



Eletricista Residencial



MÓDULO I

WWW.CEPEDCURSOS.COM

A ELETRICIDADE	3
CARGA ELÉTRICA	5
TENSÃO E CORRENTE	6
ANALOGIA ENTRE ELETRICIDADE E ÁGUA	10
CIRCUITOS ELÉTRICOS	11
CONDUTORES ELÉTRICOS	15
TRANSFORMADORES	17
LEIS DE OHM	21
DIFERENÇAS ENTRE SISTEMA TRIFÁSICO, BIFÁSICO E MONOFÁSICO	24
SIMBOLOGIA	26
FERRAMENTAS QUE O ELETRICISTA PRECISA	33
MULTÍMETRO: COMO USAR	45
AS 7 ETAPAS DE UM PROJETO RESIDENCIAL	53
ENTENDENDO PROJETOS ELÉTRICOS	56
DIAGRAMA PARA CIRCUITOS DE ILUMINAÇÃO	59
CIRCUITOS DE TOMADAS	62
DIMENSIONAR ELETRODUTOS	65
TIPOS DE ELETRODUTOS	68
ATERRAMENTO	72
DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO	76

ELETRICIDADE

A eletricidade é uma forma de energia. Na natureza, ela pode ser observada nos relâmpagos. Os cientistas descobriram como gerar eletricidade, o que é bastante útil, uma vez que a eletricidade gerada pode ser controlada e enviada através de cabos. Dessa maneira, são alimentados aparelhos como televisões, rádios, aquecedores, lâmpadas, computadores, entre outros. A eletricidade produz a maior parte da energia que move o mundo moderno.



Como funciona a eletricidade

Tudo na natureza é formado por minúsculas partículas chamadas átomos. Cada átomo possui partículas ainda menores: os prótons e os elétrons. A carga dos elétrons é negativa, e a dos prótons, positiva. Cargas opostas, isto é, uma positiva e outra negativa, se atraem. Cargas iguais, ou seja, duas cargas positivas ou duas cargas negativas, se repelem. A eletricidade surge quando elétrons são empurrados e puxados de um átomo a outro.

Eletricidade estática

Ao esfregarmos um objeto contra outro, os elétrons se movimentam, criando a chamada eletricidade estática. É por isso que os cabelos ficam eriçados quando esfregamos uma bexiga de borracha neles. Os elétrons movem-se da bexiga para os fios de cabelo, que ficam com o mesmo tipo de carga e repelem uns aos outros.

Geração de eletricidade

Quando muitos elétrons estão em movimento, uma corrente elétrica é criada. A central

elétrica de uma cidade produz uma poderosa corrente elétrica e a distribui através de cabos. A eletricidade usada para iluminar e aquecer cômodos, bem como para acionar aparelhos, é criada por máquinas chamadas geradores. Os geradores produzem corrente elétrica movendo peças magnéticas através de um anel de cabos. Os cabos levam a corrente até as casas, as escolas e outros tipos de imóvel. Depois, cabos diferentes levam a eletricidade ao interior desses imóveis. Quando conectamos um ferro de passar ou outro eletrodoméstico na tomada, a corrente passa a circular dentro do aparelho, fazendo-o funcionar. Reações químicas em pilhas ou baterias também produzem corrente elétrica.



Os pesquisadores vêm desenvolvendo novas formas de criar energia elétrica usando energias alternativas no lugar de combustíveis fósseis. Essas energias são renováveis e menos poluidoras. Aparelhos chamados fornos solares e células solares podem transformar a energia do Sol em eletricidade. A energia do vento (energia eólica), por exemplo, é usada atualmente para acionar máquinas que geram eletricidade. Em muitos rios, são construídas barragens que aproveitam a energia da queda da água para produzir eletricidade.

A ciência, ao longo dos tempos, vem demonstrando que a eletricidade aparenta se comportar de maneira constante e previsível em muitas situações, ou quando submetidas a certas condições. Cientistas como Faraday, Ohm, Lenz e Kirchhoff observaram e descreveram as características previsíveis da eletricidade e da corrente elétrica e estabeleceram regras, também conhecidas como “Leis”.

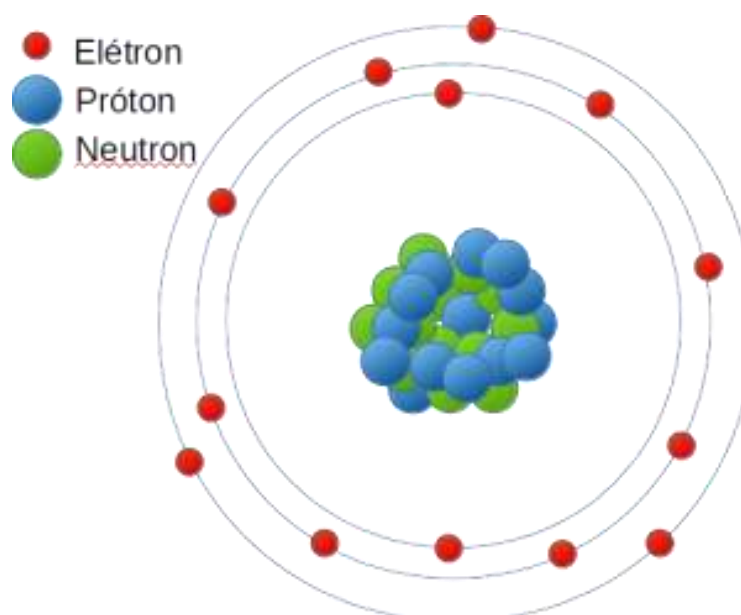
Eletricidade é uma forma de energia, um fenômeno que é um resultado da existência de cargas elétricas. A eletricidade ou eletromagnetismo é um ramo da física bastante

WWW.CEPEDCURSOS.COM

consolidado, construído consistentemente por grandes nomes da ciência, teóricos e experimentais. O conhecimento da eletricidade permitiu a invenção de motores, geradores, telefones, aparelhos de rádio e televisão, raios-x, computadores, robôs e etc. A eletricidade é essencial para a civilização contemporânea.

CARGA ELÉTRICA

A carga elétrica é uma propriedade de várias partículas elementares que compõem o átomo. De forma simplificada, pode-se considerar o átomo formado por prótons, nêutrons e elétrons, conforme figura abaixo.



Representação de um átomo de alumínio

Neste modelo, na “eletrosfera” existem elétrons “orbitando” em torno do núcleo, alguns desses elétrons podem estar “bastante afastados” do núcleo, e que podem se desprender com facilidade. Nos materiais condutores, estes elétrons “desprendidos” de seus átomos originais se movem por todo o material, formando assim a chamada ligação metálica. Num condutor (fio, por exemplo), esses elétrons podem deslocar-se estimulados pela aplicação de um potencial elétrico.

TENSÃO E CORRENTE

É fundamental entender o conceito de tensão, corrente e resistência elétrica. Após o entendimento dessas grandezas e a aplicação da 1ª Lei de Ohm é adquirida uma base fundamental para dar sequência aos estudos. É interessante verificar as grandezas elétricas, unidades e notação. Têm-se as grandezas no sistema internacional. A seguir, as terminações com seus respectivos criadores:

Tensão: unidade volt (V) em homenagem a Alessandro Volta;

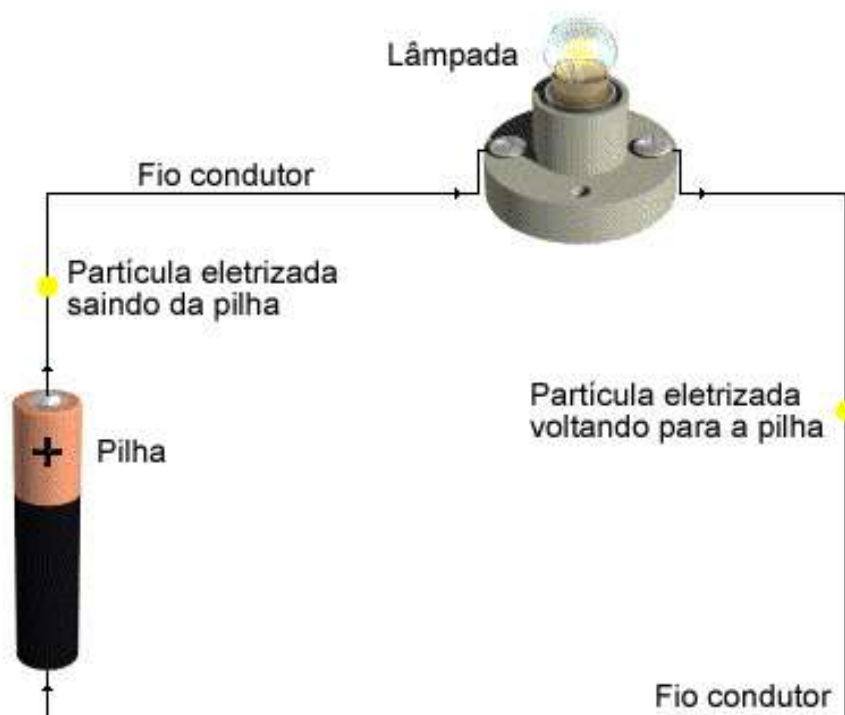
Corrente: Unidade ampere (A), em homenagem a André Marie Ampère;

Resistência: Unidade Ohm (Ω), em homenagem a Georg Simon Ohm.

Tensão

Tensão elétrica ou diferencial de potencial (ddp) é a diferença de potencial entre dois pontos. A tensão elétrica também pode ser explicada como a quantidade de energia gerada para movimentar uma carga elétrica. Para exemplo, uma mangueira com água, a qual no ponto entre a entrada de água e a saída exista uma diferença na quantidade de água, essa diferença trata-se da ddp entre esses dois pontos. Já no condutor, por onde circula a carga de energia elétrica, a diferença entre o gerador (equipamento responsável por gerar energia) e o consumidor (que pode ser um computador ou outro equipamento) é que simboliza qual é a tensão que existe nesse condutor.

Exemplos de geradores de tensão: as usinas hidrelétricas, pilhas e baterias. A seguir, tem-se um exemplo de um circuito elétrico, com um gerador e um consumidor.



No exemplo anterior, o gerador, que é a pilha, libera uma partícula eletrizada, esta percorre o condutor e faz acender a lâmpada, depois essa partícula continua seu percurso até retornar à pilha. Com isso, pode-se concluir que a tensão elétrica é a quantidade de energia que um gerador fornece pra movimentar uma carga elétrica durante um condutor.

A tensão elétrica é quantidade de energia gerada para movimentar uma carga, portanto, o gerador necessita liberar energia elétrica para movimentar uma carga eletrizada. A fórmula para calcular a tensão a partir desse conceito é:

$$U = E_{el} / Q$$

Onde:

U= Tensão elétrica

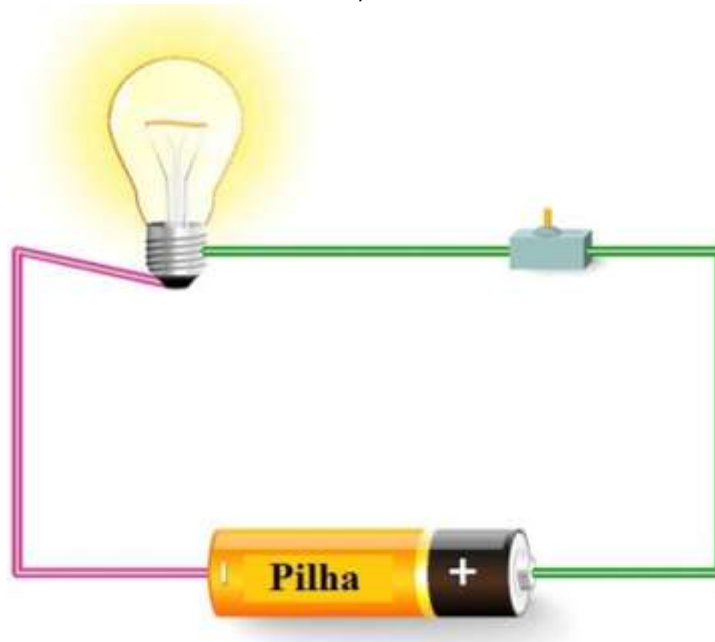
E_{el} = Energia elétrica

Q= Quantidade de carga eletrizada

Corrente

Em conjunto com outras grandezas elétricas, a corrente elétrica é uma das fundamentais, pois se não houvessem as cargas elétricas em movimento, nenhum equipamento que necessita de energia elétrica iria conseguir entrar em funcionamento.

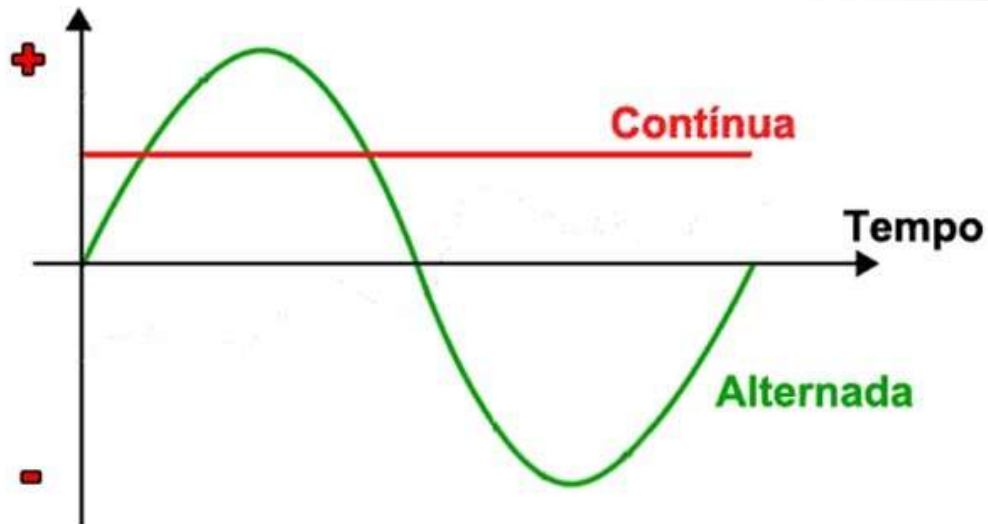
Corrente elétrica de modo geral, consiste no fluxo de cargas elétricas que se movimentam. Um exemplo para explicar esse fenômeno são as simples pilhas. As pilhas possuem dois polos, sendo um positivo e outro negativo. As cargas elétricas se movimentam através de uma diferença de potencial elétrico, a chamada tensão elétrica. Quando conectados corretamente dois condutores e uma lâmpada entre os polos (positivo +) e (negativo -) da pilha, essa lâmpada é submetida a tal diferença de potencial, fazendo com que as cargas elétricas comecem a se movimentar pelo condutor, gerando então a corrente elétrica, e através disto acendendo a lâmpada.



Pilha acendendo uma lâmpada.

Essa corrente da pilha é uma corrente contínua (CC), que também é encontrada em baterias, como também disponibilizada através de placas fotovoltaicas que captam a energia radiante do sol e liberam em corrente CC. Essa corrente CC é a que não tem variação ao longo do tempo, se mantendo praticamente constante.

De outra maneira existe a corrente alternada (CA), essa sim irá variar com o tempo. Um exemplo são as usinas geradoras de energia elétrica que transformam fontes energéticas como a água, petróleo, gás natural e outros tipos de energia em energia elétrica. A corrente CA é disponibilizada em nossas residências em uma frequência de 60 Hz, ou seja, ela irá ir do polo positivo (+) para o negativo (-) 60 vezes por segundo, sendo hora positivo (+) e hora negativo (-). A figura a seguir mostra a diferença entre a corrente contínua e corrente alternada.



Comparação entre corrente CC e CA.

A unidade fundamental que refere à intensidade da corrente elétrica é o ampere, que utiliza o símbolo “A”. Para saber o quão intenso é a corrente elétrica que circula por um condutor, pode-se utilizar a equação de carga elétrica pela quantidade de tempo:

$$I = Q/\Delta t$$

Q = Carga elétrica: Coulomb (C)

Δt = Intervalo de tempo: segundos (s)

I = Intensidade de corrente elétrica (C/s) = Ampere (A).

É possível calcular a corrente elétrica através de outras variáveis, utilizando a tensão elétrica e a resistência elétrica.

$$I = V/R$$

V = Tensão elétrica: Volt (V)

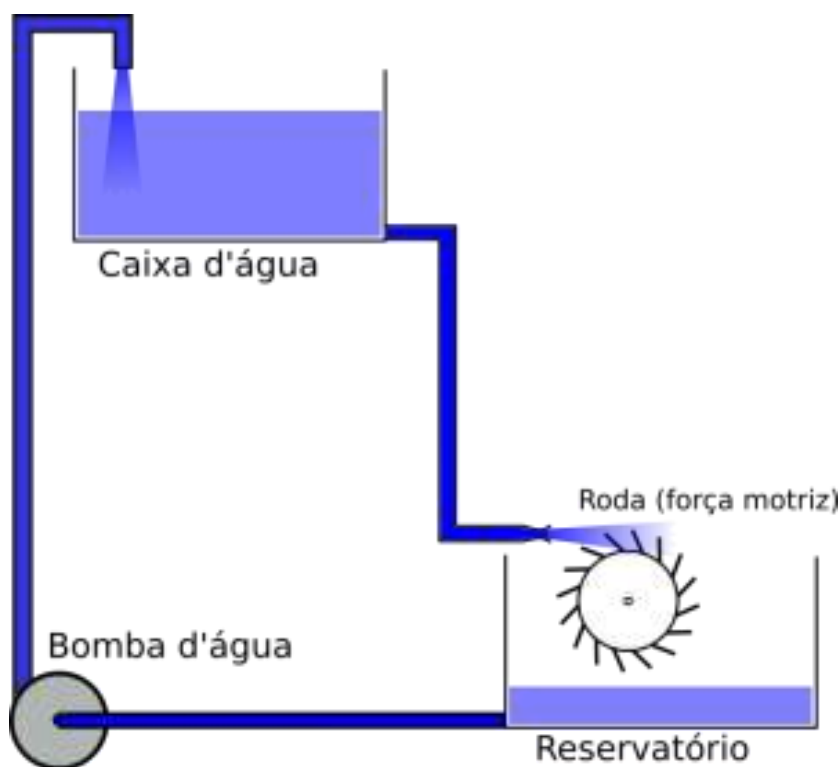
R = Resistência elétrica: Ohm (Ω)

I = Corrente elétrica: Ampere (A)

Esta fórmula descrita anteriormente é a Lei de Ohm e configura a fórmula básica para a eletricidade, o cálculo das grandezas elétricas que se relacionam nesta fórmula será um pilar para dimensionamento de cabos, dispositivos e cargas que serão ligadas nos circuitos elétricos.

ANALOGIA ENTRE ELETRICIDADE E ÁGUA

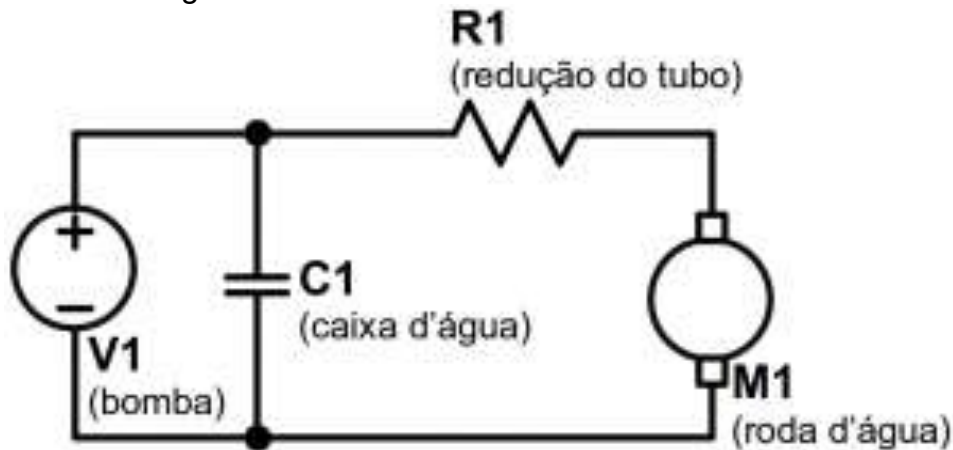
Pode-se criar um paralelo entre a eletricidade corrente de água usando um sistema hidráulico. Por exemplo, pode-se considerar uma caixa d'água elevada a uma altura "h" sendo alimentada por uma bomba d'água. A caixa vaza por um cano que jorra água através de um bocal apontado para uma roda d'água, tal como mostrado na figura a seguir.



Exemplo de um circuito hidráulico onde a água desempenha o papel que a carga elétrica teria no circuito equivalente elétrico

A altura da caixa d'água é análoga ao potencial elétrico, já que determina diretamente a pressão da água. A vazão da água no bocal é proporcional à raiz quadrada da altura da coluna d'água e ao diâmetro do tubo. A corrente elétrica é análoga à corrente elétrica. A roda d'água seria análoga a um motor, o estrangulamento do bocal funcionaria como uma resistência. O circuito fechado, onde a água é coletada e bombeada garante o funcionamento da roda d'água desde que a bomba, assumindo o papel de gerador, continue funcionando. Da mesma forma, um circuito elétrico também tem seu funcionamento interrompido caso o circuito quebre. A caixa d'água em si também assume o papel de capacitor ou bateria, sendo o volume da água análogo à carga. O

circuito elétrico equivalente ao sistema da figura anterior é mostrado na figura a seguir, onde uma fonte de tensão substitui a bomba, um capacitor equivale à caixa d'água. O resistor representa a redução (estrangulamento) da saída do tubo para a roda d'água. A roda d'água seria análoga a um motor.



Circuito análogo ao circuito hidráulico mostrado anteriormente

CIRCUITOS ELÉTRICOS

A grande tecnologia avançada presente nos dias de hoje se deve ao fato do grande desenvolvimento dos estudos dos circuitos elétricos. Por isso, é muito importante entender o que é, como ele funciona na prática e quais são os elementos que o compõe. Um circuito elétrico nada mais é do que o conjunto de vários elementos que possuem funções diferentes a fim de se obter a finalidade desejada.

Classificação

Os circuitos elétricos são classificados em duas maneiras:

- Circuitos de corrente contínua: possuem fontes de tensão e correntes contínuas (que não variam no decorrer do tempo).
- Circuitos de corrente alternada: possuem fontes de tensão e correntes alternadas (que variam no decorrer do tempo)

Para fazer a análise matemática de circuitos elétricos, é preciso conhecer no mínimo dois conceitos básicos. A Lei das Malhas (também chamadas Leis de Kirchhoff) e a Lei de Ohm.

Elementos de um Circuito

A seguir, estão citados e representados alguns dos elementos que podem fazer parte de um circuito elétrico.

WWW.CEPEDCURSOS.COM

1. Resistores:

Elementos de um circuito que basicamente possuem a função de transformar energia elétrica em energia térmica através do efeito Joule e assim limitar a corrente elétrica em um circuito. Podem ser combinados de duas formas:

- Combinação em série: nesse caso, quando combinados, a resistência equivalente (resistência total) referente a essa combinação irá aumentar de forma que se obtenha a resistência total desejada.
- Combinação em paralelo: nesse caso, a resistência equivalente (resistência total) referente a essa combinação irá diminuir de forma que se obtenha a resistência total desejada.

O objeto real:



Representação no papel:

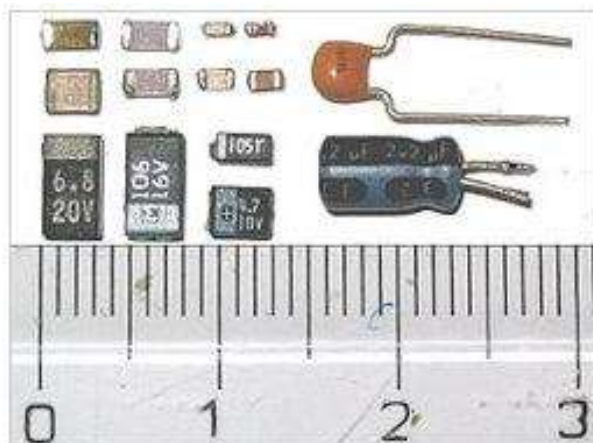


O símbolo que representa os resistores geralmente é a letra R ou r.

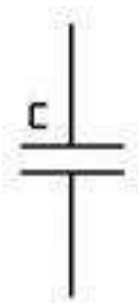
2. Capacitores:

Também denominados de condensadores, possuem a função de armazenar cargas elétricas e assim gerar energia eletrostática.

Objeto real:



Representação no papel:



O símbolo que representa o capacitor geralmente é a letra C ou c.

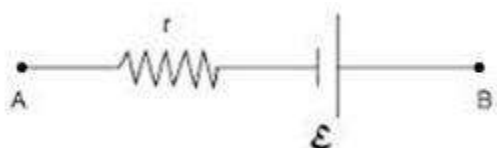
3. Geradores:

Elementos responsáveis por transformar diversos tipos de energia em energia elétrica. Alguns tipos de energias transformadas pelo gerador são: Energia térmica, energia mecânica, energia química e etc.

Objeto real:



Objeto no papel:



4. Indutores:

É uma espécie de dispositivo elétrico que tem como função principal de armazenar energia elétrica na forma de campos magnéticos. Normalmente ele é construído como uma bobina feita de um fio condutor (geralmente de cobre).

Objeto real:



Objeto no papel:

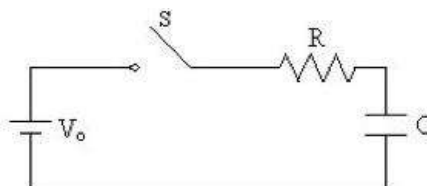


O símbolo que representa o indutor geralmente é a letra L ou l.

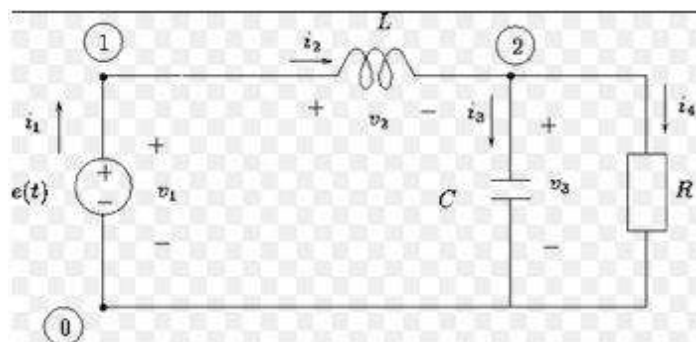
Combinação de Elementos em um Circuito

Existem vários elementos que podem ser combinados com a finalidade de construir um ou mais circuitos que têm certamente uma função direcionada pelo seu construtor. A seguir, estão listados alguns tipos de circuitos elétricos que usam alguns elementos:

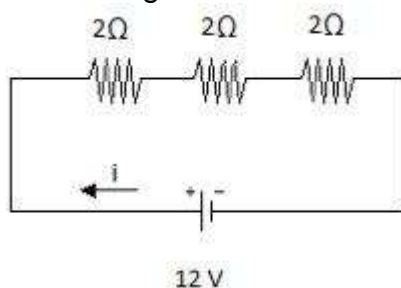
1. Circuito com resistores (R), capacitores (C), geradores (V_0) e chave (S):



2. Circuito com indutor (L), capacitor (C), resistor (R), tensão alternada ($e(t)$)



3. Circuito com apenas resistores e geradores:



CONDUTORES ELÉTRICOS

Condutor elétrico é o material no qual sem ele não é possível fazer uma instalação elétrica.

Condutores Elétricos: O que são?

Um condutor elétrico é um material que oferece uma baixa resistência elétrica e possibilita com facilidade a passagem da corrente elétrica ao longo de si. Em sua estrutura os elétrons livres possuem uma ligação bem fraca com o núcleo atômico, o que facilita muito para os elétrons se espalharem e se moverem desordenadamente. Ao aplicar uma diferença de potencial (tensão elétrica) o movimento dos elétrons é impulsionado e ordenado, o que acaba gerando uma corrente elétrica que vai se mover ao longo do condutor.

Tipos de Condutores

Os condutores não são somente sólidos. Os materiais condutores elétricos possuem três tipos: os condutores sólidos, os condutores líquidos e os condutores gasosos.

Condutores Sólidos

Também conhecidos como condutores metálicos, os condutores sólidos possuem em

WWW.CEPEDCURSOS.COM

suas estruturas os elétrons livres, e por esses elétrons não terem uma conexão forte com o núcleo, o resultado é uma condução de energia veloz porque os metais doam elétrons facilmente.

Condutores Gasosos

Também conhecidos como condutores de terceira classe ou de terceira categoria, os condutores gasosos têm como portadores de cargas os íons positivos que são tecnicamente conhecidos como cátion, e os íons negativos que são tecnicamente conhecidos como ânions. A produção de energia ocorre quando os cátions e os ânions se colidem.

Condutores Líquidos

Também conhecidos como condutores eletrolíticos, os condutores líquidos geram corrente elétrica quando os íons positivos, que são tecnicamente conhecidos como cátions, e os íons negativos, que são tecnicamente conhecidos como ânions, percorrem sentidos discordantes, ou seja, criam nesse movimento uma dissolução iônica.



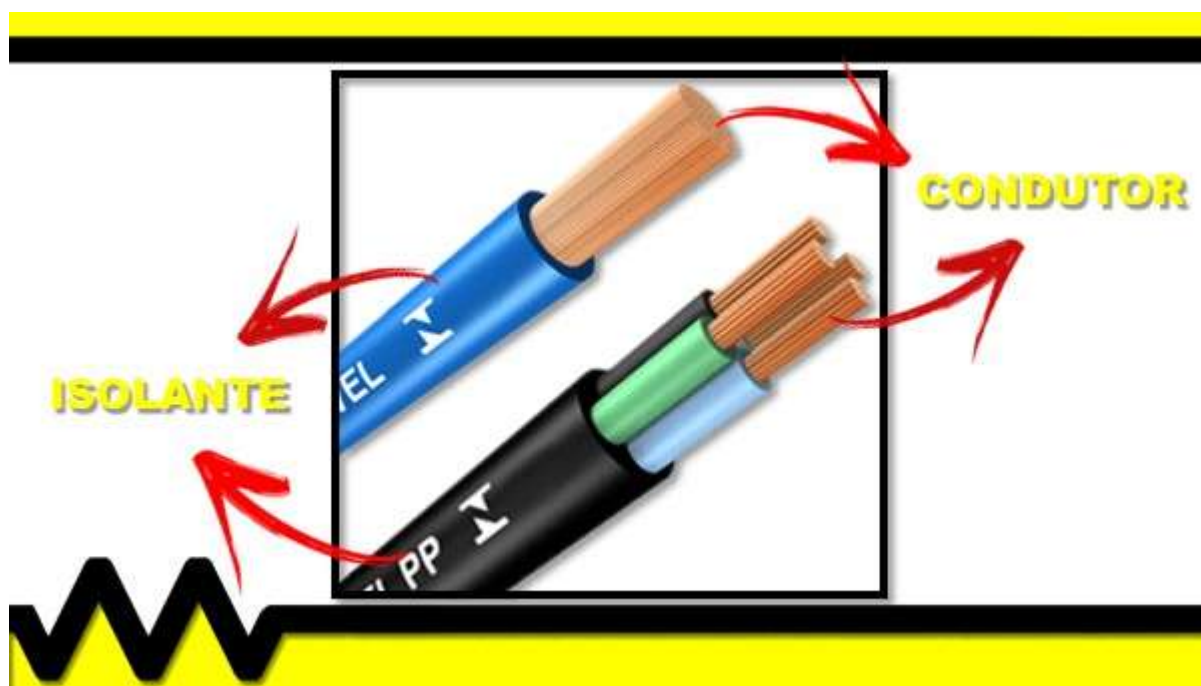
Exemplos de Condutores Elétricos

Podem ser descritos como condutores os seguintes elementos e materiais:

- Em estado gasoso: Quaisquer gases ionizados.
- Em estado sólido: Cobre, alumínio, ouro, prata, magnésio, mercúrio (apesar de na maioria das vezes estar em estado líquido, é um metal), chumbo, lítio e outros.
- Em estado líquido: Sódio, potássio, cálcio e outros (geralmente são dissolvidos em água).

O que é isolante elétrico?

Os isolantes elétricos são materiais que oferecem uma alta resistência e dificultam bastante a passagem da corrente elétrica. Devido à sua estrutura com os elétrons fortemente ligados ao núcleo atômico, o número de elétrons livres do material isolante é baixíssimo e o espaço para a movimentação de elétrons é bem reduzido. Os isolantes elétricos são muito usados para impedir a passagem de corrente ou para evitar a fuga da corrente elétrica em um cabo condutor.



TRANSFORMADORES

Transformador é um dispositivo utilizado para abaixar ou aumentar a tensão elétrica por meio da indução eletromagnética. Transformadores são dispositivos usados para abaixar ou aumentar a tensão e a corrente elétricas. Os transformadores consistem em dois enrolamentos de fios, primário e secundário, envolvidos em um núcleo metálico. A passagem de uma corrente elétrica alternada no enrolamento primário induz à formação de uma corrente elétrica alternada no enrolamento secundário. A proporção entre as correntes primária e secundária depende da relação entre o número de voltas em cada um dos enrolamentos.

Como funcionam

Os transformadores são usados para abaixar ou aumentar as tensões e correntes elétricas em circuitos de consumo ou transmissão de energia elétrica. Se um transformador abaixa uma tensão elétrica, ele automaticamente aumenta a intensidade da corrente elétrica de saída e vice-versa, mantendo sempre constante a potência transmitida, dada pelo produto da corrente pela tensão.

$$P = U.i$$

P = potência elétrica

U = tensão elétrica

i = corrente elétrica

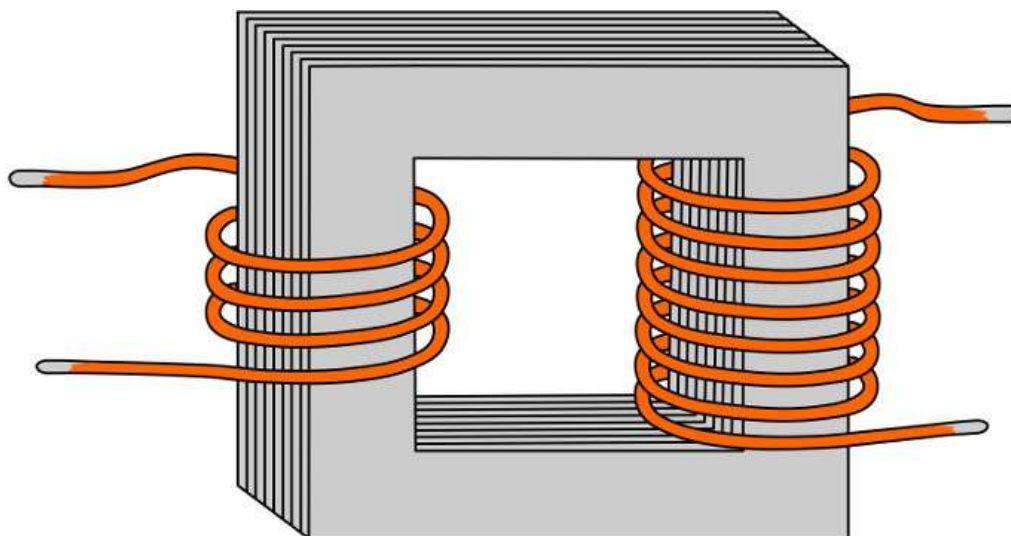
Por questões de eficiência, a transmissão de energia elétrica em grandes distâncias sempre ocorre em alta tensão e com baixa corrente elétrica, em resposta às perdas de energia ocasionadas pelo efeito Joule, uma vez que a energia dissipada nos fios é proporcional à corrente elétrica.

Para os circuitos de consumo de energia, como os residenciais, são utilizados baixos valores de tensão elétrica, por questões de segurança, pois potenciais elétricos muito elevados podem produzir descargas elétricas. É por essa razão que se encontram grandes transformadores nos postes, cuja função é a de abaixar o potencial elétrico da corrente que é conduzida pelos fios, levando-a para as residências com tensões de 110V ou 220V.



Os transformadores comuns são construídos com dois enrolamentos de fios de cobre,

chamados de primário e secundário. Esses enrolamentos sempre contam com diferentes números de voltas e encontram-se então torcidos em volta de um núcleo de ferro, sem que haja contato entre eles. Observe a figura a seguir:



Transformador com enrolamentos primário e secundário

O enrolamento primário é ligado diretamente a um gerador de força eletromotriz alternada (transformadores não funcionam com corrente direta), ou seja, nele, forma-se uma corrente elétrica de intensidade e sentido variável, levando à geração de um campo magnético com as mesmas características.

Esse campo magnético é então concentrado e amplificado pelo núcleo férreo em direção ao enrolamento secundário. O campo magnético variável induz ao surgimento de uma corrente elétrica no secundário. A relação entre os potenciais elétricos entre os enrolamentos primário e secundário é dada pela fórmula seguinte:

$$\frac{V_P}{N_P} = \frac{V_S}{N_S}$$

V_P = tensão no enrolamento primário

V_S = tensão no enrolamento secundário

N_P = número de espiras no enrolamento primário

N_S = número de espiras no enrolamento secundário

A tensão e a corrente elétricas são inversamente proporcionais, portanto, a relação para as correntes elétricas dos enrolamentos primário e secundário é invertida:

$$\frac{I_P}{N_S} = \frac{I_S}{N_P}$$

I_P = corrente elétrica no enrolamento primário

I_S = corrente elétrica no enrolamento secundário

N_P = número de espiras no enrolamento primário

N_S = número de espiras no enrolamento secundário

O fenômeno físico por trás do funcionamento dos transformadores é chamado de indução eletromagnética e é descrito pela lei de Faraday-Lenz. Essa lei informa que ao produzirmos uma variação do fluxo magnético por alguma região do espaço, um campo magnético deverá surgir de modo a opor-se a essa variação.



Tipos de transformadores

Apesar de terem funções parecidas, existem diversos tipos de transformadores que atendem a diferentes necessidades. Confira alguns dos tipos mais comuns:

- Transformador de corrente: tem como principal finalidade abaixar a intensidade da corrente elétrica, a fim de transmiti-la para redes de transmissão ou para dispositivos que não suportem correntes elétricas altas.
- Transformador de potencial: é o tipo mais comum de transformador, pode abaixar ou aumentar o potencial elétrico de acordo com a demanda e com o número de enrolamentos na bobina primária e secundária.
- Transformador de distribuição: presente nas centrais de distribuição das usinas elétricas, é responsável por distribuir a corrente elétrica, para diferentes tipos de consumidores, por meio das linhas de transmissão.
- Transformador de força: opera com altíssimos níveis de potencial elétrico e corrente elétrica, é usado na geração de energia elétrica, mas também em aplicações que requeiram muita potência elétrica, como fornos industriais e fornos

WWW.CEPEDCURSOS.COM

de indução.

LEIS DE OHM

As Leis de Ohm, postuladas pelo físico alemão Georg Simon Ohm (1787-1854) em 1827, determinam a resistência elétrica dos condutores. Além de definir o conceito de resistência elétrica, Ohm demonstrou que no condutor a corrente elétrica é diretamente proporcional à diferença de potencial aplicada. Foi assim que ele postulou a Primeira Lei de Ohm.

Suas experiências com diferentes comprimentos e espessuras de fios elétricos foram cruciais para que postulasse a Segunda Lei de Ohm. Nela, a resistência elétrica do condutor, dependendo da constituição do material, é proporcional ao seu comprimento. Ao mesmo tempo, ela é inversamente proporcional à sua área de secção transversal.



Resistência Elétrica

A resistência elétrica, medida sob a grandeza Ω (Ohm), designa a capacidade que um condutor tem de se opor à passagem de corrente elétrica. Em outras palavras, a função da resistência elétrica é de dificultar a passagem de corrente elétrica. A resistência de 1

Ω (ohm) equivale a 1V/A (Volts/Ampere)

Resistores

Os resistores são dispositivos eletrônicos cuja função é a de transformar energia elétrica em energia térmica (calor), por meio do efeito joule. Dessa maneira, os resistores ôhmicos ou lineares são aqueles que obedecem a primeira lei de ohm ($R=U/I$). A intensidade (i) da corrente elétrica é diretamente proporcional a sua diferença de potencial (ddp), chamada também de voltagem. Por outro lado, os resistores não ôhmicos, não obedecem a Lei de Ohm.

Primeira Lei de Ohm

A Primeira Lei de Ohm postula que um condutor ôhmico (resistência constante) mantido à temperatura constante, a intensidade (i) de corrente elétrica será proporcional à diferença de potencial (ddp) aplicada entre suas extremidades. Ou seja, sua resistência elétrica é constante. Ela é representada pela seguinte fórmula:

$$R = \frac{U}{I} \quad \text{ou} \quad U = R.I$$

Onde:

R = resistência, medida em Ohm (Ω)

U = diferença de potencial elétrico (ddp), medido em Volts (V)

I = intensidade da corrente elétrica, medida em Ampere (A).



Segunda Lei de Ohm

A Segunda Lei de Ohm estabelece que a resistência elétrica de um material é diretamente proporcional ao seu comprimento, inversamente proporcional à sua área de secção transversal. Além disso, ela depende do material do qual é constituído. É

representada pela seguinte fórmula:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{A}$$

Onde:

R = resistência (Ω)

ρ = resistividade do condutor (depende do material e de sua temperatura, medida em $\Omega \cdot m$)

L = comprimento (m)

A: área de secção transversal (mm^2)

Exercício resolvido para exemplificação

Calcular a resistência elétrica de um resistor que apresenta 10A de intensidade de corrente elétrica e 200V de diferença de potencial (ddp).

Segundo a Primeira Lei de Ohm, a resistência é calculada pela seguinte expressão:

$$R = U/I$$

Sendo,

$$U = 200V$$

$$I = 10A$$

$$R = 200/10$$

$$R = 20 \Omega$$

Logo, a resistência é de 20 Ω .



DIFERENÇAS ENTRE SISTEMA TRIFÁSICO, BIFÁSICO E MONOFÁSICO

Todos os sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica do Brasil são imensos e sem essas etapas não seria possível chegar energia elétrica até os consumidores. Graças a todo este sistema é que nas instalações elétricas industriais, prediais e residenciais as concessionárias podem fornecer uma rede trifásica, bifásica ou monofásica. Mas, afinal, qual a diferença entre elas e onde cada uma delas deve ser usada?

Será visto a diferença entre sistema monofásico, bifásico e trifásico e será explicado onde geralmente cada tipo de sistema é utilizado, além de abordar as respectivas vantagens dos sistemas trifásicos.

É importante destacar que os valores de potência elétrica, tensão de fase e linha, além de seus respectivos valores mudarem de acordo com a concessionária, também pode mudar estes parâmetros dependendo do local, como, por exemplo, dentro das indústrias, onde há necessidade de níveis de tensões especiais.



Ramal monofásico



Ramal bifásico



Ramal trifásico

Sistema monofásico

Em um sistema monofásico a rede dispõe de dois condutores elétricos, sendo um condutor de fase e um condutor neutro, de forma com que a tensão elétrica deste sistema nas instalações elétricas seja de 127V ou 220V, podendo variar de acordo com a concessionária de energia elétrica.

Nas instalações elétricas a rede monofásica é distribuída através de tomadas de uso geral, e é utilizada para a alimentação de equipamentos do cotidiano, como notebooks, computadores, carregadores de celular, iluminação, chuveiro elétrico e televisões. Geralmente as instalações elétricas de rede monofásica consomem em média no máximo 8KW (8000W).

Sistema bifásico

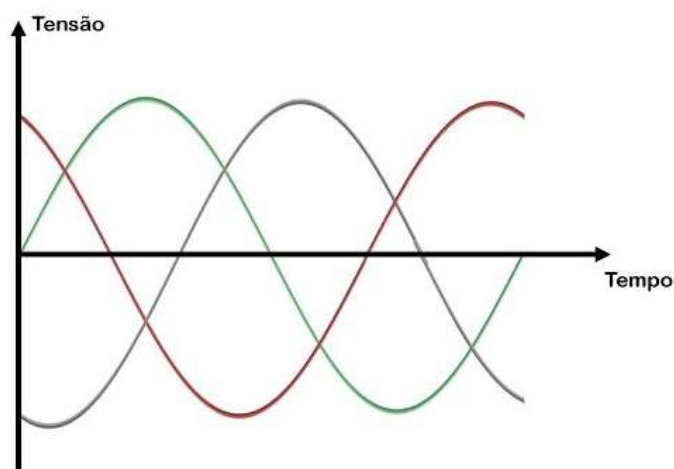
O sistema bifásico possui como característica a existência de três condutores elétricos sendo entregues ao estabelecimento, dois condutores de fase e um condutor neutro, de forma com que a tensão de fase e linha pode variar entre 127/220V ou 220/380V, dependendo da concessionária de energia. Geralmente as instalações elétricas de rede bifásica consomem em média no máximo 25KW (25000 W).

Sistema trifásico

No sistema trifásico, a rede elétrica dispõe de quatro condutores, três condutores de fase (R, S, T) e um condutor neutro. Assim como no sistema bifásico, as tensões de fase e linha podem variar entre 127/220V ou 220/380V e em algumas situações os sistemas trifásicos fornecerem em média potências de até 75KW (75000W), muito usado em indústria e comércios.

O transformador trifásico é alimentado por três fases, ou seja, são três condutores entrando na parte superior do transformador, mas, como foi visto, o fornecimento é realizado com quatro condutores: o neutro surge no transformador.

O sistema elétrico é caracterizado por três ondas monofásicas que trabalham juntas, sendo que as fases estão defasadas no tempo de 120 graus. Assim, a tensão é sempre muito próxima da tensão máxima disponível, devido a este deslocamento de 120 graus.



Ondas senoidais defasadas de 120 graus.

Vantagens dos sistemas trifásicos

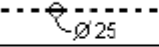
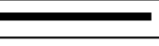


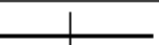
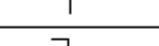
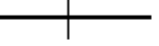
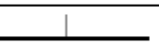
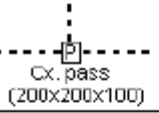
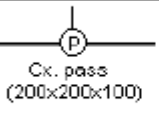
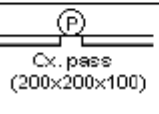




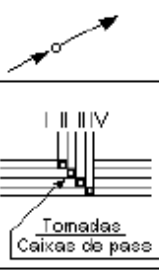



A distribuição de energia elétrica na maior parte do mundo é feita por sistemas trifásicos, isso ocorre porque o sistema trifásico de fato oferece diversas vantagens quando comparado ao sistema monofásico, como pode ser visto a seguir:





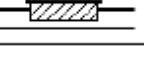
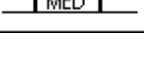







- O sistema trifásico necessita de uma quantidade menor de cobre ou alumínio para entregar a mesma potência que um sistema monofásico entregaria, ou seja, condutores de menor seção;
- Os geradores trifásicos são menores e mais leves que seus equivalentes monofásicos por usarem com maior eficiência seus enrolamentos;
- Os motores trifásicos são menores que os motores monofásicos equivalentes, ou seja, de mesma potência elétrica;
- Devido ao campo girante produzido pelas três fases, os motores elétricos trifásicos partem sem a necessidade de dispositivos especiais, enquanto os motores monofásicos exigem um enrolamento extra de partida;
- Motores trifásicos produzem um torque constante e por isso são menos sujeitos à vibrações, o que não é possível nos motores monofásicos;
- Em comparação aos retificadores monofásicos, os retificadores trifásicos apresentam menores ondulações na tensão retificada;
- A potência total em um sistema trifásico nunca é nula, porque no sistema monofásico a potência elétrica sempre é anulada quando a tensão elétrica ou a corrente elétrica passam pelo zero;
- O sistema trifásico é a forma mais eficiente de distribuir energia elétrica a longas distâncias e permite que grandes equipamentos industriais operem com mais eficiência.




SIMBOLOGIA





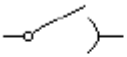
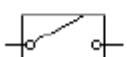
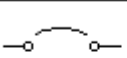
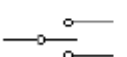
Os símbolos gráficos usados nos diagramas unifilares são definidos pela norma NBR5444, para serem usados em planta baixa (arquitetônica) do imóvel. Neste tipo de planta é indicada a localização exata dos circuitos de luz, de força, de telefone e seus respectivos aparelhos. As tabelas a seguir mostram a simbologia do sistema unifilar para instalações elétricas prediais (NBR5444).

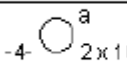
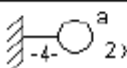
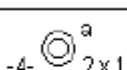
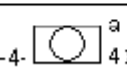
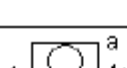
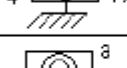

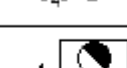

Dutos e distribuição		
Símbolo	Significado	Observação
	Eletroduto embutido no teto ou parede	
	Eletroduto embutido no piso	Para todas as dimensões em milímetros, indicar a seção, se esta não for de 15 mm
	Telefone no teto	
	Telefone no piso	
	Tubulação para campainha, som, anunciador ou outro sistema.	
	Condutor de fase no interior do eletroduto	Indicar na legenda o sistema passante
	Condutor neutro no interior do eletroduto	
	Condutor de retorno no interior do eletroduto	
	Condutor terra no interior do eletroduto	
	Caixa de passagem no piso	Dimensões em mm
	Caixa de passagem no teto	Dimensões em mm
	Caixa de passagem na parede	Indicar a altura e se necessário fazer detalha (dimensões em mm)
	Eletroduto que sobe	
	Eletroduto que desce	
	Eletroduto que passa descendo	
	Eletroduto que passa subindo	
	Sistema de calha de piso	No desenho aparecem quatro sistemas que são habitualmente: I – Luz e Força II – Telefone (TELEBRÁS) III – Telefone (P(A)BX, KS, ramais) IV – Especiais (Comunicações)
	Condutor seção 1,0mm ² , fase para campainha.	Se for de seção maior, indica-la
	Condutor seção 1mm ² , neutro para campainha.	
	Condutor seção 1mm ² , retorno para campainha.	

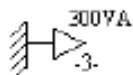
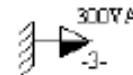
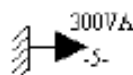














Quadro de distribuição		
Símbolo	Significado	Observação
	Quadro parcial de luz e força aparente	Indicar cargas de luz em Watts e de força em kWatt
	Quadro parcial de luz e força embutido	
	Quadro geral de luz e força aparente	
	Quadro geral de luz e força embutido	
	Caixa de telefone	
	Caixa para medidor	

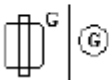






Interruptores (simbologia utilizada em plantas)		
Símbolo	Significado	Observação
	Interruptor de uma seção	Letra minúscula indica o ponto comandado
	Interruptor de duas seções	Letras minúsculas indicam os pontos comandados
	Interruptor de três seções	Letras minúsculas indicam os pontos comandados
	Interruptor paralelo ou Three-Way	Letra minúscula indica o ponto comandado
	Interruptor intermediário ou Four-Way	Letra minúscula indica o ponto comandado

	Botão de minuteria	
	Botão de campainha na parede (ou comando à distância)	
	Botão de campainha no piso (ou comando à distância)	

Interruptores (simbologia utilizada em diagramas)		
Símbolo	Significado	Observação
	Fusível	Indicar a tensão, correntes nominais
	Chave seccionadora com fusíveis, abertura em carga.	Indicar tensão, correntes nominais. Ex.: chave tripolar
	Chave seccionadora com fusíveis, abertura com carga.	Indicar tensão, correntes nominais. Ex.: chave bipolar
	Chave seccionadora abertura sem carga	Indicar tensão, correntes nominais. Ex.: chave monopolar
	Chave seccionadora abertura em carga	Indicar tensão, correntes nominais.
	Disjuntor a óleo	Indicar a tensão, corrente, potência, capacidade nominal de interrupção e polaridade.
	Disjuntor a seco	Indicar a tensão, corrente, potência, capacidade nominal de interrupção e polaridade através de traços.
	Chave reversora	

Luminárias, refletores, e lâmpadas		
Símbolo	Significado	Observação
	Ponto de luz incandescente no teto. Indicar o n.º de lâmpadas e a potência em watts	A letra minúscula indica o ponto de comando e o número entre dois traços o circuito correspondente
	Ponto de luz incandescente na parede (arandela)	Deve indicar a altura da arandela
	Ponto de luz incandescente no teto embutido	
	Ponto de luz fluorescente no teto (indicar o n.º de lâmpadas e na legenda o tipo de partida a reator)	A letra maiúscula indica o ponto de comando e o número entre dois traços o circuito correspondente
	Ponto de luz fluorescente na parede	Deve indicar a altura da luminária
	Ponto de luz fluorescente no teto (embutido)	
	Ponto de luz incandescente no teto em circuito vigia (emergência)	
	Ponto de luz fluorescente no teto em circuito vigia (emergência)	
	Sinalização de tráfego (rampas, entradas, etc.).	

Tomadas		
Símbolo	Significado	Observação
	Tomada de luz na parede, baixo (300 mm do piso acabado)	A potência deverá ser indicada ao lado em VA (exceto se for de 100VA), como também o número do circuito correspondente e a altura da tomada, se forem diferente da normalizada; se a tomada for de força, indicar o número de W ou kW.
	Tomada de luz a meio a altura (1300 mm do piso acabado)	
	Tomada de luz alta (2000 mm do piso acabado)	
	Tomada de luz no piso	
	Saída para telefone externo na parede (rede Telebrás)	Especificar "h"
	Saída para telefone externo na parede a uma altura "h"	
	Saída para telefone interno na parede	
	Saída para telefone externo no piso	
	Saída para telefone interno no piso	
	Tomada para rádio e televisão	
	Relógio elétrico no teto	
	Relógio elétrico na parede	
	Saída de som, no teto.	
	Saída de som, parede.	Indicar a altura "h"
	Cigarra	
	Campainha	
	Quadro anunciador	Dentro do círculo, indicar o número de chamadas em algarismos romanos.

Motores e transformadores		
Símbolo	Significado	Observação
	Gerador	Indicar as características nominais
	Motor	Indicar as características nominais
	Transformador de potência	Indicar a relação de tensões e valores nominais
	Transformador de corrente (um núcleo)	Indicar a relação de espiras, classe de exatidão e nível de isolamento. A barra de primário deve ter um traço mais grosso
	Transformador de potencial	
	Transformador de corrente (dois núcleos)	
	Retificador	

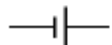


Acumuladores		
Símbolo	Significado	Observação
	Acumulador ou elementos de pilha	a. O traço longo representa o pólo positivo e o traço curto, o pólo negativo. b. Este símbolo poderá ser usado para representar uma bateria se não houver risco de dúvida. Neste caso, a tensão ou o n.º e o tipo dos elementos deve (m) ser indicado (s).
	Bateria de acumuladores ou pilhas. Forma 1	Sem indicação do número de elementos
	Bateria de acumuladores ou pilhas. Forma 2	Sem indicação do número de elementos

Diagrama de Motores: Esquemas de bobinados

Os desenhos de esquemas são formas de representação de um diagrama elétrico. No caso de um diagrama de motores, são formas de desenhos esquemáticos nos quais se representam bobinados de estatores e suas ligações internas de modo a demonstrar os detalhes essenciais de cada circuito.

Os desenhos de esquemas de bobinados podem ser:

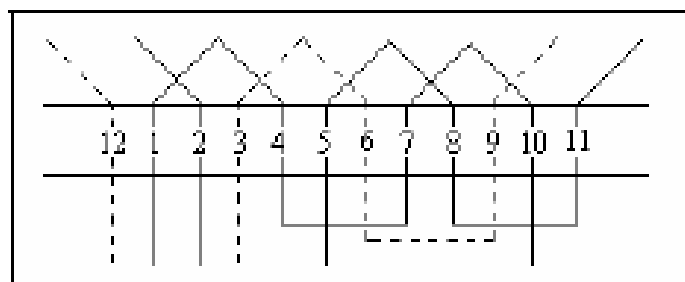
- Planificados
- Frontal ou circulares
- Simplificados

Desenho de esquema planificado

Os esquemas planificados representam um estator como se estivesse cortado e estirado sobre um plano, com todos os grupos de bobinas e conexões. Na figura a seguir está

WWW.CEPEDCURSOS.COM

mostrado um esquema planificado de bobinas de um motor:

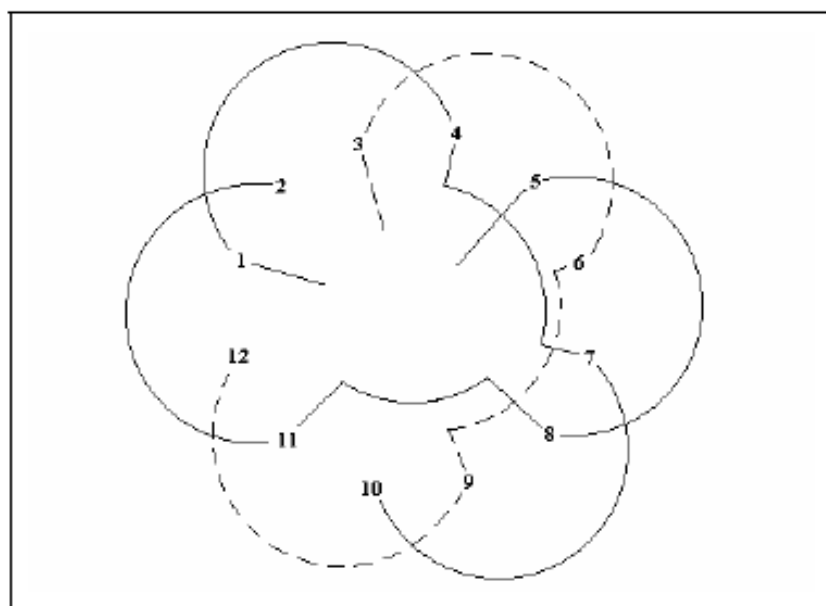


Desenho de esquema frontal ou circular

Os esquemas frontais são constituídos a partir da frente do bobinado e apresentam todas as ranhuras das bobinas. O esquema indica através de traços, a posição relativa das bobinas e suas interligações no conjunto que forma a estrutura elétrica do motor. Deve-se fazer o desenho de esquema com linhas ou traços diferentes, como linhas largas e estreitas, pontilhadas, tracejadas e etc. Pode-se também representar os traços em diversas cores partes, como:

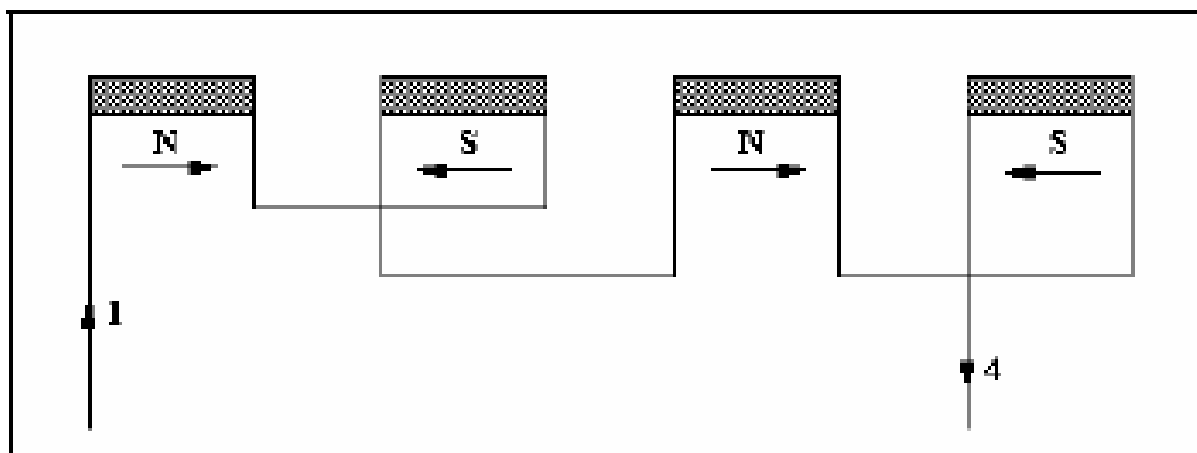
- Bobinados pertencentes a diferentes fases: caso do motor trifásico;
- Bobinados com diferentes funções: caso dos motores monofásicos com bobina de arranque e trabalho.

Na figura a seguir está mostrado um esquema circular ou frontal:



Desenho de esquema simplificado

O esquema simplificado representa todo um grupo de bobinas por apenas uma bobina ou meia bobina. Esse esquema mostra as conexões para formar as polaridades. A figura a seguir mostra um esquema simplificado de bobinado de um motor mostrando a formação de polaridades:



FERRAMENTAS QUE O ELETRICISTA PRECISA

O trabalho realizado por um eletricista tem contato com grandezas que podem ser perigosas para o ser humano e equipamentos que não podem ser manuseados com as mãos. Nessa atividade, são necessárias ferramentas específicas com diversos objetivos. São diversas as ferramentas, algumas simples como chaves de fenda e outras mais sofisticadas e que simplificam o trabalho realizado.



Chave de fenda

Para os trabalhos com instalações elétricas é importante ter pelo menos duas chaves de fenda disponíveis. Sendo uma pequena para afixação de parafusos nos terminais e interruptores e uma grande para a afixação de, por exemplo, interruptores, uma vez que exige maior esforço.



Chave de teste

A chave teste é uma ferramenta muito prática, que deve fazer parte da caixa de ferramentas. Ela serve para identificar qual é o fio Fase (positivo) e qual é o fio Neutro no seu sistema elétrico. Ao colocar a chave no buraco do fio Fase, a lâmpada da chave deverá acender. O dedo deverá ficar sempre na extremidade da chave, do contrário, a

lâmpada nunca acenderá.



Chave Philips

Alguns dispositivos e aparelhos possuem partes presas com parafusos Philips, que não podem ser soltos com a chave de fenda, por isso é necessário pelo menos uma chave desse tipo, podendo ser necessário mais de uma devido à variação de tamanho dos parafusos.



Alicate de corte lateral

Um alicate desse tipo, pequeno e com cabo emborrachado é fundamental para o corte dos fios e até mesmo para “descascá-los”. Além disso, ele pode ser empregado em diversas outras funções.



Alicate de ponta fina ou “bico de pato”

Essa ferramenta é utilizada para dobrar ou puxar pontas de fios para realizar a ligação. Além disso, ele pode ser útil para segurar partes de componentes em determinadas posições.



Alicate de eletricista

Uma das principais ferramentas para um eletricista, essa ferramenta é importante por possuir funções que ajudam o instalador. Ele possui orifícios para o encaixa, corte e descascamento dos fios, também pode ser feito a dobra dos fios e outras operações importantes.



Descascador de fios

Muitos equipamentos podem ser utilizados para essa função, no entanto, existe uma ferramenta específica e simples para essa função. Composta por duas lâminas que prendem a capa do fio e remove essa proteção.



Lâmina ou canivete

Qualquer ferramenta de corte pode ser utilizada para essa função, é utilizada para diversas funções, desde a raspa de pontos de conexão oxidados, remoção de resíduos, corte de partes não metálicas.

WWW.CEPEDCURSOS.COM



Lima

Utilizada para diversas atividades, a lima é importante para a remoção de oxidação de partes metálicas, acerto de superfícies para encaixe, dentre outras. É importante que o eletricitista possua duas limas, uma pequena e uma grande.



Cinzel

O cinzel pode ser aplicado em diversas tarefas, por exemplo, pode ser utilizado para a remoção de peças presas ou corte de peças moles.



Martelo

Algumas peças podem precisar ser afixadas com pressão, por isso, o martelo é fundamental.



Furadeira

As furadeiras elétricas são fundamentais para diversas atividades realizadas pelo eletricista. Um jogo de brocas para metal, outro para cimento e outro para madeira facilita a realização de diversas tarefas. Uma furadeira manual pode substituir a elétrica

WWW.CEPEDCURSOS.COM

em diversas operações.



Serra de arco

Ferramenta utilizada para o corte de condutos de fios de metal, preparação de partes metálicas, dentre outras funcionalidades envolvendo o corte de partes de metal.



Arame ou fio de passagem

Ferramenta indispensável para o eletricitista, basicamente, essa ferramenta é um fio ou arame de aço que entra nos condutores elétricos, sendo utilizada para alocar e puxar os fios.



Teste de tensão

Já dentro da categoria de ferramentas mais complexas, ele é responsável pela verificação da tensão nos pontos da instalação. Consiste em uma pequena lâmpada neon e duas pontas de prova de material condutor que são conectadas ao ponto de teste. Uma variação desse equipamento é a chave de fenda com lâmpada neon interna.



Lâmpada de prova

Composto por uma lâmpada de 220 volts em um soquete com duas pontas de prova,

esse equipamento auxilia diversas atividades. Propicia a verificação de tensão em qualquer ponto da instalação e pelo brilho da lâmpada pode-se saber se a tensão é de 110V ou 220V. Uma vez que com 220V o brilho da lâmpada é normal e a 110V reduzido.



Teste de continuidade

Composta por uma ponta de prova e uma garra-jacaré, essa ferramenta permite a verificação da continuidade de circuitos, principalmente o funcionamento de interruptores.



Multímetro

Esse equipamento serve para testar praticamente qualquer aparelho que funcione a

partir da eletricidade e não somente em instalações elétricas. Possuem diversas funções, desde testes básicos a testes mais complexos.



Lanterna ou farolete

Utilizada para a iluminação e auxílio para enxergar.



Fita isolante

Mesmo podendo ser utilizada para outras funções, é importante que o eletricista possua no mínimo um rolo de fita isolante para a proteção de partes por onde passará corrente.



Existem ainda outras várias ferramentas que podem ajudar em tarefas específicas, aqui foram apresentadas as mais essenciais e que são fáceis de encontrar no mercado.

MULTÍMETRO: COMO USAR

A seguir, será visto o funcionamento do multímetro TRDT830B, da marca Rontek. É um multímetro básico, de baixíssimo custo e que permite medir:

- Tensão Elétrica (volts) em corrente contínua e alternada;
- Resistência elétrica (ohms);
- Corrente Elétrica (amperes) em corrente contínua.

Existem vários outros modelos e marcas no mercado, a grande maioria tem funções similares a este modelo.



Multímetro TRDT830B, da marca Rontek

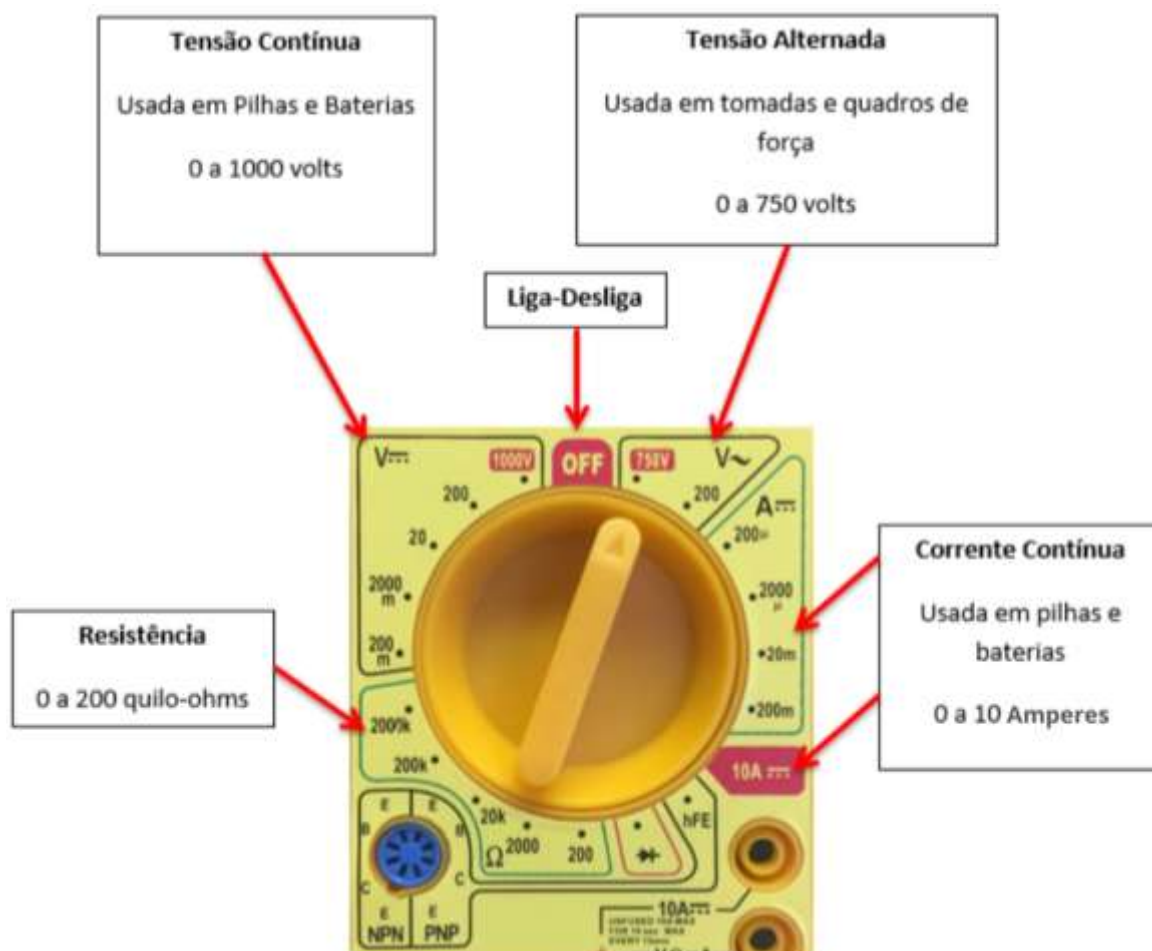
Este multímetro tem três partes:

1. Display (Visor);
2. Chave Seletora;
3. Bornes, onde são conectadas as Pontas de Prova (ponteiras).

O display é onde são mostrados os resultados das medidas. A maioria dos multímetros possui 3 $\frac{1}{2}$ ou 4 $\frac{1}{2}$ dígitos. O $\frac{1}{2}$ dígito é usado para mostrar o sinal da medida (+ ou -).



A chave seletora serve para selecionar a função que se quer utilizar. O multímetro é desligado, escolhendo-se a posição correspondente na chave seletora.

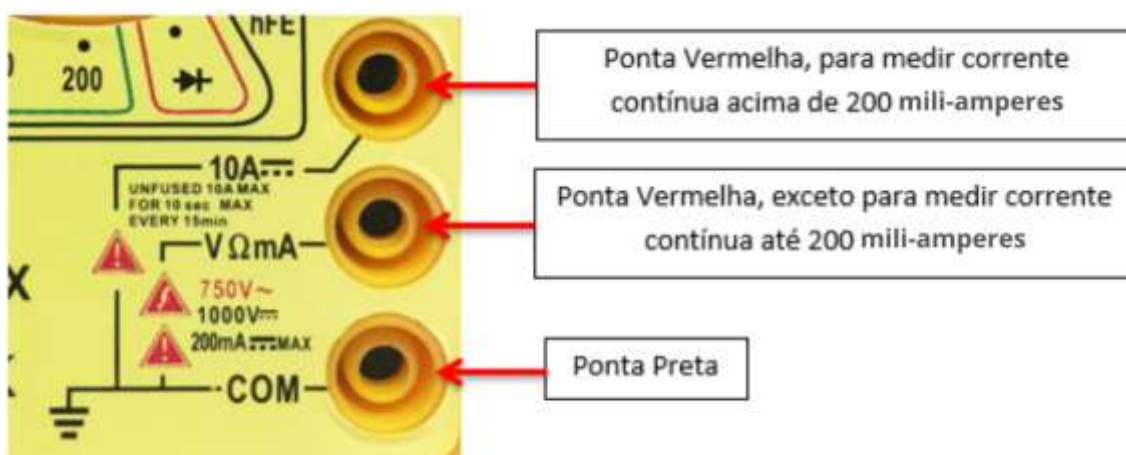


Deve-se selecionar a escala imediatamente superior ao valor esperado da grandeza que se quer medir. Por exemplo, para medir a tensão numa tomada, e for esperado

que o valor esteja em torno de 220 volts, deverá ser selecionada a escala imediatamente superior a esse valor, ou seja, 750 volts (tensão alternada).



O multímetro vem acompanhado por duas pontas de prova ou pontadeiras sendo uma na cor vermelha, normalmente usada na polaridade positiva e outra na cor preta, normalmente usada na polaridade negativa. O multímetro possui três bornes de conexão para as pontadeiras, que devem ser utilizados conforme a grandeza que se deseja medir.



A ponta de prova preta deve ser ligada sempre ao borne COM (Terra/Negativo) e a ponta de prova vermelha deve ser ligada ao borne do meio. A ponta de prova vermelha deve ser ligada sempre ao borne do meio, exceto quando se deseja medir corrente contínua acima de 200 mili-amperes.

Quando se deseja medir corrente contínua acima de 200 mili-amperes, deve-se

conectar a ponta de prova vermelha no borne de cima. Depois de conectar as pontas de prova aos bornes adequados é necessário colocar a chave seletora na posição adequada.

Como medir a tensão elétrica numa tomada de 127V?

1. Ponteira vermelha no borne do meio;
2. Ponteira preta no borne COM;
3. Colocar a chave seletora na posição 750 volts tensão alternada.



Se a tomada for de 127 volts, pode-se usar também a escala de 200V. Se não há certeza de qual é a tensão da tomada, usar a escala de maior valor, ou seja, 750 volts.

Como medir a tensão elétrica numa pilha alcalina de 1,5 volt?

1. Ponteira vermelha no borne do meio;
2. Ponteira preta no borne COM;

3. Chave seletora na posição 20 volts Tensão Contínua.



Se não há certeza de qual é a tensão da pilha, usar a escala de 20V. Se há certeza de que a tensão da pilha é 1,5 volts, pode-se usar a escala de 20V ou de 2000m (2 volts ou 2000 milivolts).

Como medir a tensão elétrica numa bateria de 9V

1. Ponteira vermelha no borne do meio;
2. Ponteira preta no borne COM;
3. Chave seletora na posição 20 volts Tensão Contínua.



Como medir uma resistência elétrica, por exemplo, 33 ohms?

1. Ponteira vermelha no borne do meio;
2. Ponteira preta no borne COM;
3. Chave seletora na posição 200 Ohms – Resistência.



Caso não se saiba o valor da resistência, colocar a chave seletora na escala de maior valor: 2000K (2 mega-ohms). Depois, deslocar a chave seletora para escalas

WWW.CEPEDCURSOS.COM

de menor valor até obter a leitura com maior número de dígitos possível antes do ponto decimal.

Como saber se um fio está interrompido?

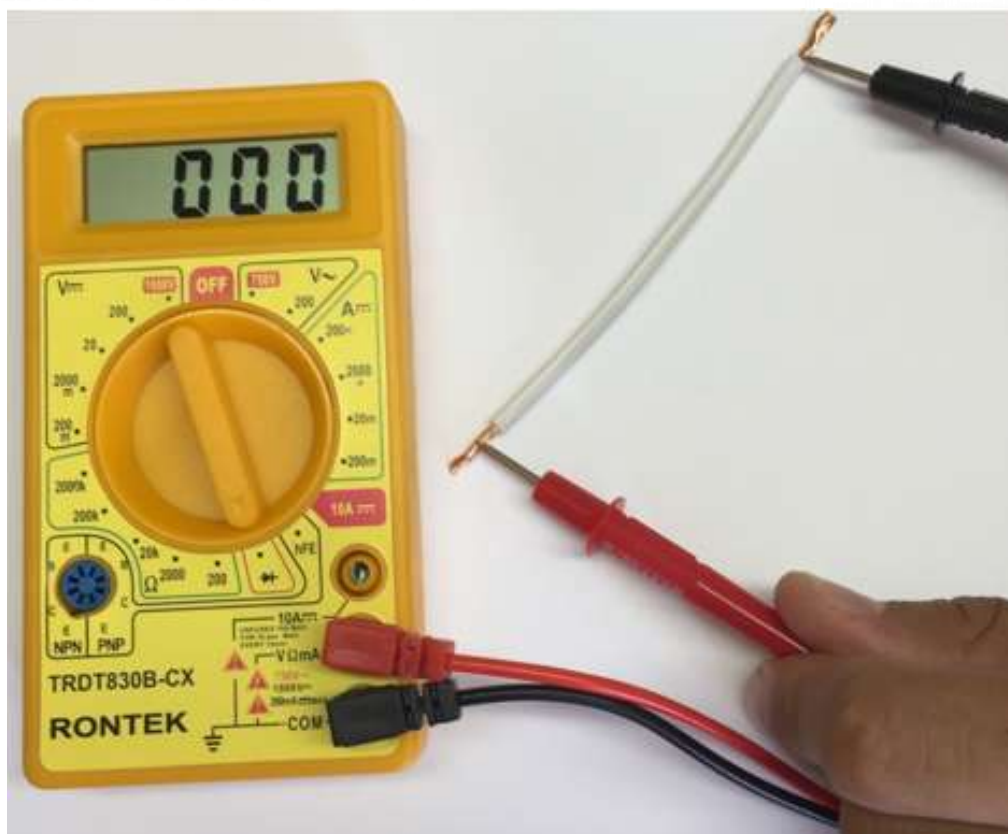
1. Ponteira vermelha no borne do meio;
2. Ponteira preta no borne COM;
3. Chave seletora na posição Continuidade.

A resistência de um fio elétrico é bastante baixa. Se o fio não está interrompido, deve-se obter um valor de resistência bem baixo, da ordem de alguns ohms. Caso o fio esteja interrompido, a resistência elétrica é muito alta da ordem de alguns mega-ohms.

Se o fio estiver interrompido, o valor obtido no multímetro será 1 no primeiro dígito da esquerda e os demais dígitos apagados. Esse valor aparece no display sempre que o valor medido é superior ao limite máximo permitido pela escala.

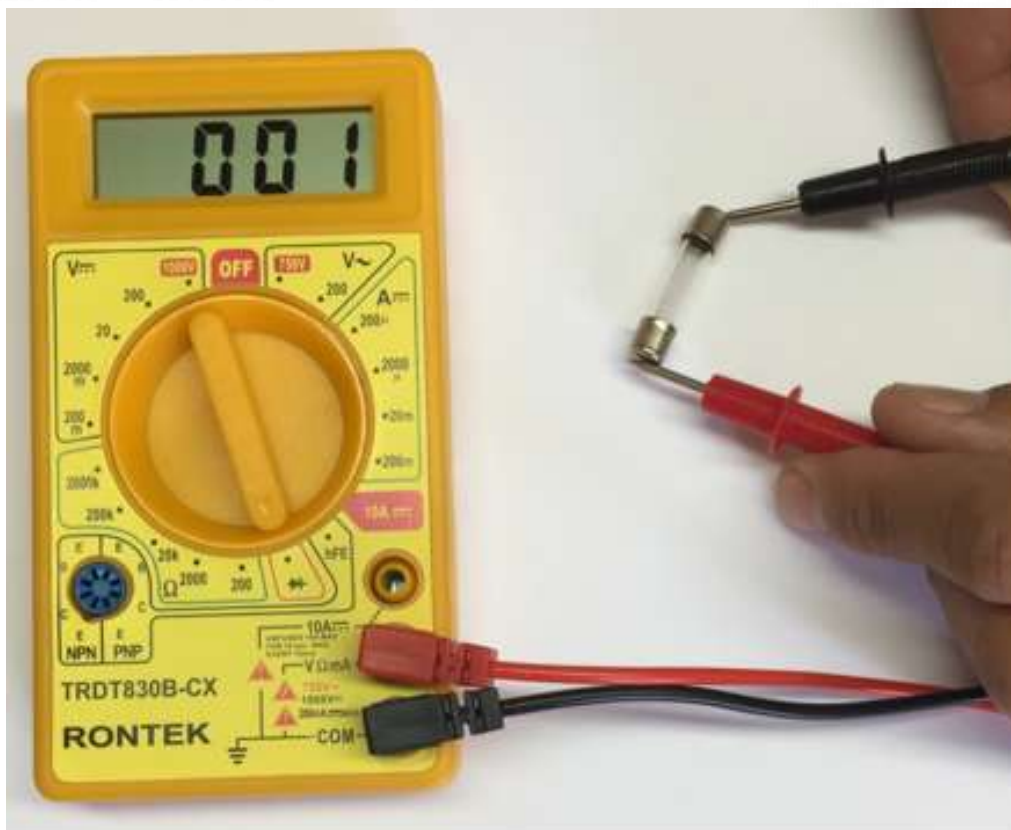


Se o fio não está interrompido, obtém-se valor próximo de zero no display.



Como saber se um fusível está interrompido?

1. Ponteira vermelha no borne do meio;
2. Ponteira preta no borne COM;
3. Chave seletora na posição Continuidade.



Se o fusível não está interrompido, obtêm-se valor próximo de zero no display.

AS 7 ETAPAS DE UM PROJETO RESIDENCIAL

A instalação elétrica é uma etapa fundamental na construção, reforma ou adequação de qualquer ambiente. Um projeto de qualidade impede que haja falta de energia e previne contra curtos-circuitos, que poderiam colocar em risco a segurança dos usuários.

1. Pontos de luz

Em qualquer tipo de ambiente, a falta ou insuficiência de iluminação é prejudicial. Por esse motivo, é importante escolher a quantidade de pontos de luz que será instalada e onde eles ficarão posicionados, o que depende muito da função e do tamanho do espaço. Um grande estabelecimento comercial, por exemplo, terá uma necessidade maior do que o cômodo de uma residência.

2. Tomadas e interruptores

Após o posicionamento da iluminação, é hora de acrescentar também as tomadas.

WWW.CEPEDCURSOS.COM

Além da quantidade e da localização das mesmas, também é importante avaliar quais aparelhos ficarão ligados a cada uma. Alguns equipamentos, como micro-ondas e ar condicionado, precisam receber potências mais altas, o que deve ser considerado no momento do projeto.

Quando os pontos de luz e as tomadas estiverem devidamente alocados, é preciso distribuir os interruptores, que controlam o funcionamento da iluminação. Durante a execução do projeto, é possível escolher, por exemplo, se haverá dois pontos diferentes para acender uma mesma lâmpada, ou mais de uma lâmpada para ser acesa por um mesmo ponto.



3. Quadros e Circuitos

Em algum momento, pode ser necessário fazer reparos na parte elétrica do ambiente, o que possivelmente requer o desligamento da mesma. Para que não seja preciso desligar todos os aparelhos e pontos de luz ao mesmo tempo, as instalações são divididas em circuitos, que permitem a desativação de suas partes isoladamente.

A fim de que esse controle possa ser feito pelos usuários do ambiente, são alocados quadros de distribuição, que abrigam os disjuntores dos diferentes circuitos. Por meio deles, é possível desligar determinadas partes da instalação, sem que haja prejuízo às demais.

Depois que os quadros já foram posicionados, faz-se necessário dividir os circuitos, formados por diferentes elementos que utilizam uma fiação em comum. Tomadas e pontos de luz, por exemplo, devem ser alocados separadamente. A divisão em

circuitos de forma correta evita que haja sobrecarga de algum deles, o que poderia levar a um curto-circuito.

4. Eletrodutos

Para que a fiação não fique exposta, utilizam-se eletrodutos a fim de agrupá-los e protegê-los do meio externo. Eles ligam o quadro de cargas aos pontos de utilização e, geralmente, são feitos de materiais flexíveis, motivo pelo qual são representados por linhas curvas, não retas.



5. Outros Pavimentos

No caso de uma edificação com mais de um pavimento utiliza-se o primeiro como base. Aloca-se na planta uma caixa de passagem, por onde passa a fiação que conectará os diferentes andares da construção.

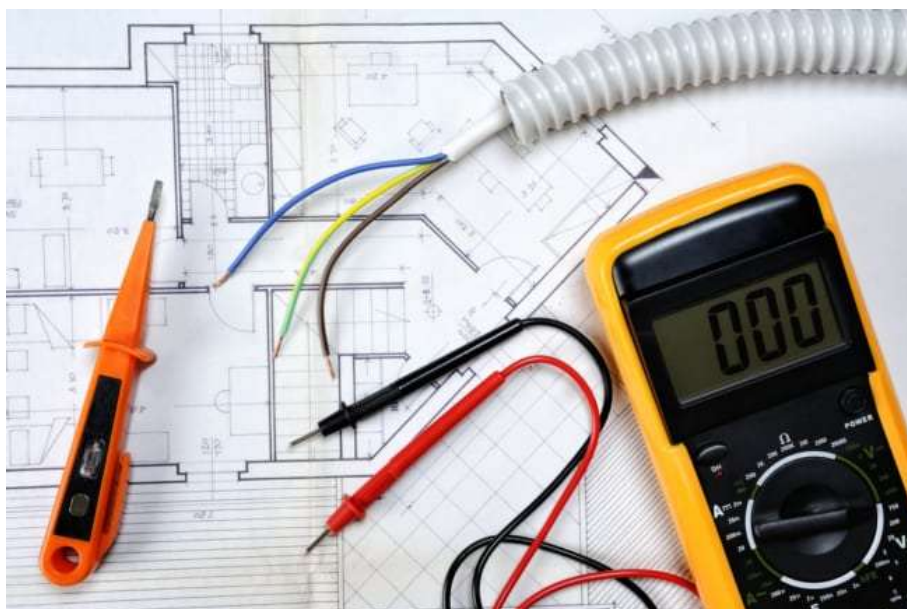
6. Dimensionamento

Para que seja possível dimensionar os componentes do circuito, é necessário alocar a fiação nos eletrodutos correspondentes. Como a seção de cada um permite a colocação de uma quantidade limitada de fios, é necessário que o processo seja feito com muita atenção, para evitar problemas no momento da execução da obra. É necessário passar a fiação pelos eletrodutos, equilibrar as diferentes fases e dimensionar tanto a fiação, quanto os condutos. Dessa forma, o projeto fica muito menos sujeito ao erro.

7. Finalização

Na prancha de instalações elétricas, haverão outros componentes além da planta baixa. O quadro de cargas servirá para indicar a divisão dos circuitos e das fases, bem como as características de cada um, como a corrente e a potência. Os diagramas unifilar e trifilar representam esquematicamente as instalações, de forma a facilitar a compreensão delas e do próprio quadro. Uma lista de materiais, por sua vez, apresentará quais serão os componentes necessários para a execução da obra, o que facilitará também na montagem de um orçamento.

Após a realização desses sete passos, o projeto de instalações elétricas estará concluído, de forma segura e rápida. A curto prazo, poderá diminuir possíveis gastos com material desnecessário e, a médio e longo prazo, poderá diminuir a necessidade de serviços de manutenção.



ENTENDENDO PROJETOS ELÉTRICOS

Os projetos elétricos são, sem dúvidas, um dos maiores desafios para muitos eletricitistas. Com isso, serão apresentadas algumas dicas sobre leitura e interpretação de diagramas elétricos, porém é necessário ter certos conhecimentos sobre os tipos de diagramas. Será abordado um pouco sobre cada um dos tipos de diagramas, como as suas características, simbologias e cuidados que devem ser tomados.

É importante destacar que o principal objetivo é esclarecer as principais dúvidas sobre projetos elétricos para as instalações de baixa tensão, devido à grande quantidade de informações e detalhes que seria necessário para abordar as demais

WWW.CEPEDCURSOS.COM

áreas.

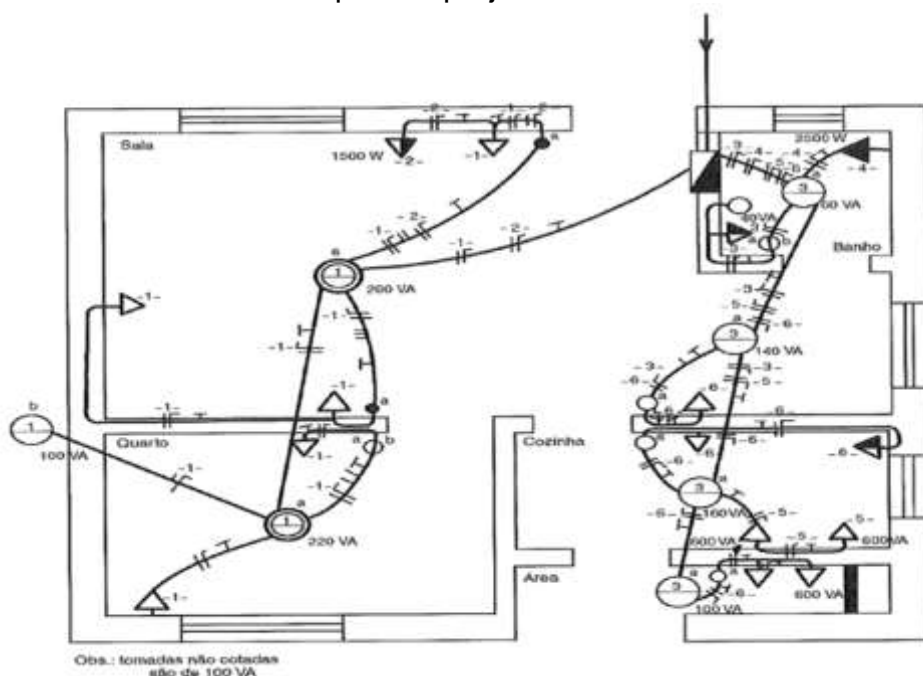
Muitos eletricitistas, ao ouvirem falar em planta elétrica, diagrama elétrico, esquema elétrico ou projeto elétrico, ficam muito inseguros, pois talvez não possuam certo domínio sobre este assunto.

O que é projeto elétrico

O projeto elétrico é a junção de todas as informações referentes a parte elétrica de uma instalação, máquina ou equipamento eletroeletrônico, estes dados podem estar contidos em forma de tabelas de dados elétricos, diagramas elétricos, esquemas de distribuição de componentes, plantas elétricas, layout e etc.

É muito comum, ao se ouvir falar em projeto elétrico, ser pensado imediatamente em um projeto de elétrica residencial, ou planta elétrica residencial, que é normalmente um diagrama com a distribuição de cabos, posicionamento de tomadas e lâmpadas, que são desenhados sobre a planta baixa de uma casa, prédio ou galpão, por exemplo.

Qualquer eletricitista não só pode como deve saber ler e interpretar um diagrama elétrico, até mesmo realizar cálculos de projetos elétricos, fazer desenhos, layouts e criar as tabelas de um projeto elétrico, mas somente o técnico ou engenheiro que esteja registrado no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) pode se responsabilizar tecnicamente por um projeto elétrico.



Diagramas elétricos

O diagrama elétrico é um conjunto de símbolos gráficos. Estes símbolos são capazes de representar uma instalação elétrica ou parte de uma da instalação, pois

o diagrama elétrico garante uma linguagem comum a qualquer eletricitista, pois o desenho é uma representação visual capaz de ser compreendida em qualquer lugar do mundo.

Existem quatro tipos de diagramas, que são: diagrama unifilar, diagrama multifilar, diagrama trifilar e diagrama funcional. O diagrama mais usado para projetos elétricos residenciais é o diagrama unifilar.

Diagrama unifilar

O diagrama unifilar, que também é conhecido como planta elétrica, é desenhado sobre a planta baixa (planta arquitetônica) de uma instalação e ele apresenta os dispositivos e trajeto dos condutores em suas posições físicas de maneira precisa, apesar de ser uma representação bidimensional.

O diagrama unifilar serve especialmente para se verificar, com rapidez, quantos condutores passarão em determinados eletrodutos e qual o trajeto do mesmo.

Uma diferença do diagrama unifilar para os diagramas multifilar e funcional é que todos os condutores de um mesmo percurso são representados por um único traço, que contém alguns símbolos para que servem para identificar todos os condutores. No diagrama unifilar não é representado com clareza o funcionamento da instalação. De acordo com a prática adquirida pelo eletricitista ao longo do tempo, ele começa interpretar com facilidade uma instalação elétrica e sem o auxílio de outros diagramas.

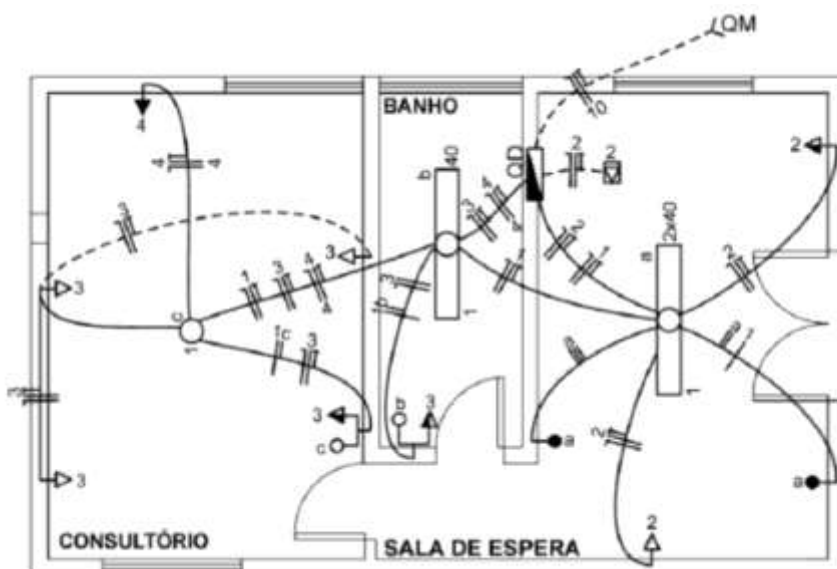


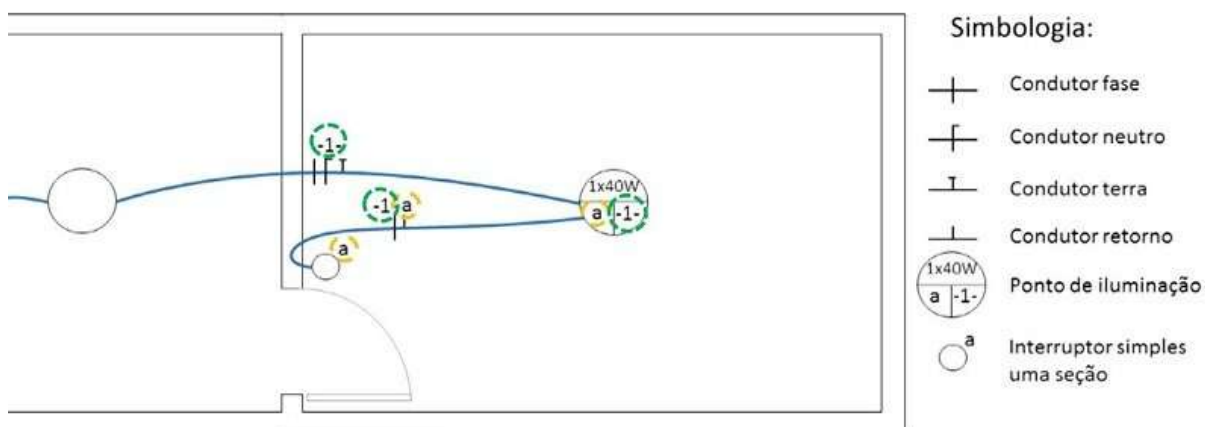
DIAGRAMA PARA CIRCUITOS DE ILUMINAÇÃO

Os circuitos de iluminação são os que geralmente causam mais dúvidas entre os eletricitas, tanto no momento de elaboração do diagrama, quanto nos momentos de leitura do diagrama unifilar. Principalmente por causa dos cabos de retorno e do cabo neutro, que muitos eletricitas levam para o interruptor, a não ser que também tenha um ponto de tomada.



Interruptor de uma seção

A imagem mostrada a seguir possui a representação de dois cômodos de uma determinada instalação, onde está representado no diagrama apenas um único ponto de iluminação, sendo que este ponto é comandado por um interruptor simples.

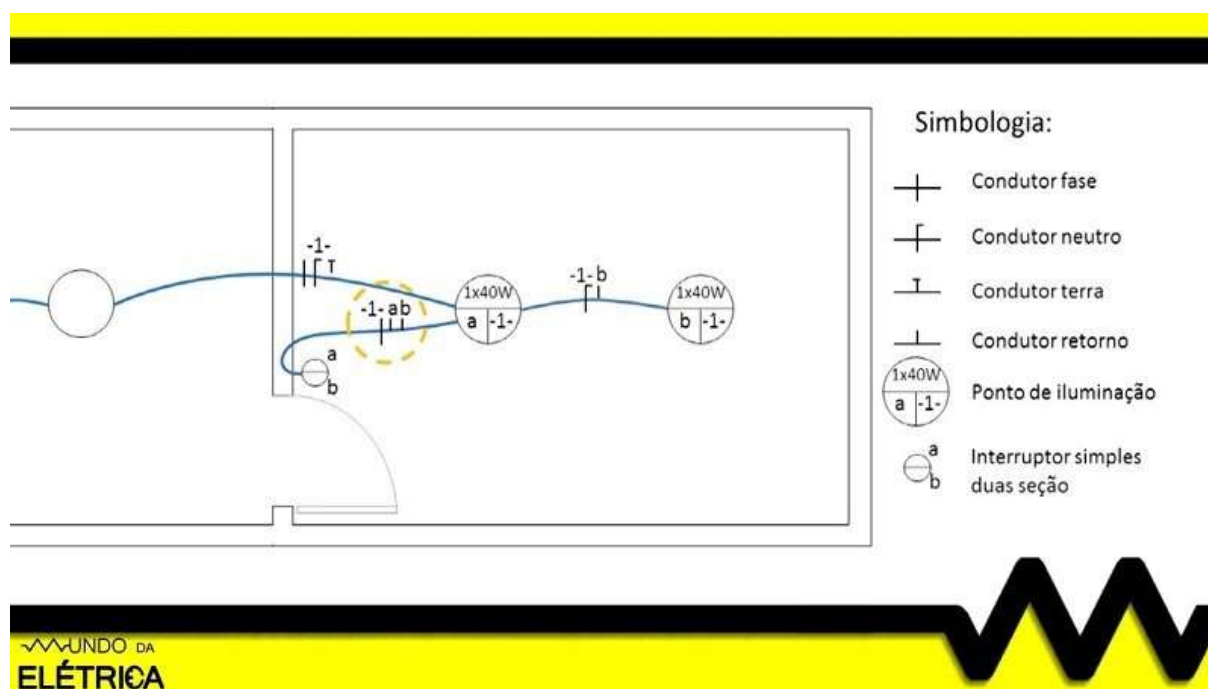


Estão destacadas na imagem anterior as letras que estão indicando o circuito de iluminação, sendo que a letra “a” está sendo representada em cima do ponto de iluminação, no ponto do interruptor e em cima do condutor de retorno, isto é para identificar e facilitar a leitura de todos os pontos de iluminação do circuito, ou seja, todos os pontos que contém a letra “a” estão se relacionando ao mesmo circuito de iluminação.

Existem outros símbolos que estão sendo representados no mesmo diagrama, como é o símbolo destacado em verde, pois ele representa qual circuito aquela ligação pertence, que nesta situação é fácil de identificar, mas em instalações maiores ou que tenha mais circuitos sem as devidas indicações fica difícil de identificar.

Interruptor de duas seções

Na imagem apresentada a seguir é para uma instalação ainda maior, que contém dois pontos de iluminação diferentes, que estão sendo comandados por um único interruptor de duas seções. Os pontos são devidamente representados com as letras “a” e “b”.

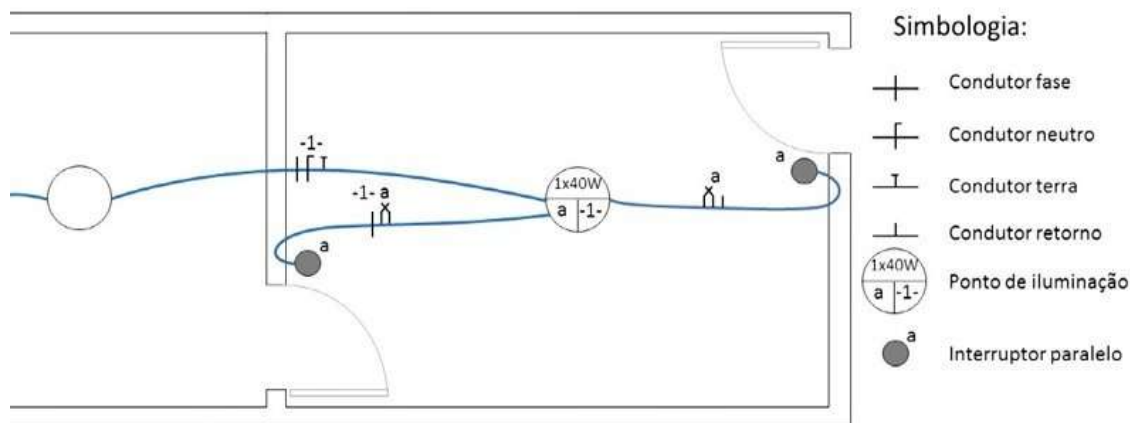


Simbologias para circuitos de iluminação para interruptor duplo

Interruptor paralelo (three way):

A representação para a ligação do interruptor three way é um pouco diferente, e que acaba gerando muitas dúvidas. Na imagem a seguir é mostrado chegando um cabo de fase, um neutro e outro cabo de terra no ponto de iluminação. Em seguida, há um cabo de fase indo para um interruptor, e para o outro interruptor tem o cabo de

retorno, sendo que ambos interruptores estão interligados diretamente. Sua simbologia é de dois cabos de retorno cruzados, estando eles devidamente representados na imagem a seguir.

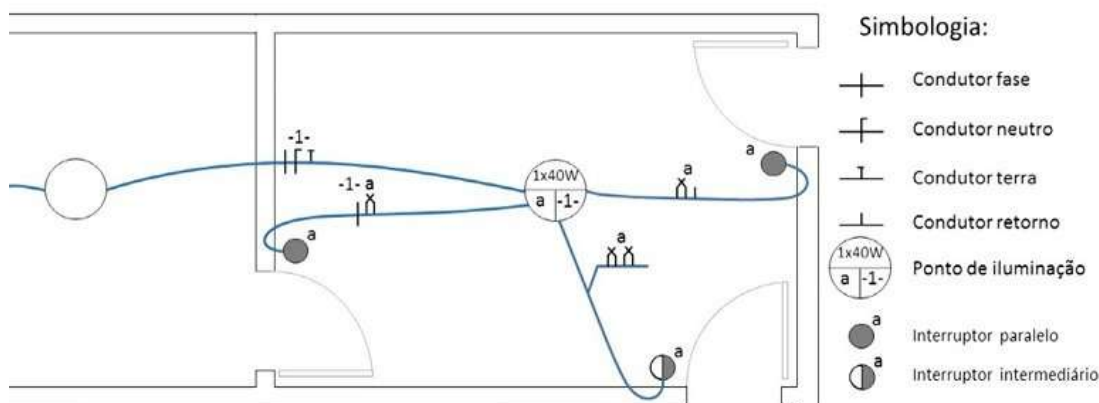


UNDO DA
ELÉTRICA

Interruptor intermediário (four way):

Esta ligação é sem dúvidas a mais difícil de compreender, devido a quantidade de ligações. A base para a ligação do interruptor intermediário é de um interruptor three way, porém no meio do caminho há o interruptor four way, que é o terceiro ponto.

A representação base é de dois retornos de interruptor three way, sendo que dois cabos de retorno são ligados diretamente em seus respectivos bornes do interruptor paralelo, e os outros dois cabos de retorno são ligados diretamente nos outros dois bornes do interruptor intermediário.

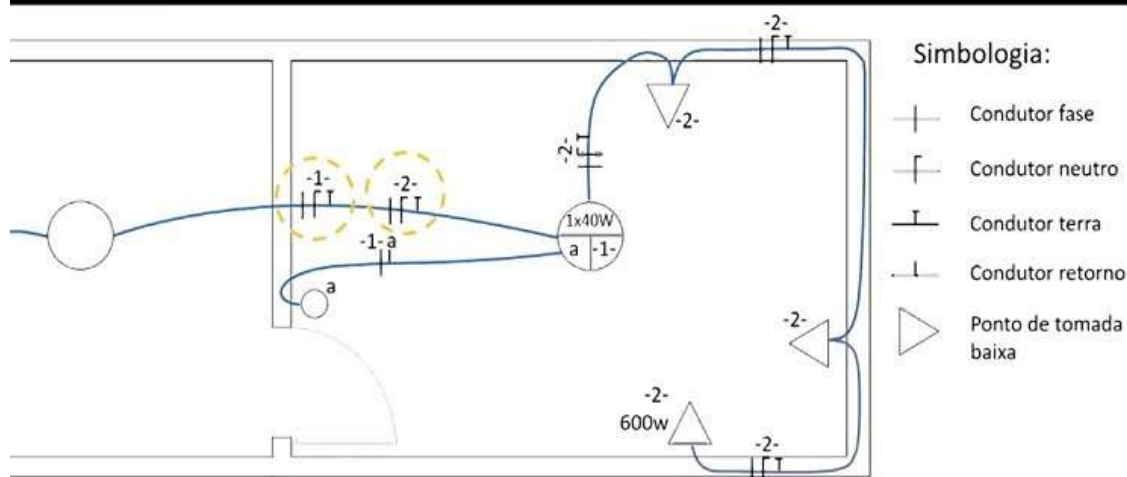


MUNDO DA
ELÉTRICA

CIRCUITOS DE TOMADAS

Agora será visto o esquema para ligação de tomadas de uso geral (TUG) e tomadas de uso específico (TUE). Será utilizado o mesmo diagrama que foi representado o circuito de iluminação, porém com um circuito de tomadas. Na imagem a seguir estão representados três pontos de tomadas de um segundo circuito.



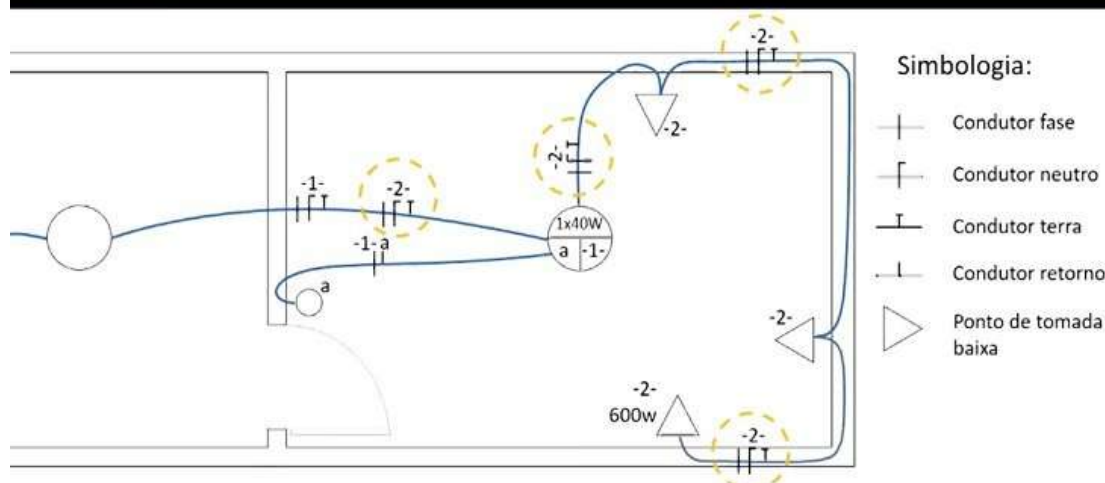


UNDO DA
ELÉTRICA

Simbologias para circuitos de tomadas

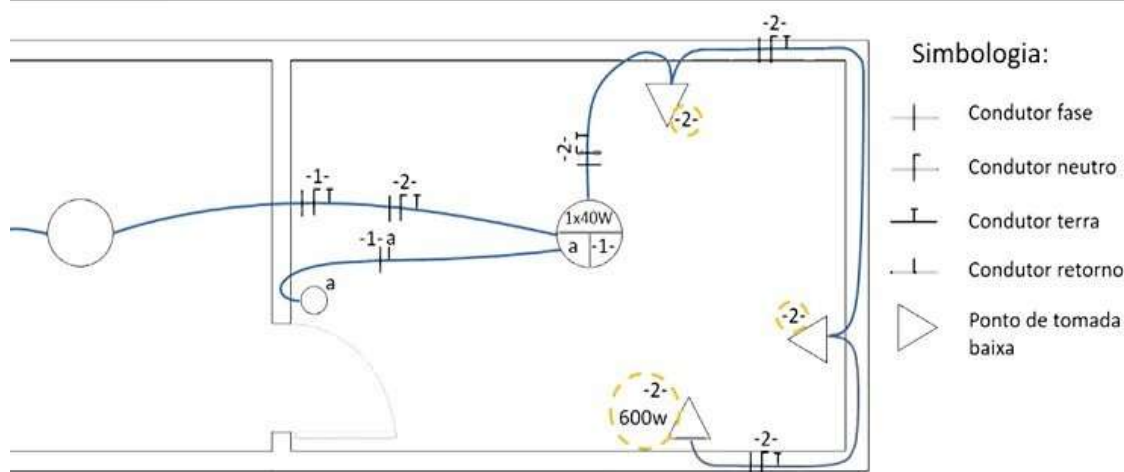
A primeira diferença que se pode observar é que em um eletroduto estão passando dois circuitos, um para iluminação e outro para as tomadas, sendo que cada circuito possui um cabo fase, um cabo neutro e um cabo de terra, ou seja, o total de seis condutores passando por um único eletroduto e chegando até o ponto de iluminação no teto.

No ponto de iluminação do teto é onde os circuitos são separados, para um lado vai o circuito de tomadas e para o outro vai o circuito de iluminação. É importante destacar que cada vez que um eletroduto passa por algum componente tem que ser indicado os símbolos de fase, neutro, terra e o circuito que eles pertencessem, como indicado na imagem a seguir.



UNDO DA
ELÉTRICA

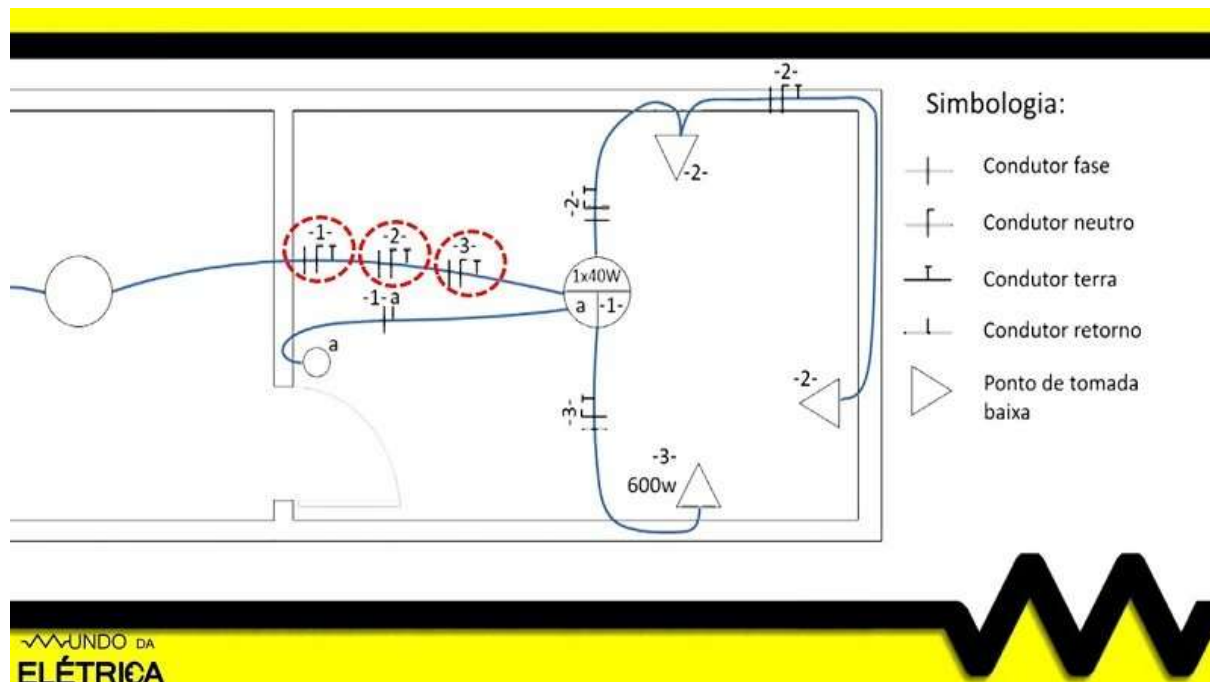
Como visto anteriormente, assim como todos os cabos que passam por um eletroduto possuem a indicação do circuito que eles pertencem, todas as tomadas também devem possuir indicações dos seus respectivos circuitos. Além disso, quando se tem no circuito uma tomada que não seja de uso geral, é necessário indicar qual é a sua potência e o respectivo circuito, como pode ser visto na representação a seguir.



UNDO DA
ELÉTRICA

Circuito de tomadas TUG e TUE.

Neste diagrama será deixada a tomada de 600W como um terceiro circuito para tomada de uso específico. Como se pode observar, existem três circuitos passando pelo eletroduto que está sendo conduzido para o ponto de iluminação no teto. Na imagem a seguir estão sendo representados três circuitos com os cabos de fase, neutro e terra, ou seja, existem nove condutores passando por este eletroduto, onde os circuitos estão sendo separados.

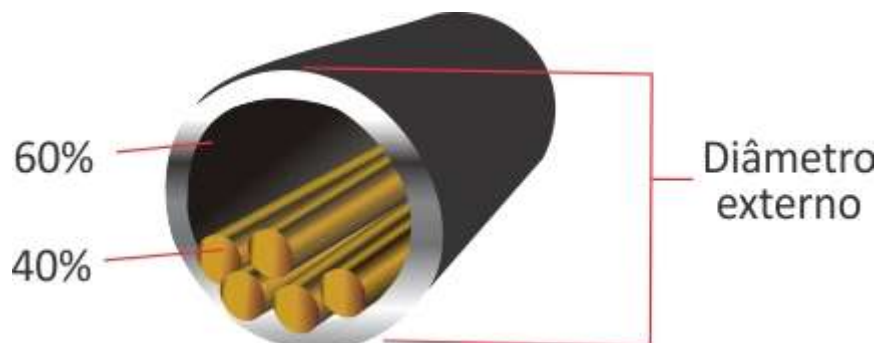


DIMENSIONAR ELETRODUTOS



De acordo com a norma NBR5410, a taxa máxima de ocupação de eletrodutos em

relação à área da seção transversal não deve ser superior a 53% para um condutor ou cabo, 31% para dois condutores ou cabos e 40% para três ou mais condutores ou cabos.



Uma das formas de dimensionamento dos eletrodutos segue o seguinte roteiro:

1. Determinar a seção dos condutores que irão passar no interior do eletroduto;
2. Determinar a área total de cada condutor (considerando a camada de isolação) na tabela A, que estará a seguir.
3. Efetuar a somatória das seções totais, obtida no item anterior.
4. Com o valor da somatória, determinar na tabela B ou C (na coluna 40% da área) o valor imediatamente superior ao valor da somatória e o respectivo diâmetro do eletroduto a ser utilizado. Em uma instalação elétrica o eletroduto deve ter um diâmetro mínimo de 20mm.



CENTRO PROFISSIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

tabela A

seção nominal (mm ²)	isolação PVC	
	diâmetro externo (mm)	área total (mm ²)
FIOS		
1,5	2,5	6,2
2,5	3,4	9,1
4	3,9	11,9
6	4,4	15,2
10	5,6	24,6
CABOS		
1,5	3,0	7,1
2,5	3,7	10,7
4	4,2	13,8
6	4,8	18,1
10	5,9	27,3
16	6,9	37,4
25	8,5	56,7
35	9,5	71,0
50	11,5	104
70	13,5	133
95	15,0	177
120	16,5	214
150	18,5	269
185	20,5	330
240	23,5	434

WWW.CEPEDCURSOS.COM

CNPJ: 12.579.969/0001-48 BASE LEGAL N°5.154(MEC) N°04/99 ART°11

tabela B - eletroduto de PVC rígido

tamanho nominal diâmetro externo (mm)	ocupação máxima 40% da área (mm ²)
16	52
20	85
25	143
32	238
40	410
50	539
60	876
75	1415
85	1990

tabela C - eletroduto de aço galvanizado

tamanho nominal diâmetro externo (mm)	ocupação máxima 40% da área (mm ²)
16	53
20	90
25	152
31	246
41	430
47	567
59	932
75	1525
88	2147

tabela D

Seção Nominal (mm ²)	Número de condutores no eletroduto									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Tamanho nominal do eletroduto (mm)									
1,5	16	16	16	16	16	16	20	20	20	
2,5	16	16	16	20	20	20	20	25	25	
4	16	16	20	20	20	25	25	25	25	
6	16	20	20	25	25	25	25	32	32	
10	20	20	25	25	32	32	32	40	40	
16	20	25	25	32	32	40	40	40	40	
25	25	32	32	40	40	40	50	50	50	
35	25	32	40	40	50	50	50	50	60	
50	32	40	40	50	50	60	60	60	75	
70	40	40	50	60	60	60	75	75	75	
95	40	50	60	60	75	75	75	85	85	
120	50	50	60	75	75	75	85	85	-	
150	50	60	75	75	85	85	-	-	-	
185	50	75	75	85	85	-	-	-	-	
240	60	75	85	-	-	-	-	-	-	

Outra forma de dimensionamento utiliza a tabela D, onde em função da quantidade de condutores e a seção nominal do maior condutor no eletroduto, determina-se o tamanho nominal do eletroduto.

A NBR 5410, norma que estabelece as condições mínimas necessárias para o perfeito funcionamento de uma instalação elétrica de baixa tensão, possui uma seção dedicada ao Dimensionamento de Circuitos.

TIPOS DE ELETRODUTOS

Em função do material usado, os conduítes ou eletrodutos podem ser classificados como metálicos (magnéticos) ou isolantes (não magnéticos) e em função da forma podem ser classificados como rígidos, curváveis, flexíveis e transversalmente elásticos.

Em relação ao material

1. Metálicos ou Magnéticos:

Os eletrodutos metálicos são geralmente feitos de aço com algum tipo de camada esmaltada. O tipo de esmaltação mais utilizada é a galvanização.

2. Isolantes ou não Magnéticos:

Feitos de materiais não condutores ou isolantes, como o PVC, que tem como característica, além da boa isolação elétrica, uma boa isolação térmica e à umidade, podendo ser também anti-chamas (recomendado).

Em relação à forma

1. Eletroduto Rígido:

São eletrodutos não dobráveis e tem a função de proteger os fios e cabos em situações em que as ações externas podem ser mais agressivas. E o que seria uma situação agressiva? Pode-se dar como exemplo ambientes subterrâneos e subaquáticos, onde a ação da água, tanto em questões de infiltração quanto de pressão, pode comprometer a integridade da fiação, chegando até a interromper a alimentação do sistema. Outra situação que se pode citar é o caso de subestações, onde é necessário que haja uma proteção mecânica mais rígida da fiação para que sejam evitados acidentes graves.



2. Eletroduto Curvável:

São eletrodutos que podem ser dobrados sendo aplicada uma força razoável,

dispensando assim a utilização de curvas. Esse tipo de eletroduto deve ser utilizado em situações onde é necessário que haja uma boa resistência mecânica no duto e que existam obstáculos que dificultem a instalação (muitos sistemas diferentes entrelaçados).



3. Eletroduto Flexível:

É o eletroduto mais comum em edificações residenciais e comerciais por serem mais baratos e fáceis de trabalhar. Ele pode ser dobrado com a mão com facilidade. Podem ser feitos de PVC ou de material metálico constituído por uma fita de aço enrolada em hélice.

Esse tipo de conduíte, porém, não possui muita resistência mecânica e, caso utilizado em situações de maior agressividade, pode se romper e comprometer o sistema. Também não é recomendado deixá-lo exposto ao sol, é comum que ele resseque e se torne quebradiço.



Mas será que só dá pra conduzir fiações através de eletrodutos? A resposta é não. Também podem ser utilizadas eletrocalhas.

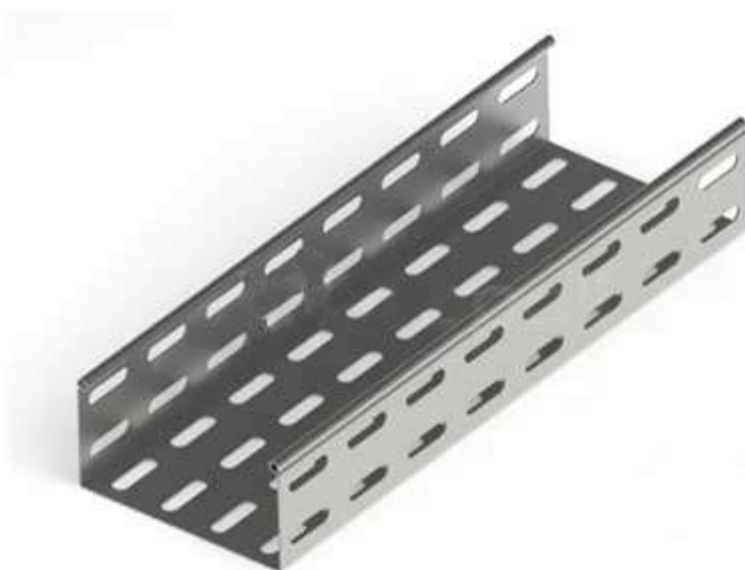
Eletrocalhas

As eletrocalhas caracterizam-se por perfis metálicos (ou não) que são utilizados para suportar fios, cabos de telecomunicação, sistemas de segurança e internet. Elas servem para organizar e facilitar a manutenção nas fiações de instalações um pouco mais complexas. Geralmente é feita uma associação de eletrocalhas e eletrodutos para atender aos equipamentos.

Tipos de eletrocalhas:**1. Eletrocalhas Perfuradas:**

Essas eletrocalhas possuem a característica de exposição dos cabos. Devido a essa característica, elas são geralmente utilizadas em situações onde existe um menor fluxo de pessoas, como no teto de galpões e em alguns estabelecimentos comerciais.

Embora a eletrocalha perfurada tenha um nível mais alto de exposição, consequentemente trazendo menor segurança, ela é bastante utilizada pelos projetistas, pois facilita o processo de manutenção e limpeza. Além disso, permite que haja uma melhor ventilação dos circuitos, evitando o superaquecimento.

**2. Eletrocalhas Lisas**

A eletrocalha lisa possui atributos opostos à eletrocalha perfurada. Ela, por possuir um formato que evita a exposição dos circuitos, traz maior segurança aos usuários e é mais utilizada em situações onde existe um maior fluxo de pessoas. Além disso, ela é bastante utilizada em ambientes residenciais, por apresentar um melhor nível de acabamento. Veja a seguir, a ilustração da mesma.



ATERRAMENTO

O aterramento elétrico ou “Aterramento” começou originalmente como uma medida de segurança usada para ajudar a impedir que pessoas entrem acidentalmente em contato com a eletricidade causando desde pequenos acidentes à danos irreparáveis no corpo, e num caso mais extremo, a morte.



Embora o aterramento elétrico possa ter sido originalmente considerado apenas como uma medida de segurança, acabou tornando-se uma parte essencial da eletricidade diária.

Devido à grande quantidade de aparelhos eletroeletrônicos, como computadores, televisões, fornos de micro-ondas, lâmpadas fluorescentes e muitos outros dispositivos elétricos, gerarem muito “ruído elétrico” que pode danificar o próprio equipamento e fazer com que ele funcione com menos eficiência.

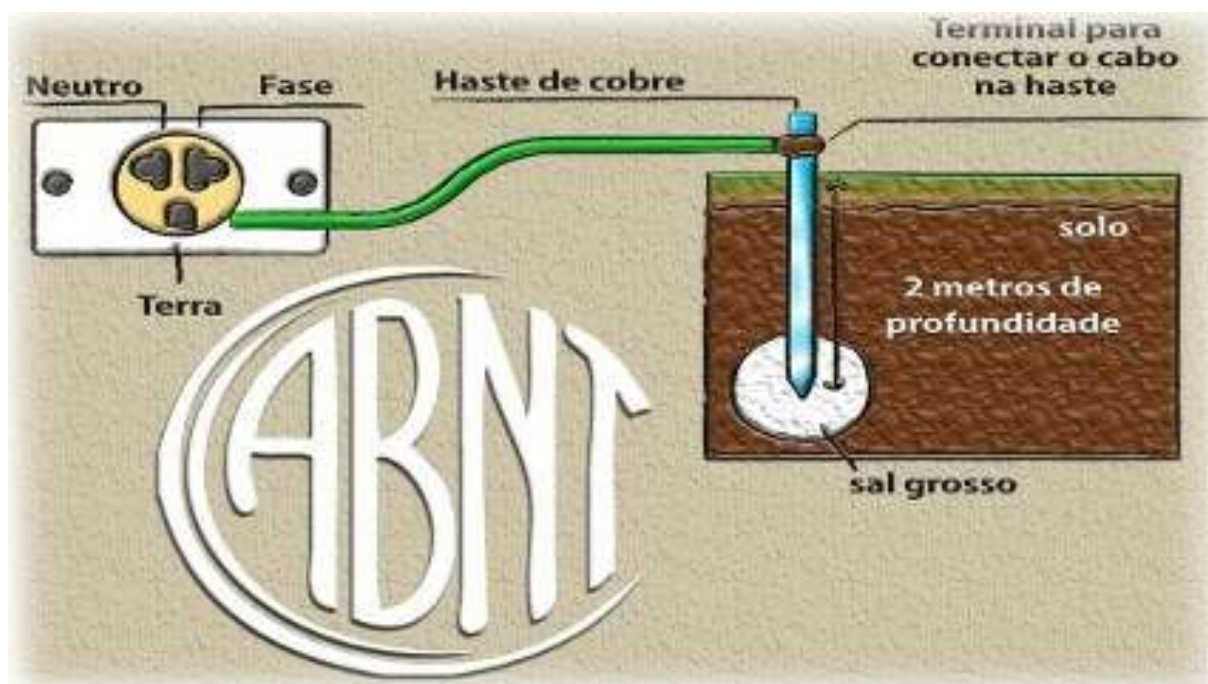
O aterramento adequado pode não apenas remover esse “ruído” indesejado, mas pode até mesmo fazer com que os dispositivos de proteção contra surtos funcionem melhor.

Três funções principais do aterramento elétrico

A primeira função é descarregar as cargas acumuladas na máquina (em suas carcaças) para a terra. A segunda é facilitar o funcionamento dos dispositivos de proteção, como disjuntores, chaves, fusíveis, entre outros. A terceira, e mais importante função, é a proteção que ele traz ao usuário, como quando ocorre uma descarga atmosférica. Aqui, o aterramento elétrico transfere essa energia para um caminho alternativo até chegar a terra.

O aterramento elétrico também possui outras funções, como, por exemplo, eliminar interferências eletromagnéticas (EMI). Não basta apenas ter um aterramento elétrico

instalado em sua casa ou em sua empresa. É necessário que este aterramento esteja em vigor com as normas regulamentadoras e seja eficiente.



6 dicas de como fazer aterramento eficiente

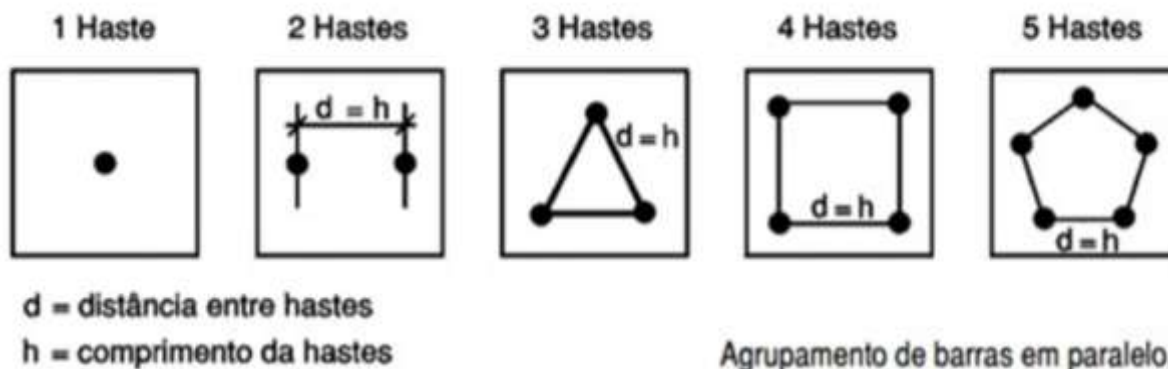
Antes de iniciar o procedimento, deve-se ter atenção com as exigências da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e nas Normas Brasileiras Regulamentadoras (NBR).

Dentre várias normas, existem as especificações da NBR 5410: Instalações Elétricas em Baixa Tensão. Na seguinte subseção, 6.3.3.1, são encontrados os possíveis sistemas de aterramentos que podem ser feitos. Qual aterramento a ser utilizado, depende do tipo de serviço. Ao instalar um aterramento a um aparelho específico, geralmente o próprio fabricante já especifica qual tipo de sistema de aterramento utilizar.

Alguns cálculos, como o de dimensionamento de um aterramento, muitas vezes são considerados um assunto para ser resolvidos por um engenheiro eletricista. Fatores como quantidade de hastes e valor da resistividade do solo influenciam o valor da resistência na hora do aterramento elétrico.

A seguir, 6 dicas sobre o assunto:

1. Na hora de escolher hastes de aterramento, é preferível optar por hastes de 2,5m, pois estas conseguem diminuir o risco de atingir dutos subterrâneos na hora de sua instalação. As hastes são feitas de aço e revestidas de cobre com comprimentos de 1,5 a 4,0m. Deve-se analisar bem sua instalação e ver qual comprimento melhor se adapta ao projeto.
2. O valor da resistência medida para um aterramento ideal deve ser abaixo de 5Ω (ohms). Porém, em caso de fábricas, por exemplo, é aceito até 10Ω . A umidade do solo e outras químicas ajudam a influenciar no valor desta resistência. É necessário inserir hastes a tal ponto de a resistência ser igual ou inferior a 5Ω . Caso ocorrer esse tipo de situação, deve ser verificado qual das opções é mais indicada: o agrupamento de barras em paralelo (com a regra do polígono) ou o tratamento do solo.



Fonte: aterramento elétrico – Alexandre Capelli

3. O eletrodo de cobre, já visto na dica 1, deverá ser enterrado no solo deixando cerca de 10 cm para fora. Lembrando que os sistemas de eletrodos mais utilizados são: hastes, chapas, cabos e malhas, em que qualquer um deles é sempre feito de cobre.
4. Em seguida, conecta-se um cabo ao eletrodo de cobre que será levado até o quadro central. Esse cabo deve ser ligado a barra de terra, de tal forma a distribuir os fios, colocando um em cada eletroduto. Em outras palavras, cada circuito deve possuir o seu fio terra que será, então, conectado nas tomadas.
5. Na hora de colocar o fio terra, a bitola dele deve acompanhar a bitola do fio fase, regra válida até cabos de 16mm^2 . A partir disso, a bitola do fio terra pode apresentar a metade da dimensão do fio fase. Como padrão, utilizar para as cores do fio terra verde e/ou amarelo.
6. Após a instalação do fio terra, substituir as tomadas antigas, de dois polos, pelas de 3 polos, ligando-as no terceiro fio da tomada. O uso do fio terra é de

extrema importância, mas vale lembrar que só ele não garante a segurança contra correntes elétricas. Então, para se ter um sistema de aterramento elétrico eficiente e seguro, se faz necessário a instalação de um Dispositivo Diferencial Residual (DR).

DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO

Esse dispositivo de proteção tem a finalidade de proteger um determinado circuito. A função do disjuntor é proteger os condutores elétricos que, por sua vez, alimentam determinadas cargas. Os dados técnicos de cada carga presente em um circuito são fundamentais para o dimensionamento do disjuntor. A partir da corrente elétrica de um circuito, dimensiona-se o condutor elétrico e, em função dos dados técnicos do condutor, dimensiona-se o disjuntor.



Proteção Térmica e Proteção Magnética

Existem disjuntores que possuem somente a proteção térmica, os famosos disjuntores térmicos, e também existe o disjuntor magnético. Para o disjuntor termomagnético, o nome já indica que o mesmo tem as duas proteções no mesmo dispositivo, ou seja, em um único dispositivo de proteção têm-se a proteção por efeito térmico e magnético.

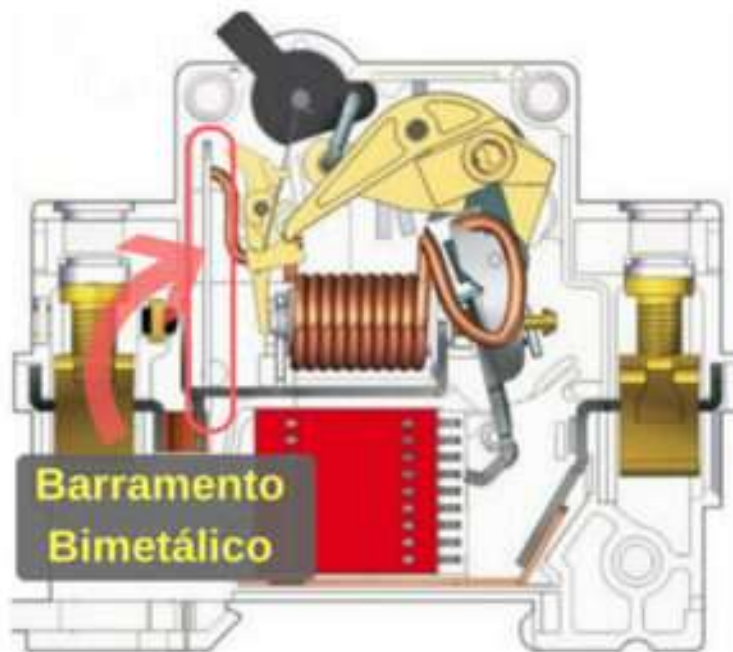
O mercado aceitou muito bem este dispositivo, então, além deste disjuntor possuir duas funções importantes, ele ainda se torna mais barato quando comparado ao disjuntor magnético.

Já no caso do disjuntor térmico o preço é mais parecido, porém o térmico deixa a desejar por proteger apenas contra sobrecorrente.

No mercado da eletricidade, existem diversos tipos de disjuntores além do termomagnético, isso ocorre devido ao tipo de aplicação. Ao analisar os setores residenciais, prediais e industriais, pode-se ver variações de modelos, como por exemplo, disjuntor termomagnético comum, disjuntor-motor e disjuntor de caixa moldada.

Funcionamento da proteção Térmica

A proteção Térmica é feita pela chapa/barramento (mostrada na figura a seguir), este componente interno é responsável pela proteção térmica.



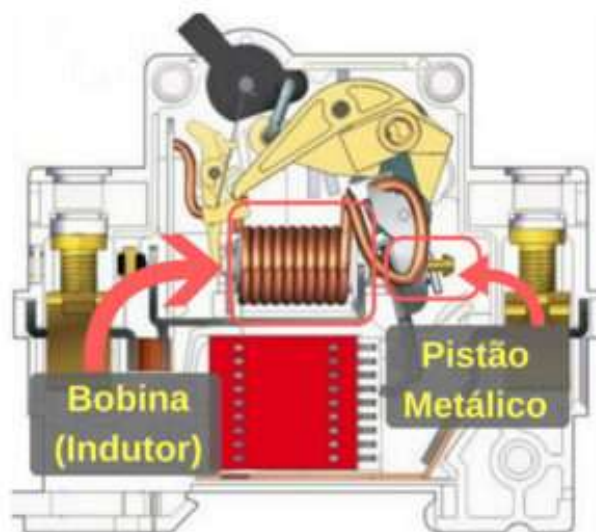
A corrente elétrica percorre por este componente e gera um fenômeno muito conhecido: o efeito joule. Ou seja, o barramento sofre um aquecimento liberando energia na forma de calor, isso é originado pela corrente elétrica.

Exemplo: um disjuntor cuja corrente é de 10A, neste caso, para correntes menores ou iguais ($I \leq 10A$), a chapa bimetálica suportará o aquecimento sem mudar a sua característica mecânica: a sua forma física permanece a mesma.

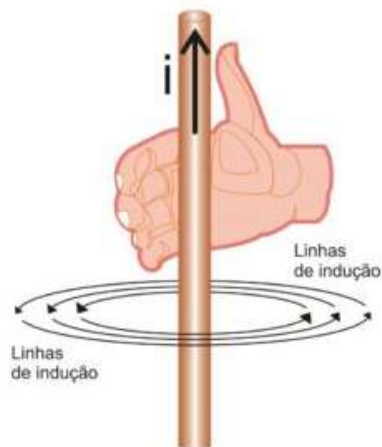
Caso a corrente ultrapasse o valor de 10A e permanecer constante (sobrecorrente/sobrecarga), o efeito joule sofrido pela chapa bimetálica irá aumentar além do nível nominal. Quando isso ocorrer, a chapa mudará a sua forma, neste momento a mesma irá empenar (encurvar) de modo que esta entrará em contato com o mecanismo interno do disjuntor e, por fim, provocando o desligamento do disjuntor.

Proteção Magnética

A proteção Magnética é feita por um indutor (bobina) em conjunto com um pistão metálico, o pistão metálico fica posicionado dentro da bobina, sendo que este não tem contato físico com a bobina.



Quando a corrente elétrica percorre por um cabo elétrico, um campo magnético é criado ao redor do mesmo.



Mesmo em condição nominal, sendo corrente com valor \leq (menor ou igual) a corrente nominal do disjuntor, o campo magnético deste indutor está presente, no momento em que acontece um curto-circuito, a corrente se eleva rapidamente e com um valor bem alto, quando comparado com a corrente nominal no momento do curto-circuito, o campo magnético do indutor tem um aumento proporcional ao pico de corrente, esse campo magnético induz o pistão metálico de tal forma que o mesmo se movimenta como se fosse um ímã.

Neste movimento, o pistão empurra o mecanismo do disjuntor, fazendo com que o mesmo desarme e faça a proteção do circuito: o circuito é protegido contra curto-circuito pela proteção magnética. É importante destacar que todo esse processo ocorre de maneira muito rápida.

Características e aplicação dos disjuntores termomagnéticos

Para se determinar o melhor disjuntor para cada tipo de circuito elétrico são

WWW.CEPEDCURSOS.COM

analisados inúmeros fatores, tais como tipo da rede elétrica, os cabos elétricos empregados no circuito e os equipamentos que estarão sendo protegidos.

No mercado existem alguns tipos de disjuntores específicos para cada tipo de instalação elétrica, como, por exemplo, os disjuntores unipolares, bipolares e tripolares, que são aplicados em redes monofásicas, bifásicas ou trifásicas.

Suas características são:

- Disjuntor Unipolar: é indicado para circuitos com uma única fase. Ex: circuitos de iluminação e tomadas em sistemas fase/neutro (127 ou 220 V);
- Disjuntor Bipolar: é indicado para circuitos com duas fases. Ex: circuitos para chuveiros e torneiras elétricas em sistemas bifásicos fase/fase (220 V);
- Disjuntor Tripolar: é indicado para circuitos com três fases. Ex: circuitos para motores em sistemas trifásicos (220 ou 380 V).



Além desses tipos de disjuntores, existem outras duas proteções que são itens obrigatórios de acordo com a norma NBR 5410. São os DR e DPS:

- DR (Dispositivo Diferencial Residual): protege pessoas e animais contra choques elétricos;
- DPS (Dispositivo de Proteção contra Surtos): protege os equipamentos ligados aos circuitos elétricos contra sobretensões e o circuito da residência.

Outros modelos de disjuntor que podem ser aplicados em redes domésticas são os disjuntores termomagnéticos, esses modelos possuem uma característica típica que determina a sua aplicação em cada circuito, são as curvas B, C e D:

- Os disjuntores de curva B são indicados para cargas resistivas com pequena corrente de partida, por exemplo, aquecedores elétricos, fornos elétricos e lâmpadas incandescentes e atuam em correntes de curto-circuito de três a

cinco vezes a sua corrente nominal;

- Os disjuntores de curva C são indicados para cargas de média corrente de partida, por exemplo, motores elétricos, lâmpadas fluorescentes e máquinas de lavar roupas e eles atuam em correntes de curto-circuito de cinco a dez vezes a corrente nominal;
- Os disjuntores de curva D são indicados para cargas com grande corrente de partida, por exemplo, transformadores BT/BT (baixa tensão), esses disjuntores atuam para correntes de curto-circuito entre dez e vinte vezes a sua nominal.



Dimensionando o disjuntor correto



Para dimensionar o disjuntor ideal para cada circuito o cálculo básico a ser usado é o da lei de Ohm, onde se devem separar os circuitos de iluminação, tomadas de uso geral e tomadas de uso específico. Em cada circuito é feito o cálculo de corrente total e após isso determinar o disjuntor.

Dificilmente é encontrado o disjuntor do mesmo valor calculado, dessa forma é necessário utilizar o disjuntor com valor acima do calculado. Por exemplo, se a conta deu 13 A, utilizar disjuntor de 16 A, e assim por diante. A fórmula da lei de Ohm é dada por:

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

I: corrente nominal calculada do circuito;

P: Soma das potências do circuito;

U: tensão nominal da rede.

Os circuitos deverão seguir uma linha de raciocínio para sua separação e posterior proteção. Dessa forma, é feita da seguinte maneira:

- Iluminação residencial básica:
 - Os disjuntores não devem ser superiores a 10 A;
 - Os cabos condutores devem ser de no mínimo 1,5mm².

- Tomadas de Uso Geral (TUG):
 - Disjuntores não devem ser superiores a 20 A;
 - Utilizar cabos de 2,5mm²;
 - Em circuitos com tensão de 127 V a soma de potência não deve ultrapassar 2.540 W. Em 220 V não ultrapassar 4.400 W. Caso ultrapassar, separar em mais de um circuito TUG;

- Tomadas de Uso Específico: TUE (chuveiro, ar condicionado, motor, etc.):
 - Neste caso, no manual dos equipamentos é descrito o disjuntor correto para proteção do mesmo, sendo assim, é recomendado um circuito separado para cada equipamento e um disjuntor para cada circuito;
 - Os cabos devem ser apropriados para que cada circuito funcione corretamente;
 - Nunca agrupar outro circuito nos TUE.

- Circuitos puramente resistivos (aquecedores, lâmpadas incandescentes, etc.)
 - Utilizar disjuntor de curva B;
 - Utilizar mesma metodologia de cálculo para tomadas TUE;
 - Neste circuito, atentar nas tomadas, pois as comuns aguentam até 20 A, mas em circuitos resistivos podem exigir correntes superiores a 30 A;

- Circuitos indutivos (motores, reatores, etc.)
 - Utilizar disjuntor curva C;
 - Caso exista equipamentos com mais de 10 A é aconselhável deixá-lo com um circuito exclusivo.

Referências

<https://escola.britannica.com.br/artigo/eletricidade/481213#:~:text=Introdu%C3%A7%C3%A3o,e%20enviada%20atrav%C3%A9s%20de%20cabos.>

<https://p3r3.com/introducao-a-eletricidade/>

<https://www.todamateria.com.br/leis-de-ohm/>

<https://www.coladaweb.com/fisica/eletricidade/circuitos-eletricos>

<https://www.mundodaeletrica.com.br/diferencas-entre-sistema-trifasico-bifasico-e-monofasico/>

<https://brasile scola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-um-transformador.htm>

<https://www.cursonr10.com/quais-ferramentas-o-eletricista-precisa>

<https://www.sta-eletronica.com.br/artigos/baterias-em-geral/testes-de-baterias/como-usar-um-multimetro-digital>

<https://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/arquitetura-construcao/conheca-as-etapas-do-projeto-eletrico/>

<https://www.mundodaeletrica.com.br/entendendo-projetos-eletricos/#:~:text=O%20projeto%20el%C3%A9trico%20%C3%A9%20a,plantas%20el%C3%A9tricas%2C%20layout%20e%20etc.>

<https://www.foxlux.com.br/blog/dicas/como-dimensionar-eletrodutos/>

<https://escoladaeletrica.com/como-funciona-um-disjuntor-termomagnetico/>

<https://www.triider.com.br/blog/como-instalar-tomada/>

<https://blogdaliga.com.br/como-ligar-uma-simples-lampada/>

<http://conectafig.com.br/diy-como-instalar-uma-tomada/>

<https://blog.borealled.com.br/como-instalar-interruptor-luz-lampada/>

<https://atomeletrica.com.br/minuteria-passo-a-passo/#:~:text=Ao%20receber%20um%20pulso%20em,outro%20pulso%20e>



m%20seu%20terminal.

<https://www.sabereletrica.com.br/emendas-de-fios/>

<https://www.newtoncbraga.com.br/index.php/eletrica-domiciliar/2937-el034.html>

<https://www.sabereletrica.com.br/como-dimensionar-disjuntor/>

<https://neoipsum.com.br/tipos-de-eletrodutos-e-qual-voce-deve-usar/>

[https://athoselectronics.com/como-funciona-indutor/#:~:text=Indutores%20s%C3%A3o%20dispositivos%20eletr%C3%B4nicos%20capazes,pela%20grandeza%20Henry%20\(H\).](https://athoselectronics.com/como-funciona-indutor/#:~:text=Indutores%20s%C3%A3o%20dispositivos%20eletr%C3%B4nicos%20capazes,pela%20grandeza%20Henry%20(H).)

<https://lgnservicos.com.br/indutores/>

<https://blog.tocaobra.com.br/tipos-de-quadro-de-distribuicao/#:~:text=Um%20quadro%20de%20distribui%C3%A7%C3%A3o%20conecta,e%20perigosas%20sobrecargas%20de%20energia.>

<https://www.sienge.com.br/blog/seguranca-em-eletricidade/>

[https://www.news-medical.net/health/Electric-Shock-First-Aid-\(Portuguese\).aspx](https://www.news-medical.net/health/Electric-Shock-First-Aid-(Portuguese).aspx)

<https://engenharia360.com/tudo-sobre-spda/>