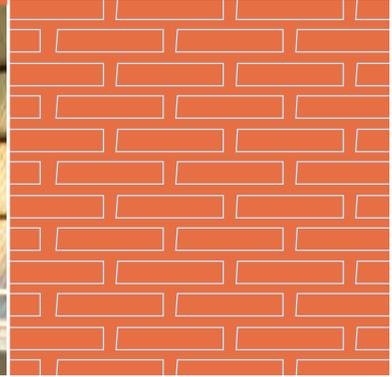




PROGRAMA DE QUALIFICAÇÃO
PROFISSIONAL CONTINUADA

ACREDITAR



Programa de Qualificação Profissional Continuada

MÓDULO TÉCNICO ELETRICISTA MONTADOR

ODEBRECHT







SOBREVIVÊNCIA, CRESCIMENTO E PERPETUIDADE



Há anos atrás, numa praia do litoral da Bahia, Norberto Odebrecht encontrou uma raiz – e soube ver nela muito mais do que restos de uma árvore.

Agarrada a uma pedra, que com ela despencara de um paredão rochoso, longe do que fora o seu habitat, ela desafiava a lei da sobrevivência.

Superando a sua fragilidade, além da adversidade do meio aonde viera cair, esta raiz encarnava lições de sofrimento, persistência, energia, criatividade.

Por isso aqui está, convertida em símbolo do esforço de gerações de empresários na busca da superação de resultados para assegurar a Sobrevivência, o Crescimento e a Perpetuidade da Organização Odebrecht.

(texto extraído do site www.culturaodebrecht.com.br)

Renovação de pessoas

“Nossa maior concentração é a identificação e integração de novos talentos e a formação de novos empresários, com base na educação pelo trabalho e com reforço da educação para o trabalho. Na Odebrecht, a renovação de pessoas foi, é e será sempre um processo natural, prioritário, perseguido a todo instante.”

Marcelo Bahia Odebrecht

ODEBRECHT





Criação e layout

Conosenti Comunicação em Construção

Todos os direitos reservados.

Nenhuma parte desta obra poderá ser apropriada e estocada em sistema de banco de dados, ou processo similar, em qualquer forma ou meios, sejam eletrônicos ou mecânicos, em forma de fotocópia, gravação etc., sem permissão dos detentores dos direitos.

CONSTRUTORA NORBERTO ODEBRECHT S/A

Sede:

Av. das Nações Unidas, 8501 – 28º andar
Edifício Eldorado Business Tower - Alto de Pinheiros
05425-070 - São Paulo - SP



ELETRICISTA MONTADOR

O que veremos:

Fundamentos da eletrotécnica	06	Dimensionamento de condutores	23
Formas de produzir tensão elétrica.....	07	Proteções elétricas.....	25
Corrente elétrica.....	08	Disjuntores.....	25
Condutores.....	09	Iluminação.....	27
Resistência elétrica.....	09	Características comerciais.....	31
Isolantes.....	09	Aplicação de iluminação.....	32
Materiais resistivos.....	09	Instrumentos de medição.....	32
Potência elétrica.....	09	Cuidados no manuseio de	
Circuito elétrico	10	um multímetro	34
descontinuidades na soldagem		Ferramentas manuais.....	34
e possíveis causas.....	11	Orientações gerais sobre	
Efeito térmico ou efeito joule.....	12	ferramentas manuais.....	35
Magnetismo.....	12	Ferramentas elétricas.....	37
Eletromagnetismo.....	14	Regras de segurança para	
Tipos de tensão e corrente elétrica.....	16	ferramentas elétricas.....	39
Normas técnicas brasileiras.....	19	Materiais elétricos.....	40
Projeto elétrico.....	21		

FUNDAMENTOS DA ELETROTÉCNICA

Matéria

É tudo que existe e ocupa lugar nos espaço.

Tudo que existe no universo é composto por matéria, e toda matéria é composta por átomos.

Se tomarmos um punhado de sal de cozinha (cloreto de sódio), dividirmos ele em partes, e cada parte for novamente dividida, chegaremos a um grão. Continuando a divisão, chegaremos à molécula NaCl. Se dividirmos esta molécula, teremos um átomo de sódio (Na) e um átomo de cloro (Cl). Se dividirmos um átomo de sódio ou cloro, teremos então prótons, nêutrons e elétrons. Veja que, até a divisão da molécula em dois átomos, podíamos diferenciar as matérias, após a divisão dos átomos, não podemos dizer a quem pertença um próton qualquer, portando:

Átomo

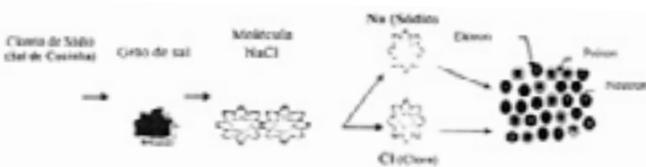


Figura - Processo de divisão da matéria até a obtenção do átomo.

O átomo é composto de um núcleo, onde se encontram os prótons e os nêutrons. Os prótons possuem carga elétrica positiva, e os nêutrons não possuem carga elétrica.

Ao redor do núcleo, estão os elétrons em movimentos orbital e dispostos em camadas. Os elétrons são atraídos ao núcleo por força eletrostática, mas, como estão em movimento, não se chocam com o núcleo, devido à força centrífuga que tende a afastá-los.

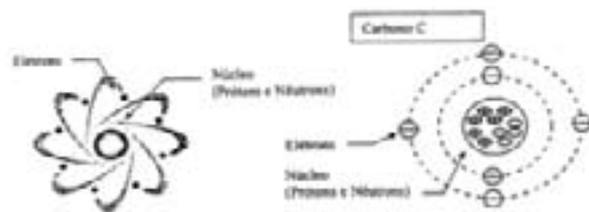


Figura - Estrutura do átomo.

Um átomo em equilíbrio possui o mesmo número de prótons e elétrons. Caso o átomo possua maior número de prótons, haverá uma força que tentará buscar elétrons para seu equilíbrio. Caso o átomo possua maior número de elétrons, então a força irá expulsar elétrons para seu equilíbrio. Para o equilíbrio completo, o átomo deverá ter 8 elétrons na última camada. Para isto os átomos se agrupam, doando ou compartilhando seus elétrons das última camada, formando as moléculas.

A lei da eletrostática diz que "cargas de mesmo sinal se repelem, e cargas de sinal diferente se atraem"

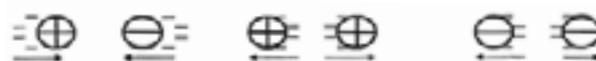


Figura - Comportamento dos potenciais elétricos.

Quando um átomo possui um maior número de prótons que de elétrons, dizemos que ele está carregado positivamente com carga +q e o chamamos de íon positivo.

Quando um átomo possui um maior número de elétrons que de prótons, dizemos que ele está carregado negativamente com carga -q e o chamamos de íon negativo.

Quanto maior a diferença entre o número de prótons e de elétrons, maior será a carga elétrica. Se dois corpos carregados eletricamente (com sobra ou falta de elétrons), podemos

comparar seus potenciais e saber qual corpo está mais carregado. A isto damos o nome de tensão elétrica ou diferença de potencial (ddp).

Os instrumento utilizado para mediar a tensão elétrica é o voltímetro. Como ele vai medir a diferença de potencial entre os terminais de um componente (pilha), deve ser conectado em paralelo.

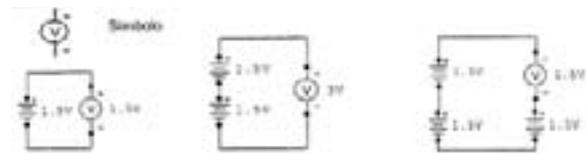


Figura - Medição da tensão.

FORMAS DE PRODUZIR TENSÃO ELÉTRICA

Tensão elétrica é a diferença de potencial entre dois corpos, portanto, para que haja tensão elétrica, devemos carregar os corpos eletricamente, isto é, retirar elétrons dos átomos de um corpo e injetá-lo no outro.

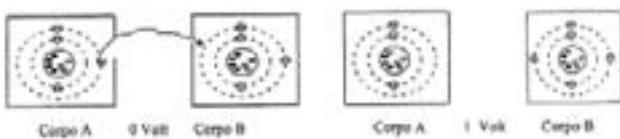


Figura - Processo de carga de um corpo.

Geração de tensão por atrito

Ao friccionarmos dois corpos, os elétrons da última camada de um corpo acabam passando para o outro corpo devido ao atrito

Geração de tensão por calor

Ao aquecer o ponto de contato entre dos metais deferentes, aparece uma pequena tensão. O valor desta tensão depende da temperatura. Este fenômeno é utilizado para medir a temperatura de fornos.

Geração de tensão por pressão

Quando um cristal é submetido à tração ou compressão, produz – se tensão elétrica entre suas superfícies. O valor desta tensão é proporcional à pressão exercida sobre as superfícies do cristal. Este fenômeno é utilizado em microfones de cristal, captadores de instrumentos musicais, células de carga para balanças etc.

Geração de tensão por luz

A luz que incide sobre determinados materiais (silício, germânio, selênio) provoca uma separação de cargas elétricas. O valor desta tensão depende da intensidade da luz. Este fenômeno é aplicado em baterias solares, calculadoras com bateria solar etc.

Geração de tensão por eletrólise

Submergindo duas placas de materiais diferentes em um líquido condutor (eletrólito), as

placas carregam-se, isto é produzem tensão elétrica. O valor da tensão depende do material dos eletrodos. Este fenômeno é utilizado em pilhas e baterias.

Geração de tensão por magnetismo

Quando se movimenta um ímã próximo de uma bobina, produz-se uma tensão induzida. Este método é o mais utilizado para produção de eletricidade em larga escala. É o princípio de funcionamento dos geradores e dínamos.

CORRENTE ELÉTRICA

Analise dois corpos carregados eletricamente e, entre eles, coloque um corpo eletricamente neutro.

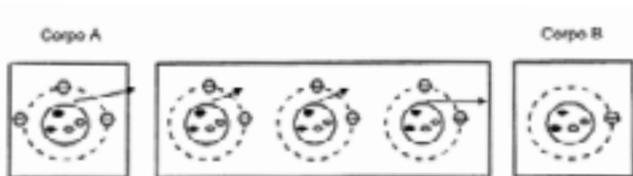


Figura - Circulação das cargas elétricas.

O corpo B, positivamente carregado, irá “roubar” um elétron do primeiro átomo do material intermediário, este ficará em desequilíbrio e roubará um elétron do átomo vizinho, até que o último átomo do material intermediário “roube” elétrons do corpo A, onde há justamente excesso de elétrons.

A essa circulação de cargas elétricas (no caso o elétron) damos o nome de corrente

elétrica, e é ela que irá executar algum tipo de trabalho, seja aquecimento, iluminação, força etc.

Corrente elétrica é a circulação de cargas elétricas em um meio material.

A unidade de medida é o ampère (A). Como corrente elétrica é um fluxo de cargas, devemos medir este fluxo por uma unidade de tempo, logo, ampère significa fluxo de cargas por segundos

Um ampère equivale ao fluxo de $6,25 \times 10^{18}$ elétrons por segundo.

$$1 \text{ A} = 6,25 \times 10^{18} \text{ elétrons por segundo}$$

ou

$$6.250.000.000.000.000.000 \text{ elétrons por segundo}$$

O instrumento para medida da intensidade de corrente elétrica é o amperímetro.

Como a corrente elétrica é um fluxo, para sua medição, ela deverá passar através do instrumento, que deve ser ligado em série.

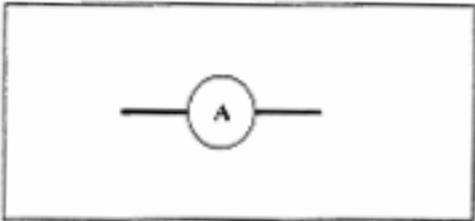


Figura – Símbolo do amperímetro.

CONDUTORES

São materiais que possuem um grande número de elétrons livres, servindo como meio de condução da corrente elétrica. Ex.: cobre, ouro, alumínio, zinco, chumbo, etc.

Outros materiais não possuem elétrons livres, logo, se os colocarmos entre dois corpos em que há diferença de potencial, não haverá corrente elétrica, pois os átomos não irão ceder elétrons.

RESISTÊNCIA ELÉTRICA

(apostila pg. 16 a 23)

Lei de Ohm

ISOLANTES

São materiais que não possuem elétrons livres na sua estrutura, portanto não conduzem corrente elétrica Ex.: borracha, amianto, madeira, vidro, mica, plástico, etc.

Destes materiais que dificultam a passagem de corrente elétrica, dizemos que possuem uma resistência elétrica. A resistência elétrica está em função da força com que os elétrons estão atraídos ao núcleo.

MATERIAIS RESISTIVOS

Resistivos são os materiais que oferecem resistência intermediária. São empregados em resistores, tais como:

- resistor de aquecimento: níquel - cromo
- resistor de lâmpadas: tungstênio
- resistor para quedas de tensão: carvão

POTÊNCIA ELÉTRICA

Em um circuito, a corrente elétrica é que irá executar trabalho, mas qual trabalho necessita maior corrente elétrica? Um chuveiro em 220V ou uma torneira elétrica ligada em 110V?

Para podermos comparar dois aparelhos elétricos, devemos utilizar a potência elétrica, que vem a ser o trabalho realizado por unidade de tempo. O trabalho elétrico surge quando movimentamos uma quantidade de cargas

em um condutor e é medido em JOULE (J). Um Joule corresponde a um ampère impulsado por um volt, durante um segundo.

A potência elétrica indica a rapidez com que se realizará o trabalho. Sua unidade de medida é o WATT (W), e um Watt é alcançado quando realizamos o trabalho de um Joule em um segundo.

TRABALHO ELÉTRICO (τ) surge do movimento de cargas em um condutor.
 Unidade = Joule
 $1J = 1V \cdot 1A \cdot \text{em } 1s$

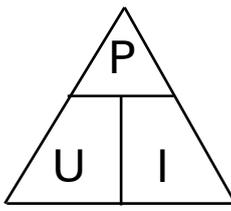
POTÊNCIA ELÉTRICA (P) Indica a rapidez com que será realizado o trabalho elétrico.
 Unidade = Watt
 $1W = 1J \cdot \text{em } 1s$

Para o cálculo da potência elétrica de um aparelho sob tensão e consumindo uma corrente elétrica, usamos a seguinte fórmula:

$P = V \times I$

P = Potência elétrica em W
 V = Tensão em V
 I = Corrente elétrica em A

Equivalências:
 1 HP = 745,7W
 1 BTU = 0,293 W



CIRCUITO ELÉTRICO

Analise o circuito hidráulico seguinte:

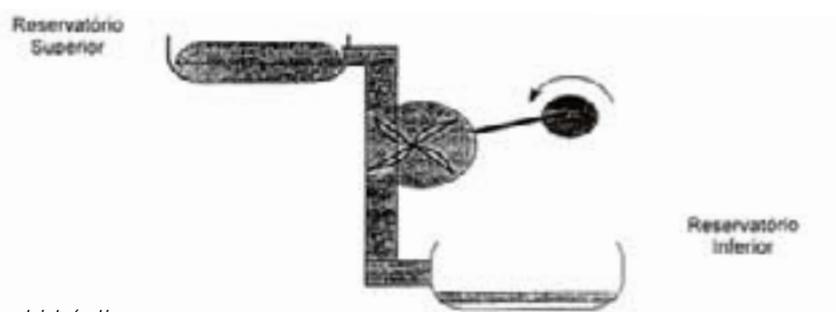


Figura - Circuito hidráulico.

A água que está no reservatório superior desce a tubulação em direção ao reservatório inferior, mas é limitada pela turbina que se mo-

vimenta com a passagem da água e executa um movimento giratório (executa trabalho).

Assim também é um circuito elétrico

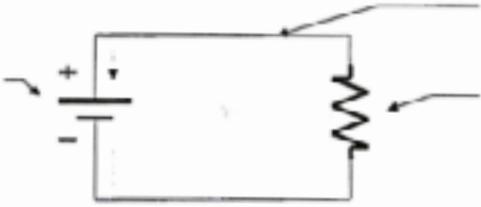


Figura - Circuito Elétrico

Os elétrons que estão sobrando no pólo negativo da bateria, dirigem-se através dos fios condutores até o pólo positivo da bateria, onde há falta de elétrons, mas este fluxo é limitado pela resistência que, com a circulação de elétrons, produz calor e aquece o chuveiro.

Um circuito elétrico é composto de fonte de tensão, meio condutor e carga ou receptor.

CIRCUITO ELÉTRICO é o caminho fechado onde a corrente elétrica circula.

Sabemos que o fluxo de elétrons em um circuito elétrico vai do pólo negativo para o pólo positivo. Este é o sentido real da corrente elétrica, mas, por convenção, analisa-se o fluxo de corrente elétrica fluindo do pólo positivo ao pólo negativo, sendo este sentido convencional da corrente elétrica.

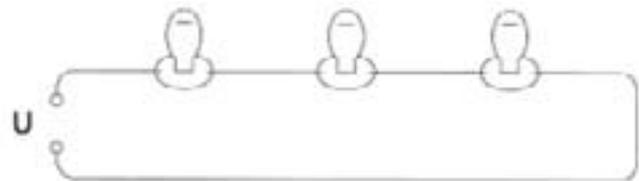
Sentido Real da corrente elétrica: Do pólo negativo para o pólo positivo.

Sentido Convencional da Corrente Elétrica: Do pólo positivo para o pólo negativo.

TIPOS DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

Circuito série

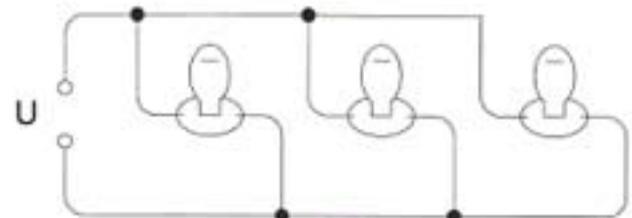
Circuito série é aquele que tem dois ou mais pontos de consumo ligados um após o outro. É dependente, isto é, qualquer um dos elementos que falhar, interrompe todo o circuito.



No circuito série, a soma das tensões parciais é igual à tensão total aplicada. A corrente elétrica é igual em todo o circuito.

Circuito paralelo

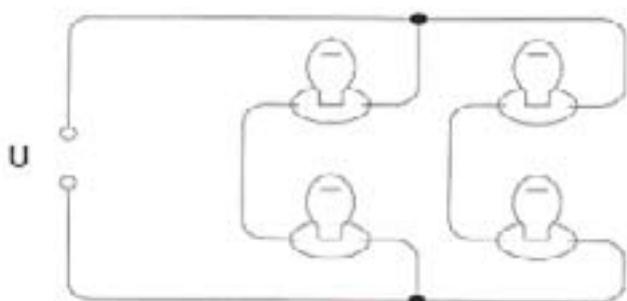
Circuito paralelo é aquele que tem dois ou mais pontos de consumo ligados à rede. É independente, isto é, se um dos elementos falhar, não interrompe todo o circuito.



No circuito paralelo, a tensão em cada ponto é a mesma e igual à da fonte. A corrente elétrica é igual à soma das correntes parciais.

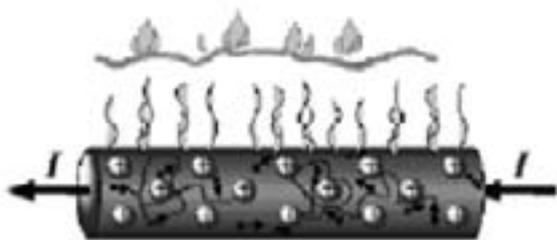
Circuito misto

O circuito misto possui alguns pontos de consumo ligado em série e outros em paralelo.



EFEITO TÉRMICO OU EFEITO JOULE

Os constantes choques que os elétrons livres sofrem durante seu movimento no interior do condutor fazem com que a maior parte da energia cinética desses átomos se transforme em calor, provocando um aumento na temperatura do condutor.



Esse efeito é a base de funcionamento de vários aparelhos, como, por exemplo, chuveiro elétrico, secador de cabelos, aquecedor de ambiente, ferro elétrico, etc.



MAGNETISMO

O magnetismo é uma propriedade que certos materiais possuem, que faz com que estes materiais exerçam uma atração sobre materiais ferrosos.

Alguns materiais encontrados na natureza apresentam propriedades magnéticas naturais. Estes materiais são denominados de ÍMÃS NATURAIS. A magnetita é um minério de ferro que é naturalmente magnético, ou seja é um ímã natural.

Mas podemos magnetizar uma barra de material ferroso por processos artificiais, obtendo os ÍMÃS ARTIFICIAIS, muito empregados por poderem ser fabricados em diversos formatos para atender às necessidades práticas.



Figura - Formatos de ímãs.

Externamente, as forças de atração magnéticas se manifestam com maior intensidade nas suas extremidade. Por esta razão as extremidades são denominadas de PÓLOS MAGNÉTICOS DE ÍMÃ. Cada pólo apresenta propriedades específicas, sendo denominadas de PÓLO SUL e PÓLO NORTE.



Figura - Pólos magnéticos do ímã.

Uma vez que as forças de atração magnéticas dos ímãs são mais concentradas nos pólos, se conclui que a intensidade destas propriedades decresce para o centro do ímã. Na região central do ímã, estabelece-se uma linha onde as forças de atração magnéticas do pólo sul e do pólo norte são iguais e se anulam. Esta linha é denominada linha neutra.

Magnetismo tem sua origem na organização atômica dos materiais. Cada molécula de um material é um pequeno ímã natural.

Quando, durante a formação de um material, as moléculas se orientam em sentidos diversos, os efeitos magnéticos dos ímãs moleculares se anulam no todo do material, resultando um material sem magnetismo natural.

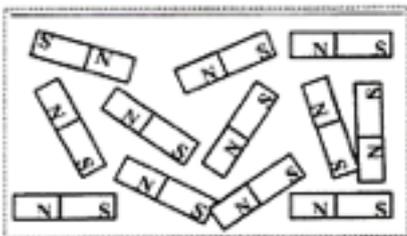


Figura - Estruturação molecular de um material sem magnetismo natural.

Se, durante a formação do material, as moléculas assumirem uma orientação única (ou predominante), os efeitos magnéticos de cada ímã molecular se somam, dando origem a um ímã com propriedades magnéticas naturais.

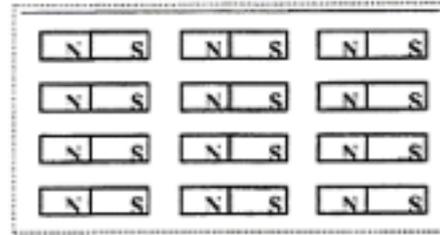


Figura - Estruturação molecular de um material com magnetismo natural.

Os ímãs têm uma propriedade característica: por mais que se divida um ímã em partes menores, estas sempre terão um pólo norte e um pólo sul. Esta propriedade é chamada de inseparabilidade dos pólos.

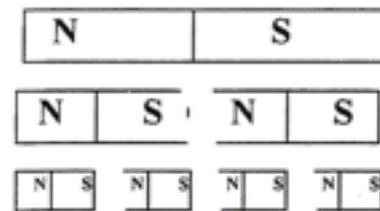


Figura - Propriedade da inseparabilidade dos pólos.

Interação entre os ímãs

Quando os pólos magnéticos de dois ímãs estão próximos, e as forças magnéticas dos dois ímãs reagem entre si de forma singular. Se os dois pólos magnéticos próximos forem diferentes, há uma atração entre os dois ímãs. Se forem iguais, haverá repulsão.

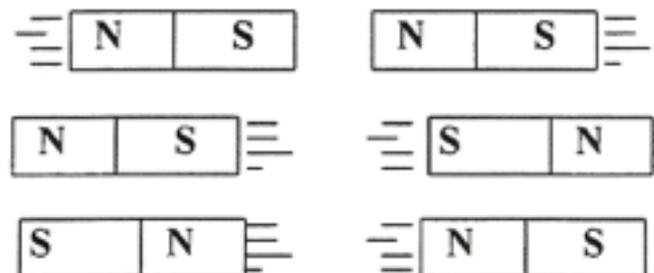


Figura - Interação entre os ímãs.

Como artifício para estudar o campo magnético, admite-se a existência de "linhas de força" magnéticas ao redor do ímã. Estas linhas de força são invisíveis e somente podem ser vistas com o auxílio de um recurso (limalha de ferro).

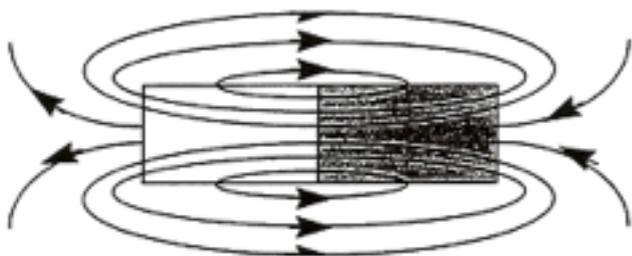


Figura - Linhas magnéticas ao redor do ímã.

Com o objetivo de padronizar os estudos relativos ao magnetismo e às linhas de força, estabeleceu-se, como convenção, que as linhas de força de um campo magnético se dirigem do pólo norte em direção ao sul.

ELETROMAGNETISMO

A denominação "eletromagnetismo" aplica-se a todo fenômeno, magnético que tenha origem em uma corrente elétrica.

Quando um condutor é percorrido por uma corrente elétrica, ocorre uma orientação no movimento das partículas no seu interior. Esta orientação do movimento das partículas tem um efeito semelhante à orientação dos ímãs moleculares. Como consequência, verifica-se o surgimento de um campo magnético ao redor do condutor (perpendicular).

Este campo magnético gerado pela circulação de corrente é de intensidade proporcional à intensidade de corrente elétrica e de sentido relacionado.

O sentido do campo magnético se determina pela "regra do saca-rolha".

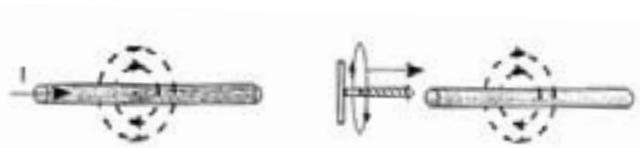


Figura - Determinação do sentido do campo magnético através da "regra do saca-rolha".

A intensidade do campo magnético ao redor de um condutor é diretamente proporcional à corrente que circula neste condutor.

Se o condutor for enrolado em forma de bobina, então os campos de cada espira irão se somar, formando um único campo magnético.

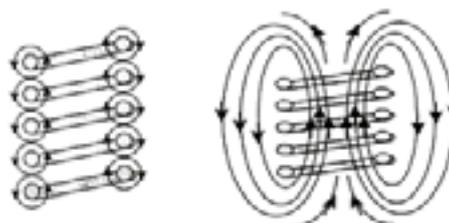


Figura - O campo magnético em uma bobina.

Os pólos magnéticos formados pelo campo magnético têm características semelhantes aos pólos de um ímã natural. A intensidade do campo magnético em uma bobina depende diretamente da corrente e do número de espiras.



Podemos agora controlar um movimento mecânico a partir de um acionamento elétrico, como acontece nos “feixes elétricos”, utilizados em porteiros eletrônicos.

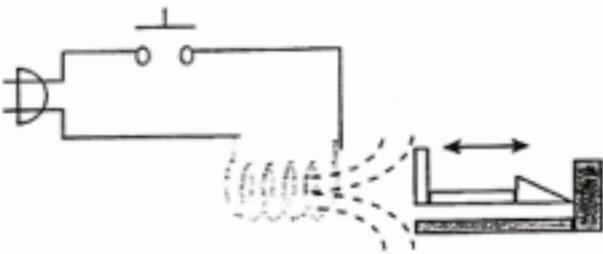


Figura - Eletromagnetismo aplicado ao controle de um movimento mecânico.

Para obter uma maior intensidade de campo magnético a partir de uma mesma bobina, pode-se utilizar o recurso de colocar um material ferroso (ferro, aço etc.) no interior da bobina. A maior intensidade do campo magnético nos eletroímãs deve-se ao fato de que os materiais ferrosos provocam uma concentração das linhas de força. Neste caso, o conjunto bobina-núcleo de ferro recebe o nome de eletroímã.



Figura - Aspecto físico de uma bobina.



Figura - Simbologia das bobinas.

A capacidade de um material de concentrar as linhas de força é denominada de permeabilidade magnética. De acordo com a permeabilidade magnética, os materiais podem ser classificados como:

Diamagnéticos: São materiais que promovem a dispersão do campo magnético. Ex.: cobre, ouro etc.

Paramagnéticos: São materiais que praticamente não alteram o campo magnético (não dispersam nem concentram as linhas de força). Ex.: ar, alumínio etc.

Ferromagnéticos: são materiais que promovem a concentração das linhas magnéticas. Os materiais ferromagnéticos são atraídos pelos campos magnéticos. Ex.: ferro.

Indução de corrente elétrica

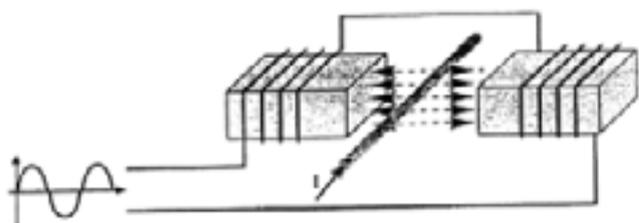


Figura - Campo magnético variável.

Esta corrente que surge no fio é chamada de “Corrente Induzida” e terá sentido e grandeza proporcional ao campo magnético que a gera.

Gerador monofásico

É uma máquina capaz de transformar energia mecânica (movimento) em energia elétrica, gerando uma forma de onda senoidal. A frequência é determinada pela rotação do gerador, a qual é controlada.

Nesta análise, imaginaremos um ímã no centro da turbina, movimentando-se com seu eixo. Na parte externa, colocaremos a bobina.

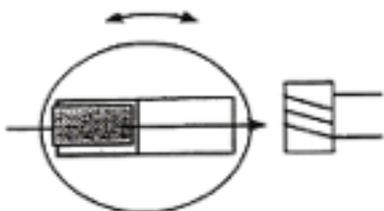


Figura - Ímã fixado ao eixo da turbina.

O campo magnético do ímã irá induzir uma corrente elétrica na bobina. Esta corrente terá grandeza proporcional à proximidade do campo magnético e seu sentido será em função do campo magnético atuante (norte ou sul).

Para análise, vamos supor que, quando a bobina estiver recebendo campo magnético de um pólo norte, a tensão induzida será positiva. Se o campo magnético for sul, a tensão será negativa.

Gerador trifásico

É uma máquina capaz de transformar energia mecânica (movimento) em energia elétrica, gerando três fases alternadas, senoidais e defasadas em 120° entre si.

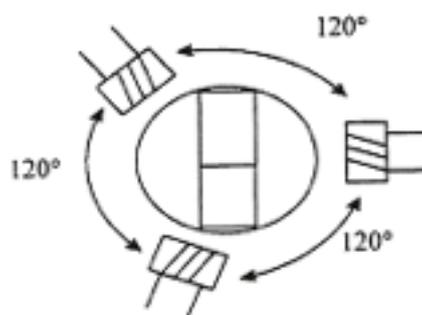


Figura - Gerador trifásico.

TIPOS DE TENSÃO E CORRENTE ELÉTRICA

Para satisfazer as diferentes necessidades técnicas, desenvolveram-se dois tipos de tensão:

- Tensão contínua (pilhas, baterias, dínamos);
- Tensão alternada (utilizada em residências, comércio, indústria). Como a tensão é a causa da corrente elétrica, quando se aplica uma tensão contínua em um circuito, circulará

uma corrente contínua (CC ou no inglês DC). As cargas movem em um só sentido.

Como a tensão é a causa da corrente elétrica, quando se aplica uma tensão contínua em um circuito, circulará uma corrente contínua (CC ou no inglês DC). As cargas movem um só sentido.



Figura - Tensão contínua e corrente contínua.

Quando se aplica uma tensão alternada em um circuito, circulará uma corrente alternada (CA ou do inglês AC). As cargas elétricas variam de sentido em função do tempo.

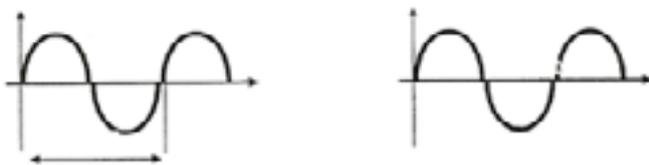


Figura - Tensão alternada e corrente alternada.

A tensão varia, ora positiva, ora negativa. Esta variação repete-se em ciclos e a sucessão de ciclos por unidade de tempo denomina-se frequência.

Frequência Elétrica é a repetição de ciclos de tensão alternada por unidade de tempo.

Sua unidade de medida é o HERTZ (Hz) e seu valor é função do tempo em que ocorre um ciclo.

$$f = \frac{1}{t} \quad \begin{array}{l} f \Rightarrow \text{Frequência em Hz;} \\ t \Rightarrow \text{Tempo em segundos.} \end{array}$$

No Brasil as tensões elétricas são fornecidas de forma alternada senoidal e com frequência de 60 hz (60 ciclos por segundo).

Mas, como medir uma tensão ou corrente eu varia a cada instante? O valor médio será uma média, como se a corrente alternada fosse contínua. A este valor dá-se o nome de tensão ou corrente eficaz. O valor máximo que a CA atinge é chamado tensão ou corrente de pico.

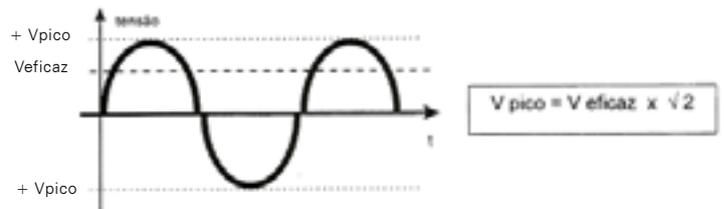


Figura - Relação entre tensão de pico e tensão eficaz da CA.

Aterramento

Os sistemas de aterramento devem satisfazer às prescrições de segurança das pessoas e funcionais da instalação.

O valor da resistência de aterramento deve satisfazer as condições e de proteção e de funcionamento das instalações elétricas.

Ligações à terra

Qualquer que seja sua finalidade (proteção ou funcional), o aterramento deve ser único em cada local da instalação.

Para casos específicos, de acordo com as prescrições da instalação, o aterramento pode ser usado separadamente, desde que sejam tomadas as devidas precauções.

Aterramento funcional

É o aterramento de um ponto (do sistema, da instalação ou do equipamento) destinados a outros fins que não a proteção contra choques elétricos. Em particular, no contexto da seção o termo “funcional” está associado ao uso do aterramento e da equipotencialização para fins de transmissão de sinais e de compatibilidade eletromagnética.

Aterramento de condutor neutro

Quando a instalação for alimentada diretamente pela concessionária, o condutor neutro deve ser aterrado na origem da instalação.

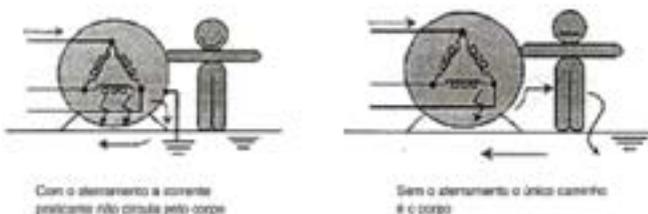
Observação: *do ponto e vista da instalação, o aterramento do neutro na origem proporciona uma melhoria na equalização de potenciais essencial à segurança.*

é, o equipamento vem com o condutor de proteção (condutor PE, ou “fio terra”) incorporado ou não ao cordão de ligação, ou então sua caixa de terminais inclui um terminal PE para aterramento. Essa é a parte que troca ao próprio equipamento. A parte que troca a instalação é ligar esse equipamento adequadamente, conectando – se o PE do equipamento ao PE da instalação, na tomada ou caixa de derivação – o que pressupõe uma instalação dotada de condutor PE, evidentemente (e isso deve ser regra, e não exceção); e garantir que, em caso de falha na isolação desse equipamento, um dispositivo de proteção atue automaticamente, promovendo o desligamento do circuito.

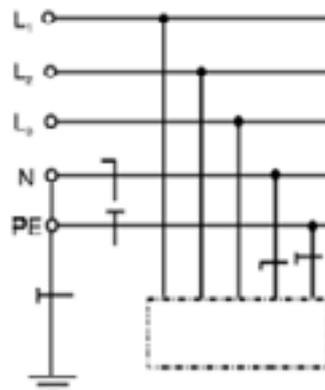
A seção mínima do condutor de proteção (PE) deve obedecer aos valores estabelecidos na tabela abaixo.

SEÇÃO MÍNIMA DO CONDUTOR DE PROTEÇÃO	
SEÇÃO DOS CONDUTORES FASE DA INSTALAÇÃO (mm ²)	SEÇÃO MÍNIMA DO CONDUTOR DE PROTEÇÃO CORRESPONDENTE PE (mm ²)
S ≤ 16	5
16 ≤ S ≤ 35	16
S > 35	S/2

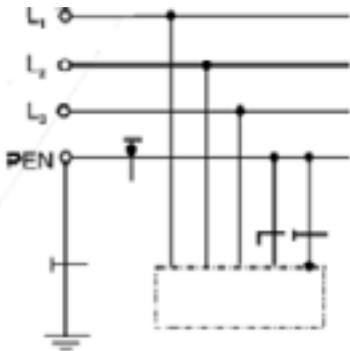
Aterramento de proteção (PE)



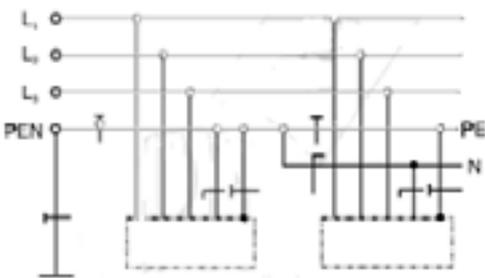
A proteção contra contatos diretos proporciona em parte pelo equipamento e em parte pela instalação é aquela tipicamente associada aos equipamentos classe I. Um equipamento classe I tem algo além da isolação básica: sua massa é provida de meios de aterramento, isto



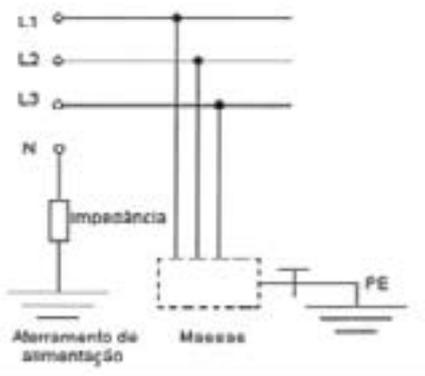
SISTEMA TN-S



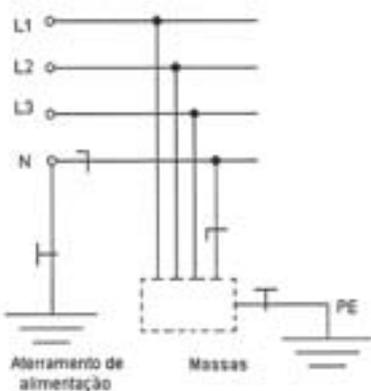
SISTEMA TN-C



SISTEMA TN-C-S



SISTEMA IT



SISTEMA TT

NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS

Normas ABNT

No Brasil, as normas técnicas oficiais são aquelas desenvolvidas pela associação Brasileira de normas Técnicas (ABNT) e registradas no Instituto Nacional de Metrologia e Qualidade Industrial (INMETRO). Essas normas são o resultado de uma ampla discussão de profissionais e instituições, organizados em grupo de estudos, comissões e comitês. A sigla NBR que antecede o número de muitas normas significa Norma Brasileira Registrada.

A ABNT é a representante brasileira no sistema internacional de normalização, composto de entidades nacionais, regionais e internacionais. Para atividades com eletricidade, há diversas normas, abrangendo quase todos os tipos de instalações e produtos.

NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão

A NBR 5410 é uma referência obrigatória quando se fala em segurança com eletricidade. Ela apresenta todos os cálculos de dimensionamento de condutores e dispositivos de proteção. Nela estão as diferentes formas de instalação e as influências externas a serem consideradas em um projeto. Os aspectos de segurança são apresentados de forma detalhada, incluindo o aterramen-

to, a proteção por dispositivos de corrente de fuga, de sobre tensões e sobre correntes. Os procedimentos para aceitação da instalação nova e para sua manutenção também são apresentados na norma, incluindo etapas de inspeção visual e de ensaio específicos.

NBR 1403 – Instalações Elétricas de Média Tensão, de 1,0 kV a 36,2 kV

A NBR 1403 abrange as instalações de consumidores, incluindo suas subestações, dentro da faixa de tensão especificada. Ela não inclui as redes de distribuição das empresas concessionárias de energia elétrica. Além de todas as prescrições técnicas para dimensionamento dos componentes dessas instalações, a norma estabelece critérios específicos de segurança para as subestações consumidoras, incluindo acesso, parâmetros físicos e de infra-estrutura, Procedimentos de trabalho também são objeto de atenção da referida norma que, a exemplo da NBR 5410, também especifica as características de aceitação e manutenção dessas instalações.

Existem muitas outras técnicas direcionadas às instalações elétricas, cabendo aos profissionais conhecerem as prescrições que elas estabelecem de acordo com o tipo de instalação em que estão trabalhando. As normas a seguir relacionadas são boas referências para consultas e seus títulos são auto-explicativos a respeito do seu escopo.

Muitas delas são complementos das prescrições gerais estabelecidas nas normas

técnicas de baixa e média tensão anteriormente citadas.

NBR 5418 - Instalações Elétricas em Atmosferas Explosivas

Fixa condições exigíveis para seleção e aplicação de equipamentos, projeto e montagem de instalações elétricas em atmosferas explosivas por gás ou vapores inflamáveis.

NBR 5419 – Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas

Fixa as condições exigíveis ao projeto, instalação e manutenção de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) de estruturas, bem como de pessoas e instalações no seu aspecto físico dentro do volume protegido.

NBR 6151 – Classificação dos Equipamentos Elétricos e Eletrônicos quanto à Proteção contra choques elétricos

Classifica equipamentos elétricos e eletrônicos quanto à proteção contra os choques elétricos em caso de falha da isolação.

NBR 6533 – Estabelecimento de Segurança aos efeitos da corrente elétrica percorrendo o corpo humano.

Fixa condições exigíveis para o estabelecimento de prescrições de segurança, do ponto de vista da engenharia quanto aos efeitos da corrente elétrica percorrendo o corpo humano.

NBR 13534 – Instalações Elétricas em Ambientes Assistenciais de Saúde – requisitos para a segurança.

Especifica condições exigíveis às instalações elétricas de estabelecimentos assistenciais

de saúde, a fim de garantir a segurança de pessoas (em particular de pacientes) e, onde for o caso de animais.

NBR 13570 – Instalações Elétricas em locais de afluência de público – requisitos específicos

Fixa requisitos específicos exigíveis às instalações elétricas em locais de afluência de público, a fim de garantir o seu funcionamento adequado, a segurança de pessoas e de animais domésticos e a conservação dos bens.

PROJETO ELÉTRICO

Traçado do Projeto Elétrico

O projeto de uma instalação elétrica, deverá seguir certos requisitos para facilitar o entendimento deste projeto.

É necessário traçar um diagrama com a disposição física dos elementos / componentes da instalação elétrica. Neste diagrama deverão ser anotados todos os detalhes necessários para a perfeita execução do Projeto Elétrico, utilizando-se dos símbolos e convenções

Símbolos e convenções

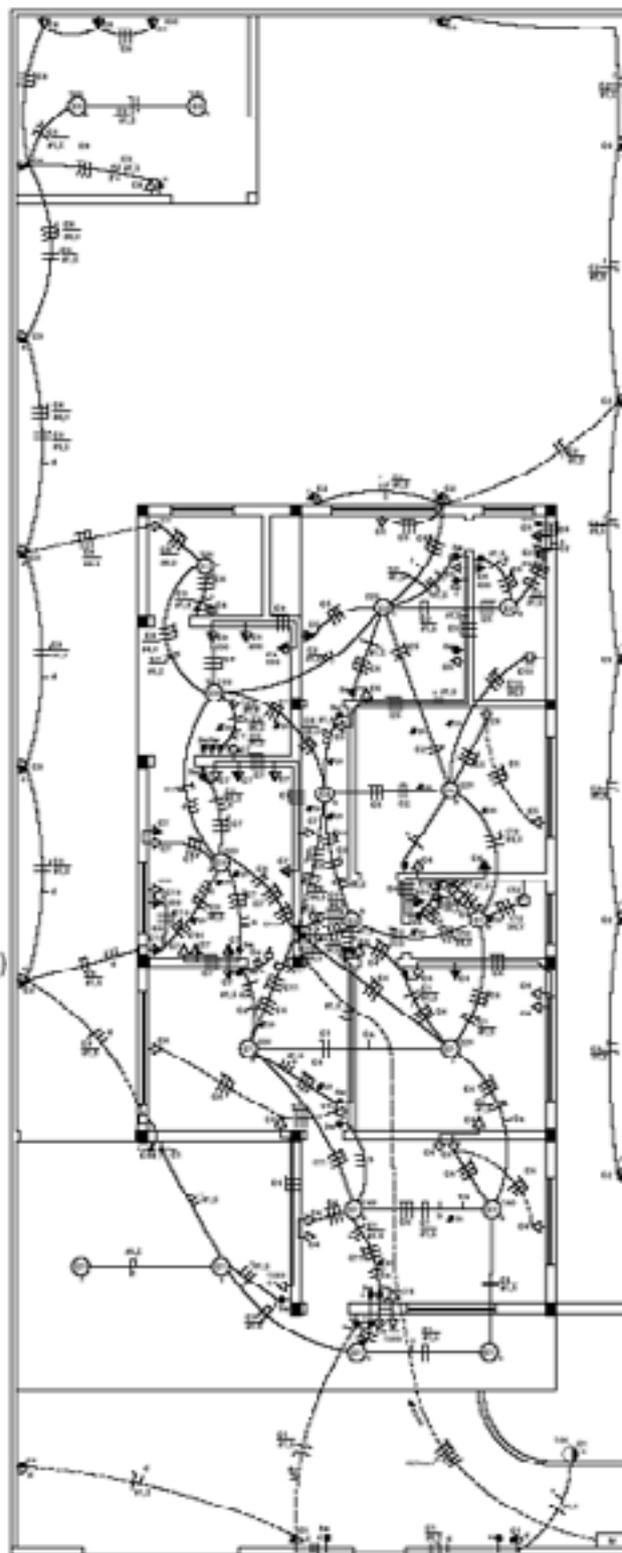
Os símbolos e as convenções são muito úteis para representação dos pontos e demais elementos que constituem os circuitos de um Projeto Elétrico.

A norma da ABNT, a NBR 5444 – “ símbolos gráficos para instalações elétricas prediais” da ABNT, estabelece os símbolos gráficos referente às instalações elétricas prediais.

A seguir estão os principais símbolos e convenções usados neste manual:

Projeto elétrico

-  Condutores: Fase, Neutro e Retorno
-  Condutor de Proteção (PE)
-  Aterramento
-  Marcação de circuitos
-  Retorno do Interruptor Paralelo ("Three Way")
-  Retorno do Interruptor Intermediário ("Four Way")
-  Interruptor simples
-  Interruptor duplo
-  Interruptor Paralelo ("Three Way")
-  Interruptor Intermediário ("Four Way")
-  Caixa de passagem
-  Eletroduto embutido no teto ou parede
-  Eletroduto embutido no piso
-  Que sobe
-  Que desce
-  Ponto de luz incandescente
-  Ponto de luz fluorescente
-  Arandela média-altura
-  Arandela alta
-  Refletor
-  Tomada alta
-  Tomada média
-  Tomada baixa (de 30 a 40 cm do piso) (mínimo 25 cm)
-  Tomada de força (bipolar)
-  Tomada de força (tripolar)
-  Tomada para TV (antena)
-  Quadro de Distribuição de Circuitos - QDC
-  Quadro de medição
-  Gerador
-  Motor
-  Cigarra
-  Campainha
-  Botão de campainha
-  Chave de faca (simples)
-  Chave de faca (bipolar)
-  Chave de faca (com fusível)
-  Disjuntor a seco





Exemplo:

- Dimensionar o condutor e o disjuntor de proteção para um chuveiro de 6000W, ligado em 120 V.

$$I = P / U = 6000 / 120 = 50 \text{ A}$$

$$I = 50 \text{ A}$$

Neste caso, teremos condutor (fio) = 10mm².
O disjuntor que protegerá este condutor será de 50 A.

DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES

Para dimensionarmos o condutor temos que:

- calcular a corrente
- procurar na tabela o valor que seja **igual ou maior** que a corrente calculada.
- Ver na primeira coluna da tabela, a seção do condutor.

Os disjuntores têm a função de proteger o condutor (fio) ou carga.

Quando protegem o condutor, o disjuntor tem que ser **igual ou menor** que a corrente que passa pelo condutor.

Quando protege a carga, o disjuntor tem que ser **igual ou mais próximo possível da carga**, (sem ultrapassar a corrente que o condutor suporta).

Para efeito de cálculo em aula, vamos definir como padrão, proteger o **CONDUTOR**.

Tabela 1 - Principais características dos condutores com isolamento PVC, 70°

Condutores mm ²	Corrente máxima		Índice para queda de tensão % (V/ Km)	Área ext. mm ²	Diâmetro externo mm
	Trifásica	Monofásica			
1,5	15,5	17,5	23	6,16	2,8
2,5	21	24	14	9,06	3,4
4	28	32	9	11,95	3,9
6	36	41	5,87	15,21	4,4
10	50	57	3,54	24,63	5,6
16	68	76	2,27	33,18	6,5
25	89	101	1,5	56,75	8,5
35	111	125	1,12	70,88	9,5
50	134	151	0,66	103,87	11
70	171	192	0,64	132,73	13

Fonte: Pirelli

Obs.: padronização de cores dos condutores para instalações residenciais e comerciais:

Fase vermelho: (podendo ser preto nos circuitos principais de alimentação dos CD's.)

Neutro: branco ou azul claro

Terra: verde ou verde e amarelo

Retorno: preto ou demais cores.

Cálculo de condutores e disjuntores

Cálculo de condutores pela capacidade de corrente – a partir da fórmula da lei de Ohm, foi obtida a fórmula geral para cálculos de corrente, envolvendo equipamentos elétricos, ou seja: $P = V \times I$.

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

Para calcularmos a corrente, devemos considerar sempre a situação mais crítica, ou seja, a de maior potência que um aparelho pode consumir.

Exemplo:

Calcule os condutores e o disjuntor para um chuveiro de 3600 W (inverno), ligado em 120 V.

$$P = 3600 \text{ W}$$

$$V = 120 \text{ V}$$

$$I = ?$$

$$I = P / V$$

$$I = 3600 / 120 = 30 \text{ A}$$

Pela tabela 1, podemos utilizar o condutor de 4mm², que suporta uma corrente de 32 A, e o disjuntor de 30 A.

Exercícios:

- Calcular o condutor e o disjuntor para um chuveiro de 4400 W de potência, a ser ligado em sistema monofásico em Porto Alegre "(127 V)"?

- Calcule o disjuntor e o condutor para uma pequena residência, ligada em sistema monofásico em Viamão "(220V)", sabendo que possui os seguintes equipamentos:

- Chuveiro = 2400 W
- Lâmpadas = 720 W
- Tomadas = 500 W
- Refrigerador = 300 W
- Ferro elétrico = 800 W

- Calcular o condutor e o disjuntor para uma estufa de 6600 W, ligada em 220 V, e também em 120 V?

- Calcule o disjuntor e o condutor para uma cara de 5,3 KW, ligada em 220 V?

- Calcule o disjuntor e o condutor para um circuito com uma estufa de 1,9 kW e um ferro de passar roupas de 1 kW, ligado em 120 V?

- Calcule o disjuntor e o condutor para uma geladeira de 300 W, um freezer de 500 W e uma bandeira de 1500 W, ligados em 220V?

DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES PELA QUEDA DE TENSÃO

NESTE CASO, APLICAREMOS A SEGUINTE FÓRMULA:

$$\text{Índice} = \frac{\Delta V}{I \times D}$$

onde: índice = nº a ser procurado na tabela
 ΔV = queda de tensão em volts
 I = corrente de Ampères
 D = distância em km

Exemplo:

Utilizando o exemplo anterior, e considerando uma queda de tensão de 2%, e o chuveiro instalado à uma distância de 20m do CD, teremos:

Dimensionamento dos eletrodutos

$$Ac = \frac{x \text{ (diâmetro externo do condutor)}^2 \times n^\circ}{z}$$

de fios (dentro dos eletrodutos)

$$Ac = \frac{3,1416 \times (\text{diâmetro ext.})^2 \times n^\circ \text{ fios}}{4}$$

$$Ac = 40\%$$

$$Au = 100\%$$

Por regra de três simples, acha-se a área útil e entra-se com valor calculado na tabela abaixo, para achar o diâmetro do eletroduto.

Tabela 6 – Cálculo do Diâmetro do eletroduto

Tamanho nominal		Área útil
Min	pot.	mm²
20	1/2	293,0
25	3/4	345,3
32	1	564,1
40	1 1/4	962,1
50	1 1/2	1244,1
60	2	1879,2
75	2 1/2	3027,0

Exemplo:

1. Calcular o diâmetro do eletroduto que dentro dele passam seis fios de 1,5mm².

$$Ac = \frac{3,1416 \times (2,8)^2 \times 6}{4} = 36,94$$

$$Ac - 40\% = 36,94$$

$$Au - 100\% = ?$$

$$Au = \frac{36,94 \times 100}{40} = 92,36$$

Da tabela acima, obtemos o diâmetro = 20mm para o eletroduto.

2. Calcular o diâmetro do eletroduto sabendo que dentro dele, passam dois fios 1,5mm² e três fios de 4mm².

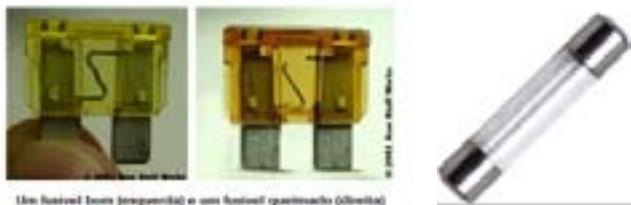
PROTEÇÕES ELÉTRICAS

Fusíveis

O emprego dos fusíveis para proteção contra curtos-circuitos e contra as sobrecargas nos sistemas à baixa tensão tem sido sempre muito difundido pela simplicidade e pelo baixo custo representado por estes dispositivos. Ao fusível reserva-se a função de interromper automaticamente o circuito que protege, quando nele se verificarem condições

anormais de funcionamento, às quais estão associadas sobrecorrentes. Esta operação de interrupção é obtida mediante a fusão de uma parte que representa o elemento fundamental do fusível e determina, em grande parte, suas características.

Existem fusíveis do tipo retardado e do tipo rápido. O fusível tipo retardado suporta elevações de correntes por certo tempo, sem ocorrer a fusão. É indicado para proteção de circuitos onde existem cargas indutivas e capacitivas. O fusível tipo rápido é de aplicação mais específica. Não suporta picos de correntes. É usado em circuitos predominantemente resistivos.



Diazed

São fusíveis retardados limitadores de corrente que devem ser usados preferencialmente na proteção dos condutores de redes de energia elétrica e circuitos de comando. Compõe-se de: base, parafusos de ajuste, fusível, anel de proteção e tampa. Fusível é a peça principal do conjunto, constituído de um corpo cerâmico, dentro do qual está montado o elo fusível, e é preenchido com uma areia especial, de quartzo, que extingue o arco voltaico em caso de fusão. Para facilitar a identificação do fusível, existe um in-

dicador, que tem as cores correspondentes com as correntes nominais dos fusíveis. Este indicador se desprende em caso de queima, sendo visível através da tampa.



Silized

Estes fusíveis tem uma característica ultra rápida da curva tempo corrente. São portanto para a proteção de aparelhos equipados com semicondutores (tiristores e diodos). A alta limitação de corrente destes fusíveis permite que a corrente de curto circuito no local da instalação possa ter uma grandeza qualquer.

Neozed

São fusíveis de menores dimensões, com característica retardada, apenas mantidos em estoque como reposição para painéis de comando de equipamento e maquinário importado.

NH

Os fusíveis limitadores de corrente NH possuem a característica tempo x corrente retardada. O conjunto de segurança NH compõe-se dos seguintes elementos: punho, base e fusível. Punho, destina-se a colocação ou retirada dos fusíveis NH de suas respectivas

bases mesmo estando a instalação sob tensão, porém sem carga. Base, possui contatos especiais prateados, que garantem contato perfeito e alta durabilidade. Uma vez retirado o fusível, a base constitui uma separação visível das fases, tornando dispensável, em muitos casos, a utilização de um seccionador adicional. Fusível, os fusíveis NH, tipo 3NA1, também são próprios para proteger os circuitos, que em serviço, estão sujeitos à sobrecargas de curta duração, como por exemplo acontece na partida direta de motores trifásicos com o rotor em gaiola.



DISJUNTORES

Disjuntor (erroneamente chamado de disjuntor) é um dispositivo eletromecânico que permite proteger uma determinada instalação elétrica com sobre-intensidades (curto-circuitos ou sobrecargas).

Sua principal característica é a capacidade de se rearmar (manual ou eletricamente), quando estes tipos de defeitos ocorrem, diferindo do fusível que têm a mesma função, mas que fica inutilizado depois de proteger a instalação. Assim, o disjuntor interrompe

a corrente em uma instalação elétrica antes que os efeitos térmicos e mecânicos desta corrente possam se tornar perigosos às próprias instalações. Por esse motivo, ele serve tanto como dispositivo de manobra como de proteção de circuitos elétricos.

Atualmente é muito utilizado em instalações elétricas residenciais e comerciais o disjuntor magneto térmico ou termomagnético, como é chamado no Brasil.

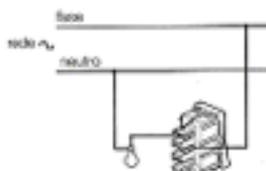
Esse tipo de disjuntor possui três funções:

- Manobra (abertura ou fecho voluntário do circuito).
- Proteção contra curto-circuito - Essa função é desempenhada por um atuador magnético (solenóide), que efetua a abertura do disjuntor com o aumento instantâneo da corrente elétrica no circuito protegido.
- Proteção contra sobrecarga - É realizada através de um atuador bimetálico, que é sensível ao calor e provoca a abertura quando a corrente elétrica permanece, por um determinado período, acima da corrente nominal do disjuntor.
- As características de disparo do disjuntor são fornecidas pelos fabricantes através de duas informações principais: corrente nominal e curva de disparo. Outras características são importantes para o dimensionamento, tais como: tensão nominal, corrente máxima de interrupção do disjuntor e número de pólos (unipolar, bipolar ou tripolar).

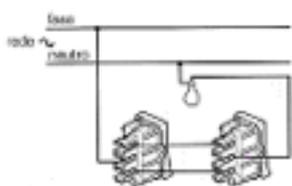


esquema de ligação

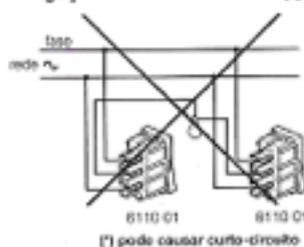
■ Interruptor simples



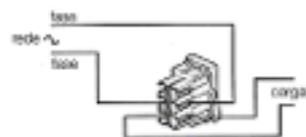
■ Interruptor paralelo



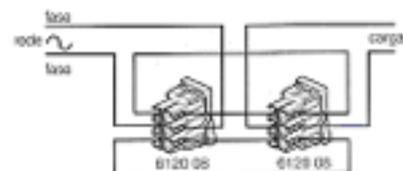
■ Interruptor paralelo ligação não recomendada (*)



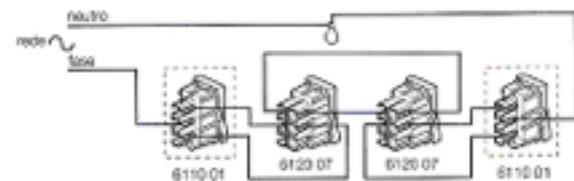
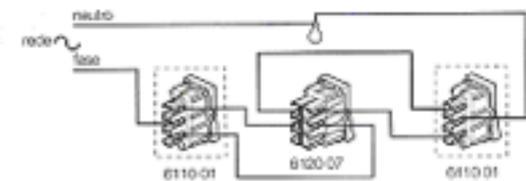
■ Interruptor bipolar simples



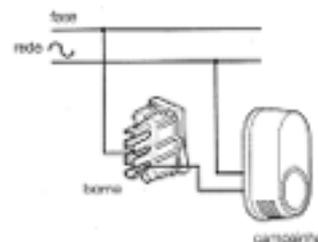
■ Interruptor bipolar paralelo



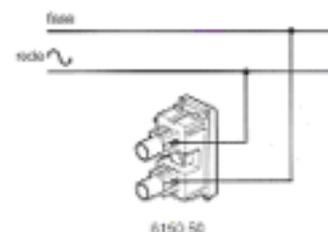
■ Interruptor paralelo + intermediário



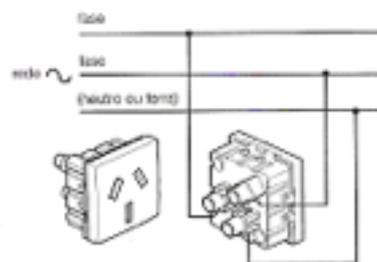
■ Pulsador



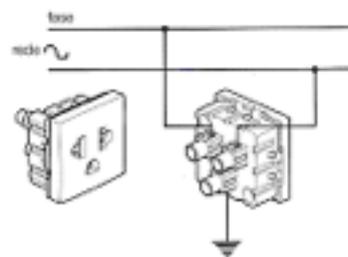
■ Tomada 2P universal



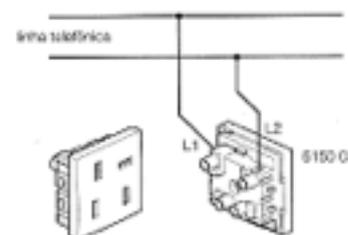
■ Tomada 3P



■ Tomada 2P + T e universal

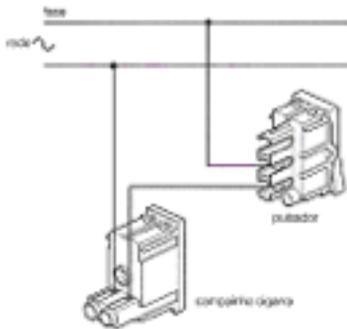


■ Tomada 4P (tipo Telebrás)

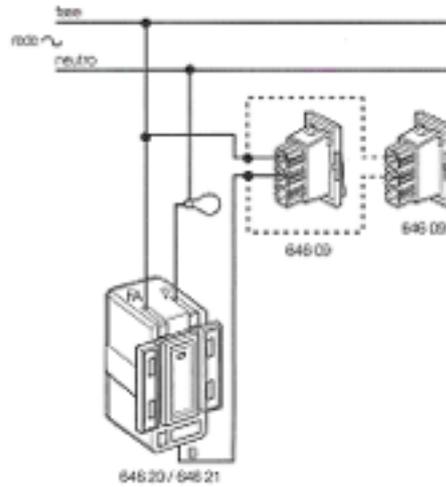


esquema de ligação

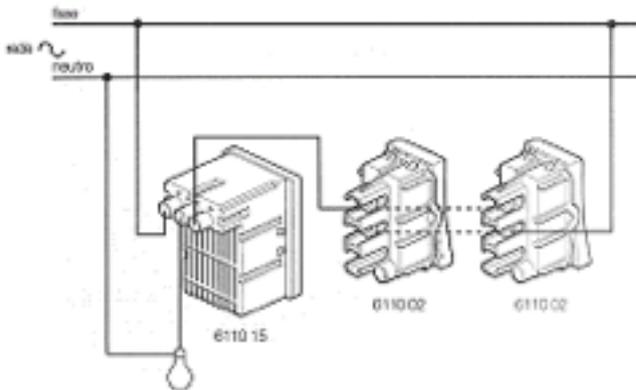
■ Campainha cigarra



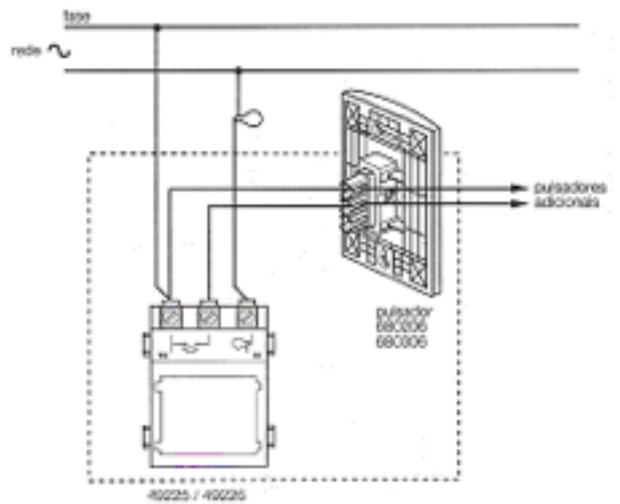
■ Elite



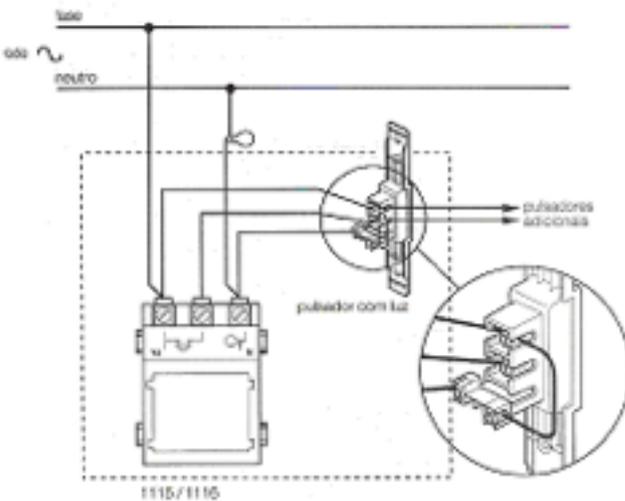
■ Minuteria individual instalação em paralelo com um ou mais pulsadores



■ Pratis



■ Silentoque

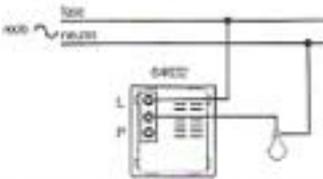


esquema de ligação

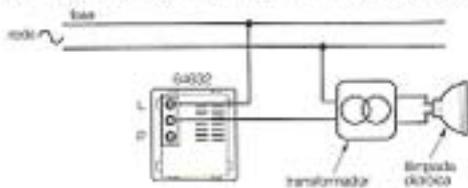
■ Variador digital (tecla soft touch) - Elite

Instalação simples

Com lâmpada incandescente

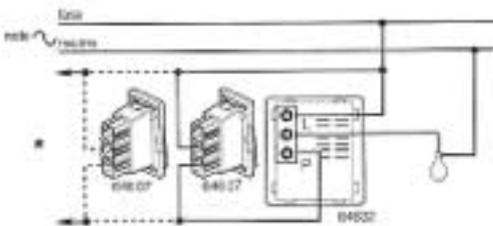


Com lâmpada halógena de baixa tensão e transformador de ferro magnético



Instalação em paralelo

Para controlar a luminosidade de várias lâmpadas deve-se instalar o aparelho juntamente com um ou mais pulsadores (p.e. lâmpada ref.: 646 07)

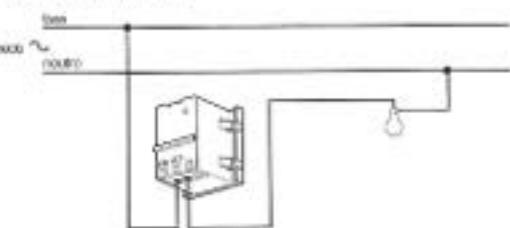


* Os pulsadores também regulam a luminosidade

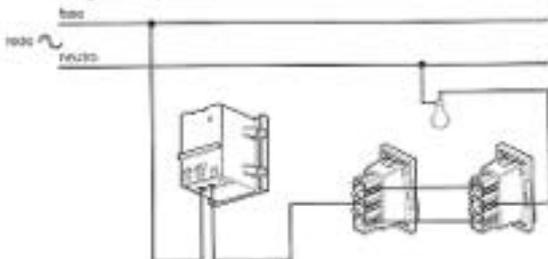
■ Variadores rotativos e deslizantes Silentoque e Elite

Modelos: 1119 / 1129 / 1130 / 1130 / 646 32 / 646 23 / 646 25 / 646 27

Instalação simples

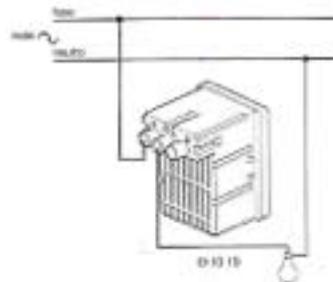


Instalação em paralelo

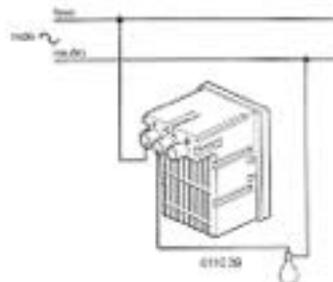


Os interruptores terão somente a função de ligar e desligar a lâmpada

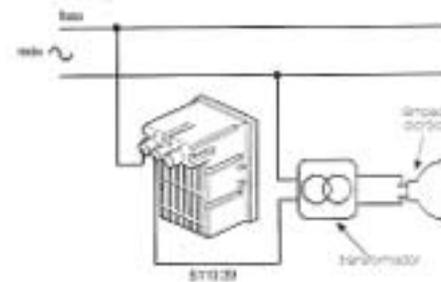
■ Variador de luminosidade rotativo - Piatplus



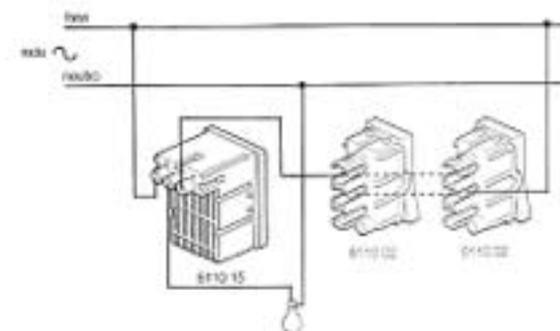
■ Variador de luminosidade digital (tecla soft touch) Piatplus Instalação simples com lâmpada incandescente



Instalação simples com lâmpada halógena de baixa tensão e transformador de ferro magnético



Instalação em paralelo com um ou mais pulsadores



Se for utilizar reator eletrônico, os pulsadores devem ser não-lumínicos

ILUMINAÇÃO

A melhor maneira de iluminar um local é aproveitar a luz natural emanada do sol.

Isto, entretanto, nem sempre é possível, uma vez que existem a noite e os lugares em que a luz solar chega em quantidade insuficiente. Por este motivo, utiliza-se a iluminação artificial, que deve aproximar-se o mais possível da iluminação natural, sendo as lâmpadas elétricas de melhor qualidade.

Iluminação incandescente

Esta iluminação é resultante do aquecimento de um fio, pela passagem de corrente elétrica, até a incandescência. As lâmpadas incandescentes comuns, são compostas de um bulbo de vidro incolor ou leitoso, de uma base de cobre ou outras ligas, e de um conjunto de peças que contém o filamento, que é o mais importante. Os filamentos das primeiras lâmpadas eram de carvão, mas atualmente são de tungstênio, que tem um ponto de fusão de aproximadamente 3400° C. Esta temperatura não é atingida nem pela lâmpada a 1500 W (2700°C).

No interior do bulbo de vidro das lâmpadas incandescentes usuais é feito o vácuo, isto é, a retirada de todo o oxigênio, a fim de que o filamento não se queime, já que o oxigênio alimenta a combustão. Também se usa subs-

tituir o oxigênio no interior da lâmpada por um gás inerte. (nitrogênio e argônio).



Figura - Lâmpada incandescente.

Iluminação fluorescente

Esta iluminação é realizada por uma lâmpada fluorescente que utiliza a descarga elétrica através de um gás para produzir energia luminosa. Consiste em um bulbo cilíndrico de vidro, que tem em suas extremidades, eletrodos metálicos de tungstênio (cátodos), por onde circula corrente elétrica. Em seu interior existe vapor de mercúrio ou argônio à baixa pressão. As paredes internas do tubo são pintadas com materiais fluorescentes, conhecidos por cristais de fósforo (Phosphor).

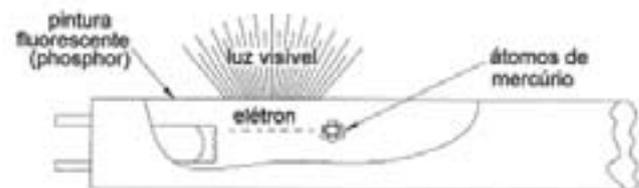


Figura - Lâmpada fluorescente.

Ligação de lâmpadas fluorescentes

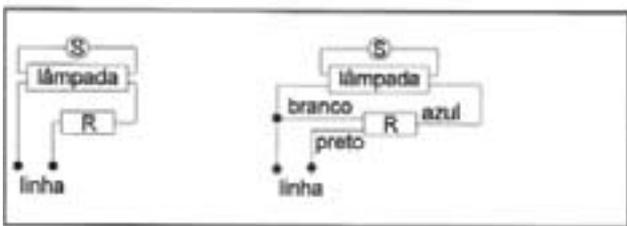
Na prática, denomina-se lâmpada fluorescente, um conjunto composto de lâmpada propriamente dita, reator, suporte e calha, se for de partida rápida. O tipo convencional ainda é composto por um starter.

Para ligar este conjunto à rede é necessária a interligação de seus componentes.

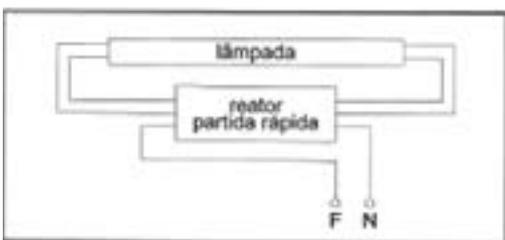
Esta operação só será possível mediante a leitura do esquema de ligação afixado no reator, que varia conforme o tipo de reator e seu respectivo fabricante.

Alguns exemplos de esquemas de ligação de reatores:

a. Ligação de reator simples, tipo convencional



b. Ligação de reator simples tipo partida rápida



c. Ligação de reator duplo, tipo partida rápida



CARACTERÍSTICAS COMERCIAIS

Código comercial	Pot	Base	Tensão máxima de partida		Tensão de trabalho	Corrente de trabalho	Tensão de trabalho no eixo	Fluxo luminoso	Lumêntica	Período de partida		Peso	Dimensões	
			A + FC (V)	(V)						1 (seg)	2 (seg)		Ømm	compr (mm)
FFL - R 95	95	E-27	190	170	0,98	190	3000	11	3,2	30	75	151		
FFL - R 120	120	E-27	190	128	1,2	130	3200	16	3,3	30	75	171		
FFL - R 150	150	E-40	190	128	1,1	130	3800	17	4,0	170	90	227		
FFL - R 400	400	E-40	390	140	3,2	130	10000	36	4,0	200	120	290		
FFL - R 500	500	E-40	390	140	3,4	130	12000	37	4,0	200	140	320		
FFL - R 7000	7000	E-40	390	140	7,3	130	17000	32	4,0	300	180	410		
FFL - R 2000	2000	E-40	320	170	0,9	100	10000	40	4,0	300	180	440		

O quadro é válido nas seguintes condições:

- fluxo após 100 horas de funcionamento;
- tempo: para conseguir 80% do fluxo luminoso máximo.

APLICAÇÃO DE ILUMINAÇÃO

Incandescente para iluminação geral

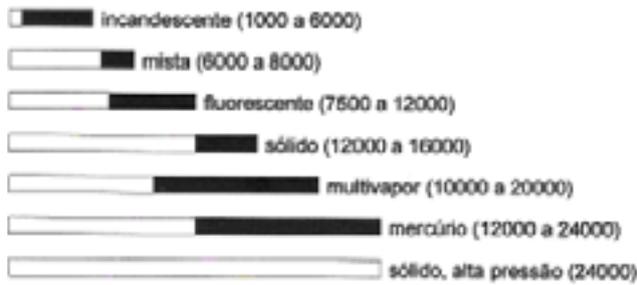
Usada em locais em que se deseja a luz dirigida portátil e com flexibilidade de escolha de diversos ângulos de abertura de fecho intenso.

As lâmpadas incandescentes comuns podem ser usadas em luminárias com lâmpadas do tipo refletoras. Em residências são utilizadas na iluminação geral de ambientes ou quando se deseja efeitos especiais.

Seu uso não é indicado em lojas, onde se visa destacar mercadorias ou iluminação ge-

ral. Nas indústrias são usadas na iluminação geral complementar de máquinas de produção, em locais com problemas de vibração (lâmpadas para serviço pesado) ou ainda em estufas de secagem (lâmpadas infravermelhas).

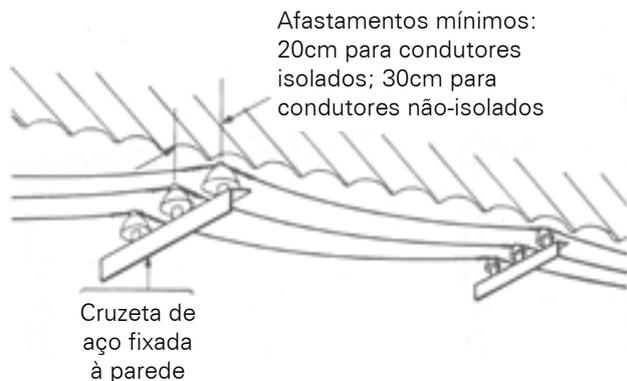
Vida útil em horas.



LINHAS ELÉTRICAS AÉREAS

O eletricista, antes de fazer uma linha elétrica aérea, deve consultar as tabelas padrões que definem as alturas de espaçamento entre eles. Além disso, deve conhecer muito bem a potência que será instalada na rede, a tensão e a corrente que irá passar pelos condutores. Com esses dados, deverá ser dimensionado o diâmetro do condutor e os tipos de isoladores.

Como exemplo, veja a Figura abaixo, que mostra elementos que devem ser verificados antes da execução de uma rede aérea.



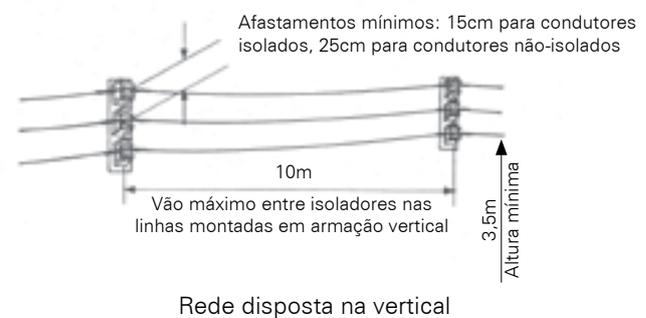
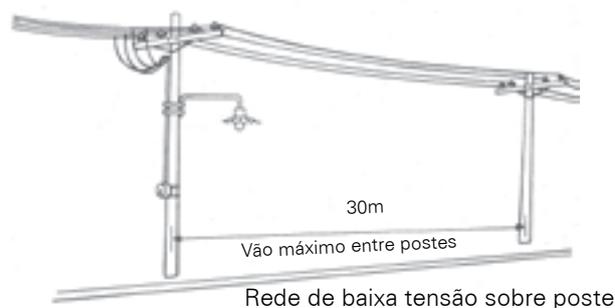
Sempre que for necessário, o eletricista deve consultar o encarregado ou o engenheiro.

Os isoladores em cruzetas horizontais deverão ser afastados, no mínimo, 20cm para condutores isolados e 30cm para condutores não-isolados.

Quando os isoladores do tipo carretel ficarem dispostos em armação vertical (armação Presbow), as distâncias poderão ser reduzidas até 15cm, para condutores isolados, e 25cm, para condutores não-isolados.

Linhas aéreas externas (prescrições da NBR-5410)

Nas linhas aéreas externas podem ser usados condutores nus ou com cobertura resistente às intempéries, condutores isolados ou cabos multiplexados em feixes e montados em postes ou estruturas.



INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

Introdução e Noções Básicas

Um multímetro digital oferece a facilidade de mostrar diretamente em seu visor, que chamamos de display de cristal líquido, ou simplesmente display, o valor numérico da grandeza medida, sem termos que ficarmos fazendo multiplicações e leituras em escalas complicadas como ocorre com multímetros analógicos.

Um multímetro digital pode ser utilizado para diversos tipos de medidas, as mais comuns são:

- tensão elétrica (medida em volts – V)
- corrente elétrica (medida em ampères – A)
- resistência elétrica (medida em Ohms – Ω – letra grega ômega).

Além destas ele pode ter escalas para outras medidas específicas como: temperatura, frequência, semicondutores (escala indicada pelo símbolo de um diodo), capacitância, ganho de transistores, continuidade (através de um sinal sonoro), etc.

Em multímetros digitais o valor da escala já indica o máximo valor a ser medido por ela, independente da grandeza. Temos abaixo uma indicação de valores típicos encontrados na prática para estas escalas:

- Tensão contínua: VCC, DCV, VDC ou V com duas linhas sobre ele, uma tracejada e outra contínua.

- Tensão alternada: VCA, ACV, VAC ou V juntamente com o símbolo \sim sobre ele.
- Corrente contínua: DCA, ADC ou A com duas linhas sobre ele, uma tracejada e outra contínua.
- Corrente alternada: ACA ou A juntamente com o símbolo \sim sobre ele.
- Resistência = Ohms Ω

CUIDADOS NO MANUSEIO DE UM MULTÍMETRO

Todas estas medidas devem ser feitas com bastante critério e nunca devemos encostar as mãos em nenhuma ponta de prova durante uma medida, caso isto aconteça, corremos o risco de levarmos um choque elétrico e/ou teremos uma leitura errada.

Treine bastante como manipular as ponteiros e leia o manual do multímetro antes de começar a medir.



FERRAMENTAS MANUAIS

Nível



Prumos



Alicate Universal



Alicate de Corte



Alicate de Bico



Chave Philips



Chave de Fenda



Chave de fenda VDE



Alicate VDE



Tarraxas



Dobreadeiras



Orientações Gerais sobre Ferramentas Manuais

As ferramentas manuais são utensílios de trabalho que visam facilitar a vida cotidiana e necessitam unicamente da força motriz humana. Graças a elas, podemos realizar tarefas que exigem uma enorme força física e precisão com grande facilidade. Utilizadas normalmente, de forma individual, as ferramentas manuais capacitam o homem a realizar tarefas de uma forma mais segura e eficiente. Antes de iniciar o uso de qualquer ferramenta, a pessoa deve conhecer o trabalho a ser realizado pelo equipamento e possuir as idéias básicas sobre os distintos tipos de ferramentas mais adequadas ao seu uso, evitando ou amenizando dessa forma possíveis riscos de acidentes derivados de sua utilização. Existem hoje no mercado diversos tipos e marcas de ferramentas manuais, específicas para cada ocasião, constituídas dos

mais variados tipos de materiais e formas, com o intuito de facilitar a nossa vida.

Quais tipos de ferramentas manuais existem no mercado?

Existe uma multiplicidade de tipos de ferramentas manuais, onde, as mais comuns podem ser divididas em:

- Ferramentas de borda afiada: facas, machados, cortadores manuais de barras e hastes, formões, cortadores de vidro...
- Ferramentas de golpes: martelo de cabeça de ferro/madeira/bronze/plástico, marreta, cinzéis...
- Ferramentas de torção: chaves de fenda, chaves de boca...

- Ferramentas de pinçamento: alicates, tenazes, torques...
- Outros tipos: pulverizadores, expositores manuais, peneiras, saca rolhas, tambores, coletores de pó, kits de ferramentas, entre outros.

Quais as principais causas de acidente em relação a ferramentas manuais?

Os riscos ao se utilizar ferramentas manuais são bastante altos e se derivam, sobretudo, de golpes e cortes na mão ou em outras partes do corpo. Sua principal causa é a utilização inadequada da ferramenta, manutenção inadequada, produtos de baixa qualidade ou defeituosos, armazenamento e transporte deficiente e falta do uso de luvas ou equipamentos de proteção.

Como escolher a ferramenta e como garantir uma utilização de uma forma segura?

A pessoa deve conhecer o trabalho e o tipo de ferramenta para o qual se destina o uso, assim como buscar fornecedores que garantam uma boa qualidade de produto. Após a compra, na hora da utilização da ferramenta, escolha sempre a mais apropriada e revise o seu estado de conservação. Na hora da utilização siga os seguintes procedimentos:

- Revise as condições dos cabos das ferramentas e seu encaixe em busca de rachadu-

ras no caso de martelos, serras, limas, chaves de fenda.

- Fique atento ao formato, peso e dimensão adequado do ponto de vista ergonômico.
- Verifique bocas e braços de ferramentas de aperto como alicates, chaves, entre outros.
- Não utilize as ferramentas para fins as quais não foram projetadas.
- Use ferramentas que não soltem faíscas em ambientes com gases inflamáveis.
- Sempre utilize equipamentos de proteção individual como luvas, óculos de proteção, etc.
- Verifique ferramentas de corte como facas e tesouras, verificando se estão afiadas.
- Verifique os dentes de limas, serras e serrotes.

Caso o processo envolva equipamentos elétricos, verifique se as ferramentas possuem proteção isolante.

Como devo armazenar as ferramentas?

Não largue as ferramentas em locais de passagem ou no chão, muito menos em lugares altos onde há um risco de cair sobre alguém. Organize as ferramentas, separando-as por tipo, em caixas, painéis ou estantes. Verifique sempre as condições das ferramentas de uso pessoal sempre que guardá-las.

Como transportar as ferramentas de uma forma segura?

Utilize caixas, bolsas e cinturões especialmente fabricados para tal. No caso de ferramentas afiadas, utilize bainhas. Ao subir e descer escadas de forma manual utilize-se de bolsas que deixem a mão livre, nunca coloque ferramentas no bolso comum da roupa.

Qual o procedimento mais adequado na hora da manutenção das ferramentas?

A forma correta de se fazer a manutenção de ferramentas e reparando os defeitos quando possível, caso contrário, o reparo deve ser realizado, se possível, por um pessoal especializado. Caso não tenha mais como arrumar, o certo é descartá-lo. E, principalmente, nunca faça pessoalmente reparos provisórios. É justamente nestes casos em que ocorrem os acidentes.

FERRAMENTAS ELÉTRICAS

Rosqueadeira



Esmirilhadeira



Furadeiras



Rompedores



Policorte



REGRAS DE SEGURANÇA PARA FERRAMENTAS ELÉTRICAS

Aterre todas as ferramentas que não possuam duplo isolamento. Se a ferramenta foi equipada com um plug de três pinos, encaixe-o numa tomada de três entradas. Se estiver usando um adaptador para tomadas de duas entradas, fixe o fio adaptador num terra conhecido. Nunca remova o terceiro pino:

- Mantenha todas as proteções no lugar e em boas condições;
- Mantenha a área de trabalho limpa. Áreas e bancadas cheias de entulhos são um convite aos acidentes;
- Evite ambientes perigosos. Não use ferramentas elétricas em locais úmidos ou molhados. Mantenha as áreas bem iluminadas;
- Não force a ferramenta. Ela fará melhor o trabalho e de maneira mais segura, se

for usada sob as condições para as quais foi projetada;

- Não separe as pernas do cabo elétrico. Se, acidentalmente, cortar o cabo ou danificar o isolamento de qualquer maneira, não tente repará-lo por sua conta. Entregue-a para substituição e/ou reparos imediatos. Não substitua cabos de extensão por sua conta;
- Quando sair da área de trabalho temporariamente, guarde as ferramentas longe do alcance de crianças. Elas são muito curiosas;
- Use o vestuário apropriado, sem jóias ou roupas folgadas. Elas podem agarrar-se em peças móveis. Use o calçado e as luvas de borracha quando se trabalha em áreas abertas;
- Use óculos de segurança para a maioria das ferramentas;
- Não abuse do cabo. Nunca carregue uma

ferramenta segurando pelo cabo elétrico, ou desligue da tomada puxando por ele. Mantenha o cabo afastado de fontes de calor, óleo ou bordas cortantes;

- Prenda seu trabalho Use garras ou um torno de mesa. É mais seguro do que usar as mãos, ficando com as mesmas livres para segurar a ferramenta;

- Não se estique para alcançar o ponto de trabalho. Mantenha-se bem equilibrado durante todo o tempo;

- Desligue a ferramenta quando não estiver usando-a, ou quando for trocar acessórios;

- Remova as chaves e chavetas de ajuste. Forme o hábito de verificar se as chavetas e chaves de ajustes foram removidas da ferramenta antes de ligá-la;

- Evite partidas acidentais. Não carregue ferramentas conectadas com o dedo no gatilho;

- Não repare ou desmonte a ferramenta. Leve-a a uma oficina autorizada ou substitua-a;

- Conheça a sua ferramenta elétrica. Aprenda suas aplicações e limitações, assim como os riscos em potencial associados à sua operação.

MATERIAIS ELÉTRICOS

Eletrodutos PVC



Curvas PVC



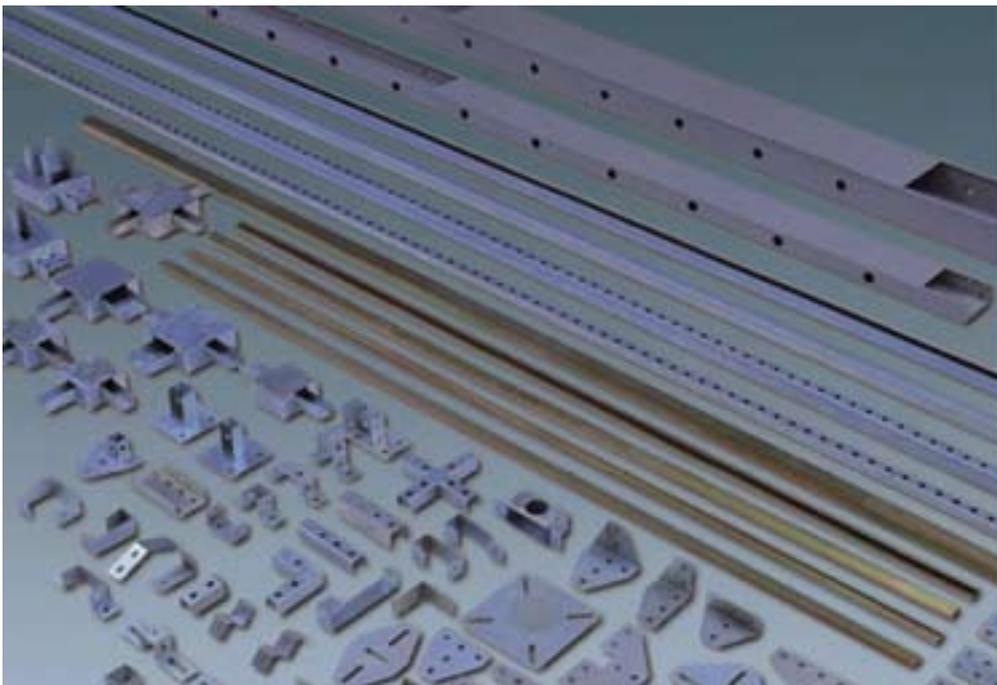
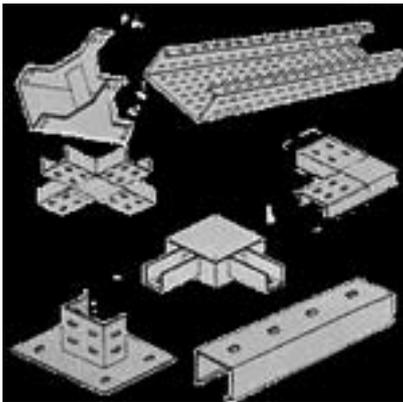
Conexões



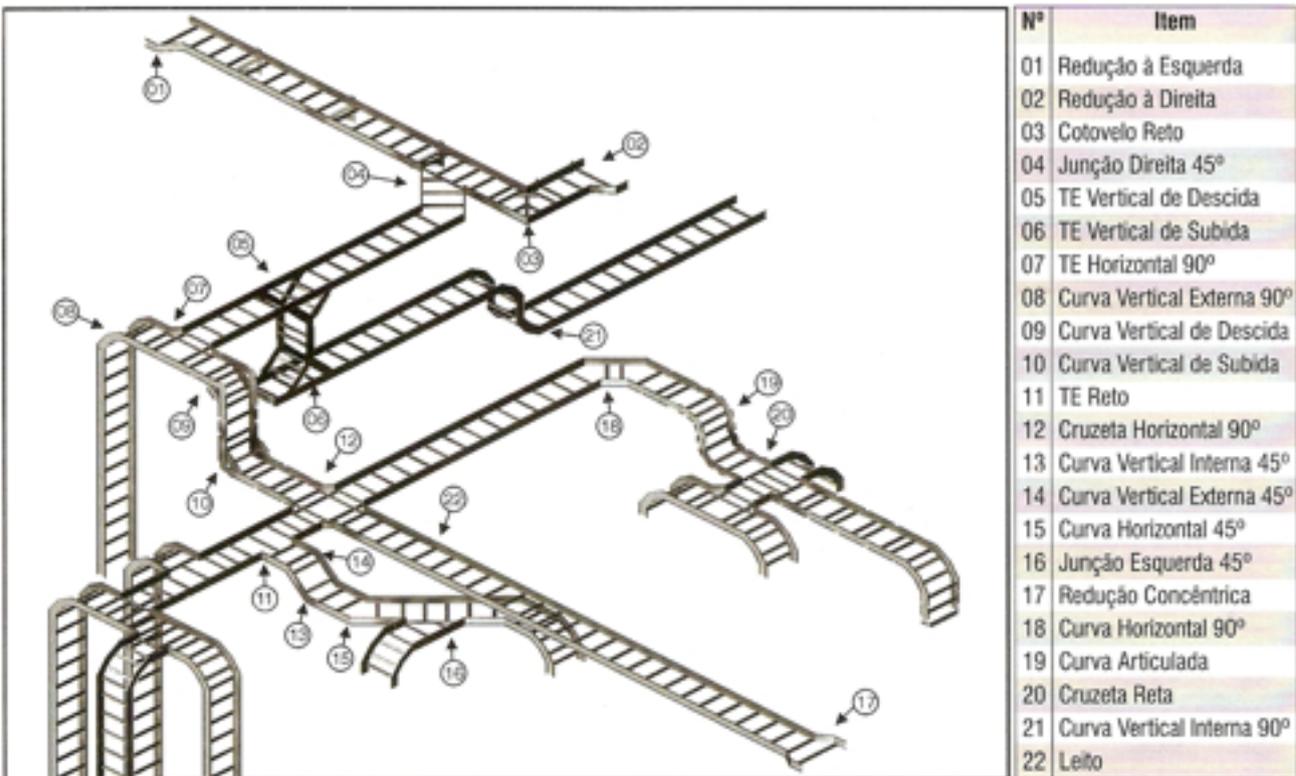
Eletrodutos e acessórios galvanizados



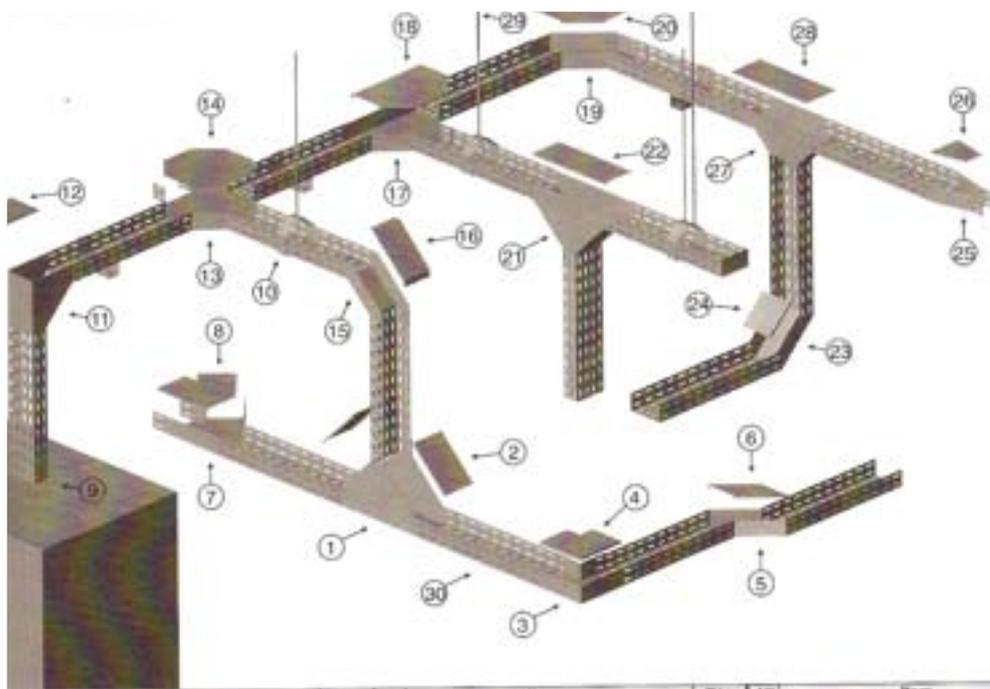
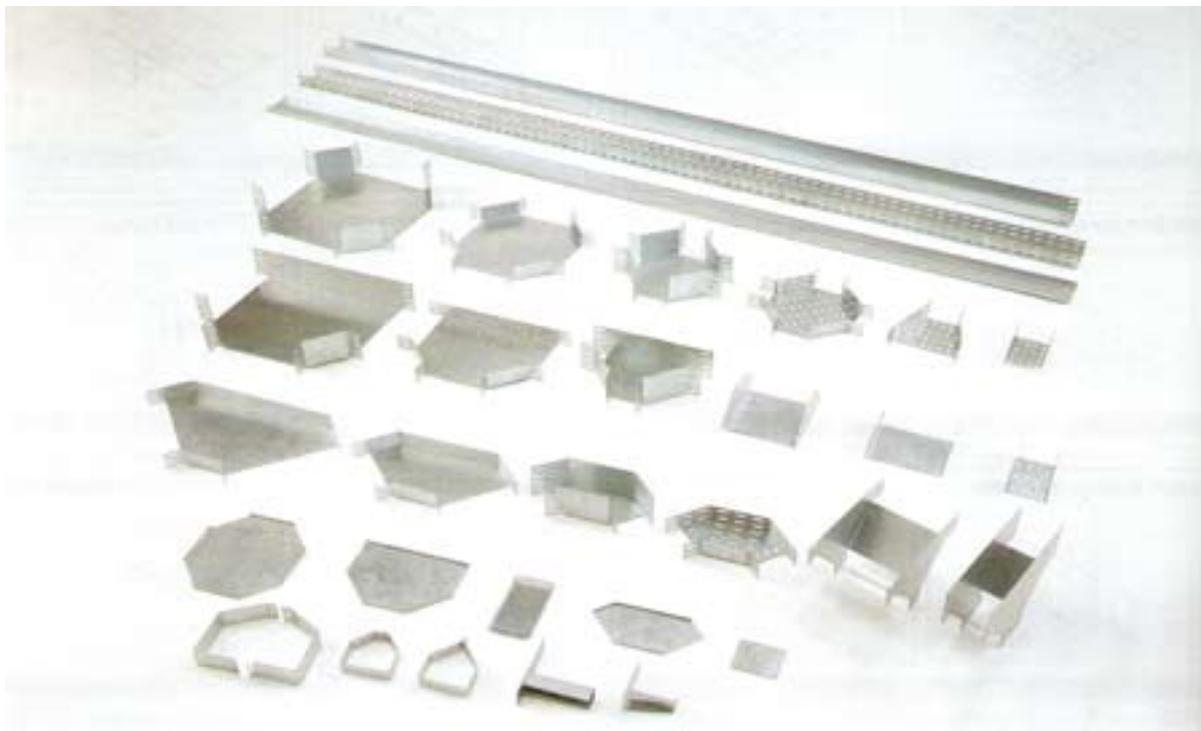
Perfilados e acessórios



Leitos para cabos

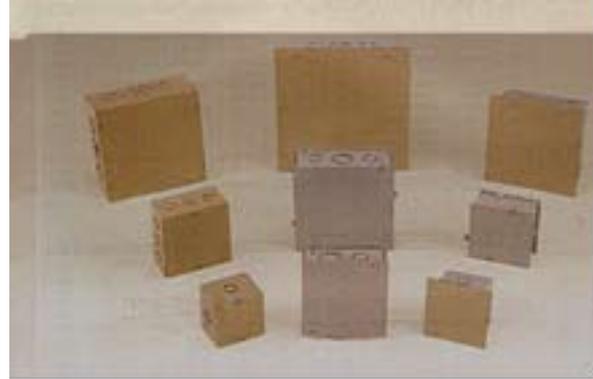


Eletrocalhas

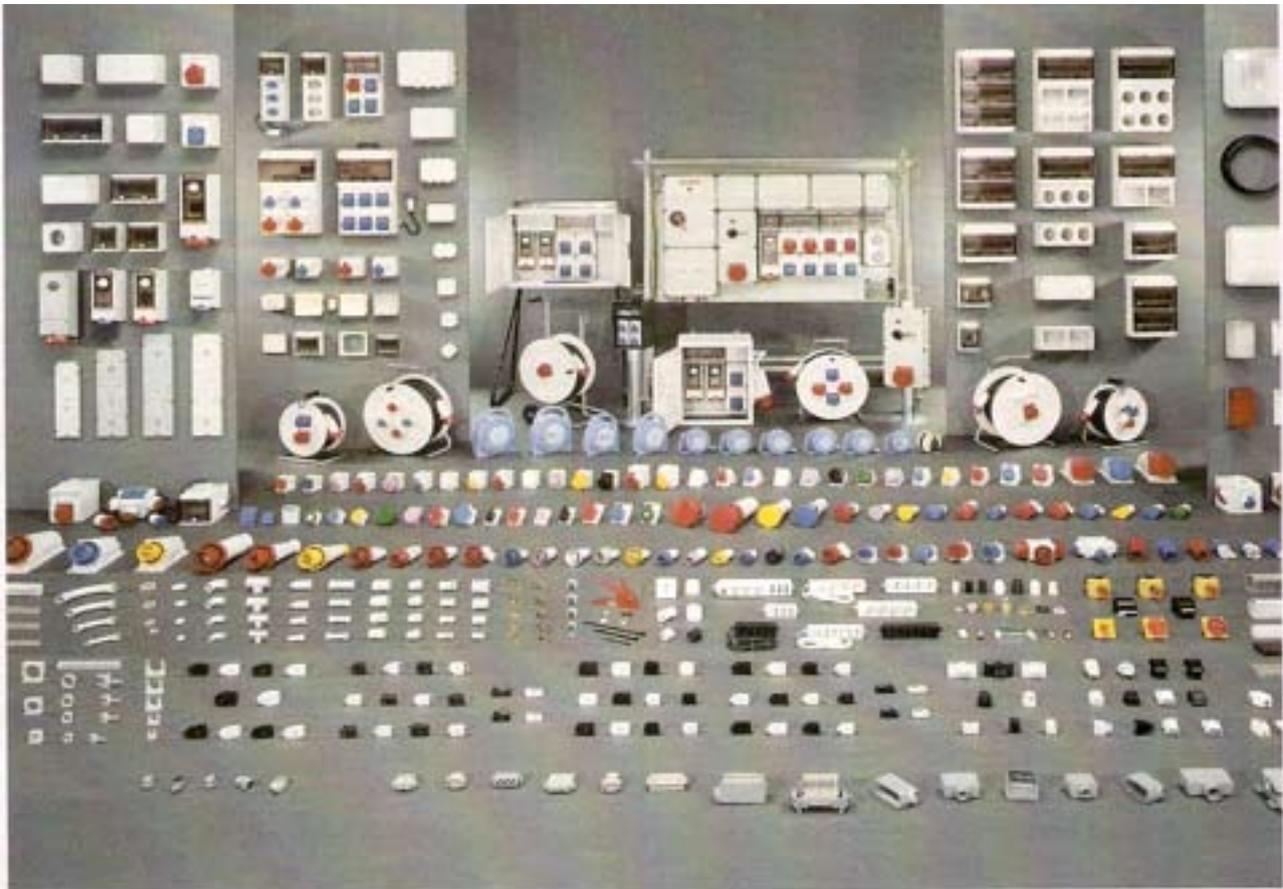


Nº	Item	Pág.	Nº	Item	Pág.	Nº	Item	Pág.
1	TE Vertical de Subida	178	11	Curva de Inversão	176	21	TE Vertical de Descida	176
2	Tampa p/ TE Vertical de Subida	179	12	Tampa p/ Curva de Inversão	180	22	Tampa p/ TE Vertical de Descida	180
3	Cotovelo Reto	176	13	Cruzeta Horizontal 90°	174	23	Curva Vertical Interna 90°	175
4	Tampa Cotovelo Reto	179	14	Tampa p/ Cruzeta Horizontal 90°	178	24	Tampa p/ Curva Vertical Interna 90°	180
5	Desvio à Direita	176	15	Curva Vertical Externa 90°	175	25	Redução Concêntrica	177
6	Tampa p/ Desvio à Direita	179	16	Tampa p/ Curva Vertical Externa 90°	180	26	Tampa p/ Redução Concêntrica	179
7	Junção à Direita	170	17	TE Horizontal 90°	175	27	TE Vertical de Descida Lateral	178
8	Tampa p/ Junção à Direita	170	18	Tampa p/ TE Horizontal 90°	178	28	Tampa p/ TE Vertical de Descida Lateral	179
9	Acoplamento p/ Painel	181	19	Curva Horizontal 90°	175	29	Vergalhão Roscado	193
10	Suporte Suspensão Simples Tirante	180	20	Tampa p/ Curva Horizontal 90°	178	30	Eletrocalha Perfurada	174

Conduletes



Plugues, tomadas e quadros para instalações industriais



Nos trabalhos em instalações elétricas, quando as medidas de proteção coletiva forem tecnicamente inviáveis ou insuficientes para controlar os riscos, devem ser adotados equipamentos de proteção individual (EPIs) específicos e adequados às atividades desenvolvidas, em atendimento ao disposto na NR -6, a norma regulamentadora do Ministério do Trabalho e Emprego relativa a esses equipamentos.

As vestimentas de trabalho devem ser adequadas às atividades, considerando-se, também, a condutibilidade, a inflamabilidade e as influências eletromagnéticas.

É vedado o uso de adornos pessoais nos trabalhos com instalações elétricas ou em suas proximidades, principalmente se forem metálicos ou que facilitem a condução de energia.

Todo EPI deve possuir um certificado de aprovação (CA) emitido pelo Ministério do Trabalho e Emprego.

O EPI deve ser usado quando:

- não for possível eliminar o risco por outros meios;
- for necessário complementar a proteção coletiva;

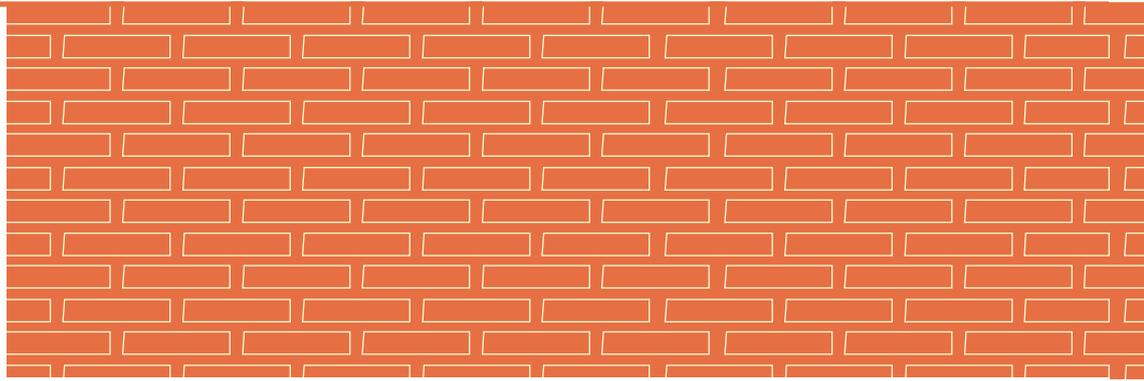
Exemplos de EPIs:

Óculos de segurança – equipamento destinado à proteção contra elementos que venham a prejudicar a visão, como, por exemplo, descargas elétricas.





© CONSENTI



ODEBRECHT