

Eletricista Instalador Predial

Federação das Indústrias do Estado de Pernambuco

Presidente

Jorge Wicks Côrte Real

Departamento Regional do SENAI de Pernambuco

Diretor Regional

Antônio Carlos Maranhão de Aguiar

Diretor Técnico

Uaci Edvaldo Matias

Diretor Administrativo e Financeiro

Heinz Dieter Loges

Ficha Catalográfica

537 SENAI.DR.PE. **Eletricista Instalador Predial.**
S474i Recife, SENAI.PE/DITEC/DET, 2004.
 1. INSTALADOR PREDIAL - ELETRICISTA
 2. ELETRICISTA – INSTALADOR PREDIAL
 3. MATERIAL DIDÁTICO - ELETRICISTA
 I. Título

Direitos autorais exclusivos do SENAI. Proibida a reprodução parcial ou total, fora do Sistema, sem a expressa autorização do seu Departamento Regional.

SENAI – Departamento Regional de Pernambuco

Rua Frei Cassimiro, 88 – Santo Amaro

50100-260 - Recife – PE

Tel.: 81.3416-9300

Fax: 81.3222-3837

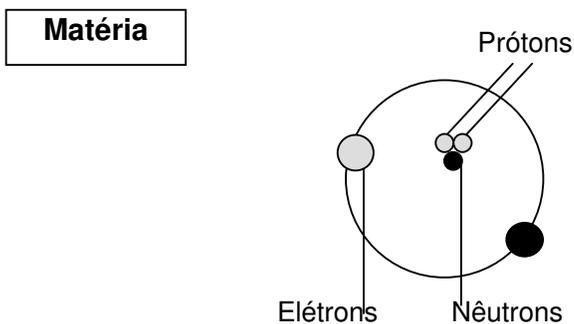
SUMÁRIO

MATÉRIA	5
GRANDEZAS ELÉTRICAS	8
FONTES GERADORAS DE ENERGIA ELÉTRICA	13
CIRCUITO ELÉTRICO	15
RESISTIVIDADE	17
LEI DE OHM.....	19
CORRENTE CONTÍNUA E ALTERNADA.....	22
MAGNETISMO E ELETROMAGNETISMO.....	24
CORTE, CURVAMENTO E ABERTURA DE ROSCA EM ELETRODUTO.....	28
DESENHO TÉCNICO NA ÁREA DE ELETRICIDADE.....	58
DISPOSITIVOS DE COMANDO	82
VARIADOR DE LUMINOSIDADE (DIMMER).....	100
LIGAÇÃO DE CAMPANHAS E CIGARRAS.....	101
INSTALAÇÃO DE MINUTERIA.....	105
CONJUNTO FLUORESCENTE	110
INSTALAÇÃO DE CHUVEIRO ELÉTRICO.....	122
MOTORES ELÉTRICOS.....	130
MOTORES MONOFÁSICOS	134
MOTOR TRIFÁSICO	141
ATERRAMENTO.....	145
BIBLIOGRAFIA	150

MATÉRIA

Objetivo

Ao final deste tópico, o aluno deverá desenhar o modelo atômico, identificando suas camadas, seus elementos e a carga elétrica de cada elemento.



Matéria

É tudo aquilo que ocupa lugar no espaço.

Toda matéria composta por elementos básicos que representam a menor parte da matéria, estes elementos básico são chamados de **átomos**.

Prótons

Está localizado no núcleo. Possui carga elétrica positiva (+).

Nêutrons

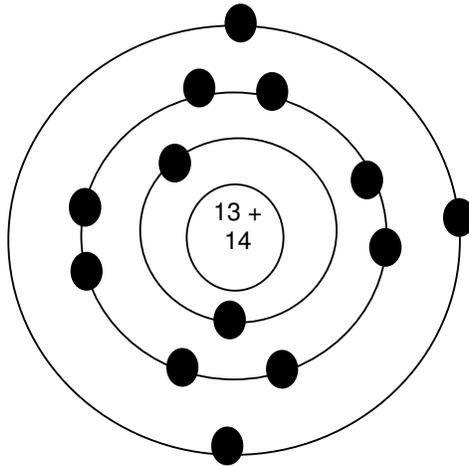
Está localizado também no núcleo. Não possui carga elétrica.

Elétrons

Está localizado em uma região chamada eletrosfera. Possui carga elétrica negativa (-). Os elétrons distribuem-se na eletrosfera de maneira ordenada, em 7 camadas, da seguinte forma:

1. **K** = 2 elétrons
2. **L** = 8 elétrons
3. **M** = 18 elétrons
4. **N** = 32 elétrons
5. **O** = 32 elétrons
6. **P** = 18 elétrons
7. **Q** = 8 elétrons

Ex.: O átomo de alumínio possui 13 elétrons.



Obs.: A última camada do átomo não pode ter mais que 8 elétrons. Esta camada é chamada de valência e, é responsável pelas ligações químicas entre os átomos (ligação molecular).

As substâncias que possuem átomos com 2 ou 8 elétrons na última camada são **estáveis**.

Ex.: O gás argônio.

Os átomos encontrados na natureza estão equilibrados e por isso possuem número de prótons igual ao número de elétrons.

Substância Simples

São aquelas formadas por um único tipo de átomo.

Ex.: ferro, alumínio, oxigênio, etc.

Substância Compostas

São formadas por mais de um tipo de átomo.

Ex.: água, gás carbônico.

Exercício

1º) Sabendo-se que o átomo de ferro possui 26 elétrons, faça a distribuição e diga qual a quantidade de prótons existente neste átomo.

2º) Responda:

a) No átomo do exercício anterior há quantos elétrons na camada de valência?

b) O átomo de oxigênio possui 8 elétrons. Esse átomo é estável? Por quê?

GRANDEZAS ELÉTRICAS

Grandezas - é tudo aquilo que pode ser medido.

Ex.: Comprimento (metro, quilometro)

Área (metro quadrado, quilometro quadrado)

Grandezas Elétricas

São grandezas que provocam ou são provocadas por efeitos elétricos, ou ainda que contribuem ou interferem nestes efeitos.

1ª Grandeza Elétrica

Corrente Elétrica - é o movimento ordenado de elétrons dentro de um material condutor.

A unidade da corrente elétrica é o **Ampère**, abreviado pela letra “**A**”.

- Múltiplos do AMPÈRE:
- **QUILOAMPERE**, abreviado pela letra **kA**. → um Quiloampere é igual a **1000A**.

1kA = 1000A

Para converter **kA** para AMPÈRE (**A**), segue-se o seguinte prosseguimento:

- Pega-se o valor em kA e **multiplica-se** por 1000 (mil), o resultado desta multiplicação será em AMPÈRE.

Exemplos:

a) Converter-se 2,5 kA para Ampère.

$$2,5 \times 1000 = 2.500 \text{ A}$$

b) Converter 5,5 kA para Ampère

$$5,5 \times 1000 = 5.500 \text{ A}$$

- Para converter AMPÈRE para kA. **Divide** o valor em AMPÈRE por 1000 (mil)

Ex.: Converter 2000 Ampère em kA
 $2000 / 1000 = 2 \text{ kA}$

- Submúltiplos do AMPÈRE
 - MILIAMPERE, abreviado pelas letra **mA** → um Miliampere eqüivale a **0,001 A**.

1mA = 0,001 A

- Para converter Miliamperes (mA) em Ampères deve-se **dividir** o valor dado em Miliamperes por 1000(mil), o resultado desta divisão será em Ampères.

Ex.: Converter 2000 mA em Ampères
 $2000 / 1000 = 2A$

O instrumento que se utiliza para medir a **Corrente Elétrica** é o **AMPÉRÍMETRO**.

A

2ª Grandeza Elétrica

Tensão Elétrica - é a força que movimenta os elétrons. Também é chamada de Diferença de Potencial (d.d.p), Força Eletromotriz (FEM), Pressão Elétrica.

A unidade de medida da d.d.p é **VOLT**, abreviado pela letra “**V**”

• Múltiplos dos VOLT

- Quilovolt, abreviada por **kV** → um Quilovolt equivale a **1000 V**.

1 kV = 1000 V

- Para converter Quilovolt em volt, deve-se **multiplicar** o valor em Quilovolt por 1000 (mil), o resultado desta divisão será dado em volts.

Ex.: Converter 13,8 kV em volts (v)
 $13.8 \times 1000 = 13800 \text{ V}$

- Para converter volts(V) em Quilovolts (kV), deve-se dividir o valor dado em volts por mil.
- Submúltiplos do VOLT
- MILIVOLT, abreviada por **mV** → um Milivolt equivale a **0,001 V**

$$1\text{m V} = 0,001\text{ V}$$

- Para converter Milivolts em Volts deve-se **dividir** o valor dado em Milivolts (mV) por 1000 (mil), o resultado desta divisão será dado em Volts.

Ex.: Converter 400mV em V.

$$400 / 1000 = 0,4\text{ V}$$

- Para converter Volts em Milivolts deve-se **multiplicar** o valor dado em Volts (V) por 1000 (mil), o resultado desta multiplicação será dado em Milivolts.

Ex.: Converter 2V em mV

$$2 \times 1000\text{ V} = 2000\text{mV}$$

O instrumento utilizado para medir a **Diferença de Potencial** (DDP) é o **VOLTÍMETRO**.



3ª Grandeza Elétrica

Resistência Elétrica - é a dificuldade oferecida a passagem da corrente elétrica por um material condutor de eletricidade.

Sua unidade é o **Ohm**, simbolizado pela letra grega "ômega" Ω .

- **Múltiplos do OHM**

- Quilohm, abreviada por **kΩ** → onde um quilohm equivale a 1000 ohms.

$$1 \text{ k}\Omega = 1000 \Omega$$

Para transformar quilohm em ohms, deve-se **multiplicar** o valor em quilohms por mil, o resultado será em ohms.

Ex.: transformar 2kΩ em ohms.

$$2 \times 1000 = 2000 \text{ ohms}$$

O instrumento utilizado para medir a **Resistência Elétrica** é o OHMÍMETRO.

Ω

4ª Grandeza

Potência Elétrica - é a capacidade dos elétrons de realizar trabalho.

Sua unidade de medida é o **Watt**.

- **Múltiplos do WATT**

- **Quilowatt** , abreviado por kW → onde um quilowatt equivale a 1000W

$$1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$$

- **Megawatt**, abreviado por **mW**, → onde 1 megawatt equivale a **1000 000W**.

$$1 \text{ mW} = 1000 \text{ 000W}$$

- **Submúltiplo do Watt**

- **Miliwatt**, abreviado por **mW**, → onde 1mW equivale a **0,001W**

$$1\text{mW} = 0,001\text{ W}$$

O instrumento utilizado para medir a **Potência Elétrica** é o **WATTÍMETRO**.

W

FONTES GERADORAS DE ENERGIA ELÉTRICA

Fonte geradora de eletricidade - são aquelas com capacidade de produzir energia elétrica.

São seis os processos de geração de eletricidade:

1. atrito
2. pressão
3. calor
4. químico
5. luz
6. magnetismo

Deste seis processos nos interessam apenas os processos nos quais são produzidos energia em larga escala ou em regime industrial, são eles:

- luz
- químico
- magnetismo

Processo de Produção de Energia Elétrica por Luz

Certos materiais encontrados na natureza quando submetidos (expostos à luz), tem a capacidade de ceder elétrons, em especial silício. São utilizados para construir células fotovoltaicas que são utilizadas para alimentação de equipamentos de baixa potência ou aqueles equipamentos que se encontram muito distantes dos locais habitados.

Ex.: relógios, calculadoras, satélites.

Processo Químico

Consiste em se colocar dois metais diferentes em solução ácida chamada *eletrólito*, a presença dos metais dentro desta solução causará uma reação química entre dois metais e o ácido de tal forma que fará aparecer uma d.d.p, entre os metais.

Este é o processo de produção de eletricidade mais antigo e sua utilização principal esta na alimentação de pequenos aparelhos.

Ex.: pilha, bateria.

Processo Magnético

Este processo consiste em se fazer movimentar um condutor dentro de um campo magnético. Este movimento fará com que apareça nos extremos do condutor uma F.E.M. induzida. Este processo é o mais importante de todos, pois através dele podem produzir energia elétrica em escala industrial.

CIRCUITO ELÉTRICO

Circuito elétrico - é o caminho por onde circula a corrente elétrica.

Elementos básicos de um circuito elétrico

a) **Fonte geradora**

É a responsável pelo fornecimento de energia elétrica ao circuito.

Ex.: pilhas, baterias, geradores de automóveis, etc.

b) **Consumidor**

É o elemento responsável pela transformação de energia elétrica noutra forma de energia.

Ex.: motor (transforma energia elétrica em mecânica)

Lâmpada (transforma energia elétrica em energia luminosa).

c) **Condutores elétricos**

Elementos que transportam a energia elétrica da fonte para os consumidores.

d) **Dispositivos de proteção**

É o elemento responsável pela proteção do circuito elétrico.

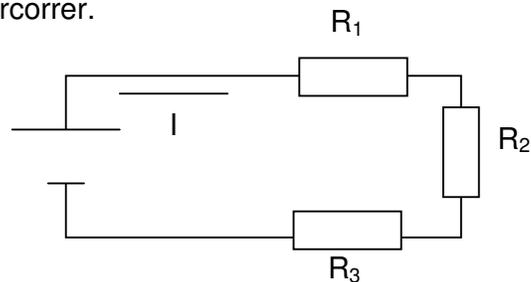
Ex.: fusível, disjuntor, etc..

e) **Dispositivo de manobra**

É o elemento responsável pelo acionamento (ligar/desligar) do consumidor.

Ex.: Interruptor, botoeira, chave manuais, etc.

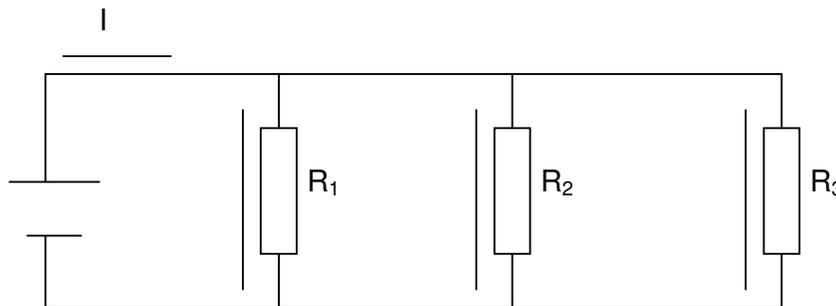
Circuito em série - é o circuito onde a corrente elétrica só possui um único caminho para percorrer.



Características do circuito série:

- a) Num circuito série, o valor da corrente é igual em qualquer ponto do circuito.
- b) A saída de um consumidor é ligado a entrada do outro consumidor.
- c) O funcionamento de um consumidor depende do funcionamento dos demais.

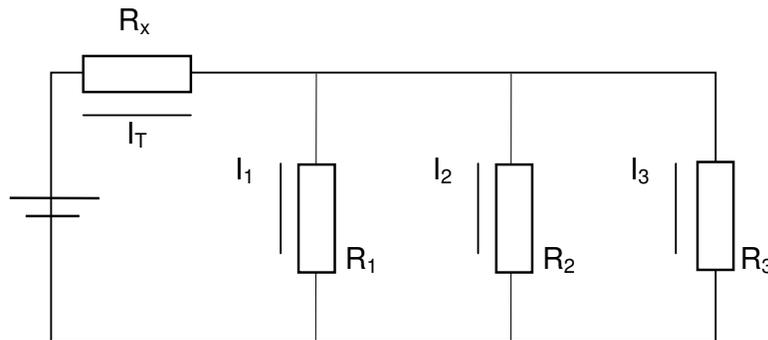
Circuito Paralelo - é o circuito que possui vários caminhos para a corrente percorrer.



Características do circuito paralelo:

- a) A tensão será igual em todos os consumidores.
- b) Haverão diferentes correntes para diferentes consumidores.
- c) O funcionamento de um consumidor é independente do funcionamento dos demais.

Circuito misto - é o circuito que apresenta características dos circuito paralelo e misto.



Exercício

- 1) Desenhe um circuito série.
- 2) Desenhe um circuito paralelo.
- 3) Desenhe um circuito misto.

RESISTIVIDADE

Resistividade - é a resistência específica de um material.

Resistência Específica - é a resistência oferecida por um material com um metro de comprimento, com 1mm^2 de seção transversal, estando na temperatura de 20°C .

A resistividade do material é medida em :

$$\frac{\Omega \text{ m m}^2}{\text{m}}$$

E é representada pela letra rô (ρ)

Fatores que influenciam na resistência de um material

Temperatura - quanto maior a temperatura, maior a resistência do material.

Comprimento do material - quanto maior o comprimento, maior a resistência do material.

Secção transversal - quanto maior a secção do material, menor a resistência.

Natureza do material - a resistência do material depende do tipo de material utilizado.

Tabela de Resistividade

Prata	0,016
Cobre	0,017
Ouro	0,023
Alumínio	0,028
Tungstênio	0,055
Constantan	0,5
Níquel-cromo	1,0

Observe que quanto maior a resistividade maior a resistência oferecida pelo material.

A resistência de um material é dada pela seguinte fórmula:

$$R = \frac{(p \times L)}{S}$$

R = resistência elétrica em Ohms

p = resistividade específica do material, em Ohms x mm²/m

L = comprimento do material, em metros

S = secção transversal do material, em mm²

Ex.: Um material com 100m de comprimento, 0,5 mm² de seção transversal e feito de cobre tem uma resistência de:

$$R = \frac{(p \times L)}{s} = \frac{(0,07 \times 100)}{0,5} = 3,4 \text{ ohms}$$

Ex.: Um fio de cobre tem uma secção transversal de 1,5mm² e está ligado a um equipamento, a uma distância de 600m. Descubra qual a resistência oferecida por este condutor a passagem da corrente elétrica.

Ex.: Calcule a resistência do problema anterior considerado um fio de:

Alumínio

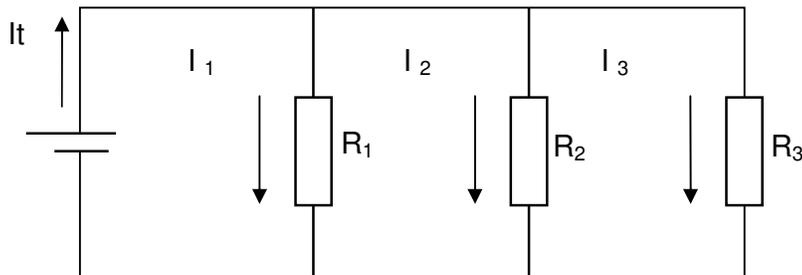
Constantam

Tungstênio

LEI DE OHM

Lei de Kirchoff

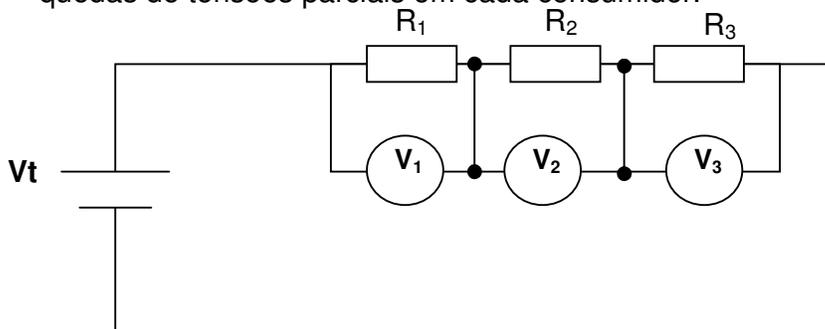
- a) 1ª Lei de Kirchoff num circuito paralelo a corrente que flui da fonte será igual a soma das correntes em cada elemento ligado em paralelo.



Matematicamente:

$$I_t = I_1 + I_2 + I_3$$

- b) 2ª Lei de Kirchoff num circuito série a tensão total será igual a soma das quedas de tensões parciais em cada consumidor.



Matematicamente:

$$V_t = V_1 + V_2 + V_3$$

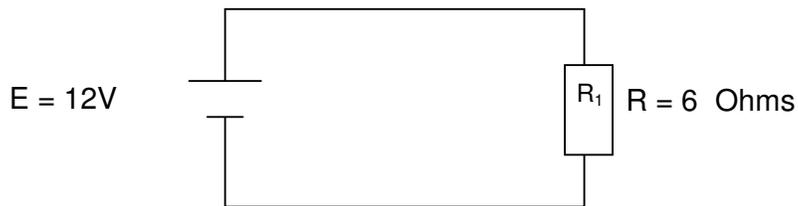
Lei de Ohm - é uma lei que relaciona as três grandezas elétricas básicas entre si. E é expressa pelo seguinte enunciado:

A corrente elétrica num circuito é diretamente proporcional à tensão elétrica aplicada e inversamente proporcional à resistência elétrica dos elementos que o compõem.

Esta lei é expressada matematicamente desta forma:

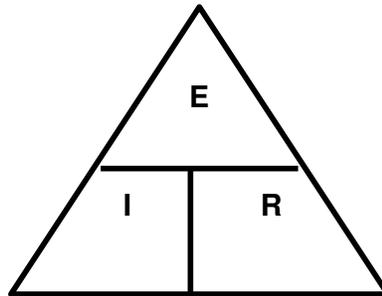
$$I = \frac{E}{R}$$

Ex.: Calcular a corrente elétrica do circuito abaixo:



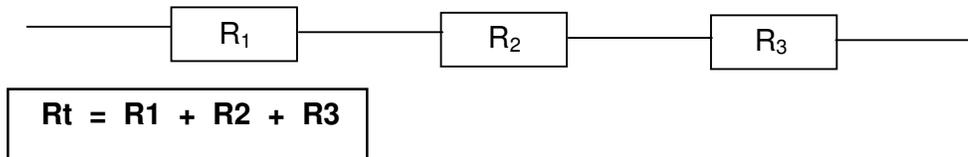
$$I = \frac{E}{R} \longrightarrow I = \frac{12}{6} = 2A$$

Triângulo das Deduções



Associação de resistores

- Associação em série



$$R_t = R_1 + R_2 + R_3$$

A resistência total num circuito série igual a soma de todas as resistências do circuito.

- *Associação de resistores em paralelo*

- Para dois resistores

$$R_t = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

- Para três ou mais resistores

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}}$$

CORRENTE CONTÍNUA E ALTERNADA

Corrente Contínua

É determinada como a corrente que não varia de sentido, durante a variação do tempo.

Há dois tipos de corrente contínua:

- a) **Corrente contínua constante (pura)** - é aquela que durante um intervalo de tempo determinado, não varia de intensidade ao longo do tempo.
- b) **Corrente contínua pulsante** - é aquela que não varia de sentido, porém varia de intensidade ao longo do tempo.

Corrente Alternada

É definida como a corrente que não só varia de sentido, mas também em sua intensidade ao longo do tempo.

A corrente alternada, possui uma oscilação que se repete de maneira constante, em intervalos de tempo regulares. Esta variação é chamada de período.

Período - é o intervalo de tempo em que se repete o ciclo.

Ciclo - é chamado a variação completa da corrente alternada em que ocorre uma variação positiva e uma negativa, semi-ciclo positivo e um negativo.

Freqüência - é o número de ciclos por unidade de tempo. A freqüência "f" de uma corrente alternada é dada por:

$$f = \frac{1}{t}$$

Onde: t = Período
f = Freqüência

Valor máximo ou valor de pico - é o valor máximo, positivo ou negativo, que a corrente elétrica alcança em um semi-ciclo.

Valor de pico a pico - é o valor que vai do máximo positivo ao máximo negativo, corresponde a duas vezes o valor máximo.

$$V_{pp} = 2 \times V_{max}.$$

Valor eficaz da corrente alternada - é o calor da corrente alternada que efetivamente realiza o trabalho, é o valor lido pelos instrumentos de medida.

$$E_{ef} = \frac{E_{max}}{\sqrt{2}} \quad \sqrt{2} = 1,41$$

$$I_{ef} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$$

Corrente Contínua

Vantagens:

- a) os motores de corrente contínua possuem torque mais elevado e são de fácil regulação de velocidade;
- b) é utilizada na alimentação de circuitos eletrônicos.

Desvantagens:

- a) não podemos variar facilmente o seu valor;
- b) não pode ser produzida a grandes distâncias dos centros de consumo;
- c) a manutenção dos motores de corrente contínua é mais cara.

Corrente Alternada

Vantagens:

- a) pode ser produzida a grandes distâncias;
- b) podemos variar seus valores facilmente através dos transformadores;
- c) os motores de C.A são mais baratos e de fácil manutenção;
- d) pode ser transformada facilmente em contínua.

Desvantagem :

- a) os motores de C.A são de difícil regulação de velocidade.
- b) Há correntes parasitas nas máquinas de C.A .

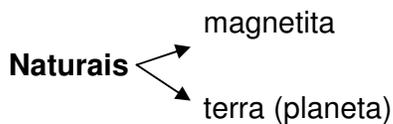
MAGNETISMO E ELETROMAGNETISMO

Magnetismo

Magnetismo - é a forma de energia apresentada apenas por alguns materiais, tais como: ferro, aço, compostos de ferro e algumas ligas especiais.

Entre outras propriedades, os corpos magnéticos apresentam a, de atrair corpos que possuem ferro e seus compostos.

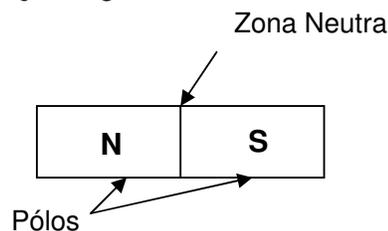
Os corpos que apresentam esta propriedade são chamadas de ímãs. Os ímãs são basicamente de dois tipos:



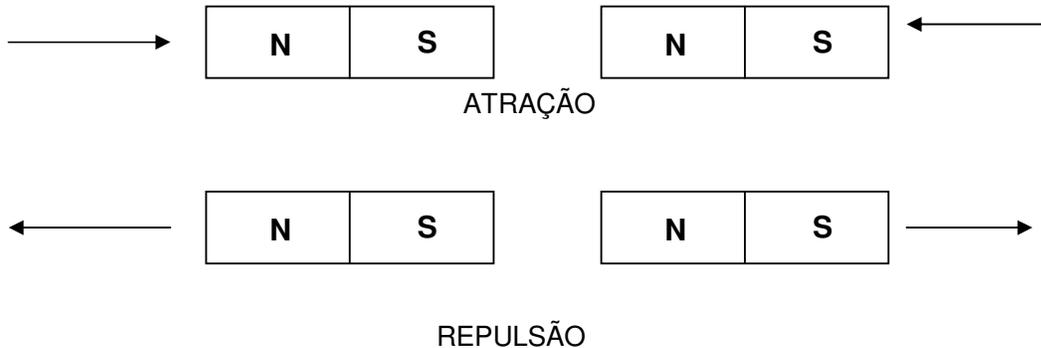
Artificiais → ligas especiais de ferro

Os ímãs possuem duas partes principais:

- Os **Pólos** encontram-se nas extremidades do ímã e são chamados respectivamente norte e sul.
- A **Zona Neutra** está localizada no centro do ímã. Tem este nome pois nesta região não existe força magnética.



Uma das características fundamentais dos ímãs é a sua capacidade de atração e repulsão. Os pólos do ímã de mesmo nome se repelem e os pólos do ímã de nomes contrários se atraem.



Campo magnético é a região onde os corpos sofrem atração magnética. Este campo magnético em torno do ímã é formado por linhas de forças, as quais são chamadas de **linhas de forças**. Por convenção as linhas de força, sempre se dirigem do pólo norte para o pólo sul do ímã.

Para representar graficamente o campo magnético usamos linhas de força. O gráfico onde aparece as linhas de forças é chamado de **espectro magnético**.

Obs.: As linhas de força se movimentam sempre do norte para o sul.

Permeabilidade magnética – é a facilidade à passagem das linhas de força.

Relutância magnética - é a resistência à passagem das linhas de força.

Indução magnética - é o fenômeno de imantação de uma substância .

Na natureza existem materiais bons e maus condutores das linhas de força e são classificados da seguinte forma:

- **Ferromagnéticos** - são os materiais que conduzem bem as linhas de força.
Ex.: ferro e seus compostos.
- **Paramagnéticos** - são os materiais que não se magnetizam.
Ex.: alumínio
- **Diamagnético** - são os materiais que enfraquecem o campo magnético.
Ex.: água e o ar.

Aplicação dos Imãs

A aplicação mais comum dos imãs é a sua utilização na orientação através da bússola. Que consiste em colocar uma agulha imantada sobre um eixo que pode girar livremente. Esta agulha sempre assumirá a posição norte-sul, indicando os pólos geográficos da terra. Além disso, os imãs são utilizados na fabricação de alto-falantes, instrumentos de medição entre outras aplicações.

Teoria dos Domínios Magnéticos

As moléculas dos materiais magnéticos são pequenos imãs, cujos efeitos não podem ser apreciados porque estão dispostos no corpo de forma irregular.

A imantação de um corpo consiste em arrumar os imãs moleculares de modo que suas ações se somem.

Eletromagnetismo

É a propriedade que a corrente possui de criar efeitos eletromagnéticos. A corrente elétrica ao circular por um condutor cria ao seu redor um campo magnético perpendicular, ao condutor.

Para determinar o sentido das linhas de força utilizaremos a seguinte regra, chamada de *regra da mão direita*, que consiste em:

Seguramos o condutor com a mão direita, com o polegar indicando o sentido da corrente elétrica, os outros dedos deverão abraçar o condutor, desta forma estarão indicando o sentido das linhas de força.

Intensidade do Campo Magnético Produzido por uma Bobina

Para aumentar a intensidade do campo magnético os fios devem ser enrolados em forma de bobinas. Para aumentar ainda mais a intensidade do campo magnético colocamos no centro da bobina um núcleo de ferro.

Força eletromagnética, depende:

- a) da intensidade da corrente que circula pelo eletroímã.
- b) do número de espiras do eletroímã
- c) do núcleo de eletroímã (permeabilidade)

A força da atração será proporcional ao produto dos fatores corrente e número de espirais. Este produto é chamado de **força magnetomotriz**.

A força magnetomotriz é definida matematicamente como o produto da intensidade da corrente elétrica pelo número de espirais.

$$\text{FMM} = \text{N}^\circ \text{ ESP.} \times \text{I}$$

Para determinar os pólos de um eletroimã utilizamos a regra da mão direita para bobinas.

Sabendo-se o sentido do enrolamento da bobina, abraçamos a bobina com a mão direita, os dedos deverão indicar o sentido da corrente bem como o sentido do enrolamento, feito isto esticamos o polegar e ele nos indicará o pólo norte do eletroimã.

Circuito magnético - é o caminho fechado por onde circulam as linhas de força. Ao conjunto de linhas de força chamamos de **fluxo magnético**.

Os circuitos magnéticos são as estruturas das máquinas elétricas, em sua maioria, por exemplo o núcleo dos transformadores, a carga dos motores etc.

O entreferro é o espaço que aparece na junção dos metais que formam o circuito magnético, no caso dos transformadores, a carcaça dos motores, etc.

Os circuitos magnéticos feitos para trabalhar com corrente alternada são feitos com chapa de ferro silício laminadas, enquanto os circuitos para corrente contínua podem ser laminadas ou não.

Fluxo de Indicação Magnética

É definida como a quantidade total de linhas de força de um imã. O fluxo de indução magnética é representado pela letra *graga* ϕ (*fi*).

Sua unidade de medida é o WEBER ou MAXWELL.

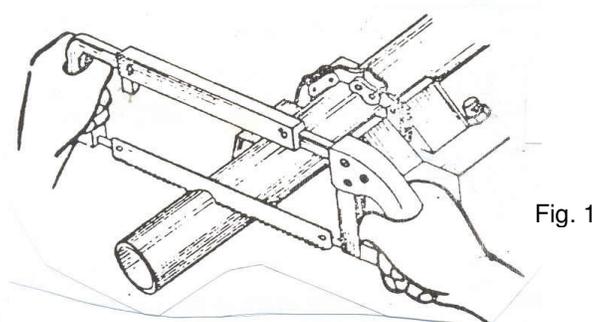
Densidade de Campo Magnético

É o número de linhas por cm^2 de secção. É representado graficamente pela letra *B*. Sua unidade de medida é TESLA ou GAUSS.

CORTE, CURVAMENTO E ABERTURA DE ROSCA EM ELETRODUTO

SERRAR À MÃO

- a) Esta operação consiste em serrar tubos utilizados na preparação de instalações elétricas prediais e industriais, hidráulicas pneumáticas. (fig. 1).



Processo de Execução

1º Passo – Prepare o arco de serra

- b) Selecione a lâmina de serra de acordo com o material e sua espessura.
c) Coloque a serra no arco com os dentes voltados para a frente. (fig. 2)

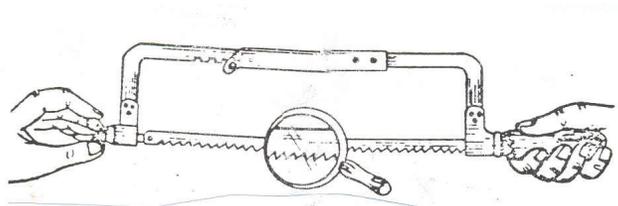
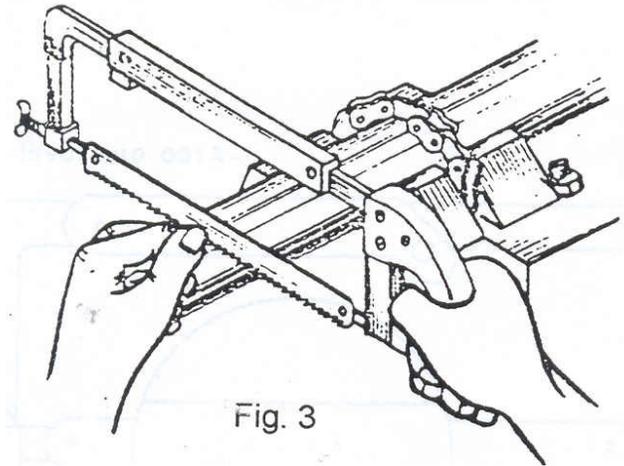


Fig. 2

- d) Estique a folha de serra girando a borboleta com a mão . (fig. 2)

2º Passo – Prenda o material na morsa.

- a) Inicie o corte colocando a lâmina junto ao traçado previamente feito.
- b) Guie inicialmente a lâmina de serra com o dedo polegar mantendo-a ligeiramente inclinada para a frente. (fig. 3).



- c) Pressione a serra sobre o material apenas no avanço.

Observações:

Use todo o comprimento da serra.

O ritmo deve ser aproximadamente de sessenta golpes por minuto.

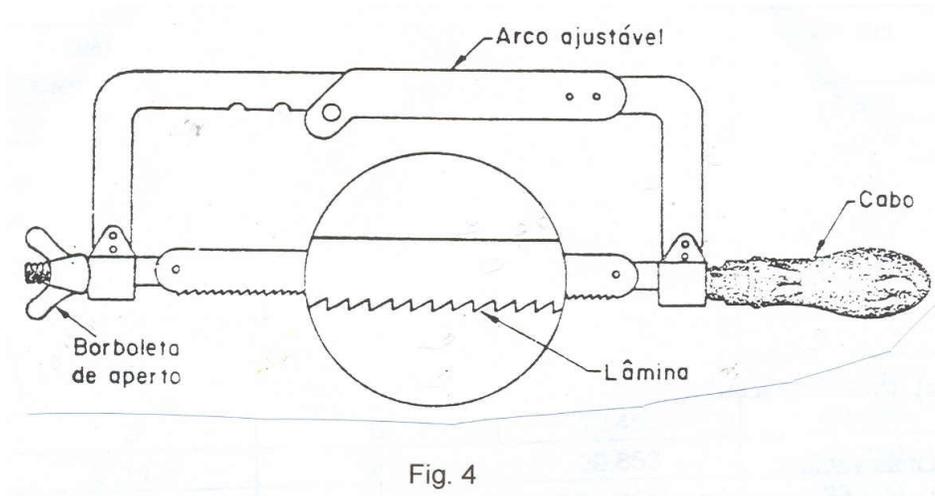
Precauções:

Ao se aproximar o término do corte diminua a velocidade e a pressão de corte para evitar acidentes.

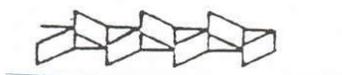
SERRA MANUAL

É uma ferramenta composta de um arco de aço e uma lâmina de aço rápido ou carbono dentada e temperada. (fig. 4).

É usada para cortar ou abrir fendas em materiais metálicos.

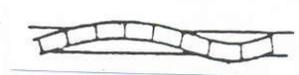


A lâmina de serra possui um lado dentado com trava, que pode ser alternada (fig. 5) ou ondulada (fig. 6) que permite a execução de um corte com largura maior que a espessura da lâmina.



Trava Alternada

Fig. 5



Trava Ondulada

Fig. 6

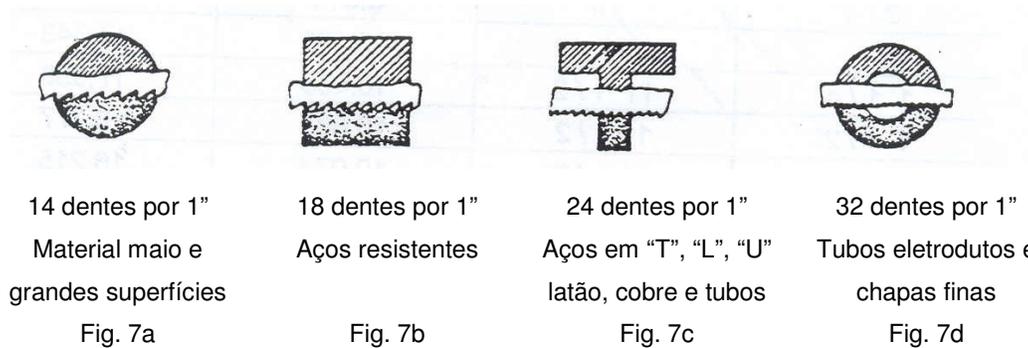
São encontradas no comércio lâminas de serra com os comprimentos de 8, 10 e 12 polegadas.

Os dentes das lâminas de serras não têm sempre o mesmo tamanho. Depende do “passo”, que é o número de dentes, contidos em determinadas distância (25,4 min ou 1”).

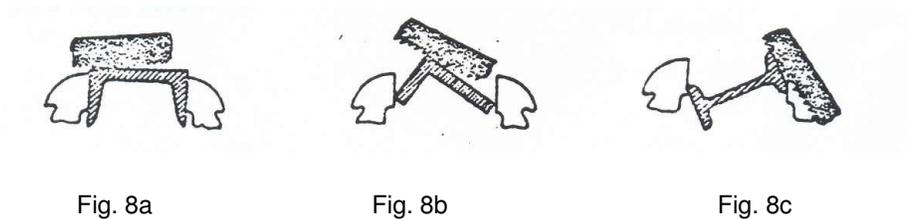
O tamanho dos dentes varia inversamente com o “passo”.

O “passo” das lâminas de serras deve ser escolhido conforme o material a ser cortado e a forma da peça que se pretende cortar (figs. 7 a, b, c e d).

Peças finais, tais como chapas e tubos, devem ser serradas com serras de dentes finos. Material muito macio ou blocos inteiriços podem ser serrados com serras de dentes relativamente mais grossos.



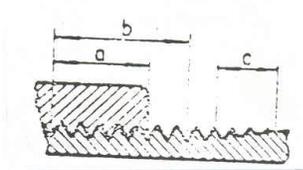
A sequência das figuras seguintes está mostrando como devemos prender e iniciar o corte das peças de perfis diferentes. (fig. 8, a, b e c).



TARRAXA PARA TUBOS

A rosca para tubos é do tipo cônico, para proporcionar vedamento. A tabela abaixo dá as suas características.

- a) Até a distância a, a porca deve entrar à mão.
- b) Comprimento útil.
- c) Parte cônica da rosca.



DIÂMETRO NOMINAL DO TUBO.	Nº DE FIOS POR POLEGADAS	A = mm	B = mm
3 / 8"	18	6,096	10,358
1 / 2"	14	8,128	13,356
3 / 4"	14	8,611	13,356
1"	11 1 / 2	10,160	17,343
1 1 / 4"	11 1 / 2	10,668	17,953
1 1 / 2"	11 1 / 2	10,668	18,377
2"	11 1 / 2	10,074	19,215
2 1 / 2"	8	17,323	28,892
3"	8	19,456	30,480
3 1 / 2"	8	20,853	31,750
4"	8	21,438	33,020

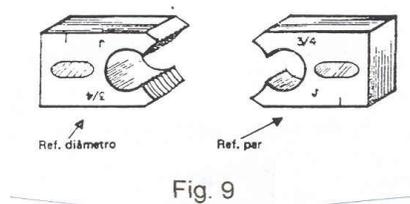
Observação:

A tarraxa deve ser usada com lubrificante (com exceção da tarraxa usada em plástico) e guardada em perfeita condição de limpeza.

ROSCAR COM TARRAXA

2º Passo – Monte e ajuste os cossinetes

- a) Escolha o par, conforme a referência numérica ou literal e o diâmetro do eletroduto. (fig. 9).



- b) Monte os cossinetes com a parte escareada para dentro e aperte ligeiramente os parafusos. (fig. 10).

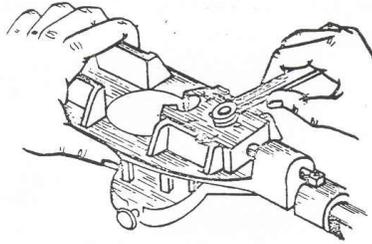
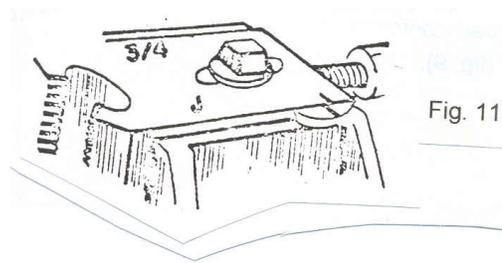


Fig. 10

- c) Verifique as referências nos cossinetes e no corpo da tarraxa para dar simetria na abertura. (fig. 11).



- d) Ajuste e fixe os cossinetes de forma que o eletroduto atinja a metade dos mesmos. (fig. 12).

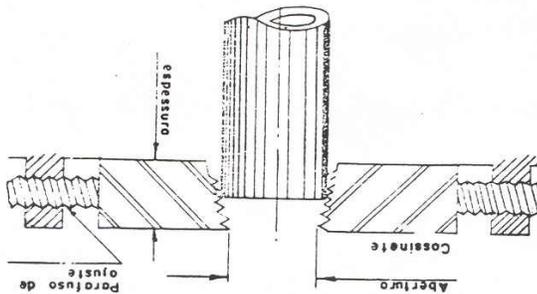
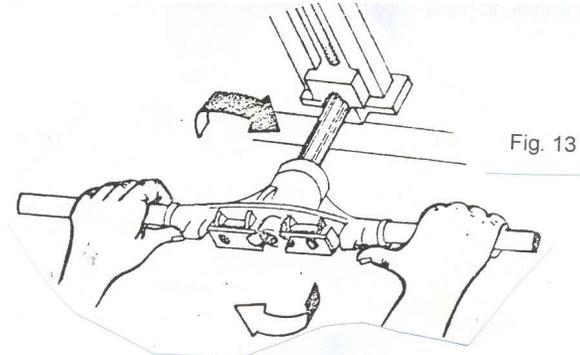


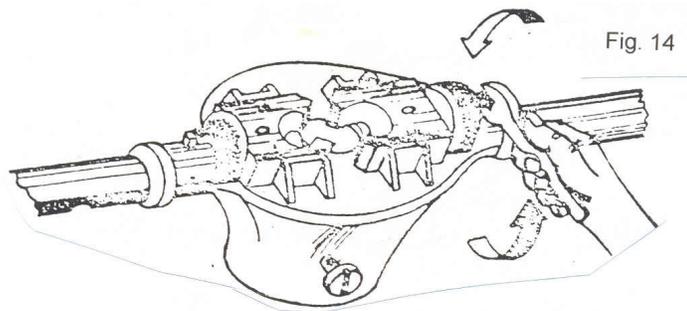
Fig. 12

3º Passo – Faça a rosca.

- a) Pressione a tarraxa contra o eletroduto, dê três voltas no sentido horário. (fig. 13).



- b) Retorne para alisar a rosca.
c) Avance sem pressionar, com movimentos de vaivém (avance 1 / 2 volta e retorne 1 / 4) até atingir o comprimento de rosca necessário.
d) Aperte ligeiramente os cossinetes (fig. 14), dê novo passo procedendo de idêntica forma.

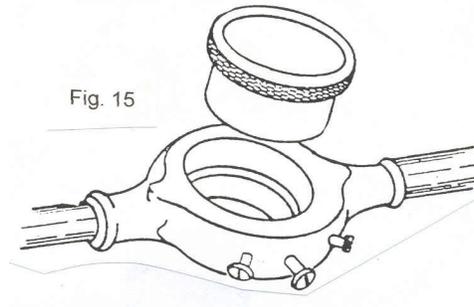


- e) Verifique com a luva se a rosca está em condições, roscando-a em todo o comprimento.

Caso II – Roscar Eletrodto Plástico (PVC)

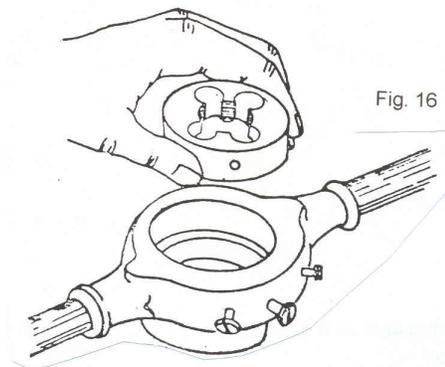
1º Passo – Monte a guia no porta cossinete.

- a) Escolha a guia adequada à medida do eletroduto.
- b) Coloque a guia no porta-cossinete. (fig. 15).



2º Passo – Monte o cossinete.

- a) Escolha o cossinete na medida adequada ao eletroduto.
- b) Coloque o cossinete no porta cossinete, virando a parte escareada para dentro. (fig. 16)



- c) Fixe o cossinete apertando ligeiramente os 3 parafusos alternadamente. (fig. 17).

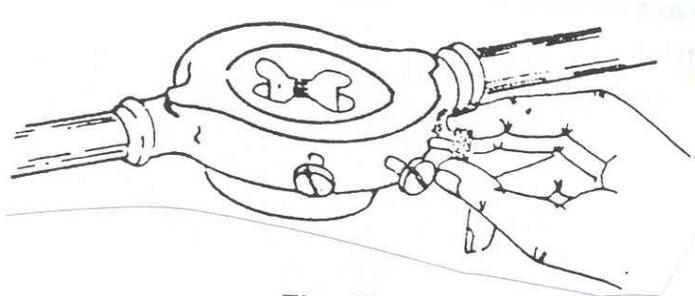


Fig. 17

3º Passo – Faça a rosca.

- a) Prenda o eletroduto na morsa para tubo, apertando ligeiramente sem deforma: o eletroduto. (fig. 18).

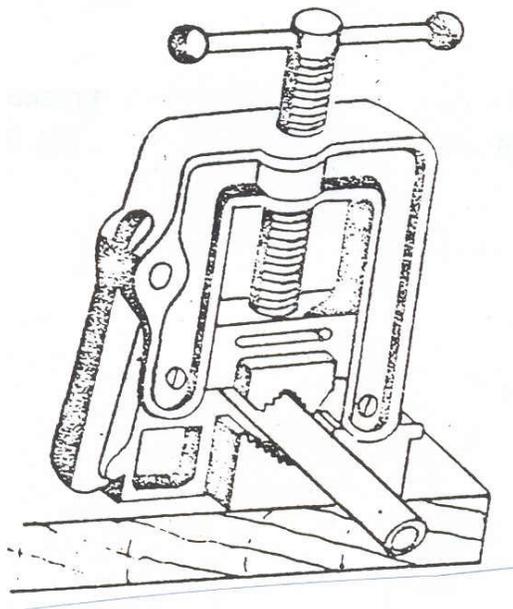


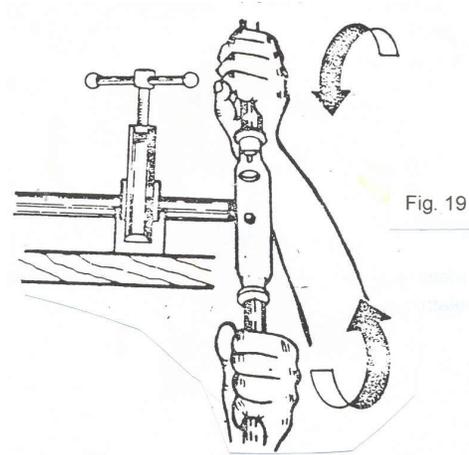
Fig. 18

Observação:

O topo de eletroduto deve estar livre de rebarba e ligeiramente chanfrado.

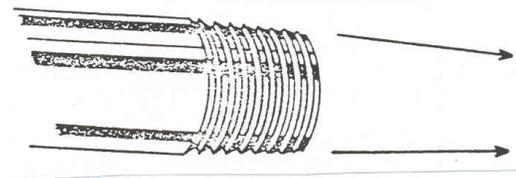
b) Coloque a tarraxa no topo do eletroduto.

c) Dê um movimento de rotação na tarraxa (sentido horário) forçando para dentro para formar os sulcos iniciais. (fig. 19).



d) Dê um movimento em sentido contrário para alisar a rosca (anti-horário).

e) Através de movimentos derrotação complete a rosca. (fig. 20).



Observação:

A cada meia volta de avanço, volte duas vezes no sentido anti-horário.

MONTAR REDE DE ELETRODUTOS

Esta operação consiste em unir eletrodutos às caixas ou a outro eletroduto, fixando-os no local, conforme o traçado da instalação.

É executada sempre que instalamos rede de eletroduto. (fig. 21)

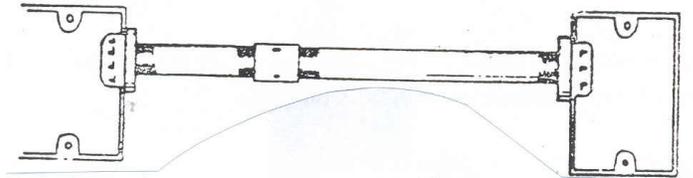


Fig. 21

Processo de Execução

Caso I – Rede de Eletroduto Embutida

1º Passo – Fixe as caixas.

b) Abra os furos nas caixas forçando o disco com um toca-pino e acabando de removê-lo com um alicate. (fig. 22).

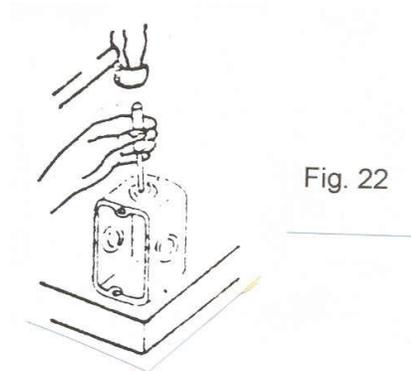
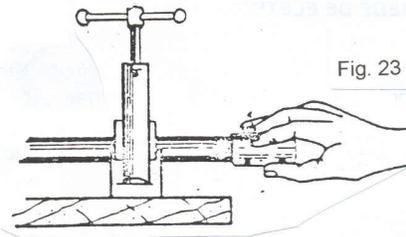


Fig. 22

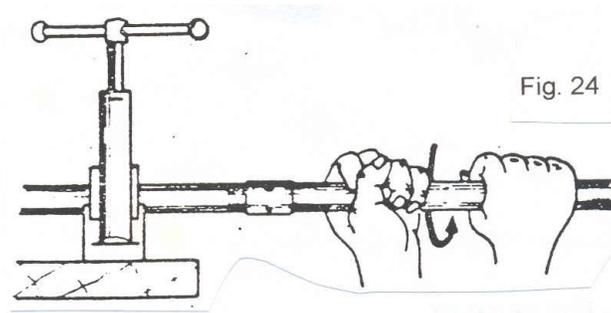
c) Fixe a caixa de acordo com a localização dos elementos na instalação.

2º Passo – Emende os eletrodutos.

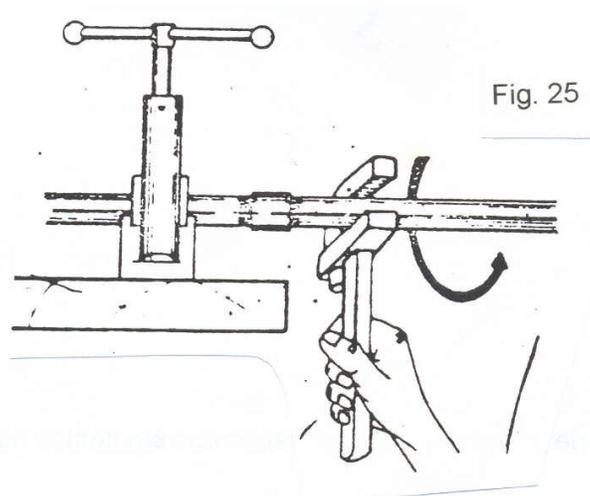
- a) Prenda um dos eletrodutos na morsa para tubos e atarraxe a luva até a metade da mesma. (fig. 23).



- b) Atarraxe o outro eletroduto na luva montada sobre o primeiro, torcendo-o com a mão até sentir o primeiro aperto. (fig. 24).



- c) Use uma chave de grifo e dê o aperto final. (fig. 25).



Observação:

Os topos dos eletrodutos devem ficar unidos dentro da luva. (fig. 26).

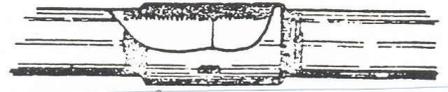


Fig. 26

3º Passo – Ajuste o tubo no local a ser instalado.

- a) Coloque as arruelas até o fim da rosca.
- b) Coloque uma das pontas do tubo numa das caixas e experimente enfiar a outra ponta do tubo na outra caixa. (fig. 27).

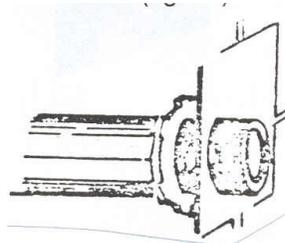


Fig. 27

- c) Retire o tubo e faça os ajustes finais.

4º Passo – Fixe o eletroduto às caixas.

- a) Coloque o eletroduto com as pontas enfiadas nas caixas, ajuste as arruelas na altura definitiva e coloque as buchas.
- b) Dê o aperto final através da arruela, usando-se alicate gasista ou chave apropriada. (fig. 28).

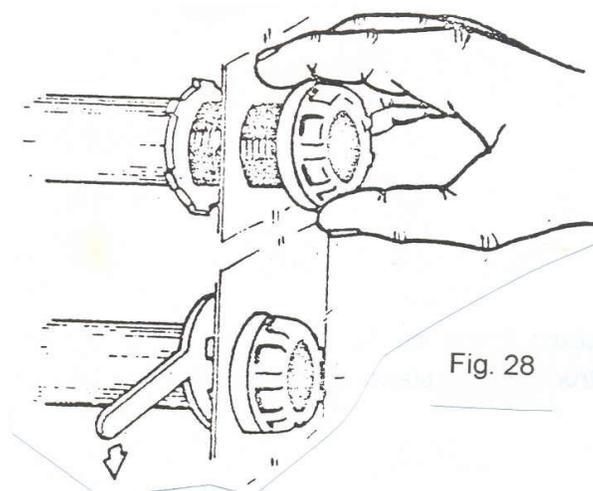
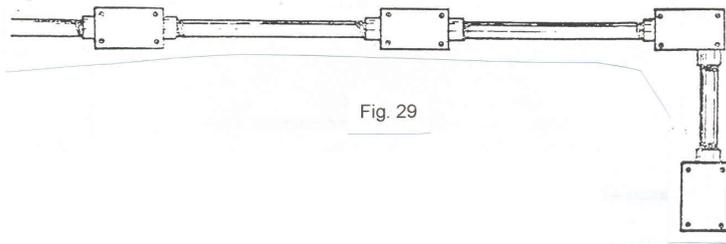


Fig. 28

Caso II – Rede de Eletroduto Exposta (fig. 29)



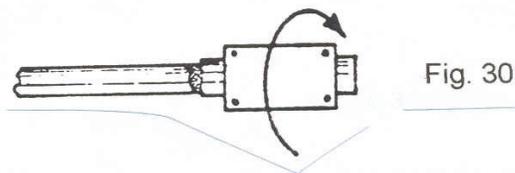
Processo de Execução

1º Passo – Emende os eletrodutos.

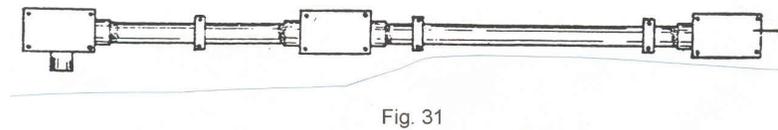
2º Passo – Enrosque as caixas de passagem nos eletrodutos (fig. 30).

Nota:

As caixas de passagem para instalação exposta são do tipo condutele.



3º Passo – Fixe o conjunto na superfície com braçadeiras apropriadas (fig. 31).

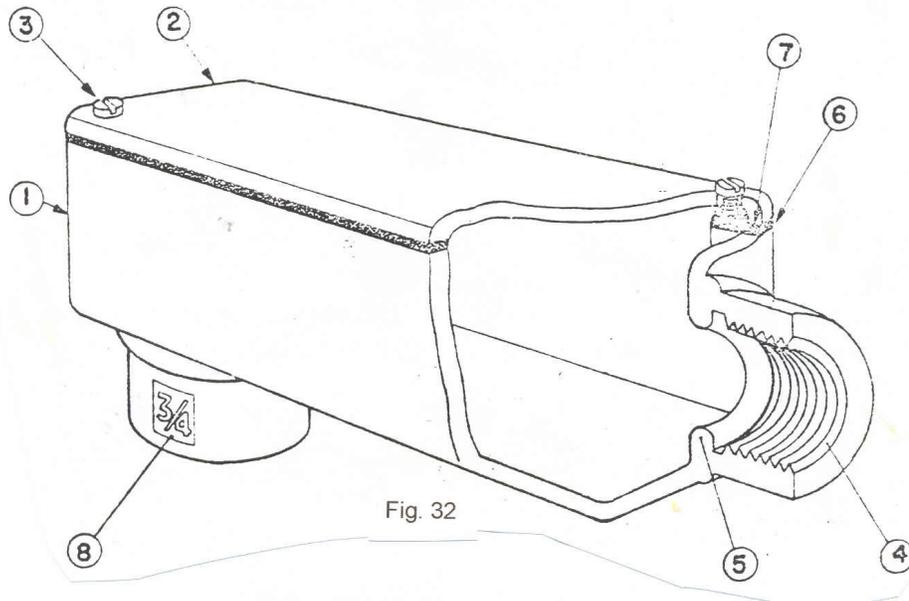


Nota:

Quando as caixas forem do tipo condutele, primeiramente montam-se as caixas aos eletrodutos e posteriormente fixa-se o conjunto ao local instalação.

CONDULETE

É uma peça empregada em rede exposta de eletrodutos. São utilizadas como caixas de passagem, de ligações e ainda para evitar curvas nos eletrodutos (fig. 32).



O condulete apresenta a seguinte constituição e forma construtiva:

1. Corpo de liga de alumínio fundido de alta resistência.
2. Tampa estampada de alumínio.
3. Parafusos de fixação da tampa.
4. Entradas roscadas calibradas, assegurando ótima ligação mecânica para continuação do circuito terra.
5. Encosto arredondado para proteção do isolamento dos fios.
6. Junta de borracha.
7. Face usinada, para assento perfeito da tampa e junta.
8. Identificação da bitola estampada no corpo.

Os condutores podem ser encontrados nos tipos simples, duplos, triplos e quádruplos. Todos eles possuem tampas intercambiáveis que permitem inúmeras combinações de tomadas, interruptores, botões de comandos e lâmpadas-pilotos. Esses equipamentos são apresentados conforme as figuras abaixo (fig. 33).

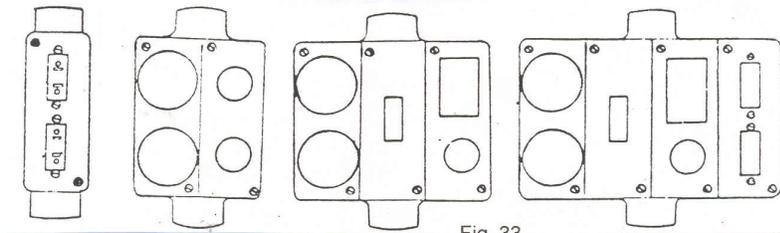
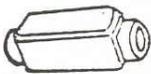
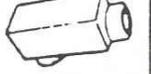
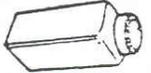


Fig. 33

Quanto à entrada roscada, os condutores são fabricados conforme os tipos abaixo, a fim de atender às necessidades, de uma instalação.

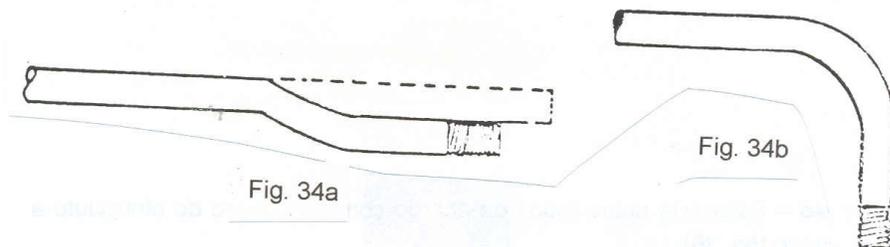
C 	T 	LR 	LB 
ENTRADAS	ENTRADAS	ENTRADAS	ENTRADAS
$1/2"$ $3/4"$ $1"$ $1 1/4"$ $1 1/2"$ $2"$ $2 1/2"$ $3"$	$1/2"$ $3/4"$ $1"$ $1 1/4"$ $1 1/2"$ $2"$ $2 1/2"$ $3"$	$1/2"$ $3/4"$ $1"$ $1 1/4"$ $1 1/2"$ $2"$ $2 1/2"$ $3"$	$1/2"$ $3/4"$ $1"$ $1 1/4"$ $1 1/2"$ $2"$ $2 1/2"$ $3"$
FT 	XT 	LL 	TB 
ENTRADAS	ENTRADAS	ENTRADAS	ENTRADAS
$1/2"$ $3/4"$ $1"$ $1 1/4"$ $1 1/2"$ $2"$ $2 1/2"$ $3"$	$1/2"$ $3/4"$ $1"$ $1 1/4"$ $1 1/2"$ $2"$ $2 1/2"$ $3"$	$1/2"$ $3/4"$ $1"$ $1 1/4"$ $1 1/2"$ $2"$ $2 1/2"$ $3"$	$1/2"$ $3/4"$ $1"$ $1 1/4"$ $1 1/2"$ $2"$ $2 1/2"$ $3"$

Observação:

As letras de identificação podem variar conforme o fabricante.

CURVAR ELETRODUTO RÍGIDO METÁLICO

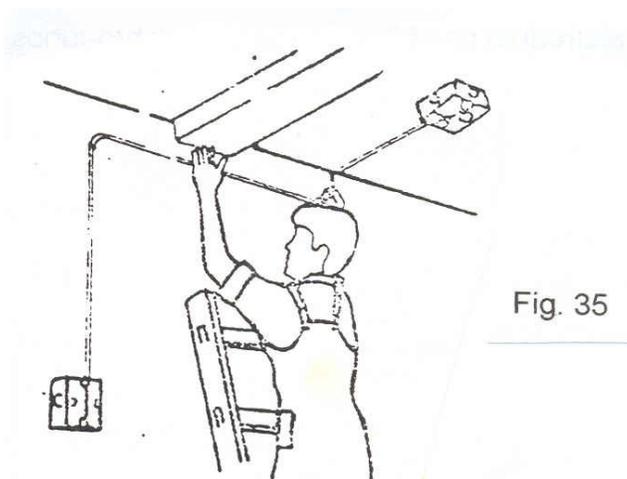
É uma operação que consiste em dobrar tubos metálicos rígidos para adaptá-los ao traçado de uma instalação. É executada quando se deseja que uma rede de eletrodutos transponha um obstáculo ou acompanha uma superfície com uma curvatura eventual ou por falta de uma curva pré-fabricada (fig. 34a e 34b).



Processo de Execução

1º Passo – Prepare um gabarito de arame.

- a) Selecione o arame adequado.
- b) Prepare o gabarito de acordo com as curvas do eletroduto (fig. 35).



2º Passo – Marque os limites da curva, conforme indicado na figura 36.

Observação:

O raio da curvatura não deve ser inferior ao indicado na tabela (ver NB-3).

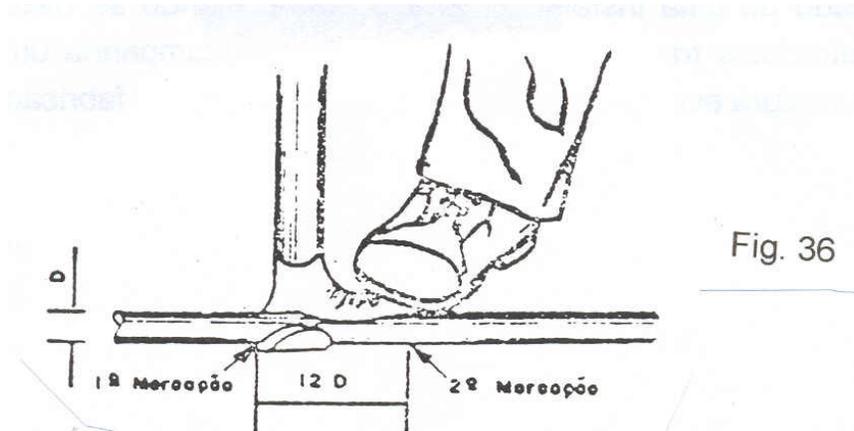


Fig. 36

3º Passo – Selecione dobra-tubos de acordo com o diâmetro do eletroduto a ser curvado (fig. 36).

Precaução:

Verifique se o dobra-tubos está firmemente roscado, para evitar acidentes.

4º Passo – Coloque o dobra-tubos no eletroduto situando-o no extremo do trecho a curvar (fig. 36).

5º Passo – Inicie a curva do eletroduto.

a) Apóie o eletroduto no chão segurando o dobra-tubos com as mãos (fig. 37).

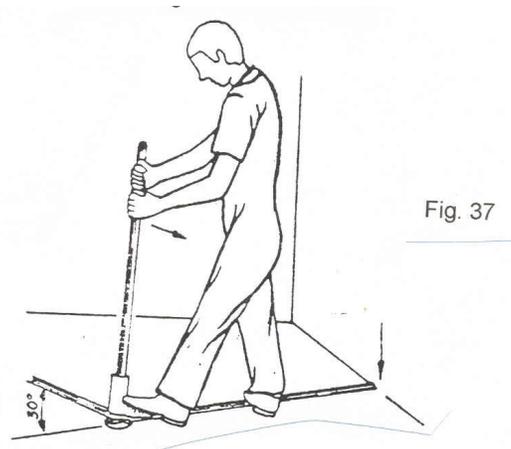


Fig. 37

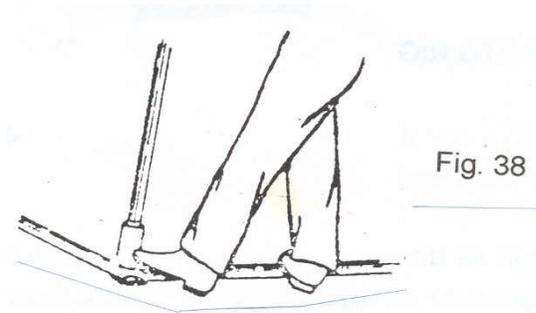
- b) Pise sobre o eletroduto (fig. 37).
- c) Puxe o cabo do dobra-tubos até que a ponta que está sendo curvada forme um ângulo de aproximadamente 30° com a direção do eletroduto (fig. 37).

Observação:

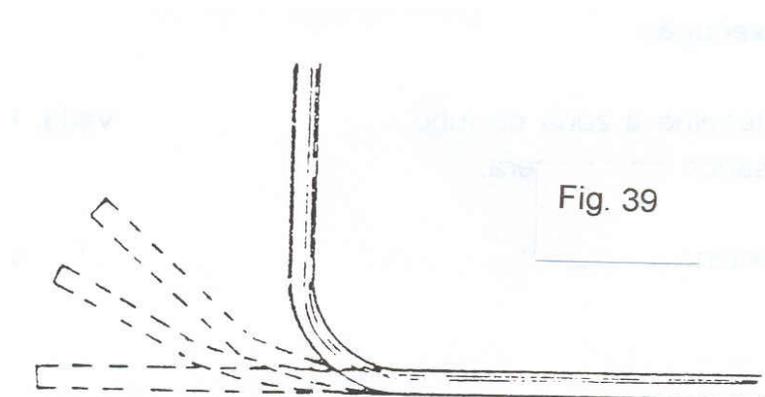
Após este passo compare com o gabarito.

6º Passo – Termine a curva.

- a) Desloque o vira-tubos, puxe o cabo do dobra-tubos como se indica na figura 38 até que a parte que está sendo curvada forme um ângulo aproximadamente de 60° com a direção do eletroduto.



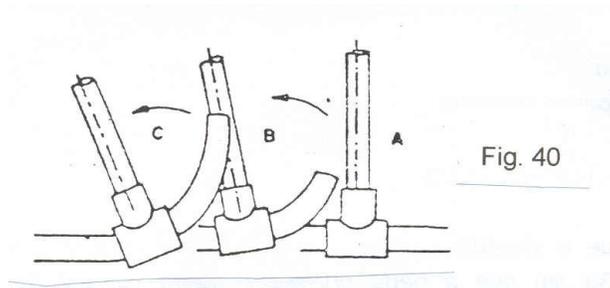
- b) Desloque o dobra-tubos até a 2ª marca e finalize a curva de 90° (fig. 39).



Observações:

1. Compare novamente com o gabarito.
2. Evite deformar a seção circular do eletroduto.
3. Quando o eletroduto a ser curvado for curto, deve-se introduzi-lo em outro de maior diâmetro e de comprimento suficiente para suplementá-lo.

Nota: Esta operação pode ser executada com um dobra-tubos tipo "T", seguindo os mesmos passos anteriores (fig. 40). Pode ser feito maior número de avanços.



CURVA ELETRODUTO RÍGIDO DE PLÁSTICO (PVC)

É uma operação que consiste em curvar em ângulos, eletrodutos plásticos, para adaptá-los ao traçado de uma instalação.

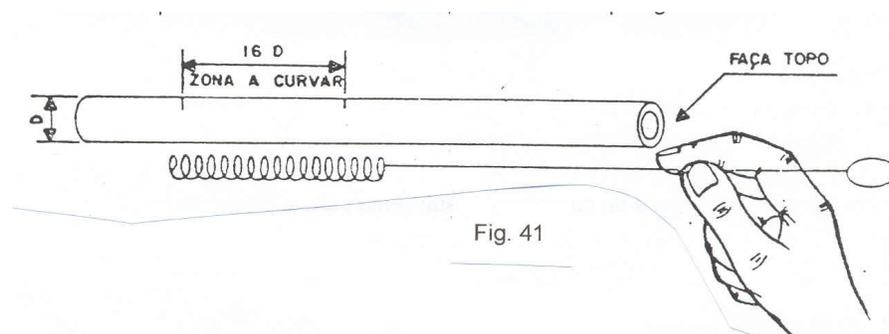
É executada quando se deseja que uma rede de eletroduto rígido de plástico transponha um obstáculo ou acompanhe uma superfície com uma curvatura especial ou quando não há uma curva pré-fabricada.

Processo de Execução

1º Passo – Determine a zona do tubo que deverá ser curvada, e marque-a com 2 traços, usando lápis de cera.

2º Passo – Selecione a mola correspondente ao eletroduto a ser curvado.

3º Passo – Coloque a mola sobre o eletroduto, de maneira que coincida com a zona a ser curvada (fig. 41) e segure a guia da mola com uma das mãos, fazendo topo no extremo do eletroduto, com os dedos polegar e indicador.



4º Passo – Introduza a mola no eletroduto, empurrando-a até que os dedos voltem a fazer topo com a boca do eletroduto, a qual serviu de referência (fig. 42).

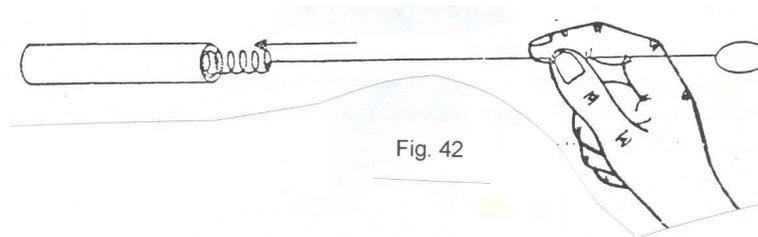


Fig. 42

5º Passo – Curve o eletroduto.

a) Aqueça a zona a ser curvada, fazendo girar e deslocando o eletroduto em um e outro sentido, sobre uma fonte de calor suave, para que se amoleça o plástico (fig. 43).

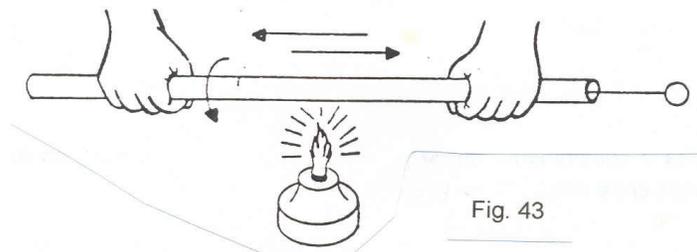


Fig. 43

b) Comece a curvar o eletroduto quando notar que o material está cedendo.

Observação:

Evite queimar ou amolecer demasiado o plástico.

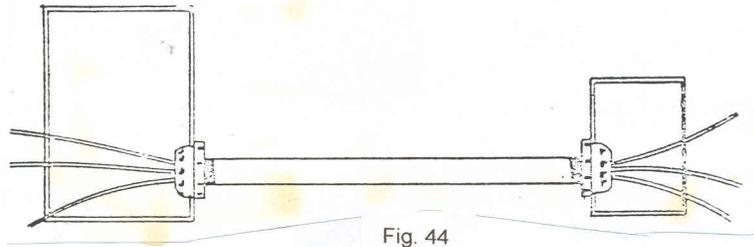
c) Continue dobrando o tubo até obter a forma desejada, controlando com o gabarito correspondente, ou superpondo-o ao traçado.

6º Passo – Esfrie imediatamente a zona curvada, submergindo-a em recipiente com água fria.

7º Passo – Retire a mola, puxando-a pela argola da guia.

INTRODUZIR CONDUTORES EM ELETRODUTOS

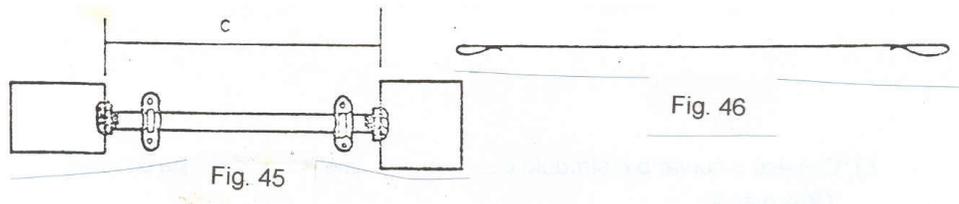
Esta operação consiste em introduzir, com a ajuda de uma guia de fio ou fita de aço, os condutores, em uma tubulação, dentro da qual ficarão alojados. Realiza-se durante a montagem de instalações elétricas com proteção de eletrodutos (fig. 44).



Processo de Execução

1º Passo – Selecione o fio pescador.

Escolha o comprimento do fio pescador com 1 metro a mais no mínimo da distância entre caixas (figs. 45 e 46).



Precaução:

Dobre as pontas do fio pescador para não se ferir (fig. 46).

2º Passo – Limpe e seque internamente a tubulação.

a) Introduza o fio pescador no eletroduto (fig. 47) até que saia na outra caixa.

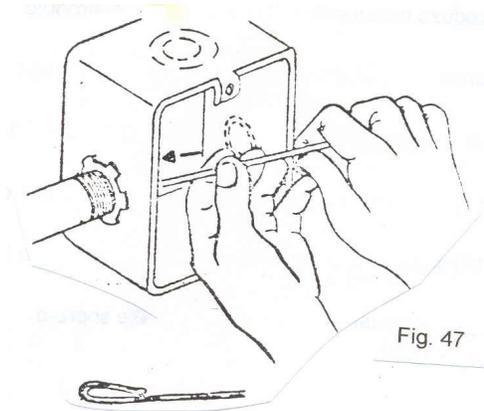


Fig. 47

b) Amarre uma mecha de estopa num arame e engate ao fio pescador (fig. 48).



Fig. 48

Observação:

A estopa deve entrar justa no eletroduto.

c) Puxe o fio pescador, até que a estopa saia do outro lado (caixa seguinte) deixando o eletroduto internamente seco e limpo (fig. 49).

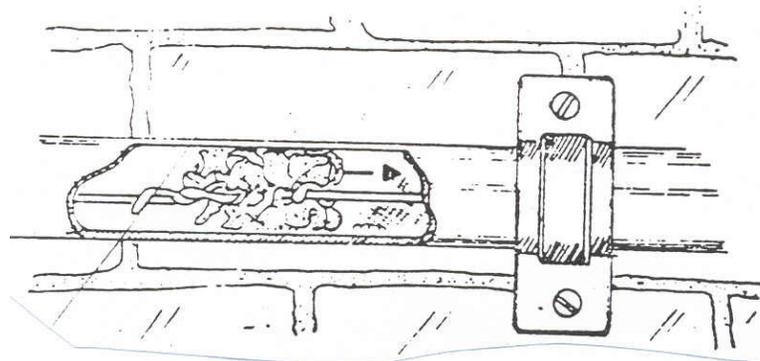


Fig. 49

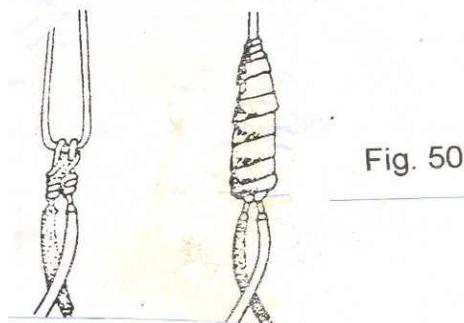
Precaução:

Utilize luvas para não ferir as mãos.

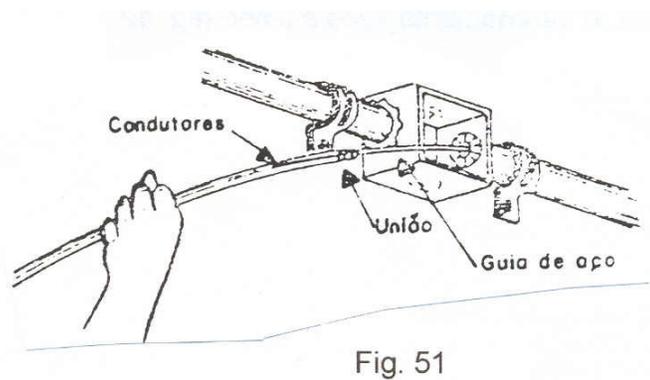
3º Passo – Introduza novamente o fio pescador no eletroduto.

4º Passo – Prenda os condutores ao extremo do fio pescador.

- a) Desencape os extremos dos condutores aproximadamente 10cm.
- b) Amarre os extremos dos condutores desencapados na alça do fio pescador.
- c) Cubra com fita isolante, a união dos condutores com a alça (fig. 50).
- d) Introduza talco industrial na boca do eletroduto e sobre-o.



5º Passo – Puxe o fio pescador até que os condutores fiquem próximos da boca de entrada do eletroduto (fig. 51).



Introduza os condutores.

- a) Puxe o fio pescador suavemente (fig. 52) à medida que o ajudante (fig. 53) for guiando os condutores, até que estes apareçam na boca de saída.

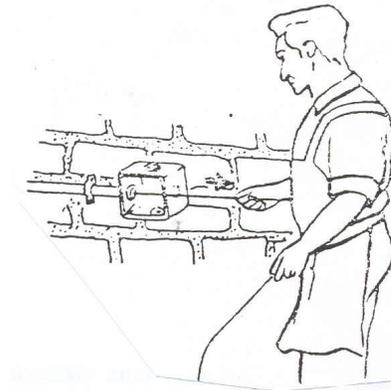


Fig. 52

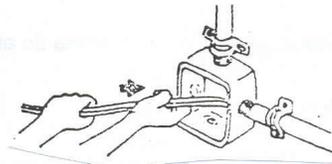


Fig. 53

- b) Continue puxando até que os condutores tenham sobressaído o necessário para sua utilização.

- c) Corte os condutores no extremo da amarração com o fio pescador (fig. 54).

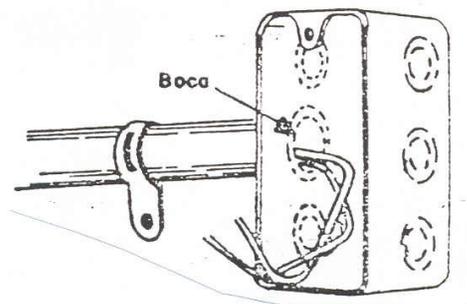


Fig. 54

EMENDAR CONDUTORES EM PROLONGAMENTO

Esta operação consiste em unir fios condutores, para prolongar linhas (fig. 55) podendo ser utilizada em todos os tipos de instalações de linha aberta.



Fig. 55.

É executada com condutores de até nº 10 AWG ($5,26\text{mm}^2$).

Processo de execução

Caso I - Emenda em Linha Aberta

1º Passo – Desencape os condutores.

- a) Marque com um canivete, sobre o extremo a emendar, uma distância aproximadamente de 50 vezes o diâmetro (d) desse condutor (fig. 56).

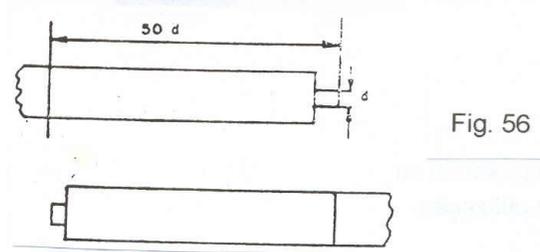


Fig. 56

- b) Desencape as pontas a partir das marcas até retirar toda a capa isolante (fig. 57).

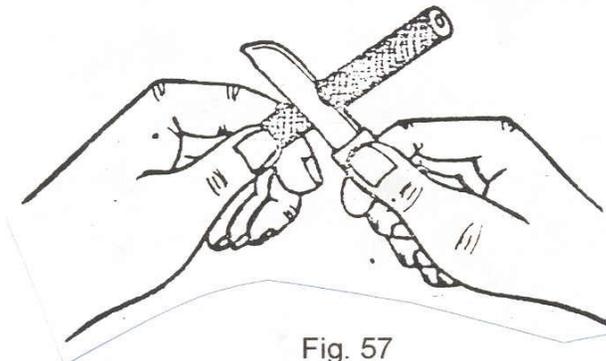


Fig. 57

Observação:

Use o canivete de forma inclinada para não danificar o condutor.

Precaução:

Utilize correntemente o canivete para não se ferir.

2º Passo – Lixe o condutor até que o metal fique brilhante (fig. 58).

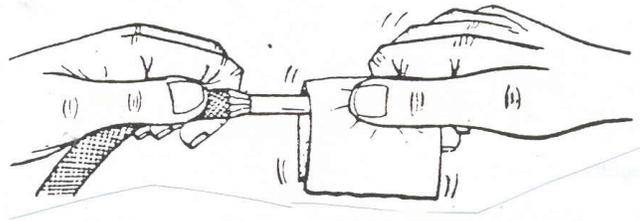


Fig. 58

Observação:

Quando o condutor for estanhado não deve ser lixado.

3º Passo – Efetue a emenda.

a) Cruze as portas (fig. 59).

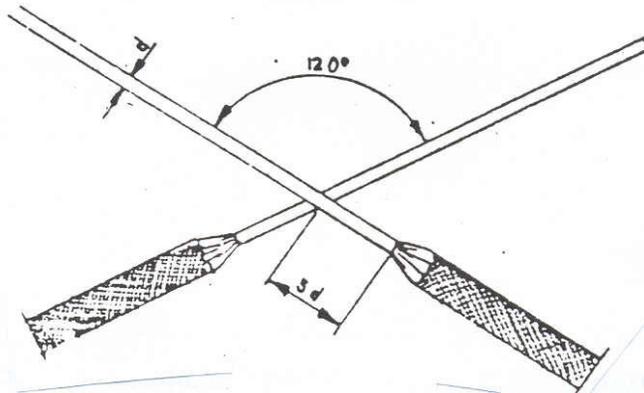
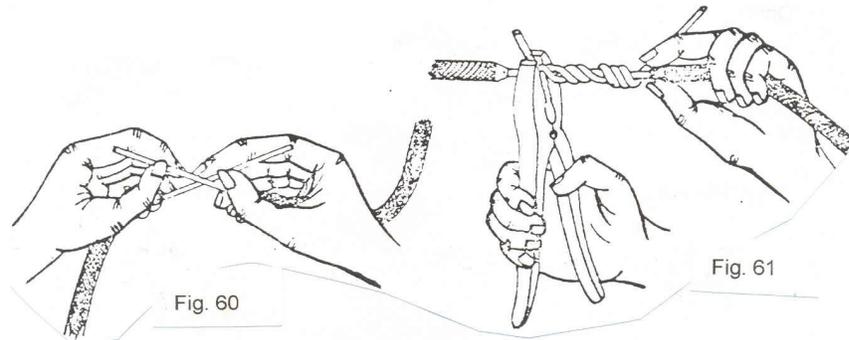
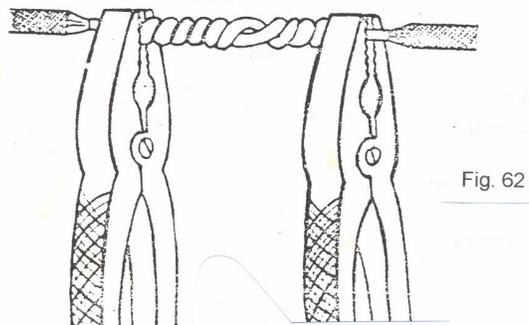


Fig. 59

- b) Inicie o enrolamento das primeiras espirais com os dedos (fig. 60) e prossiga com o alicate (fig. 61).



- c) Dê o aperto final com dois alicates (fig. 62).



Caso II - Emendar Condutores em Prolongamento Dentro de Caixas de Ligação

1º Passo – Descape os condutores.

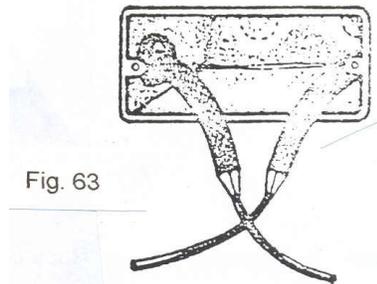
- a) Marque em cada um dos condutores, a partir das extremidades, uma distância aproximadamente de 50 vezes o diâmetro do condutor.
- b) Desencape as pontas a partir das marcas até retirar toda a capa isolante.

2º Passo – Lixe os condutores até que o metal fique brilhante.

Observação:

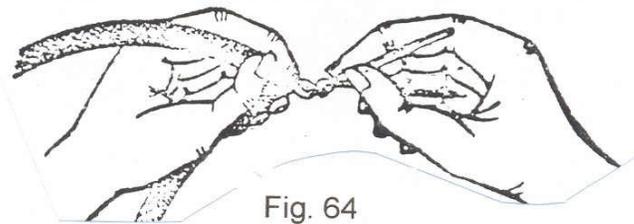
Quando o condutor for estanhado não deve ser lixado.

3º Passo – Disponhas os fios (fig. 63).

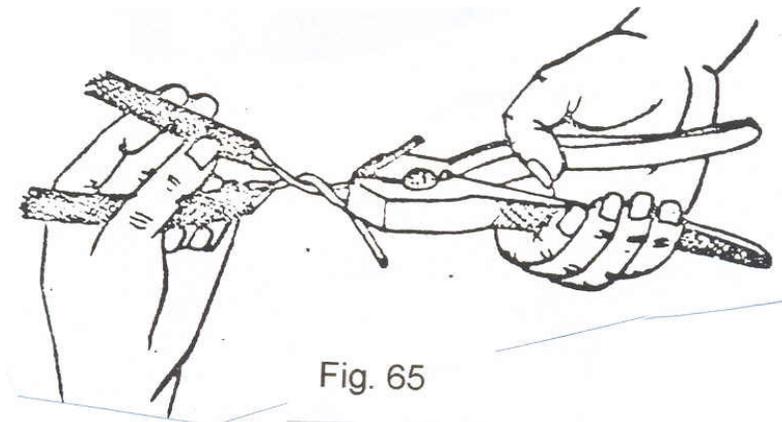


4º Passo – Efetue a emenda.

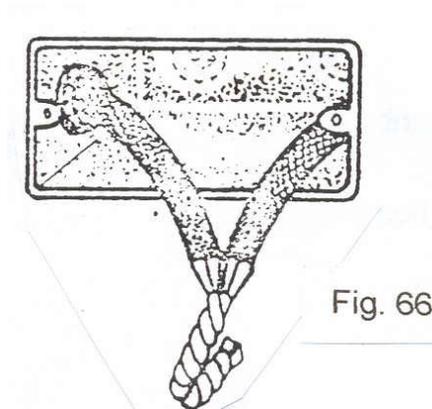
a) Inicie a emenda torcendo os condutores com os dedos (fig. 64).



b) Dê o aperto final com o alicate (fig. 65).



c) Faça o travamento da emenda (fig. 66).



Nota:

Este tipo de emenda é denominado de “Rabo de Rato”.

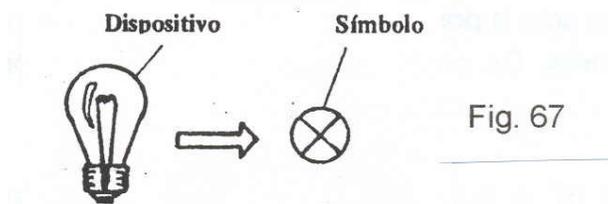
DESENHO TÉCNICO NA ÁREA DE ELETRICIDADE

O desenho técnico é um meio de comunicação indispensável para o planejamento e a execução, especialmente de obras que serão realizadas em divisão de trabalho.

Por exemplo: enquanto o engenheiro faz o planejamento da instalação elétrica de um prédio, a própria execução será feita pelo eletricitista. Mas são envolvidos vários outros profissionais como o pedreiro, a pessoa que faz as compras, etc.

Para garantir uma perfeita cooperação, todas as pessoas envolvidas devem ter a mesma visão clara da obra a ser feita. Essa visão se obtém nos desenhos técnicos. Para serem bem entendíveis, os desenhos técnicos devem ser rigidamente executados sob certas normas.

Isto significa na área de eletricidade que as instalações elétricas devem ser representadas sob uso de símbolos padronizados em lugar dos dispositivos elétricos como condutores, lâmpadas, interruptores, etc. (veja fig. 67)



De certa forma pode-se entender um desenho técnico como uma carta escrita numa língua especial que, por exemplo, o engenheiro manda ao eletricitista, informando-lhe como uma certa instalação elétrica deverá ser feita. Fica compreensível que o trabalho somente sairá certo se os dois (tanto o engenheiro, como o eletricitista) dominarem essa língua, ou seja, se tiverem a mesma compreensão dos símbolos (= palavras) usados.

UTILIZAÇÃO DE DIAGRAMAS ELÉTRICOS

O diagrama elétrico é a representação de uma instalação elétrica, ou parte dela, por meio de símbolos gráficos.

Há três tipos de diagramas elétricos: o diagrama funcional, o diagrama multifilar e o diagrama unifilar. Cada um deles tem o seu objetivo e certas vantagens e desvantagens.

Observações:

- Emprega-se nos diagramas funcionais e multifilares os mesmos símbolos, sendo que nos diagramas unifilares os símbolos são diferentes (compare a lista de símbolos).
- Normalmente, o diagrama elétrico é representado com seus componentes de comando na posição desligada.

Diagrama Funcional

O diagrama funcional (veja fig. 67) apresenta todos os condutores e dispositivos de um esquema elétrico e permite interpretar com rapidez e clareza o funcionamento do mesmo.

Não se preocupa com a posição física dos componentes, nem com o percurso real dos condutores. Os caminhos das correntes são representados por meio de retas, se possível sem cruzamentos ou inclinações.

Vê-se na figura 67 o diagrama funcional de uma tomada e uma lâmpada incandescente comandada por um interruptor simples.

O diagrama funcional é especialmente usado para explicar o funcionamento de uma instalação elétrica ou parte dela.

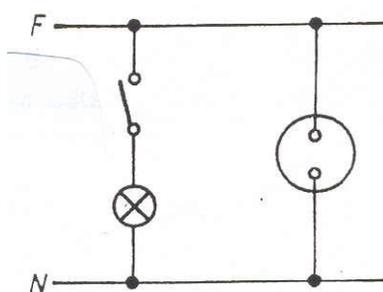
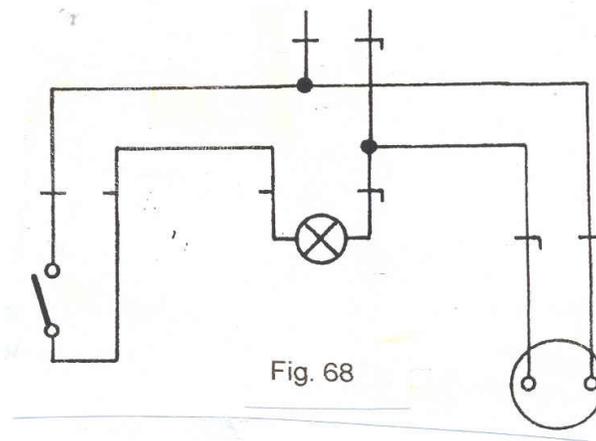


Diagrama Multifilar

O diagrama multifilar (veja fig. 68) é a representação mais minuciosa de uma instalação elétrica. Como o diagrama funcional, ele mostra todos os condutores e dispositivos. Mas, além disso, tenta-se representar os componentes da instalação e os trajetos dos condutores nas suas posições certas.

Vê-se na figura 68 o diagrama multifilar do mesmo esquema já mostrado na figura 67 (uma tomada e uma lâmpada incandescente comandada por um interruptor simples).



O diagrama multifilar ajuda especialmente a fazer as conexões após ter terminado a enfição dos condutores nos eletrodutos. Mas na prática, ele é raramente usado, pois é de difícil interpretação quando o circuito é complexo.

Diagrama Unifilar

O diagrama unifilar (veja fig. 70) é o mais usado pelo eletricista instalador e o acompanha quando trabalhando nas obras. Ele é desenhado sobre a planta baixa (arquitetônica) da obra e apresenta os dispositivos e trajetos dos condutores rigidamente nas suas posições físicas.

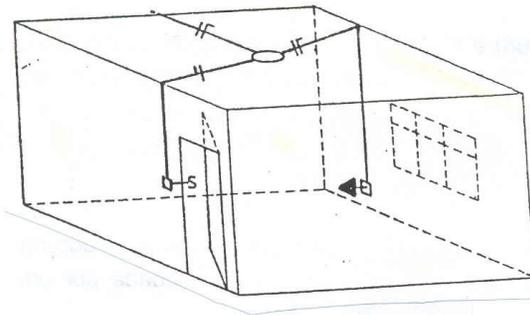


Fig. 69

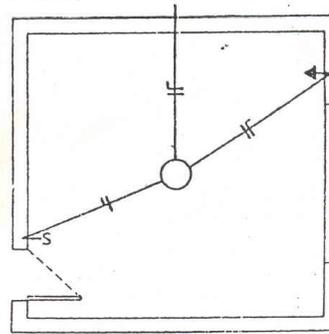


Fig. 70

Em diferença aos dois outros tipos, no diagrama unifilar, se juntam todos os condutores que têm o mesmo percurso, que passam a ser representados por um só traço.

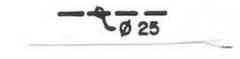
Vê-se na figura 69 o desenho (em três dimensões) de um quarto, constando a instalação elétrica de uma tomada e uma lâmpada comandada por um interruptor simples.

Da figura 69 chega-se ao diagrama unifilar, desenhando a vista de cima (veja fig. 70).

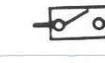
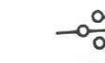
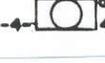
O diagrama unifilar não representa com clareza o funcionamento da instalação elétrica, pois não permite visualizar o percurso da corrente elétrica. Porém, após algum tempo de prática, o electricista sabe interpretar o diagrama unifilar com facilidade sem precisar mais do diagrama funcional ou multifilar.

O diagrama unifilar serve especialmente para se verificar, com rapidez, qual a localização dos dispositivos, quantos condutores passarão em determinado eletroduto e qual o trajeto da instalação.

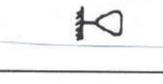
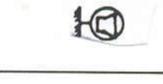
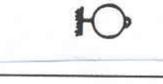
SIMBOLOGIA – NOMRA NBR 5444

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Eletroduto embutido no teto ou parede
	Eletroduto embutido no piso
	Tubulação para campainha, som, anunciador ou outro sistema.
	Condutor de fase no interior do eletroduto.
	Condutor neutro no interior do eletroduto.
	Condutor de retorno no interior do eletroduto
	Condutor terra no interior do eletroduto
	Caixa de passagem na parede
	Eletroduto que sobe
	Eletroduto que desce
	Eletroduto que passa descendo
	Eletroduto que passa subindo

	Condutor seção 1,0 mm ² , fase para campainha
	Condutor seção 1,0 mm ² , neutro para campainha
	Condutor seção 1,0 mm ² , retorno para campainha
	Quadro parcial de luz e força embutido
	Quadro geral de luz e força aparente
	Caixa de telefones
	Caixa para medidor
	Interruptor de uma seção
	Interruptor de duas seções
	Interruptor de três seções
	Interruptor paralelo ou Three-way
	Interruptor intermediário ou four-way
	Botão de minuteria
	Botão de campainha na parede (ou comando à distância)

	<p>Botão de campainha no piso (ou comando a distância)</p>
	<p>Fusível</p>
	<p>Chave seccionadora com fusíveis abertura sem carga</p>
	<p>Chave seccionadora com fusíveis abertura, em carga</p>
	<p>Chave seccionadora abertura sem carga</p>
	<p>Chave seccionadora abertura em carga</p>
	<p>Disjuntor a óleo</p>
	<p>Disjuntor a seco</p>
	<p>Chave resersora</p>
	<p>Ponto de luz incandescente no teto indicar o nº de lâmpadas e a potência em watts.</p>
	<p>Ponto de luz incandescente na parede (arandela)</p>
	<p>Ponto de luz fluorescente no teto indicar o nº de lâmpadas e na legenda o tipo de partida e reator.</p>
	<p>Ponto de luz fluorescente na parede</p>

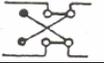
	<p>Ponto de luz incandescente no teto em circuito vigia (emergência)</p>
	<p>Ponto de luz fluourescente no teto em circuito vigia (emergência)</p>
	<p>Sinalização de tráfego (rampas, entradas, etc.)</p>
	<p>Lâmpada de sinalização</p>
	<p>Refletor</p>
	<p>Poste com 2 luminárias para iluminação externa</p>
	<p>Lâmpada obstáculo</p>
	<p>Minuteria</p>
	<p>Ponto de luz de emergência na parede com alimentação independente</p>
	<p>Tomada de luz na parede, baixo (300 mm do piso acabado)</p>
	<p>Tomada de luz a meio a altura (1.300 mm do piso acabado)</p>
	<p>Tomada de luz alta (2.000 mm do piso acabado)</p>
	<p>Tomada de luz no piso</p>

	Saída para telefone externo na parede (rede Telebrás)
	Saída para telefone externo na parede a uma altura "h"
	Saída para telefone interno na parede.
	Saída para telefone externo no piso
	Saída para telefone interno no piso
	Tomada para rádio e televisão
	Relógio elétrico no teto
	Relógio elétrico na parede
	Saída de som, no teto
	Saída de som, na parede
	Cigarra
	Campainha
	Quadro anunciador

SÍMBOLOS NOS DIAGRAMAS ELÉTRICOS

SIGNIFICADO	SÍMBOLO		OBSERVAÇÕES
	No diagrama multifilar	No diagrama unifilar	
Um condutor ou um grupo de condutores.			Em diagramas multifilares, este símbolo significa um só condutor. Em diagramas unifilares, o símbolo significa um grupo de condutores.
Um condutor ou um grupo de condutores em cima do reboco.			
Um condutor ou um grupo de condutores por baixo do reboco.			
Um condutor ou um grupo de condutores em eletroduto.			
Condutor fase.			Em diagramas unifilares, normalmente, se mostra o número de condutores (fase, neutro e retorno) pelo número correspondente aos Símbolos. Por exemplo: 2 condutores fase 1 condutor neutro 1 condutor retorno
Condutor neutro.			
Condutor retorno.			
Conexão fixa de condutores.			
Conexão móvel de condutores.			
Cruzamento de condutores sem conexão elétrica.			
Conexão fixa que não deve ser desfeita em condições normais de serviço.			Por exemplo, o interruptor de 3 seções: Conexões fixas.
Conexão móvel que pode ser desfeita em condições normais de serviço.			 Conexões móveis.
Caixa de derivação.			Por exemplo com três vias.
Caixa geral de entrada.			
Quadro de distribuição.			
Fusível.			
Disjuntor.			

SIGNIFICADO	SÍMBOLO		OBSERVAÇÕES
	No diagrama multifilar	No diagrama unifilar	
Ponto de luz no teto.			Incandescente.
			Fluorescente.
Lâmpada incandescente.			Em geral.
			Na parede.
Conjunto de lâmpadas incandescentes.			Com indicação de quantidade e potência de lâmpada.
Lâmpada fluorescente.			
Luminária com 3 lâmpadas fluorescente.			
Reator para lâmpada fluorescente.			
Starter para lâmpada fluorescente.			
Campainha.			
Cigarra.			
Quadro anunciador.			
Motor elétrico.			
Aparelho elétrico em geral.			
Aquecedor de ambiente.			
Tomada			Em geral.
			Baixa (0,30m do piso acabado).
			Meio alta (de 1m a 1,45m do piso acabado)
			Alta (mais que 2m do piso acabado)

SIGNIFICADO	SÍMBOLO		OBSERVAÇÕES
	No diagrama multifilar	No diagrama unifilar	
Interruptor simples.		S ou 	
Interruptor de 2 seções.		S ₂ ou 	
Interruptor de 3 seções.		S ₃	
Interruptor three-way ou interruptor paralelo.		S _{3W} ou 	
Interruptor four-way ou interruptor intermediário.		S _{4W} ou 	
Botão de campainha.		 ou 	
Minuteria.		 ou 	
Bobina.	 ou 		Sem núcleo de ferro.
	 ou 		Com núcleo de ferro.
Transformador.	 ou 		Normalmente com indicação das tensões, por exemplo: 110V/12V.
Capacitor.			
Fonte elétrica em geral.			
Fonte elétrica de corrente contínua.			+ Pólo positivo. - Pólo negativo.
Fonte elétrica de corrente alternada.			Em geral.
			De 110 ou 220V com marcação dos pólos fase neutro.
Pilha			As linhas verticais maiores indicam os pólos positivo.
Bateria			As linhas verticais menores indicam os pólos negativos.
Ligação.			

As normas brasileiras determinam as quedas de tensões admissíveis em instalações elétricas:

- Em circuitos de iluminação não deve haver queda de tensão, desde o medidor até o ponto mais afastado, superior a 3% do valor nominal da tensão do serviço;
- Em instalações que utilizam a força motriz e aquecimento elétrico, a queda de tensão não deve ultrapassar 5%.

Considerando os fatores explicativos acima, pode-se selecionar a seção do condutor, usando as tabelas 2 a 7.

Usando essas tabelas, sempre deve-se obedecer dois critérios:

- critério da máxima corrente admissível (tabelas 2 e 3);
- critério da máxima queda de tensão admissível (tabelas 5 a 7).

Deve-se usar o condutor com maior seção, encontrado através do critério da máxima corrente ou através do critério da máxima queda de tensão.

Dimensionamento de Condutores pelo Critério da Máxima Corrente

Instalação em Eletroduto à Temperatura Ambiente de 30°C

Seção nominal em mm ²	Capacidade de corrente em ampères	
	2 condutores carregados	3 condutores carregados
1,0	13,5	12
1,5	17,5	15,5
2,5	24	21
4	32	28
6	41	36
10	57	50
16	76	68
25	101	89
35	125	111
50	151	134
70	192	171
95	232	207
120	269	239
150	309	272
185	353	310
240	415	364
300	473	419
400	566	502
500	651	578

Dimensionamento de Condutores pelo Critério da Máxima Corrente

Instalação em linha aberta ou ao ar livre à temperatura ambiente de 30°C

Seção nominal em mm ²	Capacidade de corrente em ampères	
	2 condutores carregados	3 condutores carregados
1,0	15	13,5
1,5	19,5	17,5
2,5	26	24
4	35	32
6	46	41
10	63	57
16	85	76
25	112	101
35	138	125
50	168	151
70	213	192
95	258	232
120	299	269
150	344	309
185	392	353
240	461	415
300	526	473
400	631	566
500	725	651

Tabela 4

Dimensionamento de condutores pelo critério da máxima queda de tensão – Seção em mm²

Sistema monofásico – 110 volts / queda de tensão admissível de 3%

Corrente em Ampères	Distância do Centro de Distribuição à Carga em Metros										
	10	20	30	40	50	75	100	125	150	175	200
1,00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
2,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	4	4	4	6
3,0	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	4	4	4	6	6	10
4,0	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	4	6	6	10	10	10
5,0	1,5	1,5	2,5	2,5	4	4	6	10	10	10	16
7,5	1,5	2,5	2,5	4	4	6	10	10	16	16	25
10,0	1,5	2,5	4	6	6	10	16	16	25	25	25
12,5	1,5	4	4	6	10	10	16	25	25	25	35
15,0	2,5	4	6	10	10	16	25	25	35	35	35
17,5	2,5	4	6	10	10	16	25	25	35	50	50
20,0	2,5	6	10	10	16	25	25	35	35	50	70
25	4	6	10	16	16	25	35	50	50	70	70
30	4	10	10	16	16	25	35	50	50	70	95
35	4	10		16	25	35	50	70	70	95	95
40	6	10	16	25	25	35	50	70	95	95	120
45	6	10	16	25	35	50	70	95	95	120	150
50	6	16	16	25	35	50	70	95	120	150	185
60	10	16	25	35	35	70	95	120	150	185	240
70	10	16	25	35	50	70	95	150	185	240	300
80	10	25	35	50	70	95	120	185	240	300	400
90	10	25	35	50	70	95	150	240	300	400	-

Tabela 5

Dimensionamento de Condutores pelo Critério da Máxima Queda de Tensão – Seção em mm²

Sistema monofásico – 220 volts / Queda de tensão admissível de 3%

Corrente em Ampères	Distância do Centro de Distribuição à Carga em Metros											
	10	20	30	40	50	75	100	125	150	175	200	
1,00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
2,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
3,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4	4
4,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	4	4	4	4	6
5,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	4	4	4	4	6	6
7,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	4	4	6	6	6	10	10
10,0	1,5	1,5	2,5	2,5	4	4	6	6	10	10	10	10
12,5	1,5	1,5	2,5	4	4	6	6	6	10	10	16	16
15,0	1,5	2,5	2,5	4	4	6	10	10	10	16	16	25
17,5	1,5	2,5	4	4	6	10	10	16	16	16	25	25
20,0	1,5	2,5	4	6	6	10	16	16	16	25	25	25
25	1,5	4	4	6	10	10	16	16	25	25	25	35
30	2,5	4	6	6	10	10	25	25	25	25	25	35
35	2,5	4	6	10	10	16	25	25	25	35	35	50
40	2,5	6	10	10	16	25	25	35	35	35	50	50
45	2,5	6	10	10	16	25	35	35	35	50	50	70
50	4	6	10	16	16	25	35	35	50	50	70	70
60	4	10	10	16	25	35	35	50	50	70	70	95
70	4	10	16	16	25	35	50	50	70	70	95	95
80	6	10	16	25	25	35	70	70	70	95	95	120
90	6	10	16	25	35	50	70	70	95	95	120	150

Tabela 6

Dimensionamento de Condutores pelo Critério da Máxima Queda de Tensão – Seção em mm²

Sistema trifásico – 110/22- volts / Queda de tensão admissível de 5%

Corrente em Ampères	Distância do Centro de Distribuição à Carga em Metros										
	10	20	30	40	50	75	100	125	150	175	200
3,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5
4,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
5,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4
7,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	4	4	4	6
10,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	4	4	6	6	6
12,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	4	4	6	6	10	10
15,0	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	4	6	6	10	10	10
20	1,5	1,5	2,5	2,5	4	6	6	10	10	10	16
30	1,5	2,5	2,5	4	6	10	10	10	16	16	25
40	1,5	2,5	4	6	6	10	16	16	25	25	25
50	1,5	4	6	6	10	16	16	25	25	35	35
75	2,5	6	10	10	16	16	25	35	35	50	50
100	4	6	10	16	16	25	35	50	50	70	70
125	4	10	16	16	25	35	50	70	70	95	95
150	6	10	16	25	25	35	50	70	95	95	120
200	6	16	25	25	35	50	70	95	120	150	185
250	10	16	25	35	50	70	95	120	185	240	240
300	10	25	35	50	50	95	120	185	240	300	400
400	16	25	50	70	70	120	185	240	400	-	-
500	16	35	50	70	95	185	240	500	-	-	-
600	25	50	70	95	120	240	400	-	-	-	-

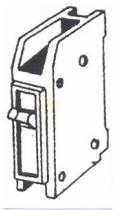
Tabela 7

Dimensionamento de Condutores pelo Critério da Máxima Queda de Tensão – Seção em mm²

Sistema trifásico – 220/380 volts / Queda de tensão admissível de 5%

Corrente em Ampères	Distância do Centro de Distribuição à Carga em Metros										
	10	20	30	40	50	75	100	125	150	175	200
3,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
4,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
5,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5
7,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
10,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4	4
12,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	4	4	4
15,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	4	4	6	6
20	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	4	4	6	6	10
30	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	4	6	6	10	10	10
40	1,5	1,5	2,5	2,5	4	6	10	10	10	16	16
50	1,5	2,5	2,5	4	4	6	10	10	16	16	25
75	1,5	2,5	4	6	6	10	16	16	25	25	25
100	2,5	4	6	10	10	16	16	25	25	35	35
125	2,5	4	6	10	10	16	25	35	35	50	50
150	2,5	6	10	10	16	25	25	35	50	50	70
200	4	10	10	16	25	25	35	50	70	70	95
250	4	10	16	25	25	35	50	70	95	95	120
300	6	10	16	25	25	50	70	95	95	120	150
400	10	16	25	35	35	70	95	120	150	185	240
500	10	16	25	35	50	95	120	150	240	300	400
600	10	25	35	50	70	95	150	240	300	400	500

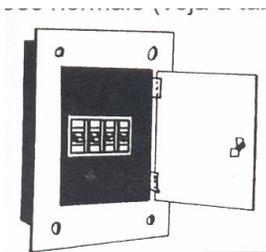
Os disjuntores são caracterizados pela corrente e pela tensão elétrica que eles podem suportar (veja a tabela abaixo).

	UNIPOLAR	BIPOLAR	TRIPOLAR
			
TENSÃO (VOLTS)	120 / 240	240 / 380	240 / 380
Corrente Nominal (ampères)	10 – 15 – 20 – 25 30 – 35 – 40 – 45 50 – 60 – 70 – 90 100	10 – 15 – 20 – 25 30 – 35 – 40 – 45 50 – 60 – 70 – 90 100	10 – 15 – 20 – 25 30 – 35 – 40 – 45 50 – 60 – 70 – 90 100

Observação:

Os disjuntores quando montados em quadros de distribuição (veja fig. 71) deverão conduzir somente 80% da sua corrente nominal, de conformidade com as normas brasileiras.

Exemplificando: um disjuntor de 15A é indicado para circuitos cuja corrente não ultrapasse 12A sob condições normais (veja a tabela a seguir).



CORRENTE NOMINAL DO DISJUNTOR (AMPÈRES)	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	90	100
CORRENTE MÁXIMA DO CIRCUITO (AMPÈRES)	8	12	16	20	24	28	32	36	40	48	56	72	80

ANEXO VII - Tabela 05

Potência de Equipamentos

EQUIPAMENTOS	KW	EQUIPAMENTOS	KW
Ar condicionado 7000 BTUS	0,65	Espremedor de laranjas alto	0,25
Ar condicionado 75000 BTUS	0,65	Exaustor pequeno	0,03
Ar condicionado 9000 BTUS	0,85	Exaustor grande	0,05
Ar condicionado 10000 BTUS	0,85	Ferro elétrico	0,55
Ar condicionado 11000 BTUS	1,05	Ferro elétrico automático	0,70
Ar condicionado 12000 BTUS	1,05	Ferro de solda pequeno	0,10
Ar condicionado 14000 BTUS	1,25	Ferro de solda médio	0,40
Ar condicionado 15000 BTUS	1,25	Ferro de solda grande	0,60
Ar condicionado 16000 BTUS	1,25	Fogão elétrico	2,0
Ar condicionado 18000 BTUS	1,65	Forno de Microondas	1,14
Ar condicionado 21000 BTUS	2,00	Forno para cerâmica pequeno	2,0
Ar condicionado 24000 BTUS	2,00	Forno para cerâmica médio	6,00
Ar condicionado 30000 BTUS	2,40	Forno para cerâmica grande	8,50
Amplificador de som	0,05	Freezer horizontal 1701	0,18
Aspirador de pó residencial	0,75	Freezer horizontal 2201	0,18
Aspirador comercial	2,24	Freezer horizontal 3301	0,21
Assadeira pequena	0,50	Freezer horizontal 4801	0,28
Assadeira grande	1,00	Freezer horizontal 6001	0,28
Balança elétrica	0,02	Freezer vertical 1201	0,10
Balcão frigorífico pequeno	0,50	Freezer vertical 1801	0,10
Balcão frigorífico grande	1,00	Freezer vertical 2801	0,15
Fritadeira de batata	2,50	Frigobar	0,08
Fritadeira de batata	3,00	Furadeira pequena	0,35
Fritadeira de batata	5,00	Furadeira grande	0,65
Barbeador elétrico	0,05	Geladeira comum 2531	0,10
Batedeira de bolos	0,15	Geladeira comum 3101	0,10
Bebedouro	0,08	Geladeira duplex 4301	0,15
Betoneira	1,00	Geladeira triplex 4301	0,15
Bomba d'água ¼ HP	0,19	Grelha elétrica pequena	0,50
Bomba d'água 1/3 HP	0,25	Grelha elétrica grande	1,50
Bomba d'água ½ HP	0,37	Grill	1,20
Bomba d'água ¾ HP	0,56	Lâmpada 40 W	0,04
Bomba d'água 01 HP	0,75	Lâmpada 60 W	0,06
Bomba d'água 02 HP	1,50	Lâmpada 100 W	0,10
Bomba d'água 03 HP	2,25	Lâmpada 150 W	0,15

SENAI-PE

Cafeteira elétrica	0,50	Liquidificador	0,20
Cafeteira elétrica	0,75	Lixadeira pequena	0,35
Chuveiro elétrico	2,50	Lixadeira grande	0,65
Conjunto de som residencial	0,10	Máquina de costura	0,25
Cortador de grama	1,60	Máquina de calcular	0,10
Enceradeira	0,35	Máquina de lavar pratos	1,20
Estufa	1,00	Máquina de escrever elétrica	0,14
Máquina de lavar roupa	1,00	Máquina copiadora pequena	1,40
Máquina de solda	0,50	Micro computador	0,10
Máquina copiadora grande	2,00	Moedor de carne	0,32
Micro forno elétrico	1,00	Panela elétrica	1,20
Multicorte	0,18	Pistola de solda	0,10
Pipoqueira residencial	0,08	Processador / centrifuga	0,46
Politriz (polidora)	0,65	Rádio transistorizado	0,03
Rádio relógio digital	0,04	Secadora de roupas resid.	1,10
Registradora elétrica	0,10	Serra elétrica	1,00
Secadora de roupas comer.	5,00	Serra tico-tico grande	0,60
Serra tico-tico pequena	0,24	Sauna comercial	12,0
Sauna residencial	4,50	Purificador d'água resid.	0,04
Sorveteria	0,02	Televisor a cores	0,10
Televisor preto e branco	0,09	Torradeira	0,80
Torneira elétrica	2,00	Ventilador pequeno	0,10
Turbo circulador	0,20	Ventilador grande (de teto)	0,25
Ventilador médio	0,20	Vídeo game	0,01
Vibrador	1,00	Secador de cabelo (pequeno)	0,70
Vídeo cassete	0,03	Forno elétrico "Olimpo" 2 cam	52,2
Secador de cabelo (grande)	1,25	Forno elétrico "Universal" 2 cam	35,0
Forno elet. "Mag Forno" 2 cam	21,6	Forno elétrico "Hiper Vulcão" 4 C	22,0
Forno elet. "Curitiba"	38,0	Forno elétrico "Capital" 2 cam	10,0
Forno elet. "Especial" 2 cam	30,0	Forno elétrico "Pastel Italbras"	16,5
Forno elet. "Ital Bras" e cam	25,0	Forno elétrica "Tubos Lisbôa" 1 C	28,0
Forno elet. "Sire" 1 câmara	3,00	Forno elétrico "Metalconte" 1 cam	3,00
Forno elet. "ABC" 1 câmara	2,00	Forno elétrico "Superfacta" 2 cam	28,0
Forno elet. "Eletro Grant" 3 C	24,4		

Classificação do Fornecimento em Tensão Secundária de Distribuição 380/220V

ITEM	TIPO DE FORNECIMENTO	Nº DE FIOS/TENSÃO DE FORNECIMENTO	CARGA INSTALADA	EQUIPAMENTO QUE NÃO PODE SER LIGADO
01	Monofásico	2 fios – uma fase e um neutro (220V)	Carga instalada igual ou menor que 15 kW. CI < 15 kW Quando houver carga trifásica o fornecimento será trifásico.	Motor monofásico com potência superior a 3 CV
				Máquina de solda a transformador com potência superior a 2 kVA
				Aparelho de RX com potência superior a 2 kVA
02	Bifásica	3 fios – duas fases e um neutro (380/220V)	Carga instalada menor ou igual a 30kW CI < 30 kW	Motor monofásico com potência superior a 3 CV.
				Máquina de solda a transformador com potência superior a 2.5 kVA.
				Aparelho de RX com potência superior a 5 kVA.
03	Trifásico	4 fios – três fases e um neutro (380/220 V)	Carga instalada até 50 kW CI < 50 kW	Os equipamentos não permitidos no item 1, se instalados na tensão fase-neutro.
				Motor trifásico com potência superior a 30CV.
				Máquina de solda a transformador com potência superior a 5 kVA.

ANEXO V

Tabela 03

Dimensionamento da Entrada de Serviço

TIPO	CARGA INSTALADA	CONDUTOR (COBRE) mm ²			ELETRODUTO		DISJUNTOR
		Aéreo	Embutido	Terra	PVC mm	Aço Carbono nº (mm)	(A)
Monofásico 220V	Até 9 kW	6	10	10	20	20	30
	9 kW a 12 kW	10	16	16	25	25	40
	12 kW a 15 kW	16	25	16	25	25	50
Bifásico 380/220V	Até 15 kW	6	6	6	16	16	30
	15kW a 18 kW	6	10	10	20	20	40
	18kW a 24 kW	10	16	16	25	25	50
	24kW a 30kW	16	25	16	32	31	70
Trifásico 380/200V	Até 18kW	6	6	6	20	20	30
	18kW a 25kW	6	10	10	25	25	40
	25kW a 33kW	10	16	16	32	31	50
	33kW a 43kW	16	25	16	40	41	70
	43kW a 50kW	25	35	16	40	41	90

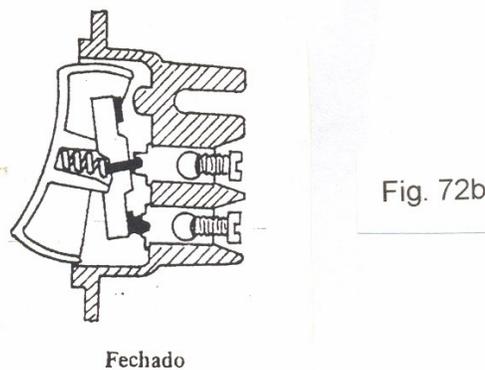
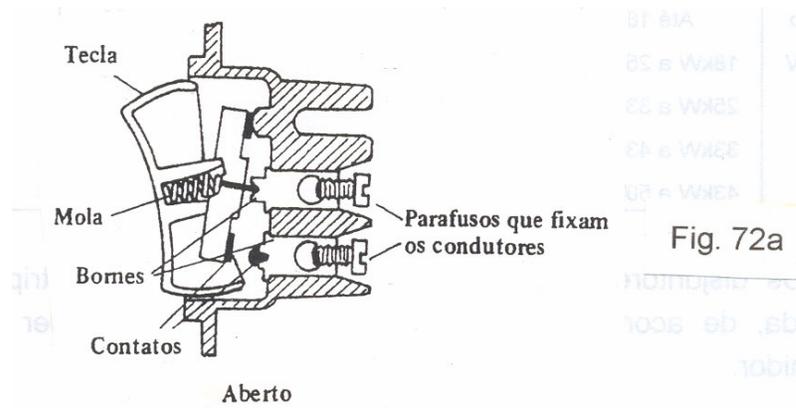
Nota: Os disjuntores deverão ser monopolar, bipolar ou tripolar, de ação retardada, de acordo com o tipo de ligação a que estiver classificado o consumidor.

DISPOSITIVOS DE COMANDO

Os dispositivos de comando são os interruptores e botões de campainhas que se colocam nos circuitos elétricos para abrir e fechar os mesmos de acordo com nossa vontade, fazendo funcionar ou não as cargas elétricas.

Informações Gerais

Nos interruptores e botões de campainhas existe um mecanismo com colas que abre e fecha bruscamente os seus contatos para interromper rapidamente o arco voltagem. Vê-se nas figuras abaixo cortes de um interruptor simples, tipo tecla, nas posições “aberta” (fig. 72a) e “fechada” (fig. 72b), mostrando as partes principais do interruptor.



No uso dos interruptores e botões de campainhas devem ser observadas as seguintes exigências das normas brasileiras:

- Os interruptores devem interromper unicamente o condutor fase e nunca o condutor neutro. Isso possibilitará consertos e substituição de lâmpadas sem risco de choque elétrico, bastando colocar o interruptor na posição “aberta”;
- Os interruptores devem ser instalados em lugares secos e bem acessíveis;
- A altura de fixação dos interruptores pode variar entre 1,20m a 1,50m;
- Deve-se fixar os interruptores de alavanca ou tecla de modo que ligando o circuito, a mesma fique voltada para cima (veja figs. 72a e 72b);
- Os interruptores devem ter capacidade suficiente para suportar por tempo indeterminado as correntes que passam por ele. Os interruptores comuns para instalações residenciais são dimensionados para uma tensão máxima de 250V e para correntes nominais de 3A, 6A ou 10A (a tabela abaixo mostra as potências que podem ser comandadas por um certo interruptor em função de sua corrente nominal e da tensão da rede); e
- Em circuitos bifásicos deve-se usar interruptores bipolares que atuem sobre os dois condutores fases simultaneamente.

CORRENTE NOMINAL	TENSÃO DE REDE	
	110V	220V
	Potência	
3A	330W	660W
6A	660W	1320W
10A	1100W	2200W

Existem diversos interruptores e botões de campainhas para as várias finalidades que serão explicadas a seguir.

Tipos de Bulbos e Bases

Os bulbos das lâmpadas incandescentes são construídos em vidro opaco ou transparente e apresentam diversos formatos, dos quais a figura 73a nos dá alguns exemplos.

A base rosqueada da lâmpada incandescente (veja Fig. 73b) é de latão ou alumínio e possui rosca tipo Edson de diversos diâmetros. Conforme o diâmetro, cada base recebe um nome e um símbolo, de acordo com a tabela abaixo.

NOME DA BASE	SÍMBOLO	DIÂMETRO
Miniatura	E – 10	10mm
Candelabro	E – 12	12mm
Pequena	E – 14	14mm
Intermediária	E – 17	17mm
Normal	E – 27	27mm
Mogul	E – 40	40mm

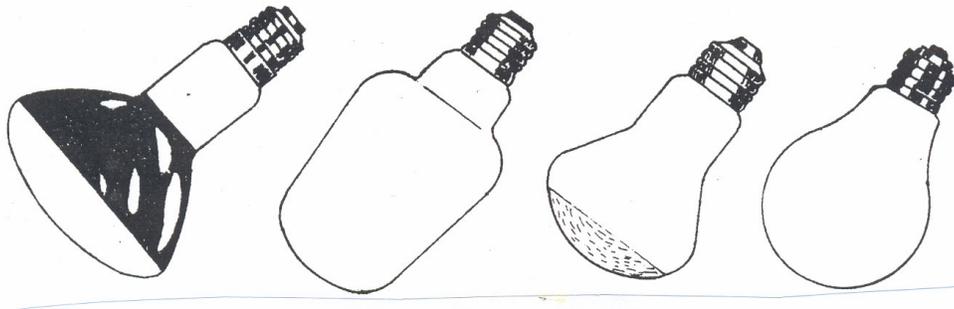


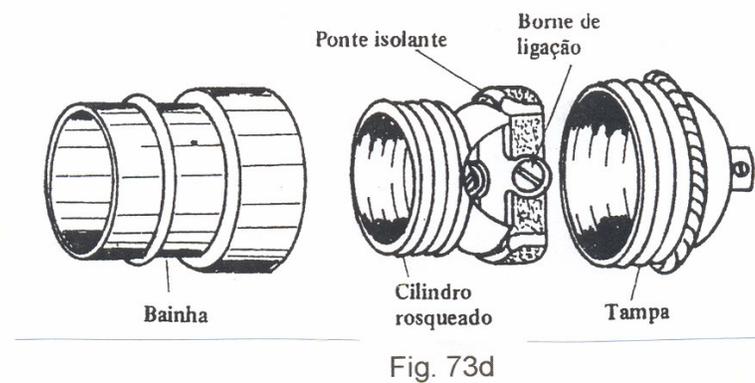
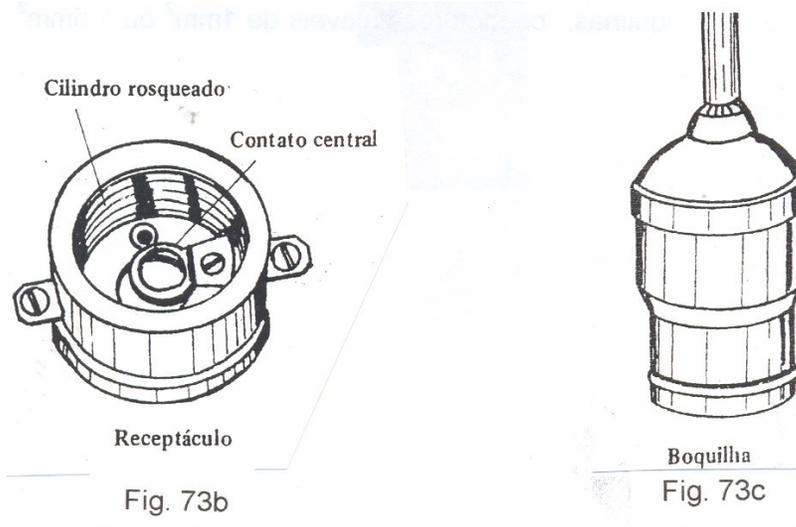
Fig. 73a

Suportes para Lâmpadas Incandescentes

Os suportes para as Lâmpadas incandescentes são dispositivos de fixação e conexão elétrica entre a lâmpada e os condutores.

Geralmente há dois tipos de suportes: receptáculos (fig. 73c) e boquilhas (fig. 73d). As boquilhas são constituídas de várias peças (veja fig. 73e)

Enquanto os receptáculos são fixados diretamente no teto ou na parede, as boquilhas servem para fixação de lâmpadas penduradas.



Os receptáculos como as boquilhas contém, como partes principais, um cilindro rosqueado e um contato central (veja figs. 73c e 73e) próprios para se encostar com a base rosqueada e o contato central da lâmpada, realizando assim a conexão elétrica entre a lâmpada e o suporte (veja fig. 73f).

Ligação da Lâmpada Incandescente

Vê-se na figura 73f a ligação de uma lâmpada incandescente, mostrando o percurso da corrente elétrica.

Observe que, por causa de segurança, o interruptor deve unicamente interromper o condutor fase e nunca o condutor neutro. Pelo mesmo motivo, o contato central do suporte deve ser conectado ao condutor retorno e nunca ao neutro.

Empregam-se para a ligação dos receptáculos o fio rígido de $1,5\text{mm}^2$ de seção e, para a ligação das boquilhas, condutores flexíveis de 1mm^2 ou $1,5\text{mm}^2$ de seção.

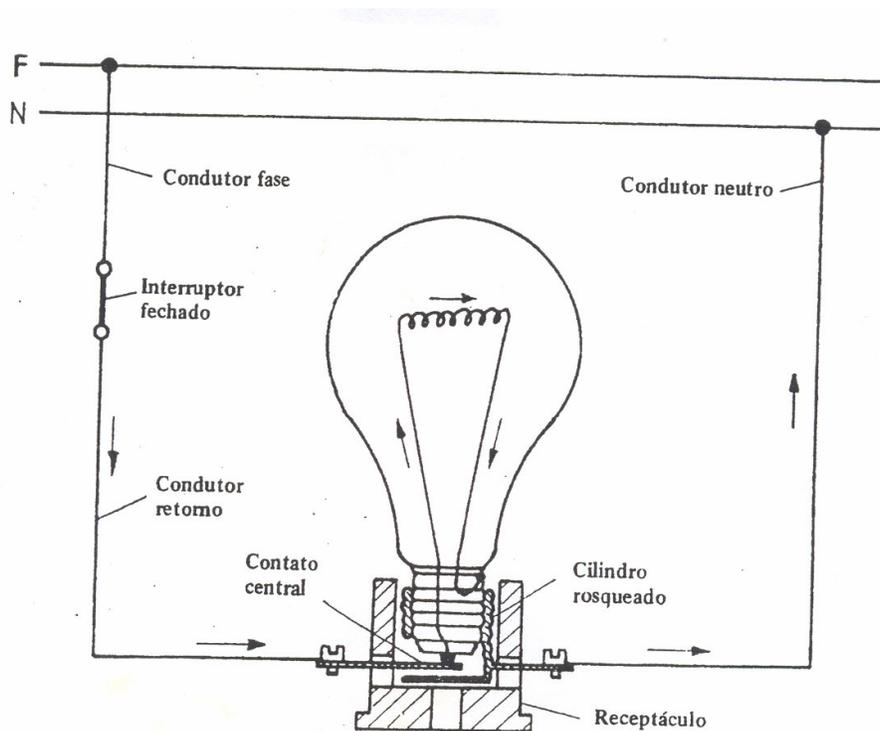


Fig. 73e

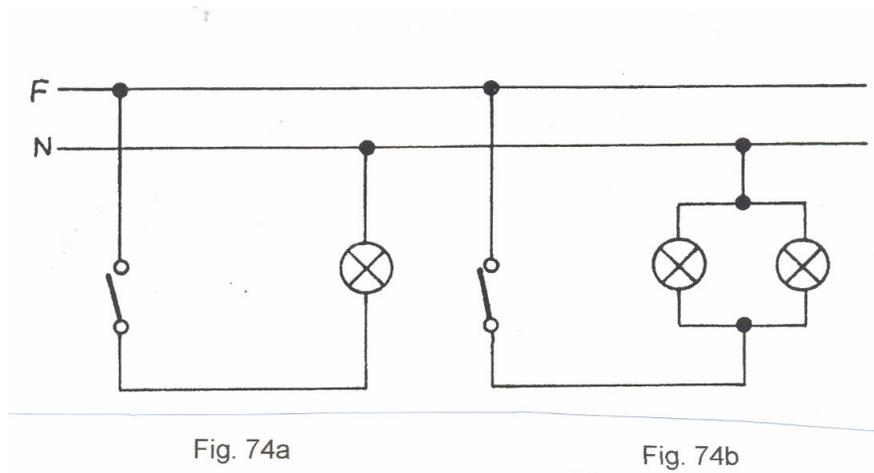
Interruptor Simples

Funcionamento e ligação

O interruptor simples serve para comandar uma lâmpada ou um conjunto de lâmpadas ao mesmo tempo de um só ponto de comando.

O funcionamento mecânico do interruptor simples já foi mostrado nas figuras 72a e 72b.

As figuras abaixo mostram a ligação do interruptor simples, tendo na figura 74a uma lâmpada comandada por um interruptor simples e na figura 74b um conjunto de duas lâmpadas comandado por um interruptor simples.



Somente se os interruptores forem acionados, a corrente poderá percorrer os filamentos das lâmpadas, fazendo-as acender.

Tipos de Interruptores Simples

Distinguem-se interruptores de aplicação externa (fig. 75) e de aplicação embutida (veja fig. 76). Os dois tipos podem ser de alavanca ou de tecla (veja figs. 75 e 76), sendo este último o que oferece um manejo mais suave e silencioso.

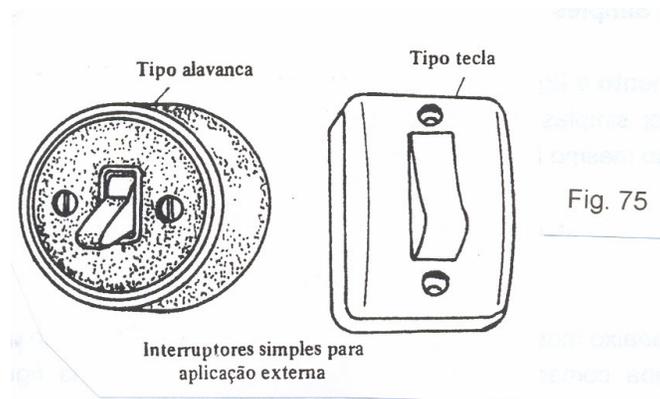


Fig. 75

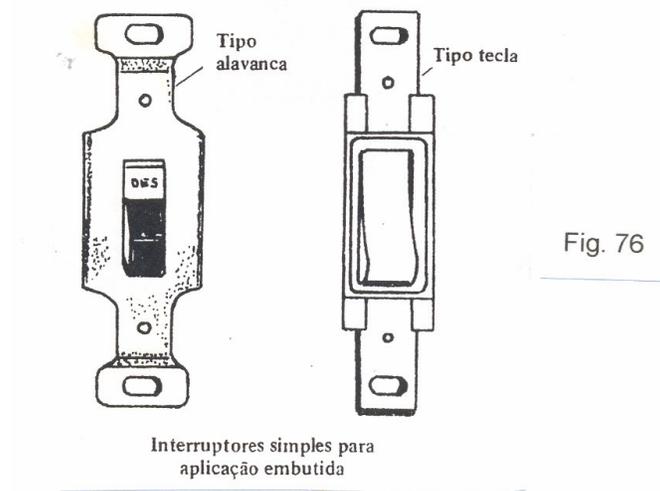


Fig. 76

Detectar Defeitos

Os interruptores podem apresentar dois tipos de problemas:

- Não fecham o circuito quando acionados, ou seja, falta-lhes o contato; e
- Não abrem o circuito quando acionados, ou seja, permanecem em curto.

O teste de funcionamento pode ser feito de duas maneiras utilizando-se a lâmpada de prova simples ou a lâmpada de prova de continuidade.

Teste com a lâmpada de prova simples

Esta prova será indicada quando se desejar testar o interruptor sem desligá-lo do circuito.

A potência da lâmpada de prova deve ser da mesma ordem que a potência do circuito controlado pelo interruptor que se deseja provar.

O procedimento é mostrado nas figuras 77a e 77b. Se o interruptor se encontrar em bom estado, teremos duas situações possíveis, de acordo com as figuras 77a e 77b.

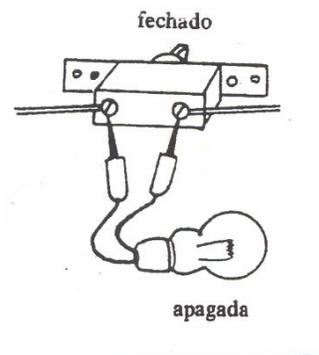


Fig. 77a

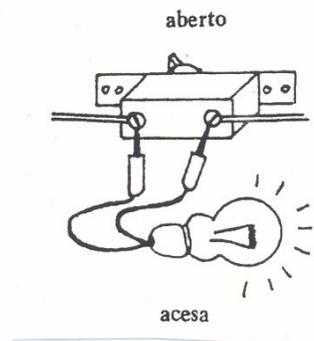


Fig. 77b

Teste com lâmpada de prova de continuidade

Este teste é feito com o interruptor desligado do circuito. O procedimento é mostrado nas figuras 78a e 78b. Se o interruptor estiver em bom estado, teremos duas situações possíveis:

- Com o interruptor fechado, a lâmpada de prova acenderá com brilho normal; e
- Com o interruptor aberto, a lâmpada permanecerá apagada.

Se ocorrer que a lâmpada de prova não acenda ou não apague em quaisquer das posições do interruptor, o mesmo se apresentará defeituoso.

- Quando o interruptor estiver fechado, a lâmpada de prova deve permanecer apagada e a lâmpada do circuito acesa com brilho normal; e
- Quando o interruptor estiver aberto, a lâmpada de prova, como também a lâmpada do circuito devem acender com brilho reduzido, pois serão ligadas em série.

No caso em que nos dois testes a lâmpada de prova permanecer apagada, é porque o interruptor ficou fechado, permanecendo em curto.

Se a lâmpada de prova permanecer acesa nos dois testes, é porque o interruptor ficou aberto, não ligando o circuito quando acionado.

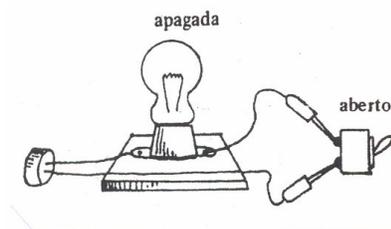


Fig. 78a



Fig. 78b

Interruptor de Várias Seções

Os interruptores de várias seções são conjuntos de interruptores simples para comandar abajures ou diversos pontos de luz. Os mais usados são os de duas e três seções (veja figs. 79 e 80)

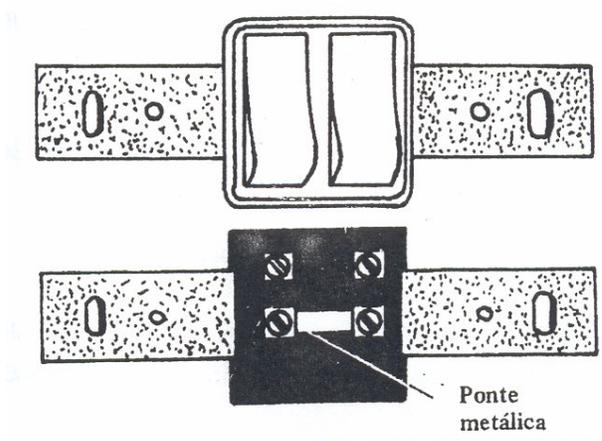


Fig. 79

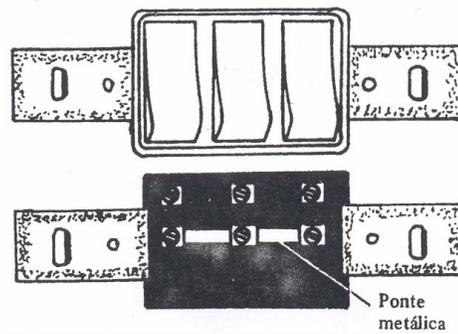
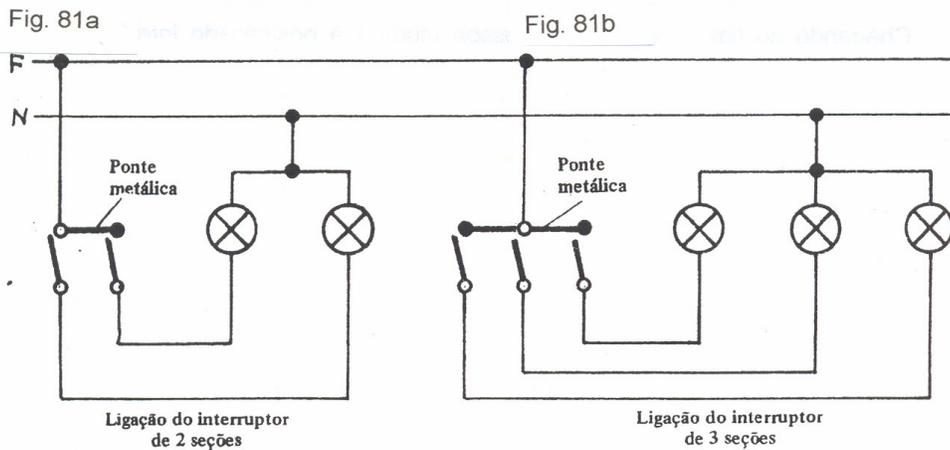


Fig. 80

Normalmente os interruptores de várias seções têm uma ponte metálica que liga eletricamente os bornes de um lado do interruptor (veja figs 79 e 80). Esta ponte pode ser ligada unicamente ao condutor fase (veja figs. 81a e 81b) e nunca ao condutor retorno.

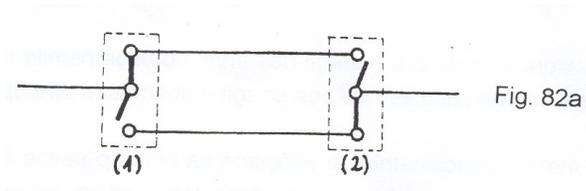
As figuras 81a e 81b mostram exemplos de ligação de interruptores de várias seções.



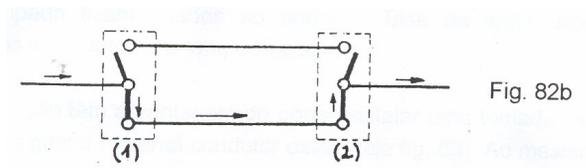
Como os interruptores simples, os de várias seções podem ser para aplicação externa ou embutida, sendo de alavanca ou de tecla.

Detectam-se os defeitos seguindo o mesmo esquema do interruptor simples.

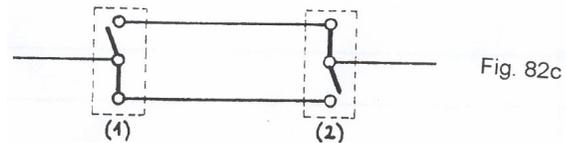
A figura 82a mostra a situação inicial. A lâmpada está apagada, porque não há passagem para a corrente.



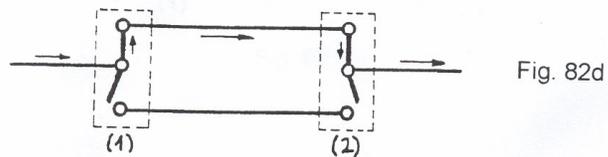
Se uma pessoa mudar a posição do interruptor 1 no fundo da escada, a lâmpada acenderá, porque haverá passagem agora (veja fig. 82b).



Chegando ao fim da escada, a pessoa mudará a posição do interruptor 2, interrompendo assim a corrente e apagando a luz (veja fig. 82c).



Chegando uma outra pessoa no início da escada, ela apenas teria que mudar outra vez a posição do interruptor 1 para iluminar a escada novamente (fig. 82d).



Podem-se ligar os interruptores three-way numa outra maneira que se realiza conforme mostra a figura 83.

Os condutores da alimentação da linha são ligados aos bornes separados dos interruptores, enquanto a lâmpada é ligada aos bornes centrais dos mesmos.

A lâmpada estará acesa quando as posições dos interruptores forem tais que ela fica ligada entre o condutor fase e o condutor neutro da linha de alimentação.

No esquema indicado na figura 83, a lâmpada está apagada, pois ambos os bornes da lâmpada ficam ligados ao condutor fase da linha. Acionando qualquer um dos interruptores a lâmpada acenderá.

Esse tipo de ligação tem a vantagem de poder instalar uma tomada junto com o interruptor sem gastar material condutor extra (veja fig. 83). Ao mesmo tempo oferece muito menos segurança contra choques elétricos, pois os contatos do receptáculo poderão estar energizados, mesmo quando a lâmpada ficar apagada, como é a situação mostrada na figura 83.

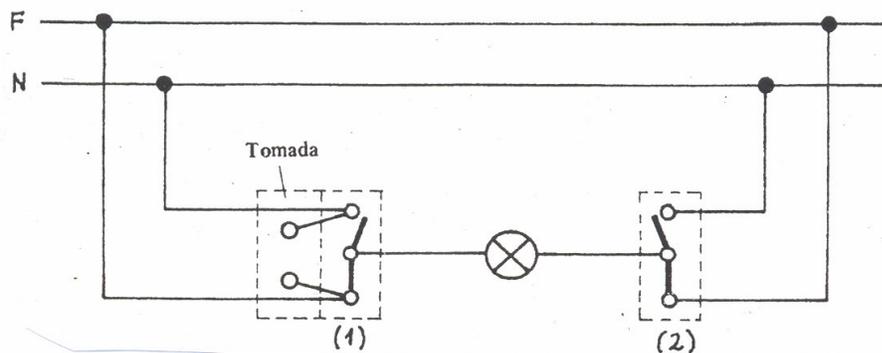


Fig. 83

Detectam-se defeitos nos interruptores three-way, utilizando a lâmpada de prova de continuidade, verificando se o interruptor liga e desliga seus bornes de acordo com a sua função.

Interruptor “Three-Way”

Há casos em que a necessidade exige que o mesmo circuito de iluminação seja comandado de dois pontos diferentes, como por exemplo, em salas com duas entradas ou em escadas.

Os interruptores simples não servem nesse caso. Deve-se usar interruptores especiais, chamados “interruptores three-way” ou “interruptores paralelos”.

O interruptor three-way tem três bornes (A, B e C) e permite ligar o borne central (A) ou com o borne B ou com o borne C (veja figs. 84a e 84b), sendo chamados estes últimos “separados”.

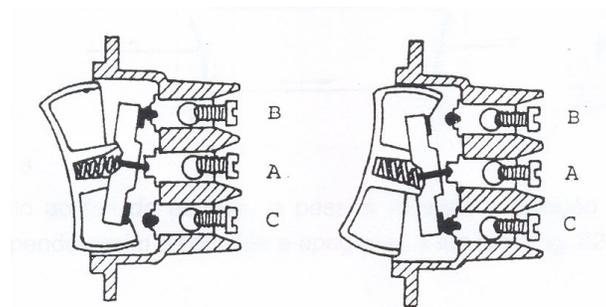
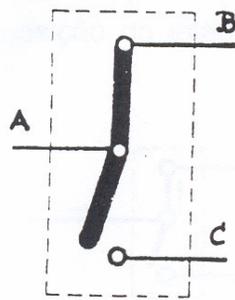


Fig. 84a

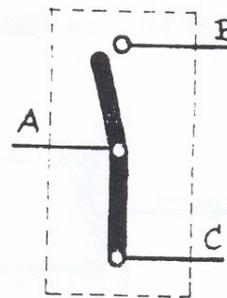
Fig. 84b

Vê-se nas figuras 85a e 85b os símbolos do interruptor three-way, mostrando suas duas posições possíveis.



Posição 1

Fig. 85a



Posição 2

Fig. 85b

A ligação dos interruptores three-way é realizada a figura 86:

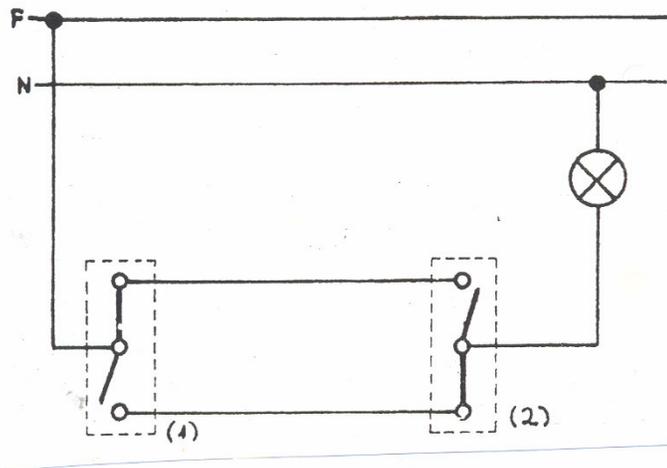


Fig. 86

O condutor fase está ligado ao borne central do interruptor 1.

Os bornes separados do interruptor 1 estão ligados aos do interruptor 2. O borne central do interruptor 2 está ligado ao contato central do receptáculo, enquanto o outro contato do receptáculo está ligado ao condutor neutro.

Na figura 86 a lâmpada está apagada, pois percorrendo o circuito, observa-se que o mesmo está interrompido.

Interruptor “Four-Way”

Os interruptores three-way servem apenas para comandar lâmpadas de dois pontos diferentes. Quando desejamos comandar uma lâmpada de mais de dois pontos, como em escadas de vários andares ou em salas de vários acessos, temos que usar interruptores four-way, também chamados interruptores intermediários, em combinação com dois interruptores three-way.

A figura 87 mostra um interruptor four-way de tipo tecla para aplicação embutida.

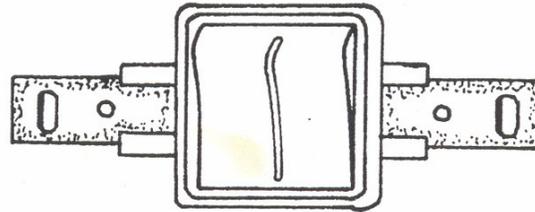
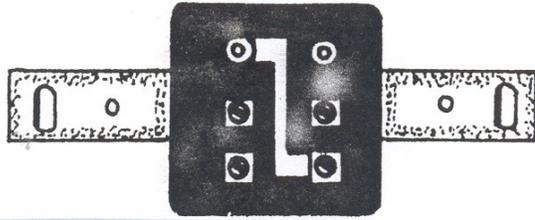


Fig. 87



O interruptor four-way tem quatro bornes (A, B, C e D). Numa posição, ele liga os bornes A e D, assim como B e C (Fig. 88a). Na outra posição estão ligados os bornes A e C, assim como B e D (Fig. 88b).

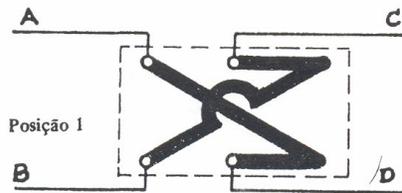


Fig. 88a

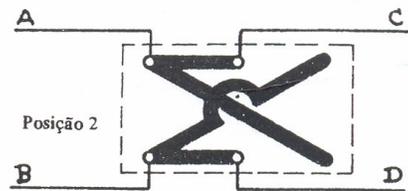
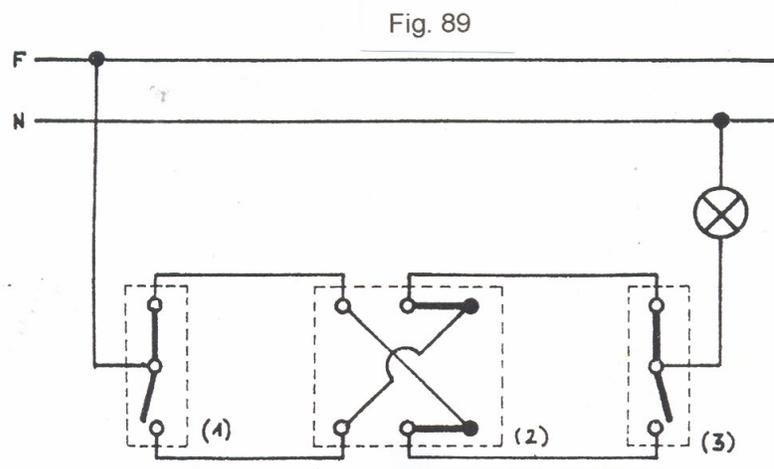


Fig. 88b

A figura 89 mostra o esquema de ligação de um interruptor four-way junto com dois interruptores three-way. Esse esquema permite comandar a lâmpada de três pontos diferentes.

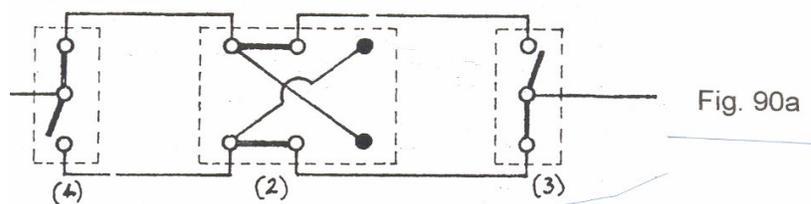
Observe que o interruptor four-way sempre trabalha junto com dois interruptores three-way, sendo que o four-way fica na posição intermediária, enquanto os three-way estão nos extremos.

Na figura 89, a lâmpada está apagada, pois o circuito está interrompido. Mas quando acionarmos qualquer um dos interruptores 1, 2 ou 3, a lâmpada acenderá.

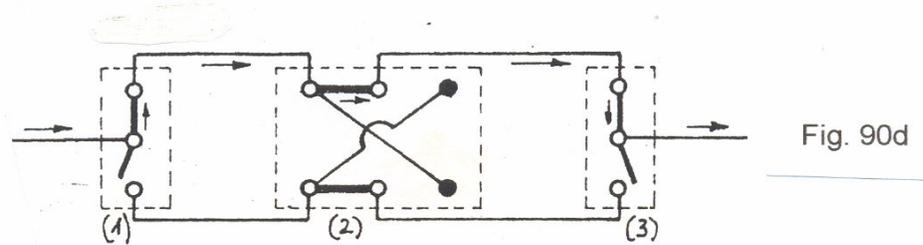
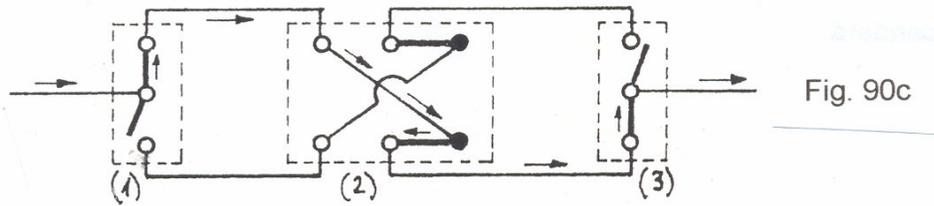
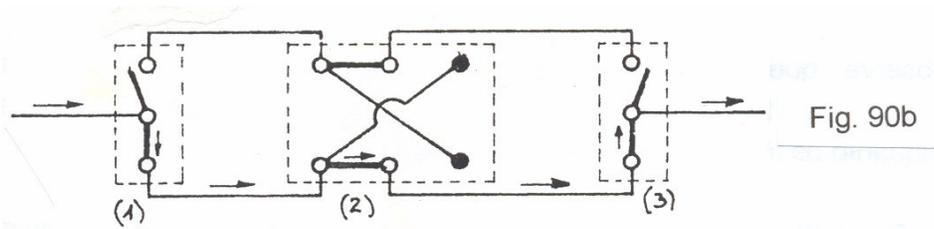


Para entender melhor o funcionamento do esquema, as figuras 90a até 90f mostram algumas combinações dos interruptores.

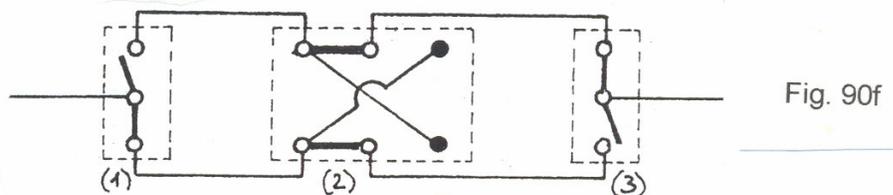
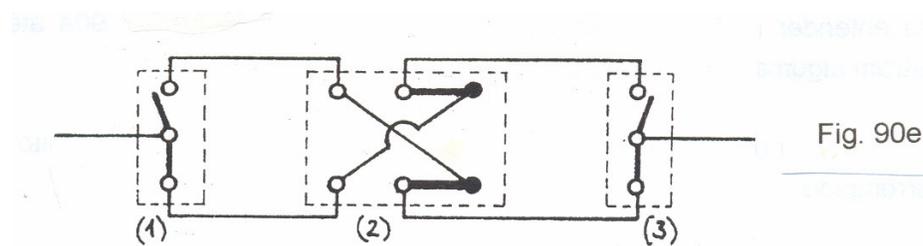
A combinação mostrada na figura 90a seria a situação inicial. O circuito está interrompido.



Acionando agora o interruptor 1 (fig. 90b) ou interruptor 2 (fig. 90c) ou interruptor 3 (fig. 90d), a lâmpada acenderá, pois haverá passagem para a corrente.



Partindo da figura 90b, pode-se apagar a lâmpada acionando o interruptor 2 (fig. 90e) ou o interruptor 3 (fig. 90f).



Pode-se empregar qualquer número de interruptores four-way. A figura 91 nos dá o exemplo de um circuito controlado em cinco pontos diferentes através de três interruptores four-way e dois interruptores three-way. Na situação apresentada, a lâmpada está apagada, mas se acionarmos qualquer interruptore three-way ou four-way, a lâmpada acenderá.

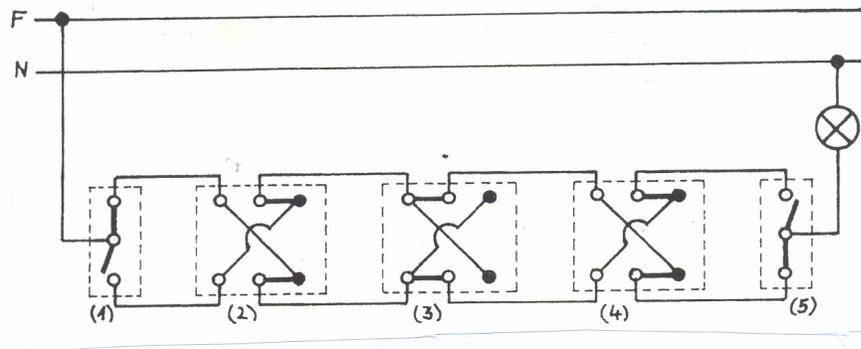


Fig. 91

Detectam-se defeitos nos interruptores four-way, utilizando a lâmpada de prova de continuidade, verificando se o interruptor liga e desliga seus bornes de acordo com a sua função.

VARIADOR DE LUMINOSIDADE (DIMMER)

O dimmer (veja figs. 92 e 93), também chamado “variador de luminosidade”, é um dispositivo eletrônico composto de capacitores, tiristores, resistores, bobinas e um potenciômetro (resistência variável). Ele serve para regular o brilho da lâmpada, visando conseguir variação da luminosidade, passando de luz plena sem graduação até uma completa extinção de seu brilho.

O dimmer pode ser do tipo rotativo (fig. 92) ou do tipo deslizante (fig. 93).

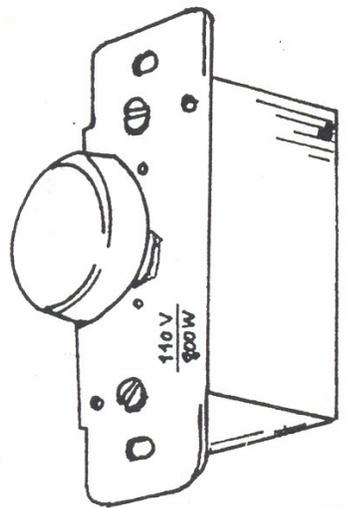


Fig. 92

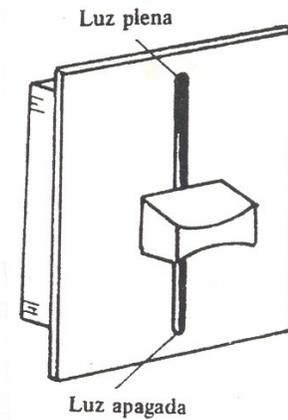


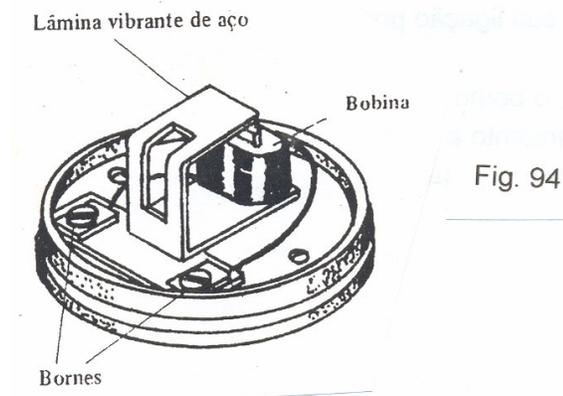
Fig. 93

LIGAÇÃO DE CAMPANHAS E CIGARRAS

CIGARRAS

As cigarras também são empregadas para anunciar visitas.

São aparelhos sonoros mais simples que as campainhas e com um som mais suave. São constituídas por um eletroímã (bobina com núcleo de ferro) e uma lâmina vibrante de aço (veja fig. 94) e funcionam somente com corrente alternada.



O princípio de funcionamento da cigarra pode ser compreendido, estudando-se a figura 95.

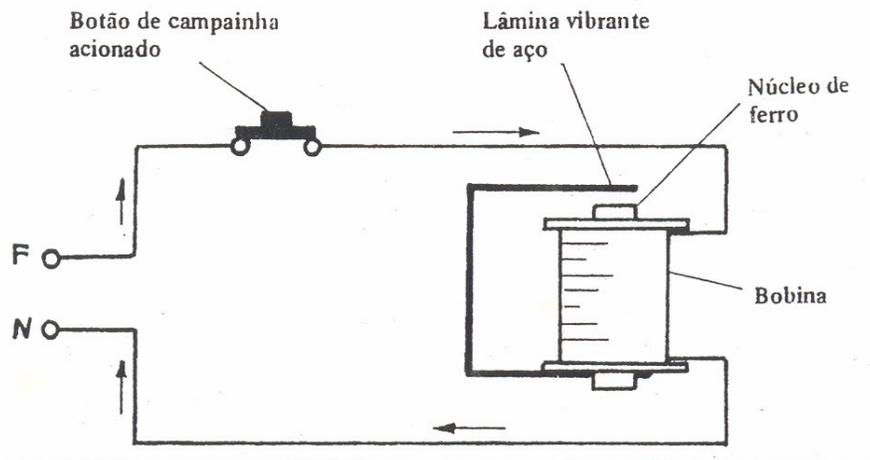


Fig. 95

Fazendo-se passar uma corrente alternada de 60 hertz de frequência pela bobina do eletroímã, o campo magnético não permanece constantemente, mas aparece e cessa 120 vezes por segundo. Assim a lâmina vibrante será atraída e solta 120 vezes por segundo, ficando em vibração e produzindo um zumbido característico.

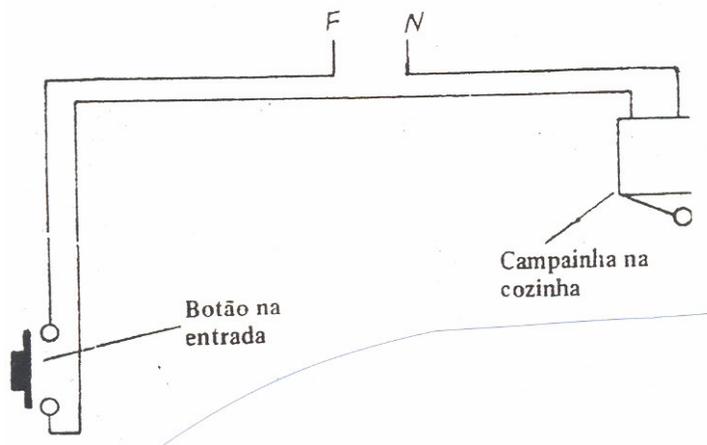
As cigarras são instaladas em ambientes pequenos ou silenciosos.

Ligação de Campanhias e Cigarras

As campainhas e cigarras são comandadas por botões que somente fecham o circuito quando forem pressionados.

Como as campainhas e cigarras consomem muito pouca corrente, o condutor utilizado para sua ligação pode ser de $0,75\text{mm}^2$ de seção.

Normalmente, o botão para acionar a campainha ou cigarra fica na entrada da residência, enquanto a campainha ou cigarra são instaladas na cozinha. Neste caso, o esquema de ligação é o seguinte:



Às vezes, deseja-se acionar a campainha de dois ou mais pontos diferentes, por exemplo, da entrada social e da entrada de serviço. Neste caso, basta ligar os botões em paralelo (veja fig. 96)

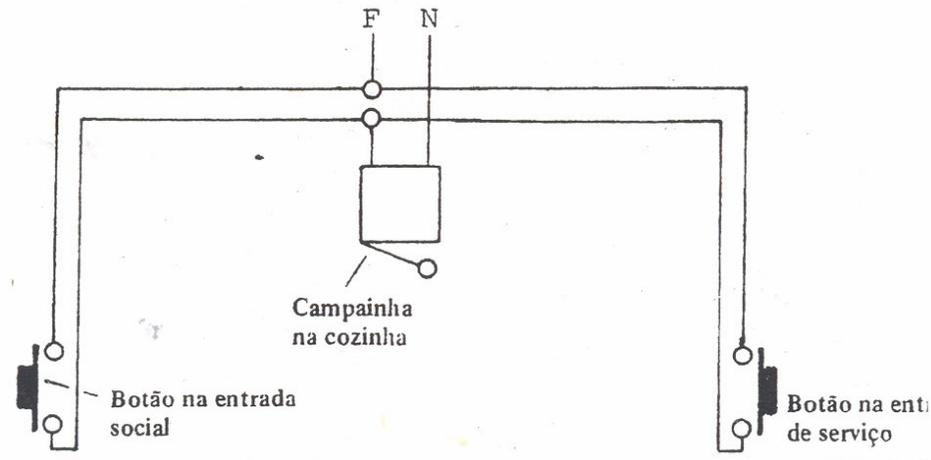


Fig. 96

Também se pode acionar mais que uma campainha ou cigarra de um só botão, por exemplo: tendo uma campainha na cozinha e outra na sala. Neste caso, as campainhas são ligadas em paralelo (veja fig. 97).

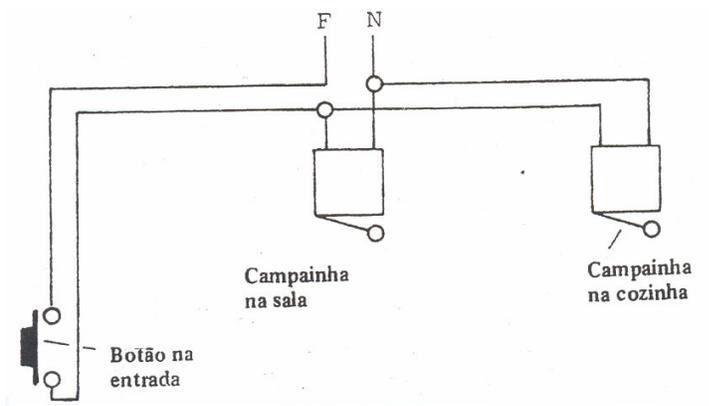
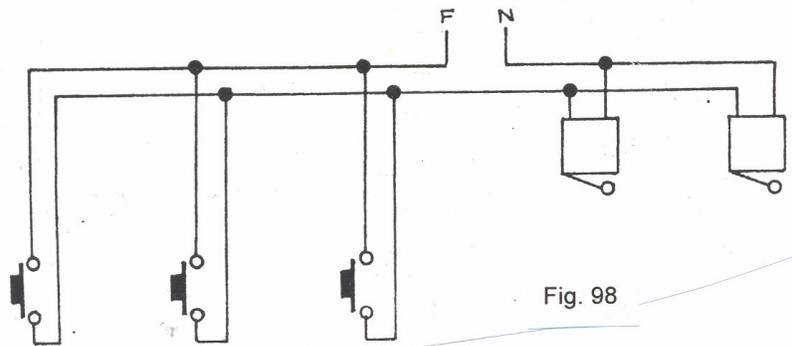
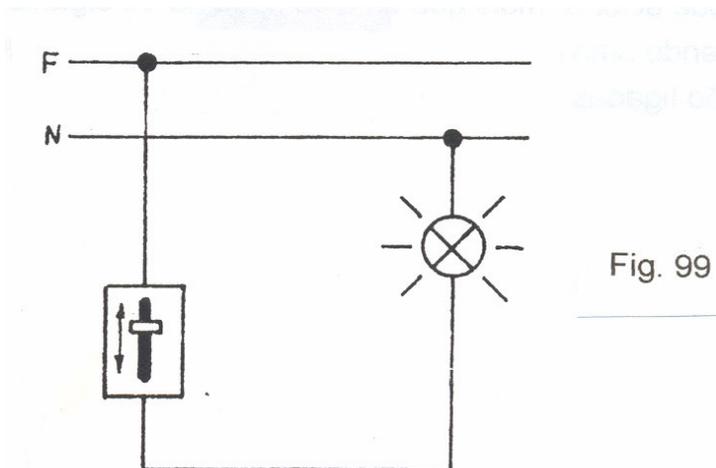


Fig. 97

Deste modo pode-se combinar qualquer número de campainhas e cigarras com qualquer número de botões de comando (veja na figura 98 a ligação de duas campainhas comandadas por três botões).



Instala-se o dimmer como um interruptor simples, ou seja, em série com a lâmpada a ser regulada (veja fig. 99). Variando o potenciômetro, variamos a corrente elétrica que passa pelo filamento da lâmpada e em consequência variamos o brilho da mesma.



Detectam-se defeitos no dimmer utilizando a lâmpada de prova de continuidade. Encostando as pontas de prova com os bornes do dimmer, o brilho da lâmpada de prova deve variar em consequência da variação do potenciômetro. No caso de haver defeito no funcionamento do dimmer, ele deve ser consertado por especialistas.

INSTALAÇÃO DE MINUTERIA

A Minuteria

Em edifícios residenciais é comum o uso de minuteria que apaga automaticamente o circuito de serviço depois de um certo tempo, visando maior economia para o condomínio.

Tipos de Minuteria

A maioria das minuterias é baseada num eletroímã que fecha os contatos do circuito de iluminação e num mecanismo que provoca o desligamento no tempo previsto. Este mecanismo pode ser pneumático ou de relojoaria (conjunto de pequenas engrenagens de tamanho diferente).

Outras minuterias são acionadas por um pequeno motor elétrico.

Os contatos que fecham e abrem os circuitos podem ser secos ou de mercúrio.

As minuterias com dispositivos pneumáticos e de relojoaria somente podem ser fixadas na vertical, enquanto as acionadas por motor trabalham em qualquer posição.

Funcionamento e Ligação

Normalmente a minuteria traz o esquema de sua ligação impresso na sua caixa. A figura 100 nos dá o exemplo do esquema de ligação para a minuteria da Pial que trabalha com o sistema pneumático e contatos de mercúrio.

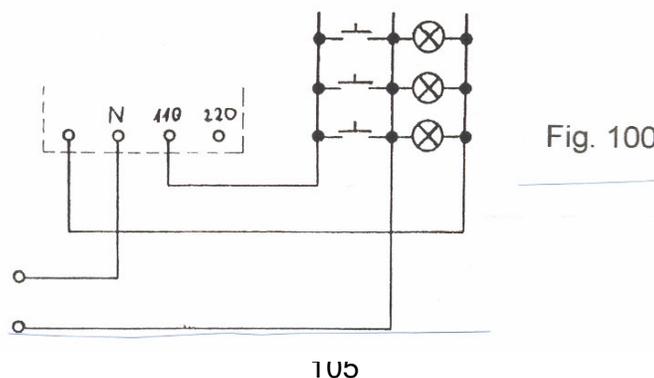
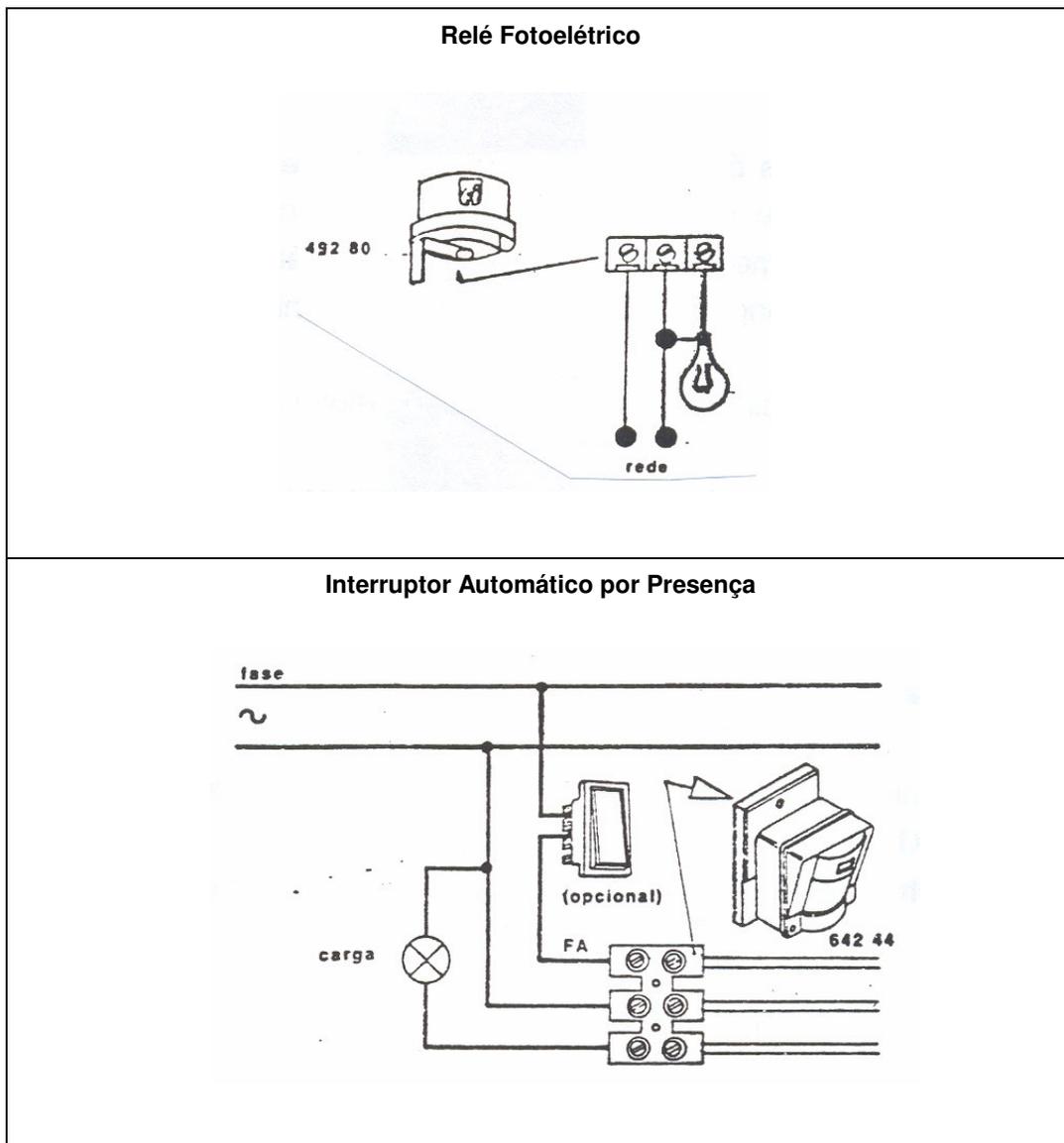


Fig. 100

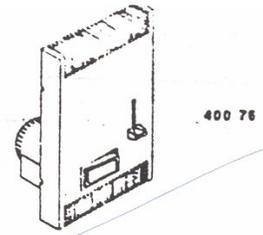
Minuteria eletrônica 50/60 Hz bivolt com pré-aviso de extinção de luz

Aparelho destinado a controlar lâmpadas incandescentes ou fluorescentes (40 W minutos), através de regulagem para funcionamento permanente ou temporizado de 15 segundos a 5 minutos. Pré-aviso de extinção de luz para lâmpadas incandescentes, com redução da luminosidade durante 10 segundos. Possui lâmpada néon na parte frontal, para sinalização de funcionamento. Incorpora fusível de ação rápida 10A, ref. 10296.

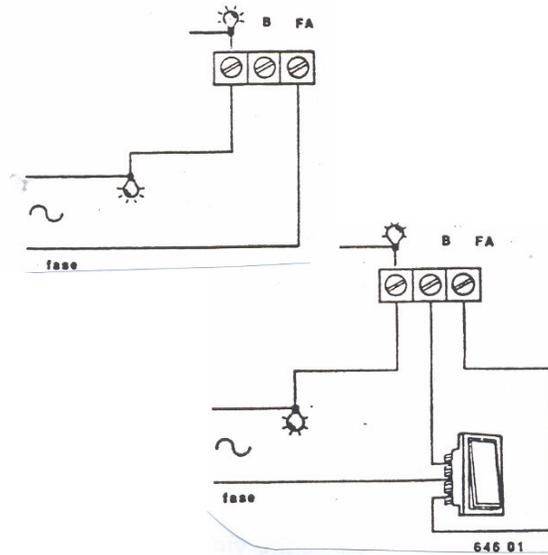
Esquemas de Ligação



Variador Deslizante 10A



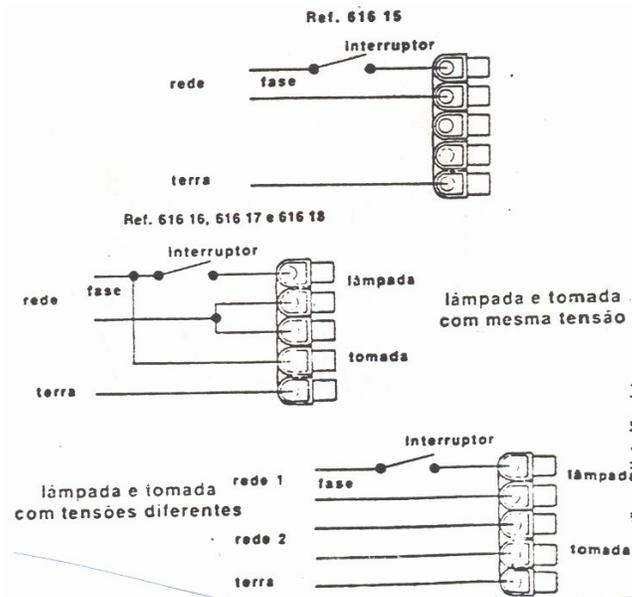
O acesso aos bornes é feito pela parte de traz do produto



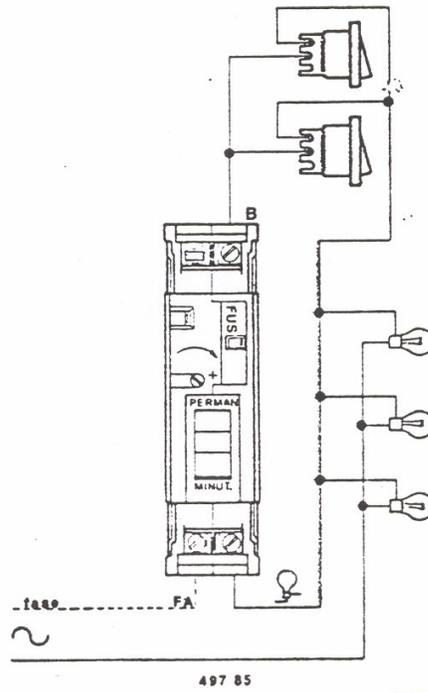
Instalação simples

Instalação paralela

Luminária de Jardim Aquatic

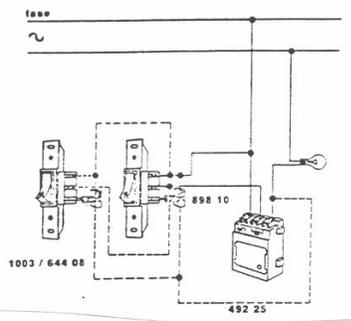


Minuteira Eletrônica

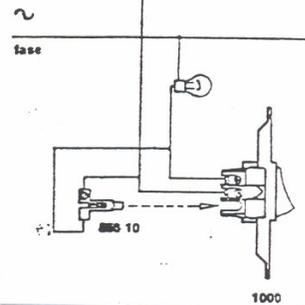


Minuteiras individuais

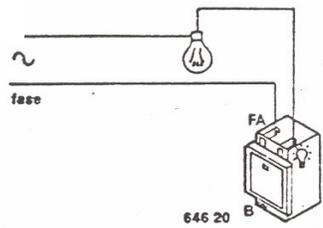
Silentoque / Classic



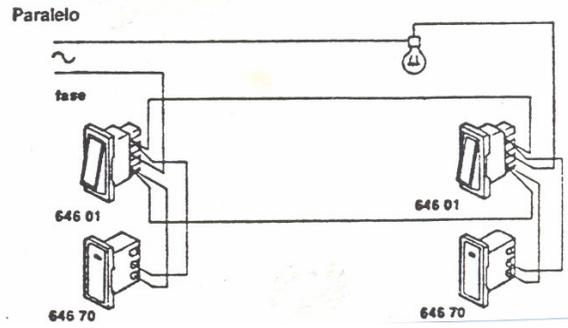
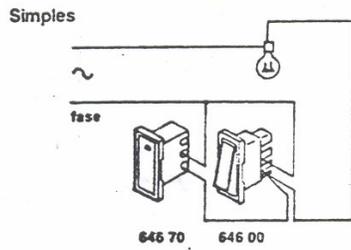
Acessório luminoso



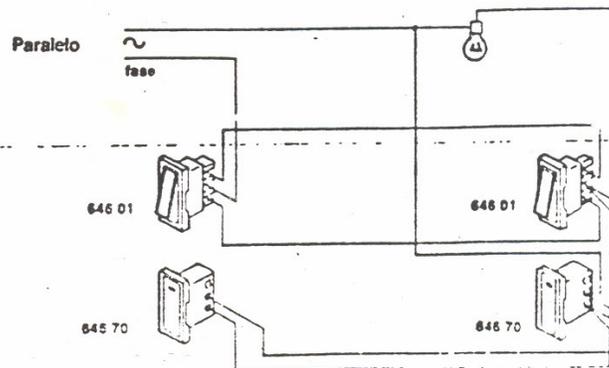
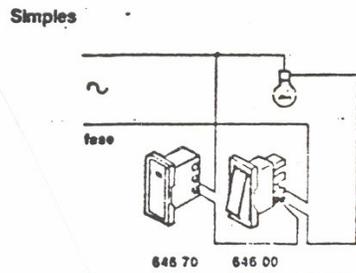
Elite / Elite PL



Módulo Luminoso: função ponto luminoso



Módulo Luminosos: função luz testemunha



CONJUNTO FLUORESCENTE

A iluminação por lâmpadas fluorescentes é uma das mais utilizadas em oficinas, estabelecimentos industriais e comerciais. Isto porque a lâmpada fluorescente apresenta as seguintes vantagens em relação à lâmpada incandescente:

- Com a mesma potência, o rendimento de luz da lâmpada fluorescente é cinco vezes maior do que o da lâmpada incandescente, ou seja, com o mesmo gasto de energia elétrica, obtemos mais luz;
- As lâmpadas fluorescentes produzem menor calor irradiado;
- Existem lâmpadas fluorescentes que produzem cores diferentes o que é importante para efeitos decorativos e para certos trabalhos. As cores são indicadas nas próprias lâmpadas, sendo as mais comuns:
 - Luz branca;
 - Branca fria;
 - Luz do dia.
- A vida média das lâmpadas fluorescentes é maior. Elas podem durar até 10.000 horas.

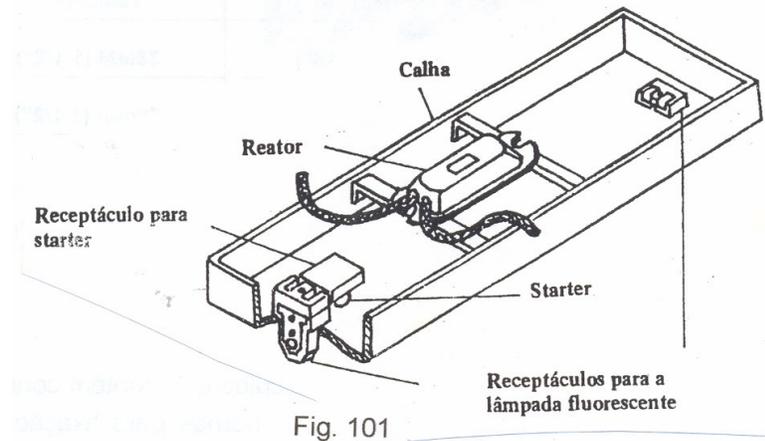
Como desvantagens mencionamos o seu maior custo inicial de instalação e a sua manutenção mais difícil.

Observação:

As lâmpadas fluorescentes são próprias para um funcionamento contínuo, como em lojas, escritórios, oficinas, ou em outros locais que têm que ser iluminados durante longos períodos. Se a lâmpada fluorescente for acendida e apagada com frequência, a sua vida cairá significativamente.

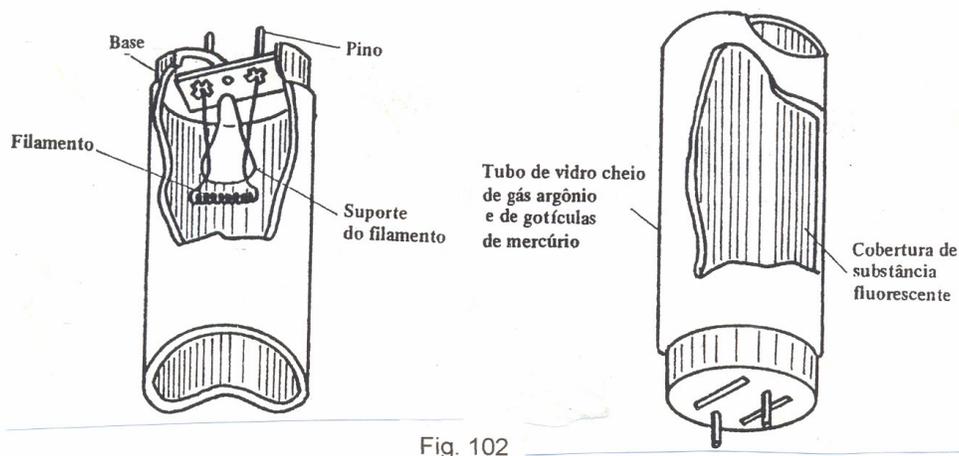
Constituição e Funcionamento das Partes do Conjunto Fluorescente

Para o seu funcionamento a lâmpada fluorescente precisa de vários acessórios (calha, reator, starter, receptáculos) que, junto com a própria lâmpada, formam o conjunto fluorescente (veja fig. 101).



A Lâmpada Fluorescente

A lâmpada fluorescente produz luz por meio de passagem da corrente elétrica através de um gás. Ela é constituída por um tubo cilíndrico de vidro que contém gás argônio e gotículas de mercúrio. Sua parede interna é recoberta por uma substância fluorescente. Em seus extremos existem filamentos de tungstênio e pinos de conexão (veja fig. 102).



Encontram-se lâmpadas fluorescentes com as medidas apresentadas na tabela abaixo:

POTÊNCIA	DIMENSÕES		
	CÓDIGO	COMPRIMENTO	DIÂMETRO
15W	T – 8	457MM (18")	25MM (1")
	T – 12	457MM (18")	38MM (1.1/2")
20W	T – 12	610mm (24")	38mm (1.1/2")
30W	T – 8	915mm (36")	25mm (1")
40W	T – 12	1219mm (48")	38mm (1.1/2")

Receptáculos

Cada lâmpada fluorescente precisa de dois receptáculos que contêm contatos nos quais são introduzidos os pinos da lâmpada e bornes para fixação dos condutores (veja fig. 103).

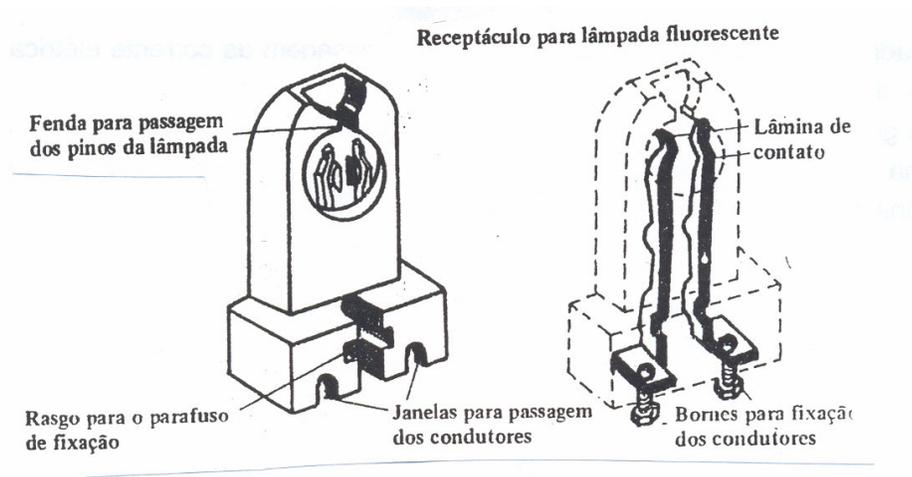


Fig. 103

Um dos receptáculos é conjugado com um suporte próprio para receber o starter (veja fig. 104)



Receptáculo com suporte para starter

Fig. 104

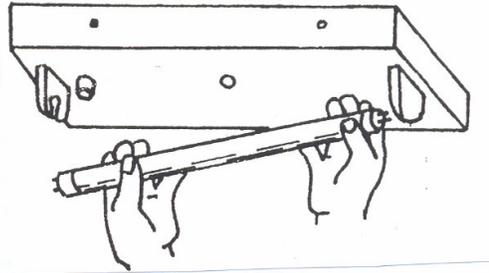


Fig. 105

Observação:

Ao introduzir a lâmpada fluorescente nos receptáculos deve-se ter cuidados especial para não curvar ou quebrar os pinos: segure a lâmpada nos seus extremos com as duas mãos (veja fig. 105) e introduza-a devagar e cuidadosamente.

O Starter

O starter (veja fig. 106) é um dispositivo usado na partida da lâmpada fluorescente e funciona como um interruptor automático.

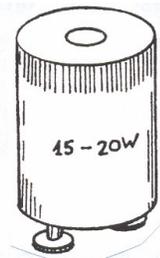
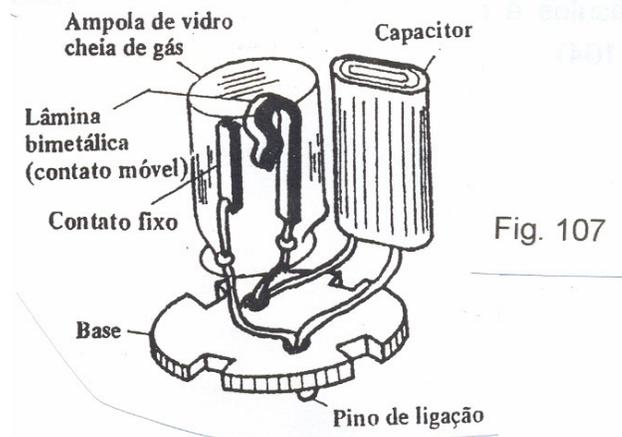
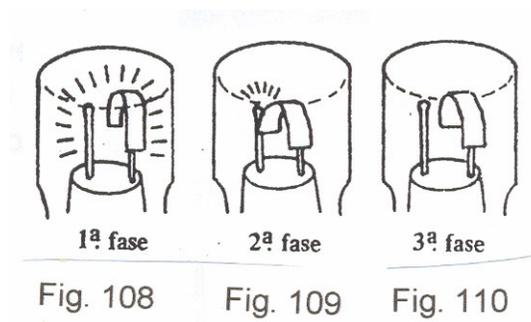


Fig. 106

A figura 107 mostra o interior do starter. Ele consta de uma ampola de vidro, com gás néon, em cujo interior se encontram um contato fixo e uma lâmina bimetálica (contato móvel). Como parte integrante do starter temos um capacitor cuja função é evitar interferências em aparelhos eletrônicos como, por exemplo, rádios.



O starter atua em três fases, conforme figura 108:



Na **primeira fase**, quando o starter é ligado à tensão, há uma descarga luminosa entre os contatos do mesmo que provoca aquecimento da lâmina bimetálica.

Na **segunda fase**, com o aquecimento da lâmina, ocorre seu curvamento de modo que ela se encosta no contato fixo, fechando o circuito (veja também fig. 109).

Na **terceira fase**, com o acostamento dos contatos, a descarga luminosa termina. A lâmina bimetálica se esfria, os contatos se afastam, interrompendo assim o circuito (veja também fig. 110).

Observação:

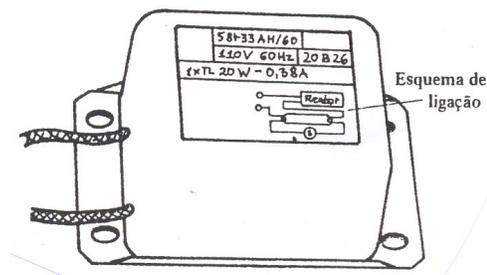
Os starters são selecionados de acordo com a potência da lâmpada, isto é, existem starters para lâmpadas de 15 a 20 watts e outros para lâmpadas de 30 a 40 watts. Este dado vem registrado na caixa do starter (veja fig. 106).

O Reator

Para se estabelecer a descarga na lâmpada fluorescente é necessário que a tensão aplicada entre os filamentos seja mais alta do que a da alimentação. Uma vez estabelecida a descarga, a própria passagem da corrente através do gás torna-o melhor condutor e, por isso, a descarga deve ser mantida por uma tensão consideravelmente menor que a necessária para acender a lâmpada.

Assim, torna-se compreensível que o funcionamento da lâmpada fluorescente requeira duas tensões diferentes, uma de partida e outra de funcionamento, sendo esta última menor que a primeira.

Do exposto, conclui-se que o funcionamento da lâmpada fluorescente requer um dispositivo que permita efetuar a variação da tensão. Tal dispositivo chama-se “reator” (veja fig. 111) que é constituído de uma bobina com núcleo de ferro.



Considerando-se que a tensão de partida como a de funcionamento dependerão da potência da lâmpada, os reatores também são selecionados de acordo com essa potência.

As caixas dos reatores possuem gravados o esquema de ligação do mesmo e outros dados como tensão, frequência, potência e corrente elétrica (veja fig. 111).

Existem vários tipos de reatores, isto é, reatores simples (para uma lâmpada), duplos (para duas lâmpadas), reatores de partida rápida que trabalham sem starter, etc.

Ligação e Princípio de Funcionamento do Conjunto Fluorescente

A figura 112 mostra como a lâmpada fluorescente e seus acessórios são ligados entre si e à rede de alimentação.

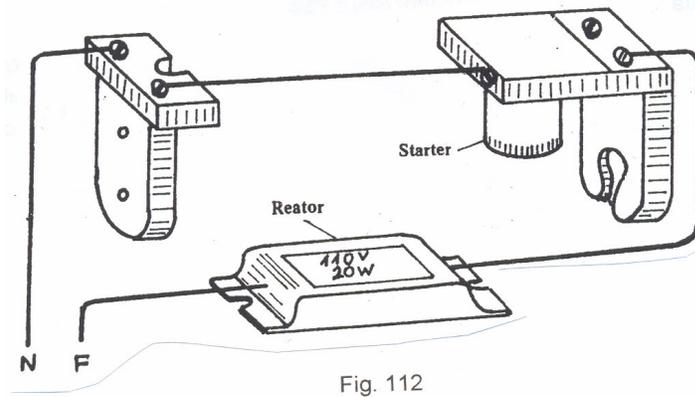


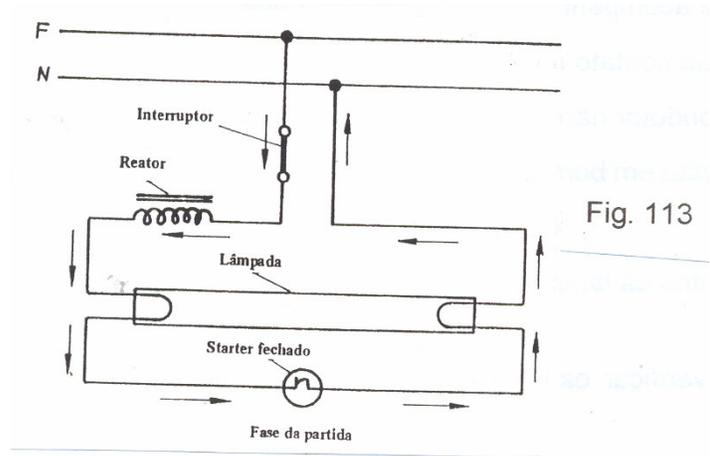
Fig. 112

Para evitar a queima da lâmpada, em caso de curto-circuito à terra, deve-se sempre ligar o reator ao condutor fase.

O princípio de funcionamento do conjunto fluorescente pode ser compreendido estudando-se as figuras 113 e 114. Podemos dividir o funcionamento em duas fases:

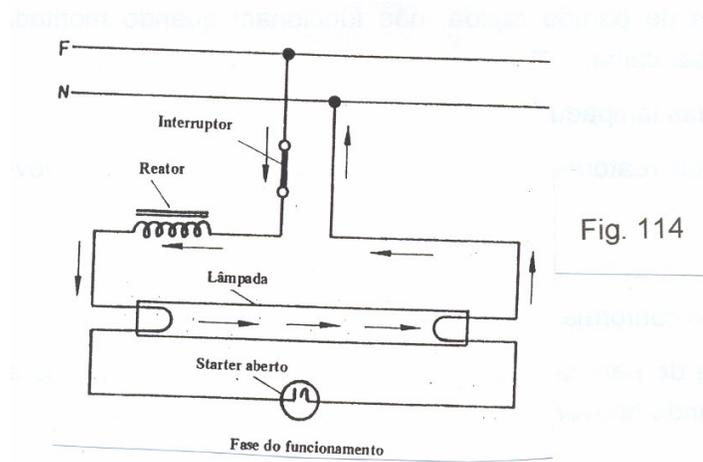
Fase da partida (veja fig. 113).

Fechando o interruptor, a lâmina bimetálica no starter se aquece e fecha o circuito. A corrente percorre os filamentos da lâmpada e o reator. Ao atravessar os filamentos, a corrente aquece-os, preparando a lâmpada para a descarga. Após alguns instantes, o starter abre automaticamente o circuito. Nesse momento, o reator lança um impulso de alta tensão, suficiente para iniciar a descarga.



Fase do funcionamento (veja fig. 114)

A descarga fecha o circuito através do interior da lâmpada que começa emitir luz. Agora a tensão deve ser reduzida à voltagem de funcionamento, o que é feito pelo reator. Ligado em série com a lâmpada, ele consome parte da tensão.



Defeitos no Conjunto Fluorescente

Os conjuntos fluorescentes podem apresentar alguns problemas. Em seguida, encontram-se tabelas que mostram as causas possíveis destes problemas e o que fazer em cada caso.

Recomendações

Vejam algumas recomendações sobre como agir no caso de terminarmos uma instalação de lâmpadas fluorescentes e as mesmas não acenderem.

1. Devemos observar se fizemos a ligação corretamente e, segundo o diagrama que acompanha o reator;
2. Se não há mal contato nos suportes da lâmpada;
3. Se algum condutor não está partido ou desligado;
4. Se o starter está em bom estado e é o indicado para aquela lâmpada;
5. Se o reator não está defeituoso;
6. Se os filamentos da lâmpada não estão partidos.

Obs: Antes de verificar os itens acima é aconselhável ver se a tensão está correta.

Recomendações Sobre o Reator de Partida Rápida:

Para o bom funcionamento da instalação de iluminação com lâmpadas fluorescentes de partida rápida, é imprescindível observar as normas:

1. As lâmpadas de partida rápida, não funcionam quando montadas sobre madeiras. Usar calha;
2. A distância das lâmpadas à calha são de 2,5 cm no máximo;
3. As caixas dos reatores devem ser parafusadas nas calhas (devem fazer contato com as mesmas);
4. A calha deve ser aterrada;
5. Fazer ligação conforme o esquema que acompanha o reator;
6. Nos reatores de partida rápida, o fio ou marrom deve ser ligado ao neutro da rede (quando houver).

Defeitos que podem surgir:

Veremos agora uma série de defeitos que podem surgir em uma iluminação fluorescente, suas prováveis causas e algumas sugestões para corrigi-los.

Defeitos:

1- A lâmpada não funciona ou fica acendendo e apagando muito rapidamente, com as extremidades escurecidas.

Causas:

1^a - Desgastes do material ativo sobre os eletrodos (deve-se substituir a lâmpada);

1^b – Curto circuito no capacitor do starter (substituir o starter)

1^c – Nos reatores de partida rápida, o fio preto ou marrom deve ser ligado ao neutro da rede (quando houver).

2- Extremidades Permanecendo Acesas

Causas:

(vide defeito 1, 1^a, 1b).

3- Pisca – pisca irregular em forma de serpentina

Causas:

3^a – O starter não está aquecendo suficientemente os eletrodos (substituir o reator);

3^b – Você não está usando o reator adequado. (substituir o reator);

3^c – Alta tensão na partida. Verificar a tensão de partida;

3^d – Lâmpada defeituosa. (Substituir a lâmpada).

Obs.: Se a lâmpada for nova, o piscar é normal e deve desaparecer depois de algum tempo de uso.

4- Diminuição de luz

Causas:

4^a – Rajadas de ar frio sobre a lâmpada. (proteger a lâmpada);

4^b – Má dispersão de calor. (melhorar ventilação);

4^c – Funcionamento em baixa temperatura. (revistar a lâmpada);

4^d – Luminária mal projetada. (comunicar ao fabricante).

5- Anéis escuros nas extremidades

Causas:

5^a – Ocorrência natural, porém, pode ser provocada por más condições de partida. (verificar as condições de partida).

6 – Parte escura no tubo, aproximadamente, metade do tubo não emite luz

Causas:

6^a- Funcionamento em C.C não usando chave de reversão. (instala chave de reversão).

7 – Reator aquecendo muito

7^a – Curto circuito no reator. (substituir o reator);

7^b – Alta temperatura ambiente na calha. *substituir a calha e comunicar ao fabricante);

7^c – A lâmpada acendendo e apagando muito rapidamente também pode aquecer o reator. (verificar e corrigir).

8 – Ruído

Causas:

8^a – Zumbido proveniente da vibração das lâmpadas que compõem o núcleo. (manter o reator sobre base de borracha para evitar que a vibração se transfira à estrutura e reduzir o zumbido ao mínimo).

9- Reator superaquecido

Causas:

9^a – Equipamento inadequada em corrente contínua. (verifique o equipamento auxiliar);

9^b – Curto-circuito na instalação. (verificar e corrigir a instalação).

10 – Estrias escuras ao longo da lâmpada

Causas:

10^a – Partículas de mercúrio na parte mais baixa da lâmpada. (deve-se girar a lâmpada de 180°).

11- A lâmpada permanece acesa depois que se desliga o interruptor

Causas:

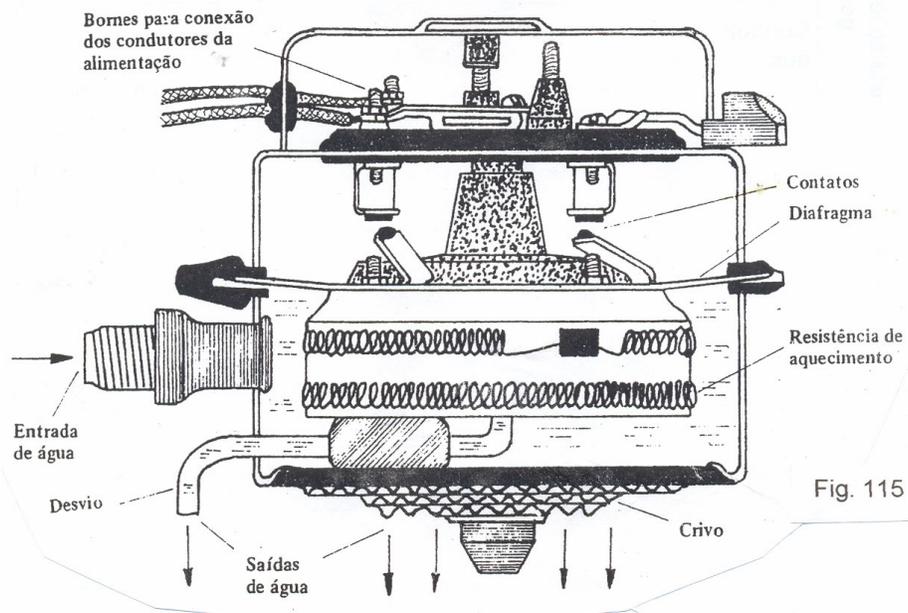
11^a – Vazamento de corrente para a terra. (verificar se o interruptor não está interrompendo o fio fase, se não estiver, conserte-o).

INSTALAÇÃO DE CHUVEIRO ELÉTRICO

O chuveiro elétrico é um aparelho que aquece água ao transformar energia elétrica em calor.

Constituição do Chuveiro Elétrico

A fig. 115 mostra um chuveiro elétrico de duas temperaturas da marca FAME.



O elemento básico do chuveiro é a resistência de níquel-cromo (também chamado nicromo) enrolada em espiral e montada numa fôrma de cerâmica. Essa resistência ao ser percorrida por uma corrente elétrica elevada transforma a energia elétrica em calor.

Normalmente, a resistência é dividida em duas partes, de tal modo que a corrente elétrica pode percorrer a resistência inteira ou apenas uma parte, dependendo da posição da alavanca de mudança de aquecimento.

SEÇÃO MÍNIMA DOS CONDUTORES – CONFORME NBR 5410

Seções Mínimas dos Condutores Fase			
Tipo de Instalação		Utilização do Circuito	Seção mínima do condutor (mm²)
Instalações fixas em geral	Cabos isolados	Circuito de força e iluminação	1,5
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	0,5
	Condutores nus	Circuitos de força	10
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	4
Ligações flexíveis feitas com cabos isolados		Para um aparelho específico	Como especificado na norma do aparelho
		Para qualquer outra aplicação	0,75
		Circuitos a extra-baixa tensão para aplicações especiais	0,75

Seção Mínima dos Condutores em Instalações Residenciais	
Circuito-tipo	Seção mínima (mm²)
Iluminação	1,5
Tomadas de corrente em quartos, salas e similares	1,5
Tomadas de corrente em cozinhas, áreas de serviço e similares	2,5
Aquecedor de água em geral	2,5
Máquina de lavar roupa	4
Aparelhos de ar condicionado	2,5
Fogões elétricos	6

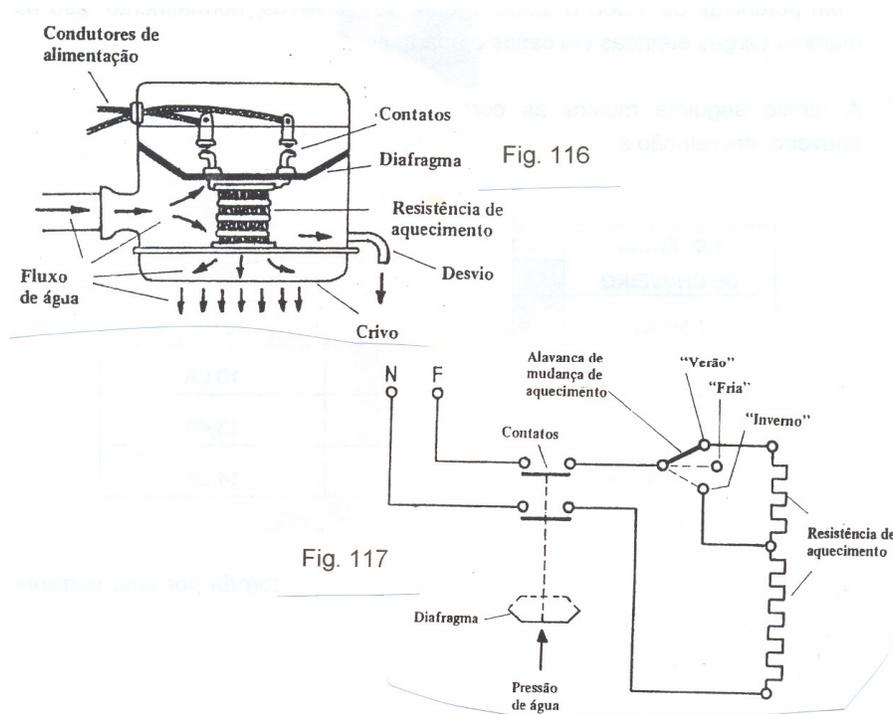
Na maioria dos chuveiros a alavanca tem três posições: “inverno” ou “quente” (alto aquecimento), “verão” ou “morna” (baixo aquecimento) e “fria” (nenhum aquecimento), tendo nesta última posição a interrupção do circuito do chuveiro (veja fig. 117).

Em outros chuveiros a alavanca de mudança de aquecimento tem apenas as posições “inverno” e “verão”. Para receber água fria interrompe-se o circuito através de uma segunda alavanca (“liga” – “desliga”).

O diafragma é uma peça de borracha flexível com dois ou três contatos que fecharão o circuito, se tiver pressão de água na câmara embaixo do diafragma (veja as figs. 115, 116 e 117).

Princípio de Funcionamento do Chuveiro Elétrico

A fig. 116 nos dá uma visão mais esquemática do chuveiro elétrico, porém mostrando melhor o seu funcionamento. A fig. 117 representa o diagrama elétrico do circuito do chuveiro. Para entender o funcionamento deve-se observar os dois desenhos, simultaneamente.



Quando se abre a torneira, a água entra na câmara abaixo do diafragma. A pressão da água eleva o diafragma, fechando os contatos do mesmo. Deste modo, a corrente elétrica pode circular pela resistência. A resistência, em contato com a água, aquece-a podendo sair pelo crivo ou pelo desvio. Ao ser desligada a água, o diafragma volta à sua posição inicial desligando também a alimentação da resistência.

Observando a fig. 117 vemos que, ponto a alavanca na posição “verão”, a resistência percorrida pela corrente elétrica é maior. Por isto, a corrente elétrica é menos intensa sendo conseqüentemente menor a quantidade de calor gerado e menor a temperatura da água.

Na posição “inverno” em que a resistência percorrida é menor, maior é a corrente elétrica e conseqüentemente maior a quantidade de calor gerado e maior a temperatura da água.

Instalação de Chuveiro Elétrico

Com potências de 1.500 a 3.200 watts, os chuveiros, normalmente, são as maiores cargas elétricas em casas e apartamentos.

A tabela seguinte mostra as correntes que percorrem a resistência do chuveiro, em relação à potência e à tensão elétrica de alimentação.

POTÊNCIA DE CHUVEIRO	TENSÃO ELÉTRICA DE ALIMENTAÇÃO	
	110v	220v
1.500W	13,7A	6,8A
2.200W	20,0A	10,0A
3.000W	27,3A	13,6A
3.200W	29,1A	14,6A

Em comparação: uma lâmpada de 100W/110V é percorrida por uma corrente de 0,9A.

Essas correntes elevadas exigem precauções especiais para reduzir as perdas de energia e evitar superaquecimento à instalação:

Circuito especial para o chuveiro

Deve-se projetar um circuito especial para o chuveiro a partir do quadro de distribuição, com chave somente para o chuveiro (fig. 118).

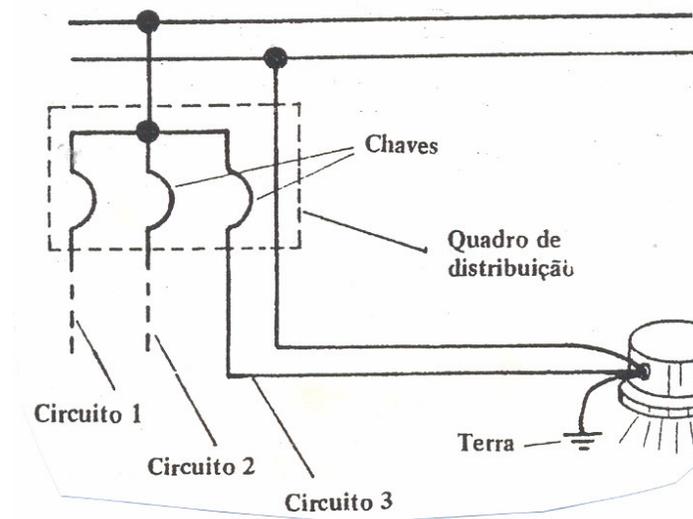


Fig. 118

A chave deve ser:

- De 30 ampères em redes de 110 volts; e
- De 15 ampères em redes de 220 volts.

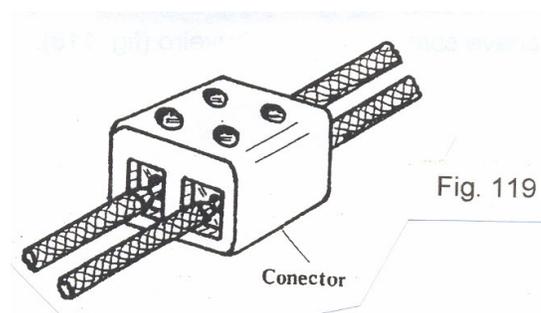
Utilização de condutores grossos

A ligação do chuveiro deve ser feita por condutores grossos, pois quanto maior o diâmetro do condutor menor será a perda de energia e o aquecimento do condutor. Usa-se pelo menos condutores de 2,5mm².

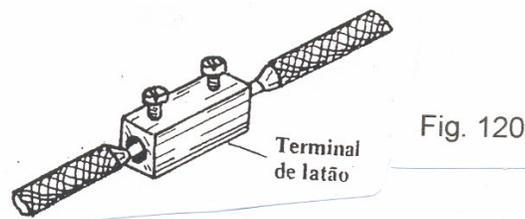
Ótimo contato elétrico nas conexões e emendas

Ao instalar um chuveiro, deve-se garantir o máximo contato elétrico possível nas conexões e emendas.

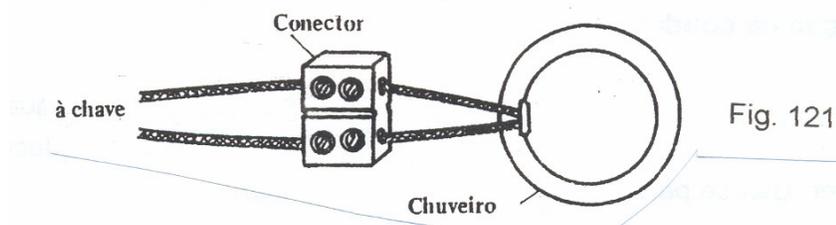
Uma possibilidade de se obter uma conexão perfeita de modo mais apropriado consiste na utilização de conectores (veja fig. 119).



Estes conectores consistem em peças de plástico ou cerâmica contendo dois ou mais terminais de latão com parafusos para fixar os condutores (veja fig. 120).



No caso do chuveiro, devem ser usados conectores duplos, conectando os condutores da maneira indicada na fig. 121.



Usando o conector, bastará desencapar 1 cm dos condutores e garante-se com o aperto dos parafusos um perfeito contato elétrico, sem a necessidade de se empregar fita isolante.

Se for possível, é preferível alimentar os chuveiros com tensões de 220 volts (ligação bifásica), pois se tiver maior tensão, a corrente poderá ser menor para se obter a mesma potência (veja a tabela anterior). Porém, a resistência deve ser dimensionada para a própria tensão de alimentação. Não se pode usar uma resistência de 110 volts em redes de 220 volts (pois queimará), nem uma resistência de 220 volts em redes de 110 volts (pois não esquentará a água suficientemente).

O fato da pessoa ao usar o chuveiro estar com a pele molhada e descalça em contato com o solo, aumenta gravemente o perigo de choques elétrico.

A maneira de se evitar tais choques é a utilização da ligação à terra.

A ligação à terra do chuveiro pode ser feita pelos seguintes meios:

- a) Pela ligação no próprio encanamento de água, se este for totalmente metálico e entrar em contato com a terra não muito distante do ponto em que o chuveiro está instalado.

A ligação entre o condutor de terra e o cano de água deverá ser feita conforme a figura 122:

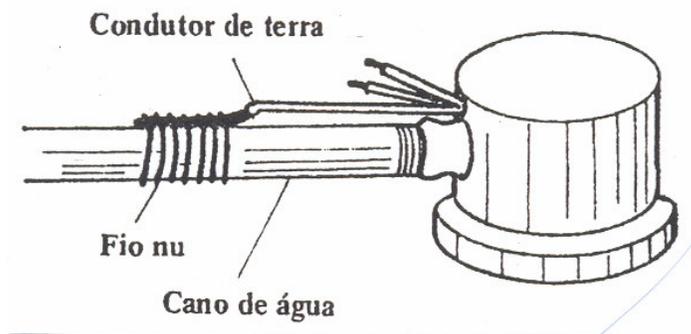


Fig. 122

Enrola-se um fio nu de 0,75 ou 1mm² de seção sobre o cano de água e o condutor de terra desencapado num comprimento de aproximadamente 5cm. Depois cobre-se a conexão com várias camadas de fita isolante;

- b) Pela ligação a uma peça metálica na terra (como é descrito sob o número 7.3. Aterramento) por meio de um condutor de 1,5 ou 2,5mm² de seção; e
- c) Pela ligação do condutor de terra ao condutor neutro da alimentação, na impossibilidade de se utilizar qualquer um dos métodos anteriores.

Observação:

Ao instalar um chuveiro ou executar qualquer conserto do mesmo, deixe correr a água por alguns instantes antes de ligar a corrente!

A temperatura da água dependerá da potência gerada pela resistência e do fluxo da água dado pela pressão da mesma.

Se a pressão da água for muito alta, o fluxo poderá ser forte demais, o que resulta em pouco aquecimento, pois a água passará tão rápido pela resistência que não terá tempo de se aquecer.

Isto ocorre quando a caixa de água fica numa altura grande em relação ao chuveiro, como, por exemplo, em prédios de apartamentos.

Neste caso, deve ser colocado um redutor de pressão de água na entrada do chuveiro, conforme mostra a fig. 123.

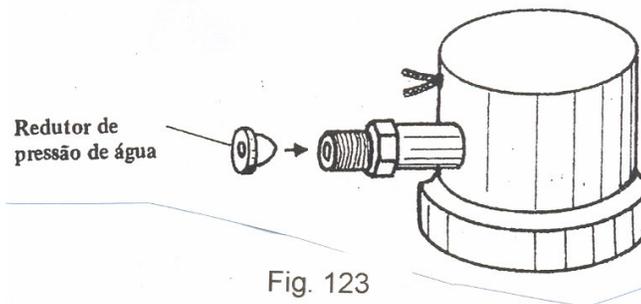


Fig. 123

Se com o redutor a água fica quente demais um alargamento do seu furo poderá ser feito até se encontrar a situação ideal.

MOTORES ELÉTRICOS

Os motores elétricos são máquinas que transformam energia elétrica em energia mecânica na forma de movimento rotativo.

São basicamente de 2 tipos: **C.C.** e **C.A**

Motores de Corrente Contínua

São constituídos de:

Estator - é a parte fixa do motor, é responsável pela sustentação de todos os componentes do motor, inclusive sua fixação.

Rotor - é a parte móvel do motor, também chamado de induzido.

Coletor - é o elemento que liga o rotor a fonte, é constituído de várias lâminas fixas em um tambor isolante, fixado ao eixo do rotor.

Princípio de funcionamento

Quando as bobinas de campo estão energizadas cria-se um campo magnético no estator, quando o rotor é energizado aparecerá um segundo campo. Este campo irá interagir com o campo magnético produzido pelo estator fazendo com que o rotor gire. Quando o rotor percorrer $\frac{1}{4}$ de volta, as escovas trocarão de lâminas no coletor mudando os pólos do rotor para que o mesmo possa completar $\frac{1}{2}$ de volta. Neste momento haverá uma nova interação molecular e o rotor dará um novo salto, repetindo a troca de lâminas no coletor a cada $\frac{1}{4}$ de volta. Desta forma o motor gira continuamente.

Motores de Corrente Alternada

Os motores de corrente alternada do tipo indução diferencia-se do C.C. Por não ter coletor nem escovas, nem tão pouco possuir rotor bobinado.

Tipos de Motores

Motor Monofásico

São assim chamados pois recebem apenas dois fios para sua alimentação.

São de três tipos básicos:

- motor monofásico de fase auxiliar;
- motor monofásico de anel curto;
- motor monofásico universal (este motor é semelhante ao motor C.C.)

Funcionamento do Motor de Indução Monofásico

Quando aplica-se corrente alternadas as bobinas do estator, cria-se um campo magnético que produz um fluxo variável que atravessará o rotor. Este fluxo variável, induzirá no motor uma corrente elétrica, que irá produzir um segundo campo magnético, que causará uma interação magnética (adaptação e repulsão), que causará o deslocamento do rotor, proporcionando-lhe o movimento de giro.

Porém, quando o rotor ficar perpendicular ao campo magnético, desaparecerá a corrente induzida no rotor, entretanto ele completará a volta, devido a inércia. Após completar metade da volta ele retorna a sua posição inicial, sendo induzida novamente a corrente. Desta forma ele completará um ciclo completo e, permanecerá girando até que seja desligado as bobinas do estator.

Motor Trifásico

Assim chamado pois necessita para seu funcionamento três fases defasadas entre si de 120 graus elétricos.

Existem basicamente dois tipos de motores trifásicos:

- motor síncrono
- motor assíncrono (este será objeto de nosso estudo)

Funcionamento do Motor Assíncrono de Indução Trifásico

O motor trifásico, é composto de bobinas dispostas no estator, de maneira que fiquem defasadas entre si de 120 graus elétricos.

Quando estas bobinas forem ligadas a rede trifásica, surgirá um campo magnético girante. Este campo induzirá no rotor em curto circuito uma corrente, que criará um segundo campo magnético. Este campo será criado de tal forma que irá acompanhar o sentido de giro do campo magnético do estator.

Entretanto, o rotor sempre girará um pouco mais lento que o campo magnético do estator. Esta característica lhe confere o nome de motor assíncrono do tipo indução.

Calculo da Velocidade Sincrona do Campo Magnético do Estator

$$n_s = \frac{120 \cdot F}{p}$$

n_s = velocidade sincrona em rpm

f = freqüência da rede elétrica

n = número de pólos

Ex.: Calcule a velocidade sincrona do motor com os dados abaixo:

$$F = 60 \text{ hz}$$

$$P = 4 \quad n_s = (120 \times 60) / 4 = \mathbf{1800 \text{ rpm}}$$

A diferença de velocidade entre o campo magnético do estator e a velocidade do rotor é chamada de escorregamento.

O escorregamento é dado pela seguinte fórmula:

$$s = \frac{N_s - n}{N_s}$$

s = escorregamento

n = velocidade do rotor

Obs.: A velocidade do rotor dada na placa do motor, é para o motor a plena carga. Esta velocidade também pode ser encontrado em catálogos de fabricantes.

Ex.: Calcule o escorregamento de um motor de 4 pólos, ligado a uma rede de 60 Hz, cuja velocidade do rotor é de 1750 rpm.

$$N_s = 1800 \text{ rpm}$$

$$N = 1750 \text{ rpm}$$

$$s = 1800 - 1750 = \mathbf{0.027}$$

Para calcular o escorregamento em percentual, multiplique o resultado da operação por 100.

Cálculo aproximado da potência de um motor

$$\mathbf{P = E.I . COS \phi 1,73}$$

onde:

P = potência fornecida pelo motor em Watts

Ex.: Um motor trifásico é alimentado por tensão de 380 V e exige uma corrente de 6 A, seu fator de potência é igual a 0.8. Calcule a potência entregue pelo motor.

$$P = 380 \times 6 \times 0.8 \times 1,73$$

$$\mathbf{P = 3159,3 \text{ W}}$$

MOTORES MONOFÁSICOS

Princípio de Funcionamento

Os motores monofásicos (veja fig. 124) são alimentados por uma rede monofásica (uma fase e neutro) ou uma rede bifásica (duas fases).

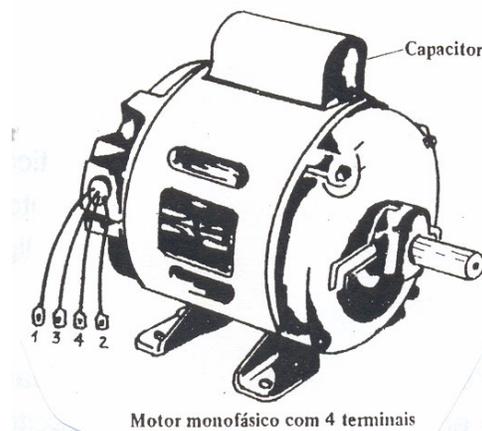


Fig. 124

O tipo mais encontrado é o motor monofásico com campo auxiliar e capacitor.

O motor monofásico também possui estator e rotor. O estator contém o enrolamento principal e o enrolamento auxiliar (veja fig. 125).

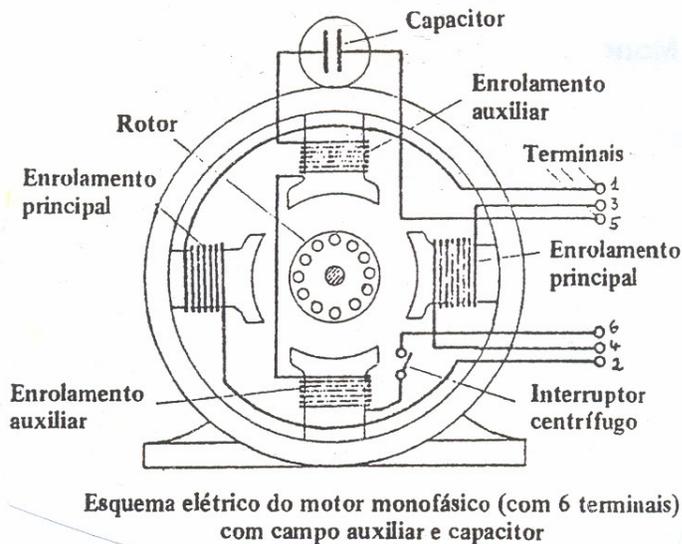
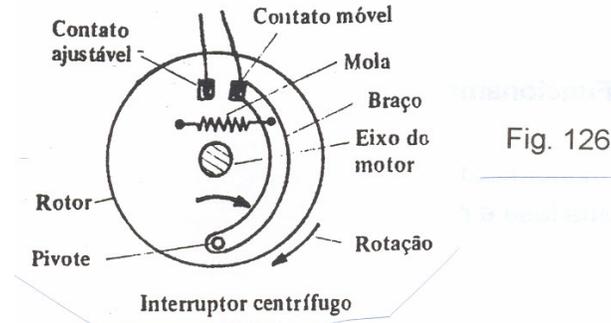


Fig. 125

No eixo do motor encontramos, além do rotor, um dispositivo chamado “interruptor centrífugo” (veja figs. 125 e 126)



O enrolamento principal também forma um campo magnético rotativo, porém esse campo não é capaz de provocar o arranque do motor. É preciso um campo auxiliar, formado pelo enrolamento auxiliar que está ligado em paralelo ao principal.

Quando o motor alcança 75% da sua velocidade de trabalho, o interruptor centrífugo abre e desliga o enrolamento auxiliar e o capacitor (veja fig. 125), deixando funcionar o motor unicamente com o campo principal.

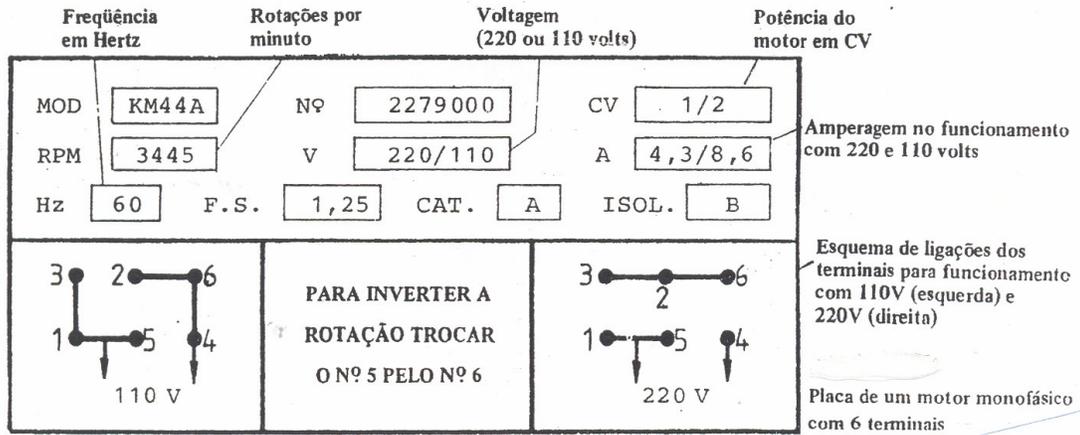
Quando o motor está parado ou gira com pequena velocidade, os contatos do interruptor centrífugo se mantêm fechados pela força da mola do mesmo. Alcançando uma certa velocidade, a força centrífuga vence a força da mola e abre os contatos do interruptor (veja fig. 126).

Tipos de Motores Monofásicos

Encontram-se motores monofásicos com 2, 4 ou 6 terminais:

- Os motores de 2 terminais são construídos para funcionar em uma tensão apenas de 110 ou 220 volts e não permitem inversão de rotação;
- Os motores de 4 terminais são construídos para funcionar em uma tensão (110 ou 220 volts), porém permitem inversão da rotação; e
- Os motores de 6 terminais são destinados a funcionar em duas tensões (110 e 220 volts) e permitem ainda inversão de rotação.

Identificação do Motor Monofásico (A Placa do Motor)



Chave de bóia de contatos líquidos

A chave de bóia de contatos líquidos, também conhecida como “chave de bóia com contatos de mercúrio” (veja figs. 127 e 128), é construída em material plástico reforçado, contendo no seu interior uma ampola de vidro com mercúrio e contatos e um contrapeso de ferro (veja fig. 129).

Fig. 127

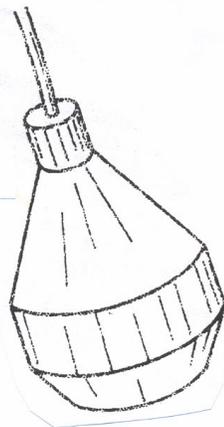
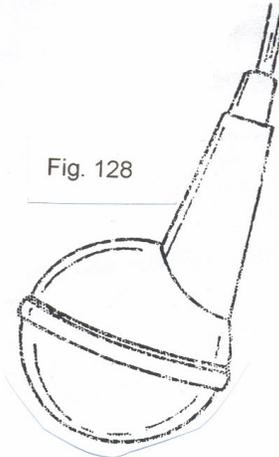


Fig. 128



As figuras 129 mostram o funcionamento da chave de bóia de contatos líquidos, tendo na figura 129 a chave para a caixa superior e na figura 130 a chave para a caixa inferior (observe as posições diferentes dos contatos no interior da ampola de mercúrio).

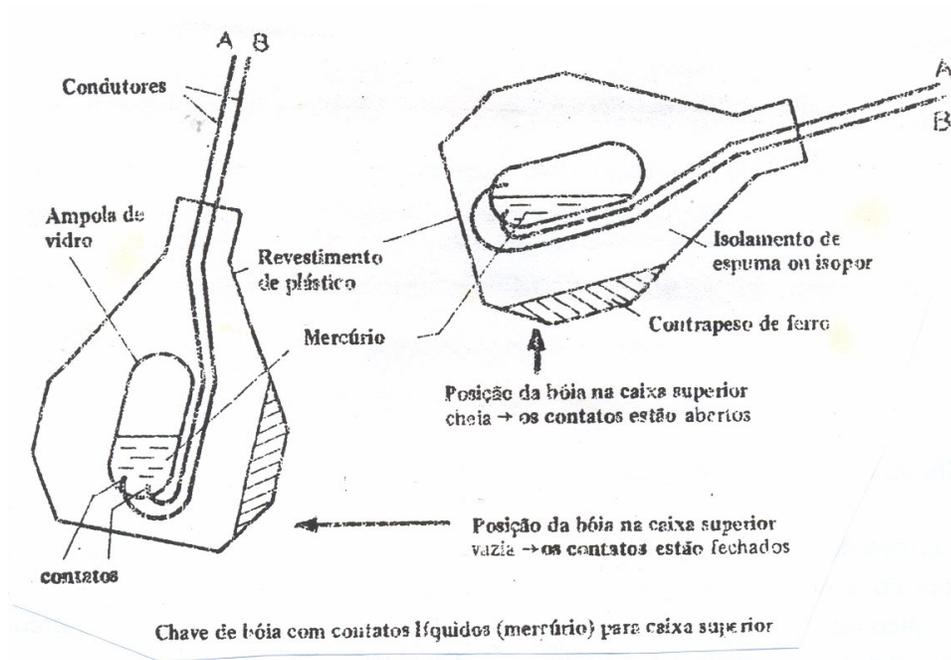


Fig. 129

Na figura 129 (chave de bóia superior) vemos que, quando a caixa de cima estiver vazia, os dois contatos mergulharão no mercúrio, permitindo a passagem da corrente de um contato para o outro. Quando a caixa estiver cheia, os contatos estarão abertos, impedindo a passagem de corrente.

O funcionamento da chave de bóia inferior (veja fig. 130) se dá ao contrário: quando a caixa de baixo estiver vazia, os contatos estarão abertos, e quando a caixa estiver cheia, os contatos estarão fechados.

A figura 131 mostra uma instalação completa de uma eletrobomba comandada por duas chaves de bóia de contatos líquidos. Como vemos, a bóia fica pendurada pelos próprios condutores, que devem ser flexíveis. O comprimento dos condutores precisa ser ajustado de acordo com o tamanho e profundidade da caixa, de modo que, por exemplo, a bóia superior ligue a bomba antes da água acabar totalmente e desligue a bomba antes que comece a vazar (veja fig. 132).

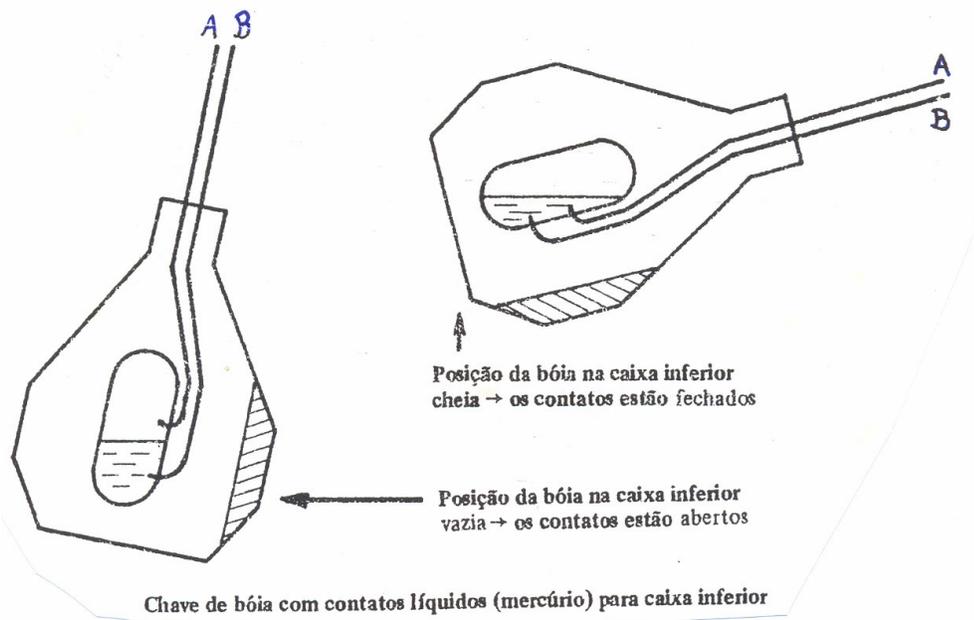


Fig. 130

Observação:

Como foi dito, usam-se normalmente chaves de bóia para comandar a bomba, uma caixa superior outra para a caixa inferior. E existem casos em que apenas a chave superior é suficiente. Isto, por exemplo, quando o reservatório inferior é renovado permanentemente ou quando a água é sugada diretamente da rede hidráulica urbana.

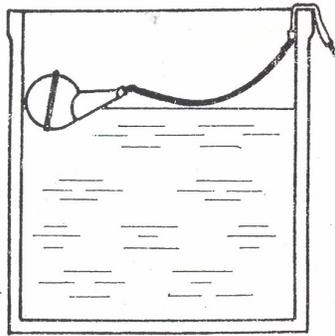


Fig. 131

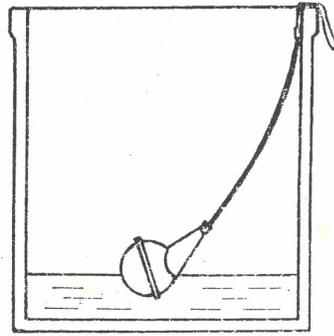
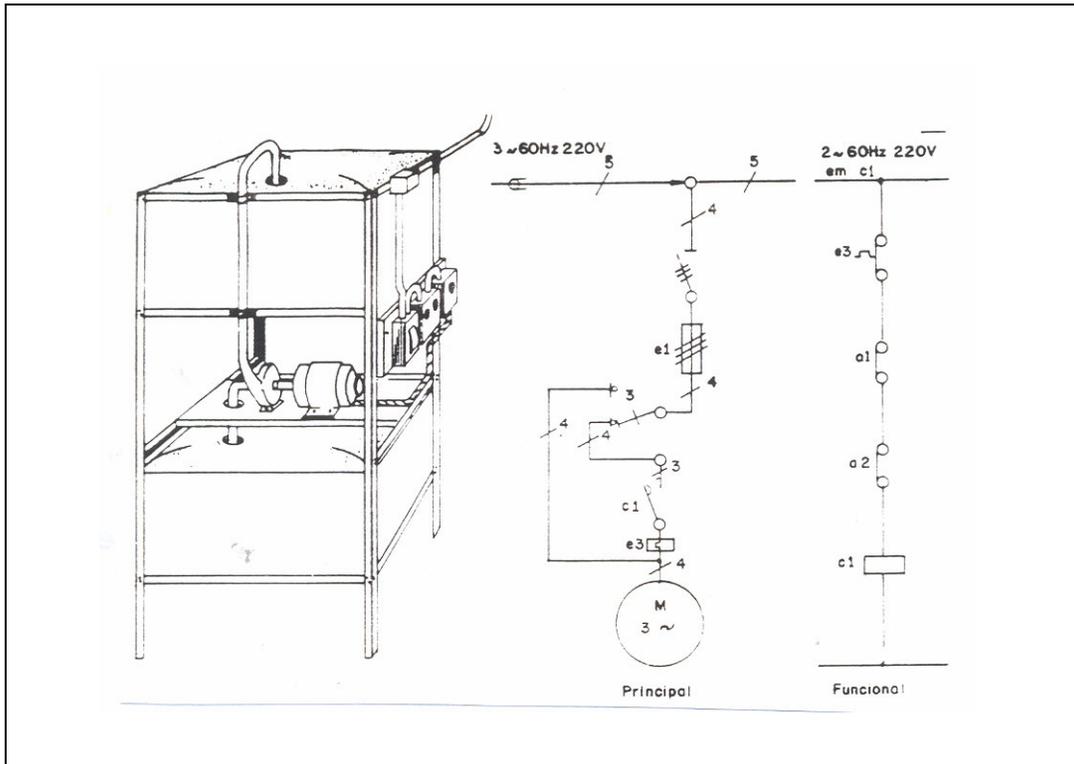


Fig. 132

Exercício



Nº	ORDEM DE EXECUÇÃO	FERRAMENTAS, INSTRUMENTOS, UTENSÍLIOS E MATERIAIS
1	Marque e localize os elementos. Veja ref.: FIT-051, 052	Ferro de soldar, alicate universal, alicate de bico, canivete, chave de fenda,
2	Fixe as peças com parafusos e porcas.	Martelo, punção. Fieira AWG, metro, megôhmetro,
3	Introduza os condutores nos eletrodutos.	Ohmímetro. Escada, fio pescador.
4	Emende os condutores.	Eletrobomba, "chave-bóia", seccionador Reversor, chave "guarda motor".
5	Conete os condutores.	Fio termoplástico rígido, fita isolante, Solda fraca, conector.
6	Solde as emendas com solda fraca.	
7	Isole as emendas.	
8	Meça a resistência de isolamento da instalação.	

MOTOR TRIFÁSICO

Ligação de Motor Trifásico

É a conexão elétrica dos terminais do motor, a fim de proporcionar ao mesmo condições de funcionamento.

Pode-se encontrar motor trifásico com 3, 6, 9 ou 12 terminais.

Os motores de 3 terminais são construídos para funcionar apenas em uma tensão, seja 220 ou 380 ou 440 ou 760 volts (fig. 133).

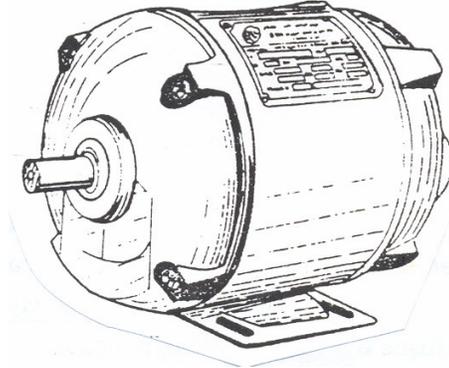


Fig. 133

Observação:

Na ligação de motor com 3 terminais à rede se faz, conectando os terminais 1, 2 e 3 aos terminais da rede R, S e T em qualquer ordem (fig. 134).

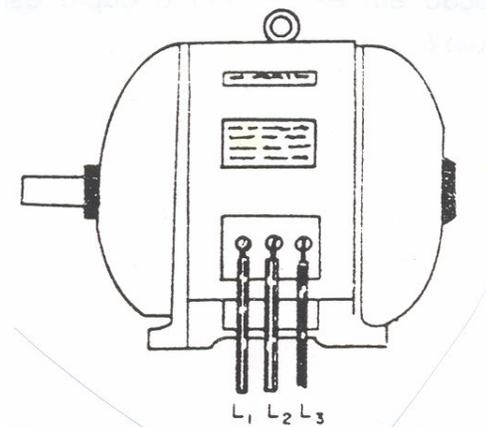
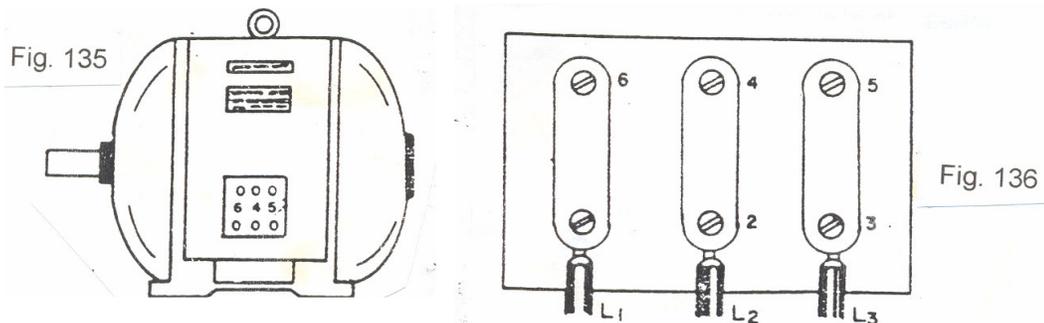


Fig. 134

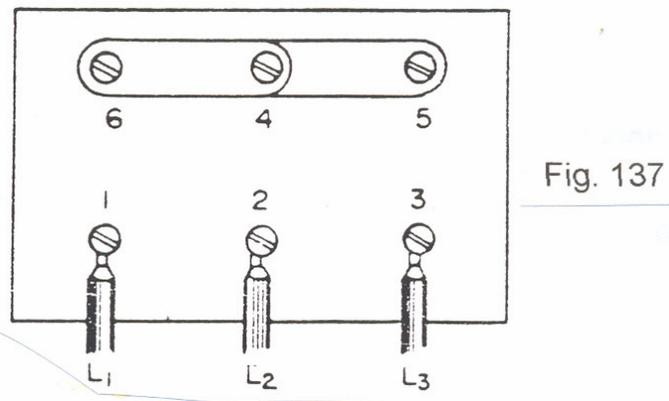
Atualmente, a disposição de bornes que mais se encontra nos motores trifásicos é de 6 terminais conforme figura 135.

Com essa disposição, os motores trifásicos podem ser ligados em duas tensões, geralmente para 220 volts e 380 volts.

Os motores com 6 terminais (fig. 135) para funcionar em tensão de 220V, deverá ter seus terminais conectados em triângulo conforme (fig. 136).



Na ligação do motor para 380 volts, a conexão dos terminais deverá ser feita em estrela (Y) conforme (fig. 137).



Os motores que dispõem de 9 terminais são empregados também para duas tensões, 220/440 volts.

São construídos para ligação em estrela (Y) e duplo estrela (YY) ou em triângulo (Δ) e duplo triângulo ($\Delta\Delta$) figs. 138 e 139.

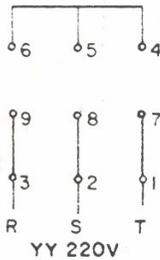
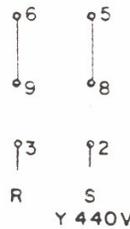
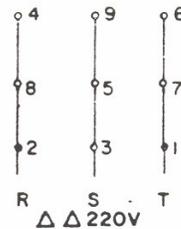


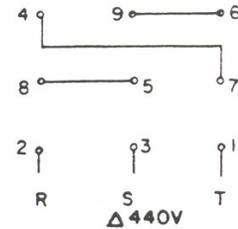
Fig. 138



Y 440V



$\Delta\Delta$ 220V



Δ 440V

Fig. 139

Os motores de 12 terminais são construídos para atender a 4 tensões; 220V (fig. 140), 380V (fig. 141), 440V (fig. 142) e 760V (fig. 143).

Para tanto, seus terminais são ligados de acordo com a tensão da rede. Essas ligações serão representadas abaixo e executadas em conformidade com a tensão de alimentação.

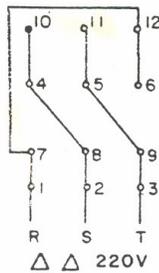


Fig. 140

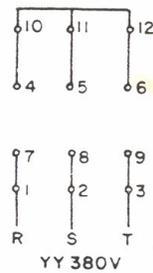


Fig. 141

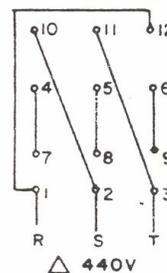


Fig. 142

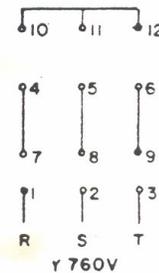


Fig. 143

$\Delta\Delta$ = Duplo triângulo

YY = Dupla estrela

Δ = Triângulo

Y = Estrela

Para se inverter a rotação do motor trifásico é suficiente trocar duas linhas quaisquer R com S por exemplo.

Diagrama Unifilar

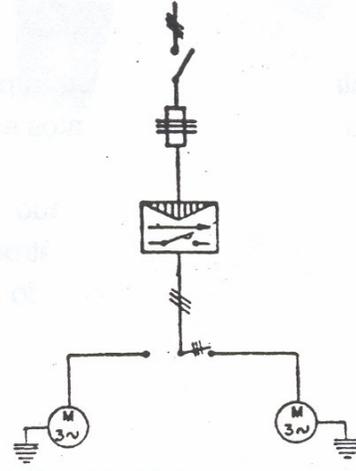
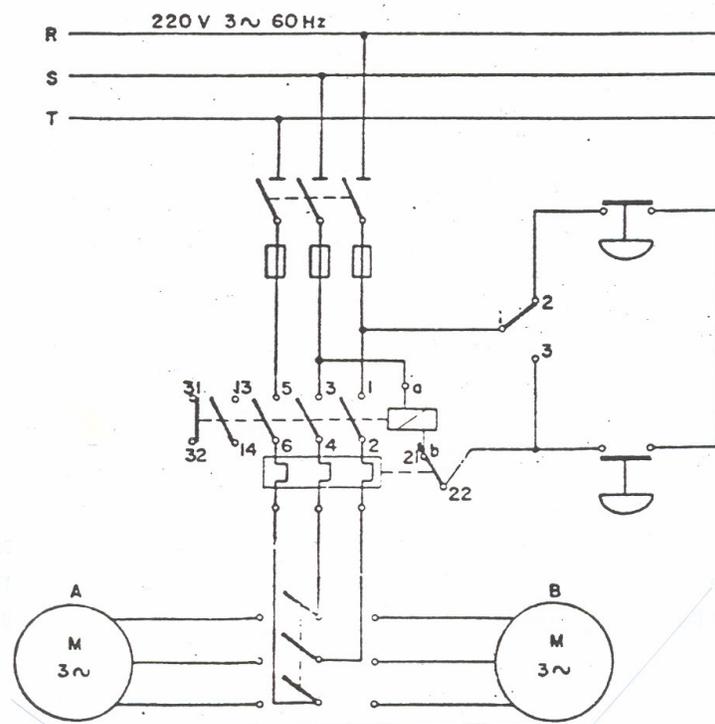


Diagrama Multifilar

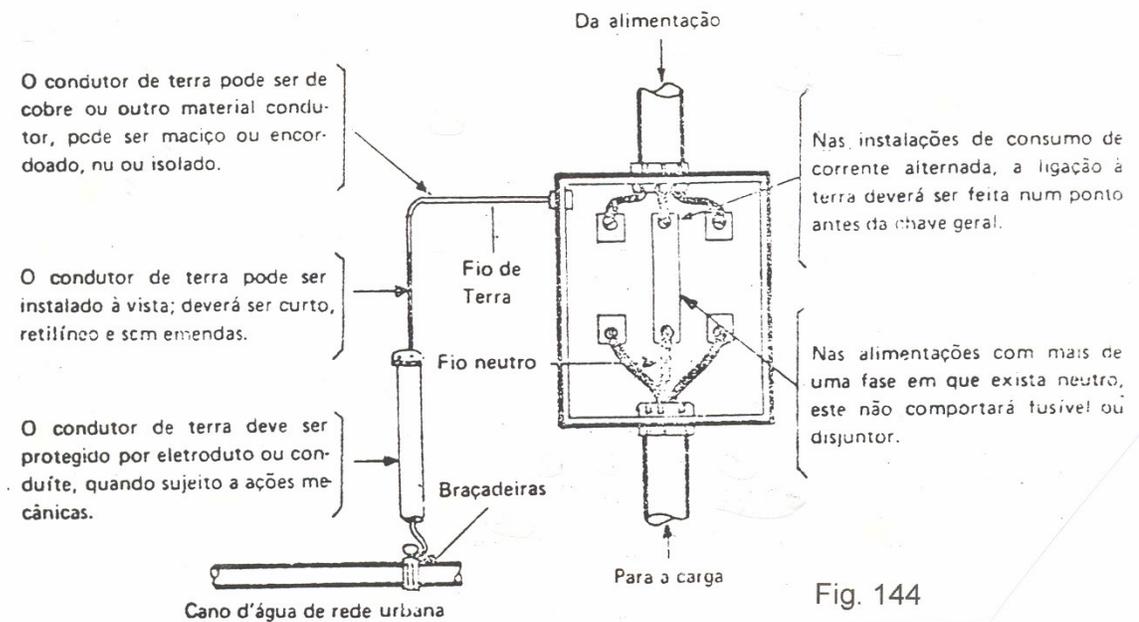
Pós-teste / Roteiro



ATERRAMENTO

É um complemento das instalações, tendo em vista a proteção contra choques perigosos nas pessoas que utilizam os equipamentos elétricos.

O aterramento é feito através de um fio chamado condutor de terra que interliga o sistema ou o equipamento elétrico ao eletrodo de terra (fig. 144). O condutor de terra não pertence ao circuito, servindo apenas como proteção contra choques elétricos.



A NB-3 recomenda que sejam ligadas à terra as partes metálicas, não destinadas à condução de corrente elétrica tais como: eletrodutos metálicos rígidos ou flexíveis, carcaças de chuveiro, motores, máquinas de lavar roupa, etc.

Quando a rede interna de canalização de água (consumidor) for metálica, pode ser usada como elétrodo de terra, desde que atenda às seguintes condições:

- a) Bitola mínima do cano $\frac{3}{4}$ "
- b) Condutibilidade garantida pelo condutor de água para terra. Este não pode provir de poços e sim da rede urbana.
- c) Quando a rede interna de canalização de água for de material plástico, o condutor de terra deverá ser conectado a um elétrodo de terra, ou cano de água instalado antes do hidrômetro quando este for metálico.
- d) Se houver uma caixa d'água interrompendo a tubulação, a continuidade deve ser mantida por um condutor (fig. 145).

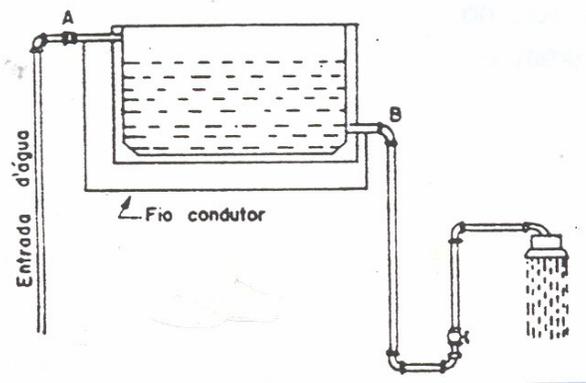


Fig. 145

Nota:

A conexão do fio condutor deverá ser feita por meio de conectores especiais protegidos contra corrosão, ou com parafusos dotados de arruelas de pressão (fig. 146). Como elétrodo de terra, podem-se usar:

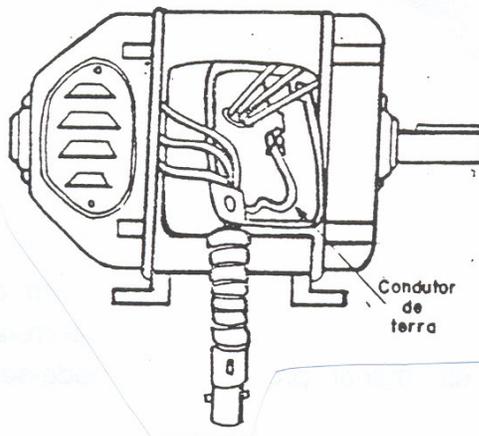
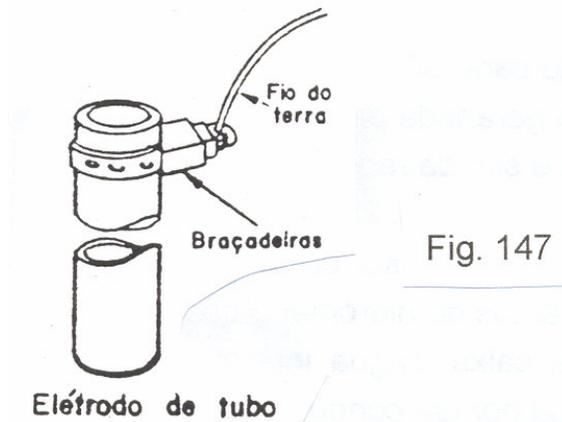
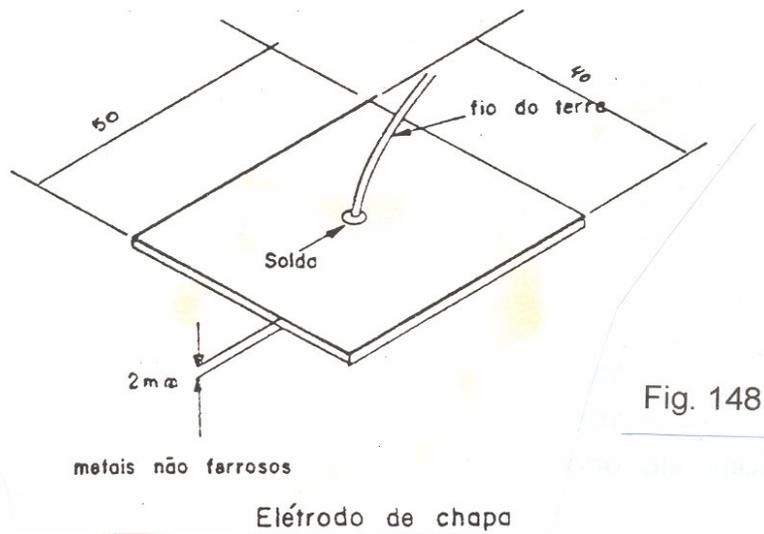


Fig. 146

As peças metálicas (tubos ou chapas) enterradas. Os tubos deverão ser galvanizados e ter diâmetro nominal de $\frac{3}{4}$ " no mínimo (fig. 147).



As chapas deverão ter, no mínimo 2mm de espessura, para metais não ferrosos (fig. 148) e 6mm, para os metais ferrosos.



O número de eléttodos, assim como as suas dimensões, devem ser tais que permitam uma resistência ôhmica à terra menor que 25 ohms.

A profundidade ideal para os eléttodos metálicos serem enterrados é de 2,5mm, para que fiquem envolvidos por solo úmido; entretanto, quando se consegue essa unidade em menor profundidade, pode-se aí enterrar os eléttodos.

Se houver necessidade, devem-se introduzir no solo vários elétrodos, afastados no mínimo 1,5m de preferência na posição triangular (fig. 149).

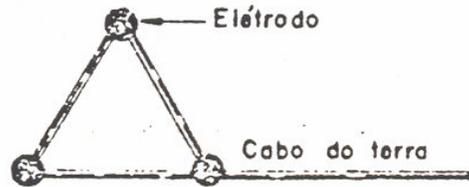


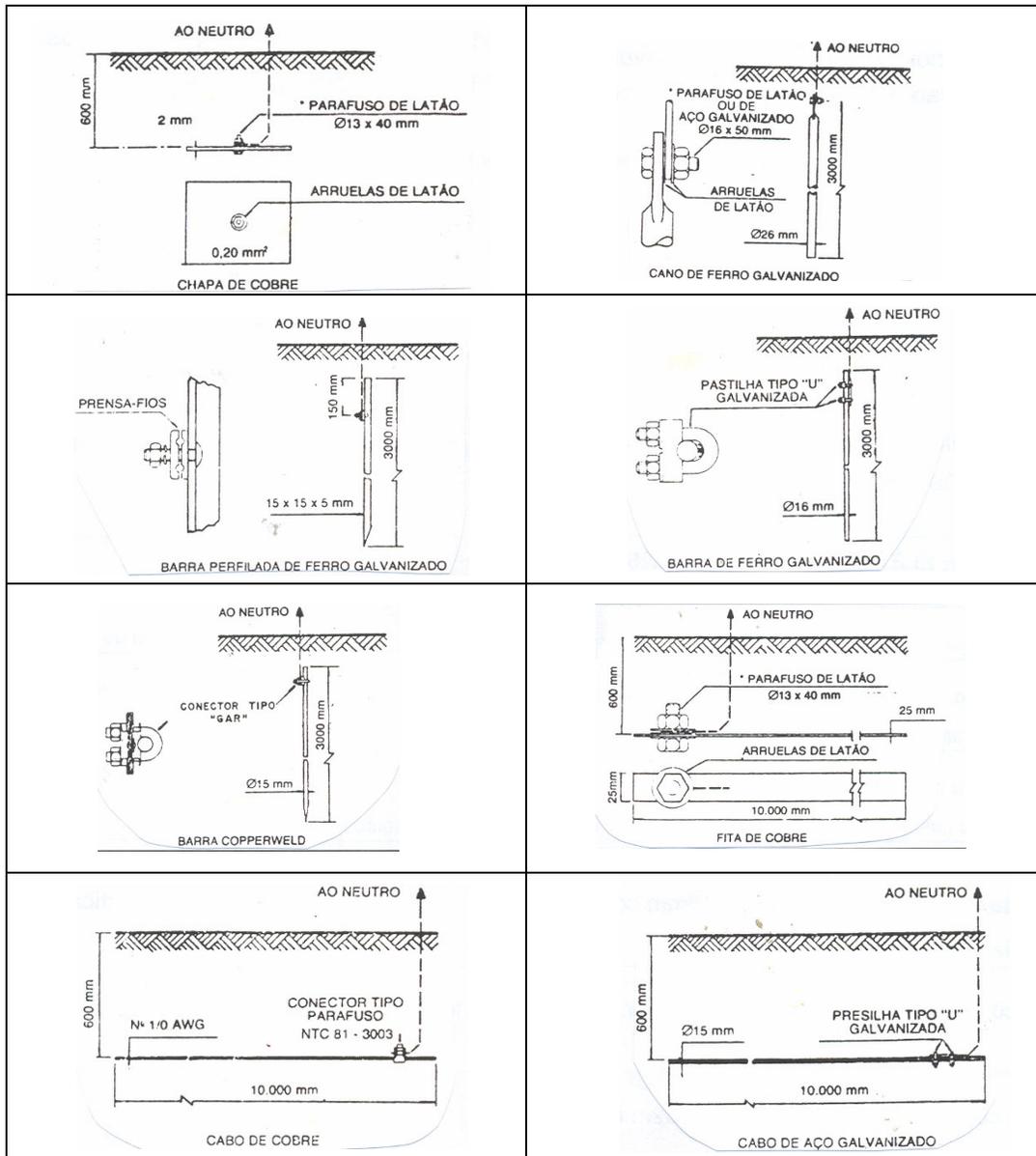
Fig. 149

A tabela abaixo especifica as dimensões mínimas do eletrodo de terra e condições de aterramento conforme o tipo de eletrodo:

TIPO DE ELÉTRODO	DIMENSÕES MÍNIMAS	OBSERVAÇÕES
Chapa de cobre	0,20m ² e 0,002m de espessura	Profundidade mínima de 0,60m
Cano de ferro galvanizado	3m de comprimento e diâmetro nominal 26mm	Enterramento total vertical
Barra perfilada de ferro galvanizado	Cantoneira de 15mm x 5mm ou equivalente com 3m de comprimento.	Enterramento total vertical.
Barra de ferro galvanizado	Diâmetro 16mm com 3m de comprimento	Enterramento total vertical
Barra copperweld	Diâmetro de 15mm com 3m de comprimento	Enterramento total vertical
Fita de cobre	0,025m x 0,002m e 10m de comprimento	Profundidade mínima de 0,60m. Posição horizontal
Cabo de cobre	Bitola nº 1/0 AWG e 10m de comprimento	Profundidade mínima de 0,60m. Posição horizontal.
Cabo de aço galvanizado.	Diâmetro de 15mm e 10m de comprimento.	Profundidade mínima de 0,60m. Posição horizontal.

Observação:

A boa condição de terra é verificada com um instrumento denominado terramiter.



Observação:

1. Os conectores indicados poderão ser utilizados em qualquer um dos sistemas de aterramento (quando aplicável)
2. Os conectores assinalados em (*) não são aplicáveis quando o condutor de aterramento for cabo.
3. Poderão ser utilizados conectores tipo: GB, QGF.GAR da Burndy, ou similares.
4. Estão indicadas as dimensões mínimas.

BIBLIOGRAFIA

CREDER, Hélio, **Instalações Elétricas**. LTC – Livros Técnicos e Científicos. 14ª edição. Editora S.A. Rio de Janeiro, 2000.

CAVALIM e CERVELIM, Geraldo e Sérgio. **Instalações Elétricas**. 2ª edição. Editora Érica. São Paulo, 1998.

NISKIER e MANCIMIYRE, Júlio e Archibald Joseph. **Instalações Elétricas**. 3ª edição. Editora Guanabara. Rio de Janeiro, 1996.

COTRIM e HILL, Adenaro A.M e Macgraw. **Instalações Elétricas**. 3ª edição. São Paulo, 1992.

Elaboração

Josenildo Fernando da Silva
Luís Carlos de Vasconcelos
Manoel Alves de Holanda Filho
Sérgio Murilo de Araújo Pereira

Digitação

Patrícia de Souza Leão

Diagramação

Anna Daniella C. Teixeira

Editoração

Divisão de Educação e Tecnologia – DET.