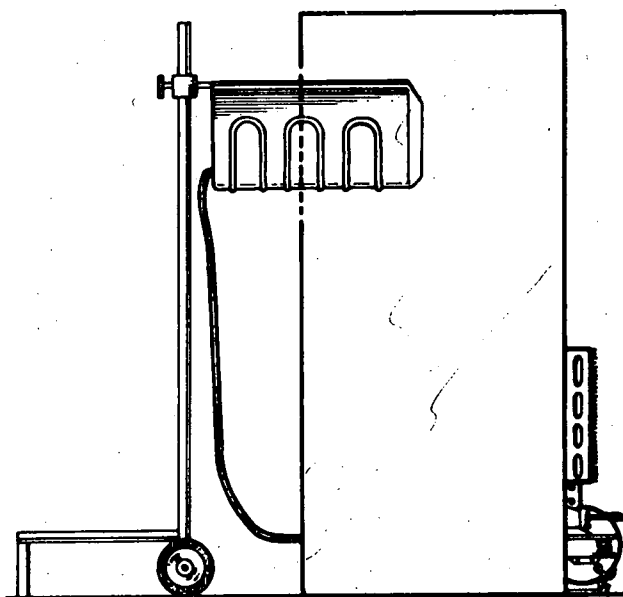


Fig. 3

2º passo - *Retire a unidade condensadora.*

OBSERVAÇÃO

Retire os parafusos de fixação do condensador no gabinete, deixando dois na parte superior para facilitar a remoção final.

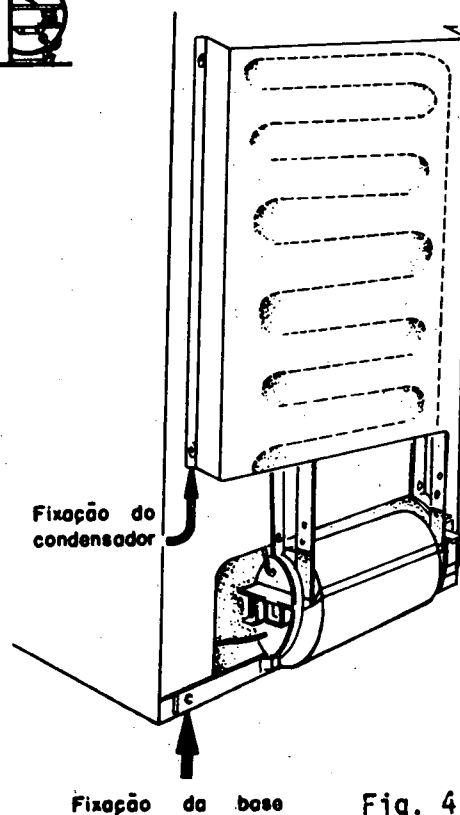


Fig. 4

39 passo - Solte o motocompressor da base do gabinete, retirando os parafusos de fixação (fig. 5).

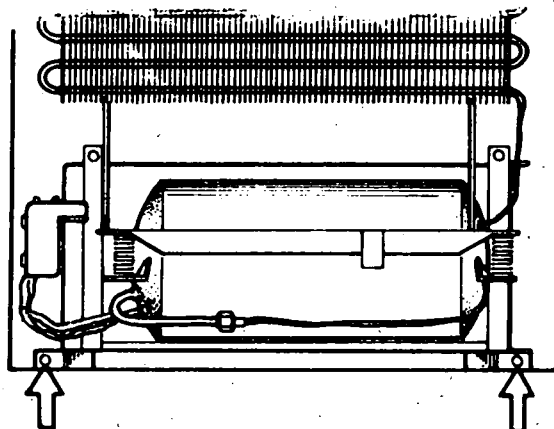


Fig. 5

40 passo - Faça a retirada total da unidade selada.

- a Retire totalmente os parafusos que fixam o condensador e apóie-o no chão.
- b Incline o gabinete lateralmente (fig. 6).

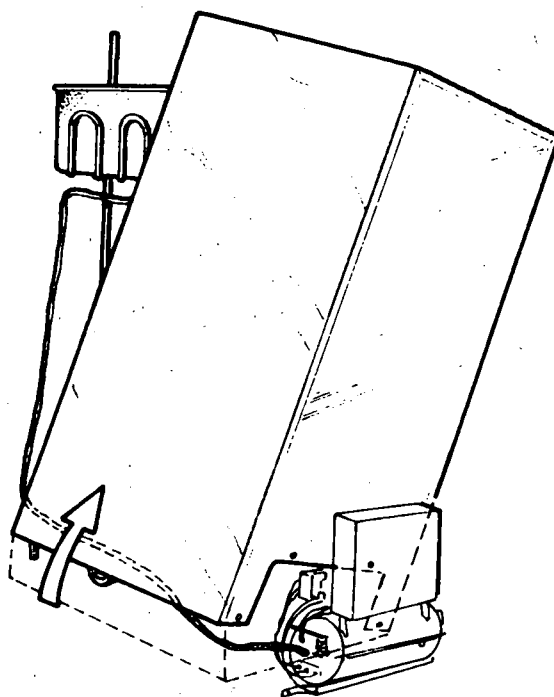


Fig. 6

- c Coloque toda unidade no cavalete.

É localizar pontos de vazamentos que prejudicam o bom funcionamento da unidade de refrigeradora. Faz-se necessário todas as vezes que houver troca de condensador, evaporador, motocompressor ou outros componentes da unidade refrigeradora.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

CASO I - TESTE DE VAZAMENTO POR IMERSÃO

1º passo - *Prepare o tanque para o teste.*

- a Acenda os refletores laterais.
- b Ligue as resistências elétricas para o aquecimento da água.
- c Ajuste o termostato para a temperatura desejada.

2º passo - *Carregue a unidade com ar seco ou nitrogênio.*

3º passo - *Mergulhe a unidade no tanque (fig. 1).*

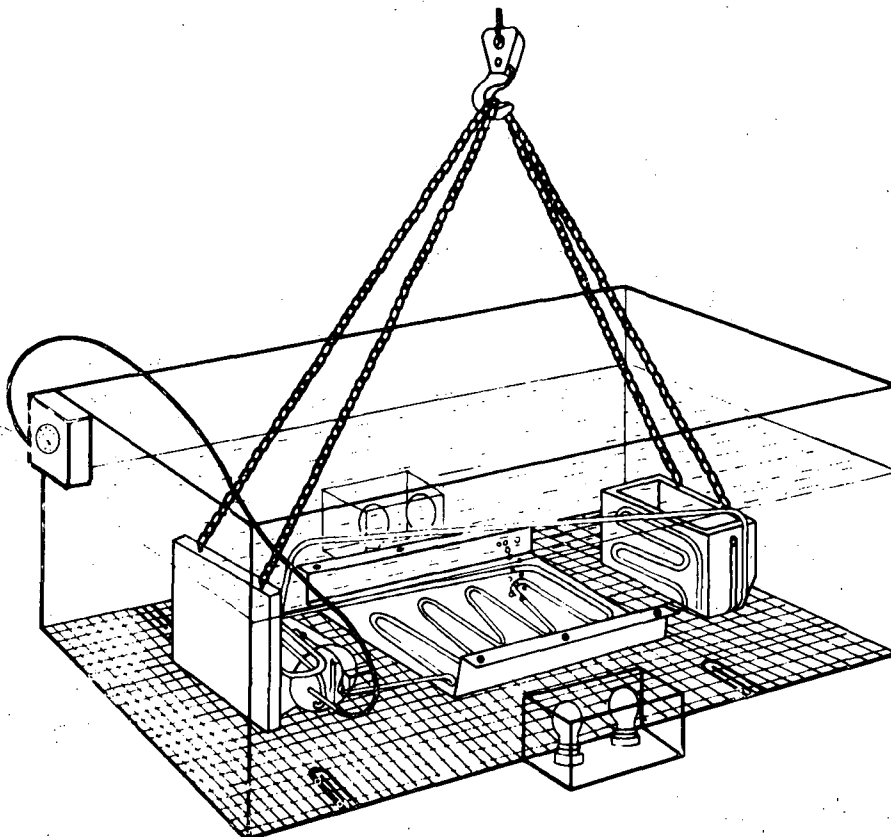


Fig. 1

4º passo - Verifique os pontos de vazamentos.

OBSERVAÇÃO

Caso houver vazamento, retire a unidade e assinale o local do mesmo utilizando giz.

CASO II - TESTE DE VAZAMENTO COM LAMPARINA

1º passo - Prepare a lamparina.

OBSERVAÇÃO

Siga as instruções do fabricante.

2º passo - Acenda e regule a chama da lamparina.

3º passo - Encoste o tubo de sucção da lamparina nas ligações dos tubos (fig. 2).

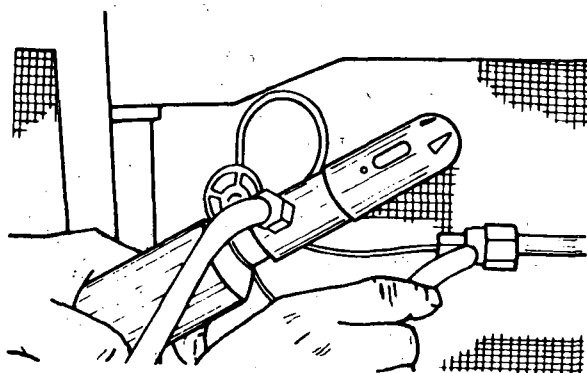


Fig. 2

OBSERVAÇÃO

Caso houver vazamento, a chama da lamparina mudará sua cor natural para um verde brilhante.

CASO III - TESTE DE VAZAMENTO COM DETETOR ELETRÔNICO

1º passo - Ligue e sensibilize o detetor eletrônico.

OBSERVAÇÃO

Siga as instruções do fabricante.

2º passo - Encoste a ponta de teste nos locais suspeitos, e caso houver vazamentos assinale-o com giz.

OBSERVAÇÕES

- 1 Alguns aparelhos apresentam um mostrador com escalas enquanto que outros acusam o vazamento através de um zumbido.
- 2 Em casos de gases especiais siga as instruções do fabricante.

É o retorno do refrigerante a unidade condensadora. Esta operação permite que se façam reparos na linha a partir do tanque de líquido ou no próprio compressor. Deve ser executada todas as vezes que haja necessidade de manutenção.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Instale o manômetro de baixa.*

- a Retire o tampão cônico (figura 1).
- b Coloque união cônica.
- c Coloque a mangueira e o manômetro.

OBSERVAÇÃO

Faça um rápido expurgo na instalação da mangueira e do manômetro.

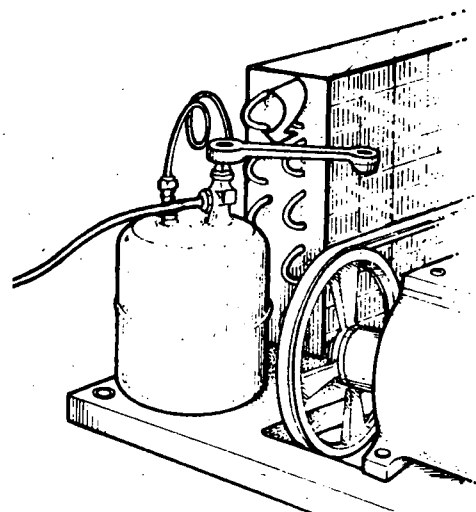


Fig. 1

- d Abra a válvula de serviço para o manômetro.

OBSERVAÇÃO

Caso haja pressostato instalado na válvula de serviço, feche-a e instale o manômetro.

2º passo - *Recolha o gás.*

- a Feche a válvula de serviço do tanque de líquido para a linha.
- b Abra a válvula de serviço de baixa para o manômetro (fig. 2).
- c Faça funcionar a unidade.
- d Controle a leitura no manômetro e ao atingir aproximadamente 1 lbs/pol² desligue a unidade.

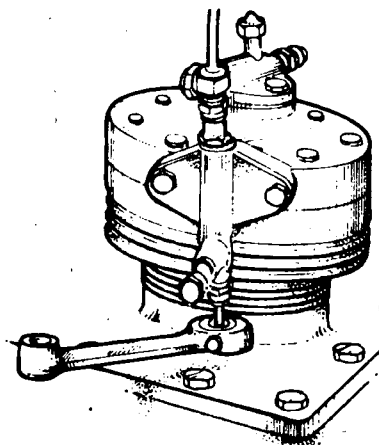


Fig. 2

OBSERVAÇÕES

- 1 Caso haja pressostato instalado trave os contatos elétricos.
- 2 Realizada a operação desejada, desfaça a manobra da válvula de serviço do tanque de líquido e retire o manômetro de baixa.

É reincorporar ao gabinete do refrigerador a unidade antes retirada para ser viço, na própria ou no isolamento térmico ou no gabinete. Essa reposição é executada para que o refrigerador volte a ser usado em condições normais de funcionamento.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Instale a unidade selada no gabinete.* (Veja Ref. F0.06/MR-1).

- a Coloque-a em posição correta para instalação.
- b Incline o gabinete lateralmente.
- c Passe a tubulação por baixo dos pés do gabinete.
- d Coloque a base da unidade no gabinete.
- e Coloque os parafusos e aperte-os (fig. 1).

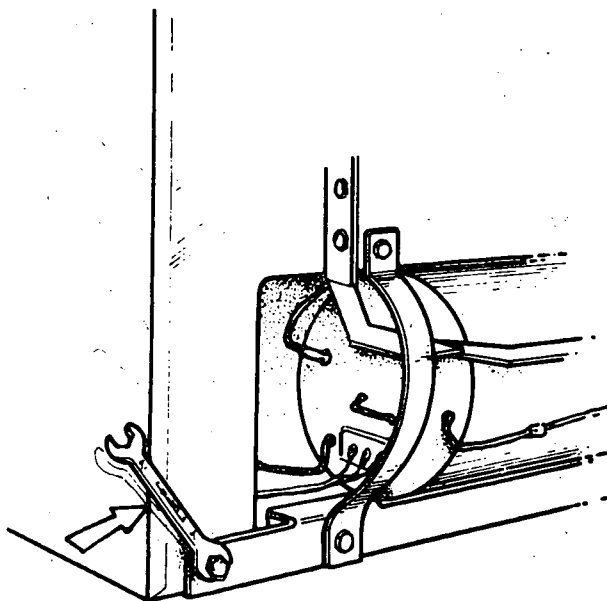


Fig. 1

OBSERVAÇÃO

Controle a tubulação para não amassar nem romper, parte do conjunto que permanece no cavalete.

- f Coloque os parafusos que fixam o condensador no gabinete e aperte-os.

2º passo - *Fixe o motocompressor na base do gabinete.*

3º passo - *Instale o evaporador.*

- a Posicione o evaporador.
- b Coloque e aperte os parafusos de fixação.
- c Prenda o bulbo do termostato (fig. 2).

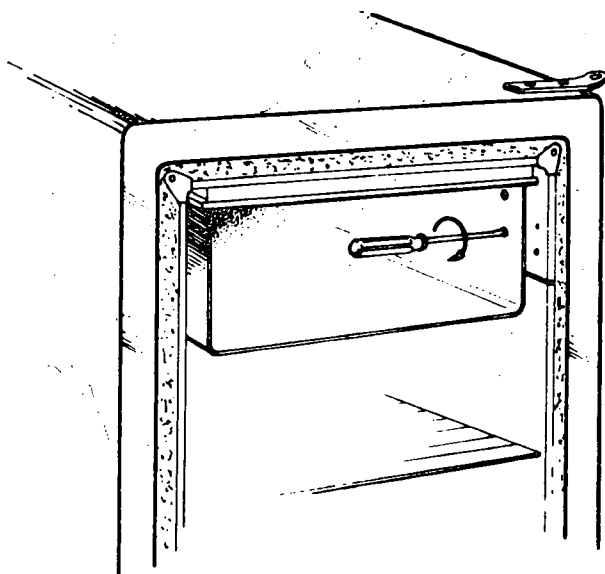


Fig. 2

4º passo - *Ref faça as ligações elétricas.*

- a Conecte os condutores nos bornes do motocompressor, seguindo o esquema (fig. 3).

OBSERVAÇÃO

Siga as instruções do fabricante.

- b Coloque a tampa de proteção dos terminais.

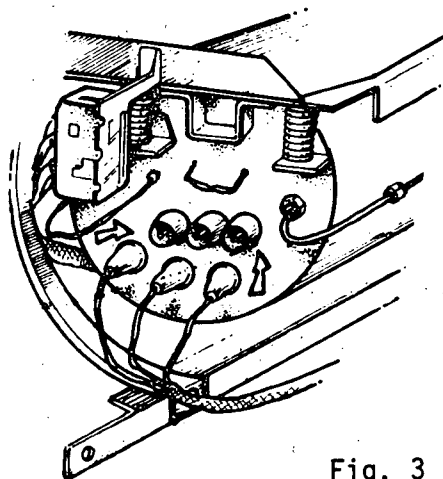


Fig. 3

5º passo - *Instale as mata-juntas e os arremates (Veja Ref. F0. 02/MR-1).*

6º passo - *Instale a porta do refrigerador e o painel inferior (Veja Ref. F0. 04/MR-1).*

Esta operação tem por finalidade dar condições para executar-se reparos na unidade selada.

Faz-se necessário todas as vezes em que procedemos substituições de componentes na unidade selada.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Prenda a unidade no suporte e a coloque sobre a mesa lateral (fig. 1).*

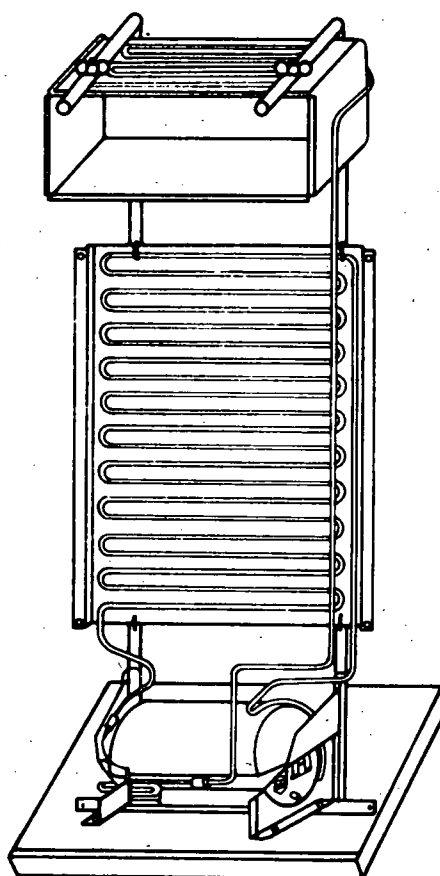


Fig. 1

2º passo - *Lixe e limpe o tubo de serviço do compressor.*

OBSERVAÇÃO

Para a limpeza use tricloretileno.



Esta operação tem por fim eliminar toda a existência de ar e umidade no sistema de refrigeração. Executa-se quando por ocasião de uma revisão geral ou na troca de componentes do sistema. É obrigatória para que haja funcionamento normal no sistema.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Instale o manômetro de baixa.*

2º passo - *Abra a válvula de serviço de baixa para o manômetro (figura 1).*

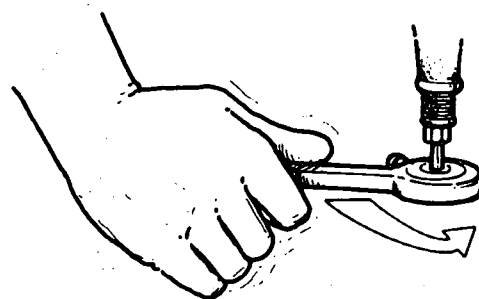


Fig. 1

3º passo - *Feche a válvula de serviço de alta para a linha.*

4º passo - *Retire o niple tampão da válvula de serviço de alta e coloque o niple cônico (fig. 2).*

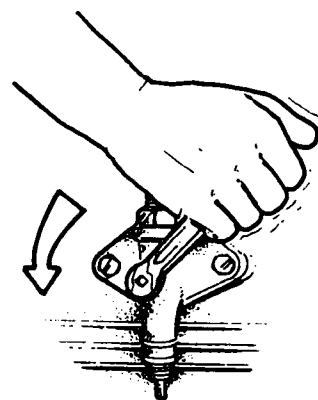


Fig. 2

5º passo - *Faça a evacuação do sistema.*

- a Faça funcionar a unidade, ligando a chave de contato.
- b Aqueça, com resistência elétrica, o evaporador e o condensador para facilitar a evaporação da unidade.
- c Controle a leitura de vácuo pelo manômetro, até que atinja a 28" de vácuo.

É a operação que consiste em diagnosticar as falhas no circuito elétrico do refrigerador.

Esses testes podem comprovar algumas falhas nos componentes, até mesmo no mo tocompressor, pois abrange todo o circuito elétrico. As irregularidades também se apresentam por fadiga.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Gire o botão do termostato para posição desligado (fig. 1).*

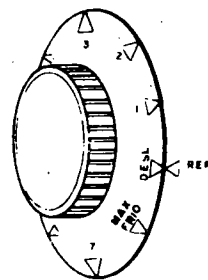


Fig. 1

2º passo - *Ligue o refrigerador ao analisador para verificar a tensão.*

- a Ligue o analisador à rede.
- b Verifique no voltímetro se a tensão está dentro dos limites máximo e mínimo.

OBSERVAÇÕES

- 1 O analisador deverá estar equipado com fusível protetor adequado.
- 2 Siga instruções do fabricante.

3º passo - *Gire o botão do termostato para posição máxima (frio).*

OBSERVAÇÕES

- 1 Verifique se a amperagem após o pico retorna ao valor indicado pelo fabricante.
- 2 Verifique se as resistências compensadora e do degelo estão aquecendo.

4º passo - *Desligue o refrigerador do analisador.*

- a Desligue o analisador da rede.

59 passo - *Retire o relê do refrigerador.*

- a Solte o parafuso de fixação.
- b Desconecte os terminais elétricos.

69 passo - *Instale o relê no refrigerador.*

- a Conecte os terminais elétricos.
- b Aperte o parafuso de fixação.

OBSERVAÇÕES

- 1 Alguns relês possuem, acoplado em seu corpo, o protetor térmico.
- 2 Identifique com o ohmeeter os bornes de marcha e partida do motor-compressor.

79 passo - *Retire o chicote de fios do refrigerador.*

- a Retire as mata-juntas.
- b Retire o espelho de acabamento da sucção.
- c Desconecte os terminais elétricos.

89 passo - *Retire a resistência compensadora.*

- a Retire a travessa intermediária do gabinete.
- b Retire o isolamento térmico da travessa (fig. 2).

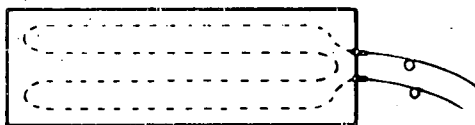


Fig. 2

99 passo - *Retire a resistência do degelo.*

- a Desconecte os terminais elétricos.
- b Retire os grampos de fixação.

109 passo - *Instale a resistência do degelo, repetindo os sub-passos a e b do 99 passo, inversamente.*

119 passo - *Instale a resistência compensadora, repetindo os sub-passos a e b do 89 passo, inversamente.*

129 passo - *Instale o chicote de fios no refrigerador, repetindo os sub-passos a, b e c do 79 passo, inversamente.*

Consiste em fazer a eliminação de vapores no interior do sistema de refrigeração, quando se corrigem vazamentos ou se realiza a troca de filtro, capilar, tubulações, evaporadores, condensadores e motocompressor. Esta operação é realizada a fim de proporcionar perfeitas condições de trabalho a unidade refrigeradora.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Instale a unidade na estufa (fig. 1).*

- a Conecte a tubulação da unidade refrigeradora na linha de alto vácuo.
- b Faça o teste de vazamento da linha com ar seco e espuma de sabão.
- c Abra a válvula de serviço.

OBSERVAÇÃO

Verifique se todas as tomadas estão ocupadas.

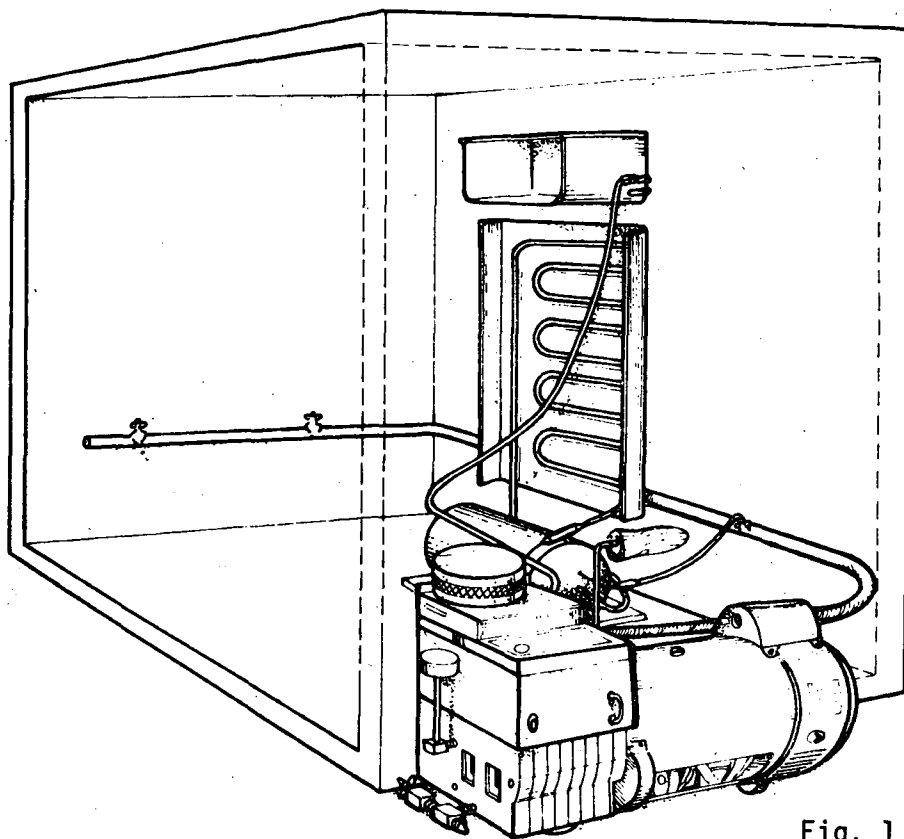


Fig. 1

2º passo - *Ligue a estufa e o circulador de ar, com a válvula do dreno aberta.*

OBSERVAÇÃO

Regule o pirômetro para a temperatura desejada.

3º passo - *Ligue a bomba de vácuo com lastro de gás aberto e feche a válvula do dreno.*

OBSERVAÇÃO

Para ligar a bomba de vácuo siga as instruções do fabricante.

4º passo - *Feche o lastro de gás da bomba de vácuo.*

5º passo - *Verifique o vácuo usando vacuômetro eletrônico (fig. 2).*

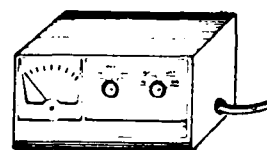


Fig. 2

OBSERVAÇÃO

Em alguns casos usa-se coluna de mercúrio.

6º passo - *Desligue as resistências de estufa, abra as portas, deixando ligados a bomba de vácuo e o circulador de ar.*

7º passo - *Feche a válvula de serviço e desligue a bomba de vácuo (fig. 3).*

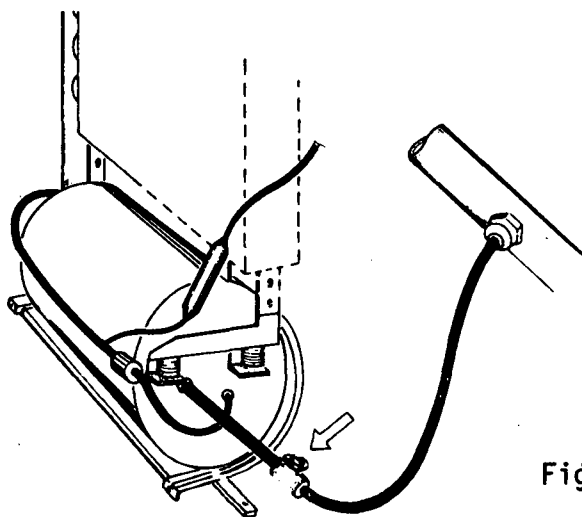


Fig. 3

OBSERVAÇÃO

Em alguns modelos de bomba de vácuo é necessário abrir o lastro de gás após desligar.

8º passo - *Desligue o circulador de ar, desconecte a unidade e retire-a da estufa.*

PRECAUÇÃO

USE LUVAS DE AMIANTO A FIM DE NÃO QUEIMAR AS MÃOS.

Esta operação é realizada em virtude de entupimentos, ou substituição da válvula de expansão e do visor de líquido. Para que o sistema não apresente de ficiência no seu funcionamento, é preciso periodicamente realizar esta operação.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Recolha o gás do sistema (Veja Ref. F0.06/MR-3).*

OBSERVAÇÕES

- 1 Não deixe a pressão atingir a zero (0) libras manométricas.
- 2 Certifique-se de que todas as válvulas estão vedando bem.

2º passo - *Desconecte as porcas que ligam o tubo ao filtro e o retire.*

OBSERVAÇÃO

Use duas chaves para desapertar a porca e contra-porca (fig. 1).

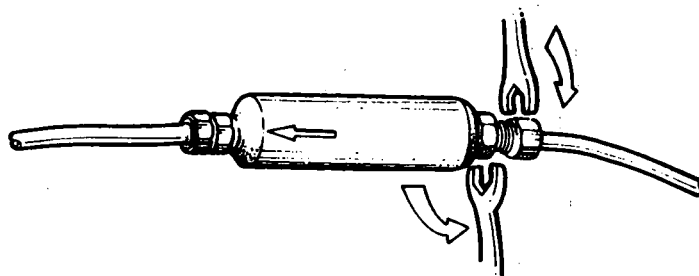


Fig. 1

3º passo - *Instale novo filtro, observando a indicação da seta que vem gravada no mesmo (fig. 2).*

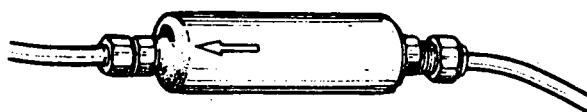


Fig. 2

OBSERVAÇÃO

Para a substituição do visor ou da válvula de expansão, a operação é análoga à substituição do filtro desidratante.

4º passo - *Evacue o sistema.*

5º passo - *Desfaça as manobras das válvulas de serviço.*

6º passo - *Ligue a unidade e faça o teste final.*

É a operação que se faz toda vez que o gabinete precisa de reparos, ou para a substituição do isolamento.

Faz-se necessária a retirada do isolamento térmico, para que várias tarefas sejam realizadas no gabinete. Remove-se o isolamento, também, quando o mesmo adquire umidade.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Remova a porta do refrigerador (veja Ref. F0.04/MR-1).*

OBSERVAÇÃO

Coloque-a sobre um suporte com feltro.

2º passo - *Retire as mata-juntas e os arremates, desencaixando-as com as mãos.*

OBSERVAÇÃO

Cuidado para não quebrá-las.

3º passo - *Remova a unidade selada (veja Ref. F0.06/MR-1).*

OBSERVAÇÃO

Controle a tubulação do sistema, para não o amassar.

4º passo - *Retire o gabinete interno.*

a Retire o termostato e todos os acessórios internos do gabinete, inclusive os parafusos.

b Tombe o gabinete para trás.

OBSERVAÇÃO

Evite que o gabinete caia no chão ou sofra impacto, para que não esteja a pintura esmaltada. Proteja-o forrando o local de apoio.

c Retire os parafusos de fixação do gabinete interno (fig. 1).

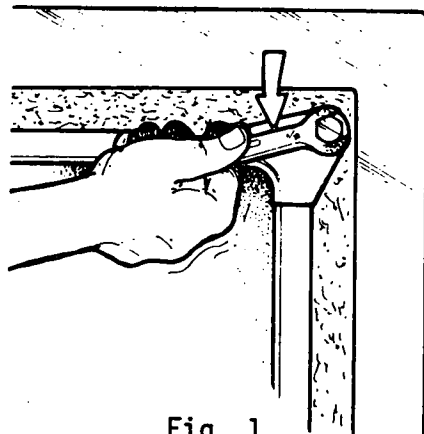


Fig. 1

d Desloque o gabinete interno até sua saída total (fig. 2).

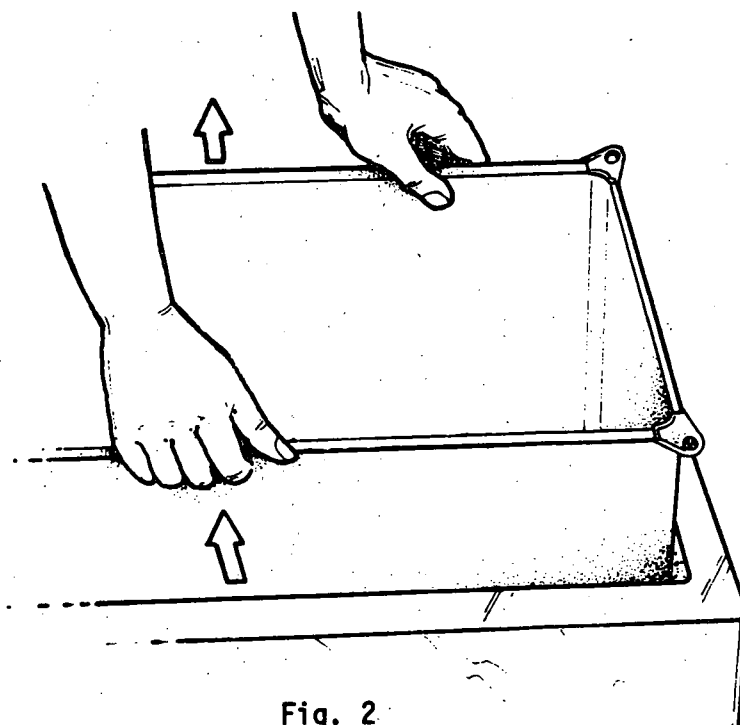


Fig. 2

5º passo - *Remova o isolamento térmico, removendo as placas ordenadamente.*

PRECAUÇÃO

USE LUVAS PROTETORAS E EVITE ENCOSTAR O ROSTO NA LÃ DE VIDRO (FIG. 3).

OBSERVAÇÃO

Arrume-as sem dobrá-las e em lugar seco.

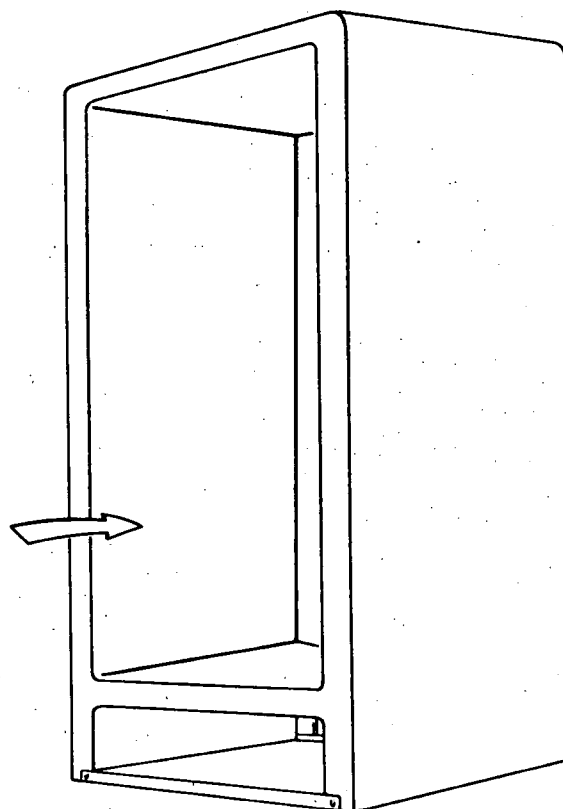


Fig. 3

É uma operação imprescindível, em virtude da sua grande importância no funcionamento da unidade refrigeradora. Faz-se necessária quando é realizada a troca de alguns componentes do sistema de refrigeração em unidade hermética.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - Conecte a extensão da estação de carga a válvula de serviço da unidade (fig. 1).

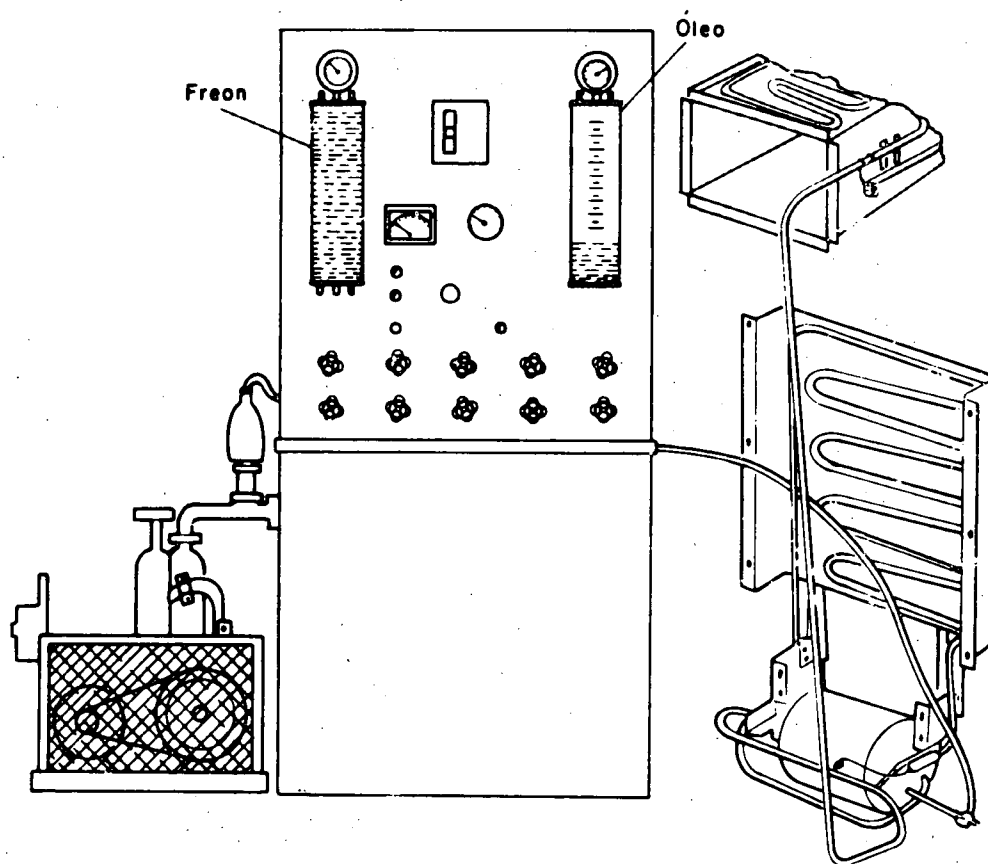


Fig. 1

2º passo - Ligue a bomba de vácuo, deixando o lastro de gás aberto.

3º passo - Feche o lastro de gás e verifique o vácuo, com o vacuômetro eletrônico.

4º passo - Abra a válvula de serviço da unidade.

5º passo - *Dê carga de óleo lubrificante.*

- a Encha o visor até a graduação recomendada.
- b Abra a válvula da estação de carga e injete na unidade o óleo contido no visor.

OBSERVAÇÃO

Se faltar pressão, abra o registro do gás.

- c Feche a válvula da estação de carga.

6º passo - *Dê carga de gás refrigerante.*

- a Encha o visor da estação de carga com gás refrigerante até a graduação recomendada.

OBSERVAÇÃO

Mantenha o cilindro de gás aquecido através de resistências elétricas.

- b Abra a válvula de refrigerante da estação de carga.
- c Injete o gás na unidade, até que a leitura no visor da estação esteja no zero.
- d Feche a válvula de serviço da unidade refrigeradora.
- e Feche a válvula da estação de carga.

7º passo - *Desconecte a unidade refrigeradora da estação de carga.*

8º passo - *Amasse o tubo de serviço, usando alicate de amassar tubo, corte e solde-o (fig. 2).*

OBSERVAÇÃO

Aguarde aproximadamente 20 minutos, antes de por a unidade em funcionamento.

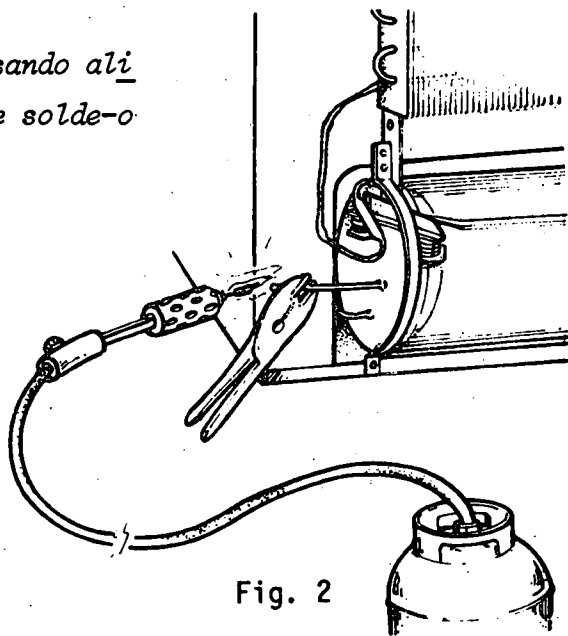


Fig. 2

É aplicar gás ao sistema de refrigeração, sendo esta operação, imprescindível para o seu funcionamento. É executada quando o sistema sofre reparos por motivos de vazamentos e contaminação por umidade.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Instale o cilindro com refrigerante na válvula de serviço de baixa (conforme figura).*

- a Retire o niple tampão.
- b Instale o niple cônico.
- c Instale a mangueira, o registro e o cilindro de refrigerante.

2º passo - *Faça a evacuação.*

OBSERVAÇÃO

Utilize o próprio compressor ou uma bomba de vácuo, observando instruções do fabricante da unidade.

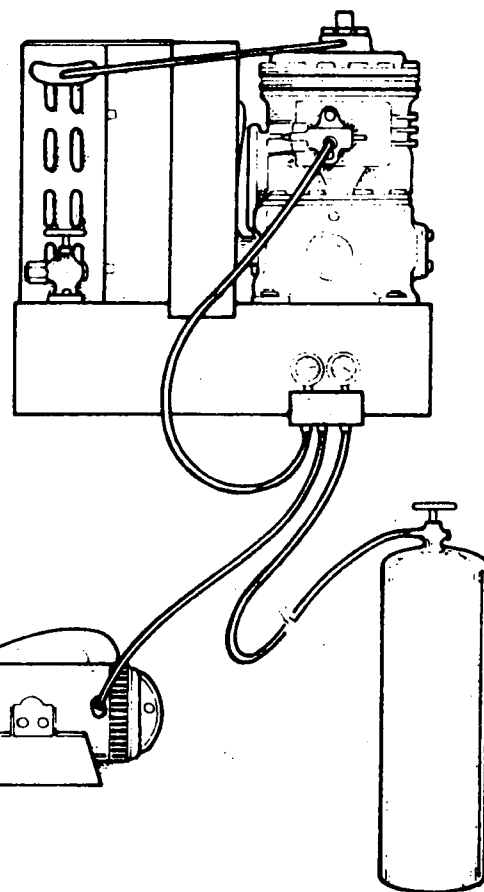
3º passo - *Instale o manômetro na válvula de alta.*

4º passo - *Dê carga de gás refrigerante.*

- a Feche o registro para a bomba de vácuo.
- b Abra o registro do tubo de gás.

OBSERVAÇÕES

- 1 Quando a pressão do sistema se tornar positiva a mais ou menos 10 libras, aguarde uns minutos, faça funcionar o compressor e complete a carga lentamente.
- 2 As cargas podem ser controladas pela estação de carga ou por balanças.
- 3 Siga as instruções do fabricante.
- 4 Feita a carga, desfaça as manobras e verifique o funcionamento do sistema.



É a colocação de um material isolante entre os dois gabinetes a fim de evitar a troca do calor através das paredes do refrigerador. Faz-se necessário quando o gabinete sofre reparos ou se realizam consertos gerais.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Instale o isolamento térmico no gabinete.*

- a Verifique se as soldas do gabinete externo estão calafetadas.
- b Instale as placas, ordenadamente, no interior do gabinete.

PRECAUÇÃO

USE LUVAS PROTETORAS, PARA EVITAR FARPAS DE LÃ DE VIDRO.

2º passo - *Instale o gabinete interno.*

- a Posicione o gabinete (fig. 1).

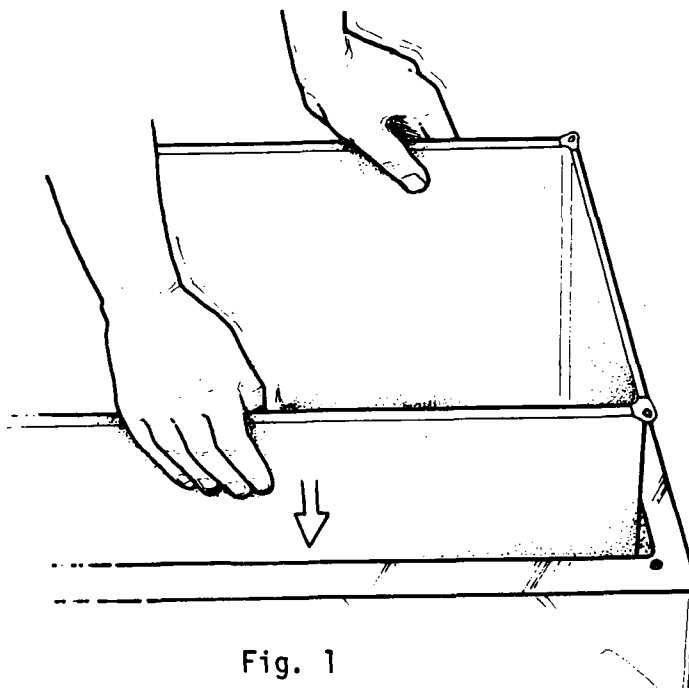


Fig. 1

OBSERVAÇÕES

- 1 O fio do soquete da lampada não deverá ficar em baixo do gabinete.
- 2 Faça com que o gabinete chegue até o final sem desarrumar o isolamento térmico.

b Coloque os parafusos de fixação do gabinete.

c Coloque o gabinete em pé.

3º passo - *Instale a unidade selada.*

4º passo - *Instale as mata-juntas, encaixando-as (fig. 2).*

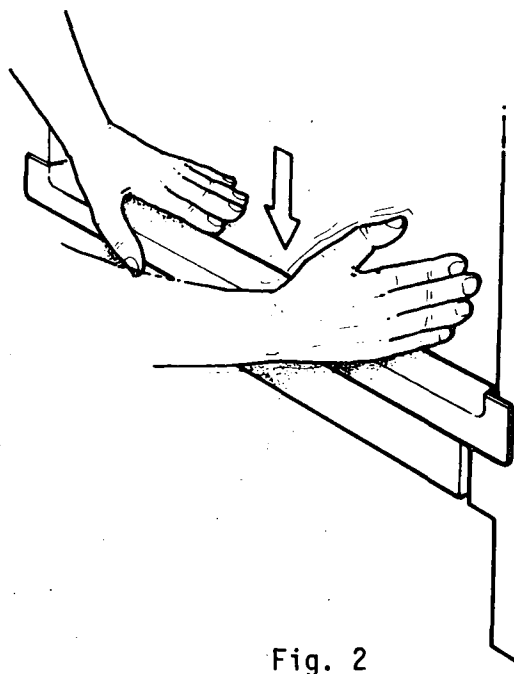


Fig. 2

5º passo - *Instale a porta do refrigerador.*

OBSERVAÇÃO

Siga as instruções do fabricante.

Se faz necessário quando a unidade encontra-se contaminada por umidade. A finalidade desta operação é dar ao sistema de refrigeração perfeitas condições de funcionamento.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Prenda a unidade selada no suporte.*

2º passo - *Descarregue o gás refrigerante e o óleo lubrificante.*

- a Faça um sulco em volta do tubo de serviço usando cortador.
- b Usando alicate, dobre parcialmente o tubo até o escoamento total do gás (fig. 1).

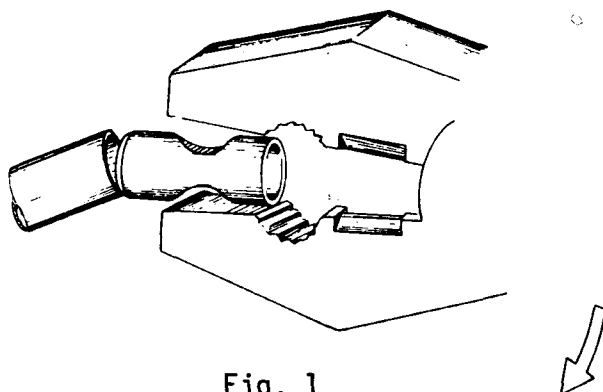


Fig. 1

- c Termine de seccionar o tubo e escoe o óleo do compressor inclinando-o.

OBSERVAÇÃO

Ao escoar o óleo instale uma mangueira no tubo de serviço e introduza-a em um ralo.

PRECAUÇÃO

NÃO ASPIRE O GÁS LIBERADO DO SISTEMA.

3º passo - *Retire o tubo de descarga do compressor desfazendo a solda.*

4º passo - *Instale e solde a válvula de serviço (Veja F0-07/MR-2).*

OBSERVAÇÃO

Ao soldar a válvula de serviço deixe-a aberta a fim de não criar pressões internas.

5º passo - *Substitua o filtro secador condensado, por outro em perfeitas condições de uso (fig. 2).*

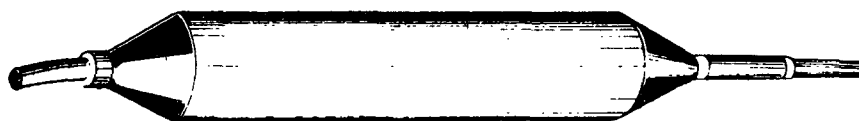


Fig. 2

OBSERVAÇÕES

- 1 Não assopre o filtro secador.
- 2 Ao proceder a soldagem do filtro, instale a mangueira de ar seco no registro e deixe-o escoar pela tubulação.
- 3 Ao soldar o tubo de descarga do compressor, solte ligeiramente a mangueira do ar seco.

6º passo - *Carregue a unidade com 150 lbs/pols de ar seco e feche a válvula de serviço.*

7º passo - *Faça o teste de vazamento, verificando visualmente se há formação de bolhas.*

8º passo - *Faça a evacuação e desidratação (Veja Ref. F0. 08/MR-2).*

9º passo - *Dê carga de óleo lubrificante e gás refrigerante (Veja Referência F0. 08/MR-2).*

10º passo - *Faça o teste final (Veja Ref. F0. 05/MR-2).*

11º passo - *Remova a válvula de serviço (Veja Ref. F0. 07/MR-2).*

É dar condições de perfeito funcionamento ao dispositivo de segurança do sistema de baixa e controle da temperatura. Todas as vezes que forem instalados novos pressostatos, faz-se necessária a regulagem do pressostato. É indispensável esta operação, por ser o pressostato um dispositivo de controle de temperatura e de segurança.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

- 1º passo - *Instale manômetro de baixa.*
- 2º passo - *Instale o termômetro no evaporador.*
- 3º passo - *Proceda à regulagem do pressostato.*

- a Gire o parafuso do diferencial de pressão para a posição máxima.
- b Ligue a unidade.
- c Gire o parafuso de partida até o ponto desejado (fig.1).

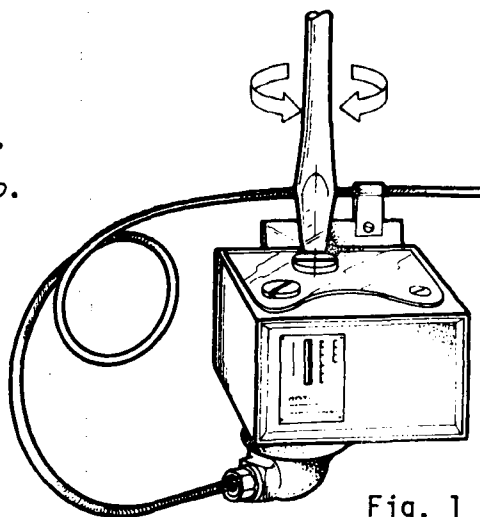


Fig. 1

OBSERVAÇÃO

Veja indicação do fabricante.

- d Registre a leitura do manômetro.
- e Gire o parafuso de regulagem do diferencial de pressão (fig. 2).

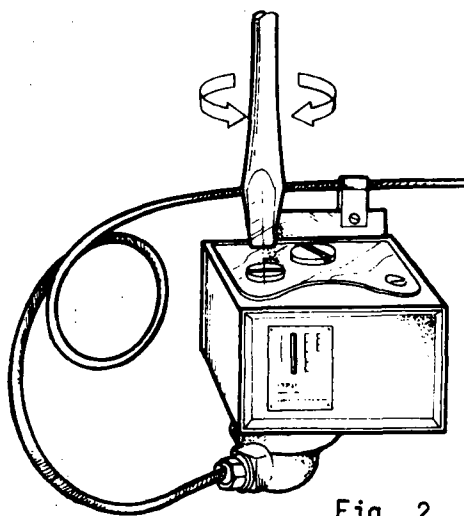


Fig. 2

OBSERVAÇÃO

Veja indicações do fabricante.

- f Confira as leituras, no manômetro, de parada e partida.

OBSERVAÇÕES

- 1 Veja se coincide com o diferencial de temperatura indicado pelo fabricante.
- 2 As leituras do visor do pressostato permitem erros de mais ou menos 3%.
- 3 Siga as instruções do fabricante.

Consiste em nivelar o refrigerador a fim de que o seu funcionamento seja normal. Esta operação se faz necessária no local de trabalho do refrigerador.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Nivele o refrigerador.*

a Usando nível (fig. 1) ou prumo (fig. 2).

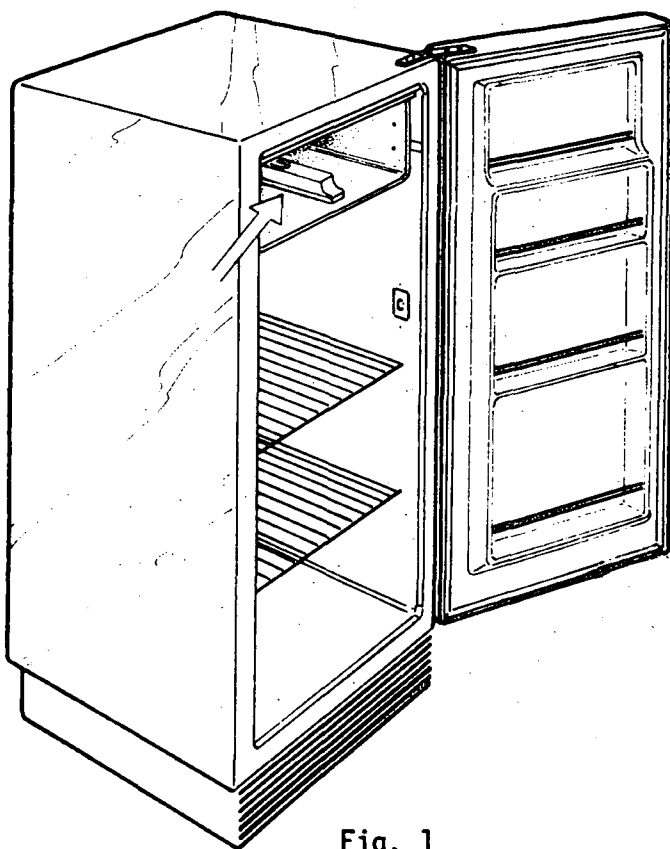


Fig. 1

OBSERVAÇÕES

- 1 Coloque o nível no interior do evaporador em cruz.
- 2 Tome como referência a parte frontal e a parte lateral.

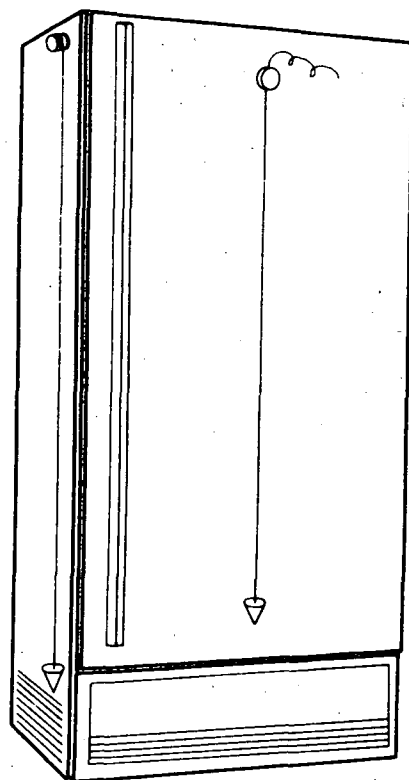


Fig. 2

- b Gire os parafusos ajustáveis até atingir o perfeito nivelamento (veja Ref. F0. 01/MR-1).

39 passo - Coloque o refrigerador em funcionamento.

OBSERVAÇÕES

- 1 Para os refrigeradores com resistência elétrica examine a tensão da rede.
- 2 Para os refrigeradores que usam combustíveis (figs. 3 e 4), veja instruções do fabricante.

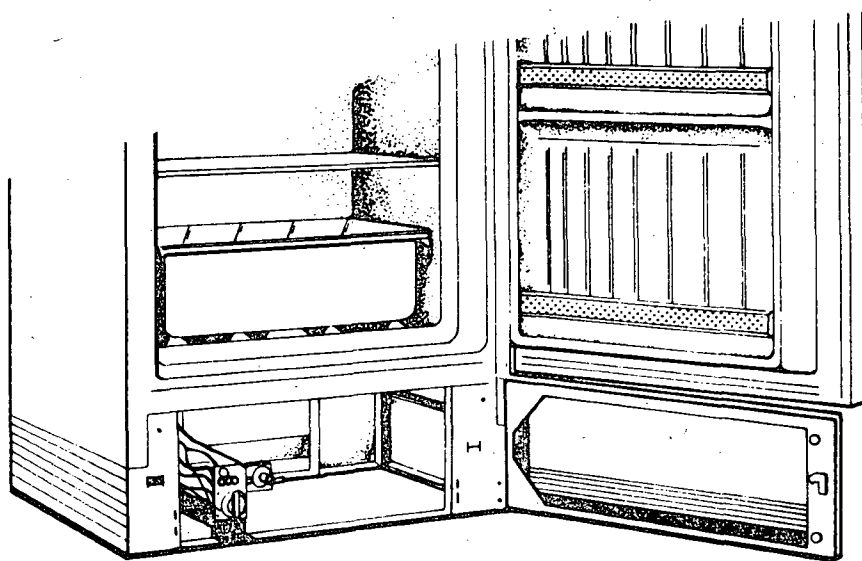


Fig. 3

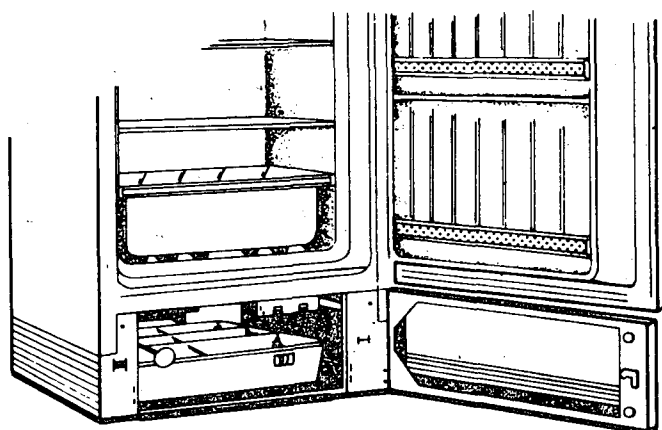


Fig. 4

Torna-se obrigatória nos casos de defeitos internos da unidade, de engripamentos, ou de queima do motor elétrico. Esses defeitos aparecem pelo longo tempo de uso ou por queda de tensão elétrica.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Retire do gabinete a unidade selada.*

2º passo - *Descarregue o refrigerante do sistema (Veja Ref. F0.07/MR-2).*

OBSERVAÇÃO

Todas as vezes que a tubulação for aberta, terá que ser feita a substituição do filtro.

3º passo - *Retire o motocompressor.*

a Desfaça as soldas dos tubos com maçarico.

PRECAUÇÃO

CUIDADO COM OS RESPINGOS DE ÓLEO, AO ENCOSTAR A CHAMA DE MAÇARICO NOS TUBOS.

b Retire os parafusos de fixação da unidade compressora (fig. 1).

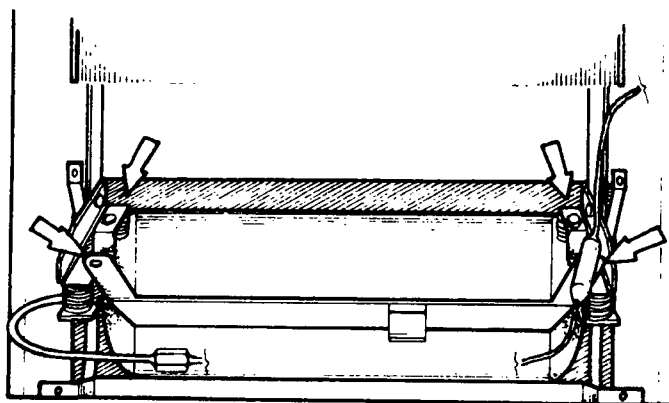


Fig. 1

c Remova a unidade da base.

4º passo - *Instale o motorcompressor em seu suporte.*

- a Monte e aperte os parafusos de fixação do mesmo.
- b Alargue o tubo, usando alargador de tubo.
- c Solde os tubos, usando maçarico.
- d Solde os tubos para válvula de serviço (fig. 2).

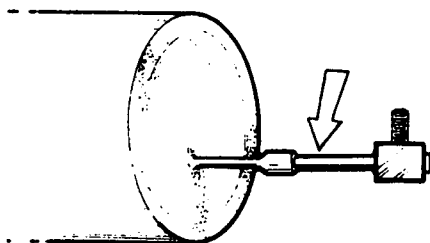


Fig. 2

5º passo - *Faça a desidratação e evacuação do sistema.*

6º passo - *Carregue a unidade com óleo lubrificante e gás refrigerante.*

OBSERVAÇÃO

Aguarde mais ou menos 20 minutos após a carga de refrigerante, antes de por a unidade a funcionar, para a estabilização de pressão no sistema.

7º passo - *Instale a unidade selada no gabinete.*

OBSERVAÇÃO

Siga as instruções do fabricante.

A finalidade desta operação é armar todo o gabinete da câmara, inclusive a unidade refrigeradora. Faz-se necessária quando da montagem inicial, ou mesmo, quando a transferimos de um local para outro.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Prepare o local.*

a Determine e nivele o piso do local da instalação.

2º passo - *Faça a montagem da câmara.*

a Ordene a sequência.

OBSERVAÇÕES

1 Prepare todos os componentes de montagem.

2 Siga instruções do fabricante.

3º passo - *Faça a montagem da unidade refrigeradora.*

a Posicione a base corretamente.

b Conecte e aperte as tubulações.

c Conecte os terminais elétricos.

OBSERVAÇÃO

Obedeça o diagrama elétrico.

4º passo - *Evacue o sistema.*

a Verifique o nível de óleo.

b Bloqueie o pressostato.

c Acione o motor elétrico.

5º passo - *Carregue com gás refrigerante.*

OBSERVAÇÃO

Verifique o visor de líquido.

6º passo - *Confira as temperaturas com as de projeto.*



Consiste no nivelamento perfeito do gabinete, na instalação da rede hidráulica e na regulagem do fabricante de gelo. Instala-se refrigerador com fabricante de gelo quando houver um consumo maior de gelo.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Instale o filtro (fig. 1).*

OBSERVAÇÕES

1 Nos casos em que não houver circuito hidráulico já preparado, oriente a sua construção.

2 Recomenda-se a ligação em caixa de água por gravidade da própria residência visto que a rede direta (externa, da rua) fica sujeita a variações de pressão ou interrupções temporárias.

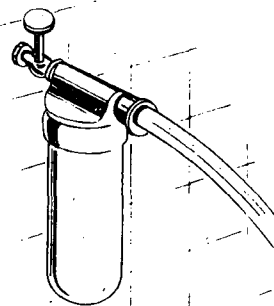


Fig. 1

2º passo - *Coloque o aparelho próximo ao local em que irá funcionar, ligue a mangueira no filtro e o nivele (fig. 2).*

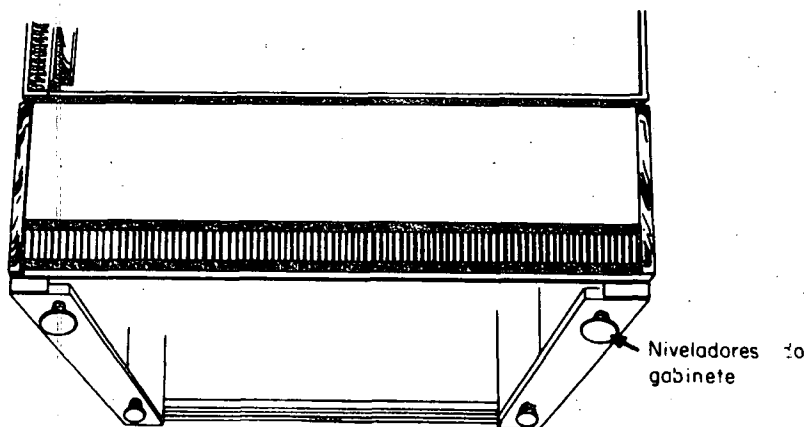


Fig. 2

OBSERVAÇÃO

Os modelos "DUPLEX" deverão ser rigorosamente nivelados, pois em caso contrário será danificado o produto pela água do degelo que alcançará a fibra de vidro encharcando o fundo do gabinete.

39 passo - *Regule o nível de água.*

a Remova a braçadeira que fixa o tubo de entrada d'água ao interior do refrigerador.

b Retire a válvula do tubo acima mencionado (fig. 3).

c Verifique toda a instalação elétrica e hidráulica.

d Ligue o refrigerador à tomada elétrica e acione o termostato para ligar o sistema.

e Acione o dispositivo fabricante de gelo com uma chave de fenda no sentido anti-horário (fig. 4).

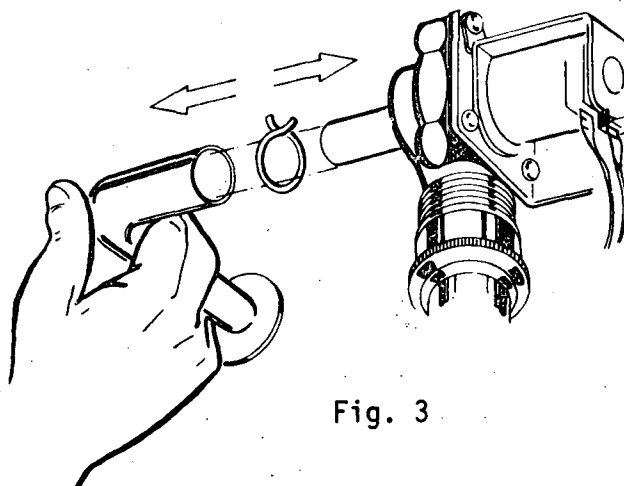


Fig. 3

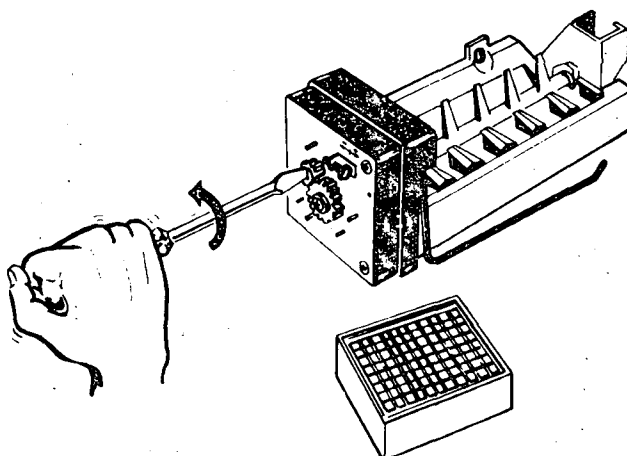


Fig. 4

OBSERVAÇÃO

As pás devem girar aproximadamente 20° até que o motor comece a girá-las.

PRECAUÇÃO

CUIDADO COM O MOVIMENTO AUTOMÁTICO DESTAS PÁS QUE POSSUEM FORÇA SUFICIENTE PARA CAUSAR FERIMENTOS.

f Aguarde o funcionamento da válvula de água, e coloque um recipiente na saída da válvula para recolher a água (fig. 5).

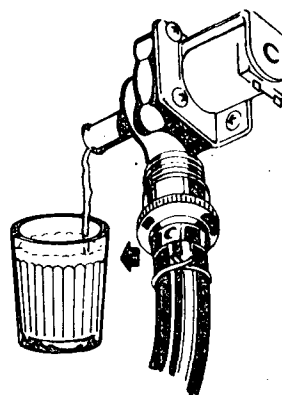


Fig. 5

- g Verifique o volume de água fornecido, através de uma proveta graduada (fig. 6).

OBSERVAÇÕES

- 1 Na falta de proveta graduada use um vidro de mamadeira (fig. 7).
- 2 O volume especificado para o correto funcionamento é de 140 a 150 cm³.
- 3 Caso o volume não esteja dentro da especificação regule o volume d'água, girando o parafuso junto à mangueira (fig. 8).
- 4 Repita o ciclo tantas vezes quanto necessário, até obter o especificado pelo fabricante.

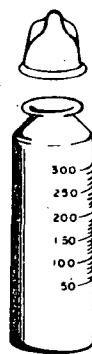


Fig. 6

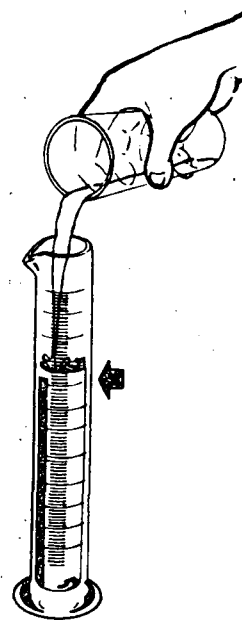


Fig. 7

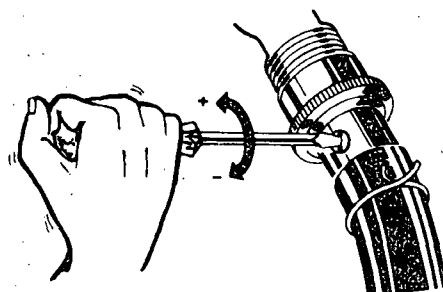


Fig. 8

- h Recoloque a válvula, o tubo e a braçadeira anteriormente retirados (fig. 9).

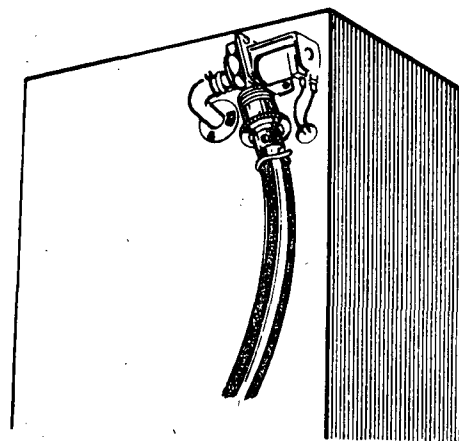


Fig. 9

4º passo - *Instale e nivele o refrigerador no local em que irá funcionar denitivamente.*

5º passo - *Coloque o refrigerador em funcionamento.*

- a Coloque o termostato no ponto 5.
- b Repita o subpasso e do 3º passo, e certifique-se que a água entrou corretamente dentro da forma, sem extravazar pelas paredes ou pela entrada, ou de que outra anomalia não tenha surgido, após a regulagem.
- c Coloque a bandeja aparadora de gelo em sua posição, encaixando-a no suporte existente na parede lateral esquerda do congelador.
- d Feche a porta do evaporador.

PRECAUÇÃO

AO APLICAR A CHAMA DO MAÇARICO
NA TUBULAÇÃO, PROTEJA-SE DOS RES-
PINGOS DE ÓLEO QUENTE.

b Retire do cavalete-suporte o
condensador.

A operação tem por fim remover e instalar da unidade refrigeradora a unidade condensadora. Torna-se obrigatória nos casos de amassamentos ou de corrosão da mesma.

Esses casos acontecem quando há acidente no refrigerador, ou por longo tempo de uso incorreto.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Prenda a unidade no suporte.*

2º passo - *Descarregue o refrigerante do sistema.*

a Faça um corte no tubo de serviço do compressor.

OBSERVAÇÃO

Em todos os reparos na unidade em que haja necessidade de se cor-
tarem os tubos, o filtro secador deve ser substituído.

3º passo - *Retire o condensador (fig. 1).*

a Desfaça as soldas da alta e
do filtro de linha, com o ma-
çarico.

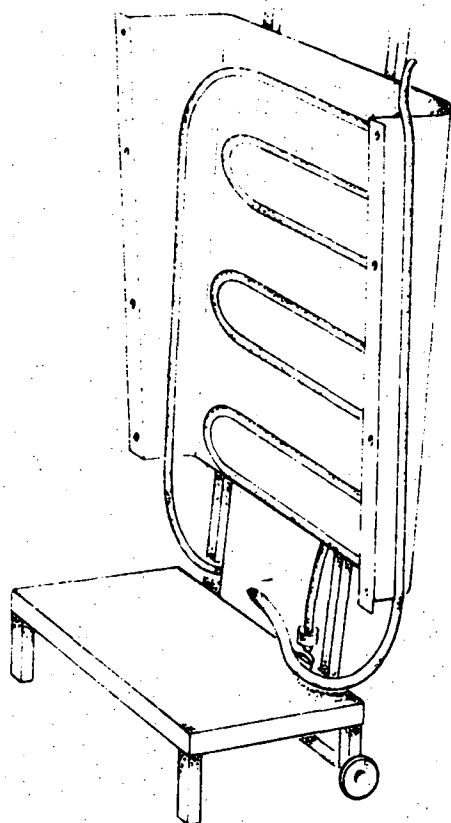


Fig. 1

4º passo - *Instale novo condensador na unidade.*

 a Prepare os tubos que serão soldados.

 b Monte o condensador no cavalete.

 c Solde os tubos.

5º passo - *Faça os testes de vedação usando bomba de vácuo ou pressão positiva.*

6º passo - *Faça a carga de refrigerante.*

OBSERVAÇÃO

Siga as instruções do fabricante.

7º passo - *Faça funcionar a unidade refrigeradora.*

Esta operação tem por finalidade permitir alguns reparos internos no aparelho. Realiza-se por ocasião da substituição de peças ou ajustes internos.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

CASO I - RETIRAR

1º passo - *Retire a grade de aparência.*

OBSERVAÇÃO

Em alguns casos retire a grade trazeira.

2º passo - *Retire o aparelho do gabinete, deslocando-o (fig. 1).*

OBSERVAÇÃO

Em alguns casos retira-se o gabinete do aparelho. Para isto, deve-se observar as especificações do fabricante.

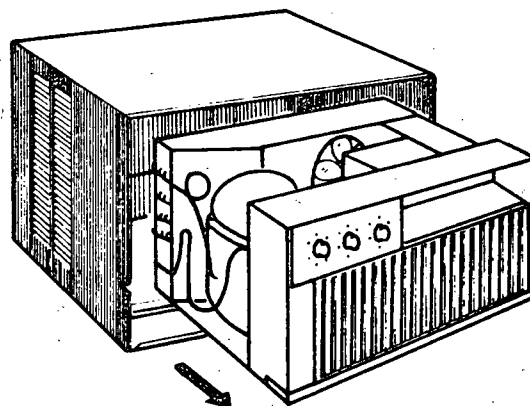


Fig. 1

3º passo - *Retire os defletores (fig. 2).*

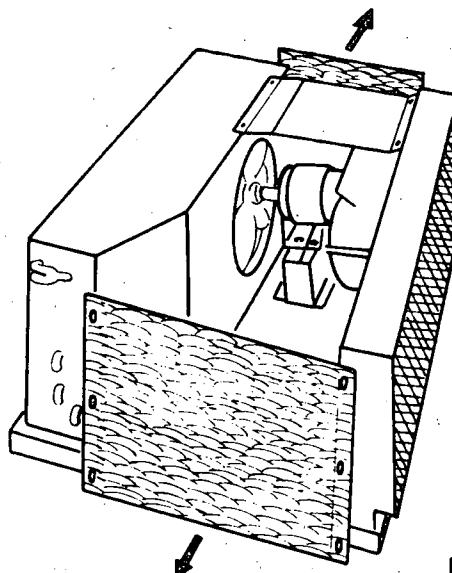


Fig. 2

- a Retire os plugs de fixação.
- b Verifique os isolamentos térmicos.

CASO II - INSTALAR

4º passo - *Instale e ajuste os defletores, apontando-os no lugar e pressionando os plugs.*

5º passo - *Instale o aparelho no gabinete.*

a Cole as novas gaxetas.

OBSERVAÇÃO

Ao colocar a unidade tome cuidado para não danificar as gaxetas.

b Coloque e aperte os parafusos do gabinete.

OBSERVAÇÃO

Em alguns casos instala-se a grade trazeira.

6º passo - *Instale a grade de aparência (fig. 3).*

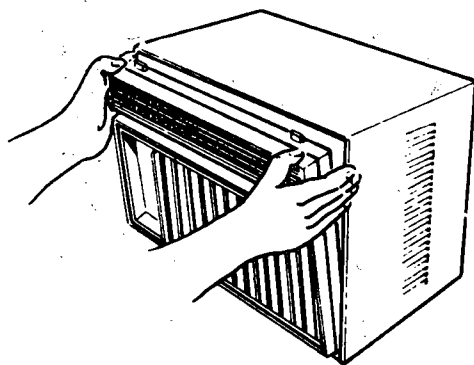


Fig. 3

OBSERVAÇÃO

Em modelos diferentes siga a instrução do fabricante.

É realizada para dar condições de bom funcionamento à unidade refrigeradora, quando por longo tempo de uso o evaporador apresentar defeitos.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Prenda a unidade no suporte.*

2º passo - *Descarregue o refrigerante do sistema, fazendo um corte no tubo de serviço.*

OBSERVAÇÃO

Todas as vezes que houver reparos na unidade refrigeradora e a tubulação for aberta, o filtro e o capilar deverão ser substituídos.

3º passo - *Retire o evaporador.*

a Desfaça as soldas da linha de sucção e do capilar, com maçarico (fig. 1).

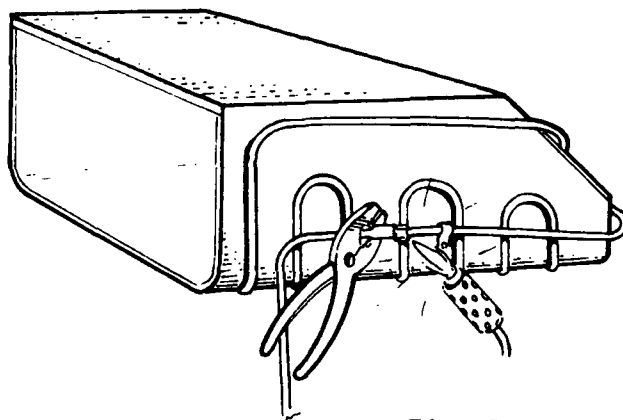


Fig. 1

PRECAUÇÃO

AO APLICAR A CHAMA DO MAÇARICO NO TUBO, PROTEJA-SE DE MANEIRA QUE NÃO RECEBA RESPINGOS DE ÓLEO QUENTE.

b Retire do suporte o evaporador.

4º passo - *Monte o novo evaporador na unidade selada.*

___a Prepare os tubos para soldar.

___b Apóie o evaporador no cavalete.

___c Solde os tubos.

5º passo - *Faça os testes de vedação.*

___a Use bomba de vácuo ou pressão positiva.

6º passo - *Dê carga de refrigerante.*

OBSERVAÇÃO

Siga as instruções do fabricante.

7º passo - *Faça o teste final na unidade selada.*

Consiste em dar condições de bom funcionamento ao aparelho. Faz-se necessário quando o aparelho apresenta trepidações e ruídos.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Retire a grade de aparência, desencasando-a do gabinete (fig. 1).*

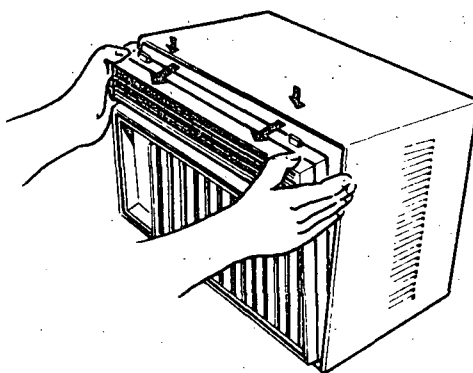


Fig. 1

OBSERVAÇÃO

Em alguns modelos a grade de aparência é presa por parafusos. Quando isto ocorrer siga as instruções do fabricante.

2º passo - *Retire o difusor, soltando os parafusos de fixação (fig. 2).*

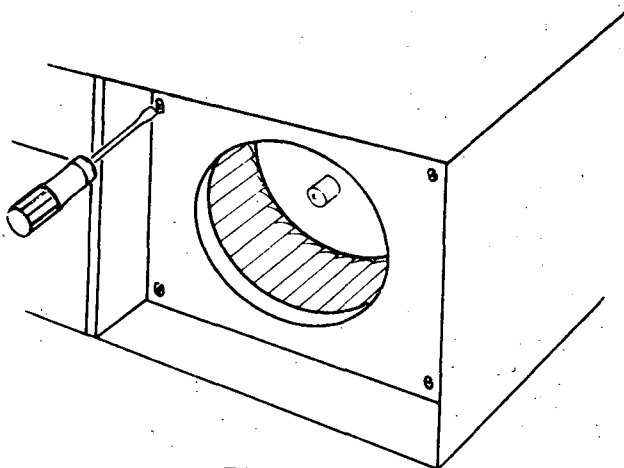


Fig. 2

3º passo - *Retire a hélice.*

a Limpe a extremidade do eixo do motor elétrico.

b Solte o parafuso de fixação.

c Retire a hélice usando extrator próprio (fig. 3).

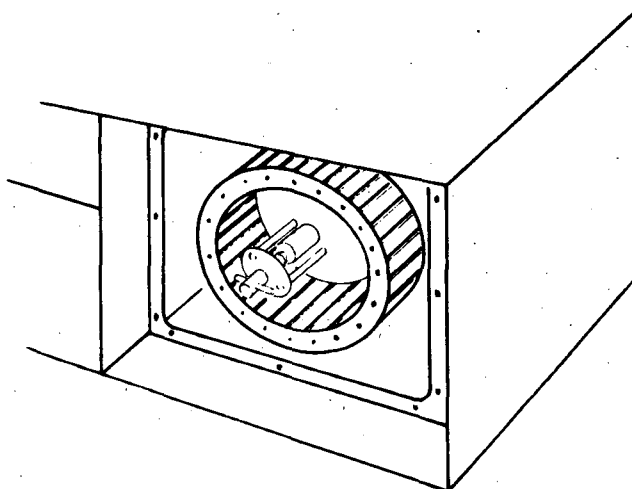


Fig. 3

OBSERVAÇÃO

Em alguns modelos a fixação é feita por cubos de borracha (fig. 4). Nesse caso, para retirar a hélice, injete álcool entre o cubo de borracha e a ponta do eixo. Nunca aplique graxa ou óleo.



Fig. 4

4º passo - *Instale a hélice.*

- a Coloque a hélice no eixo do motoventilador.
- b Aperte o parafuso de fixação.

5º passo - *Instale o difusor.*

- a Aponte os parafusos de fixação.
- b Centralize o difusor em relação à hélice.
- c Dê aperto final nos parafusos de fixação.

6º passo - *Instale a grade de aparência.*

Consiste em retirar da unidade selada o trocador de calor defeituoso e instalar o novo. Esta operação realiza-se quando ocorre entupimento ou umidade no sistema.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Prenda a unidade no suporte.*

2º passo - *Descarregue o refrigerante (Veja Ref. F0.07/MR-2).*

3º passo - *Retire o trocador de calor.*

a Desfaça a solda no evaporador.

b Desfaça a solda no compressor e no filtro.

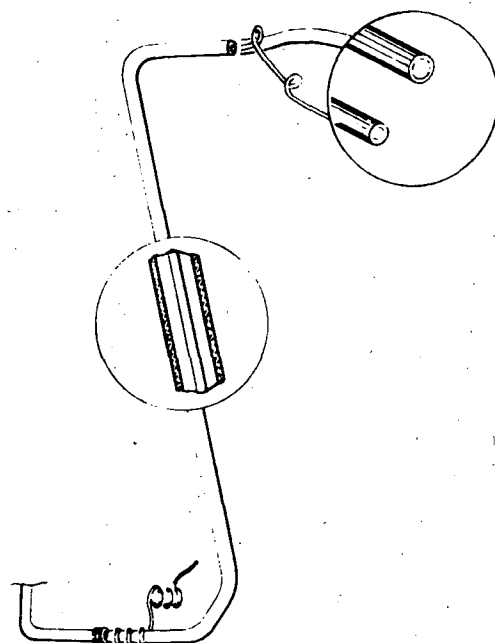
4º passo - *Instale novo trocador de calor já com filtro de linha (conforme figura).*

5º passo - *Faça o teste de vazamento na unidade.*

6º passo - *Evacue e desidrate a unidade.*

7º passo - *Dê carga de óleo lubrificante e gás refrigerante (Veja Referência F0.08/MR-2).*

8º passo - *Faça o teste final na unidade.*



OBSERVAÇÃO

Compare os resultados obtidos com os fornecidos pelo fabricante.

É a operação que consiste em sanar deficiências no sistema de ventilação. Se faz necessária quando o aparelho apresenta deficiência ou queima total do motoventilador.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Retire a grade de aparência* (veja Ref. F0. 14/MR-1).

2º passo - *Retire o difusor do ventilador do evaporador.*

3º passo - *Retire a hélice do ventilador.*

4º passo - *Retire a grade da parte trazeira, soltando os parafusos de fixação* (fig. 1).

OBSERVAÇÃO

Em alguns casos é necessário retirar o gabinete externo (fig. 2).

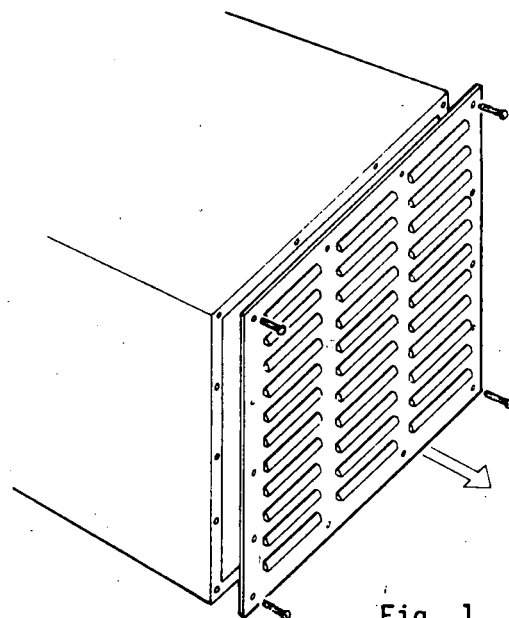


Fig. 1

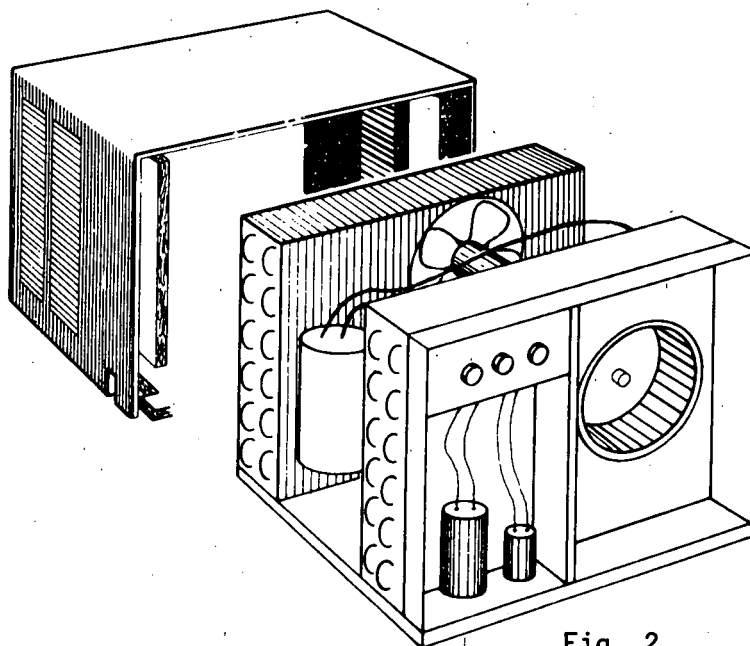


Fig. 2

5º passo - *Retire o difusor do lado do condensador, soltando os parafusos de fixação.*

6º passo - *Retire a hélice do lado do condensador, soltando o parafuso "Allen" do cubo da hélice (fig. 3).*

OBSERVAÇÃO

Use extrator próprio.

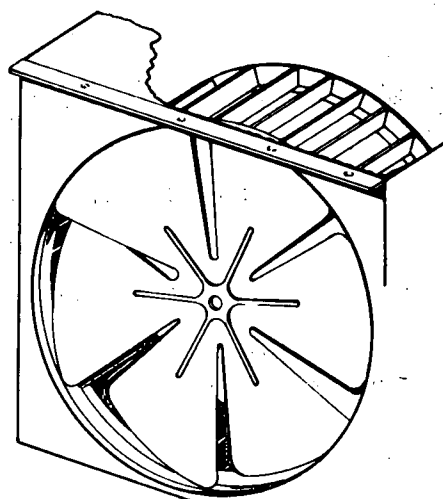


Fig. 3

7º passo - *Retire o motoventilador.*

a Desfaça as ligações elétricas.

b Solte os parafusos de fixação do suporte do motoventilador (figura 4).

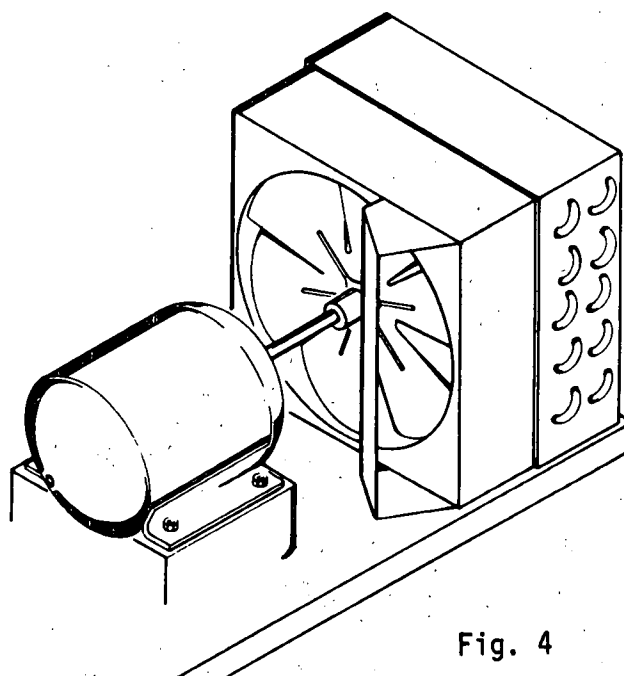


Fig. 4

c Retire pela parte de trás.

8º passo - *Retire o suporte do corrim do motoventilador, soltando as braçadeiras.*

É reunir todos os componentes antes retirados do aparelho para substituição ou conserto, dando novamente condições de uso normal.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Instale o suporte do coxim no motoventilador e aperte os parafusos (fig. 1).*

OBSERVAÇÕES

- 1 Faça a centralização do suporte no coxim.
- 2 Em modelos diferentes siga instruções do fabricante.

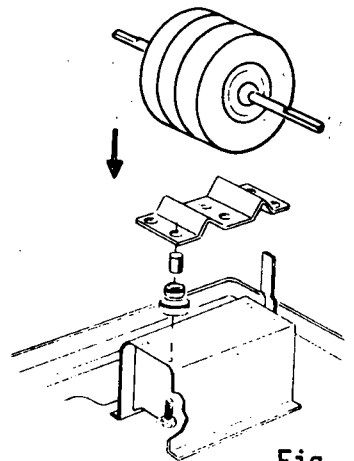


Fig. 1

2º passo - *Encaixe a hélice do condensador na ponta do eixo do motoventilador.*

3º passo - *Instale o motoventilador e faça as ligações elétricas no painel.*

4º passo - *Regule a distância entre a hélice e o condensador e aperte o parafuso "ALLEN" do cubo da hélice (fig. 2).*

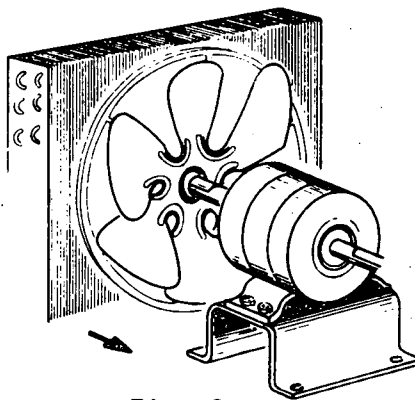


Fig. 2

5º passo - *Instale o difusor do lado do condensador.*

- a Aponte os parafusos e centralize o difusor.
- b Dê aperto final.

6º passo - *Instale a grade da parte trazeira.*

OBSERVAÇÃO

Verifique se as gaxetas estão bem acomodadas antes de fixar os pa
rafusos.

7º passo - *Instale a hélice do evaporador (fig. 3).*

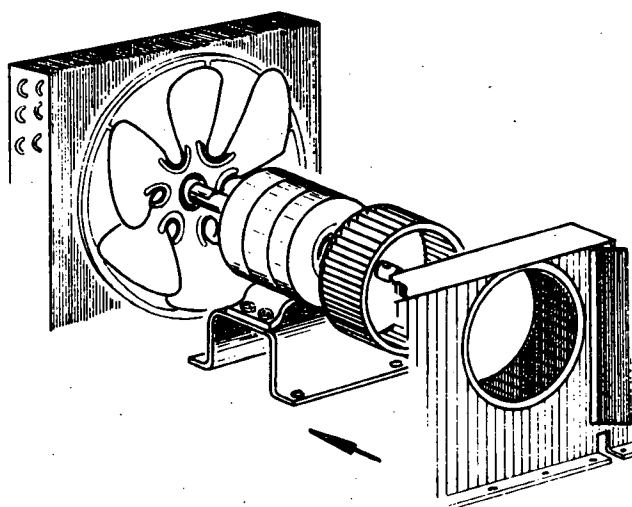


Fig. 3

8º passo - *Instale o difusor do lado do evaporador.*

9º passo - *Instale a grade de aparência.*

Esta operação possibilita corrigir os defeitos apresentados no sistema de aquecimento e no de proteção do motocompressor. Faz-se necessário quando não há aquecimento e o motocompressor apresenta funcionamento irregular.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Retire a grade de aparência.*

2º passo - *Retire o gabinete do aparelho (veja Ref. F0.13/MR-1).*

3º passo - *Retire os defletores laterais.*

4º passo - *Ajuste o evaporador.*

a Retire os parafusos de fixação.

b Desloque-o para frente (fig. 1).

OBSERVAÇÃO

Cuidado ao manusear o evaporador, a fim de não romper as tubulações.

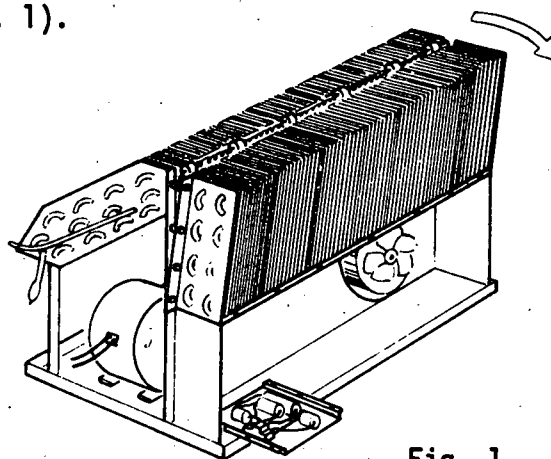


Fig. 1

5º passo - *Retire o aquecedor.*

a Desconecte os terminais no painel.

b Retire o aquecedor pela parte superior (fig. 2).

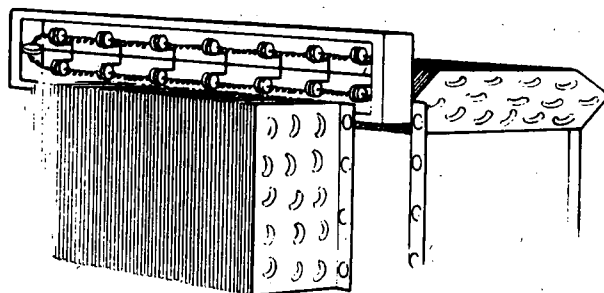


Fig. 2

6º passo - *Retire o protetor de sobrecarga (fig. 3).*

- a Solte a presilha da tampa.
- b Retire a tampa do protetor.
- c Retire a presilha que fixa o protetor.
- d Desconecte os terminais que ligam o protetor.

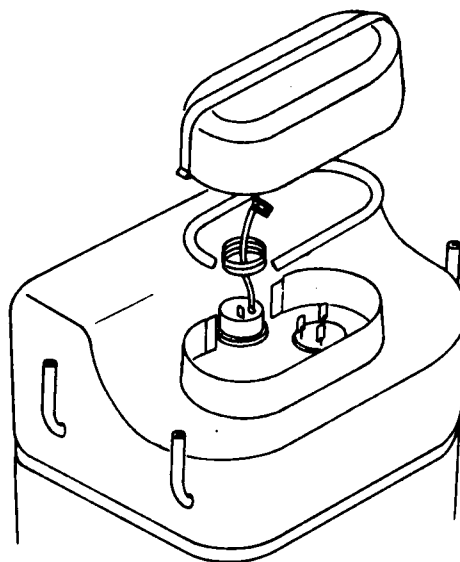


Fig. 3

7º passo - *Instale o protetor de sobrecarga (fig. 3).*

- a Conecte os terminais de ligação.
- b Encaixe o protetor e fixe-o com presilha.
- c Coloque a tampa de proteção.
- d Fixe a presilha.

8º passo - *Instale o aquecedor.*

- a Encaixe-o no suporte.
- b Conecte os terminais de ligação no painel elétrico.

9º passo - *Retorne o evaporador à posição inicial.*

- a Pressione o evaporador até encostar no suporte.
- b Coloque os parafusos de fixação.

10º passo - *Instale os defletores (veja Ref. F0. 13/MR-1).*

11º passo - *Instale a unidade no gabinete.*

12º passo - *Instale a grade de aparência.*

Consiste em retirar os componentes elétricos a fim de testá-los e substituir os defeituosos, dando ao aparelho boas condições de funcionamento. Isto ocorre quando eventualmente torna-se inoperante o relê, os capacitores, termostato ou chave seletora.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Retire a grade de aparência* (veja Ref. F0. 14/MR-1).

OBSERVAÇÃO

Em alguns aparelhos é necessário retirar o gabinete.

2º passo - *Retire os botões de controle* (fig. 1).

OBSERVAÇÕES

- 1 Os botões são encaixados sob pressão.
- 2 Em alguns aparelhos siga as instruções do fabricante.

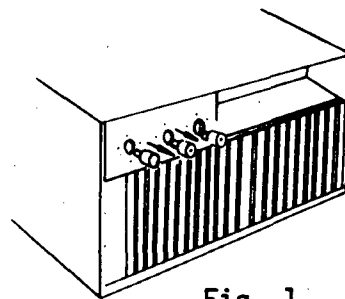


Fig. 1

3º passo - *Retire o painel elétrico.*

- a Solte os parafusos que o fixam.
- b Coloque-o deitado na frente do aparelho.

4º passo - *Retire os componentes elétricos, des-
conectando os terminais* (fig. 2).

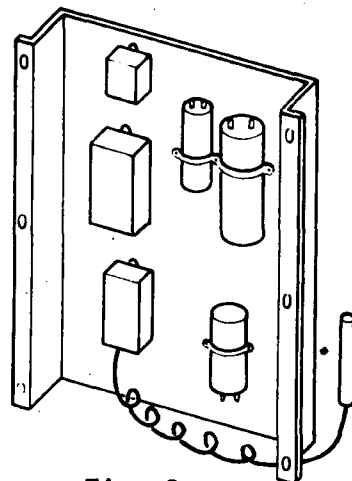


Fig. 2

CBO

OPERAÇÃO:

RETIRAR E INSTALAR COMPONENTES
DO PAINEL ELÉTRICO

Ref.F0. 18/MR-1

2/2

SENAI

5º passo - *Teste os componentes elétricos, desconectando os terminais e substitua os defeituosos.*

6º passo - *Instale os componentes elétricos, desconectando os terminais.*

OBSERVAÇÃO

Orientar-se através do diagrama elétrico do aparelho.

7º passo - *Instale o painel elétrico.*

OBSERVAÇÃO

Ao instalar o painel tome o cuidado em manter o relê na posição indicada. Siga as instruções do fabricante.

8º passo - *Instale os botões de controle.*

9º passo - *Instale a grade de aparência.*

O mecânico de refrigeração retira e instala a unidade selada no condicionador de ar, quando ocorrem defeitos ou reparos na base ou no próprio sistema.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Retire a grade de aparência (veja Ref. F0.14/MR-1).*

2º passo - *Retire a unidade do gabinete.*

OBSERVAÇÃO

Em alguns modelos retira-se o gabinete da unidade.

3º passo - *Retire os componentes internos.*

a Retire o motoventilador.

b Retire os demais componentes observando instruções do fabricante.

4º passo - *Retire as paredes divisórias, soltando os parafusos que as fixam na base.*

5º passo - *Retire a unidade da base (fig. 1).*

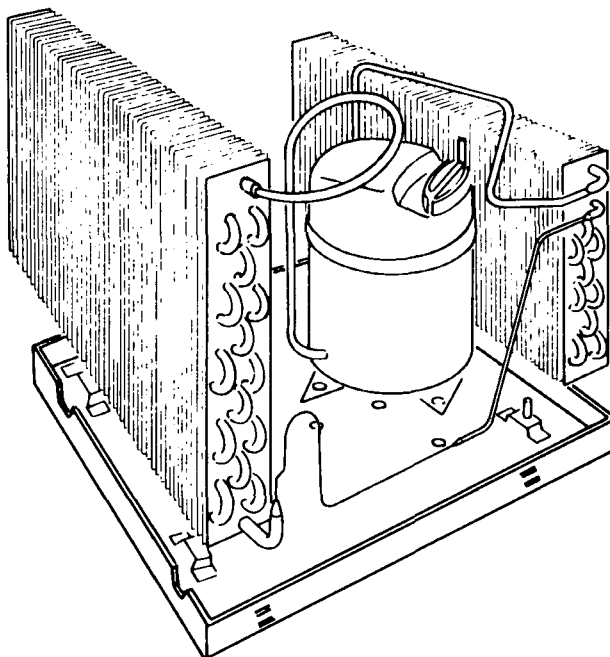


Fig. 1

a Retire os parafusos que fixam o evaporador e o condensador.

b Retire as porcas que fixam o motocompressor.

OBSERVAÇÃO

Solicite auxílio a um colega a fim de evitar danos.

6º passo - *Instale a unidade na base.*

a Fixe o motocompressor.

b Fixe o evaporador.

7º passo - *Instale as paredes divisórias, fixando-as na base.*

8º passo - *Instale os componentes internos do aparelho.*

9º passo - *Instale a unidade no gabinete.*

10º passo - *Instale a grade de aparência (veja Ref. F0. 14/MR-1).*

OBSERVAÇÃO

Em alguns modelos siga as instruções do fabricante.

O refrigerador nas residências ou escritórios é um aparelho da maior importância, pois permite o armazenamento e a conservação dos alimentos sólidos e líquidos por um período prolongado, além de produzir gelo para uso doméstico e resfriar bebidas.

Classificamos os refrigeradores em dois tipos:

Comuns

Especiais

Comuns

São refrigeradores de uma só porta e um único compartimento (fig. 1).

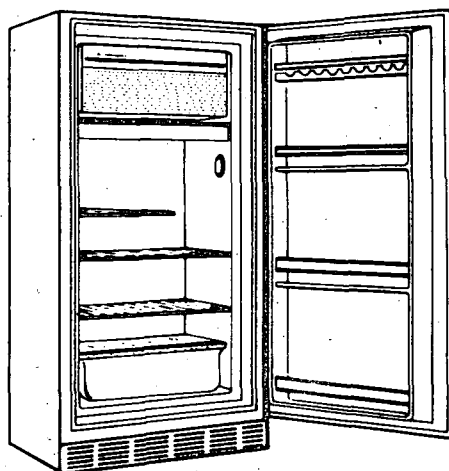


Fig. 1

Este aparelho poderá funcionar com um motor elétrico (compressão), ou com resistência elétrica ou com queima de combustível (absorção).

Especiais

São refrigeradores com duas portas e dois compartimentos, conhecidos como Combinado em Duplex (fig. 2) e funcionam com motor elétrico.

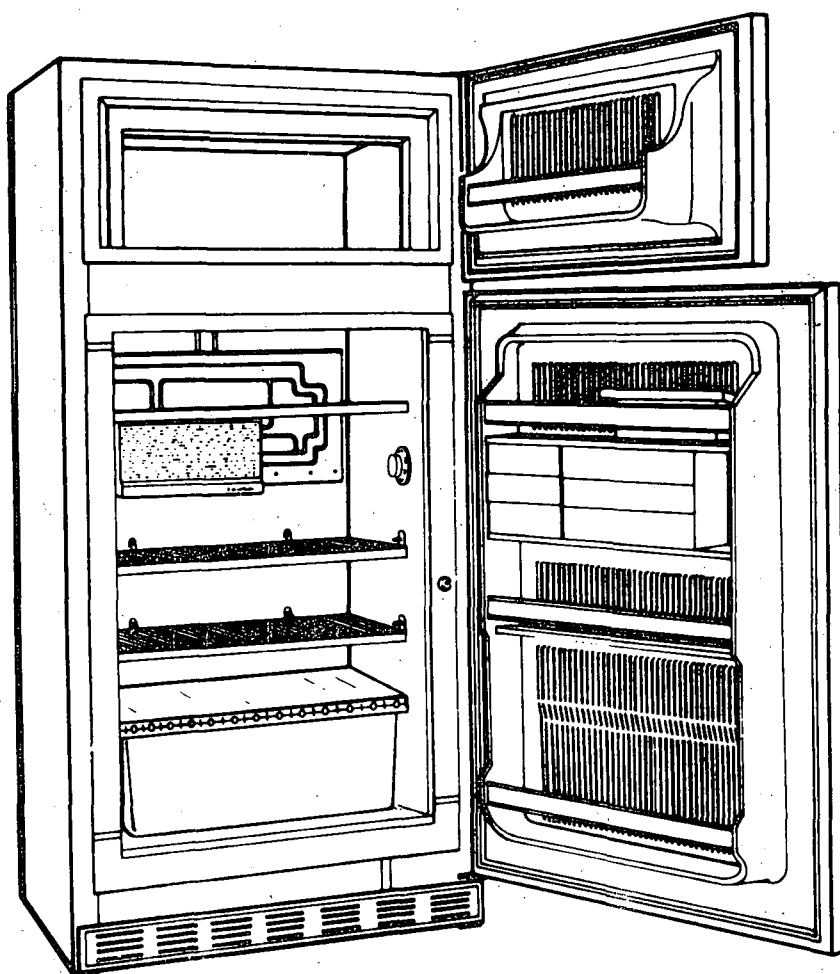


Fig. 2

Alguns modelos de refrigeradores de duas portas são produzidos com fabricante de gelo que produz grande quantidade de cubos de gelo automaticamente.

Na classe dos refrigeradores comuns são fabricados aparelhos que se utilizam do processo de absorção para produzir refrigeração, usando como fonte de calor a queima de combustível (querosene ou gás liquefeito de petróleo GLP) ou resistência elétrica.

O refrigerador que se utiliza da queima de combustível tem largo emprego na zona rural, onde a energia elétrica ainda não chegou.

INSTALAÇÃO

Os refrigeradores devem ser instalados corretamente, para que se consiga to tal rendimento.

Um refrigerador localizado adequadamente deve estar afastado de quaisquer fontes de calor, bem como da ação direta dos raios solares, ou voltado para correntes de ar através de portas ou janelas.

O piso em que estiver apoiado deve ter resistência suficiente para suportar-lhe o peso, com sua capacidade de carga máxima.

O aparelho deve estar próximo a uma tomada de força para 110 ou 220 volts, conforme a especificação do aparelho.

A linha abastecedora de corrente elétrica não deve apresentar sobrecarga, causada pela aplicação simultânea de outros eletrodomésticos, ferro de passar roupas, máquina lavadora etc (fig. 3).

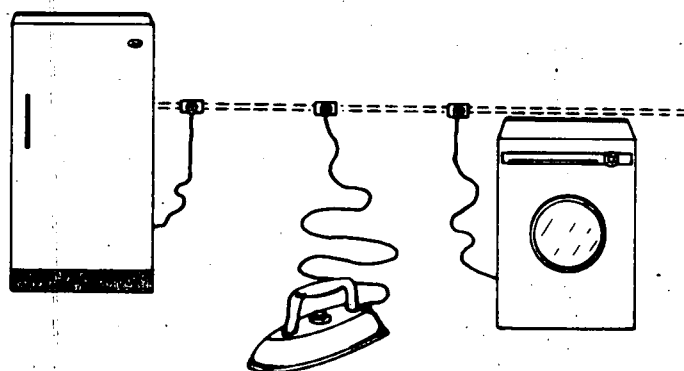


Fig. 3

O aparelho não deve ser controlado por meio de fusíveis ou chaves térmicas que possam ser acidentalmente desligados. Na hipótese de que o uso de uma extensão seja necessário, verifique se a linha comporta tal carga adicional.

O refrigerador está equipado com condensador estático na parte traseira do gabinete; portanto, sua instalação deve prever um espaço mínimo de 3 centímetros entre a parede e o condensador da unidade, bem como 15 centímetros

na parte superior do gabinete, permitindo livre circulação do ar, tendo também o cuidado de deixar o espaço de 6 centímetros, lateralmente, para o adequado funcionamento do aparelho (fig. 4).

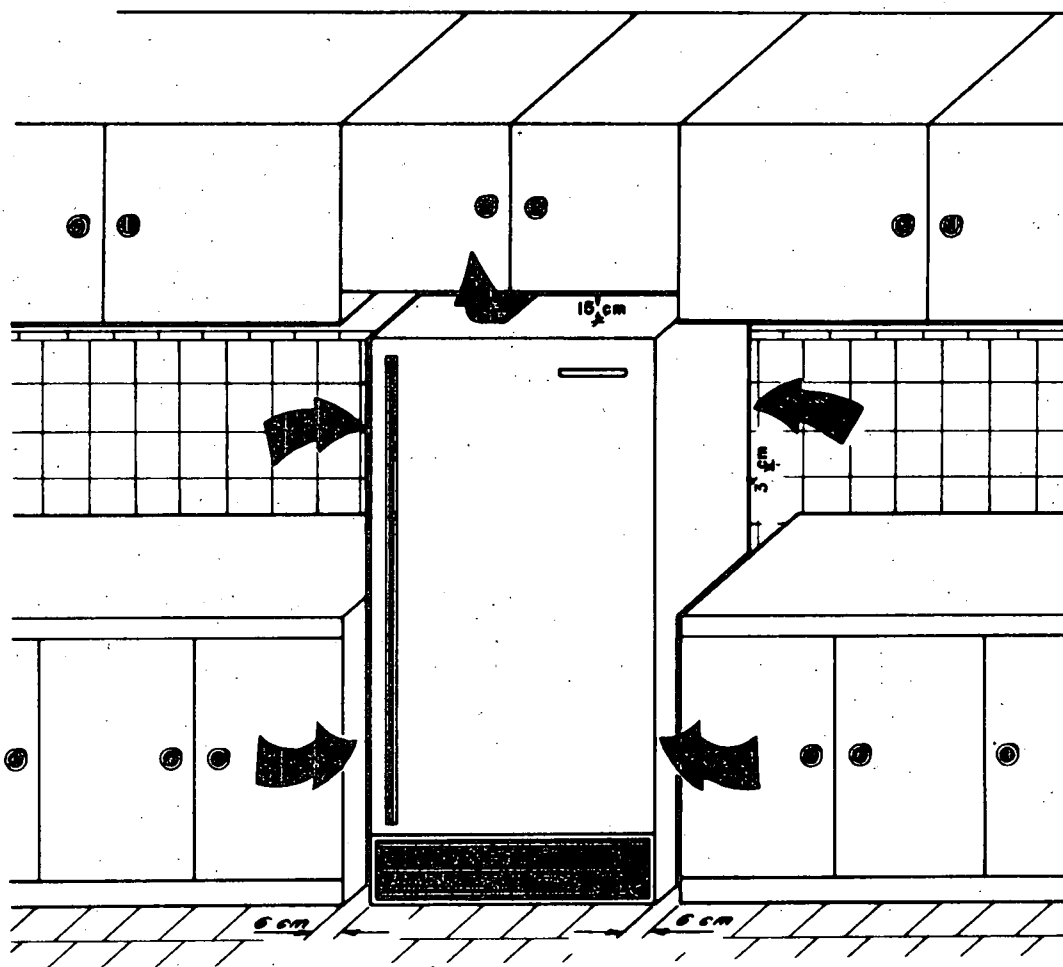


Fig. 4

Para assegurar a correta vedação e o alinhamento da porta, evitando o transbordamento da água de degelo pela bandeja de água, o gabinete deve ser ajustado no ato da instalação, de forma a estar firmemente apoiado no piso, perfeitamente assentado e com pequena inclinação para trás.

Os modelos duplex ou combinado, devem estar rigorosamente nivelados pois, em caso contrário, o isolante térmico será danificado pela água do degelo, que alcançará a fibra de vidro ou lã de rocha, encharcando o fundo do gabinete.

Os refrigeradores de todas as marcas são equipados com dois ou quatro parafusos niveladores que propiciam suficiente ajuste para o nivelamento do gabinete (fig. 5).

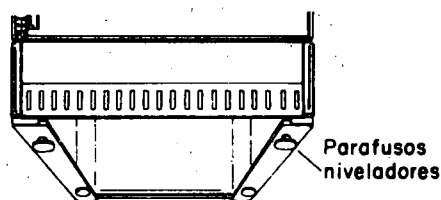


Fig. 5

MATA-JUNTAS

As mata-juntas são tiras de plástico usadas em refrigeradores com a finalidade de cobrir o isolamento térmico existente entre os dois gabinetes na parte dianteira, assim como também dar acabamento decorativo (fig. 1).

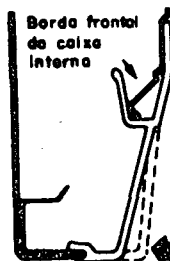


Fig. 1

Ao remover as mata-juntas do refrigerador que já esteve em funcionamento, é aconselhável aquecê-las, usando toalha umedecida em água morna, o que evita o perigo de quebrá-las.

INTERRUPTOR

Interruptor é um dispositivo instalado no chicote elétrico, que interrompe e restabelece o circuito da lâmpada fazendo-a funcionar de acordo com as necessidades.

Os interruptores apresentam-se nos mais variados tipos.

A figura 2 nos mostra um dos interruptores em corte mais usados em refrigeradores.

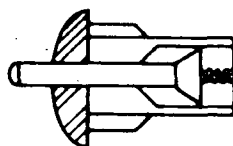


Fig. 2

O painel interno da porta do refrigerador é construído de plástico moldado sob processo "vacuum forming", permitindo assim o seu aproveitamento.

Compõe-se das seguintes partes: prateleiras, porta-laticínios e porta-ovos (figura 1).

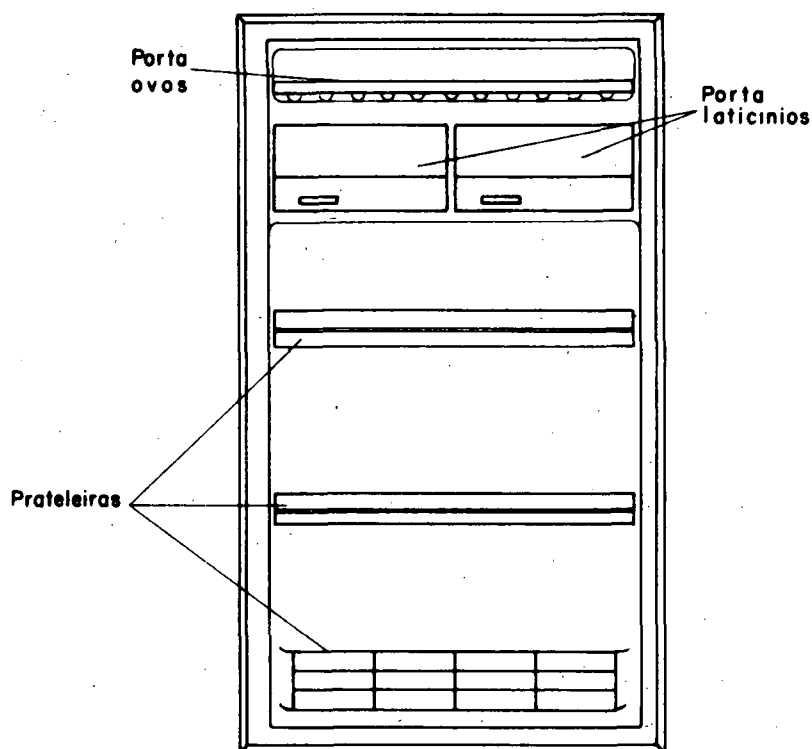


Fig. 1

PORTA-LATICÍNIOS

Os compartimentos de laticínios protegem os alimentos neles colocados da baixa temperatura e mantêm o ar estacionário.

Em alguns modelos usa-se resistência aquecedora controlada por termostato, a fim de manter a temperatura desejada (fig. 2).

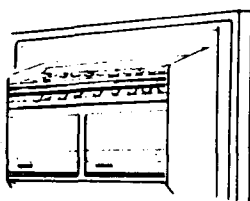


Fig. 2

PRATELEIRAS

As prateleiras no painel interno da porta são utilizadas para guardar garrafas ou conservas, conforme mostra a figura 3.

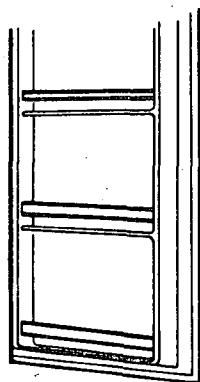


Fig. 3

Nos refrigeradores modernos as prateleiras são reguláveis a fim de permitir os ajustes em função das dimensões das garrafas que nelas são guardadas.

PORTA-OVOS

É um recipiente de plástico que oferece espaços especiais, no painel da porta, para o armazenamento de ovos, em condições ideais de temperatura para a sua boa conservação por longo tempo (fig. 4).

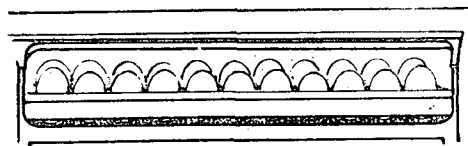


Fig. 4

A porta do refrigerador é o componente que permite o acesso ao interior do aparelho, proporcionando, quando fechada, uma perfeita vedação (fig. 1).

É composta externamente de uma chapa metálica e internamente de um painel plástico moldado sob o processo "vacuum forming", permitindo assim o aproveitamento interno da porta.

Entre a chapa externa e o painel interno encontra-se o isolamento térmico da porta (detalhe na figura 1).

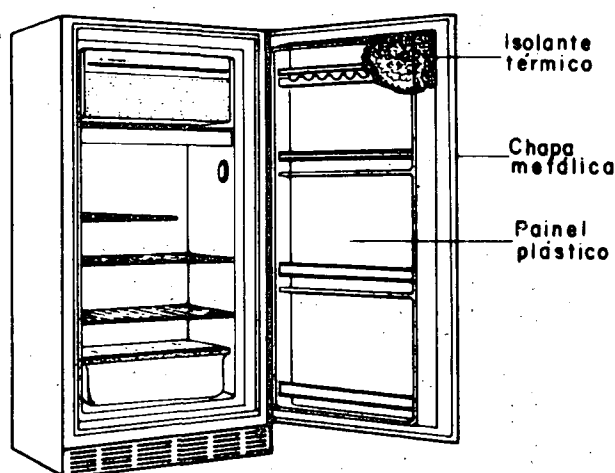


Fig. 1

PRATELEIRAS

As prateleiras dos refrigeradores domésticos são destinados à colocação dos alimentos a serem refrigerados e podem ser de três tipos: as prateleiras de barra feitas de tiras ou barras cilíndricas paralelas, espaçadas uniformemente e soldadas a uma armação metálica; as do tipo grelha, feitas de telas resistentes ou de tiras que se cruzam em ângulo reto, de modo a formar uma malha.

Estes dois tipos de prateleiras são do tipo aberto, fornecendo o suporte para os alimentos, ao mesmo tempo que oferecem mínima resistência à circulação do ar (fig. 2).

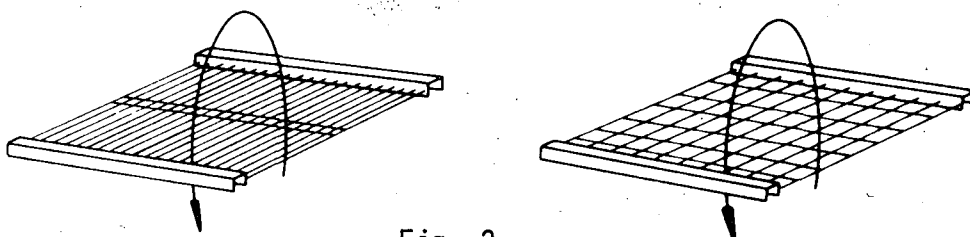


Fig. 2

São geralmente estanhadas ou muitas vezes de alumínio anodizado em cores. O terceiro tipo de prateleira é representado por chapas de vidro, usadas por alguns fabricantes em compartimentos de umidade elevada onde se deseja uma circulação difícil do ar (fig. 3).

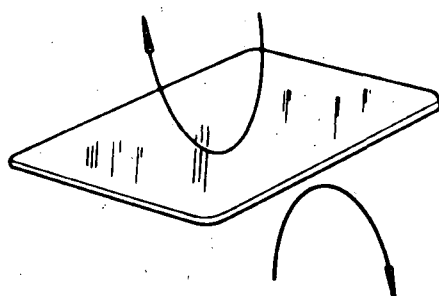


Fig. 3

Atualmente as prateleiras podem ser fixas, reguláveis, deslizantes ou giratórias, a fim de facilitar o armazenamento de alimentos.

Os suportes das prateleiras são geralmente pinos plásticos ou ganchos, fixados no gabinete interno.

CONVECÇÃO NATURAL

No interior do gabinete refrigerador ocorre a transferência de calor por convecção, entre o evaporador e os alimentos a serem refrigerados.

Este fenômeno se dá sempre que o ar perde calor, pois ele se torna mais denso e portanto mais pesado. Assim, a massa de ar resfriada descenderá, dando lugar à massa de ar mais quente, formando um ciclo contínuo (figura 4).

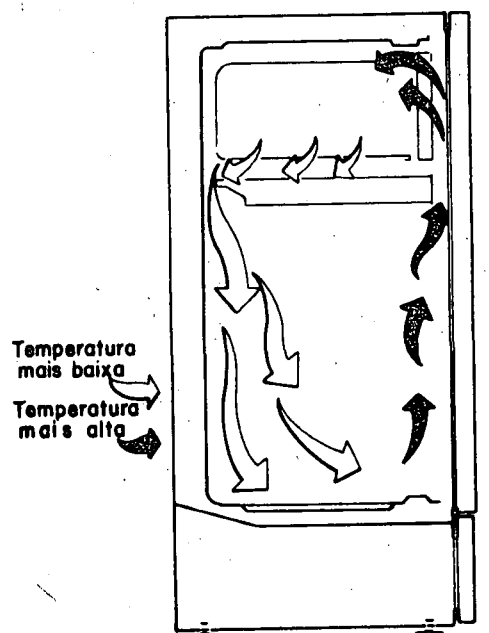


Fig. 4

CONVECÇÃO FORÇADA

Em alguns refrigeradores, a circulação do ar é feita através de um forçador de ar, permitindo assim a transferência do calor dos alimentos para o evaporador (fig. 5).

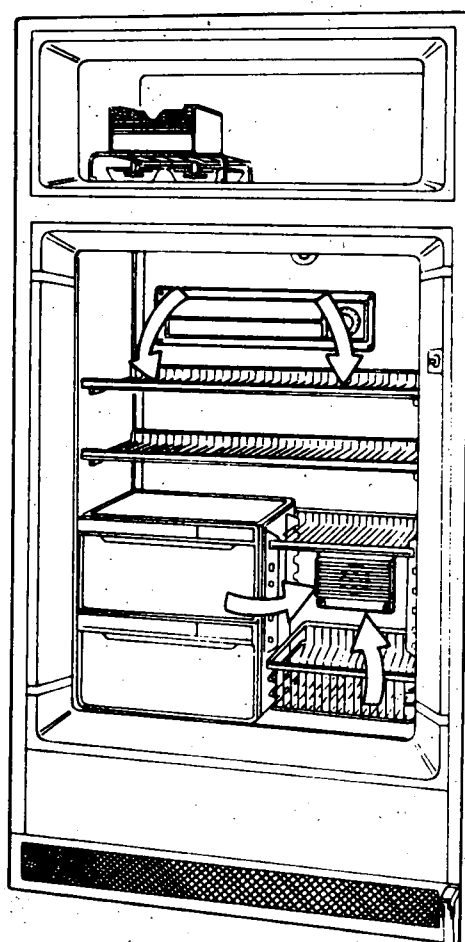


Fig. 5

São peças perfiladas linearmente, cortadas, montadas e soldadas, posteriormente. São instaladas na porta e fixadas por retentores sob pressão de parafusos (figura 1).

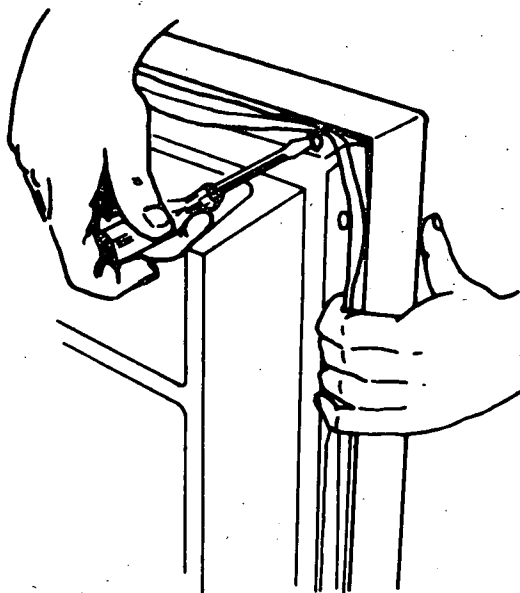


Fig. 1

Sua principal finalidade é vedar hermeticamente o gabinete, para evitar penetração de ar externo no gabinete, o que provoca a formação excessiva de gelo.



Fig. 2

As gaxetas são construídas de material flexível, borracha ou PVC e apresentam-se em diversos perfis (figura 2).

Hoje está sendo empregado um novo tipo de gaxeta, a magnética, que dispensa o uso de trinco nos refrigeradores. As gaxetas magnéticas são fabricadas com PVC externamente, e internamente contêm uma fita flexível de material magnético (figura 3).

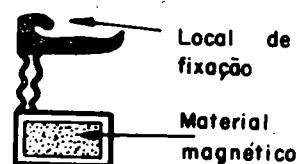


Fig. 3

CONSERVAÇÃO

A limpeza da gaxeta é feita com solução de água e sabão de coco. A seguir, ela deve ser bem enxaguada para evitar omofo e o cheiro nos alimentos. PODE-SE TAMBÉM USAR MATERIAL DE LIMPEZA PARA PLÁSTICOS.

O dinamômetro é um instrumento destinado a medir o valor de uma força em quilograma-força ou em libra-força. Baseia-se na deformação, proporcional à força aplicada, que experimenta uma mola ao ser comprimida ou distendida.

TIPOS E APLICAÇÕES

Dinamômetro para molas helicoidais (fig. 1). Mede a tensão que deve ter uma mola em determinado comprimento. É usado na verificação da tensão de molas de válvulas do motor e do platô da embreagem.

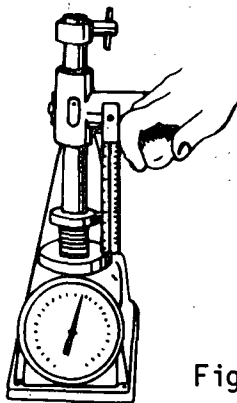


Fig. 1

Dinamômetros para platinados (fig. 2). Mede a tensão da mola dos platinados do distribuidor e da caixa de reguladores do sistema elétrico.

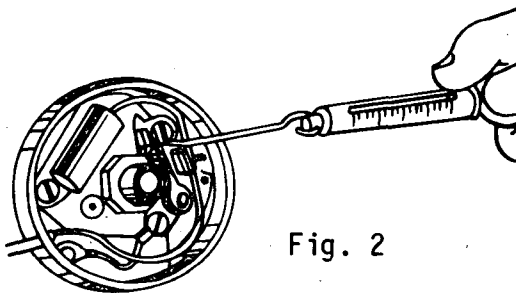


Fig. 2

Dinamômetros para escovas do dínamo (figura 3). Mede a tensão da mola dos porta-escovas do dínamo e do motor de partida.

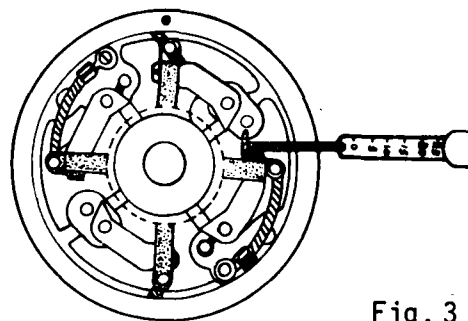


Fig. 3

Dinamômetro tipo balança. Permite medir tensões em diferentes conjuntos, tal como a tensão necessária para deslocar uma porta de refrigerador (fig. 4).

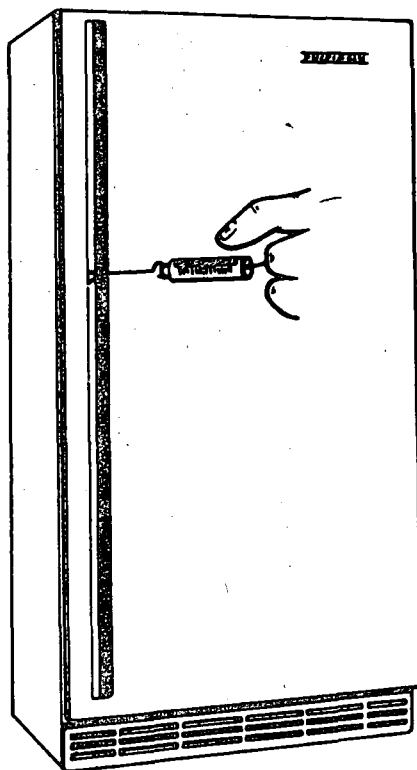


Fig. 4

O instrumento usado para medir a temperatura de um corpo, é chamado termômetro (fig. 1).

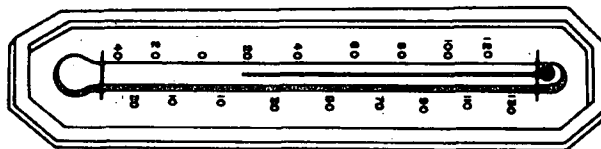


Fig. 1

Em princípio qualquer substância pode servir para construção de termômetros.

Geralmente estes instrumentos baseiam-se no fenômeno da dilatação sofrida pelos corpos quando submetidos a aquecimento. Como os sólidos, entre os corpos, são os que menos se dilatam, são usados para medidas de altas temperaturas; os gases dilatam-se relativamente mais e são usados para medidas de pequenas variações de temperatura; os líquidos são usados nas aplicações gerais, destacando-se o álcool e o mercúrio.

Os pontos de referência, escolhidos arbitrariamente, são usados para a gradação dos termômetros.

Devem apresentar duas temperaturas relativamente afastadas uma da outra e fáceis de se reproduzirem com absoluta igualdade. Esses pontos representam as temperaturas da pressão atmosférica ao nível do mar: da ebulição e da congelção da água (fusão do gelo).

Existem duas escalas diferentes em termômetros de uso comum, que são denominadas Centígrada ou Celsius e Fahrenheit.

A escala denominada Fahrenheit é comumente usada nos Estados Unidos e outros países de língua inglesa. A escala Centígrada ou Celsius é usada nos países que adotam o sistema métrico como padrão (Brasil, Alemanha, Rússia etc).

Na escala Centígrada, o ponto de fusão do gelo corresponde a 0°C , e ponto de ebulição da água, a 100°C . O espaço entre esses dois pontos é dividido em 100 partes iguais, correspondendo cada divisão a "um grau centígrado (1°C)".

Na escala Fahrenheit, o ponto de fusão do gelo corresponde a 32°F , e o ponto de ebulição da água, a 212°F . O espaço entre esses dois pontos é dividido em 180 partes iguais, correspondendo cada divisão a "um grau Fahrenheit (1°F)".

COMPARAÇÃO ENTRE AS ESCALAS TERMOMÉTRICAS

As unidades de temperatura acima definidas correspondem a temperaturas relativas, porque usam a água como referência, daí decorrendo temperaturas negativas para vários fenômenos (Figura 2).

Procurou-se então uma referência teórica que fosse a temperatura mais fria possível de ser obtida no universo ou seja a "absoluta ausência de calor".

Foi criado então o zero absoluto e a temperatura absoluta. Para conversão entre as escalas relativas e absoluta, adiciona-se 273° à temperatura relativa Centígrada.

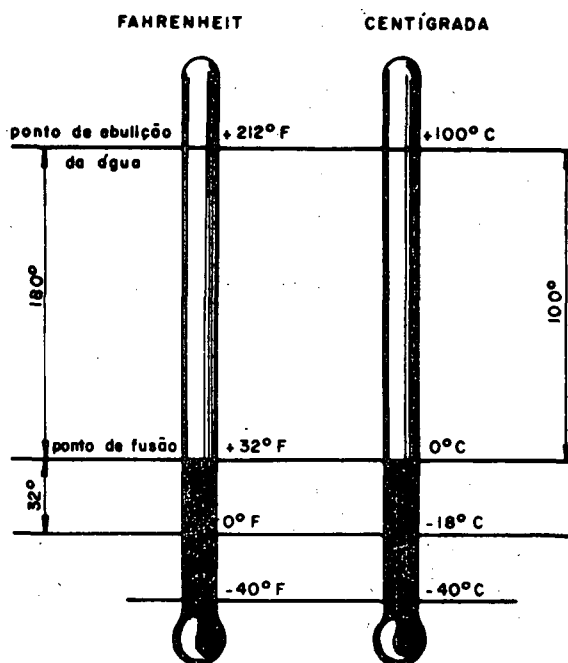


Fig. 2

Temperatura absoluta em graus Kelvin (K) = $t^{\circ}\text{C} + 273$ ou, simbolicamente:

$$T = t^{\circ}\text{C} + 273$$

Exemplo:

Converter 27° em graus Kelvin ou temperatura absoluta:

$$T = ?$$

$$t = 27^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Como: } T = t^{\circ}\text{C} + 273, \text{ então:}$$

$$T = 27^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

Fórmula de Conversão:

Graus Fahrenheit podem ser convertidos em graus centígrados, ou vice-versa, mediante a utilização da seguinte fórmula:

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

Tabela de conversão de temperaturas

$$^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9} (^{\circ}\text{F} - 32)$$

$$^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} ^{\circ}\text{C} + 32$$

$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$
-20.	-4.	-6.	21.20	8.34	47.	22.78	73.	37.	98.60
-19.45	-3.	-5.56	22.	8.89	48.	23.	73.40	37.23	99.
-19.	-2.20	-5.	23.	9.	48.20	23.34	74.	37.78	100.
-18.89	-2.	-4.45	24.	9.45	49.	23.89	75.	38.	100.40
-18.34	-1.	-4.	24.80	10.	50.	24.	75.20	38.34	101.
-18.	-0.40	-3.89	25.	10.56	51.	24.45	76.	38.89	102.
-17.78	0.	-3.34	26.	11.	51.80	25.	77.	39.	102.80
-17.23	.1	-3.	26.60	11.12	52.	25.56	78.	39.45	103.
-17.	1.40	-2.78	27.	11.67	53.	26.	78.80	40.	104.
-16.67	2.	-2.23	28.	12.	53.60	26.12	79.	40.56	105.
-16.12	3.	-2.	28.40	12.23	54.	26.67	80.	41.	105.80
-16.8	3.20	-1.67	29.	12.78	55.	27.	80.60	41.12	106.
-15.56	4.	-1.12	30.	13.	55.40	27.23	81.	41.67	107.
-15.	5.	-1.	30.20	13.34	56.	27.78	82.	42.	107.60
-14.45	6.	-0.56	31.	13.89	57.	28.	82.40	42.23	108.
-14.	6.80	0.	32.	14.	57.20	28.34	83.	42.78	109.
-13.89	7.	0.56	33.	14.45	58.	28.89	84.	43.	109.40
-13.34	8.	1.	33.80	15.	59.	29.	84.20	43.34	110.
-13.	8.60	1.12	34.	15.56	60.	29.45	85.	43.89	111.
-12.78	9.	1.67	35.	16.	60.80	30.	86.	44.	111.20
-12.23	10.	2.	35.60	16.12	61.	30.56	87.	44.45	112.
-12.	10.40	2.23	36.	16.67	62.	31.	87.80	45.	113.
-11.67	11.	2.78	37.	17.	62.60	31.12	88.	45.56	114.
-11.12	12.	3.	37.40	17.23	63.	31.67	89.	46.	114.80
-11.	12.20	3.34	38.	17.78	64.	32.	89.60	46.12	115.
-10.56	13.	3.89	39.	18.	64.40	32.23	90.	46.67	116.
-10.	14.	4.	39.20	18.34	65.	32.78	91.	47.	116.60
-9.45	15.	4.45	40.	18.89	66.	33.	91.40	47.23	117.
-9.	15.80	5.	41.	19.	66.20	33.34	92.	47.78	118.
-8.89	16.	5.56	42.	19.45	67.	33.89	93.	48.	118.40
-8.34	17.	6.	42.80	20.	68.	34.	93.20	48.34	119.
-8.	17.60	6.12	43.	20.56	69.	34.45	94.	48.89	120.
-7.78	18.	6.67	44.	21.	69.80	35.	95.	49.	120.20
-7.23	19.	7.	44.60	21.12	70.	35.56	96.	49.45	121.
-7.	19.40	7.23	45.	21.67	71.	36.	96.80	50.	122.
-6.67	20.	7.78	46.	22.	71.60	36.12	97.	50.56	123.
-6.12	21.	8.	46.40	22.23	72.	36.67	98.	51.	123.80

É um dispositivo térmico de proteção de motor elétrico que atua em razão da passagem da corrente.

FUNCIONAMENTO

O protetor de sobrecarga é constituído basicamente de uma lâmina bimetálica (duas lâminas com coeficiente de dilatação diferentes, soldadas convenientemente uma sobre a outra) e uma resistência de aquecimento.

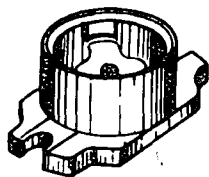
A resistência de aquecimento está ligada em série com o enrolamento principal, também circulando por ela a corrente inicial de partida, que é elevada, porém momentaneamente, não fazendo por isso atuar o protetor.

Se, por uma irregularidade qualquer, uma corrente mais elevada que a corrente normal de trabalho circular pela resistência em tempo não instantâneo, a lâmina bimetálica se curvará, até desligar os contatos de sobrecarga e, por conseguinte, o enrolamento principal, parando o motor.

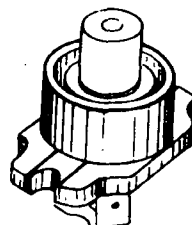
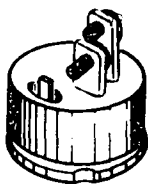
Quando a lâmina bimetálica se resfriar, voltará novamente à sua posição normal e então fechará os contatos, colocando o motor em funcionamento.

As figuras abaixo mostram os variados tipos usados em sistema de refrigeração.

Protetor térmico
com orelhas



Protetor térmico



Protetor térmico de
reposição manual

É o dispositivo de partida do moto-compressor, sendo que, alguns modelos são equipados com protetor de sobrecarga acoplado no mesmo corpo e circuito.

Quanto ao seu funcionamento, encontramos quatro tipos de relê de partida:

- magnético
- termo-magnético
- térmico
- voltimétrico

Magnético

A secção de partida do relê consiste de uma bobina de fio isolado e uma armadura móvel de metal. A armadura de metal está em posição vertical e mantém os contatos de partida sob condições normais (fig. 1)

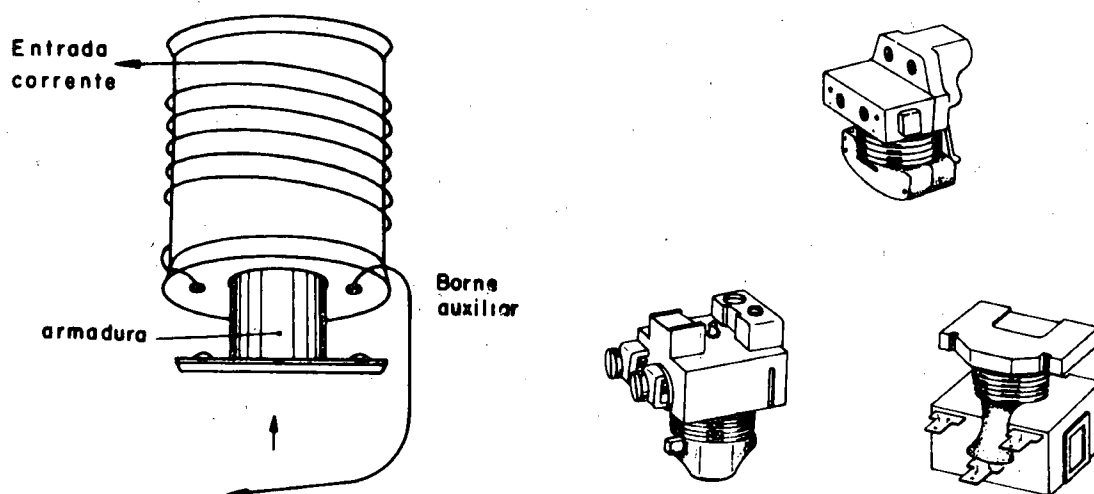


Fig. 1

A bobina do relê é ligada em série com o enrolamento principal do motor. Quando a máquina é ligada, a alta corrente inicial atravessa a bobina e do enrolamento principal é suficiente para elevar a armadura móvel por meio da força magnética e então, fazer com que os contatos de partida se fechem. Com os contatos de partida fechados, o enrolamento de partida é conectado em paralelo com o enrolamento principal para fazer funcionar o motor. Tão logo o motor adquira velocidade normal a corrente inicial que era alta, decresce e reduz então a força magnética, agindo na armadura metálica, permitindo que ela caia e abra os contatos do enrolamento de partida.

Este tipo de relê não tem dispositivo de proteção do motor.

Termo-magnético

Este tipo de relê, além de permitir que o motor dê partida, está equipado com dispositivo de proteção para casos de sobrecarga de corrente ou mesmo, de pressão, visto que o motor não partindo, a corrente subirá a ponto de aquecer a resistência sob a lâmina bimetálica, fazendo com que se desligue o circuito elétrico do moto-compressor. Os diversos pontos de ligação que encontramos é para proporcionar as ligações elétricas de lâmpada, termostato, etc (fig.2).

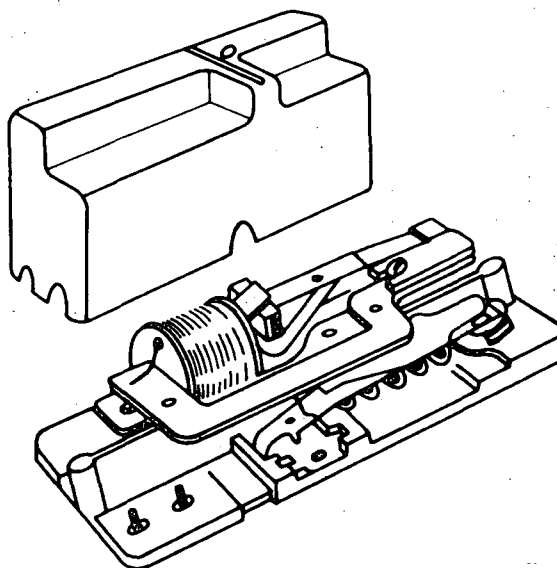


Fig. 2

Térmico

Os relês térmicos sempre são equipados com protetor de sobrecarga, pois, aproveita-se o mesmo elemento aquecedor para proporcionar o desligamento do circuito.

O processo de funcionamento é bastante simples e consiste numa base de chapa de fibra, contendo o conjunto de contatos elétricos e um fio níquel-cromo como elemento sensível.

A corrente ao passar pelo níquel-cromo, aquece-o, cedendo a força da mola e num sistema de balancim, irá desligar o primeiro contato que é o auxiliar. Caso o motor não parta, o níquel-cromo irá se dilatar ainda mais, desligando então os contatos de proteção. Veja esquema de ligação (fig. 3).

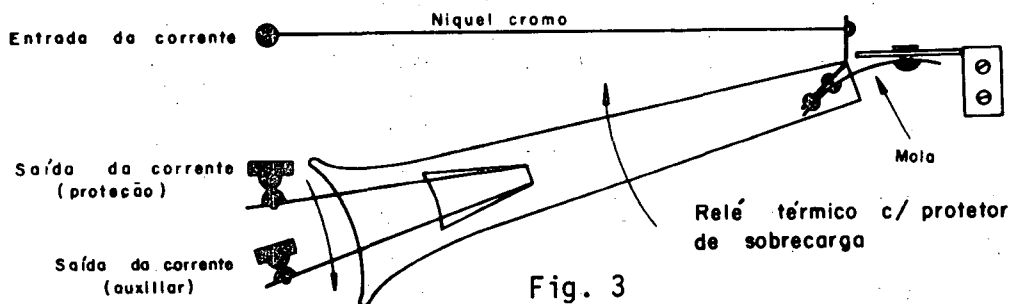


Fig. 3

OBSERVAÇÃO

Em refrigeradores que usam este tipo de relê, não é aconselhável a instalação de capacitor de partida em virtude da demora do desligamento do contato auxiliar.

Voltimétrico

Este relê é ligado em paralelo no circuito elétrico ao contrário dos outros relês que são ligados em série.

Este componente atua de forma contrária aos demais, ligando os contatos auxiliares por ação da gravidade, permanecendo portanto, ligado durante todo o tempo de funcionamento do aparelho (fig. 4).

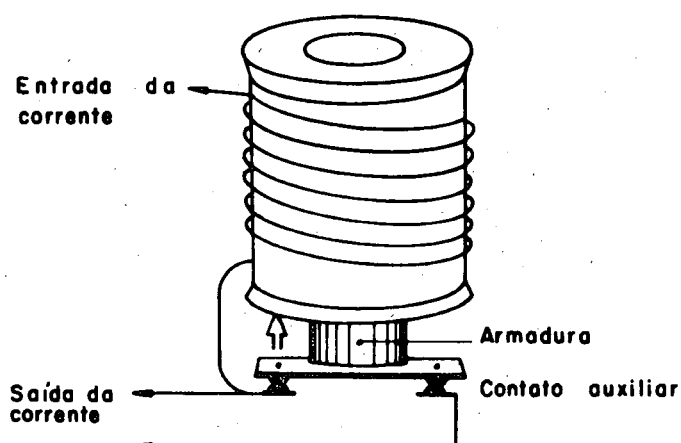


Fig. 4

Pela sua característica e seu alto custo só é empregado em condicionadores de ar.

O evaporador é a parte do sistema de refrigeração na qual o refrigerante muda do estado líquido para o estado de vapor. Essa mudança, como vimos, é chamada "evaporação", e daí o nome desse componente (fig. 1).

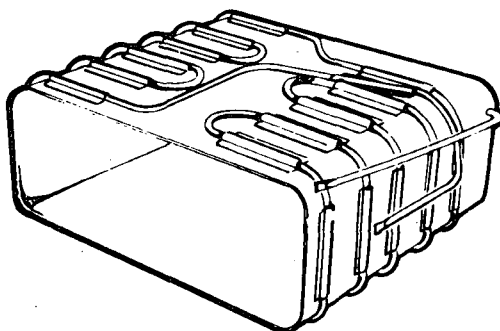


Fig. 1

Os evaporadores são geralmente de alumínio nas unidades domésticas, porém já são fornecidos com o conector (peça constituída de um tubo de cobre e outro de alumínio, que já vêm soldados).

O tubo de alumínio já vem soldado ao evaporador, o que facilita o trabalho do reparador, que não é obrigado a executar a soldagem do tubo de cobre do trocador de calor com o tubo de alumínio do evaporador.

A finalidade do evaporador é absorver o calor proveniente de três fontes: o calor de penetração através da isolamento; o calor da infiltração devido à abertura de portas; e o calor dos produtos guardados.

Existem diversos tipos de evaporadores, com características especiais, de acordo com o uso a que se destinam, como, por exemplo, fabricar cubos de gelo, resfriar balcões ou câmaras frigoríficas, resfriar líquidos, etc.

Quanto à superfície, os evaporadores podem ser: primários (desprovidos de aletas) e aletados.

Quanto à circulação, ela pode ser: natural ou forçada.

Nos evaporadores com transmissão de calor por convecção natural, deve ser observada cuidadosamente a escolha e a colocação no refrigerador, assim como também a distribuição dos produtos.

As condições externas dos evaporadores afetam a transmissão de calor de forma bastante acentuada, por exemplo, a formação de camada de gelo em evaporadores de congelação funciona como isolante, devendo-se restringir essa camada de gelo até a espessura de 5 mm.

Evaporadores de aletas devem ser limpos constantemente, para se evitar depósito de poeiras e fuligem entre as aletas (condicionadores de ar). Os evaporadores, em geral, são fabricados de alumínio, cobre, aço inoxidável etc.

O evaporador de um sistema de refrigeração deve ter uma quantidade de líquido refrigerante adequado, o que podemos verificar através do separador de líquido.

TIPOS

Existem vários tipos de evaporadores com referência à circulação do refrigerante através dos mesmos. Os mais usados são os seguintes:

evaporador série

evaporador paralelo

evaporador de recirculação

evaporador combinado

Evaporador série

O evaporador tipo série é o mais simples dos usados nos sistemas de refrigeração. É constituído de um tubo em ziguezague com uma entrada e uma saída, sendo bastante longo, com pequeno diâmetro interno (fig. 2).

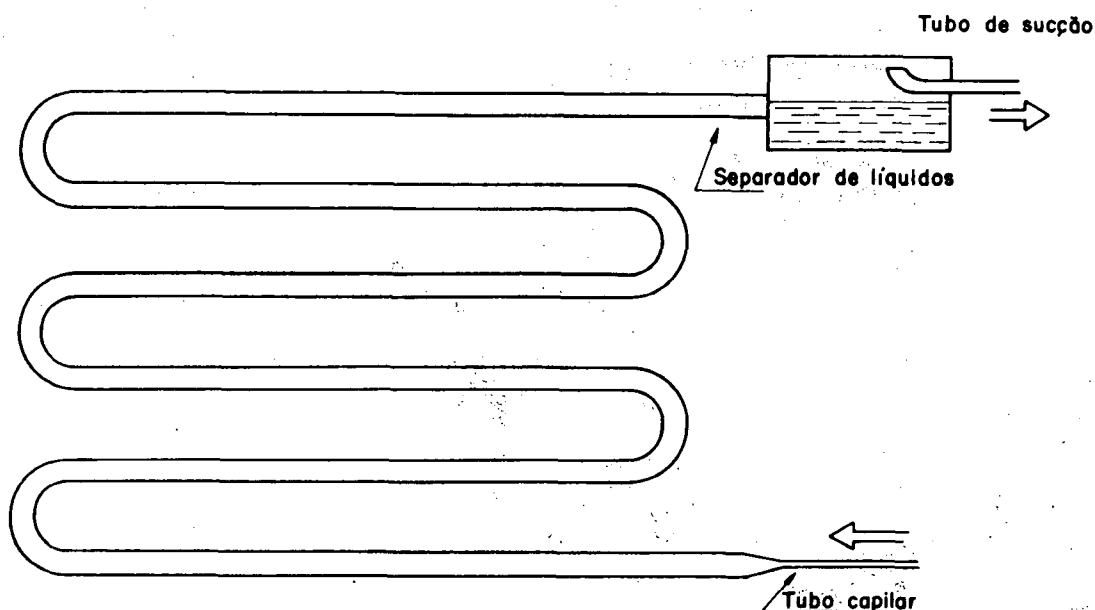


Fig. 2

Todo o líquido que entra nesse evaporador tipo série deve percorrer todo o comprimento do tubo antes de retornar ao compressor.

Evaporador paralelo

Os tubos de um evaporador paralelo (fig. 3), são soldados de tal maneira que o refrigerante, ao entrar no evaporador, pode circular através de duas ou mais secções de tubos.

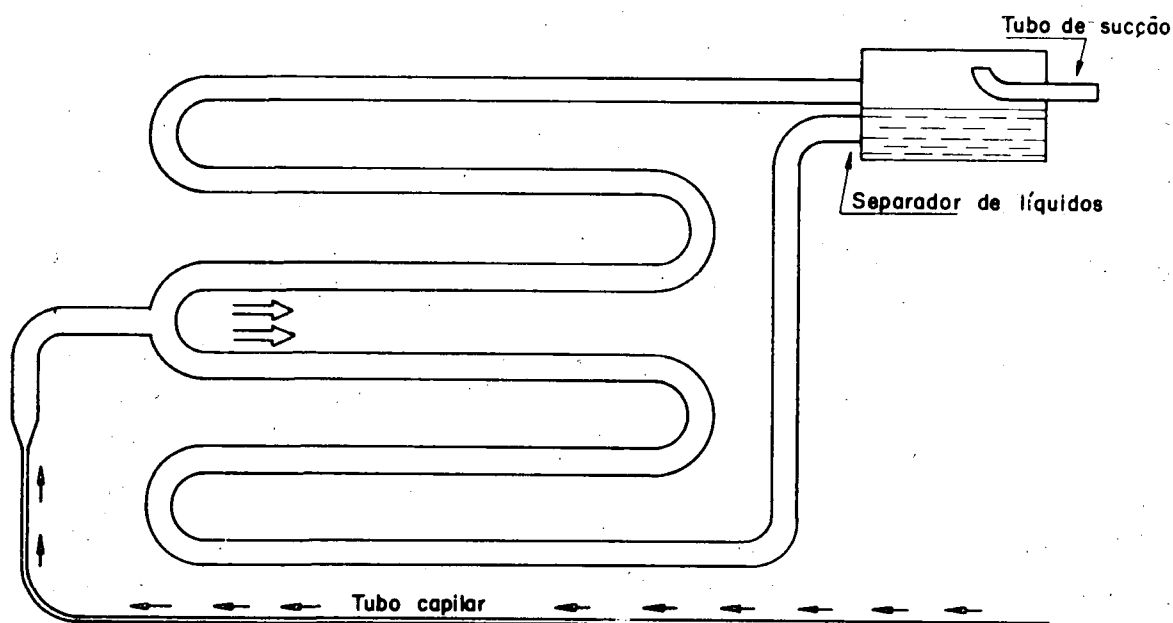


Fig. 3

Algum refrigerante deve, logicamente, circular através de cada secção da tubulação.

As secções paralelas são outra vez soldadas ao separador de líquido, a fim de permitir que o refrigerante retorne ao compressor, através de um único tubo de sucção.

Os evaporadores modernos são, em geral, uma mistura de circuitos séries e paralelos.

Evaporador de recirculação

Os tubos de um evaporador de recirculação (fig. 4), são soldados de maneira similar aos do evaporador paralelo. Os evaporadores de recirculação são muitas vezes chamados, incorretamente, evaporadores paralelos, em virtude da semelhança de aspecto entre os mesmos.

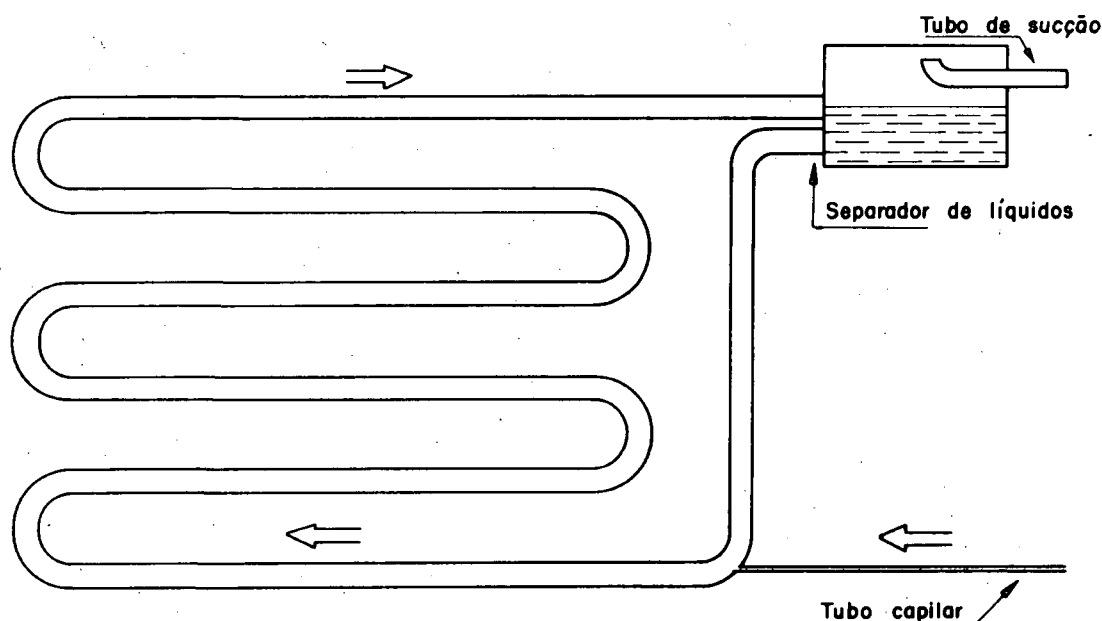


Fig. 4

A diferença principal entre eles é a maneira pela qual o líquido refrigerante entra na tubulação do evaporador.

No sistema paralelo, o líquido refrigerante, injetado pelo tubo capilar, circula através de dois circuitos paralelos, até chegar ao separador de líquidos.

No evaporador de recirculação, o líquido refrigerante é injetado na tubulação do evaporador de tal maneira que é forçado a circular, somente através de uma seção, até o separador de líquidos.

Como algum líquido refrigerante tende a se acumular no fundo do separador de líquidos, ele corre para baixo, na outra seção, até o ponto onde o refrigerante é injetado.

A ação de injeção do tubo capilar age como uma bomba, para fazer recircular o líquido refrigerante através da tubulação do evaporador.

Evaporador combinado

Os modernos refrigerantes combinados possuem dois evaporadores: um para refrigerar o compartimento de alimentos (gabinete) e outro para refrigerar o compartimento do congelador (Freezer) (fig. 5).

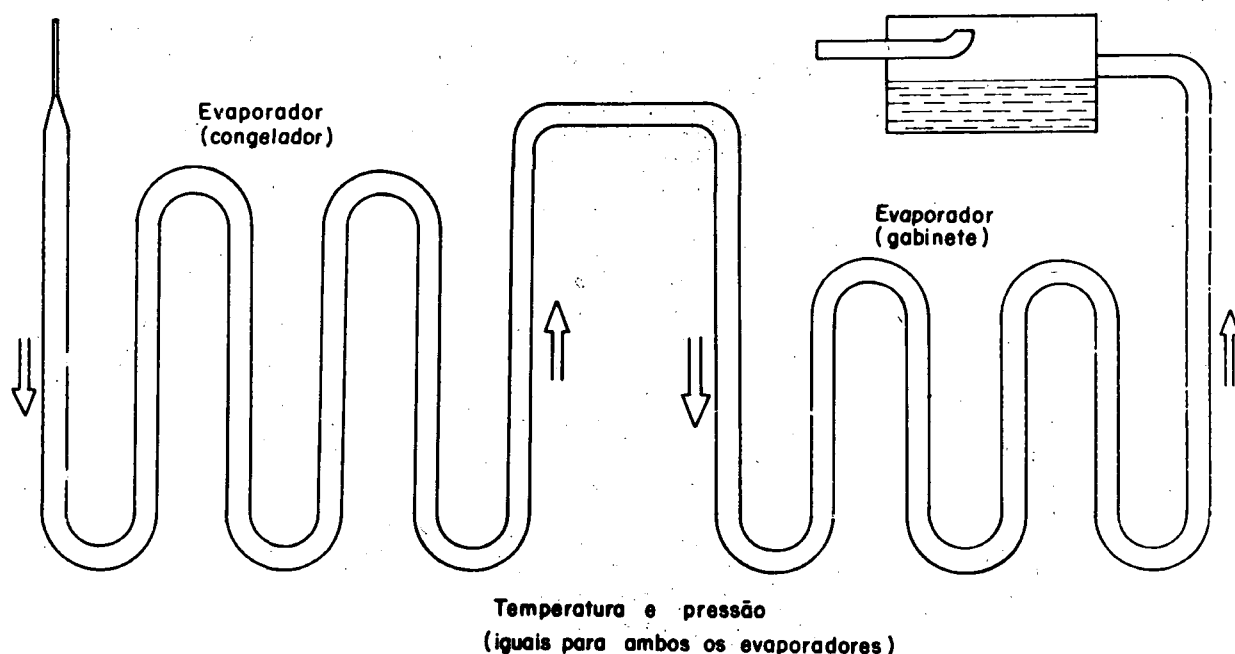


Fig. 5

Esses dois evaporadores podem ser simplesmente duas seções de tubos conectadas em série, mas separadas fisicamente, para a instalação em dois compartimentos distintos, conforme é mostrado na figura anterior. Os dois evaporadores operam com o refrigerante à mesma temperatura, pois neles a pressão do refrigerante é igual (lado de baixa pressão).

Diferentes temperaturas no compartimento de alimentos, entretanto, podem ser obtidas, tendo-se um maior comprimento de tubulação por pé cúbico de volume do evaporador (Freezer) do que no evaporador do compartimento de alimentos (gabinete).

Algumas vezes um ventilador é usado para a circulação no compartimento do congelador (Freezer), cujo efeito é comparável ao uso de tubulação com comprimento maior.

Note-se que o refrigerante pode ser injetado primeiramente, tanto no evaporador congelador (Freezer) como no evaporador do compartimento de alimentos (gabinete), desde que ambos os evaporadores operem com a mesma temperatura do refrigerante.

Conforme podemos verificar pela figura 6, existem refrigeradores combinados, com dois evaporadores conectados em série, porém com um "regulador de pressão" entre ambos.

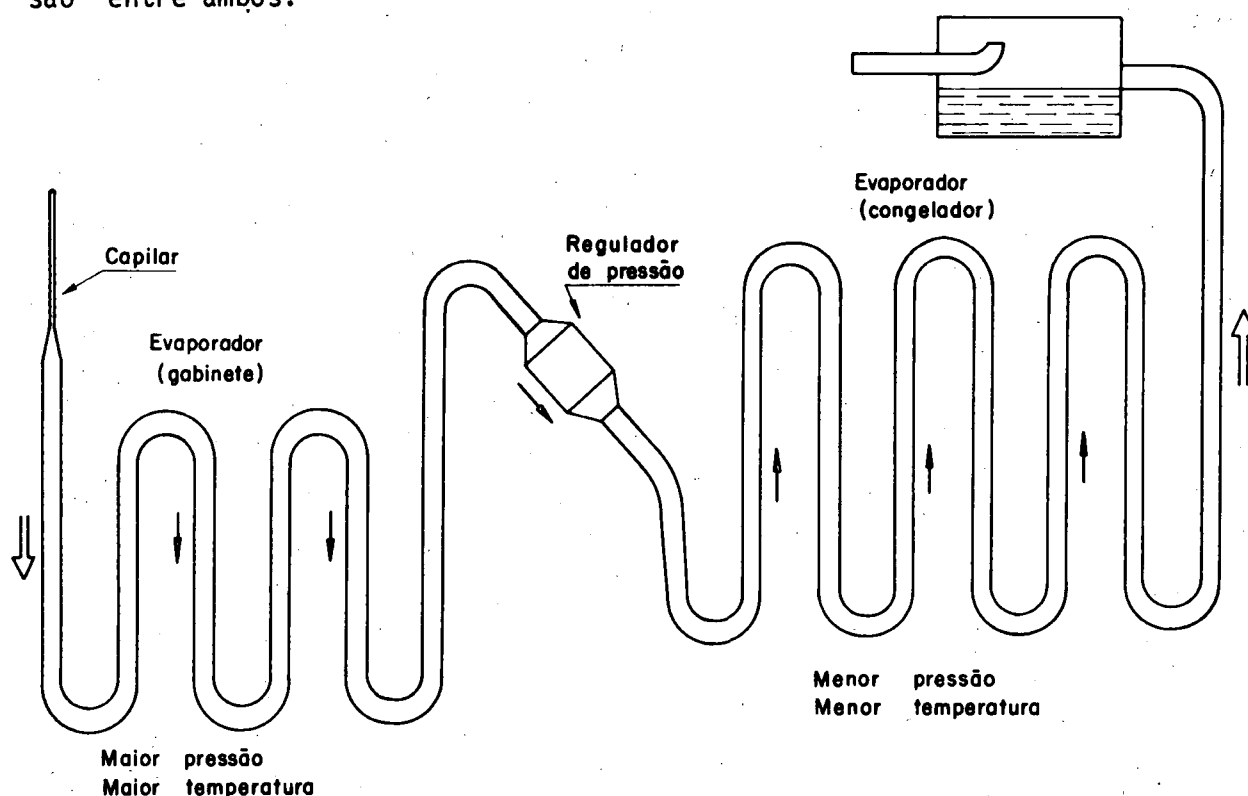


Fig. 6

Com o uso desse regulador, a diferença de pressão é mantida durante o período de funcionamento do compressor (ciclo "ON") entre os dois evaporadores. O refrigerante entrará em ebulição a uma temperatura correspondente à pressão interna; conseqüentemente, o regulador de pressão regula a diferença de temperatura entre os dois evaporadores.

Dessa maneira, o evaporador colocado no lado de entrada do refrigerante (capilar) deve ter maior pressão e deve operar a uma temperatura maior do que o evaporador colocado no lado de retorno do refrigerante (tubo sucção).

Obviamente, então, um sistema de dois evaporadores com regulador de pressão sempre tem o evaporador do compartimento de alimentos (gabinete) colocado no lado de entrada do refrigerante (capilar) e, assim sendo, ele deverá logicamente operar com temperatura mais elevada do que o evaporador congelador (Freezer).

Em ambos os sistemas de evaporadores combinados acima descritos, o controle de temperatura é fixado ao evaporador do compartimento de alimentos (gabinete), e dessa maneira a temperatura escolhida para o mesmo é mantida. A temperatura do evaporador congelador (Freezer) será mantida quase constante, por motivos já dados anteriormente.

Contudo, mudando-se a posição do controle de temperatura, mudar-se-á a temperatura de ambos os evaporadores. A temperatura do evaporador congelador (Freezer) é sempre relacionada com a do evaporador do compartimento de alimentos (gabinete).

Assim sendo, mudando-se os limites de operação de um, devem-se igualmente mudar os do outro.

SEPARADOR DE LÍQUIDOS

A maioria dos evaporadores possuem um separador de líquido (acumulador de líquido) no fim do circuito do evaporador.

Esse separador de líquido é simplesmente um tubo de grande diâmetro, o qual "acumula" o refrigerante em estado líquido que não ferveu, na tubulação de diâmetro interno pequeno do evaporador. A quantidade de refrigerante em estado líquido no separador de líquido depende das condições de operação e da quantidade total de refrigerante do sistema.

Normalmente, o separador de líquido conterá refrigerante em estado líquido no fundo (parte inferior) e em estado de vapor no topo (parte superior). Para eficiente operação do sistema, não é permissível a entrada de refrigerante em estado líquido no tubo de sucção. Para se evitar isso, o tubo de sucção é soldado ao separador de líquido, perto do topo, onde existe somente vapor acumulado.

O líquido refrigerante deve estar totalmente vaporizado antes de deixar o separador.

Uma das partes básicas do sistema de refrigeração é o condensador, que tem como finalidade liberar o calor absorvido no evaporador e o calor acrescentado na compressão. Essa liberação de calor dá-se através da mudança de estado gás-líquido.

A capacidade de transferência de calor no condensador depende da superfície, da diferença de temperaturas existente entre o refrigerante que se condensa e o meio-ambiente externo, da quantidade de refrigerante e da condição de transmissão de calor. Podemos, então, ter condensadores resfriados a ar e a água.

CONDENSADORES RESFRIADOS A AR

Os condensadores resfriados a ar, que são os mais usados em refrigeração doméstica, têm como agente de resfriamento o ar. A circulação do ar através do condensador pode dar-se de duas maneiras, como segue:

- a) *por circulação natural;*
- b) *por circulação forçada.*

Por circulação natural

É normalmente constituída por uma série de aletas de aço, através das quais passa a tubulação. A finalidade dessas aletas é aumentar a superfície de contato com o ar.

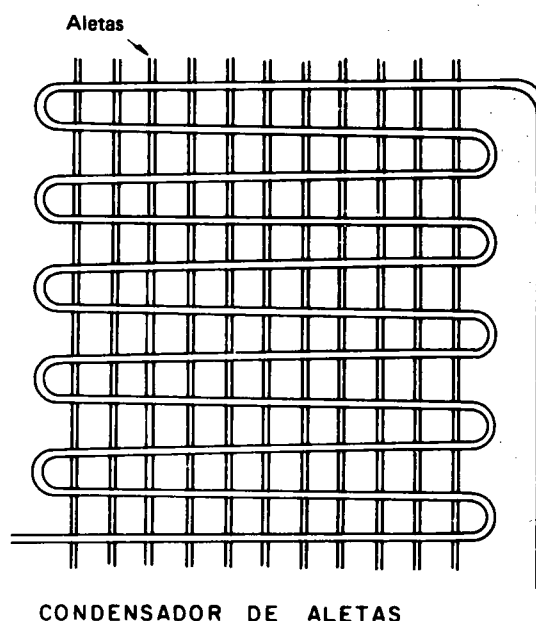
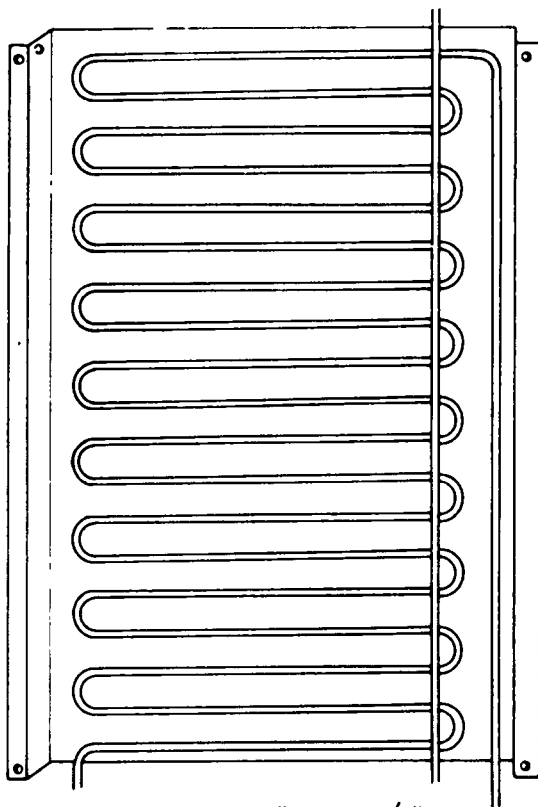


Fig. 1

Nos condensadores, desse tipo, que são colocados na parte traseira externa dos refrigeradores, o refrigerante superaquecido, vindo do compressor, transmite seu calor ao ar que está em contato com as aletas, tornando-o mais leve.



CONDENSADOR TIPO "CHAMINÉ"

Fig. 2

O ar quente, por ser mais leve, sobe, e seu lugar é ocupado por ar mais fresco, o qual, por sua vez, também se aquece e sobe, produzindo dessa maneira uma circulação natural e contínua pelo condensador. É o que se chama extração de calor por convecção natural do ar.

Também são usados condensadores do tipo "chaminé", que consistem em certo número de tubos de cobre, presos a uma chapa de aço por canaletas que são soldadas à mesma.

Como podemos facilmente compreender, a quantidade de ar que circula dessa forma é muito pequena, não sendo portanto suficiente para retirar grandes quantidades de calor.

Por circulação forçada

Para refrigeradores de grande capacidade, torna-se necessário aumentar a circulação de ar através do condensador. Isso é conseguido com a chamada circulação forçada.

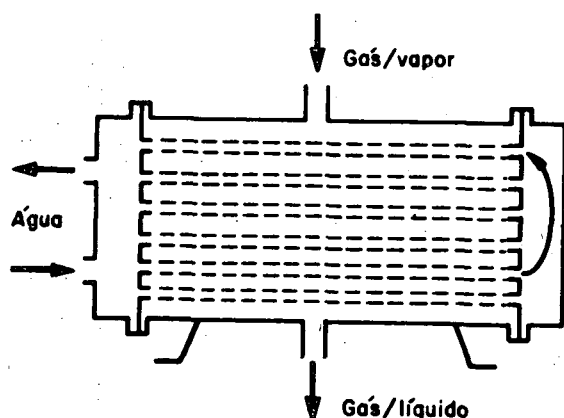
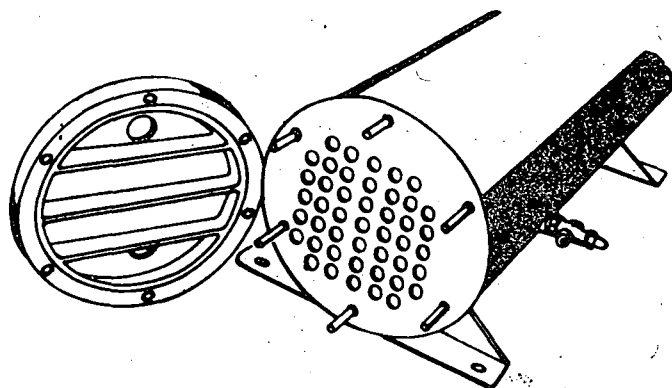
Esses condensadores são semelhantes em construção aos condensadores de aletas com circulação natural, com a diferença de que um ventilador é acrescentado, a fim de forçar a circulação de ar através dos mesmos.

Outro detalhe de construção dos condensadores com circulação de ar forçada é que a distância entre as aletas é sensivelmente menor do que nos de circulação natural, pois o ar circula muito mais rapidamente.

CONDENSADORES RESFRIADOS À ÁGUA

Este tipo de condensador é usado somente para grandes instalações frigoríficas. Consiste em um recipiente cilíndrico, no qual circula água através de uma tubulação em forma de serpentina. A água, circulando, retira calor do fluido, condensando-o.

Dessa maneira o refrigerante entra por uma extremidade do cilindro, em forma de vapor, e sai pela outra, em forma de líquido.



Compõe-se de motocompressor, condensador, filtro, capilar, evaporador e tubo de sucção. Considera-se selada por serem soldadas entre si, não permitindo fugas de óleo ou refrigerante.

A figura 1 mostra a unidade selada com sua nomenclatura.

- 1 - ligação do tubo de descarga tubo de alta
- 2 - tubo de alta
- 3 - ligação do tubo de alta com a entrada do condensador
- 4 - serpentina do condensador
- 5 - saída do condensador
- 6 - tubo de ligação da entrada do filtro
- 7 - saída do filtro
- 8 - entrada do capilar no tubo de sucção
- 9 - tubo capilar
- 10 - saída do tubo capilar
- 11 - entrada do tubo capilar no conector
- 12 - ligação do conector com o tubo de sucção
- 13 - ligação eletrônica (centro do conector)
- 14 - ligação dos conectores com entrada e saída do evaporador
- 15 - serpentina do evaporador
- 16 - entrada do evaporador no separador
- 17 - saída do separador com a sucção
- 18 - tubo de sucção
- 19 - ligação tubo sucção e compressor
- 20 - carcaça do compressor
- 21 - bornes do motocompressor
- 22 - tubo de serviço

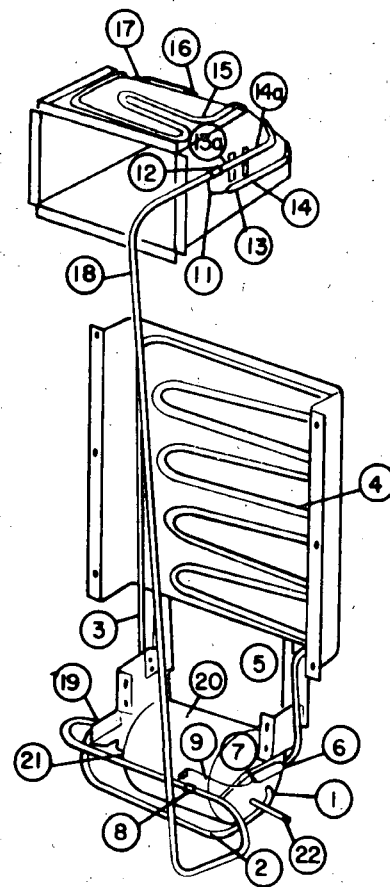


Fig. 1

A finalidade da unidade selada é dar condições de se efetuar o ciclo fundamental de refrigeração e proporcionar o rendimento previsto pelo seu fabricante.

CICLO FUNDAMENTAL DA REFRIGERAÇÃO

Anteriormente já estudamos as mudanças de estado e, vimos que a condensação se dá com a rejeição de calor e a evaporação com a absorção de calor, e distinguimos calor latente (que é o calor necessário para a transformação do estado de determinada substância).

Na figura abaixo, resumimos as transformações de estado que são utilizadas em refrigeração e que constituem um ciclo simples (fig. 2).

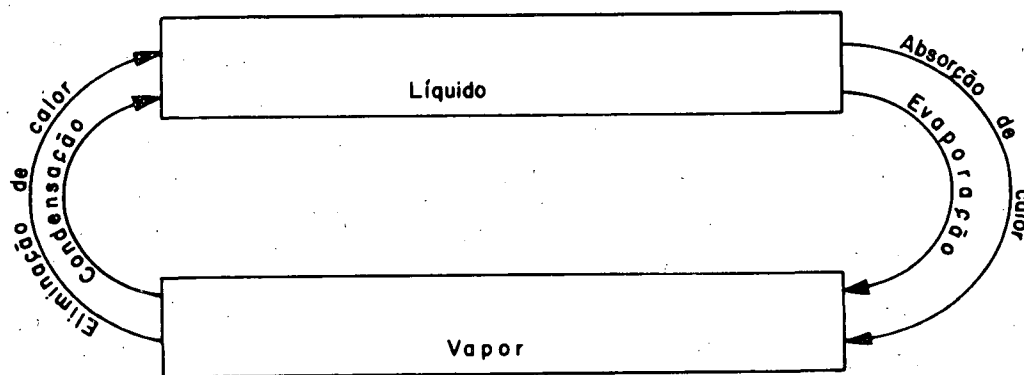


Fig. 2

Se conseguirmos construir um ciclo que permita fazer essas transformações contínua e economicamente, teremos uma máquina frigorífica.

Os ciclos de refrigeração a compressão simples, são uma execução prática, consistindo em quatro elementos fundamentais: o compressor, que succiona os vapores do evaporador, comprimindo-o até a pressão de condensação do refrigerante utilizado; o condensador, onde o refrigerante se condensa rejeitando calor; o capilar, que promove a queda de pressão necessária a ser atingida no evaporador; e o evaporador, onde a evaporação do refrigerante absorve calor da câmara (fig. 3).

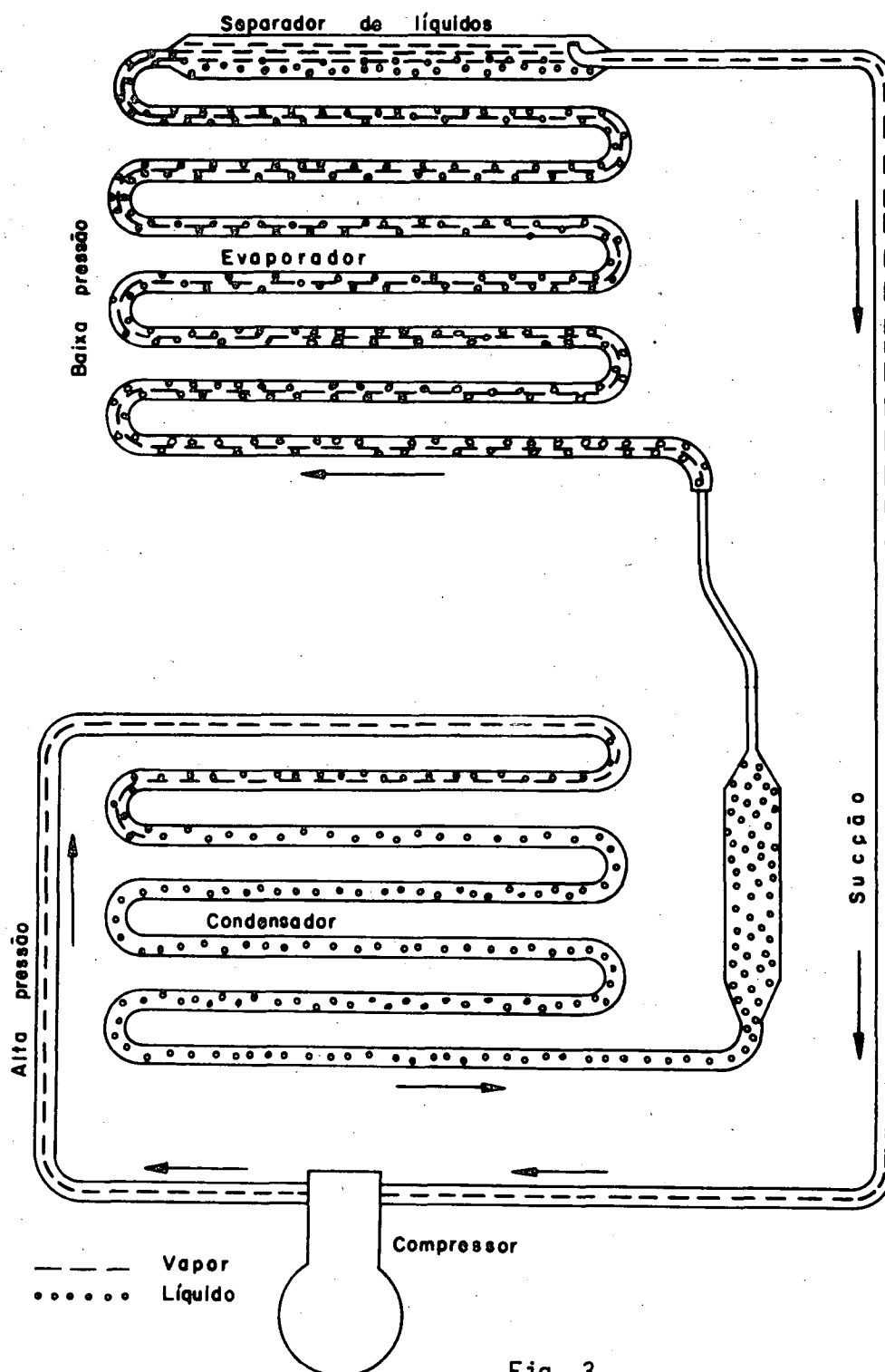


Fig. 3

O *compressor* é um dos componentes do sistema de refrigeração a compressão. É o componente de custo mais elevado e é o coração do sistema. Ele desempenha duas funções importantes:

Remove o vapor (gás) do evaporador e reduz a pressão até o ponto em que possa ser mantida a temperatura de ebulição desejada.

Aumenta a pressão do vapor do refrigerante até um valor em que a temperatura de saturação seja a temperatura do ambiente, a fim de que o refrigerante possa condensar-se, no condensador, perdendo calor para o ar externo, através do condensador. Nesse aspecto podemos considerar o compressor uma "bomba de calor". Ao abaixar a pressão no evaporador, o refrigerante ferve e absorve calor dos alimentos; esse calor é bombeado pelo compressor para o ar externo, através do condensador, quando o compressor comprime o refrigerante e o impulsiona para o condensador, onde ele se condensa.

TIPOS

Quanto ao acoplamento com o motor, os compressores são dos seguintes tipos:

- aberto;
- semi-hermético;
- hermético.

Aberto

Nesse caso, o motor comanda o compressor através de correias. O eixo do compressor atravessa sua carcaça e um selo de vedação (mais conhecido como *SANFONA*) impede que o gás e o óleo vazem através da passagem do eixo. Esse tipo de acoplamento foi muito usado no passado, mesmo em refrigeração doméstica. Ele cedeu lugar para os compressores herméticos (fig. 1).

Suas desvantagens, em relação aos compressores herméticos são:

- maior peso para a mesma potência;
- maior custo de fabricação;
- maior custo de manutenção;
- problema de alinhamento do eixo;
- mais ruídos;
- mais sujeito a vazamento (pelo selo de vedação).

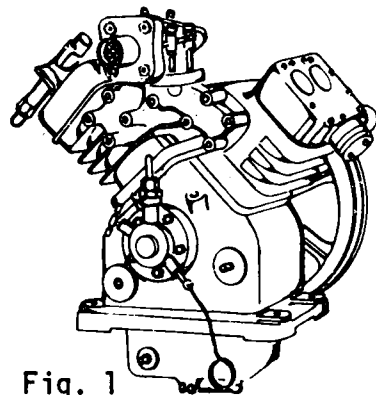
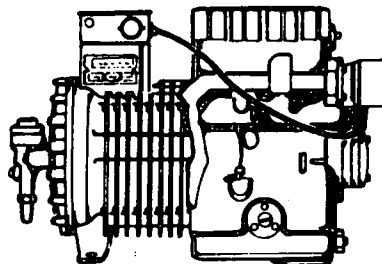


Fig. 1
Compressor aberto

Semi-hermético

É acionado pelo motor, acoplado diretamente no seu eixo, ficando o conjunto-motor e compressor, en cerrados em uma sô carcaça; porêm essa possui tampas de acesso ao motor e ao compressor, veda das por gaxetas especiais e parafusadas ã carça ca, para facilitar eventuais reparos, no local da instalação (fig. 2).



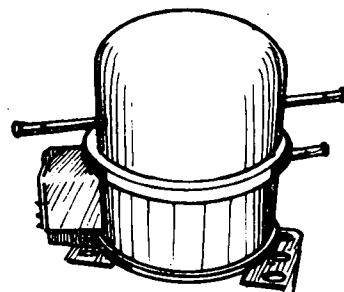
Compressor semi-hermético

Fig. 2

Compressores herméticos ou selados (fig. 3).

Foi uma grande vitória das indústrias de compress sores no sentido de reduzir ainda mais:

- o custo de fabricação;
- o custo de manutenção (já conseguida em parte com os compressores se mi-herméticos);
- o ruído;
- o tamanho.



Compressor hermético

Fig. 3

Além disso, melhorou a sua aparência. As instalações de baixa potência dão preferência, hoje, aos compressores herméticos. O motor elétrico, como nos compressores semi-herméticos, é acoplado diretamente ao compressor e o conjunto é montado no interior de uma carcaça cujo fechamento é feito com sol da, não permitindo qualquer acesso, ãs suas partes internas, no local da instalação.

Quanto ã maneira como realizam a compressão, os compressores se dividem em:

- *centrífugos*;
- *rotativos*;
- *alternativos*.

Centrífugos

São usados em grandes instalações (50 Ton. a 300 Ton.) e nos grandes sistemas de condicionamento de ar. São compressores requeridos para grandes des locamentos volumétricos e compressão moderadas. Foram fabricados em escala comercial a partir de 1920. São semelhantes ãs bombas centrífugas e geram ã velocidade de 3000 a 8000 rpm.

FUNCIONAMENTO

O vapor do lado de baixa pressão (sucção) e baixa velocidade entra na cavidade de uma roda impulsora que se acha presa ao eixo do rotor. O vapor é atirado radialmente, pela força centrífuga, através das palhetas da roda impulsora, à cobertura ou carcaça do compressor (parte interna). O vapor é assim descarregado com maior temperatura e pressão e passa, através de canais convenientemente desenhados, para outra roda impulsora, presa no mesmo eixo, ou para a câmara de descarga, conforme seja o compressor de dois ou de um impulsor.

A força centrífuga aplicada ao vapor, pelo impulsor (ou impulsores - os compressores centrífugos podem ter de uma até duas rodas impulsoras) causa a compressão. Os refrigerantes mais empregados nesses tipos de compressores são: R 11, R 13, Amônia, mas também são usados R 12 e R 22.

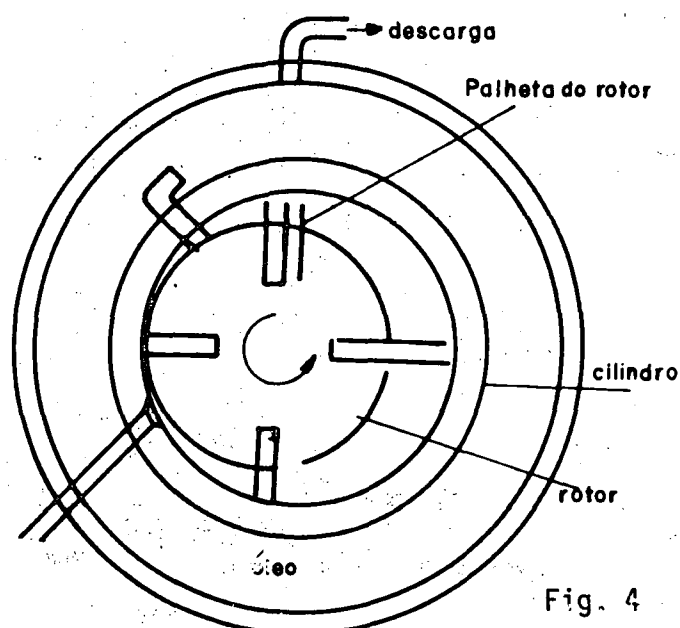
O rendimento dos compressores centrífugos varia de 70% a 80% e seu nível de ruído é baixo, comparativamente com os outros tipos de compressores.

Rotativos

São muito comuns em refrigeração doméstica, onde as potências requeridas são fração de CV. Contudo, nos sistemas de baixa pressão, ou no caso dos sistemas de duas etapas, como compressor auxiliar, são também empregados, com potências que vão a dezenas de CV.

Os compressores rotativos são do tipo *palheta* e do tipo *excêntricos*.

No primeiro caso, o rotor gira em volta do seu eixo, porém o eixo do rotor e do cilindro não coincidem. O rotor tem duas ou mais *palhetas deslizantes* que se mantêm contra o cilindro pela força centrífuga. O deslocamento volumétrico é tanto maior quanto for o número de palhetas (fig. 4).



Nos compressores rotativos tipo *excêntricos* o eixo do rotor coincide com o eixo do cilindro. Tem um divisor mantido por uma mola que separa as câmaras de entrada e saída do refrigerante. Seu deslocamento volumétrico, D em cm^3/min é dado pela igualdade abaixo, em que A , B e o comprimento do cilindro L são dados em cm (fig. 2) e n é o número de rotações por minuto.

$$D = \frac{(A^2 - B^2)}{2,12 \times 10^4} nL$$

Nos compressores tipo *palhetas* ou *excêntricos*, não há válvulas de admissão, entrando o gás continuamente no cilindro. Por esta razão a pulsação é mínima (fig. 5).

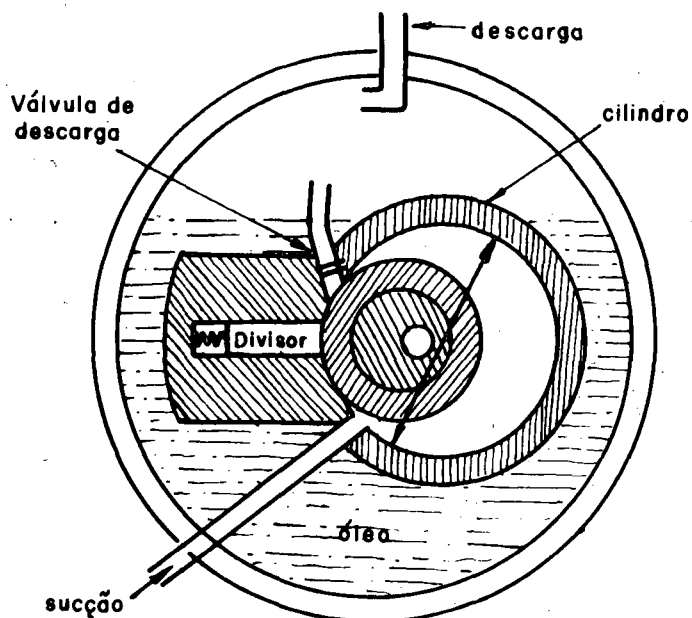


Fig. 5

Alternativos

É hoje o tipo mais empregado nas instalações médias e pequenas, quer em refrigeração industrial, comercial ou doméstica (nesse último caso, hoje o tipo hermético) (fig. 6).

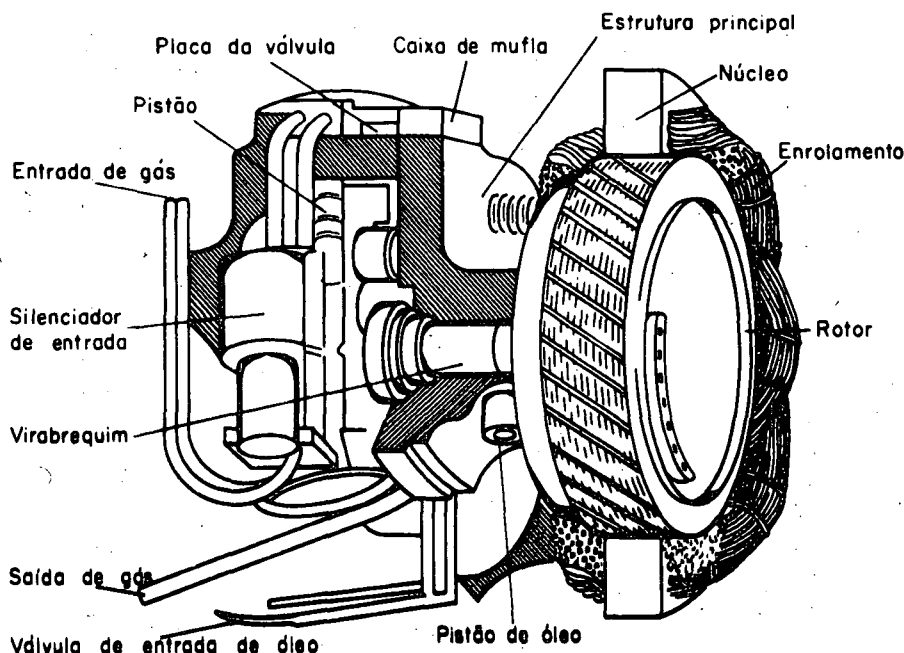


Fig. 6

Os compressores alternativos têm pequeno deslocamento volumétrico e grande compressão, comparativamente aos outros tipos de compressores.

Dedicamos maior atenção aos compressores *alternativos herméticos*, por ser este o tipo mais empregado em refrigeração doméstica.

Basicamente é constituído de uma *bomba com êmbolo*, um *motor elétrico* e um *envelopório de aço*, a *carcaça*, dentro do qual estão fixos o motor e o compressor.

O motor é constituído pelo *estator* (enrolamento de fio de cobre ou de alumínio isolados e núcleo de aço) e pelo rotor (com eixo virabrequim comum ao compressor).

O compressor é constituído pela *estrutura principal*, onde se encontra o *cilindro*, pelo *êmbolo*, *biela*, *pino*, *silenciadores de entrada e de saída*, *regulador de óleo*, *filtro de óleo*, *bomba de óleo*, *válvula de admissão e descarga*.

O estator está parafusado à estrutura do compressor, e o eixo do rotor (virabrequim) comanda o êmbolo através da biela e o pino.

O movimento circular do rotor, e portanto do seu eixo virabrequim, se transfere para o êmbolo em movimento alternado de *vaivém* dentro do cilindro, de tal modo que em uma volta completa do rotor, o êmbolo faz um movimento de "*vem*" (chamado curso de *aspiração*) e um movimento de "*vai*" (chamado curso de *compressão*), dentro do cilindro. Caso o compressor tenha mais de um êmbolo, cada um fará esses dois movimentos.

Esses compressores estão acoplados com motores de 1/12 Cv a 1/2 Cv mais comumente, em refrigeradores, e de 1/2 Cv a 2 Cv, para condicionadores de ar, em sistemas unitários domésticos.

Esses motores são fabricados para funcionamento em rede elétrica de 115V ou 220 V, 50 Hz ou 60 Hz. São de quatro pólos, com 1450 rpm em 50 Hz e 1750 rpm em 60 Hz; de 2 pólos, com 2900 rpm em 50 Hz e 3500 rpm em 60 Hz.

FUNCIONAMENTO

Ao descer o êmbolo dentro do cilindro, no seu *curso de aspiração*, a pressão no interior do cilindro vai se reduzindo. Quando ela for menor do que a pressão da linha de sucção, a válvula de admissão do compressor se abrirá, admitindo o vapor do refrigerante (ele flui do tubo de sucção, penetra na carcaça, passa através dos enrolamentos elétricos do motor, resfriando-os, penetra no silenciador de entrada, na câmara de sucção, passa pela válvula de admissão e daí para o interior do cilindro).

O êmbolo continuará seu curso de admissão, até o ponto inferior, chamado ponto morto baixo, enchendo todo o cilindro de vapor.

Começa então o curso de compressão; o volume do vapor vai se reduzindo en-quanto a pressão vai aumentando dentro do cilindro. Quando a pressão for superior à pressão da linha de descarga do compressor, a válvula de descarga se abrirá, dando passagem ao refrigerante; e o êmbolo continua seu curso de compressão, até o seu ponto alto, chamado *ponto morto alto*, quando então terã sido descarregado o máximo de vapor de refrigerante comprimido, que pas-sará da válvula de descarga para o silenciador de alta, para o fuso de descarga, e daí para o condensador. Inicia-se novo curso de aspiração e o ci-clo do compressor *alternativo* se repetirá.

As válvulas de sucção e de descarga deverão ficar bem assentadas na placa de válvula, onde geralmente são montadas, para evitar vazamentos, o que re-sultaria em bombeamento deficiente do compressor ou queda do seu rendimento volumétrico.

É pois importante que o circuito refrigerante fique limpo e seco para evi-tar que a sujeira ou a corrosão venha tornar imperfeita a vedação entre as válvulas e placa de assento, com prejuízo para o deslocamento volumétrico do compressor.

DESLOCAMENTO VOLUMÉTRICO TEÓRICO DO COMPRESSOR ALTERNATIVO

Como dissemos antes, em uma volta do rotor, cada êmbolo executará um movimento de "VEM" (curso de aspiração) e um movimento de "VAI" (curso de compressão). No curso de aspiração o cilindro é cheio de vapor refrigerante e no curso de compressão esse volume de vapor (chamado *cilindrada*) é despejado na linha de alta (fig. 7).

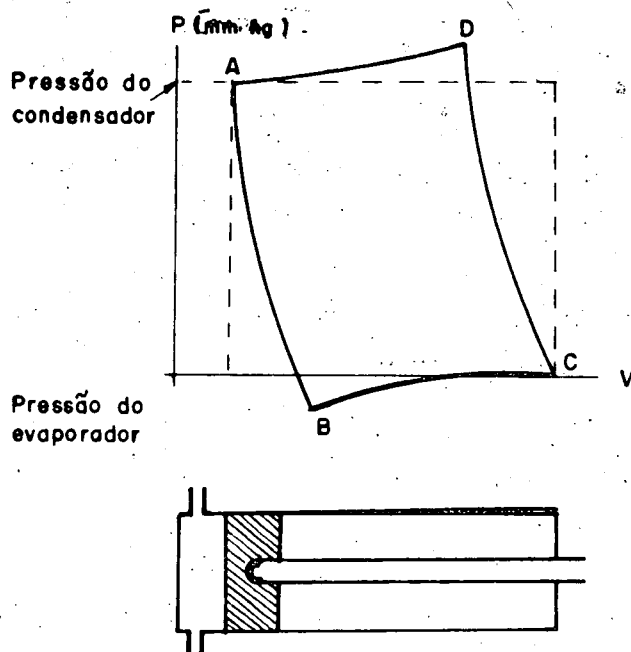


Fig. 7

Esse volume de refrigerante unitário, chamado cilindrada, é teoricamente igual ao volume interno do cilindro e vale:

$$V = \pi R^2 L \quad \text{onde:}$$

V = volume unitário (cilindrada em cm^3 - volume do cilindro)

R = raio interno do cilindro, em centímetro

L = curso ou caminho percorrido pelo êmbolo desde seu ponto alto ao ponto baixo, em centímetros.

Desse modo, um compressor que tem 1750 rpm (rpm = rotações por minuto), terá um deslocamento volumétrico teórico de 1750 vezes mais, ou seja:

$$V_t = \pi R^2 \times L \times 1750$$

Chamamos de rpm o número de rotações de um compressor qualquer. Temos que o deslocamento volumétrico teórico de um compressor é o volume do gás que ele desloca na unidade de tempo. Se ele tiver mais de um cilindro c, teremos a seguinte igualdade:

$$V_t = \pi R^2 \times L \times \text{rpm} \times c \quad \text{em que:}$$

V_t = deslocamento volumétrico teórico, em $\text{cm}^3/\text{min.}$ se:

R = raio interno do cilindro em centímetros

L = curso do êmbolo em centímetros

rpm = número de rotações do compressor por minuto

c = número de cilindros

O deslocamento volumétrico de um compressor é dado também em pés cúbicos por minuto, ou em polegadas cúbicas por rotação.

EXEMPLO

Um compressor alternativo com 1 cilindro, 1750 rpm, raio interno do cilindro 1 cm, curso do êmbolo 2,50 cm, terá um deslocamento volumétrico teórico, V_t correspondente a:

$$V_t = \pi R^2 \times L \times \text{rpm} \times c$$

$$V_t = 3,14 \times 1^2 \times 2,5 \times 1750$$

$$V_t = 13.737,500 \text{ cm}^3/\text{min.}$$

Significa que esse compressor, fará circular no circuito refrigerante 13.737,500 $\text{cm}^3/\text{min.}$ de vapor teoricamente.

DESLOCAMENTO VOLUMÉTRICO REAL DO COMPRESSOR ALTERNATIVO

O deslocamento volumétrico que calculamos antes não representa o deslocamento real do compressor, pois não levou em conta o "volume morto", representado pelo espaço entre a cabeça do êmbolo no seu "ponto morto alto" e a placa de válvulas, nem as cavidades da válvula de descarga e da placa.

O deslocamento volumétrico real será, então, igual ao deslocamento teórico menos esses "volumes mortos", sendo o volume real determinado experimentalmente.

RENDIMENTO VOLUMÉTRICO DO COMPRESSOR ALTERNATIVO

O rendimento volumétrico percentual é a relação entre o deslocamento real e o deslocamento teórico do compressor; multiplicado por cem:

$$R_v = \frac{V_r}{V_t} \times 100$$

R_v = Rendimento volumétrico do compressor, em porcentagem (%)

V_r = Deslocamento real do compressor

V_t = Deslocamento teórico do compressor

Podemos considerá-lo também como:

$$R_v = \frac{\text{Peso real do vapor de sucção comprimido}}{\text{Peso teórico do vapor de sucção comprimido}} \times 100$$

O rendimento volumétrico percentual, também chamado de eficiência volumétrica dos compressores alternativos, é considerado dentro dos valores de 70% a 85%. Conforme vimos acima, ele é afetado pelo volume morto do compressor, pelo aquecimento do compressor, fuga pelas válvulas e êmbolo.

Conhecendo-se o rendimento volumétrico do compressor (R_v), será fácil determinar-se o deslocamento volumétrico real do mesmo, através da igualdade:

$$V_r = \pi \times R^2 \times L \times \text{rpm} \times C \times R_v, \text{ em que:}$$

V_r = volume cm^3/min .

R = raio interno do cilindro em centímetros

L = curso do pistão em centímetros

rpm = rotação do motor por minuto

C = número de cilindros do compressor

R_v = rendimento volumétrico (normalmente variando de 70% a 85%)

CAPACIDADE DE REFRIGERAÇÃO DO COMPRESSOR

A capacidade de refrigeração do circuito refrigerante está relacionada com a quantidade de refrigerante que circula no evaporador, ou melhor, que circula no circuito refrigerante.

Essa quantidade de refrigerante, porém, é determinada pela capacidade do compressor, daí dizermos capacidade de refrigeração do compressor. O volume de vapor refrigerante que entra no compressor multiplicado pela densidade do vapor representa o peso de refrigerante que circula no sistema.

A CAPACIDADE DE REFRIGERAÇÃO SERÁ O PESO DO REFRIGERANTE MULTIPLICADO PELO EFEITO REFRIGERANTE DO GÁS USADO NO SISTEMA

EXEMPLO:

Suponha-se que o compressor do exemplo anterior, tenha um rendimento volumétrico de 80% e seja ligado a um circuito refrigerante com R12, cuja temperatura de sucção é $-6,7^{\circ}\text{C}$ e a temperatura do refrigerante líquido no capilar, ao entrar no evaporador, seja de 38°C , determinar:

- a) peso real do refrigerante que circula em um minuto;
- b) capacidade real de refrigeração do compressor.

SOLUÇÃO:

- a) Cálculo do peso (massa) real do refrigerante:

$$\begin{aligned}V_r &= V_t \times R_v \\V_r &= 13.737,500 \text{ cm}^3/\text{min.} \times 0,80 \\V_r &= 10.990 \text{ cm}^3/\text{min.} = 0,01099 \text{ m}^3/\text{min.}\end{aligned}$$

Examinando-se a tabela de propriedades do vapor saturado do R-12, encontramos a massa específica do vapor saturado a $-6,7^{\circ}\text{C}$, com o valor de $14,29 \text{ kg/m}^3$. Então, o peso (massa do refrigerante que entra no compressor e circula no sistema em 1 min. será:

$$P = 0,01099 \times 14,29$$

$$P = 0,157 \text{ kg/min.}$$

- b) Capacidade real de refrigeração do compressor.

Na mesma tabela encontramos o conteúdo do calor do vapor saturado a $-6,7^{\circ}\text{C}$, com o valor de $44,71 \text{ kcal/min.}$ O conteúdo do calor líquido a $37,8^{\circ}\text{C}$ é de $17,311 \text{ kcal/kg.}$ Logo, com $0,157 \text{ kg/min.}$, temos:

$$17,311 \times 0,157 = 2,72 \text{ kcal/min.}$$

O efeito refrigerante foi então: $7,02 - 2,72 = 4,30 \text{ kcal/min.}$

Isto significa que, em cada 0,157 kg de R-12 que se evapora ou que circula na tubulação da unidade refrigeradora, em 1 min., bombeado pelo compressor, há uma capacidade de resfriar ou do refrigerante absorver calor do evaporador e, portanto, do interior do gabinete de 4,3 kcal.

Poderíamos ter calculado também assim: $(44,71 \text{ kcal/min.} - 17,31 \text{ kcal/kg})$, $0,157 \text{ kg/min.} = 4,3 \text{ kcal/min.}$ por 0,157 de refrigerante que circula em um minuto.

Está desse modo, calculada a capacidade de refrigerar da unidade refrigeradora, a qual deverá ser comparada com a carga térmica do gabinete, com base na quantidade média de alimentos e o calor de infiltração pelo gabinete, através da lâ de vidro (ou de isolamento térmico).

A partir de provas reais que o fabricante executa sobre o compressor, são organizadas tabelas dentro das quais é indicada a potência de cada tipo de compressor de sua fabricação.

A temperatura de sucção e de descarga do refrigerante no compressor, pressão de sucção, capacidade em kcal/h, rpm, são características da instalação que levam à potência em CV do motor a ser selecionado.

CONCLUSÃO

Qualquer compressor perfeito comprimirá, no mínimo 100 psi após um tempo que for arbitrado.

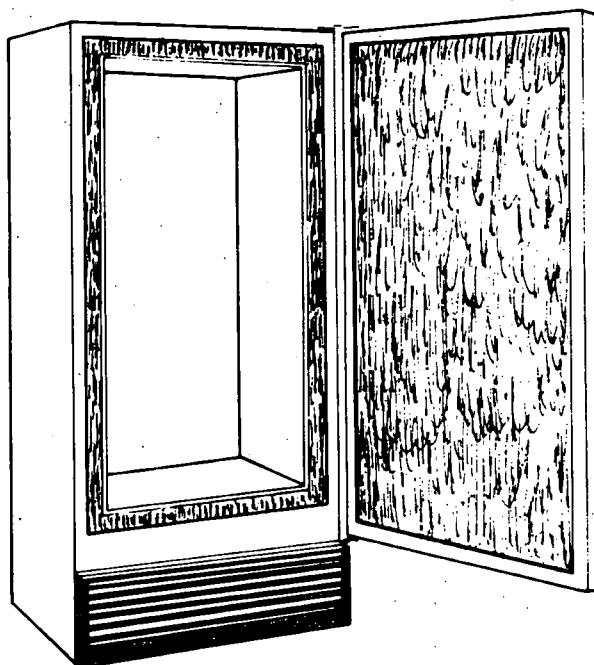
AVALIANDO A CAPACIDADE DE BOMBEAMENTO DE UM COMPRESSOR HERMÉTICO

Com alguma experiência pode-se concluir se um compressor está com bombeamento eficiente (costuma-se dizer na prática: se está com ou sem compressão), ligando seu tubo de sucção à linha de ar seco e dando pressão de aproximadamente 10 psi, conectando o manômetro da alta e ligando o compressor.

Pela pressão obtida no manômetro, sabe-se com boa aproximação se o compressor está bombeando normalmente.

São peças com forma de caixa, geralmente fabricadas de chapas de aço e protegidas com anticorrosivo, o que permite a longa vida dos gabinetes.

O gabinete externo geralmente tem forma retangular. Isso possibilita espaço interno maior, e dá boas condições de montagem ao isolamento térmico conforme figura.



O gabinete interno tem as mesmas formas do externo, porém seu tamanho é reduzido, permitindo que entre um e outro, seja introduzido o isolante térmico.

CONSERVAÇÃO

A limpeza periódica nos gabinetes permite a higiene, além de prolongar sua vida útil. A limpeza interna deve ser feita por ocasião do degelo, usando-se uma solução de 2% de bicarbonato de sódio em água morna, enxugando-se a seguir com pano seco ou papel absorvente.

Externamente a limpeza é feita com flanela embebida em líquido de proteção à pintura e a seguir passa-se a flanela limpa e seca, dando o brilho final.

A limpeza da porta de trás do refrigerador, onde está montada a unidade, deve ser feita com aspirador de pó ou escova macia.



É a camada que separa duas temperaturas diferentes. Em refrigeração usam-se os mais variados tipos de isolantes térmicos, de acordo com o trabalho a executar.

Os refrigeradores usam a lã de vidro, lã de rocha ou isopor como material isolante, o qual é colocado entre os gabinetes interno e externo, e na porta externa. Esse material isolante tem a principal finalidade de limitar o fluxo de calor para o interior do gabinete a ser refrigerado.

Como esse fluxo de calor é geralmente uma parte importante da carga térmica total, é necessário dispensar um cuidado especial ao material isolante usado. É evidente que um isolamento deficiente resulta num trabalho desnecessário do aparelho. A quantidade de isolamento a ser aplicada em um refrigerador depende, em grande parte, da sua estrutura e densidade.

Sabe-se que a condutibilidade de substâncias densas, como os metais, é alta.

Nos materiais leves, como a madeira, é menor, enquanto que a dos gases é baixa.

Sendo o ar uma mistura de gases, ele é condutor muito pobre de calor.

Quando usado para fins de isolamento, entretanto, deve ser mantido sem circulação, visto que é também um bom agente de convecção.

Conseqüentemente, em um material isolante eficiente, o ar deve existir em quantidades tão pequenas, que os efeitos da corrente de convecção sejam reduzidos ao mínimo.

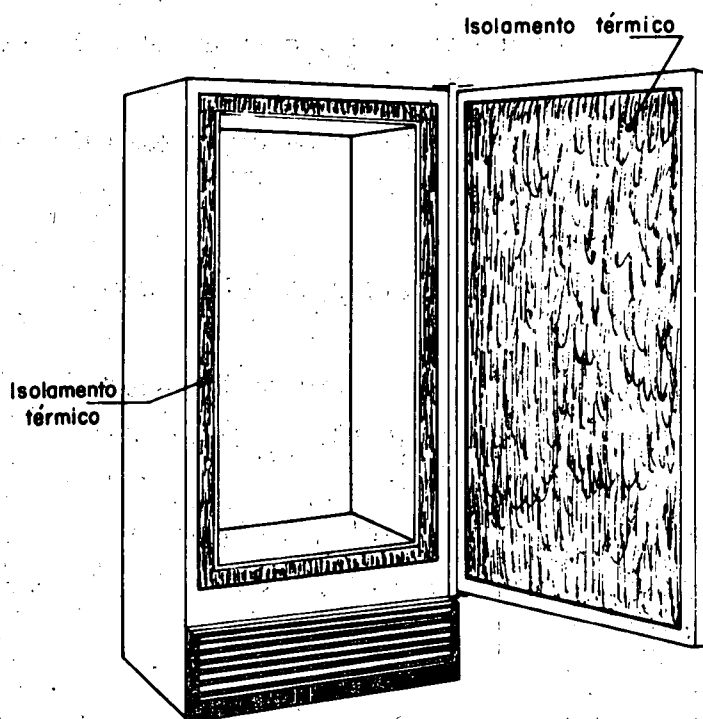
Tendo-se em vista que essas unidades de ar devem ser individualmente confinadas, é essencial o uso de um material muito leve, com pequena densidade e baixa condução térmica.

Um isolante dessa natureza será tão eficiente sob o ponto de vista térmico, quanto seja possível sua realização.



A seleção do melhor isolante para determinada aplicação depende dos seguintes fatores:

- condutibilidade térmica;
- resistência estrutural;
- peso;
- redução volumétrica;
- ausência de cheiro, quando seco ou úmido;
- absorção de umidade;
- resistência a insetos;
- decomposição pelo mofo;
- refratariedade ao fogo;
- custo razoável.



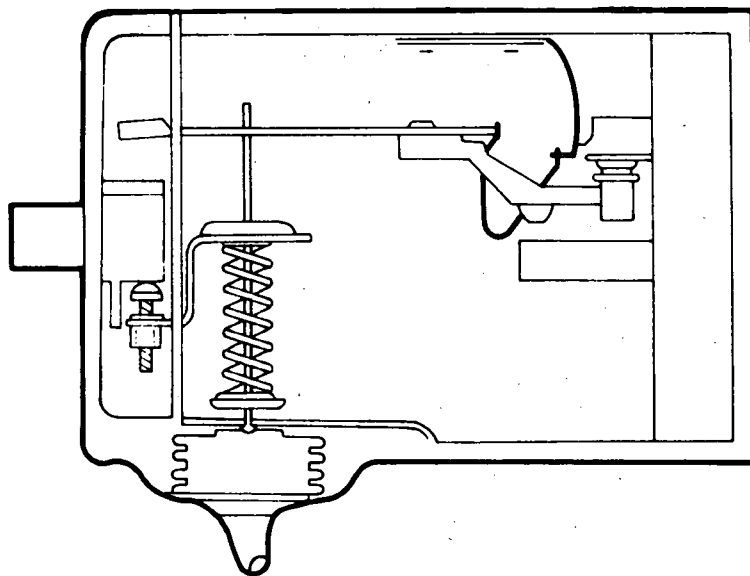
O termostato, ou controle automático de temperatura, é um dispositivo usado nos refrigeradores para controlar o tempo de funcionamento do mecanismo refrigerador, pois ele liga e desliga a corrente elétrica em função da temperatura, mantendo-a a níveis apropriados.

As funções do termostato são:

permitir a partida ou a parada do mecanismo manualmente: colocando-se o mostrador na posição ("OFF") desligado, detém-se o seu funcionamento e, ao ser retirado dessa posição, o mecanismo volta a funcionar;

manter temperaturas apropriadas no evaporador e no gabinete interno, parando ou partindo automaticamente;

permitir ajustes manuais para variar até certo grau os limites de temperatura do evaporador, ou seja, para congelar rapidamente, ou mesmo para aumentar ou baixar a temperatura no gabinete e assim compensar variações no funcionamento.



O termostato é, em essência, um interruptor que liga e desliga o circuito elétrico do motor. Seus contatos podem ser abertos ou fechados pela expansão ou contração de um fole carregado com gás (cloro de metila), cuja variação de volume é proporcional à temperatura do evaporador.

Um tubo chamado bulbo se estende desde o fole até o evaporador, ao qual o bulbo é preso perto do tubo de sucção. O fole trabalha contra a pressão de uma mola, cuja rigidez pode ser variada a fim de se alterar o limite de temperatura desejado no evaporador.

O fole atua contra o extremo inferior de seu braço, um pouco acima do ponto de apoio. Do outro lado do braço e em oposição ao fole, há uma mola cuja pressão é determinada pela posição do mostrador.

Quando a temperatura do evaporador aumenta, a pressão do gás faz com que o fole se expanda e acione o braço do fole para cima, obrigando os contatos a se fecharem, ligando o mecanismo.

Quando a temperatura começa a diminuir, a pressão do gás sobre o fole vai diminuindo, e ele começa a contrair-se, abaixando o braço até que os contatos se abram, desligando o mecanismo.

A temperatura em que o termostato desliga o mecanismo chama-se temperatura de desligar.

A temperatura em que o termostato liga o mecanismo chama-se temperatura de ligar.

A diferença entre as temperaturas de ligar e desligar chama-se diferencial de temperatura.

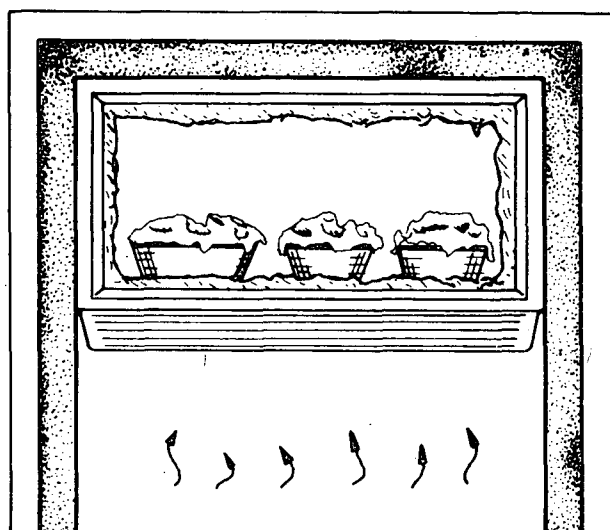
Os limites de temperatura do evaporador baixam, ao girar-se o mostrador para a direita. A posição 1 corresponde à temperatura *menos fria*, e a posição 8, à *mais fria*.

Os termostatos não deverão ser ajustados e sim substituídos quando se apresentarem defeituosos.

É a remoção periódica de gelo formado no evaporador.

Depois de um certo período de uso do refrigerador, uma camada de gelo se forma nas paredes do evaporador (conforme figura).

Ao contrário do pensamento popular de que quanto mais gelo no evaporador, melhor é o seu funcionamento, podemos informar que, quando a camada de gelo formada na superfície das paredes do evaporador atinge a 5 mm, ela passa a agir como um isolante térmico, determinando uma queda na eficiência do mesmo e, por conseguinte, uma elevação da temperatura interna do gabinete.



O degelo periódico é, pois, essencial para a operação eficiente e econômica do refrigerador. De maneira geral, o evaporador deve ser degelado uma vez por semana. Quando grande quantidade de alimentos úmidos é guardada no refrigerador, ou se o tempo estiver excepcionalmente úmido, torna-se necessário degelar com mais frequência.

Alguns refrigeradores possuem sistema de degelo automático que funciona com controle de tempo ou pelo número de vezes de abertura da porta externa.

Como o gelo formado no evaporador é resultado do congelamento da umidade dos alimentos, dos líquidos e do ar, os mesmos devem ser protegidos com papel de alumínio, sacos plásticos e vasilhames com tampa, bem como a porta externa deve ser aberta com moderação.

É boa prática efetuar limpeza no refrigerador por ocasião do degelo. O gabinete interno deve ser lavado com solução de bicarbonato de sódio ou produto semelhante e água morna e enxugado devidamente.

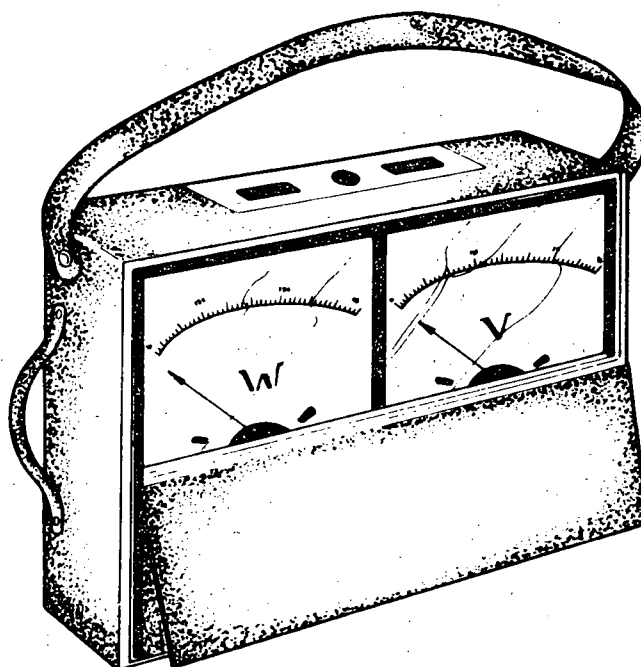
OBSERVAÇÃO

Nunca deve ser jogada água em demasia no interior do gabinete, pois a infiltração, poderá danificar o isolamento térmico.

VOLT-WATTÍMETRO

Os volt-wattímetros são aparelhos dos mais importantes, verdadeiramente essenciais para mecânicos de refrigeração, de vez que permitem o diagnóstico correto de unidades defeituosas.

Esses aparelhos são constituídos essencialmente de dois medidores: um de tensão - o voltímetro - e o outro de potência - o wattímetro - reunidos na mesma caixa, para facilidade de leitura (conforme figura).



OBSERVAÇÕES

- 1 O limite de aplicação desses instrumentos é geralmente de 20A, não devendo, pois, ser aplicados em instalações elétricas nas quais a corrente ultrapasse esse limite, sob pena de sofrerem danos que exigem um custoso reparo.
- 2 A fim de que a indicação dos ponteiros seja precisa, é importante verificar se os mesmos estão na posição "zero", com o aparelho desligado. No caso de não estarem nessa posição, devem ser ajustados.
- 3 Qualquer leitura de tensão em potência deve sempre ser feita com o aparelho na posição horizontal, isto é, com o mostrador para cima.

VOLTÍMETRO

A principal função do voltímetro é a de indicar a tensão da linha e suas variações na partida da unidade ou quando outros aparelhos elétricos ligados ao mesmo circuito estão em funcionamento.

A fim de que a unidade possa começar a funcionar, é necessário um esforço maior para vencer as resistências naturais causadas pela inércia. Por esse motivo, durante um período muito curto, por ocasião da partida da unidade, uma corrente mais elevada circula pelo circuito. Isso causa uma queda momentânea de tensão na linha.

Sob certas condições, essa queda de tensão pode ser excessiva, causando então, dificuldades que serão enumeradas mais adiante.

Essa queda de tensão excessiva durante a partida é, geralmente, causada por uma instalação elétrica defeituosa. Se os fios da instalação elétrica forem muito finos ou se o circuito já estiver sobrecarregado com outros aparelhos elétricos, as seguintes dificuldades poderão surgir:

- 1 Com baixa tensão de partida, será prolongado o tempo necessário para que o compressor atinja sua velocidade normal.
- 2 Com baixa tensão de partida, levará o relê mais tempo para desligar o enrolamento de partida. Em consequência, o enrolamento se aquecerá anormalmente.
- 3 Com baixa tensão de partida, levará mais tempo até que o protetor de sobrecarga do relê se aqueça o suficiente para desligar a unidade. Durante esse tempo, os enrolamentos do compressor poderão aquecer-se excessivamente e até mesmo queimar.

NOTA

Um ponto importante a considerar é que a leitura da tensão deve ser feita com a unidade e os demais aparelhos que estiverem ligados ao mesmo circuito, *em funcionamento*.

WATTÍMETRO

Para se usar devidamente o wattímetro, é necessário possuir habilidade e prática, de vez que muitas das leituras são feitas com o ponteiro em movimento.

Como foi explicado anteriormente, o motor do compressor tem dois enrolamentos: (1) o de funcionamento normal ou principal e (2) o de partida, que se destina somente a auxiliar a partida do motor e, por conseguinte, deve permanecer ligado o menor tempo possível, pois do contrário poderia queimar-se.

Uma das funções do relê de partida é a de ligar esse enrolamento de partida e desligá-lo no menor tempo possível. A falha do relê em executar essa operação pode ser facilmente determinada com o uso do wattímetro, que, dessa maneira, nos permite verificar se o relê deve ou não ser substituído.

Além dessa função, o wattímetro permite-nos também determinar as causas de defeitos dentro da própria unidade selada, tornando-se assim um instrumento de valor extraordinário para o mecânico de refrigeração.

O wattímetro, devidamente aplicado, serve para determinar as seguintes condições:

- 1 - falha no relê em fechar o circuito de partida;
- 2 - falha no relê em abrir o circuito de partida;
- 3 - funcionamento do protetor de sobrecarga do relê;
- 4 - falta de refrigerante;
- 5 - entupimento;
- 6 - condensador sujo;
- 7 - compressor engripado.

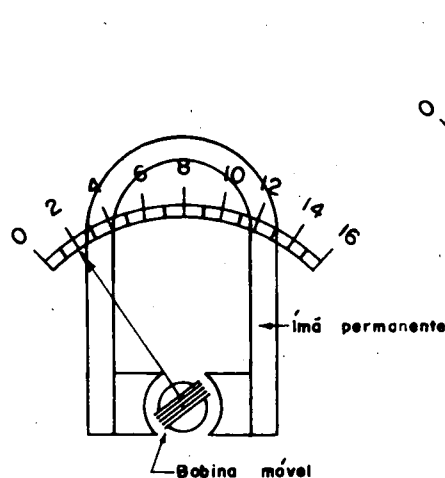
Sendo o voltímetro-wattímetro um instrumento delicado e de precisão, todo cuidado possível deverá ser tomado com o mesmo, a fim de ser evitado qualquer erro de leitura, o qual iria determinar um diagnóstico incorreto do defeito encontrado.

Os instrumentos elétricos de medição têm por fim a determinação das grandezas elétricas como, por exemplo, a intensidade da corrente elétrica, a tensão, a potência, a resistência etc.

Esses instrumentos podem ser indicadores ou registradores. Os primeiros nos dão a medida da grandeza elétrica por meio de um ponteiro que se desloca sobre uma escala graduada. Os segundos marcam, à tinta, sobre uma folha de papel, os valores sucessivos da grandeza a cada momento.

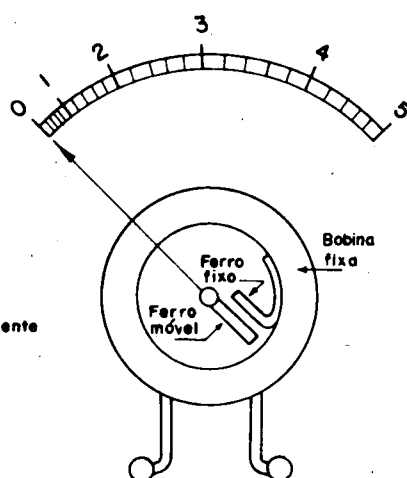
Nesta folha trataremos dos voltímetros e amperímetros como instrumentos indicadores, por serem de uso mais generalizado.

Quanto ao mecanismo de funcionamento, os voltímetros e os amperímetros podem ser de três tipos:



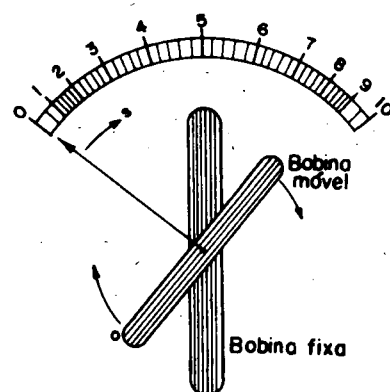
1- Bobina Móvel

Fig. 1



2- Ferro Móvel

Fig. 2



3- Eletrodinâmico

Fig. 3

Esses três tipos de instrumentos podem ser facilmente reconhecidos pela escala graduada.

Nos instrumentos de bobina móvel a escala é homogênea. Nela os espaçamentos entre cada divisão são sempre iguais em toda a extensão da escala (figura 4).

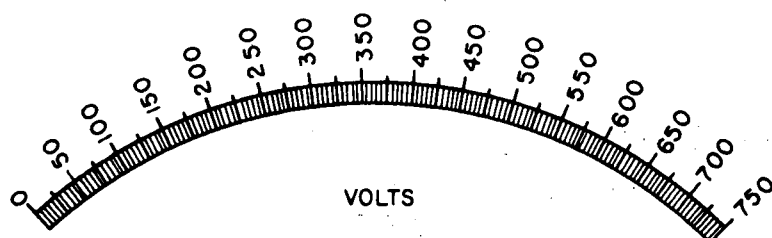


Fig. 4

Esses instrumentos são de grande precisão e sō podem trabalhar em corrente contínua. São geralmente empregados como instrumentos de laboratōrios.

Nos instrumentos de ferro mōvel, as divisões no inīcio da escala têm um espaçamento menor. Vão aumentando gradativamente até o final (fig. 5).

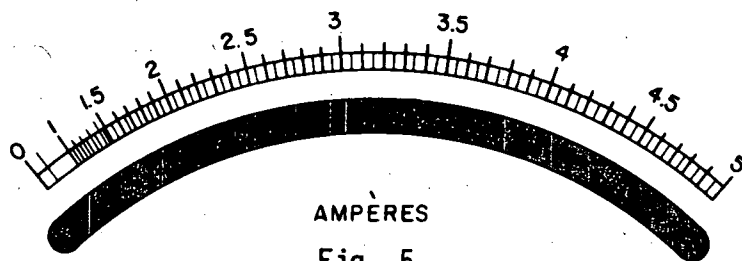


Fig. 5

Embora esses instrumentos não sejam de grande precisão, são muito empregados em quadros de manobras ou como instrumentos portāteis, pois também permitem trabalhar tanto em corrente contínua como em corrente alternada.

Nos instrumentos eletrodinâmicos, a escala ē comprimida no inīcio e no fim. No centro, as divisões apresentam maior espaçamento (fig. 6).

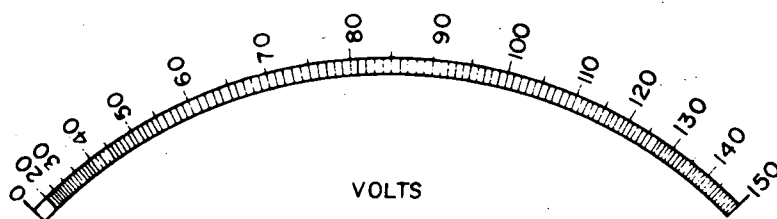


Fig. 6

Esses instrumentos são também de grande precisão e, como podem funcionar tanto em corrente contínua como em corrente alternada, são muito empregados.

Para fornecer uma indicação segura do tipo de corrente de funcionamento de cada instrumento, os fabricantes gravam sobre o mostrador as seguintes indicações: os instrumentos para corrente contínua possuem gravados no mostrador um dos três símbolos:

D.C



Fig. 7

Os de corrente alternada:

A.C

ou



Fig. 8

Quando, no mostrador de um instrumento, se encontram simultaneamente indicações referentes a corrente alternada e corrente contínua, é sinal de que o instrumento foi fabricado para as duas correntes.

VOLTÍMETRO

Os voltímetros, quer de bobina móvel, quer de ferro móvel, quer eletrodinâmicos, caracterizam-se pela sua resistência interna elevada e pela graduação de escala em volts.

São empregados para medir as tensões existentes entre dois pontos diferentes de um circuito elétrico, e, por essa razão, devem ser ligados aos pontos entre os quais se deseja conhecer o valor da tensão.

No exemplo abaixo, está sendo tomado o valor da tensão entre três elementos de uma bateria de quatro pilhas (fig. 9).

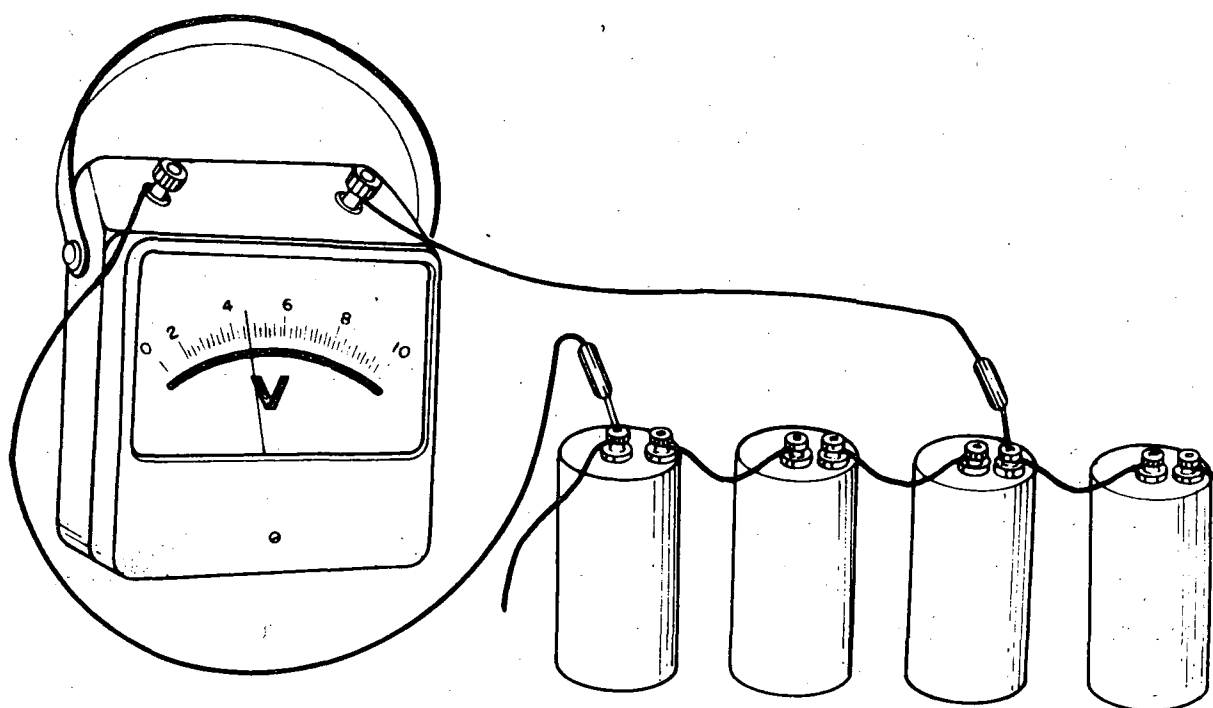


Fig. 9

Quando se deseja conhecer a tensão de uma rede elétrica, deve-se ligar o voltímetro aos dois fios da rede (fig. 10).

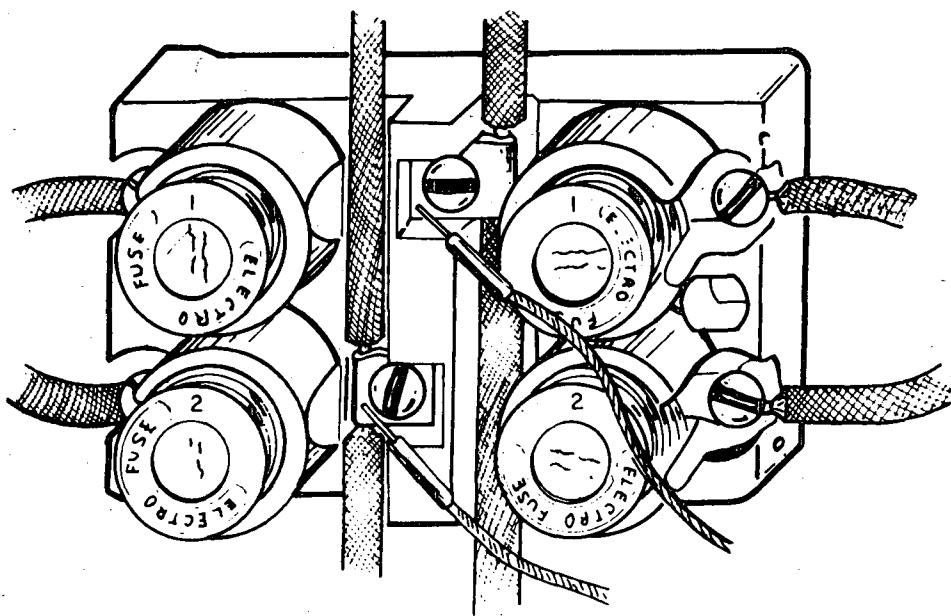


Fig. 10

Sempre o voltímetro é ligado diretamente aos pontos entre os quais se deseja conhecer a tensão. Todavia, antes de se efetuar a ligação de um voltímetro deve-se escolher o instrumento, para que se obtenha a leitura aproximadamente ao meio da escala.

As escalas mais comuns para os voltímetros são de 6, 12, 15, 20, 30, 50, 100, 150, 250, 300, 500 e 600 volts, podendo um mesmo instrumento possuir duas ou mais escalas. Nesse caso, o instrumento denomina-se "de escala múltipla".

O AMPERÍMETRO

Os amperímetros, que também são encontrados nos três tipos de mecanismos já citados, diferenciam-se dos voltímetros pela sua baixa resistência interna e pela sua escala calibrada em ampères. São empregados para medir a corrente que flui em um circuito elétrico.

Os amperímetros, ao contrário dos voltímetros, não podem ser ligados diretamente à rede. Sua ligação é feita sempre em série com o circuito cuja intensidade de corrente se deseja conhecer.

A ilustração abaixo mostra um amperímetro ligado ao circuito de uma lâmpada alimentado por uma pilha (fig. 11).

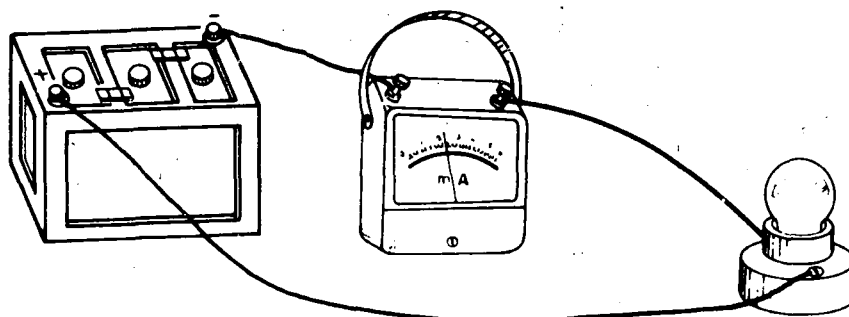


Fig. 11

Toda vez que se deseja conhecer a intensidade da corrente que flui por um circuito, deve-se interromper o mesmo e intercalar nele o amperímetro (figura 12).

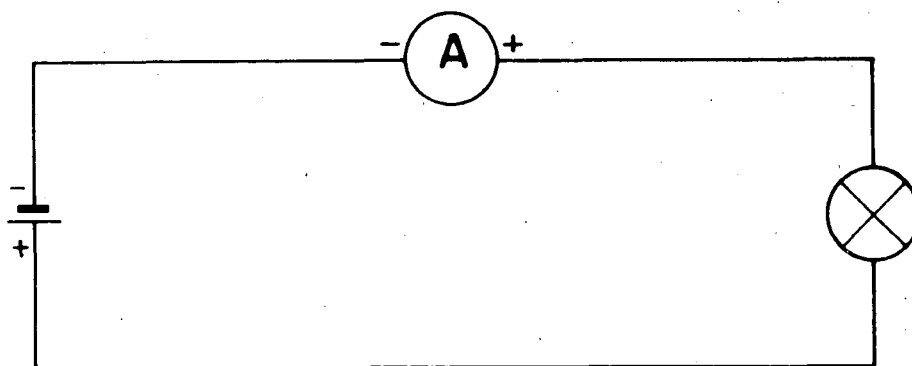


Fig. 12

Como nos voltímetros, antes de se efetuar a ligação de um amperímetro, este deve ser selecionado para que se obtenha a leitura no meio da escala.

As escalas mais usuais para amperímetro são de 1, 2, 5, 10, 20, 30, 50, 80, 100, 200, 300, 400, 500, e 600 ampères, podendo ser simples ou múltiplas.

Os instrumentos podem ser portáteis ou para quadro. Os instrumentos para quadro são encontrados nos tipos expostos e para embutir, nas formas redonda, quadrada ou retangular (figuras 13, 14, 15, 16, 17 e 18).

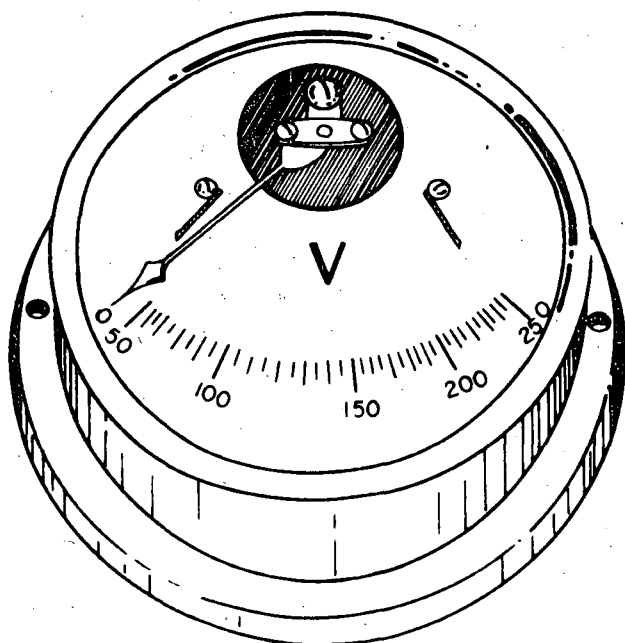


Fig. 15

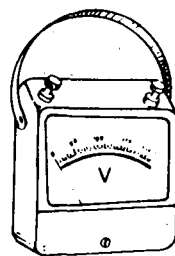


Fig. 13

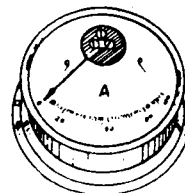


Fig. 14

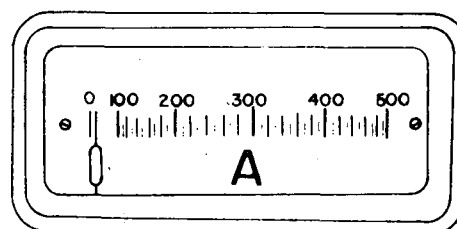


Fig. 16

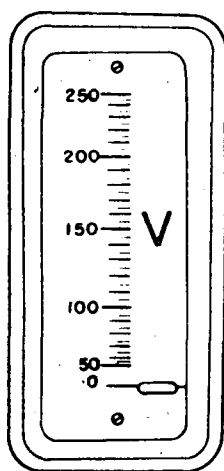


Fig. 17

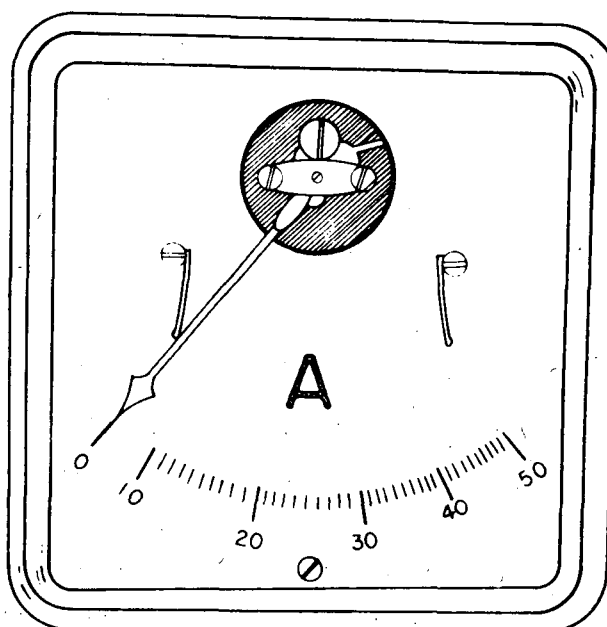


Fig. 18

Os instrumentos do tipo redondo ilustrados nesta folha permitem tanto a montagem exposta como a embutida, sendo que, para a montagem embutida, esses instrumentos necessitam de um aro frontal de acabamento.

A figura 19 mostra um amperímetro nesse tipo de montagem.

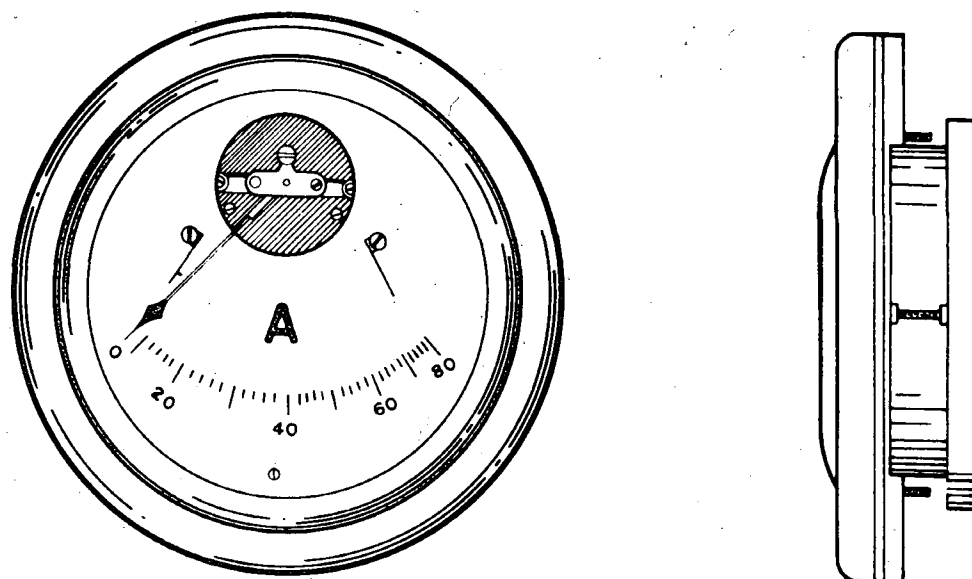


Fig. 19

São também encontrados no comércio instrumentos de caixa de baquelite que permitem apenas montagem embutida. A figura 20 mostra um desses tipos de instrumentos.

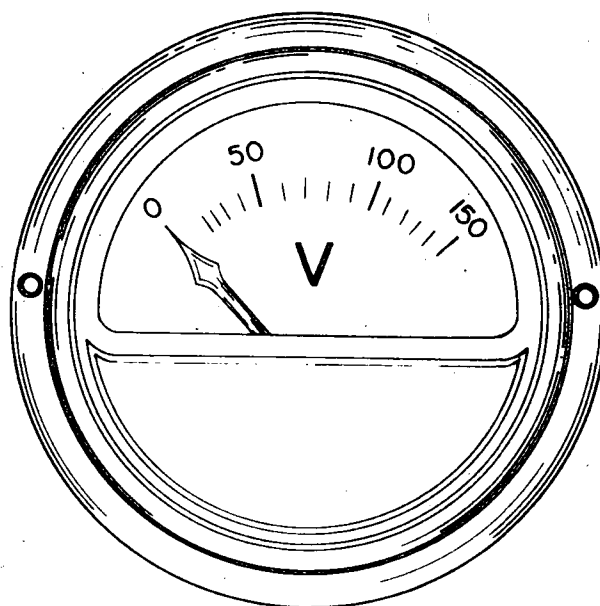


Fig. 20

A grande maioria dos motores e geradores, instalados nas fábricas e oficinas, não exige nenhum cuidado extraordinário para que funcione sempre satisfatoriamente. Necessita, entretanto, uma atenção periódica. Adotando-se um programa de medidas preventivas de manutenção, para exame e conservação dos motores e geradores, em condições satisfatórias haverá um perfeito funcionamento permanente dos mesmos.

Além das inspeções dos órgãos mecânicos, como mancais, eixos, etc, o valor da resistência entre o enrolamento e a massa é uma boa indicação do estado do enrolamento. A comparação com várias leituras anteriores indicará se o isolamento está melhorando ou piorando. As leituras devem ser feitas com a máquina em temperatura normal, e, para as comparações das leituras terem valor, devem ser feitas sempre nas mesmas condições.

O método mais usado para essas verificações é o uso do megôhmetro.

Este é um aparelho destinado à medida rápida e precisa das resistências de isolamento, especialmente de valor elevado, até 2000 megaoohms, que não se podem medir com um ohmímetro comum.

O princípio de funcionamento do megôhmetro pode ser entendido com o auxílio da figura 1.

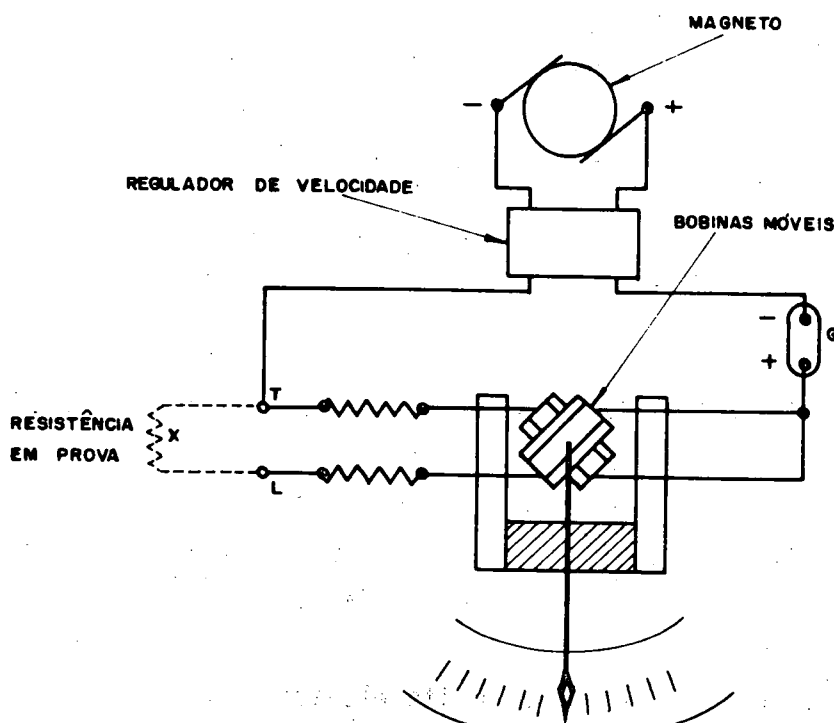


Fig. 1

O magneto é acionado por uma manivela e fornece uma tensão de geralmente 500 volts, que se mantém constante, no decorrer da medição, por meio de um regulador de velocidade.

A avaliação da resistência é feita por leitura direta numa escala graduada em megaohms (fig. 2).

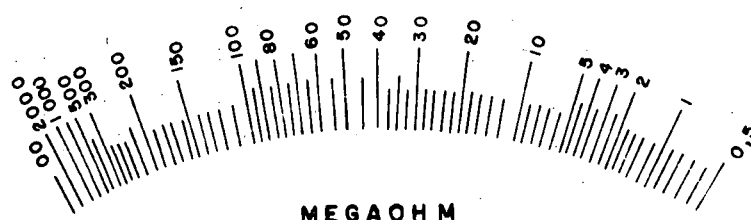


Fig. 2

Quando utilizado em local fixo, o aparelho pode ser alimentado com uma tensão de corrente contínua de 500 volts, pelos bornes G, suprimindo-se assim a manivela (fig. 3).

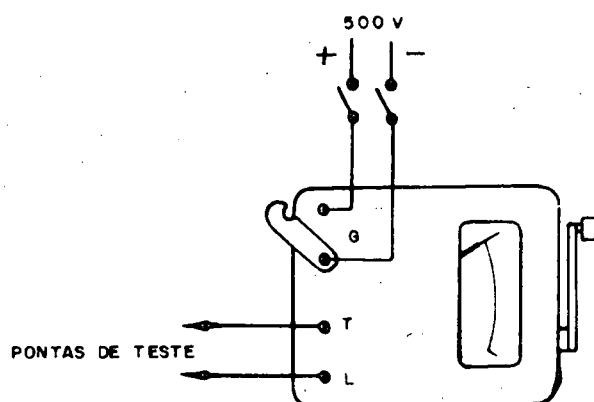


Fig. 3

Para se fazer um teste de isolamento, procede-se da seguinte maneira:

Liga-se, por meio de um condutor, o borne T do instrumento à massa do aparelho sob teste. O borne L deve ser ligado a um dos extremos do circuito que se deseja testar. Aciona-se a manivela e faz-se a leitura.

Se a resistência de isolamento for muito elevada, é conveniente que as conexões (L) e (T) sejam feitas com condutores separados e suficientemente isolados.

Quando, na medição de um cabo, o isolamento está muito próximo da proteção metálica, é preciso eliminar as correntes superficiais que provocam erros na medição. Isso é conseguido conectando-se o borne G do aparelho com a capa isolante, como é mostrado nas figuras 4, 5 e 6.

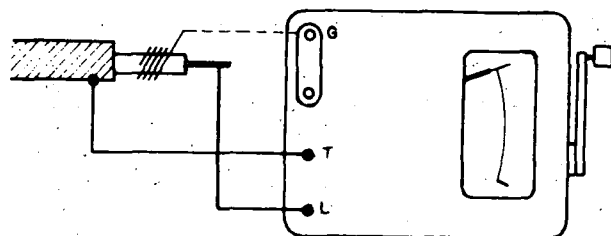


Fig. 4

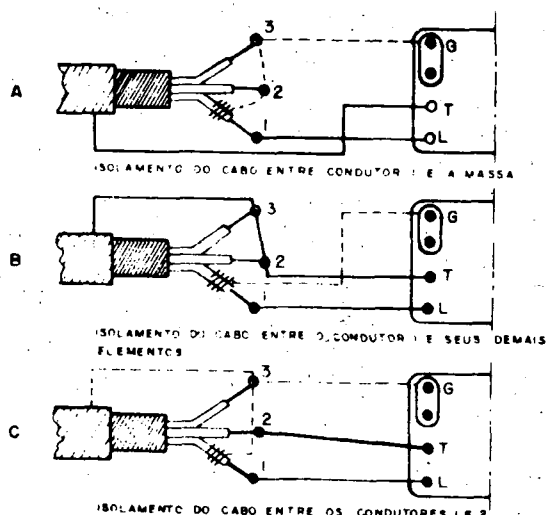
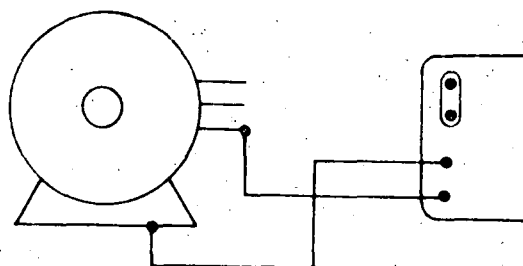


Fig. 5



Isolamento entre os enrolamentos e a carcaça

Fig. 6

Na prática segue-se o seguinte: para máquinas em serviço, a resistência normal deverá ser de 1000 ohms por volt; para máquinas novas ou recondicionadas, não se admitem resistências inferiores a 1 M.Ω.

O nível é um instrumento que serve para verificar a horizontalidade de um plano. Consiste em uma régua de madeira, às vezes revestida de metal, na qual está fixado um tubo de vidro ligeiramente curvado, próprio para nível, com uma quantidade de álcool que permite a formação de uma bolha de ar em seu interior.

O vidro está horizontalmente fixo na régua de madeira, de tal modo que, quando a régua está perfeitamente horizontal, a bolha de ar fica no centro do vidro, tendo para servir de referência duas linhas marcadas nele.

A figura nº 1 mostra um nível em régua de madeira, muito usado na construção civil pelos pedreiros, carpinteiros e instaladores eletricitas.

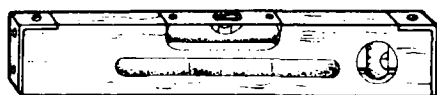


Fig. 1

Muitos níveis têm também um ou dois vidros fixos perpendicularmente ao comprimento da régua. Esses são chamados "vidro de prumo" e servem para verificar se uma parede ou uma viga está no prumo ou perpendicular à linha horizontal.

Os níveis são também feitos com corpos de aço (figura 2). Variam muito de forma e de comprimento e são muito usados na mecânica quando das montagens ou fixações de máquinas em suas bases e outros trabalhos, por serem de maior precisão que os de madeira.



Fig. 2

O prumo é um instrumento formado de uma peça de metal suspensa por um fio (fig. 3) e serve para determinar a direção vertical. O prumo é muito vertical. O prumo é muito usado nas construções, para verificar a perpendicularidade ou o prumo de qualquer estrutura ou parte da mesma.

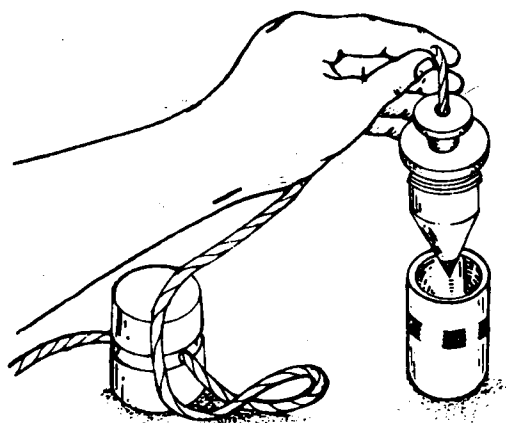


Fig. 3

Nas instalações elétricas, o eletricitista o emprega para marcar as descidas de linhas nas paredes e para determinar os pontos de luz do teto, ao transportar as marcas feitas no piso.

Os Sistemas de *Absorção* possuem três elementos principais como solução refrigerante que são: amoníaco, água destilada e hidrogênio.

FUNCIONAMENTO

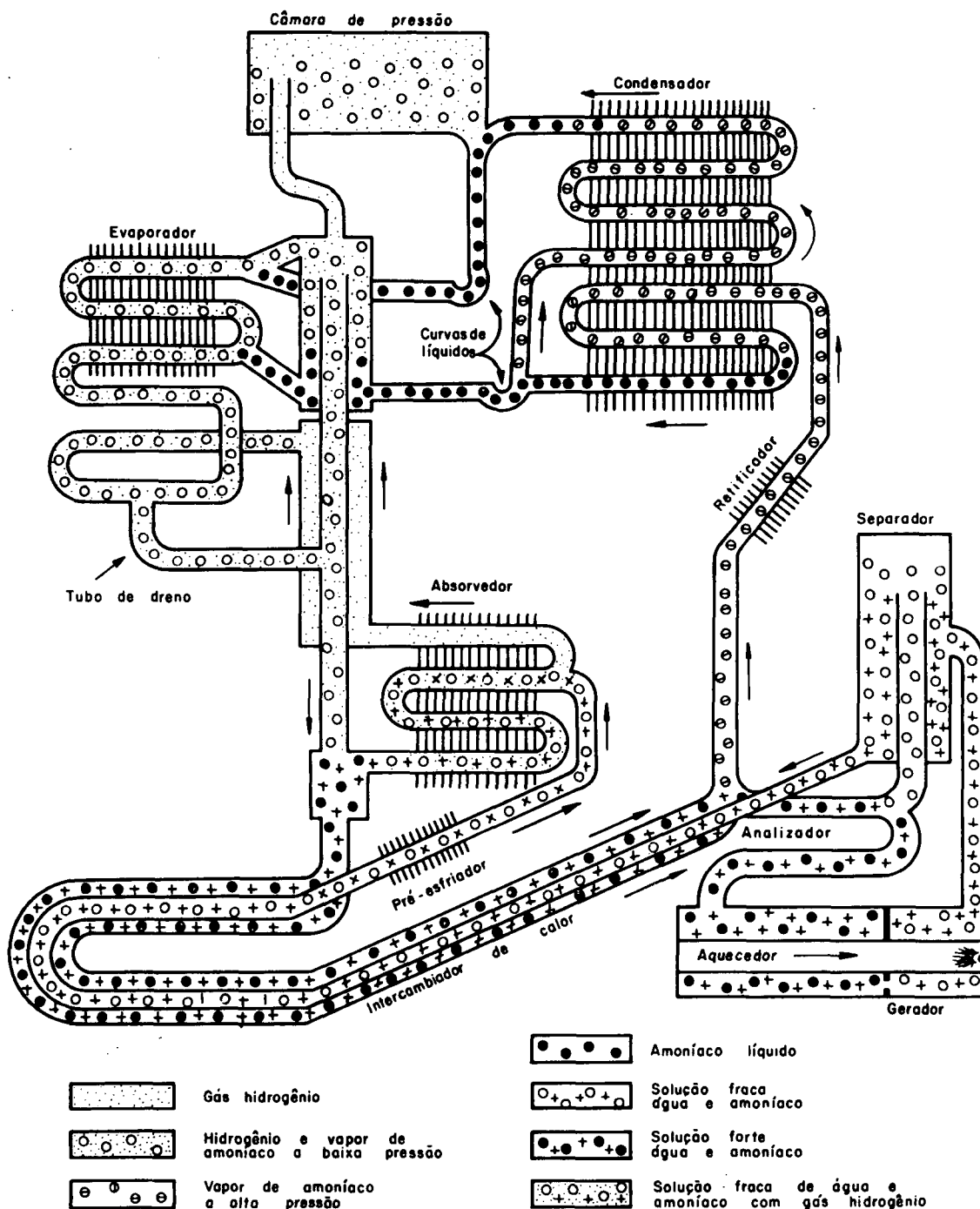
No recipiente a solução está rica (água destilada e amoníaco). Esta solução desce por gravidade para o aquecedor, onde é fervida por uma fonte de calor (querosene, gás ou resistência). Como o amoníaco tem grau de ebulição mais baixo do que a água, evapora antes, separando-se e subindo em forma de vapor, dando assim início ao ciclo que se tornará ininterrupto, enquanto a chama for mantida acesa ou a resistência ligada.

Uma pequena quantidade de vapor de água segue com o amoníaco, porém logo é retida no retificador (conforme figura). A água em estado líquido volta por um tubo até a parte superior do absorvedor, enquanto o amoníaco segue sua trajetória até o condensador. No condensador, o amoníaco (vapor) perde grande quantidade de calor, possibilitando assim a sua condensação (passa do estado de gás para o estado líquido).

Após o amoníaco se ter condensado, escorre ainda, por gravidade, para o evaporador, localizado no interior do refrigerador. O amoníaco, ao entrar no evaporador, dispõe de uma baixa pressão, uma vez que o hidrogênio presente possui uma alta pressão. O amoníaco expande-se e evapora sob esta baixa pressão. Ao evaporar, o amoníaco necessita de calor que é absorvido do interior do refrigerador, esfriando desta forma os alimentos. Após evaporar, o amoníaco com o hidrogênio caem por gravidade até o absorvedor. No absorvedor, fluindo em sentido contrário, a solução pobre (água, proveniente do vapor separado no retificador) absorve o que resta do vapor de amoníaco, arrastando-o de volta, já como solução rica (água + amoníaco), para o recipiente da solução, onde reiniciará o ciclo.

O hidrogênio por sua vez, livre do amoníaco que foi absorvido pela água, fica leve e sobe para o evaporador, onde reiniciará sua função (misturar-se novamente com o amoníaco e levá-lo para o absorvedor).





Concluindo, no sistema de absorção existem três circuitos ininterruptos para a obtenção do frio:

1. circuito do amoníaco
2. circuito do hidrogênio
3. circuito da solução

*ESQUEMA DE UM PROCESSO DE REFRIGERAÇÃO**Circuito do Amoníaco*

No aquecedor: aquecido pela chama, evapora, separando-se da solução rica.

No condensador: esfria, perdendo calor para o exterior por meio das aletas resfriadoras e se liquefaz.

No evaporador: retira o calor dos alimentos, produzindo frio no interior do refrigerador, evaporando e misturando-se com o hidrogênio que o transporta para o absorvedor.

No absorvedor: é absorvido pela água, separando-se do hidrogênio, transformando-se novamente em solução rica (água + amoníaco), voltando ao recipiente da solução para reiniciar o ciclo.

Circuito da Solução

No aquecedor: fervida, a solução sobe pela bomba térmica em forma de borbulhas, desprendendo-se o vapor de água do vapor de amoníaco, ao atingir a parte superior do aquecedor. A água, agora em estado líquido, desce até a parte mais alta do absorvedor, simplesmente por gravidade.

No absorvedor: ao descer pela serpentina do absorvedor, a água mistura-se com uma pequena parte do vapor de amoníaco que ainda se encontra no hidrogênio (purificando-o) e volta ao recipiente da solução, transformando-se novamente em solução rica para iniciar um novo ciclo.

Circuito do Hidrogênio

No evaporador: encontra-se com o amoníaco líquido, fazendo-o evaporar, e em seguida arrasta de volta para o absorvedor.

No absorvedor: separa-se do amoníaco, pela mistura deste com a água, e agora leve, volta para o evaporador, onde reiniciará a sua função de condutor de amoníaco ao absorvedor.

Trata-se de um conjunto idealizado para produzir e armazenar gelo, automaticamente, sem interferência manual (fig. 1). O fabricante de gelo fica instalado no próprio evaporador do Refrigerador Duplex.

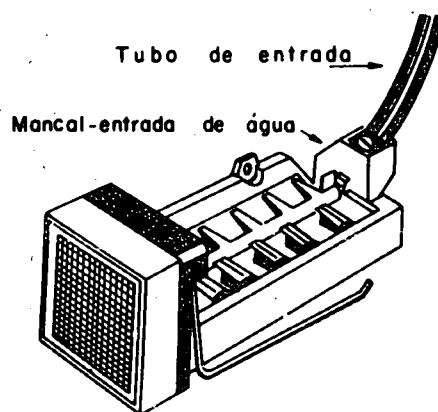


Fig. 1

O funcionamento do fabricante de gelo não depende do ciclo normal do próprio Refrigerador, dele utilizando apenas o frio do evaporador para a formação dos blocos ou "crescentes" de gelo, no interior da forma.

Uma vez ligado, o fabricante de gelo inicia sua produção, utilizando o próprio frio do evaporador. A primeira produção de gelo sempre demandará mais tempo, até obter-se a estabilização da temperatura interna. As produções subsequentes serão mais rápidas, o que sempre dependerá do número de aberturas da porta do evaporador.

Em média, em 24 horas de funcionamento obtêm-se de 100 a 112 "crescentes" de gelo. O fabricante de gelo funciona ininterruptamente (mesmo estando o compressor desligado pela ação do termostato), até o momento em que o recipiente esteja cheio de gelo, quando então é acionado automaticamente o braço de controle, desligando completamente o aparelho. O mesmo pode ocorrer, ainda, se o fabricante de gelo for desligado manualmente, elevando-se o braço de controle.

A forma do gelo é de fundo arredondado, assemelhando-se a um cilindro cortado ao meio. O gelo ali produzido é dividido em pedaços os quais, assim, têm a forma de "meia-lua".

*INSTALAÇÃO DO REFRIGERADOR COM FABRICADOR DE GELO**Localização*

A localização deve ser aquela que melhor atenda às necessidades de dissipação de calor do condensador, isto é, em local o mais arejado possível e longe das fontes de calor, constantes ou eventuais.

Nivelamento

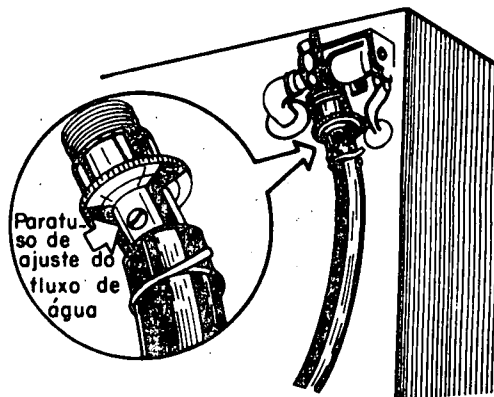
O refrigerador deverá ser perfeitamente nivelado, sem o que poderão surgir problemas no dispositivo fabricante de gelo e formação irregular de crescentes de gelo, além de provocar o transbordamento da água quando do degelo, com conseqüente encharcamento da isolação.

INSTALAÇÃO E LIGAÇÃO DE ÁGUA

Observadas as recomendações gerais sob os itens "a" e "b", deverá ser prevista uma torneira com rosca ou registro tipo jardim, de 3/4", para água potável, ligando a mangueira que conduzirá a água à válvula de entrada do fabricante de gelo, a qual está localizada no canto esquerdo superior da parte traseira do refrigerador (visto de frente).

Tal torneira, sendo instalada na saída da rede, servirá como registro e permitirá o fechamento da água quando da instalação ou eventual remoção, para qualquer operação de serviço no refrigerador.

Na extremidade da mangueira existe um dispositivo que chamamos de "haste rosqueada". Esta haste, que liga a mangueira à válvula, possui um parafuso para regular o fluxo da passagem da água, permitindo o abastecimento do fabricante no volume adequado (fig. 2).

*CARACTERÍSTICAS DE LIGAÇÃO DE ÁGUA*

A ligação no ponto de água deverá obedecer às seguintes características:

Fig. 2

Pressão

A pressão da água deverá ser a mais constante possível. Recomenda-se exclusivamente a ligação em caixa de água por gravidade da própria residência, visto que a rede direta (externa, da rua), fica sujeita a variações de pressão ou interrupções temporárias. Por este motivo, não a recomendamos.

A pressão mínima não deverá ser inferior a uma coluna de água, de 2 metros de altura. Quando a pressão disponível exceder a 20 metros de coluna de água, deverão ser utilizados redutores de pressão.

Características da água

A água para a fabricação de gelo deverá ser perfeitamente limpa, isenta de coloração de qualquer origem. Deverá ser também isenta de partículas provenientes de depósitos formados dentro das canalizações ou de qualquer origem. Sugerimos que as tomadas de água, para alimentação do dispositivo fabricante de gelo, sejam feitas de preferência em canalização vertical e longe de cotovelos ou extremidades.

Filtro para retenção de partículas

Além do filtro (tela), que normalmente acompanha a válvula de entrada de água, tratando-se de água ocasional ou normalmente carregada de partículas de qualquer espécie, recomendamos o uso de um filtro adicional, podendo-se instalá-lo na entrada da mangueira.

Recomendamos, também, o uso de um filtro do tipo "industrial" que dê vazão suficiente a água para abastecimento, sem reduzir a pressão (fig. 3). Não recomendamos o uso de filtro com "vela" de cerâmica, a qual reduz substancialmente a vazão de água.

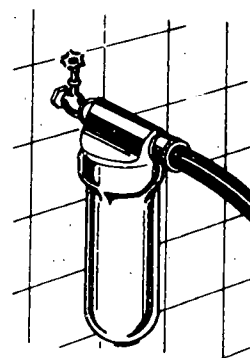


Fig. 3

*AJUSTE E FUNCIONAMENTO DO REFRIGERADOR DUPLEX COM FABRICADOR DE GELO**Ajuste da quantidade de água necessária*

Este ajuste será feito unitariamente, isto é, para cada refrigerador equipado com dispositivo fabricante de gelo. Para ajustar a quantidade de água, na extremidade da mangueira que se rosqueia na válvula de entrada, existe um dispositivo regulador do fluxo, com parafuso de regulagem. Girando este parafuso no sentido horário, a quantidade de água admitida diminui e vice-versa.

Regulagem

Primeiramente, remova a braçadeira - que fixa o tubo de entrada de água da válvula ao interior do refrigerador (tubo que leva a água ao molde de gelo).

A seguir, desligue da válvula o tubo acima mencionado, deixando livre a saída da mesma.

Verifique toda a instalação elétrica e hidráulica, observando se está em ordem e pronta para operar. Não existindo qualquer irregularidade, abra a água e ligue o refrigerador à tomada elétrica, e acione o botão do termostato para ligar o sistema.

Munir-se preferencialmente de uma proveta graduada até 250 cm³.

Se não dispuser de uma proveta, utilizar-se de um copo tipo "americano" (figura 4) cujo nível indicado pela seta corresponde ao volume de água especificado, aproximadamente ou mamadeira graduada (fig. 5).

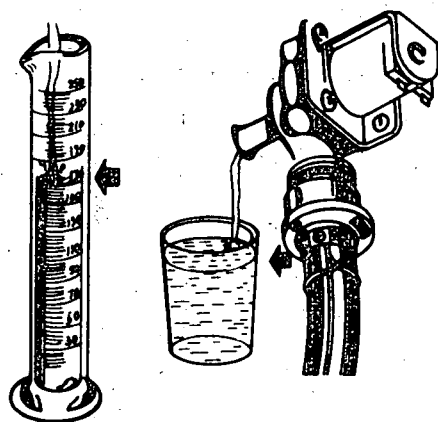


Fig. 4



Fig. 5

Acionar o dispositivo fabricante de gelo com uma chave de fenda, no sentido anti-horário (visto pelo lado da porta do congelador) (figura 6).

As pás devem girar aproximadamente 20°, até que o motor do dispositivo comece a girá-las. Recomenda-se especial cuidado com o movimento automático destas pás, que possuem força suficiente para causar ferimentos.

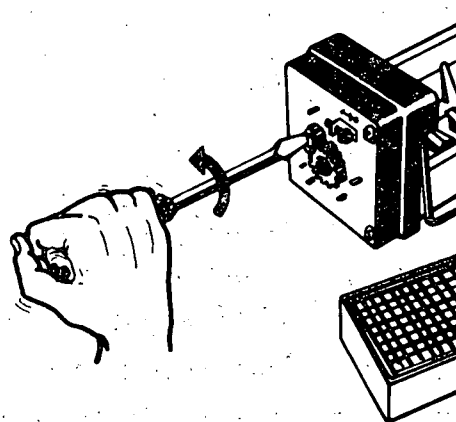


Fig. 6

Em seguida esperar que o dispositivo fabricante de gelo acione a válvula de entrada de água, colocando o recipiente na saída da válvula, para recolher a água.

Verificar estimativamente o volume de água fornecido nesta primeira tentativa.

O volume especificado para o correto funcionamento é de 140 a 150 cm³.

Ajustar o volume da água, utilizando agora a proveta graduada, girando o parafuso de regulação, junto à mangueira, no sentido horário para diminuí-lo e no sentido anti-horário para aumentá-lo, repetindo o ciclo tantas vezes quantas necessário for, até obter-se o volume de água especificado (fig. 7).

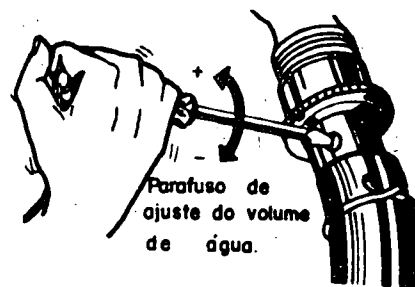


Fig. 7

Uma vez acertado o volume de água especificado, recolocar o tubo e a braçadeira anteriormente removidos.

Recomendar ao proprietário do refrigerador, para não tentar regulagens neste parafuso.

Se o volume de água for diminuindo progressivamente (em função do tempo), isto pode indicar acúmulo de partículas nas telas do filtro. Não deverá ser ajustado o volume, nestas condições, por rotação do parafuso, mas sim pela limpeza dos referidos filtros.

Funcionamento

Após as regulagens, o refrigerador estará em condições de começar a trabalhar, sendo necessário recolocá-lo no lugar e nivelá-lo novamente.

Colocar o termostato no ponto 5 e seguir as demais observações do "Folheto de Instruções" que acompanha o aparelho.

Girar mais uma vez as pás, conforme indicado na figura 3, agora com a finalidade de permitir a entrada de água para a forma do fabricante de gelo.

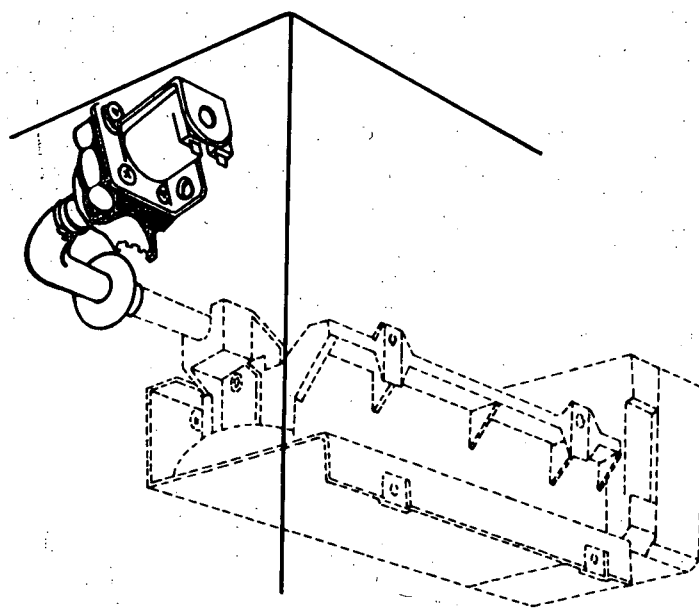
Confirmar-se de que a água entrou corretamente dentro da forma, sem extravasar pelas paredes ou pela entrada, ou de que outra anomalia qualquer não tenha surgido, após a regulagem.

Se tudo estiver correto, colocar a bandeja aparadora de gelo em sua posição, engatando-a no suporte apropriado que existe na parede lateral esquerda do congelador, fechando a porta do evaporador.

A partir deste momento, considera-se que o refrigerador está efetivamente instalado.

VÁLVULA DE ENTRADA DE ÁGUA DO FABRICADOR DE GELO

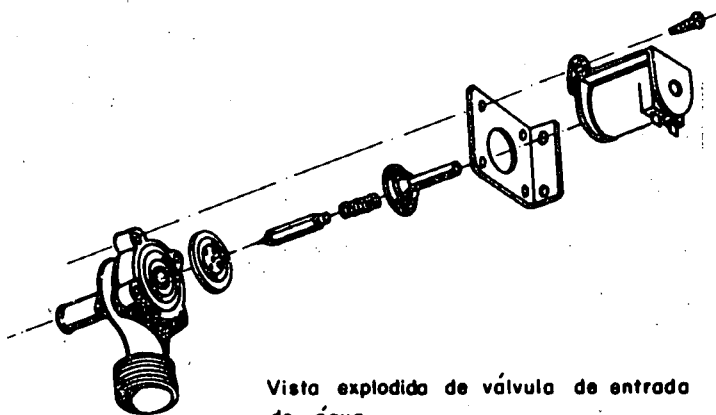
A válvula de entrada de água é acionada por um solenóide. Está localizada e montada no canto superior esquerdo posterior do gabinete. A água, para alimentar o fabricante de gelo, circula através de um tubo plástico, entrando a parte posterior do gabinete por trás do fabricante de gelo (fig. 8).



Válvula de entrada de água

Fig. 8

Caso seja necessária a remoção da válvula, para reparo ou substituição de peças, soltar a mangueira de entrada de água, desligar os fios e remover a mesma, retirando os dois parafusos fixadores (fig. 9).



Vista explodida de válvula de entrada de água

Fig. 9

EXIGÊNCIAS ELÉTRICAS

É exigida uma instalação elétrica com voltagem nominal de 110 ou 220 volts, conforme a especificação do aparelho, em corrente alternada, exclusivamente. Recomenda-se o uso de fusível, chave térmica ou interruptor de circuito, aplicado na caixa de distribuição. Igualmente, recomenda-se a utilização de um circuito em separado, apenas para uso deste aparelho.

Em locais de instalação com oscilação de voltagem superior a 10% do requerido pelo aparelho, recomendamos a utilização de *estabilizador automático de voltagem*, de acordo com as especificações do fabricante.

TERRA

Estes refrigeradores requerem um terra, o qual é fornecido através de seus pés niveladores, diretamente ao piso em que forem instalados. Porém, se o local de instalação não oferecer condições para tanto, por tratar-se de piso em madeira, etc., recomendamos um terra através de um fio preso a qualquer dos parafusos fixadores do condensador, para um cano da rede hidráulica local ou a um outro ponto que ofereça esta condição.

PRECAUÇÃO

Nunca efetue conexões terra a tubulações de gás.

Os condicionadores de ar, além de proporcionarem uma temperatura agradável e uniforme, abaixam ou elevam a umidade do ar, proporcionando sensação de bem-estar ao usuário.

Na indústria, além de proporcionarem o conforto ao elemento humano, também são utilizados para fins industriais ou seja: na liofilização, na elaboração de produtos farmacêuticos, na computação de dados, nos laboratórios de controle de qualidade, nas salas cirúrgicas etc.

Os condicionadores de ar classificam-se como:

doméstico

"self-contained"

sistema centralizado

Condicionadores de ar (doméstico)

São aparelhos com capacidade de até 7.500 k/cal que geralmente são instalados em janelas ou paredes de ambientes domésticos ou de trabalho (fig. 1).

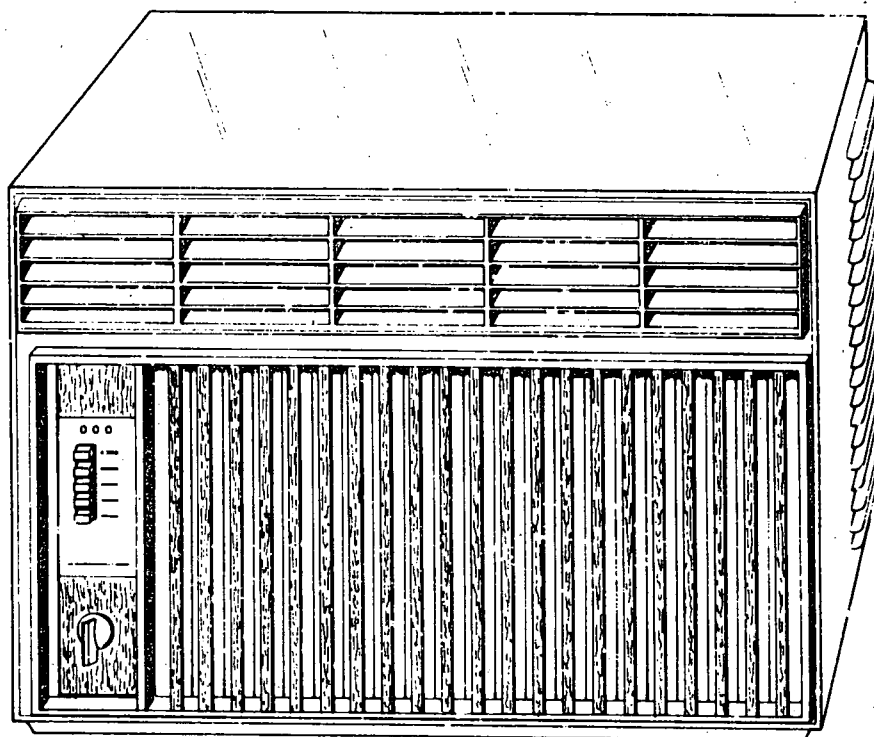


Fig. 1

Variam em relação à forma, tamanho e capacidade, conforme o fabricante.

Condicionador de ar "self-contained" (auto-suficiente)

São aparelhos de até 30 TR (Tonelada de Refrigeração) destinados a usos domésticos ou industriais.

Estes aparelhos possuem a capacidade de controlar a temperatura e, quando equipados, a umidade relativa do ambiente. Os modelos podem ser arrefecidos a ar (fig. 2) ou a água (fig. 3) e possuem a finalidade de refrigerar o ar ou a água.

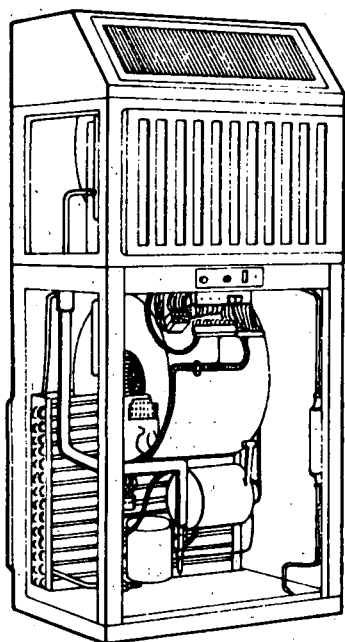


Fig. 2

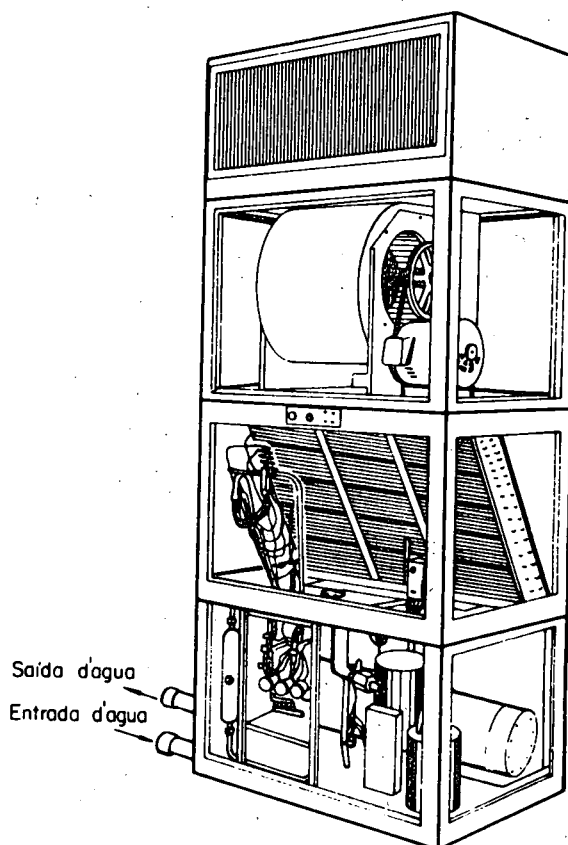


Fig. 3

Sistema centralizado

É um sistema no qual a máquina, por ser geralmente de grande dimensão, é colocada em local próprio e o ar refrigerado é conduzido ao ambiente através de tubulação própria (dutos). A figura 4 nos mostra um ambiente no qual o ar é introduzido pela parte superior (difusor) e o recolhimento pela parte inferior.

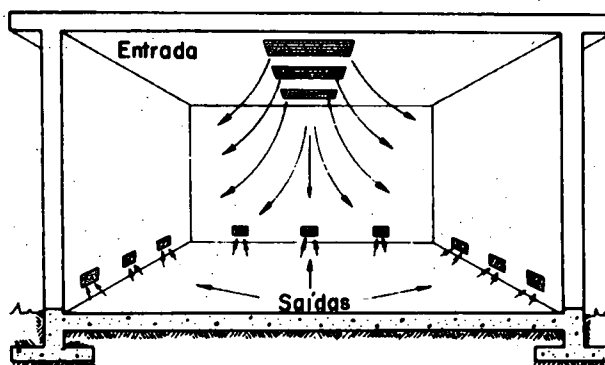


Fig. 4

O ar após recolhido será encaminhado à máquina que o resfriará e o desumificará, fazendo-o posteriormente retornar ao ambiente.

Este processo é o comumente chamado *sistema de expansão direta*.

No processo "*water-chiller*" a água é refrigerada na máquina e enviada aos "*fan-coils*" que por sua vez refrigerará o ar que passa pelas suas aletas. O ar refrigerado será então insuflado novamente no ambiente, conforme mostra a figura 5.

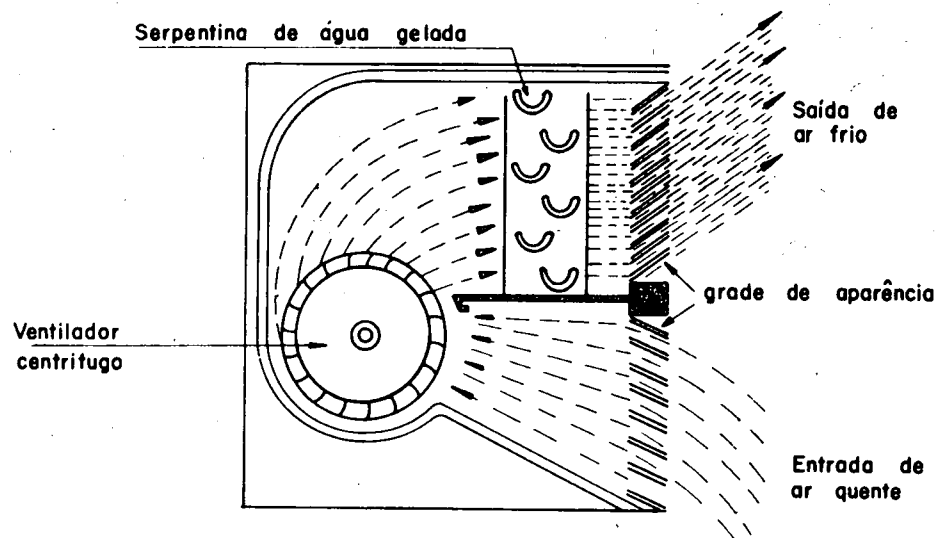


Fig. 5

São dispositivos mecânicos ou eletromecânicos usados na medição e controle de velocidade ou rotação. Os tipos de tacômetros que nos interessam, são aqueles que se aplicam a circuitos eletrônicos. Portanto, aqui não falaremos sobre os tacômetros mecânicos.

TIPOS DE TACÔMETROS MAIS USUAIS

Gerador de corrente contínua

Gerador de impulsos

Gerador de corrente contínua

Emprega-se como tacômetro um pequeno gerador de C.C., tirando-se partido do fato de que a voltagem gerada é linearmente proporcional ao número de rotações do eixo do dínamo ou gerador. Como indicador de velocidade, podemos usar um voltímetro cuja escala poderá ser calibrada em rpm, m/s, km/h, etc.

Para a calibração do tacômetro, levanta-se uma curva em que determinamos a relação de volts por rpm do dínamo em questão.

Gerador de impulsos

Outro tipo de tacômetro, também muito usado, é aquele que usa como transdutor (ver observação adiante) um dispositivo capaz de converter o movimento linear ou de rotação em impulsos elétricos.

OBSERVAÇÃO

Transdutor é um dispositivo que converte o fenômeno físico decorrente da grandeza a medir em outro fenômeno físico mais facilmente mensurável.

O termopar é um transdutor que converte diferencial de temperatura em milivolts, grandeza bem mais fácil de ser medida.

Esses impulsos elétricos são contados por um contador eletrônico ou mecânico, que determina sua frequência, a qual é linearmente proporcional à velocidade ou rotação.

Exemplo de gerador de pulsos magnéticos para contagem de rotações (fig. 1).

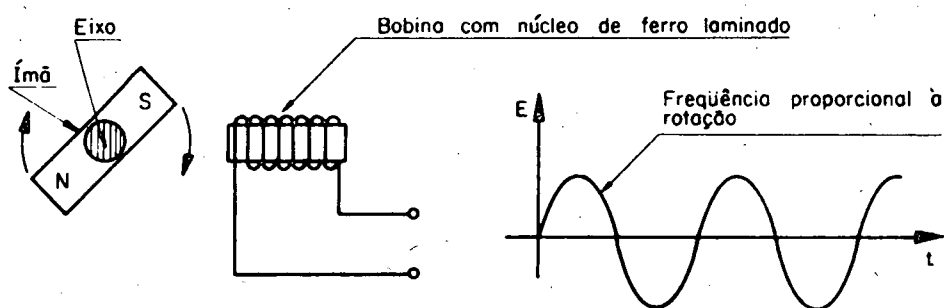


Fig. 1

Exemplo de gerador de pulsos magnéticos para movimento linear (fig. 2).

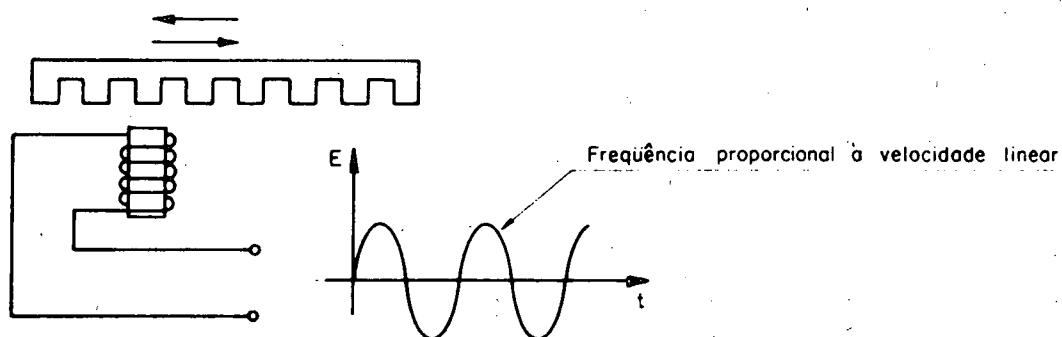


Fig. 2

Os sistemas das figuras 1 e 2 se baseiam na variação do fluxo magnético provocado pela rotação ou deslocamento, que induz uma corrente alternada na bobina do sensor, cuja frequência é proporcional ou ao número de rotações do eixo com o ímã ou ao número de dentes da cremalheira que passa pelo sensor.

Sistema ótico

É semelhante ao sistema anterior, sendo que, ao invés do sensor magnético, usa-se um sistema lâmpada-fotocélula e um disco perfurado, no caso de contagem de rotações, ou uma fita perfurada, no caso de movimento linear (figuras 3 e 4).

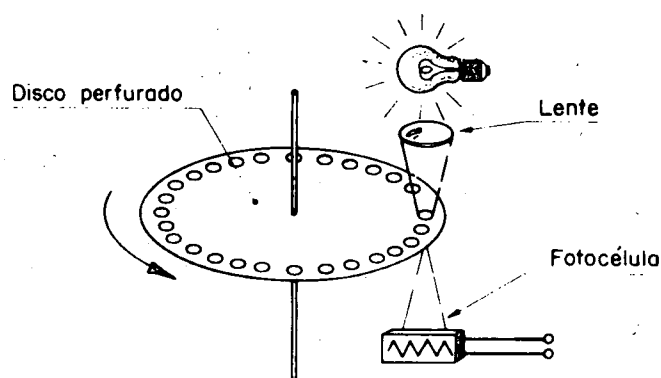


Fig. 3

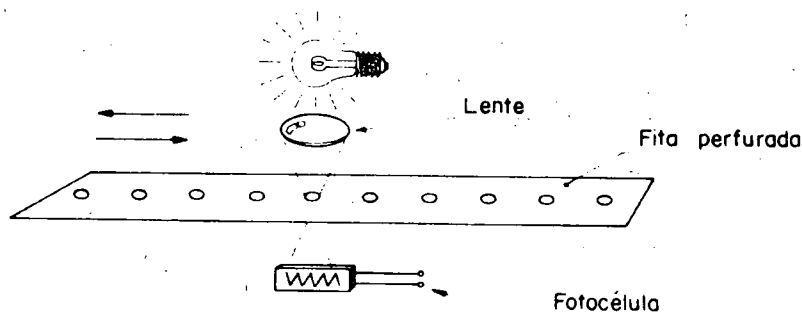


Fig. 4

A corrente que flui pela fotocélula varia com uma frequência proporcional à rotação do disco.

OBSERVAÇÃO

O tipo gerador de tensão tem a vantagem de indicar a velocidade e o sentido de rotação, pois, se o sentido for invertido, a tensão aparecerá com polaridade invertida. O outro sistema tem como vantagem principal a ausência de atrito e do conseqüente desgaste mecânico.

São ferramentas destinadas a separar progressivamente elementos de conjuntos mecânicos ajustados sob pressão.

CLASSIFICAÇÃO

Os extratores podem ser classificados em:

mecânicos

hidráulicos

Mecânicos

Aplicam sua força pelo deslocamento de um parafuso (fig. 1) ou por golpes (figura 2).

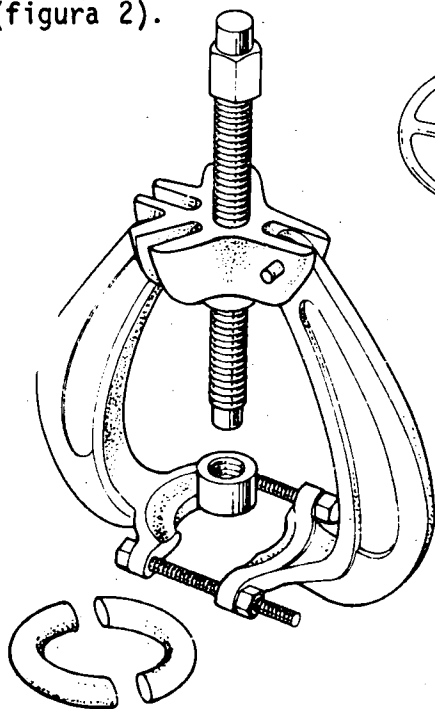


Fig. 1

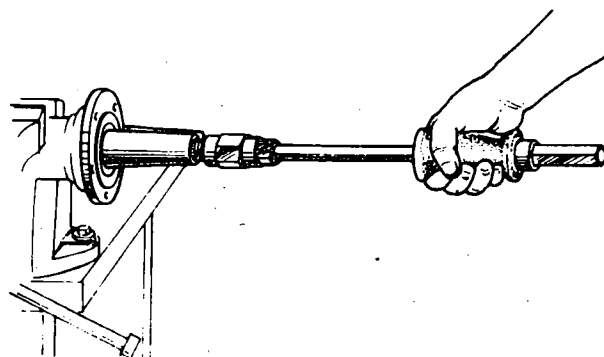


Fig. 2

Hidráulicos

Aplicam sua força pelo deslocamento de um êmbolo, dentro de um cilindro, que recebe pressão de uma bomba hidráulica.

CONSTRUÇÃO

Devido aos grandes esforços que devem efetuar, sua construção é muito sólida e forjados de aços especiais.



TIPOS E APLICAÇÕES

Cada extrator está construído para um uso específico e alguns servem tanto para desmontar como para efetuar montagens. As figuras mostram alguns extratores de amplo uso na área de mecânica em geral.

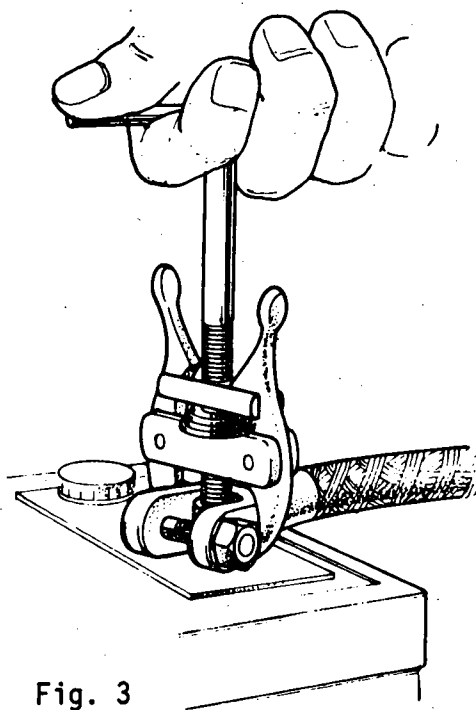


Fig. 3

Extrator de terminal de cabo de bateria

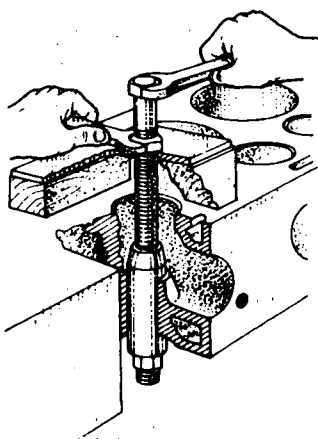


Fig. 5

Extrator de guias de válvulas

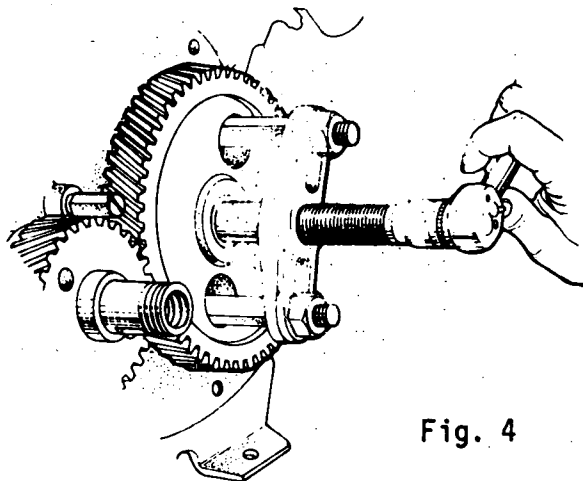


Fig. 4

Extrator de engrenagem da distribuição ou para polias

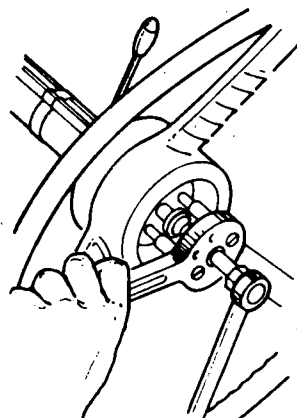


Fig. 6

Extrator de volante da direção

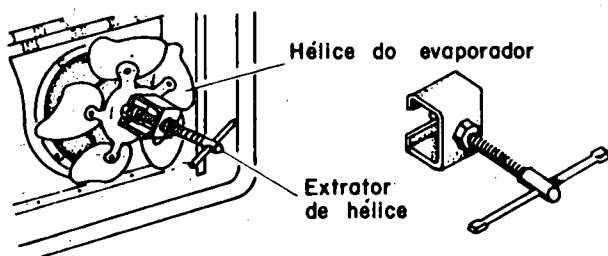


Fig. 7

Extrator de hélices de condicionadores de ar

Chama-se motor monofásico ao motor próprio para ser ligado aos circuitos de fase e neutro.

Os motores monofásicos podem ser classificados em quatro tipos:

motor universal

motor de campo destorcido, também conhecido como motor de anel ou espira em curto-circuito

motor de fase auxiliar

motor de repulsão

MOTOR UNIVERSAL

Os motores universais são os que podem ser ligados tanto em corrente contínua como em corrente alternada. Suas principais aplicações são em máquinas de costura, liquidificadores, enceradeiras, aspiradores de pó e bateadeiras de bolo.

No motor universal, o rotor (parte que gira) e o estator (parte fixa) têm o seguinte aspecto (fig. 1).

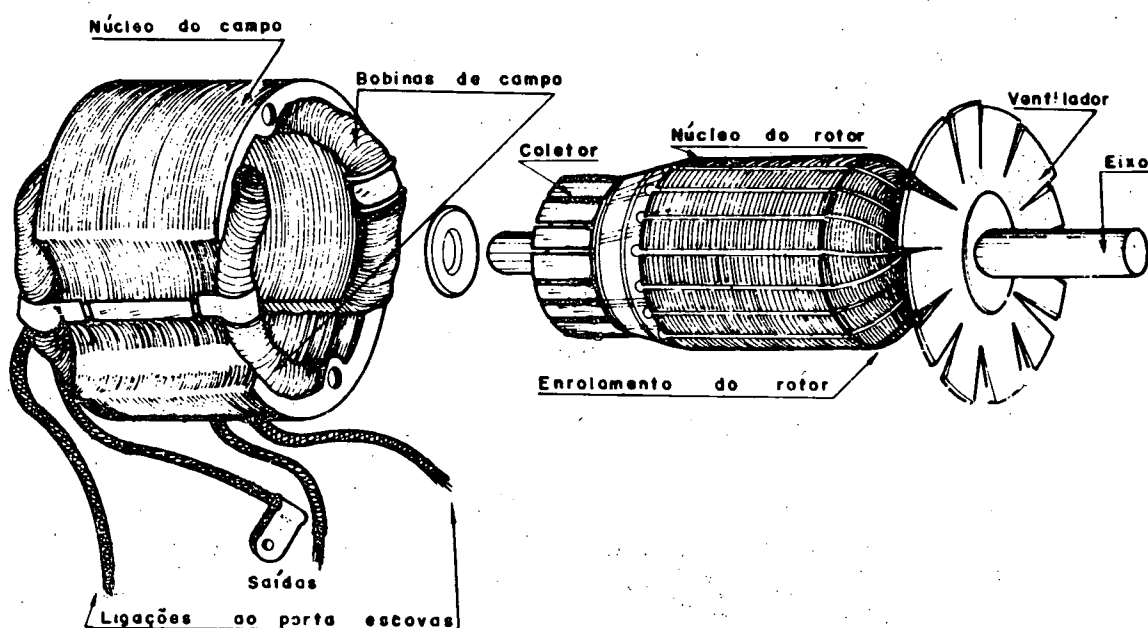


Fig. 1

O motor universal é o único dos motores monofásicos em que as bobinas do estator estão eletricamente ligadas ao rotor. Essa ligação é feita por meio de dois contatos de carvão, chamados "escovas", que grupam em série estator e rotor (fig. 2).

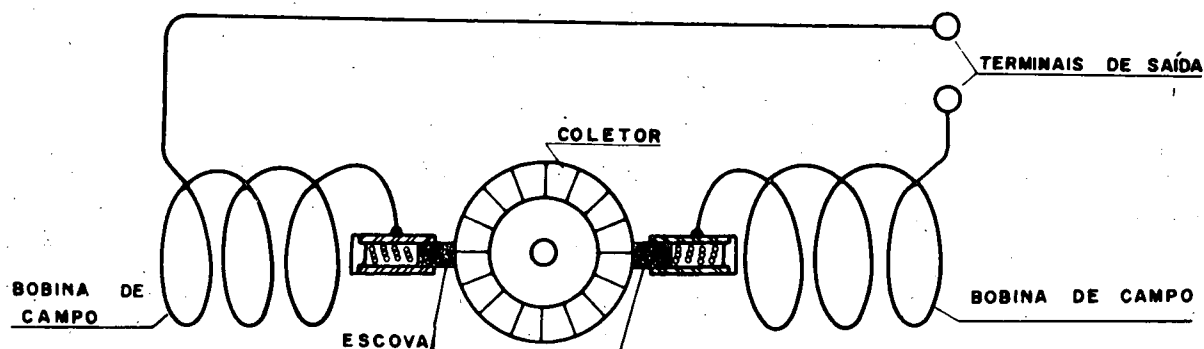


Fig. 2

Os motores universais permitem variar a velocidade. O método mais empregado consiste em intercalar um reostato (resistência variável) na linha de alimentação do motor (fig. 3).

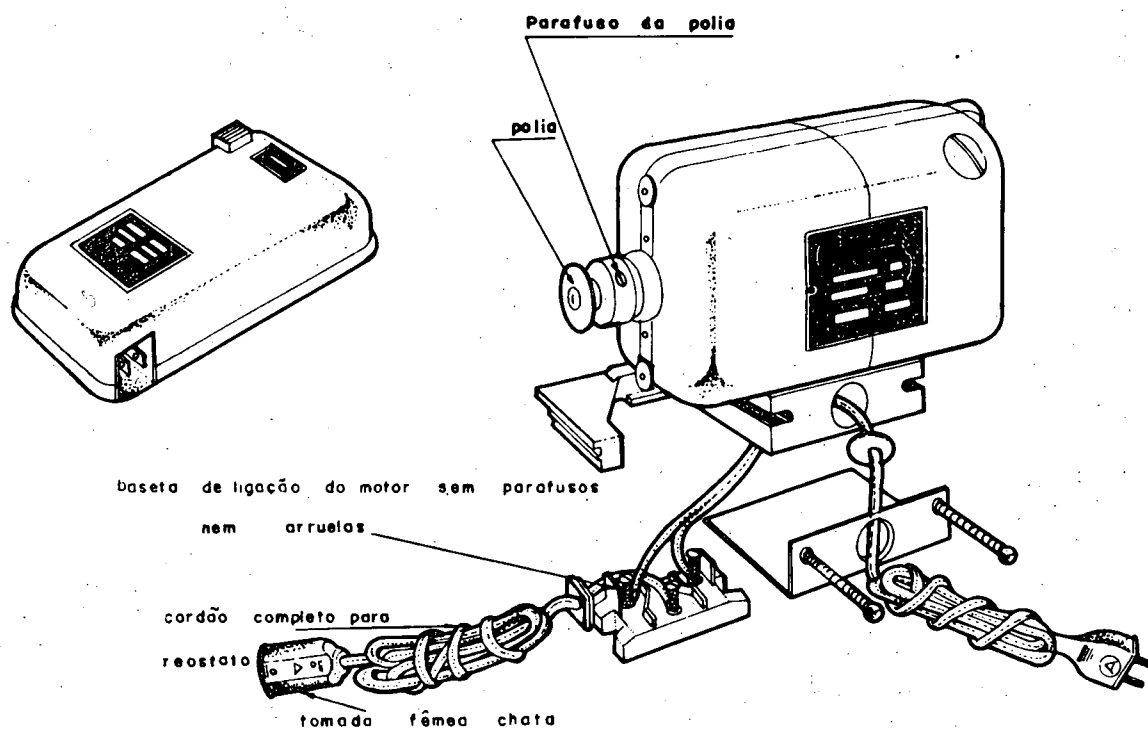


Fig. 3

Características

As principais características do motor universal são as seguintes:

- potência - de 1/20 cv a 1/6 cv
- velocidade - de 1500 rpm a 15000 rpm
- reversibilidade - Não é reversível, exceto quando modifica as ligações internas.

MOTOR DE CAMPO DESTORCIDO

São pequenos motores empregados em ventiladores, toca-discos, secadores de cabelo, etc. (fig. 4).

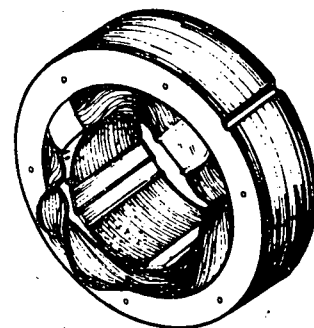


Fig. 4

Os motores de campo destorcido são também chamados de motores de anel em curto-circuito ou de espira em curto-circuito (fig. 5).

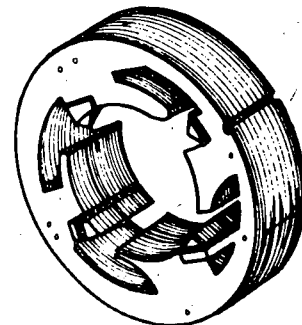


Fig. 5

São constituídos, também, de um *estator* e um *rotor*.

O *estator* é muito semelhante ao do motor universal, nele se distinguindo, na sapata polar, uma ranhura onde fica alojado um anel de cobre ou espira em curto-circuito.

O *rotor* aparenta, à primeira vista, não ter enrolamento, porém tal enrolamento existe. É feito de barras em curto-circuito, chamado "gaiola de esquilo" ou "rotor em curto" (fig. 6).

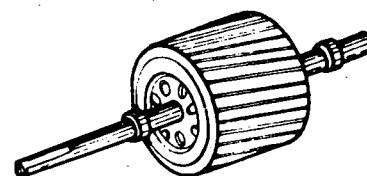


Fig. 6

No motor de campo destorcido não há nenhuma ligação elétrica entre o rotor e o estator, daí não serem encontradas nesse motor as escovas que vimos no motor universal. Todas as ligações são feitas no estator, que é a parte fixa do motor (fig. 7).

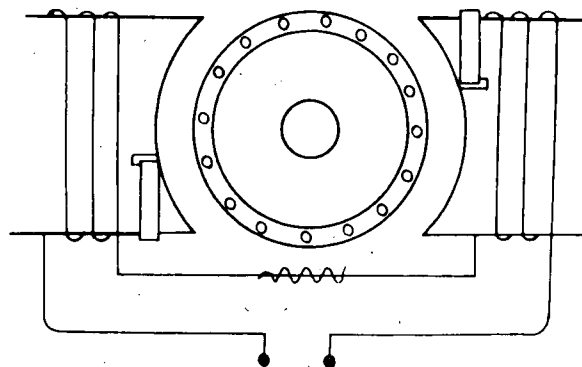


Fig. 7

Características

As principais características do motor de campo destorcido são as seguintes:

Potência - de 28 W a 120 W, o que corresponde a, aproximadamente, de 1/200 cv a 1/2 cv.

Velocidade - de 900 rpm a 2800 rpm para 50 Hz e de 1000 rpm a 3400 rpm para 60 Hz. Tem velocidade constante, não admite regulação.

Reversibilidade - não é reversível.

MOTOR DE FASE AUXILIAR

Dentre os motores monofásicos são os de fase auxiliar os de mais larga aplicação. São empregados em compressores, máquinas de lavar roupa, bombas de água, exaustores, etc.

O estator e o rotor são mostrados nas figuras 8 e 9.

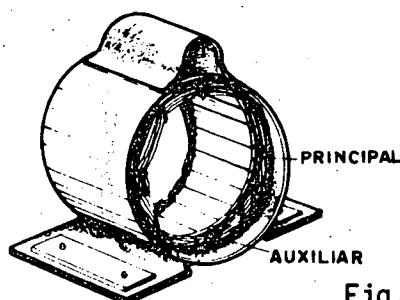


Fig. 8

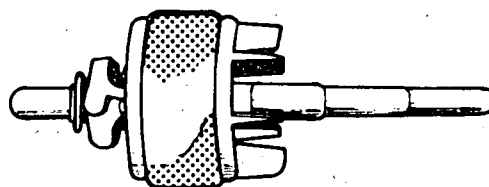


Fig. 9

No estator encontram-se dois enrolamentos: um principal ou de serviço (fio mais grosso) e outro auxiliar ou de partida (fio mais fino).

O enrolamento principal fica ligado durante o tempo em que o motor estiver trabalhando, porém o enrolamento auxiliar só trabalha durante a partida. Para o desligamento, esses motores são equipados com um dispositivo automático, que está montado, parte no estator, geralmente sobre a tampa, e parte no rotor (fig. 10).

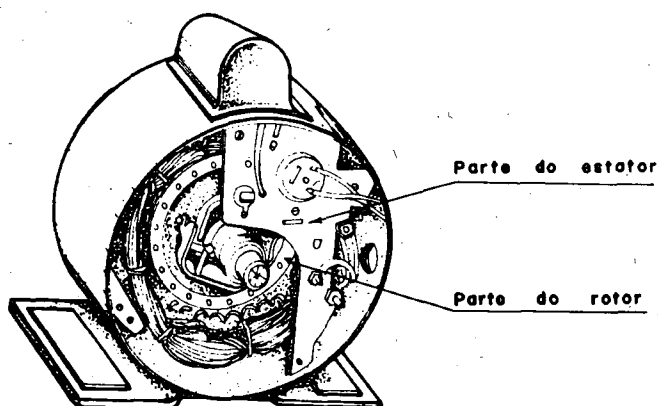


Fig. 10

Há motores de fase auxiliar que têm, intercalado no circuito do enrolamento auxiliar, um condensador. Isso torna a partida mais vigorosa (fig. 11).

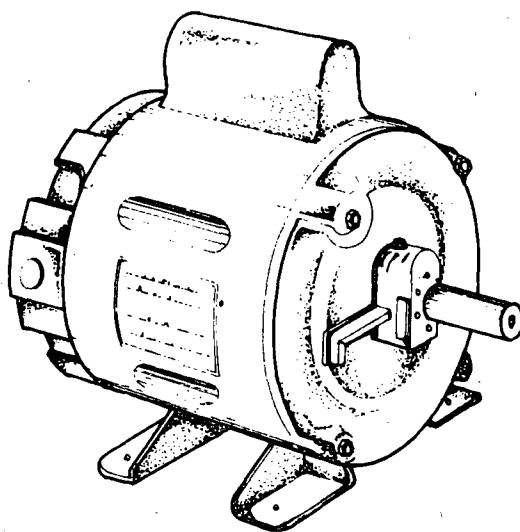


Fig. 11

Podem-se encontrar motores de fase auxiliar com dois, quatro ou seis terminais de saída.

Os motores de dois terminais são construídos para funcionar em uma tensão apenas de 110 ou 220 V e não permitem inversão de rotação (figs. 12 e 13).

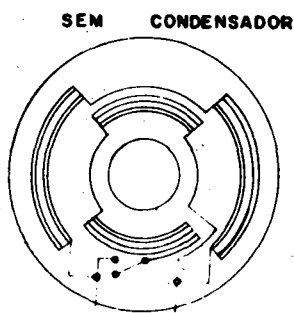


Fig. 12

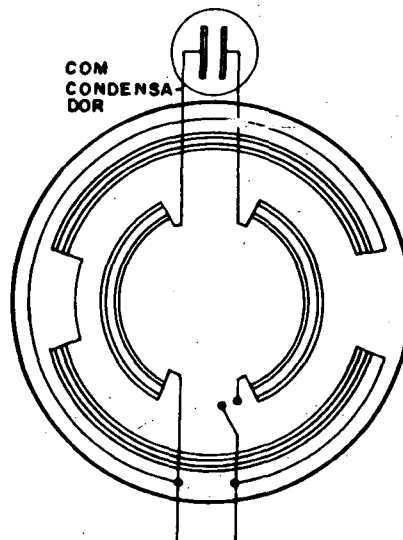


Fig. 13

Os motores de quatro terminais são construídos para funcionar em uma só tensão (110 ou 220 V), porém permitem inversão de rotação (figs. 14 e 15).

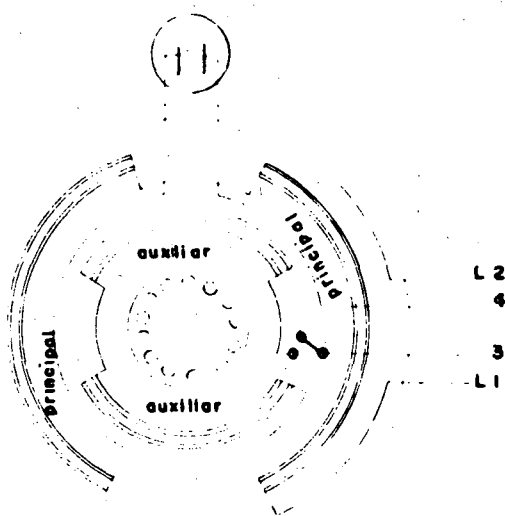
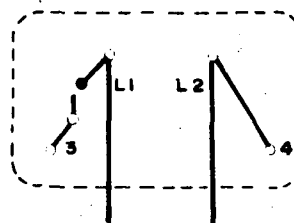


Fig. 14



Para inverter a rotação basta trocar o 3 pelo 4

Fig. 15

Os motores de 6 terminais são destinados a funcionar em duas tensões (110 e 220 V) e permitem ainda inversão de rotação (figuras 16 e 17).

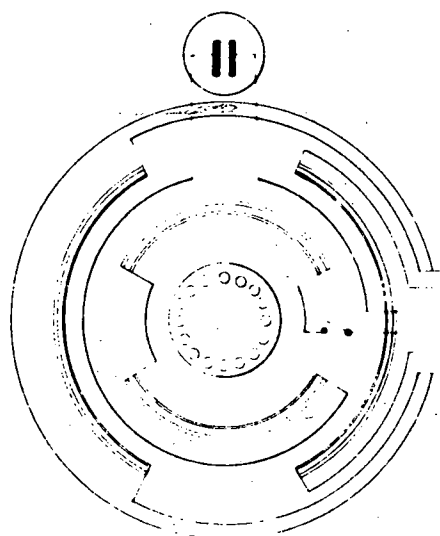
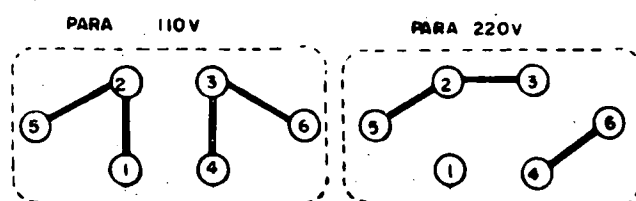


Fig. 16

LIGAÇÕES



110 V

220v

Para inverter a rotação trocar
5 por 6

Fig. 17

Características

As principais características dos motores de fase auxiliar são as seguintes:

Potência - de 1/6 cv a 1 cv.

Velocidade - de 1425 rpm a 2900 rpm para 50 Hz e de 1710 rpm a 3515 rpm para 60 Hz. A velocidade desses motores é constante.

Reversibilidade - é possível a inversão de rotação, comutando-se as ligações do enrolamento auxiliar como já foi descrito, admitindo-se inclusive o uso de chave reversora.

Entretanto, a reversão desses motores só pode ser feita com o motor parado.

MOTOR DE REPULSÃO

Trata-se de um motor monofásico com elevada capacidade de arranque. São largamente empregados em refrigeradores industriais, compressores, bombas de água e em todas as aplicações que necessitem de elevada capacidade de arranque, não sendo possível o uso do motor trifásico.

A figura 18 mostra as partes mais importantes desse tipo de motor.

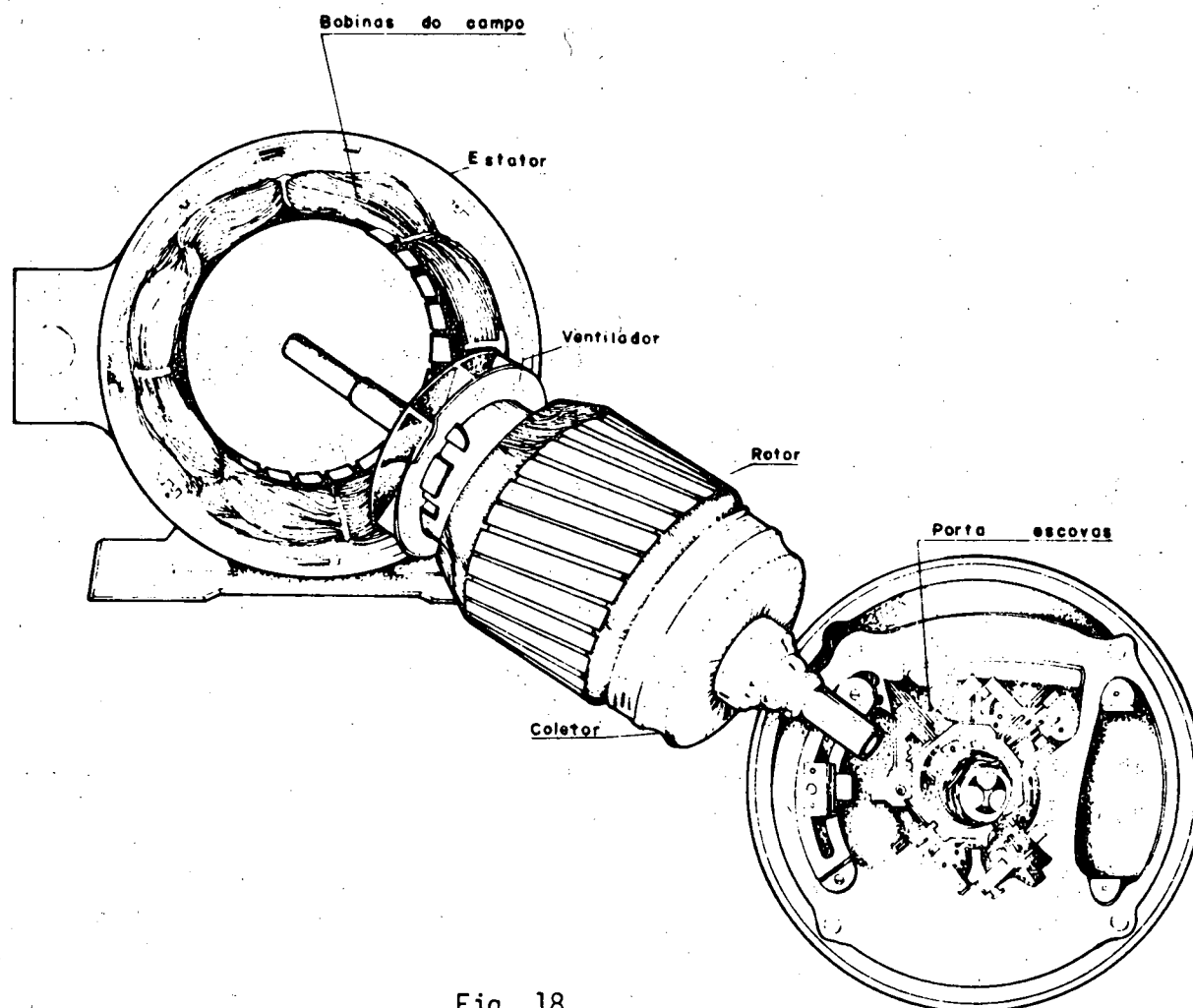


Fig. 18

No estator se encontra somente o enrolamento de serviço.

No rotor se encontra outro enrolamento semelhante ao do motor universal. Esse enrolamento está ligado a um comutador ou coletor. Sobre o coletor se encontra um conjunto de escovas, que se destinam a conectar convenientemente as bobinas do rotor.

Em geral, essas escovas se levantam automaticamente do coletor, logo que, o motor atinge cerca de 75% da rotação nominal. Nesse tipo de motor, o enrolamento do induzido não tem nenhuma ligação com a rede.

Geralmente se constroem os motores de repulsão para funcionarem em duas tensões e suas ligações são as seguintes (figuras 19, 20 e 21).

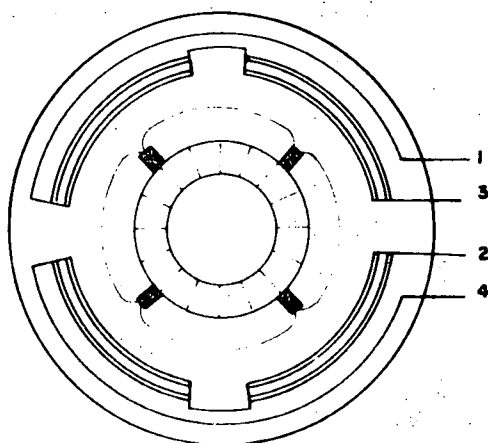


Fig. 19

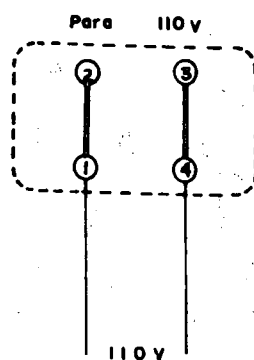


Fig. 20

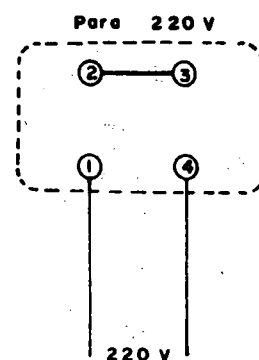


Fig. 21

A inversão de rotação desses motores é feita deslocando-se o porta-escovas em um determinado ângulo, para o que, geralmente, vêm na tampa, do lado do coletor, as marcas das posições referentes a cada sentido de rotação (fig. 22).

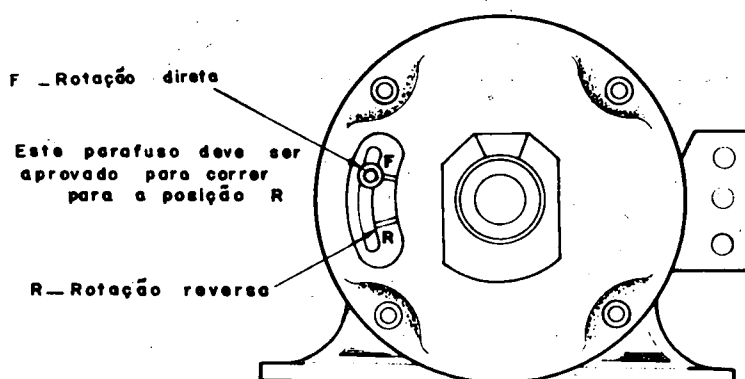


Fig. 22

Características

As principais características do motor de repulsão são as seguintes:

Potência - de 1/10 cv a 20 cv.

Velocidade - de 900 rpm a 2800 rpm para 50 rpm e de 1000 a 3400 rpm para 60 Hz. Tem velocidade constante.

Reversibilidade - permite reversão apenas pelo processo descrito na página anterior; não admite chave de reversão.

A tabela abaixo dá o valor da corrente, em ampêres, dos motores monofásicos em geral, nas diversas potências relacionada com a tensão de alimentação.

cv	115 V	230 V	440 V
1 1/2	3.2	1.6	
1/4	4.6	2.3	
1/2	7.4	3.7	
3/4	10.2	5.1	
1	13.	6.5	
1 1/2	18.4	9.2	
2	24.	12.	
3	34.	17.	
5	56.	28.	
7 1/2	80.40	40.	21.
10	100.	50.	26.

É um instrumento de medição de intensidade, da velocidade ou da direção de uma corrente de ar.

Anemômetro de fio quente é um delicado aparelho constituído na sua parte sensível por um fio de platina muito fino, o qual, aquecido eletricamente, tem modificada a sua resistência elétrica, com a variação da temperatura causada pela velocidade do vento. Disto decorre uma variação da queda de tensão nos extremos do fio, a qual é registrada num galvanômetro ou num oscilógrafo.

Existem outros tipos mais práticos de leitura direta no próprio aparelho ou por meio de quadrante ou de escala (fig. 1).

Estes funcionam pela simples passagem do ar nas suas hêlices, fornecendo energia para o seu funcionamento.

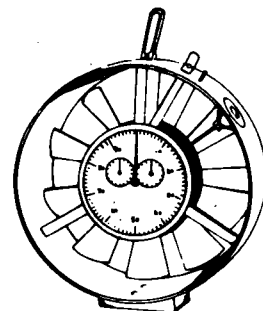


Fig. 1

HIGRÔMETRO

Este instrumento serve para indicar diretamente, sem necessidade de cálculos, a porcentagem relativa de umidade no ambiente em que se instala o aparelho.

Este instrumento tem como parte fundamental fios de cabelos humanos que dilatando-se ou contraíndo-se, mostram a variação da porcentagem de umidade contida no ar. Estas variações são acusadas por uma escala apresentada no aparelho e o ponteiro se move pela sensibilidade do mecanismo (fig. 2).

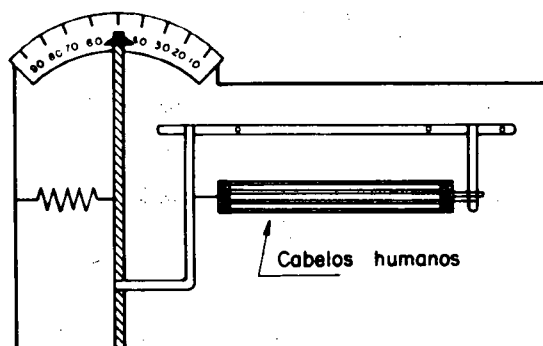


Fig. 2

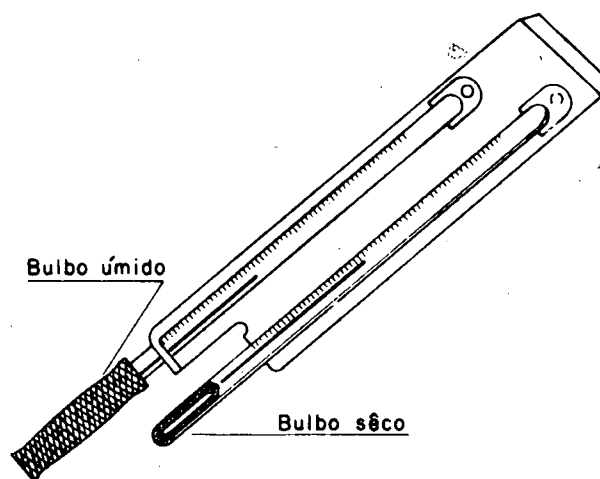
Existem higrômetros mais modernos com correção de temperatura.

TERMÔMETROS DE BULBO SECO E ÚMIDO

Usualmente, a temperatura do ar é determinada por meio de um termômetro comum de bulbo seco. O termômetro de bulbo úmido tem o seu bulbo coberto por um pedaço de pano macio e limpo, o qual é mergulhado em água à temperatura do termômetro de bulbo seco antes de ser feita a leitura.

A fim de se obter uma leitura correta do termômetro de bulbo úmido, é necessário que o mesmo seja colocado em uma forte corrente de ar ou então girado em círculo. Muitas vezes, os termômetros de bulbo seco e úmido são montados juntos de tal maneira que ambos podem ser girados no ar ao mesmo tempo. Este conjunto é conhecido como *psicrômetro* conforme figura.

O termômetro de bulbo úmido dará uma leitura mais baixa, se comparada com a do termômetro de bulbo seco, dependendo da quantidade de evaporação da superfície do pano do bulbo úmido. Esta diferença entre as duas leituras é a medida da umidade no ar ou umidade relativa.

*RELAÇÃO DE TEMPERATURA DO BULBO SECO, BULBO ÚMIDO E PONTO DE ORVALHO*

Como foi mencionado anteriormente, o ar no ponto de orvalho contém toda a vapor d'água que pode manter a uma dada temperatura. É impossível para o ar absorver qualquer quantidade adicional de vapor d'água naquela temperatura. Quando a temperatura do ar for reduzida ao ponto de orvalho, os termômetros de bulbo seco e úmido registrarão a mesma temperatura.

Por exemplo, ar à temperatura de 50°F e 100% de saturação, conterá 53,4° de umidade por libra e nesta condição ambos os termômetros registrarão 50°F. Se o ar é aquecido sem adição d'água, ambos os termômetros se elevarão, mas o de bulbo úmido indicará uma temperatura menor e a umidade relativa será reduzida. O ponto de orvalho permanecerá constante a 50°F, desde que o número de graus por libra (de umidade) não seja alterado.

São componentes indispensáveis para o bom funcionamento do condicionador de ar.

VEDADORES

São fabricados de material plástico esponjoso ou massa de calafetar (PERMA-GUM) e têm a finalidade de vedar a passagem de ar no gabinete, de modo que não haja perda ou mistura da corrente de ar do evaporador para o condensador.

DEFLETORES

São fabricados de papelão com impregnação asfáltica, ou de chapa de alumínio ou de aço também com impregnação asfáltica, e têm por finalidade desviar ou dirigir o fluxo de ar do ventilador para áreas determinadas.

ISOLADORES

São fabricados de lã de vidro e isopor e têm a finalidade de limitar a troca de calor, dificultando a transferência de calor do condensador para o evaporador e também do gabinete para o evaporador.

OBSERVAÇÃO

Sem estes cuidados de vedação e isolamento, o rendimento do condicionador será bastante reduzido pela corrente de ar em curto-circuito.



FILTROS DE AR

São componentes indispensáveis nos condicionadores de ar, pois filtram as impurezas que se encontram em suspensão no ambiente (fig. 1).

Os filtros de ar são instalados na entrada de ar a ser resfriado, permitindo, assim, a retenção das impurezas existentes em suspensão no ambiente.

Geralmente são fabricados de espuma de poliuretano e de malha metálica.

OBSERVAÇÃO

Os filtros de poliuretano podem ser laváveis com água e sabão (fig. 2), não devendo porém utilizar-se solvente. Os filtros de malha metálica também são laváveis, porém na sua lavagem usa-se solvente desengordurante.

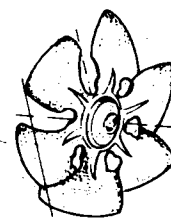


Fig. 1

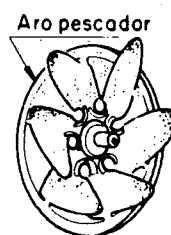


Fig. 2

DIFUSOR

O difusor (fig. 3) tem a finalidade de canalizar e dirigir o ar do ambiente interno, succionado pelo ventilador do evaporador, e do condensador para o exterior (fig. 4).

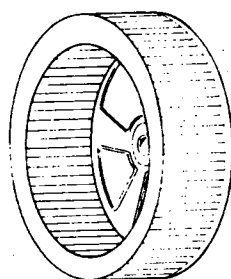


Fig. 3

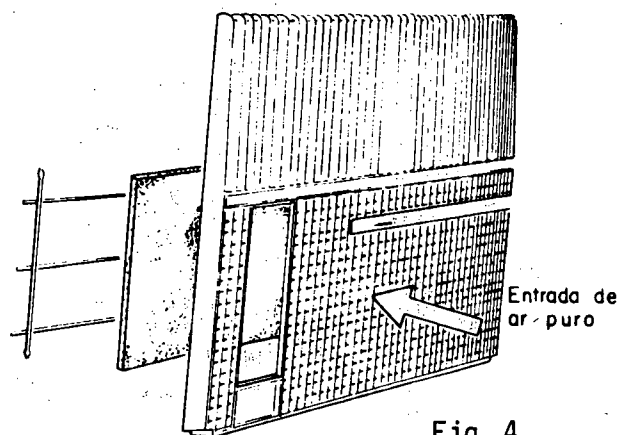


Fig. 4

HÉLICES

Os condicionadores de ar usam duas hélices a fim de proporcionar a circulação de ar nas partes de condensação e evaporação. A hélice do evaporador é composta de pás e cubo (fig. 5).

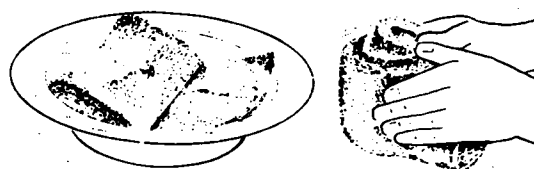


Fig. 5

A hélice do condensador, além de possuir pás e cubo, possui também um aro fixado nas extremidades das pás chamado "*pescador*" o qual permite, quando em rotação, seja aspergida sobre o condensador, parte da água depositada na base do aparelho (fig. 6).

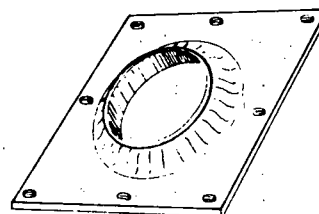


Fig. 6

Atualmente está sendo muito utilizada pelos fabricantes a hélice "BLOWER" também conhecida por hélice ou turbina centrífuga (fig. 7). Este tipo de hélice proporciona um deslocamento de ar bem maior, apesar do alto ruído produzido. Normalmente é instalada no lado do evaporador. É construída de aletas presas num disco e aro de aço bastante resistentes.

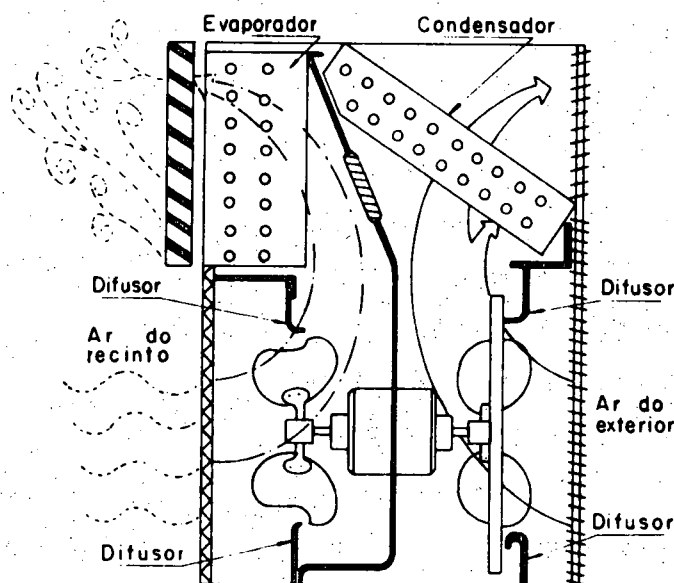


Fig. 7

NOTA

As hélices, quando instaladas, deverão ser convenientemente balanceadas a fim de não produzirem trepidações ou ruídos, durante o seu funcionamento.

Para se aplicar um condicionador de ar a um determinado ambiente, devemos, antes de qualquer outra providência, fazer um levantamento da carga térmica do local. Se este trabalho não for realizado com perfeição e não forem seguidas rigorosamente certas normas, podemos ter a certeza de que haverá, sem dúvida alguma, problemas que se tornarão insolúveis, redundando sempre na devolução do aparelho para o concessionário.

O levantamento da carga térmica é sempre feito com a finalidade de que nunca seja aplicado ao local um aparelho cuja capacidade seja inferior à carga térmica do mesmo local. Para fazermos este levantamento teremos que levar em consideração vários fatores, conforme tabela 1.

DESENVOLVIMENTO

1º - Determine o volume do local - comprimento x largura x altura = metros cúbicos (m^3). Procure na tabela qual a quantidade de kcal/h correspondente aos metros cúbicos, tendo antes o cuidado de verificar se o local está situado entre andares ou logo abaixo do telhado (fig. 1).

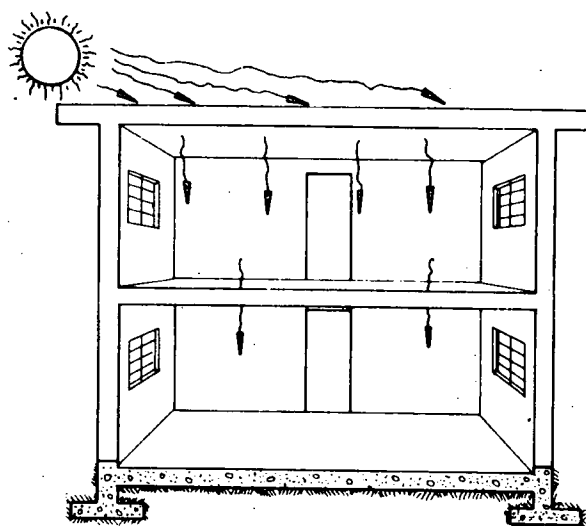


TABELA 1 - 60 Hz

Recinto em m^3		30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75	78	81	84	87	90
kcal	Entre andares	480	530	580	620	670	720	770	816	864	910	960	1010	1060	1100	1150	1200	1250	1300	1340	1390	1440
Hora	Sob telhado	670	740	800	870	940	1000	1070	1140	1200	1270	1340	1410	1470	1540	1610	1680	1740	1810	1880	1940	2010

Determine a área das janelas - altura x largura = m². Some as áreas de todas as janelas situadas na mesma parede; verifique se possuem cortina e qual o período de incidência do sol (manhã ou tarde) (fig. 2). Procure na tabela 2 o número de kcal/h correspondente aos metros quadrados nas condições observadas.

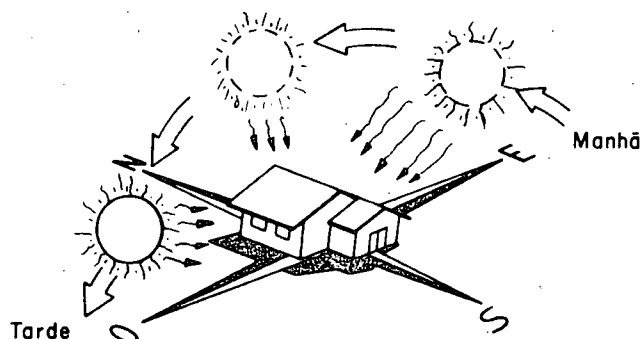


Fig. 2

OBSERVAÇÃO

Quando houver janelas em mais de uma parede, considere aquelas da parede que recebe mais calor para o cálculo. As janelas da outra parede devem ser consideradas na sombra. Determine sua área e procure o número de kcal/h na tabela correspondente, somando as kcal/h correspondentes a todas as janelas.

TABELA 2 - 60 Hz

J A N E L A S					
m ²	kcal/h		kcal/h		Vidros na sombra
	com cortina		sem cortina		
	sol manhã	sol tarde	sol manhã	sol tarde	
1	160	212	222	410	37
2	320	424	444	820	74
3	480	636	666	1230	110
4	640	848	888	1640	148
5	800	1060	1110	2050	185
6	960	1272	1332	2460	222
7	1120	1484	1554	2870	260
8	1280	1696	1777	3280	295
9	1440	1908	1998	3960	330
10	1600	2120	2220	4100	370

2º - Some as áreas (altura x largura = m²) das portas, arcos ou vãos que permaneçam constantemente abertos, para os espaços que não possuam condicionadores de ar e procure na tabela 3 a quantidade de kcal/h correspondente a essa área.

OBSERVAÇÃO

Quando a largura da porta, arcos ou vãos exceder a 1/3 da parede onde está localizada, deve o espaço vizinho ser considerado como parte integrante do recinto a ser condicionado.

Quando houver aparelhos elétricos em uso no ambiente, que desprendam calor, tais como: cafeteiras, esterilizadores, computadores eletrônicos, máquinas contábeis, lâmpadas, etc., devemos considerá-los e calcular a carga térmica conforme valores expressos na tabela 3 para este fim.

TABELA 3 - 60 Hz

PESSOAS		PORTAS		APARELHOS ELÉTRICOS	
Quantidade	kcal/h	m ²	kcal/h	Watts nominal	kcal/h
1	125	1	125	50	45
2	250	2	250	100	90
3	375	3	375	150	135
4	500	4	500	200	180
5	625	5	625	250	225
6	750	6	750	300	270
7	875	7	875	350	315
8	1000	8	1000	400	360
9	1125	9	1125	450	405
10	1250	10	1250	500	450

3º - Some os valores de kcal/h encontrados no 1º e 2º itens. O resultado obtido é o total de kcal/h do ambiente que deve ser condicionado pelo aparelho.

Exemplo

Faça o levantamento de carga térmica para instalar um condicionador de ar em um recinto, sob telhado, que possui 4 metros de largura, 5 metros de comprimento e 3 metros de altura. O referido recinto possui uma janela de 1 m x 2 m, voltada para a face oeste, a qual está cortinada; possui ainda uma porta de 2 m de altura por 1 m de largura. Frequentam constantemente este recinto cinco pessoas, e os aparelhos elétricos em uso consomem um total de 300 watts. A frequência da rede elétrica é de 60 Hz.

kcal do recinto _____ 1340
 kcal das janelas _____ 424
 kcal das pessoas _____ 625
 kcal das portas _____ 250
 kcal dos aparelhos elétricos _____ 270

Soma em kcal/h _____ 2909

OBSERVAÇÕES

- 1 Recomenda-se um acréscimo de 10% para compensar eventuais alterações da carga térmica.
- 2 Selecione o aparelho cuja capacidade esteja o mais próximo do resultado encontrado.

No exemplo, necessitaremos de um condicionador de ar com capacidade aproximada de 3200 kcal/h.

Tabelas para rede com frequência de 50 Hz

Recinto	m ³	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75	78	81	84	87	90
kcal/hora	Entre andares	540	594	648	702	756	810	864	918	972	1026	1080	1134	1188	1242	1296	1350	1404	1458	1512	1566	1620
	Sob telhado	760	836	912	988	1064	1140	1216	1292	1368	1444	1520	1596	1672	1748	1824	1900	1976	2052	2128	2204	2280

PARA CORRENTE DE 50 Hz

J A N E L A S						PESSOAS		PORTAS		APARELHOS ELÉTRICOS	
m ²	com cortina		sem cortina		Vidros na sombra	Quantidade	kcal/h	m ²	kcal/h	Watts nominal	Kcal/h
	sol manhã	sol tarde	sol manhã	sol tarde							
1	184	244	255	473	43	1	144	1	144	50	50
2	368	488	510	946	86	2	288	2	288	100	100
3	552	732	765	1419	129	3	432	3	432	150	150
4	736	976	1020	1892	172	4	576	4	576	200	200
5	920	1220	1275	2365	215	5	720	5	720	250	250
6	1104	1464	1530	2838	258	6	864	6	864	300	300
7	1288	1708	1785	3311	301	7	1008	7	1008	350	350
8	1472	1952	2040	3784	344	8	1152	8	1152	400	400
9	1656	2190	2295	4257	387	9	1296	9	1296	450	450
10	1840	2440	2550	4730	430	10	1440	10	1440	500	500

O aquecimento de ambiente, através dos condicionadores de ar domésticos, é realizado mais comumente por dois sistemas:

sistema de aquecimento com resistência

sistema de aquecimento por ciclo reverso

Sistema de aquecimento com resistência

Consiste essencialmente de um conjunto com resistência elétrica, que funciona independente do sistema selado de refrigeração, isto é, não funciona o compressor durante o ciclo de aquecimento.

O conjunto da resistência se compõe de uma armação de aço, na qual são presos transversalmente suportes com isoladores tipo porcelana, dentro dos quais, passa o elemento de aquecimento. O elemento de aquecimento é feito de fio níquel-cromo, enrolado em forma de mola, pelo qual circula a corrente elétrica (fig. 1).



Fig. 1

Em série com esse elemento é instalado um protetor de sobreaquecimento (figura 2), preso na mesma armação de aço, próximo do aquecedor. Esse protetor desligará o circuito de aquecimento se houver uma sobrecarga, quer por elevação excessiva da voltagem ou por curto-circuito do aquecedor.



Fig. 2

Sistema de aquecimento por ciclo reverso

Consiste em inverter o sentido de circulação do refrigerante no sistema selado, através de uma válvula reversora (fig. 3), comandada por uma bobina solenóide que, quando energizada, atua uma agulha desviando as pressões internas da válvula, proporcionando, assim, o desvio do fluxo de gás.

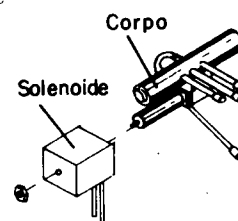
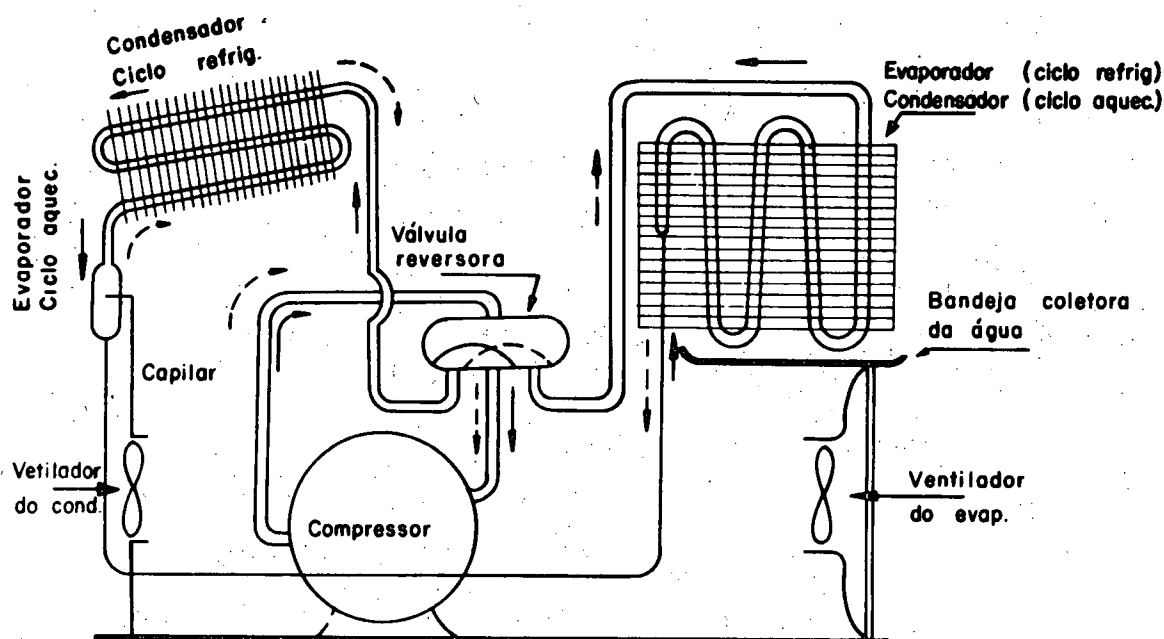


Fig. 3

Ao contrário do ciclo de refrigeração, no ciclo de aquecimento, o condensador se resfria (o refrigerante se evapora) e o evaporador se aquece (o refrigerante se condensa). Em um e outro ciclo, o compressor trabalha para fazer o refrigerante circular no sistema de refrigeração (fig. 4).



= Posição para resfriamento



= Direção em que circula o refrigerante durante o resfriamento



= Posição para aquecimento



= Direção em que circula o refrigerante durante o aquecimento

Fig. 4

Neste sistema de aquecimento usa-se um termostato no condensador para impedir o seu bloqueamento por gelo o que impediria a circulação do ar exterior.

Capacitor é um componente eletrônico, que consiste basicamente em duas superfícies condutoras (placas), separadas por um material isolante (dielétrico).

O capacitor é um elemento usado com várias finalidades, pois com ele podemos armazenar energia elétrica, bloquear a passagem da corrente contínua etc. O capacitor é também chamado condensador, termo esse atualmente em desuso.

A unidade de medida de capacitância é o farad (F). Na prática, geralmente usamos capacitores cuja capacitância é da ordem de microfarad (μF), nanofarad (nF) ou picofarad (pF).

$$1 \mu\text{F} = \frac{1}{1000000} \text{ F} = \frac{1}{10^6} \text{ F} = 0,000001 \text{ F} = 10^{-6} \text{ F}$$

$$1 \text{ nF} = \frac{1}{1000000000} \text{ F} = \frac{1}{10^9} \text{ F} = 0,000000001 \text{ F} = 10^{-9} \text{ F}$$

$$1 \text{ pF} = \frac{1}{1000000000000} \text{ F} = \frac{1}{10^{12}} \text{ F} = 0,000000000001 \text{ F} = 10^{-12} \text{ F}$$

Os capacitores podem ser fixos ou variáveis, polarizados ou não.

TIPOS

Os tipos mais usados de capacitores fixos são os seguintes:

- capacitores de papel*
- capacitores de mica*
- capacitores de cerâmica*
- capacitores de poliéster*

Capacitores de papel

São constituídos de camadas alternadas de folhas de metal (placas) e papel encerado (dielétrico). O papel e o metal são enrolados juntos (fig. 1).

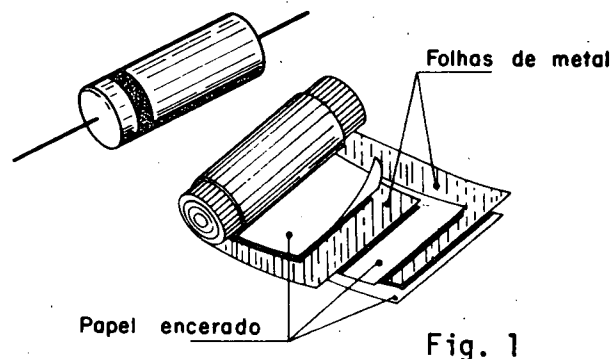


Fig. 1

Características

- Não são polarizados.
- Capacitores de papel, de capacitância menor que $1 \mu\text{F}$, são usados na maioria dos equipamentos eletrônicos.

Quando usados dentro dos limites de tensão de trabalho, duram muito mais do que os capacitores eletrolíticos.

Os capacitores de papel de valor elevado são volumosos e caros.

Geralmente não são fabricados com capacitâncias acima de $16 \mu\text{F}$.

Os capacitores de papel usados em circuitos de alta tensão (acima de 600 volts) têm suas tiras de papel impregnados de óleo. Esse tipo de capacitor é barato e pequeno, tem elevada resistência de isolamento, estabilidade razoável, e suas perdas são moderadas, aumentando com a temperatura e a frequência.

São usados como filtros e acopladores na maioria dos casos. Sua capacitância varia de $0,001 \mu\text{F}$ até $20 \mu\text{F}$, com tensões de trabalho que se elevam até muitos kV.

Capacitores de mica

A construção é feita, baseando-se na excelente qualidade de isolamento da mica (dielétrico). São usadas lâminas de papel metálico ou depósito metálico direto em ambos os lados da lâmina de mica, agindo como as placas do capacitor (fig. 2).

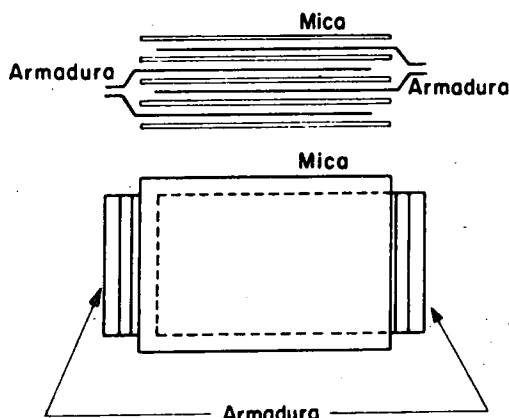


Fig. 2

Características

- Não são polarizados.
- Têm excelentes características de alta frequência.
- Baixa perda.
- Estabilidade e alta tensão.
- Têm grande precisão, embora a capacitância mude com a temperatura.
- Capacitância de 5 pF até 0,1 μ F.
- Tensões até 2500 V (tipos especiais têm características muito mais elevadas).

Capacitores de cerâmica

Deposita-se, em ambos os lados de um disco ou tubo de cerâmica (dielétrico), uma camada metálica (placas) (fig. 3).

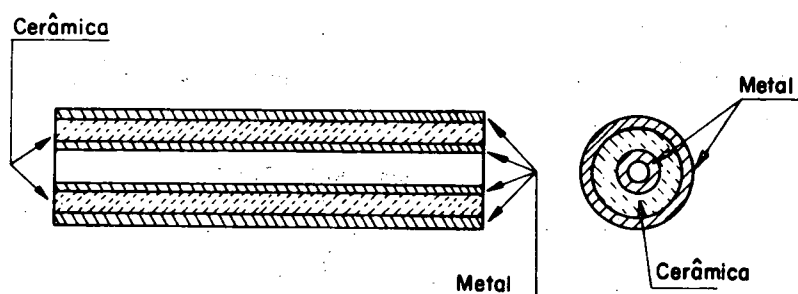


Fig. 3

A constante dielétrica K da cerâmica é que determinará a maior parte das características do capacitor.

Características principais

- Não têm polarização.
- Os capacitores de baixo K têm baixas perdas, alta estabilidade e excelente desempenho de alta frequência.
São bastante pequenos e baratos, possuem capacitância até cerca de 1000pF.
Uso sem limitações.

- Os capacitores de médio K apresentam valores de capacitância mais elevados e estabilidade razoável (cerca de 20%). Fora da faixa de temperatura de funcionamento, as variações de capacitância podem ser elevadas.

Os tipos de alta tensão têm perdas moderadas e podem ser fabricados com elevada resistência de isolamento. São capacitores pequenos e de baixo preço.

Possuem capacitâncias de 1,5 pF até 0,15 μ F, tensões até 5000 V. Uso restrito à filtragem e acoplamento.

- Os de alto K possuem elevadas capacitâncias em pequenos tamanhos. A resistência de isolamento é grande e são de baixo custo. Possuem perda elevada e capacitância instável, podendo mudar facilmente de valor.

Capacitâncias de 0,001 μ F a 0,1 μ F e tensões até 1000 V. Muito usados em filtragem, derivação e desacoplamento.

Capacitores fixos de poliéster

A fabricação dos capacitores de poliéster assemelha-se à dos capacitores de papel. Duas folhas de material condutor (placas), separadas por poliéster (dielétrico), são enroladas, formando assim o capacitor (fig. 4).

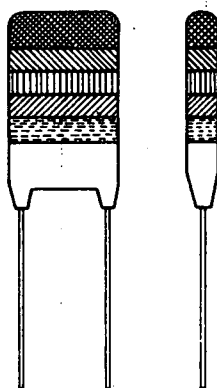


Fig. 4

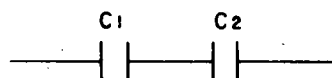
Características

- O poliéster apresenta uma absorção mínima, mantendo sua carga por muito tempo.
- O fator de potência do poliéster é similar ao da mica.

- A temperatura máxima de funcionamento dos condensadores de poliéster é de 60°C.
- Esses capacitores destinam-se ao acoplamento e desacoplamento de circuitos eletrônicos em geral, especialmente os que utilizam fiação impressa.
- Soma de capacitores em série e em paralelo.

Os capacitores são somados ao contrário das resistências.

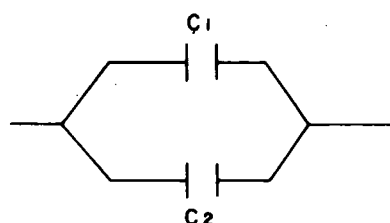
Capacitor em série



$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$C_t = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2}$$

Capacitor em paralelo

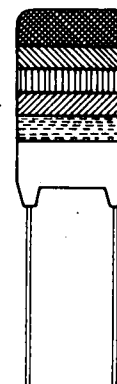


$$C_t = C_1 + C_2$$

onde C_t = Capacitância total

Código de cores

Côr	1º algarismo do valor da cap.	2º algarismo do valor da cap.	fator de multiplicação	tolerância de capacitância	tensão nominal
preto	-	0	1	± 20%	
marrom	1	1	10		
vermelho	2	2	10 ²		250v
laranja	3	3	10 ³		
amarelo	4	4	10 ⁴		400v
verde	5	5	10 ⁵		
azul	6	6			630v
violeta	7	7			
cinza	8	8			
branco	9	9		± 10%	



Capacitores de partida (cp)

São ligados em série com enrolamento de partida do motor, com a finalidade de aumentar o torque ou momento de arranque. Permanece ligado à linha pelo tempo necessário à partida do motor (2 segundos a 3 segundos). Se ficar ligado por alguns segundos a mais desse tempo poderá superaquecer-se, estourando, devido à expansão dos gases que formam no seu interior.

Capacitores de marcha (cm)

São também chamados de capacitores de funcionamento permanente, capacitores de linha e capacitores de fase. São ligados em série com enrolamento auxiliar e conjunto (enrolamento auxiliar e enrolamento de marcha). Esse capacitor assim ligado destina-se a melhorar o fator de potência dos motores monofásicos.

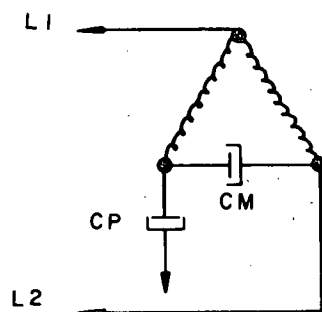


Diagrama de ligação dos capacitores

CONSTITUIÇÃO (fig. 1)

O conjunto do circuito de refrigerante ou sistema selado de refrigeração ou unidade refrigeradora é constituído fundamentalmente do:

- compressor (moto-compressor - mais conhecido como compressor)
- evaporador
- condensador

O compressor, o evaporador e o condensador, são interligados e montados na base. Os componentes de interligamento são: tubo de descarga, filtro, tubo capilar e tubo de baixa.

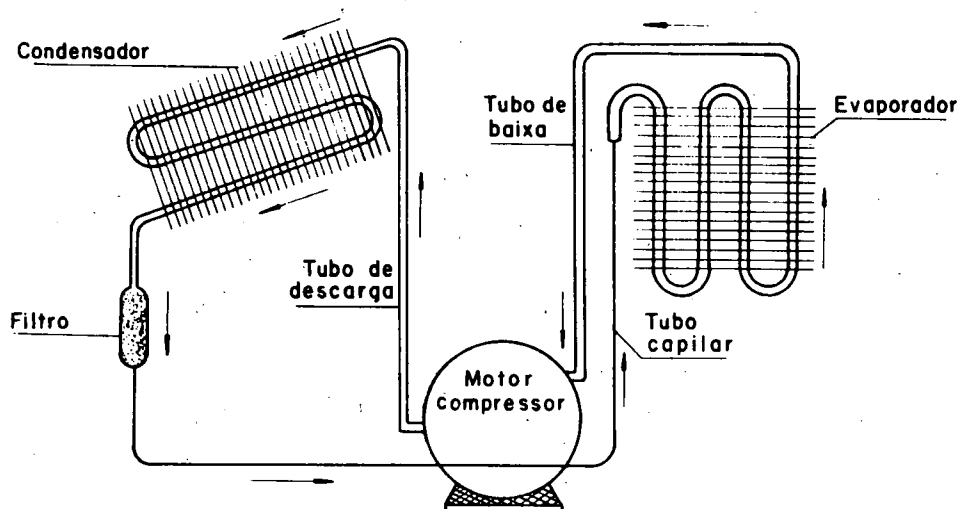


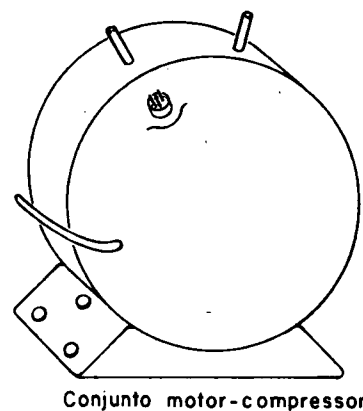
Fig. 1

Moto-compressor (figura 2).

Como o próprio nome está indicando, constitui-se de um motor elétrico e de um compressor.

O motor elétrico tem potência que varia desde 3/4 cv a 2 cv, em aplicação doméstica. São motores de indução, monofásico, de 2 ou 4 polos, que funcionam em tensão elétrica de 110 V ou 220 V.

O compressor é do tipo alternado (com êmbolo, cilindro e biela). Sua função é fazer circular o refrigerante (geralmente R-22).



Conjunto motor-compressor

Fig. 2

Evaporador

O evaporador, figura 3, dos aparelhos condicionadores de ar domésticos são de tipo aletado, com circulação de ar forçada por um ventilador.

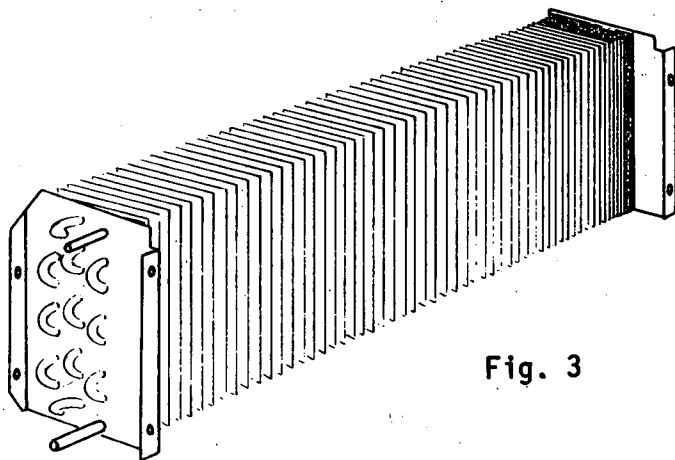


Fig. 3

É fabricado por uma serpentina de cobre na qual estão presas chapas delgadas de alumínio, chamadas aletas. No evaporador, onde a pressão interna é menor, o refrigerante, injetado pelo tubo capilar, ferve e se evapora, extraíndo calor do ar que circula pela superfície externa da serpentina e das aletas.

A distância entre as aletas é aproximadamente de 1,8 mm. O evaporador é semelhante ao condensador, na aparência externa. O nome de cada um sugere a sua principal função: o *evaporador* é a peça no interior da qual ferve e *evapora* o líquido refrigerante. No interior do *condensador*, como já vimos, o refrigerante se condensa.

Os mesmos cuidados indicados para o condensador, serão válidos para o *evaporador*.

- Manter o evaporador livre de pó ou outra sujeira (não pôr em funcionamento o aparelho sem filtro).
- Manter as aletas alinhadas, não colocando unidades refrigeradoras umas sobre as outras, para não amassar as aletas.
- A ventilação através do condensador deverá ser mantida na vazão normal.

Condensador

O condensador dos aparelhos de ar condicionado domésticos (fig. 4), é do tipo resfriado a ar, com circulação forçada.

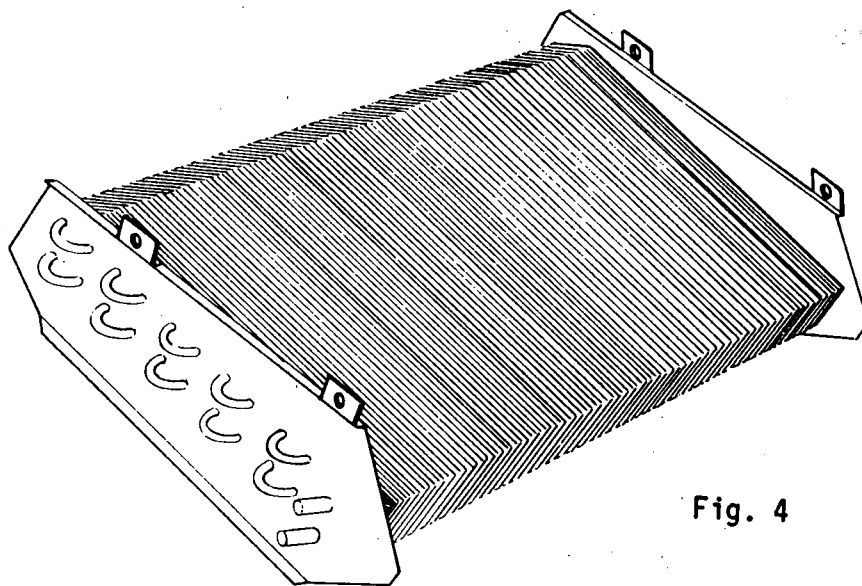


Fig. 4

Constitui-se de uma serpentina de tubos de cobre que atravessam uma série de lâminas delgadas, de alumínio, chamadas *aletas*, as quais estão distanciadas umas das outras de 1,8 mm, aproximadamente.

O conjunto assim formado é fixado em dois suportes laterais.

O vapor do refrigerante, comprimido e aquecido, é injetado pela parte superior do condensador, provindo do tubo de descarga. Circula pela serpentina do condensador, onde perde calor pela ação dissipadora das aletas e do ar que circula através da serpentina e das aletas, forçado pelo ventilador. Perdendo calor, o refrigerante vai condensando-se, à medida que percorre a tubulação até que, na parte inferior do condensador, é encontrado em estado líquido.

A ação dissipadora das aletas será reduzida se elas forem amassadas, obstruídas pela sujeira ou quando o ar não circular normalmente. O condensador é, pois, a parte da unidade refrigeradora onde o refrigerante, no estado de vapor, se liquefaz pela perda do seu calor latente de condensação. O refrigerante sai do condensador em estado líquido e penetra no filtro.

Tubo de descarga

É geralmente feito de um tubo de cobre, o qual recebe o refrigerante bombeado, pelo compressor, de onde sai comprimido, no estado gasoso e com temperatura bem acima da temperatura ambiente. Liga-se do compressor à parte superior do condensador, por onde entra o vapor do refrigerante.

Filtro

O filtro (fig. 5) é o dispositivo instalado no circuito do refrigerante para reter a sujeira em suspensão. Por mais limpo que seja o sistema, internamente, ainda há a possibilidade de aparecerem resíduos de sujeira que prejudicariam o funcionamento do compressor. Assim, o filtro tem sua importância como elemento de proteção do circuito refrigerante.

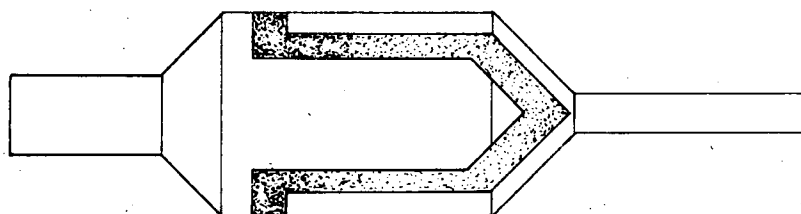


Fig. 5

É fabricado de uma tela de malha fina de latão ou um cilindro de bronze poroso, alojados em um tubo de cobre, o qual é soldado entre a saída do condensador e entrada do capilar. É capaz de reter a sujeira mais leve do líquido refrigerante.

Quando há muita sujeira no sistema, o filtro é obstruído, não permitindo mais a passagem do líquido refrigerante. Esse defeito é conhecido como filtro entupido.

Tubo capilar

O tubo capilar, figura 6, é um tubo de cobre mais ou menos longo com diâmetro interno reduzido. É ligado entre a saída do filtro e a entrada do evaporador.

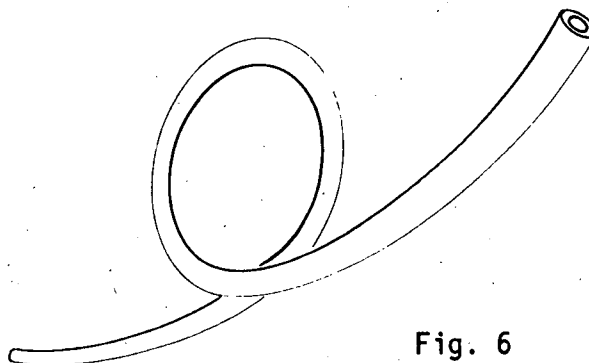


Fig. 6

É a peça que controla a passagem de líquido para o evaporador, aliás o mais simples de todos os controles de passagem de líquido refrigerante. Devido ao seu pequeno diâmetro e grande comprimento, oferece considerável resistência à passagem do refrigerante, estabelecendo-se uma pressão maior no condensador que no evaporador. Desse modo, é fácil concluir-se que um tubo capilar bem selecionado, será aquele capaz de manter essa diferença de pressões entre o condensador e o evaporador, de modo que no condensador seja alcançada a pressão de condensação do refrigerante, assim como no evaporador seja alcançada a pressão de evaporação do mesmo refrigerante, para temperaturas pre estabelecidas pelo fabricante. Estando o capilar ligado em série com a tubulação e o compressor, da unidade refrigeradora, a capacidade de vazão do tubo capilar deverá ser igual à capacidade de bombeamento do compressor, se o sistema é bem equilibrado.

Um tubo capilar muito longo ou com secção menor do que a projetada, determinará uma pressão de condensação maior do que a desejada e não permitirá que chegue ao evaporador uma quantidade de refrigerante suficiente, ficando a unidade com seu rendimento prejudicado. Ao contrário, se o tubo capilar for muito curto ou sua secção maior do que a desejada, haverá um aumento de pressão no evaporador, maior quantidade de líquido será lançado no mesmo, não fervendo o refrigerante e prejudicando o desempenho da unidade refrigeradora. Desse modo, o tubo capilar deverá ter secção e comprimento exatos para uma dada unidade refrigeradora, não podendo ser mudado à vontade pelo mecânico.

É conveniente lembrar, no entanto, que o tubo capilar funciona dentro de uma margem de autocompensação; isto é, ao aumentar ou diminuir a carga térmica do sistema, o capilar proporcionará maior ou menor fluxo de refrigerante, naturalmente em razão da variação de pressão de condensação que ordinariamente acompanha essas variações de carga térmica do sistema.

VANTAGENS DO TUBO CAPILAR COMPARATIVAMENTE A OUTROS DISPOSITIVOS DE EXPANSÃO

- Mais simples, dispensando peças móveis.
- Mais econômico, pois dispensa depósito de líquido e exige menor quantidade de refrigerante.
- Uma vez instalado corretamente, dispensa qualquer manutenção.
- Permite o equilíbrio entre a pressão do condensador e do evaporador, quando o compressor pára. Isso faz com que o sistema possa usar um motor com menor arranque, sendo portanto, mais barato.

CUIDADOS COM O TUBO CAPILAR

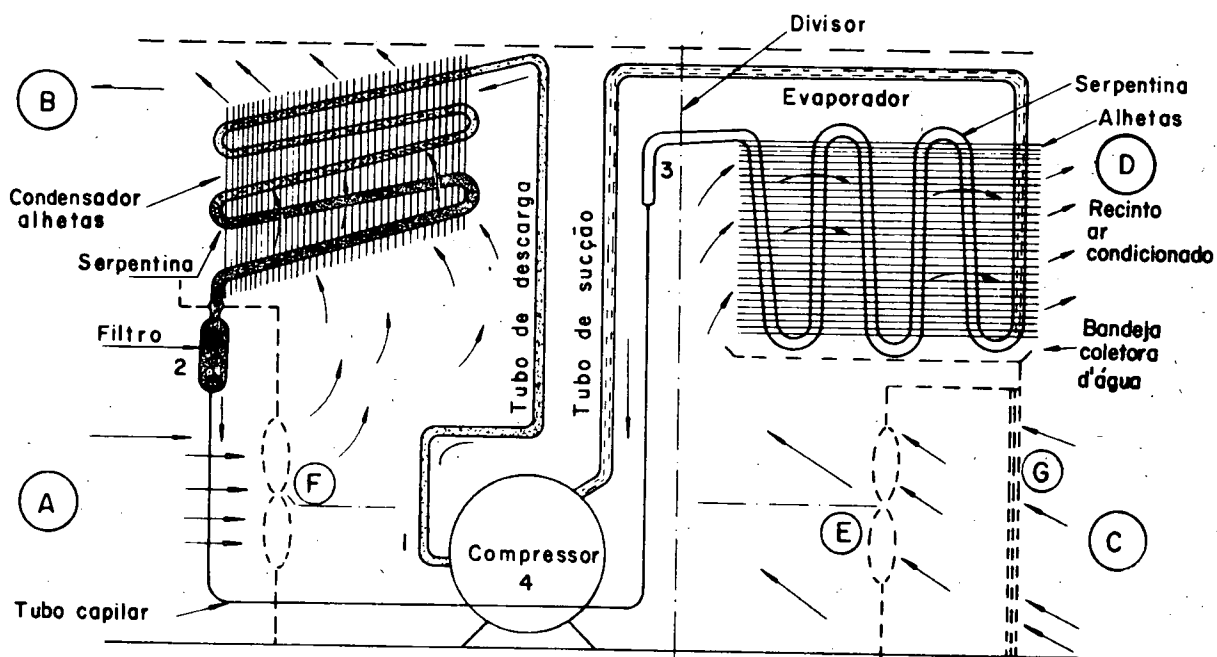
- Não substituir um tubo capilar por outro que não seja equivalente ao do projeto.
- Não usar corta-tubos para cortar os tubos capilares.
- Não dobrar os tubos capilares.
- Limpar com tricloreto e ar seco o interior dos tubos capilares antes de instalá-los.
- Quando for cortar um tubo capilar, limpar o local com lixa 320 ou palha de aço fina, numa faixa de 1/2" no mínimo, usando uma lima-faca murça para cortá-lo, de modo a não reduzir sua secção interna e não cair cavacos no seu interior.
- Quando soldá-lo à tubulação, esteja certo de que sua extremidade está bem limpa e livre de graxa ou óleo; que a extremidade penetre na tubulação com o mínimo de folga e assegure-se de que não escorreu solda para sua secção interna.

- Se tiver que ressoldar um tubo capilar sendo obrigado a recortá-lo, que a redução seja a mínima possível. Lembre-se de que as dimensões do tubo capilar são críticas.

Tubo de baixa ou tubo de sucção

O tubo de baixa ou tubo de sucção é fabricado de tubo de cobre e ligava a saída do evaporador à entrada do compressor. Através do tubo de baixa, circula o refrigerante no estado de vapor e sua secção é maior que a secção do tubo de descarga.

O conjunto assim montado chama-se, como já vimos, *conjunto do circuito de refrigerante ou sistema selado de refrigeração ou unidade refrigeradora*. É o principal conjunto do condicionador de ar e o mais dispendioso. Seu valor é cerca de 60% do total do aparelho. Na folha seguinte apresentamos este conjunto e o seu funcionamento.

**LEGENDA**

Lado de alta pressão de 1 até 2

Lado de baixa pressão de 3 até 4

Refrigerante em estado gasoso

Refrigerante em estado líquido

Refrigerante no evaporador

Vapor de refrigerante saturado

A: entrada de ar externo para o condensador

B: saída de ar quente do condensador

C: entrada de ar interno para o evaporador

D: saída de ar frio, desumidificado e filtrado para o recinto

E: hélice do evaporador

F: hélice do condensador

G: filtro de ar

É a ferramenta que permite ao mecânico de refrigeração executar o corte de tubos de cobre para a realização das operações de substituição dos componentes ou emenda de tubos.

O cortador de tubos de cobre é construído em duralumínio e aço, o que possibilita sua forma compacta, facilitando o seu manuseio (figura 1).

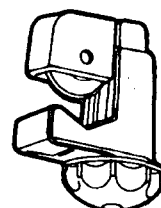


Fig. 1

Alguns cortadores já dispõem de escareador, como mostra a figura 2.

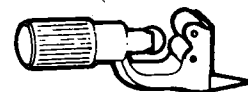


Fig. 2

Cortador de tubo para tubos de maiores diâmetros que dispõem de duas roldanas e lâmina de corte de maior diâmetro (figura 3).

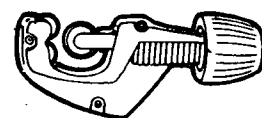


Fig. 3

Em qualquer circunstância, necessita-se escarear o tubo, pois, durante o corte, é formada rebarba na extremidade interna do tubo, o que dificulta a introdução do alargador (figura 4).

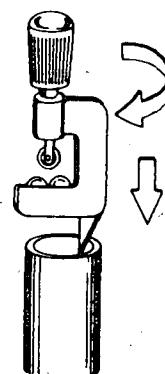


Fig. 4

Por sua leveza, aliada a outras apreciáveis qualidades mecânicas, é o alumí
nio um metal de enorme importância industrial, que mais se valorizou com o
notável progresso da construção aeronáutica.

CARACTERÍSTICAS

- Cor branca, de prata.
- Densidade 2,5 a 2,7. Depois do magnésio (massa específica 1,74 g/cm³), é o metal industrial mais leve que se conhece.
- Funde-se a 658°C.
- Bom condutor de calor (apenas o cobre, o ouro e a prata apresen-
tam melhor condutibilidade térmica do que o alumí
nio).
- Bom condutor de eletricidade.
- Não é oxidável.
- É muito maleável e muito dútil.
- É um metal macio: tem dureza 15 a 25 (Brinell) o tipo mais bran-
do, e 40 a 60 (Brinell) o mais duro.
- Resistência à ruptura - As cargas de resistência à ruptura vão
de 7 a 9 kgf/mm² no alumí
nio brando e de 14 a 18 kgf/mm² no alu
mí
nio duro.

O alumí
nio não tem praticamente elasticidade: depois que cessa
a ação da carga, resulta sempre uma pequena deformação perma-
nente.

OBTENÇÃO E REFINO DO ALUMÍNIO

O alumí
nio é um metal que se encontra na natureza em mistura com outros cor-
pos. Um dos minérios de maior utilização para a produção industrial do alu
mí
nio é a bauxita. Pelo tratamento e refino da bauxita, obtém-se o alumí
nio em estado líquido que é vazado em forma de lingotes brutos, ou de pla-
cas destinadas à laminação de chapas, ou ainda de tarugos que a laminação
transforma em vergalhões redondos e quadrados.

Não se obtém alumí
nio absolutamente puro: há sempre porcentagens mínimas de
ferro, silício, cobre e zinco. Os tipos comerciais utilizados normalmen-
te podem ser divididos em três grupos:

alumínio de 98 a 99%; alumínio de 99 a 99,5%; alumínio de 99,85%.

USOS INDUSTRIAIS DO ALUMÍNIO

Sobretudo por ser um metal leve e maleável, cujo óxido o protege da corrosão tem as mais variadas utilizações. Obtêm-se objetos e peças de alumínio por diversas formas de trabalho térmico ou mecânico: fusão, laminação, estiragem, estampagem, forjamento e usinagem. Solda-se bem, com materiais apropriados.

Permite a produção de vários tipos de ligas. Aplica-se o alumínio, em alta escala, na construção de aviões. É também utilizado na indústria de automóveis, na construção civil, nas indústrias de aparelhos elétricos, utensílios domésticos, etc.

PRINCIPAIS LIGAS DE ALUMÍNIO

Liga americana - alumínio e 8% de cobre. É uma liga que se emprega quase que exclusivamente fundida. Tem particularmente grande emprego na fabricação dos cârteres dos automóveis.

Alpax - alumínio e 13% de silício. É uma liga também usada para peças fundidas. O silício dá grande fluidez à massa metálica em fusão, permitindo, por isso, a execução de peças fundidas de formas complicadas. Usa-se também na fabricação de automóveis (pistões, blocos de cilindros, cârteres da caixa de velocidades, etc.).

Duralumínio - 95% de alumínio, 4% de cobre, 0,5% de manganês, 0,25% de silício e 0,25% de magnésio. É uma liga de alta resistência, com as características mecânicas do aço doce, mas que é susceptível de tomar *têmpera*, quando aquecida a 500-520°C e resfriada em seguida na água.

O duralumínio pode ser trabalhado a quente nos marteletes, prensas e laminadores e pode apresentar-se, portanto, sob variadas formas: chapas, barras, vergalhões, perfilados, tubos, fios e peças forjadas. Tem grande emprego nas indústrias de construção de aviões.

A tabela abaixo mostra os diâmetros dos tubos, indicando também as espessuras das chapas e os diâmetros dos arames, de acordo com as fieiras.

TUBOS CIRCULARES		ARAMES				CHAPAS USUAIS 2m x 1m e 3m x 1m					
Diam.ext.(pol.) Espessura(mm)	Diam.ext.(pol.) Espessura(mm)	Nº da fieira SWG	Diâ- metro em mm	Nº da fieira SWG	Diâ- metro em mm	Número da fieira	Espessura em mm		Número da fieira	Espessura em mm	
							SWG	BWG		SWG	BWG
1/4" x 0,6	1 3/8" x 1,5	30	0,31	10	3,25	28	0,38	-	-	2,50	-
5/16" x 0,6	1 1/2" x 1,5	28	0,38	-	3,50	26	0,46	0,5	12	2,64	2,5
3/8" x 0,6	1 3/4" x 1,5	26	0,46	8	4,06	-	0,50	-	-	3,00	-
1/4" x 0,8	2" x 1,5	24	0,56	-	4,50	24	0,56	0,6	-	3,17	-
5/16" x 0,8	1/2" x 2	22	0,71	-	4,76	-	0,60	-	-	3,50	-
3/8" x 0,8	5/8" x 2	20	0,91	-	5,20	22	0,71	0,8	-	4,00	-
1/2" x 0,8	3/4" x 2	-	1,00	4	5,89	-	0,80	-	8	4,06	4,0
5/8" x 0,8	7/8" x 2	18	1,22	-	6,10	20	0,91	1,0	-	4,76	-
3/4" x 0,8	1" x 2	-	1,58	-	6,35	-	1,00	-	-	5,00	-
7/8" x 0,8	1 1/4" x 2	16	1,63	-	6,85	-	1,20	-	4	5,80	-
1" x 0,8	1 1/2" x 2	14	2,03	2	7,01	18	1,22	1,2	-	6,35	-
5/16" x 1	1 3/4" x 2	-	2,38	-	7,70	-	1,58	-	2	7,00	-
3/8" x 1	2" x 2	-	2,50	-	7,93	-	1,60	-	-	7,93	-
1/2" x 1	2 1/2" x 2	12	2,64	0	8,23	16	1,63	1,5	-	9,52	-
5/8" x 1	3" x 2	-	3,00	-	9,52	-	2,00	-	-	12,70	-

O cobre, depois do aço e do ferro fundido, é o material metálico de maior uso na indústria.

CARACTERÍSTICAS

- 1 - cor avermelhada.
- 2 - massa específica: $8,9 \text{ g/cm}^3$ e temperatura em que se funde: 1083°C .
- 3 - maleável, isto é, de fácil deformação, deixando-se laminar bem.
- 4 - dútil, isto é, facilmente se pode estirar em fios.
- 5 - pouco duro.
- 6 - pouco tenaz, isto é, resiste mal aos esforços de deformação lenta (torção, flexão, tração, compressão).
- 7 - bom condutor de eletricidade. Depois da prata, é o metal melhor condutor da corrente elétrica.
- 8 - bom condutor de calor.
- 9 - quando exposto ao ar úmido, oxida-se cobrindo-se de uma camada esverdeada (azinhavre). Resiste, entretanto, muito bem a corrosão, quer pela água, quer por alguns ácidos diluídos, tais como o ácido sulfúrico e o ácido clorídrico.
- 10 - não se presta, quando isolado, a trabalhos de fundição. As suas ligas, porém, moldam-se muito bem.
- 11 - quando sofre deformações freqüentes (exemplo: por martelagem) torna-se duro e quebradiço. Para que o cobre, em tal caso, recupere a maleabilidade, deve ser aquecido (recozido) e, em seguida, mergulhando em água fria.

USOS

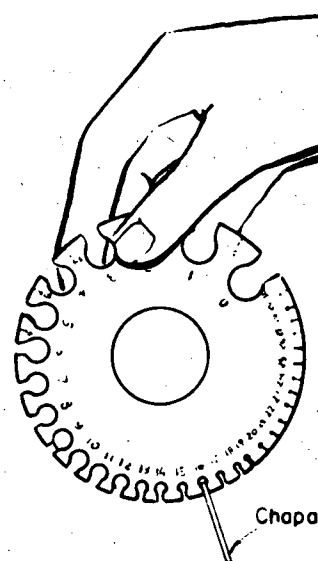
- 1 - por ser maleável e bom condutor de calor, presta-se bem à construção de caldeiras, tachos e, em geral, tanques e tubulações de vapor e de água quente.
- 2 - por ser dútil, maleável e bom condutor de eletricidade, tem variado emprego na fabricação de fios, chapas, contatos, barras, parafusos e peças diversas para usos da eletricidade, na telegrafia e na telefonia.
- 3 - por sua resistência à corrosão é, em algumas regiões, usado em calhas, condutores e até na cobertura de certas partes de prédios.
- 4 - o cobre é também utilizado na proteção de outros metais oxidáveis por meio da eletrólise, que é um processo de revestir esses metais de uma camada protetora de cobre, por meio de corrente elétrica, num banho de ácido.

FORMAS USUAIS DO COBRE

Para os usos industriais, o cobre se apresenta sob as formas de vergalhões, chapas, fios e tubos.

Os vergalhões e chapas se obtêm por *laminação*, os fios e os tubos se fabricam por *trefilação*. Estes processos de modificação de formas são aplicados ao cobre, ao aço e a outros materiais metálicos, em instalações caras e de grande produção.

Os vergalhões são indicados ou especificados comercialmente pelas medidas lineares da seção ou do perfil. Os fios e chapas são por números padrões (FIEIRAS - conforme figura), às fieiras correspondem tabelas onde se encontramos diâmetros em milímetros ou em polegada dos números dos fios e as espessuras dos números das chapas, também em milímetro ou em polegada. Finalmente, os tubos são especificados pelos diâmetros e espessuras das paredes.

**EXEMPLOS DE TABELAS COMERCIAIS**

As tabelas comerciais apresentam, em geral, os pesos unitários de cada tipo de metal, por exemplo: kg/m (quilograma por metro) para o vergalhão e o tubo; kg/chapa ou kg/m² (chapa). Com estas tabelas, se torna fácil o cálculo de preços de qualquer peso do cobre, uma vez que são fixados pelo comércio os preços do "quilo".

COBRE EM VERGALHÕES			COBRE EM CHAPAS			TUBOS DE COBRE		
Diâmetro em Polegada	kg por metro		Número da Fieira "BWG"	kg por chapa		Diâmetro externo (Polegada)	Espessura da Parede Polegada	kg por metro
				Chapa 1mx2m	Chapa 24"x48"			
1/8"	0,068	0,072	26	8,200	3,000	1/4"	1/16"	0,200
3/16"	0,150	0,162	25	9,000	3,400	3/8"	1/16"	0,380
1/4"	0,268	0,296	24	9,900	3,700	1/2"	1/16"	0,560
5/16"	0,420	0,464	23	11,200	4,200	5/8"	1/16"	0,740
3/8"	0,603	0,667	22	12,600	4,700	3/4"	1/16"	0,920
7/16"	0,822	0,893	21	14,400	5,350	7/8"	1/16"	1,200
1/2"	1,037	1,185	20	15,700	5,900	1"	1/16"	1,380
5/8"	1,680	1,850	19	19,000	7,100	1 1/8"	1/16"	1,540
3/4"	2,420	2,665	18	22,000	8,200	1 1/4"	1/16"	1,720
7/8"	3,280	3,570	17	26,000	9,700	1 1/2"	1/16"	1,900
1"	4,300	4,740	16	29,000	10,900	2"	1/8"	2,000

Flangeador é uma ferramenta que permite ao mecânico dar forma ao tubo, para que ao ser aplicado possa ser feita uma vedação completa na colocação de uniões da tubulação. Em válvulas, registros etc.

O *flangeador* é composto de base (estampo) e um grampo contendo um parafuso rosqueado em seu corpo. Na extremidade do parafuso encontra-se uma ponta cônica giratória, que ao ser encaixada permite o giro do parafuso sem que haja atrito no tubo a ser flangeado (fig. 1).

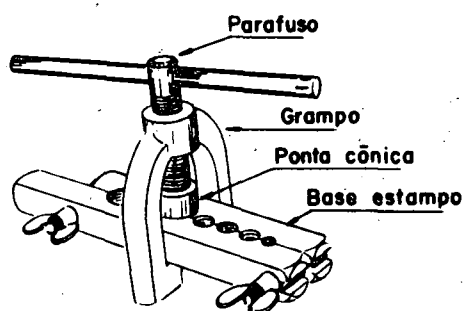


Fig. 1

O bom flangeamento depende das condições do tubo e do flangeador, sendo necessário que os dois estejam em bom estado. A figura 2 nos mostra um flange perfeito.

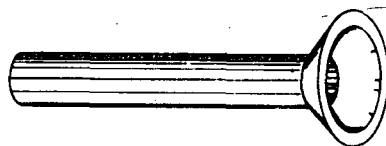


Fig. 2

Alargador é uma ferramenta, usada em mecânica de refrigeração, que permite a montagem de dois tubos com o mesmo diâmetro, sendo uma das extremidades de um tubo alargada pela ferramenta, até atingir o diâmetro externo do outro tubo.

TIPOS

Existem três tipos de alargadores de tubos:

- de impacto
- de expansão
- de repuxo

De impacto

São os mais comuns. É um tipo que necessita que o tubo seja fixado no estampo, como mostra a figura 1.

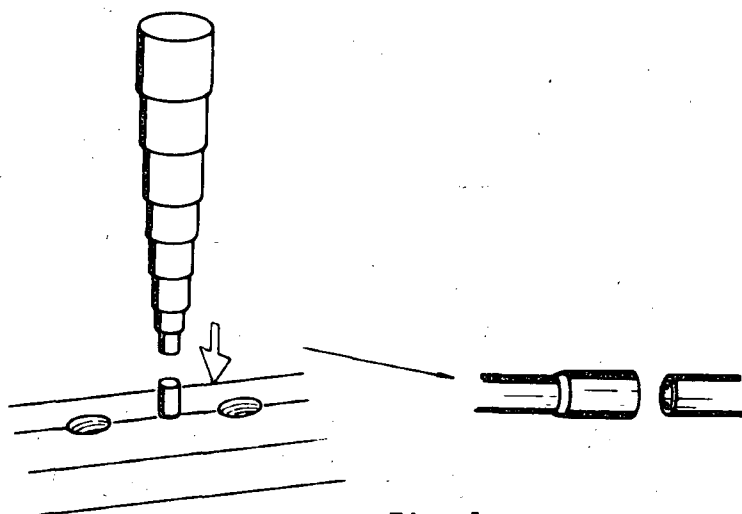


Fig. 1

De expansão

É o mais prático e mais perfeito. Seu funcionamento consiste no encaixe do mandril ao tubo a ser expandido e o acionamento da alavanca (fig. 2).

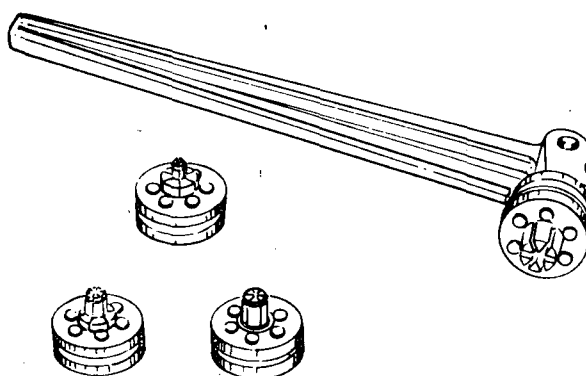


Fig. 2

De repuxo

Só é usado em casos especiais, pois depende de uma máquina de furar de coluna (fig. 3).

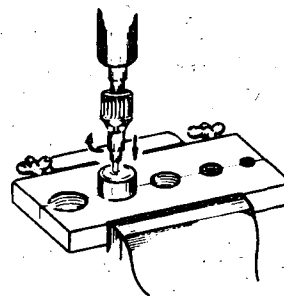


Fig. 3

Existem alargadores para fins especiais e gerais. Na categoria especial, encontramos o *ALARGADOR COM APÊNDICE*. Este tipo de alargador em refrigeração é utilizado para montagem do capilar no interior do tubo de sucção (fig. 4).

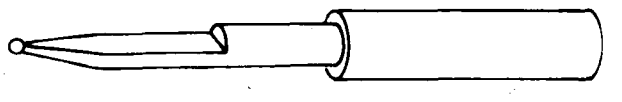


Fig. 4

Quando atendemos um pedido de assistência técnica, para reparar um aparelho (refrigerador), primeiro ouvimos a reclamação do (a) cliente, chegando a um possível defeito. Segundo fazemos testes para constatar o defeito e confrontarmos com a reclamação, daí fazemos o orçamento e serviço caso aprovado.

Quando recebemos uma unidade para recuperar, primeiro verificamos qual o defeito indicado na ficha ou carta que acompanha a unidade. Segundo fazemos testes para constatar o defeito e confrontarmos com o reportado da ficha. O teste deverá ser feito minuciosamente, para que o diagnóstico seja efetuado com êxito. É imprescindível o uso dos instrumentos corretamente.

Siga os itens abaixo indicados para fazer um bom teste, previna acidentes e evite danos físicos ou materiais durante a execução dessa tarefa.

- 1 - Prenda a unidade no carrinho, por meio de parafusos, suportes e garras (figura 1) de acordo com a marca e o modelo da unidade. Ela deverá estar bem fixa, para que a trepidação ou abalo não provoque sua queda, sem esquecer do evaporador que poder-se-á amassar e avariar-se, caso venha a cair.

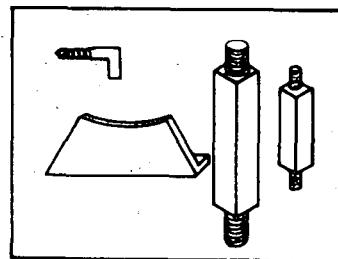


Fig. 1

O condensador é um componente fabricado com chapa fina inteiriça (chaminé) ou em tiras justapostas (aletas) que são cortantes como uma lâmina de barbear. Deve-se tomar o máximo cuidado para não se ferir ao manuseá-lo.

- 2 - Ligue a chave blindada do painel e revise a tensão da rede. Para isso use o próprio voltímetro do painel, girando a chave seletora para o lado indicando 110V (fig. 2) e faça a leitura. Ele deverá marcar 110V, com uma tolerância de $\pm 5V$.

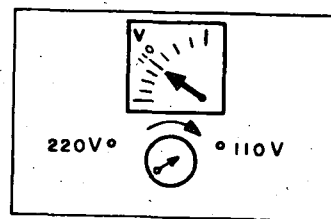


Fig. 2

Gire a chave seletora de tensão para o lado indicando 220V, (fig. 3) e faça a leitura no instrumento; ele deverá indicar 220V, aproximadamente, podendo-se admitir 20% de tolerância no máximo.

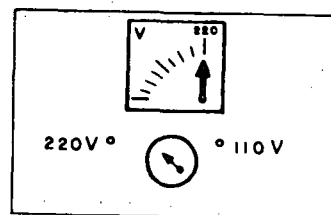


Fig. 3

- 3 - Conecte o pino do jack da extensão da lâmpada série ao "jack" do painel. Não segure nas partes metálicas da ponta de prova sem estar isolado do piso, pois poderá levar um choque.
- 4 - Faça o teste de continuidade, prendendo a garra jacaré do borne "comum" do compressor, e encoste a ponta de prova no outro borne. Se a lâmpada não acender, o enrolamento do motor estará interrompido.

Faça o teste de fuga, prendendo a garra jacaré na carcaça, e encoste a ponta em um borne. Se a lâmpada acender, o enrolamento estará em curto com a carcaça, e o compressor estará condenado.

- 5 - Faça o teste de fuga com megôhmetro, prendendo a garra jacaré na carcaça e a outra no borne, e faça a leitura, girando a manivela. A resistência ôhmica deverá ser no mínimo de 10 mΩ. Se for menor, poderá dar choque quando em funcionamento.

OBSERVAÇÃO

Se houver dúvida do enrolamento, deveremos fazer o teste com o ohmímetro.

- 6 - Ligue cuidadosamente os componentes elétricos, consultando esquema se necessário. Cada componente deverá ser para a unidade de correspondente. Mesmo que a unidade seja da mesma marca e quase idêntica, em algum caso poderá haver diferença (veja a placa de identificação) consulte o manual se necessário.
- 7 - Ligue as garras jacaré do cabo de teste aos pontos de ligação do relê (e ao protetor quando houver), de maneira que as garras ou outras partes não entrem em curto-circuito ao ligar, nem quando ocorrer abalo ou trepidação.
- 8 - Selecione a tensão necessária à unidade a ser testada (consulte a identificação), tendo o cuidado de não cometer engano, pois um erro poderá queimar o motor, inutilizando-o.
- 9 - Ligue o plug do cabo de teste à tomada (conjugada aos instrumentos) do painel e ouça se o compressor funciona.

- 10 - Aperte o botão de comando do amperímetro de 30A, verifique se há possibilidade de leitura. Um compressor de unidade refrigeradora doméstica, normalmente não tem possibilidades de leitura por ser de consumo bem reduzido, é quase inacusável no instrumento de 30A, a não ser no caso do relê ou do próprio compressor estar defeituoso.

OBSERVAÇÃO

O movimento de apertar ou soltar o botão, deverá ser rápido para que a interrupção entre topo e fundo (figura 4) não prejudique o funcionamento da unidade. Nunca aperte mais de um botão numa só vez.

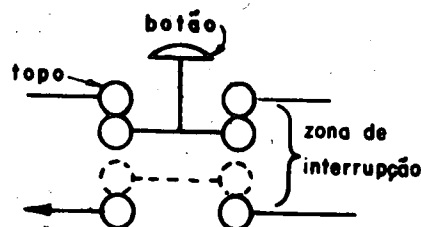


Fig. 4

- 11 - Aperte o botão de comando do amperímetro de 15A, e verifique se há possibilidade de leitura. Se a leitura for igual a 5A, não use o instrumento de 5A, pois o mesmo poderá avariar-se. Neste caso verifique se o relê está com funcionamento normal, (se não substitua-o). Se o defeito for no compressor, analise-o. Um compressor normal dará uma leitura baixa sem precisão, sendo necessário usar o amperímetro de 5A.
- 12 - Aperte o botão de comando do amperímetro de 5A, que deverá fornecer uma leitura mais precisa; consulte e compare com a da especificação. Veja se está dentro da recomendada.
- 13 - Aperte o botão de comando do wattímetro de 500/1000W, e veja a potência se está normal ou não. Caso não esteja analise o feito.

OBSERVAÇÃO

Embora a possibilidade seja pouca (após os testes que antecederam), poderá ser verificado se há fuga, com a lâmpada nêon. Para isto segure uma das pontas com a mão e encoste a outra na carcaça da unidade (local sem tinta); se a lâmpada acender o motor estará com fuga.

- 14 - Verifique se gela (use termômetro e a capa do evaporador, se necessário). O ruído do compressor deve ser normal (se houver dúvida, compare com a unidade padrão). Não tendo mais dúvidas quanto a parte elétrica, passe para o circuito refrigerante, e verifique se a unidade tem entupimento, vazamento, ou se o compressor comprime ou não. Caso haja dúvida poderá ser aplicado à válvula de perfuração.

Se o caso da dúvida for vazamento, poderá testar no tanque de imersão, direto ou com ar seco aplicado através da válvula de perfuração.

- 15 - Preencha convenientemente a ficha de diagnósticos, reportando o defeito encontrado.

São instrumentos capazes de localizar vazamentos de gases refrigerantes por menores que sejam.

Os *detetores* mais usados em refrigeração são os de lamparina de álcool e o detetor eletrônico.

FUNCIONAMENTO DA LAMPARINA

Uma vez acesa a lamparina, a passagem da pressão do álcool a ser queimado provoca uma sucção abaixo do queimador, e ali é instalado um tubo flexível o qual deverá ser aproximado dos pontos suspeitos de fuga de gás, se houver vazamento, o tubo succionará o gás para o queimador e a chama aparecerá ver de (fig. 1).

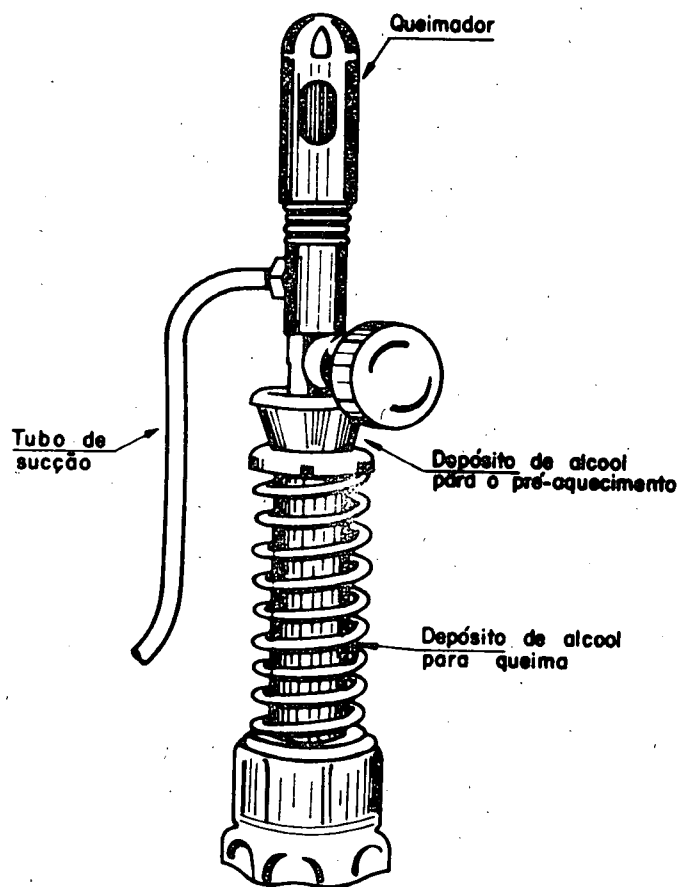


Fig. 1

OBSERVAÇÃO

Primeiro abasteça o depósito do corpo, depois coloque uma pequena quantidade de álcool no depósito de pré-aquecimento, acenda e aguarde o acúmulo de pressão interna. Depois acenda o queimador.

FUNCIONAMENTO DO DETETOR ELETRÔNICO

Aplicando a sonda sobre o local de vazamento, o gás será absorvido e ao circular no interior do *detetor*, fará variar a resistência de um elemento sensível que acusará o vazamento e é registrado pelo micro-amperímetro instalado no aparelho, quando também aumentará o ruído da cigarra, previamente sensibilizada.

Este aparelho quando saturado de gás deverá ser novamente sensibilizado para poder voltar a funcionar normalmente (fig. 2).

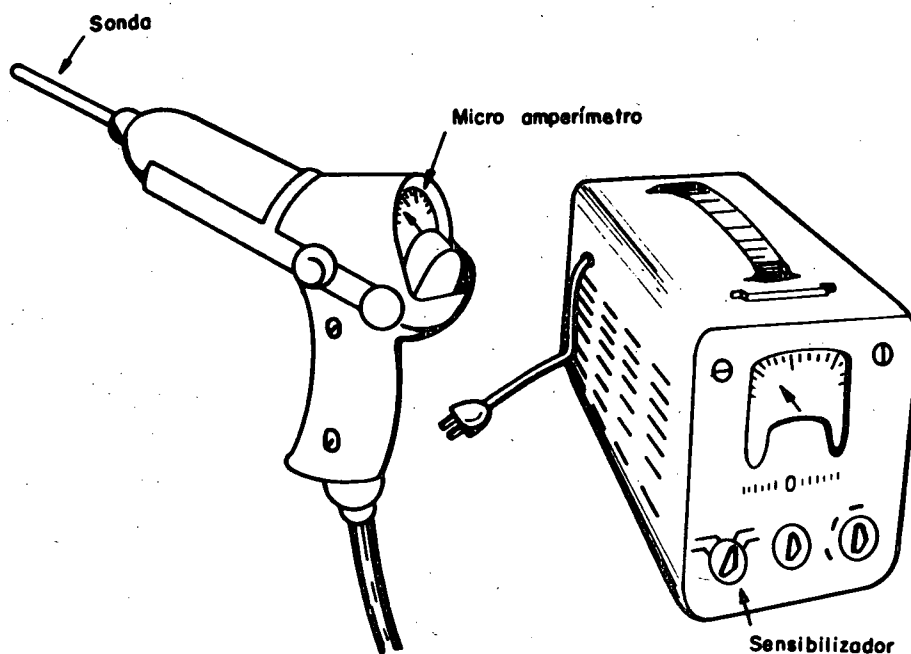


Fig. 2

Conforme foi explicado anteriormente, um sistema de refrigeração se divide em suas secções, do ponto de vista das pressões reinantes no mesmo: a parte de alta pressão e a parte de baixa pressão.

Os pontos de divisão são: o *compressor*, que eleva a pressão do refrigerante, e um *dispositivo de expansão*, cuja principal função é reduzir a pressão do refrigerante, a fim de permitir que o mesmo evapore a uma determinada temperatura baixa.

TIPOS

Os principais tipos de dispositivos de expansão são os seguintes:

- válvulas de bôia;
- restritores;
- tubos capilares;
- válvulas termostáticas;
- válvulas automáticas.

⁴ Válvulas de bôia

Atualmente, o sistema de válvula de bôia não é mais empregado. Entretanto, é interessante falarmos alguma coisa sobre o mesmo, pois ainda existem numeros aparelhos de refrigeração em funcionamento usando esse sistema.

Há dois tipos básicos de sistema com válvulas de bôia:

- 1 - válvula de bôia no lado de baixa pressão;
- 2 - válvula de bôia no lado de alta pressão.

O sistema que utiliza válvula de bôia no lado de baixa pressão, consiste essencialmente em um depósito de refrigerante colocado por cima do evapora-dor, onde está instalada uma válvula de bôia, muito semelhante, em princípio, ao sistema empregado em caixas-d'água.

Essa bôia regula a entrada de refrigerante em estado líquido no evaporador, por meio de uma válvula de agulha, de acordo com o nível de líquido no evaporador.

Quando a carga de calor por retirar do compartimento refrigerado é grande, ou seja, de temperatura alta, a quantidade de líquido que se evapora também é grande, fazendo com que caia o nível e permitindo que a válvula dê passagem a uma quantidade maior de refrigerante, até atingir novamente uma situação de equilíbrio.

O sistema que utiliza válvula de bôia no lado de alta pressão, funciona sob o mesmo princípio, com a diferença, porém, de que a válvula de bôia está colocada junto ao condensador, e a bôia, ao lado de alta pressão.

Quando o compressor está funcionando, o refrigerante no estado de vapor e sob alta pressão é impulsionado para o condensador, onde se liquefaz. Em seguida, passa para o recipiente onde está colocada a bôia. Quando o nível de líquido sobe, a bôia faz com que a válvula se abra, permitindo a passagem de refrigerante para o evaporador. Diminuindo a quantidade de refrigerante que é bombeada pelo compressor, o nível desce, fazendo com que a agulha diminua o orifício da válvula, até se atingir uma posição de equilíbrio.

Restritores

Podemos facilmente observar que, quando temos uma instalação hidráulica longa e com canos muito finos, a água que entra por uma extremidade, com pressão elevada, chega à outra extremidade com uma pressão muito reduzida, pelo atrito da água com as paredes dos canos, o que faz com que se produza uma queda de pressão.

É sob esse mesmo princípio que funcionam os restritores.

O restritor consiste em um cilindro de latão em que é torneada, com grande precisão, uma canaleta em espiral. Esse cilindro é posteriormente colocado dentro de um tubo de cobre, sob pressão, de forma que se ajuste perfeitamente.

Dessa maneira, o refrigerante que entra por uma extremidade é forçado a percorrer essa canaleta, que é um caminho muito longo e apertado, provocando uma queda de pressão no refrigerante.

Os restritores são desenhados especificamente para cada aparelho e são calibrados de maneira que haja determinada queda de pressão, quando a unidade está em funcionamento.

Tubos capilares

Durante os últimos anos, em consequência de sua simplicidade e reduzido custo, generalizou-se o uso do tubo capilar como dispositivo regulador de refrigerante nos sistemas dotados de unidades seladas.

Apesar de sua simplicidade, devem ser tomados cuidados na sua instalação, para a obtenção de bons resultados, principalmente quando se trata de mudar qualquer sistema para tubo capilar, a não ser que se conheçam bem todos os seus elementos, tais como pressão, vazão etc.

Graças ao emprego de tubos capilares, pode-se reduzir o depósito de líquido e, portanto, a carga do sistema. O capilar é simplesmente um tubo de pequeno diâmetro que se usa no lado de alta pressão e que geralmente vem soldado à tubulação da sucção, para um intercâmbio de calor.

A queda de pressão necessária para o sistema é causada pelo comprimento do tubo, que obriga o refrigerante a perder pressão, e seu pequeno diâmetro regula a vazão do líquido. O tubo capilar não contém peças móveis, o que é uma grande vantagem, e é empregado simplesmente como tubo de líquido.

Outra vantagem dos tubos capilares consiste no equilíbrio de pressão que ele oferece, quando o compressor para, permitindo assim que o mesmo possa dar partida sem sobrecarga. Além disso, a carga do fluido refrigerante é mais reduzida, e emprega-se motor com pequeno arranque (mais econômico), simplificando-se o sistema elétrico.

O tubo capilar deve conservar a alta pressão do líquido, para que o refrigerante permaneça em estado líquido, e, ao mesmo tempo, admitir o refrigerante no evaporador. Deve, também, regular a quantidade de líquido admitido no evaporador, para que este seja inundado em seu todo e permitindo uma grande remoção de calor do interior do refrigerador, operando, assim, com a máxima eficiência.

Válvulas Termostáticas (fig. 1)

Essas válvulas são um dos mais perfeitos dispositivos de expansão de que dispomos no momento, pois controlam de maneira precisa e imediata a quantidade de refrigerante que penetra no evaporador, acompanhando as variações da carga de calor. Um detalhe importante da construção dessa válvula é a maneira pela qual ela responde à variação de temperatura.

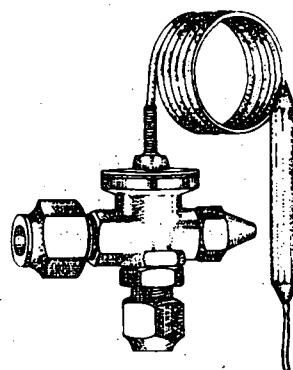


Fig. 1

O bulbo é carregado com um carvão especial, que tem a propriedade de absorver gás carbônico. A quantidade de gás carbônico que esse carvão é capaz de absorver, depende da temperatura. Quando ela baixa, o carvão absorve uma quantidade maior de gás carbônico. Quando a temperatura sobe, ele expulsa o gás carbônico, fazendo com que aumente a pressão do mesmo no tubo de ligação e sobre a sanfona, determinando a abertura da válvula de agulha.

Como sabemos, existe uma relação definida entre a pressão e a temperatura de evaporação de um refrigerante, ou seja, para uma determinada pressão existe uma temperatura de evaporação definida.

Válvulas automáticas (fig. 2)

As válvulas automáticas se destinam a manter uma pressão de sucção constante no evaporador, independente das variações da carga de calor.

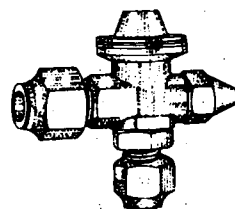


Fig. 2

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.

Essas 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 pres são constante no evaporador. Quando o compressor pára, a pressão do refrige rante no evaporador começa a elevar-se imediatamente. Esse aumento de pres são faz com que a agulha da válvula se feche.

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

Por esse motivo, toda vez que se mudar a regulação do controle de temperatu ra, deve-se também ajustar a válvula automática.

Evacuação é o ato de evacuar ou produzir o vácuo, consiste em eliminar-se os vapores incondensáveis do interior do sistema de refrigeração.

Desidratação é o ato de desidratar; consiste em eliminar-se a umidade do interior do sistema de refrigeração.

A *evacuação-desidratação* é uma das tarefas mais importantes que o mecânico de refrigeração tem de executar para o trabalho de recuperação de uma unidade refrigeradora.

Está comprovado, pela experiência que uma unidade refrigeradora não funciona normalmente se estiver contaminada de umidade ou gases incondensáveis, nas suas pressões de trabalho (oxigênio, nitrogênio etc.). A umidade causará em tupimento no circuito refrigerante por congelamento na saída do capilar, den tro do evaporador.

Os gases incondensáveis promovem aumento de pressão no condensador, difíc ul tando a condensação do refrigerante. Particularmente o *oxigênio*, pode oxidar o óleo na descarga do refrigerante no compressor (geralmente nos locais onde a temperatura é mais alta).

E, pois, imperioso que se faça, simultaneamente, a *Evacuação e a Desidratação* dos sistemas de refrigeração, antes de efetuar-se a carga de óleo e a carga de refrigerante.

QUE É O VÁCUO E COMO É MEDIDO

"Vácuo" é o termo que designa a ausência de matéria em um espaço vazio. A Ciência admite que uma ausência absoluta de matéria ou seja um vácuo perfei to não é possível produzir-se, pelo menos ainda com os recursos que dispõe. Portanto, o *vácuo* em um espaço fechado (no interior de uma unidade refrige radora, por exemplo), quer dizer que esse espaço tem gases a uma pressão bas tante inferior à pressão atmosférica.

O valor da pressão atmosférica, ao nível do mar, é da ordem de 1,03 kgf/cm² ou 14,7 lbf/pol², ou 1 atm = 760 mmHg.



O físico, Evangelista Torricelli, encontrou o valor da pressão atmosférica normal, através da seguinte experiência, feita em um local ao nível do mar.

Tomou um tubo de vidro de quase 1 m de comprimento, com 1 cm² de secção transversal, cheio de mercúrio e virou-o em uma vasilha contendo também mercúrio.

O mercúrio do tubo desceu até ser equilibrado por um esforço igual e contrário ao seu peso. Esse esforço é exercido pela pressão atmosférica na superfície do mercúrio, contido na vasilha (fig. 1).

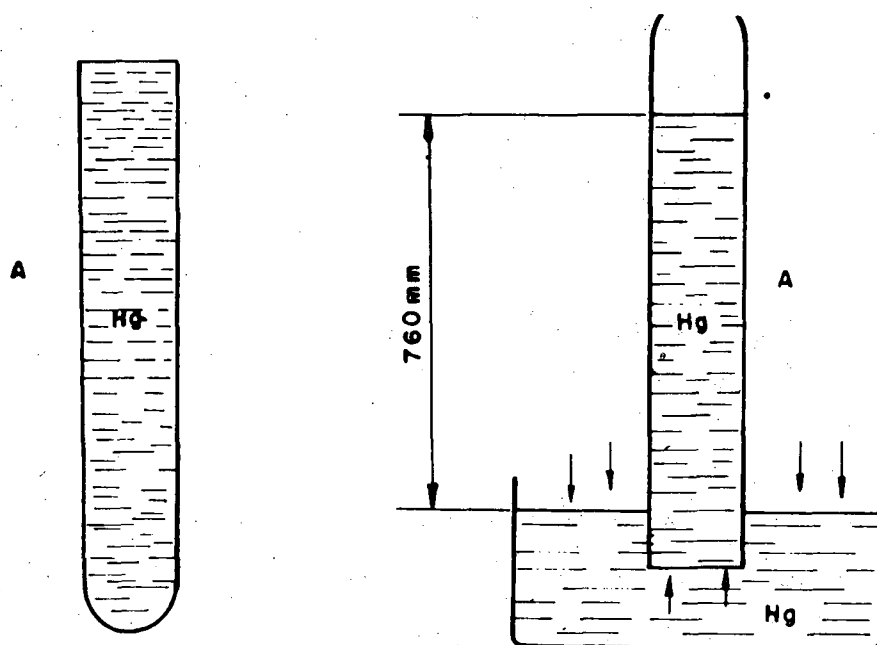


Fig. 1

Qual será o seu valor? Será igual ao peso da coluna de mercúrio, do tubo, que foi mantida a 760 mm.

É só calcular o peso da coluna: cada dm³ de mercúrio pesa 13,5 kgf, aproximadamente. A coluna de mercúrio tem um volume de 0,01 dm² x 7,6 dm = 0,076 dm³. Logo, o seu peso, na unidade de área, será:

$$13,54 \text{ kgf/dm}^3 \times 0,076 \text{ dm}^3 = 1,02904 \text{ kgf} \approx 1,03 \text{ kgf}.$$

Como essa força é exercida sobre cada cm² (secção do tubo), tem-se 1,03 kgf/cm², que é o valor médio da pressão atmosférica, ao nível do mar, o qual corresponde, também a 76 cmHg (Hg símbolo químico do mercúrio) ou 760 mmHg ou 29,92 "Hg ou 14,7 lbf/pol².

Desse modo, um espaço fechado, cuja pressão esteja bastante inferior a $1,03 \text{ kgf/cm}^2$ ou 760 mmHg , será considerado em vácuo.

Em homenagem a *Torricelli*, foi adotado a unidade "*Torr*" para medida das pressões de vácuo, ou para a medida de pressão absoluta. Seu valor é $1/760 \text{ mm}$ da coluna de mercúrio ou seja, 1 mmHg .

Para o sistema de refrigeração, onde normalmente a pressão de vácuo deve ter valor muito inferior a 1 mmHg , adotou-se o "*militorr*", equivalente a $0,001 \text{ mmHg}$ ou 10^{-3} Torr . Quer dizer 1.000 militorr é equivalente a 1 Torr . Esse valor não pode ser medido com um manômetro comum, nem mesmo com um manômetro de Tubo Bourdon (esse pode ser usado para indicar o vácuo produzido pelas bombas de baixo vácuo, medido em Torr).

Quando as pressões tem valor de 1 Torr para menos, usam-se medidores eletrônicos de vácuo ou o sistema "*Termocouple*", Thermotron 13/1 - etc. que são capazes de indicar pressões abaixo de $50 \text{ militorr (mTorr)}$.

Os fabricantes de unidades refrigeradoras, recomendam pressões de vácuo da ordem de menos de 50 a 100 mTorr . Para consertos, admitem pressões de vácuo de 100 a 150 mTorr .

BOMBAS DE BAIXO E ALTO VÁCUO

São consideradas *bombas de baixo vácuo*, aquelas que não podem produzir um vácuo superior a $685,8 \text{ mmHg (27")}$. As mais usadas são as de pistão alternativo ou o compressor hermético empregado como bomba de vácuo (alternativo ou rotativo). Por isso elas são chamadas também de bombas-compressores.

As bombas de alto vácuo são capazes de produzir um vácuo muito acima de 736 mmHg (29") . Elas são do tipo de palheta deslizante e do tipo excêntrico e pistão, sendo esse último tipo mais apropriado para o trabalho de oficina.

Teoricamente uma bomba de baixo vácuo atingirá no máximo um vácuo de 685,8 mmHg (27") e uma bomba de alto vácuo atingirá no máximo um vácuo de 760 mmHg (29,92").

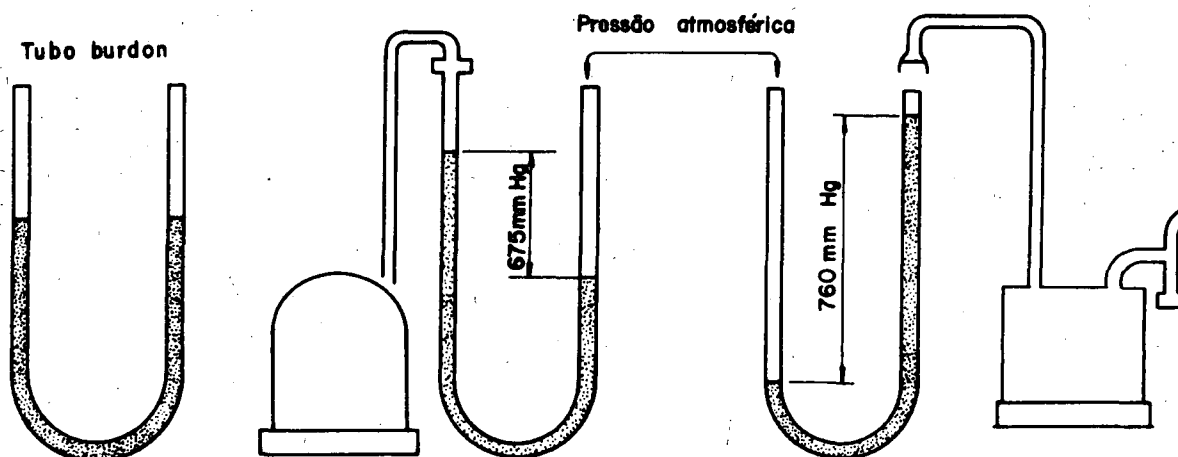


Fig. 2

OBSERVAÇÃO

Normalmente, quando se fala no vácuo produzido num determinado recipiente, fala-se no vácuo aí existente, ou seja, na pressão residual existente. Assim, quando dizemos que determinado tubo tem alto ou baixo vácuo, nós mencionamos a pressão reinante no interior do tubo.

Por exemplo, no caso das bombas de baixo que não podem produzir um vácuo superior a 685,8 mmHg, poderíamos dizer, também, que essas bombas *não podem produzir um vácuo inferior a 74,20 mmHg* (760 mmHg - 685,8 mmHg).

É evidente que o emprego da bomba compressor apenas não realizará a evacuação-desidratação, desejada e necessária, para o bom desempenho da unidade refrigeradora. Para compensar essa deficiência os mecânicos usam imprópria mente o recurso da aplicação de secantes (álcool metílico, sílica-gel etc.), e filtros secadores de grande capacidade higroscópica. Tal solução evitará apenas que haja entupimento, por congelamento da umidade residual no sistema.

Essa umidade combinar-se-á com esses elementos ou será retida pelos mesmos, sendo impedida de circular no sistema refrigerante e congelar-se-á na saída do capilar ou da válvula de expansão. Além disso a umidade oxidaria as partes metálicas da unidade refrigeradora. Restará, circulando no sistema, em liberdade, os gases incondensáveis.

O oxigênio acelerará a oxidação do óleo, nas partes onde a temperatura é mais elevada, como na válvula de descarga, por exemplo, decompondo o óleo e o refrigerante, como formação de borra e ácidos, no interior do sistema de refrigeração, danificando-o.

Os dessecantes não são também recomendáveis, pelas mesmas razões: atacam o óleo, os materiais internos e formam borra e ácidos igualmente perigosos para o bom funcionamento do sistema. É pois indispensável que se realize uma boa evacuação e desidratação na unidade refrigeradora. Há várias maneiras de realizar-se essa tarefa.

QUAL A MANEIRA RECOMENDÁVEL

Os fabricantes recomendam evacuação com bombas de alto vácuo e aquecimento em estufa.

Todos os componentes limpos, montada ou reparada a unidade testado vazamentos, a unidade será ligada, dentro da estufa, à linha de vácuo. A estufa será ligada e o controle de temperatura ajustado para 150°C. Após a temperatura chegar a 150°C e decorrerem uns 10 minutos, aproximadamente, deverá ser fechado o dreno e aberto o registro que é ligada à bomba de vácuo, como lastro de gás ("gás-ballast") aberto, quando houver.

A instalação de um dreno na linha de vácuo e a aquisição de uma bomba com lastro de gás, muito concorrerão para maior longividade da bomba e conservação do seu melhor desempenho, pois o vapor úmido sairá pelo dreno e durante a operação da bomba, com o lastro de gás aberto. (A bomba deverá funcionar por uns 15 minutos com o lastro de gás aberto). Depois desse tempo, deverá o mesmo ser fechado e a bomba funcionar por mais umas duas horas. Antes de desligar a bomba conferir o valor do vácuo, através do medidor de vácuo.

Uma vez confirmado o vácuo recomendado (na ordem de 50 a 100 mTorr), a bomba deverá ser desligada e aberto, em seguida o lastro de gás. Depois de refrescar a unidade dar a carga de óleo e gás.

NOTA:

No caso de ter sido desidratado e evacuado apenas o compressor, quando o mesmo resfriar, dar a carga de óleo e colocar 10g de gás para que o mesmo fique com pressão positiva. Quando tiver que ser aplicado deverá ser examinado se essa pressão existe, do contrário entender que houve vazamento, não devendo ser aplicado, porém localizar o vazamento e, conforme o caso, desidratá-lo novamente e recarregá-lo de óleo a 10g de gás.

OUTRO MÉTODO DE EVACUAÇÃO-DESIDRATAÇÃO

- 1 - Usar o método anterior, apenas para o compressor.
- 2 - Limpar e secar os componentes.
- 3 - Montar a unidade refrigeradora ou repará-la, instalando o compressor desidratado.
- 4 - Testar vazamento.
- 5 - Lavar o sistema com o próprio freon 12 e evacuá-lo através de bomba de alto e vácuo, por duas horas. A pressão deverá atingir o valor entre 50 e 100 mTorr.

CUIDADOS NO USO E INSTALAÇÃO DAS BOMBAS DE ALTO VÁCUO

- Prover a linha de vácuo da bomba, de um dreno de vapor úmido.
- Abrir o lastro de gás nos primeiros 15 minutos de funcionamento da bomba.
- Quando parar a bomba, abrir sempre o lastro de gás, do contrário o óleo pode escorrer para a câmara de sucção.
- Caso o óleo inunde a câmara de sucção da bomba (bomba rotativa), girar o volante da mesma, em sentido contrário à sua rotação normal para que o óleo volte ao seu depósito regular.
- Se a bomba não estiver em serviço a sua entrada e a sua saída deverão ser fechadas, para que não se contaminem o óleo e suas partes internas.
- Examinar e ligar a bomba, respeitando o sentido de rotação recomendado pelo fabricante.
- Instalar a bomba o mais próximo possível da unidade a ser evacuada, com tubos de cobre cujo diâmetro seja maior de que 3/8".

- Se for notado algum ruído ou vibração, ligar a bomba à linha de sucção, através de mangueira flexível ou tubo plástico resistente, além de assentá-la em material amortecedor.
- Ligar na descarga da bomba um sifão com dreno.
- Prever instalação para fazer vácuo através dos lados de baixa e de alta da unidade refrigeradora. Pois o vácuo feito através do tubo capilar ou válvula é mais demorado, bem como o restabelecimento da pressão de equilíbrio. Um exemplo para justificar essa recomendação é o fato de que um tubo de 5/8" permite a evacuação cinco vezes mais rapidamente que através de um tubo de 3/8" do mesmo comprimento.
- Usar vedante nas conexões das tubulações.
- Trocar o óleo da bomba pelo menos uma vez por semana. (Depois que drenar o óleo usado, colocar mais ou menos 1/3 da carga e deixar a bomba funcionar por uns 15 segundos, ou até girá-la com a mão, para limpeza. Drenar esse óleo e colocar a nova carga.

O óleo normalmente usado nas bombas de alto vácuo é o VITREA 41, ou o EUREKA H.

DEFEITOS QUE PODEM RESULTAR, EM CONSEQUENCIA DE UMA EVACUAÇÃO-DESIDRATAÇÃO INCOMPLETA OU IMPERFEITA

Conforme está esclarecido no texto, restará no interior do sistema ar atmosférico, outros gases incondensáveis e umidade em quantidade que dependerá do sistema de Evacuação-Desidratação empregado. Se essa quantidade de vapores incondensáveis e umidade residuais não estiver dentro daqueles valores previstos por uma boa Evacuação-Desidratação podem resultar falhas tais como:

Entupimento

Por congelamento do vapor de água na saída do capilar, entrada do evaporador. Essa é a falha mais comum, que se manifesta de imediato.

Pressão de condensação alta

Por vapores que não se condensam à pressão normal da unidade refrigeradora.

Outros danos

Como queima do óleo, oxidação das peças internas, dano ao isolamento elétrico do motor, choque etc.

O vacuômetro eletrônico é um instrumento que mede vácuo e a sua leitura será objeto de estudo desta folha de informação.

O vacuômetro usado por nós será o *Eletrônico*, que é mostrado na fig. 1. Ele tem duas escalas que nos darão leitura direta. A escala de baixo, fig. 1 (A) nos dá a leitura em mili-ampêres. A escala de cima, fig. 1 (B) nos dá a leitura em Torr. A escala em Torr é apresentada em potenciação negativa, (ver fig. 1 (B): 10^{-3} ; 10^{-2} ; 10^{-1} ; 10^0). Para sua leitura faremos uma rápida exposição sobre *Potenciação*.

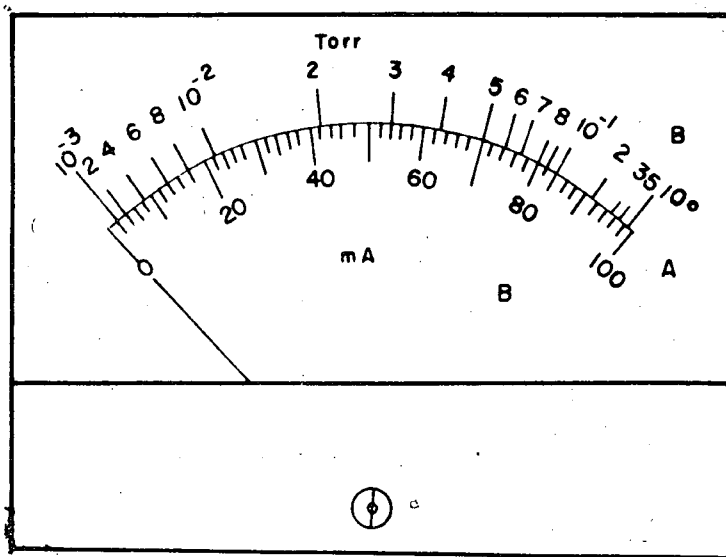


Fig. 1

Um número elevado a um expoente deve ser multiplicado por si mesmo, tantas vezes quanto indicar o valor do expoente.

Exemplo:

$$10^1 = 10$$

$$10^2 = 100 = 10 \times 10$$

$$10^3 = 1000 = 10 \times 10 \times 10$$

Portanto, o número 10 elevado ao expoente 2; (10^2) é igual a 100, esta é chamada de potência positiva. Quando o expoente for negativo significa que a potência não está multiplicando e sim dividindo; portanto, será uma fração.

Exemplo:

$$10^{-1} = 1/10 = 0,1$$

$$10^{-2} = 1/100 = 0,01$$

$$10^{-3} = 1/10^3 = 1/10 \times 10 \times 10 = 1/1000 = 0,001$$

Portanto, o número 10 elevado ao expoente -1, é igual a 0,1 esta é chamada de *potenciação negativa*.

Também temos que qualquer número elevado a zero é igual a 1. Assim,

$$10^0 = 1$$

$$10^0 = 1$$

Ao ler a escala do vacuômetro, teremos o valor da unidade Torr, deveremos portanto transformar a leitura para mmHg que será usada no curso. (Detalhes sobre a unidade Torr serão dadas a seguir).

Sabemos que $1 \text{ mmHg} = 10^3 \text{ miliTorr} = 1 \text{ Torr}$

Na escala do Thermotron a leitura se fará da direita para a esquerda, ou seja, no sentido contrário ao movimento dos ponteiros do relógio. Essa escala inicia com o valor 10^0 que corresponde a 1 mmHg ou a 1 Torr ou 10^3 miliTorr .

Ao se fazer a leitura, deve-se ler o número indicado pelo ponteiro, e logo em seguida multiplicar pela potência negativa à esquerda desse número.

O exemplo da figura 2 nos dá o ponteiro indicando o número 2 e logo em seguida, à esquerda, a potência 10^{-2} ; portanto:

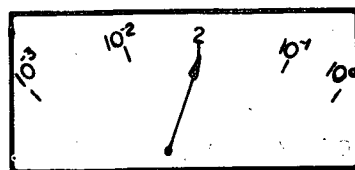


Fig. 2

$$2 \times 10^{-2} = 2/10^2 = 2/100 = 0,02 \text{ Torr}$$

Como $1 \text{ Torr} = 1000 \text{ miliTorr}$, então $0,02 \text{ Torr} = x$

$$\text{donde: } x = \frac{1000 \text{ miliTorr} \times 0,02 \text{ Torr}}{1 \text{ Torr}}$$

$$x = 20 \text{ miliTorr ou } x = 20 \text{ mTorr}$$

Quando o ponteiro indicar 10^{-3} Torr, teremos

$$1 \text{ Torr} \text{ — } 10^3 \text{ miliTorr}$$

$$10^{-3} \text{ T} \text{ — } x$$

$$\text{donde: } x = \frac{10^{-3} \text{ Torr} \times 10^3 \text{ miliTorr}}{1 \text{ Torr}}$$

$$x = 1 \text{ miliTorr ou } x = 1 \text{ mTorr}$$

Isto é, 10^{-3} Torr corresponde a 1 miliTorr.

Com respeito à lubrificação, a parte mais importante numa unidade refrigera_dora é o compressor. A função primordial do lubrificante, é minimizar o atrito e desgaste.

A escolha do lubrificante adequado depende de muitos fatores, incluindo as exigências do tipo específico do compressor, dos limites de temperatura e do tipo de refrigerante.

Um dos fatores de maior interesse nos sistemas de refrigeração, é o das ca_racterísticas de solubilidade dos refrigerantes em óleos.

Todos os refrigerantes são solúveis até certo limite, em óleo. Em um siste_ma de refrigeração, o óleo nunca pode estar completamente livre de refrige_rante, assim como o refrigerante nunca está completamente livre do óleo.

A tabela seguinte, indica a relação de solubilidade de refrigerante em óleo.

REFRIGERANTE	SOLUBILIDADE
REFRIGERANTE 717 AMÔNIA (NH_3)	praticamente imiscível, absorção de menos de 1%
ANIDRIDO SULFUROSO (SO_2) REFRIGERANTE 13 (CClF_3) REFRIGERANTE 502 C_2ClF_5	baixa miscibilidade
REFRIGERANTE 22 (CHClF_2) REFRIGERANTE 114 ($\text{CClF}_2\text{CClF}_2$)	miscibilidade intermediária
CLORETO DE METILENO (CH_2Cl_2) CLORETO DE METILA (CH_3Cl) REFRIGERANTE 11 (CCl_3F) REFRIGERANTE 12 (CCl_2F_2) REFRIGERANTE 21 REFRIGERANTE 113 ($\text{CCl}_2\text{FCClF}_2$) REFRIGERANTE 500	alta miscibilidade

Os óleos usados nos compressores de sistema de refrigeração diferem apreciavelmente daqueles usados nos outros tipos de equipamentos. Embora o lubrificante seja exigido apenas no compressor, ele também circula através de todo o sistema juntamente com o refrigerante, com o qual está em contato íntimo durante as variações de temperatura e pressão que ocorrem no ciclo de refrigeração.

O lubrificante, portanto, deve não somente ser adequado ao ambiente de alta temperatura do compressor, como também evitar reações indesejáveis com o refrigerante e formação de depósito no lado de baixa temperatura no sistema.

A série de óleos *CAPELLA* é a mais conhecida para a lubrificação de todos os tipos de compressores usados em refrigeração e ar condicionado. A escolha do grau de viscosidade será feita pelo: a) tipo de unidade; b) tamanho e tipo de compressor; c) refrigerante.

Os óleos *CAPELLA*, são encontrados em diversas viscosidades para satisfazer estas exigências; são preparados de óleos básicos *naftênicos* selecionados, refinados e *decerados* com solventes, para se conseguir pontos de fluidez e floculação extremamente baixos.

Cuidados extremos são tomados para eliminação de umidade nos *CAPELLA*, imediatamente antes de envasá-los - a umidade altera drasticamente a resistência dielétrica e comportamento à baixa temperatura - razão pela qual se recomenda colocar nas unidades somente óleo proveniente de embalagens lacradas imediatamente após abri-las, ou então, se o consumo justificar, instalar um equipamento especial de desidratação. Sendo os hidrocarbonetos halogenados, utilizados como meio refrigerante, miscíveis com os óleos lubrificantes, às vezes é necessário usar um grau de viscosidade de óleo maior que aquele que o compressor ou unidade precisar.

CARACTERÍSTICAS DOS ÓLEOS CAPELLA

- 1 - Temperatura excepcionalmente baixa de névoa e floculação. Mesmo nas mais severas condições de baixas temperaturas não haverá deposições de ceras e as tubulações e válvulas ficarão sempre limpas.
- 2 - Resistência à formação de espuma. Cuidados especiais no refino e tratamento impedem que seja transportada ou arrastada excessiva quantidade de óleo.

3 - Não corrosivos

4 - Compatibilidade com os refrigerantes os óleos CAPELLA, não reagem com o cloreto de metila, carrene, amônia, anidrido sulfuroso ou com qualquer tipo de freon, assegurando sistemas limpos.

ESPECIFICAÇÕES TÍPICAS

TIPOS	A	B	C	D
Cor ASTM	L0,5	L1,0	L1,0	L1,5
Massa Específica, 20°C	0,890	0,901	0,898	0,913
Ponto de Fulgor, °F	330	355	375	390
Visc. SSU a 100°F	101	154	199	305
a 210°F	38,5	41,5	43,2	47,4
Visc. cs a 100°F	20,8	32,9	42,8	65,8
a 210°F	3,7	4,6	5,2	6,5
Ponto de Fluidez, °F	-60	-45	-35	-30
Freon Haze, °F	-65	-60	-55	-50

Existe outro tipo de óleo usado na refrigeração, cuja massa específica é única, utilizado para todo tipo de compressores e refrigerantes: - "GARGOYLE ARTIC 300".

"GARGOYLE ARTIC 300" é um lubrificante com características especiais que o tornam adequado à lubrificação de compressores de refrigeração tanto recíprocos como rotativos.

Dotado de baixo ponto de mínima fluidez, impede o congelamento de eventuais vestígios de óleo que chegam ao evaporador, sempre que o refrigerante usado no sistema não seja miscível com o óleo, como AMÔNIA, DIÓXIDO DE CARBONO, R-13 ou 14 etc., contribuindo assim para manter o melhor rendimento do sistema.

Pelo fato de apresentar baixo ponto de floculação, o R-12 pode ser usado em sistemas que operam com temperaturas muito baixas no evaporador, sem prejudicar a eficiência do sistema quando são utilizados gases miscíveis com o óleo. Possui adequada viscosidade, que protege contra o desgaste as peças móveis de compressores de pequeno e grande porte.

Pequenas quantidades de oxigênio são encontradas nos sistemas de refrigeração, possibilitando que o óleo oxide nas zonas de temperaturas altas, localizadas próximas às válvulas e tubulações de descarga dos compressores. Este óleo possui excepcional resistência à oxidação, evitando que produtos resultantes sejam levados para dentro do condensador, onde se alojam e formam depósito que interfere desfavoravelmente na transferência de calor. Evita a formação de depósitos nas válvulas dos compressores, mantendo mínimo o custo de manutenção das mesmas, ao mesmo tempo que proporciona o máximo rendimento do sistema.

Sua característica antiespumante impede a formação de espuma em serviço, mesmo quando o desenho dos compressores proporciona severa agitação do óleo pelas partes móveis. Apresenta adequada demulsibilidade fazendo com que se separe prontamente da água de condensação e impossibilitando o acesso da mesma ao evaporador, o que resultaria em baixo rendimento da instalação. Pode se utilizar para todos os tipos de instalações frigoríficas.

NOTA

O óleo *GARGOYLE ARTIC 300*, não deve ser usado quando o Dióxido de Enxofre é o gás refrigerante.

ESPECIFICAÇÕES DO ÓLEO "GARGOYLE ARTIC 300"

Massa específica	0,907
Massa específica API	21,0
Viscosidade SUS a 100°F	300/320
Viscosidade SUS a 210°F	47
Ponto de fulgor, °F, min	390
Ponto de mínima fluidez, °F, max	-25
Ponto de floculação do REF, °F	-60
Cor, ASTM	1,5
Número de neutralização mg KOH/g, max	0,02

Para a lubrificação de bombas de vácuo, os óleos mais usados são:

"EUREKA H" E "VITREA 41"

São óleos parafínicos, de elevado índice de viscosidade, contendo aditivo multifuncional, à base de enxofre, fósforo e zinco, o qual possui propriedades antioxidante e antidesgaste.

CARACTERÍSTICAS DOS ÓLEOS EUREKA H E VITREA 41

TIPOS	"EUREKA H"	"VITREA 41"
Massa específica de 20°C a -4°C	0,880	0,880
Ponto de fulgor, min. °F	420	480
Viscosidade, SUS a 100°F	500-325	512
Viscosidade, SUS a 210°F	60-65	63,7
Índice de viscosidade mínima	90	95
Cor, ASTM	4,5	-

Refrigerante - é a substância que absorve calor de outra substância a ser resfriada. O processo através do qual se realiza essa troca de calor é chamado *refrigeração*.

De acordo com o efeito que o calor cause ao agente refrigerante, o processo de resfriamento é *sensível* quando altera apenas a temperatura do agente refrigerante, ou *latente*, quando o refrigerante muda do estado líquido para o estado de vapor. Deduzimos daí, que qualquer substância desde que esteja a uma temperatura inferior à de outra, poderá ser considerada um agente refrigerante, pela absorção do calor sensível que será capaz de tomar da outra substância, resfriando-a.

Na prática, o grupo dos agentes refrigerantes que resfriam pela absorção do calor sensível é: *água, ar, salmoura, cálcio etc.*

O grupo dos refrigerantes que resfriam pela absorção do calor latente de vaporização são: *R 11, 12, 22 etc, amoníaco, bióxido de carbono, bióxido de enxofre, cloreto de metila etc.*

PROPRIEDADES

Não há um refrigerante que reúna todas as propriedades desejáveis 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 ser utilizado em outra instalação. Isto quer dizer que um bom refrigerante é aquele que reúne o maior número possível de boas qualidades, relativamente a um determinado fim. Além disso, muitos refrigerantes que foram considerados bons para certas instalações no passado, cederam lugar a outros que foram desenvolvidos com maior número de boas qualidades. Amanhã esses últimos cederão também lugar a outros com propriedades mais desejáveis.

As propriedades principais de um bom refrigerante são:

- *liquefazer-se (condensar-se) a pressões moderadas;*
- *evaporar-se a pressões acima da pressão atmosférica;*
- *ter pequeno volume específico (pequeno volume em relação ao seu peso);*

- ter um elevado calor latente de vaporização;
- ser quimicamente estável (não se altera apesar de suas repetidas mudanças de estado no circuito refrigerante);
- não ser corrosivo;
- não deve ser inflamável;
- não deve ser tóxico;
- deve permitir fácil localização de vazamento;
- não deve atacar o óleo lubrificante ou ter qualquer efeito indesejável sobre outros materiais da unidade;
- não atacar ou deteriorar os alimentos, no caso de vazamento.

PROPRIEDADES PARTICULARES DOS REFRIGERANTES MAIS CONHECIDOS

Amoníaco (NH_3) - R-717 - Amônia

Apesar do amoníaco ser tóxico e sob certas condições ser também inflamável e explosivo, ele é largamente empregado em grandes instalações, devido a sua grande capacidade térmica.

Tem o maior efeito refrigerante dentre os principais refrigerantes. Seu volume específico é moderado (vapor a $-15^{\circ}C$; $0,51m^3/kg$).

Sua temperatura de ebulição, à pressão atmosférica, é $-33^{\circ}C$. As pressões no evaporador, a $-15^{\circ}C$, e no condensador, a $30^{\circ}C$, são respectivamente $1,38 kgf/cm^2$ e $10,86 kgf/cm^2$ (Manométricas).

É corrosivo para o cobre e o latão, razão porque todo equipamento de refrigeração que tenha contato com o amoníaco é de aço. Não miscível no óleo, ataca os alimentos, na eventualidade de vazamento de forte concentração.

Com a água, forma álcali que tem efeito indesejável sobre o cobre, o latão e o alumínio.

Seu vazamento pode ser facilmente localizado, usando-se espuma de sabão ou queimando-se enxofre (aparecerá fumaça branca intensa no local do vazamento).

Dióxido de enxofre (SO_2)

Conhecido como gás sulfuroso é produzido pela combustão do enxofre. É altamente tóxico, porém não é inflamável nem explosivo.

Foi largamente empregado em refrigeradores domésticos e pequenas unidades comerciais, entre 1920 e 1930.

Sua temperatura de ebulição é aproximadamente $-10^{\circ}C$ à pressão atmosférica normal.

Suas pressões no evaporador, a $-15^{\circ}C$, e no condensador, a $30^{\circ}C$, são respetivamente 150 mmHg (vácuo) e 3,64 kgf/cm² (manométricas).

Com a água, forma ácido sulfuroso (H_2SO_3) que ataca os materiais do circuito refrigerante.

Não se mistura com o óleo lubrificante e é mais pesado do que o mesmo.

Cloreto de Metila (CH_3Cl)

Pertence à série dos refrigerantes derivados do metano (CH_4). Foi usado no passado em substituição ao SO_2 , em refrigeração doméstica e comercial.

Sua temperatura de ebulição é de $-23,64^{\circ}C$ e suas pressões de trabalho (evaporador a $-15^{\circ}C$ e condensador a $30^{\circ}C$) são respectivamente 0,46 kgf/cm² e 5,6 kgf/cm².

Apesar de não ser considerado tóxico, em concentrações fortes tem efeito anestésico, com o clorofórmio.

É inflamável, explosivo e ataca o alumínio, o zinco e o magnésico.

Forma com a água ácido clorídrico, que ataca os metais ferrosos e não ferrosos.

O cloreto de metila dissolve a borracha sintética e é miscível no óleo lubrificante.

Dióxido de carbono (CO_2)

Conhecido como CO_2 ou gás carbônico. Não é tóxico, não é inflamável, não é explosivo nem corrosivo. Foi muito usado em instalações de ar condicionado em hospitais, teatros, hotéis e em outros locais onde eram necessárias condições de segurança.

É usado hoje em sistemas para produção de baixas temperaturas e para fabricação de gelo seco (CO_2 sólido).

Uma das suas desvantagens são suas altas pressões de trabalho: no evaporador (-55°C), 23,36 kgf/cm² e no condensador (30°C), 73,52 kgf/cm², o que exige um equipamento pesado e de custo mais elevado. Outra desvantagem é que a potência necessária para a mesma capacidade de refrigeração de outro refrigerante qualquer é aproximadamente o dobro da desse refrigerante.

A potência teórica requerida, por tonelada de refrigeração, em condições normais, é de 2,02 cv, enquanto que para o amoníaco é apenas de 1,09 cv, nas mesmas condições.

Sua temperatura de ebulição, à pressão atmosférica normal, é de $-78,5^\circ\text{C}$ e sua temperatura crítica é de 31°C . É necessário, portanto, baixa temperatura de condensação.

Não se mistura com óleo, e no caso de vazamento, esse será detetado com espuma de sabão.

Cloreto de metileno (CH_2Cl_2)

Conhecido como carrene I, também da série metano (CH_4). Sua temperatura de ebulição é de $40,6^\circ\text{C}$. A -15°C no evaporador e a 30°C no condensador, suas pressões estão abaixo da pressão atmosférica, ou seja 701 mmHg e 241 mmHg (manométrico). Foi muito usado com compressores centrífugos em grandes instalações de ar condicionado.

Não é inflamável, nem tóxico, nem corrosivo, nem explosivo.

Requer deslocamento de grandes volumes e baixa pressão, daí a propriedade do seu uso em compressores centrífugos.

Refrigerante - 11 (CCl_3F)

Conhecido como R-11, também da série metano, muito usado como dissolvente na limpeza dos componentes da unidade refrigeradora.

Sua temperatura de ebulição é de $23,8^{\circ}\text{C}$ e as pressões de operação, para -15°C e 30°C , são respectivamente 609,6 mmHg e 0,25 kgf/cm².

Como o cloreto de metileno, a potência teórica por tonelada de refrigeração é de 1,02 cve, o deslocamento volumétrico, nessas condições é de 1,13 m³/min., aproximadamente a metade do necessário para o cloreto de metileno que é 2,31 m³/min.

Não é corrosivo, nem tóxico, nem inflamável.

É empregado com compressor centrífugo em instalações de 200 a 500 toneladas, para condicionadores de ar industrial e comercial.

A cor indicada pelo fabricante, para identificação dos cilindros de R-11, é alaranjada.

Refrigerante - 12 (CCl_2F_2)

Conhecido como R-12, é também da série metano. É o refrigerante mais empregado na atualidade, principalmente em refrigeração doméstica.

Não é tóxico, não é inflamável, nem corrosivo, nem explosivo.

É altamente estável e sua temperatura de ebulição, à pressão atmosférica, é de $-29,4^{\circ}\text{C}$. Suas pressões de operação (-15°C , 30°C) são respectivamente 0,83 kgf/cm² (manométricas).

É usado para a produção de baixas, médias e altas temperaturas e com os três tipos de compressores, alternativos, rotativos e centrífugos. Quando é usado o compressor centrífugo de passo múltiplo, pode resfriar salmoura até -80°C .

Mistura-se com o óleo lubrificante, em todas as condições, o que é desejável.

Seu efeito refrigerante é relativamente baixo, comparado com outros refrigerantes. Isso, porém, não representa uma desvantagem séria, comparando-se com suas outras qualidades.

Refrigerante - 13 (CClF_3)

Também da série metano. Seu ponto de ebulição à pressão atmosférica é -82°C aproximadamente.

É aplicado para produção de baixas temperaturas. Sua temperatura crítica é de $28,9^{\circ}\text{C}$.

Não é inflamável, não é tóxico, não é explosivo e não se mistura com o óleo lubrificante.

NOTA

Considerando que o refrigerante sempre arrasta algum óleo no seu percurso dentro da unidade refrigeradora, é desejável que ele se misture com o óleo, a fim de que este retorne ao compressor. Quando o refrigerante não se mistura com óleo, separa-se do mesmo nos locais de menor velocidade (evaporador por exemplo) deixando-se acumular aí. Desse modo, o sistema será onerado com o provimento de dispositivos que permitam o retorno do óleo ao compressor. Sua pressão a -15°C é $12,45 \text{ kgf/cm}^2$ e sua temperatura de condensação deverá sempre ser menor do que $28,9^{\circ}\text{C}$.

Refrigerante - 113 ($\text{CCl}_2\text{FCCLF}_2$) R-113

Pertence à série etano (CH_3CH_3). Ferve à temperatura de $47,2^{\circ}\text{C}$, à pressão atmosférica normal. Suas pressões de operação nas temperaturas de -15°C , são respectivamente 708 mmHg e 353 mmHg (o "vácuo" será indicado pelo manômetro; os valores da pressão absoluta, correspondentes seriam $0,069 \text{ kgf/cm}^2$ e $0,552 \text{ kgf/cm}^2$).

O seu deslocamento volumétrico é relativamente alto ($3,14 \text{ m}^3/\text{min.}$) em condições -15°C e 30°C .

O compressor tipo centrífugo é mais apropriado para o R-113.

Seu emprego é destinado a condicionamento de ar industrial e comercial, em refrigeração de água e salmoura para processos industriais em capacidade de 75 a 100 Toneladas.

É também usado como dissolvente, na limpeza interna dos componentes de refrigeração. A cor para sua identificação nos cilindros é púrpura. Não é inflamável nem tóxico.

Refrigerante - 22 (CHClF_2)

Também pertence à série metano; sua temperatura de ebulição é $-40,8^{\circ}\text{C}$. É aplicado também para a produção de baixas temperaturas.

Hoje é muito aplicado em condicionadores de ar domésticos e comerciais unitários. Requer baixo deslocamento volumétrico, o que possibilita um equipamento mais reduzido. Suas pressões de evaporação a $4,4^{\circ}\text{C}$ e de condensação, a 60°C , são respectivamente $4,85 \text{ kgf/cm}^2$ e $23,76 \text{ kgf/cm}^2$.

Devido à sua tendência para a alta temperatura de descarga, sua temperatura de sucção deverá ser mantida no mínimo possível, principalmente quando aplicado com compressores herméticos. Os condensadores das unidades com R-22 devem ser mantidos bem limpos e desempedidos, para normal circulação de ar; do contrário, sua pressão se elevará rapidamente a valores prejudiciais ao bom funcionamento da unidade refrigeradora. Ele se mistura com o óleo; porém costuma separar-se do mesmo no evaporador.

O R-22 tem maior capacidade térmica do que o R-12, pois requer apenas 60% do deslocamento requerido pelo R-12 para a mesma capacidade frigorífica, sendo essa sua principal vantagem sobre o mesmo.

Sua pressão no evaporador, mesmo até -40°C , ainda está acima da pressão atmosférica, enquanto a pressão do R-12 será positiva só até a temperatura de -29°C . Isso não quer dizer que o R-22 tenha predominância sobre o R-12.

Como dissemos, um refrigerante pode superar com vantagens, outro refrigerante, para um determinado tipo de instalação. No caso do R-12, devido a ser o mesmo completamente miscível em óleo e serem mais baixas suas temperaturas de descarga, sua faixa de aplicação é mais ampla do que a do R-22, principalmente em refrigeração doméstica.

O R-22 tem maior capacidade de absorver água do que o R-12, sendo esta razão porque um sistema com R-22 raramente sofre obstrução por congelamento de umidade. Por outro lado isso se constitui numa desvantagem, pois a umidade residual, no sistema de refrigeração é sempre indesejável, e se não se manifestar, circulará livre no sistema, oxidando suas partes internas e o óleo, principalmente na descarga do compressor em sistemas com R-22 (verde-claro, é a cor, nos cilindros, que o identifica).

Refrigerante - 114 ($\text{CClF}_2\text{CClF}_2$)

R-114, da série etano, ferve a $3,6^\circ\text{C}$. Suas pressões de operação, a -15°C , são respectivamente 408,5 mmHg e 1,55 kgf/cm².

Seu deslocamento volumétrico é relativamente baixo, considerando que é um refrigerante de pressão baixa ($0,6\text{ l m}^3/\text{min.}$), nas condições -15°C e 30°C .

É usado com o compressor centrífugo nas instalações de condicionamento de ar e com os compressores rotativos tipo palheta em refrigeração doméstica.

A semelhança do R-22, ele é miscível com óleo, porém tende a separar-se do mesmo no evaporador.

Não é inflamável, nem tóxico, nem explosivo, e a cor que o identifica nos cilindros é azul.

REFRIGERANTES DA SÉRIE HIDROCARBONETOS

Os mais importantes são: metano, etano, butano, propano, etileno e o isobutano.

São todos inflamáveis, explosivos e tóxicos, atuando como anestésico, à semelhança do clorofórmio. Absorvem muito pouca umidade e são miscíveis com óleo lubrificante.

O propano, o butano e o isobutano, já foram usados em refrigeração doméstica.

O metano, o etano e o etileno, são empregados em produção de baixas temperaturas, com os compressores centrífugos de três passos.

É possível que sejam substituídos no futuro, pelo R-13 e R-14. A detecção de vazamento deve ser feita com espuma de sabão e não com lamparina de teste a álcool.

IDENTIFICAÇÃO DOS CILINDROS DE GASES REFRIGERANTES

(Freon, Frigen etc. são nomes comerciais. Os refrigerantes são designados por números. Por exemplo, Freon 11 ou Frigen 11 é designação comercial do refrigerante 11; o refrigerante 12, o refrigerante - 717 é o amoníaco etc.) ou, o que é o mesmo, "gás R-12", frigen ou freon; "gás R-717" ou amoníaco.

Os refrigerantes são armazenados em cilindros especiais, protegidos contra sobrelevação de temperatura. São pintados conforme o tipo de refrigerante neles acondicionados. Indicamos abaixo apenas o código de cores para os refrigerantes mais usados, cores com as quais os cilindros indicam o tipo de Refrigerante que contém.

R-11 - Laranja

R-12 - Branco

R-22 - Verde-claro

R-113 - Púrpura

R-114 - Azul-escuro

PROPRIEDADES DOS REFRIGERANTES

Ver tabelas 1 e 2 nas folhas seguintes.

COMPORTAMENTO COMPARATIVO DOS REFRIGERANTES, BASEADO NAS CARACTERÍSTICAS DE
-15°C NA EVAPORAÇÃO E 30°C NA CONDENSAÇÃO

Refrigerantes	Fórmula Química	Temp. de ebuli- ção a 0 kgf/cm ²	Temp. crítica em °C	Pressão crítica abs. em kgf/cm ²	Pressão do evap. a -15°C manom. kgf/cm ²
Amoníaco	NH ₃	-33,3	133	116,5	1,38
Dióxido de Enxofre	SO ₂	-75,6	157	80,26	1,50 + vácuo
Dióxido de Carbono	CO ₂	-78,9	31,1	75,31	22,32
Cloreto de Metila	CH ₃ Cl	-23,5	143	68,11	0,46
Cloreto de Metileno	CH ₂ Cl ₂	40,6	248,6	47,11	701 + vácuo
Refrigerante 11	CCl ₃ F	23,8	198	45	607 + vácuo
Refrigerante 12	CCl ₂ F ₂	-29,8	112	42	0,83
Refrigerante 13	CClF ₃	-81,4	28,9	39,5	12,45
Refrigerante 22	CHClF ₂	-40,8	96	50,34	1,99
Refrigerante 113	CCl ₃ F ₃	47,6	214,7	34,80	708,7 + vácuo
Refrigerante 114	C ₂ Cl ₂ F ₄	3,3	145,7	33,3	409 + vácuo
Metano	CH ₄	-162	-81,5	47,32	acima da crítica
Etano	C ₂ H ₆	-88,8	32,2	49,8	15,56
Butano	C ₄ H ₁₀	-0,6	15,2	38,7	335,28+ vácuo
Propano	C ₃ H ₈	-42,2	94,4	46,51	1,91
Etileno	C ₂ H ₄	-103	9,4	51,45	28,11
Isobutano	-	-12	133,2	37,75	83,82+ vácuo

+ significa milímetros de mercúrio de vácuo

continuação

Refrigerantes	Pressão do cond. a 30°C manom. kgf/cm ²	Efeito ref. do liq. de 30°C a -15°C kcal/kg	Volume espec. do va por a -15°C m ³ /kg	Desloc. do compr. p/ ton. de refrigeração 30°C - 15°C m ³ /min	CV por 30°C - 15°C	Temp. do compressor na descarga °C
Amoníaco	10,86	263,6	0,51	107,16	1,09	99
Dióxido de Enxofre	3,64	78,6	0,40	283,15	1,07	88,3
Dióxido de Carbono	72,5	30,8	0,016	30,00	2,02	66,1
Cloreto de Metila	5,62	83,4	0,279	185,34	1,06	77,8
Cloreto de Metileno	241,3 + vácuo	75	3,11	2314,40	1,06	96,1
Refrigerante 11	0,25	37,5	0,77	1131,40	1,02	-
Refrigerante 12	6,55	28,4	0,093	181	1,10	37,8
Refrigerante 13	acima da crítica	-	-	-	-	-
Refrigerante 22	11,24	38,5	0,078	112,14	1,11	55
Refrigerante 113	353 + vácuo	29	1,69	3138,7	1,05	30
Refrigerante 114	1,55	24	0,263	610,23	1,12	30
Metano	-	-	-	-	-	-
Etano	46,5	32,6	0,033	57	2,15	50
Butano	1,89	71,4	0,623	483,45	1,05	31,1
Propano	9,88	67,22	0,15	127,40	1,13	36,1
Etileno	acima da crítica	-	-	-	-	-
Isobutano	3,15	62	0,4	358,23	1,19	26,7

+ significa milímetros de mercúrio de vácuo

DENSIDADE DE ALGUNS REFRIGERANTES (MAIS COMUNS) NO ESTADO LÍQUIDO E PRESSÕES
CORRESPONDENTES

Temp. em °C	R - 11		R - 12		R - 12	
	pres. man. kgf/cm ²	m. esp. kgf/dm ³	pres. man. kgf/cm ²	m. esp. kgf/cm ²	pres. kgf/cm ²	m. esp. kgf/dm ³
- 30	- 0,935	1,601	0,645	1,382	- 0,01	1,488
- 25	- 0,903	1,590	0,920	1,367	0,28	1,474
- 20	- 0,869	1,579	1,470	1,351	0,507	1,459
- 15	- 0,824	1,568	1,990	1,335	0,83	1,444
- 10	- 0,768	1,557	2,590	1,319	1,202	1,428
- 5	- 0,661	1,546	3,260	1,302	1,66	1,413
0	- 0,620	1,534	4,060	1,285	2,114	1,397
5	- 0,524	1,523	4,920	1,267	2,68	1,380
10	- 0,410	1,511	5,960	1,250	3,283	1,364
15	- 0,280	1,499	7,000	1,232	3,90	1,347
20	- 0,125	1,488	8,320	1,213	4,75	1,329
25	0,053	1,476	9,660	1,194	5,60	1,311
30	0,255	1,464	11,240	1,175	6,553	1,292
35	0,487	1,452	12,820	1,155	7,60	1,273
40	0,750	1,439	14,760	1,133	8,74	1,253
45	1,050	1,427	16,830	1,110	9,99	1,232
50	1,383	1,414	18,960	1,085	11,35	1,211

O sinal (-) indica que o manômetro marcará vácuo, quando o refrigerante estiver à temperatura indicada correspondente.

Na folha seguinte temos a continuação da tabela.

	R - 113		R - 114	
	pres. kgf/cm ²	m. esp. kgf/dm ³	pres. kgf/cm ²	m. esp. kgf/dm ³
	- 1,00	1,683	- 0,803	1,610
	- 0,99	1,673	- 0,735	1,597
	- 0,97	1,663	- 0,653	1,584
	- 0,96	1,653	- 0,554	1,570
	- 0,94	1,643	- 0,435	1,557
	- 0,91	1,632	- 0,295	1,543
	- 0,88	1,621	- 0,130	1,529
	- 0,84	1,610	0,062	1,515
	- 0,79	1,599	0,281	1,501
	- 0,73	1,588	0,544	1,486
	- 0,66	1,576	0,837	1,471
	- 0,58	1,565	1,17	1,455
	- 0,48	1,553	1,55	1,441
	- 0,37	1,541	2,00	1,425
	- 0,24	1,529	2,45	1,409
	- 0,10	1,517	2,98	1,391
	- 0,09	1,504	3,56	1,375

O sinal (-) indica que o manômetro marcará vácuo, quando o refrigerante estiver à temperatura indicada correspondente.

Na página seguinte, temos informações sobre a mistura dos refrigerantes.

MISTURA DOS REFRIGERANTES

Os fabricantes de refrigerantes recomendam que não se misturem refrigerantes, ainda que os mesmos pertençam à mesma série, como no caso dos R, isto é, não devem ser misturados na mesma unidade refrigeradora nem no mesmo cilindro ou outro depósito, o R-12 com o R-22 ou com outro R.

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

Um sistema projetado para funcionar com refrigerante 12 deve funcionar com refrigerante 12 e com nenhum outro refrigerante.

Chama-se *estação de carga*, o equipamento usado para dar carga de ôleo, de re frigerante e refazer o vácuo numa unidade refrigeradora.

Ela é constituída de uma estrutura metálica onde estão adaptados vários instrumentos: *v*álvulas (fig. 1), *vis*ores (fig. 2), componentes elétricos etc. Ao lado da estação, está instalada uma bomba de alto vácuo e um vacuômetro eletrônico, que também fazem parte da estação de carga.

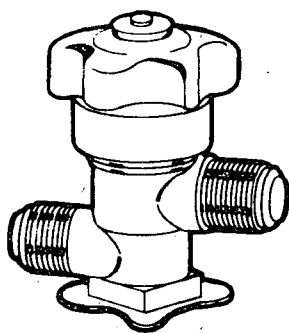


Fig 1

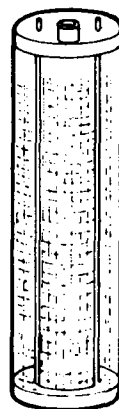


Fig. 2

A figura 3, mostra as disposições de locais de manuseio e de controle, numerados do 1 a 22.

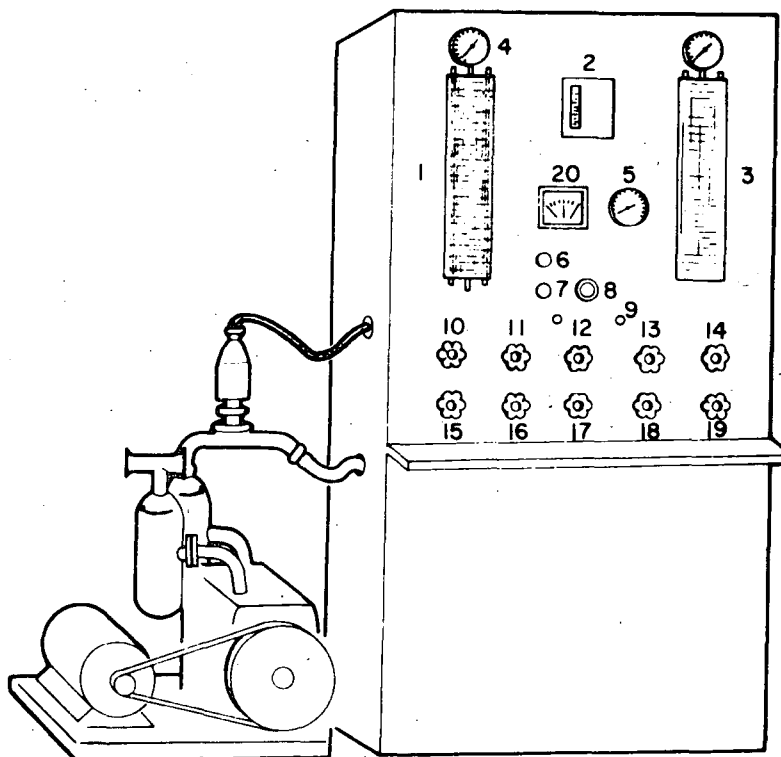


Fig. 3

1 - visor graduado para gás

Ele permite visualizar a quantidade, em gramas, do refrigerante a ser aplicado na unidade refrigeradora.

2 - pressostato

É um dispositivo que controla a pressão do gás no cilindro. Ele liga a resistência elétrica quando a pressão baixa até o limite mínimo, desligando-a ao chegar ao limite máximo predeterminado.

A figura 4 mostra esse dispositivo aumentado. Vejamos como se altera a pressão de gás.

O volume de gás varia de acordo com a temperatura absoluta a que está submetido (lei de "CHARLES").

A pressão do gás, no cilindro, necessita ser mantida, para que ele possa fluir ao visor. Todas as vezes que retiramos certa quantidade de gás do cilindro, o espaço ocupado por essa quantidade será ocupado por vapores que são os produtos da evaporação do gás em estado líquido, contido no cilindro. O gás, ao evaporar-se, resfria o cilindro e por essa razão, a pressão baixa. Essa queda de pressão é compensada pelo aquecimento produzido pela resistência elétrica.

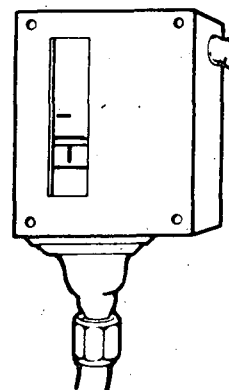


Fig. 4

3 - visor graduado para óleo

Permite visualizar a quantidade, em gramas, de óleo lubrificante a ser aplicado na unidade refrigeradora.

4 - manômetro

Indica a pressão do gás no cilindro.

5 - manovacuômetro

Permite a leitura do vácuo (até 30 polegadas) ou da pressão (até 150 libras) existente na unidade refrigeradora.

6 - piloto II (lâmpada)

Funcionando em conjunto com o Piloto I, permite três leituras:

- a) Piloto II acesa e Piloto I apagada, significa que o interruptor está ligado, porém o aquecedor não está funcionando (desligado pelo termostato ou pressostato).
- b) Piloto II apagada e Piloto I acesa, significa interruptor do aquecedor ligado e resistência em funcionamento.
- c) Piloto I e II apagadas, significa interruptor do aquecedor desligado (a resistência não funciona).

7 - interruptor do aquecedor

Destina-se a ligar e desligar manualmente a resistência do aquecedor ligado em série ao pressostato e ao termostato; ele automaticamente liga ou desliga a resistência todas as vezes que houver diminuição ou aumento de pressão, bem como se houver diminuição ou aumento de temperatura.

8 - piloto I (lâmpada)

É o indicador do funcionamento da resistência do aquecedor. Acesa = LIGADO; Apagada = DESLIGADO.

9 - interruptor da iluminação interna

As lâmpadas de iluminação interna são ligadas ou desligadas por meio deste interruptor. A iluminação interna serve para iluminar os visores, permitindo a visão do nível do gás ou do óleo.

10 - gás para visor

Esta válvula serve para permitir ou impedir que o gás contido no visor flua do cilindro para o visor.

11 - carga de gás

Esta válvula serve para permitir ou impedir que o gás contido no visor flua para a unidade refrigeradora.

12 - pressão para visor de óleo

Esta válvula serve para aumentar a pressão no visor, acelerando a vazão do óleo que flui para a unidade refrigeradora. Esta pressão é feita por gás (refrigerante).

13 - óleo para visor

Esta válvula serve para permitir ou impedir que o óleo flua do cilindro para o visor.

14 - carga de óleo

Esta válvula serve para permitir ou impedir que o óleo contido no visor flua para a unidade refrigeradora.

15 - descarga de pressão do visor de gás

Esta válvula serve para permitir ou impedir que a pressão existente no visor seja diminuída. É usada quando o gás não consegue fluir do cilindro para o visor, impedido pela pressão nele contida.

16 - descarga de pressão do visor de óleo

Esta válvula serve para permitir ou impedir que a pressão existente no visor de óleo seja diminuída. É usada quando a pressão impede que o óleo flua do cilindro para o visor.

17 - pressão para o cilindro de gás

Esta válvula serve para permitir ou impedir que o gás penetre no cilindro de óleo, provocando uma pressão suficiente para vencer a força de gravidade e de resistência, permitindo ao óleo subir no visor.

18 - vácuo

Esta válvula serve para permitir ou impedir que seja aplicado o vácuo na "extensão" e na unidade refrigeradora.

19 - unidade

Esta válvula serve para permitir ou impedir a comunicação da estação de carga com a unidade refrigeradora. Ela deve manter-se fechada quando a estação de carga não estiver em uso, a fim de evitar a penetração de umidade.

20 - vacuômetro eletrônico - Thermotron 13/1.

(uso e leitura do vacuômetro eletrônico)

21 - válvula de medição eletrônica (fig. 5)

É composta de células sensibilíssimas que, sentindo as variações do vácuo, as transmitem para o vacuômetro eletrônico, onde pode ser feita a leitura.

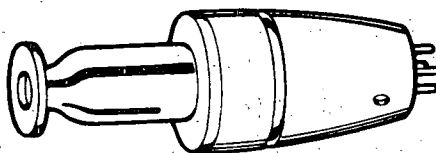


Fig. 5

22 - bomba de alto vácuo (tipo D 6)

Destina-se a refazer o vácuo (reforço do vácuo já feito na unidade refrigeradora).

NOTA

As unidades de ar condicionado não necessitam de vácuo da ordem das unidades refrigeradoras, ele é feito na estação de carga. Este assunto veremos mais adiante.

Na PARTE INTERNA da estação de carga, estão localizados os seguintes componentes:

Termostato

Serve para controlar automaticamente a temperatura do cilindro, ligando ou desligando a resistência elétrica do aquecedor.

Lâmpadas Fluorescentes

Para iluminação interna.

Aquecedor

Serve para aquecer o cilindro de gás, quando for necessário, pois se ele estiver a temperatura baixa, não obteremos pressão suficiente para que o gás flua para o visor.

Cilindros de Gás e de Óleo

Eles armazenam respectivamente o gás refrigerante e o óleo lubrificante. Estão em posição invertida, isto é, com a válvula para baixo, para que o gás saia em estado líquido.

É um equipamento que se introduz na linha de alto no sistema de refrigeração, para eliminar vapores de água e reter a sujeira da tubulação.

Vapores de água, umidade e sujeira são as causas de muitos aborrecimentos ocasionados por sistemas de refrigeração que não foram previamente limpos e desidratados.

A eliminação da umidade, ou a redução da mesma a um mínimo possível, é muito importante, e até essencial, para que o sistema funcione satisfatoriamente.

Os secadores e desidratadores, bem como os filtros secadores, devem ser instalados antes da válvula de expansão, bem próximo do tanque de líquido. Às vezes se instalam filtros na linha de sucção.

São constituídos por um invólucro metálico, com diâmetro de entrada e saída predeterminado, contendo em seu interior com um elemento absorvente ou adsorvente: cloreto de cálcio, sílica-gel, alumina ativada, óxido de cálcio, moléculas "seeves" (zeolite) etc. (fig. 1).

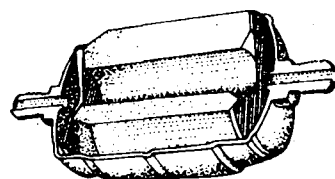


Fig. 1

O cloreto de cálcio remove a umidade por ação química. É um bom secador para trabalho de poucas horas, mas depois deve ser retirado, para que não se produza, com a umidade contida, solução altamente corrosiva.

A mesma coisa ocorre com o óxido de cálcio, que, por isso, também não deve ser permanente em uma instalação.

O oposto acontece com os elementos absorventes: estes variam em sua estrutura, durante o processo de desumidificação. São elementos de forma granulada, polida, que não se dissolvem na água.

Em virtude dessa propriedade, podem ser reativados, recolocados em ação repetidas vezes e deixados em uma instalação, sem perigo para seu funcionamento mesmo depois de saturados.

Todos os dessecantes possuem grande poder de absorção de umidade, por isso devem ser protegidos, antes de usados, contra a umidade contida no ar externo. Devem ser guardados em invólucros impermeáveis.

A reativação de um dessecante se faz dentro de determinadas temperaturas, e algumas vezes em vácuo. Mostramos, a seguir, a tabela de reativação de alguns secadores.

Alumínio ativado	170°C a 315°C
Sílica-gel	170°C a 315°C
Sulfato de cálcio	232°C a 248°C
Molécula "seeves"	348°C

O filtro tem por finalidade a retenção das impurezas que circulam com o líquido. Protege, assim, o compressor, evitando que elas cheguem às partes mecânicas.

O filtro se compõe de cartucho, telas ou Elemento Molecular (CATCH-AILL) e sua posição correta de montagem é indicada por uma seta ou pelas palavras (entrada e saída) (fig. 2).

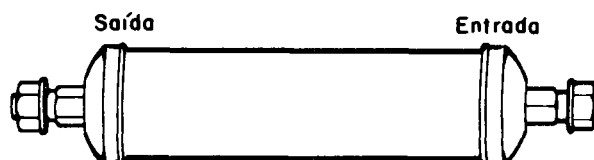
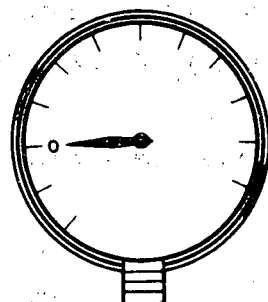


Fig. 2

Os *manômetros* (fig. 1) são instrumentos que têm por finalidade medir quais quer pressões exercidas por líquidos ou gases contidos em recipientes fechados.

Os manômetros para uso em refrigeração podem ser encontrados em escalas de libras-força por polegada quadrada (lbf/pol^2) ou em quilograma-força por centímetro quadrado (kgf/cm^2); em alguns casos com indicações de temperatura em função do ponto de ebulição dos gases.



Manômetro duplo

Fig. 1

Em engenharia ou na prática é costume medir-se a pressão por meio de manômetros, os quais são utilizados para indicar somente a pressão acima ou abaixo da pressão atmosférica.

A pressão registrada por estes instrumentos é conhecida como pressão manométrica, e para se encontrar a pressão absoluta ou pressão verdadeira, é necessário adicionar a pressão atmosférica (determinada por meio de um barômetro) à pressão manométrica. Por exemplo, uma pressão manométrica de 10 libras-força por polegada quadrada é igual a uma pressão absoluta de 14,7 libras-força por polegada quadrada, mais 10 libras-força por polegada quadrada, ou seja, 24,7 libras-força por polegada quadrada de pressão absoluta.

Nos *manômetros* que indicam pressão abaixo da pressão atmosférica, estas são expressas em polegadas de vácuo, significando polegadas da coluna de mercúrio de um barômetro, abaixo da leitura padrão ao nível do mar, que é 29,92 polegadas. Usualmente, contudo, os termos polegadas ou polegadas de vácuo, são empregados.

No caso de pressão positiva a leitura é libras-força por polegada quadrada manométrica ou abreviadamente p.s.i.g. Na prática, contudo, é usado libras de pressão ou libras por polegada quadrada (p.s.i.) significando a mesma coisa.

Existem dois tipos de manômetros que são mais usados: os de pressão e os de vácuo e pressão.

"0" - pressão manométrica.

"14,7" - libras-força por polegada quadrada absoluta.

"1" - atmosfera de pressão.

"29,92" - polegadas de pressão barométrica.

Vácuo absoluto, na realidade não existe. Uma perfeita ausência de pressão, ou vácuo, nunca foi obtida, da mesma forma que nunca foi alcançada a temperatura de zero absoluto.

O uso de manômetros é prática comum na indústria de refrigeração.

TABELA DE COMPARAÇÃO DAS PRESSÕES

Pressão absoluta	Pressão manométrica	Atmosferas de pressão	Polegadas de mercúrio	Centímetros de mercúrio
0	30" vácuo	0	0	0
4,9	20" vácuo	0,33	9,95	25,4
9,8	10" vácuo	0,67	19,95	50,7
14,7*	0 libras	1,0	29,92**	76,0
25,0	10,3 libras	1,7	50,7	129,3
30,0	15,3 libras	2,0	60,9	155,0
45,0	30,3 libras	3,1	91,3	233,0
60,0	45,0 libras	4,1	122,0	310,0
75,0	60,0 libras	5,1	152,0	388,0
100,0	85,0 libras	6,7	203,0	517,0
300,0	285,0 libras	20,0	609,0	1.550,0
600,0	585,0 libras	40,1	1.218,0	3.100,0
1.200,0	1.185,0 libras	81,7	2.440,0	6.200,0
1.500,0	1.485,0 libras	102,0	3.045,0	7.750,0

* comumente usada como 15 libras-força por polegada quadrada

** comumente usada como 30 polegadas da col. de mercúrio

PROBLEMA	POSSÍVEL CAUSA	PROVIDÊNCIAS
O Compressor não parte.	Cabo da Tomada de Força desligado, ou interrompidos os pinos da tomada. Ausência de força na tomada.	Ligue-o à tomada ou substitua a tomada de pinos. Verifique, com uma lâmpada de teste ou voltímetro, se há corrente. Examine os fusíveis do quadro de força.
	Termostato: a. Desligado. b. Platinados não fecham.	a. Gire o botão de controle, no sentido horário. b. Coloque um fio-ponte, entre os terminais do Termostato. Se o compressor partir, o termostato está defeituoso e deve ser substituído.
	Relê ou Protetor Térmico.	Remova o relê e o protetor térmico, dando partida direta no compressor. Se o mesmo der partida, verifique o relê e o protetor térmico, separadamente, usando um ohmímetro. Substitua o componente defeituoso.
	Conexões frouxas.	Verifique o circuito, da fonte fornecedora de força até o compressor, usando o diagrama do chicote de fios como guia.
	Enrolamentos do motor abertos, em curto circuito ou terra. Compressor engripado ou queimado.	Verifique o enrolamento, com um ohmímetro. Substitua o compressor, se o mesmo estiver defeituoso. Tente dar a partida direta no compressor. Não partindo, substitua-o.



PROBLEMA	POSSÍVEL CAUSA	PROVIDÊNCIAS
O Compressor trabalha, mas não há <u>refrigeração</u> ou a mesma é <u>insuficiente</u> .	Restrição por <u>umidade</u> .	Caracterizada por compacta formação de <u>névoa</u> de gelo, ao redor da <u>entra</u> da do evaporador. Aqueça a <u>área</u> afetada. Se a linha da <u>névoa</u> de gelo deslocar-se para frente, ao longo do evaporador, após o aquecimento, a restrição possivelmente terá sido causada pelo congelamento da <u>umida</u> de. Substitua a Unidade.
	Restrição permanente.	Primeiramente, verifique possível restrição por <u>umidade</u> . Verifique a <u>tubulação</u> , quanto a <u>do</u> bras e avarias. Substitua a Unidade.
	Carga de refrigerante <u>in</u> suficiente ou <u>inexis</u> tente.	Verifique possível vazamento... em caso positivo, substitua a Unidade.
	Compressor com <u>capaci</u> dade baixa ou <u>inexistente</u> .	Verifique a <u>wattagem</u> . Consulte a <u>ta</u> bela de funcionamento, quanto a <u>po</u> tência. Não considere o compressor como apresentando baixa capacidade, até eliminar possíveis restrições ou carga insuficiente.
	Circulação do Ar no lado da Alta: a. Restrição no <u>Conden</u> sador, por <u>resíduos</u> . b. Obstrução do ar na <u>par</u> te superior ou <u>poste</u> rior do gabinete (<u>la</u> do da Alta Estático-Condensador).	a. Limpe o condensador e passagens de ar, com um aspirador de pó, espanador ou mecha de pano. b. Limpe o condensador, na parte posterior do gabinete, certificando-se de que há 15 cm ou mais de espaço livre para o ar, na <u>par</u> te superior do gabinete.

PROBLEMA	POSSÍVEL CAUSA	PROVIDÊNCIAS
O Compressor desliga pelo protetor térmico.	Alta ou Baixa voltagem.	A voltagem para a partida do compressor deverá ser de 110 ou 220 V. Baixa voltagem pode causar partidas falsas. Alta voltagem pode causar superaquecimento do compressor. Corrija as condições da voltagem.
	Circulação do ar no lado da Alta: a. Restrição no condensador, por resíduos. b. Obstrução do ar na parte superior ou posterior do gabinete (lado da Alta Estático-Condensador).	a. Limpe o Condensador e passagens de ar, com um aspirador de pó, espanador ou mecha de pano. b. Limpe o condensador, na parte posterior do gabinete, certificando-se de que há 15 cm ou mais de espaço livre para o ar, na parte superior do gabinete.
	Relê e/ou Protetor Térmico.	Substitua por componentes comprovadamente em ordem.
	Curto circuito no enrolamento do motor.	Verifique o enrolamento, com um ohmímetro. Substitua o compressor, se o motor estiver defeituoso.
	Carga excessiva.	Verifique possível alta wattagem e linha de sucção congelada. Substitua a Unidade.
	Compressor engripado.	Substitua o compressor.

PROBLEMA	POSSÍVEL CAUSA	PROVIDÊNCIAS
Compartimen- to do Conge- lador com frio insufi- ciente.	Termostato: a. Ajustado para pouco frio. b. Tubo capilar locali- zado incorretamente. c. Descalibrado ou ino- perante.	a. Gire o botão do Termostato para um número mais alto. b. Verifique se o tubo capilar está coberto pela barreira térmica (espaguetti) e adequadamente lo- calizado. c. Verifique as temperaturas "liga" e "desliga" do termostato. Subs- titua o termostato, se necessá- rio.
	Uso anormal, tal como a berturas excessivas de portas, uso impróprio de toalhas plásticas nas prateleiras, defletor em posição de degelo, etc.	Instrua o cliente.
	Fraca vedação da porta, ou porta que não fecha.	a. Ajuste a porta, para obter veda- ção adequada. b. Instrua ao cliente para que cer- tifique-se quanto ao completo fe- chamento da porta.
	Acúmulo excessivo de ge- lo no evaporador.	Degele o Refrigerador.
	Luz do Gabinete.	Certifique-se de que o interruptor da porta desliga a lâmpada interna, quando a porta está fechada. Subs- titua ou ajuste o interruptor, se necessário.
	Unidade: a. O compressor não par- te. b. O compressor traba- lha continuamente.	a. Verifique os itens da reclama- ção "Compressor não parte". b. Verifique os itens da reclamação "Compressor trabalha, mas não há refrigeração ou a mesma é insu- ficiente".

PROBLEMA	POSSÍVEL CAUSA	PROVIDÊNCIAS
Compartimen- to Refrigera- dor com frio insuficiente.	Termostato: a. Ajustado para tempe- ratura pouco fria. b. Tubo capilar incorre- tamente posicionado. c. Descalibrado ou ino- perante.	a. Gire o botão do termostato, pa- ra um número mais alto. b. Certifique-se de que o tubo capi- lar está corretamente posiciona- do e em perfeito contato com o evaporador. c. Verifique as temperaturas "liga" e "desliga" do termostato. Subs- titua o mesmo, se necessário.
	Verifique os demais itens relacionados em: "Conge- lador com temperatura inadequada".	
Compartimen- to do Conge- lador exces- sivamente frio.	Termostato: a. Ajustado para tempe- ratura muito fria. b. Tubo capilar incorre- tamente posicionado. c. Descalibrado ou ino- perante.	a. Gire o botão do termostato, para um número mais baixo. b. Certifique-se de que o tubo capi- lar está corretamente posiciona- do. c. Verifique as temperaturas "liga" e "desliga" do termostato. Subs- titua o mesmo, se necessário.
Compartimen- to Refrigera- dor excessiva- mente frio.	Termostato: a. Ajustado para tempera- tura muito fria. b. Tubo capilar incorre- tamente posicionado. c. Descalibrado ou ino- perante.	a. Gire o botão do termostato, para um número mais baixo. b. Certifique-se de que o tubo capi- lar está corretamente posiciona- do. c. Verifique as temperaturas "liga" e "desliga" do termostato. Subs- titua o mesmo, se necessário.

PROBLEMA	POSSÍVEL CAUSA	PROVIDÊNCIAS
Sudação Externa.	Compensador da flange do gabinete.	Sudação no gabinete, ao redor da porta do gabinete, pode ser causada pelo não funcionamento do compensador da flange do gabinete ou falta de contato entre o mesmo e o gabinete. Verifique o compensador, pressionando-o no canal para perfeito contato com o gabinete.
	Resistência do compartimento separador. (Entre as duas portas, dos modelos Duplex.)	Sudação entre as duas portas, pode ser causada pelo não funcionamento da resistência. Verifique-a com um ohmmeter. Substitua a mesma, se defeituosa. A resistência deve estar em perfeito contato com a travessa separadora.
	Vedação da porta.	Ajuste a porta, para vedação correta da mesma e, caso persistir o problema, substitua a gaxeta.
	Isopor do compartimento Congelador rachado.	Substitua-o.
Sudação Interna	Uso anormal.	Instrua ao cliente que líquidos e alimentos deverão ser cobertos, não devendo estar quentes.
	Vedação da porta.	Verifique a vedação da porta e ajuste a mesma, se necessário. Instrua ao cliente que a porta deve estar completamente fechada. Substitua a gaxeta, se estiver defeituosa.
	Isolante de isopor dos tubos de entrada de gás encharcado.	Substitua-o.
	Insuficiente circulação de ar.	Certifique-se de que o retorno do fluxo de ar não está bloqueado, por uso inadequado de toalhas plásticas nas prateleiras e defletor da bandeja de degelo na posição incorreta.

PROBLEMA	POSSÍVEL CAUSA	PROVIDÊNCIAS
Gostos e Odores.	Alimentos odorosos.	Conserve os alimentos cobertos. Limpe os compartimentos Refrigerador e Congelador, com uma solução de bicarbonato de sódio e água.
	Plásticos aquecidos.	Verifique o possível contato entre resistências e plásticos, ou componentes vedadores, que pode resultar em odores.
	Acúmulo de água no dreno.	Limpe-o.
A porta não fecha ou não veda.	Gaxetas deslocadas.	Ajuste as dobradiças e aplique calços, se necessário, de forma a impedir torções nas gaxetas quando em contato com o perfil das dobradiças.
	Porta empenada.	Remova as prateleiras, do painel interno da porta. Afrouxe os parafusos retentores da gaxeta, para ajustá-la.
Encharcamento da Isolação.	Gabinete desnivelado.	Nivele o gabinete. Certifique-se de que o mesmo esteja solidamente apoiado em seus quatro pés niveladores.
	Retorno de gás refrigerante, pela linha de sucção da Unidade Selada.	Substitua a Unidade Selada.
	Uso inadequado, pelo cliente.	Instrua o cliente quanto à limpeza interna, utilizando-se de pano umidido. Nunca lavar.
	Entupimento do Coletor de Drenagem. (Nos modelos Duplex.)	Desobstrua o Coletor de Drenagem e oriente o cliente.
	Empenamento no topo da caixa interna. (Nos modelos Duplex.)	Substitua a caixa interna, caso a mesma esteja empenada.

PROBLEMA	POSSÍVEL CAUSA	PROVIDÊNCIAS
Formação excessiva de gelo, na parte superior da placa fria. (Nos modelos Duplex.)	Baixa voltagem.	Corrija a voltagem e auxilie adicionando mais uma Resistência, ligando-a em paralelo.
	Resistência queimada ou deslocada.	Substitua a resistência ou corrija o posicionamento da mesma, dando perfeita aderência nos tubos, utilizando-se de fita adesiva plástica.
	Termostato desregulado ou defeituoso.	Substitua-o.
	Tubo do capilar do termostato ou barreira térmica (espagueti), fora de posição.	Posicione-o corretamente. Vide informações do fabricante.
	Inversão do chicote de fios, nos terminais do termostato.	Corrija, conforme Diagrama do Chicote de Fios.
Choque	Falha ou ruptura na isolação do Chicote de Fios.	Localize-a e elimine-a.
	Resistência ou compensador em contato com o gabinete.	Substitua.
	Encharcamento da isolação (fundo do gabinete), junto aos contatos do interruptor de luz.	Elimine o encharcamento e isole os terminais. Substitua o interruptor, se for o caso.
	Ausência de terra.	Faça a ligação terra.
	Compressor em massa com a carcaça.	Substitua a Unidade Selada.

PROBLEMA	POSSÍVEL CAUSA	PROVIDÊNCIAS
Pingos de <u>ge</u> <u>lo</u> na parte superior in- terna do <u>con</u> <u>gelador</u> (em forma de <u>esta</u> <u>lactite</u>).	Termostato desregulado, no diferencial. (Tempo prolongado de parada.)	Substitua-o.
Formação ex- cessiva de <u>ge</u> <u>lo</u> , na parte superior <u>dian</u> <u>teira</u> do <u>con</u> <u>gelador</u> , (nos modelos Du- plex.)	Mã vedação da porta. Evaporador longo.	Ajuste-a ou troque a gaxeta, se fôr o caso. Recorte o evaporador e aplique a <u>mol</u> <u>dura</u> . (adicional). Para executar <u>es</u> <u>te</u> trabalho, guie-se pelo Boletim Técnico.
Fabricador de Gelo - "Ice- Magic".	Verifique o Manual de Ser- viço do Fabricador de <u>Ge</u> <u>lo</u> .	
Bloqueio de gelo no tubo de entrada de <u>ã</u> gua do Fabri- <u>cador</u> de <u>Ge</u> - <u>lo</u> -Ice-Magic.	Congelamento interno no tubo de entrada de <u>ã</u> gua. Congelamento externo do tubo de entrada de <u>ã</u> gua.	Limpe a válvula de entrada de <u>ã</u> gua, retire o tubo e aplique uma Resis- tência. Retire o tubo, descongele-o e apli- que uma Resistência.

Estação de carga portátil (fig. 1) é um equipamento usado na refrigeração, para dar carga de refrigerante numa unidade condensadora (refrigeradora e de ar condicionado). Ele é constituído de um manipulador (a) e de um cilindro de carga (b).

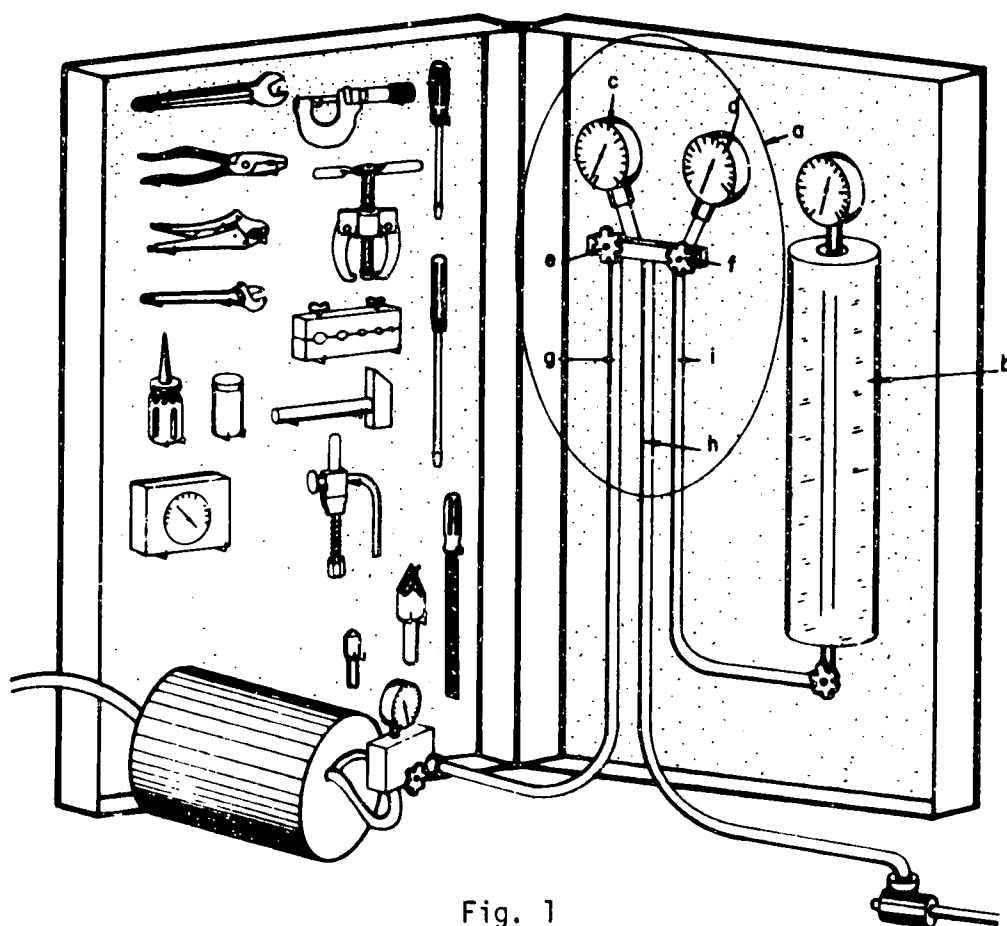


Fig. 1

O manipulador (a) é o componente que comanda a operação; ele é composto de um corpo tubular onde estão fixados um manovacuômetro (c), um manômetro (t), duas válvulas (e, f), e três tomadas (g, h, i).

FUNÇÃO DOS COMPONENTES

Manovacuômetro (fig. 2a)

Registra o vácuo que a bomba de vácuo realiza, podendo também registrar pressão (positiva).

Manômetro (fig. 2b)

Registra a pressão existente no interior do sistema de refrigeração, em questão.

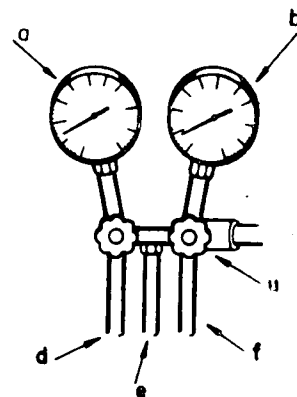


Fig. 2

Válvula de carga de gás (fig. 2c)

Permite ou impede o refrigerante de fluir do cilindro à unidade refrigeradora, em questão.

Tomada para mangueira de cor azul (fig. 2d)

Serve para abrir ou fechar o circuito de vácuo da bomba ao manipulador.

Tomada para mangueira de cor branca (fig. 2e)

Une o manipulador à unidade refrigeradora, em questão (para evacuação e carga de refrigerante).

Tomada para mangueira de cor vermelha (fig. 2f)

Serve para unir o manipulador ao cilindro de carga por onde o manipulador recebe o refrigerante para ser aplicada à unidade refrigeradora, em questão.

Cilindro de carga (fig. 3)

Nele, encontramos um visor (fig. 3a), um dial móvel (figura 3b), um manômetro (fig. 3c), um válvula superior (fig. 3d) e uma válvula inferior (fig. 3e).

O Visor (fig. 3a), nos mostra a quantidade (em grama ou onça) de refrigerante contido no visor e a quantidade a ser aplicada na unidade refrigeradora, em questão.

O Dial (fig. 3b) permite avaliar a quantidade exata do refrigerante, contido no cilindro, a ser aplicada na unidade refrigeradora, em questão. Ele deverá ser regulado ao tipo de gás e à pressão registrada no manômetro (fig. 3c), pois a lei de Boyle diz:

À temperatura constante, o volume dos gases é inversamente proporcional à pressão absoluta a que estão submetidas (isto é, quanto maior for a pressão aplicada a um gás, menor se tornará o seu volume, contanto que a temperatura não varie). Se reduzirmos a pressão, mantendo a temperatura constante, o volume aumentará.

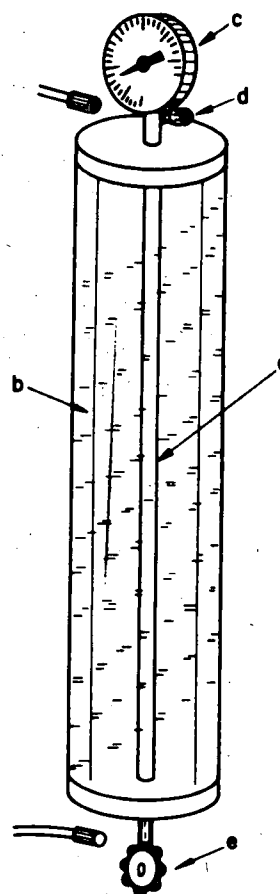


Fig. 3

O *manômetro* (fig. 3c), indica a pressão do gás contido no cilindro.

A *válvula superior* (fig. 3d), serve para dar carga de refrigerante em estado de vapor e também para descarregar a pressão do interior do cilindro quando for recarregá-lo de refrigerante.

A *válvula inferior* (fig. 3e), serve para dar carga de refrigerante em estado líquido. E é por esta válvula que o cilindro é recarregado de refrigerante (em estado líquido).

O rotâmetro (fig. 1), é um instrumento destinado a medir a passagem de fluídos (líquido e gás), quando se deslocam de um ponto a outro através dele. Este instrumento é usado nas oficinas de refrigeração, para se selecionar os tubos capilares. Através deste instrumento, é feita a avaliação do tubo capilar, comparando-o com o tubo capilar padrão da unidade refrigeradora, no caso de sua substituição. A leitura no rotâmetro é geralmente feita em m^3/min ou em m^3/h .

CONSTITUIÇÃO

O "rotâmetro" é constituído das seguintes partes:

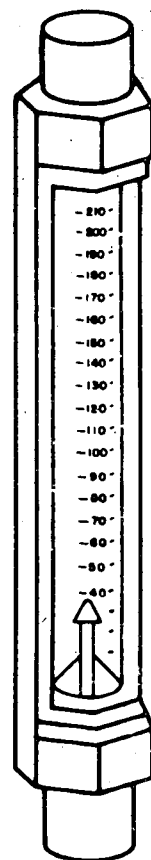
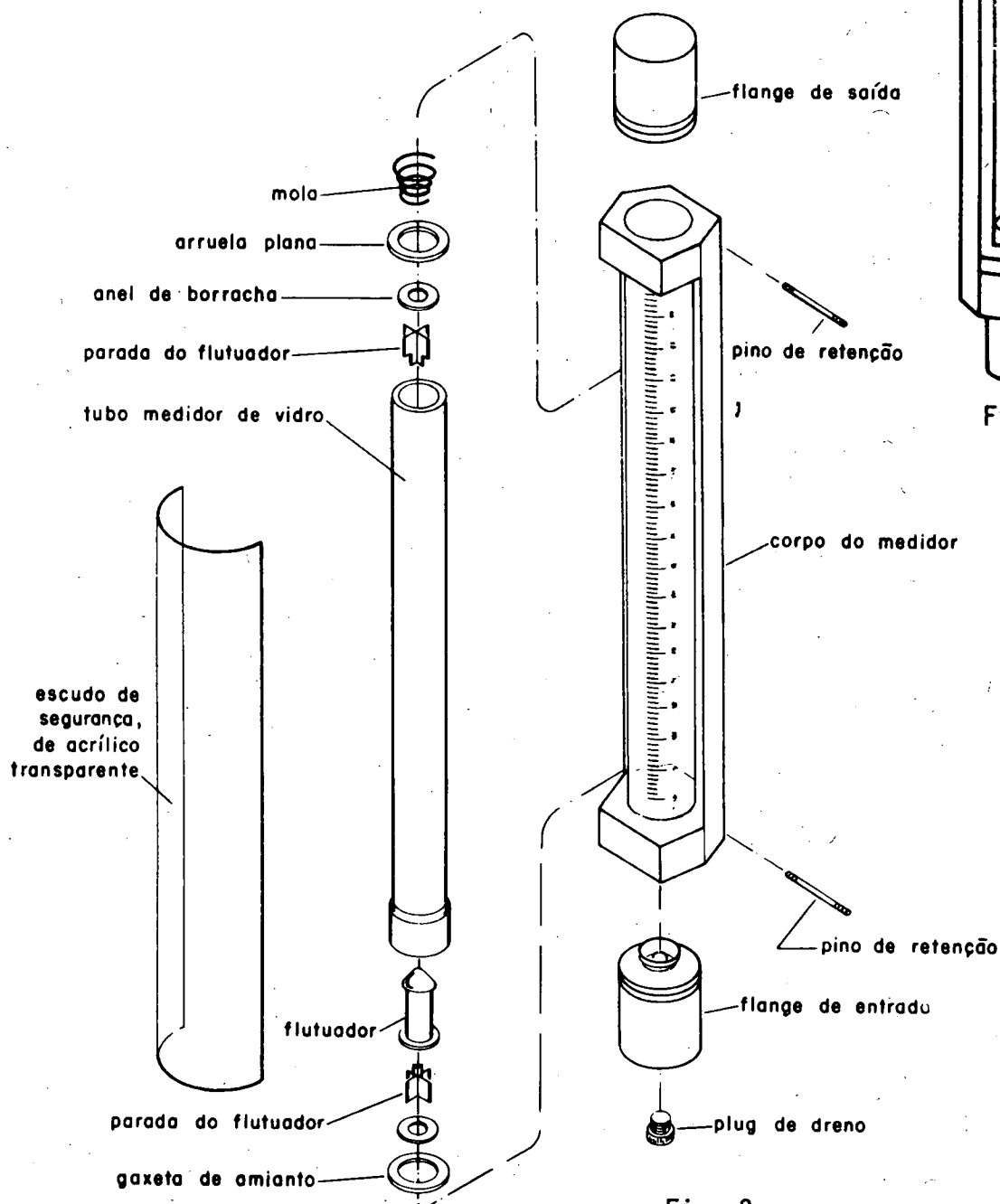


Fig. 1

Fig. 2

A medição é conseguida através do flutuador que se desloca mais ou menos, de acordo com a intensidade da vazão. A leitura é feita na graduação do tubo medidor (fig. 3).

Ele indica a vazão em m³/min diretamente ou em relação à graduação, dependendo do modelo e do fabricante. No rotâmetro de leitura direta, a vazão já é a que for indicada pelo flutuador. Nos outros tipos de rotâmetros, a leitura será obtida através de cálculos, conforme exemplo abaixo.

Um rotâmetro com capacidade máxima de 24,7 pés cúbicos por minuto, cujo tubo está dividido em cem (100) partes iguais, tem o seu flutuador parado na marca 12 do tubo.

Qual será o valor da vazão deste instrumento?

$$\frac{1}{100} = \frac{x}{24,7} \quad x = \frac{24,7 \times 1}{100}$$

$$\therefore x = 0,247$$

$$0,247 \times 12 = 2,964 \text{ pés cúbicos por minuto}$$

Resposta: A capacidade de vazão é de 2,964 pés cúbicos por minuto.

COMO MEDIR VAZÃO NO ROTÂMETRO (fig. 4)

- 1 - Ligue uma extremidade do tubo capilar no conector rápido.
- 2 - Abra a linha de ar seco e deixe-o fluir do tubo capilar pela outra extremidade, para limpá-lo.
- 3 - Feche a linha de ar seco e ajuste o regulador de pressão para 100 psi (1 lbf/pol²).
- 4 - Ligue a outra extremidade do tubo capilar ao conector do rotâmetro.
- 5 - Abra lentamente a linha de ar seco e confira se a pressão mantém em 100 psi, caso contrário reajuste-a para 100 psi.
- 6 - Faça a leitura no rotâmetro e anote o valor do índice indicado.
- 7 - Procure no gráfico, se deseja saber qual a vazão em pés³/minuto correspondente à marcação do vidro do rotâmetro (exemplo: 49,2 marcação do vidro, correspondente a 2,65 scpm (do gráfico)).

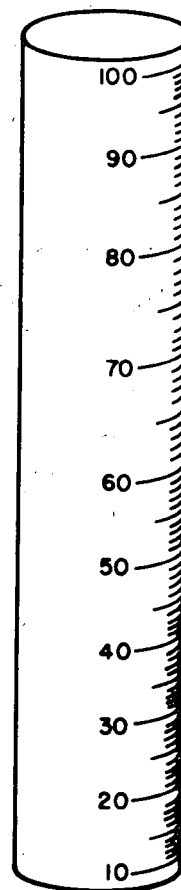


Fig. 3

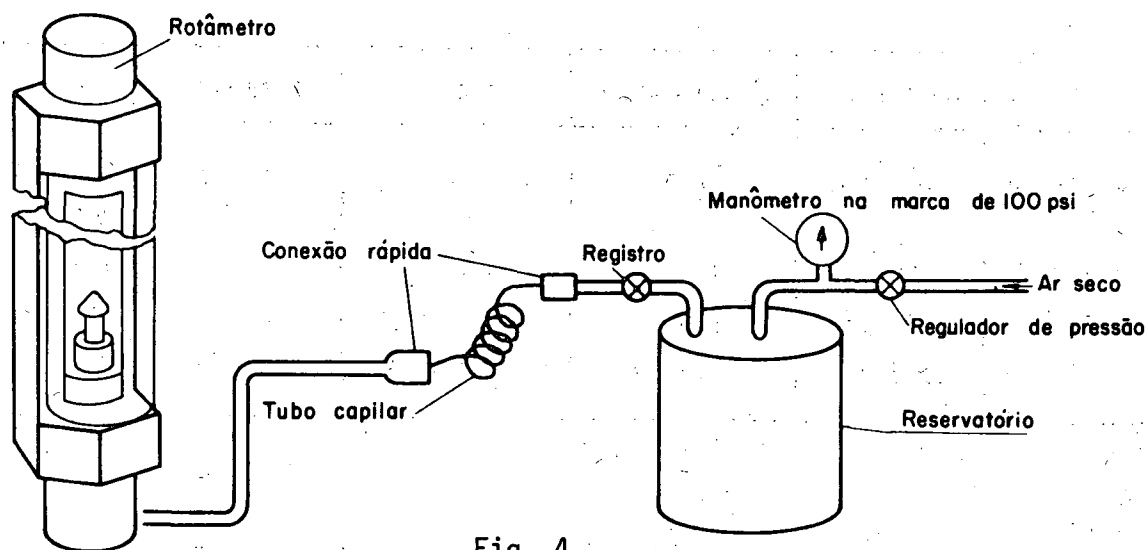


Fig. 4

EXEMPLO COM TUBOS CAPILARES DE CONDICIONADORES DE AR

Compres.	ϕ interno	Comprimento	Modelo	Vazão	ϕ Externo
1 cv	1,575 mm	0,762 m	MC 13-95	2,65 a 2,90	2,667 mm
1 1/2 cv	1,753 mm	0,838 m	MC 017125	3,50 a 3,70	-
2 cv	1,397 mm	0,685 m	MC 016160	2,30 a 2,10	-

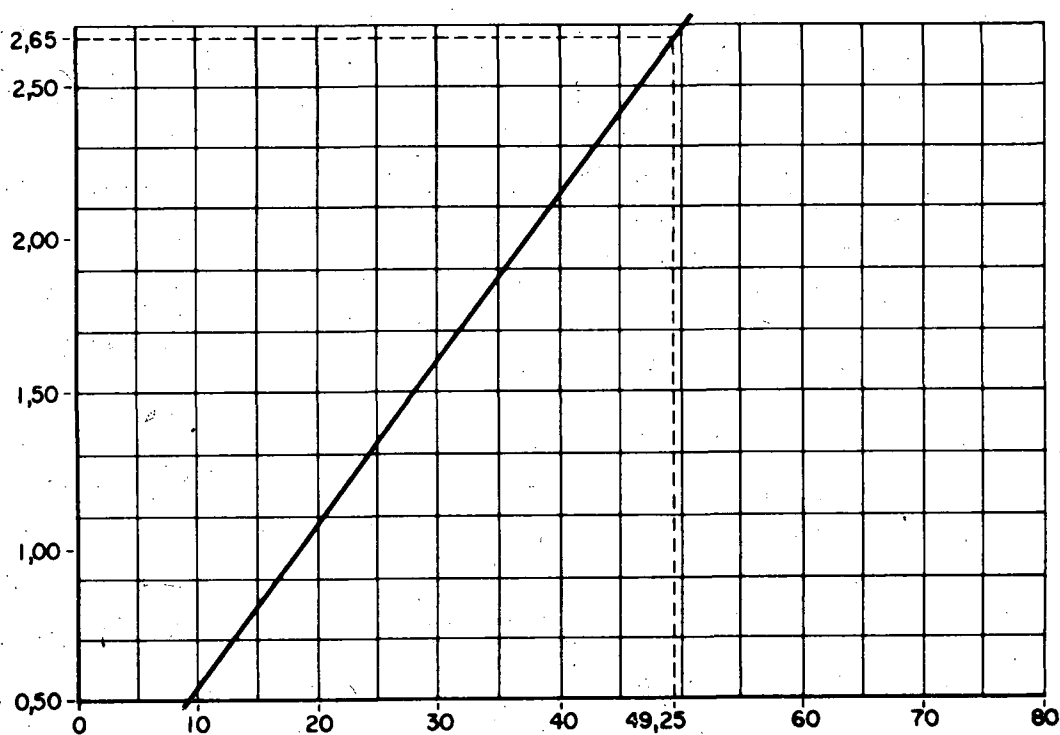
Para fazer teste de vazão, na unidade que tenha funcionado mais de cinco anos, uma vez conhecido o valor da vazão do tubo capilar, proceda da seguinte maneira:

- 1 - Desselde a ligação do tubo de sucção com o tubo de baixa do compressor (feche depois a extremidade do tubo de baixa do compressor).
- 2 - Ligue a conexão rápida à válvula de serviço do compressor.
- 3 - Abra a válvula de serviço do compressor.
- 4 - Abra o registro de ar seco a 100 psi, lentamente.
- 5 - Deixe o ar seco escoar durante uns 20 segundos e depois faça a leitura no rotâmetro. Encontrará os valores da tabela a seguir, depois de feita a conversão em $\text{pés}^2/\text{minuto}$.

ϕ Interno	ϕ Externo	Comprimento	Vazão	Compres.	Unidade
0,787 mm	2,05 mm	2,75 m	0,20 - 0,24	1/8 cv	XC80, NR10 JB120, YA10
0,787 mm	2,05 mm	3,20 m	0,19 - 0,21	1/8 cv	K 105
0,787 mm	2,05 mm	2,85 m	0,19 - 0,23	1/8 cv	GA 110
0,762 mm	2,05 mm	2,54 m	0,19 - 0,21	1/4 cv	WA 120

A pequena resistência oferecida pelo resto da tubulação não altera sensivelmente o valor do tubo capilar sozinho. Estará dentro da tolerância.

PARA AR CONDICIONADO



MARCAÇÃO DO VISOR DO ROTÂMETRO

Escala Rotâmetro FISHER & PORTER

Pode-se dizer que a *chave de faca* é o interruptor mais simples que se conhece. Estas chaves são geralmente providas de porta-fusíveis para proteção dos circuitos em que são inseridos.

CHAVES DE FACA

São fabricadas para diversas correntes, desde 30 até 600 ampères e para tensões nunca superiores a 600 volts, devido a esse tipo de chave não oferecer muita segurança ao operador.

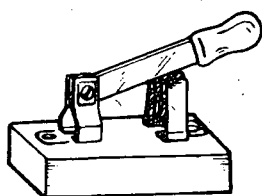


Fig. 1

Chave de faca de 1 pólo (fig. 1)

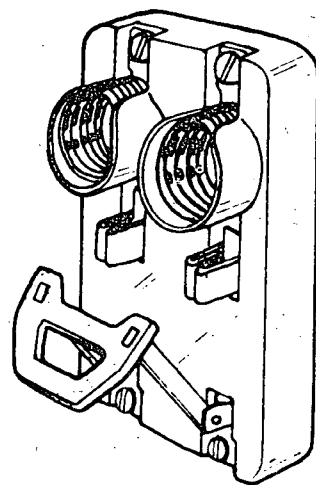


Fig. 2

Chave de faca de 2 pólos com porta-fusível rolha (fig. 2)

Chave de faca de 3 pólos com porta-fusível cartucho (fig. 3)

As chaves de faca das figuras 1, 2 e 3 sô poderão ser instaladas de modo que o peso das lâminas não tenda a fechá-las.

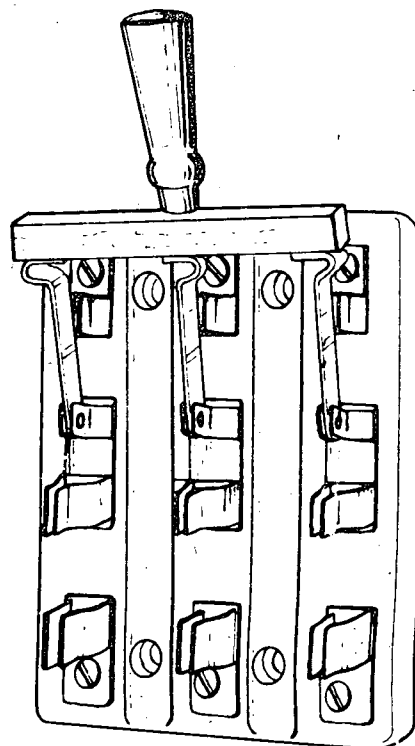


Fig. 3

Na posição aberta, os porta-fusíveis deverão ficar sem tensão.

Esses tipos de chaves são poderão ser empregadas dentro de caixas apropriadas, com portas ou em quadros, desde que os locais sejam perfeitamente secos, longe de material inflamável e onde fiquem sob supervisão e só possam ser operadas por pessoas qualificadas.

Para utilização, em geral, as chaves de faca deverão ser do tipo blindado, operáveis do exterior da caixa (fig. 4).

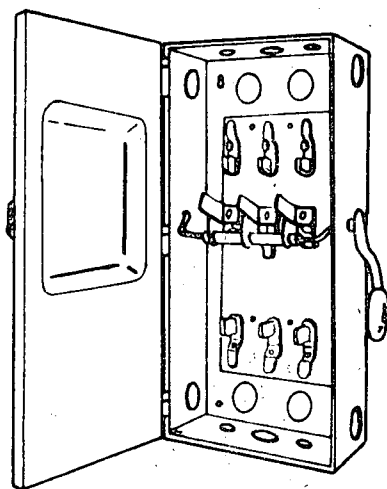


Fig. 4

Existem chaves de faca equipadas com dispositivo mecânico de desligamento rápido.

Chaves com facas expostas ou blindadas, sem dispositivos mecânicos de abertura rápida para impedir que se forme arco entre polos adjacentes, só poderão ser usadas para interromper corrente até o máximo de 200 ampères, sob tensões até 250 volts, ou até o máximo de 100 ampères sob maiores tensões até 600 volts.

FUSÍVEIS

Os fusíveis são dispositivos de proteção e podem ser dos tipos rolha, cartucho com virola ou cartucho tipo faca.

Fusível rolha de 6 a 30 A (fig. 5)

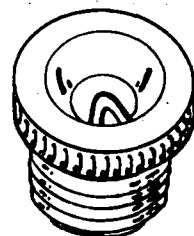
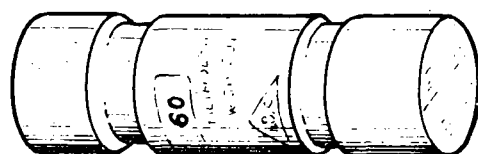


Fig. 5

Fusível de cartucho com virola até 60 A (fig. 6)



Cartucho tipo faca para mais de 60 A (fig. 7)

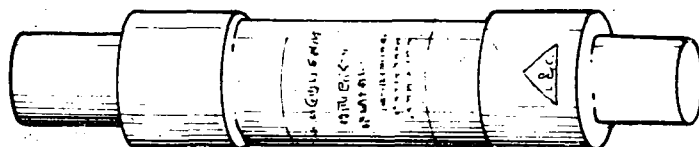


Fig. 7

Os três modelos de fusíveis das figuras 5, 6 e 7 são encontrados no comércio, também, nos tipos renováveis, o que permite, uma vez queimados, a substituição do elo interno, sendo aproveitada toda a carcaça do fusível (figuras 8, 9 e 10).

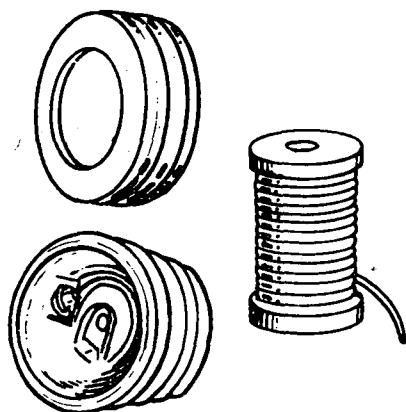


Fig. 8

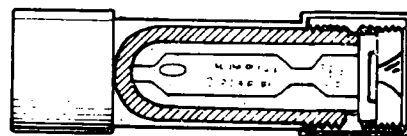


Fig. 9

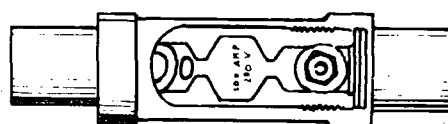
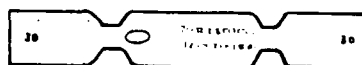


Fig. 10



Na folha anterior foram ilustrados os três tipos de fusíveis renováveis com seus correspondentes elos fusíveis.

Os *fusíveis* podem ser encontrados no comércio nos seguintes padrões:

TIPO ROLHA	TIPO CARTUCHO COM VIROLA	TIPO FACA
6 A	5 A	70 A
10 A	10 A	80 A
15 A	15 A	90 A
20 A	20 A	100 A
25 A	25 A	110 A
30 A	30 A	125 A
	35 A	150 A
	40 A	175 A
	45 A	200 A
	50 A	225 A
	55 A	250 A
	60 A	300 A
		350 A
		400 A
		450 A
		500 A
		600 A

Além da classificação das chaves demarradoras em chaves de partida direta e chaves de partida com tensão reduzida, podemos ainda classificá-las em chaves de comando manual e chaves de comando automático.

Esta folha tratará das *chaves trifásicas de comando manual*, tanto de partida direta como de tensão reduzida.

TIPOS

Podem ser divididos em dois grupos:

- para partida direta
- para partida com tensão reduzida

Para partida direta

Podem ser do tipo *faca*, com proteção térmica e de reversão.

Chave de faca

A chave de faca tripolar, exposta ou blindada, é o tipo mais simples de chave manual de partida direta que podemos encontrar. As chaves de faca equipadas com mecanismo de desligamento rápido são mais próprias para comando de motores.

A ilustração abaixo (fig. 1), mostra uma dessas chaves.

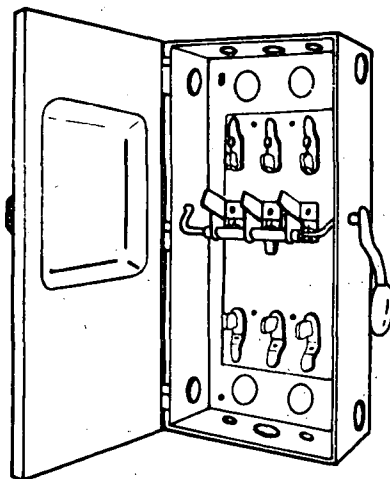
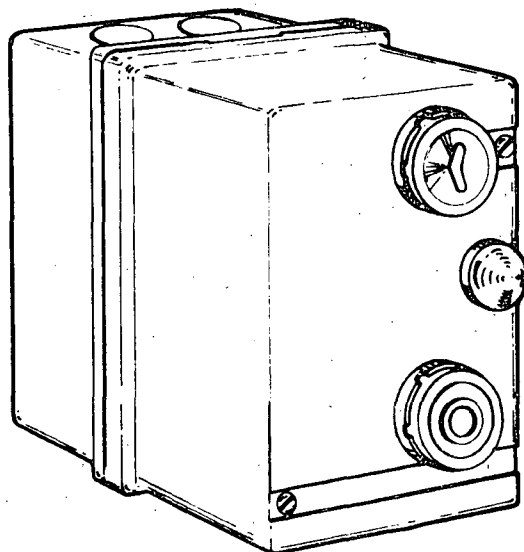


Fig. 1

Com proteção térmica

Estas chaves são equipadas com um dispositivo térmico que desarma mecanicamente os contatos, ao ser o circuito percorrido por uma corrente excessiva, durante um tempo mais prolongado. As chaves trifásicas com proteção térmica são, também, conhecidas como "guarda-motores" (figs. 2 e 3).



Aspecto externo de uma chave trifásica com proteção térmica

Fig. 2

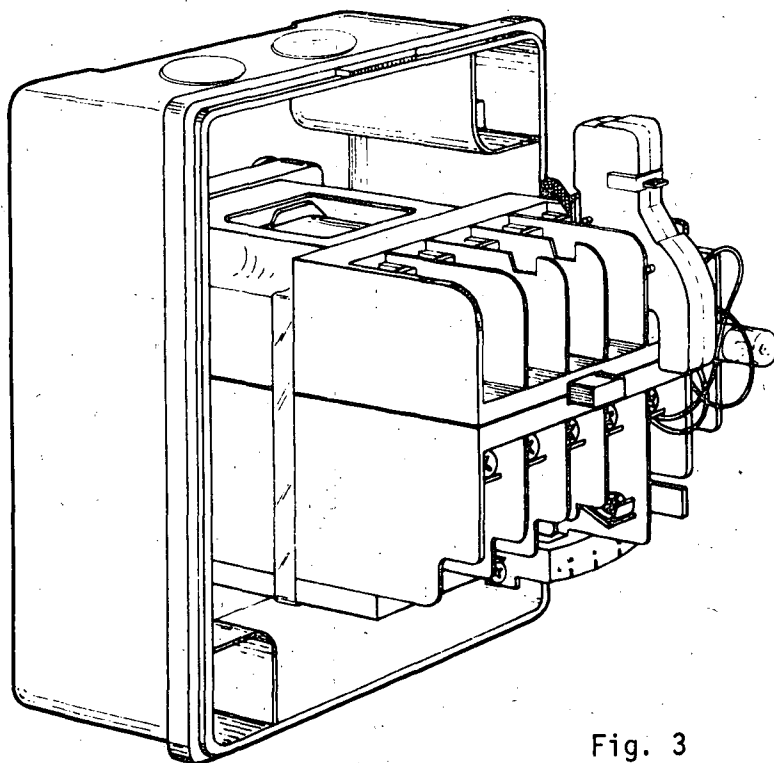


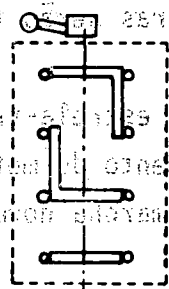
Fig. 3

Vista do interior de uma chave com proteção térmica

De reversão

São chaves que, não possuindo dispositivos de proteção ao circuito, servem-se unicamente à manobra de motores.

São encontradas nos mais variados tipos, sendo que, em sua maioria, permitem três posições, com as seguintes comutações (figs. 4, 5 e 6):



Alavanca deslocada para a esquerda

Fig. 4

O tipo mais comum de chave trifásica de reversão é o da fig. 7.

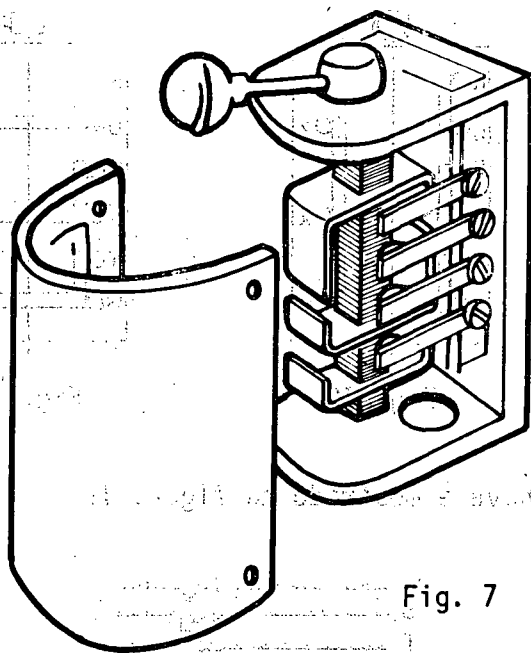
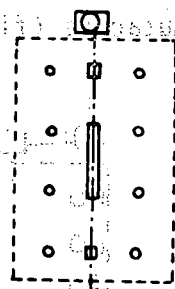
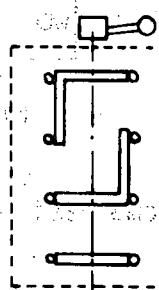


Fig. 7



Alavanca ao centro (Desligado)

Fig. 5



Alavanca deslocada para a direita

Fig. 6

O esquema básico das ligações dessa chave é o seguinte (fig. 8):

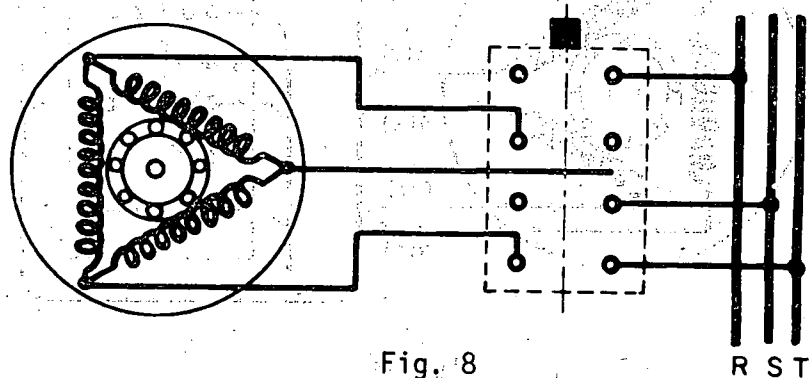


Fig. 8

R S T

Para partida com tensão reduzida

A chave *estrela-triângulo* e algumas chaves compensadoras estão nessa classificação. Aqui trataremos apenas da chave *estrela-triângulo*. As chaves *compensadoras* serão tratadas em outra folha.

A chave *estrela-triângulo* é uma chave destinada, numa posição, a conectar o enrolamento do motor em *estrela*, para a partida, e na outra, em *triângulo*, para a marcha normal do motor.

Estas chaves, como as reversoras, não dispõem de dispositivos de proteção do circuito e destinam-se, unicamente, à manobra de motores trifásicos. São encontrados em vários tipos e permitem, também, três posições, com as seguintes comutações (figs. 9, 10 e 11).

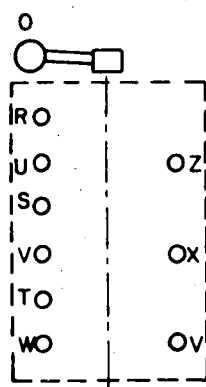


Fig. 9

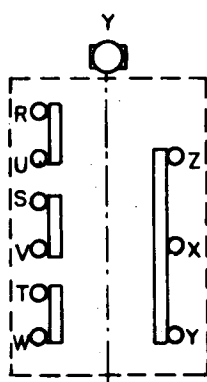


Fig. 10

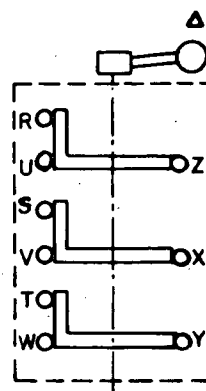


Fig. 11

O esquema básico desse tipo de chave é mostrado na figura 12.

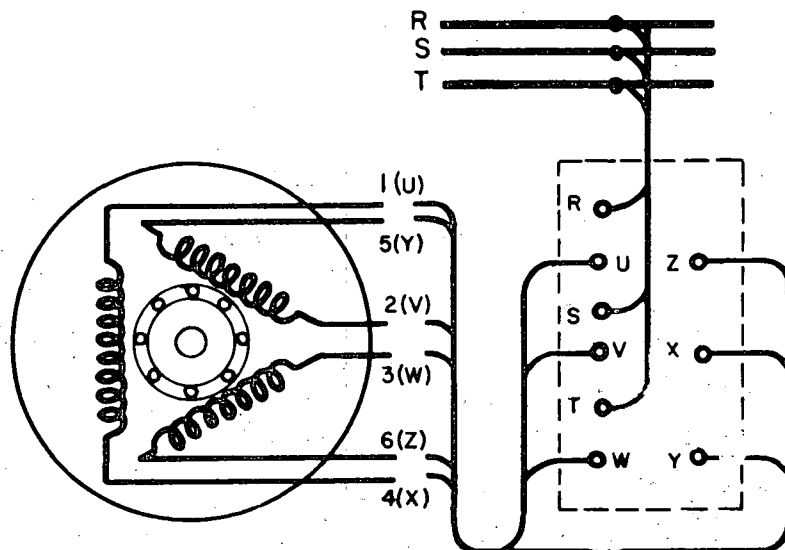


Fig. 12

As *tubulações* são usadas em refrigeração para conduzir gases refrigerantes e óleos lubrificantes. As *conexões* são usadas para unir as tubulações.

TUBULAÇÕES

São fabricadas de acordo com o tipo de trabalho que será prestado, pois de las depende o bom funcionamento do sistema de refrigeração e, ainda, a segurança da instalação.

Os tubos de cobre são comumente usados em refrigeração por resistirem a altas pressões e temperaturas, sendo maleáveis.

Nos casos que existam movimentos relativos entre as peças, torna-se necessário o uso de uma tubulação flexível, cujo material é determinado de acordo com a natureza do trabalho.

Para o corte e o flangeamento de tubulações, existem ferramentas apropriadas (figs. 1 e 2).

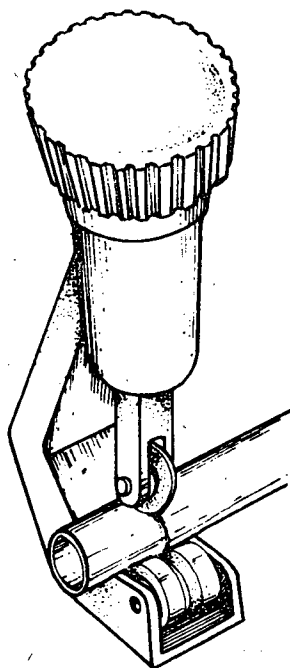


Fig. 1

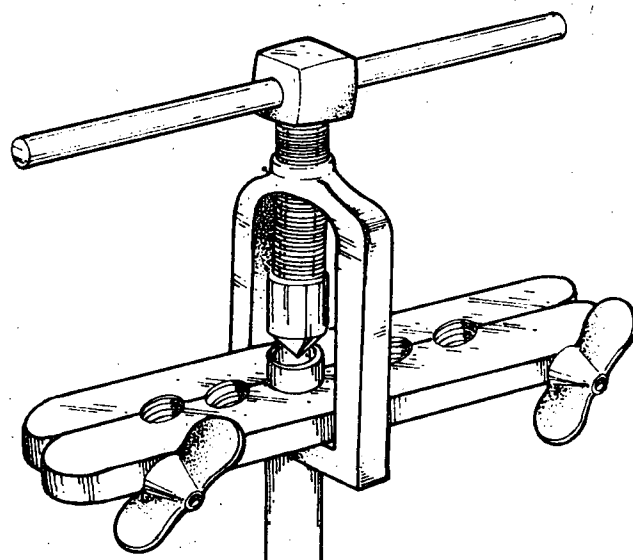


Fig. 2

As curvas devem ser feitas com curvadores especiais para tubo de cobre. O seu diâmetro deve ser relativamente grande e depende da bitola do tubo, mas não deve ser inferior a 15 cm a não ser em casos extremamente difíceis, evitando-se, porém, qualquer tipo de enrugamento e amassamento, mesmo nas partes retilíneas.

As voltas feitas na tubulação, para se evitarem ou reduzirem vibrações, de vem ter seu plano no sentido horizontal e nunca no vertical (fig. 3), a fim de que não haja acumulação de óleo na curvatura inferior, o que estrangula ria a passagem do vapor do refrigerante.

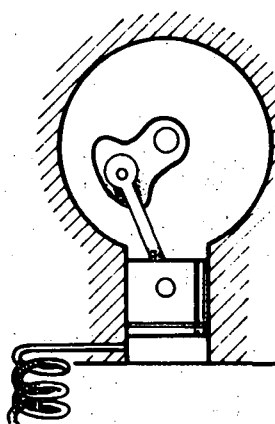


Fig. 3

A tubulação de sucção não pode ter qualquer tipo de estrangulamento, pois uma restrição nessa linha aumentaria a pressão do evaporador e dificulta ria a regulagem do conjunto.

Não pode, também, ter altos e baixos: deve ser ligeiramente inclinada para o compressor (figs. 4 e 5).

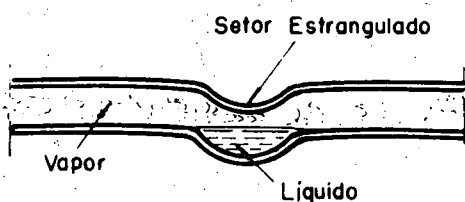


Fig. 4

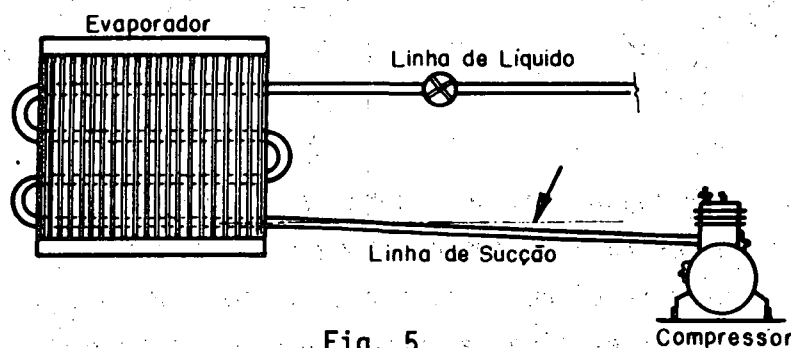


Fig. 5

CONEXÕES

São fabricadas também, de acordo com o trabalho que será prestado.

Existem diferentes tipos de conexão de tubos na indústria de refrigeração. Os tipos mais comuns são: de compressão (fig. 6), tubo flexível (figura 7), uniões, reduções, tampões internos e externos (fig. 8).

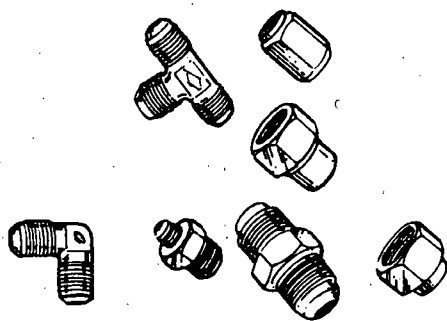


Fig. 6

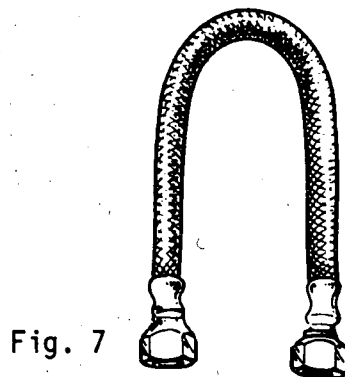


Fig. 7

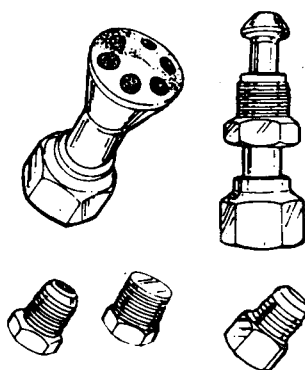


Fig. 8

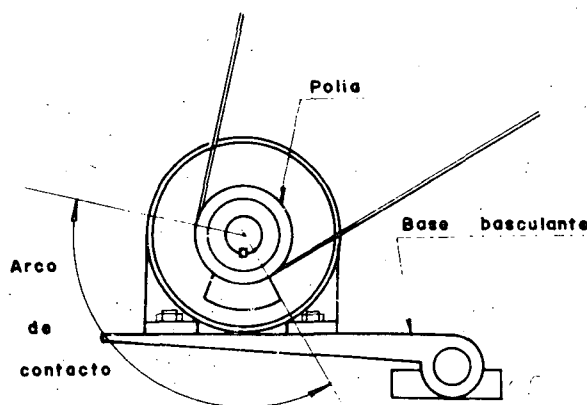
TIPOS

Os acoplamentos indiretos podem ser:

- por correia
- por corrente

Por correia

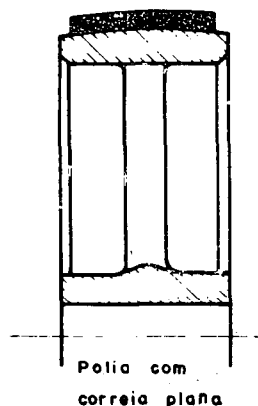
No qual o eixo do motor se liga ao eixo da máquina através de correias. Esse tipo de acoplamento é empregado quando se quer fazer pequenas reduções de velocidade entre o eixo do motor e o eixo da máquina, ou quando a disposição do eixo de máquina não facilita acoplamento direto, no caso dos eixos da mesma velocidade (fig. 1).



Acoplamento por correia usando-se base basculante

Fig. 1

Para esse acoplamento, dispõe-se de dois tipos de correia que dão o nome ao sistema: *correia plana* (fig. 2) e *correia em V* (fig. 3). As correias trabalham sobre polias que são montadas nos eixos e fixadas com chavetas.



Polia com
correia plana

Fig. 2



Polia com

2 correias em V

Fig. 3

As correias planas têm o uso, atualmente, limitado ao acoplamento de máquinas pesadas. Essas correias podem ser encontradas em couro, em balata e em borracha, sendo que as duas últimas têm um núcleo de lona que pode ser constituído de 3 a 10 capas de tecidos. São encontradas em dimensões padronizadas de espessura e largura.

Quanto à largura, encontram-se dessas correias com as seguintes dimensões: de 1/2" até 1", com variação de 1/8", de 1" até 3", com variação de 1/4", de 3" até 6", com variação de 1/2", de 6" até 10", com variação de 1", e maiores, ainda, chegando até a largura máxima de 84". Quanto à espessura, existem 3 tamanhos que são: correias simples com 1/8" de espessura, correia dupla com 1/4" de espessura e correia tripla com 3/8" de espessura.

As polias para correias chatas devem ter o tambor ou aro abaulado; isto porque as correias têm uma tendência de se deslocarem, nas superfícies cônicas, para o lado de maior diâmetro.

Assim, nas polias abauladas as correias ficam centradas no tambor, não caindo pelos lados das mesmas.

No sistema de transmissão por correia plana (fig. 4) deve-se observar:

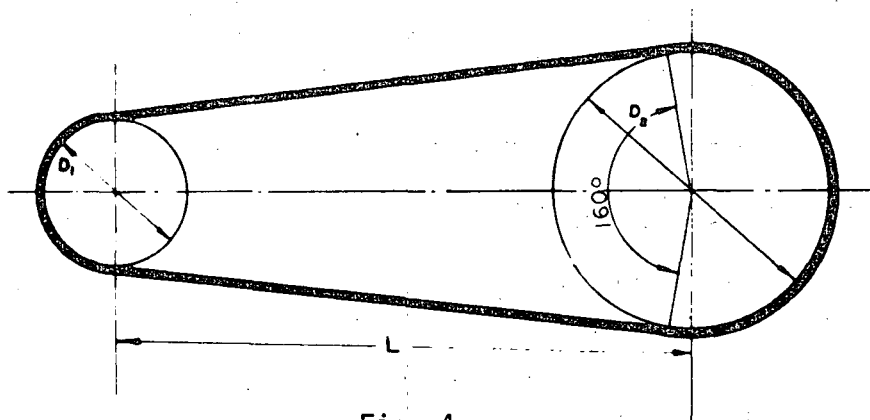


Fig. 4

Correia de 1/8" - diâmetro mínimo da polia - 100 mm

Correia de 1/4" - diâmetro mínimo da polia - 200 mm

Correia de 3/8" - diâmetro mínimo da polia - 300 mm

A distância L entre os eixos deve ser igual ou maior a 3,5 vezes o diâmetro da polia maior, a fim de que o menor arco de contato tenha um ângulo de 160° .

A polia maior só pode ser, no máximo, 5 vezes a polia menor.

As correias planas deslizam sobre a polia e, em alguns casos, costuma-se em pregar breu em p \tilde{o} ou pastas especiais.

As correias planas devem ser emendadas, para isso existindo "emendas" e "gran pos" especiais. Dentre eles, os melhores são os que permitem emenda de topo.

As correias em V têm o uso, atualmente, generalizado ao acoplamento de moto res de baixa e média potência. Essas correias são fabricadas com borracha sintética envolvendo um núcleo de cordonê. As correias em V são encontradas em 5 seções padronizadas, conhecidas como: A, B, C, D e E, e em diferentes comprimentos, conforme consta na tabela abaixo:

Seção (tamanho)	Largura (polegada)	Altura (polegada)	Perímetros aproximados em metros	
			mínimo	máximo
A	1/2	11/32	0,650	3,300
B	21/32	7/16	0,920	7,600
C	7/8	17/32	1,300	10,000
D	1 1/4	3/4	3,100	15,000
E	1 1/2	1	4,650	17,000

Essas correias trabalham sobre polias de gornios em V, cujas dimensões visam satisfazer às da correia com que irá operar. Os gornios devem ter uma pro fundidade tal que impeça a base da correia encostar no fundo da polia, fa zendo a correia ajustar-se apenas sobre os lados (fig. 5).

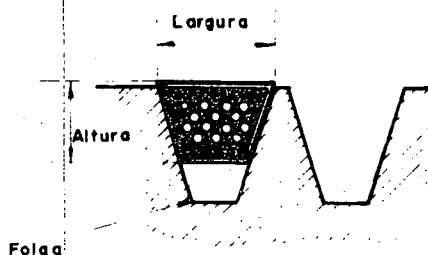


Fig. 5

No acoplamento com correias em V, pode-se usar uma só correia ou várias correias na mesma polia. Usando-se várias correias, deve-se cuidar que as mesmas tenham exatamente o mesmo perímetro, pois, para um mesmo comprimento nominal, as correias têm variações. Assim, as mais curtas ficarão mais tensas e, portanto, suportando mais carga que as demais, o que irá danificá-las rapidamente.

No sistema de transmissão com correias em V, deve-se observar:

- Os menores diâmetros de polia que as correias em V admitem, são os seguintes:

Correia A - diâmetro - 50 mm

Correia B - diâmetro - 100 mm

Correia C - diâmetro - 175 mm

Correia D - diâmetro - 250 mm

Correia E - diâmetro - 450 mm

- A distância L entre os eixos deve ser igual ou maior que 2 vezes o diâmetro da polia maior, a fim de que o menor arco de contato tenha um ângulo de 130° (fig. 6).

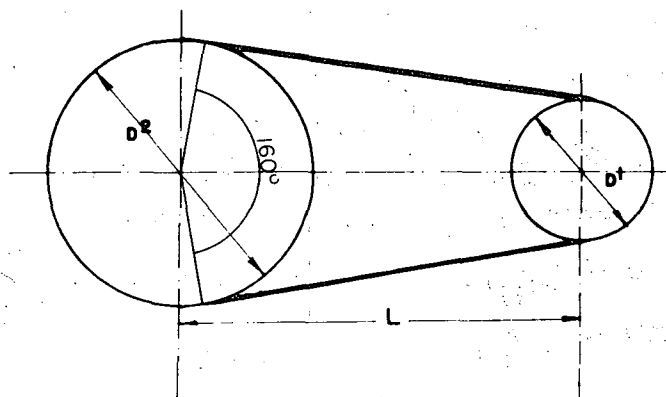


Fig. 6

- A polia maior só pode ser, no máximo, 8 vezes a polia menor.
- As correias em V podem ser usadas até para transmissão na vertical.

Numa transmissão por correias, quer para as correias planas, quer para as correias em V, deve-se observar ainda os seguintes pontos:

- O número de rotações da polia motriz, que é dado pela fórmula:

$$\text{rpm (polia motriz)} = \frac{\text{Diâmetro polia motora}}{\text{Diâmetro polia motriz}} \times \text{rpm (polia motor)}$$

- As correias não devem trabalhar com velocidade linear superior a 1 500 metros por minuto, em local com temperatura superior a 60°C em contato com óleo ou graxa. As correias têm capacidade de transmissão limitada e para cada tipo de correia, têm-se essa capacidade dependendo ainda da sua velocidade linear, conforme vem relacionado no quadro abaixo:

Velocidade linear de correia (m/min)	Correia plana		Correia em V				
	espessura 1/4"	espessura 3/8"	A	B	C	D	E
	HP por 1" de largura		HP por uma correia				
300	1,3	2,0	0,5	0,8	3,0	6,0	8,5
400	1,8	2,6	0,6	1,1	3,6	7,4	10,5
600	2,8	3,9	1,1	1,8	5	10,2	14,0
800	3,7	5,3	1,6	2,2	6,6	13,3	18,0
1 000	4,6	6,6	2,0	2,8	8	16,0	22
1 250	5,7	8,2	2,1	3,1	9	18	24
1 500	6,8	10,0	2,2	3,2	9	18	24

Os números indicam a potência, em HP, que as diferentes correias podem transmitir a diversas velocidades.

Deve-se observar que os eixos estejam paralelos entre si e as polias alinhadas. As correias planas devem trabalhar tensas, esticadas, para evitar deslizamentos; as correias em V não necessitam estar esticadas, apenas o suficiente para que as mesmas não trabalhem muito bambas.

Sempre que possível, o lado inferior da correia deve ser escolhido para ser o lado de tração, ou lado tenso, deixando-se o lado superior bambo (fig. 7).

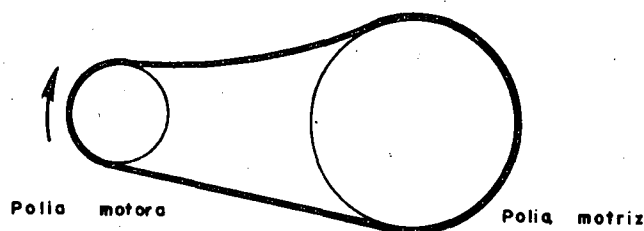


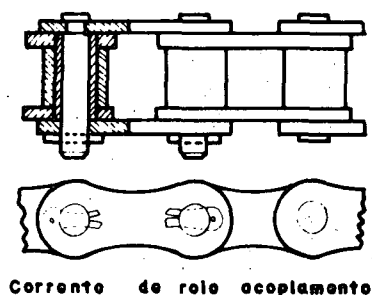
Fig. 7

Por corrente

No qual o eixo do motor se liga ao eixo da máquina através de correntes. Esse tipo de acoplamento é empregado em todos os casos em que se recomenda o uso de correias.

As correntes são de custo mais elevado que as correias, por isso o emprego daquelas fica reservado para a substituição destas nas seguintes situações: quando a distância entre os eixos é muito pequena; quando a razão de redução é maior que 8; quando não se permite "deslizamento" na transmissão (as correias sempre deslizam sobre as polias); e quando a transmissão está sujeita a variações de temperatura, poeiras ou fumo.

Os tipos de correntes mais usados são os seguintes (figs. 8 e 9):



Corrente de rolo acoplamento

Fig. 8

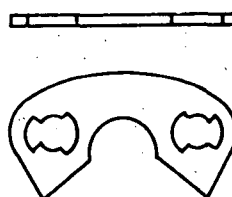
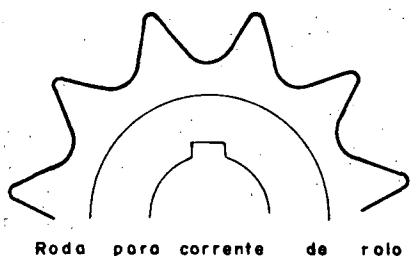
Correntes silenciosas
acoplamentos pesados

Fig. 9

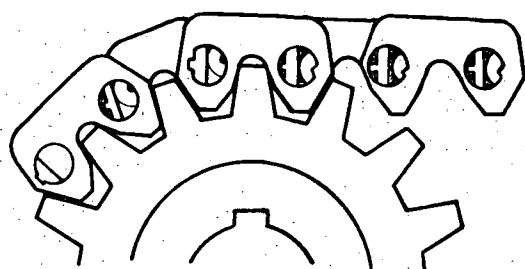
Essas correntes são conhecidas pelos tamanhos nominais em que são encontradas, ou seja, pelas dimensões padronizadas de $3/8"$, $1/2"$, $5/8"$, $3/4"$, $1"$ e maiores até $3"$. Esses tamanhos referem-se à distância "p" (entre dois eixos de um mesmo elo) a que se dá o nome de "módulo" (em inglês: pitch).

Essas correntes trabalham sobre rodas dentadas especiais, conforme as apresentadas nos desenhos seguintes (figs. 10 e 11).



Roda para corrente de rolo

Fig. 10



Roda para corrente silenciosa

Fig. 11

As correntes podem ser simples, dupla ou tripla, sendo encontradas em qualquer comprimento (figs. 12, 13 e 14).

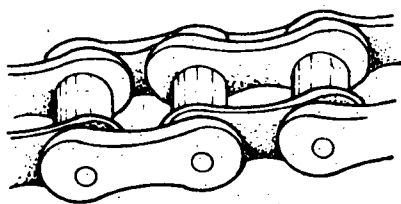
Corrente de $5/8"$ simples

Fig. 12

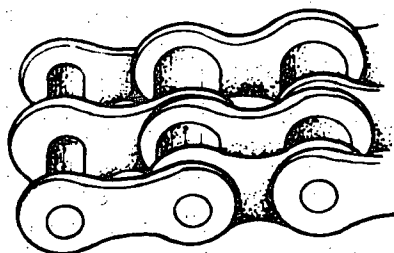
Corrente de $5/8"$ dupla

Fig. 13

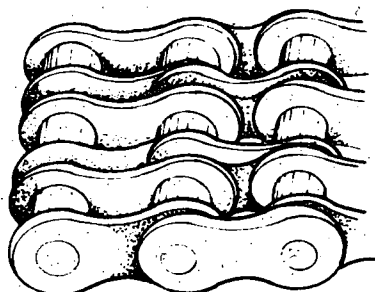
Corrente de $5/8"$ tripla

Fig. 14