

ELETRICISTA: MATERIAIS ELÉTRICOS



Serviço Nacional de Aprendizagem Rural
Administração Regional do Estado do Paraná

FRANCISCO DE PAULA MEDEIROS

**ELETRICISTA:
MATERIAIS ELÉTRICOS**

**CURITIBA
SENAR-PR
2010**

Depósito legal na CENAGRI, conforme Portaria Interministerial n. 164, datada de 22 de julho de 1994, e junto a Fundação Biblioteca Nacional.

Autor: Francisco de Paula Medeiros

Coordenação técnica: Néder Maciel Corso CREA-PR-62260/D

Coordenação metodológica: Patrícia Lupion Torres

Fotografias: Francisco de Paula Medeiros

Normalização: Rita de Cassia Teixeira Gusso – CRB 9./647

Revisão técnica e final: CEDITEC/SENAR-PR.

Diagramação: Virtual Publicidade

**Catálogo no Centro de Editoração, Documentação
e Informação Técnica do Senar-Pr.**

Medeiros, Francisco de Paula.

M488

Eletricista: materiais elétricos / Francisco de Paula Medeiros. – Curitiba:
SENAR - Pr., 2010.

ISBN: 978-85-7565-062-2

1. Energia elétrica. 2. Materiais elétricos. I. Título.

CDD630

CDU696.6+537

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida, por qualquer meio, sem a autorização do autor.

IMPRESSO NO BRASIL – DISTRIBUIÇÃO GRATUITA

APRESENTAÇÃO

O Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – SENAR – é uma instituição prevista na Constituição Federal e criada pela Lei nº 8.315, de 23/12/1991. Tem como objetivos a formação profissional e a promoção social do homem do campo para que ele melhore o resultado do seu trabalho e, com isso, aumente sua renda e a sua condição social.

No Paraná, o SENAR é administrado pela Federação da Agricultura do Estado do Paraná – FAEP – e vem respondendo por um amplo e diversificado programa de treinamento.

Todos os cursos ministrados pelo SENAR são coordenados pelos Sindicatos Rurais e contam com a colaboração de outras instituições governamentais e particulares, Prefeituras Municipais, Cooperativas e empresas privadas.

O material didático de cada curso levado pelo SENAR-PR é preparado de forma criteriosa e exclusiva para seu público-alvo, a exemplo deste manual. O intuito não é outro senão o de assegurar que os benefícios dos treinamentos se consolidem e se estendam. Afinal, quanto maior o número de trabalhadores e produtores rurais qualificados, melhor será o resultado para a economia e para a sociedade em geral.

SUMÁRIO

| | |
|---------------------------------------------|-----------|
| INTRODUÇÃO | 7 |
| 1 TIPOS DE MATERIAIS ELÉTRICOS | 9 |
| 1.1 CONDUTORES (FIOS E CABOS) | 9 |
| 1.2 ISOLADORES | 15 |
| 1.3 DE PROTEÇÃO | 19 |
| 1.4 DE MANOBRA | 27 |
| 1.5 AUXILIARES | 36 |
| REFERÊNCIAS | 47 |

INTRODUÇÃO

Os produtores rurais e até mesmo muitos eletricitas não conhecem como deveriam os materiais elétricos que estão à venda no comércio.

Além disso, o mercado está recheado de materiais de má qualidade e, muitas vezes, o produtor os adquire levando em consideração apenas o preço.

O desconhecimento do tipo, qualidade, utilização e capacidade dos materiais elétricos tem sido a causa de incêndios nas instalações.

É muito importante que o eletricitista instalador, mesmo com formação básica, saiba adquiri-los e exigir as características técnicas corretas.

A aquisição de materiais de qualidade inferior resulta em instalações mal dimensionadas, com desperdício de energia, superaquecimento e mau funcionamento dos aparelhos.

1 TIPOS DE MATERIAIS ELÉTRICOS

Os materiais elétricos são classificados em:

- condutores (fios e cabos)
- isoladores
- de proteção
- de manobra
- auxiliares

1.1 CONDUTORES (FIOS E CABOS)

Os fios e cabos conduzem a eletricidade desde a usina geradora até os aparelhos consumidores. São chamados de condutores elétricos.

Os materiais condutores mais utilizados nos fios e cabos são: o **cobre** e o **alumínio**, por terem boa condutividade e serem encontrados em maior quantidade na natureza.

Os condutores de alumínio são mais empregados nas redes externas de baixa tensão. Nas redes de transmissão e distribuição, são mais utilizados os cabos de aço. Nas instalações internas das construções, recomenda-se o uso de fios de cobre encapados.

Padronização dos condutores

A padronização dos condutores elétricos no Brasil segue as normas determinadas pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. A ABNT fiscaliza a qualidade do material, espessura e local de aplicação dos condutores elétricos.

Sistemas de padronização de condutores elétricos:

- padrão AWG
- padrão MCM
- padrão IEC

Padrão AWG

É o padrão norte-americano – *American Wire Gauge* (Padrão Americano do Fio) que padroniza os condutores elétricos numa codificação numérica, seguindo uma escala de 40 intervalos que variam de 0000 (4/0-quatro barra zero) até o número 36. O padrão AWG é usado atualmente no Brasil somente para classificar cabos de média espessura.

Nesta escala quanto **maior** o número, **mais fino** é o condutor.

Exemplos: 10 AWG, 12 AWG, 14 AWG, 16 AWG —→ mais fino

Padrão MCM

O padrão MCM (Mil-Circular-Mil) também é norte-americano. É específico para padronizar as bitolas dos cabos de grandes espessuras. Ao contrário do sistema AWG, quanto **maior** o número, **mais grosso** é o condutor.

Exemplos: 250, 300, 350, 400, 450 MCM —→ mais grosso

Padrão IEC

É o sistema adotado pela ABNT, a partir de novembro de 1980. Foi desenvolvido pela IEC – *Internacional Electrotechnical Commission* (Comissão Eletrotécnica Internacional). O padrão IEC baseia-se no **sistema métrico decimal**.

A bitola do condutor é determinada pela seção transversal, ou seja, a área do corte transversal do condutor, especificada em mm² (milímetro quadrado). A escala em mm² não corresponde ao padrão AWG e nem MCM.

Quanto **maior** a seção transversal, em mm², **mais grosso** é o condutor.

Exemplos: 1,5mm²; 2,5mm²; 4mm²; 6mm² —→ mais grosso

Tabela 1 – Equivalências AWG e MCM versus sistema métrico (IEC).

| AWG / MCM | | | IEC | |
|-------------|------|-----------------|-----------------|-------------|
| Amperes (A) | Nº | mm ² | mm ² | Amperes (A) |
| | | | 1,5 | 15,5 |
| 15 | 14 | 2,09 | | |
| | | | 2,5 | 21 |
| 21 | 12 | 3,30 | | |
| | | | 4 | 28 |
| 30 | 10 | 5,27 | | |
| | | | 6 | 36 |
| 40 | 8 | 8,35 | | |
| | | | 10 | 50 |
| 55 | 6 | 13,27 | | |
| | | | 16 | 68 |
| 70 | 4 | 21 | | |
| | | | 25 | 89 |
| 95 | 2 | 34 | | |
| | | | 35 | 111 |
| 125 | 1/0 | 53 | | |
| 145 | 2/0 | 67 | | |
| | | | 70 | 171 |
| 165 | 3/0 | 85 | | |
| | | | 95 | 207 |
| 195 | 4/0 | 107 | | |
| | | | 120 | 239 |
| 215 | 250 | 127 | | |
| | | | 150 | 272 |
| 240 | 300 | 152 | | |
| | | | 185 | 310 |
| 260 | 350 | 177,3 | | |
| 280 | 400 | 202,7 | | |
| | | | 240 | 364 |
| 320 | 500 | 253,4 | | |
| | | | 300 | 419 |
| 355 | 600 | 304 | | |
| 385 | 700 | 354,7 | | |
| 400 | 750 | 380 | | |
| | | | 400 | 502 |
| 410 | 800 | 405,4 | | |
| 435 | 900 | 456 | | |
| | | | 500 | 578 |
| 630 | 1000 | 506,7 | | |

Termos e formatos dos condutores

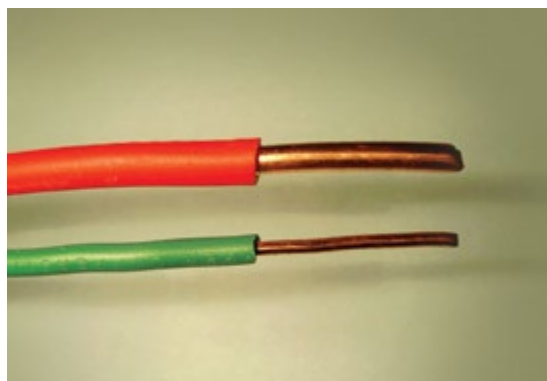
Os termos usados na classificação de condutores são:

- fios
- cabos
- barras
- cordoalhas
- fibras óticas

Os termos (denominações) e formatos (tipos) dos condutores são também classificados pela ABNT. A terminologia será empregada de acordo com a especificação, tipo e aplicação dos condutores.

Fios: são os fios rígidos, de forma cilíndrica e esticada, de seção transversal circular. São formados por apenas um condutor.

Figura 1 – Fios rígidos.



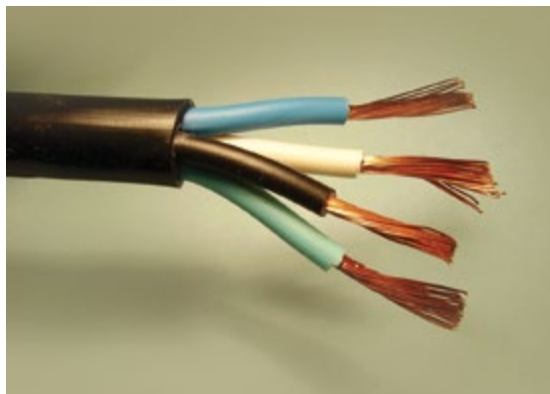
Cabos: são condutores formados por um ou vários grupos de fios. Os cabos podem ser singelos ou múltiplos. Os cabos singelos possuem apenas um grupo de fios, formando apenas um condutor.

Figura 2 – Cabos singelos.



Os cabos múltiplos possuem diversos grupos de fios, formando vários condutores isolados entre si.

Figura 3 – Cabo múltiplo.



Quanto à flexibilidade os cabos podem ser: flexíveis e extraflexíveis. São formados por um grande número de fios muito finos, para alimentação de máquinas móveis e motores. Podem ser paralelos ou trançados, simples ou polarizados.

Figura 4 – Tipos de cabos.



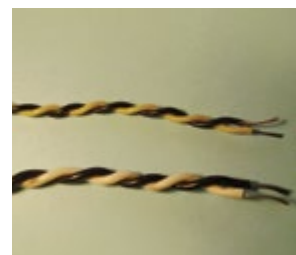
1. Cabo paralelo.



2. Cabo trançado.



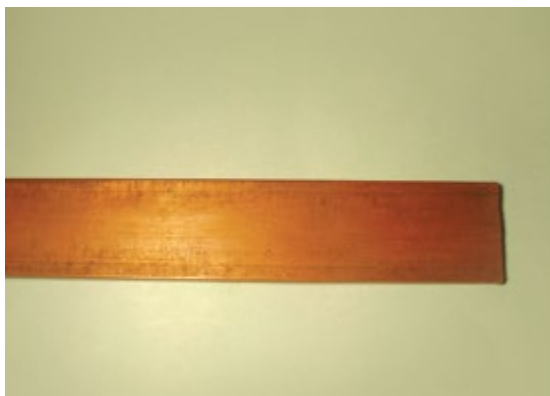
3. Cabos paralelos polarizados.



4. Cabos trançados polarizados.

Barras: são condutores de seção retangular (cobre) ou circular (alumínio), para fazer barramentos (ligações diretas entre dispositivos) em quadros de distribuição.

Figura 5 – Barra de cobre virgem.



Cordoalhas: são cabos muito flexíveis, formados por um grande número de fios trançados num único condutor. São empregadas em máquinas móveis, cabos de bateria e solda elétrica.

Figura 6 – Cordoalha.



Os fios e cabos podem ser encapados ou nus.

Figura 7 – Fios e cabos.



1. Fio encapado e nu.



2. Cabo nu.

Os condutores encapados possuem um revestimento externo que varia de acordo com a sua aplicação. Fios para enrolamento de motores, geradores, transformadores e bobinas, são isolados com verniz industrial, que é um isolante altamente resistente ao calor, umidade e impactos, além de apresentar um volume reduzido no isolamento.

Para os condutores de uso geral e as fitas isolantes, em baixas tensões, são empregadas as borrachas artificiais e plásticos antichama.

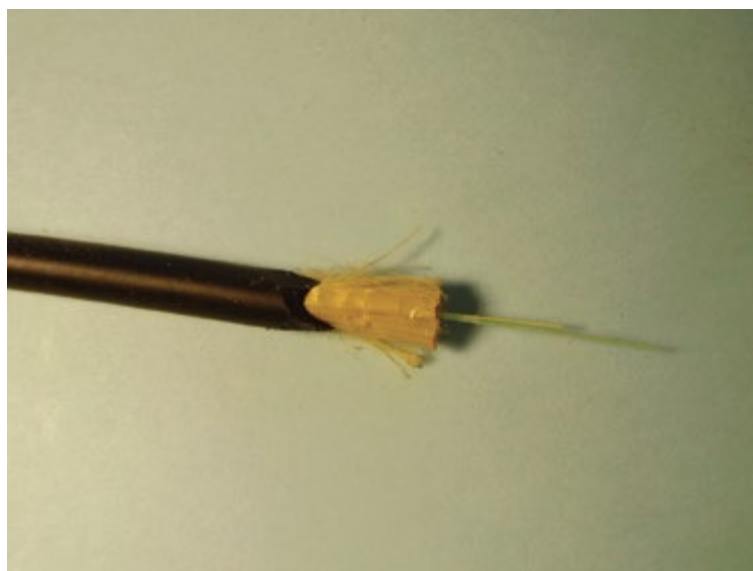
Fibras óticas: são utilizadas em muitas atividades do setor eletroeletrônico para transmissões de dados, telecomunicações, aparelhos médicos, informática, e outros.

As transmissões ocorrem quando se lançam sinais luminosos numa das pontas, percorrendo a fibra em reflexões sucessivas. O sinal luminoso transmitido na fibra ótica alcança altíssima velocidade e percorre longas distâncias com pouca perda.

Vantagens das fibras óticas sobre os fios de cobre em telecomunicações e informática:

- a espessura é muito fina.
- pode-se transmitir uma grande quantidade de informações em apenas um par de fibras.
- capacidade de percorrer grandes distâncias sem perdas significativas.
- não é afetada por interferências.
- o material para a fabricação encontra-se em abundância na natureza.

Figura 8 – Par de fibras óticas (verde e amarelo).



1.2 ISOLADORES

Os isoladores são acessórios empregados nas instalações e equipamentos para manter suspensas as redes de energia elétrica, evitando contatos indesejáveis que podem provocar choques elétricos, curtos-circuitos e incêndios.

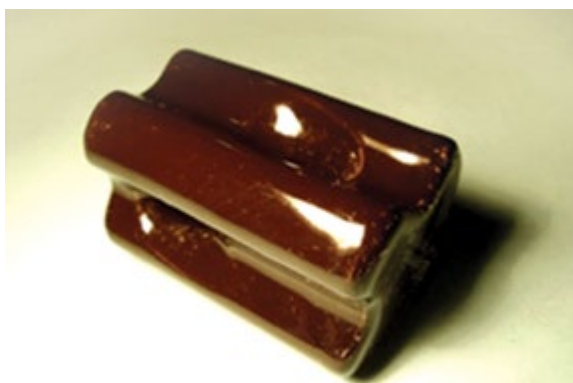
Os isoladores de redes elétricas em geral são fabricados de porcelana, vidro ou plástico. Os materiais isolantes empregados na fabricação dos equipamentos elétricos são: porcelana, vidro, plástico, borracha e baquelite.

Os materiais isoladores para redes elétricas são:

- castanhas
- pimentões
- roldanas externas tipo carretel
- seccionadores de cerca
- roldanas internas
- *cleats*
- conduítes ou eletrodutos
- canaletas
- caixas de passagem

Castanhas: são isoladores usados em fins de linhas, chamados também de isoladores de tensão. São empregadas nas redes de baixa tensão, principalmente em locais de difícil acesso. As castanhas são fabricadas com porcelana vitrificada ou com plástico. Além das redes, são muito empregadas para seccionar cercas de arame debaixo das redes elétricas.

Figura 9 – Castanha de porcelana.



Pimentões: também chamados de “isoladores de olhal”, são utilizados nas redes de baixa tensão em pequenos lances. Geralmente são parafusados em beirais de casas ou chumbados nas paredes de alvenaria.

Figura 10 – Pimentão autoatarrachante.

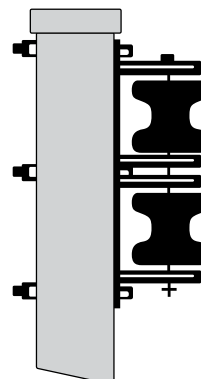


Roldanas externas tipo carretel: são isoladores fabricados em porcelana vitrificada e podem ter 1 ou 2 canais para a fixação dos cabos. São usadas em redes de baixa tensão externas e fixadas em armações de metal (latão) chamadas “Rex” ou “armação *presbow*”.

Figura 11 – Roldana externa tipo carretel.



1. Roldana vitrificada.



2. Armação rex com duas roldanas.

Secionadores de cercas: são isoladores empregados em secionamento (interrupção) de cercas, que passam por baixo de redes elétricas.

Figura 12 – Secionador de cerca.



Roldanas internas: também chamadas de “roletes”, são fabricadas em porcelana vitrificada ou em plástico e empregadas na sustentação de redes internas. Podem ser encontradas em diversos tamanhos, como: 25 x 25 mm, 30 x 30 mm, 40 x 40 mm, 50 x 50 mm, etc.

Figura 13 – Roldanas internas.



1. Roldanas de plástico.



2. Roldanas de porcelana.

Cleats: são isoladores próprios para redes internas que ficam expostas, fabricados em porcelana ou em plástico. São chamados também de “isoladores de pressão”. Podem ser encontrados para 2 ou 3 condutores. A fixação é feita por parafusos ou pregos.

Figura 14 – Cleats.



1. Cleats de porcelana (2 e 3 fios).



2. Cleats de plástico (2 fios).

Conduítes ou eletrodutos: são canos “rígidos ou flexíveis” empregados na proteção de redes elétricas, que podem ser de plástico ou metal. Encontrados em diversas bitolas, de 1/2” a 6”. Além dos canos podem ser encontradas, curvas e conexões. Para redes embutidas em paredes de alvenaria são empregados os conduítes anelados de plástico.

Figura 15 – Conduítes ou eletrodutos.



1. Conduítes anelados internos.



2. Conduítes de uso externo.



3. Conexões.



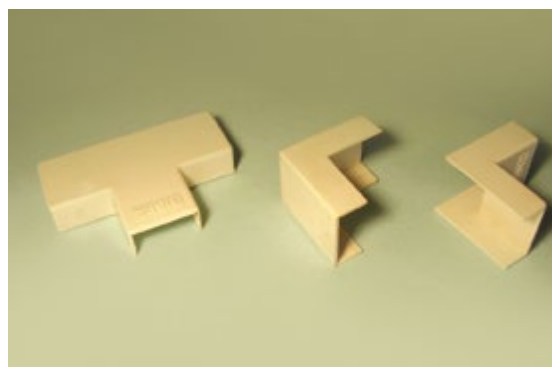
4. Conduítes e buchas.

Canaletas: são tubulações retangulares, normalmente fabricadas de material plástico, utilizadas para a proteção de redes que ficam expostas. Fixadas nas paredes, forros ou rodapés, podem ser encontradas em diversas bitolas. O comprimento é de 3 metros.

Figura 16 – Canaletas.



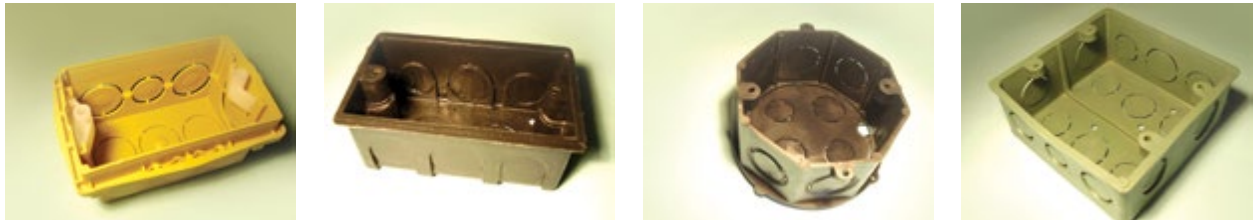
1. Canaleta de plástico.



2. Acabamentos para canaletas.

Caixas de passagem: também chamadas de “caixas de derivação”, são usadas para esconder as emendas dos fios, fixar interruptores e tomadas, etc., e para dividir os circuitos canalizados em setores. Podem ser feitas de PVC, polietileno e ferro estampado, zincado ou esmaltado. As dimensões são em polegadas. Ex: caixas retangulares 2 x 4”, quadradas ou octogonais 4 x 4”.

Figura 17 – Caixas de passagem.



1. Caixa de 2 x 4”.

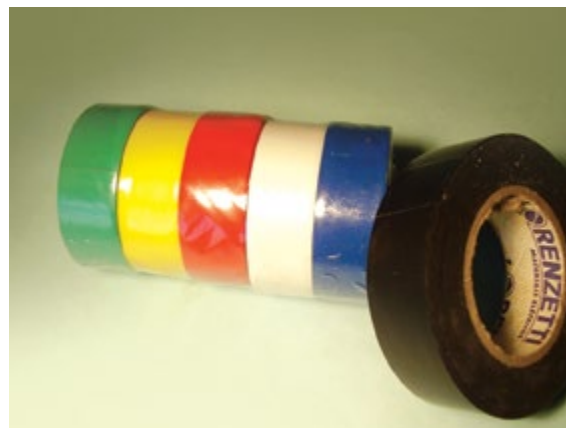
2. Caixa de 2 x 4”.

3. Caixa de 4 x 4”.

4. Caixa de 4 x 4”.

Fitas isolantes: são utilizadas para cobrir emendas, derivações e fios desencapados. Possuem a propriedade antichama e podem ser encontradas em diversas cores e metragens.

Figura 18 – Fitas isolantes antichama.



1.3 DE PROTEÇÃO

Os materiais de proteção são todos aqueles utilizados na segurança dos usuários de energia elétrica. Além de proteger pessoas contra choques elétricos, muitos destes materiais são empregados para proteger contra incêndios, equipamentos, instalações elétricas e construções.

Os materiais de proteção são:

- fusíveis
- disjuntores
- aterramento
- para-raios

Fusíveis: são os materiais de proteção mais utilizados em sistemas elétricos. Os fusíveis possuem segmentos que se fundem, isto é, derretem com excesso de temperatura, quando por eles passam correntes maiores que as previstas.

Os fusíveis possuem corpos isolantes de vários materiais, mas no seu interior estão os “elementos de fusão”, feitos de chumbo ou estanho, que irão interromper o circuito em condições anormais de temperatura. Os tipos de fusíveis variam de acordo com sua construção, corrente de ruptura e isolamento do seu corpo.

Tipos mais comuns de fusíveis:

- do tipo rolha de porcelana
- do tipo cartucho de papelão
- de corpo de vidro
- de encaixe calibrado (*diazed*)
- NH

Fusíveis do tipo rolha de porcelana: são compostos por um corpo isolante de porcelana, com contatos de rosca E-27 de latão ou bronze (do tipo lâmpada incandescente), com elo fusível de chumbo. O outro contato (central) fica isolado da rosca. A corrente máxima de ruptura para estes fusíveis é 30A e a isolamento é de 250V.

Figura 19 – Fusíveis do tipo rolha de porcelana.



Fusíveis do tipo cartucho de papelão: possuem corpos cilíndricos de papelão envernizados para a isolamento. Os contatos são cilíndricos e feitos de latão, cobre ou bronze. O elo fusível é fabricado de “estanho”, com capacidade máxima para 60A de corrente e isolamento para 250V.

Figura 20 – Fusíveis do tipo cartucho.



Fusíveis de corpo de vidro: são fusíveis sensíveis para aplicações especiais, como em equipamentos eletrônicos, painéis, circuitos de alarmes, instrumentos de medições, etc.

O corpo de vidro cilíndrico e os contatos são de metal cromado. O elemento fusível é feito de chumbo ou estanho. A corrente máxima de ruptura é de 30A com isolamento para 250V, podendo ser encontrados no comércio fusíveis de vidro a partir de 0,01A (10mA).

São fabricados em dois tamanhos: um menor, que mede 2cm de comprimento por 4mm de diâmetro, e outro maior, que mede 3cm de comprimento por 6mm de diâmetro.

Figura 21 – Fusíveis de corpo de vidro.



1. Fusíveis de vidro (grande e pequeno).



2. Porta-fusíveis (para grande e pequeno).

Fusíveis de encaixe calibrado: são chamados também de “*fusíveis diazed*”. Possuem corpos cilíndricos feitos de porcelana, fechados nas extremidades por duas tampas metálicas, que são os contatos, nas quais estão soldados os elementos de fusão. No interior do cilindro, junto com o elemento de fusão, é colocada uma pequena quantidade de areia fina para fazer a extinção do arco voltaico de ruptura (faísca).

Os fusíveis “*diazed*” são fabricados para circuitos de alta potência com correntes de até mais de 200A e isolamento de 500V.

São classificados em 2 tipos:

- *diazed* rápidos
- *diazed* retardados

Fusíveis *diazed* rápidos: são fusíveis de ação rápida, sem retardamento. São destinados a circuitos de quadros de distribuição onde não ocorre variação significativa de corrente.

Fusíveis *diazed* retardados: são fusíveis que suportam com mais eficiência as correntes de sobrecarga, porém não suportam curtos-circuitos.

O retardamento é obtido por acréscimo de massa central no elo de fusão, que possui menor seção transversal. Este acréscimo de massa absorve, durante certo tempo, parte do calor que se desenvolve no elemento fusível, retardando a elevação da temperatura. Os fusíveis *diazed* retardados são próprios para proteção de circuitos com motores elétricos, em que a corrente de partida é muito elevada.

Figura 22 – Fusíveis de encaixe calibrado (*diazed*).



Fusíveis NH: são fusíveis para circuitos de altas potências. Normalmente são empregados nas entradas de quadros de distribuição e painéis para acionamento de grandes motores. São fabricados em porcelana vitrificada ou esteatita. A capacidade máxima da corrente pode chegar a 1.250A e 500V de isolação.

Possuem suportes próprios para a fixação. A remoção e colocação de um fusível NH devem ser feitas com uma ferramenta adequada.

Figura 23 – Fusíveis NH.



1. Suporte de fusível NH.

2. Fusível NH retardado.

3. Fusível NH no suporte.

Disjuntores: são dispositivos que podem ser usados para proteção, fechamento e abertura de circuitos. O funcionamento baseia-se na elevação da temperatura nos seus elementos de desarme, causada pela circulação de correntes elétricas, acima daquelas para as quais foram fabricados para suportar. Os disjuntores devem ser adquiridos de acordo com a corrente de desarme. A tensão de isolamento da sua carcaça é de 250V.

Tipos comuns de disjuntores:

- termomagnéticos
- diferenciais residuais (DDR)

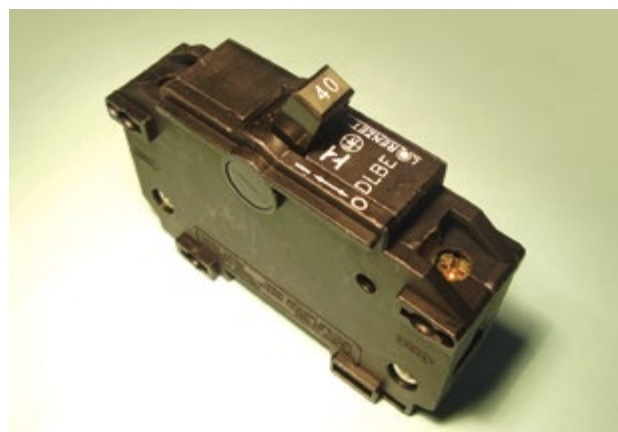
Disjuntores termomagnéticos: são dispositivos que oferecem proteção aos circuitos, desligando-os automaticamente quando ocorre uma sobrecorrente provocada por um curto-circuito ou sobrecarga. Eles permitem a manobra manual semelhante a uma chave ou interruptor, ligando e desligando equipamentos elétricos.

Os tipos de disjuntores termomagnéticos são:

- monopolares ou unipolares
- bipolares
- tripolares

Disjuntores monopolares ou unipolares: possuem apenas um polo para ligação (uma linha, fase). São utilizados em redes monofásicas.

Figura 24 – Disjuntor termomagnético monopolar.



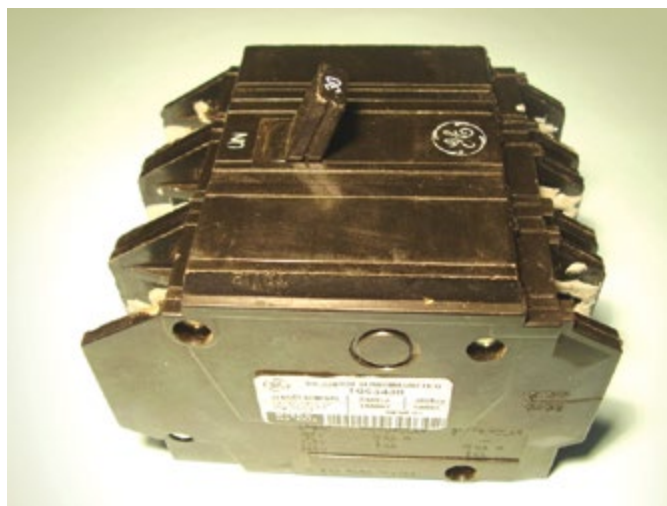
Disjuntores bipolares: possuem dois polos para ligações (duas linhas, duas fases). São utilizados em redes bifásicas.

Figura 25 – Disjuntor termomagnético bipolar.



Disjuntores tripolares: possuem três polos para ligações (três linhas, três fases). São utilizados em redes trifásicas.

Figura 26 – Disjuntor termomagnético tripolar.



Disjuntores diferenciais residuais (DDR): são constituídos de um disjuntor termomagnético acoplado a um dispositivo diferencial residual (DR). São chamados também de “interruptores diferenciais residuais”. São equipamentos de uso obrigatório, conforme a norma NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão da ABNT.

Os disjuntores termomagnéticos protegem as redes contra sobrecargas e curtos-circuitos, e os interruptores diferenciais residuais protegem as pessoas nos casos de toques acidentais ou quando a circulação de corrente diferencial residual ultrapassa um determinado valor. Os disjuntores diferenciais residuais devem ser instalados depois dos outros dispositivos de proteção do quadro de distribuição (fusíveis e disjuntores).

Todos os condutores da rede devem passar pelo DDR, inclusive o fio neutro que depois de passar por ele não poderá mais ser aterrado.

Figura 27 – Disjuntores diferenciais residuais (DDR).



Aterramento

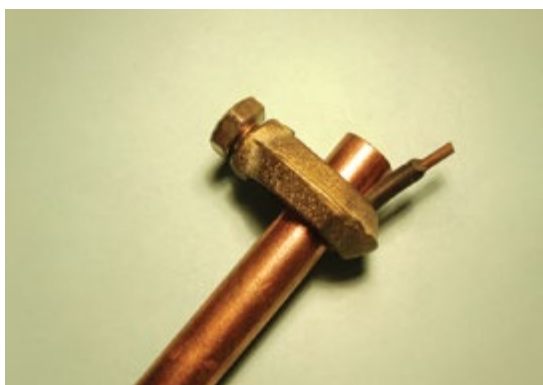
Diz-se que um equipamento elétrico está aterrado, quando ele está ligado à terra. O aterramento é importante para evitar choques ao tocar em aparelhos defeituosos. Todos os equipamentos elétricos, que estão sobre pisos de concreto, de cerâmicas, úmidos ou sobre terra, devem ser aterrados.

O aterramento consiste em introduzir no solo uma barra de ferro cobreada ou uma cantoneira galvanizada, a uma profundidade de 2,40 metros em local que não atrapalhe a movimentação em geral. Por um condutor de cobre, faz-se a ligação do corpo metálico do aparelho à barra fincada no solo (eletrodo).

O condutor terra deve acompanhar a rede interna primária (rede geral) e deve descer nas redes internas secundárias, para as tomadas com aterramento.

Para facilitar a ligação, deve-se instalar tomadas com aterramento (3 ou 4 furos de conexão). A espessura do fio terra pode ser a mesma dos outros condutores da rede interna primária ou no máximo uma bitola abaixo.

Figura 28 – Aterramento.



1. Barra de aterramento com abraçadeira.



2. Ponta da barra de aterramento cobreada.

Para-raios

A descarga atmosférica, popularmente chamada de raio, é um fenômeno natural que ocorre em todas as regiões da terra. Em todo o mundo ocorrem mais 360 mil raios

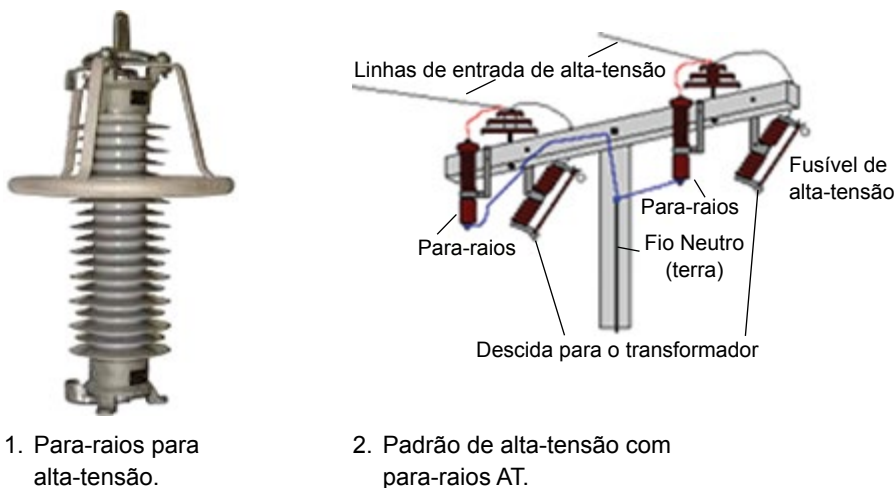
por hora (100 raios por segundo). A maior quantidade de raios do planeta cai no Brasil. Os raios causam prejuízos materiais e muitas mortes de pessoas e animais. É importante ter proteções nas construções e instalações elétricas.

Os para-raios são instalados nos pontos mais altos das construções e são ligados à terra por um cabo de cobre com o objetivo de desviar das construções os raios.

Os para-raios não atraem os raios. Eles protegem o local desviando o raio para a terra, mas podem também evitar a formação de raios descarregando para o solo a corrente acumulada antes de cair em forma de faísca. É preferível não instalar para-raios a instalá-los de maneira inadequada. As redes elétricas de alta e baixa tensão devem ter para-raios.

Para-raios para redes de alta-tensão: são instalados nas redes de alta-tensão, próximos ao transformador. Cada linha de alta-tensão deve ter um para-raios instalado antes de chegar ao transformador. As linhas são ligadas na parte superior (entrada) em cada para-raios e na parte inferior (saída) são interligadas entre si e conectadas ao fio terra. Os para-raios de alta-tensão devem ser inspecionados periodicamente e trocados quando estiverem danificados.

Figura 29 – Para-raios para redes de alta tensão.



Para-raios para redes de baixa-tensão: os para-raios de baixa-tensão protegem as instalações e equipamentos contra as descargas elétricas que possam atingir estas redes. São instalados nos postes de fim de linha em cada fase antes de chegar à edificação.

Figura 30 – Para-raios para redes de baixa-tensão.



1.4 DE MANOBRA

Manobrar um equipamento elétrico significa ligá-lo ou desligá-lo. Para esta operação existem inúmeros sistemas que são empregados conforme o tipo, operação, objetivos e dimensões do aparelho.

Os equipamentos de manobras mais comuns são:

- chaves
- contactores e relês térmicos de sobrecarga
- interruptores

Chaves: são dispositivos utilizados para ligar e desligar circuitos elétricos, manualmente.

Os tipos principais de chaves são:

- do tipo faca
- de contato blindadas
- rotativas

Chaves do tipo faca: são chaves que possuem contatos móveis em forma de facas e contatos fixos em forma de fendas. Podem ter porta-fusíveis do tipo rolha ou cartucho. A corrente máxima dos seus contatos é de 60A e a isolação do seu corpo é 250V. Estas chaves devem ser instaladas na posição vertical, de maneira que a alavanca fique desligada para baixo. Podem ser monopolares, bipolares ou tripolares.

Figura 31 – Chaves do tipo faca.



1. Chave tipo faca para antena.

2. Chave tipo faca tripolar.

3. Chave bipolar.

4. Chave tripolar.

Chaves de contato blindadas: a alavanca de acionamento é equipada com molas que asseguram a rápida abertura do circuito e, conseqüentemente, redução do arco voltaico (faísca). Normalmente, as chaves de contato são blindadas (fechadas) com fusíveis internos ou externos. A capacidade máxima de corrente é de 30A com isolação de 250V. Podem ser monopolares, bipolares ou tripolares.

Figura 32 – Chaves de contato blindadas.



1. Chave do tipo contato blindada tripolar.

2. Chave de contato tripolar aberta.

Chaves rotativas: são chaves para manobras de equipamentos cujo comando é manual, realizado por uma manopla que gira para a esquerda ou direita, sobre um eixo. Podem ser secas ou banhadas a óleo isolante.

Os tipos principais de chaves rotativas são:

- liga-desliga
- série-paralelo
- estrela-triângulo
- reversoras

Chaves rotativas liga-desliga: são chaves usadas para acionamento de motores elétricos com a ligação em partida direta. Podem ser bipolares e tripolares de acionamento simples ou duplo. A chave rotativa simples é usada para manobrar apenas um motor. A chave rotativa dupla pode manobrar dois motores separados: girando a chave para a esquerda liga um motor, na posição central, desliga, e girando para a direita liga o outro.

Figura 33 – Chave rotativa liga-desliga.



Chaves rotativas série-paralelo: são chaves próprias para manobras de motores monofásicos com potências acima de 3CV. Esses motores absorvem muita corrente no momento da partida, colocando em risco a rede de energia elétrica e o próprio motor.

As chaves série-paralelo são rotativas e permitem uma partida aliviada chamada “partida indireta” ou “partida em dois tempos”. A chave possui 3 posições: à direita é a partida aliviada (em série), à esquerda é a posição de serviço (em paralelo) e a posição central é desligada.

Figura 34 – Chave rotativa série-paralelo.



Chaves rotativas estrela-triângulo: são próprias para manobras de motores trifásicos com potências acima de 5CV. Da mesma forma que os motores monofásicos a partida deve ser indireta (em dois tempos). Essas chaves possuem 3 posições: à direita é a partida aliviada (em estrela-380V), à esquerda é a posição de serviço (em triângulo-220V) e a posição central é desligada.

Figura 35 – Chave rotativa estrela-triângulo.



Chaves rotativas reversoras: são chaves rotativas destinadas ao acionamento de motores que necessitam de inversão de rotação.

Figura 36 – Chave rotativa reversora.



Contactores: são chaves de acionamento eletromagnético, que possuem contatos para ligar motores elétricos. Quando a manobra de motores for feita a distância, é preciso utilizar contactores, que são dispositivos próprios para esta operação.

Os contactores devem ser instalados o mais próximo possível do motor e da rede principal. Somente o comando pode ficar a distância em local reservado. O acionamento de um contactor é feito pela ação da corrente elétrica numa bobina que está no seu interior e que forma um campo magnético fechando os contatos.

Ao desligar o comando, a bobina deixa de receber corrente, encerra o campo magnético e os contatos se afastam pela ação de molas.

Figura 37 – Contactores, bloco de contato e bobinas.



1. Contactor.



2. Contactor.



3. Bloco de contatos auxiliares.



4. Bobinas de contactores.

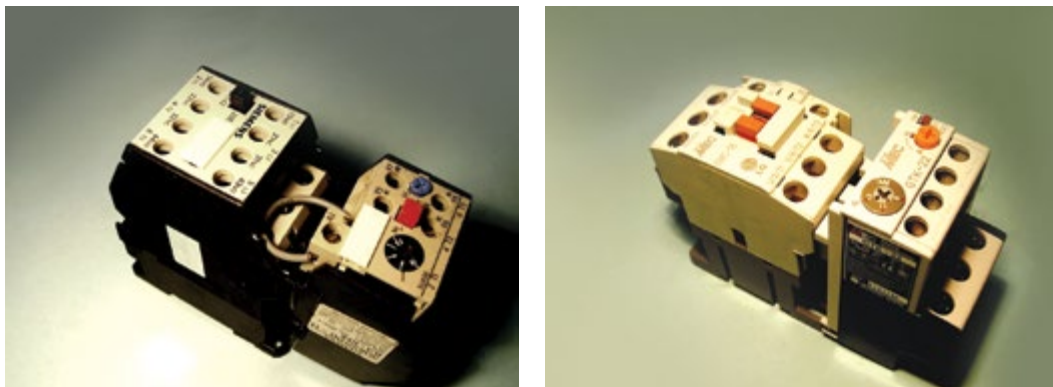
Relês térmicos de sobrecarga: são chamados também de relês bimetálicos. São dispositivos de proteção utilizados para interromper o fornecimento de corrente para o contactor em caso de sobrecargas no circuito. Desarma pela ação térmica da corrente de sobrecarga. O relê térmico deve ser instalado sempre em conjunto com um contactor, principalmente em sistemas de comando automático.

Figura 38 – Modelos de relês térmicos.



O conjunto formado pelo contactor e relê térmico chama-se “chave magnética”.

Figura 39 – Modelos de chaves magnéticas (contactor e relê).



Interruptores

São os dispositivos de manobra mais comuns nas instalações elétricas. Ao adquirir um interruptor, deve-se verificar o tipo e a sua aplicação, a corrente em amperes (A) dos seus contatos, e a isolação da sua carcaça em volts (V).

Quanto à instalação, os interruptores podem ser: externos (sobrepôr) e internos (embutir), pendentes (pendurados), parafusados, de bocais rosqueados e de encaixe.

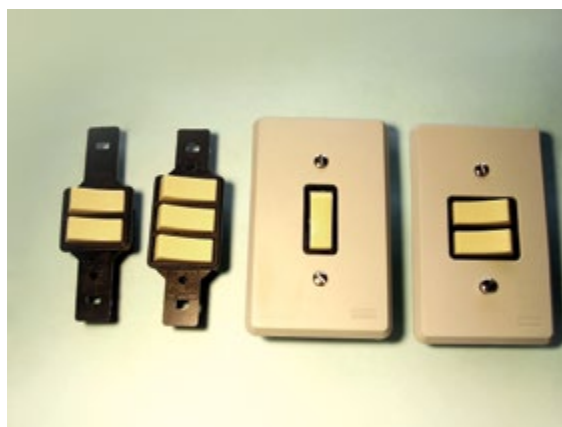
Interruptores externos (sobrepôr): são utilizados em construções de madeira e parafusados na superfície da parede.

Figura 40 – Modelos de interruptores externos.



Interruptores internos (embutir): são instalados em caixas de passagem e encobertos por uma tampa (espelho). São usados principalmente em construções de alvenaria.

Figura 41 – Modelos de interruptores internos.



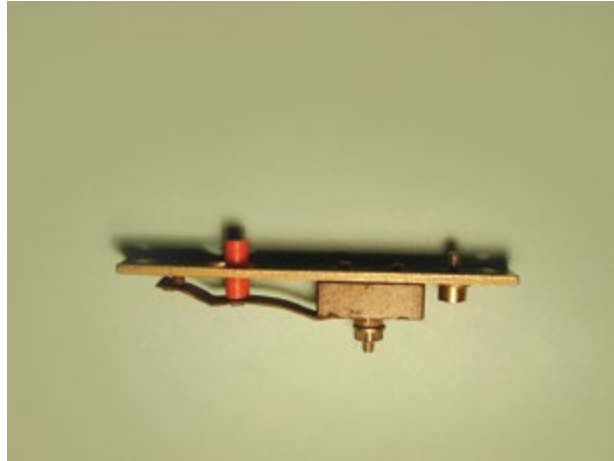
Interruptores pendentes: chamados também de interruptores do tipo “pera”.

Figura 42 – Interruptor pendente (pera).



Interruptores parafusados: normalmente são embutidos e parafusados em caixões de portas e janelas. São próprios para o disparo de alarmes, quando se abrem portas ou janelas.

Figura 43 – Interruptor próprio para alarmes.



Interruptores de bocais rosqueados: são conhecidos como interruptores “NIP” do inglês “*niple*”. São usados geralmente em eletrodomésticos e painéis.

Figura 44 – Interruptores “*niple*”.



Interruptores de encaixe: são interruptores de fixação por encaixe, usados em diversos equipamentos elétricos e em eletrodomésticos em geral.

Figura 45 – Interruptores de encaixe.



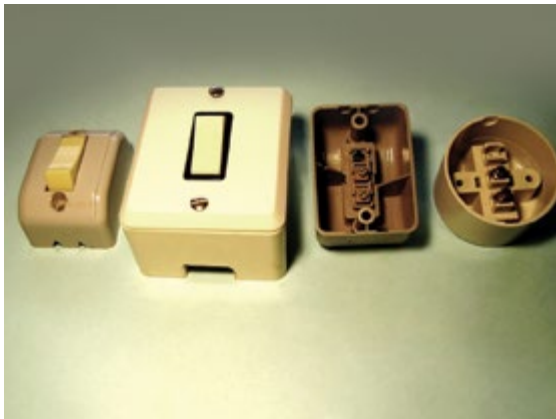
Existe uma variedade muito grande de interruptores. Os tipos vão depender da sua finalidade e do local de aplicação.

Quanto à função, os interruptores podem ser de:

- uma tecla simples
- duas teclas simples (duplos)
- três teclas simples (triplos)
- uma tecla paralela
- duas teclas paralelas
- uma tecla intermediária
- uma tecla de pressão (tecla retrátil)

Uma tecla simples: possuem apenas um comando (uma tecla).

Figura 46 – Interruptores de uma tecla simples.



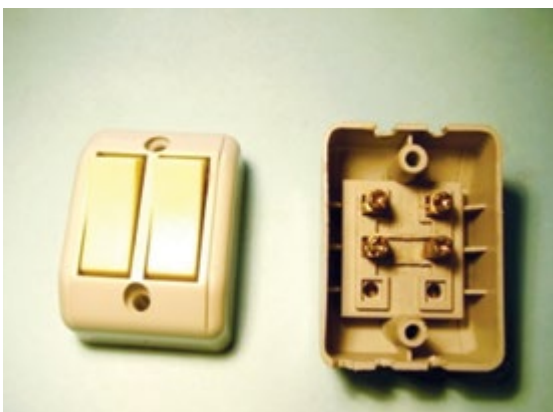
1. Externos.



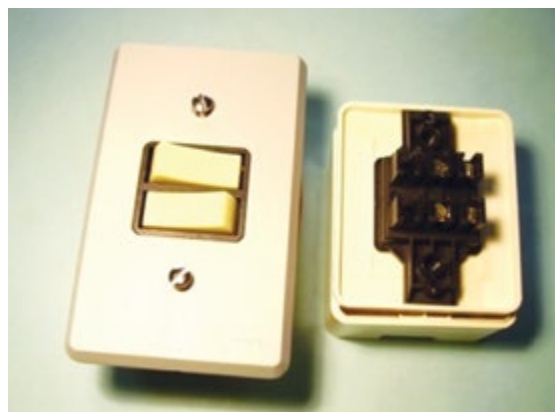
2. Internos.

Duas teclas simples (duplo): possuem duas teclas. São usados para comandar dois pontos em locais diferentes.

Figura 47 – Interruptores de duas teclas simples (duplos).



1. Externos



2. Internos

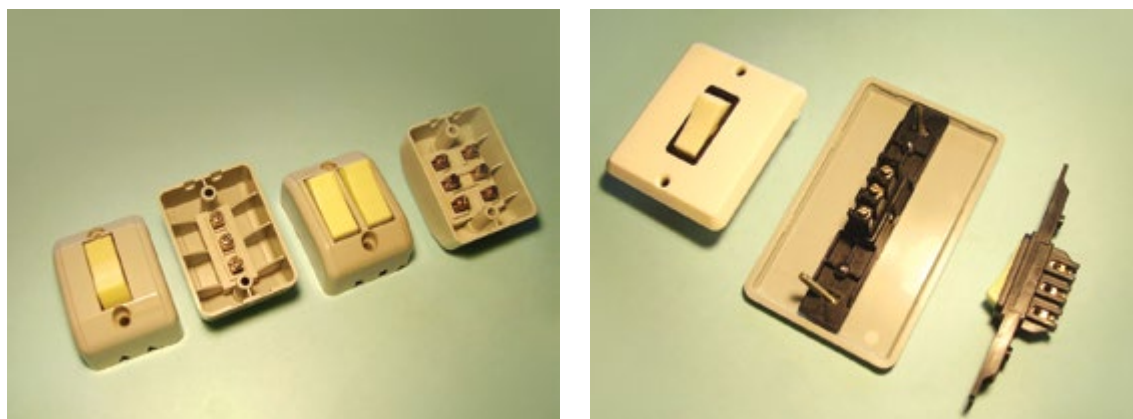
Três teclas simples (triplo): possuem três teclas para comandar três pontos em locais diferentes.

Figura 48 – Interruptores de três teclas simples (triplos).



Uma tecla paralela: possuem apenas uma tecla com duas posições de acionamento. A ligação é feita em três pinos. São usados para comandar um único ponto e trabalhar em conjunto com dois interruptores.

Figura 49 – Interruptores de uma e duas teclas (paralelos).

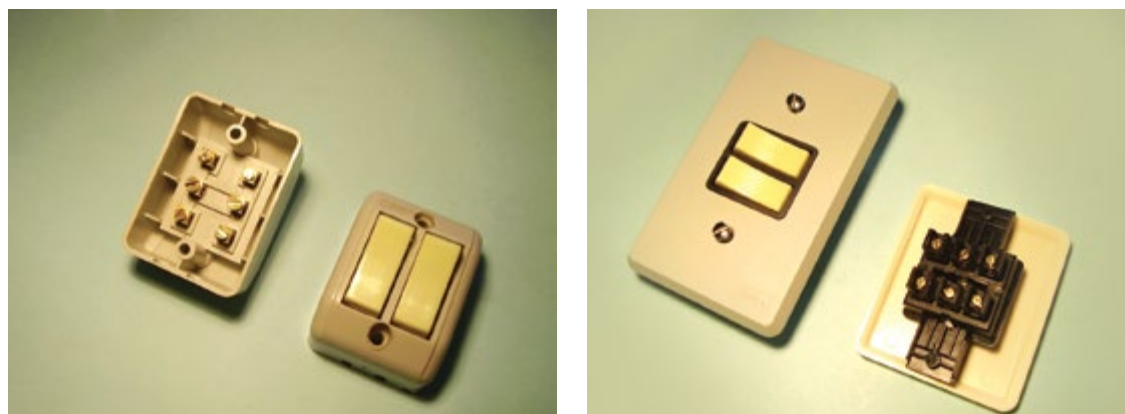


1. Externos.

2. Internos.

Duas teclas paralelas: possuem duas teclas com duas posições de acionamento. A ligação é feita em dois conjuntos de três pinos.

Figura 50 – Interruptores de duas teclas (paralelos).

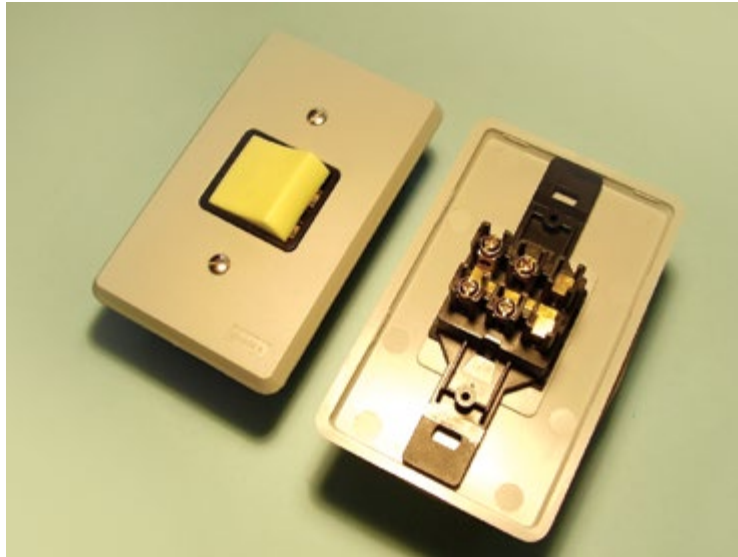


1. Externos.

2. Internos.

Uma tecla intermediária: possuem duas teclas coladas formando apenas uma e duas posições, para comandar um único ponto. A ligação é feita em quatro pinos. Os interruptores intermediários trabalham em conjunto com dois interruptores paralelos. Podem ser instalados tantos interruptores intermediários quantos forem necessários.

Figura 51 – Interruptor intermediário.



Uma tecla de pressão (tecla retrátil): são interruptores com molas para retorno da tecla. São utilizados para ligações de cigarras e campainhas.

Figura 52 – Interruptor de pressão.



1.5 AUXILIARES

Podemos considerar como materiais auxiliares uma série de aparelhos e dispositivos que auxiliam e complementam os circuitos elétricos.

Os principais materiais auxiliares são:

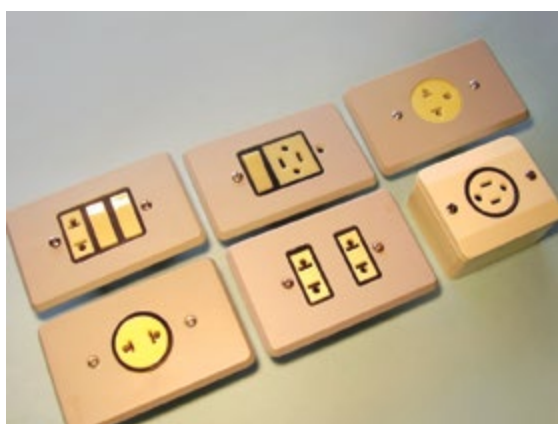
- tomadas
- plugues
- bocais de lâmpadas
- conectores
- terminais
- lâmpadas
- reatores
- *starters*

Tomadas

São dispositivos onde se conectam os aparelhos elétricos para captarem energia. O material de isolamento usado é o baquelite, plástico e porcelana. Os seus contatos são feitos de latão ou bronze. Quanto à fixação, as tomadas podem ser internas (de embutir) ou externas (sobrepôr). As tomadas internas são usadas em caixas de passagens nas construções de alvenaria e as externas nas construções de madeira. Quanto ao número de polos, podem ser bipolares, tripolares e quadripolares. Podem ser simples ou com aterramento.

Ao adquirir tomadas é preciso levar em consideração a corrente suportada pelos seus contatos em Amperes e a isolamento da sua carcaça em Volts. Ex: 10A x 250V, 15A x 250V, 20A x 250V, 30A x 250V, 30A x 500V.

Figura 53 – Tomadas diversas.



1. Internas.



2. Externas.

Plugues

São dispositivos instalados nas extremidades dos cabos (extensões), para serem conectados nas tomadas (macho e fêmea). Podem ser chamados também de “pinos macho

e fêmea”. Quanto ao número de polos, podem ser: bipolares, tripolares e quadripolares. Os pinos podem ser “chatos” ou “redondos”. Assim como as tomadas, os pinos podem ser simples ou com aterramento.

O pino “T” é um dispositivo que pode ser usado para conectar até três aparelhos na mesma tomada. É preciso tomar cuidado para não provocar sobrecargas na tomada e nem na rede. A soma das correntes dos aparelhos não pode ultrapassar a capacidade do pino “T”.

Figura 54 – Plugues diversos.



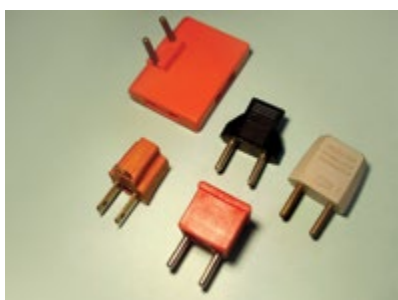
1. Plugues machos.



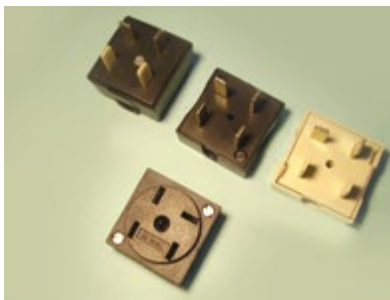
2. Pinos “T”.



3. Plugues fêmeas.



4. Plugues adaptadores.



5. Plugues e tomadas para telefone.

Norma NBR 14.136

Uma nova norma está sendo implantada no Brasil para padronizar plugues e tomadas. A Norma NBR 14.136 regulamentará, a partir de 2011, a fabricação e o uso dos plugues e tomadas com o objetivo de aumentar a segurança dos usuários.

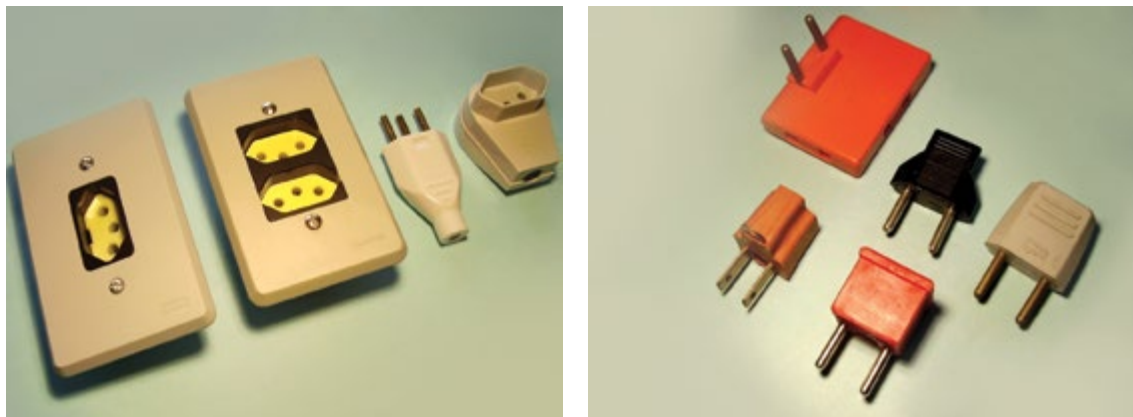
A regulamentação baseia-se no uso seguro de tomadas e plugues, principalmente no que diz respeito a choques elétricos. As tomadas possuem um encaixe em profundidade que impossibilita o contato do usuário com os pinos dos plugues.

Além disso, a nova norma regulamenta a capacidade de tomadas e plugues, que são fabricados com a corrente dos seus contatos já determinados, podendo ser encontrados nas correntes de 10 e 20A. Os pinos de 10A são mais finos que os de 20A assim como as tomadas.

Os plugues terão 3 pinos redondos desencontrados. O pino central (dos plugues e tomadas) é destinado ao aterramento. Os plugues com pinos redondos da norma anterior

podem ser utilizados normalmente nas novas tomadas e, se não houver combinação, podem ser adquiridos adaptadores no comércio.

Figura 55 – Plugues, tomadas e adaptadores da nova norma NBR 14.136.



Bocais de lâmpadas

São também chamados de “suportes de lâmpadas”, “porta lâmpadas” e “soquetes”. O material de isolamento é a porcelana ou o baquelite. Os contatos podem ser de latão, cobre ou ligas de bronze.

As roscas dos soquetes de lâmpadas incandescentes são chamadas de “roscas Edison” e padronizadas como “E-27”. Quanto à fixação os soquetes podem ser fixos ou pendentes. Os soquetes fixos são parafusados com um ou dois parafusos e os pendentes são pendurados pelos próprios fios.

Figura 56 – Bocais de lâmpadas.



1. Fixos.

2. Pendentes.

Conectores

São dispositivos para facilitar a conexão entre dois condutores.

Os conectores mais comuns são:

- *roll-on*
- dado
- terminal de pressão
- de parafuso fendido

Conectores *roll-on*: são muito utilizados para conectar cabos flexíveis por facilitar a operação, além de garantir um bom contato.

Figura 57 – Conectores do tipo *roll-on*.



Conectores tipo dado: São fabricados para fios de até 4mm² (10 AWG). Podem ser encontrados em forma de “dado” ou “bloco de terminais”, usados para emendar condutores. O material usado na isolação é a porcelana ou plástico. A fixação dos condutores é feita por meio de parafusos.

Figura 58 – Conectores do tipo dado e bloco de terminais.



Conectores do tipo terminal de pressão e de parafuso fendido: podem ser encontrados em diversos tipos e, geralmente, não possuem isolação. São utilizados principalmente nas redes externas.

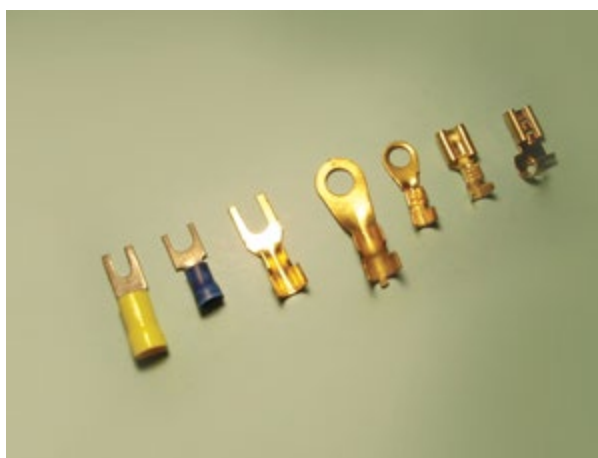
Figura 59 – Conector terminal de pressão e conectores de parafuso fendido.



Terminais

São dispositivos que são fixados (soldados) nas pontas dos condutores para permitir conexões rápidas, seguras e de fácil manutenção. São fixados com parafusos ou são encaixados. Em pequenos circuitos, que exigem melhor acabamento, podem-se usar terminais isolados ou não. Podem ser de sapata “redonda”, “garfo” e “de encaixe”.

Figura 60 – Terminais diversos.



Lâmpadas

As lâmpadas elétricas podem ser usadas para diversos fins como: iluminação, sinalização, decorações e outros.

Os tipos mais comuns de lâmpadas são:

- incandescentes
- de descarga
- dicróicas

Lâmpadas incandescentes: o seu funcionamento baseia-se no aquecimento do filamento de tungstênio (metal resistente a altas temperaturas, em forma de fio muito fino e enrolado), que ocorre durante a passagem da corrente elétrica.

As lâmpadas incandescentes são fabricadas com bulbo de vidro temperado e a vácuo para evitar a queima do filamento. Até 40W são somente a vácuo e acima desta potência, além de serem a vácuo, é injetado um gás inerte no interior.

Figura 61 – Lâmpada incandescente.



Tensões normais das lâmpadas – Volts (V) devem ser um pouco acima a da rede.
Ex: 127V, 130V, 220V, 230V, 240V.

Potências – Watts (W) determina a capacidade de luminosidade e o consumo de energia por hora de funcionamento.

Ex: 25W, 30W, 36W, 40W, 60W, 96W, 100W, etc.

Existe uma variedade muito grande de lâmpadas incandescentes, fabricadas conforme a aplicação. Os tipos variam na potência e forma dos seus bulbos.

Figura 62 – Lâmpadas incandescentes diversas.



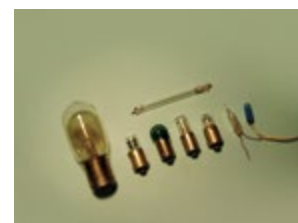
1. Decorativas.



2. De iluminação.



3. Lâmpadas miniaturas.



4. De sinalização.

Lâmpadas de descarga: nestas lâmpadas a emissão da luz não é produzida pelo aquecimento de um filamento, mas pela extinção de gases ou vapores metálicos dentro de um tubo de vidro. A luz é produzida pela descarga de uma corrente elétrica através de um gás ou vapor.

Lâmpada fluorescente: é uma lâmpada de descarga constituída de um tubo de vidro revestido internamente com material fluorescente. Possui eletrodos metálicos de tungstênio em suas extremidades e vapor de mercúrio a baixa pressão no interior. Contém pequena quantidade de gás argônio para facilitar a partida.

Funcionamento das lâmpadas fluorescentes

Os eletrodos das extremidades emitem elétrons que, atingindo o vapor de mercúrio e o gás argônio, produzem raios ultravioletas que excitam o fósforo produzindo a luz. Funcionam por ionização de gases.

Ao ligar, ocorre uma ionização do “gás neon” do *starter*, provocando o aquecimento da lâmina bimetálica e o seu fechamento, fechando o circuito elétrico. Haverá aquecimento dos eletrodos da lâmpada, provocando a descarga entre eles e gerando o arco elétrico de uma ponta a outra.

Depois de alguns segundos o *starter* interrompe seus contatos e corta a corrente do circuito. Como não há corrente no reator, não ocorre queda de tensão e, por isso, a tensão disponível entre os filamentos é de 120V, suficiente para acender a lâmpada. Depois de acesa, o reator provoca uma queda de tensão no circuito para 60V passando pela lâmpada.

O reator tem dupla função: “proporcionar condições de partida da lâmpada” e depois, “limitar a tensão durante o funcionamento”. Uma lâmpada de 20W necessita de uma tensão de partida de 120V e a de funcionamento, 60V, enquanto para a lâmpada de 40W, esses valores são 220 e 110V, respectivamente.

Figura 63 – Lâmpadas fluorescentes.



Materiais auxiliares para lâmpadas fluorescentes

Reatores: são equipamentos que proporcionam variações de tensões para a partida e funcionamento das lâmpadas fluorescentes.

Quanto ao tipo construtivo, os reatores podem ser:

- transformadores
- eletrônicos

Reatores tipo transformador: são tipos de “autotransformadores”, com enrolamento de fios esmaltados.

Quanto ao funcionamento, os reatores podem ser:

- convencionais
- partida rápida

Reatores convencionais: são utilizados nas ligações convencionais (comuns). Precisam da ajuda de *starters* para a partida da lâmpada.

Figura 64 – Reator do tipo transformador convencional.



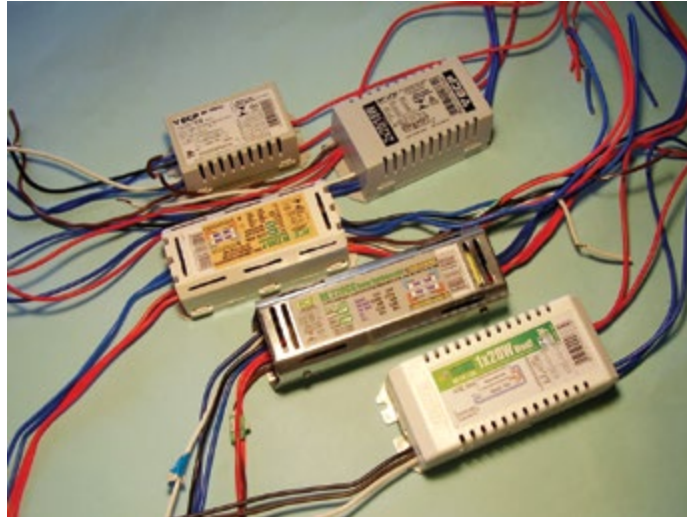
Reatores partida rápida: proporcionam o acendimento rápido das lâmpadas. Dispensam o uso de *starters* para a partida.

Figura 65 – Reatores do tipo transformador partida rápida.



Reatores eletrônicos: são constituídos de circuitos eletrônicos. A variação da tensão para a partida e funcionamento das lâmpadas é feita eletronicamente. Não possuem transformadores.

Figura 66 – Reatores eletrônicos.



Os reatores podem ser simples (para uma lâmpada), e duplos (para duas lâmpadas).

Lâmpadas fluorescentes compactas: têm uma vida útil maior que as incandescentes e um menor consumo de energia. Essas lâmpadas possuem reatores eletrônicos embutidos com rosca no padrão E-27. Ainda são encontradas no mercado com preços um pouco elevados e com potências baixas.

Figura 67 – Lâmpada fluorescente compacta.



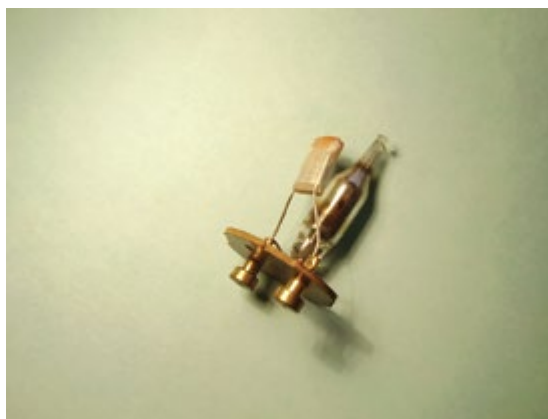
Starters: são componentes que ajudam os reatores na partida das lâmpadas fluorescentes. Dentro de cada *starter* existe um condensador em paralelo para absorver as centelhas e evitar as interferências nos rádios. Os contatos dos *starters* estão inseridos dentro de uma ampola de vidro cheia de gás neon.

Devem ser adquiridos de acordo com as potências das lâmpadas a serem instaladas. Para lâmpadas de 20W, usar *starters* de 20W (FS2). Para lâmpadas de 40W, utilizar *starters* de 40W (FS4).

Figura 68 – Starters.



1. Starters encapsulados.



2. Starters abertos com condensador e ampola de gás.

Porta *starter*: é o suporte onde se conectam os *starters*, com fixação rápida, para facilitar a sua substituição.

Figura 69 – Soquete com porta *starter* e porta *starter* de rabicho.



Soquetes ou receptáculos: são suportes onde se fixam as lâmpadas fluorescentes. Normalmente os receptáculos já vêm montados nas calhas e lustres, mas podem ser adquiridos separadamente.

Figura 70 – Soquetes ou receptáculos.



REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14136: plugues. **Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20A/250V em corrente alternada: padronização.** São Paulo, 2008.

MEDEIROS, Francisco de Paula. **Eletricista: módulo I.** Curitiba: SENAR-PR, 2004. 80p.

OCCIDENTAL SCHOOLS. **Curso de eletrotécnica e refrigeração.** São Paulo, 1982.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL

Administração Regional do Estado do Paraná

Rua Marechal Deodoro, 450 - 16º andar

Fone: (41) 2106-0401 - Fax: (41) 3323-1779

80010-910 - Curitiba - Paraná

e-mail: senarpr@senarpr.org.br

www.sistemafaep.org.br