

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA

CURSO TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS I
Integrado – 3ª Fase

Autores:
Carlos Ernani da Veiga
Walcir Miot Fernandes

SEMESTRE 1 / 2010

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	1
1 NORMAS DE FUNCIONAMENTO DO LABORATÓRIO	1
1.1 Introdução	1
1.2 Regras gerais.....	1
1.3 Observações importantes	2
1.4 Disciplina no trabalho.....	2
CAPÍTULO II	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2 FERRAMENTAS	3
2.1 Introdução	3
2.2 Ferramenta apropriada	3
2.3 Condições	3
2.4 Habilidade	3
2.5 Tipos	3
2.6 Especificação e manutenção de ferramentas.....	9
2.7 Manutenção	10
2.8 Exercícios propostos.....	Erro! Indicador não definido.
CAPÍTULO III	11
3 CONDUTORES E ISOLANTES	11
3.1 Condutores elétricos	11
3.2 Materiais isolantes	16
CAPÍTULO IV	18
4 EMENDAS E CONEXÕES	18
4.1 Introdução	18
4.2 Que características deve apresentar uma boa emenda?	18
4.3 Roteiro para a confecção de uma boa emenda.....	19
4.4 Tipos de Emendas	22
4.5 Conexões	24
4.6 O uso de conectores.....	25
4.7 Outras tecnologias	26
CAPÍTULO V	27
5 ILUMINAÇÃO INCANDESCENTE.....	27
5.1 Introdução	27
5.2 Partes principais de uma lâmpada incandescente (Figura 29):	27
5.3 Princípio de funcionamento	Erro! Indicador não definido.
CAPÍTULO VI	31
6 INSTALAÇÕES RESIDENCIAIS	31
6.1 Introdução	31
6.2 Especificações técnicas	31
6.3 Interruptores.....	32

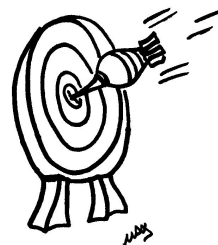
6.4 Tomadas	39
6.5 Receptáculo	42
6.6 Instalação de lâmpadas com o uso de interruptores	43
6.7 Regulador de luminosidade (Dimmer)	47
6.8 Campainha e cigarra	48
6.9 Minutaria	49
6.10 Relê fotoelétrico	51
6.11 Sensor de presença	52
6.12 Exercícios propostos	54

Capítulo I

1 NORMAS DE FUNCIONAMENTO DO LABORATÓRIO

Conhecimento e habilidades a serem desenvolvidas:

- Manter organizado o ambiente de trabalho;
- Executar instalações elétricas com mais segurança;
- Conhecer regras de funcionamento do laboratório.



1.1 Introdução

Este capítulo tem por finalidade apresentar as regras gerais para a execução de trabalhos práticos no âmbito do Laboratório de Instalações Elétricas do Curso de Eletrotécnica do IFSC.

Como trabalhar com a eletricidade é muito perigoso, principalmente porque não é visível, temos que ser rigorosos com a disciplina e responsabilidade, pois será assim que deveremos nos portar na vida profissional.

1.2 Regras gerais

Antes do início das atividades práticas em laboratório, os alunos deverão receber, por parte do professor, as informações teóricas necessárias para sua execução. Em seguida, cada equipe de alunos receberá no almoxarifado o material necessário para ingressar no laboratório.

Estando no interior do laboratório, diante da bancada de trabalho, os seguintes procedimentos deverão ser executados:

- a) Verificar o estado do material básico das bancadas (cabos, extensões, pranchetas e ponteiras);
- b) Verificar o estado das ferramentas e do material a ser utilizado;
- c) Ler o esquema e estudar o arranjo da montagem visando à utilização econômica do material e ao atendimento dos padrões de estética;
- d) Fixar firmemente todos os dispositivos do circuito;
- e) Executar a montagem rigorosamente dentro das normas vigentes, bem com aplicar corretamente as técnicas de emendas e conexões existentes;
- f) Evitar, dentro do possível, emendas e picotes nos condutores visando ao reaproveitamento;
- g) Reaproveitar, sempre que possível, todos os pedaços de fios;
- h) Verificar se os dispositivos de proteção são compatíveis com a capacidade nominal dos condutores e equipamentos;
- i) Concluída a montagem, retirar da prancheta todo o material estranho ao circuito (ferramentas, sobras de condutores, etc.);
- j) Conferir todas as ligações de acordo com o esquema e solicitar a presença do professor para energizar o circuito;

- k) Verificar a continuidade do circuito alimentador e dos dispositivos de proteção, antes de testar o funcionamento da montagem;
- l) Quando em funcionamento, proceder as medições, observações e manobras que possam trazer o maior número possível de informações conclusivas da experiência;
- m) Concluída a experiência, primeiramente desenergizar e desconectar o circuito da fonte de alimentação para posterior desmontagem;
- n) Executar cuidadosamente a desmontagem, visando à integridade dos componentes e ao reaproveitamento dos condutores;
- o) Entregar bancada de trabalho e piso limpos, conferir todo o material utilizado para devolvê-lo ao almoxarifado;
- p) Recolher todos os acessórios utilizados, tais como: cabos, extensões, ponteiros e fios, que deverão ser devolvidos ou guardados da mesma forma como foram recebidos;
- q) Retornar à sala de aula para esquematizar a ficha técnica ou relatório da experiência e discutir os resultados, após a conclusão do trabalho prático.

1.3 Observações importantes

- Desde que constatadas negligências ou uso indevido, toda e qualquer avaria ou falta de material implicará avaliação negativa por parte do professor e/ou exigência de reposição de tal material;
- Não é permitida, sem prévia autorização, a circulação pelo laboratório, bem como a aglomeração em torno de outras equipes;
- Não é permitida a transferência de qualquer material básico de uma bancada para outra.

1.4 Disciplina no trabalho

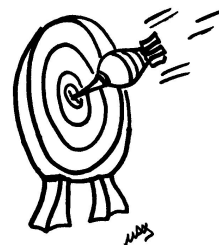
Para que o aluno, durante as aulas práticas, possa vivenciar situações cada vez mais representativas da vida profissional futura, será cobrada a prática de hábitos e atitudes de um bom profissional, tais como:

- Pontualidade: não chegar atrasado;
- Assiduidade: não faltar;
- Responsabilidade: respeitar os prazos para a entrega de trabalhos, zelar pela integridade do material e ferramentas;
- Organização: nas experiências, relatórios, esquemas de ligação, conteúdos e no laboratório de modo geral;
- Segurança: seguir as normas e regras na execução dos trabalhos;
- Higiene: pessoal, da sala de aula, do laboratório;
- Apresentação: uso de vestimenta adequada;
- Educação: bons modos;
- Iniciativa e disposição para o trabalho.

2 FERRAMENTAS

Competências a serem atingidas:

- Conhecer as ferramentas usadas em instalações elétricas, bem como utilizar a ferramenta correta para uma determinada tarefa;
- Especificar ferramentas.



2.1 Introdução

O objetivo das ferramentas é facilitar a execução das tarefas com rapidez, eficiência, boa aparência e segurança. Para tanto, devemos usar a ferramenta apropriada e em boas condições.

2.2 Ferramenta apropriada

A escolha da ferramenta apropriada está relacionada com o tipo e o dimensionamento da mesma, por exemplo, o tamanho.

2.3 Condições

Trata-se da saúde da ferramenta e, para mantê-la, devemos proporcionar manutenções periódicas e adequadas, dessa forma a segurança do operador não será esquecida.

2.4 Habilidade

A habilidade com as ferramentas é uma qualidade que se desenvolve com o uso das mesmas. A intimidade com o que estamos manuseando nos proporciona um melhor desempenho.

2.5 Tipos

2.5.1 Alicates

Com os alicates, executamos várias tarefas como: prender, sacar, cortar e deformar. Eles têm basicamente a mesma aparência, uma pinça com apoio no centro (uma alavanca interfixa). Conheça os mais usados na execução de uma instalação elétrica:

2.5.1.1 Alicate universal

Este alicate é dotado de mandíbulas serrilhadas, sendo a parte anterior plana; a intermediária, curva e, posteriormente, uma parte para cortes transversais. Podemos observá-lo na Figura 1.



Figura 1 - Alicate universal.

2.5.1.2 Alicate de corte lateral

Podemos identificar o alicate de corte lateral na Figura 2, nós a utilizamos para cortar condutores. O limite máximo do diâmetro do condutor a ser seccionado está relacionado com o porte da ferramenta.

Com a falta de uma ferramenta apropriada e tendo boa habilidade, o usuário poderá usar esta ferramenta para desencapar condutores, porém deve ter o cuidado para não danificá-lo.



Figura 2 - Alicate de corte.

2.5.1.3 Alicate de bico cônico (Figura 3)

O alicate de bico cônico é utilizado para segurar peças de pequenas dimensões em locais com espaço reduzidos.

É constituído basicamente por duas mandíbulas longas, em cujo interior há serrilhas que apresentam variações de conformação, ou seja, podem ser curvas arredondadas ou ter forma de meia cana.

Utilizamos este alicate na confecção de olhais (conformação apropriada dada aos condutores para serem presos por parafusos)

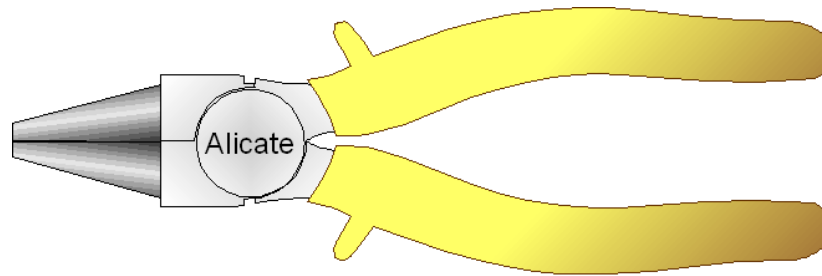


Figura 3 - Alicate de bico cônico.

2.5.1.4 Alicate desencapador (Figura 4)

Encontramos no mercado uma grande variação desse tipo de alicate, com diferentes graus de sofisticação, todos com o objetivo de remover a camada de isolante que recobre os condutores sem danificá-los.

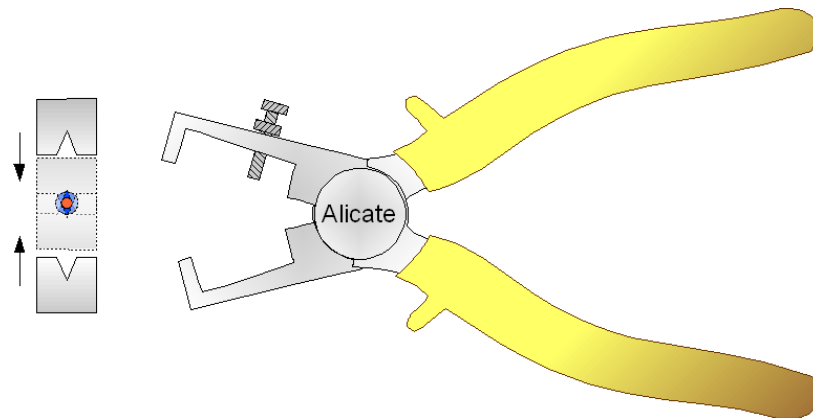


Figura 4 - Alicate desencapador.

2.5.1.5 Canivete (Figura 5)

O canivete é utilizado para efetuar a retirada de isolante de condutores elétricos. Deve ser mantido com a lâmina em boas condições de corte para evitar o esmagamento do fio condutor.



Figura 5 - Canivete.

2.5.2 Chaves

As chaves são utilizadas onde existir parafusos próprios para elas.

2.5.2.1 Chaves de fenda (Figura 6)

As chaves de fenda são constituídas basicamente de uma haste metálica, possuindo, em uma extremidade, uma empunhadura de material isolante apropriada para aplicarmos pressão e rotação e, na outra, uma conformação adequada que permite conexão da chave ao parafuso.

A especificação das chaves de fenda resume-se em definir o comprimento da haste e a largura da lâmina que será acoplada à fenda do parafuso, junto com a tensão de isolamento, o fabricante e o modelo.

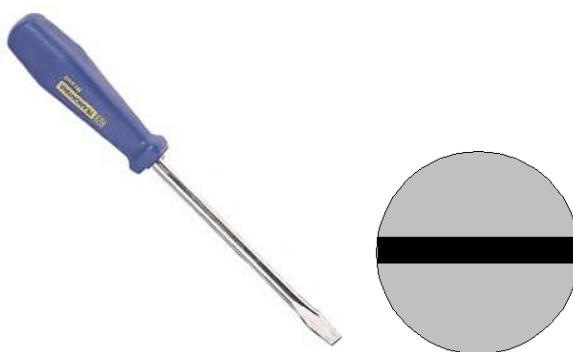


Figura 6 - Chave de fenda.

2.5.2.2 Chave philips (Figura 7)

A chave philips possui a mesma constituição das chaves de fenda, o que difere é a conformação de acoplamento ao parafuso que se apresenta em forma de cruz.

Para a especificação das chaves philips, devemos fornecer o diâmetro da parte que irá acoplar ao parafuso (cruz), junto com a tensão de isolamento, o comprimento da haste, o fabricante e o modelo.



Figura 7 - Chave philips.

2.5.2.3 Chave teste (Figura 8)

A chave de teste existe no mercado em vários formatos. São constituídas basicamente de uma lâmpada néon, uma resistência para limitar a corrente a valores suficientes para acender a lâmpada e não colocar em risco o usuário e, também, não causar sensações desagradáveis. São conhecidas também como “busca-pólos” ou “neon light”. Esse equipamento deve ser empregado em instalações de baixa tensão. Para constatar se o circuito está energizado ou não, recomenda-se uma certa experiência do usuário, para não se deixar enganar por tensões induzidas (tensão fantasma) em condutores de circuitos abertos colocados paralelamente a condutores energizados, quando for verificar se o circuito está energizado ou não.



Figura 8 - Chave de teste.

2.5.3 Outras ferramentas

Além de alicates e chaves, temos várias outras ferramentas que possuem funções importantes.

2.5.3.1 Tarraxa (Figura 9)

A tarraxa é usada para abrir os filetes da rosca nas extremidades de tubos a fim de proporcionar a conexão dos mesmos. Empregamos esta ferramenta em instalações embutidas em que usamos **eletrodutos**.

Normalmente, as tarraxas são compostas pelo desandador, cocinete e um guia, esses dois últimos devem estar de acordo com a bitola do eletroduto. Vale ressaltar que as tarraxas usadas em eletrodutos de PVC não são as mesmas usadas em eletroduto de metal.

Eletroduto - Tubulação que pode ser de ferro, de PVC ou outro material, que abriga os condutores de uma determinada instalação elétrica.

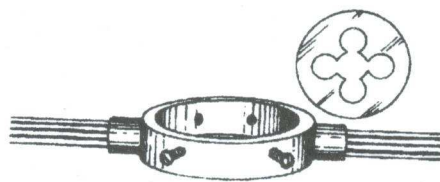


Figura 9 - Tarraxa

2.5.3.2 Fita guia

A fita guia é constituída de um corpo filiforme. Em uma extremidade possui uma parte mais flexível que permite que a fita siga dentro dos eletrodutos e, na outra extremidade, é dotada de um dispositivo que permite prender os condutores para que sejam puxados. No corpo, são usados vários materiais com boa resistência. Seu tamanho também varia, com o objetivo de atender à necessidade do usuário. São conhecidas também como “passa fios”.

Dicas:

- Quando os condutores apresentarem muita dificuldade para serem colocados dentro dos eletrodutos, não devemos apenas puxar pela fita guia, mas, em conjunto, forçarmos os condutores para dentro dos eletrodutos, usando também algum lubrificante, como por exemplo; talco industrial, vaselina, etc. desde que não ataquem a isolação do condutor.
- Sempre que for acrescentar um condutor em um eletroduto que já possui uma fiação anterior, deveremos primeiro remover os condutores existentes e, após isso, acrescentar os novos condutores junto com os antigos para executar a enfição. Este processo evita que seja danificado o isolamento dos condutores.

2.5.3.3 Ferro de soldar (Figura 10)

A sua principal utilidade do ferro de solda é fundir o estanho, usado na união de peças metálicas nas instalações elétricas, com a finalidade de proporcionar uma baixa resistência nas conexões, maior resistência mecânica e dificultar o aparecimento de oxidação.

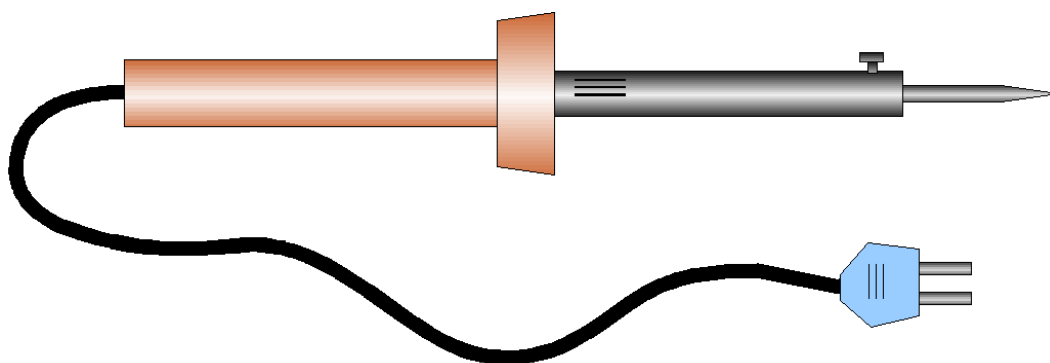


Figura 10 - Ferro de solda.

Para alcançar a temperatura de fusão do estanho (na verdade, liga de estanho e chumbo), comumente dispomos de duas fontes de calor, o uso do GLP ou da eletricidade. Nesta última, de conhecimento mais popular, o calor gerado é concentrado em uma ponta metálica, normalmente de cobre, variando

de tamanho de acordo com a quantidade de estanho a ser fundido, para atender o trabalho a executar. Quando os ferros de solda são elétricos, o seu tamanho está relacionado com a potência em Watt.

*OBS.: O processo conhecido como “solda a estanho”, tecnicamente é denominado de **brasagem**.*

2.6 Especificação e manutenção de ferramentas

Especificar uma ferramenta, assim como qualquer dispositivo ou equipamento, é informar:

- a) seu nome;
- b) suas características;
- c) suas dimensões;
- d) fabricante.

A correta especificação garante a compra e o recebimento da ferramenta que realmente se deseja obter.

Portanto, ao especificá-la, temos que informar os itens acima mencionados. Vejamos como isso deve ser feito.

2.6.1 Como especificar

2.6.1.1 Exemplo 1: Chave de Fenda

- a) **Seu nome:** informa-se apenas o nome da ferramenta.

Ex. : Chave de fenda

- b) **Suas características:** informam-se as principais características ou as mais importantes.

Ex : com cabo **isolado**, com haste cilíndrica de aço cromado.

Se o valor da tensão não for especificado, subentende-se a tensão mínima de 750V.

- c) **Suas dimensões:** podem ser em milímetros ou em polegadas. No caso de chaves de fenda, as dimensões referem-se à haste , diâmetro e comprimento.

Ex.: Ø 1/8” x 4” (**Diâmetro da haste X comprimento**) em polegada ou Ø 3 x 100 mm em milímetros.

- d) **Fabricante:** identificar o fabricante.

Ex.: Gedore

- e) **Especificação final:**

Chave de fenda, com cabo isolado para 1000 V, com haste cilíndrica de aço cromado, de Ø 1/8”x 4”. Gedore.

2.6.1.2 Exemplo 2: Alicate universal

No caso de alicates, as dimensões, ou dimensão, referem-se ao comprimento total do alicate, ou seja, da ponta ao cabo, não se informa a espessura, que é proporcional ao comprimento.

Alicate universal, com cabo isolado para 1000V, de aço inox, de 200 mm. Taurus.

Atualmente é muito mais fácil fazer compras de ferramentas. Muitos fabricantes fornecem catálogos para a venda, bastando fornecer apenas o código da ferramenta desejada .

Temos também compra via Internet, muitos fabricantes disponibilizam sites para a venda de ferramentas e outros produtos.

2.7 Manutenção

Utilizando-se a ferramenta adequada ao serviço, ganha-se tempo, executa-se a tarefa dentro do melhor padrão, despende-se menos energia e exige-se menos da ferramenta, poupando-a de danos e, conseqüentemente, de manutenção.

Certas ferramentas não são sujeitas à manutenção, pois, na fabricação, passam por processos de têmpera e recozimento para torná-las mais resistentes ao desgaste. Assim, uma vez danificadas, tornam-se praticamente descartáveis.

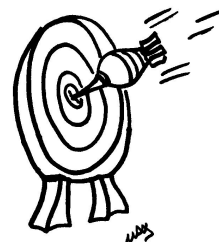
Devemos nos lembrar que o uso adequado preserva a ferramenta e dispensa a manutenção.

Capítulo II

3 CONDUTORES E ISOLANTES

Conhecimentos e habilidades a serem desenvolvidos:

- Conhecer os principais materiais utilizados na fabricação de condutores e isolamentos elétricos;
- Identificar os principais tipos de fios e cabos B.T.e suas aplicações;
- Especificar os principais tipos de condutores elétricos.



Este capítulo tem uma abordagem informativa sobre os principais tipos de materiais condutores e isolantes empregados na fabricação de fios e cabos de baixa tensão. O objetivo principal é fazer com que você comece a se familiarizar com as terminologias normalizadas, com os critérios de escolha, dimensionamento e especificação de fios e cabos e suas principais características.

3.1 Condutores elétricos

3.1.1 Introdução

De uma maneira geral podemos denominar condutor elétrico a todo corpo, peça ou material destinado à condução de corrente elétrica, independentemente de sua forma ou constituição.

Condutores elétricos geralmente são metálicos, mas também são utilizados ametais, como carbono e grafite; líquidos, como eletrólitos salinos, ácidos ou básicos, bem como gases ionizados e vapores metálicos. Tudo depende das aplicações, efeitos e propriedades desejadas.

Neste capítulo, vamos ater nos condutores elétricos metálicos utilizados em componentes e instalações elétricas de potência.

3.1.2 Terminologias

As terminologias e definições técnicas dos condutores são normalizadas pela ABNT, através das normas NBR 5456 e NBR 5471. Para uma melhor compreensão em alguns casos as definições de norma serão acrescidas de alguns complementos descritivos.

Basicamente os condutores elétricos, sob o aspecto construtivo, podem ser classificados como:

- a) Fio – corpo metálico maciço, normalmente de seção cilíndrica, com comprimento muitas vezes maior que sua seção transversal, destinado a condução de corrente elétrica.

Dependendo das aplicações, propriedades ou características que se deseja obter, os fios elétricos ainda podem ser:

- Fio revestido - fio dotado de revestimento. Camada delgada de um metal ou liga, depositada sobre um metal ou liga diferente, para fins de proteção química. Por exemplo fio estanhado.
- Fio coberto - fio com ou sem revestimento, dotado de cobertura ou seja envolto por material de proteção mecânica, contra intempérie ou umidade sem objetivo de isolamento.
- Fio nu - fio sem revestimento, isolamento ou cobertura.
- Fio isolado - fio com ou sem revestimento, dotado de isolamento.

b) Cabo – conjunto de fios metálicos encordoados não isolados entre si.

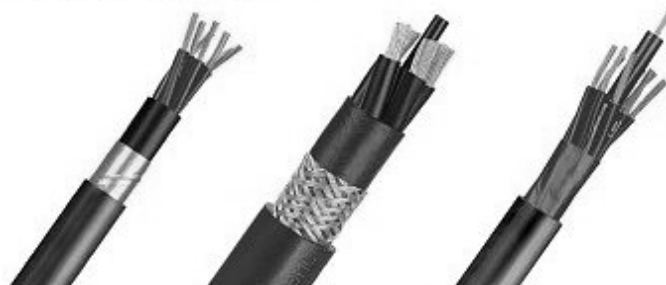
Da mesma forma que os fios, os cabos podem ser nus, isolados, cobertos ou isolados e cobertos, formados por fios nus, fios revestidos ou fios isolados entre si. Pode ainda ser denominado:

- Cordão – cabo flexível formado por pequeno número de condutores isolados de pequena seção.



Figura 11 - Cordão paralelo e trançado.

- Cordoalha – condutor flexível formado por um tecido de fios.
- Cabo unipolar - cabo constituído por um único condutor isolado e dotado no mínimo de cobertura.
- Cabo multipolar - cabo constituído por dois ou mais condutores isolados e dotado no mínimo de cobertura.
- Cabo blindado – cabo de controle ou transmissão de sinais, dotado de camada de material condutor ou semi-condutor sobre o isolamento para equalização de campo elétrico e blindagem contra interferências elétricas externas.



com fita metálica

com malha metálica

com polímero metalizado

Figura 12 - Cabos blindados.

- Cabo multiplexado - cabo formado por dois ou mais condutores isolados, ou cabos unipolares, dispostos helicoidalmente, sem cobertura.

- c) Barra ou barramento – condutor metálico rígido em forma de tubo ou seção retangular.

Existem ainda outras denominações e classificações, (ver normas NBR 5456 e NBR 5471). Veja, na figura abaixo, aspectos de outros tipos de condutores.

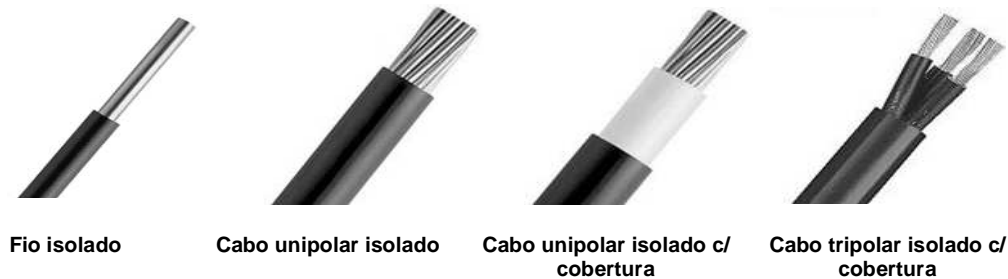


Figura 13 - Outros tipos de condutores.

3.1.3 Materiais utilizados na fabricação dos condutores elétricos

As investigações científicas na busca de um material com boa condutividade, resistência mecânica, resistência a intempéries e baixo custo de obtenção nos leva à escolha de dois materiais até os dias atuais, o cobre e o alumínio, que são usados em escala industrial para a fabricação de fios e cabos.

3.1.3.1 Características do cobre.

O cobre é o melhor condutor encontrado em abundância na natureza. Em termos de condutividade, só perde para a prata. Possui boa resistência mecânica, boa resistência à oxidação, boa maleabilidade e pureza. O cobre utilizado na fabricação de condutores para máquinas elétricas é o eletrolítico com pureza em torno de 99,9%.

3.1.3.2 Característica do alumínio

O alumínio é um dos metais mais abundantes na natureza, possui baixo custo, boa capacidade de dissipação térmica, é extremamente leve e com pureza em torno de 99,5%. Se compararmos os condutores de alumínio com os de cobre, chegaremos à seguinte conclusão:

O alumínio possui condutividade 60% inferior em relação ao cobre, apresenta maior disposição à oxidação e menor resistência mecânica (nos cabos, essa deficiência é compensada com a inclusão de uma alma de aço CAAA diminuindo os problemas de “escoamento”)

3.1.3.3 Escolha do condutor

Quando necessitamos realizar uma instalação, nos perguntamos. Qual o tipo e a bitola de condutor mais apropriado? Neste caso, o material, com o qual o condutor é feito, não é o único determinante na escolha deste ou daquele condutor. Devemos considerar também: tipo de ambiente, temperatura, esforços mecânicos, tensão, custo e intensidade de corrente a

que o mesmo estará sujeito, as quedas de tensão em função do comprimento dos circuitos e as bitolas mínimas exigidas por norma..

Por exemplo:

Os condutores de cobre são usados em instalações que apresentam a necessidade de muitas conexões.

Já, os condutores de alumínio encontram seu emprego em linhas de transmissão e distribuição de energia por serem mais leves, exigindo menor esforço das estruturas de sustentação, tornando-as também mais leves e, conseqüentemente, com menor custo.

3.1.3.4 Outros materiais

Como já sabemos, fios e cabos elétricos são exclusivamente confeccionados em cobre, alumínio ou ligas desses metais, ainda com ou sem tratamentos térmicos, para maior ou menor maleabilidade.

Entretanto, vários outros metais ou ligas metálicas apresentam fundamental importância na construção de peças, acessórios e componentes condutores, como por exemplo:

- a) **Latão** – liga de cobre com zinco, um dos melhores materiais para a construção das partes condutoras de interruptores, tomadas, plugs, soquetes, receptáculos, entre outros. Associam a condutividade do cobre com a dureza, resistência mecânica e resistência à oxidação do zinco.
- b) **Bronze** – liga de cobre com estanho para partes condutoras flexíveis de instrumentação de medição, dispositivos de proteção e controle.
- c) **Estanho e chumbo** – para revestimento de fios e cabos, brasagem de emendas e terminais de ligação.
- d) **Ouro, prata e platina** – para revestimento de contatos e terminais móveis, aumenta a confiabilidade, a vida útil, garante o contato elétrico de boa qualidade, etc. São largamente utilizados em equipamentos eletrônicos, como celulares, computadores, relés de proteção, entre outros.

3.1.4 Bitola e capacidade de condução dos condutores

Antigamente, as bitolas dos condutores elétricos eram padronizadas em AWG (american wire gage – bitola americana de fios), estabelecendo uma bitola para cada faixa de corrente. Ex.: fio bitola 12 AWG, cabo bitola 1/0 AWG.

Para cabos de transmissão, distribuição e barramentos circulares, até os dias de hoje é utilizado um padrão em milésimos de polegada quadrada MCM (mils circular mils). EX.: cabo com bitola de 250 MCM, 300 MCM.

Atualmente, as bitolas dos condutores elétricos foram padronizadas pelo Comitê Internacional de Engenharia (IEC) em mm² de seção transversal. No mercado encontramos condutores com as seguintes bitolas, fornecidos em rolos de 100 metros:

0,5 ; 0,75 ; 1,0 ; 1,5 ; 2,5 ; 4,0 ; 6,0 ; 10 ; 16 ; 25 ; 35 ; 50 ; 70 ; 95 ; 120 ; 150
185 ; 240 ; 300 ; 400 ; 500 ; 630 ; 800 ; 1000 .

A NBR 5410 estabelece bitolas mínimas para condutores de circuitos de luz e força de instalações residenciais comerciais e industriais, sendo 1,5 mm² para circuitos de iluminação e 2,5 mm² para circuitos de tomadas e alimentadores de motores.

De uma maneira geral, o dimensionamento da bitola dos condutores é feita, em primeira análise, em função da capacidade de condução de corrente. Nesse caso, determina-se a corrente que o condutor deve conduzir e escolhe-se a seção ou bitola que apresenta capacidade de conduzi-la.

A capacidade máxima de condução de corrente de um condutor isolado é limitada pela máxima temperatura que o isolamento pode suportar, sem alterar suas propriedades físicas e químicas.

O dimensionamento correto de um condutor leva em consideração não só sua capacidade de condução, mas também a temperatura de trabalho, as condições de instalação, o agrupamento de condutores, os limites de quedas de tensão admissíveis e as bitolas mínimas permitidas por norma.

Na tabela abaixo, podemos observar a capacidade de condução de corrente de alguns condutores de cobre isolados com PVC 70°C antichama, classe de isolamento 0,7 kV, condição de instalação para três condutores carregados dentro de um eletroduto embutido em alvenaria, temperatura ambiente de 30°C.

BITOLA EM MM ²	CAPAC. MÁXIMA DE CORRENTE EM (A)
1,5	15,5
2,5	21
4,0	28

BITOLA EM MM ²	CAPAC. MÁXIMA DE CORRENTE EM (A)
6,0	36
10	50
16	64

Tabela 1 - Capacidade de corrente.

Uma observação interessante é que a capacidade de condução do condutor não tem uma relação diretamente proporcional à área da seção transversal. O fio 6mm², por exemplo, não conduz quatro vezes mais que o fio 1,5 mm². Isto se explica pelo fato de que a capacidade de condução do condutor depende da área da superfície do condutor para a dissipação do calor. Quando dobramos a área da seção do fio, a área da superfície não aumenta na mesma proporção.

3.1.5 Especificação dos condutores

A especificação dos condutores para a execução dos projetos de instalação deve conter a descrição completa do tipo de condutor indicado para aquela dada aplicação, o tipo de isolamento, classe de isolamento e os complementos construtivos do fio ou cabo. Por exemplo, o fio mais simples utilizado nas instalações residenciais, os flexíveis, os cabos, devem ser especificados da seguinte maneira:

- Fio de cobre rígido, bitola 1,5 mm² com isolamento termoplástico ou PVC 70°C, para 700 volts, resistente a chama, na cor azul claro..... tantos rolos.
- Cordão flexível paralelo, de cobre, bitola 2x1,5 mm², com isolamento em PVC 70°C para 700 volts, na cor branco..... tantos metros.
- Cabo tripolar, de cobre, flexível (ou rígido), bitola 3x10 mm², com isolamento resistente a chama, para 700 Volts, com cobertura em PVC..... tantos metros.

Como vimos no item 3.1.2, existem várias outras características e complementos que podem ser requisitadas na constituição ou construção do condutor, dependendo de sua condição de trabalho, tipo de instalação e grau de proteção desejada.

3.2 Materiais isolantes

3.2.1 Introdução

Os materiais que revestem os condutores são denominados de isolantes, com o principal objetivo de não permitir a passagem da corrente para fora do condutor. Outra função deste material é agregar pigmento com o objetivo de identificá-los ao longo do circuito

A classe de isolamento do condutor está associado ao nível de tensão a que o mesmo pode ser submetido.

Veja um exemplo:

Um condutor que apresenta classe de isolamento para 700V não deverá ser submetido a uma rede com tensão superior a esse valor.

3.2.2 Tipos de materiais isolantes

Os materiais isolantes sólidos mais utilizados são os poliméricos que podem ser classificados como:

- Termoplásticos: quando o material amolece com a temperatura. Ex.: PVC.
- Termofixos: quando o material não amolece com o aumento da temperatura. Exemplo: EPR, XLPE e silicone.

Outros materiais isolantes:

Além do conhecido PVC, do polietileno (PE), do EPR, do XLPE, da borracha butílica, do nylon, para isolamento de condutores. O próprio ar é utilizado no isolamento dos cabos de transmissão e distribuição.

Muitos outros materiais isolantes ou dielétricos são largamente utilizados no setor elétrico como, por exemplo:

- a) O vidro, a porcelana, o epóxi – para a construção de isoladores, muflas, buchas e terminais de equipamentos de manobra e força;
- b) O baquelite, a ebonite, as fibras e resinas para a construção de corpo, carcaça e revestimento de chaves, contadores, relés, ferramentas, etc.

Podemos concluir também que, na maioria dos casos, os materiais isolantes, além da isolação, agregam outras funções, como proteção mecânica, proteção química, proteção contra contatos acidentais e até mesmo funções mecânicas e estruturais.

3.2.3 Código de cores

As cores no isolamento dos condutores, além de proporcionar um efeito estético, servem para identificá-los conforme a função que exercem no circuito.

O objetivo é permitir uma identificação visual imediata e mais segura, facilitando a montagem, agilizando a manutenção e também por razões de segurança.

A NBR 5410 estabelece cores padronizadas para condutor o neutro e o de aterramento ou proteção para as instalações residenciais, comerciais e industriais, sendo:

AZUL CLARO – para condutor neutro.

VERDE E AMARELO (ou VERDE) – para condutor de aterramento ou de proteção. Para os demais condutores, a norma não faz exigências específicas, apenas sugere a codificação, ficando convencionado o seguinte:

Os condutores energizados da rede, que alimentam os dispositivos de comando, denominamos de fase em C.A., e as cores atribuídas a este condutor devem ser mais fortes ou chamativas, preferencialmente o PRETO e o VERMELHO.

Condutores que interligam os dispositivos de comando e a carga são os retornos, e podem ser usados condutores nas cores amarelo, cinza.

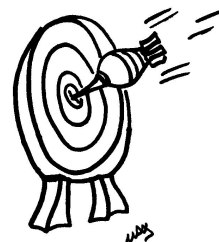
Nos circuitos de corrente contínua, está padronizado fio VERMELHO para o condutor POSITIVO e PRETO para o NEGATIVO.

Capítulo III

4 EMENDAS E CONEXÕES

Conhecimentos e habilidades a serem desenvolvidas:

- Conhecer os principais tipos de emendas e conexões;
- Identificar as características de uma emenda bem e mal feitas;
- Descrever o roteiro para a confecção de boas emendas e conexões;
- Executar emendas e conexões dentro dos padrões de segurança exigidos.



4.1 Introdução

Emendas e conexões constituem, geralmente, o ponto crítico das instalações elétricas. Uma emenda mal feita pode provocar quedas de tensão, aquecimento, perda de energia, desligamentos, desconexões acidentais, fugas de corrente, combinações de mais de um desses efeitos nocivos ou todos ao mesmo tempo.

As conseqüências desses efeitos podem ser desastrosas provocando, desde o desperdício de energia, redução da vida útil dos equipamentos que dela dependem, baixo rendimento, paradas, queima, provocar curtos e até iniciar incêndios catastróficos.

É pessoal, parece exagero, mas não é. Estamos cansados de ouvir noticiar boletins de ocorrências do corpo de bombeiros, cujo laudo pericial conclui ter sido curto-circuito na instalação elétrica a causa do sinistro.

Por isso, devemos dar atenção especial à confecção dessas emendas, à instalação de conectores, à conexão dos condutores aos bornes e terminais de ligação dos equipamentos e dispositivos.

Não devemos apenas saber executá-las corretamente, mas também conhecer e saber explicar as principais características que uma boa emenda deve apresentar, para poder orientar aos profissionais que aprenderam sem a devida orientação técnica. Vamos lá, então!

4.2 Que características deve apresentar uma boa emenda?

a) Bom contato elétrico

Uma boa emenda deve garantir a perfeita continuidade do circuito, proporcionando o contato puro de metal com metal. Impurezas intercaladas, como óxidos, graxas e sujeiras, geram resistências de contato, provocando quedas de tensão e aquecimento.

Deve-se também evitar a conexão direta de metais diferentes, como cobre com alumínio, utilizando, nesses casos, conectores bimetálicos.

b) Boa área de contato

Deve garantir também, além do bom contato, uma área de contato mútua suficiente para garantir a condução da corrente nominal do circuito. Essa área deverá ser igual ou superior à da seção transversal do condutor conectado ou emendado.

Áreas insuficientes constituem estrangulamentos com baixa capacidade de condução, gerando pontos quentes na instalação.

Nas instalações industriais, usinas e subestações, esses pontos quentes podem ser monitorados com o auxílio de supervisores de radiação infravermelho.

c) Boa resistência mecânica

Estes pontos de emendas e conexões devem apresentar resistência mecânica a tração equivalente a do condutor sem emenda, no caso de condutores aéreos, ou ter resistência mecânica suficiente para garantir sua integridade durante as solicitações normais de suas condições de trabalho, (tração, flexão, vibração, variação de temperatura, etc.)

Não se deve, porém, atarraxar demasiadamente parafusos de terminais ou conectores, pois poderá provocar danos permanentes nos condutores e terminais.

4.3 Roteiro para a confecção de uma boa emenda

a) Retirar o isolamento do condutor

Utilizando um canivete de eletricista, retirar o isolamento, aplicando a lâmina inclinada em relação à superfície, evitando a formação de sulcos ou seccionamento parcial da parte condutora. Esses sulcos formam pontos de tensões mecânicas e posterior fadiga do material.

O resultado ou a segurança é ainda melhor se utilizarmos um alicate desencapador com regulagem adequada à bitola do fio.

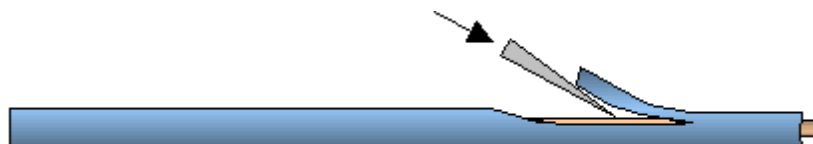


Figura 14 - Retirar o isolante do condutor.

b) Raspar ou lixar

Utilizando uma lixa fina, ou a própria lâmina do canivete, raspar a superfície do condutor para retirar a camada de óxidos e lubrificantes acumuladas durante o processo de trefilação e manuseio do condutor. Essa operação tem por finalidade garantir um bom contato elétrico.

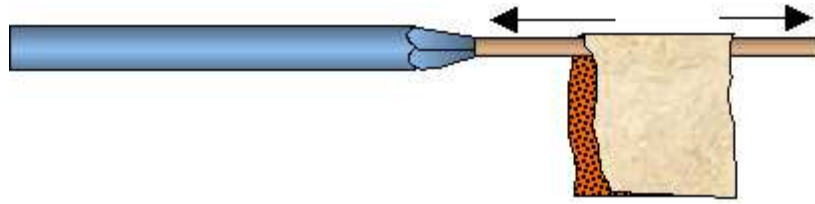


Figura 15 - Lixar o condutor.

c) Emendar

Torcer um condutor sobre o outro, formando no mínimo cinco espiras firmes e compactas, com o objetivo de garantir boa área de contato e suficiente resistência mecânica. Deve-se evitar sobras de condutor nu entre a emenda e o isolamento. Espiras frouxas não garantem área de contato suficiente, nem resistência mecânica adequada, além disso facilitam a oxidação e o mau contato.



Figura 16 - Emendas.

d) Estanhar

É recomendável, não obrigatória, estanhar emendas com fio rígido, pois garante um contato elétrico permanente, livre de oxidação, amplia a área de contato e aumenta a resistência mecânica. Já, emendas com condutores flexíveis ou cabinhos, torna-se obrigatório o uso da brasagem com estanho, pois esse tipo de emenda não apresenta pressão de contato suficiente e nem resistência mecânica adequada.

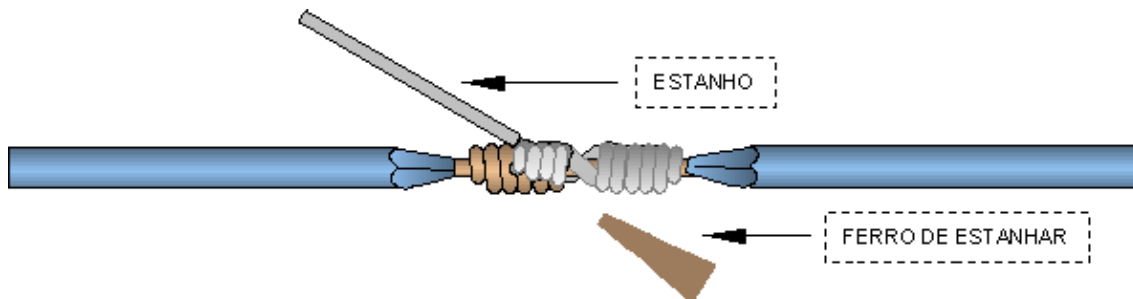


Figura 17 - Estanhar.

e) Isolar

Aplicar fita isolante sobre toda a área da emenda, iniciando e retornando nas áreas isoladas anterior e posterior à região emendada, formando pelo menos três camadas de fita isolante, para garantir rigidez dielétrica de isolamento equivalente à do isolamento original do condutor.



Figura 18 - Isolar.

Obs.: Emendas devem ser evitadas e reduzidas a um mínimo possível numa instalação, mas sempre que ocorrer emendas em condutores paralelos, façam-nas desencontrar. Por segurança, nunca deixem duas emendas em contato direto, porque as fitas não possuem a mesma capacidade de vedação e nem a mesma resistência mecânica do isolamento do condutor.



Figura 19 - Duas emendas.

É importante lembrar que se devem utilizar sempre fitas de boa qualidade, no que diz respeito ao tipo de material isolante e adesividade. No mercado encontramos uma gama enorme de marcas e de qualidade. As mais comuns são fabricadas em polímeros termoplásticos, mas as melhores são de PVC antichama, ou ainda melhor, as fitas de autofusão que, depois de aplicadas, tornam a emenda impermeável, com maior resistência mecânica, maior rigidez dielétrica e só podem ser retiradas se cortadas.

Existem ainda isolantes poliméricos líquidos de secagem rápida, fitas compostas para aplicações especiais e os vernizes isolantes, mais utilizados para aumentar a rigidez e isolamento de bobinas e solenóides.



FITA ISOLANTE
LÍQUIDA



ISOLANTE PVC A
PROVA DE CHAMA



FITA ISOLANTE DE
AUTO FUSÃO

4.4 Tipos de Emendas

Basicamente existem dois tipos de emendas: emendas em linha, para dar continuidade no circuito, e emendas em derivação, para dividirmos um circuito ou executarmos ligações em paralelo num circuito de distribuição.

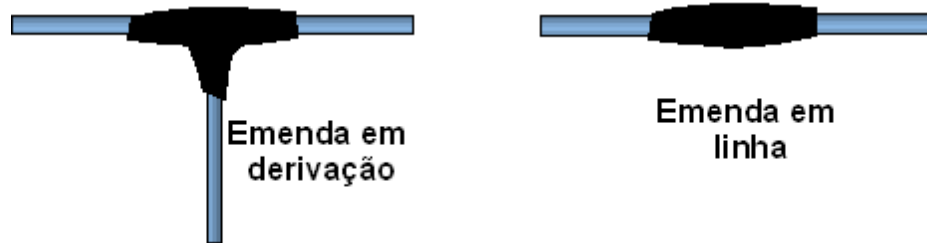


Figura 20 - Tipos de emendas.

Dependendo das condições da instalação e do tipo de condutor a emendar, podemos ter que optar por um tipo ou procedimento de emenda. Abaixo, vamos exemplificar, com os tipos de emendas mais utilizados em instalações prediais.

a) EMENDAS EM LINHA DE FIO COM FIO

- Emenda cruzada para instalações aéreas

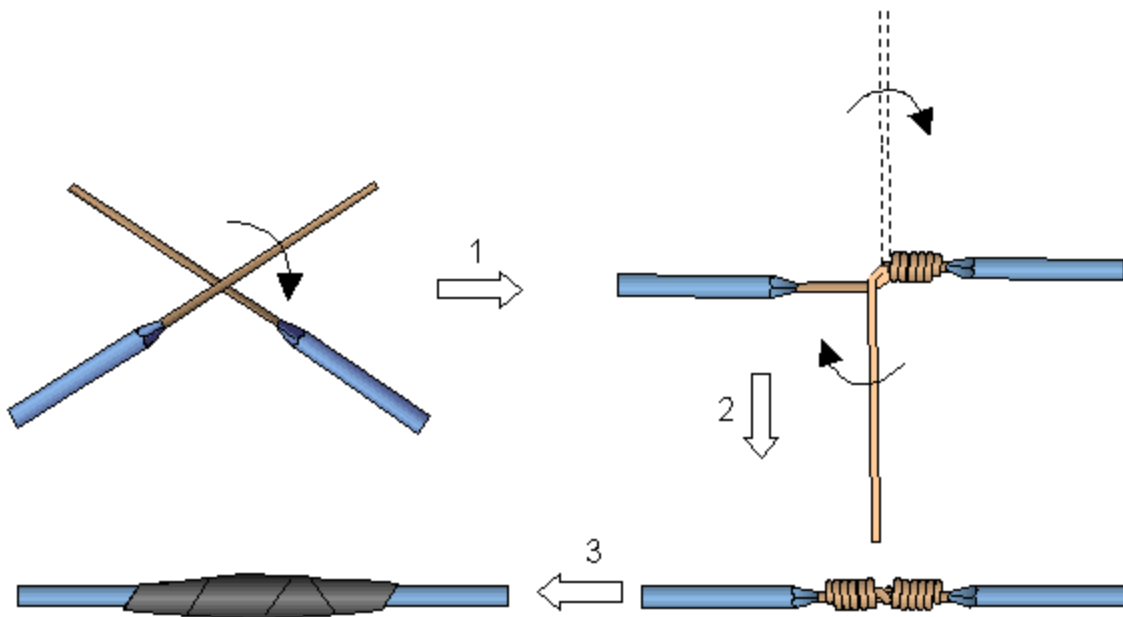


Figura 21 - Emendas aéreas.

- Emenda torcida (rabo de rato) para instalações embutidas.

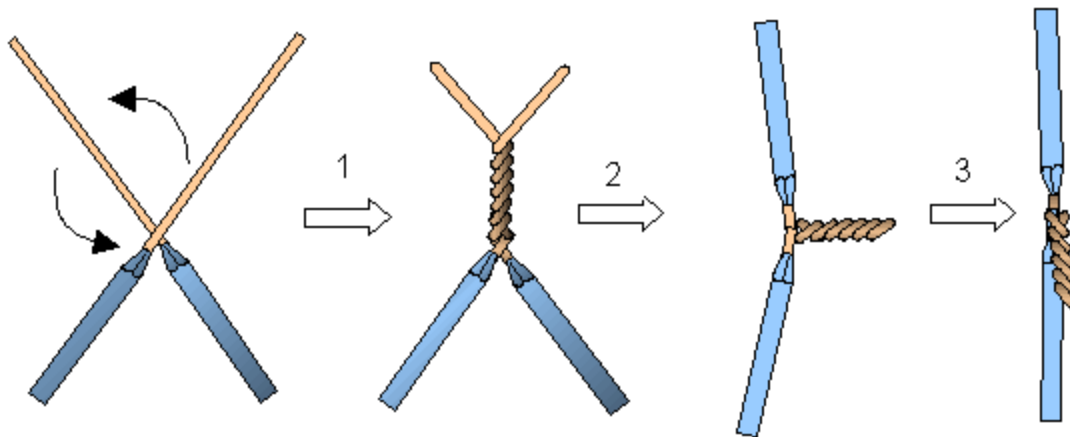


Figura 22 - Emendas torcidas.

b) EMENDA EM DERIVAÇÃO FIO COM FIO

- Derivação normal

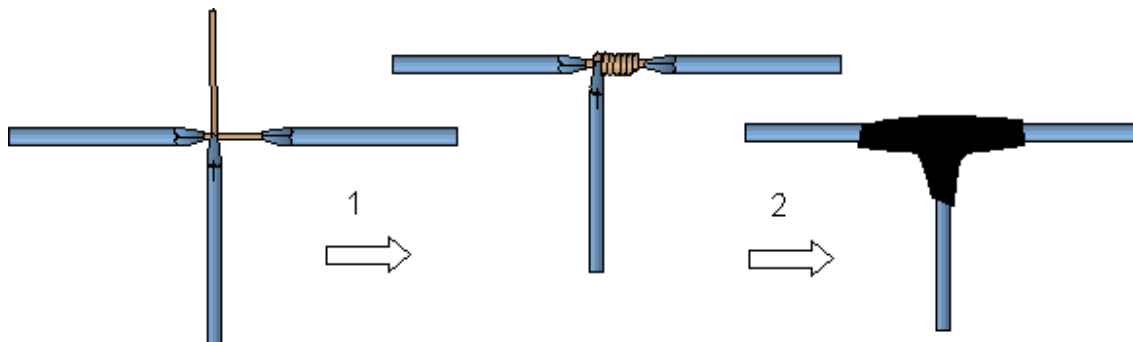


Figura 23 - Emendas em derivação normal.

- Derivação reforçada – para instalações aéreas sujeitas a tração.

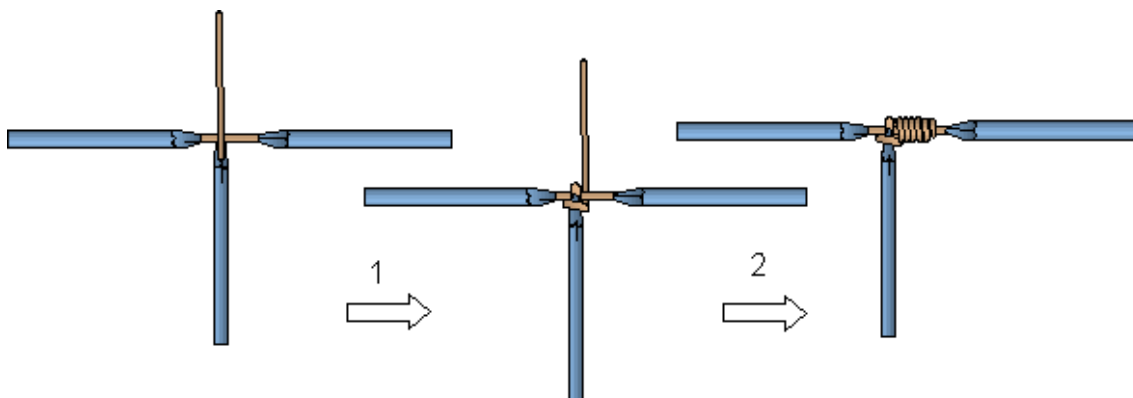


Figura 24 - Emendas em derivação reforçada.

c) EMENDA EM DERIVAÇÃO FIO COM CABO OU CABO COM CABO

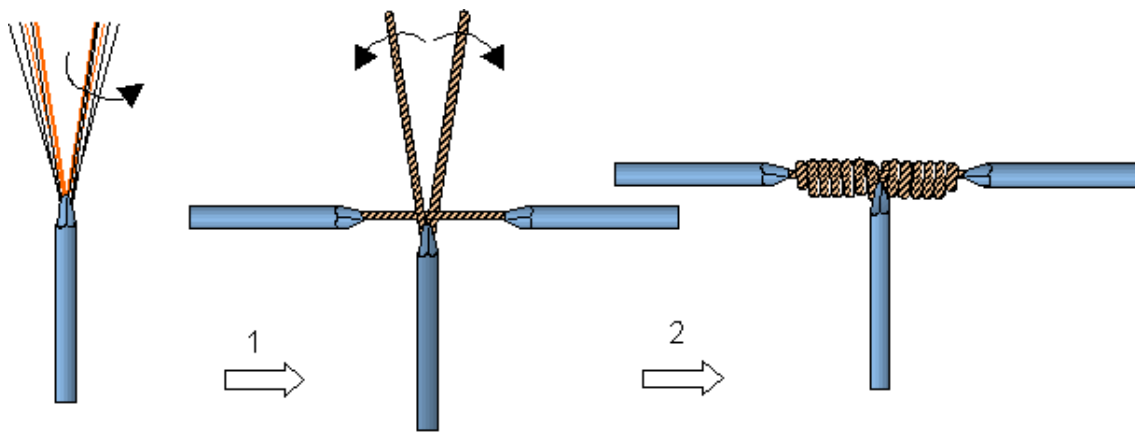


Figura 25 - Emendas em cabos.

4.5 Conexões

A conexão de fios em bornes e terminais de ligação de equipamentos e dispositivos elétricos constituem outro ponto crítico das instalações e, por isso, merecem também nossa atenção especial.

Uma boa parte das tomadas, interruptores, soquetes e chaves solicitam conexões de fios com terminais de parafuso. Nesses casos, os cuidados devem ser praticamente os mesmos que dispendemos para as emendas. Devemos garantir, boa área de contato, boa resistência mecânica e boa pressão de contato.

Uma boa área de contato e boa resistência à tração e vibrações podem ser conseguidas com a confecção de um olhal completo, com diâmetro compatível com o do parafuso, feito com um alicate de bico cônico.

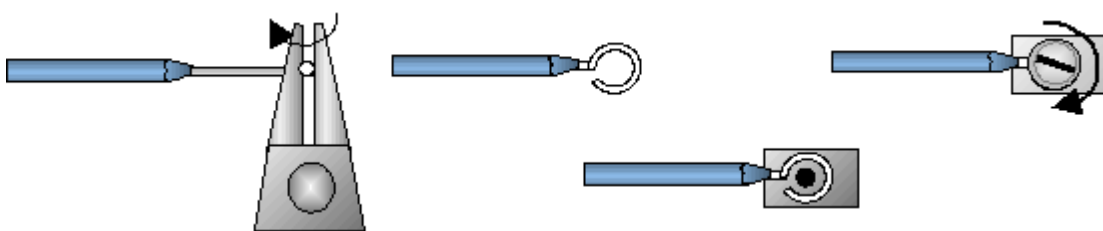


Figura 26 - Conexão com parafuso.

O parafuso deve ser retirado e o olhal montado com a curvatura acompanhando o sentido de giro do parafuso. Deve ser garantida a limpeza das partes em contato e pressão de contato adequada.

Caso o condutor seja um cordão flexível, recomenda-se o uso de terminais de pressão do tipo garfo ou olhal.

4.6 O uso de conectores

Uma forma segura e prática de se efetuar uma emenda ou conexão é com a utilização de conectores. Além de assegurar área e pressão de contato adequados, são rápidas de aplicar e são facilmente removidas em casos de manutenção.

Deve-se evitar sempre que possível o uso de tomada e plug para a conexão de aparelhos domésticos e comerciais fixos de elevada potência, como chuveiros, estufas, aquecedores, moto bombas, etc.

Sempre que for necessário o uso de tomadas, verificar se a capacidade de corrente desta está compatível com a carga que alimenta, pois existe no mercado tomadas com capacidades de corrente diferenciadas.

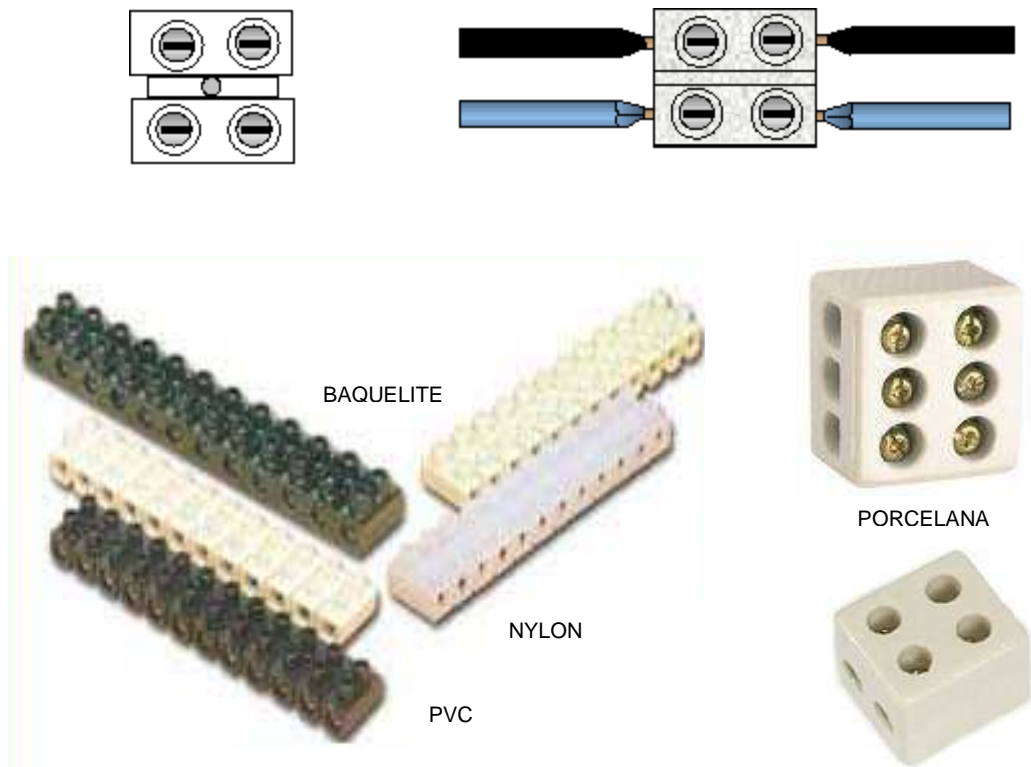


Figura 27 - Conectores.

São comuns os conectores de nylon, PVC e baquelite, porém para equipamentos de aquecimento ou com correntes elevadas, é recomendável o uso de conectores em porcelana.

4.7 Outras tecnologias

Dependendo do tipo e natureza da instalação, existem outras opções mais ou menos adequadas. É o caso da termofusão para conexões de aterramentos, luvas de extrusão para cabos de alumínio, dos conectores bimetálicos para redes mistas, etc.

Para instalações provisórias ou temporárias, como obras e festas populares, existe ainda a opção das emendas prontas ou emendas rápidas. Não são recomendadas para instalações permanentes.



Figura 28 - Emendas rápidas – utilizadas principalmente para emendas em linhas e isolamento de cabos de pequena bitola em caixas de passagem.



TERMINAIS DE PRESSÃO PARA CABOS



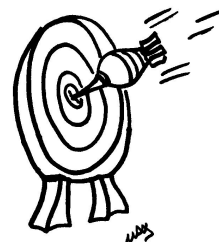
ALICATE CRIMPADOR
PARA TERMINAIS DE
PRESSÃO

Capítulo IV

5 ILUMINAÇÃO INCANDESCENTE

Habilidades a serem trabalhadas neste capítulo:

- Conhecer uma lâmpada incandescente;
- Entender o funcionamento de uma lâmpada incandescente.



5.1 Introdução

Uma das formas mais antigas de se obter uma fonte de luz usando a eletricidade é a iluminação incandescente.

Para tanto, basta aplicar uma corrente elétrica a um filamento resistivo de tungstênio alojado no interior de um bulbo de vidro contendo um gás inerte. O filamento aquece por efeito joule e incandesce produzindo luz.

Este tipo de iluminação tem baixo rendimento, 12 lúmens/watt. Apenas 6% da energia elétrica consumida é transformada em luz, 94% é transformada em calor, porém a boa reprodução de cores e o seu baixo custo de obtenção fazem com que essas lâmpadas sejam bastante procuradas. Estas lâmpadas possuem uma vida útil média de 750 a 1000 horas/uso. Lembramos que as lâmpadas halógenas também são incandescentes.

5.2 Partes principais de uma lâmpada incandescente (Figura 29):

5.2.1 Bulbo

Fabricado em vidro com diferentes composições, relacionadas à temperatura que deverá suportar. Tem formas variadas, com o objetivo de concentrar ou difundir a luz ou simplesmente por questões estéticas.

Ainda podemos encontrar bulbos transparentes e leitosos, este último promove a difusão da luz, distribuindo-a melhor no ambiente. Ainda com objetivo de decoração, vamos encontrar bulbos em várias cores.

Sua principal função é de proteger o filamento.

No seu interior, em lâmpadas até 40W, existe vácuo; já nas de maior potência, utiliza-se uma composição de gases inertes, como nitrogênio mais argônio ou kriptônio.

Resumindo, o bulbo tem a função de:

- separar o meio externo do interno onde o filamento será incandescente;
- diminuir o ofuscamento;
- modificar a composição espectral do fluxo luminoso;
- alterar a distribuição de fotometria do fluxo luminoso;
- ser decorativo.

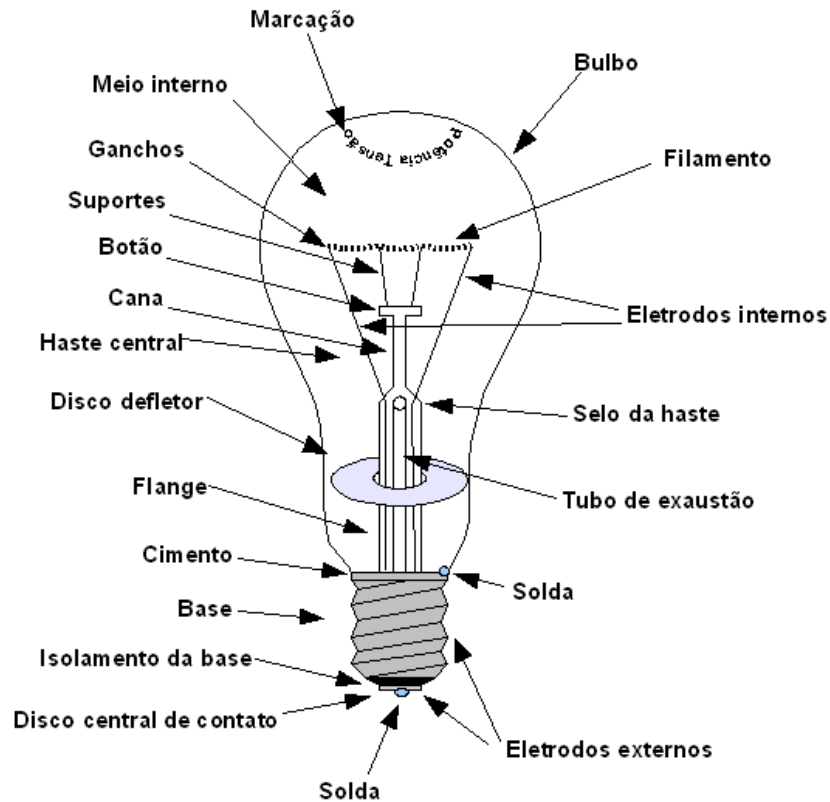


Figura 29 - Lâmpada incandescente.

5.2.2 Base (Figura 30):

A base nos possibilita a conexão da lâmpada ao circuito elétrico de alimentação, promove a fixação da mesma no seu ponto de atuação designado.

Normalmente encontramos três tipos de base:

Edson (E) - É o tipo mais comum, usadas nas residências possuem filetes de rosca e variam no tamanho: E-10; E-12; E-14; E-17; E-27 (mais comum); E-40 (Lâmpadas de alta potência).

Baioneta (B) - Este tipo encontra seu principal emprego em automóveis e também variam de tamanho: B-10; B-15.1; B-15.2; B-22.

Pino (T) - Podendo ser redondo ou chato e sua conexão ao circuito é feita aplicando-se pressão à mesma. Alguns tamanhos: T-8 e T-12.

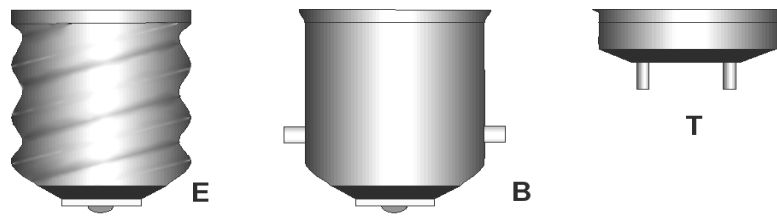


Figura 30 - Base de lâmpadas

5.2.3 Filamento (Figura 31)

Fabricado com tungstênio, este metal suporta uma temperatura elevada e a perda de material por evaporação é muito pequena. Está alojado no interior do bulbo em forma de espiral ou dupla espiral, com objetivo de diminuir o comprimento e concentrar calor que ajuda na produção da luz



Figura 31 - Filamento.

5.2.4 Suporte

São os ganchos que promovem a sustentação do filamento em ambientes sujeitos a vibrações. Com o aumento dos suportes, aumenta-se a vida útil da lâmpada. Usa-se molibdênio na sua fabricação

5.2.5 Haste Central

Peça interna de vidro, associada a partes metálicas, cuja finalidade é suportar o filamento. A haste central é composta por: flange, tubo de exaustão, cana, suportes, eletrodos e filamento.

5.2.6 Disco Defletor

Tem a finalidade de defletir o calor que afetaria a base da lâmpada; é encontrado normalmente em lâmpadas com potência de 300W em diante.

5.2.7 Marcação

É a placa de identificação da lâmpada; nela vamos encontrar os seus dados elétricos: potência e tensão nominais e o fabricante.

5.2.8 Cimento

É usado para fixar a base ao bulbo o qual deve suportar temperaturas elevadas e as soldas que unem os eletrodos externos à base.

5.3 Lâmpadas halógenas

As lâmpadas halógenas possuem funcionamento idêntico às incandescentes comuns, porém no interior do bulbo são adicionados vapores de metais halógenos que criam um ciclo regenerativo com o tungstênio evaporado devolvendo-o ao filamento. Com isso, podemos operar com temperaturas mais elevadas, dobrando a eficiência luminosa da lâmpada para 25 lm/w, triplicando sua vida útil (2000 a 3000 h/uso) e melhorando a reprodução de cores. O bulbo também é composto de quartzo que suporta temperaturas mais elevadas em relação ao vidro comum, possibilitando a redução no tamanho das lâmpadas.

Cuidados no manuseio: o bulbo de quartzo possui certa porosidade, se tocado com as mãos, a gordura e outras secreções da pele penetram e com a elevada temperatura, provocam fissuras que reduzem a sua vida útil ou a queima prematura da lâmpada.

Utilização: as lâmpadas halógenas são utilizadas em iluminação de fachadas, iluminação interna decorativa e luz dirigida.



HALÓGENA PALITO 150W/220V



HALÓGENA MINI 50W / 12V



HALÓGENA PALITO COM HOLOFOTE



HALÓGENA MINI
COM REFLETOR



HALÓGENA PAR
(REF. PARABOLICO)



50W / 220V



50W / 12V

HALÓGENAS COM REFLETOR DICRÓICO

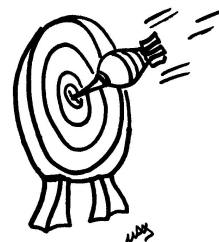
OBS. Os refletores dicróicos refletem ou dirigem o feixe de luz visível para baixo, mas deixam passar para cima o infra vermelho (calor), possibilitando sua utilização em vitrines e no destaque de obras de arte e peças de museu.

Capítulo V

6 INSTALAÇÕES RESIDENCIAIS

Habilidades a serem trabalhadas neste capítulo:

- Aplicar padrões, normas técnicas e legislação pertinente;
- Dimensionar e especificar materiais, componentes e equipamentos de instalações elétricas;
- Utilizar dispositivos de controle;
- Especificar e relacionar materiais;
- Aplicar conceitos e técnicas de conservação de energia.



6.1 Introdução

Na instalação residencial existem muitas informações que causam controvérsias, principalmente quando existem divergências entre Engenheiros projetistas e Eletricistas instaladores, mas o papel do Técnico é justamente fazer uma ponte entre o Engenheiro e o Eletricista. Para isso, deve conhecer as Normas, as exigências das Concessionárias e a prática de instalações, para então interpretar o projeto do Engenheiro e direcionar e supervisionar o trabalho do Eletricista.

A norma que estabelece os parâmetros para a instalação em baixa tensão é a NBR 5410, que pode ser adquirida ou consultada em uma biblioteca.

6.2 Especificações técnicas

A especificação técnica deve conter todas as informações necessárias para descrever um objeto em seus detalhes técnicos. As informações que devem ser indicadas dependem muito do objeto e da função que desempenhará. Alguns detalhes são comuns a todos, como por exemplo:

- Fabricante – indica qual foi a fabrica que construiu o objeto. Nos casos em que envolve peças de vários fabricantes, é necessário indicar o fabricante que montou o objeto final.
- Data de fabricação – esta informação não é relevante e, em muitos casos, é difícil definir, mas é necessário para detectar eventuais problemas de fabricação.
- Modelo – dentro de um mesmo tipo de equipamento, podemos ter vários modelos diferentes e, nesse caso, características diferentes.
- Dimensões – em muitos casos, o modelo já identifica as dimensões, mas é conveniente que seja indicado.
- Tensão de isolamento – quando se trata de objetos que serão utilizados com eletricidade, deve ser indicada a tensão que este suporta sem que exista corrente de fuga.

- Função – define a forma correta de uso do equipamento, evitando que seja utilizado de forma inadequada e que reduz a *vida útil* do objeto.

As outras características serão definidas em particular para cada objeto.

Vida útil – é o tempo em que o objeto permanece com todas as suas funções inalteradas.

6.3 Interruptores

6.3.1 Definição

O interruptor é um *dispositivo* de manobra, cuja função principal é a de interromper ou conduzir a corrente elétrica em um circuito elétrico.

Dispositivo é um componente do circuito que é ativo e não se considera o seu consumo de energia.

6.3.2 Características

O interruptor é constituído por vários componentes e cada um possui uma função específica. Vejamos a Figura 32, que mostra um interruptor em corte, onde a tecla, junto com a mola (aço) e o pino móvel (plástico) tem a função mecânica de mover a balança de contato. A tecla feita de plástico fosforescente também possui a função de isolar as partes energizadas e sinalizar, na falta de luz, o local onde está o interruptor. Outro componente é o corpo do interruptor feito de plástico que sustenta todo o conjunto e auxilia no isolamento das partes energizadas. Os terminais para fixação dos condutores são feitos de latão e possuem parafusos para fixação que podem ser de aço ou latão. Os contatos elétricos são de material duro (liga de prata com cobre) e permitem fechar o contato elétrico com a menor resistência elétrica possível, bem como interromper a corrente (dentro de seus limites) sem que derretam os contatos.

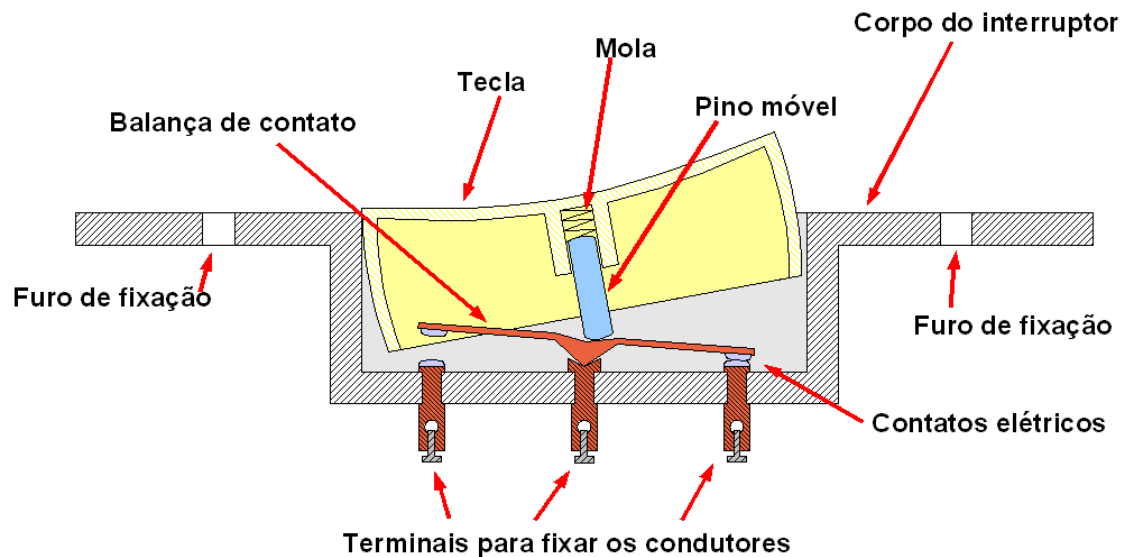


Figura 32 - Interruptor em corte.

6.3.3 Função

A função principal de um interruptor é comandar um circuito de iluminação, com o cuidado de que nunca ultrapasse sua capacidade nominal. Pode ser utilizado para outros fins, sendo o maior limitador, a *capacidade de interrupção* de corrente que é pequena no interruptor. Sendo assim, não pode ser ligado em cargas que tenham valores de correntes elevados durante a partida ou parada. Um exemplo são os motores elétricos que podem ter cerca de 5 a 7 vezes a corrente nominal na partida.

A capacidade de interrupção de corrente é o valor de corrente elétrica que consegue ser interrompida sem que danifique o dispositivo.

6.3.4 Especificação:

Além das especificações indicadas no item 6.2, teremos que acrescentar duas:

- Tensão de operação – tensão elétrica em que foi projetado para trabalhar;
- Corrente nominal – corrente elétrica que suporta continuamente.

6.3.5 Espelho

Responsável pela proteção das partes energizadas e também pelo acabamento que interage com o restante do ambiente. O material utilizado para sua construção é muito variado e é encontrado em madeira, plástico e metal.

Não é necessário especificar quando fazer parte do conjunto, caso contrário, basta indicar o material e o tipo de interruptor. Na Figura 33, temos um exemplo de interruptor de plástico.



Figura 33 - Espelho para interruptor simples.

6.3.6 Tipos

Os interruptores possuem divisões que definem o número de comandos por ponto e ainda podem associar uma tomada monofásica. Há vários tipos:

6.3.6.1 Interruptor simples

É o interruptor que possui somente um comando por ponto, o que permite comandar uma lâmpada ou conjunto de lâmpadas de um único ponto. Na Figura 34, temos um interruptor simples visto na parte frontal e, na Figura 35, temos a mostra os dois terminais de ligação.



Figura 34 - Interruptor simples (uma seção). Uma tecla

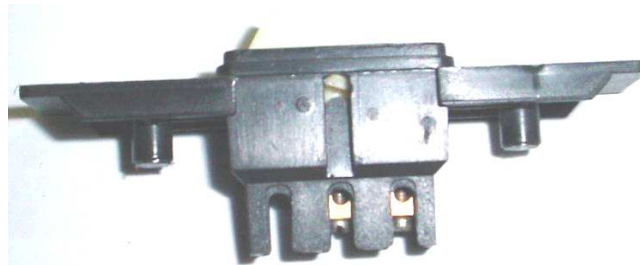


Figura 35 - Interruptor simples – Dois terminais.

6.3.6.2 Interruptor duplo ou de duas seções

Neste interruptor, temos dois comandos em um único ponto e podemos comandar duas lâmpadas ou dois conjuntos de lâmpadas de único ponto, mas de forma independente. Na Figura 36, temos uma imagem de um interruptor de duas teclas; nelas é possível observar algumas informações importantes, como o fabricante, a tensão nominal e a corrente nominal.



Figura 36 - Interruptor de duas teclas.

Os contatos que estão na parte de trás do interruptor estão mostrados na Figura 37.



Figura 37 - Interruptor de duas teclas – Quatro terminais.

6.3.6.3 Interruptor de três teclas ou três seções

Este possui três seções e pode comandar três lâmpadas ou conjuntos de lâmpadas de forma independente e de um único ponto. Na Figura 38, temos um interruptor de três teclas.



Figura 38 - Interruptor de três teclas.

Na Figura 39, temos os terminais do interruptor e podemos observar que os terminais centrais estão interligados e é neste ponto que é ligado o fase. Mais à frente, serão indicados mais detalhes da ligação elétrica.



Figura 39 - Interruptor de três teclas – Seis terminais.

6.3.6.4 Conjunto de interruptor com tomada:

Neste caso, existem controvérsias, pois a norma não permite que haja tomada junto com o circuito de iluminação. Por outro lado, se colocá-la em outro circuito, novamente teremos problemas com a norma, pois não se pode colocar dois circuitos num mesmo ponto. Mesmo que a norma não permita, de forma indireta, que seja usado este tipo de componente, ele será mostrado aqui, já que existem várias instalações que o utilizam. Existem várias combinações de interruptor e tomada, mas só será mostrada uma delas, já que as demais não diferem muito do que foi visto até o momento. Na Figura 40, temos um conjunto de interruptor simples e tomada monofásica e, na

Figura 41, os contatos.

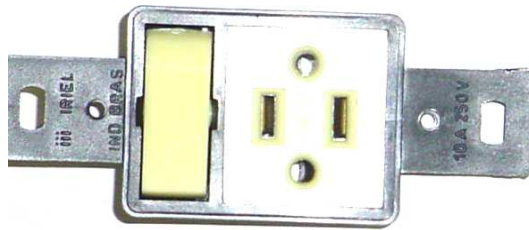


Figura 40 – Conjunto de interruptor simples c/ tomada monofásica.

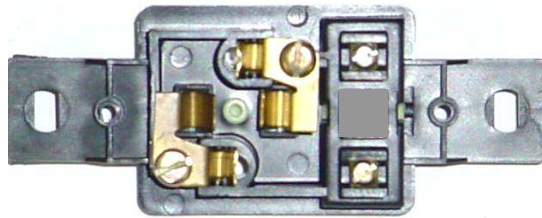


Figura 41 - Interruptor simples com tomada monofásica – terminais.

6.3.6.5 Interruptor paralelo (three way)

Este interruptor é utilizado sempre em conjunto com outro paralelo e podem ser acrescentados intermediários. Com este tipo de interruptor, poderemos comandar uma lâmpada ou conjunto de lâmpadas de dois pontos diferentes. É bastante usado no quarto, para comandar a lâmpada na entrada e ao lado da cama. Na Figura 42, temos a vista lateral do interruptor. Podemos perceber nele uma semelhança com o simples, que está na Figura 34, só que neste existe um terminal a mais e que interfere na forma de efetuar a ligação elétrica.

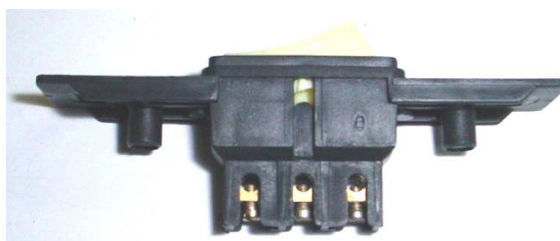


Figura 42 - Interruptor paralelo (three way). Uma tecla, três terminais

6.3.6.6 Interruptor intermediário (four way)

O interruptor intermediário exige que sejam utilizados dois interruptores paralelos. Ele aumenta o número de pontos de comando para comandar uma ou mais lâmpadas e não existe limitação no número de pontos de comando, mas deve ser observada a queda de tensão provocado no circuito. A Figura 43 mostra a frente do interruptor em que as teclas são unidas e equivale a dois interruptores paralelos.



Figura 43 - Interruptor intermediário (four way). Uma tecla.

Os terminais do interruptor intermediário possuem ligações internas que possibilitam o funcionamento correto do sistema. Na Figura 44, é possível verificar uma das ligações, a outra é interna e liga os dois terminais extremos opostos ao que aparece a ligação.

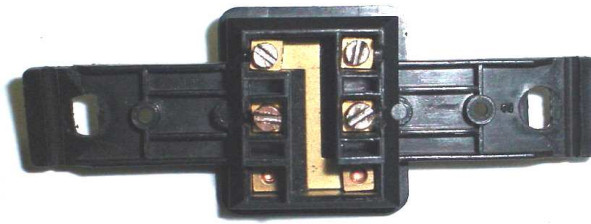


Figura 44 - Interruptor intermediário (four way) – Quatroterminais.

6.3.6.7 Interruptor pulsador (de campainha)

O interruptor de campainha é também conhecido como pulsador e condiz com seu funcionamento. Este interruptor é utilizado em conjunto com campainhas, cigarras, minuteria e outros que necessitam de um pulso de tensão para funcionar, e não pode permanecer com tensão indefinidamente. O contato é fechado pressionando a tecla e, quando solta, o contato se abre através de uma mola. Na Figura 45 temos um interruptor de campainha e podemos observar que é similar ao interruptor simples.



Figura 45 - Interruptor pulsador (de campainha).

6.4 Tomadas

6.4.1 Definição

A tomada é o dispositivo que permite o acoplamento de equipamentos elétricos que necessitam da energia elétrica para seu funcionamento.

6.4.2 Função

Promove o contato elétrico entre o plug do equipamento e a rede elétrica.

6.4.3 Especificação

Além das especificações indicadas no item 6.2, teremos que acrescentar duas:

- Tensão de operação – tensão elétrica em que a tomada foi projetada para trabalhar;
- Corrente nominal – corrente elétrica que suporta continuamente.

6.4.4 Espelho

Está definido no item 6.3.5.

6.4.5 Tipos

As tomadas possuem vários tipos, dentre eles estão:

6.4.5.1 Trifásica sem neutro

Esta é utilizada em circuitos trifásicos sem neutro e possui três pinos. Na Figura 46, temos um desenho dessa tomada.

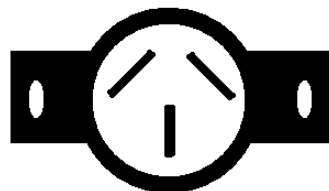


Figura 46 - Tomada trifásica sem neutro.

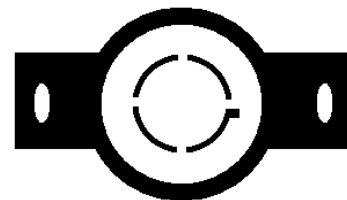


Figura 47 - Tomada trifásica com neutro.

6.4.5.3 Tomada monofásica universal sem terra

Esta tomada é uma das mais utilizadas em instalações residenciais e só possui dois contatos, um para o neutro e outro para o fase. Na Figura 48, temos o desenho de uma tomada monofásica.



Figura 48 - Tomada monofásica universal.

6.4.5.4 Tomada monofásica com terra

Atualmente é observada com maior cuidado a segurança dos usuários e, por isso, os equipamentos mais modernos exigem o terra. A tomada monofásica com o terra (2P+T) é mostrada na Figura 49, junto com a posição do fase, neutro e terra e, na Figura 50, podemos ver os terminais de conexão.

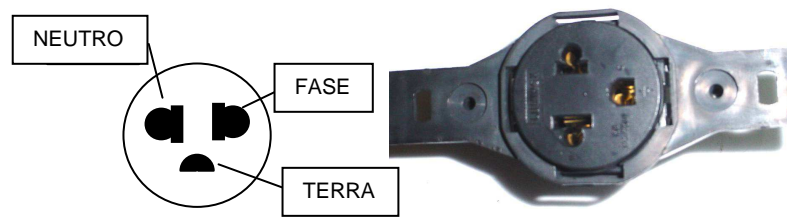
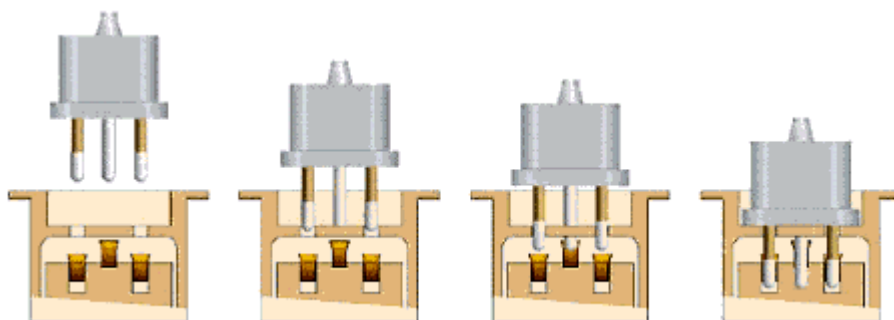


Figura 49 - Tomada monofásica com terra (2P+T).

Figura 50 – O novo padrão de tomada monofásica.



Como funciona



O que sai



6.5 Receptáculo

6.5.1 Definição e função

Receptáculo é a parte que sustenta e fornece contato elétrico à lâmpada. Para a instalação ficar mais segura, deveremos sempre conectar o neutro no terminal que está ligado à rosca e o retorno no terminal que estiver ligado ao contato central. Com isso, evita-se que ocorra contato acidental com partes energizadas. Na

Figura 51, temos uma imagem de um receptáculo.

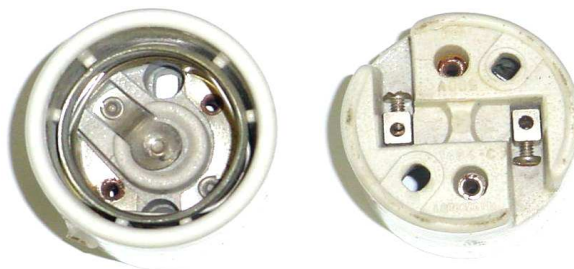


Figura 51 - Receptáculo.

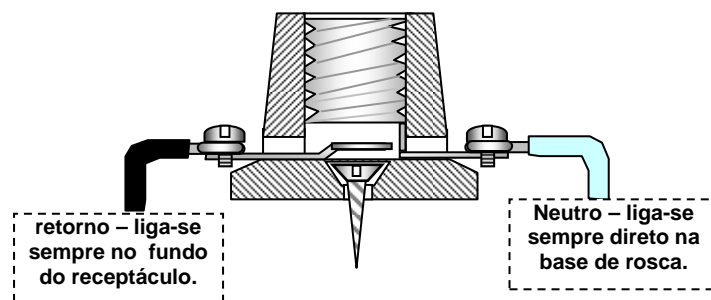


Figura 52 - Receptáculo - terminais.

O condutor neutro deve sempre ser ligado direto ao dispositivo de consumo no ponto de maior probabilidade de contato acidental. O condutor fase deve sempre passar pelos dispositivos de proteção e comando e ser conectado no ponto de menor probabilidade de contato acidental.

6.5.2 Especificações

Além das especificações indicadas no item 6.2, teremos que acrescentar :
tensão de operação – tensão elétrica em que o receptáculo foi projetado para trabalhar;

6.5.3 Tipos

Temos vários tipos de receptáculos. Aqui citaremos os mais comuns de acordo com a base das lâmpadas:

- rosca tipo Edison (E) – E-27 (utilizada nas lâmpadas residenciais) e E-40 (utilizada nas lâmpadas de maior potência – refletores e outros);
- baioneta (B)– Largamente utilizado em automóveis;
- pino (T) – utilizado em lâmpadas fluorescentes.

6.6 Instalação de lâmpadas com o uso de interruptores

Agora vamos mostrar a forma de instalar lâmpadas com o uso de interruptores e alguns cuidados para evitar defeitos no circuito.

6.6.1 Conexão

No momento de desencapar o condutor, deve-se evitar danificá-lo, pois isso pode provocar o rompimento do mesmo. Deve ser retirada somente a quantidade de isolante que permita encaixar o condutor ao terminal, não deixando sobra de condutor nu. Na Figura 53, temos um exemplo de como deve ser feita a conexão.

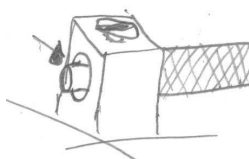


Figura 53 - Conexão.

6.6.2 Condutores

Os condutores utilizados devem ter suas dimensões corretamente escolhidas pelo projetista. As cores que deverão ser usadas são:

- Azul claro – Neutro (Norma)
- Verde-amarelo ou Verde claro – Terra (norma)
- Vermelho ou preto – fase (convenção)
- Amarelo ou cinza – retorno (convenção)

6.6.3 Ligação com interruptor simples

Neste circuito, é conectado o fase ao interruptor. Do interruptor até a lâmpada, a conexão é denominada de retorno, por fim é conectado o neutro à lâmpada. O funcionamento é relativamente simples, quando fecha o interruptor, temos fase na lâmpada e como já havia neutro, então circulará uma corrente elétrica, e assim a lâmpada emitirá luz. O circuito está desenhado na Figura 54.

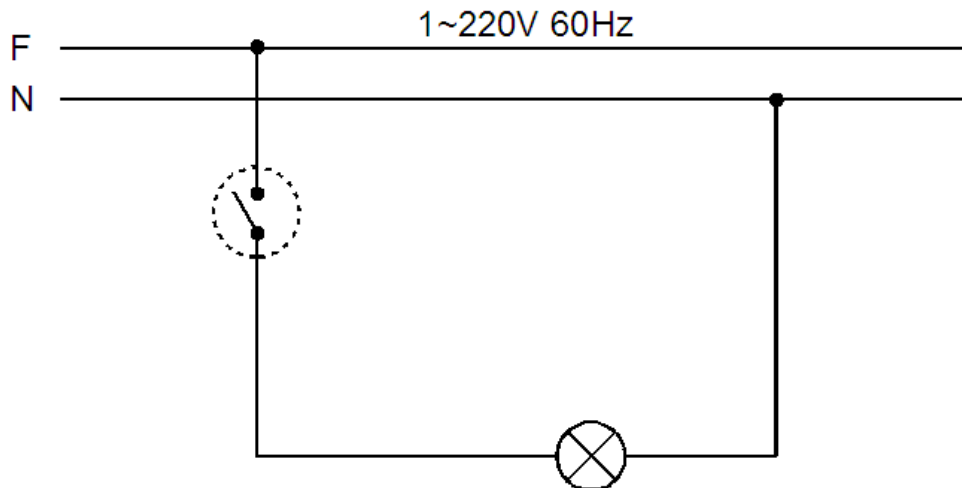


Figura 54 - Ligação com interruptor simples.

6.6.4 Ligação com um interruptor de duas sessões (duplo)

Neste caso, basta acrescentar mais uma lâmpada e um interruptor no circuito. Veja a Figura 55.

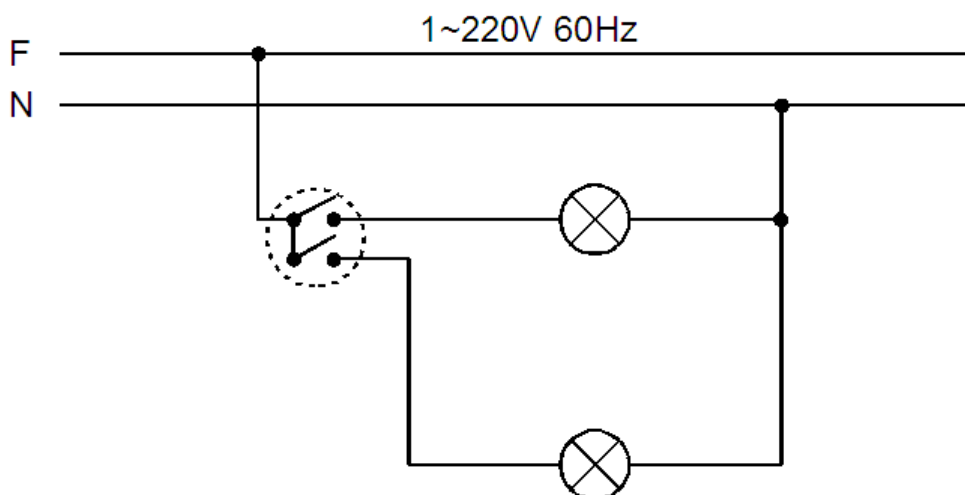


Figura 55 - Ligação com interruptor de duas teclas.

6.6.5 Ligação com um interruptor de três sessões

Não modifica muito em relação ao anterior, basta aplicar mais um interruptor e uma lâmpada. Veja a Figura 56.

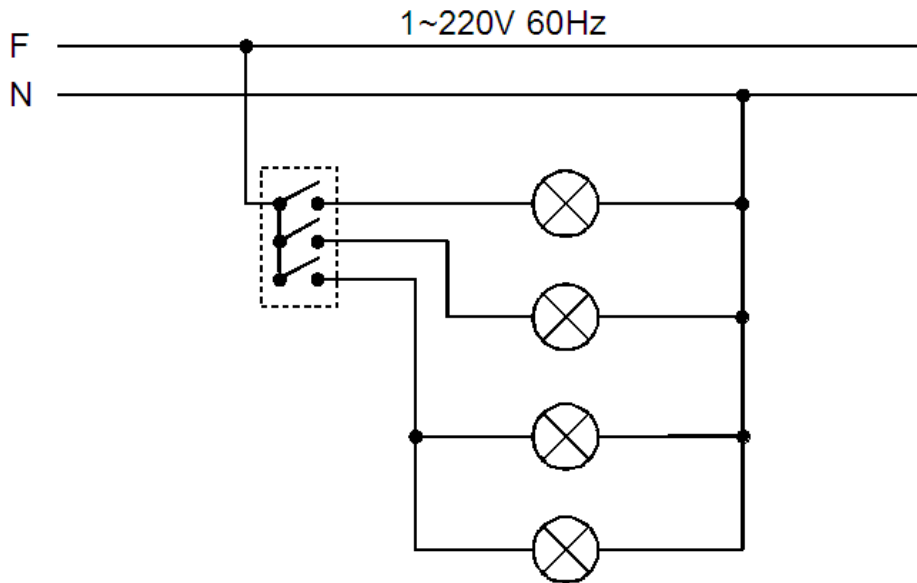


Figura 56 - Ligação com interruptor de três teclas.

6.6.6 Ligação com interruptor paralelo

Aqui é diferente dos anteriores, pois deseja-se que o controle da lâmpada seja feito de dois pontos e de forma independente. Observe a Figura 57, note que os dois interruptores possuem uma interligação através de dois condutores. Essa forma de ligação é que permite a independência dos dois. Faça um exercício, imagine que o interruptor da direita comute seu contato que está na parte inferior para a parte superior. Veja como a lâmpada acenderá. Para desligar e ligar, podemos usar qualquer um dos interruptores.

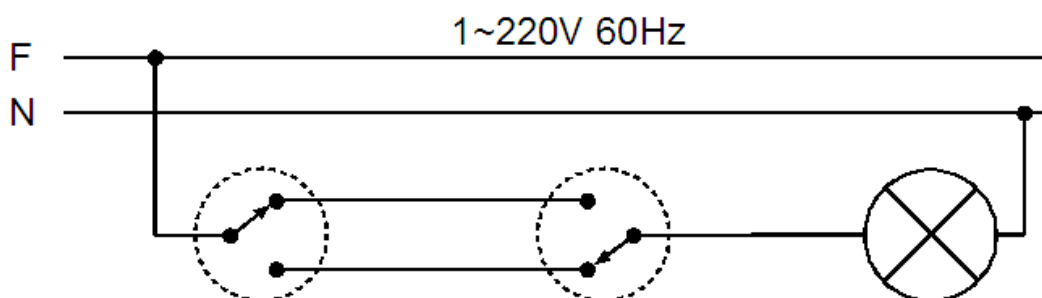


Figura 57 - Ligação com o interruptor paralelo.

6.6.7 Ligação com interruptor intermediário

Esta forma de ligação é bastante complexa e exige o uso de dois interruptores paralelos. A Figura 58 mostra uma ligação que possui um interruptor intermediário, mas poderemos utilizar vários. O

funcionamento é similar ao paralelo e a lâmpada pode ser comandada de qualquer ponto.

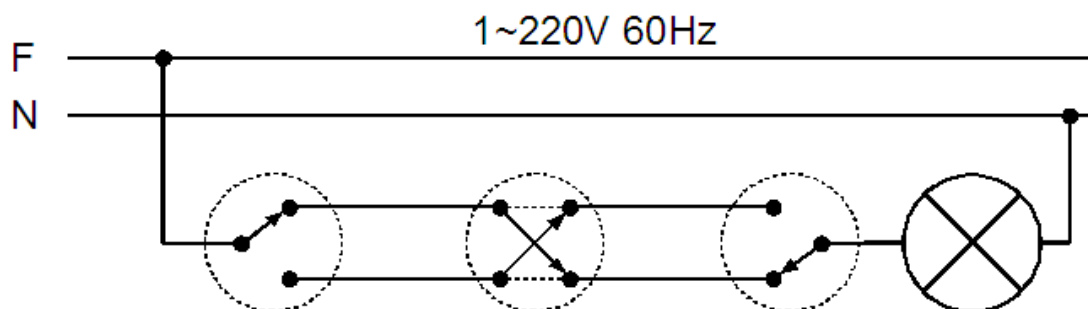


Figura 58 - Ligação com interruptor intermediário.

6.7 Regulador de luminosidade (Dimmer)

6.7.1 Definição e funcionamento

Este dispositivo possibilita o controle do fluxo luminoso em uma lâmpada incandescente. O seu funcionamento está baseado no controle da tensão que alimenta a lâmpada. Esse controle é feito com o uso de componentes eletrônicos. Na Figura 59, temos um regulador de luminosidade simples.

6.7.2 Especificação

Além das especificações indicadas no item 6.2, teremos que acrescentar três:

- Tensão de operação – tensão elétrica em que foi projetado para trabalhar;
- Frequência de operação – Geralmente os produtos são fabricados para trabalhar em 50 e 60 hertz, mas convém observar;
- Potência – potência máxima que o regulador de luminosidade suporta.

6.7.3 Tipos

Temos dois tipos de regulador de luminosidade:

O regulador de luminosidade simples possui a ligação elétrica similar ao interruptor simples, como pode ser visto na Figura 59.

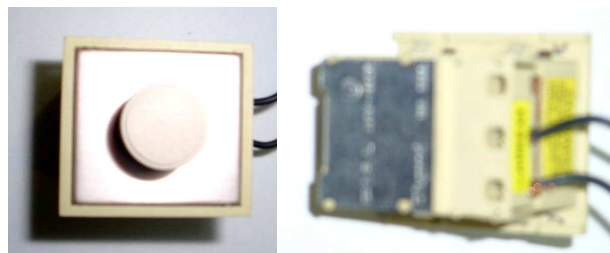


Figura 59 - Regulador de luminosidade.

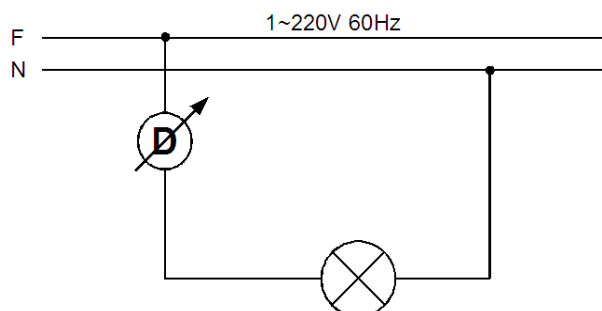


Figura 60 - Ligação do regulador de luminosidade.

O regulador de luminosidade paralelo é usado em conjunto com um interruptor paralelo, possibilitando comandar a lâmpada em mais de um ponto. Na Figura 61, temos o esquema de ligação de um regulador de luminosidade. Deve ser observado no equipamento o esquema de ligação correto, pois pode haver variação entre modelos diferentes.

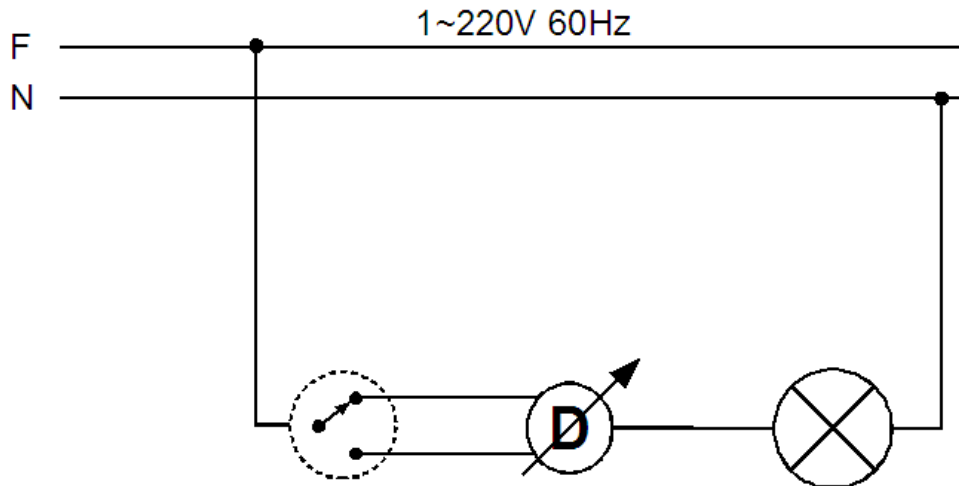


Figura 61 - Ligação de um regulador de luminosidade paralelo.

6.8 Campainha e cigarra

6.8.1 Definição e funcionamento

A campainha é um elemento de sinalização sonora que emite determinado timbre musical, na maioria com duas notas e permite a seleção de outras notas ou melodias. A cigarra limita-se a emitir um som estridente e repetitivo, podendo-se somente modificar a frequência do mesmo.

O uso da campainha é maior em residências e serve para anunciar visitas, já a cigarra é mais aplicada em locais onde é desejado um alerta sonoro. Um exemplo é o sinal de sobrecarga em uma máquina.

6.8.2 Especificação

Além das especificações indicadas no item 6.2, teremos que acrescentar três:

- Tensão de operação – tensão elétrica em que foi projetado para trabalhar.
- Frequência de operação – geralmente os produtos são fabricados para trabalhar em 50 e 60 hertz, mas convém observar;
- Potência – potência que exige da rede, na maioria dos casos não faz muita diferença devido ao valor ser muito baixo e seu uso ser esporádico.

6.8.3 Ligação

Tanto a campainha como a cigarra possui o mesmo sistema de ligação. Para possibilitar o acionamento da campainha de mais de um ponto, basta acrescentar interruptores de campainha em paralelo, conforme o esquema mostrado na Figura 62.

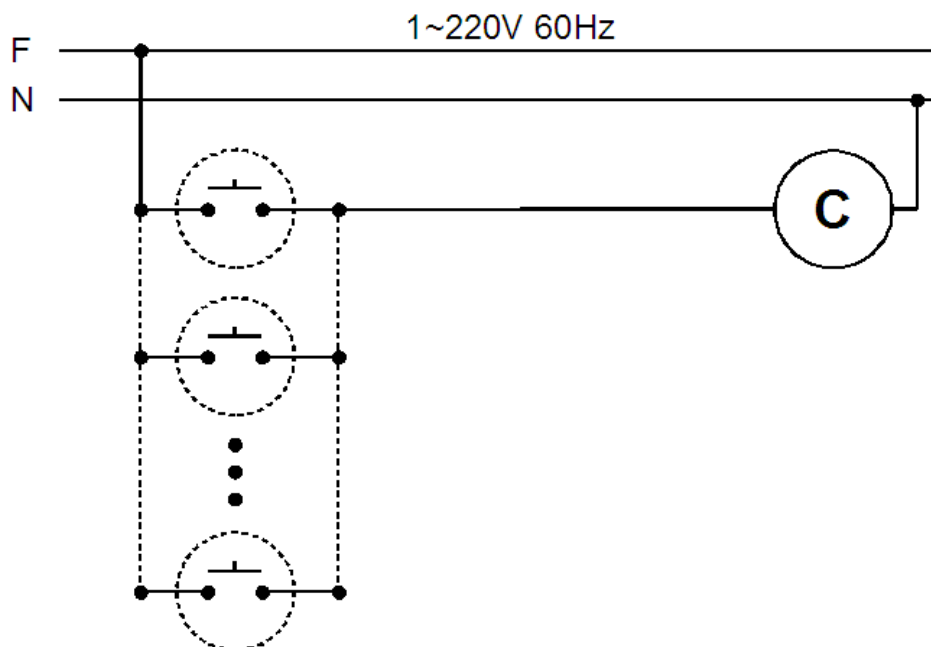


Figura 62 - Ligação do circuito da campainha.

6.9 Minuteria

6.9.1 Definição e funcionamento

A minuteria é um dispositivo que permite programar o desligamento automático de uma iluminação após um tempo predefinido, que pode ser ajustado conforme a necessidade. Largamente utilizado em ambientes de uso coletivo, onde é comum o usuário não apagar a luz. É o caso de corredores, escadarias e outros.

6.9.2 Especificação

Além das especificações indicadas no item 6.2, teremos que acrescentar três:

- tensão de operação – tensão elétrica em que foi projetado para trabalhar;
- frequência de operação – geralmente os produtos são fabricados para trabalhar em 50 e 60 hertz, mas convém observar;
- potência – potência máxima que a minuteria suporta acionar.

6.9.3 Tipos

Existem inúmeros tipos de minuteria e não teríamos como mostrar todos aqui. Atualmente só se encontram minuterias eletrônicas e todas possuem um esquema de ligação estampado em sua carcaça, conforme pode ser verificado na Figura 63.

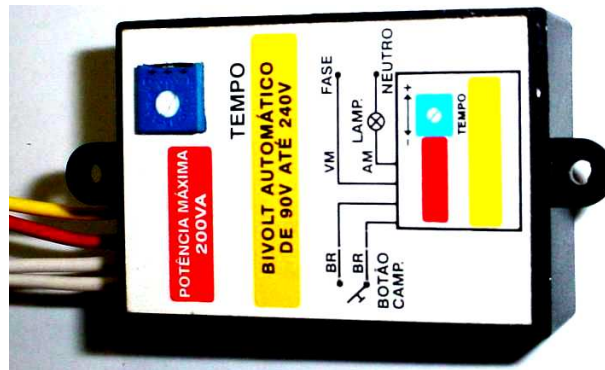


Figura 63 - Minuteria.

6.9.4 Ligação

A ligação de uma minuteria é relativamente simples e utiliza interruptores de campainha (pulsadores) para acionar a lâmpada. O número de lâmpadas que podem ser ligadas em uma minuteria depende da potência que a minuteria suporta. Caso seja necessário acionar a minuteria em mais de um ponto, basta acrescentar interruptores de campainha em paralelo conforme é mostrado na Figura 64, lembrando que o esquema de ligação depende do modelo da minuteria.

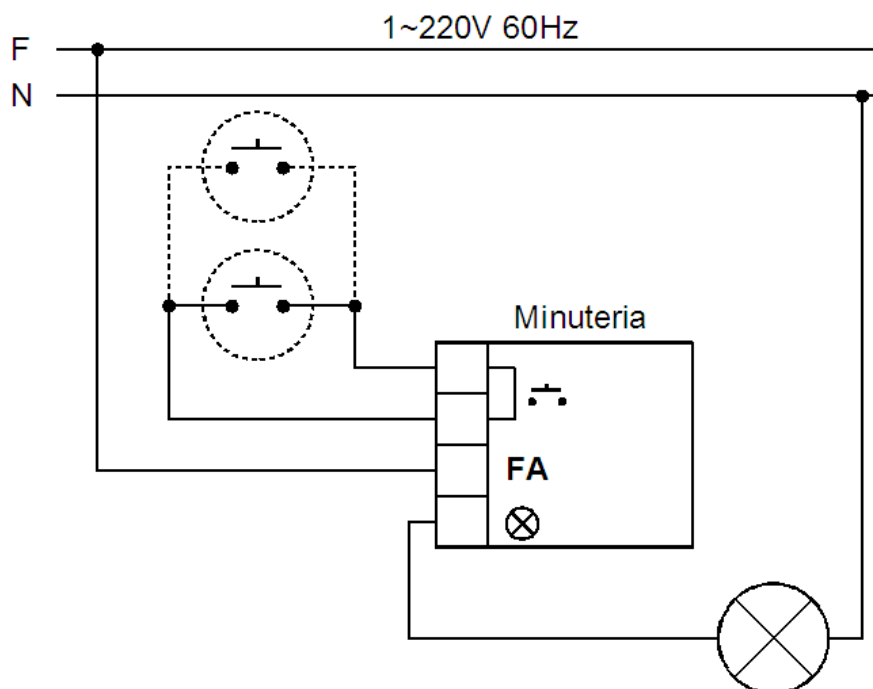


Figura 64 - Ligação da minuteria (exemplo).

6.10 Relê fotoelétrico

6.10.1 Definição e funcionamento

O relê fotoelétrico automatiza um sistema de iluminação e faz com que, ao anoitecer, seja acionada a iluminação e, ao amanhecer, desligada. É claro que isso não se aplica somente nesta situação, basta haver variação na iluminação do ambiente e esta sensibilizar o relê para que este atue.

Existe ajuste na abertura do sensor para tornar o relê mais ou menos sensível, e devemos tomar o cuidado para que não incida luz da lâmpada acionada pelo relê sobre a abertura do mesmo. Na Figura 65, podemos visualizar parte interna do relê: o número 1 indica a regulagem da abertura, o 2 é LDR (Resistor dependente da luz) que é sensível a variações de luminosidade, o 3 é a bobina que aciona o contato e o 4 é o contato que é usado para acionar as lâmpadas.

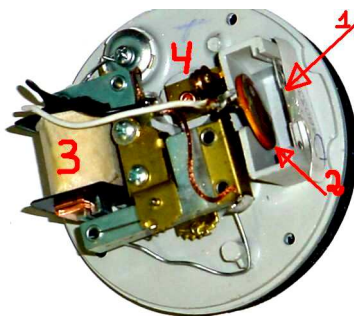


Figura 65 - Relê fotoelétrico – interno.

É necessário que seja usada uma base para sustentar o relê (Figura 66) e permitir que o mesmo seja substituído com facilidade.



Figura 66 - Relê fotoelétrico – base e relê

6.10.2 Especificação

Além das especificações indicadas no item 6.2, teremos que acrescentar três:

- Tensão de operação – tensão elétrica em que foi projetado para trabalhar;
- Frequência de operação – geralmente os produtos são fabricados para trabalhar em 50 e 60 hertz, mas convém observar;
- Potência – potência máxima que o relê suporta.

6.10.3 Tipos

Temos dois tipos básicos de relê fotoelétrico:

- eletrônico – o sistema interno de acionamento é feito por meios eletrônicos;
- eletro-mecânico – existe uma bobina que possui uma parte do núcleo móvel e a Figura 65 mostra com detalhes.

6.10.4 Ligação (Figura 67)

A ligação do relê sempre vem impressa na base.

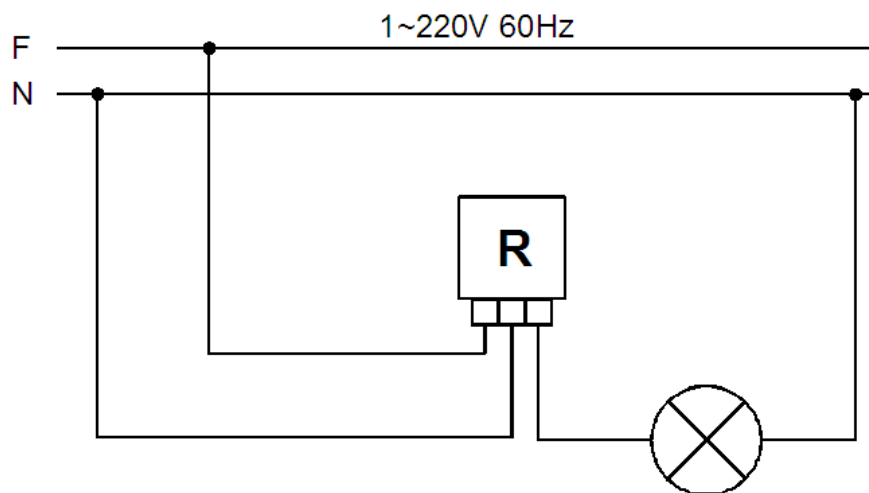


Figura 67 - Relê fotoelétrico – instalação.

6.11 Sensor de presença

6.11.1 Definição e funcionamento

O sensor de presença funciona com sensibilidade ao calor e qualquer variação faz com que acione um pequeno relê interno. Como o sensor possui componentes que necessitam energia para funcionar, temos que alimentá-lo e essa alimentação geralmente é em corrente contínua e em 12 Volts.

O uso de sensor de presença é adequado para interiores, em exteriores causa muitos problemas por causa de acionamentos indevidos.

A aplicação de sensor de presença está em alta, pois seu custo é menor e, com ele, o consumo de energia elétrica diminui, promovendo economia.

6.11.2 Especificação

Além das especificações indicadas no item 6.2, teremos que acrescentar três:

- Tensão de operação – tensão elétrica em que foi projetado para trabalhar;
- Frequência de operação – geralmente os produtos são fabricados para trabalhar em 50 e 60 hertz, mas convém observar;
- Corrente de operação – geralmente em torno de 2 Ampères.

6.11.3 Ligação

Para ligar um sensor de presença (Figura 68), devemos observar com atenção a tensão de alimentação, pois se for 12 VCC, devemos utilizar um adaptador, e os terminais do relê devem ser ligados conforme a ligação de um interruptor simples.

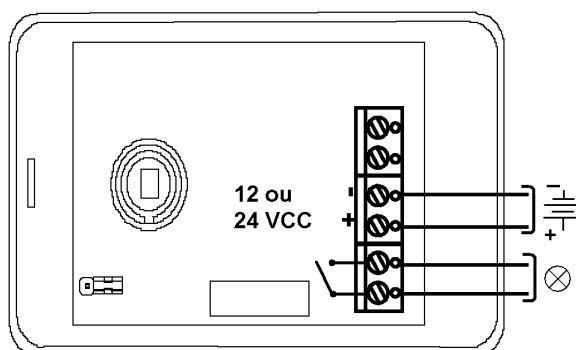


Figura 68 - Sensor de presença.

6.12 Exercícios propostos

6.12.1 Faça a ligação dos fios para que o interruptor acione as duas lâmpadas que estão representadas na Figura 69.

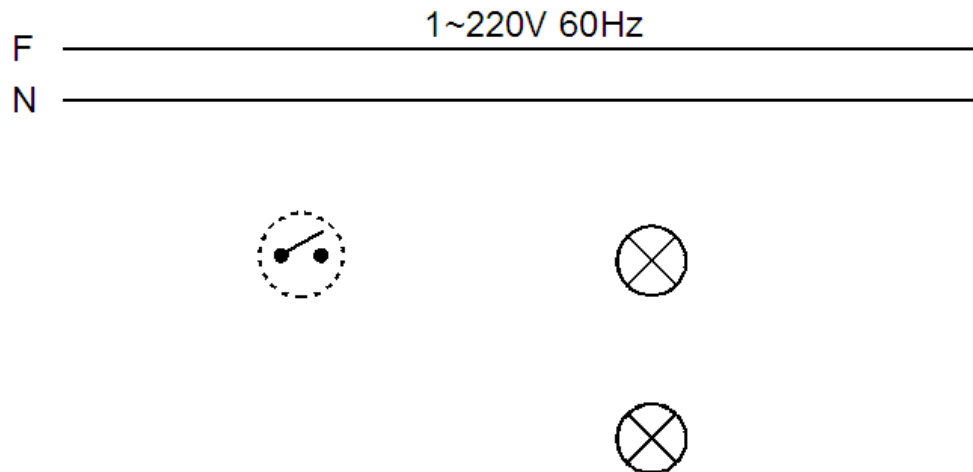


Figura 69 - Exercício 1.

6.12.2 Faça a ligação dos fios para que as duas lâmpadas que estão representadas na Figura 70 sejam comandadas de dois pontos diferentes.

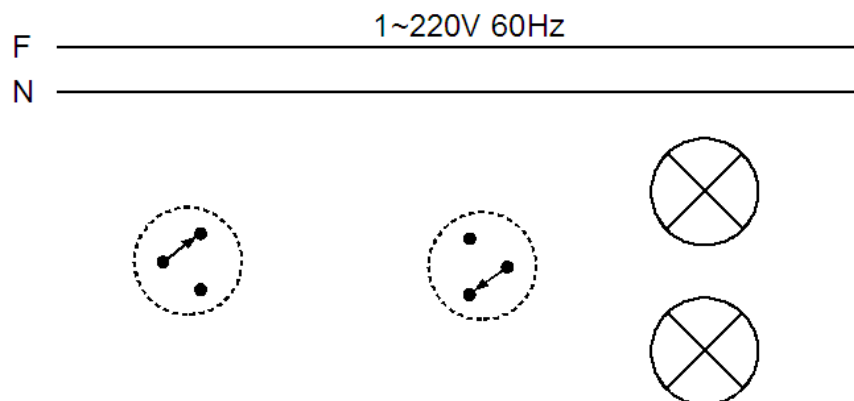


Figura 70 - Exercício 2.

6.12.3 Faça a ligação dos fios para que a lâmpada que está representada na Figura 71 seja comandada de quatro pontos diferentes.

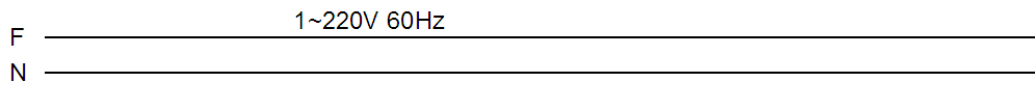


Figura 71 - Exercício 3.

6.12.4 Faça a ligação dos fios para que o interruptor acione a lâmpada L2 e o relê fotoelétrico acione L1, que estão representados na Figura 72.

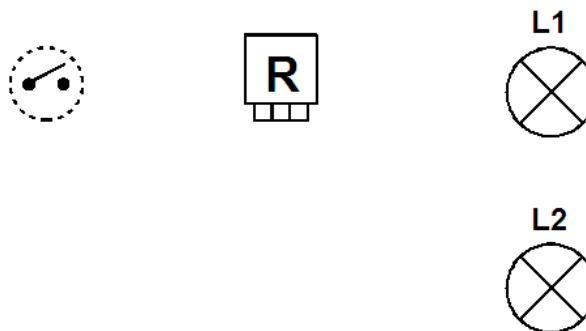
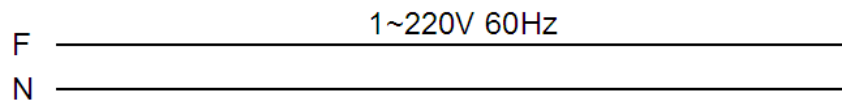


Figura 72 - Exercício 4.

6.12.5 Qual a diferença entre um interruptor simples e um paralelo?

6.12.6 Qual a diferença entre um interruptor intermediário e um paralelo?

6.12.7 Como funciona um interruptor de campainha?
