

ELETRICIDADE PREDIAL

0302AA0100404

Elaboração Técnica
Revisão Técnica

Equipe de editoração



Coordenação
Diagramação
Ilustração
Capa

Ficha Catalográfica
NIT - Núcleo de Informação Tecnológica
Diretoria de Tecnologia SENAI - DR/PR

S474e	SENAI. PR Eletricidade para Mecânico / SENAI. PR. -- Rio Branco do Sul, 2004. 151 p. 1. Material didático. 2. Editoração. I. Título. CDU: 371.671
-------	---

Direitos reservados ao
SENAI — Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
Departamento Regional do Paraná
Avenida Cândido de Abreu, 200 - Centro Cívico
Telefone: (41) 350-7000
Telefax: (41) 350-7101
E-mail: senaidr@pr.senai.br
CEP 80530-902 — Curitiba - PR

SUMÁRIO

ELETROSTÁTICA	7
1.1. Introdução	7
1.2. Condutores e Isolantes	8
1.3. Eletrização dos Corpos	9
GRANDEZAS ELÉTRICAS	11
2.1. Tensão Elétrica	11
2.1.1. Relação entre Desequilíbrio elétrico e Potencial Elétrico.....	12
2.2. Corrente Elétrica	12
2.3. Circuito Elétrico.....	13
2.4. Pilhas e Baterias	15
2.5. Corrente Contínua e Corrente Alternada	16
2.6. Resistência Elétrica	17
2.7. Lei de OHM	19
2.8. Potência e Energia	20
2.8.1. Potência Elétrica	20
2.8.2. Energia Elétrica.....	21
2.9. Exercícios	22
INSTRUMENTOS DE MEDIDAS ELÉTRICAS	25
3.1. Voltímetro	25
3.2. Amperímetro	25
3.3. Ohmímetro	26
3.4. Multímetro	27
CIRCUITOS ELÉTRICOS	29
4.1. Circuito Série	29
4.2. Circuito Paralelo	30
4.3. Circuitos Mistos	32
EMENDAS OU CONEXÕES SEM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	33
5.2. Emendas de Condutores sem Prolongamento.....	33
5.2.1. Processo de Execução	33
5.2.2. Emenda de Condutores em Prolongamento dentro de Caixas de Derivação ou de Passagem.....	35
5.2.3. Emendas entre Condutor Rígido e Flexível	36
5.2.4. Emendas entre Condutores Flexíveis	37
5.3. Emendas de Condutores de Derivação	38
5.3.1. Derivação Simples.....	38
5.3.2. Derivação com Trava.....	39
5.3.3. De um Condutor Rígido com um Flexível.....	39
5.3.4. De um Condutor Flexível com um Rígido.....	39

5.4 Olhal	40
5.5.Recomendações sobre Emendas ou Conexões	41
5.6.Conexões Bimetálicas	42
5.7. Acessórios para Condutores Elétricos	43
5.7.1. Conectores.....	43
5.7.2. Prensa-Cabos.....	46
6. SOLDA E SOLDAGEM.....	47
6.1. Solda. O que é?	47
6.2. Para que serve?	47
6.3. Características	47
6.4. Cuidados ao se efetuar uma soldagem	48
6.5.- Condições de Aplicação	49
6.6.- Soldagem de Emendas ou Conexões	50
7. MATERIAIS ISOLANTES	53
7.2. Tipos	53
A - Fita Isolante	53
B - Isolante Termocontrátil	55
C - Isolante Líquido	56
7.3.- Isolar Emendas ou Conexões	56
8. COMO INSTALAR LÂMPADAS INCANDESCENTES COM INTERRUPTOR SIMPLES E TOMADA	59
8.1. Representação de Esquemas Multifilar e Unifilar	60
8.2. Ligação em Série	67
8.3. Ligação em Paralelo de Lâmpadas	68
9. LÂMPADA FLUORESCENTE	71
9.1. Luminária Fluorescente	71
9.2. Lâmpada Fluorescente	72
9.3. Como Funciona uma Lâmpada Fluorescente	73
9.4. Como Funciona o Reator	74
9.5. Características das Lâmpadas Fluorescentes e dos Reatores	74
9.6. Lâmpadas de Luz Mista	75
9.7. Interruptor ou relê Fotoelétrico.....	76
10. SIMBOLOGIA	79
10.1. Diagramas	82
10.2. Diagrama Funcional	82
10.3. Diagrama Multifilar	82
10.4. Recomendações	83
11. INTERRUPTOR PARALELO	90
12. INTERRUPTOR INTERMEDIÁRIO	99
13. SINALIZAÇÃO	104

14. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS	108
15. INTERRUPTOR DETETOR DE PRESENÇA	113
15.1. Para Sobrepor	115
15.2. Esquema de Instalação e Especificações Gerais	117
16. DISJUNTORES	118
16.1. Partes dos Disjuntores	118
16.2. Funcionamento	119
16.3. Seqüência de Fechamento Manual	120
16.4. Ampacidades Padronizadas	121
17. DIMENSINAMENTO	121
18. MOTOR ELÉTRICO MONOFÁSICO	129
18.1. Como Funciona o Motor Monofásico	130
18.2. Chave Bipolar de Reversão manual	132
18.3. Como Funciona a Chave Bipolar de Reversão Manual	132
18.4. Diagrama Unifilar	134
18.5. Diagrama Multifilar	135

ELETRÓSTÁTICA

1.1. INTRODUÇÃO

A eletricidade é uma forma de energia associada aos fenômenos causados por cargas elétricas, estejam elas em movimento (eletrodinâmica) ou em repouso (eletrostática).

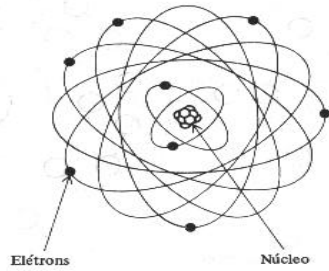
Toda a matéria é constituída por moléculas que, por sua vez, é formada por átomos. Os átomos são formados por um núcleo, onde se encontram os **prótons** e os **nêutrons**, e por uma eletrosfera, constituída de órbitas onde giram os **elétrons**. A diferença básica entre estes três elementos que formam o átomo está em suas cargas elétricas. Enquanto o Nêutron tem carga neutra, ou seja, não possui carga, o próton tem carga positiva e o elétron tem carga negativa. Todo átomo é, em princípio, eletricamente neutro, uma vez que o número de prótons é igual ao número de elétrons, fazendo com que cada carga positiva anule uma carga negativa e vice-versa.

Todos os princípios da eletrostática baseiam-se na Lei de DuFay, chamado princípio da atração e repulsão, segundo o qual cargas elétricas de sinais contrários se atraem, enquanto cargas de mesmo sinal se repelem.

A intensidade ou módulo de uma carga elétrica, representada por **Q**, é medida em uma unidade chamada Coulomb [C]. Para que um determinado corpo adquira uma carga elétrica de 1C positiva ou negativa, é necessário que perca ou gane, respectivamente, uma quantidade de $6,25 \cdot 10^{18}$ elétrons, o que nos faz concluir que a carga elétrica de um único elétron é de $1,6 \cdot 10^{-19}C$.

No átomo, os prótons, presentes no núcleo, tendem a atrair os elétrons em direção ao núcleo, por possuírem cargas elétricas opostas. Porém, como os elétrons giram em órbitas circulares em torno do núcleo, existe também uma força centrífuga, que tende a afastá-lo do núcleo. O que ocorre é um

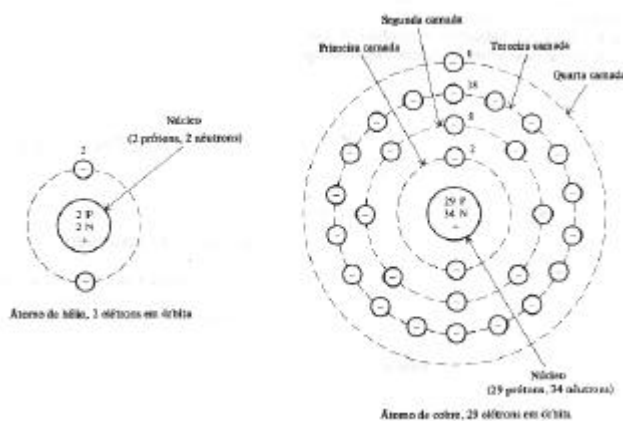
equilíbrio entre a força de atração e a força centrífuga, o que mantém o elétron em sua órbita, conforme mostra a figura abaixo:



1.2. CONDUTORES E ISOLANTES

A distribuição dos elétrons em órbitas ao redor do núcleo se dá de acordo com os níveis de energia que cada elétron possui. Quanto mais afastado do núcleo um elétron estiver, maior é a sua energia, porém mais fracamente ligado ao núcleo ele estará. Para o estudo da eletricidade, nos interessa conhecer apenas as características da última camada, também chamada camada de **valência**. É nesta camada que os fenômenos elétricos ocorrem. Nos materiais metálicos, a distribuição de elétrons nas camadas se dá de tal forma que existem poucos elétrons na camada de valência. Estes elétrons possuem ligação fraquíssima com o núcleo, sendo facilmente retirados de sua órbita por um agente externo, sendo chamados de **elétrons livres**. A condução elétrica nestes materiais se dá pela movimentação destes elétrons livres entre átomos próximos.

Em outros materiais, a camada de valência pode estar quase completa. Neste caso, a força de ligação destes elétrons com o núcleo do átomo é grande, fazendo com que eles não sejam retirados com facilidade de suas órbitas, ou seja, os elétrons não estão livres.



As afirmações acima nos levam a concluir que materiais que apresentam elétrons livres em sua constituição são bons condutores elétricos, destacando-se nesta categoria os materiais metálicos, enquanto que materiais que não possuem elétrons livres são maus condutores de eletricidade, também chamados isolantes, entre os quais podemos citar o plástico, a borracha, o vidro, o ar, entre outros. Existe ainda uma terceira categoria de materiais, chamados materiais semicondutores, cujas características os tornam intermediários entre os condutores e os isolantes, os quais são amplamente utilizados na construção de dispositivos eletrônicos, dentre os quais destacam-se o silício e o germânio.

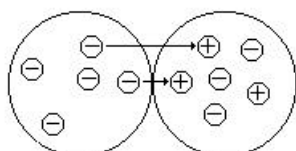
1.3. ELETRIZAÇÃO DOS CORPOS

Podemos eletrizar um corpo através da retirada ou da inserção de elétrons em suas órbitas. Se adicionarmos elétrons, o corpo ficará eletrizado negativamente, uma vez que possuirá mais elétrons do que prótons. Se por outro lado retirarmos elétrons, o corpo ficará eletrizado positivamente, uma vez que haverá excesso de prótons em relação ao número de elétrons.

Os processos básicos de eletrização, ou seja, de se retirar ou adicionar elétrons ao corpo podem ser por atrito, por contato ou por indução.

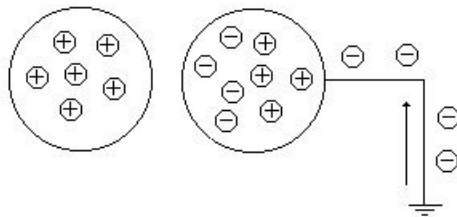
Atritando dois materiais isolantes diferentes, o calor gerado pode ser suficiente para libertar alguns elétrons, passando estes elétrons para o outro corpo. Assim, os dois corpos ficarão eletrizados. O que perdeu elétrons ficará com carga positiva, enquanto o que os recebeu ficará com carga negativa.

Se um corpo eletrizado negativamente for colocado em contato com outro corpo neutro, haverá uma transferência de elétrons entre estes corpos, do primeiro para o segundo, conforme mostra a figura abaixo:

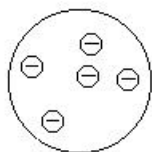


A transferência de elétrons se dá até que estes corpos se encontrem em equilíbrio eletrostático. Entenda-se por equilíbrio eletrostático não cargas iguais, mas potenciais eletrostáticos iguais, conceito este que será objeto de estudo futuro.

Se aproximarmos um corpo eletrizado positivamente de um condutor não eletrizado (neutro) e isolado, seus elétrons livres serão atraídos para a extremidade mais próxima do corpo positivo, conforme mostra a figura abaixo:



Desta forma, o corpo neutro ficará com excesso de elétrons em uma extremidade e falta de elétrons na outra. Aterrando este corno, o mesmo atrairá da terra uma quantidade de elétrons até que a extremidade positiva se neutralize. Ao desfazermos o aterramento, os elétrons que ingressaram no corpo não terão mais um caminho para retornar à terra, e o corpo anteriormente neutro ficará com excesso de elétrons, portanto carregado negativamente, conforme mostrado abaixo:



Este processo é conhecido como eletrização por indução.

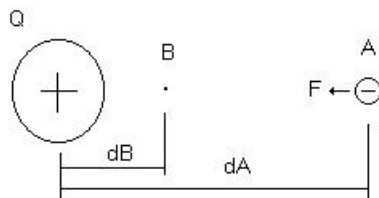
GRANDEZAS ELÉTRICAS

2.1. TENSÃO ELÉTRICA

No capítulo anterior, vimos as propriedades estáticas das cargas elétricas. Estudaremos a partir de agora suas propriedades dinâmicas.

Supondo uma região no espaço onde atua um campo elétrico produzido por uma carga positiva. Colocando um elétron em um ponto A distante de uma distância d_A da carga que gerou o campo, este elétron estará sujeito a uma força contrária ao sentido do campo, ou seja, será atraído pela carga.

Quando este elétron, no seu movimento em direção à carga Q estiver no ponto B, a distância d_B em relação à carga será menor, sendo portanto o potencial do elétron maior que no ponto A, conforme mostrado na figura abaixo:



Assim, concluímos que uma carga negativa move-se do menor para o maior potencial elétrico. De forma semelhante, comprovamos que uma carga positiva move-se do maior para o menor potencial. Em todo caso, para que haja o movimento de uma carga, seja ela positiva ou negativa, é necessário que haja um potencial maior e um potencial menor, ou seja, uma **diferença de potencial** ou **ddp**.

2.1.1.RELAÇÃO ENTRE DESEQUILÍBRIO ELÉTRICO E POTENCIAL ELÉTRICO

O potencial elétrico de um corpo é tanto maior quanto maior for o seu desequilíbrio elétrico.

Entre dois corpos com potenciais diferentes existe uma diferença de potencial ou tensão elétrica.

A unidade de medida da tensão é o VOLT (V).

DENOMINAÇÃO		SÍMBOLO	VALOR COM RELAÇÃO AO VOLT
Múltiplos	Megavolt	MV	10 ⁶ V ou 1000000 V
	Quilovolt	kV	10 ³ V ou 1000 V
Unidade	Volt	V	
Submúltiplos	Milvot	mV	10 ⁻³ V ou 0,001 V
	Microvolt	μV	10 ⁻⁶ V ou 0,000001 V

Os dispositivos capazes de fornecer tensão elétrica são denominados de fontes geradoras.

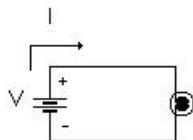
2.2. CORRENTE ELÉTRICA

Quando submetemos um material condutor elétrico a uma diferença de potencial, seus elétrons livres apresentam um movimento ordenado e orientado do ponto de menor potencial para o ponto de maior potencial. A este movimento, damos o nome de **corrente elétrica**. A intensidade desta corrente elétrica, representada por I e medida em Ampères [A] é a medida da quantidade de cargas que se deslocam pelo condutor a cada segundo, ou seja:

$$I = \frac{Q}{t}$$

A corrente elétrica é formada pelo movimento de elétrons, portanto cargas negativas. Conforme já vimos, cargas negativas deslocam-se do menor para o maior potencial. No entanto, para facilitar a análise de circuitos, evitando representar correntes negativas, utiliza-se o chamado **sentido convencional** de circulação da corrente, ou seja, convencion-

se dizer que a corrente é formada por portadores de carga positiva deslocando-se do potencial maior para o potencial menor. Assim, indicamos a corrente como uma seta deslocando-se do pólo positivo para o pólo negativo da fonte, conforme ilustrado abaixo:



Múltiplos e submúltiplos da unidade de medida de intensidade da corrente elétrica:

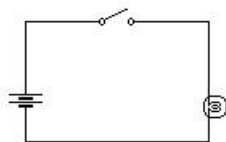
	Denominação	Símbolo	Valor em Rel. a Unidade
Multiplo	Quiloampere	kA	10^3 ou 1000A
Unidade	Ampere	A	-----
Submúltiplo	Miliampere	mA	10^{-3} ou 0,001A
	Microampere	μ A	10^{-6} ou 0,000001A
	Nanoampere	nA	10^{-9} ou 0,000000001A
	Picoampere	pA	10^{-12} ou 0,000000000001A

2.3. CIRCUITO ELÉTRICO

Chamamos de circuito elétrico aos dispositivos capazes de transformar energia elétrica em outra forma qualquer de energia. Para que isto possa ocorrer, precisamos que pelo circuito elétrico circule uma corrente elétrica.

Já vimos que a corrente elétrica é formada pelo movimento de elétrons. No entanto, para que este movimento possa ocorrer, são necessários dois potenciais elétricos diferentes, ou seja, uma diferença de potencial ou, como é mais comum chamarmos, uma tensão elétrica. Portanto, concluímos que só existirá corrente elétrica se houver tensão elétrica. Sendo a tensão elétrica a força que provoca o movimento dos elétrons (corrente elétrica), esta é também chamada de **força eletromotriz (f.e.m.)**, ou seja, a “força que move os elétrons”. Além disto, para que exista circulação de corrente elétrica, é necessária também a existência de um meio material que permita a circulação dos elétrons, ou seja, um material condutor elétrico. Este material condutor, geralmente sob a forma

de fios condutores, deve permitir aos elétrons um caminho de ligação entre os dois potenciais da fonte de alimentação, ou seja, um circuito elétrico deve ser um caminho fechado por onde os elétrons circulam. Também deverá haver no circuito um elemento conversor de energia, responsável por transformar energia elétrica em outra forma de energia. Este material condutor, geralmente sob a forma de fios condutores, deve permitir aos elétrons um caminho de ligação entre os dois potenciais da fonte de alimentação, ou seja, um circuito elétrico deve ser um caminho fechado por onde os elétrons circulam. Também deverá haver no circuito um elemento conversor de energia, responsável por transformar energia elétrica em outra forma de energia. Este elemento pode ser, por exemplo, uma lâmpada, um motor elétrico ou uma campainha. Finalmente, é necessário prevermos uma maneira de controlar o fluxo de corrente pelo circuito, permitindo ligar ou desligar o circuito quando desejarmos. Este controle pode ser feito por meio de um interruptor, por exemplo, ou simplesmente atarraxando e desatarraxando a lâmpada em seu receptáculo. O importante é notarmos que, interrompendo o caminho de circulação da corrente, esta deixará de fluir pelo circuito.

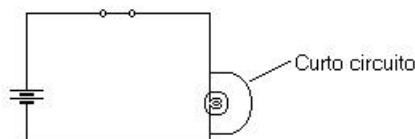


Em resumo, podemos definir circuito elétrico como um caminho fechado por onde circula uma corrente elétrica. Este circuito é formado por quatro elementos básicos, conforme já vimos:

- ❖ Uma fonte de alimentação
- ❖ Fios condutores
- ❖ Um receptor de energia, também chamado de carga
- ❖ Um elemento de controle

Para que tenhamos um circuito completo, são necessários estes elementos acima. Caso tenhamos a ruptura de um dos fios condutores, a abertura do interruptor ou a queima da lâmpada, por exemplo, teremos um **circuito aberto**, o que irá

interromper a passagem da corrente e, por consequência, o funcionamento do circuito. Se, por outro lado tivermos um desvio da corrente de modo que esta não passe pela carga, teremos um defeito conhecido como **curto circuito**, e o circuito também deixará de funcionar.

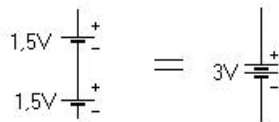


Quando ocorre um curto circuito, a corrente passa a circular de forma descontrolada, o que pode causar sérios danos às instalações do circuito, como a queima dos fios condutores e incêndios. Por isso, para limitarmos as consequências de um curto circuito, devemos utilizar dispositivos de proteção. O tipo mais comum e simples de proteção é o fusível. O fusível é um dispositivo construído especialmente para romper (fundir) assim que a corrente ultrapasse um determinado limite considerado seguro para o funcionamento do circuito, interrompendo a circulação de corrente antes que danos mais sérios ocorram. É importante notar que um fusível só irá “queimar” se o seu limite de corrente for ultrapassado, ou seja, se houver um problema no circuito. Não se deve substituir um fusível por outro de maior capacidade sem que antes se faça uma análise de capacidade dos condutores do circuito. Também não se deve jamais “improvisar” um fusível com moedas, parafusos ou outros objetos. Na ocorrência de um curto circuito, tais objetos não estarão dimensionados para proteger o circuito, podendo trazer consequências sérias para a instalação e para seus usuários.

2.4. PILHAS E BATERIAS

Para que uma lanterna acenda ou para que um rádio funcione, é necessária uma fonte de energia, ou seja, um dispositivo que forneça uma diferença de potencial. Normalmente estas pilhas, quando novas, fornecem uma tensão elétrica de 1,5V, tensão esta que diminui à medida

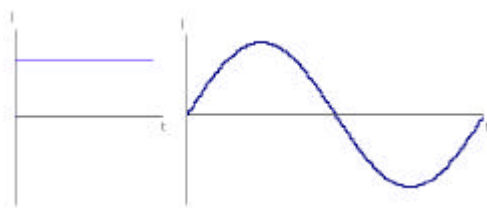
que a pilha se desgasta. Se for necessária uma tensão maior que 1,5V, várias destas pilhas podem ser associadas em série, de modo que suas tensões se somem, formando as chamadas baterias. Um exemplo comum são as baterias de 9V bastante utilizadas em equipamentos eletrônicos. Estas baterias são formadas pela associação de seis pilhas de 1,5V cada, perfazendo uma tensão de 9V ($6 \times 1,5 = 9$).



2.5. CORRENTE CONTÍNUA E CORRENTE ALTERNADA

As pilhas e baterias têm a característica de fornecer **corrente contínua** para o circuito, o que significa dizer que a corrente flui continuamente em um único sentido de circulação, o que implica em dizer que a tensão mantém sempre a mesma polaridade. A corrente contínua é muitas vezes abreviada por CC ou DC (do inglês, *direct current*).

No entanto, esta forma de energia não é a que encontramos, por exemplo, nas tomadas de nossas casas. Neste caso, a tensão alterna (inverte) sua polaridade periodicamente, em intervalos de tempo bem definidos, o que faz com que a corrente também apresente sentido de circulação alternado, ora num sentido, ora no sentido oposto. A este tipo de corrente damos o nome de **corrente alternada**, abreviada por CA ou AC (do inglês, *alternate current*). Abaixo, são representados os esquemas gráficos em função do tempo de uma corrente contínua e de uma corrente alternada.



A distribuição de energia pelas concessionárias se dá sob a forma de corrente alternada por uma série de facilidades operacionais. No entanto, muitos dos aparelhos, sobretudo os eletrônicos, necessitam de uma corrente contínua para funcionarem. Nestes casos, utilizamos dispositivos adaptadores conhecidos no mercado como **eliminadores de pilhas**. Estes dispositivos utilizam alimentação em corrente alternada da rede elétrica e convertem esta energia em corrente contínua com nível de tensão adequado para o equipamento a que se destina. Dispositivos semelhantes também são utilizados para a recarga de pilhas e baterias (somente quando estas forem recarregáveis), como é o caso, por exemplo, dos recarregadores de bateria de telefones celulares.

2.6. RESISTÊNCIA ELÉTRICA

A resistência elétrica é a característica que os materiais, mesmo os condutores têm de se opor, ou seja, oferecer dificuldade à passagem da corrente elétrica. Esta oposição é provocada pela dificuldade que os elétrons encontram em se deslocar pela estrutura atômica do material.

A resistência elétrica é representada pela letra **R** e medida em ohms [Ω].

Múltiplos da unidade de medida da resistência elétrica:

	DENOMINAÇÃO	SÍMBOLO	VALOR EM RELAÇÃO A UNIDADE
Múltiplos	Megohm	M Ω	10 ⁶ ou 1000000
	Quilohm	k Ω	10 ³ ou 1000
Unidade	Ohm		-

Usualmente, em circuitos elétricos, representa-se a resistência através dos símbolos abaixo:



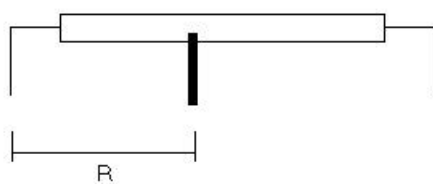
A resistência elétrica de um material depende da composição deste material e de suas dimensões físicas. Em qualquer material, a dificuldade oferecida à passagem dos elétrons faz com que estes se choquem contra sua estrutura atômica, provocando aquecimento do material. Este fenômeno é conhecido como **efeito Joule**, e pode ser aproveitado, por exemplo, na construção de aquecedores elétricos.

Quanto à sua composição, os materiais se diferenciam por suas resistências específicas, característica esta também chamada de **resistividade** do material. A resistividade, representada pela letra grega r , é expressa em ohm.metro [W.m], e representa um valor específico da resistência elétrica do material, sem se preocupar com suas dimensões. Assim, duas barras de cobre com exatamente a mesma composição, terão resistividades iguais, podendo no entanto terem resistências elétricas.

$$R = r \cdot \frac{l}{S}$$

Assim, uma barra de ferro e outra de cobre, com exatamente as mesmas dimensões, terão resistências diferentes, uma vez que os dois materiais têm resistividades diferentes. Também em relação a duas barras de cobre, quanto mais comprida for a barra, maior será a resistência, e quanto maior for a seção, menor será a resistência.

Partindo deste conceito, podemos construir uma resistência elétrica de valor variável, através de um cursor que desliza sobre uma resistência fixa. Conforme a posição em que se encontrar este cursor, a distância entre este ponto e a extremidade da resistência irá determinar um valor de resistência que se torna variável, uma vez que a posição do cursor pode ser variada.



Quando estes dispositivos são construídos a partir de resistências de carbono, são chamados de potenciômetros e amplamente usados em dispositivos eletrônicos (o controle de volume de um rádio, por exemplo). Se forem construídos a partir de resistências de fio, são chamados reostatos, e encontram aplicações industriais, como por exemplo, na partida de certos tipos de motores elétricos.

2.7. LEI DE OHM

A Lei de Ohm estabelece uma relação entre as grandezas elétricas tensão, corrente e resistência de um circuito.

Equação matemática da lei de Ohm:

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

Para utilizar as equações decorrentes da Lei de Ohm às grandezas elétricas devem ter seus valores expressos nas unidades fundamentais Volt, Ampère e Ohm.

Para tornar mais simples a utilização da equação da lei de Ohm costuma-se usar um “triângulo”.

Para facilitar você poderá usar letras num triângulo, como acima. Cobrindo uma letra (a desejada) você usará a equação que se representar com as outras letras. Experimente e terá as três fórmulas abaixo.

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{Cálculo da corrente}$$

$$R = \frac{V}{I} \quad \text{Cálculo da resistência}$$

$$V = I.R \quad \text{Cálculo da tensão}$$

2.8. POTÊNCIA E ENERGIA

2.8.1. POTÊNCIA ELÉTRICA

Sabemos da física que o conceito de potência está associado à quantidade de energia transformada ou trabalho realizado por unidade de tempo. No caso da potência elétrica, é uma medida da energia transformada por um aparelho elétrico (lâmpada, aquecedor, motor, etc.) por unidade de tempo. Quanto maior for a potência de uma lâmpada, maior será a quantidade de energia elétrica convertida em luz em um mesmo intervalo de tempo. Em outras palavras, a lâmpada de maior potência produz mais energia luminosa que outra, de mesma tecnologia, mas de menor potência.

Em um circuito elétrico, a potência pode também ser definida como a quantidade de cargas elétricas Q que uma fonte de tensão V fornece a um circuito em um intervalo de tempo Δt . Matematicamente, temos:

$$P = \frac{V \cdot Q}{\Delta t}$$

Mas sabemos também que a taxa $Q/\Delta t$ representa a quantidade de cargas elétricas que percorrem o circuito por unidade de tempo, ou seja, a corrente elétrica que percorre o circuito. Assim, podemos expressar a potência como:

$$P = V \cdot I$$

Da expressão acima, concluímos que a potência elétrica é expressa em volt.ampère [VA]. Para circuitos em corrente contínua, é mais comum expressarmos a potência em uma unidade equivalente, o watt [W]. Futuramente, quando estudarmos circuitos de corrente alternada, veremos mais algumas particularidades a respeito destas unidades.

2.8.2. ENERGIA ELÉTRICA

Vimos na seção anterior que a potência é a quantidade de trabalho realizado em um determinado intervalo de tempo. Assim, podemos expressar a energia como sendo:

$$E = P \cdot \Delta t$$

A unidade de energia, no sistema internacional, é o joule [J]. No entanto, os medidores de energia presentes em nossas residências medem a quantidade de energia consumida em outra unidade, o quilowatt-hora [kW.h]. Esta unidade de medida é usual porque, uma vez que estamos avaliando a energia consumida ao longo de um intervalo de tempo muito grande (1 mês), a medição em joule resultaria em um valor numérico muito grande, pois o tempo deveria ser informado em segundos.

Os medidores de energia, também chamados de medidores de kW.h, são instrumentos registradores, que avaliam a tensão da rede e a corrente que circula pelo circuito, fazendo girar um disco por efeito de indução eletromagnética. A tensão do sistema é praticamente constante, porém a corrente que circula varia conforme a potência consumida. Quanto maior for o produto da tensão pela corrente (potência), mais rápida é a rotação do disco. A este disco, está acoplado um mecanismo de ponteiros, os quais se movem conforme a rotação do disco, registrando a energia total consumida. Mensalmente a concessionária de energia elétrica faz uma leitura da indicação do medidor, e a energia consumida no mês é calculada a partir da diferença entre a leitura do mês atual e a leitura do mês anterior.

Solucionando Problemas

2.9. EXERCÍCIOS

a. Qual é a corrente elétrica que percorre a resistência de um chuveiro cuja potência é de 5000W ligado a uma rede elétrica de 120V?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

b. Supondo outro chuveiro, também de 5000W, porém ligado a uma rede de 220V, qual será a corrente elétrica neste caso?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

c. Comente as vantagens e desvantagens das duas situações apresentadas nos exercícios anteriores.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Solucionando Problemas

d. Em uma residência, onde moram quatro pessoas, existe um chuveiro elétrico de 5400W, seis lâmpadas incandescentes de 100W cada uma, e um refrigerador de 200W. Suponha que cada pessoa toma um banho diário com duração de 15 minutos, que as lâmpadas permanecem acesas, em média, 4 horas por dia e que o refrigerador opera em ciclos de aproximadamente 10 minutos ligado/20 minutos desligado; Calcule, em kWh, o consumo de energia mensal (30 dias) desta residência.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

e. Supondo que a concessionária de energia elétrica cobra R\$0,27 por kWh consumido, qual será o valor da fatura de energia da residência do exercício anterior?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

f. Ainda supondo a mesma situação, quanto seria economizado mensalmente, em R\$, se cada pessoa reduzisse seu banho para 10 minutos e as lâmpadas fossem trocadas por lâmpadas econômicas (fluorescentes) de 20W cada uma, mantendo o mesmo tempo de utilização?

.....

.....

.....

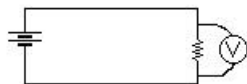
.....

.....

.....

3.1. VOLTÍMETRO

O voltímetro é o instrumento utilizado para medir tensão elétrica. O voltímetro não mede o potencial propriamente dito, mas a sua diferença em relação a um ponto de referência. Para medir uma tensão, os terminais do voltímetro devem estar conectados aos pontos onde se deseja comparar os potenciais, ou seja, em “paralelo” com o elemento sobre o qual se deseja medir a tensão, conforme ilustra a figura abaixo:

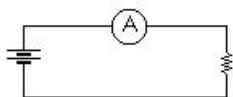


Existem basicamente dois tipos de voltímetro, o analógico e o digital. O analógico indica a tensão através da deflexão de um ponteiro, proporcional à tensão medida. Quanto maior for a tensão, maior será o movimento do ponteiro, que indicará o valor medido sobre uma escala previamente graduada e calibrada. Já o voltímetro digital possui um visor de cristal líquido, cujos dígitos indicam diretamente o valor da tensão medida. Se o potencial medido for menor que o de referência (tensão negativa), o instrumento digital apenas sinalizará com um sinal negativo (-) antes dos dígitos no visor, enquanto o instrumento analógico tenderá a apresentar uma deflexão no sentido contrário ao normal, o que muitas vezes acaba por danificar o instrumento. Atualmente, o custo dos instrumentos digitais tornou-se tão reduzido, que praticamente condenou os instrumentos analógicos à extinção.

3.2. AMPERÍMETRO

O amperímetro é o instrumento elétrico destinado a medir a intensidade de corrente elétrica que percorre um circuito. Como desejamos medir a corrente que “passa” pelo condutor, é necessário que esta corrente também passe pelo

amperímetro. Assim, o amperímetro deve ser ligado em “série” com o circuito, conforme mostra a figura abaixo:



Assim como ocorre com o voltímetro, existem o amperímetro analógico e o digital, sendo este último o tipo mais utilizado atualmente, devido ao menor custo e à facilidade de uso. É importante observar que, para a ligação do amperímetro, o circuito deve ser interrompido, devendo ser religado através do instrumento. Existe um outro tipo de amperímetro, conhecido como amperímetro “alicate”, que mede a corrente que passa pelo circuito por meio de acoplamento eletromagnético, não exigindo a abertura do circuito ou mesmo conexões elétricas para que se efetue a medida. Este tipo de instrumento é muito utilizado na manutenção de instalações industriais, onde as correntes envolvidas são muito elevadas e a abertura do circuito muitas vezes implicaria na interrupção do processo de produção.

3.3. OHMÍMETRO

O ohmímetro é o instrumento destinado à medição de resistências elétricas. Para que se meça a resistência de um determinado elemento, este não poderá estar conectado ao circuito. Assim, para medirmos uma resistência, devemos primeiramente retirá-la do circuito e em seguida medi-la com os pontas de prova do ohmímetro, tomando o cuidado de não tocar com as mãos os terminais da resistência ou as pontas de prova enquanto se faz a medição. Esta medida é necessária, pois o contato com as mãos pode interferir no resultado da medida, uma vez que nosso corpo, como todo material, também possui uma resistência elétrica. Isto pode ser verificado segurando-se com as mãos os terminais de um ohmímetro e observando sua leitura. Assim como nos dois casos anteriores, existem ohmímetros do tipo analógico e também do tipo digital.

$$E_2 = E_F - (E_1 + E_3)$$

$$E_2 = 80V - (15V + 25V)$$

$$E_2 = 40V$$

$$E_2 = 40V$$

Assim, como vimos que a corrente é igual em qualquer parte do circuito é:

$$E_t = E_1 + E_2 + E_3, \dots$$

Dividindo cada termo de E pela corrente I

$$\frac{E_t}{I} = \frac{E_1}{I} + \frac{E_2}{I} + \frac{E_3}{I}$$

Pela lei de Ohm podemos escrever

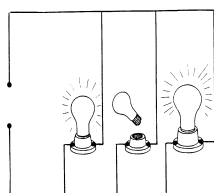
$$R_t = R_1 + R_2 + R_3$$

Assim, concluímos que a resistência do circuito série é igual à soma das resistências parciais.

4.2. CIRCUITO PARALELO

Circuito paralelo é aquele em que seus componentes são ligados diretamente a uma diferença de potencial. Assim, os aparelhos ligados ao circuito não dependem uns dos outros.

No circuito esquematizado abaixo foi retirada uma lâmpada, porém as outras continuam funcionando.



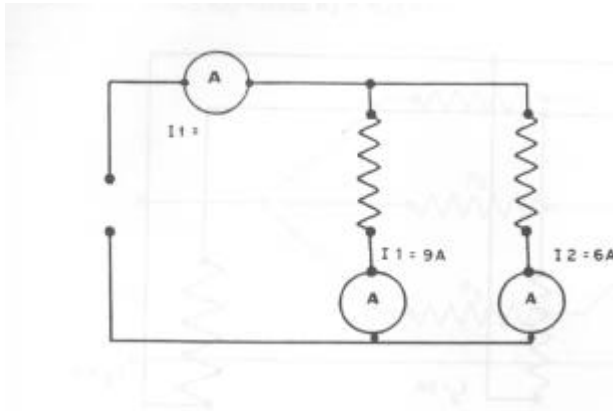
Nos circuito paralelo a tensão nos bornes de cada lâmpada é igual à tensão da fonte.

$$E_F = E_1 = E_2 = E_3$$

A corrente total é à soma das correntes parciais.

$$I_t = I_1 + I_2 + I_3$$

Calcule o valor da Corrente Total, no circuito abaixo:



Você deve ter encontrado $I_t = 15 A$

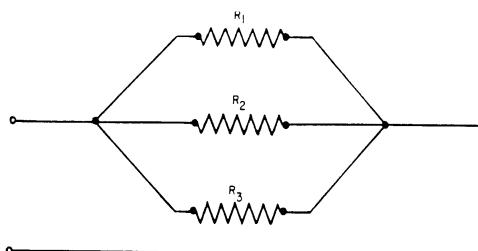
Você já sabe que um resistor oferece determinada resistência à passagem da corrente elétrica.

Dois ou mais resistores ligados em paralelo oferecem menor resistência equivalente ao circuito. A resistência equivalente do circuito paralelo é sempre menor que a menor resistência contida nele.

A resistência equivalente (R_t) dos resistores em paralelo você obtém com a fórmula.

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

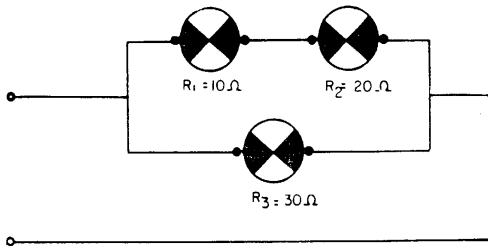
Calcule a resistência equivalente de um circuito com três resistores em paralelo, representado abaixo, cujas resistências tem valores $R_1 = 8\Omega$, $R_2 = 12\Omega$ e $R_3 = 4\Omega$.



4.3. CIRCUITOS MISTOS

Estes circuitos possuem características de circuitos série e paralelo, sendo uma combinação de ambos. A sua resolução consiste em reduzir por grupos de resistência até chegar a resultante final.

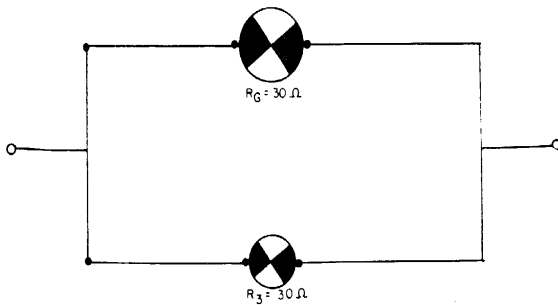
No circuito que segue, R1 está em série com R2 e ambos em paralelo com R3.



Calculando a resistência do grupo 1 (série)

$$R_{G1} = R1 + R2 = 10 + 20 = 30 \Omega$$

O circuito passará a ser representado:



portanto, o circuito é paralelo e você já sabe como encontrar a resistência equivalente.

$$R_{eq} = 15 \Omega$$

$$R_{eq} = \frac{R1}{\frac{1}{R_g} + \frac{1}{R_3}}$$

EMENDAS OU CONEXÕES EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

5.1. INTRODUÇÃO

Nas instalações em geral as **emendas ou conexões** são, na maioria das vezes, **inevitáveis**. A sua execução pode trazer tanto problemas elétricos como mecânicos. Por isso, **sempre que possível, devemos evitá-las**.

Outro agravante na execução das emendas é a perda em torno de 20% da capacidade de condução de corrente elétrica.

Por isso, para eliminar os problemas com as **emendas ou conexões**, é necessário executá-las obedecendo a certos critérios, para que permitam a passagem da corrente elétrica sem perdas de energia (**perdas por efeito joule**) e evitando também problemas inerentes à elevada densidade de corrente.

5.2. EMENDAS DE CONDUTORES EM PROLONGAMENTO

Essa operação consiste em unir condutores para prolongar linhas. A sua utilização é recomendada em instalações de linha aberta.



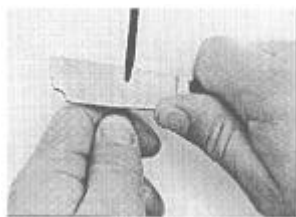
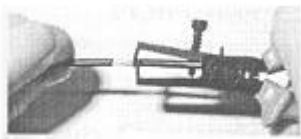
5.2.1. PROCESSO DE EXECUÇÃO

Emenda em Linha Aberta ou Externa

1 - Remova o isolante, aproximadamente 50 vezes a diâmetro (d) do condutor



2 - Para remover o isolante proceda como mostram as figuras abaixo:



3 - Cruze as pontas, formando um ângulo de 90° a 120°, aproximadamente.



Notas:

1) Caso você use o canivete, use-o de forma inclinada para não danificar o condutor.

2) Com o alicate descascador, faça o ajuste necessário para não danificar o condutor.

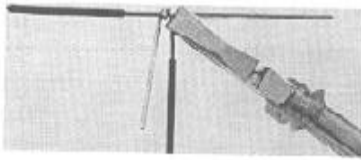
ATENÇÃO: Cuidado para não se ferir com o canivete.

Diâmetro o nominal de condutores rígidos e flexíveis (d).

0,5	0,78	0,87
0,75	0,95	1,05
1,0	1,11	1,25
1,5	1,36	1,50
2,5	1,74	1,95
4,0	2,20	2,50
6,0	2,70	3,05
10,0	3,50	4,00
16,0	4,41	5,70

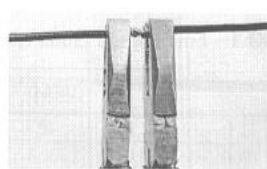
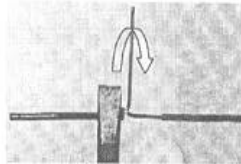
4 - Segure os condutores com o alicate e inicie as primeiras voltas com os dedos

5 - Finalize a primeira parte da emenda com auxílio de outro alicate.



6 - Inicie a segunda parte da emenda, segurando a primeira parte com o alicate

7 - Dê o aperto final com auxílio de dois alicates.



5.2.2. Emenda de Condutores em Prolongamento dentro de Caixas de Derivação ou de Passagem

A - Entre Condutores Rígidos

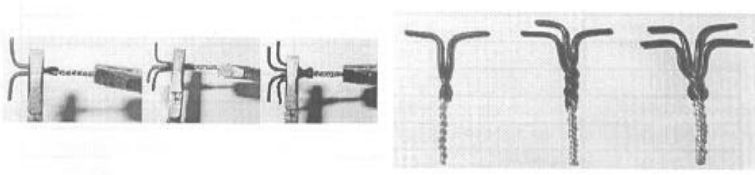
A figura a seguir indica a seqüência de execução desse tipo de emenda.



1) Remova a isolação, aproximadamente 30 vezes o diâmetro (d) do condutor. Em seguida, coloque-os um ao lado do outro.

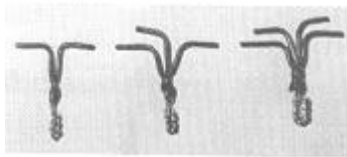
2) Cruze os condutores, segurando-os com um alicate, fazendo com que formem um ângulo de 90° a 120° aproximadamente.

3) Continue segurando os condutores com auxílio de um alicate, e inicie as primeiras voltas (espirais) com os dedos.



4) Termine a emenda com auxílio de outro alicate.

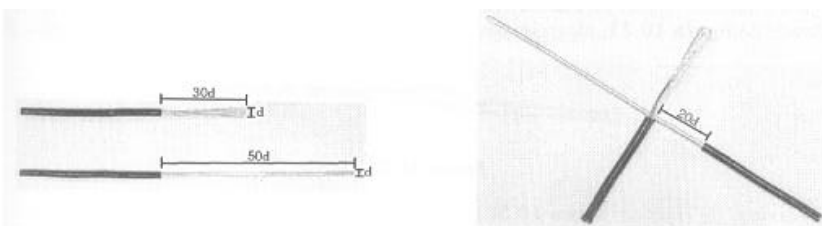
5) Aspecto final da emenda:



6) O travamento da emenda é dispensável, no entanto pode ser feito na impossibilidade da soldagem.

5.2.3. Emendas Entre Condutor Rígido e Flexível

As figuras a seguir indicam a seqüência de execução desse tipo de emenda.

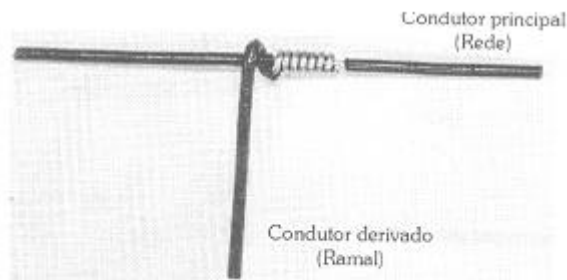


1 - Remova a isolação de ambos os condutores conforme a figura acima.

2 - Cruze os condutores, fazendo com que formem um ângulo de 90° entre si, e que o condutor flexível fique afastado 20d da distância da isolação do condutor rígido.

5.3. EMENDAS DE CONDUTORES EM DERIVAÇÃO

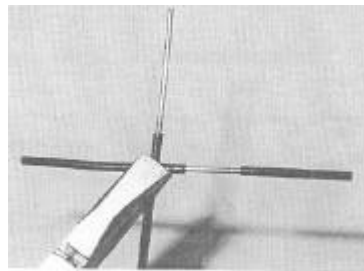
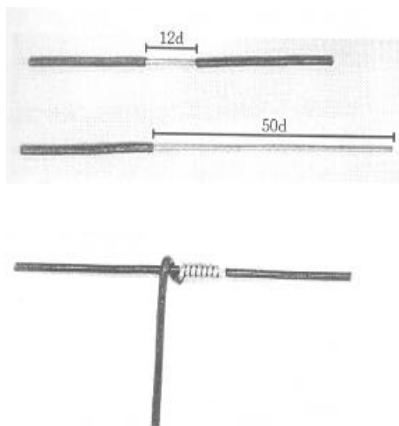
Esse tipo de emenda tem como objetivo unir o extremo de um condutor (RAMAL) numa região intermediária (REDE), para tomar uma alimentação elétrica.



Exemplo e aspecto final da emenda em derivação.

As figuras a seguir, apresentam a seqüência de execução desse tipo de emenda.

5.3.1 Entre Condutores Rígidos - Derivação Simples



Nota: Deve-se sempre fazer o arremate final da emenda com auxílio de dois alicates.

5.4 OLHAL

Quando se deseja conectar condutores rígidos e flexíveis diretamente aos bornes de elementos, tais como **interruptores, tomadas, receptáculos, dispositivos de proteção e controle, barramentos de Quadros de Luz ou Quadros de Distribuição** e outros, executa-se essa operação por meio de **OLHAL**.

As figuras abaixo mostram os procedimentos para a execução do olhal, bem como a sua correta fixação.



$$\ell = 2\pi R_p + d_c$$

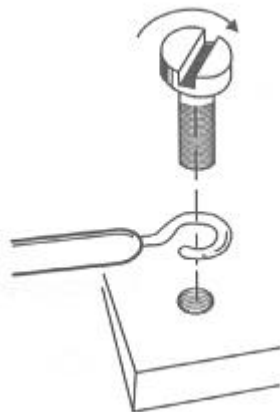
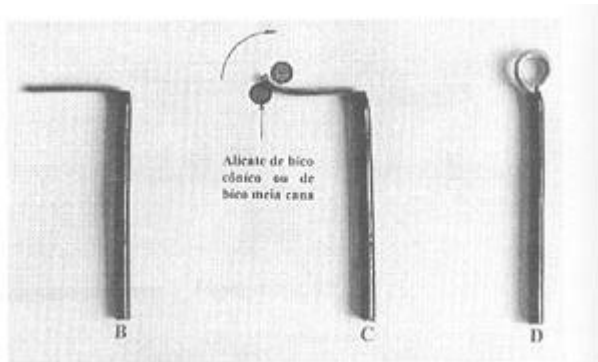
onde:

ℓ = comprimento da circunferência do olhal, em mm.

R_p = raio do parafuso, em mm.

d_c = diâmetro do condutor, em mm.

π = 3,14...



NOTAS:

1 - O olhal deve ser colocado como indica a figura ao lado, com a finalidade de que não se abra ao apertar o parafuso.

2 - Caso o parafuso seja do tipo não removível ou imperdível, deve-se elaborar um olhal semifechado de maneira que permita colocá-lo debaixo da cabeça, dado a seguir, o fechamento final do olhal com auxílio de um alicate de bico.

3 - A fixação de condutores flexíveis a elementos deve ser feita por meio de terminais apropriados. Na impossibilidade de se usar terminais, deve-se estanhar o condutor para manter os fios unidos no momento do aperto do parafuso.

5.5. RECOMENDAÇÕES SOBRE EMENDAS OU CONEXÕES

1 - Remover a isolação do condutor, de tal forma que seja suficiente para que, no ato de emendá-los, não ocorra falta e nem sobra.

2 - Após remover a isolação, o condutor de cobre deve estar completamente limpo, isto é, isento de pó, partículas de massa de reboco, tintas, substâncias oleosas, etc.

NOTA: Caso o condutor de cobre possua uma película ou isolante de verniz, remova-o com auxílio de uma lixa fina.

3 - As emendas ou conexões devem ser realizadas de modo que a pressão de contato independa do material isolante, ou seja, devem ser bem apertadas, proporcionando ótima resistência mecânica e ótimo contato elétrico.

4 - As emendas ou conexões devem ser soldadas.

Esta medida proporciona:

- ❖ Aumento da resistência mecânica da emenda;
- ❖ Aumento da área de condutibilidade elétrica;
- ❖ Evita a oxidação.

5 - Toda emenda deve, obrigatoriamente, ser isolada.

5.6. CONEXÕES BIMETÁLICAS

São aquelas destinadas a proporcionar a continuidade elétrica entre condutores de materiais diferentes.

Muitas vezes, torna-se necessária a interligação (conexão) de condutores de cobre com condutores de alumínio. Esses metais conectados, em contato com o ar e submetidos a variações de temperatura e umidade, causarão uma diferença de potencial entre eles, dando origem à corrosão galvânica.

A corrosão galvânica pode ser evitada adotando-se as seguintes regras básicas:

- a) A parte de cobre a ser conectada ao alumínio deve ser estranhada.
- b) Entre os metais, deve ser usado um **inibidor metálico**, cuja função é impedir a formação da película de óxido que é formada no alumínio. Geralmente, é usado o **bronze estranho** como inibidor.
- c) Deve ser evitada a penetração de umidade no contato entre o cobre e o alumínio. A umidade na conexão bimetálica comporta-se como uma pilha, ou seja: Existirá um ânodo (alumínio), um cátodo (cobre) e um eletrólito (água).
- d) A conexão entre esses metais deverá ser de tal forma

que a massa do alumínio seja maior do que a massa do cobre.

5.7. ACESSÓRIOS PARA CONDUTORES ELÉTRICOS

5.7.1. Conectores

Para condutores com seção transversal **superior** a 10mm², usam-se, com vantagem, os conectores.

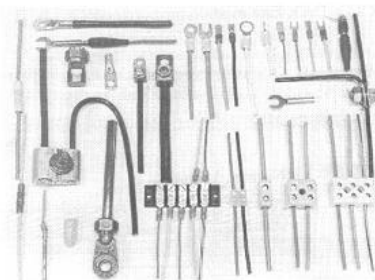
Os conectores são dispositivos destinados a unir elétrica e mecanicamente dois ou mais condutores entre si, ou um condutor a um borne de interruptores, tomadas, disjuntores, etc.

Os conectores podem ser encontrados das mais variadas formas e tamanhos, destinados aos diversos tipos de serviços.

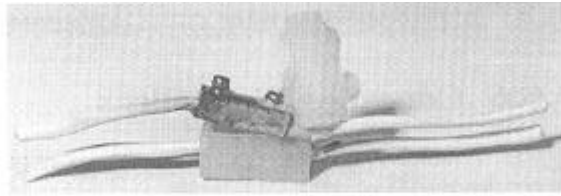
Podemos classificá-los em:

- ❖ Soldáveis
- ❖ Não soldáveis
 - Deformáveis
 - De pressão por parafuso
- ❖ Terminais
- ❖ De derivação
- ❖ De emenda
- ❖ Conectores rápidos Isolantes

A figura abaixo mostra alguns tipos de conectores mais utilizados em instalações elétricas.



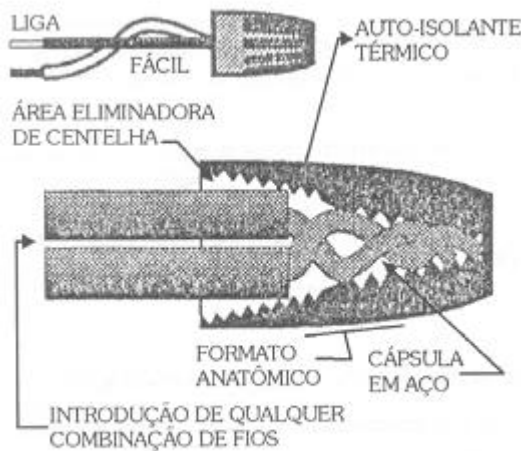
Tipos de Conectores.



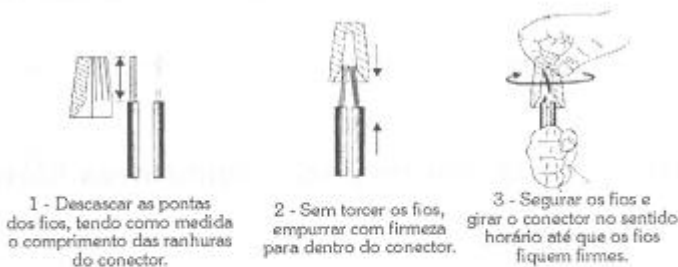
*Aspecto de um conector com
isolação de PVC, submetido a correntes elevadas.*

ATENÇÃO: Usar conector com isolação de porcelana ou baquelite de correntes elevadas, como por exemplo: chuveiro, torneiras elétricas, etc.

O conector rápido isolante é confeccionado em polipropileno, tendo como característica isolar e não propagar a chama. Possui internamente um mola de aço em formato quadrado, a qual garante a firmeza da conexão, unindo com facilidade dois ou mais condutores rígidos e/ou flexíveis, de seções iguais ou diferentes, proporcionando excelente condutibilidade elétrica. O conector dispensa o uso de soldas, alicate, chave de fenda e fita isolante.



**Constituição do
conector rápido (Liga-Fácil).**



Para reaproveitar o conector girar no sentido anti-horário.

**Instrução de Uso (todos os modelos).
AMB.**

UTILIZAÇÃO:

- ❖ Condutores de cobre (rígidos e/ou flexíveis) com área mínima 4 mm² e máxima 17 mm².
- ❖ Para variação de seção e quantidade de condutores vide tabela.

Tamanho, cor, seção e composição de conector rápido isolante (AMB).

Tamanho					
Cor	CINZA	AZUL	LARANJA	AMARELO	VERMELHO
Seção(mm ²)	0,33 a 1,31	0,33 a 1,31	0,33 a 2,09	0,82 a 2,09	0,82 a 5,27
Composição	Mín. 1#0,52 e 1#0,33 Máx. 2#1,31	Mín. 3#0,52 Máx. 3#1,31	Mín. 3#0,52 Máx. 4#1,31 e 1#0,52	Mín. 1#2,09 e 1#0,82 Máx. 4#2,09	Mín. 2#2,09 Máx. 2#5,27 e 2#3,30

APLICAÇÕES:

- ❖ Circuitos elétricos, iluminação, eletrodomésticos, chuveiros, aquecedores, sistemas de alarme, telecomunicações, indústrias automobilísticas, circuitos eletrônicos, etc.

COMPOSIÇÃO:

- ❖ Mola interna em aço, com capa isolante de polipropileno (**antichama**).

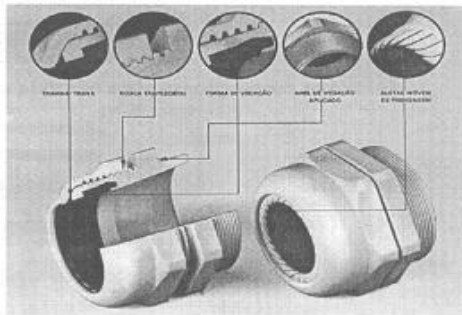
VANTAGEM:

- ❖ Instalações residenciais e prediais - máximo 600V
- ❖ Instalações de ruas - máximo 1000V
- ❖ Produto reaproveitável
- ❖ Suporta temperaturas em regime permanente de 150°C, máxima permitida de 155°C.

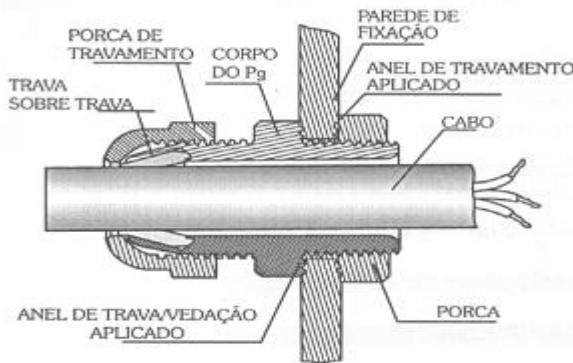
5.7.2. PRENSA-CABOS

São dispositivos com rosca, sendo utilizados para vedação de entradas de cabos em caixas de derivação e outros aparelhos.

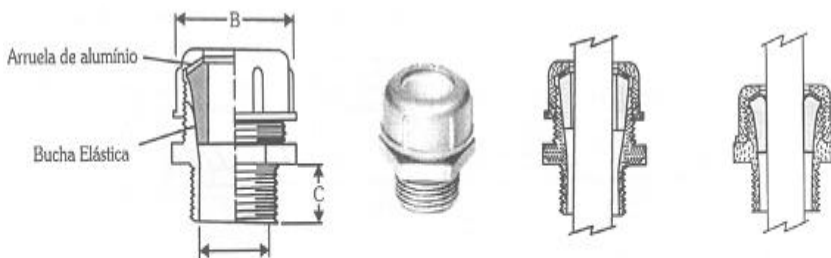
Possui amplo campo de aplicações em indústrias químicas, automobilísticas, naval, de máquinas e equipamentos, fabricantes de painéis e outras.



Detalhes do prensa-cabos. Pulsonic IFM.



Vista em corte do prensa-cabos de nylon injetado anti-chama, Pulsonic IFM.



Prensa-cabos em alumínio, silício, dotado de bucha cônica elástica e arruela de alumínio. Cortesia Wetzel.

SOLDA E SOLDAGEM

6.1. SOLDA. O QUE É?

É uma liga (mistura) de dois materiais: o **ESTANHO** e o **CHUMBO**; conforme a proporção pode ser utilizada para a realização de diversos trabalhos.

6.2. PARA QUE SERVE?

É utilizada, por exemplo, para unir condutores elétricos dando à emenda as seguintes propriedades:

- ❖ Boas condições de condutibilidade elétrica (bom contato elétrico);
- ❖ Impedir o processo de oxidação;
- ❖ Resistir melhor aos esforços mecânicos.

6.3. - CARACTERÍSTICAS

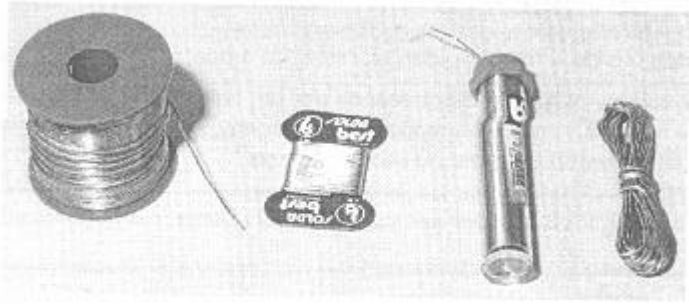
As ligas (misturas) de materiais usadas nos trabalhos de eletricidade para soldagem de emendas, terminais, etc. apresentam baixo ponto de fusão na proporção de: **67% de estanho e 33% de chumbo**.

Com essa proporção a solda se funde a uma temperatura de 170°C.

A solda pode ser encontrada com os seguintes formatos.



Forma de barra (35 cm aproximadamente).



Em forma de fios: carretel, cartela, tubo e avulso.

A solda encontrada em forma de fios, cujo diâmetro varia entre 0,8 e 1,5mm, que é a mais em eletrônica, apresenta uma proporção de 60% de estanho e 40% chumbo. Possui no seu interior, núcleo de resina que tem por finalidade facilitar a aderência da solda nos locais em que deve ser aplicada.

6.4. - CUIDADOS AO SE EFETUAR UMA SOLDAGEM

1 - Mantenha o ferro de soldar encostado numa emenda ou conexão pelo tempo estritamente necessário. Caso ultrapasse esse tempo poderá haver o comprometimento da soldagem.



2 - Aquecimento muito prolongado de uma emenda ou conexão aquecerá também o(s) condutor(es), e poderá danificar sua isolação.

3 - Usar apenas a quantidade de solda necessária para se efetuar uma boa soldagem.

ATENÇÃO: Na soldagem de componentes eletrônicos, em hipótese alguma, devem-se usar pastas de soldar, devido à existência, nessas pastas, de substâncias agressivas, que podem danificar em pouco tempo esses componentes.

4 - As partes a serem soldadas devem ficar firmes e imóveis, para se obter um bom contato elétrico. A solda fraca é quebradiça, enquanto está esfriando ou solidificando. Caso haja algum movimento entre as partes no momento da soldagem, pode provocar, como é comumente chamada de “solda fria”.

5 - Ela apresenta cor prateada brilhante e a solda deve “escorrer” sobre a superfície das partes que estão sendo soldadas.

6.6. - SOLDAGEM DE EMENDAS OU CONEXÕES

Essa operação consiste em preparar e efetuar a soldagem de emendas (prolongamento, derivação ou junção).



Processo de execução

A - Após o ferro de soldar ter atingido a sua temperatura normal, com sua ponta devidamente limpa e estanhada, apoiar na parte inferior da emenda ou conexão.

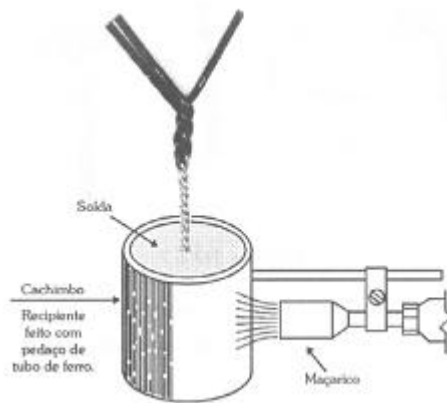
B - Apoie a barra ou fio de solda na parte superior da emenda até que a solda derretida preencha todos os espaços entre as espiras e cubra totalmente a emenda, conforme a figura.

PRECAUÇÃO: Cuidado para não se queimar o local onde foi posicionado o ferro quente. O ferro, durante o trabalho, deve ser colocado sobre um suporte apropriado (ex. Suporte metálico com base isolante, tijolo, etc).

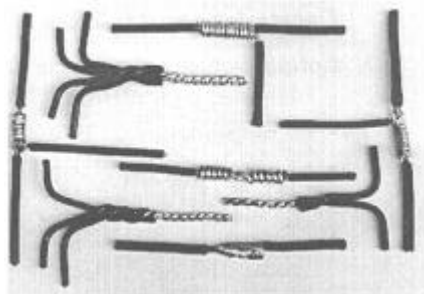
NOTAS:

1 - Faça a soldagem logo após ter efetuado a emenda.

2 - Nas emendas em caixas de passagem ou de derivação, o processo de soldagem é feito na própria obra, com o auxílio de um dispositivo chamado "Cachimbo" .



C - As emendas, após a soldagem, apresentam o aspecto da figura a seguir:

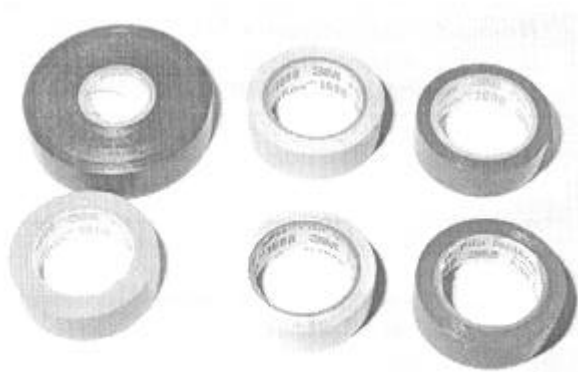


Aplicações:

Para reposição da camada isolante de cabos elétricos, em emendas e terminações até 69 kV.

a.2 - Fita Isolante Plástica

É uma tira de material plástico plástico, possuindo em um dos lados uma substância adesiva à base de borracha sensível à pressão. É fabricada em diversas cores: branca, amarela, azul, verde, vermelha e preta.



Fitas isolantes plásticas.

Aplicações:

Para recomposição da camada isolante ou cobertura de cabos elétricos em emendas e acabamentos nas instalações em geral, sendo a P44 para 750 V e a P42 para 600 V.

CARACTERÍSTICAS DAS FITAS ISOLANTES:

Apresentam-se em rolos de diversos comprimentos, larguras e espessuras:

- ❖ Comprimento: 5,10 e 20m (Autofusão: 10m)
- ❖ Largura: 19mm (as mais comuns para uso em instalações elétricas em geral)
- ❖ Espessura: **Pirelli P-42:** 0,15mm; **P44:** 0,18mm; **3M 33+:** 0,19mm; **Wetzel:** 0,15mm e 0,76 mm (Autofusão-Pirelli).

B - ISOLANTE TERMOCONTRÁTIL

São tubos flexíveis de poliolefina, para uso contínuo em temperaturas de até 125°C. Esse isolante de material termocontrátil permite ser instalado com facilidade e rapidez, bastando para isso aplicadores automáticos ou dispositivos de aquecimento normais (soprador térmico, maçarico, etc.).



*Tubo termo-contrátil.
Cortesia Raychem.*

CARACTERÍSTICAS:

- ❖ Excelente estabilidade térmica, indicado para uso contínuo de -30°C a 125°C.
- ❖ Poucas medidas é necessário para cobrir uma faixa de diâmetros de 0,6 a 51 mm.
- ❖ Não são afetados pelos fluídos e solventes comumente usados.
- ❖ Aplicar calor acima de 115°C.
- ❖ Os tubos se contraem 50% do diâmetro nominal.

C - ISOLANTE LÍQUIDO

É uma substância isolante de fácil utilização, bastando aplicá-la, com auxílio de um pincel nas emendas ou conexões.

CARACTERÍSTICA

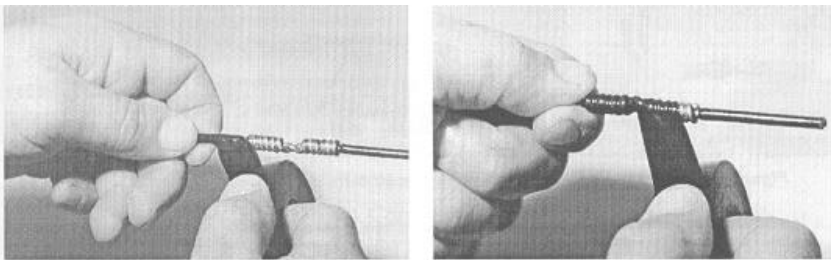
A aplicação com 1mm de espessura permite um isolamento até 10kV.

7.3.- ISOLAR EMENDAS OU CONEXÕES

Essa operação consiste em cobrir superfícies de emendas ou conexões expostas, utilizando-se dos materiais isolantes vistos anteriormente. É executada para restabelecer as condições de isolamento dos condutores elétricos.

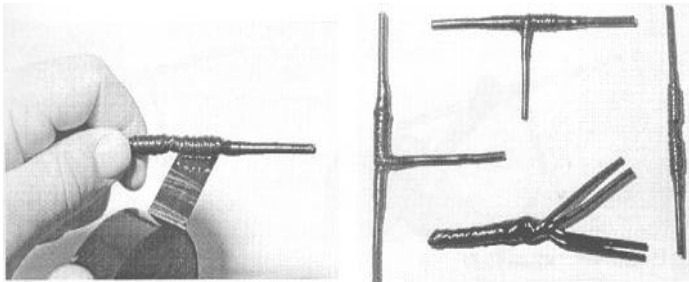
PROCESSO DE EXECUÇÃO

CASO 1 - Isolar com fita isolante



1 - Prenda a ponta da fita isolante à isolação do condutor.

2 - Inicie a primeira camada enrolando a fita isolante sobre a emenda, de modo que cada volta cubra metade da volta anterior.



3 - Sem cortar a fita, retorne até completar a segunda camada.

4 - Aspecto final da isolação com fita isolante.

ATENÇÃO: Ao aplicar a fita isolante, certifique-se de que a superfície da emenda ou conexão, a isolação do condutor, bem com as mãos, estejam **perfeitamente** limpas.

NOTAS

1 - Uma boa isolação deve conter no mínimo duas camadas de fita isolante de boa qualidade.

2 - Deve ser alongada tanto quanto necessário, para permitir uma boa conformidade.

3 - Ao término da isolação, evite (deslocamento da extremidade da fita isolante).

CASO 2 - Isolar com isolante tubular termocontrátil

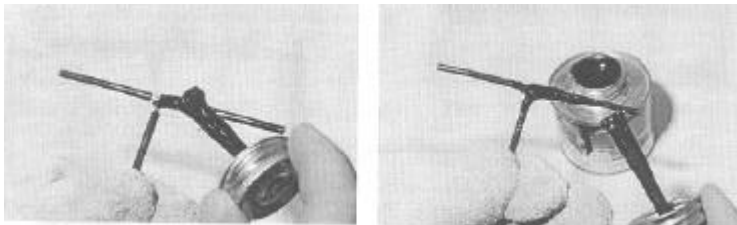


1 - Introduza o isolante tubular termocontrátil na emenda ou conexão.

2 - Aplicar calor acima de 155°C, até que ocorra a contração do isolante termocontrátil.

3 - Aspecto final da isolação.

CASO 3 - Isolar com isolante líquido



1 - Aplique o isolante líquido com o pincel até formar uma camada de pelo menos 1mm.

2 - Aspecto final da isolação com isolante líquido.

COMO INSTALAR LÂMPADAS INCANDESCENTES COM INTERRUPTOR SIMPLES E TOMADA

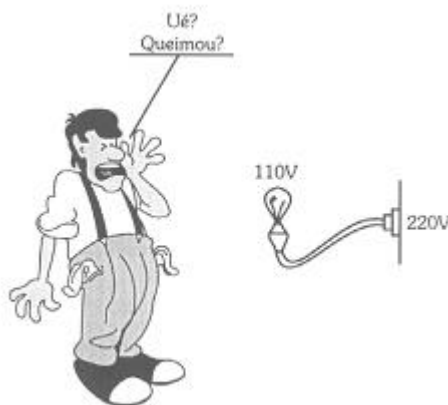
INSTRUÇÃO



No circuito da figura acima temos uma lâmpada comandada por interruptor simples, sendo que esta lâmpada é alimentada por uma tensão ou corrente contínua, que poderá ser uma bateria, pilha ou outra fonte de tensão ou corrente contínua qualquer.

Quando o interruptor é fechado, o sentido da corrente será indicado pela seta, ou seja, do terminal + para o terminal -, fazendo com que a lâmpada acenda.

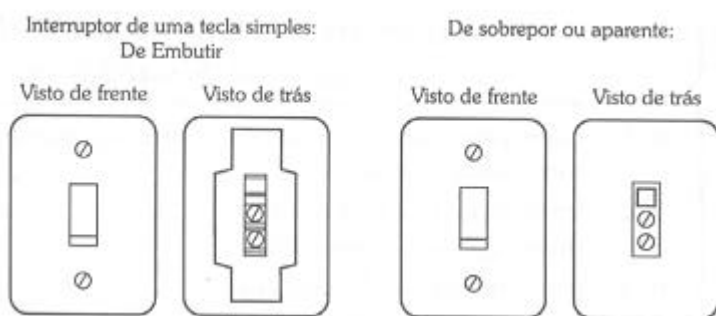
Como a transmissão de energia elétrica é feita em tensão ou corrente alternada, as instalações elétricas, quer sejam prediais, residenciais, comerciais ou industriais, recebem alimentação nesta modalidade de energia.



O comando por interruptor simples é feito para comandar uma lâmpada ou mais, por um único local, ou ponto de comando.

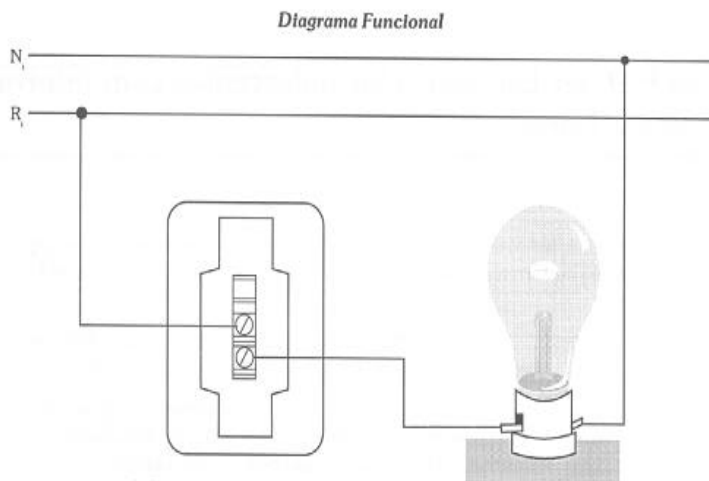
PRECAUÇÃO: os aparelhos e lâmpadas elétricas, em geral, são construídos para funcionarem em uma determinada ten dos aparelhos e lâmpadas antes de energizá-los, pois caso contrário.

Interruptor de uma Tecla Simples de Embutir



8.1. REPRESENTAÇÃO DE ESQUEMAS MULTIFILAR E UNIFILAR

Vamos representar os esquemas multifilar e unifilar do comando de uma lâmpada incandescente de 60 W / 127 V, com interruptor simples.

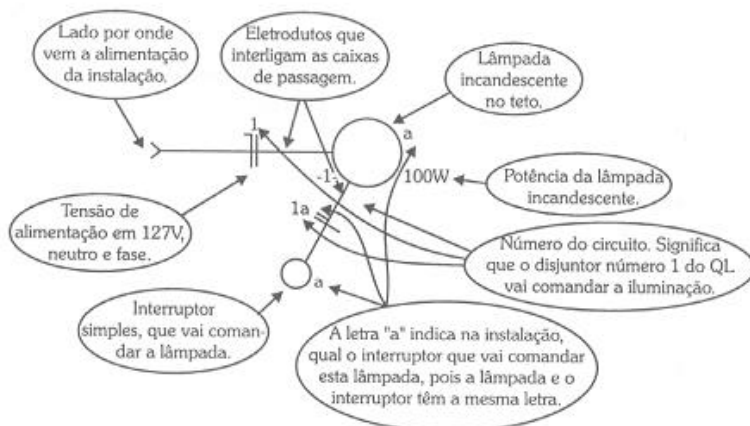


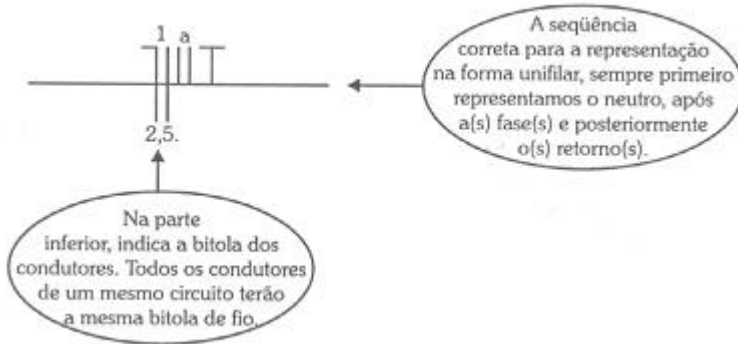
- 1 - Quadro terminal de luz (QL).
- 2 - Caixa de passagem no teto (octogonal 4x4" - 100x100mm - fundo móvel - 'FM').
- 3 - Caixa de passagem na parede (retangular 4x2").
- 4 - Eletrodutos de interligação das caixas de passagem, e entre caixas e quadro terminal de luz.
- 5 - Lado por onde vem a alimentação do quadro terminal de luz (QL).

Observe que os condutores N1 e R1 da figura saem do QL. Portanto, sempre que apresentamos dois traços na horizontal com estas indicações, estes indicam que estamos trazendo neutro e fase diretamente deste quadro de luz (QL), para fazer a alimentação ou instalação de uma ou mais lâmpadas.

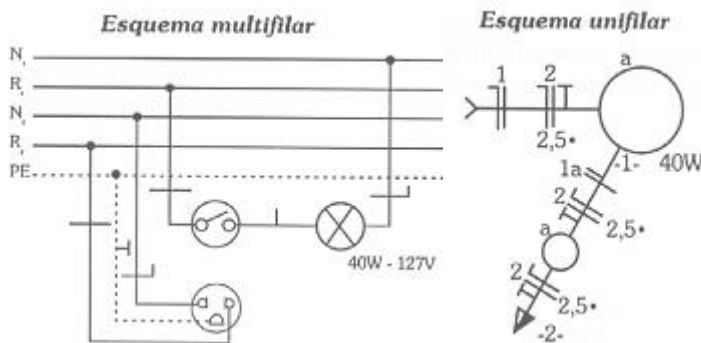
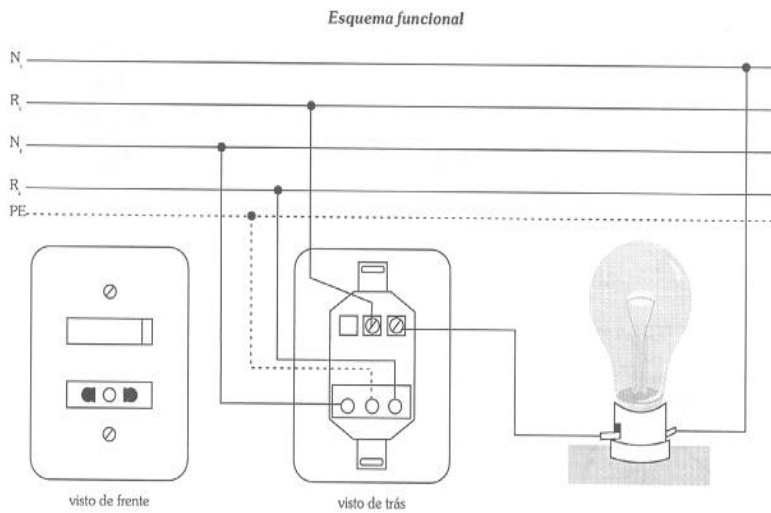
Devemos lembrar que, quando há um componente a ser instalado, como lâmpada, interruptor ou tomada, haverá sempre uma caixa de passagem na alvenaria, e eletrodutos interligados para possibilitar a passagem dos condutores.

A partir do quadro terminal de luz (1), saem todos os circuitos (condutores) que vão alimentar as suas respectivas cargas. Desta forma, para alimentar a iluminação, saem os condutores N1 e R1, porque a tensão da lâmpada incandescente é 127 V. O número 1, de N1 e R1, significa que dentro do quadro terminal de luz, o disjuntor número 1 é reservado para a iluminação. No teto, está a caixa de passagem (2), onde é instalada a lâmpada. Na parede está a caixa de passagem retangular 2x4" (3), onde será fixado o interruptor. Interligado o quadro e as caixas de passagem estão os eletrodutos (4). O número (5) da figura 6.10 representa a origem da fonte (lado por onde vem a alimentação da instalação).



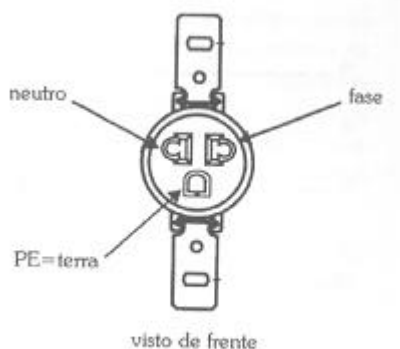


Representar os esquemas multifilar e unifilar de um comando com uma lâmpada incandescente de 40 W / 127 V, um interruptor simples e uma tomada instalada na mesma tubulação do interruptor, e outra em tubulação própria.



Observamos que na figura aparece uma linha tracejada, juntamente com as linhas de neutro e fase. Esta linha tracejada recebe o nome de PE (condutor de proteção). Este condutor de proteção é também chamado de fio terra, pois é o condutor que vai aterrar todas as partes metálicas dos equipamentos, internos da residência, para garantir a segurança do ser hu-

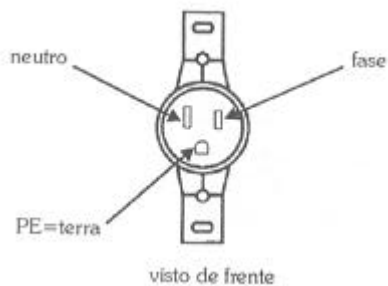
mano. Os equipamentos mais comuns aterrados são: o chuveiro, torneira elétrica, freezer, máquina de lavar roupa, máquina de lavar louça, forno de microondas, computadores em geral, etc.



Encontramos vários tipos de tomadas com três pinos, que são chamadas 2P+ T, sendo que para evitar problemas com inversão de fases, na tomada cada um a sua posição.

Neste tipo de tomada, o terminal de proteção PE sempre é o do meio. A fase e o neutro, tento faz em cima ou embaixo.

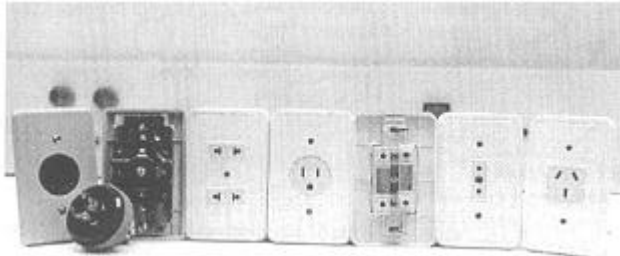
Nesta tomada, o pino PE e os demais pinos já têm as posições definidas, pois mesmo que você queira inverter o pino, colocando-o de ponta cabeça, não há como encaixá-lo na tomada. Esta tomada é chamada 2p+t universal.



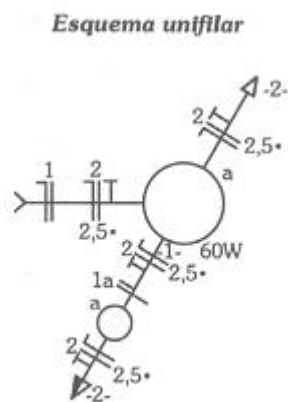
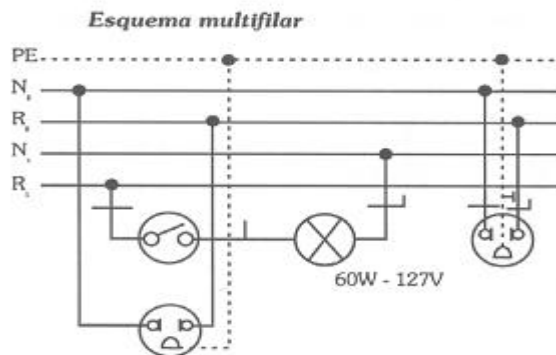
Esta tomada é utilizada exclusivamente para computadores, e nunca poderemos inverter a posição dos terminais, pois caso isto aconteça, poderemos queimar o equipamento.



Observe que na figura ao lado, mantendo-se o borne PE para baixo, a fase sempre é o borne da direita. Cuidado quando você virar a tomada para efetuar as ligações. Antes de ligar qualquer fio, analise bem a posição da fase neutro e terra, conforme na figura ao lado.



O circuito para iluminação sempre será diferente do circuito de tomadas, ou seja, serão utilizados o N1 e R1 para a iluminação, e N2 e R2 para as tomadas, pois como veremos posteriormente, tanto os circuitos, como os condutores são de bitolas diferentes. Como o disjuntor nº 1 ficou para instalar as lâmpadas, então o circuito nº2 fica para as tomadas.



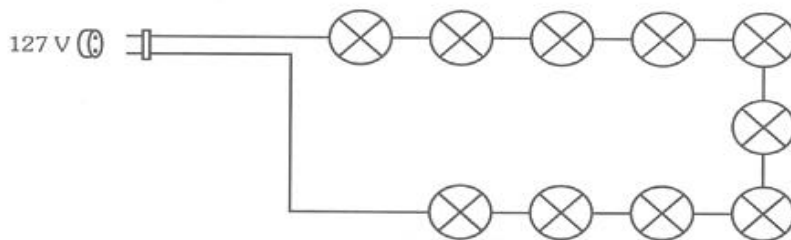
OBSERVAÇÃO: Quando representamos a fiação, devemos ter o cuidado de nunca representá-lo dentro do traçado das paredes, e sim utilizando linhas de chamada, que deverão sempre estar na horizontal.

Para localizar o ponto de iluminação dentro de qualquer ambiente, devem-se traçar as diagonais para achar o centro do cômodo, e neste centro localiza-se o símbolo da lâmpada.

Na prática, há casos que em alguns ambientes, devido ao seu tamanho, há necessidade de duas ou mais lâmpadas comandadas por um interruptor. Desta forma, temos dois tipos de ligações possíveis.

8.2. LIGAÇÃO EM SÉRIE

Um exemplo comum desse tipo de ligação de lâmpada é aquele usado em cordões para iluminação de árvores de Natal, em que são usadas 10 lâmpadas de 12 volts cada uma (pois: $10 \times 12 = 120$ volts), conforme diagrama a seguir.

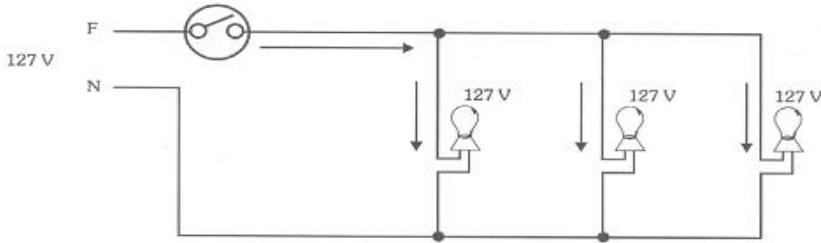


As ligações série apresentam um só caminho para a corrente seguir; logo, se uma das lâmpadas queimar, todas apagam, pois o circuito é interrompido. Neste caso, para achar a lâmpada com defeito, devemos testar lâmpada por lâmpada, até achar a defeituosa.

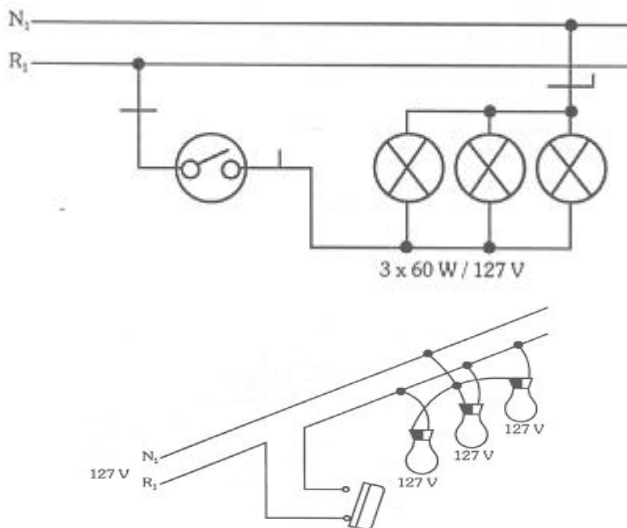
ATENÇÃO: Em instalações elétricas, não é usado esse tipo de ligação (ligação série), exceto nos casos acima.

8.3. LIGAÇÃO EM PARALELO DE LÂMPADAS

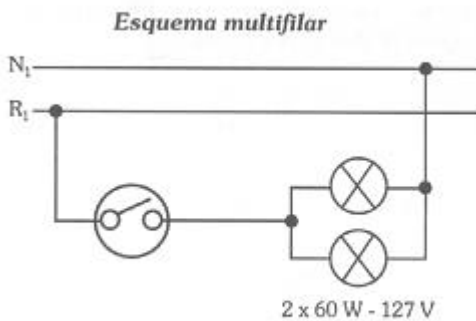
A ligação em paralelo apresenta vários caminhos para a corrente (indicados pelas setas abaixo); se uma lâmpada queimar, as demais permanecerão acesas.



Sendo assim, em qualquer tipo de instalação, sempre deve ser utilizada a ligação em paralelo.



Desta forma, a representação do comando de duas lâmpadas incandescentes de 60 W / 127 V, por um interruptor simples será da seguinte forma:



LÂMPADA FLUORESCENTE

INTRODUÇÃO

A iluminação de grandes recintos não se faz mais com lâmpadas incandescentes, por causa do intenso calor produzido e o baixo rendimento de iluminação, que encarece o custo da mesma. Atualmente dá-se preferência às lâmpadas fluorescentes e a vapor de mercúrio. A maior parte das construções modernas usa geralmente este tipo de iluminação, por ser mais agradável e econômica.

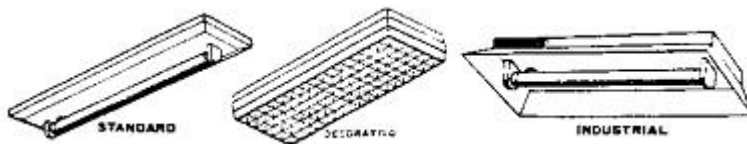
Agora vamos estudar os componentes da instalação:

9.1. LUMINÁRIA FLUORESCENTE

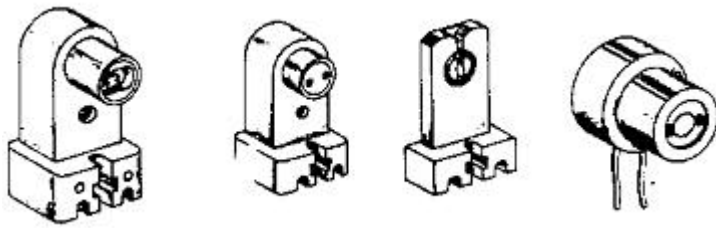
Luminária Florescente: é um aparelho de iluminação composto de: calhas, receptáculo, difusor, starter, lâmpada fluorescente, reator e acessório de fixação.

Serve para iluminar ambientes residências, escolares, hospitalares, comerciais e industriais.

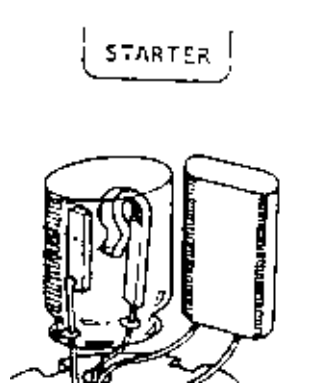
Existem alguns tipos de luminárias fluorescentes como "standard", industrial e decorativo e podem ser embutidas, pendentes ou fixadas diretamente à superfície.



RECEPTÁCULO PARA LÂMPADA FLUORESCENTE na maior parte dos sistemas de lâmpadas fluorescentes, os receptáculos têm a função de suportar a lâmpada e de conectar eletricamente a lâmpada ao sistema. Exceto nas lâmpadas seguras por braçadeiras, nas quais os receptáculos têm apenas a função de conectar a lâmpada.



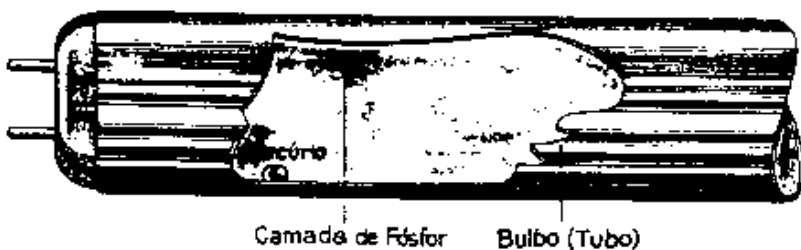
STARTER: é um dispositivo que atua como interruptor automático, abrindo circuito dos filamentos depois do tempo necessário para o seu aquecimento, possibilitando a ionização do gás contido no interior da lâmpada.



9.2. LÂMPADA FLUORESCENTE

Basicamente a lâmpada fluorescente é composta de :

- ❖ Um tubo ou bulbo de vidro que atua como compartimento a prova de ar para o mercúrio, o gás de enchimento, os catodos e a camada de pó fluorescente chamado de fósforo, luminóforo ou, simplesmente de pó fluorescente.
- ❖ Um gás de enchimento (geralmente o argônio) para ajudar a partida e a operação.
- ❖ Uma pequena quantidade de mercúrio que se vaporiza quando a lâmpada está em uso.



É um aparelho montado em caixa de chapa de ferro em massa isolante. Da caixa do reator saem os terminais, que são constituídos de condutores que se apresentam em cores diferentes, a fim de facilitar sua ligação aos outros elementos da instalação. Tem na caixa o esquema que ligação e características, tais como número de lâmpadas, tensão, potência, que de vem ser obedecidas pelo instalador.

As principais características de funcionamento das lâmpadas fluorescentes são:

- ❖ Alta eficiência na produção de luz, resultando em menores custos de iluminação;
- ❖ Lâmpadas de vida longa e de fácil manutenção;
- ❖ Superfície de brilho e quantidade de calor gerada relativamente baixas, o que se traduz em maior conforto visual e térmico;
- ❖ Ampla escolha de cores e tamanhos.

As lâmpadas fluorescentes, cuja eficiência chega a ultrapassar 75 lumens por watt, estão entre as mais eficientes fontes de luz elétrica encontradas comercialmente. Obviamente, a eficiência luminosa destas lâmpadas é muito maior do que a das lâmpadas incandescentes (75 lumens por watt contra 16 lumens por watt das lâmpadas incandescentes). Tendo mais eficiência luminosa, as lâmpadas fluorescentes são muito mais vantajosas.

9.3. COMO FUNCIONA UMA LÂMPADA FLUORESCENTE

Uma lâmpada fluorescente entra em funcionamento quando a diferença de tensão entre os catodos é suficiente para formar um arco no gás de enchimento. Como a corrente do arco passa através do vapor, causa modificações nos níveis de energia dos elétrons nos íons individuais de mercúrio.

Com esta mudança nos níveis dos elétrons, a energia é liberada na forma de diversos comprimentos de onda de energia visível e na forma de energia ultravioleta. Toda essa energia é irradiada para as paredes do tubo, por onde parte dela faz com que o material fluorescente brilhe e emita luz visível.

9.4. COMO FUNCIONA O REATOR

A função do reator é fornecer picos de alta tensão no momento em que se acende a lâmpada. Através desta alta tensão, a formação do arco entre os catodos é facilitada. Após a lâmpada estar acesa, o reator atua como um limitador de corrente para a lâmpada.

A vida de uma lâmpada fluorescente é influenciada em alto grau pelas condições de operação. Por exemplo, a operação com partidas freqüentes encurta consideravelmente a vida das lâmpadas. Por outro lado, muitas horas de funcionamento por partida prolongam a vida das mesmas.

Assim como os demais tipos de lâmpadas, as fluorescentes também sofrem alguma depreciação em seu fluxo luminoso ao longo da vida. O fluxo luminoso inicial varia de lâmpadas e seu valor decresce rapidamente durante as 100 primeiras horas de funcionamento, quando a redução de luminosidade pode chegar até dez por cento, aproximadamente.

9.5. CARACTERISITICAS DAS LAMPADAS FLUORESCENTE E DOS REATORES

No início da vida, as lâmpadas fluorescentes ocasionalmente apresentam uma condição chamada espiralamento, isto é, o brilho caminha em espiral, de uma extremidade a outra. Isso ocorre em função dos materiais desprendidos pelo catodo. Normalmente esse efeito desaparece após alguns horas de funcionamento. As lâmpadas fluorescentes operando a 60 Hz desenvolvem uma flutuação de 120 Hz.

Contudo, isto não é percebido pelo olho humano. Algumas vezes, uma lâmpada tremula a baixas frequências (o que é perceptível), quando é ligada pela primeira vez ou quando é esfriada por corrente de ar. Geralmente este tipo de remulação cessa quando a lâmpada se aquece.

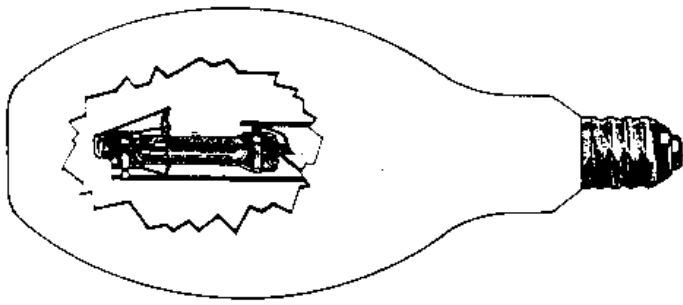
Os reatores usualmente projetados em circuitos de 120V, em geral, operam satisfatoriamente entre 108 e 132V. Da mesma forma, os reatores para 220V operam entre 198 e 242V. Entretanto, deve-se tomar cuidado para uma operação demorada nos limites de faixas. Se a tensão do circuito for muito baixa, a corrente pode ser pequena para um aquecimento satisfatório dos catodos, causando uma partida insegura e demorada, reduzindo a vida da lâmpada.

9.6. LÂMPADAS DE LUZ MISTA

Quando precisamos de uma iluminação melhor do que a proporcionada pelas lâmpadas incandescentes ou pelas fluorescentes e não queremos utilizar reatores, pois o custo de uma instalação com os mesmos seria alto, podemos utilizar lâmpadas de luz mista, as quais nos proporcionamos um ótimo rendimento com um baixo custo.

Na escala de eficiência luminosa das fontes de luz, a lâmpada mista (ou de luz mista) está um degrau acima das lâmpadas incandescentes, com a vantagem de apresentar vida útil mais longa.

Esta lâmpada é composta por tubo de arco igual ao da lâmpada de vapor de mercúrio e filamento de lâmpada incandescente. O filamento produz luz e limita a corrente de funcionamento no tubo de arco, eliminando desta forma o uso de equipamentos auxiliares de operação. As lâmpadas mistas devem ser ligadas diretamente à rede elétrica de 220 ou 230 V.



As principais aplicações da lâmpada mista são em ruas secundárias, pequenos estádios, pequenas indústrias, oficinas, postos de gasolina, etc. Este tipo de lâmpada tem um filamento de tungstênio ligado em série com um tubo de vidro (tubo de arco) com descarga de mercúrio. Este filamento funciona como fonte de luz incandescente e produz luz de imediato, e ao mesmo tempo atua como reator, limitando a corrente da lâmpada, ao passo que o tubo de arco inicia gradual geração de luz. No instante em que o tubo de arco estiver com sua máxima intensidade luminosa, o filamento estará com a sua mínima intensidade, neste momento a lâmpada estará em funcionamento pleno e produzindo o máximo de intensidade luminosa. Desligando-se a tensão, mesmo momentaneamente, a lâmpada só volta a operar após cerca de 3 a 4 minutos.

9.7. INTERRUPTOR OU RELE FOTOELÉTRICO

É o aparelho destinado à controlar lâmpadas, acendendo-as ao escurecer e apagando-as ao clarear a dia. É bastante utilizado em luminárias, letreiros luminosos, vitrines e outras instalações que devam permanecer ligadas apenas em período noturno.

