

2020

Gestão da Manutenção Elétrica Predial



Técnico em Eletrotécnica

Sumário

Rede elétrica	4
Rede embutida	4
Materiais utilizados	5
Localização de elementos	11
Tomada	11
Interruptor	12
Lâmpada	14
Traçado do percurso da instalação elétrica	15
Eletrodutos	16
Corte, abertura de roscas e curvamento	20
Junção com luvas, buchas e arruelas	35
Fixação e estanqueidade de caixa de passagem em paredes e lajes	37
Condutores roscáveis e sem rosca	39
Enfição e conexão de condutores elétricos	44
Ligações típicas de um quadro de distribuição	87
Circuitos terminais	90
Minuteria eletromecânica	101
Funcionamento da minuteria eletromecânica	104
Minuteria modular universal (eletrônica)	104
Minuteria eletrônica	105
Minuteria individual	106
Funcionamento da chave de boia de contatos de mercúrio	116
Funcionamento da chave de boia flutuante de contatos de mercúrio	117
Referências	128

Localização de elementos e traçado de percurso da instalação elétrica

Quando falamos de instalações prediais, pensamos imediatamente nos sistemas de tubulações que irão atender às necessidades de infraestrutura.

O primeiro passo para isso é estudar a localização dos elementos e as formas de montagem e instalação.

Para o estudo deste assunto, é preciso observar como se faz a leitura de um desenho de instalação elétrica.

Observe o esquema abaixo e use a legenda, com os respectivos símbolos, para uma leitura correta.





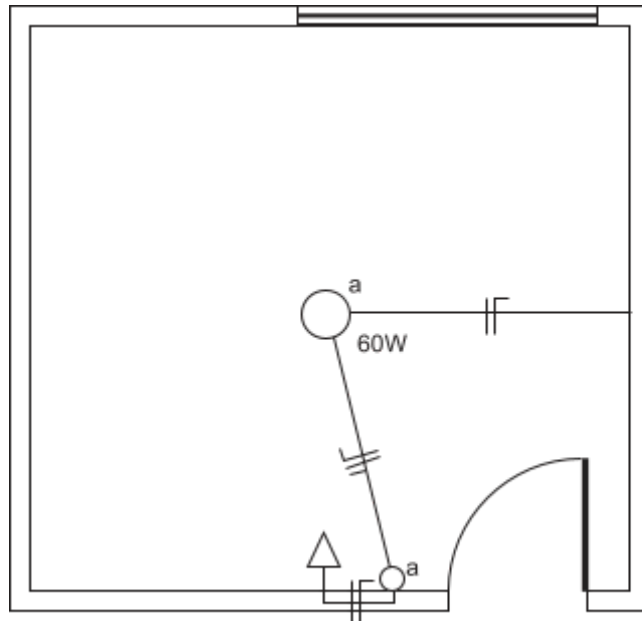
ÍCONE	REPRESENTA
	Tomada baixa
	Ponto de luz lâmpada
	Interruptor simples (uma seção)
	Condutores: retorno, fase, neutro

Fig. – Padrão ABNT de símbolos

Alguns conhecimentos são indispensáveis para a execução do trabalho de uma instalação elétrica: o que é uma rede elétrica, quais os materiais necessários para a instalação, o que é uma planta baixa e quais os procedimentos necessários para traçar o percurso da instalação.



Fig– Esquema de uma instalação elétrica

Rede elétrica

É o conjunto de condutores ou tubos que fazem parte de uma instalação elétrica; são representados, no esquema, por símbolos.

A rede pode ser de dois tipos: exposta ou embutida.

Rede exposta

É composta por clites, roldanas e rede de eletroduto exposta (ou aparente).

Rede embutida

Como o próprio nome diz, é embutida na alvenaria com eletrodutos metálicos ou em PVC.

Visualizando uma planta baixa, e após localizar sua posição na construção, precisamos estabelecer as ferramentas, os materiais e utensílios necessários para realizar o respectivo processo de marcação.

O percurso de uma instalação, os pontos de localização de aparelhos e os dispositivos são colocados sobre linhas e pontos traçados anteriormente na superfície, onde devem ser fixados os elementos da instalação.

Materiais utilizados

Dentre os vários tipos de materiais usados, encontramos lápis de carpinteiro, giz de alfaiate, escadas, linha de bater, prumo de centro, metro articulado, trema e nível. Veja um pouquinho mais sobre cada um.

Lápis de carpinteiro

É usado para obras *no osso*.

Giz de alfaiate

É empregado em paredes já acabadas, quando há necessidade de aumentar as instalações já existentes.

Escadas

Quando são usadas em instalações elétricas, encontramos três tipos diferentes:

Escada simples

Precisa estar apoiada na parede ou porta onde estamos executando o serviço. A distância entre a parede e o apoio na base da escada deve ser a quarta parte de seu comprimento. Observe as figuras.

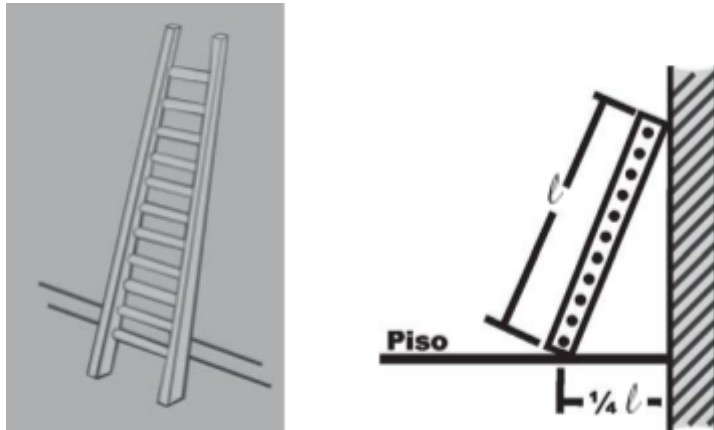


Fig. – Apoio da escada simples e cálculo da distância da parede

Escada de abrir

É composta de duas escadas simples, presas nas extremidades por um eixo chamado pivô, o qual pode ser movido. Possui, na lateral, uma haste metálica articulável, o que evita uma abertura muito ampla e, conseqüentemente, seu deslizamento. Não há necessidade de estar apoiada em postes ou paredes.

Por ser uma escada bastante estável, é usada para trabalhos suspensos, permitindo a subida de dois operadores. É de grande aplicação nos trabalhos de eletricidade.



Fig. – Escada de abrir

Escada com apoio

É composta de duas escadas, uma delas com degraus mais largos. É presa nas extremidades por um eixo chamado pivô e, para que possamos movê-la, possui uma haste articulável na lateral, que evita que ela escorregue. É um tipo de escada que dificulta um grande afastamento entre as partes.



Fig. – Escada com apoio

Linha de bater

É um instrumento simples, composto de linha de algodão (tipo Urso 000) envolvida em pó corante. É utilizada para efetuar o traçado de percurso entre dois pontos distantes.

Como a linha de bater é usada em traçados de percurso longo, necessitamos de utilização de corantes, que variam de acordo com a superfície a ser marcada. Caso a superfície esteja pintada, é recomendado o uso de corantes claros, tais como talco ou pó de giz.

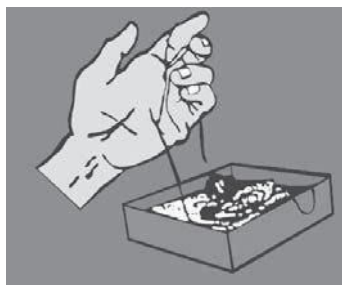


Fig. – Linha de bater

Prumo de centro

É um instrumento formado por uma peça de metal suspensa por um fio; serve para que se determine a direção vertical. É muito aplicado na construção civil com o objetivo de verificar a perpendicularidade ou prumo de qualquer estrutura.

Nas instalações elétricas empregamos o prumo de centro para marcar as descidas de linhas nas paredes, para determinar os pontos de luz no teto e para transportar as marcas feitas no piso.



Fig. – Prumo de centro

Metro articulado

É uma escala de madeira ou metal – no caso, alumínio – com dupla face graduada em milímetro, centímetro, metro ou em polegada e suas respectivas divisões.

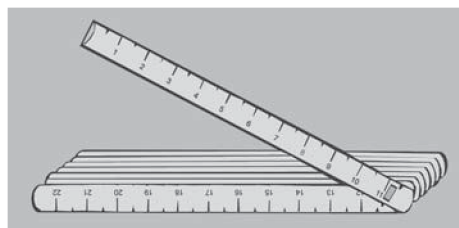


Fig. – Metro articulado

O metro articulado pode ser de dois tipos: simples e duplo.

Simple – mede até um metro (1m)

Duplo – mede até dois metros (2m)

Deve-se ter cuidado na manipulação do metro articulado para evitar sua quebra.

Trena

É uma fita métrica de pano ou de aço dentro de uma caixa de couro ou plástico, como mostra a figura.

Existem trenas para medidas de grande extensão, possuindo até 100 metros. Entretanto, as trenas mais comuns são as que medem 1, 2, 3 ou 5 metros. Elas trazem todas as medidas lineares, assim como o metro articulado, e podem medir superfícies curvas, adaptando-se a qualquer contorno.



Fig. – Trena

Nível

É um instrumento que serve principalmente para medir a horizontalidade. Constitui-se de uma régua de madeira, de plástico ou de alumínio na qual está fixado um tubo de vidro ligeiramente curvado e com uma quantidade de álcool que

permite a formação de uma bolha de ar no seu interior. Através do vidro fixado horizontalmente na régua de madeira verifica-se o nivelamento quando a bolha de ar estiver fixada no centro do vidro, isto é, entre os dois traços marcados nele.



Fig. – Nível

Existem outros tipos de nível que apresentam um ou dois vidros fixos perpendicularmente ao comprimento da régua. São chamados de “vidros de prumo” e servem para verificar se uma parede ou uma viga estão no prumo perpendicular ou horizontal.

Elementos bem localizados e percursos bem determinados são condições básicas para a execução de quase todo o trabalho do electricista.

O profissional, para marcar a localização de uma lâmpada, interruptor e tomada, precisa do metro articulado, de trena, prumo de centro, linha de bater, pó corante e giz.



Fig.– Medindo altura

Localização de elementos

Serão aqui examinados os procedimentos necessários para traçar o percurso da instalação elétrica, estabelecendo a localização dos elementos fundamentais: tomada, interruptor e lâmpada.

Procedimentos semelhantes devem ser utilizados para instalar quaisquer outros elementos.

Tomada

Para marcar o ponto referencial da tomada no piso:

- a) Identifi que, na planta baixa, o local onde será marcada a tomada.
- b) Meça a distância entre o símbolo e um ponto de referência (porta, janela, parede etc.).
- c) Faça a conversão da medida da planta baixa para a medida real (use a escala indicada na planta baixa).
- d) Marque no piso do cômodo o ponto referencial da tomada, usando a me-dida real.



Fig. – Medindo a distância

Para localizar a tomada na parede:

- a) Meça na parede, utilizando o metro articulado, a altura da tomada, na mesma direção do ponto de referência feito no piso.
- b) Localize a tomada na parede usando o giz:

baixa: 0,30m
meia altura: 1,5m
alta: 2m

> do piso acabado



Fig. – Marcando a posição da tomada

Interruptor

Para marcar o ponto referencial do interruptor simples no piso:

- a) Identifique, na planta baixa, o local onde será marcado o interruptor simples.
- b) Meça, na planta baixa, a distância entre o símbolo e a porta.
- c) Marque, no piso do cômodo, o ponto referencial do interruptor.



Fig. – Marcando no chão a posição do interruptor

Para marcar o ponto referencial do interruptor simples no piso:

- a) Meça na parede, utilizando o metro articulado, a altura do interruptor, na mesma direção do ponto de referência feito no piso.
- b) Localize o interruptor na parede, usando giz.



Fig. – Marcando a posição do interruptor

Lâmpada

Para marcar o ponto referencial da lâmpada no piso:

- a) Trace as diagonais, utilizando a linha de bater.
- b) Reforce com giz o cruzamento das diagonais.
- c) Marque no piso do cômodo o ponto referencial da lâmpada.

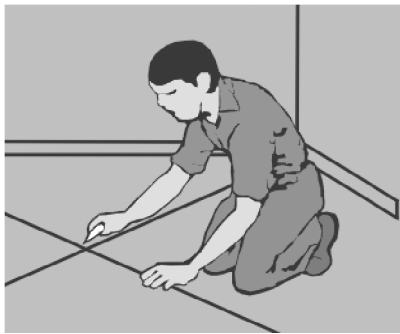


Fig. – Marcando no chão a posição da lâmpada

Para localizar a lâmpada no teto:

- a) Transfira a marca do piso para o teto, utilizando o prumo de centro.
- b) Localize a lâmpada no teto, marcando com giz a posição exata onde se encontra o fio de prumo de centro.



Fig. – Marcando a posição da lâmpada no teto

Traçado do percurso da instalação elétrica

Os traçados são marcados principalmente nas paredes e no teto.

Na parede

- a) Coloque o prumo de centro, de maneira que coincida com a marca do interruptor no piso.
- b) Marque um ponto referencial no teto.
- c) Apoie a linha de bater no ponto referencial do teto.
- d) Apoie e estique a linha de bater na perpendicular até o ponto referencial, puxe a linha de bater dez centímetros aproximadamente e solte-a, traçando o percurso da instalação elétrica na parede.



Fig. – Marcando o percurso da instalação na parede

No teto

- a) Apoie a linha de bater até o ponto final do percurso traçado na parede.
- b) Estique a linha de bater até a localização da lâmpada.

c) Puxe a linha de bater dez centímetros aproximadamente e solte-a, marcando o traçado do percurso da instalação elétrica no teto.

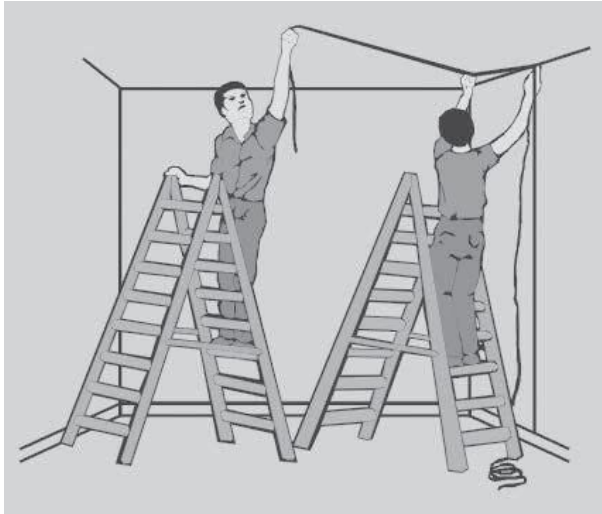


Fig. – Marcando o percurso da instalação no teto

Montagem e instalação de tubulações metálicas e de PVC com caixas e condutes

Para realizar a montagem e instalação das tubulações, é preciso conhecer as características dos dutos, de junção, fixação e corte.

Eletrodutos

São tubos de metal ou plástico, rígido ou flexível, utilizados com a finalidade de conter os condutores elétricos e protegê-los da umidade, ácidos, gases ou choques mecânicos.

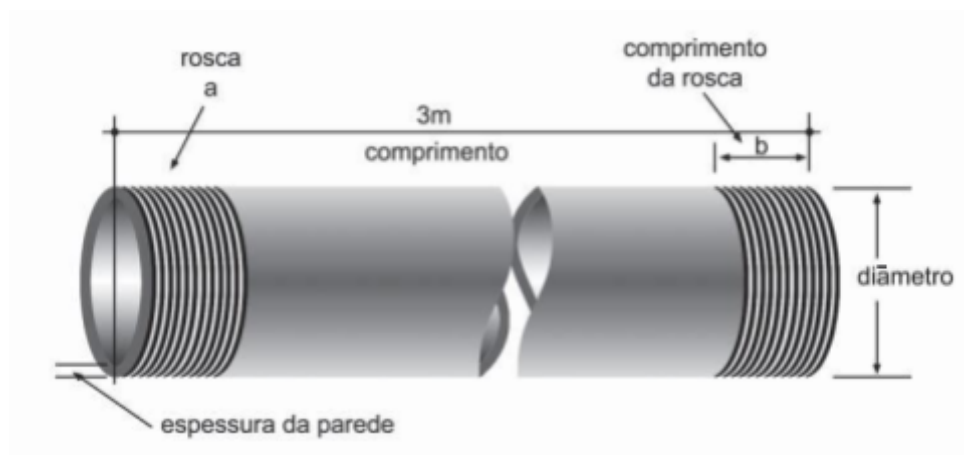


Fig. – Elementos do eletroduto

Há diferentes tipos de eletrodutos, que serão descritos a seguir.

Eletroduto rígido metálico

1. Tubo de aço dobrável ou ferro galvanizado.
2. Com ou sem costura longitudinal.
3. Pintado interna e externamente com esmalte de cor preta.
4. Fabricado com diferentes diâmetros e espessuras de parede.
5. Adquirido em vara de 3 metros e dotado de rosca externa nas extremidades (a).
6. Comprimento da rosca igual à metade do comprimento da luva (b).

Sua função é a de conduzir a corrente elétrica...

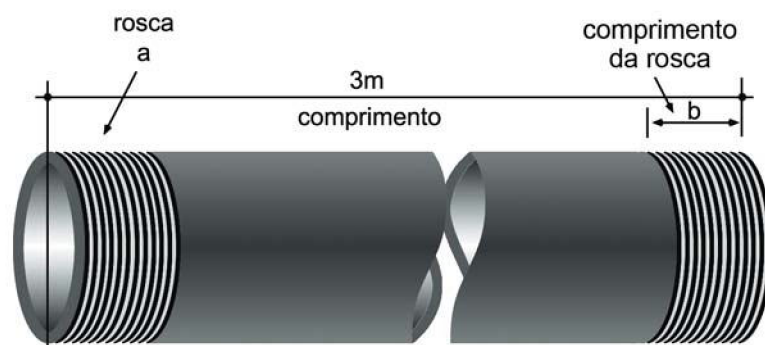


Fig. – Eletroduto rígido metálico

Eletroduto rígido plástico (PVC)

1. Tubo de plástico do brável.
2. Sem costura longitudinal.
3. Dotado de rosca externa na extremidade (a).
4. Fabricado com diferentes diâmetros e espessuras de parede.
5. Adquirido em vara de 3 metros.
6. Comprimento da rosca igual à metade do comprimento da luva (b).

Sua função é conter e proteger os condutores.

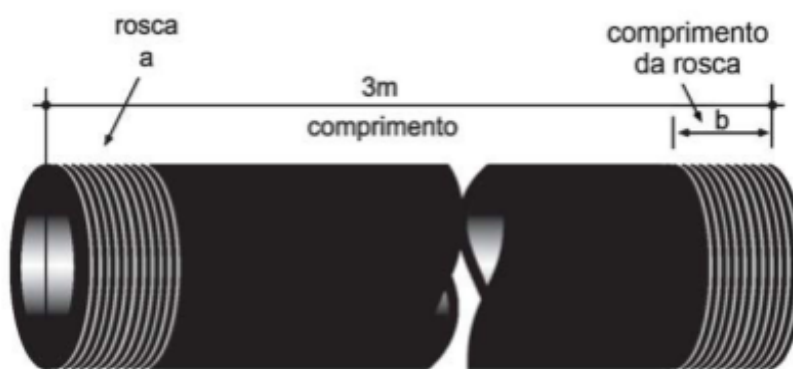


Fig. – Eletroduto rígido plástico

Eletrodutos flexíveis metálicos (conduítes)

Estes eletrodutos não podem ser embutidos nem utilizados nas partes externas das edificações, em localizações perigosas, nem podem ser expostos à chuva ou ao sol. Devem constituir trechos contínuos e não devem ser emendados. Necessitam ser firmemente fixados por braçadeiras. Em geral, são empregados na instalação de motores ou de outros aparelhos sujeitos à vibração ou que tenham necessidade de ser deslocados em pequenos percursos. Também são utilizados em ligações de diversos quadros. Para a sua fixação, usa-se o box reto ou curvo. São

encontrados em diversos diâmetros, expressos em polegadas (1/2", 3/4", 1") e vendidos a metro.



Fig. – Eletrodutos flexíveis metálicos

O eletroduto flexível de plástico é bastante utilizado nas instalações das edificações, desde que haja condições adequadas.

As características principais dos eletrodutos são fornecidas por uma tabela em correspondência com o diâmetro nominal.

Por exemplo: Um eletroduto rígido metálico de 1 polegada terá 34mm de diâmetro externo e 27mm de diâmetro interno. Sua área útil interna terá 5,6cm² e ele pesará 6,9kg.

Tabelas

Veja agora algumas medidas usadas como padrão na confecção de eletrodutos.

Tabela – Eletrodutos rígidos metálicos tipo rosqueável

Diâmetro nominal (pol.)	Diâmetro externo (mm)	Diâmetro interno (mm)	Área útil interna (cm ²)	Peso de uma vara (kg)
1/2	22	15	2,0	3,6
3/4	26	21	3,5	4,7
1	34	27	5,6	6,9

1 1/4	43	35	9,8	9,1
1 1/2	49	41	13,4	11,5
2	60	53	22,0	16,0
2 1/2	73	62	31,3	24,0
3	89	78	46,3	31,0
3 1/2	102	90	64,8	36,0
4	114	102	83,2	44,0
5	141	128	130,8	61,0
6	168	154	189,0	90,0

Tabela – Eletrodutos de PVC rígidos tipo rosqueável

Diâmetro nominal	Referência de rosca	Diâmetro externo	Classe A (Pesado)		Classe B (Leve)	
			Espessura da parede	Peso aprox. por metro	Espessura da parede	Peso aprox. por metro
DN mm	PB 14 (Ref.) polegada	d. mm	e _p mm	P kg/m	e _p mm	P kg/m
16	3/8	16,7	2,0	0,140	1,8	0,120
20	1/2	21,1	2,5	0,220	1,8	0,150
25	3/4	26,2	2,6	0,280	2,2	0,240
32	1	33,2	3,2	0,450	2,7	0,400
40	1 1/4	42,2	3,6	0,650	2,9	0,540
50	1 1/2	47,8	4,0	0,820	3,0	0,660
60	2	59,4	4,6	1,170	3,1	0,860
75	2 1/2	75,1	5,5	1,750	3,8	1,200
85	3	88,0	6,2	3,300	4,0	1,500

Corte, abertura de roscas e curvamento

Para realizar estas atividades com êxito, é preciso conhecer as ferramentas adequadas, fazer as curvaturas, junções e fixações corretamente.

Ferramentas

Algumas ferramentas poderão ser utilizadas quando da aplicação dos eletrodutos com a finalidade de fazer corte, abrir roscas ou fazer curvas. Dentre elas, destacam-se:

Serra manual

Seus elementos são os seguintes:

1. Lâmina de serra (a).
2. Semiarco (b) com ranhuras (c) para ajustar o arco ao comprimento da lâmina da serra.
3. Semiarco (d) com cabo ou pinho (e), bainha (f) e pino de ancoragem (g).
4. Esticadores (h) e pinos (i) para montagem da lâmina.
5. Porca-borboleta (j) de ajuste da tensão da lâmina e arruela (l).
6. Alças (m) de encaixe dos esticadores.

A serra manual serve para cortar metais e outros materiais duros.

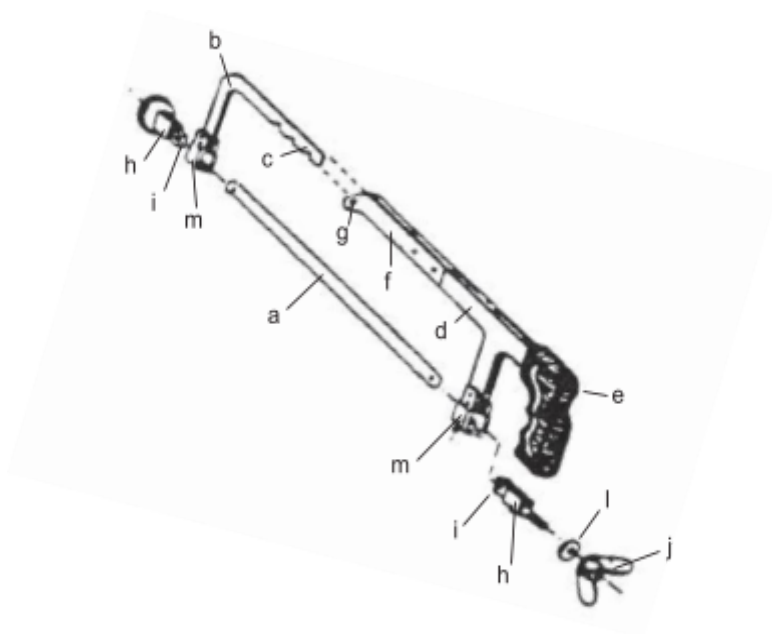


Fig.— Serra manual e seus elementos

A lâmina de serra é fabricada em aço temperado de duas qualidades: em “aço ao carbono” e em “aço rápido”, sendo este último de maior qualidade.

A lâmina de serra é normalizada, quanto ao comprimento, em 8, 10 e 12 polegadas, e, quanto ao número de dentes por polegada, em 18, 24 e 32 dentes. A lâmina de 32 dentes é a mais usada pelos eletricitistas.

Corta-tubos

Partes do corta-tubos:

1. Corpo (a).
2. Navalha circular cortadora (b).
3. Roletes (c).
4. Cabo móvel com parafusos de ajuste (d).

Sua função é cortar, rapidamente, eletrodutos rígidos metálicos.

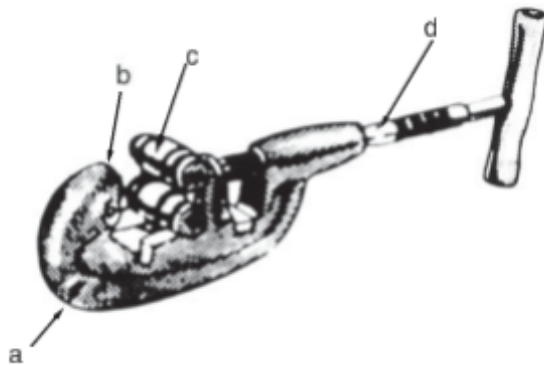


Fig. – Corta-tubos

Tarraxa simples com catraca

São estas as partes da tarraxa:

1. Corpo (a).
2. Trava da catraca (b).

3. Guia
4. Cossinete intercambiável (c).
5. Braço (cabo) (d).

Sua função é abrir rosca externa em eletrodutos rígidos metálicos.

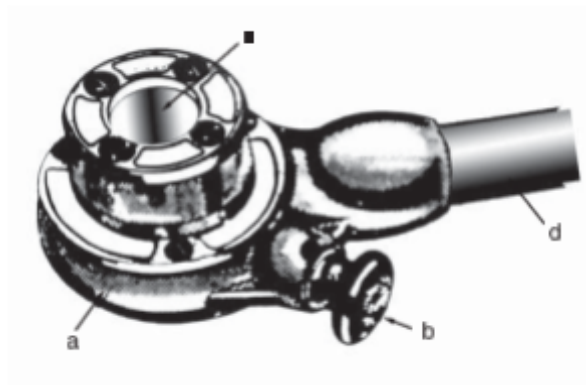


Fig. – Tarraxa simples com catraca

Tarraxa para PVC

Veja seus componentes, como na Fig.:

1. Corpo (a).
2. Braço (cabo) (b).
3. Guia (c).
4. Cossinete intercambiável (d).

Sua função é abrir rosca externa em eletroduto de PVC (plástico).

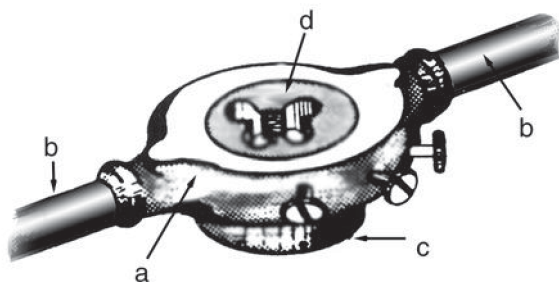


Fig. – Tarraxa para PVC

Para isso é preciso encaixar o tubo na tarraxa pelo lado da guia, girando uma (1) volta para a direita e $\frac{1}{4}$ de volta para a esquerda, repetindo a operação até obter a rosca no comprimento desejado.

Morsa de bancada para tubos

São estes os componentes da morsa de bancada:

1. Corpo (a).
2. Manípulo (b).
3. Parafuso de aperto (c).
4. Trava (d).
5. Articulação (e).
6. Mordente (f).
7. Mandíbula fixa (g).
8. Mandíbula móvel (h).

Sua função é prender os tubos para o trabalho de corte e roscamento.

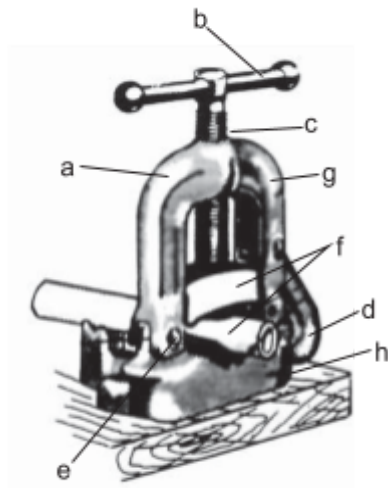


Fig. – Elementos da morsa de bancada para tubos

Morsa de corrente

São estes os componentes da morsa de corrente:

1. Corpo (a).

2. Parafuso de aperto (b).
3. Trava de corrente (c).
4. Mordente (d).
5. Corrente (e).

Sua função é prender os tubos para o trabalho de corte e roscamento.

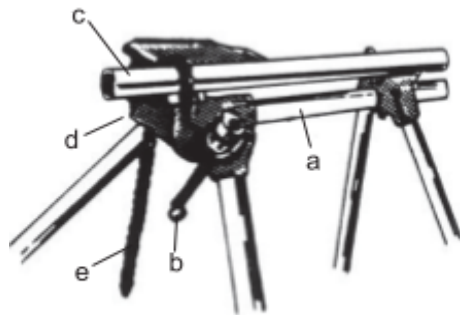


Fig. – Morsa de corrente

Limatão redondo

Veja na Figura os componentes do limatão:

1. Corpo (a).
2. Cabo (b).
3. Forma: cilíndrica, levemente afiada.

Tem como função escarear tubos ou aberturas circulares ou côncavas.



Fig. – O limatão redondo visto de lado e de frente

Almotolia

A almotolia é formada pelas seguintes partes:

- 1 . Bico (a).
2. Tubo (b).
3. Tampa roscada (c).
4. Depósito de óleo (d).

Sua função é lubrificar peças e ferramentas.

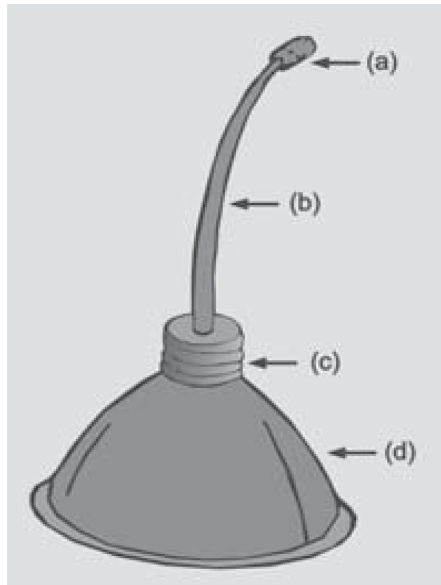


Fig. – As partes da almotolia

Vira-tubos

Para curvar eletrodutos rígidos metálicos será utilizada uma ferramenta simples, denominada vira-tubos. Veja seus componentes na Figura.

1. Pedaco de tubo galvanizado (a).
2. “T” (peça de encanamento hidráulico) (b).

O vira-tubos serve para curvar tubos.



Fig. – Vira-tubos

O vira-tubos mais utilizado pelo eletricitista para curvar eletrodutos é a ferramenta que resulta da adaptação de uma peça de encanamento hidráulico (T), com um pedaço de tubo galvanizado de aproximadamente um metro de comprimento.

Existem, no comércio, vários outros tipos de vira-tubos para curvar eletrodutos, como os que aparecem nas ilustrações abaixo:



Fig. – Outros tipos de vira-tubos

Além desses, para curvar eletrodutos de bitola superior a uma polegada, utilizamos o vira-tubos hidráulico. Mas nem sempre o eletricitista dispõe do vira-tubos apropriado. É comum entre os profissionais a utilização de certos artifícios para curvar eletrodutos, tais como os que aparecem nas figuras a seguir.

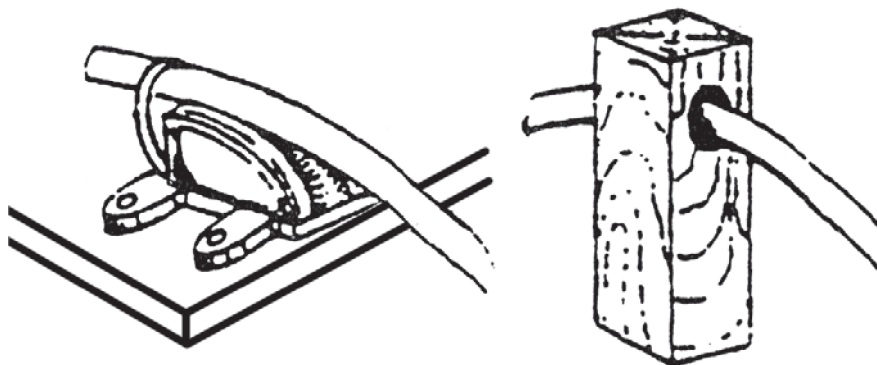


Fig. – Outros métodos para curvar tubos

Curvatura de eletroduto rígido metálico

Quando se deseja que uma rede de eletrodutos transponha um obstáculo ou acompanhe uma superfície com uma curvatura especial e quando não há uma curva postíça adequada para aquela circunstância, pode-se dobrar o eletroduto. Esse trabalho de dobrar ou curvar um eletroduto, embora seja muito empregado, deve, sempre que possível, ser evitado. Quando, entretanto, for obrigatório, deve-se fazê-lo a frio e com todos os cuidados para que não haja redução sensível na seção interna.

Fases da Operação

Para realizar com qualidade a curvatura de um eletroduto metálico, é preciso seguir os seguintes passos:

1. Preparar um gabarito de curva.

Com um arame grosso de ferro, por exemplo, prepare um modelo do formato que o tubo deve ter. Faça as curvas no arame e, a cada conformação dada no mesmo, experimente no local onde o tubo irá ser fixado.

2. Iniciar a dobragem.

Escolha uma das extremidades do eletroduto para iniciar o trabalho. Enfie a ponta do eletroduto no T do vira-tubos e firme o tubo no chão, com o pé.

Usando o próprio eletroduto como alavanca, inicie o seu encurvamento.

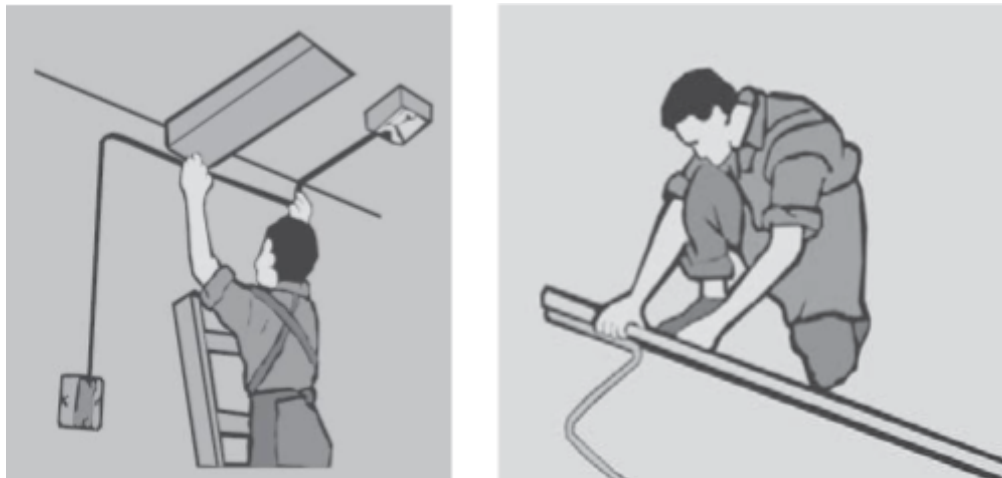


Fig. – Calculando a curvatura do eletroduto



Fig. – Preparando a curvatura do eletroduto

Quando há necessidade, pode-se, empregando o gabarito de arame, marcar, aproximadamente, no eletroduto, os limites da curva.

3. Concluir a dobragem.

Coloque o eletroduto no chão, prendendo-o sob os pés e com a extremidade livre encostada na parede. Coloque junto ao eletroduto o gabarito e, com o T, complete a curvatura iniciada na fase anterior.

Para curvar eletroduto rígido de plástico, será utilizada uma fonte de calor brando, como o maçarico.

Moldagem ou soldagem de plástico

Caso se deseje dobrar, moldar ou soldar peças de PVC ou de polietileno, deve-se proceder lentamente, com muito cuidado e de maneira controlada, para assim conhecer o efeito do calor sobre o material correspondente, porque, nestes casos, variações relativamente pequenas na temperatura podem causar deformações nas peças.

Maçarico

É um equipamento que proporciona a chama necessária para os trabalhos de curvamento em eletroduto de PVC.

Existem vários tipos de maçaricos: a gás, a gasolina, a querosene, oxiacetilênico etc.

O gás liquefeito do petróleo é um hidrocarboneto leve (butano ou propano comercial), normalmente gasoso, extraído do gás natural ou dos gases de refinaria.

Os gases, quando comprimidos acima de certa pressão, que varia conforme o gás, se liquefazem. Após a descompressão, voltam ao estado gasoso. Por esse motivo, o gás do petróleo é vendido comercialmente em bujões de 1, 3, 5 e 13kg; em cilindros de 45kg e em carrapetas de 90 a 120kg, no estado líquido, sob forte pressão, sendo descomprimido à medida que é usado.

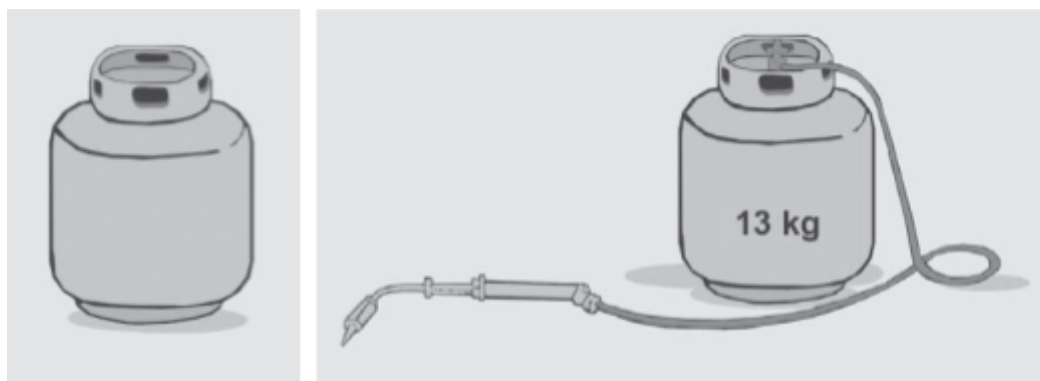


Fig. – O GLP é muito utilizado em maçaricos

O GLP (gás liquefeito do petróleo) tem sido largamente aceito, pela facilidade de seu uso e transporte.

Os primeiros componentes do maçarico a gás estão indicados na Figura.

1. Queimador (a).
2. Suporte múltiplo de duplo comando (b).
3. Registro tradicional (c).
4. Gatilho (d).
5. Suporte para sustento (e).

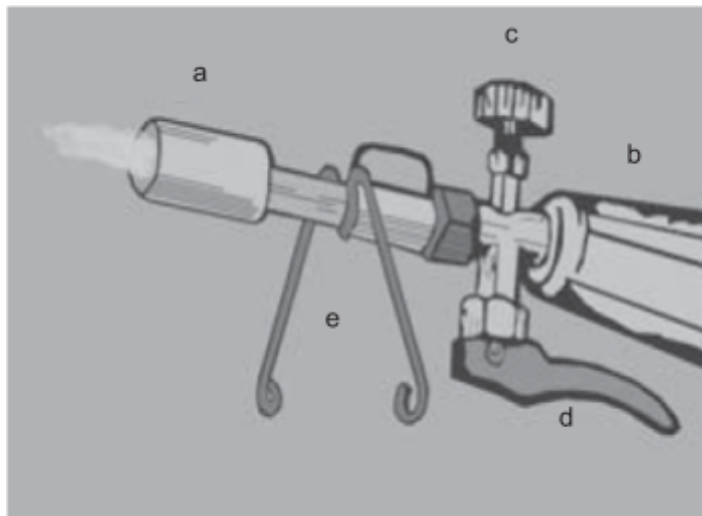


Fig. – Maçarico a gás

Utilização do maçarico a gás

Você irá trabalhar com material de fácil combustão, ou seja, que facilita ou alimenta a queima. Por isso, todo cuidado é pouco.

Você deve adotar os seguintes procedimentos

Verificar se o maçarico está em perfeitas condições de uso, assim como a mangueira.

Não utilizar isqueiro; usar fósforo de segurança.

Utilizar mangueira de tamanho adequado, de modo a permitir uma certa distância entre o bужão e o local onde está sendo utilizado o maçarico.

Não deixar a mangueira ficar enrolada.

Utilizar espuma de sabão e nunca o fogo, para verificação de escapamento de gás.

Evitar, no final do trabalho, a concentração do gás na mangueira; para isso, desligue inicialmente a torneira do bujão, até que a chama se extinga totalmente.

Soprador térmico

Tipo n.º	Potência	Temperatura do ar de saída
HL 1500	1400W	I – 300°C II – 500°C
Volume de saída de ar		Peso
220V	110V	
I – 240l/min II – 400l/min	I e II – 400l/min	
		0,8kg

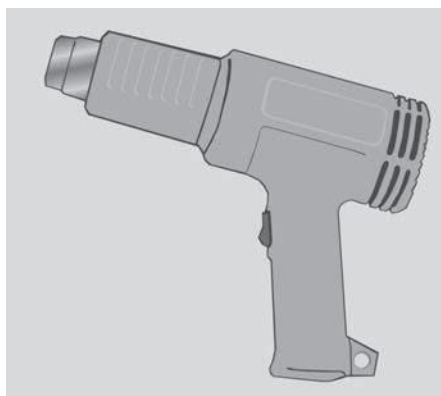


Fig. – Soprador térmico

O soprador térmico oferece uma grande gama de aplicações, tais como:

- Raspar a fundo, sem nenhuma dificuldade, pinturas de tintas a óleo, sintéticas etc.
- Aquecer plásticos para moldar ou soldar.

- Secar superfícies úmidas.
- Efetuar solda de estanho em chapas ou tubos.
- Aquecer tubulações de água gelada.

O soprador térmico é sempre vantajoso onde o calor facilite ou acelere o desenvolvimento do trabalho, sem a presença de chama aberta.

Instruções de segurança e acionamento do soprador térmico

Observar que a tensão da rede deve ser a mesma indicada na placa de características do produto.

Conectar o plugue à tomada somente com o interruptor desligado.

Desconectar o plugue da tomada antes de efetuar qualquer tipo de trabalho no aparelho.

Substituir o cabo elétrico, o plugue e a tomada, caso estejam danificados: eles deverão estar sempre em perfeitas condições.

Nunca dirigir o jato de ar quente a pessoas ou animais ou utilizá-lo como secador de cabelo.

Não utilizar o aparelho próximo de gases ou materiais inflamáveis.

Não mergulhar o aparelho em líquido de qualquer espécie.

Verificar, logo após o uso, antes de apoiá-lo sobre alguma superfície, se o tubo de saída de ar não está muito quente, de forma a causar algum dano. Antes de terminar o trabalho, procurar um lugar seguro onde colocar o aparelho. Por exemplo: suporte com gancho.

Colocar o aparelho de pé sobre uma mesa/bancada, para uso estacionário.

Não tocar o tubo aquecido.

Ao trabalhar sobre uma escada, procurar sempre uma posição segura e uma distância suficiente da superfície a tratar.

O jato de ar quente deverá sair livremente do tubo.

Não tapar a entrada ou a saída de ar.

Antes de guardar o aparelho, uma vez concluído o serviço, verificar se ele está totalmente frio.

Guardar o soprador térmico fora do alcance de crianças: ele não é um brinquedo.

A manutenção do soprador térmico não é complicada. Veja: as entradas e saídas de ar deverão estar sempre limpas e desobstruídas. Substitua imediatamente as peças danificadas. Utilize somente peças de reposição originais.

Além de fonte de calor para curvar eletroduto rígido de plástico, utiliza-se também areia ou mola.

Mola

Estes são os componentes da mola

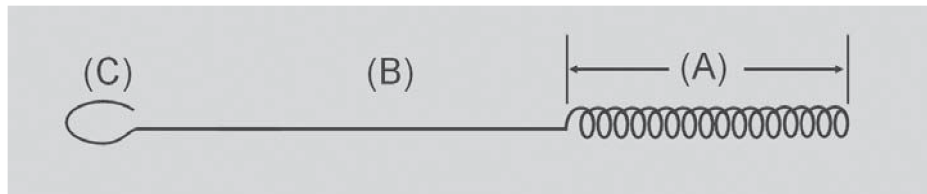


Fig. – Mola

1. Arame de aço.
2. Enrolado sob forma de espiral (a).
3. Com guia (b) e argola na extremidade (c).

Sua função é impedir a deformação do diâmetro interno do eletroduto durante o curvamento.

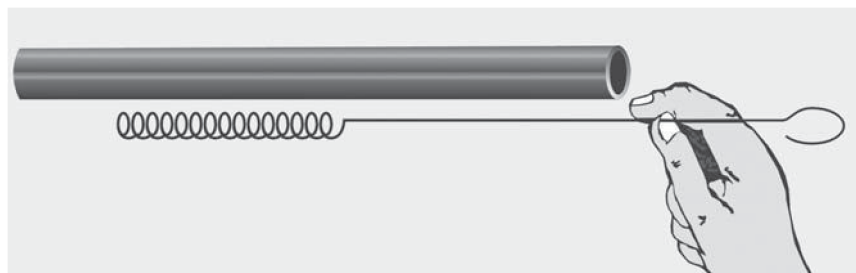


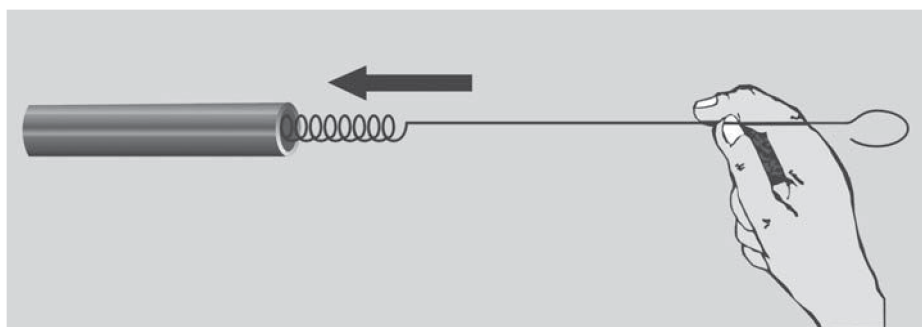
Fig. – Utilização da mola

Para impedir a redução do diâmetro interno do eletroduto rígido de plástico (PVC) durante o seu curvamento, devem-se observar os seguintes procedimentos:

Selecionar a mola correspondente ao diâmetro do eletroduto que será curvado.

Colocar a mola sobre o eletroduto, de maneira que coincida com o trecho que será curvado, e segurar a guia da mola com as mãos, fazendo topo, isto é, até atingir a extremidade do eletroduto, com os dedos polegar e indicador.

Introduzir a mola no eletroduto, empurrando-a, até que os dedos voltem a fazer topo com a entrada que servia como referência.

**Fig. – Inserindo a mola no eletroduto**

Retirar a mola depois de curvar o eletroduto.

Areia

São os seguintes os procedimentos a serem observados quando se utiliza areia:

Encher o eletroduto com areia seca, vedando as extremidades.

Retirar a areia, depois de curvar o eletroduto.

Junção com luvas, buchas e arruelas

Os procedimentos de junção de elementos exigem especial atenção, de acordo com as peças e equipamentos utilizados.

Luva

A luva é formada pelos seguintes elementos

1. Peça de metal ou plástico (a).
2. Dotada de rosca interna (b).
3. Específica pelo comprimento e pelo diâmetro nominal.

Sua função é emendar eletrodutos.

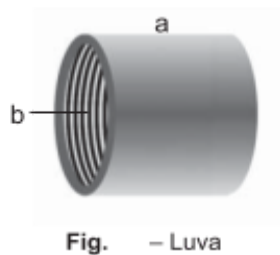


Fig. – Luva

Ao se utilizarem as luvas para fazer junção de eletrodutos, é importante observar o comprimento do tubo, que deve ser de 2cm para que a conexão seja perfeita. Se a tubulação ficar exposta ao tempo, é recomendável que se utilize veda-rosca como material vedante entre rosca. Não utilize aperto excessivo através do uso de chaves.

Luvras e Conectores sem rosca

O uso de luvras e conectores sem rosca é prático e funcional nas instalações aparentes onde houver a utilização de conectores rígidos, pois demandam menor tempo de trabalho.

Tanto luvras quanto conectoras são encontradas com ou sem vedação, fabricados em borracha autoextinguível.

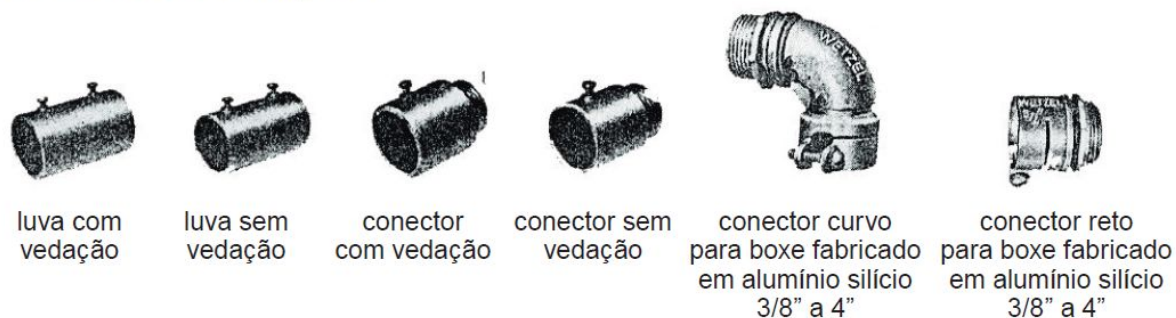


Fig. – Tipos de luvas e conectores

Buchas e arruelas

Na montagem dos eletrodutos nas caixas, empregam-se porcas especiais, que existem em diferentes dimensões, adequadas aos eletrodutos com que devem trabalhar.

As porcas que são colocadas pelo lado interno das caixas servem principalmente para proteger o isolamento dos condutores; são também conhecidas como buchas. As que são colocadas pelo lado externo das caixas servem para dar o aperto de fixação do eletroduto à caixa e são chamadas comumente de arruelas.



Fig. – Buchas

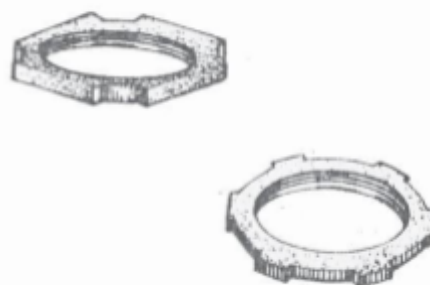


Fig. – Arruelas

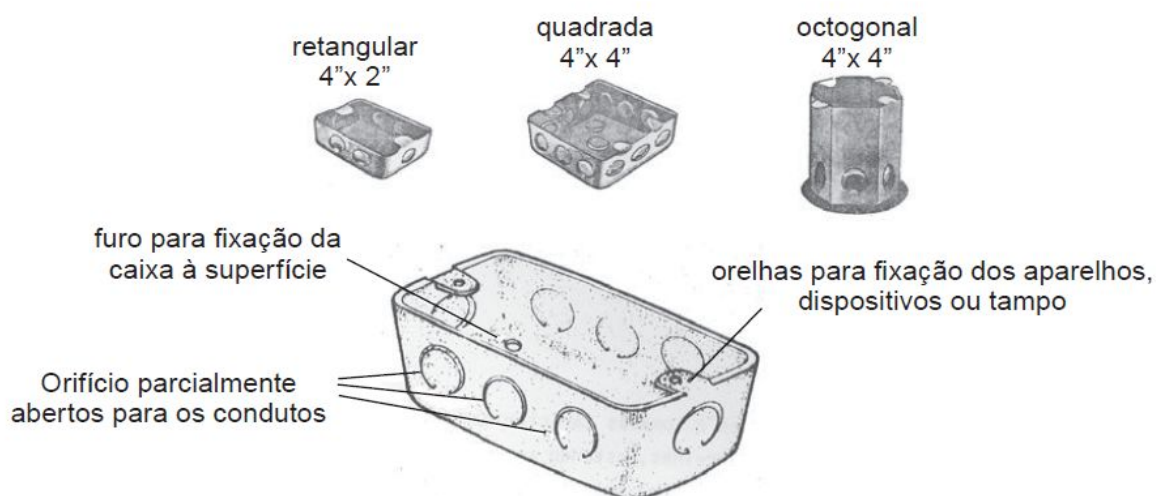
Fixação e estanqueidade de caixa de passagem em paredes e lajes

As caixas de passagem são elementos de grande importância na preparação de instalações elétricas de qualidade. Por isso, merecem muita atenção.

Caixas

Em todas as extremidades de eletrodutos em que há entradas, saídas ou emendas de condutores, ou nos pontos de instalação de aparelhos e dispositivos, devem ser usadas caixas que são fabricadas em chapas de aço, esmaltadas, galvanizadas ou em plástico, protegidas interna e externamente.

As caixas possuem orelhas para a fixação de tampas, aparelhos ou dispositivos, assim como orifícios parcialmente abertos para introdução e fixação dos eletrodutos. Nas instalações expostas, elas podem ser substituídas por conduletes.



A Figura mostra a localização de caixas, luvas, curvas, buchas, arruelas e tubos.

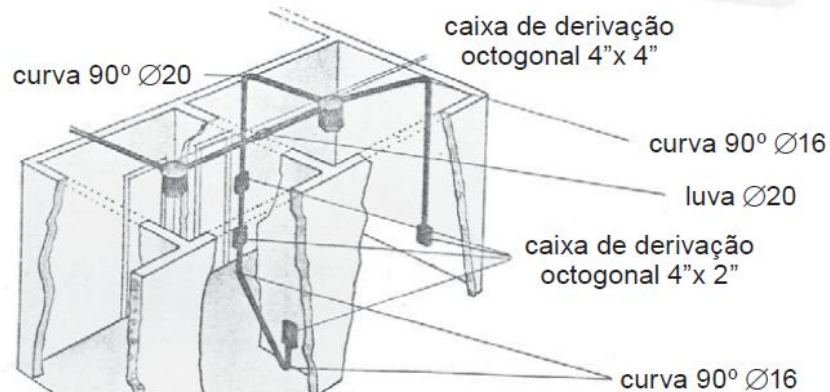


Fig. – Caixas de passagem instaladas

Condutores roscáveis e sem rosca

Para executar instalações com tubulações aparentes, usa-se também caixa de derivação (conduletes).

Onde as condições de instalações exigem, utiliza-se fita vedarosca como material vedante entre rosca. Não utilize aperto excessivo através de uso de chaves. Obtém-se rosqueamento perfeito através de aperto manual.

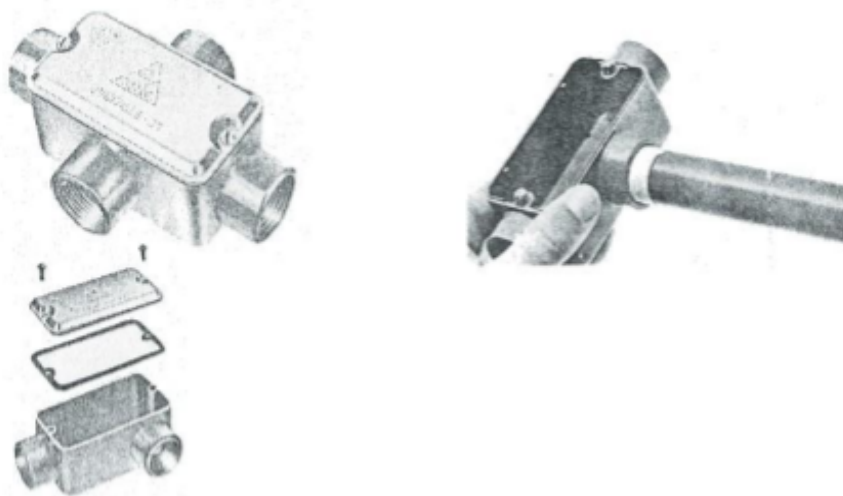













Fig. – Conduletes

Condutes roscáveis

Bitolas						
1/2"	B - 10	C - 10	E - 10	LB - 10	LL - 10	LR - 10
3/4"	B - 15	C - 15	E - 15	LB - 15	LL - 15	LR - 15
1"	B - 20	C - 20	E - 20	LB - 20	LL - 20	LR - 20
1.1/4"	B - 25	C - 25	E - 25	LB - 25	LL - 25	LR - 25
1.1/2"	B - 30	C - 30	E - 30	LB - 30	LL - 30	LR - 30
2"	B - 35	C - 35	E - 35	LB - 35	LL - 35	LR - 35
2.1/2"	B - 40	C - 40	E - 40	LB - 40	LL - 40	LR - 40
3"	B - 45	C - 45	E - 45	LB - 45	LL - 45	LR - 45
3.1/2"	B - 50	C - 50	E - 50	LB - 50	LL - 50	LR - 50
4"	B - 55	C - 55	E - 55	LB - 55	LL - 55	LR - 55

Bitolas					
1/2"	T - 10	TA - 10	TB - 10	X - 10	XA - 10
3/4"	T - 15	TA - 15	TB - 15	X - 15	XA - 15
1"	T - 20	TA - 20	TB - 20	X - 20	XA - 20
1.1/4"	T - 25	TA - 25	TB - 25	X - 25	XA - 25
1.1/2"	T - 30	TA - 30	TB - 30	X - 30	XA - 30
2"	T - 35	TA - 35	TB - 35	X - 35	XA - 35
2.1/2"	T - 40	TA - 40	TB - 40	X - 40	XA - 40
3"	T - 45	TA - 45	TB - 45	X - 45	XA - 45
3.1/2"	T - 50	TA - 50	TB - 50	X - 50	XA - 50
4"	T - 55	TA - 55	TB - 55	X - 55	XA - 55

Quadro – Tipos e bitolas de condutes roscáveis

Exemplo de instalações com condute roscável

A utilização de condutes roscáveis traz vários benefícios, como pode ser visto na Figura.

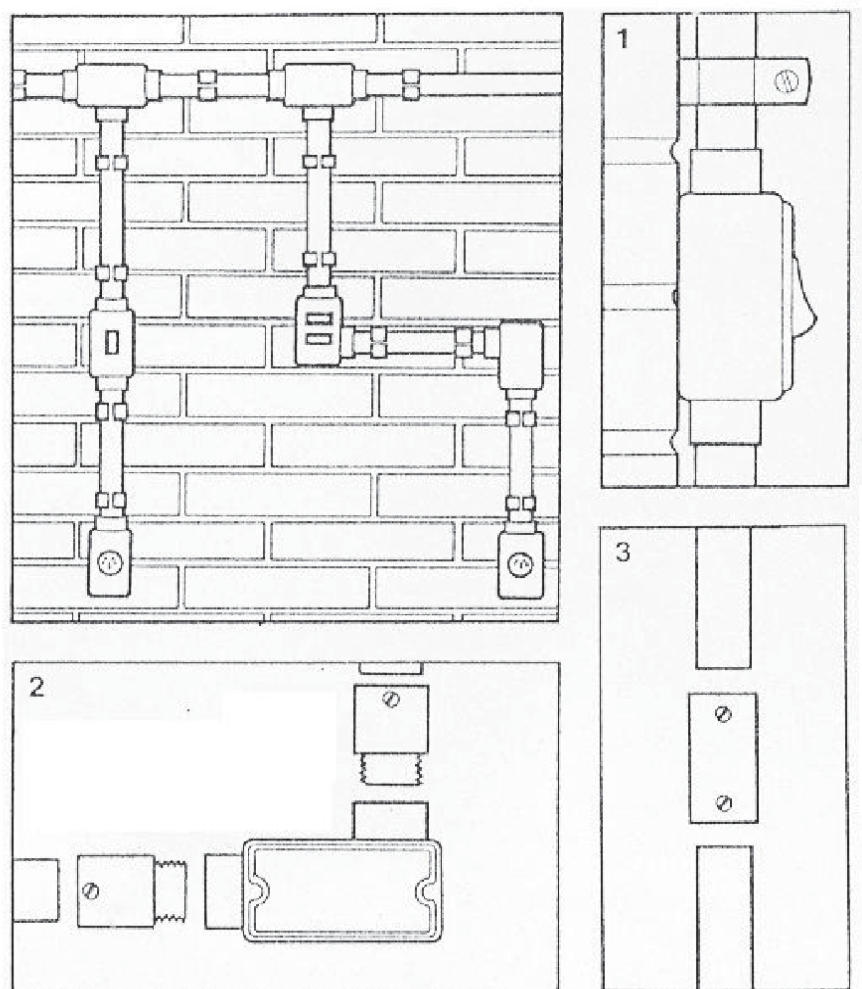


Fig. – Uso de condutores







1. Abraçadeiras adequadas proporcionam segurança e alinhamento perfeito.
2. Alterações ou transferências de instalações são efetuadas com rapidez e segurança, conforme pode ser constatado pela ilustração.
3. A conexão das extremidades de tubulações é simplificada através da aplicação de luvas.






Conduletes sem rosca

São um tipo de caixa de derivação sem rosca própria, para instalação aparente.

Os eletrodutos são fixados às entradas por meio de parafuso.



BITOLA						
1/2"	BSR-10	CSR-10	ESR-10	LBSR-10	LLSR-10	LRSR-10
3/4"	BSR-15	CSR-15	ESR-15	LBSR-15	LLSR-15	LRSR-15
1"	BSR-20	CSR-20	ESR-20	LBSR-20	LLSR-20	LRSR-20
1 1/4"	BSR-25	CSR-25	ESR-25	LBSR-25	LLSR-25	LRSR-25
1 1/2"	BSR-30	CSR-30	ESR-30	LBSR-30	LLSR-30	LRSR-30
2"	BSR-35	CSR-35	ESR-35	LBSR-35	LLSR-35	LRSR-35

BITOLA					
1/2"	TSR-10	TASR-10	TBSR-10	XSR-10	XASR-10
3/4"	TSR-15	TASR-15	TBSR-15	XSR-15	XASR-15
1"	TSR-20	TASR-20	TBSR-20	XSR-20	XASR-20
1 1/4"	TSR-25	TASR-25	TBSR-25	XSR-25	XASR-25
1 1/2"	TSR-30	TASR-30	TBSR-30	XSR-30	XASR-30
2"	TSR-35	TASR-35	TBSR-35	XSR-35	XASR-35

Quadro – Tipos e bitolas de condutores sem rosca

Exemplo de instalação de condutele sem rosca

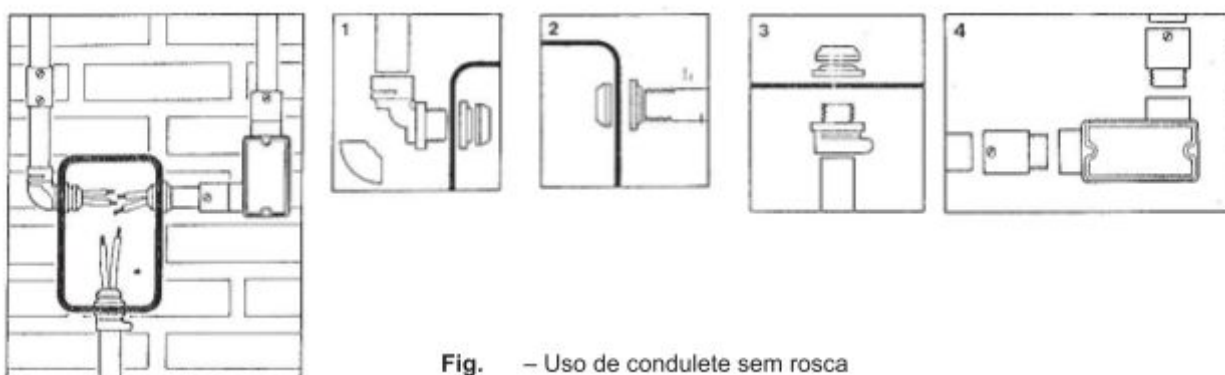


Fig. – Uso de condutele sem rosca

1. Conector curvo para boxe: facilita a execução de curvas, pois, com a retirada da tampa, os fios deslizam livremente.
2. Bucha e arruela; enquanto a arruela fixa o tubo, a bucha evita o descascamento do fio e serve de contraporca para fixação.

3. Exemplo de aplicação de conector reto que permite a execução de instalações completas com eletrodutos lisos, sem rosca.

4. Luvas e conectores sem rosca: para conexão de eletrodutos rígidos. Fornecidos sem ou com vedação de borracha. Permitem contornos com aplicação de condutes.

Condutes com ou sem rosca, equipados com acessórios elétricos

Os condutes com acessórios elétricos são dotados de tampos intercambiáveis, permitindo as mais variadas combinações. Todas as tampas equipadas podem ser fornecidas isoladamente para montagem em painéis ou já montadas nos condutes, conforme a Figura.















Denominação dos Acessórios					
	TAMPA CEGA		3 INT. SIMPLES 10A 250V		1 TOM. UNIVERSAL 2 P + T 25A 250V
	1 INT. SIMPLES 10A 250V		3 INT. PARALELOS 10A 250V		2 TOM. 2 P PINO REDONDO 10A 250V
	1 INT. PARALELO 10A 250V		2 INT. SIMPLES + 1 INT. PARALELO 10A 250V		1 INT. SIMPLES + 1 TOM. UNIVER. SAL 2 P 10A 250V
	1 CAMPAINHA 2A 250V		1 INT. SIMPLES + 2 INT. PARALELOS 10A 250V		1 INT. PARALELO + 1 TOM. UNIVER. SAL 2 P 10A 250V
	2 INT. SIMPLES 10A 250V		2 INT. SIMPLES + 1 CAMPAINHA 10A 250V		1 CAMPAINHA + 1 TOM. UNIVER. SAL 2 P 10A 250V
	2 INT. PARALELOS 10A 250V		1 INT. BIPOLAR SIMPLES 20A 250V		2 INT. SIMPLES + 1 TOM. 2 P PINO RED. 10A 250V
	1 INT. SIMPLES + 1 INT. PARALELO 10A 250V		1 INT. BIPOLAR PARALELO 20A 250V		2 TOM. UNIVERSAL 2 P 10A 250V
	1 INT. SIMPLES + 1 CAMPAINHA 10A 250V		1 INT. INTERMEDIÁRIO 10A 250V		1 TOM. TELEFONE 4 P
	1 INT. PARALELO + 1 CAMPAINHA 10A 250V		1 TOM. 3 P PINO CHATO 20A 250V		
	1 TOM. UNIVERSAL 2 P 10A 250V		1 TOM. 3 P PINO CHATO 25A 500V		2 TOM. TELEFONE 4 P

Fig. – Tipos de condutes e tampas

Enfição e conexão de condutores elétricos

Materiais e ferramentas para emenda de condutores

São variados os materiais e as ferramentas utilizados para fazer emendas de condutores. Conheça as características deles.

Ferro elétrico de soldar

Características do ferro de soldar:

- Para ligar à rede de 110V – ou 220V.
- Consumo de 100 a 200W.
- Temperatura aproximada na ponta: 300°C.
- De uso manual.
- Tipo de ponta reta ou curva intercambiável.
- Tipo machadinha, para serviços pesados.

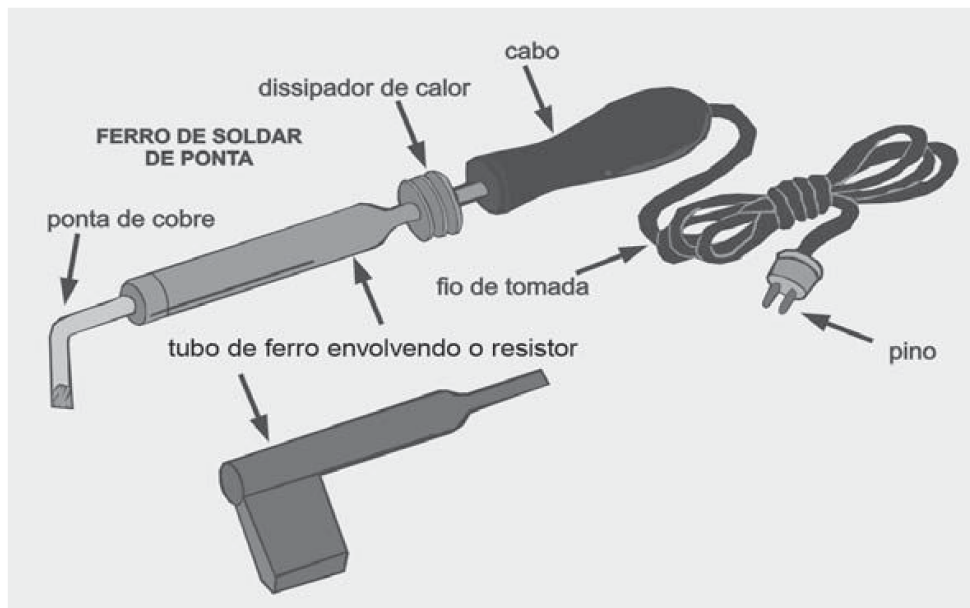
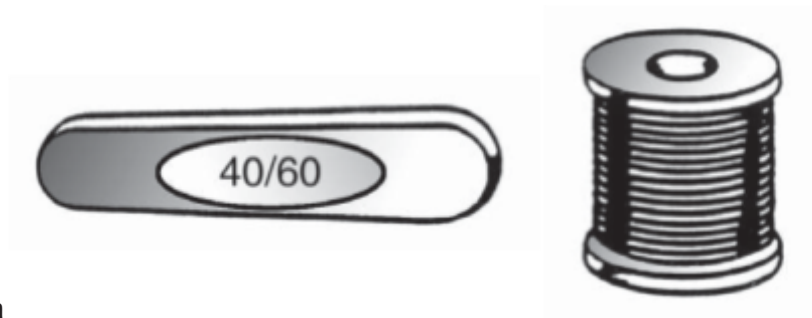


Fig. – Ferro de soldar e seus componentes



Solda

Fig. – Solda em barra e solda em fio

Saiba como é e como é usada a solda:

Liga de chumbo e estanho, na proporção de 40% de chumbo e 60% de estanho, ou em outras proporções, 25% ou 75%, por exemplo.

- ✓ Apresenta-se em forma de barra ou fio, com núcleo de breu.
- ✓ A temperatura de fusão é aproximadamente 170°C.
- ✓ Uso manual.
- ✓ Ao fundir-se, adere a outros metais, especialmente o cobre e o bronze.
- ✓ A solda feita somente de estanho é também conhecida como solda branca ou solda fraca.

Breu

- ✓ Veja as características do breu:
- ✓ Resina em estado sólido.
- ✓ Amorfa.
- ✓ Cor amarelo-âmbar.
- ✓ Funde-se a temperatura pouco superior a 150°C e, acima desta, volatiliza-se.
- ✓ Age como fundente na soldagem com liga de chumbo-estanho.
- ✓ É isolante elétrico.
- ✓ Dissolve-se em álcool.



Fig. – Breu

Quando a solda não vier com núcleo de breu, pode-se usar também a *pasta de soldar*, encontrada normalmente em lata de 110g.

Fita Isolante

Saiba as características e usos da fita isolante:

- ✓ Flexível, maleável, impermeável.
- ✓ Dielétrica, com ruptura acima de 750V.
- ✓ Adesiva, sendo sensível à pressão.
- ✓ Plástica, em várias cores.
- ✓ Seccionável com lâmina ou tesoura.
- ✓ Resistente à umidade e a agentes corrosivos.
- ✓ Em rolo de 19mm X 20m; espessura: 0,19mm e em outras dimensões.



Fig. – Fita isolante

Além dos materiais e ferramenta apresentados, são também utilizados o alicate universal (corta, dobra e aperta) e a faca de eletricitista ou canivete.

Emenda de condutores

As emendas de fios e cabos devem possibilitar:

1. A passagem da corrente admissível para o condutor mais fino sem aquecimento excessivo, ou seja, não devem apresentar mau contato e ter suficiente seção, de modo que não venham a aquecer muito por efeito joule.
2. Resistência mecânica suficiente para o serviço ou tipo de instalação.
3. Isolamento pelo menos igual ao dos condutores emendados e com a mesma classe de isolamento.

Emenda em prosseguimento

Sempre que a extensão de uma rede ou linha aberta for maior que o condutor disponível, devem-se emendar os condutores em prosseguimento.

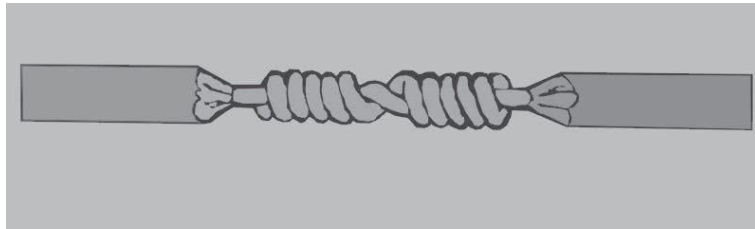


Fig. – Emenda em prosseguimento

Veja agora os procedimentos que devem ser atentamente observados:

1. Desencapar as pontas dos condutores:

Com uma faca, retire o isolamento em direção à ponta, assim como se estivesse apontando um lápis.

2. Limpar os condutores:

Retire os restos de isolamento porventura presos ao metal ou raspe com as costas da lâmina a oxidação.

3. Emendar os condutores:

- a) Cruze as pontas dos condutores, conforme mostra o desenho e, a seguir, torça uma sobre a outra em sentido oposto.

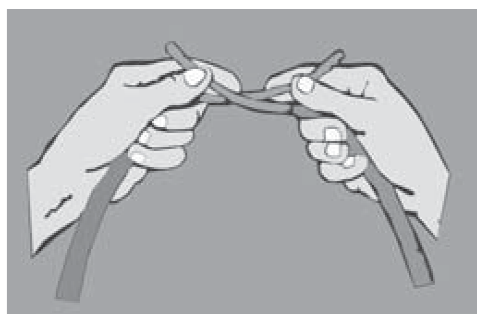


Fig. – Cruzando os condutores

- b) Complete a torção das pontas com a ajuda de um ou dois alicates, dependendo do diâmetro do condutor.

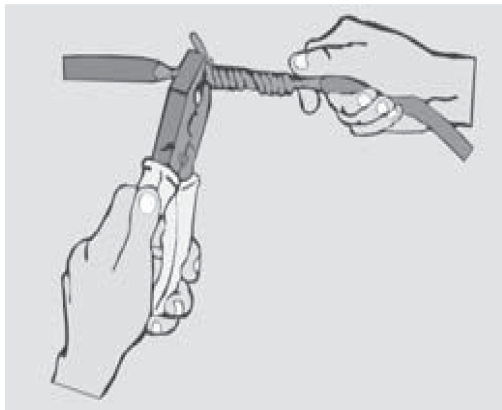


Fig. – Torcendo as pontas

As pontas devem ficar completamente enroladas e apertadas no condutor, porém com pequeno espaçamento entre as espiras, para a solda penetrar.

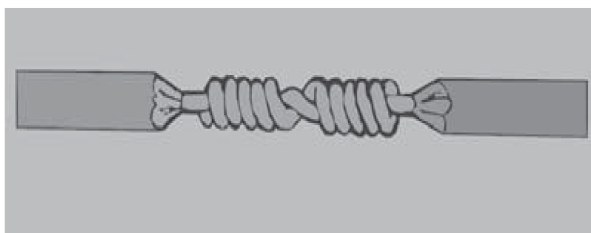


Fig. – Espaço entre as espiras para penetração da solda

4. Soldar a emenda:

- a) Ligue o ferro de soldar à rede de energia e deixe-o aquecer até a temperatura de fusão da solda.
- b) Aplique um pouco de solda à ponta do ferro para que faça bom conta-to térmico com a emenda.
- c) Encoste a ponta do ferro à emenda, aquecendo-a.

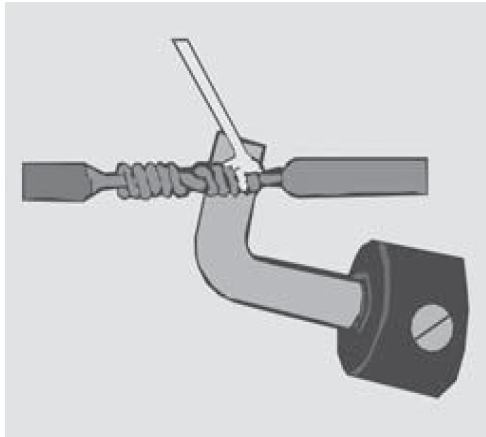


Fig. – Aplicando a solda

- d) Aplique o fundente (breu) sobre a emenda, caso a solda não tenha o seu núcleo de breu. Ou utilize a pasta de soldar.
 - e) No início, aplique a solda entre a ponta do ferro e a emenda, até que a solda flua para ela.
 - f) Mude a posição do ferro para cima da emenda e aplique solda no local até preencher todos os espaços entre as espiras.
 - g) Repita o processo em toda a extensão da emenda.
 - h) Retire o ferro de soldar, rapidamente, sem arrastar na emenda e deixe esfriar.
5. Isolar a emenda em prosseguimento:
- a) Inicie na extremidade mais cômoda, prendendo a ponta da fita e, em seguida, dê uma volta sobre ela.

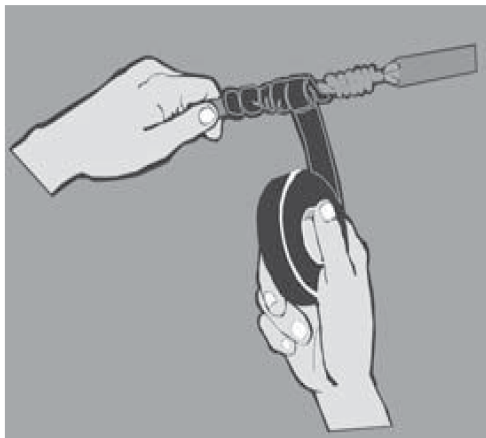


Fig. – Passando a fita isolante

- b) Continue enrolando a fita, de modo que cada volta se sobreponha à anterior na metade da largura da fita, até atingir uns dois centímetros sobre o encapamento do condutor.
- c) Retorne com a fita, enrolando-a agora com inclinação oposta, porém da mesma forma anterior.
- d) Complete o isolamento com três ou mais camadas, de modo que a espessura do isolamento fi que pelo menos igual ao encapamento do condutor.
- e) Seccione a fita com uma lâmina.
- f) Pressione a ponta da fita, fazendo-a aderir ao isolamento.

Emendas em derivação

Na ligação dos ramais, será necessário emendar os condutores em derivação.

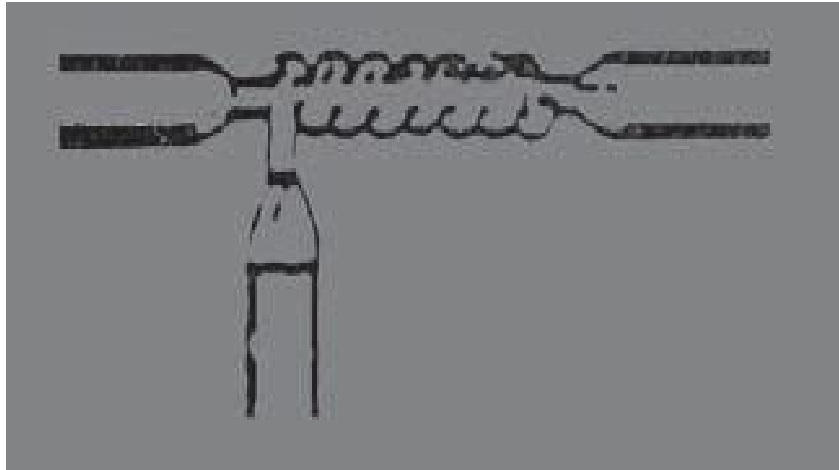


Fig. – Fazendo a emenda

Observe atentamente a sequência de procedimentos:

1. Desencapar as pontas dos condutores do circuito ramal: Proceda como na emenda em prosseguimento
2. Desencapar os condutores da linha:

- a) Marque com dois piques de faca uma faixa de uns 20mm a partir do ponto de derivação.
- b) Retire, com uma faca, o isolamento em volta do condutor, entre as marcas.

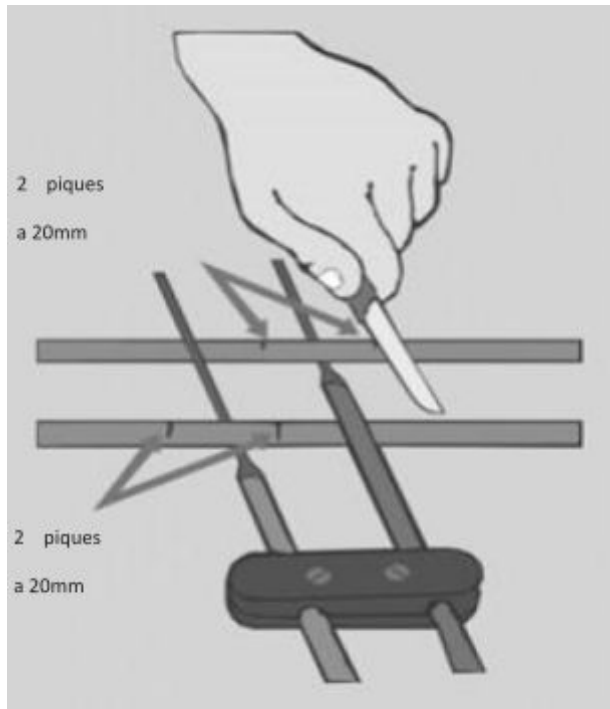


Fig. – Marcando o ponto de solda

3. Limpar os condutores:

Proceda como anteriormente.

4. Emendar os condutores:

- a) Cruze a ponta sobre a derivação e enrole-a sobre esta, de modo que as espiras fiquem com ligeiro espaçamento entre si.

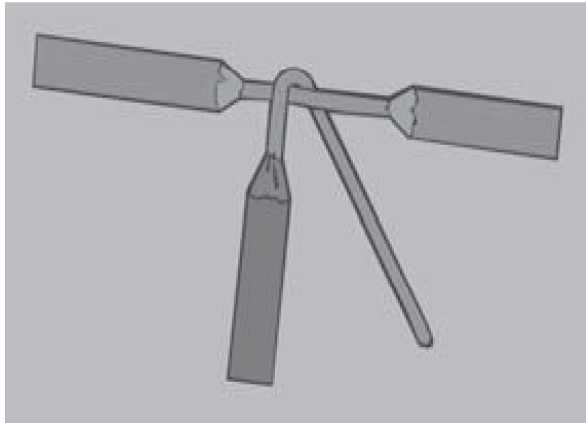


Fig. – Enrolando a ponta sobre a derivação

b) Complete a torção da ponta com a ajuda do alicate.

5. Soldar a emenda em derivação:

Proceda como anteriormente.

6. Isolar a emenda em derivação:

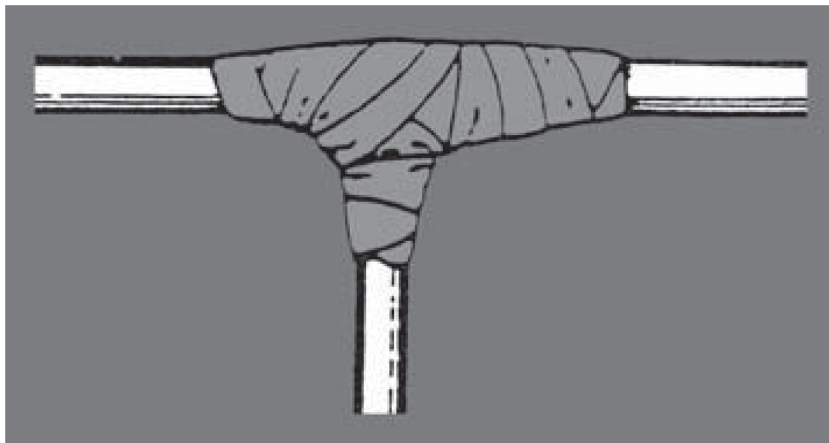


Fig. – Isolando a emenda em derivação

a) Enrole a fita primeiramente no condutor da rede e, ao voltar, enrole-a no condutor do ramal.

b) Para os demais detalhes, proceda como anteriormente.

Emendas na caixa de passagem

Quando as emendas forem feitas nas caixas de passagem, os procedimentos que devem ser atentamente observados:

- a) Desencape as pontas, em um comprimento igual a cinquenta vezes o diâmetro do condutor nu.
- b) Cruze os condutores.
- c) Torça os condutores, inicialmente com a mão, auxiliado por um alicate.
- d) Dê o aperto final com dois alicates.
- e) Dobre a ponta dos condutores.

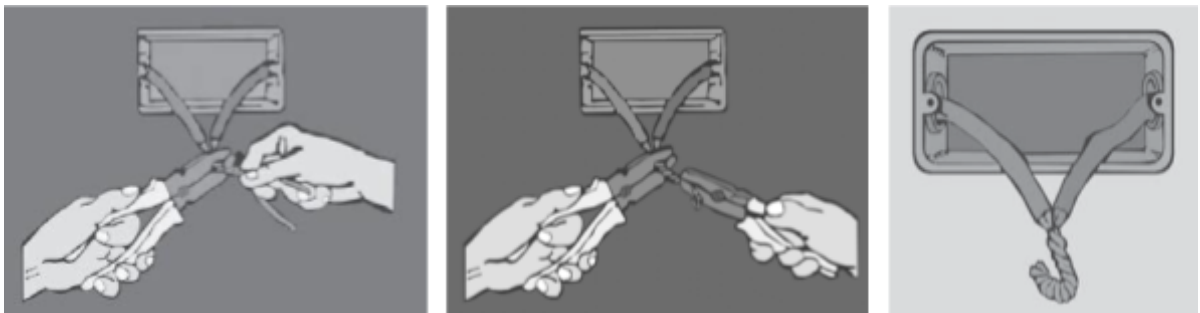


Fig. – Fazendo emendas na caixa de passagem

Utilização da solda, do cadinho e da pasta de soldar

O profissional, em muitas ocasiões, necessita soldar terminais e bornes, além das emendas dos condutores, para que o contato elétrico nesses pontos seja o mais perfeito possível, evitando assim o aquecimento causado pela corrente elétrica, que pode proporcionar incêndio e maior consumo de energia.

É importante lembrar, também, que a solda evita que essas conexões se desfaçam, no caso de os condutores serem puxados ou no caso de estarem oxidados pela maresia.

É ainda bastante comum isolar as emendas dos condutores e outras partes descobertas das instalações com fita isolante para que não ocorra curto-circuito, no caso de os condutores com potencial elétrico diferente se unirem ou para que as pessoas não fiquem sujeitas a choque elétrico.

Para soldar, proceda observando os seguintes passos:

1. Corte a solda em pequenos pedaços.

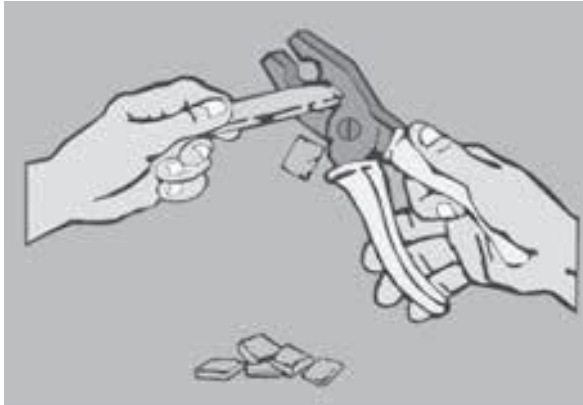


Fig. – Cortando a solda em pedaços

2. Coloque os pedaços de solda no cadinho e aqueça-o.

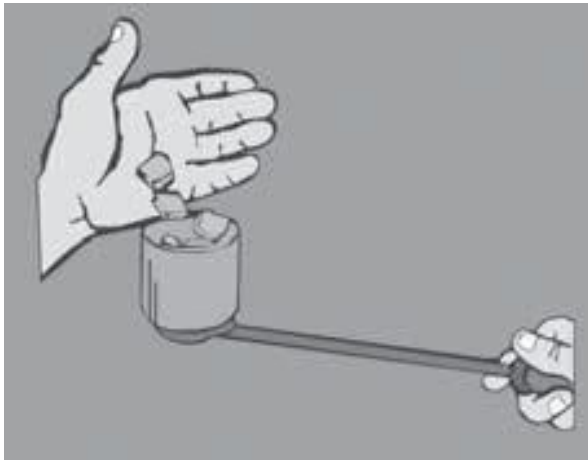


Fig. – O cadinho é aquecido tendo os pedaços de solda

3. Passe a pasta de soldar nas emendas já dobradas. Utilize um pincel.
4. Verifique se a solda fundiu completamente. Utilize o maçarico a querosene ou a gás.
5. Mergulhe as emendas no cadinho cheio e retire-as rapidamente.

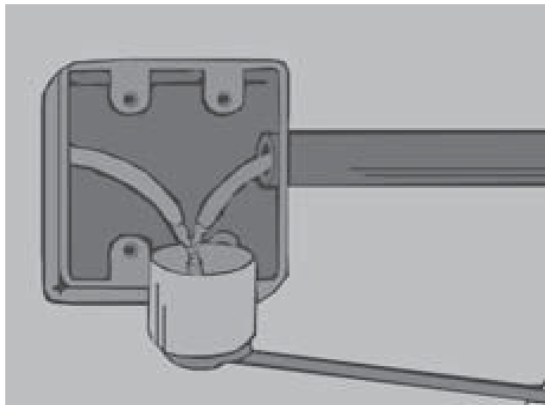


Fig. – Colocando as emendas no cadinho

6. Isole a emenda e acomode-a dentro da caixa.

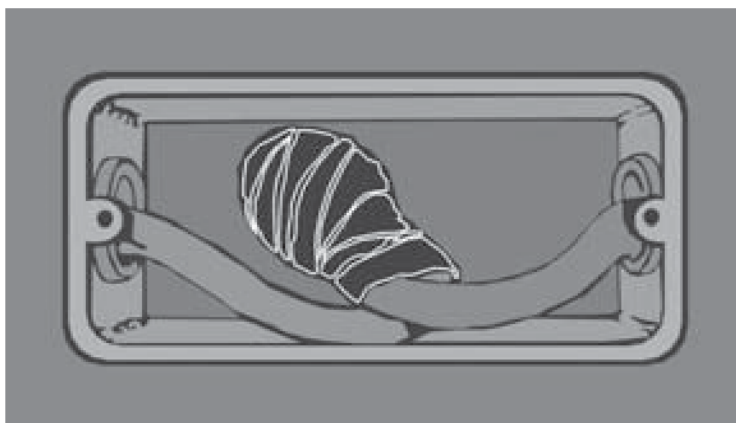


Fig. – Colocando a emenda dentro da caixa

Tracionamento de condutores em tubulações

Os condutores serão enfiados dentro do eletroduto por meio de um arame guia. Quando houver muita dificuldade para a penetração, usa-se, inicialmente, fita ou fio de plástico, que servirá de guia para o arame.

Faz-se a amarração no arame com os condutores desencapados, devendo evitar o acúmulo excessivo deles em um só ponto, para não tornar mais difícil sua passagem dentro da tubulação.

Após a amarração, passa-se fita isolante e logo depois parafina ou talco industrial, para a penetração da conexão fluir com maior facilidade dentro do eletroduto.

Componentes de acionamento

O estudo do tipo de interruptor e do componente acionado é essencial para a adequação do serviço.

Interruptor de uma seção e lâmpada incandescente

O interruptor de uma seção é um dispositivo de manobra, de corpo termoplástico com furos para fixação, dois bornes de ligação dos condutores, uma tecla ou alavanca que fecha e abre o circuito elétrico. No corpo estão indicadas, normalmente, a intensidade de corrente, 10A, e a tensão, 250V.



Fig. – Interruptor de uma seção

O receptáculo reto normal possui uma base de porcelana com rosca metálica interna, onde é atarraxada a lâmpada, e os bornes nos quais são ligados os condutores. Serve como ponto de conexão entre a lâmpada e os condutores. Na base estão indicadas a intensidade da corrente e a tensão. As bases mais usadas são para rosca E-27; para lâmpadas de potência elevada, usa-se a base E-40.

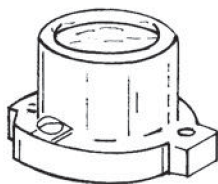


Fig. – Receptáculo reto manual

A lâmpada incandescente é composta de bulbo de vidro, base metálica roscada e filamento de tungstênio. Serve para transformar energia elétrica em luz. No bulbo, estão indicadas a potência (por exemplo: 60W) e a tensão de funcionamento (127V ou 220V).

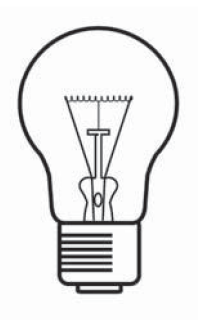


Fig. – Lâmpada incandescente

Diagrama unifilar e multifilar

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

Diagrama unifilar

É representado por meio de símbolos gráficos dos componentes da instalação, situados na planta baixa, apresentando a posição física dos elementos.

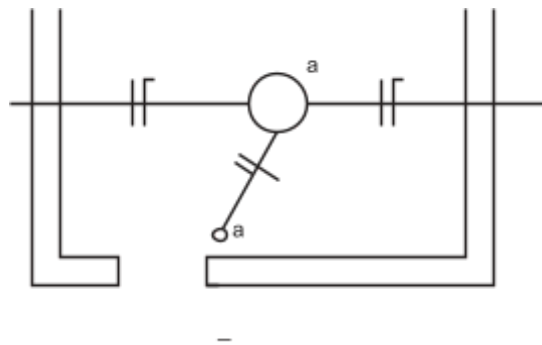


Fig. Diagrama unifilar

No diagrama da Figura, aparecem: interruptor de uma seção, ponto de luz incandescente, eletrodutos e condutores. Esse diagrama permite verificar a disposição de elementos de um circuito. Nesse caso, observamos que há um interruptor simples próximo à porta, comandando um ponto de luz. Eles estão ligados por condutores que passam por dentro dos eletrodutos.

Diagrama multifilar ou funcional

É a representação do circuito elétrico por meio de símbolos gráficos, permitindo analisar o seu funcionamento.

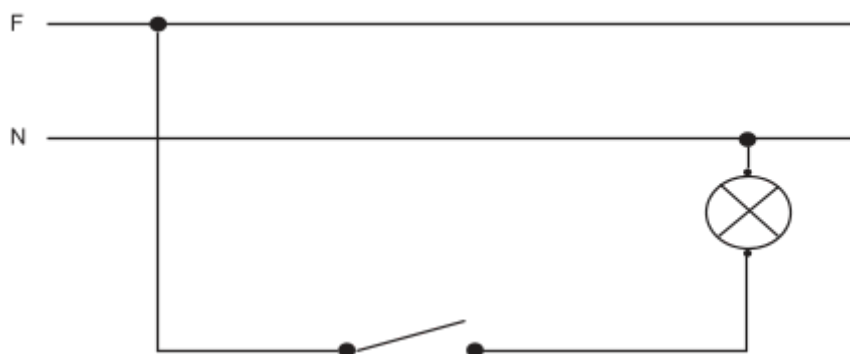


Fig. Diagrama unifilar multifilar

Como você pode observar, o condutor fase é ligado ao interruptor para uma perfeita interrupção do circuito, pois com o interruptor desligado (aberto) pode-se trocar a lâmpada sem risco, já que o condutor fase é o que dá choque.

O condutor retorno ou volta é o que interliga interruptor e lâmpada.

Os pontos que aparecem no diagrama representam um contato ou uma ligação elétrica. A ausência desses pontos significa que não há ligação elétrica. Veja a Figura:

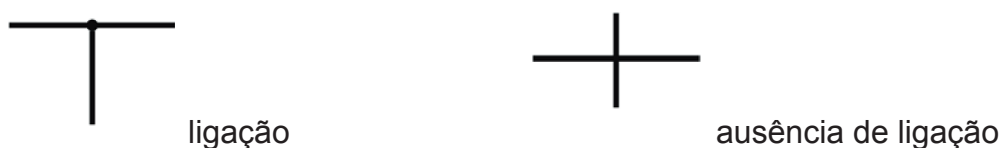


Fig. – Pontos indicam contato ou ligação elétrica

Interruptor de duas seções e lâmpadas incandescentes

O interruptor de duas seções é um dispositivo de manobra, fabricado em material termoplástico, para suportar intensidade de 10 ampères sob tensão de 250 volts. É uma peça composta de um corpo com furos para fixação, quatro bornes de ligação dos condutores e duas teclas ou alavancas que fecham e abrem os circuitos elétricos.

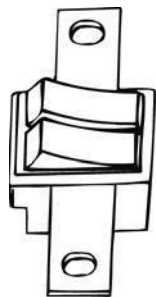


Fig. – Interruptor de duas seções

Vejamos os diagramas multifilar e unifilar, que permitirão entender o circuito elétrico.

O diagrama multifilar, representado na Figura, serve de orientação ao profissional para fazer ligações, mostrando como o circuito funciona.

Em dois bornes serão ligados os fios de retorno ou volta; em um terceiro, será ligado o fio fase, que fará “ponte” com o quarto (em negrito).

A distância dos pontos de luz para a parede corresponde à metade da distância entre os pontos de luz. No exemplo dado, os pontos de luz próximos à parede ficarão 1,5m afastados da mesma e, entre eles, a distância será de 3m. Isso significará uma boa uniformidade de iluminação. A figura ilustra como ficarão os pontos de luz.

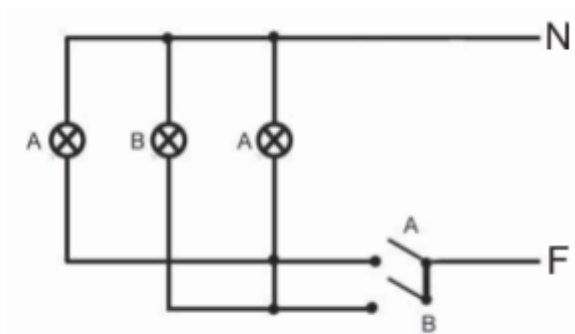


Fig. – Diagrama multifilar

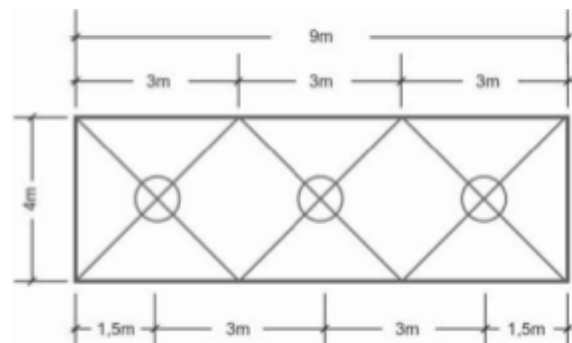


Fig. – Posição dos pontos de luz

Interruptor de três seções e lâmpadas incandescentes

A instalação do interruptor de três seções é análoga à do interruptor de duas seções. Observe os diagramas:

multifilar:

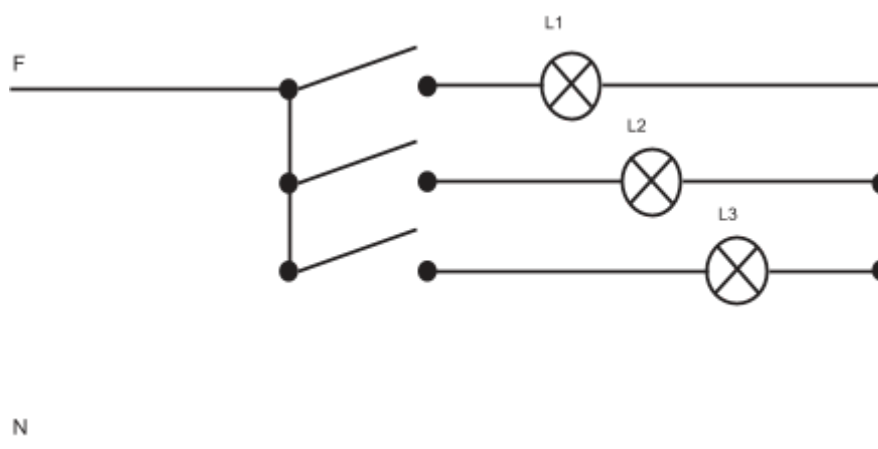


Fig. – Diagrama multifilar com interruptor de três seções unifilar:

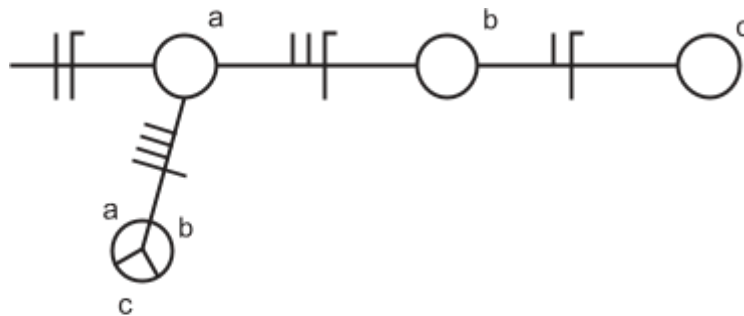


Fig. -Diagrama unilar com interruptor de três seções

Interruptor paralelo (*three-way*)

Já se tornou bastante comum a utilização de um sistema que permite ao usuário acender e apagar a luz de locais diferentes. O dispositivo que possibilita, por exemplo, acender a luz junto à porta e apagá-la junto à cama ou vice-versa é o interruptor paralelo.

Esse tipo de interruptor caracteriza-se por possuir três bornes de ligação, sendo também conhecido como *three-way*. Possui uma alavanca ou tecla que, quando acionada, estabelece a ligação do contato fixo com um dos contatos móveis. Podemos deduzir que serão instalados sempre dois interruptores paralelos para acender ou apagar a luz de dois pontos diferentes. Este é um interruptor muito utilizado em corredores e escadas.

a) unifilar: b) multifilar:



Fig. – Símbolo do interruptor paralelo usado no diagrama

Veja os diagramas dos interruptores paralelos (*three-way*)

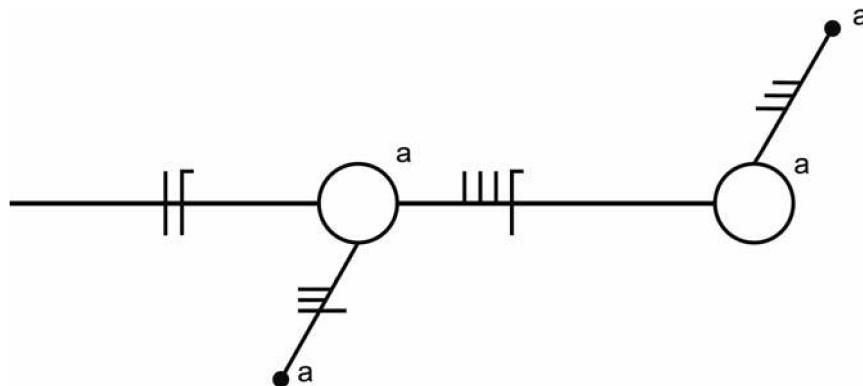


Fig. – Diagrama unifilar do interruptor paralelo (*three-way*)

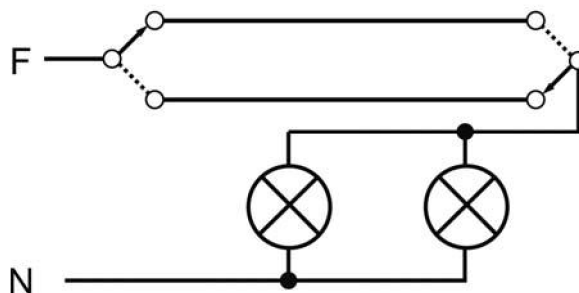


Fig. – Diagrama multifilar do interruptor paralelo (*three-way*)

Interruptor intermediário (four-way)

É utilizado quando desejamos comandar a luz de mais de dois locais diferentes. Ele será ligado sempre entre dois interruptores paralelos.

a) unifilar 

b) multifilar 

Fig. – Símbolo do interruptor intermediário usado em diagrama

Veja os diagramas de interruptores intermediários (*four-way*)

1. Com três comandos:

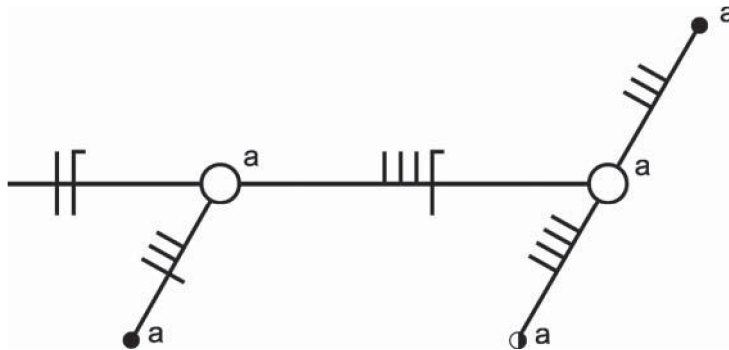


Fig. – Diagrama unifilar de interruptores intermediários (*four-way*) com três comandos

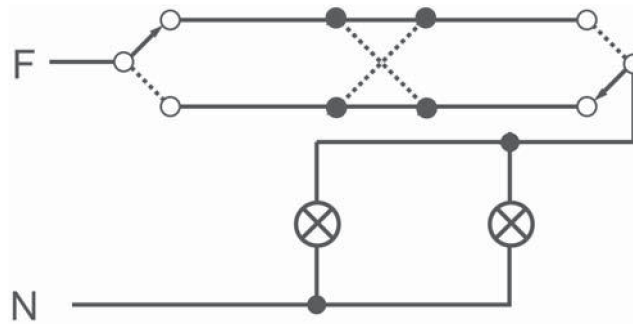


Fig. – Diagrama multifilar de interruptores intermediários (*four-way*) com três comandos

2. Com quatro comandos:

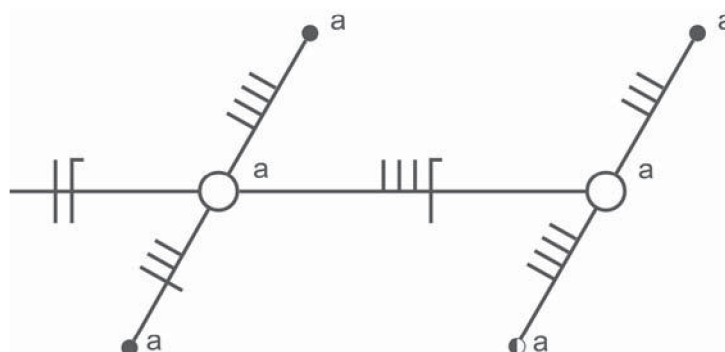


Fig. – Diagrama unifilar de interruptores intermediários (*four-way*) com quatro comandos

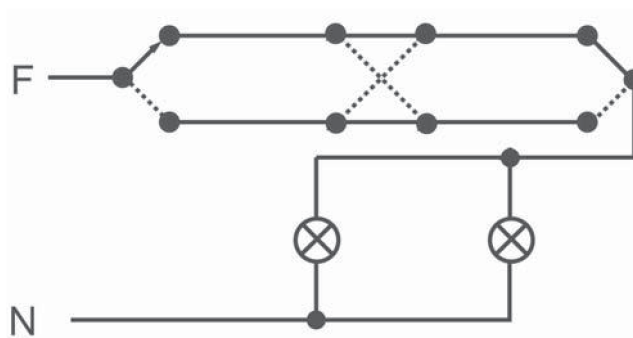


Fig. – Diagrama multifilar de interruptores intermediários (*four-way*) com quatro comandos

Da observação dos diagramas é possível concluir que, para aumentar o número de comandos, basta acrescentar sempre, entre os dois interruptores paralelos, mais interruptores intermediários.

Montagem e instalação de sistema de acionamento; iluminação e tomadas

Peças e aparelhos instalados em iluminação fluorescente

A iluminação fluorescente possui características específicas que é preciso conhecer para que as instalações sejam feitas de forma a trazer os benefícios esperados.

Luminária fluorescente é um aparelho de iluminação composto de calha, receptáculos, difusor, *starter*, reator, lâmpada fluorescente e acessório de fixação.

Existem tipos diversos dessa luminária, que podem ser embutidos, pendentes ou fixados diretamente à superfície.

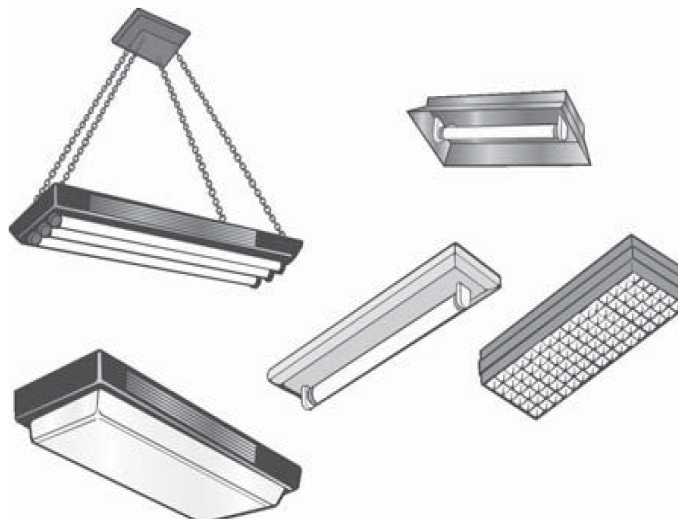


Fig. – Luminárias fluorescentes

Calha é uma peça composta de estrutura metálica esmaltada, com rasgos para os receptáculos, furos para *starter*, reator e fixação. Possui modelos diferentes, com e sem difusor, para uma ou mais lâmpadas, de comprimento variado. Serve para refletir e dirigir o fluxo luminoso para a área a ser iluminada.

Receptáculo é uma peça composta de corpo de baquelita ou plástico; contatos, onde são introduzidos os pinos das lâmpadas, e bornes, para ligar os condutores. Pode ser conjugado com o suporte do *starter*. Serve para sustentar a lâmpada, ligando-a, através de seus bornes, ao circuito.

Há tipos diversos, como para lâmpadas fluorescentes de catodo preaquecido e catodo quente (HO).



Fig. – Receptáculo

Difusor é um acessório da luminária que abriga a lâmpada, evitando a luz direta e difundindo a iluminação de maneira uniforme. É fabricado em vidro, plástico ou acrílico, que dá à iluminação um aspecto ornamental.

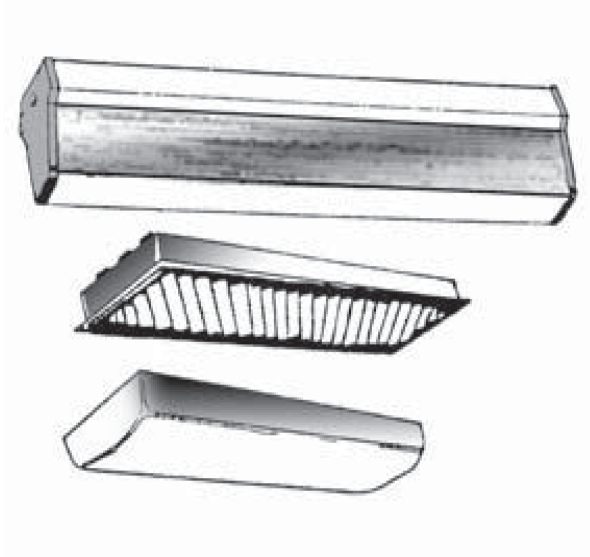


Fig. – Difusor

Starter é um dispositivo que atua como interruptor automático, abrindo o circuito dos filamentos depois do tempo necessário para o seu aquecimento.

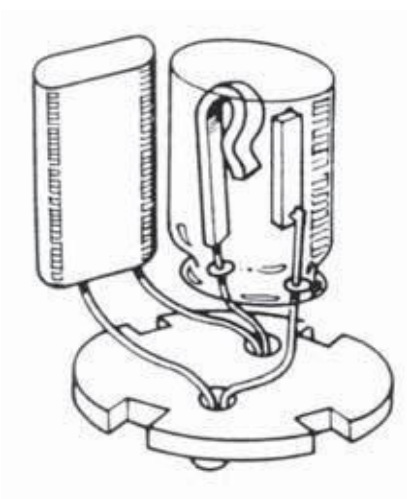


Fig. – Starter

Suporte do starter é uma peça composta de corpo da baquelita ou plástico, contatos e bornes; possui um furo para penetração do *starter*, onde se encontram dois contatos para os pinos do *starter* que vão ligá-lo, através de seus bornes, ao circuito.

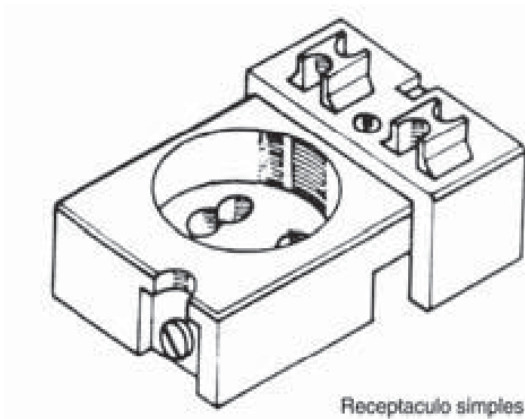


Fig. – Suporte do starter

Reator é um aparelho montado em caixa de chapa de ferro e imerso em massa isolante. Da caixa do reator saem os condutores, em cores diferentes, a fim de facilitar sua ligação aos outros elementos da instalação. Há na caixa o esquema da ligação e características – tais como o número da lâmpada, tensão, potência – que devem ser obedecidas pelo instalador. Serve para proporcionar as duas tensões

necessárias ao funcionamento da lâmpada. Há reatores próprios para cada tipo de lâmpada, como convencionais, os de partida-rápida e os eletrônicos.

Os reatores de partida convencional necessitam de *starter* para entrar em funcionamento.

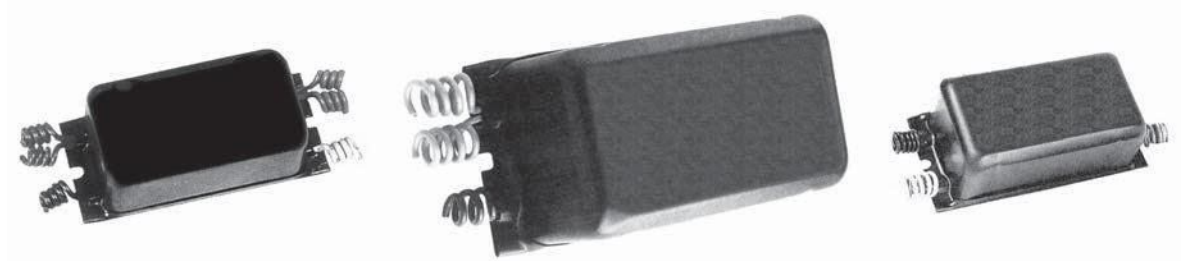


Fig. – Tipos de reatores

Reatores eletrônicos para lâmpadas fluorescentes tubulares, quando utilizados em conjunto com as lâmpadas fluorescentes de 18, 36 e 58W, apresentam benefícios como:

- Menor consumo de energia;
- Menor aquecimento do ambiente;
- Ausência de ruído;
- Ausência de efeito estroboscópico e de cintilação;
- Altíssimo fator de potência;
- Alimentação múltipla: 50Hz, 60Hz e corrente contínua (para iluminação de emergência);
- Peso e volumes menores;
- Incremento da vida útil das lâmpadas em 50%;
- Vida útil dos reatores mais longa (20 anos);
- Aprovação por laboratórios internacionais;
- Em conformidade com diversas normas internacionais.

Lâmpada fluorescente de catodo preaquecido é um aparelho de iluminação composto de tubo cilíndrico de vidro, com parede interna recoberta com

substância fluorescente, filamento de tungstênio, base metálica, pinos conectados ao filamento e suportes de filamento. Serve para iluminar ambientes residenciais, comerciais, industriais, escolares e hospitalares. Existe também no mercado a lâmpada fluorescente circular e, mais recentemente, a compacta.

Para iluminar principalmente ambientes comerciais e industriais, há também a de catodo quente (HO).



Fig. – Catodo preaquecido



Fig. – Catodo quente (HO)

Lâmpadas fluorescentes circulares são alternativas para o uso de lâmpadas fluorescentes. Substituem as incandescentes em residências, condomínios, hotéis etc., com as seguintes vantagens:

- Consumo 60% menor;
- Menor aquecimento do ambiente;
- Luz bem distribuída;
- Maior durabilidade.



Fig. – Lâmpada fluorescente circular

Lâmpadas fluorescentes compactas eletrônicas são lâmpadas fluorescentes compactas com reatores eletrônicos incorporados à base de rosca, ideais para a substituição imediata de incandescentes comuns. Podem ser utilizadas em qualquer luminária e, principalmente, em locais que necessitam de iluminação

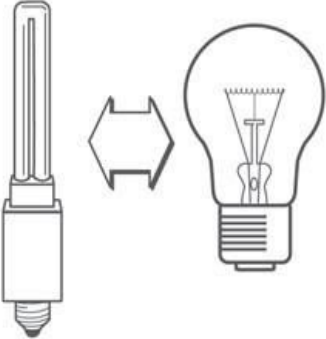
econômica, com acendimento por tempo prolongado. Para uso residencial, comercial ou industrial.

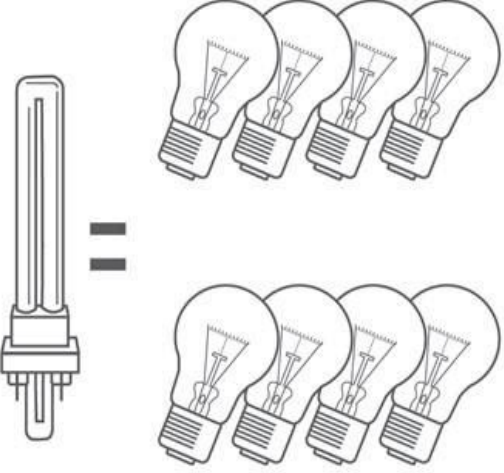
Essas lâmpadas possuem características que precisam ser analisadas antes de sua instalação:

- Alta eficiência energética, com até 80% de economia de energia;
- Longa durabilidade: cerca de 8.000 horas;
- Base rosca E27;
- Acendimento imediato;
- Impossibilidade de serem “dimmerizadas”.

Lâmpadas fluorescentes x lâmpadas incandescentes

EQUIVALÊNCIA FLUORESCENTE COMPACTA X INCANDESCENTE	
Lâmpada Compacta Simples	Incandescente
7W	40W
9W	60W
11/ 13W	75W
18W	100W





VIDA ÚTIL = 8000 HORAS

Quadro – Comparação entre lâmpadas fluorescentes compactas e incandescentes

Diagramas com lâmpadas fluorescentes

Veja como é feita a instalação de lâmpadas fluorescentes por meio destes diagramas.

Comandadas por interruptores paralelos (*three-way* – 2 comandos)

Diagramas multifilares

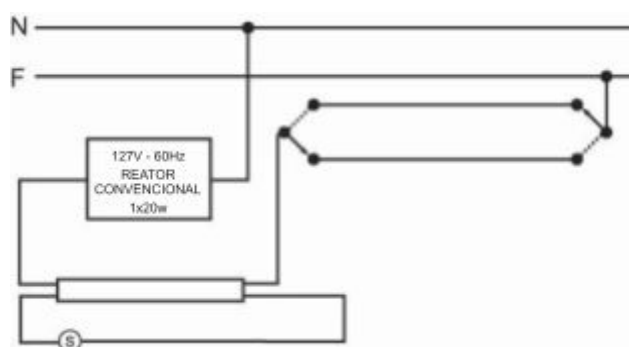


Fig. – Diagrama D1 – Partida convencional: uma lâmpada fluorescente de 20W – 127V, comandada de dois pontos diferentes

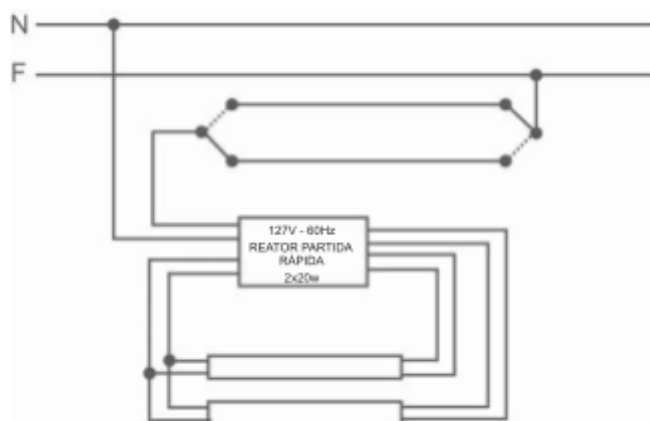


Fig. – Diagrama D2 – Partida rápida eletromagnética: duas lâmpadas fluorescentes de 20W – 127V, comandadas de dois pontos diferentes

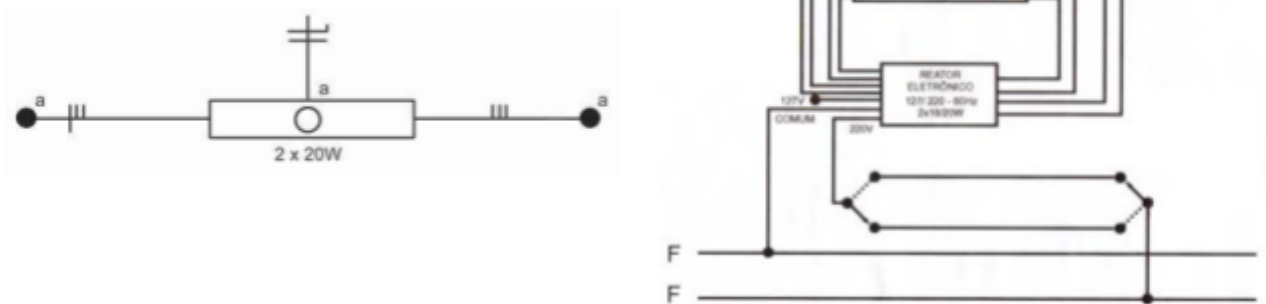


Fig. – Diagrama D3 – Partida rápida eletrônica: duas lâmpadas fluorescentes de 20W – 220V, comandadas de dois pontos diferentes

Comandadas por interruptores paralelos (three-way) e intermediários (four-way – 3 comandos)

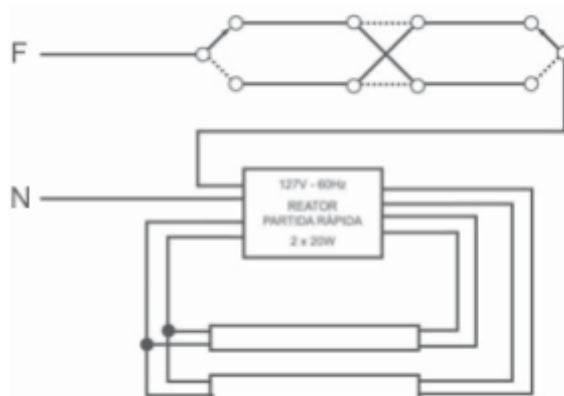


Fig. – Diagrama D4 – Diagrama multifilar

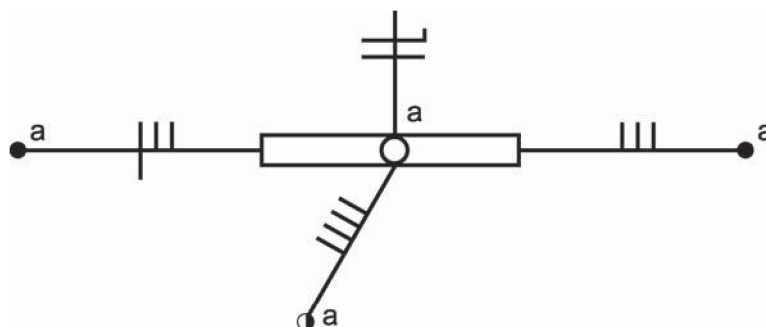


Fig. – Diagrama D5 – Diagrama unifilar

Se desejar aumentar a quantidade de comandos, devem ser introduzidos no circuito mais interruptores intermediários, que ficarão sempre entre dois paralelos.

Funções das tomadas

As tomadas são dispositivos destinados às ligações de aparelhos eletrodomésticos e industriais e servem para fazer e desfazer as conexões com segurança e facilidade. Elas podem ser fixadas nas paredes ou no piso e são constantemente energizadas. Possuem diferentes formas de aplicação, variadas formas e quantidades de contatos, assim como diversas capacidades elétricas.

Existem tomadas para instalações externas e embutidas. A forma dos contatos determina o tipo de pinos que a tomada pode receber. Há tomadas para pinos redondos, pinos chatos e para ambos os pinos (chamada tomada universal).

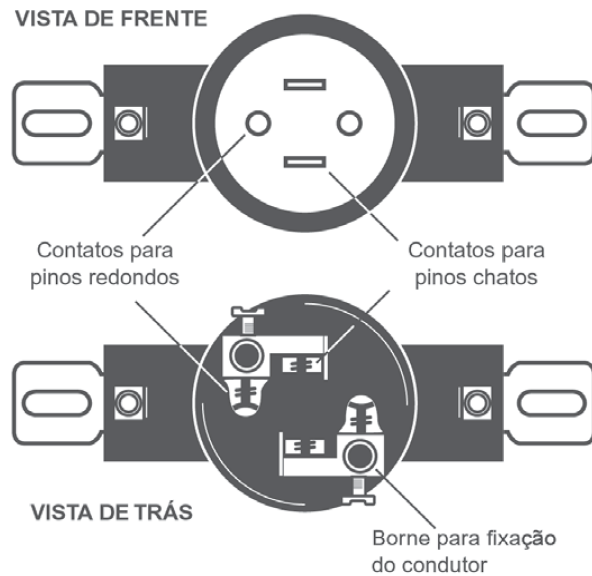


Fig. – Tomada universal vista de frente e de trás

A quantidade dos contatos determina a função da tomada, ou seja, limita o tipo de circuito em que a tomada pode ser instalada. Ela aguenta correntes elétricas apenas até um certo valor. Se esse limite for ultrapassado, haverá perigo e os contatos podem-se queimar ou se fundir.

Para evitar tais defeitos, cada tomada traz uma inscrição que mostra a carga máxima (tensão e corrente) que pode alimentar. Observem-se modelos de algumas tomadas.

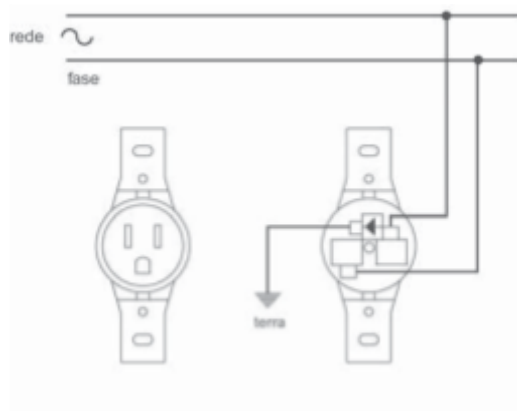


Fig. – Tomada 2p+t

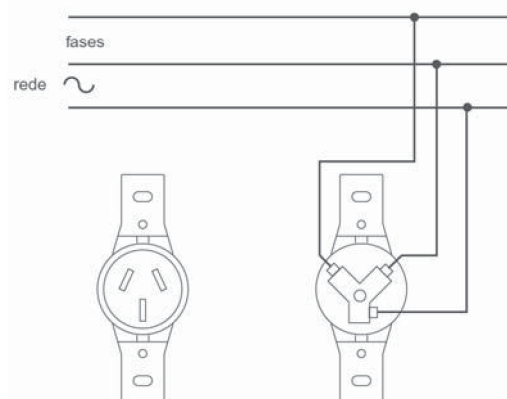


Fig. – Tomada 3p

As tomadas são ligadas diretamente à linha de alimentação. Observe diferentes ligações de tomadas.

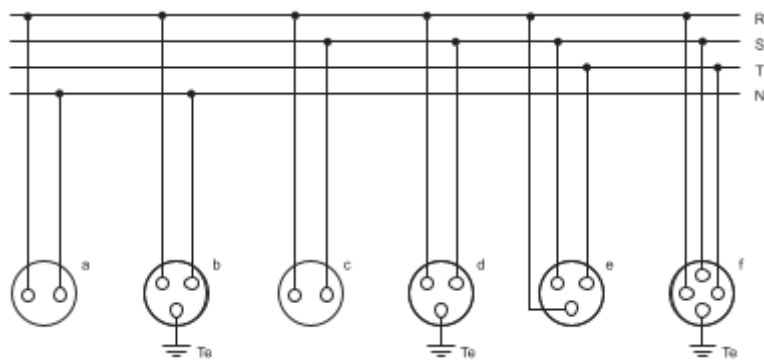


Fig. – As diferentes possibilidades de ligação das tomadas

Normas de instalações elétricas em iluminação e tomadas (NBR – 5410)

Em cada cômodo ou dependência deve ser previsto pelo menos um ponto de luz no teto, com potência mínima de 100VA, comandado por interruptor de parede.

Existe uma fórmula padrão para determinar a potência mínima de iluminação em unidades residenciais.

Área do cômodo ou dependência (m ²)	Potência mínima de iluminação (VA)
---	------------------------------------

≤ 6	\longrightarrow	100
> 6	\longrightarrow	100 para os primeiros 6m ² e mais 60 para cada aumento de 4m ² inteiros.

Vale destacar que os valores calculados correspondem à potência destinada à iluminação para efeito de dimensionamento dos circuitos.

Para isso, pode-se admitir que a iluminação seja executada com lâmpadas incandescentes e, portanto, o fator de potência é igual a 1; o valor em VA será igual ao valor em W.

Tomadas de corrente

Os padrões utilizados para colocação de tomadas de corrente são os seguintes:

- ✓ Uma tomada para cada cômodo ou dependência de área igual ou inferior a 6m^2 .
- ✓ Uma tomada para cada 5m (ou fração) de perímetro de cômodo ou dependências de área superior a 6m^2 , espaçadas uniformemente, exceto em banheiros, onde apenas uma tomada perto da pia deve ser obrigatoriamente prevista.
- ✓ Uma tomada para cada 3,5m (ou fração) de perímetro, em cozinhas, copas ou copas-cozinhas; acima de cada bancada com largura igual ou superior a 30cm deve ser prevista pelo menos uma tomada.
- ✓ Uma tomada, em subsolos, sótão, garagens, varandas, hall de entrada e corredor. No caso de varanda, quando não for possível a instalação de tomada no próprio local, ela deverá ser instalada próximo a seu acesso.

Cargas mínimas para as tomadas de corrente

Existem valores de referência para a carga nas tomadas de corrente. São estas:

- ✓ Para utilização geral: 100VA.
- ✓ Para copas, cozinhas, copas-cozinhas e áreas de serviço: 600VA por tomada, até 3 tomadas, e 100VA por tomada para as excedentes.
- ✓ Para utilizações específicas: a tomada deve ter a carga nominal de utilização.

Montagem e instalação de sistemas de acionamento e de sensores de presença

Montagem e instalação de sensores

Nesta unidade você estudará a utilidade, as características e a forma de instalação de diversos equipamentos prediais movidos a eletricidade. As bombas d'água, por suas especificidades, terão um capítulo à parte

Interruptor automático por presença

O interruptor automático por presença é um interruptor estanque, articulável, equipado com um sensor infravermelho que capta a radiação de calor em movimento (pessoas, animais, automóveis etc.), dentro do seu campo de detecção, que é de 10m.

Ele possui duas regulagens: uma, que permite variar o tempo em que as lâmpadas permanecem acesas de (10seg a 10min); outra, que permite inibir seu funcionamento durante o dia, através da célula fotoelétrica nele existente.

Esse interruptor tem por finalidade comandar automaticamente a iluminação de ambientes onde não é necessário manter as lâmpadas permanentemente acesas. É econômico, pois evita gasto desnecessário de energia, mantendo as luzes apagadas quando não houver presença física no ambiente.

É aplicado nas habitações: em iluminação da parte externa, de *hall* social, de antessalas, escadas etc.; nas lojas: em iluminação de vitrines; nos estacionamentos: em iluminação de áreas externas e internas; nos edifícios: em iluminação de salas, escadas, recepções etc. ou até de andares inteiros.

A sua instalação deve ser feita a uma altura aproximada de 2,5m do piso, de maneira que a percepção da movimentação de pessoas, veículos, animais etc. seja preferencialmente na transversal, cortando o maior número de raios possíveis, como se pode ver na Figura.

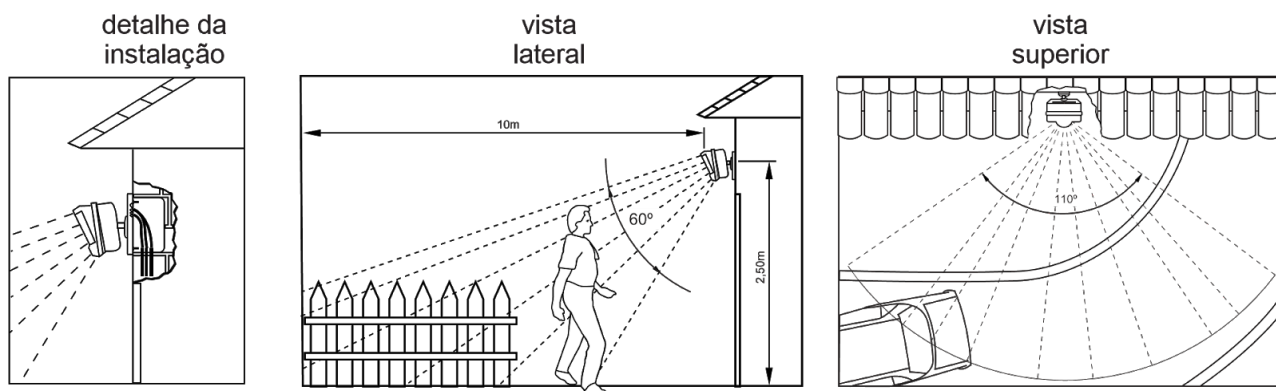


Fig. – Instalação e posicionamento do interruptor automático por presença

Alguns cuidados na instalação devem ser observados:

- Instalar em local protegido, evitando fontes de calor, exposição aos raios solares, à chuva, ao vento, à poeira; não dever ser colocado sobre suportes móveis ou vibrantes;
- Não deixar vidro interposto entre a fonte de calor e o produto, pois isso impede detecção de movimento;
- Não utilizar o produto em sistemas de alarme;
- Respeitar a capacidade máxima do aparelho e verificar se a tensão da rede é igual à dele;
- Quando necessário, limpar cuidadosamente o visor com um pano umedecido em álcool ou água.

Veja no quadro a potência máxima das cargas, de acordo com o equipamento ligado ao interruptor.

Quadro – Potência máxima das cargas			
	resistiva	indutiva	
tensão do aparelho	lâmpadas incandescentes	lâmpadas fluorescentes	motores em geral
127V~	1200W	600W	300W
220V~	1200W	600W	300W

Sensor de presença

Este dispositivo detecta automaticamente a radiação infravermelha emitida pelo corpo humano, acionando automaticamente uma carga elétrica.

É indicado para uso em *halls* de edifícios, escadas, corredores, garagens e demais locais onde existir movimentação de pessoas.

Especificações:

- Tensão de operação: 90V a 240V
- Potência: 300/500W
- Área de detecção: 120°
- Campo de detecção: R = 6m
- Temporização: 15seg, 40seg, 2min ou 5min

Tipos e esquemas de ligação

A ligação do sensor pode ser feita de duas formas:

- a) Sensor: 2 fios (apenas em lâmpadas incandescentes)

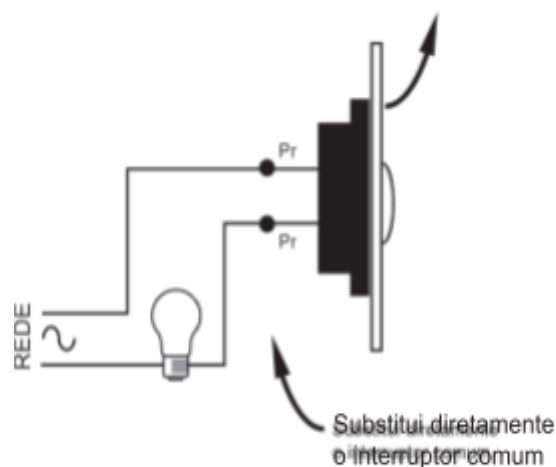


Fig. – Ligação de sensor com 2 fios

- b) Sensor: 3 fios (qualquer tipo de lâmpada)

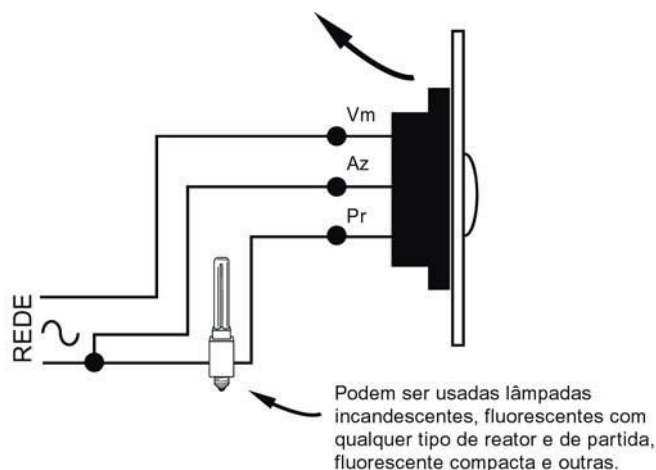


Fig. – Ligação de sensor com 3 fios

Fotocélula

A fotocélula (relé fotoelétrico) tem função analógica à do interruptor automático por presença. Enquanto este capta a radiação de calor em movimento, a fotocélula tem um sensor que detecta a luz. Controla automaticamente lâmpadas e motores, ligando-os ao anoitecer e desligando-os ao amanhecer.

Veja no Quadro a potência máxima das cargas ligadas a uma fotocélula.

Quadro – Potência máxima das cargas				
	potência	resistiva	indutiva	
Tensão (bivolt)		lâmpadas	lâmpadas	motores
127/220V~		incandescentes	fluorescente	em geral
			s	
	1200VA	1200W	60W	300W

Para a interligação do relé fotoelétrico com a rede de distribuição, utiliza-se uma tomada externa tripolar, que pode ser fixada em paredes, postes, painéis etc. Há vários tipos de alça de fixação, para que se possa atender a cada caso específico.

Essa tomada atende às normas da ABNT.

O relé fotoelétrico para comando automático de iluminação externa utiliza a variação da luminosidade de ambiente para comutação; possui retardo automático incorporado; pode ser empregado em iluminação pública, industrial, comercial e residencial e atende às normas da NEMA, ANSI, e ABNT.



Fig. – Modelo de fotocélula

Disjuntor termomagnético

O disjuntor é um dispositivo que, além de poder comandar um circuito, isto é, ligá-lo e desligá-lo, mesmo com carga, desliga-o automaticamente quando a corrente que circula ultrapassa um determinado valor, em razão de um curto-circuito ou de uma sobrecarga.

Tipos e utilização

Os disjuntores, de acordo com o número de condutores vivos (fase e neutro) do circuito, podem ter 1, 2, 3 ou 4 polos. Assim:

- os disjuntores monopolares são utilizados apenas em circuitos com uma fase e neutro (FN);
- os disjuntores bipolares devem ser utilizados em circuitos com duas fases e neutro (2FN); eventualmente, podem ser utilizados em circuitos com uma fase e neutro (FN), seccionando também o neutro;
- os disjuntores tripolares devem ser utilizados em circuitos com três fases (3F) ou em circuitos com três fases e neutro (3FN); eventualmente, podem ser utilizados em circuitos com duas fases e neutro (2FN), seccionando também o neutro;
- os disjuntores tetrapolares são utilizados apenas em circuitos com três fases e neutro (3FN), quando se prevê o seccionamento do neutro.
- Os disjuntores utilizados em unidades residenciais devem atender a uma das três normas seguintes:
 - ✓ NBR-5361 — disjuntores de baixa tensão.
 - ✓ NBR IEC 60898 — disjuntores para proteção de sobrecorrentes para instalações domésticas e similares.
 - ✓ NBR IEC 60947-2 — dispositivos de manobra e comando de baixa tensão.

Dispositivos DR

São dispositivos que detectam a corrente diferencial-residual (DR) num circuito e atuam desligando-o, quando essa corrente ultrapassa um valor prefixado. A corrente diferencial-residual é produzida, num circuito, por fuga para terra ou por falta e pode ser entendida como a corrente medida por um amperímetro alicate, extremamente sensível, envolvendo todos os condutores vivos do circuito (fase e neutro, se existirem). Os dispositivos DR são destinados à proteção de pessoas contra choque elétrico.

Interruptores DR

São dispositivos que só protegem contra choques (podem ligar e desligar circuitos manualmente, como um interruptor comum). A corrente nominal é o maior valor que pode circular continuamente pelo dispositivo, que pode ser interrompido sem danificar seus componentes internos.

Disjuntores DR

Consistem num disjuntor comum com um “módulo DR” acoplado, que protege contrachoque e contra sobrecarga. A corrente nominal é o maior valor que pode circular continuamente pelo dispositivo sem provocar seu desligamento automático nem danificar seus componentes internos.

Veja na Figura, alguns exemplos de disjuntores termomagnéticos e dispositivos DR.



Fig. – Disjuntores DR

Corrente diferencial-residual nominal de atuação

É a corrente diferencial-residual que provoca a atuação do dispositivo. Os DR cuja corrente diferencial-residual nominal de atuação é inferior ou igual a 30mA são de alta sensibilidade; aqueles cuja corrente de atuação é superior a 30mA são de baixa sensibilidade.

Em unidades residenciais, é obrigatória a proteção contrachocos elétricos utilizando dispositivos DR de alta sensibilidade para:

- Circuitos terminais que alimentem pontos de luz e tomadas em banheiro (excluídos os circuitos que alimentem pontos de luz situados a uma altura igual ou superior a 2,5m);
- Circuitos terminais que alimentem tomadas em cozinhas, copas, copas cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens, varandas e locais similares;
- Circuitos terminais que alimentem tomadas em áreas externas ou tomadas em áreas internas que possam alimentar equipamentos no exterior.

Essa proteção pode ser proporcionada por um único DR de alta sensibilidade (geralmente 30mA) instalado em série com o disjuntor geral ou como chave geral no quadro de distribuição.

Quadro de distribuição e circuito terminal

Quadro de distribuição é o centro de distribuição de toda a instalação elétrica de uma residência, uma vez que recebe os fios que vêm do medidor e dele partem os circuitos terminais que vão alimentar diretamente as lâmpadas, tomadas e aparelhos elétricos.

O quadro de distribuição da unidade residencial é alimentado pelo circuito de distribuição respectivo e dele partem os diversos circuitos terminais. Deve possuir, em princípio, os seguintes dispositivos:

- Chave geral, que poderá ser um interruptor DR, um disjuntor DR ou um disjuntor mais interruptor DR;
- Disjuntores termomagnéticos para a proteção dos circuitos terminais;
- Espaços-reserva para ampliação (um espaço corresponde a um disjuntor monopolar).

No caso da utilização de quadros com barramentos, a corrente nominal do barramento principal deverá ser igual ou superior à corrente nominal da chave geral.

O número de polos dos dispositivos utilizados nos quadros de distribuição é determinado pelo tipo de circuito, por exemplo:

- a) Circuito FN: disjuntor de um polo ou dois (quando é previsto o seccionamento do neutro);
- b) Circuito 2FN: disjuntor de dois polos ou três (quando é previsto o seccionamento do neutro).

É obrigatório prever capacidade de reserva nos quadros de distribuição, de acordo com o seguinte critério:

- Quadro com até 6 circuitos: espaço-reserva para, no mínimo, 2 circuitos adicionais;
- Quadro com 7 a 12 circuitos: espaço-reserva para, no mínimo, 3 circuitos adicionais;
- Quadro com 13 ou 30 circuitos: espaço-reserva para, no mínimo, 4 circuitos adicionais;
- Quadro com mais de 30 circuitos: espaço reserva para, no mínimo, 15% dos circuitos.

Nos quadros de distribuição com mais de uma fase, as potências dos circuitos terminais deverão ser “equilibradas” nas diversas fases, de modo que as potências totais de cada uma delas sejam muito próximas. Quando um circuito terminal tiver mais de uma fase, sua potência deverá ser dividida entre elas, na tabela de cálculo do projeto.

No quadro de distribuição localizam-se os dispositivos de proteção dos circuitos de uma instalação, conforme exemplificado na Figura.

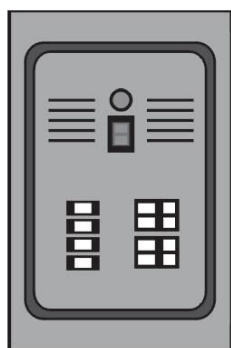


Fig. – Exemplo de quadro de distribuição

CIRCUITO 1 – iluminação social

CIRCUITO 2 – iluminação de serviço

CIRCUITO 3 – tomadas de uso geral

CIRCUITO 4 – tomadas de uso geral

CIRCUITO 5 – tomadas de uso específico (Ex.: torneira elétrica)

CIRCUITO 6 – tomadas de uso específico (Ex.: chuveiro elétrico)

O quadro de distribuição deve estar localizado em lugar de fácil acesso e o mais próximo possível do medidor, para que se evitem gastos desnecessários com os fios do circuito de distribuição, os mais grossos de toda a instalação e, portanto, os mais caros.

As figuras a seguir mostram os componentes e as ligações típicas de um quadro de distribuição.

Ligações típicas de um quadro de distribuição

Você verá agora maneira de fazer as ligações em quadros de distribuição. Elas variam de acordo com o tipo de fornecimento e de disjuntores.

Quadro de distribuição (QD) para fornecimento monofásico

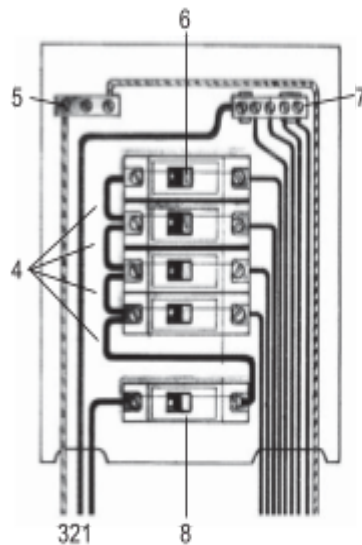


Fig. – QD para fornecimento monofásico

Disjuntor geral (monopolar)

- (1) Fase
- (2) Neutro
- (3) Proteção
- (4) *Jumps* de ligação (ligam a fase a todos os disjuntores dos circuitos)
- (5) Barramento de proteção (deve ser ligado eletricamente à caixa do QD)
- (6) Disjuntores dos circuitos terminais (recebem a fase do disjuntor geral e distribuem para os circuitos terminais)
- (7) Barramento de neutro (faz a ligação dos fios neutros dos circuitos terminais com o neutro do circuito de distribuição, devendo ser isolado eletricamente da caixa do QD)
- (8) Disjuntor geral (monopolar)

Quadro de distribuição (QD) para fornecimento bifásico

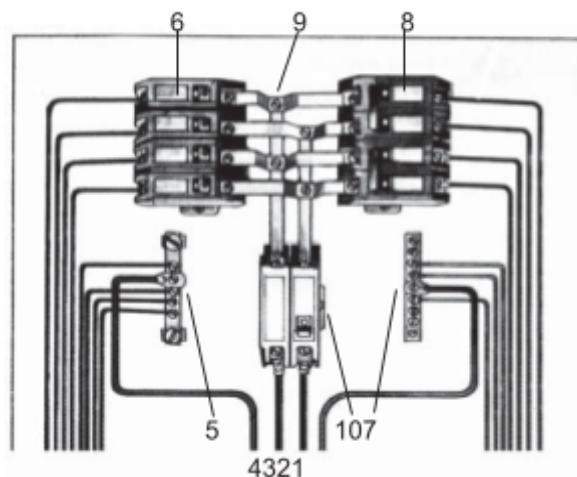


Fig. – QD para fornecimento bifásico

Disjuntor geral (bipolar)

- (1) Proteção
- (2) Fase
- (3) Fase
- (4) Neutro
- (5) Barramento de proteção
- (6) Disjuntores dos circuitos terminais bifásicos
- (7) Barramento de neutro
- (8) Disjuntores dos circuitos terminais monofásicos
- (9) Barramento de interligação das fases
- (10) Disjuntor geral

Quadro de distribuição (QD) para fornecimento trifásico

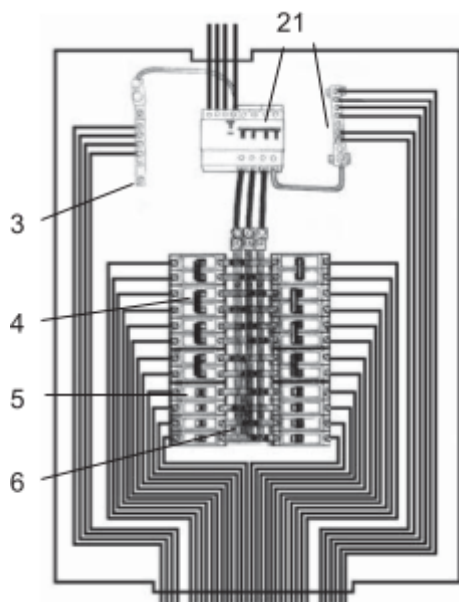


Fig. – QD para fornecimento trifásico

- (1) Barramento de neutro
- (2) Disjuntor diferencial residual tetra polar
- (3) Barramento de proteção
- (4) Disjuntores dos circuitos terminais bifásicos
- (5) Disjuntores dos circuitos terminais monofásicos
- (6) Barramento de interligação das fases

Circuitos terminais

As ligações em circuitos terminais têm características especiais, que você verá agora, a partir dos exemplos da Figura.

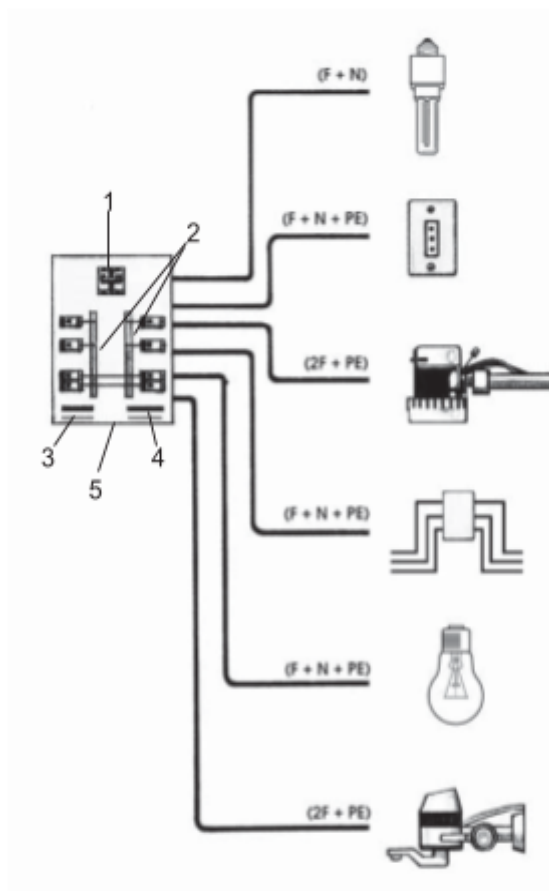


Fig. – Exemplos de circuitos terminais

- (1) Disjuntor geral
- (2) Fases
- (3) Neutro
- (4) Proteção (PE)
- (5) Quadro de distribuição

Exemplos de circuitos terminais protegidos por disjuntores termomagnéticos

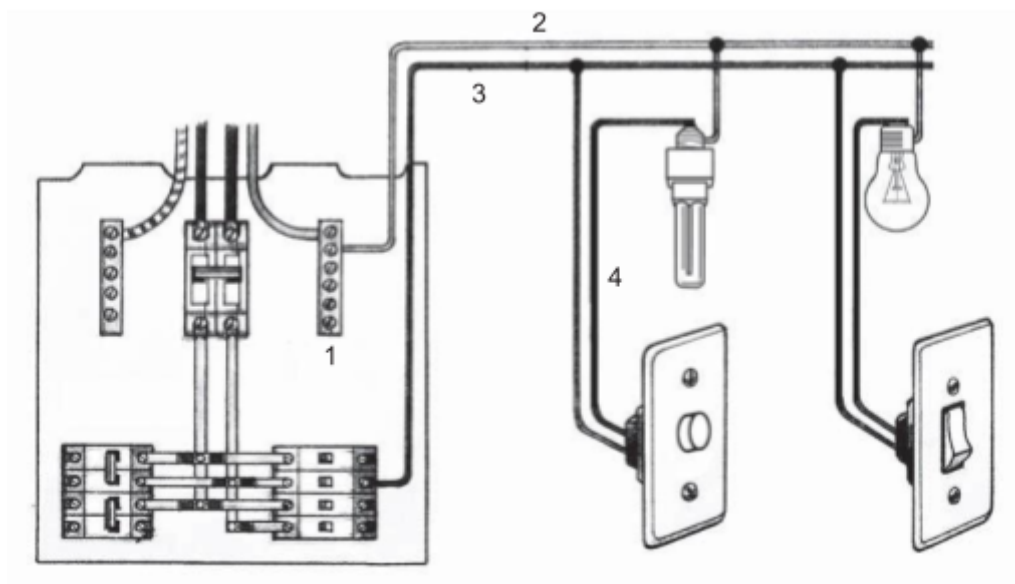


Fig. – Circuito de iluminação para disjuntor monopolar

- (1) Barramento de neutro
- (2) Neutro
- (3) Fase
- (1) Barramento de proteção
- (4) Retorno
- (1) Neutro
- (2) Fase
- (3) Proteção

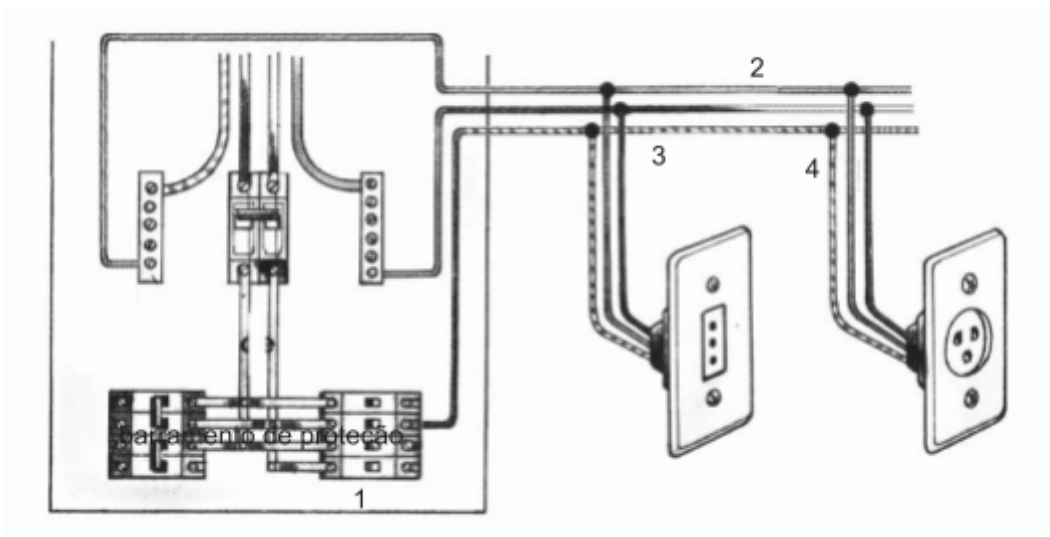


Fig. – Circuito de tomadas de uso geral

Exemplos de circuitos terminais protegidos por disjuntores DR

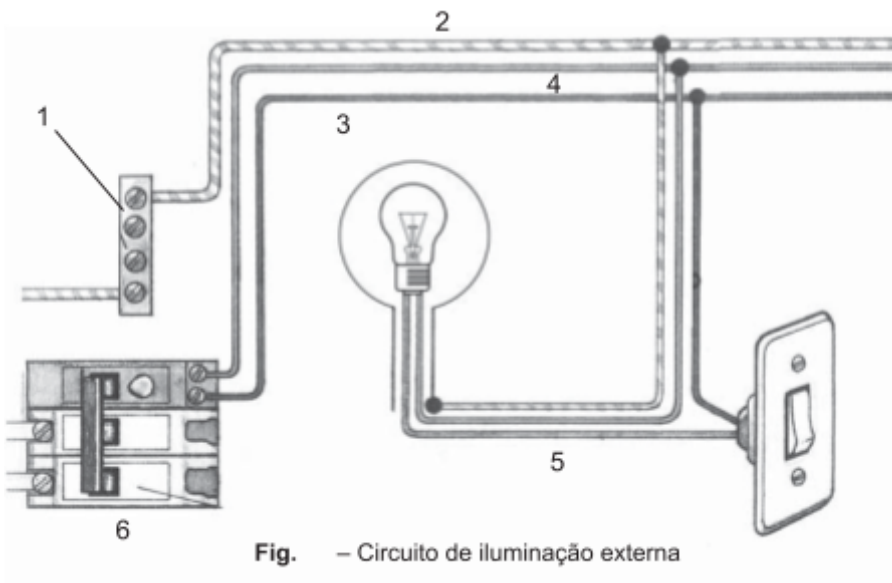


Fig. – Circuito de iluminação externa

- (1) Barramento de proteção
- (2) Proteção
- (3) Fase
- (4) Neutro
- (5) Retorno
- (6) Disjuntor diferencial residual bipolar

- (1) Barramento de proteção
- (2) Proteção
- (3) Fase
- (4) Neutro
- (5) Disjuntor diferencial residual bipolar

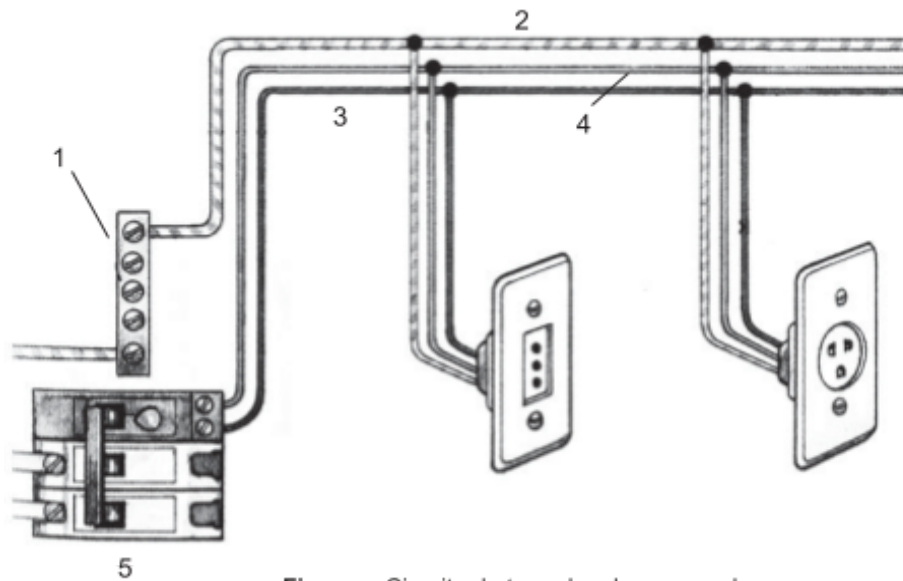


Fig. – Circuito de tomadas de uso geral

Por disjuntores termomagnéticos

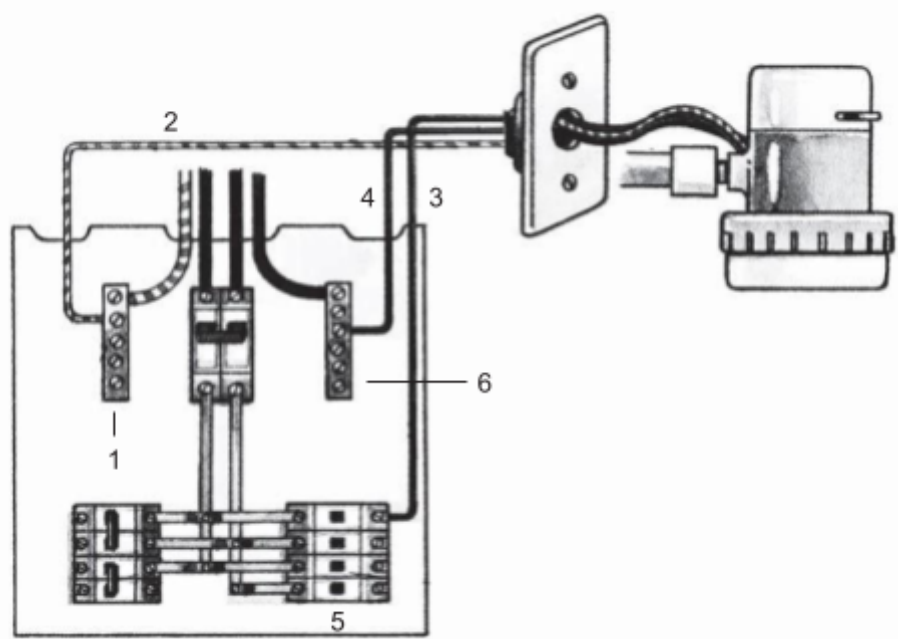


Fig. – Circuito de tomada de uso específico (127V)

- (1) Barramento de proteção
- (2) Proteção
- (3) Fase
- (4) Neutro
- (5) Disjuntor termomagnético monopolar
- (6) Barramento de neutro

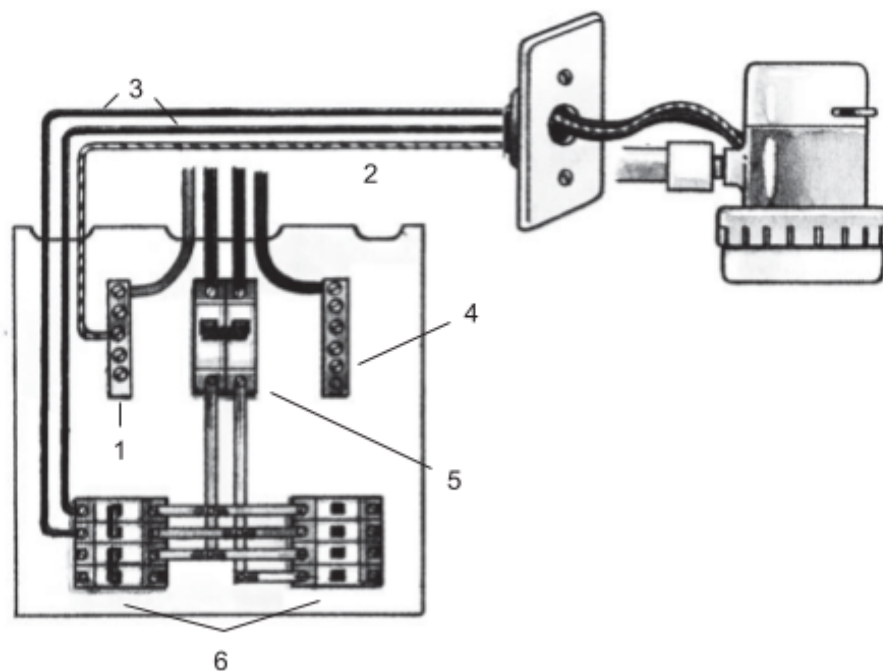


Fig. – Circuito de tomada de uso específico (220V)

- (1) Barramento de proteção
- (2) Proteção
- (3) Fase
- (4) Barramento de neutro
- (5) Disjuntor termomagnético tripolar
- (6) Disjuntores termomagnéticos monopolares

Por disjuntores DR

- (1) Barramento de proteção

- (2) Proteção
- (3) Fase
- (4) Neutro

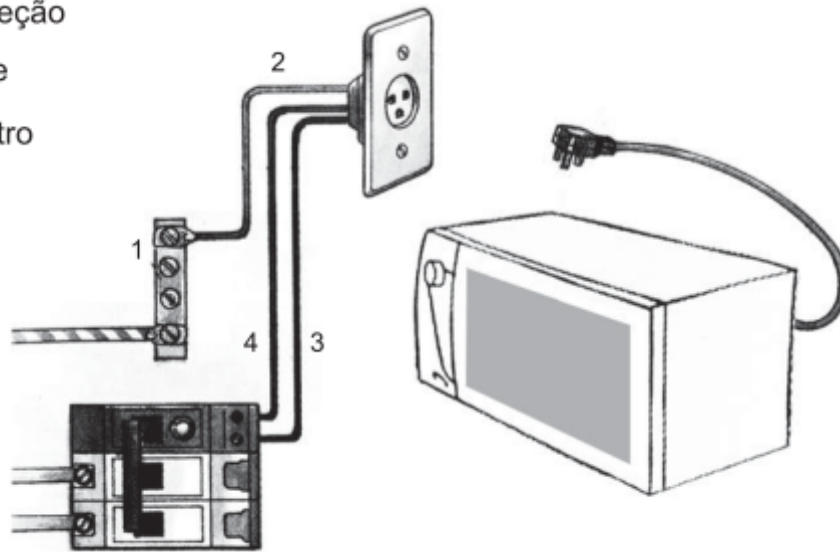
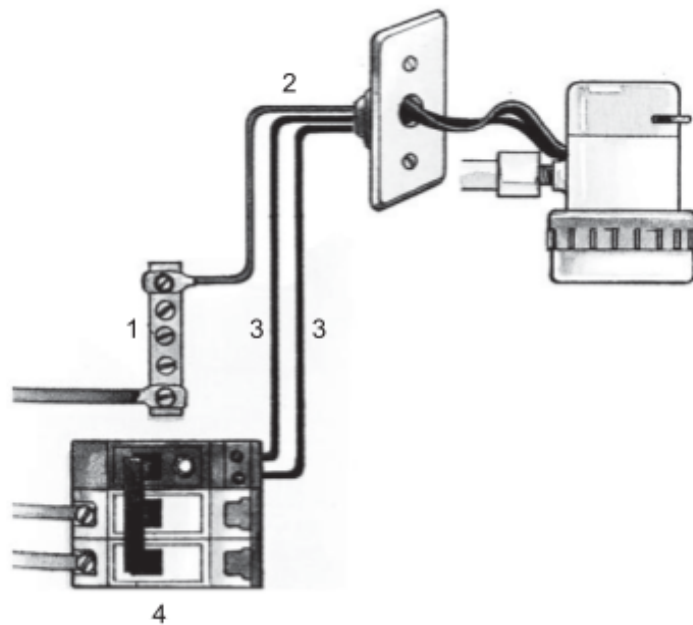


Fig. – Circuito de tomada de uso específico (127V)



- (1) Barramento de proteção
- (2) Proteção
- (3) Fase
- (4) Disjuntor DR

Fig. – Circuito de tomada de uso específico (220V)

Exemplos de circuito de distribuição monofásico protegido por disjuntor termomagnético

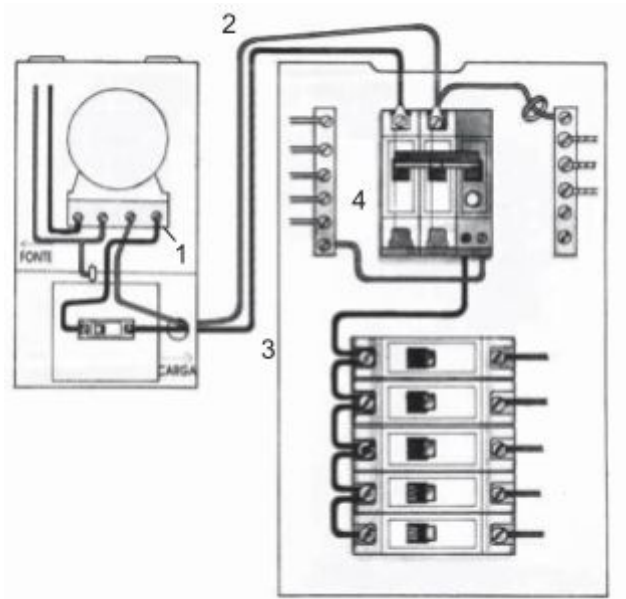


Fig. – Circuito de distribuição monofásico protegido por disjuntor termomagnético

- (1) Ligação monofásica
- (2) Proteção + neutro (PEN)
- (3) Fase
- (4) Disjuntor diferencial residual bipolar

Exemplo de circuito de distribuição monofásico protegido por disjuntor DR

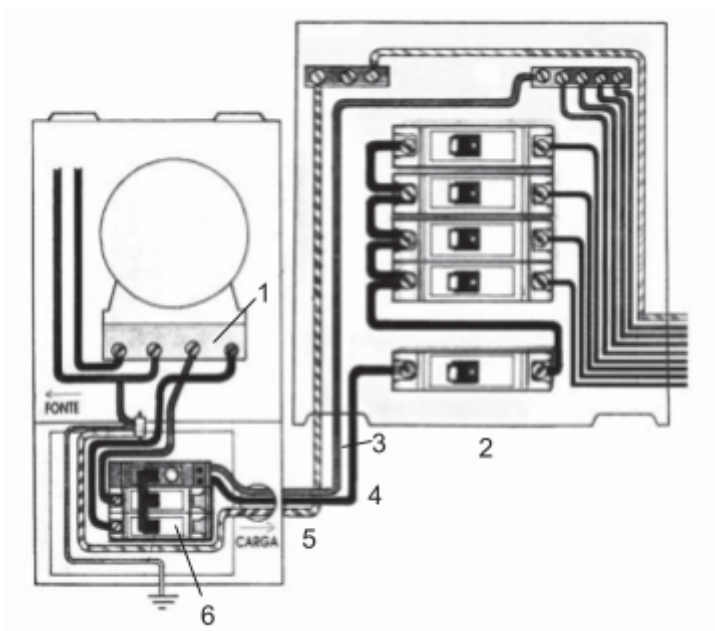


Fig. – Circuito de distribuição monofásico protegido por disjuntor DR

- (1) Ligação monofásica
- (2) Quadro de distribuição monofásico
- (3) Neutro
- (4) Fase
- (5) Proteção
- (6) Disjuntor diferencial residual bipolar

Exemplo de circuito de distribuição bifásico ou trifásico protegido por disjuntor termomagnético

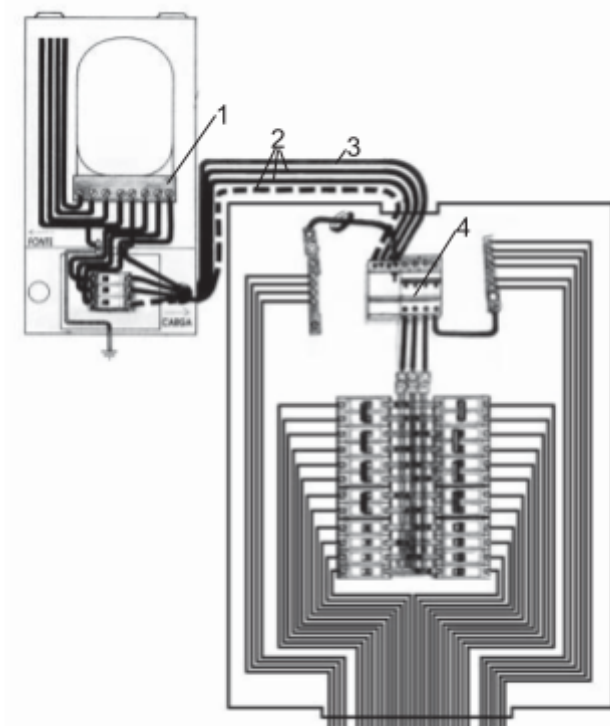


Fig. – Circuito de distribuição bifásico ou trifásico protegido por disjuntor termomagnético

- (1) Ligação bifásica ou trifásica
- (2) Fases
- (3) Proteção + neutro (PEN)
- (4) Disjuntor ou interruptor DR tetra polar

Exemplo de circuito de distribuição bifásico ou trifásico protegido por disjuntor DR

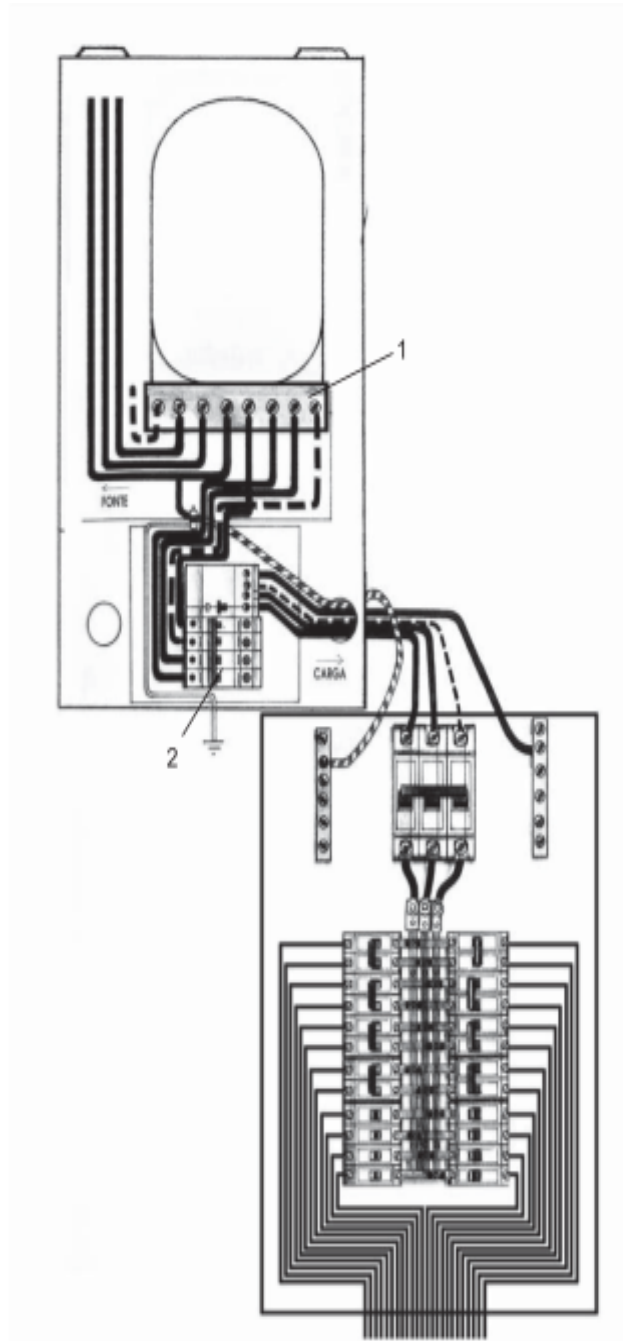


Fig. – Circuito de distribuição bifásico ou trifásico protegido por disjuntor DR

- (1) Ligação bifásica ou trifásica
- (2) Disjuntor diferencial residual tetra polar

Minuterias

As minuterias nada mais são do que um interruptor temporizado que funciona sob o comando de um ou vários pulsadores localizados nas dependências de um prédio – normalmente corredores, escadas e arredores, onde se localizam as lâmpadas de iluminação. Têm por objetivo economizar energia elétrica, evitando que essas dependências permaneçam iluminadas quando não houver trânsito de pessoas.

Minuteria eletromecânica

Veja os componentes da minuteria eletromecânica na Figura.

Caixa de baquelita ou plástico (a)

Eletroímã composto de bobina (b) e núcleo (c)

Mecanismo de relojoaria composto de trem de engrenagem (d), massa de pêndulo (e), mola (f)

Alavanca de náilon (g)

Contatos: auxiliar (h), fixo (i) e principal (j)

Bornes de conexão (l) numerados de 1 a 6; contato auxiliar (1); contato de carga (2); terminal comum da bobina (5); terminal de 220V da bobina (4); terminal de 115V de bobina (3); e contato principal (6) Furo para fixação da tampa (m)

Furos de fixação (n)

Função: serve para controlar a iluminação por um tempo determinado de 2 a 4 minutos.

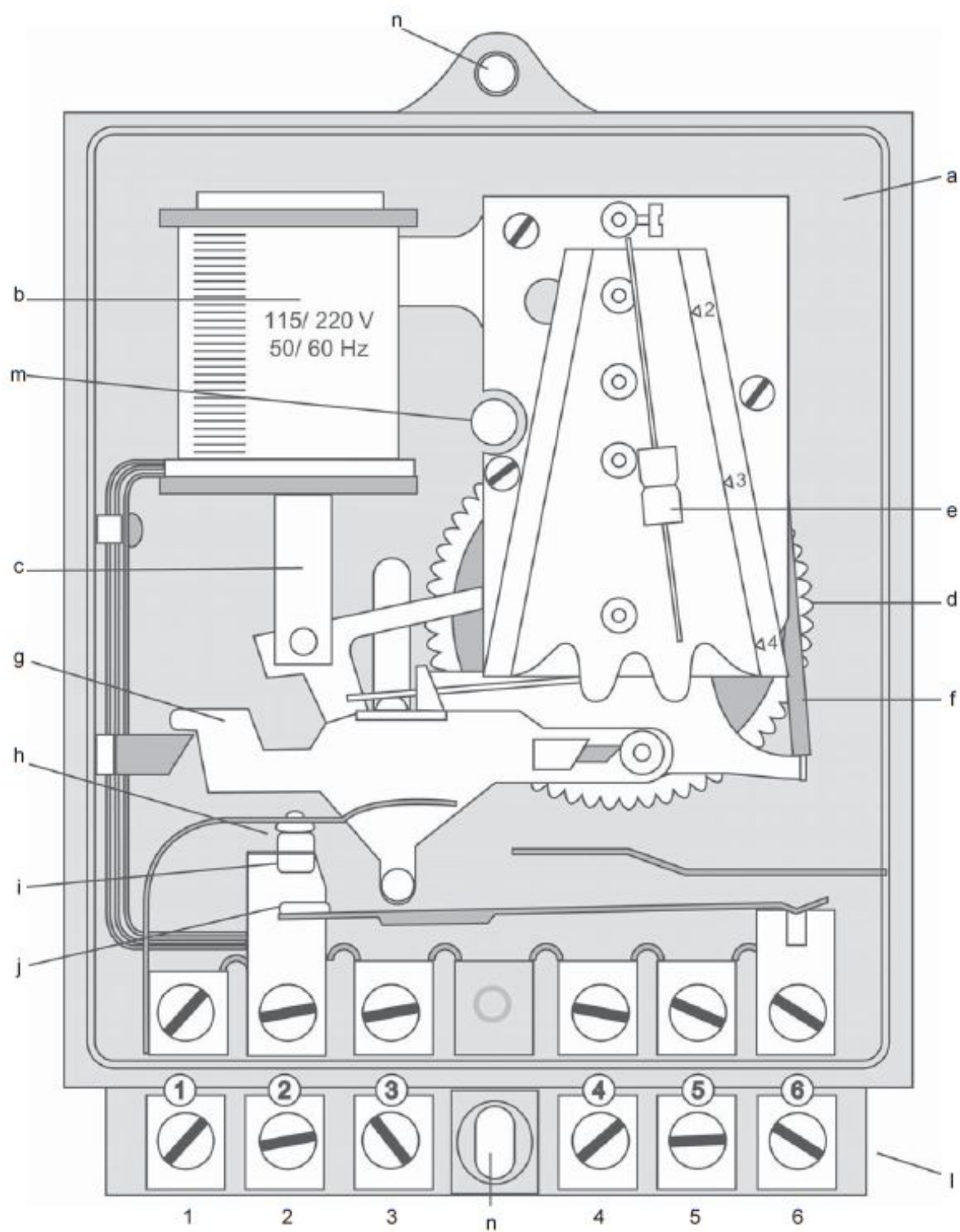


Fig. – Minuteria eletromecânica

Funcionamento da minuteria eletromecânica

Ao pressionar um dos pulsadores, a bobina é energizada, atraindo o núcleo que puxa a mola, onde se armazena a energia. Essa energia impulsiona um trem de engrenagens que tem seu movimento liberado aos poucos por uma mola de escape e um pêndulo, cuja oscilação pode ser regulada pelo deslocamento da massa ao longo de sua haste. Esse mecanismo é semelhante ao de um relógio, regulando o tempo de funcionamento da minuteria. Através dele, uma alavanca abre o contato auxiliar da bobina e fecha o contato principal que mantém acesas as lâmpadas, durante o tempo necessário ao trânsito de pessoas. Acabando esse tempo, a alavanca desarma os contatos, desligando as lâmpadas. A minuteria estará pronta para ser acionada novamente.

Um tipo mais moderno e versátil é a minuteria eletrônica, que, devido ao seu pequeno tamanho, pode ser usada individualmente, isto é, uma em cada andar do prédio, o que ocasiona maior economia de energia e diminui a frequência de substituição de lâmpadas queimadas.

Minuteria modular universal (eletrônica)

Para conhecer a forma de funcionamento e instalação deste tipo de minuteria, é preciso conhecer também suas especificações:

- ✓ Potência de chaveamento: 1.200VA
- ✓ Tensão de operação: 90 a 240V
- ✓ Temporização: 90s
- ✓ Não consome energia quando desligada

Aciona qualquer tipo de carga (lâmpadas incandescentes, fluorescentes com reator convencional e eletrônico, fluorescentes compactas, de vapor de mercúrio, de vapor de sódio, dicróicas etc.)

Esquemas de ligação

Instalação com pulsadores (ligação básica)

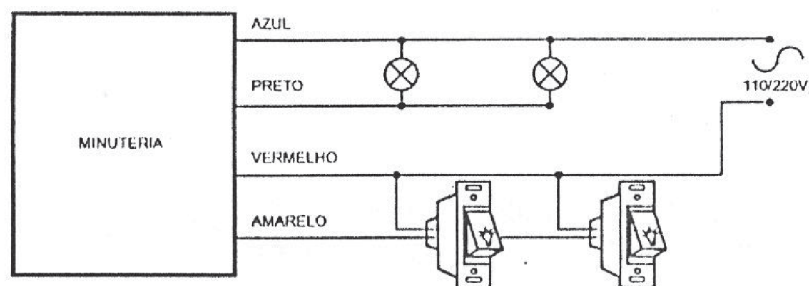


Fig. – Esquema de ligação da minuteria modular universal

Minuteria eletrônica

É um aparelho destinado a controlar lâmpadas incandescentes ou fluorescentes (40W, no mínimo), através de regulação para funcionamento permanente ou temporizado de 15 segundos a 5 minutos.



Fig. – Minuteria eletrônica

O pré-aviso de extinção de luz funciona com encaixe de *jumper* (contato) somente 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). A tensão e potência máxima são respectivamente: 127V/1000W e 220V/2000W.

Esquema de ligação

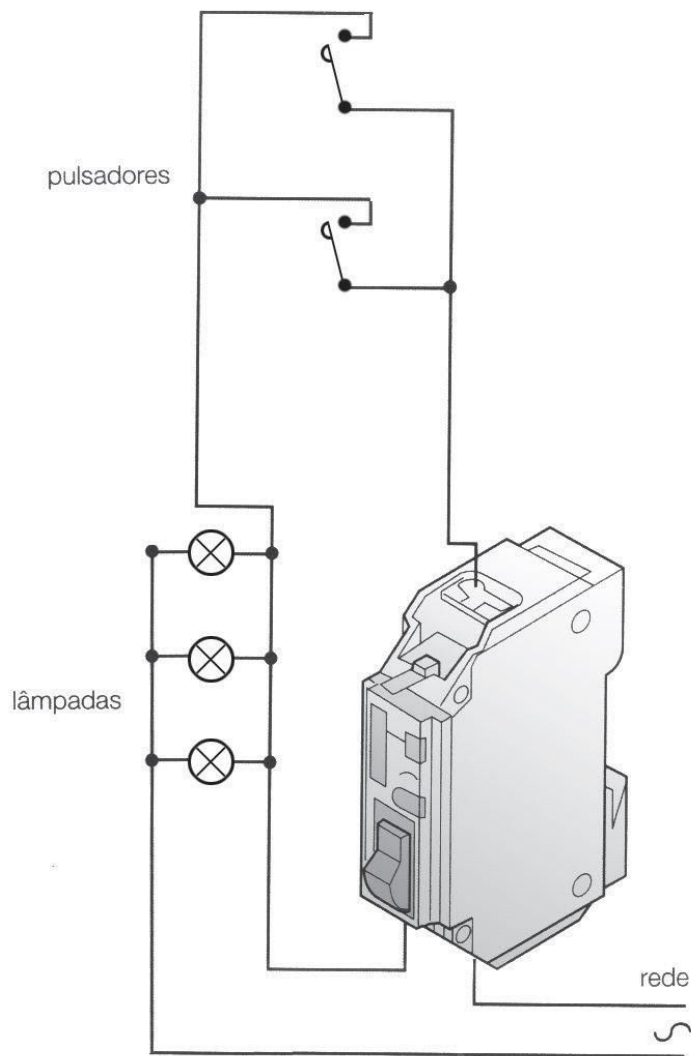


Fig. – Esquema de ligação da minuteria eletrônica

Minuteria individual

Aciona lâmpadas incandescentes (40W, no mínimo) mantendo-as acesas durante aproximadamente 1 minuto e 30 segundos. Possui um pulsador equipado com acessório luminoso, facilitando sua localização em ambientes escuros. Pode substituir o interruptor simples (de uma seção) em caixa 4" x 2", aproveitando a mesma instalação.

A tensão e potência máxima são, respectivamente: 127V/300W e 220V/600W.

Esquema de ligação

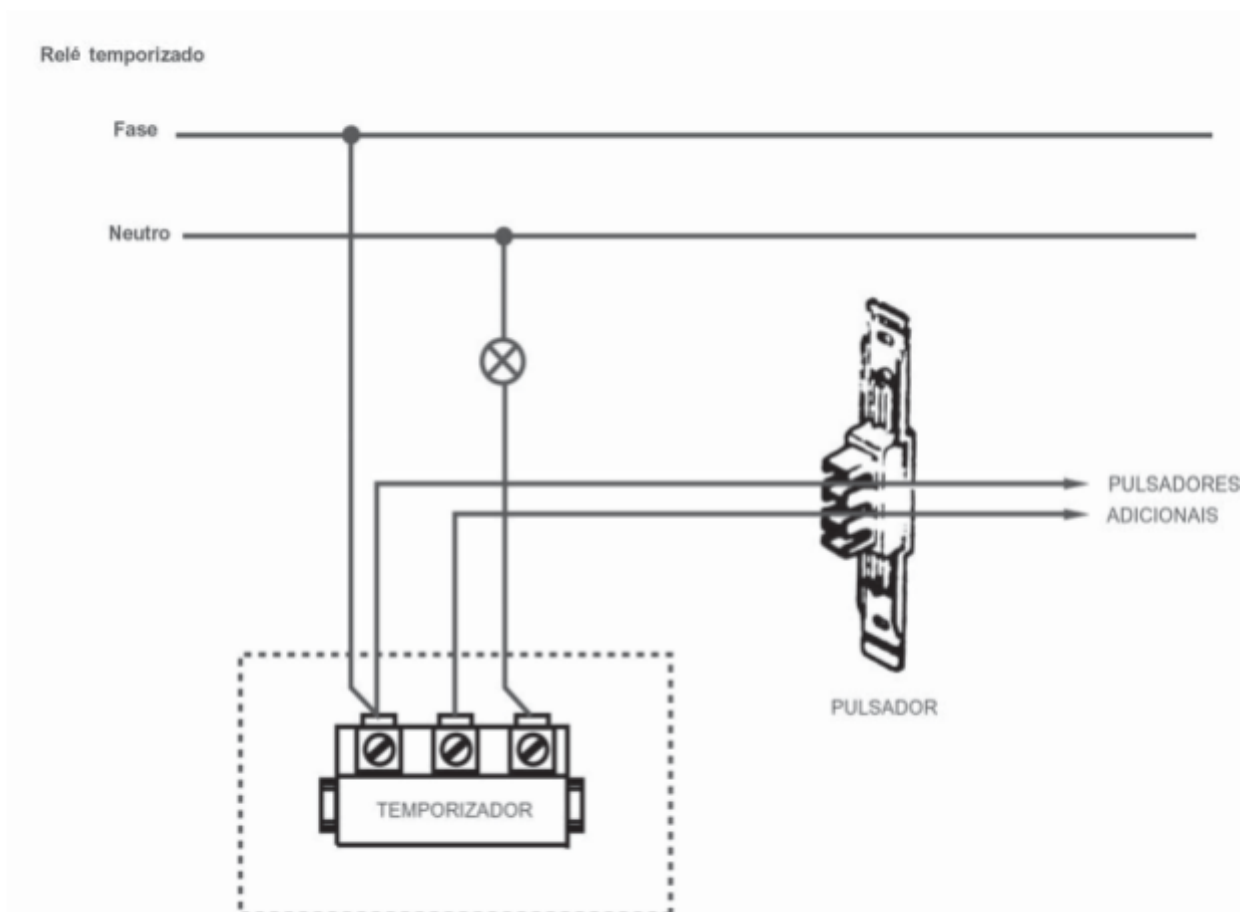


Fig. – Esquema de ligação da minuteria individual

Programador horário (*time-switch*)

O programador horário é um aparelho que permite ligar e desligar qualquer equipamento elétrico de acordo com horários preestabelecidos.

O programador é acionado por um micromotor, que comanda o relógio e o disco de programação. Alguns podem ser fornecidos com bateria recarregável, que possibilita manter o aparelho em funcionamento quando faltar energia, sem atrasar o relógio.

O programador horário é composto basicamente por três partes distintas:

- Relógio, localizado no centro do aparelho;
- Disco de programação, localizado ao redor do relógio;
- Contatos de saída, localizados na parte inferior do aparelho.

Existe uma interligação entre o relógio e o disco de programação, que é representada pela seta localizada no relógio entre as 12h e 3h.

Conforme o modelo, existem três tipos de discos de programação:

- Disco de 12 horas AM (antes do meio-dia) + 12 horas PM (pós meio-dia)
- Discos de 24 horas
- Discos de uma semana

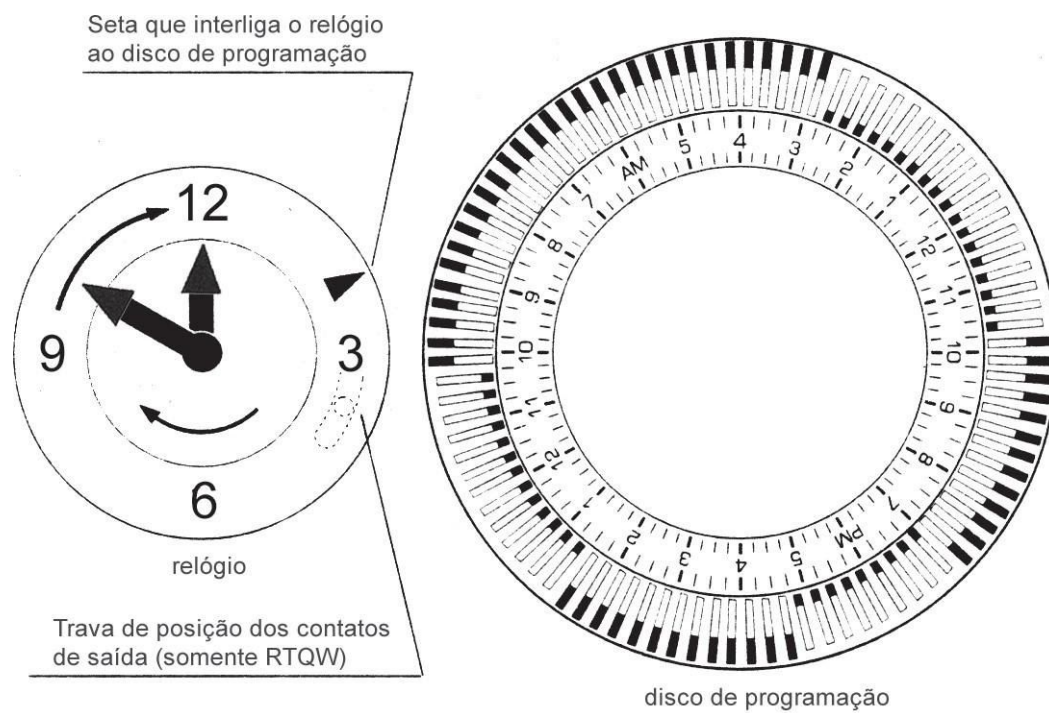


Fig. – Partes do programador horário

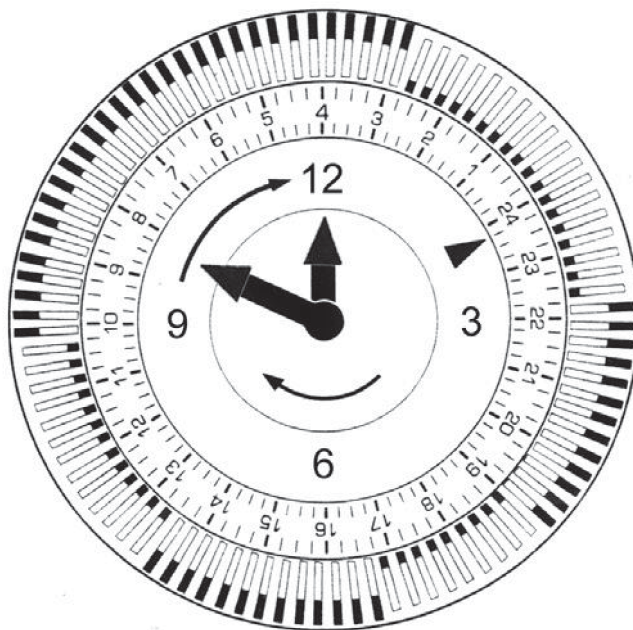


Fig. – Discos de 24 horas

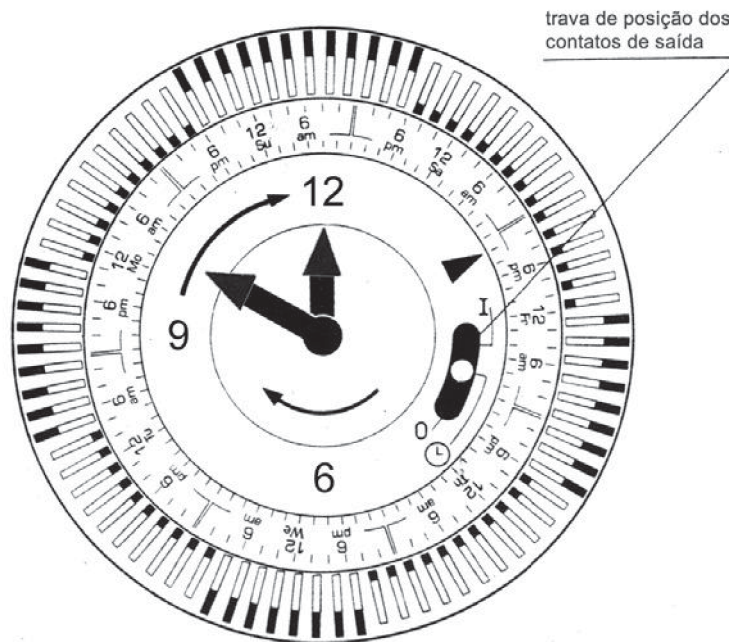


Fig. – Discos de uma semana

Note que o relógio e o disco de programação se movimentam no sentido horário ao longo do tempo, porém a seta fica constantemente parada. Isso permite que identifiquemos três funções:

- Horário corrente no relógio e no disco de programação;
- Se o horário indicado no relógio se refere a antes (AM) ou depois (PM) do meio-dia;
- Se o contato de saída se encontra acionado (cavalete para fora do disco) ou desacionado (cavalete para dentro do disco).

O programador horário permite ligar e desligar qualquer equipamento elétrico em horários preestabelecidos pelo usuário, de acordo com sua necessidade. Isso é possível graças ao disco de programação, que permite determinar os horários desejados. Ao longo do disco, existem 96 ou 84 cavaletes, que podem ser posicionados para dentro ou para fora do disco diário de programação semanal.

Cada um dos 96 cavaletes representa um período de 15 minutos. Os 84 cavaletes, um período de 2 horas. Com o passar das horas, o disco gira juntamente

com o relógio. Quando o cavalete passar em frente à seta do relógio, poderão ocorrer duas condições:

- Contato de saída é acionado durante o período do respectivo cavalete, desde que esteja posicionado para fora do disco.
- Contato de saída é desacionado durante o período do respectivo cavalete, desde que esteja posicionado para dentro do disco.

De acordo com o equipamento elétrico a ser ligado, são necessários, pelo menos, dois fios que permitam o fornecimento de energia, a qual poderá ser proveniente:

- Da tomada elétrica, que oferece os dois fios necessários para fornecimento da energia;
- Do quadro de luz, que também oferece os dois fios necessários para o fornecimento (110 volts => 1 disjuntor + Neutro; 220 volts => 2 disjuntores).

Para ser executada a correta ligação, utilizando fio de bitola 2,5mm², procede-se conforme o diagrama da Figura.

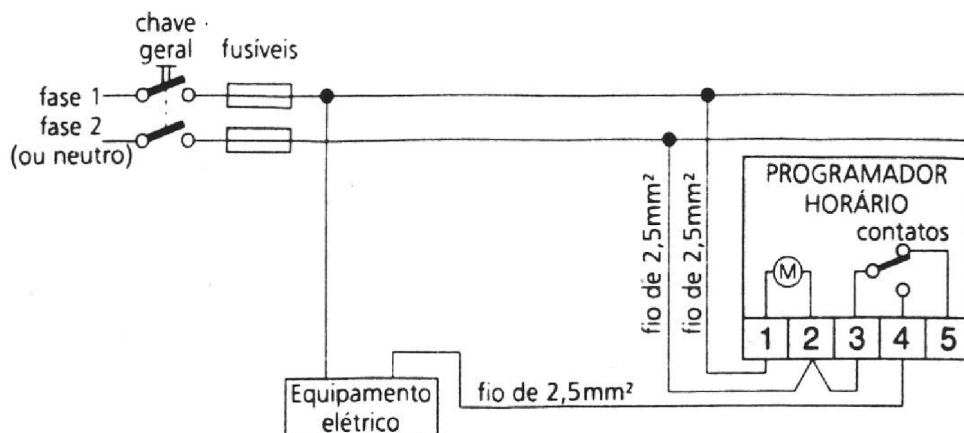


Fig. – Ligação dos fios para fornecimento de energia ao programador horário com equipamentos elétricos monofásicos, que consomem energia dentro da capacidade dos contatos de saída

Devem ser observadas as seguintes instruções:

1. Conectar o fio da fase 1 ao terminal 1 do programador horário.

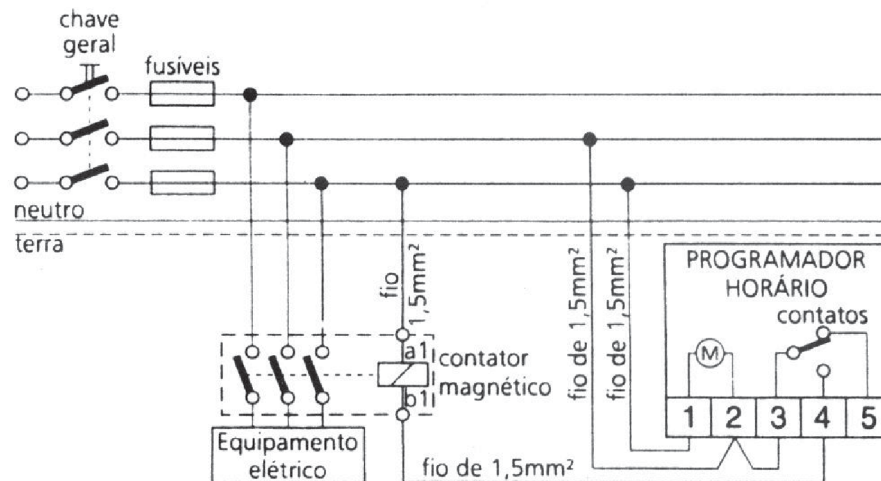


Fig. – Ligação dos fios para fornecimento de energia ao programador horário com equipamentos elétricos trifásicos

Os programadores horários são largamente utilizados em ambientes industriais, comerciais ou residenciais. Eles comandam: aquecedores elétricos; luminosos de lojas, bancos e shoppings; painéis comerciais; motor do filtro de piscina; balcões frigoríficos; comando de comedouros e iluminação em granjas; preaquecimento de máquinas; sinal sonoro de entrada e saída de funcionários de fábrica; irrigações; ar-condicionado; iluminação em geral etc.

Ventilador de teto

Observe, na Figura, as partes constituintes e os sequemas de montagem de um ventilador de teto.

Fig. – Componentes e algumas maneiras de instalar ventiladores de teto

Eletrobomba

Bomba centrífuga

É uma máquina que serve para bombear água de um reservatório inferior para outro superior ou para recalcar a água para aumentar a sua pressão. É fabricada em ferro fundido e compõe-se de saída de água ou de recalque, entrada de água ou sucção, funil e válvula de escorvamento, eixo de acoplamento do motor à bomba e rotor. Tem gravada uma seta indicativa do sentido correto da rotação.

Os componentes da bomba centrífuga são os seguintes:

- (a) Entrada da água ou sucção.
- (b) Funil.
- (c) Válvula de escorvamento.
- (d) Eixo de acoplamento do motor à bomba.
- (e) Rotor.

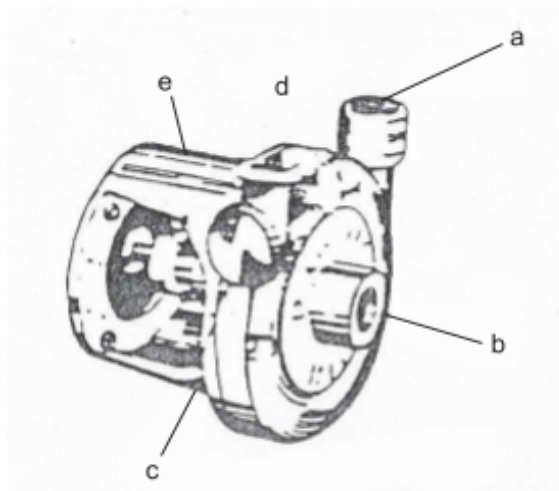


Fig. — Bomba centrífuga

Motobomba monofásica

É o conjunto formado pelo acoplamento de um motor monofásico e uma bomba centrífuga.

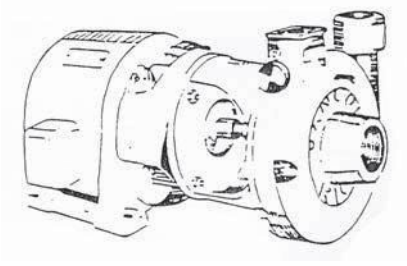


Fig. – Motobomba monofásica

Funcionamento da bomba centrífuga

O rotor, girando em alta velocidade, desloca a água pela ação da força centrífuga para o lado do recalque. Para que a bomba funcione, é necessário que a tubulação de sucção e o corpo da bomba estejam completamente cheios de água.

Quando a bomba está funcionando com a instalação hidráulica pronta, acontece uma vazão de água provocada pela sucção do rotor ao puxar o líquido através da canalização, impulsionando-o para a outra caixa, geralmente em nível mais elevado.

Diagramas unifilar e multifilar da motobomba comandada por chave de boia

Veja na Figura uma representação do diagrama unifilar do circuito com motobomba, comandada por chave de boia.

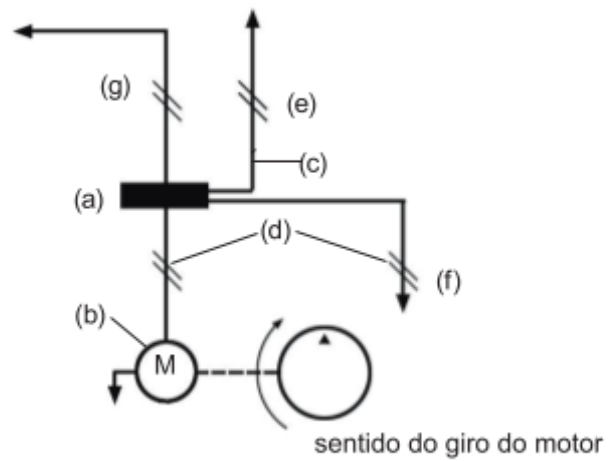


Fig. – Diagrama unifilar de motobomba

Seus componentes são:

- Quadro de comando (a).
- Motobomba (b).
- Condutores (c).
- Quantidade de condutores (d).
- Chaves de boia superior (e) e inferior (f).
- Chave seccionadora (g).

A Figura apresenta um diagrama multifilar da motobomba comandada por boia.

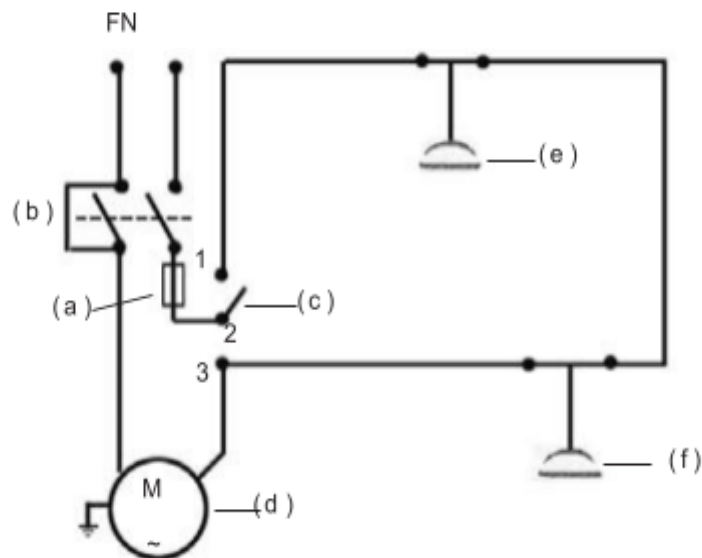


Fig. — Diagrama multi filar de motobomba

Fusíveis (a).

Chave seccionadora (b).

Chave seletora (c).

Motobomba monofásica (d).

Chaves de boia do reservatório superior (e).

Chaves de boia do reservatório inferior (f).

Instalação da chave de boia

Chave de boia de contato de mercúrio é um dispositivo utilizado para acionamento de eletrobombas.

Funcionamento da chave de boia de contatos de mercúrio

Quando o reservatório (caixa d'água) superior chega ao nível mínimo, ambos os pesos ficam fora da água e, conseqüentemente, vencem o contrapeso que é

puxado para baixo pela linha. A ampola se inclina e o mercúrio corre para os contatos, fechando-os.

Se o reservatório inferior tiver água acima do nível mínimo, os contatos também estarão fechados e, portanto, a bomba entrará em funcionamento, enchendo o reservatório superior.

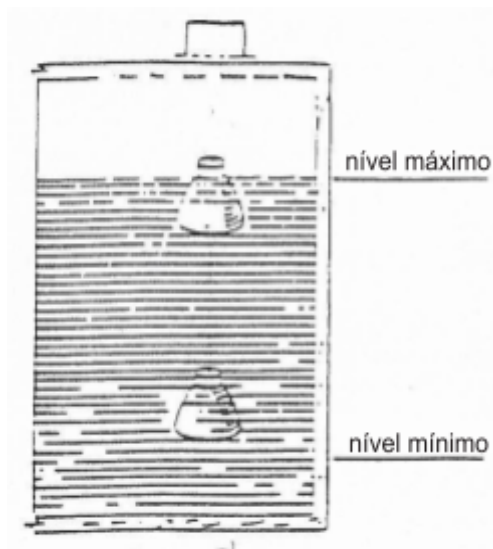


Fig. – Funcionamento da chave de boia

Quando o reservatório superior alcança o nível máximo, ambos os pesos ficam mergulhados na água e, conseqüentemente, seu peso será menor. O contrapeso será maior e a ampola se inclinará para trás, fazendo o mercúrio correr dos contatos, abrindo-os e desligando a bomba.

A bomba só terá condições de funcionar se o reservatório inferior tiver água acima do nível mínimo.

A função da chave de boia do reservatório inferior é garantir essa condição. Portanto, se o nível baixar ao mínimo, a chave desliga, não permitindo que a bomba funcione.

Funcionamento da chave de boia flutuante de contatos de mercúrio

O funcionamento deste tipo de chave de boia é simples. Basta que a ampola se incline, favorecendo o deslocamento do mercúrio em direção aos contatos, fechando-os.

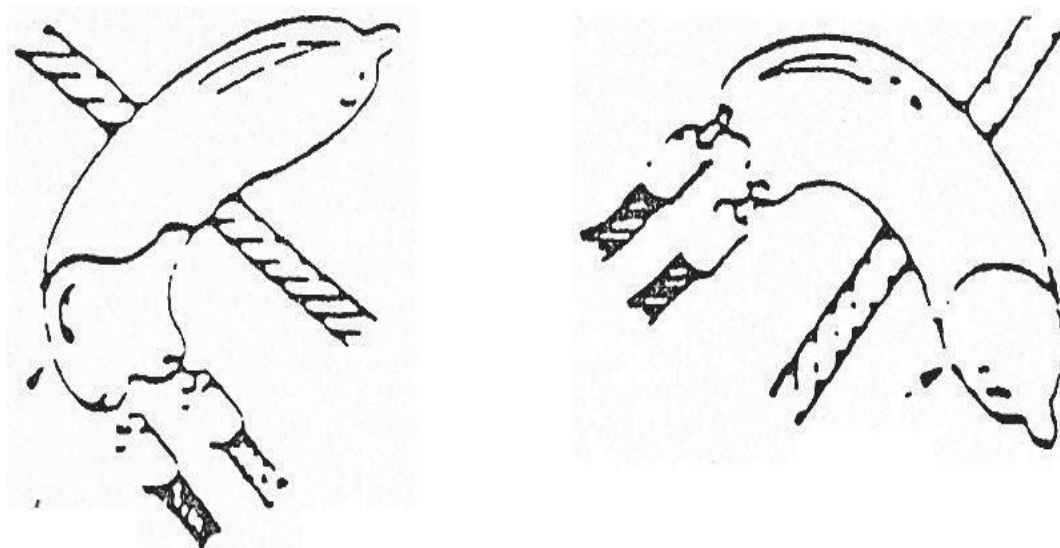


Fig. – Posições dos contatos fechados **Fig. – Posições dos contatos abertos**

O mercúrio é um metal líquido, bom condutor de eletricidade. Por isso, ao unir os contatos, liga o circuito da bomba.

Veja agora como se comporta a chave de boia em cada um dos reservatórios, nas situações apresentadas. Caixa superior vazia caixa superior cheia caixa inferior cheia caixa inferior vazia bomba ligando bomba desligando bomba ligada bomba desligada

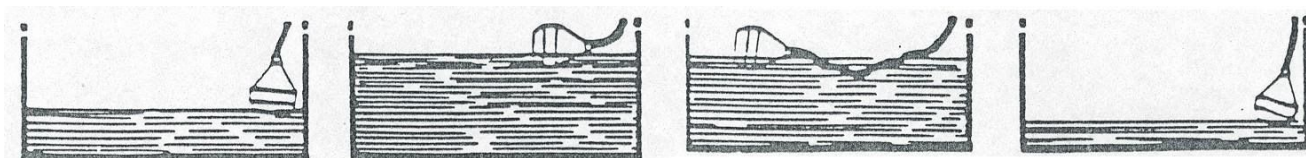


Fig. – Atuação da bomba, conforme a situação momentânea

Funcionamento do motor monofásico

A alimentação do motor da bomba se dá a partir de uma rede monofásica de 110 VCA conectada através de uma chave seccionadora (b), com fusíveis de proteção (a). Veja pela Figura as duas formas de comando da bomba:

1. Manual – quando a chave seletora (c) está ligada para baixo, fechando os contatos 2 e 3. Neste caso, o operador deverá ficar vigiando o nível da água nos dois reservatórios e desligar a bomba pela chave seccionadora, quando o superior estiver cheio ou faltar água no inferior.

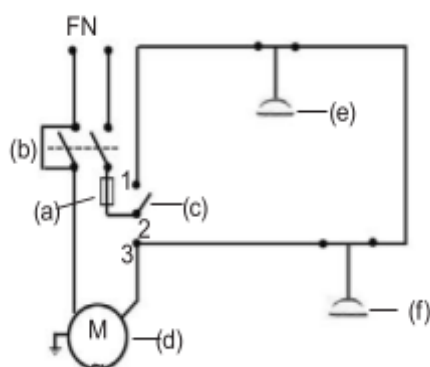


Fig. – Diagrama multifilar de motobomba

2. Automático – quando a chave seletora está ligada para cima, fechando os condutores 1 e 2. Neste caso, a operação será automaticamente controlada pelas chaves de boia (e,f). A chave seccionadora poderá ser desligada em horários que não recomendem o funcionamento da bomba.

Diagramas dos circuitos principal e de comando para motor trifásico

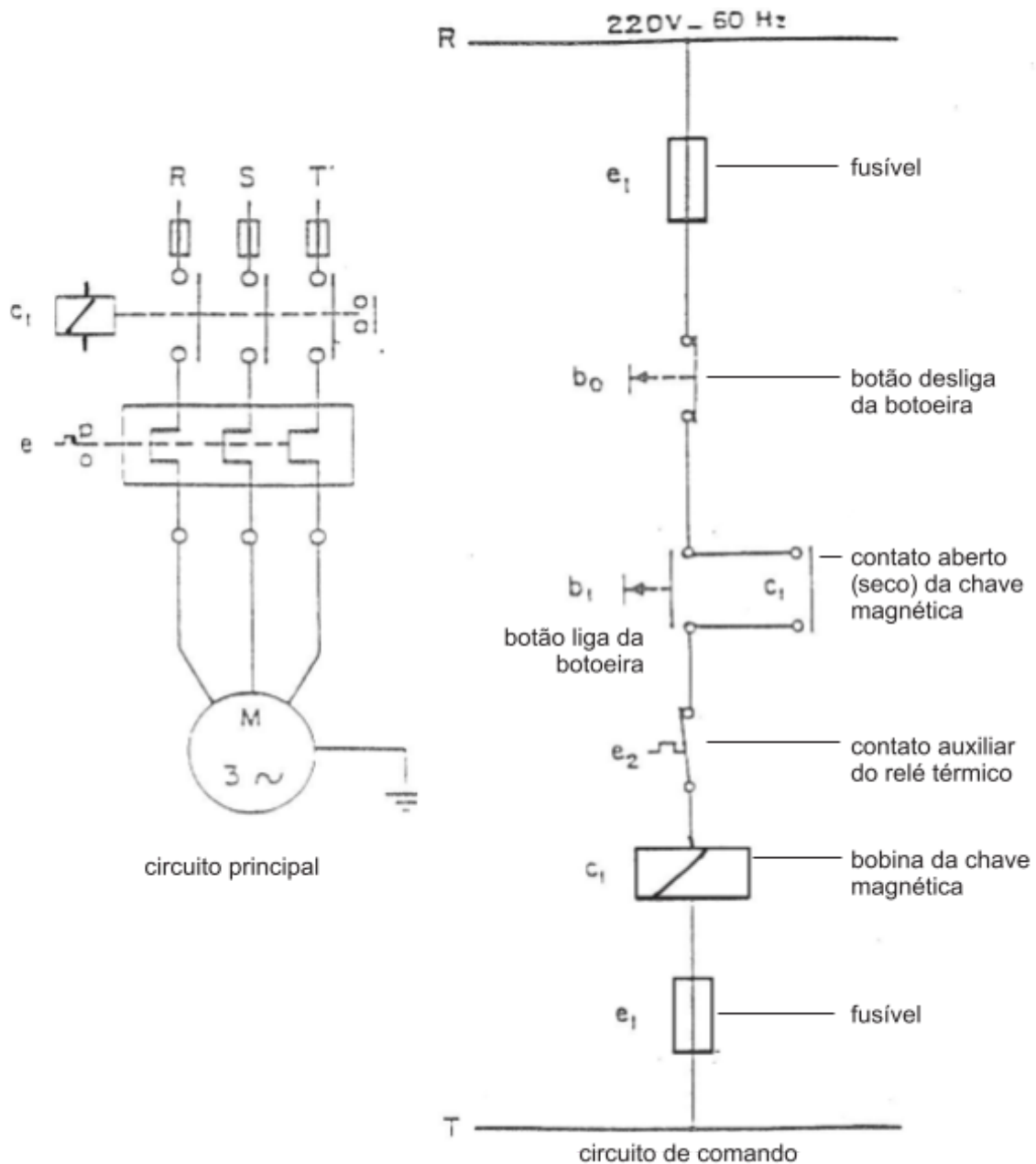


Fig. – Diagrama com destaque para circuito principal e circuito de comando

Com relação ao funcionamento de comando, e tomando como referência a Figura, deve-se observar o seguinte:

- para se ligar a chave magnética, deve -se pressionar b₁, que energizará a bobina c₁.
- contato se mantém ligado pelo contato de retenção c₁.

- desligamento é feito pressionando-se b_0 .

Funcionamento do circuito da motobomba trifásica com chave de boia

O funcionamento automático da motobomba é feito através de dois circuitos: circuito auxiliar ou de comando e circuito principal.

Funcionamento do circuito auxiliar

Estes são os elementos do circuito auxiliar ou de comando:

- Chave de reversão.
- Chave de boia superior.
- Chave de boia inferior.
- Contato NF do relé térmico.
- Bobina do contato.

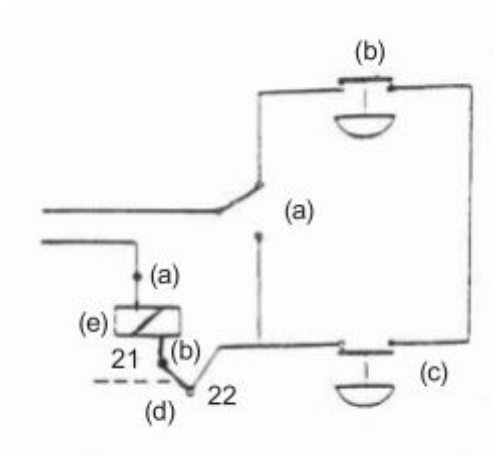


Fig. – Diagrama do circuito auxiliar ou de comando

O circuito auxiliar comanda a chave para fechar (ligar o motor) ou abrir (desligar o motor). Sua alimentação é feita através de uma rede elétrica bifásica de 220 VCA. O comando pode ser:

- Manual (direto): a chave unipolar de reversão (a) está ligada para a direita (interligando o terminal 1 com o terminal 2 em série com o contato NF do relé

térmico (d), alimentando a bobina de contato (e)). Neste caso, a motobomba é acionada em regime de emergência ou para a limpeza das caixas.

2. Automático: a chave de reversão (a) está ligada para a esquerda (interligando o terminal 1 ao terminal 3 em série com as chaves de boia (b e c) e com o contato NF do relé térmico (d), alimentando a bobina do contato (e)). Sendo assim, as chaves de boia irão atuar sobre a bobina e, conseqüentemente, sobre o circuito principal, ligando ou desligando o motor da bomba conforme a necessidade determinada pelo nível da água nos reservatórios.

Veja, na Figura, o diagrama do circuito principal:

Funcionamento do circuito principal

Elementos do circuito principal

- (a) Linha de entrada R-S-T.
- (b) Chave de faca tripolar com porta-fusível (chave seccionadora).
- (c) Chave magnética (guarda-motor).
- (d) Chave de faca tripolar de reversão.
- (e) Motores trifásicos de corrente alternada (A) e (B).

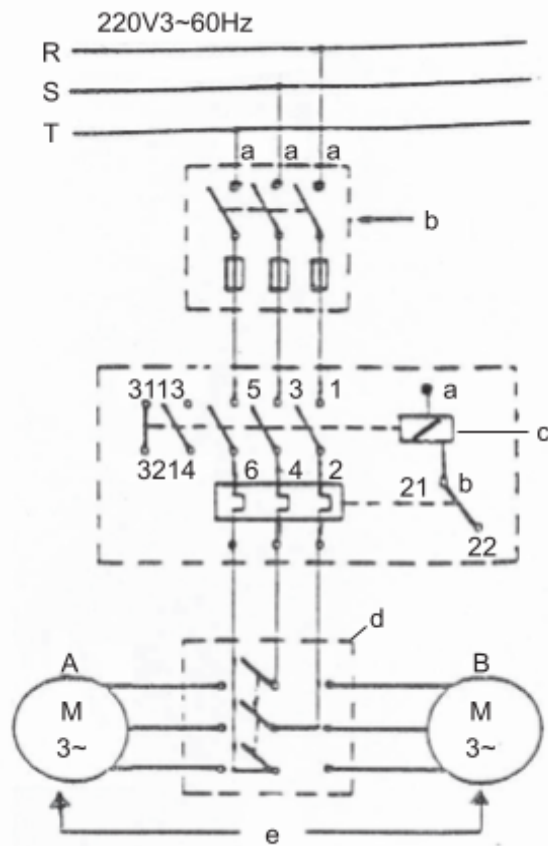


Fig. – Diagrama do circuito principal

O circuito principal é o que alimenta a motobomba a partir de uma rede trifásica. A chave de faca tripolar com porta-fusível, uma vez fechada, alimenta o circuito auxiliar e, ao mesmo tempo, os bornes 1, 3, 5 da chave magnética. Se o comando estiver atuando (por exemplo, as chaves de boia estando fechadas), a bobina será energizada fechando os contatos 1 ao 2, 3 ao 4 e 5 ao 6. Portanto, os bornes de saída 2, 4 e 6 alimentarão um dos motores (A ou B), de acordo com a posição da chave reversora, cuja função é selecionar qual das bombas se deseja em funcionamento. Este sistema, que usa duas bombas, visa garantir o suprimento de água ao prédio no caso de manutenção de uma delas.

Veja como interpretar os diagramas.

No diagrama unifilar observamos a composição dos componentes, da tubulação e a quantidade de condutores do circuito principal.

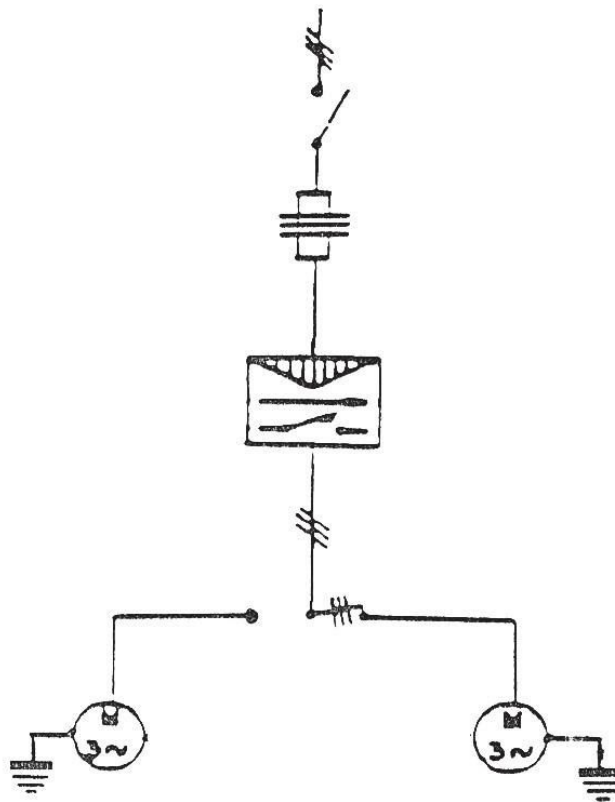


Fig. – Diagrama unifilar da motobomba trifásica com chave magnética

Você já estudou o funcionamento do circuito auxiliar ou de comando e o funcionamento do principal. Neste diagrama será estudado o funcionamento dos dois circuitos de forma integrada.

- (a) Chave de faca tripolar com porta-fusíveis.
- (b) Chave unipolar de reversão.
- (c) Chave magnética.
- (d) Chave tripolar de reversão.
- (e) Motor trifásico.
- (f) Chave de boia.

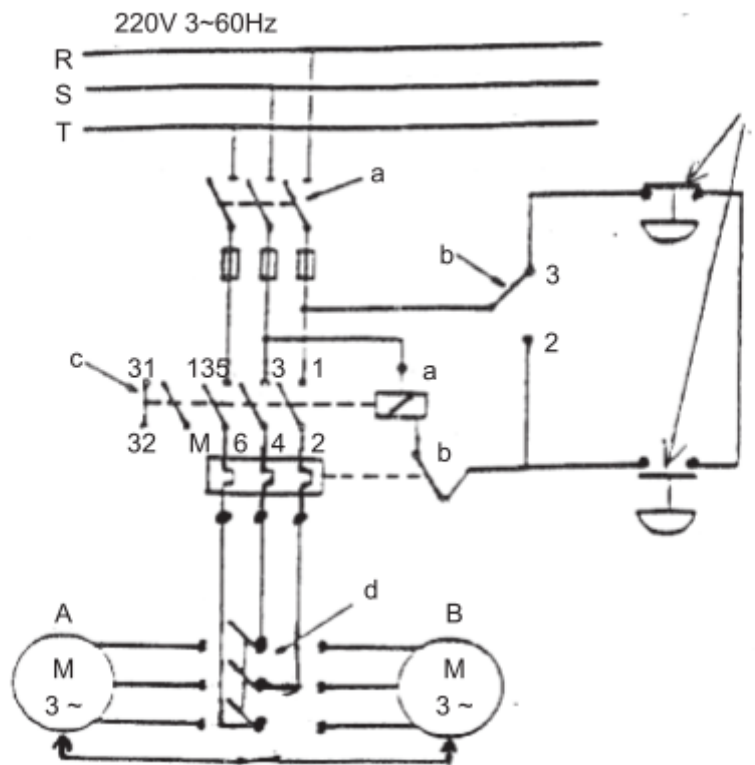


Fig. – Diagrama multifilar da motobomba trifásica, com chave magnética e chaves de boia

Uma vez que esteja ligada a chave de faca tripolar, o circuito auxiliar poderá ser acionado pelas chaves de boia que, estando fechadas, energizarão a bobina da chave magnética, que fechará o circuito principal, fazendo funcionar a motobomba.

A motobomba desligará quando uma das chaves de boia abrir o seu contato, ou seja, quando o nível da caixa superior atingir o máximo ou quando a caixa inferior atingir o nível mínimo.

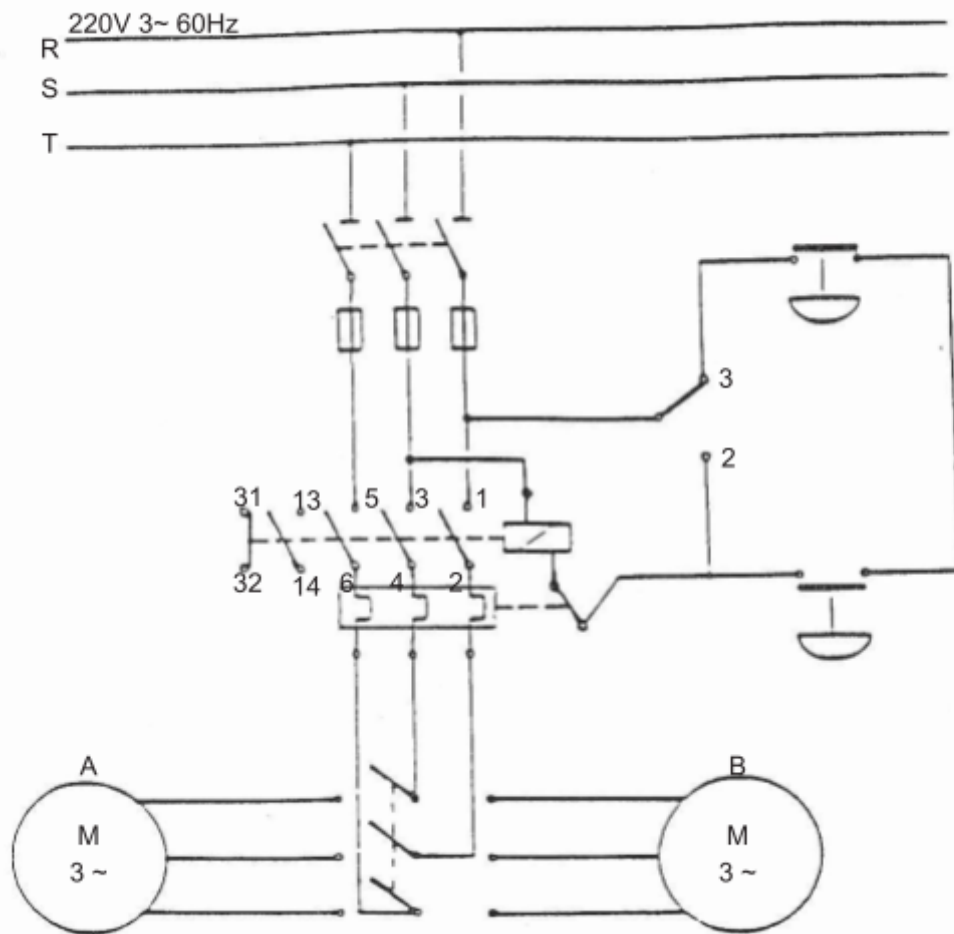


Fig. – Esquema de motobomba desarmada

Correção de prováveis defeitos

DEFEITO	CAUSA	CORREÇÃO
a) Motor que ronca e não parte	Capacitor de partida defeituoso Interruptor centrífugo aberto Folga nos mancais	Substituir o capacitor. Limpar e lubrificar o mecanismo e ajustar os contatos. Substituir buchas ou rolamentos

<p>b) Motor funcionando com ruídos e vibrações</p>	<p>Folga nos mancais Graxa demasiadamente dura Empeno do eixo Eixo do motor e máquina desalinhados Parafusos das tampas frouxos Parafusos da base frouxos Corpos estranhos entre o ventilador e as tampas</p>	<p>Substituir buchas ou rolamentos. Limpar os mancais e lubrificar com graxa indicada pelo fabricante. Retificar ou substituir o eixo. Verificar o alinhamento e corrigi-lo. Reapertar os parafusos das tampas. Reapertar os parafusos da base. Desmontar o motor e remover os corpos estranhos.</p>
--	---	--

Referências

HALLIDAY, D. RESNICK, R. *Física*. Rio de Janeiro: LTC, 1984. V. 3.

PARANÁ, Djalma Nunes. "Eletricidade". V. 3. *In: Física*. São Paulo: Ática, 1993.

WEG. Cálculo de fator de potência. Jaraguá do Sul.