



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA

DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ELETRÔNICA INDUSTRIAL

Acionamentos Eletrônicos



GUIA DE ESTUDO

- OBJETIVO DE APRENDIZAGEM - ELEMENTOS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

ELEMENTOS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Objetivo de Aprendizagem

Conhecer os principais elementos de instalações elétricas.

Objetivos parciais

- Conhecer simbologia dos elementos de instalações elétricas;
- Conhecer os principais elementos das instalações elétricas;
- Descrever os elementos que compõem uma instalação elétrica;
- Saber como representar os elementos das instalações elétricas nos diagramas unifilares.

Aulas relacionadas

Este objetivo de aprendizagem está relacionado com a aula 02 da disciplina.

Pré-requisitos

Ter estudado o objetivo de aprendizagem 01 relacionado aos princípios de instalações elétricas.

Continuidade dos Estudos

O próximo objetivo de aprendizagem será projetar instalações elétricas simples.

Roteiro para estudos

Os estudos referentes a este objetivo de aprendizagem consistem em:

1. Estudar este documento resumo, realizando as atividades propostas no mesmo;
2. Responder o quiz relacionado a este objetivo de aprendizagem;
3. Caso perceba necessidade, estudar a apresentação deste assunto ou consultar os livros texto indicados para esta disciplina;
4. Realizar os exercícios deste tópico da matéria;
5. Realizar a avaliação final para progredir ao próximo conteúdo.

Referências

- Material disponibilizado para a disciplina de Acionamentos Eletrônicos – 2021/1.
Departamento Acadêmico de Eletrônica, Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Florianópolis.
- CREDER, H. Instalações Elétricas. São Paulo: Livros Técnicos e científicos Editora, 2002.

Check-list

Caro estudante, verifique se você completou as atividades deste objetivo de aprendizagem e obteve êxito para continuar seus estudos.

Assinale as atividades realizadas:

Estudo do documento resumo:

- Leitura do documento resumo;
- Exercícios do documento resumo;
- Atividade avaliativa do documento resumo.
- Obtive êxito e entendi o conteúdo deste documento;
- Ainda não entendi bem o conteúdo e estudarei o mesmo com mais profundidade.

Estou com dúvidas, irei estudar com mais detalhes este conteúdo:

- Assistir a apresentação relacionada ao conteúdo (apresentação 01);
- Ler os capítulos deste conteúdo no livro (capítulos 01 e 02).

Ainda estou com dúvidas:

- Entrarei em contato com o professor.

Obtive êxito, então seguirei em frente:

- Responder ao quiz deste conteúdo no Moodle;
- Informar ao professor que estou avançando com o conteúdo.

Parabéns, continue estudando com afinco e vamos em frente!!

CONTEÚDO

**- OBJETIVO DE APRENDIZAGEM -
ELEMENTOS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**

1 Introdução

O conteúdo a ser estudado neste tópico da disciplina se refere aos elementos que compõem uma instalação elétrica, descrevendo-se e representando os mesmos em diagramas unifilares sobre plantas baixas de edificações.

Assim, é fundamental que você conheça e saiba descrever os principais elementos de uma instalação elétrica, além de conhecer a simbologia relacionada com a representação em diagramas unifilares dos componentes e suas interconexões, em termos de instalações elétricas simples.

1.1 Conteúdo – O que irei estudar

Estudaremos neste tópico:

- Simbologia de elementos de instalações elétricas;
- Principais elementos de instalações elétricas.

1.2 Metodologia – O que devo fazer e como fazer

Leia com atenção o conteúdo a seguir. Ao final deste tópico são apresentados exercícios resolvidos. Após são apresentados alguns exercícios propostos.

Ao realizar estas atividades e se sentir confiante para progredir, siga os passos indicados na primeira página deste documento.

Espera-se que após estudar este assunto, você consiga:

- Descrever os elementos de uma instalação elétrica simples;
- Representar simbolicamente os elementos de uma instalação elétrica.

A atividade avaliativa deste objetivo de aprendizagem consistirá em perguntar ao estudante para descrever os elementos de uma instalação elétrica.

Exemplo de atividade avaliativa:

1. Cite alguns elementos que compõem uma instalação elétrica.
2. Descreva sobre dispositivos de proteção das instalações elétricas.
3. Represente alguns elementos com sua simbologia correspondente.
4. Explique o funcionamento de alguns elementos de instalações elétricas simples.

2 Simbologia de Elementos de Instalações Elétricas

2.1 Introdução

A representação dos elementos que compõem as instalações elétricas é realizada por meio de símbolos específicos, visando o desenho do diagrama unifilar sobre a planta baixa da edificação.

É importante destacar que, em virtude de variações na simbologia representativa de elementos de instalações elétricas, todo projeto deve conter uma legenda, com objetivo de esclarecer e definir os símbolos empregados em cada caso em específico.

A seguir serão apresentados os símbolos dos principais elementos utilizados em instalações elétricas.

2.2 Norma NBR 5444

A norma NBR 5444 de 1989 definia a simbologia a ser empregada na representação dos elementos de instalações elétricas. Esta norma foi cancelada, mas continua em uso, visto a ABNT recomendar o emprego de duas normas internacionais, quais sejam:

- EC 60417 – símbolos gráficos para uso em equipamentos (*graphical symbols for use on equipment*);
- IEC 60617 – símbolos gráficos para diagramas (*graphical symbols for diagrams*).

A NBR 5444 considera que a construção da simbologia é baseada em figuras geométricas, para permitir uma representação adequada e coerente dos dispositivos elétricos; se baseando na conceituação simbólica de quatro elementos geométricos básicos: o traço, o círculo, o triângulo equilátero e o quadrado. A Figura 1 apresenta o desenho dos elementos geométricos empregados na NBR 5444; os quais representam:

- Traço - seguimento de reta que representa o eletroduto;
- Círculo - representa três funções básicas: o ponto de luz, o interruptor e a indicação de qualquer dispositivo embutido no teto;
- Triângulo equilátero - representa tomadas em geral;
- Quadrado - qualquer tipo de elemento no piso ou conversor de energia (motor elétrico).

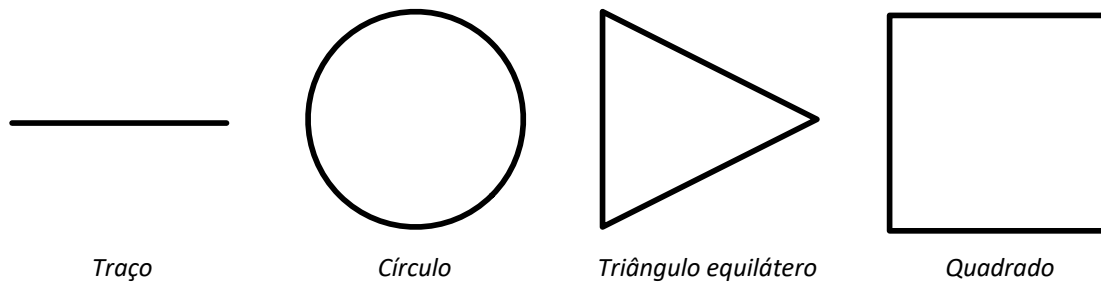


Figura 1 – Figuras geométricas utilizados na NBR 5444.

Fonte: (NBR 5444, 1989).

2.3 Simbologia usual

Em virtude do cancelamento da norma NBR 5444 e do emprego de diferentes símbolos para representar os elementos, considerando também a evolução tecnológica e a incorporação de diferentes funcionalidades aos dispositivos de instalações elétricas, tem-se, conforme cada projetista, escritório de projetos ou empresa da área, símbolos específicos, que são denominados de usuais.

Além disso, na literatura técnica também aparecem símbolos diferentes, não havendo consenso sobre a representação dos elementos de instalações elétricas.

De todo modo, em geral, alguns símbolos são utilizados com mais frequência, tornando-se um padrão usual entre os profissionais da área.

2.4 Tabela de símbolos dos principais elementos

A partir da NBR 5444 e dos símbolos mais usuais empregados na área, não se pretendendo abarcar todo o universo de elementos de instalações elétricas ou de possibilidades de representação, são apresentadas a seguir, tabelas com os símbolos dos principais elementos de instalações elétricas.

A Tabela 1 apresenta a simbologia de pontos de alimentação, ou seja, de tomadas. Os pontos de iluminação são apresentados na Tabela 2 e os interruptores que os comandam, por exemplo, na Tabela 3.

A Tabela 4 apresenta a simbologia para os dutos (eletrodutos) e os condutores da instalação elétrica, enquanto a Tabela 5 apresenta os diferentes quadros a serem utilizados no projeto desta instalação.

Por fim, a Tabela 6 apresenta elementos diversos, utilizados para representar os componentes do sistema de imagem (TV), dados (internet e telefone), segurança, dentre outros.

Tabela 1 – Simbologia para tomadas.

Tomadas		
Símbolos		Significado
NBR 5444	Usual	
		Tomada baixa na parede (a 30 cm do piso acabado)
		Tomada média na parede (a 130 cm do piso acabado)
		Tomada alta na parede (a 200 cm do piso acabado)
		Tomada no piso

Fonte: Adaptado de (NBR 5444, 1989).

Tabela 2 – Simbologia para pontos de iluminação.

Pontos de iluminação		
Símbolos		Significado
NBR 5444	Usual	
		Ponto de luz incandescente no teto
		Ponto de luz incandescente na parede (arandela, altura de 1,80 m)
		Ponto de luz incandescente na parede (arandela, altura de 2,20 m)
		Ponto de luz incandescente embutido no teto
		Ponto de luz fluorescente no teto
		Ponto de luz fluorescente na parede (arandela)
		Ponto de luz fluorescente embutido no teto

Fonte: Adaptado de (NBR 5444, 1989).

Tabela 3 – Simbologia para interruptores.

Interruptores			
Símbolos		Significado	
NBR 5444	Usual		
	S	Interruptor simples (1 seção)	
	S ₂	Interruptor duplo (2 seções)	
	S ₃	Interruptor triplo (3 seções)	
	S _W	Interruptor paralelo (<i>Three-Way</i>)	
	S _{4W}	Interruptor intermediário (<i>Four-Way</i>)	
		Botão na parede (tipo campainha)	
		Botão no piso	
		Disjuntor a seco	
			Disjuntor diferencial residual
			Supressor de surtos

Fonte: Adaptado de (NBR 5444, 1989).

Tabela 4 – Simbologia para dutos e condutores.

Dutos e condutores		Significado
Símbolos	NBR 5444	
		Eletróduto embutido no teto ou parede
		Eletróduto embutido no piso
		Condutor da fase no interior do eletróduto
		Condutor do neutro no interior do eletróduto
		Condutor do retorno no interior do eletróduto
		Condutor de proteção no interior do eletróduto (terra)
		Caixa de derivação ou passagem no piso
		Caixa de derivação ou passagem no teto
		Caixa de derivação ou passagem na parede

Fonte: Adaptado de (NBR 5444, 1989).

Tabela 5 – Simbologia para quadros.

Quadros		
Símbolos		Significado
NBR 5444	Usual	
		Quadro parcial (terminal) aparente na parede
		Quadro parcial (terminal) embutido na parede
		Quadro de distribuição (geral) aparente na parede
		Quadro de distribuição (geral) embutido na parede
		Quadro de comunicação (telefones)
		Quadro geral e de medição

Fonte: Adaptado de (NBR 5444, 1989).

Tabela 6 – Simbologia para comunicação e sinalização.

Comunicação, sinalização, etc.		Significado
Símbolos	Usual	
		Caixa de entrada de sinal de dados e imagem
		Ponto de telefone (altura de 30 cm ou 110 cm)
		Ponto de sinal de imagem (altura de 30 cm)
		Tubulação de sinal de imagem
		Tubulação de rede de alarme
		Quadro para central de alarme
		Ponto para comando de alarme
		Ponto para sensor de presença

Fonte: Adaptado de (NBR 5444, 1989).

3 Elementos de Instalações Elétricas

3.1 Introdução

A quantidade de elementos utilizados em instalações tem aumentado em virtude da evolução tecnológica e utilização com mais intensidade de automação residencial, por exemplo.

Assim, este documento tem por objetivo apresentar os principais elementos de uma instalação elétrica simples, para uso residencial ou comercial, isto é, aqueles que são comumente empregados na maioria dos projetos de instalações elétricas em baixa tensão e alimentação pelo sistema de distribuição secundária, conforme estudado anteriormente neste curso.

A seguir serão apresentados os principais elementos de instalações elétricas, e conforme o caso, seu funcionamento e circuitos elétricos correspondentes.

3.2 Elementos para iluminação

As lâmpadas elétricas são dispositivos de iluminação, que visam prover níveis confortáveis para os usuários nos diferentes ambientes que habitam. As lâmpadas também podem ser empregadas para finalidades diversas, como aquecimento, secagem, etc., sendo que estes usos fogem do escopo de um projeto de instalação elétrica simples e de uso residencial ou comercial.

Os interruptores são, em geral, os dispositivos empregados para o comando de lâmpadas elétricas; podendo se utilizar também sensores de presença ou outros dispositivos para esta finalidade.

A seguir serão apresentados alguns modelos de lâmpadas e interruptores, e a seguir, os principais circuitos elétricos utilizados em instalações elétricas simples.

3.3 Principais modelos de lâmpadas

A quantidade de modelos de lâmpadas disponíveis comercialmente é grande, se alterando conforme ocorrem evoluções tecnológicas ou normativas. A norma NBR 5444 expressa alguns símbolos especificamente para lâmpadas incandescentes, sendo que atualmente esta estão em desuso por questões tecnológicas e legais.

Os modelos mais comuns de lâmpadas são incandescentes, fluorescentes compactas, fluorescentes tubulares, luz mista, vapor de mercúrio e LED; tendo-se uma tendência ao uso mais intenso das lâmpadas com base na tecnologia LED em virtude de sua eficiência, durabilidade, flexibilidade de controle, dentre outras características.

Exemplos de lâmpadas são apresentados a seguir e mostrados nas Figura 2 e Figura 3:

- LED E27 – são lâmpadas utilizando diodos emissores de luz (LED) com os circuitos

de acionamento (reatores eletrônicos) incorporados, que possuem conexão ao circuito por meio de rosca Edison, especificadas como E27 (Edison 27);

- Tubular de LED – utilizam a tecnologia LED tendo dimensões maiores, na forma de tubos, para iluminação de ambientes de médias e grandes dimensões, necessitando de reator eletrônico externo;
- Dicroica convencional - são lâmpadas halógenas de baixa tensão de funcionamento, contendo internamente uma superfície refletora, servindo para filtrar a radiação infravermelha da parte traseira da lâmpada; utilizadas para finalidades decorativas ou em vitrines e expositores de produtos, por exemplo;
- Dicroica LED – é uma lâmpada que utiliza a tecnologia LED (não-halogênica), substituindo as lâmpadas dicroicas convencionais;
- LED de embutir – são lâmpadas com tecnologia LED para embutir em móveis, tetos ou outras superfícies, com finalidades de iluminação, decorativas ou funcionais, com controle de temperatura e/ou brilho, por exemplo;
- Vintage de LED – são modelos diferenciados, com características estéticas relevantes, utilizadas para diferentes finalidades e usabilidades, principalmente para destacar ambientes ou elementos.



LED E27

Dicroica LED

Embutir LED

Figura 2 – Modelos de lâmpadas comerciais.

Fonte: <https://saveenergylife.com.br>. Acesso em 25/05/2021.



LED tubular

Vintage LED

Figura 3 – Modelos de lâmpadas comerciais.

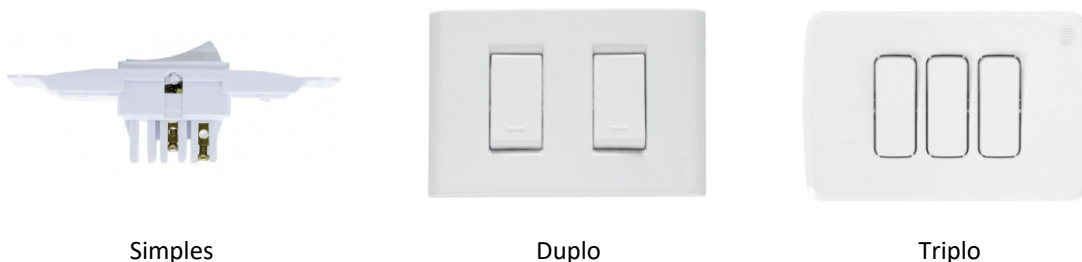
Fonte: <https://saveenergylife.com.br>. Acesso em 25/05/2021.

3.4 Principais modelos de interruptores

Interruptores são dispositivos eletromecânicos para comando de lâmpadas elétricas. Assim, estes elementos permitem que o usuário ligue e desligue o elemento de iluminação correspondente. Em geral, os interruptores são instalados em alturas que variam de 1,10 m até 1,30 m do piso acabado.

Os principais tipos de interruptores são apresentados a seguir e mostrados nas Figura 4 e Figura 5:

- Interruptor simples – possui uma seção apenas, utilizado para ligar e desligar elementos de iluminação isolados ou agrupados em um circuito apenas;
- Interruptor duplo – possui duas seções, podendo comandar de um mesmo local dois elementos de iluminação isolados ou agrupados em dois circuitos distintos;
- Interruptor triplo – possui três seções, podendo comandar de um mesmo local três elementos de iluminação isolados ou agrupados em três circuitos distintos;
- Interruptor paralelo – também conhecido por *Three-Way* (três vias), é utilizado para comandar elementos de iluminação de dois locais distintos, comumente em duas portas do ambiente ou na porta e cabeceira da cama nos quartos de dormir, por exemplo;
- Interruptor intermediário – também conhecido por *Four-Way* (quatro vias) ou interruptor cruz, é utilizado em conjunto com dois interruptores paralelos, para comandar os elementos de iluminação de três ou mais locais, comum em corredores longos, por exemplo em hotéis;
- Pulsador – também chamado de botão de campainha, é um interruptor de pressão, que permanece aberto na posição de repouso e fecha o circuito quando pressionado, sendo utilizado para acionar elementos de sinalização, como campainhas, por exemplo.



Fonte: <https://www.transmobil.com.br>.

Fonte: <https://www.tramontina.com.br>.

Fonte: <https://www.weg.net>.

Figura 4 – Modelos de interruptores comerciais.



Paralelo

Fonte: <https://www.transmobil.com.br>.

Intermediário

Fonte: <https://www.tramontina.com.br>.

Pulsador

Fonte: <https://www.weg.net>.*Figura 5 – Modelos de interruptores comerciais.*

3.5 Principais circuitos de comando de lâmpadas

A seguir serão apresentados os principais circuitos de comando de elementos de iluminação (lâmpadas) empregando os interruptores apresentados anteriormente, mostrando-se os diagramas unifilar e multifilar e destacando-se os detalhes da simbologia dos dispositivos, quando for o caso.

3.5.1 Interruptor simples comandando lâmpada

A Figura 6 mostra os diagramas unifilar e multifilar do circuito de comando de uma lâmpada no teto, a partir de um interruptor simples, onde o circuito e a seção destes elementos são identificados com o número 3 e a letra a.

É importante destacar que no diagrama unifilar se tem toda a representação do ponto de vista de projetos elétricos, sendo o diagrama multifilar empregado aqui para o entendimento do funcionamento do circuito.

As lâmpadas são conectadas entre os condutores fase e neutro do circuito de alimentação, sem a necessidade do condutor de proteção (terra). Importante ressaltar que o elemento interruptor sempre deve ser colocado em série com o condutor fase do circuito. Após o interruptor, o condutor passa a ser chamado de retorno, conectando o interruptor até a lâmpada. Por sua vez, a lâmpada é conectada diretamente no condutor neutro da alimentação.

A identificação do elemento de iluminação (lâmpada) é dada pelo seu símbolo no diagrama unifilar, sendo:

- Potência – lâmpada de 50 W;
- Circuito – circuito 3;
- Seção – seção a;
- Posição de montagem – no teto.

Os condutores ao longo dos dutos, neste caso eletrodutos montados nas paredes ou tetos, tem sempre a identificação do circuito e seção correspondentes (3 e a, neste caso).

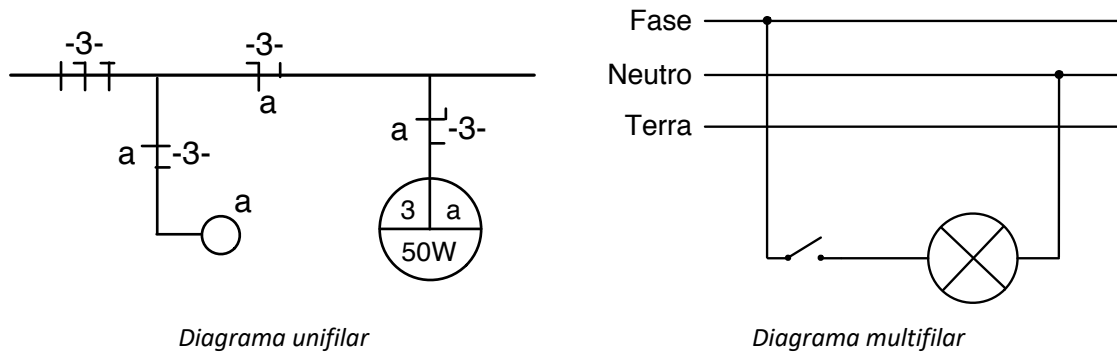


Diagrama unifilar

Diagrama multifilar

Figura 6 – Circuito de comando de lâmpada com interruptor simples.

3.5.1 Interruptor duplo comandando lâmpadas

A Figura 7 mostra os diagramas unifilar e multifilar do circuito de comando de duas lâmpadas no teto, a partir de um interruptor duplo, onde o circuito e a seção destes elementos são identificados com o número 3 e as letras a e b. Nota-se que neste caso, os elementos estão no mesmo circuito (número 3), mas cada lâmpada em uma seção correspondente (a, b).

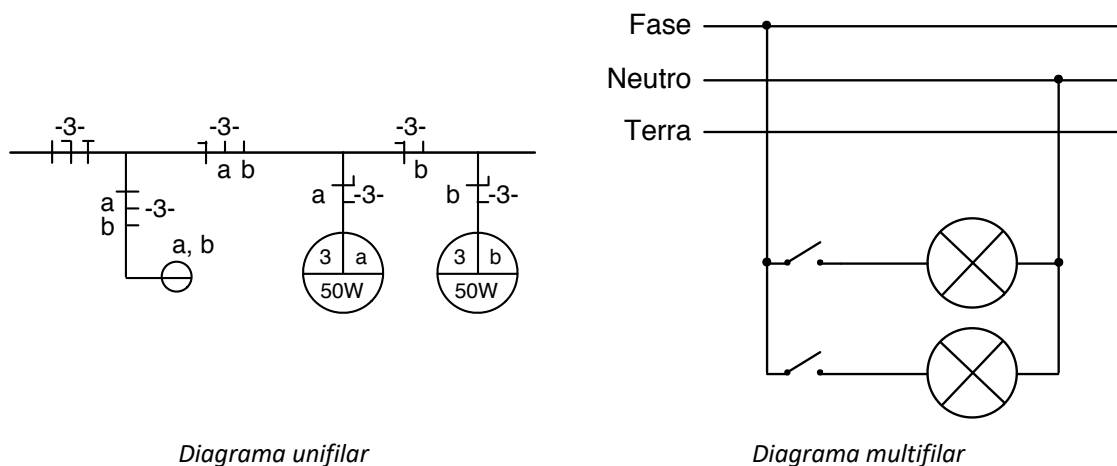


Diagrama unifilar

Diagrama multifilar

Figura 7 – Circuito de comando de lâmpadas com interruptor duplo.

3.5.1 Interruptores paralelos comandando lâmpadas

A Figura 8 mostra os diagramas unifilar e multifilar do circuito de comando de uma lâmpada no teto, a partir de dois interruptores paralelos, sendo possível então, ligar e desligar a lâmpada de dois locais diferentes.

Os diagramas unifilares mostrados aqui são genéricos, isto é, não mostram a posição dos elementos sobre a planta baixa da edificação, como será feito quando da realização do projeto elétrico da instalação.

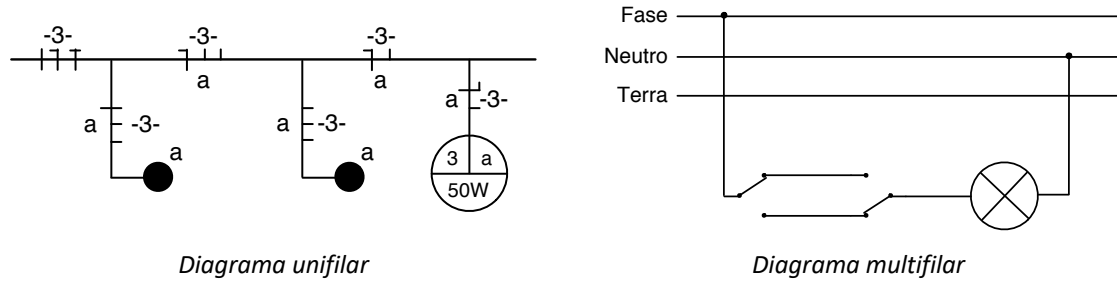


Diagrama unifilar

Diagrama multifilar

Figura 8 – Circuito de comando de lâmpada com interruptores paralelos.

3.5.1 Interruptores paralelos e intermediário comandando lâmpadas

A Figura 9 mostra os diagramas unifilar e multifilar do circuito de comando de uma lâmpada no teto, a partir de dois interruptores paralelos e um intermediário, sendo possível então, ligar e desligar a lâmpada de três locais diferentes.

O número de locais de comando do elemento de iluminação pode ser definido em função do número de interruptores intermediários utilizados, começando em três (dois paralelos e um intermediário) e indo até o quantitativo desejado, sempre utilizando dois interruptores paralelos adicionados ao número de interruptores intermediários necessários para cada caso. A Figura 10 mostra os diagramas multifilar e funcional de um circuito com dois interruptores paralelos e dois interruptores intermediários, resultando em quatro locais distintos para comando da lâmpada.

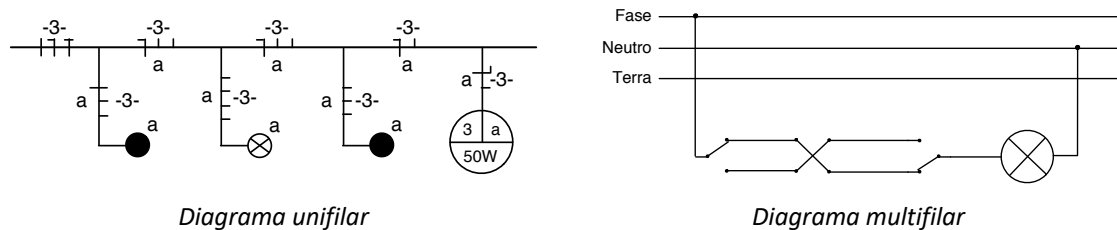


Diagrama unifilar

Diagrama multifilar

Figura 9 – Circuito de comando de lâmpada com interruptores paralelos e intermediário.

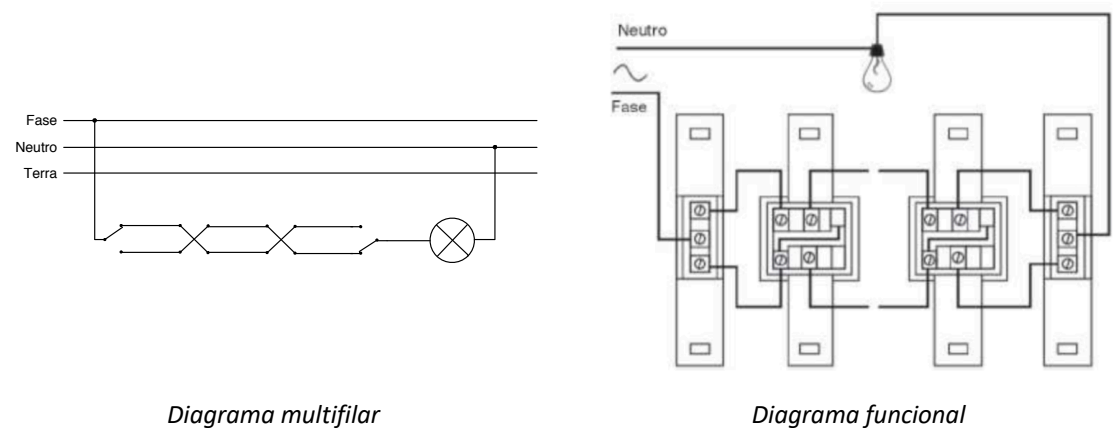


Diagrama multifilar

Diagrama funcional

Figura 10 – Circuito de comando de lâmpada com interruptores paralelos e intermediário.

Fonte: Fonte: (Pial-Legrand apud Creder, 2002).

4 Elementos de Conexão (Tomadas)

4.1 Introdução

O capítulo anterior deste curso abordou o sistema de distribuição de energia elétrica, culminando na entrega da mesma ao consumidor.

A partir da entrada de energia elétrica no imóvel ou edificação, após o sistema de medição, tem os diferentes elementos que disponibilizam esta energia aos equipamentos (consumidores finais). Os dispositivos mais comuns para se disponibilizar a energia elétrica aos equipamentos são as tomadas, que em conjunto com os plugues, permitem a conexão dos equipamentos à rede de energia elétrica.

A NBR 5410 define de pontos de utilização os pontos de uma linha elétrica destinados à conexão de equipamento de utilização; que podem ser classificados entre outros critérios, de acordo com a tensão da linha elétrica, a natureza da carga prevista (ponto de luz, ponto para aquecedor, ponto para aparelho de ar-condicionado, etc.) e o tipo de conexão previsto (ponto de tomada, ponto de ligação direta).

A seguir serão apresentados os principais modelos de tomadas e a seguir os diagramas unifilar e multifilar de seus circuitos elétricos.

4.2 Principais modelos de tomadas

As tomadas e plugues são regulamentadas no Brasil pela NBR 14136 de 2012, que definiu o novo padrão a ser utilizado nacionalmente.

Em termos de tomadas para uso comum, isto é, residencial, comercial e industrial, para conexão de equipamentos monofásicos, se tem dois tipos:

- Tomada de uso geral (TUG) – são tomadas para correntes até 10 A, com orifício de encaixe do plugue com dimensão de 4 mm;
- Tomada de uso específico (TUE) – são tomadas para correntes até 20 A, com orifício de encaixe do plugue com dimensão de 4,8 mm.

A partir da diferenciação na dimensão dos orifícios de encaixe dos pontos de conexão dos plugues, pretende-se evitar que um equipamento de potência maior (uso específico) seja conectado incorretamente em uma tomada de uso geral.

As tomadas de uso geral (TUG) se destinam à conexão de equipamentos eletroeletrônicos convencionais de baixa potência, tais como: rádios, televisores, ventiladores, fontes de alimentação de computadores, telefones celulares, dentre outros.

Por outro lado, as tomadas de uso específico (TUE) se destinam à conexão de equipamentos específicos e de maior potência, tais como: chuveiros, torneiras elétricas, fornos elétricos, ferros de passar roupa, dentre outros.

Os principais tipos de tomadas são mostradas na Figura 11, mostrando-se exemplos de tomadas de uso geral, específico e de embutir.



Tomada de uso geral

Fonte: <https://www.transmobil.com.br>.



Tomada de uso específico

Fonte: <https://www.tramontina.com.br>.



Tomada para painel (embutir)

Fonte: <https://www.weg.net>.

Figura 11 – Modelos de tomadas comerciais.

4.1 Principais circuitos para tomadas

A seguir serão apresentados os principais circuitos de tomadas de uso geral e específico, mostrando-se os diagramas unifilar e multifilar e destacando-se os detalhes da simbologia dos dispositivos, quando for o caso.

A Figura 12 mostra os diagramas unifilar e multifilar de tomada tripolar (fase, neutro e terra) do circuito 5, montada a 30 cm do piso acabado, com potência de 100 VA. Destaca-se que se a potência for de 100 VA não precisa ser indicada junto ao elemento.

Por sua vez, a Figura 13 mostra os diagramas unifilar e multifilar de tomada tripolar (fase, neutro e terra) do circuito 3, montada a 130 cm do piso acabado, com potência de 300 VA.

Importante ressaltar que pelo padrão de tomadas e pluges regulamentadas pela NBR 14136 se terá potências de até 2200 VA em 220 V, para tomadas de uso geral (TUG) e 4400 VA para tomadas de uso específico (TUE). Nestes casos, seguindo-se a NBR 5444 (cancelada), seria necessário especificar a potência sempre ao lado de todas as tomadas do projeto. Assim, é comum na área de projetos, se especificar símbolos específicos para as tomadas de conexão de equipamentos bem definidos, como chuveiros, motobombas, cozinha, etc., sabendo-se que sua corrente será de 20 A.

A sequência correta para a conexão dos condutores fase, neutro e terra (proteção) nas tomadas tripolares é definido na NBR 14136, conforme mostrado na Figura 14.

As tomadas para conexão de elementos de sinalização, segurança e dados, por exemplo, são especificadas no projeto com simbologia própria, visando sua diferenciação e facilidade de identificação em relação às tomadas de uso geral e específico.

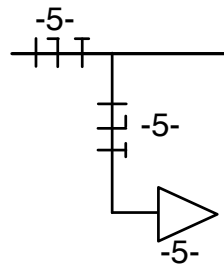


Diagrama unifilar

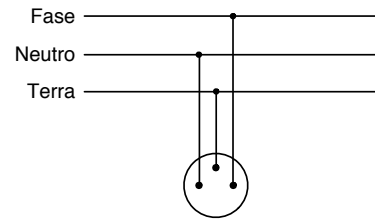


Diagrama multifilar

Figura 12 – Circuito de tomada de uso geral a 30 cm do piso.

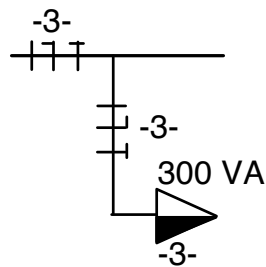


Diagrama unifilar

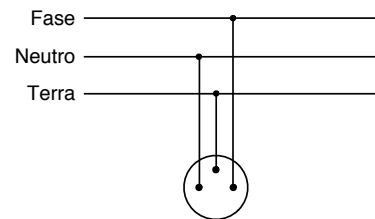


Diagrama multifilar

Figura 13 – Circuito de tomada de uso geral a 30 cm do piso.

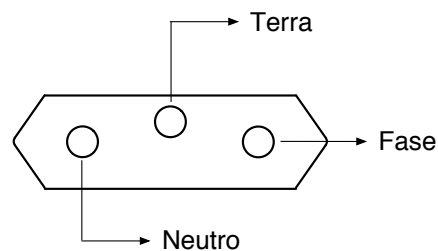


Figura 14 – Sequência de conexões nas tomadas tripolares, conforme a NBR 14136.

5 Elementos de Proteção

5.1 Introdução

Os elementos de proteção tem a finalidade de proteger o usuário e o próprio sistema de energia elétrica contra diferentes faltas (falhas), como curto-circuitos, descargas atmosféricas, correntes de fuga, dentre outras.

A seguir serão apresentados os principais elementos de proteção utilizados em instalações elétricas de baixa tensão.

5.2 Disjuntores termomagnéticos

Os disjuntores termomagnéticos são dispositivos de manobra (mecânicos) e de proteção,

capazes de estabelecer, conduzir e interromper correntes em condições normais do circuito, assim como estabelecer, conduzir por tempo especificado e interromper correntes em condições anormais especificadas do circuito, tais como as de curto-circuito (Adaptado de Cotrim, 2003)¹.

Os disjuntores são normalmente usados para proteção e manobra de circuitos de distribuição e terminais, montados em quadros de distribuição padronizados. Neste caso, são montados em caixas moldadas e podem ser unipolares, bipolares e tripolares, geralmente com acionamento manual e, se forem equipados com disparadores térmicos e eletromagnéticos, serão chamados de disjuntores termomagnéticos.

A Figura 15 mostra exemplos de disjuntores termomagnéticos comerciais, apresentando três modelos: disjuntor de 1 polo (monofásico ou unipolar); disjuntor de 2 pólos (bifásico ou bipolar); e disjuntor de 3 pólos (trifásico ou tripolar).



Disjuntor unipolar

Fonte: <https://www.se.com/br/pt>.

Disjuntor bipolar

Fonte: <https://www.tramontina.com.br>.

Disjuntor tripolar

Fonte: <https://www.tramontina.com.br>.

Figura 15 – Modelos de disjuntores termomagnéticos comerciais.

As principais partes de um disjuntor termomagnético são listadas a seguir e mostradas na Figura 16:

- Parte externa, termoplástica – corpo do dispositivo com a finalidade de acondicionar os seus diversos elementos;
- Terminal superior – terminal para conexão ao circuito;
- Câmara de extinção de arco – parte responsável pela extinção do arco elétrico gerado durante a abertura de cargas indutivas, por exemplo;
- Bobina responsável pelo disparo instantâneo (magnético) – dispositivo eletromagnético para geração de força proporcional à intensidade da corrente elétrica que circula pelo disjuntor, provocando a atuação do mesmo;
- Alavanca liga-desliga – elemento de acionamento pelo usuário para ligar e

¹ Instalações Elétricas. Ademaro A. M. B. Cotrim. Pearson Prentice Hall, 4ª Edição, 2003.

desligar o disjuntor;

- Contato fixo – parte condutora fixa que permite o fechamento do circuito ao ocorrer o contato mecânico com a parte móvel;
- Contato móvel – parte condutora móvel que permite o fechamento do circuito ao ocorrer o contato mecânico com a parte fixa;
- Guia para o arco - sob condições de falta, o contato móvel se afasta do contato fixo e o arco resultante é guiado para a câmara de extinção, evitando danos no bimetal, em caso de altas correntes (curto-circuito);
- Bimetal responsável pelo disparo por sobrecarga (térmico) – elemento constituído por dois metais diferentes e que irá se flexionar conforme a intensidade da corrente que percorre o disjuntor, provocando a abertura dos contatos ao se ultrapassar a corrente nominal;
- Terminal inferior – terminal para conexão ao circuito;
- Clip para fixação do trilho DIN – encaixe para montagem em suportes específicos em quadros de distribuição.

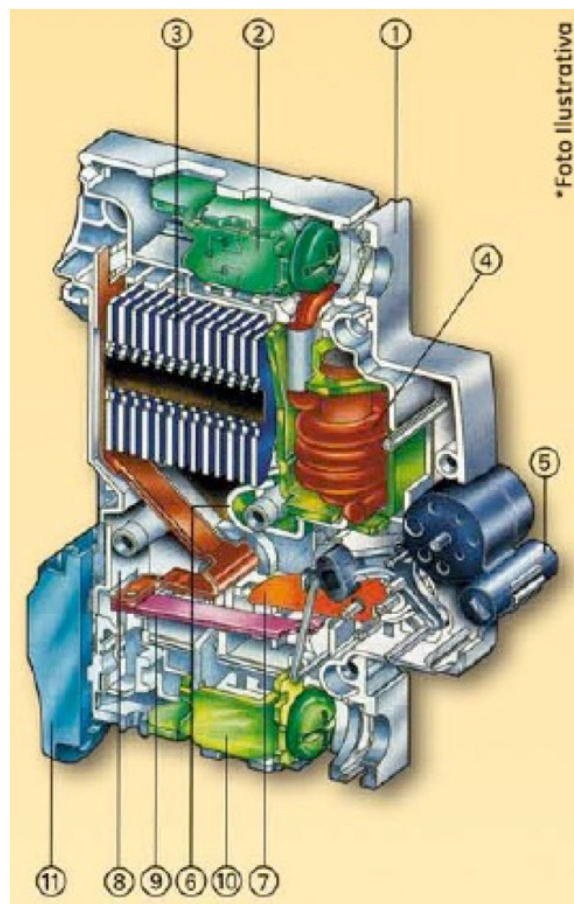


Figura 16 – Figura ilustrativa do interior de um disjuntor.

Fonte: www.qeindustrial.com.br. Acesso em 19/09/2006.

Os disjuntores termomagnéticos possuem dois níveis de proteção, que são:

- Contra sobrecorrentes pequenas e moderadas (geralmente correntes de sobrecarga), através de disparadores eletromagnéticos ou térmicos;
- Contra sobrecorrentes elevadas (geralmente correntes de curto-circuito), através de disparadores eletromagnéticos.

A Figura 17 mostra-se o princípio de funcionamento de um disparador eletromagnético. A corrente circulando pela bobina magnetizante cria um fluxo magnético no núcleo fixo proporcional a esta corrente. Acima de determinada corrente, previamente especificada, a força de atração entre o núcleo fixo e o núcleo móvel será suficiente para vencer a inércia mecânica do conjunto, devido à mola, e provocará a abertura dos contatos principais do disjuntor. Quando ocorrem sobrecorrentes altas, normalmente devido a curto-circuitos no circuito, o disjuntor desligará o circuito instantaneamente pela atuação do elemento eletromagnético. Se as sobrecorrentes forem baixas, este elemento não fará o disjuntor desarmar, mesmo que a sobrecorrente dure um tempo grande.

O princípio de funcionamento do disparador térmico é mostrado na Figura 18. Este dispositivo opera baseado no princípio dos pares (bimetálico) termoelétricos, isto é, nas diferentes dilatações que apresentam os metais quando submetidos a uma variação de temperatura (Cotrim, 2003).

A corrente pode circular diretamente pela lâmina bimetálica provocando o aquecimento da mesma, ou através de um elemento resistivo (com baixa resistência) que irá aquecer, provocando então o aquecimento do par bimetálico. Para correntes inferiores ou iguais a corrente nominal do disjuntor, este não deverá desarmar. Já para correntes acima da nominal, o calor provocado pela circulação da corrente elétrica fará a lâmina bimetálica se curvar, mais rapidamente quanto maior for a corrente, até provocar a atuação do disjuntor, desligando o circuito.

É interessante notar que o tempo de permanência da sobrecorrente é determinante para a atuação do elemento térmico, por isso, para pequenas sobrecorrentes, o tempo para o disjuntor desarmar pode ser da ordem de minutos.

A curva típica de tempo versus corrente de disjuntores termomagnéticos é mostrada na Figura 19. A corrente normalizada em função da corrente nominal do disjuntor é colocada no eixo horizontal (x), enquanto o tempo de atuação é marcado no eixo vertical (y). Desta forma, para cada sobrecorrente que circula pelo disjuntor se tem um tempo de atuação correspondente. Traçando o gráfico do tempo de atuação versus a corrente devem-se encontrar curvas que estejam dentro dos limites fornecidos pelo fabricante. Pode-se, assim, determinar se o disjuntor está operando

adequadamente ou não. Nota-se pela Figura 19 que a partir de correntes cinco vezes maiores que a nominal ($I = 5 \cdot I_n$) o que o disjuntor começará a desarmar por atuação do elemento magnético, sendo que abaixo deste valor a atuação será pelo elemento térmico.

A região entre as duas curvas é de transição, isto é, determinado disjuntor poderá atuar pela ação do disparador bimetálico, enquanto outro poderá atuar pelo disparador eletromagnético.

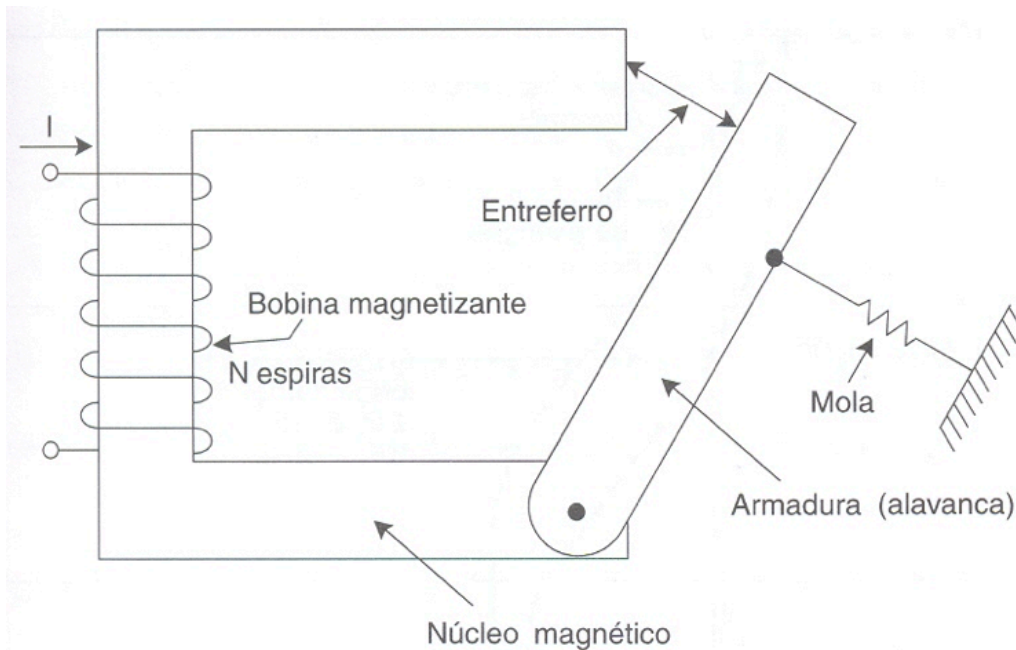


Figura 17 – Princípio de funcionamento do disparador eletromagnético.

Fonte: (Cotrim, 2003).

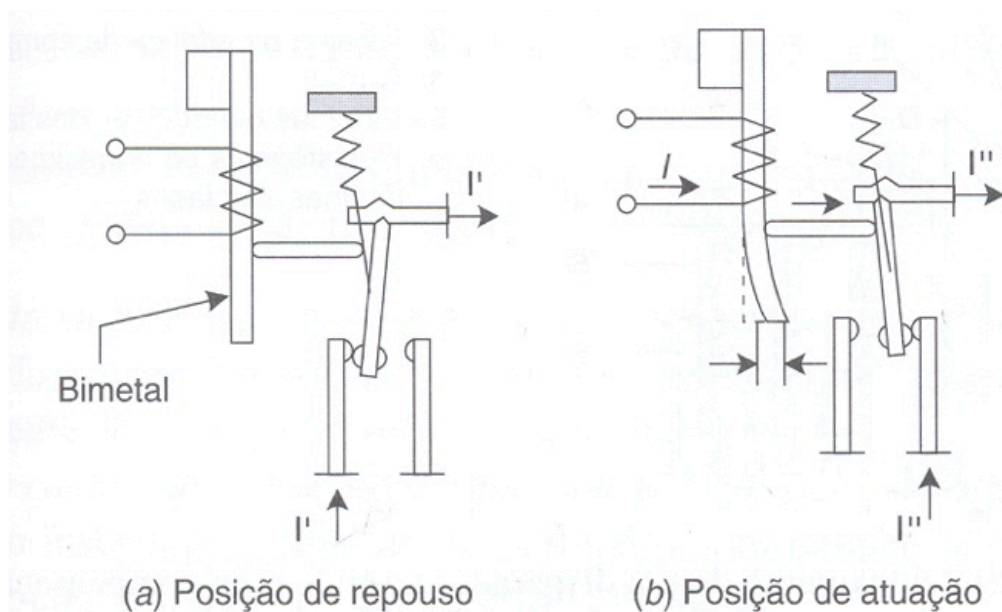


Figura 18 – Princípio de funcionamento do disparador bimetálico.

Fonte: (Cotrim, 2003).

A partir níveis de proteção se tem disjuntores de diferentes curvas de atuação, implicando na escolha mais adequada conforme o projeto e a coordenação da proteção do mesmo.

As principais curvas de resposta de disjuntores termomagnéticos são:

- Curva D ou k - atuam para correntes entre 10 e 14 vezes acima da nominal (I/I_n);
- Curva C – atuam para correntes entre 5 e 10 vezes acima da nominal (I/I_n);
- Curva B - atuam para correntes entre 3 e 5 vezes acima da nominal (I/I_n);
- Curva Z - atuam para correntes entre 2 e 3 vezes acima da nominal (I/I_n).

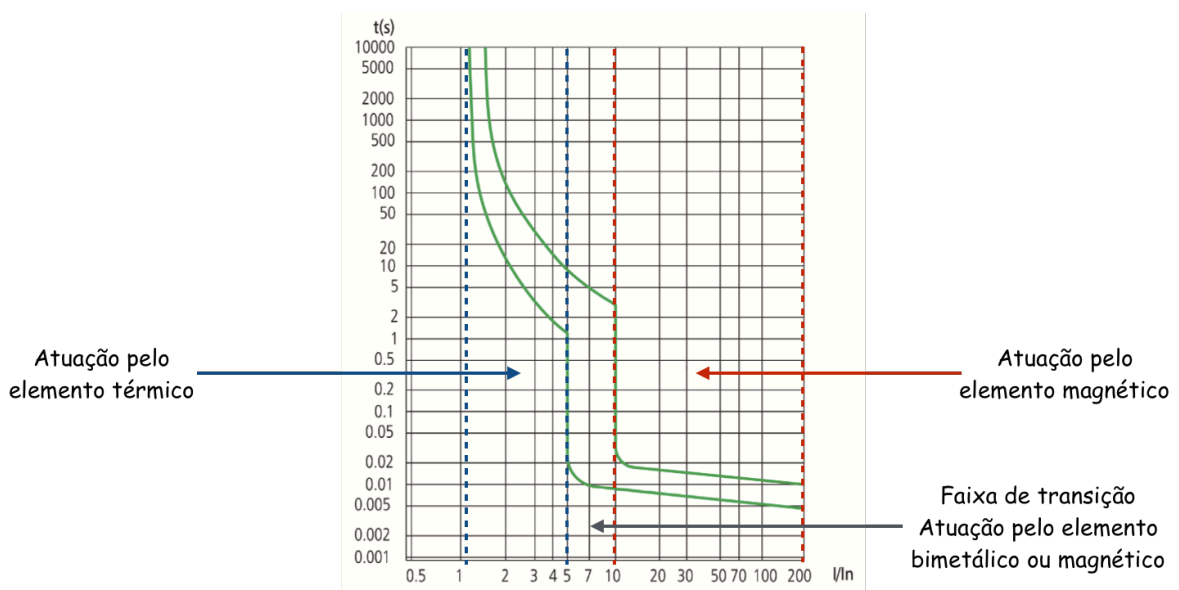


Figura 19 – Curva típica (C) de atuação do disjuntor termomagnético.

Fonte: <https://www.tramontina.com.br>. Acesso em 25/05/2021.

5.3 Disjuntores diferenciais-residuais

Os disjuntores diferenciais-residuais (DR) tem a finalidade de detectar fugas de corrente em circuitos elétricos, desligando o circuito imediatamente; atuando na ocorrência de choques elétricos ou falha no isolamento do equipamento ou instalação.

Estes disjuntores são formados pelos seguintes elementos (Cotrim, 2003), conforme mostrado na Figura 20:

- Contatos fixos e contatos móveis – responsáveis pelo contato mecânico e conexão elétrica entre si, fechando e abrindo o circuito conforme o estado de operação do dispositivo;
- Transformador diferencial – dispositivo eletromagnético que tem a finalidade de gerar uma corrente induzida sempre que ocorrerem correntes diferentes entre os condutores que estiverem conectados no disjuntor, fazendo o acionamento do disparador para abertura do elemento de proteção;

- Disparador diferencial (relé polarizado) – elemento eletromecânico, que fará a abertura do disjuntor quando ocorrer uma falta no circuito, detectada pelo transformador diferencial.

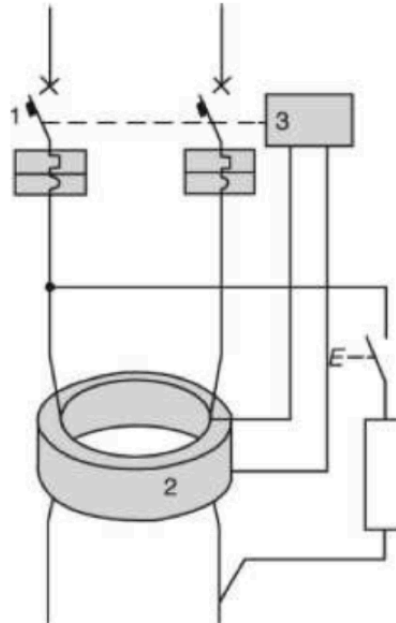


Figura 20 – Elementos de um disjuntor diferencial-residual (DR).

Fonte: (Creder, 2002).

A Figura 21 mostra o disjuntor diferencial-residual em funcionamento com um circuito operando normalmente, isto é, sem ocorrência de faltas à terra (corrente de fuga para a terra). Neste caso as correntes I_1 e I_2 iguais, fazendo com que o fluxo gerado no transformador diferencial seja nulo. Assim, o disparador diferencial fica inativado, e o disjuntor diferencial-residual está fechado.

Ao ocorrer alguma falta à terra, como mostrado na Figura 21, as correntes I_1 e I_2 serão diferentes entre si. Assim, em virtude das correntes serem diferentes, se terá um fluxo diferente de zero no transformador diferencial, ocasionando uma corrente diferencial-residual (I_{DR}), que se suficiente, irá provocar o acionamento do disparador diferencial, a abertura do disjuntor e o desligamento do circuito.

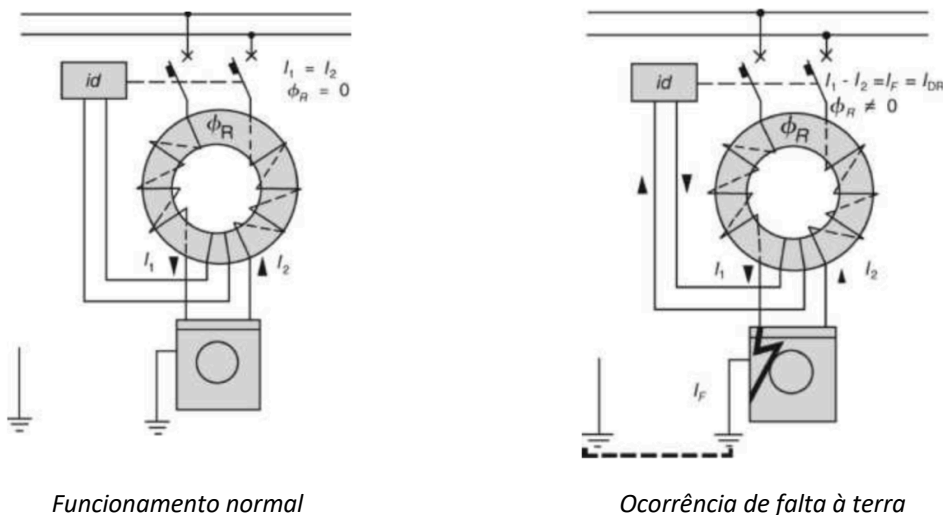
A corrente que provoca o desligamento do disjuntor, quando para proteção de seres humanos, é menor do que 30 mA. Já em indústrias, é comum o uso de disjuntores diferenciais-residuais com correntes da ordem de 300 mA.

É importante destacar que existem interruptores residuais-diferenciais (IDR), que atuam unicamente quando ocorrem correntes de falta à terra, mas não protegendo o circuito contra curto-

circuitos, por exemplo. Assim, os disjuntores diferenciais-residuais acumulam a função de disjuntor termomagnético e de interruptor diferencial-residual, protegendo o circuito e os usuários em ambas as situações.

Em acordo com a norma NBR 5410, os disjuntores diferenciais-residuais devem ser utilizados nos seguintes casos:

- Em circuitos que sirvam a pontos de utilização situados em locais contendo banheira ou chuveiro;
- Para circuitos que alimentem tomadas de corrente situadas em áreas externas à edificação;
- Em circuitos de tomadas de corrente situadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos no exterior;
- Em circuitos que, em locais de habitação, sirvam a pontos de utilização situados em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e demais dependências internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens;
- Em circuitos que, em edificações não-residenciais, sirvam a pontos de tomada situados em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e, no geral, em áreas internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens.



Funcionamento normal

Ocorrência de falta à terra

Figura 21 – Princípio de funcionamento do disjuntor diferencial-residual (DR).

Fonte: (Creder, 2002).

A Figura 22 mostra exemplos de disjuntores diferenciais-residuais comerciais, apresentando três modelos: disjuntor de 2 polos (bipolar); disjuntor de 3 polos (tripolar); e disjuntor de 4 polos (tetrapolar ou quadripolar).



Disjuntor bipolar

Fonte: <https://www.steck.com.br>.

Disjuntor tripolar

Fonte: <https://www.se.com/br/pt>.

Disjuntor tetrapolar

Fonte: <https://new.siemens.com/br>.

Figura 22 – Modelos de disjuntores diferenciais-residuais comerciais.

5.4 Dispositivos supressores de surtos

Os dispositivos supressores de surtos (DPS) tem a finalidade de detectar tensões e correntes provenientes de surtos elétricos ou transitórias, desviando as mesmas para a terra, impedindo que cheguem até os aparelhos eletroeletrônicos ligados a rede elétrica.

Os supressores de surtos podem ser para-raios de resistência não-linear (varistor) ou por para-raios de expulsão. Estes dispositivos são classificados como:

- Classe I: dispositivos com capacidade para drenagem de correntes parciais de um raio, para áreas urbanas periféricas e rurais, que ficam expostas a descargas atmosféricas diretas;
- Classe II: dispositivos que drenam correntes induzidas, em edificações, com efeitos indiretos de descarga atmosférica;
- Classe III: dispositivos instalados próximos a equipamentos ligados à rede elétrica, de dados ou telefônica, para proteção específica (fina).

O funcionamento dos dispositivos de supressão de surtos se dá em função da tensão aplicada em seus terminais, que ao ultrapassar determinado valor pré-definido, provocará o rompimento de sua isolação (no caso de para-raios) ou a diminuição de sua resistência (no caso de varistores), oferecendo um caminho de baixa impedância para as correntes de falta até a terra. Assim, o dispositivo tem alta impedância em condições normais, não circulando corrente pelo mesmo, e baixa impedância quando ocorrem surtos de alta tensão na rede de energia elétrica, fechando o caminho da rede de alimentação para a terra, para desviar estas correntes decorrentes das descargas atmosféricas, por exemplo.

Em equipamentos eletrônicos, que utilizam fontes chaveadas, por exemplo, os dispositivos de proteção contra surtos podem ser coordenados conjuntamente com fusíveis ou outros elementos de proteção, para que, quando atuarem, provoquem a abertura deste outro

dispositivo de proteção, desligando o equipamento da rede de energia elétrica.

A Figura 23 mostra exemplos de dispositivos supressores de surtos, apresentando três modelos: DPS de 1 polo (unipolar); DPS de 2 polos (bipolar); DPS de 3 polos (tripolar); e DPS de 4 polos (tetrapolar ou quadripolar).



DPS unipolar

Fonte: <https://www.clamper.com.br>.



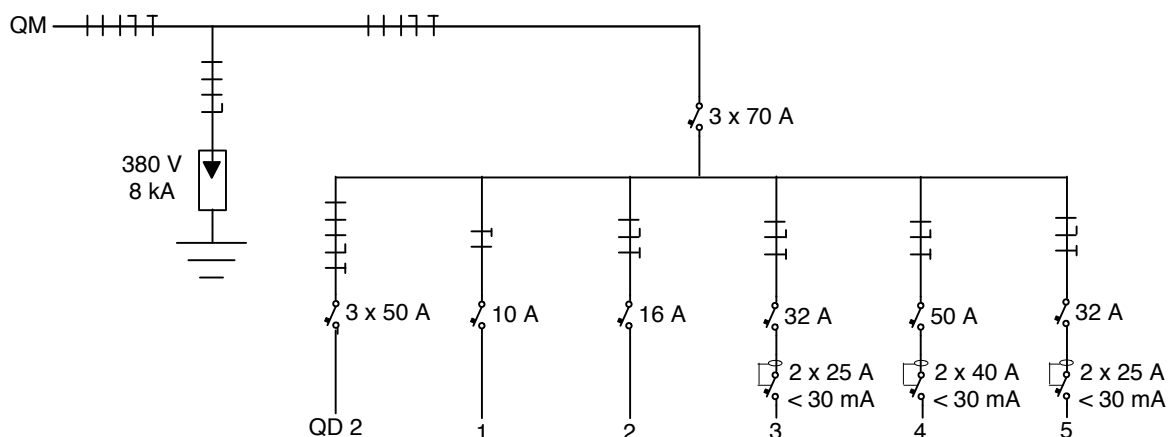
DPS bipolar, tripolar e tetrapolar

Fonte: <https://www.soprano.com.br>.

Figura 23 – Modelos de dispositivos supressores de surtos comerciais.

5.1 Exemplo de circuito de proteção

A Figura 24 mostra um exemplo de quadro de distribuição, com dos diferentes dispositivos de proteção, dentre eles disjuntores termomagnéticos, disjuntores diferenciais-residuais e dispositivos supressores de surtos. Este exemplo hipotético, mostra que cada circuito individual da instalação terá os elementos de proteção conforme sua finalidade bem específica, como ocorre, por exemplo, com as tomadas de uso específico (TUE).



- QM - Quadro de medição
- QD 2 - Quadro de distribuição 2
- 1 - Circuito de iluminação
- 2 - Tomadas de uso geral (TUG)
- 3 - Tomada de uso específico (TUE), cozinha
- 4 - Tomada de uso específico (TUE), chuveiro
- 5 - Tomada de uso específico (TUE), banheiro

Figura 24 – Exemplo hipotético de quadro de distribuição residencial.

6 Condutores Elétricos

6.1 Introdução

Os condutores são os elementos que permitem fazer a conexão entre os diversos componentes e dispositivos de um circuito elétrico, sendo os responsáveis pela condução da corrente elétrica desde a rede de distribuição de energia elétrica até os consumidores finais.

A seguir serão apresentados os principais condutores utilizados em instalações elétricas de baixa tensão.

6.2 Exemplos de condutores elétricos

Os condutores elétricos utilizados em circuitos de baixa tensão podem ser classificados quanto:

- Material condutor:
 - Cobre;
 - Alumínio.
- Rigidez mecânica:
 - Rígidos;
 - Flexíveis.
- Material isolante:
 - Nus (sem isolamento) - usados para malhas de aterramento.
 - PVC (policloreto de vinila) - isolação termoplástica que suporta temperaturas até 70 °C;
 - XLPE (polietileno articulado) - borracha termofixa, mais flexíveis e suportam até 90 °C;
 - EPR (etileno polipropileno) - borracha termofixa, mais flexíveis e suportam até 90 °C;
 - EVA (etileno vinil acetado) - livres de halogênios, emitem menos fumaça e não emitem gases tóxicos;
 - LSHF/A (composto poliolefinico termoplástico não halogenado) - livres de halogênios, emitem menos fumaça e não emitem gases tóxicos.

Os condutores isolados com PVC tem tensões de isolamento até 750 V, seções de 1,5 mm² até 240 mm² e são empregados em redes de distribuição de energia de casas, prédios residenciais,

comerciais, industriais, ligações de painéis e motores elétricos, por exemplo. As cores para seções de 1,5 mm² até 6 mm² normalmente são: amarelo, azul, branco, cinza, preto, verde, vermelho, verde-amarelo, azul escuro, laranja, lilás, marrom (Fonte: <http://www.corfio.com.br>. Acesso em 25/05/2021.). Já para seções de 10 mm² até 240 mm² podem ser nas cores preto, azul, branco, vermelho e verde.

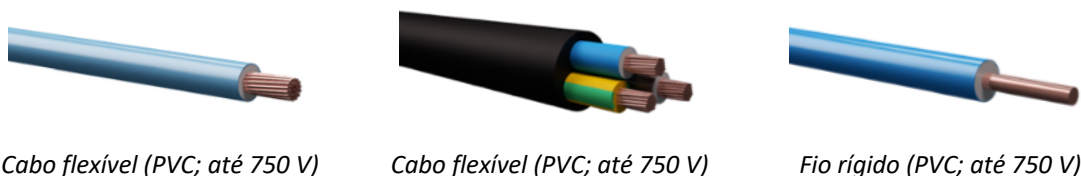
Importante destacar que as cores dos condutores para instalações elétricas de baixa tensão são:

- Conductor fase – vermelho;
- Conductor neutro – azul;
- Conductor de proteção (terra) – verde e amarelo;
- Conductor de retorno – preto.

Os condutores com isolação extrudada de borracha etilenopropileno (EPR, HEPR ou EPR 105) podem ser para tensões de 1 kV a 35 kV, utilizados para instalações em prédios residenciais, comerciais, industriais e subestações, onde exigem-se maiores proteções mecânicas do material isolante, incluindo boa resistência a ambientes úmidos (Fonte: <http://www.corfio.com.br>. Acesso em 25/05/2021.).

Os condutores livres de halogênios, de EVA ou LSHF/A, não propagam a chama e tem baixa emissão de fumaça e gases tóxicos, sendo empregados em redes de distribuição de energia de casas, prédios residenciais, comerciais, industriais, ligações de painéis e motores elétricos, em especial em locais com alta densidade de ocupação de pessoas e condições de fuga difíceis (teatros, cinemas, hospitais, escolas, shoppings, etc.). Podem ter seções de 1,5 mm² até 300 mm². (Fonte: <http://www.corfio.com.br>. Acesso em 25/05/2021.).

Exemplos dos principais condutores utilizados em instalações elétricas são mostrados nas Figura 25 até Figura 28, conforme suas características apresentadas anteriormente.



Cabo flexível (PVC; até 750 V)

Cabo flexível (PVC; até 750 V)

Fio rígido (PVC; até 750 V)

Figura 25 – Exemplos de condutores comerciais.

Fonte: <http://www.corfio.com.br>. Acesso em 25/05/2021.

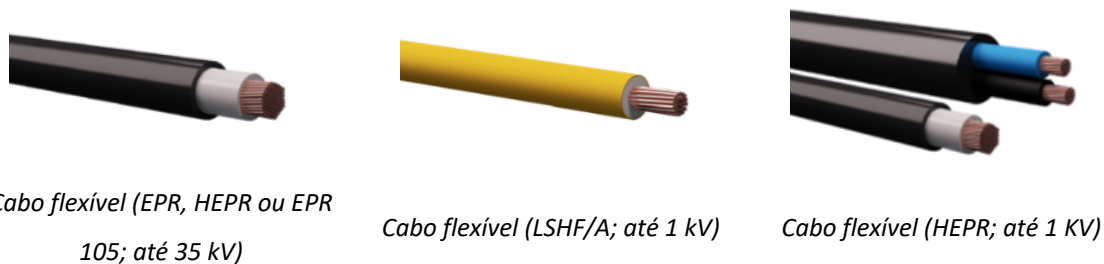


Figura 26 – Exemplos de condutores comerciais.

Fonte: <http://www.corfio.com.br>. Acesso em 25/05/2021.



Figura 27 – Exemplos de condutores comerciais.

Fonte: <http://www.corfio.com.br>. Acesso em 25/05/2021.



Figura 28 – Exemplos de condutores comerciais.

Fonte: <http://www.corfio.com.br>. Acesso em 25/05/2021.

7 Dutos e Caixas

7.1 Introdução

Os dutos, também conhecidos como eletrodutos tem a finalidade de acondicionar os condutores ao longo dos circuitos de distribuição da instalação. Assim, os dutos provêm proteção mecânica aos condutores, evitando que estes sejam danificados por pressões, torções, rompimentos, etc. Além disso, também protegem os condutores contra umidade, sujeira, agentes químicos, dentre outros elementos que podem ser nocivos e diminuir a vida útil dos elementos da instalação. Por fim, os eletrodutos aumentam o isolamento entre a rede de alimentação dos circuitos e as diversas superfícies e elementos da edificação.

A seguir serão apresentados os principais modelos de eletrodutos e caixas e na sequência um exemplo de circuito elétrico com os mesmos.

7.2 Exemplos de dutos e caixas

Os modelos mais comuns de eletroduto são os rígidos e os flexíveis, conhecidos como mangueiras corrugadas, conforme mostrado na Figura 29.

Os eletrodutos usualmente tem diâmetros de 4/4", 1/2" ou 1", expressos em polegadas, mas disponíveis também com outras dimensões, como por exemplo: 20, 25, 32, 40, 50, 60, 75, 85, 110 mm.

Por sua vez, as caixas são o elemento de terminação ou interconexão entre linhas de eletrodutos, para acondicionar os pontos de iluminação, tomadas, interruptores, dentre outros dispositivos eletroeletrônicos. Além disso, podem servir como elemento de passagem, para permitirem a realização de interconexões entre os circuitos da instalação elétrica.

A Figura 30 mostra alguns exemplos de caixas disponíveis comercialmente e utilizadas comumente nas instalações elétricas de baixa tensão.

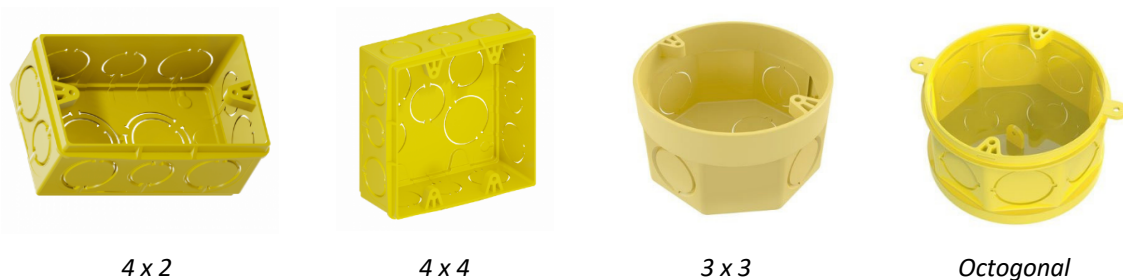


Eletroduto rígido

Eletroduto corrugado (flexível)

Figura 29 – Exemplos de eletrodutos comerciais.

Fonte: <https://www.tigre.com.br>. Acesso em 25/05/2021.



4 x 2

4 x 4

3 x 3

Octogonal

Figura 30 – Exemplos de caixas comerciais.

Fonte: <https://www.tigre.com.br>. Acesso em 25/05/2021.

7.3 Exemplo de circuito com dutos e caixas

A Figura 31 mostra um exemplo de circuito elétrico contendo interruptor, lâmpada e tomada, todos pertencentes ao circuito de número três. O interruptor será montado a meia altura

na parede (entre 110 cm e 130 cm), comandando uma lâmpada de 50 W no teto, identificados pela seção a. A lâmpada será afixada no teto em uma caixa octogonal, que recebe os dutos com os condutores vindos do circuito de distribuição e saindo para uma tomada de 300 VA a meia altura na parede.

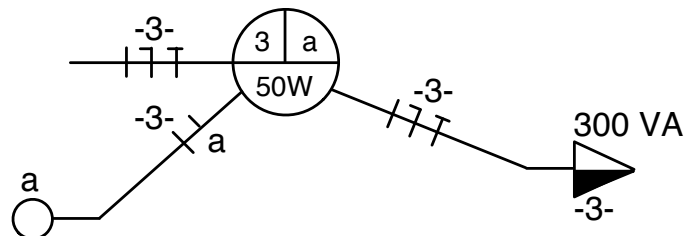


Figura 31 – Exemplo de circuito elétrico com elementos e caixas.

8 Quadros

8.1 Introdução

Os quadros são os elementos para acondicionamento dos dispositivos de proteção (disjuntores termomagnéticos, disjuntores diferenciais-residuais e dispositivos supressores de surtos), além de outros elementos, como centrais de alarmes, por exemplo.

A seguir serão apresentados alguns exemplos de quadros comerciais e um exemplo de circuito elétrico utilizando os mesmos.

8.2 Exemplos de quadros

Exemplos de quadros são mostrados na Figura 32, onde se mostram quadros de distribuição e quadros de comunicação. Os quadros podem ter tamanhos variados em função do número de elementos, disjuntores, por exemplo, que podem ser montados nos mesmos.



Quadro de distribuição



Quadro de comunicação

Figura 32 – Exemplos de quadros comerciais.

Fonte: <https://www.se.com/br/pt> e <https://www.tigre.com.br>. Acesso em 25/05/2021.

8.3 Exemplo de circuito com quadros

A Figura 33 mostra um circuito elétrico de exemplo, onde se tem a entrada de energia elétrica e a seguir o quadro de medição (QM). Na sequência se tem um duto flexível no piso, levando os condutores até o quadro de distribuição principal (QD 1) e deste, saindo um duto na parede ou teto levando os condutores da rede de alimentação até o quadro secundário (QD 2).

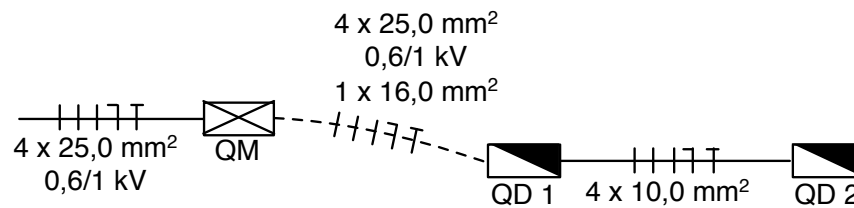


Figura 33 – Exemplo de circuito elétrico com diferentes quadros.

9 Comunicação, Sinalização e Demais Circuitos Auxiliares

9.1 Introdução

Além dos elementos apresentados anteriormente, se tem também elementos de comunicação e sinalização, como por exemplo as tomadas e rede para telefone, para alarme, para sinais de televisão, dentre outros.

A seguir serão apresentados elementos diversos que fazem parte dos circuitos de comunicação, sinalização, dentre outros.

9.2 Tomadas diversas

Além das tomadas de uso geral e específico, integrantes dos circuitos de alimentação dos diversos pontos e equipamentos de uma instalação, também devem ser previstos pontos para os circuitos de comunicação, sinalização, dentre outros.

A Figura 34 apresenta três modelos comerciais de tomadas para aplicações específicas de comunicação e sinalização. Nesta figura se mostram as tomadas para conexão de equipamentos de telefone, no padrão Rj 11; conexão de equipamentos de internet, no padrão Rj 45; e para conexão de cabos coaxiais para televisores ou equipamentos de imagem, por exemplo.

Os exemplos mostrados não pretendem esgotar a variedade de opções para comunicação e sinalização, mas ilustrar os elementos mais comuns utilizados comumente nas instalações elétricas residenciais, mesmo de natureza simples e de baixo custo.



Rj 45 (internet)

Rj 11 (telefone)

Antena TV

Fonte: <https://www.alumbra.com.br>.Fonte: <https://www.se.com/br/pt>.

Figura 34 – Modelos de tomadas comerciais para comunicação e sinalização.

9.1 Elementos diversos para comunicação e sinalização

A instalação elétrica residencial em baixa tensão pode dispor de diversos elementos distintos daqueles apresentados até aqui, a depender da complexidade e das necessidades dos usuários.

Assim, é comum a utilização de campainha acionada por botão de campainha (pulsador), interfone e sensores de presença, por exemplo. A Figura 35 apresenta exemplos de modelos comerciais dos elementos citados.

Os sensores de presença podem ser utilizados para diferentes finalidades, como por exemplo: acionamento de alarmes, comando de lâmpadas de iluminação, comando de campainhas de sinalização, detecção de passagem de veículos ou pedestres, em circuitos de automação residencial, dentre outras. Em geral, os sensores de presença utilizam sensores de movimento e presença (PIR = *passive infrared*, sensor infravermelho), podendo ter fonte de alimentação (ou bateria) e circuito de acionamento (relés) integrados no mesmo gabinete.

A Figura 36 apresenta alguns aspectos de sensores de presença, mostrando-se elementos abertos, onde um deles é alimentado por bateria de 9 V, outro é utilizado para automação residencial e predial e também os sensores infravermelhos do dispositivo.



Campainha

Sensor de presença

Interfone

Fonte: <http://www.legrand.com.br>.Fonte: <https://www.multicraft.com.br>.Fonte: <https://www.intelbras.com>.

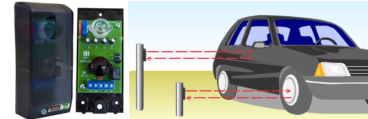
Figura 35 – Dispositivos comerciais para comunicação e sinalização.



Campainha

Fonte: <https://www.magazineluiza.com.br>.

Sensor de presença

Fonte: <https://www.filipeflop.com>.

Interfone

Fonte: <https://www.ipec.ind.br>.

Figura 36 – Aspectos sobre sensores de presença.

9.1 Exemplo de circuito com sensor de presença

A Figura 37 apresenta os diagramas unifilar e multifilar exemplificando o comando de uma lâmpada de 50 W no teto a partir de sensor de presença para iluminação. Pode-se notar que o sensor de presença é conectado de modo similar a um interruptor simples, com a diferença que o circuito do sensor deve também ser conectado ao condutor neutro; isso em virtude da fonte de alimentação interna do sensor, que será alimentada conectando nos condutores fase e neutro.

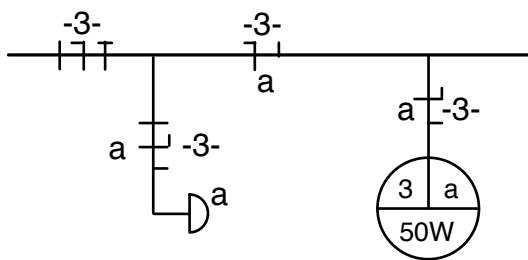


Diagrama unifilar

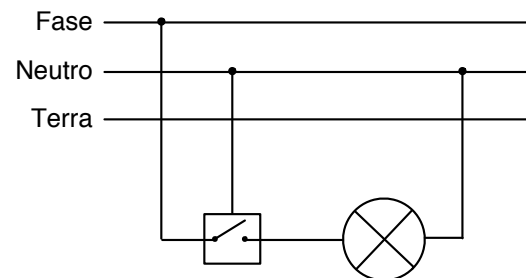


Diagrama multifilar

Figura 37 – Exemplo de circuito elétrico com diferentes quadros.

10 Entrada de Energia Elétrica

10.1 Introdução

Até o momento foram apresentados os elementos que são utilizados ao longo da instalação de energia elétrica residencial ou comercial, mas sem se detalhar os elementos que compõem o sistema de medição e fornecimento de energia a partir da concessionária de energia elétrica local.

A seguir serão apresentados sucintamente os principais elementos do sistema de entrada de energia elétrica de uma instalação elétrica de baixa tensão, com alimentação pela distribuição secundária da concessionária de energia elétrica.

10.1 Entrada de fornecimento de energia elétrica

O fornecimento de energia elétrica em baixa tensão, a partir da rede de distribuição secundária, é regulamentado pela concessionária de energia elétrica em Santa Catarina (CELESC) pela Norma Técnica N-321.0001. Esta norma define o padrão a ser adotado, nomenclatura específica e demais requisitos para que a instalação elétrica do consumidor esteja adequada para conexão na rede de energia elétrica.

Em termos de potência da unidade consumidora, o fornecimento poderá ser, para baixa tensão (alimentação secundária):

- Monofásico (fase e neutro), potência até 15 kW;
- Bifásico (2 fases e neutro), potência de 15 a 25 kW;
- Trifásico (3 fases e neutro), potência de 25 a 75 kW.

A Figura 38 mostra exemplos de entrada de energia elétrica, extraídos da Norma Técnica N-321.0001/CELESC, apresentando o quadro medidor em mureta ou parede, por exemplo. Interessante observar a especificação do local para a caixa de passagem subterrânea, por onde serão passarão os condutores vindos da alimentação da concessionária de energia elétrica. Além disso, o acesso para leitura no medidor deve ser desimpedido, para ser acessível pela parte externa da propriedade, isto é, a calçada da rua, neste caso.

A Figura 39 apresenta um sistema completo para entrada utilizando postes, tanto na rede de distribuição, como também para o medidor e entrada de energia no lado do consumidor.

Os elementos do sistema de fornecimento mostrados na Figura 39 são:

- A até C – Entrada de energia – condutores e acessórios desde o poste da rede de distribuição até o medidor de energia elétrica do consumidor;
- A até B – Ramal de ligação – conjunto de condutores que fazem a conexão da rede de distribuição até o ramal de entrada do consumidor;
- B até C – Ramal de entrada – conjunto de condutores que faz a conexão do ramal de ligação até a medição da unidade consumidora;
- B – Ponto de entrega – delimitação do ponto físico onde se considera que a energia foi disponibilizada ao consumidor;
- C até D – Ramal de saída – conjunto de condutores que fazem a conexão, pelo lado do consumidor, da medição até o ramal de carga;
- E – Ramal de carga – conjunto de condutores que fazem a conexão, pelo lado do consumidor, do ramal de saída até o quadro de distribuição interno da instalação.

Importante observar na Figura 39 a caixa de aterramento junto ao poste particular, com o respectivo condutor de aterramento e haste de terra. A Figura 40 mostra o aspecto real de uma haste de terra e de um quadro para medição. Por sua vez, a Figura 41 apresenta um sistema típico de fornecimento de energia elétrica, onde se podem identificar os elementos listados anteriormente a partir da Figura 39.

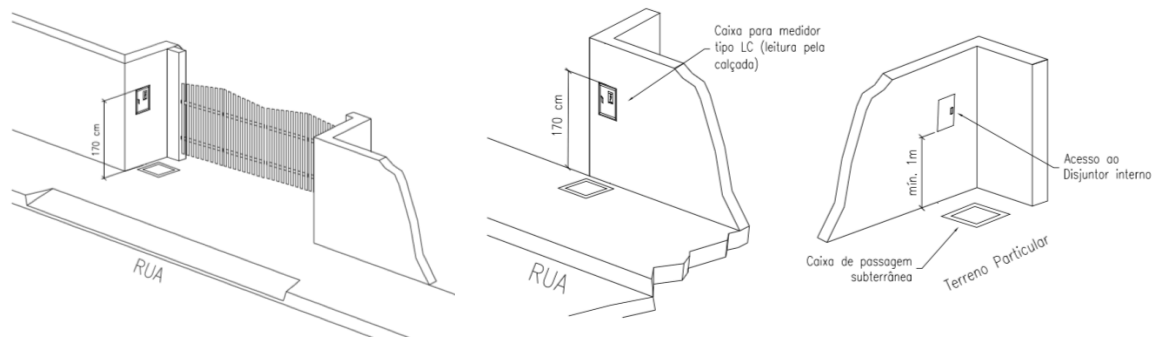


Figura 38 – Exemplo de entrada em mureta ou parede.

Fonte: (Norma Técnica N-321.0001/CELESC)

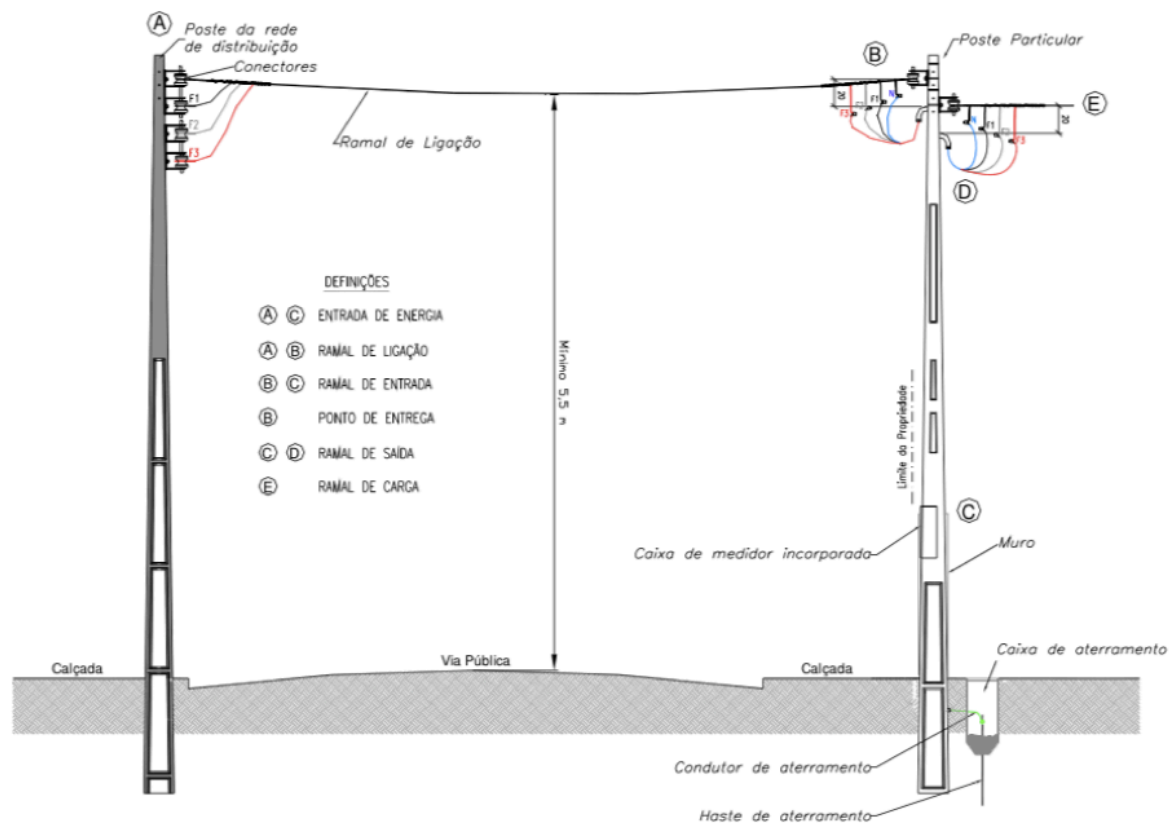


Figura 39 – Exemplo de entrada em poste.

Fonte: (Norma Técnica N-321.0001/CELESC)



Quadro de medição

Fonte: <https://www.comandopaineis.com.br>.



Haste de terra

Fonte: <https://www.leroymerlin.com.br>.

Figura 40 – Exemplos de elementos do sistema de medição.

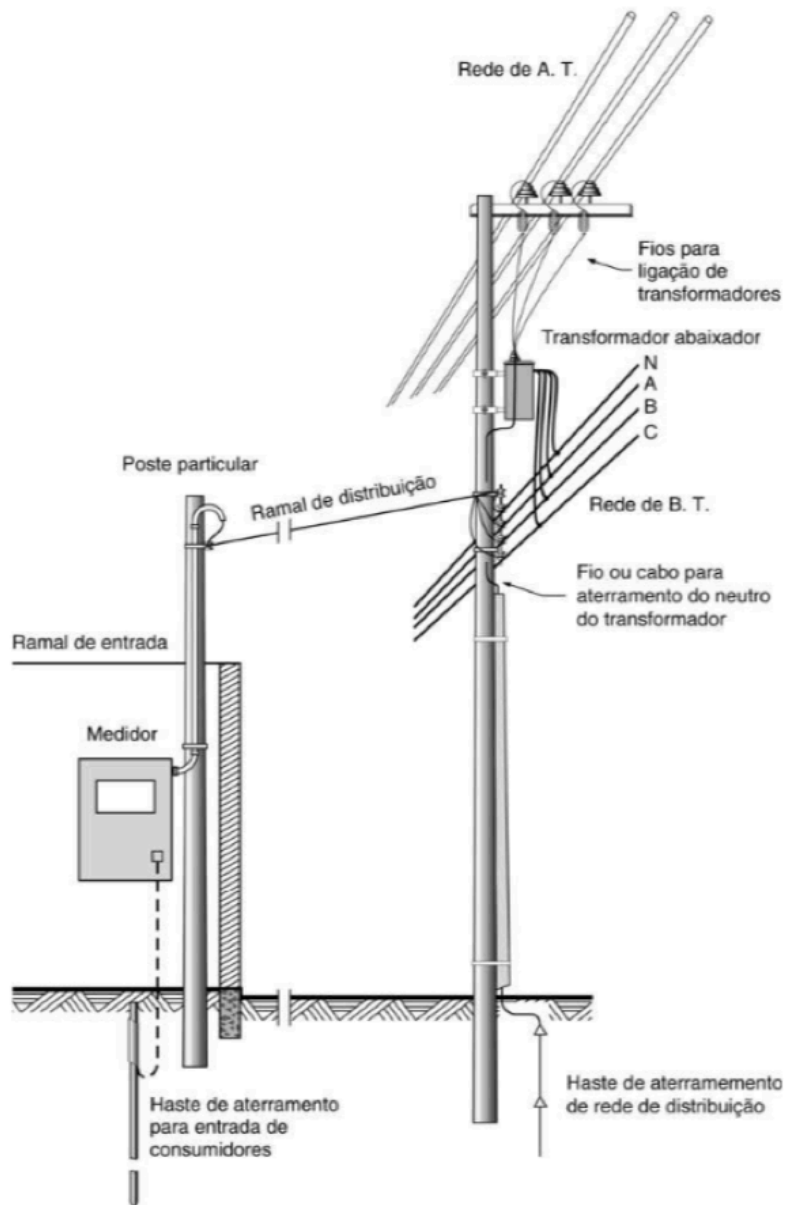


Figura 41 – Exemplo de sistema de fornecimento de energia.

Fonte: (Creder, 2002)

11 Exercícios

Exercícios Resolvidos

ER 01. Qual elemento gráfico é utilizado para representar lâmpadas?

O elemento gráfico para representar lâmpadas é o círculo.

ER 02. Cite 3 exemplos de lâmpadas utilizadas atualmente?

Atualmente é comum o uso de lâmpadas LED, que podem ser com rosca Edison (E27), tubulares, de embutir, dentre outras.

ER 03. O que é um interruptor simples?

Interruptor simples é um dispositivo de comando para ligar e desligar elementos de iluminação, como lâmpadas, por exemplo.

ER 04. O que são disjuntores termomagnéticos?

Disjuntores termomagnéticos são dispositivos de proteção, que atuam quando a corrente do circuito ultrapassar o valor nominal especificado para o disjuntor, protegendo os equipamentos e a instalação.

ER 05. O que são disjuntores residuais-diferenciais?

Disjuntores residuais-diferenciais são dispositivos de proteção, que atuam quando ocorre uma falta à terra, protegendo os usuários contra choques elétricos.

Exercícios Propostos

EP 01. Os projetos elétricos são representados sobre a planta baixa da edificação. Qual diagrama é utilizado para a representação de projetos elétricos residenciais de baixa tensão?

EP 02. Explique a diferença entre tomadas de uso específico e de uso geral?

EP 03. O que são interruptores paralelos?

EP 04. Qual a finalidade de se utilizar dispositivos supressores de surtos?

EP 05. O aterramento é um recurso importante para a proteção da instalação elétrica, dos equipamentos e dos usuários. Mesmo em uma instalação muito simples, qual elemento da instalação elétrica deve ser aterrado para atendimento das exigências da concessionária de energia elétrica?

12 Atividade Avaliativa

12.1 Introdução – O que preciso saber

Ao final deste objetivo de aprendizagem são apresentadas cinco questões, que devem ser respondidas sem consultar o material. Se você conseguir responder as questões e conferir as respostas com o gabarito abaixo, parabéns, você concluiu com êxito este tópico. Caso tenha errado alguma questão, revise o conteúdo relacionado com a mesma e refaça a questão, procurando se concentrar mais desta vez, para acertar o exercício e fixar bem o conteúdo.

AA 01. Cite exemplos de utilização de tomadas de uso específico (TUE)?

AA 02. O que são interruptores duplos?

AA 03. Cite um equipamento que deve ser conectado usando disjuntor diferencial-residual.

AA 04. Um disjuntor termomagnético atua imediatamente quando a corrente atinge seu valor nominal?

AA 05. Obrigatoriamente, os símbolos utilizados no projeto de uma instalação elétrica devem estar de acordo com a NBR 5444 de 1989?

AA 01. As tomadas de uso específico são utilizadas para alimentar chuveiros e cozinhas e áreas de serviço, por exemplo.

AA 02. Os interruptores duplos são dispositivos de comando de elementos de iluminação, que podem comandar dois circuitos distintos de um mesmo local.

AA 03. Os chuveiros devem ser ligados por meio de disjuntores residuais-diferenciais.

AA 04. Os disjuntores termomagnéticos atuam com tempos que dependem de sua curva de resposta. Assim, se a corrente ultrapassar o valor nominal por uma diferença pequena, o elemento de atuação será o bimetálico, que demandará um tempo grande para desligar o disjuntor.

AA 05. A NBR 5444 de 1989 foi cancelada. Assim, sua simbologia continua sendo utilizada, mas os projetistas podem adotar outras normas ou criar símbolos próprios para uso nos projetos, indicados sempre na legenda que acompanha os diagramas elétricos.