

PRÁTICAS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS

Prof. Rubens Bernardes de Carvalho



Indaial – 2020

1ª Edição



Copyright © UNIASSELVI 2020

Elaboração:

Prof. Rubens Bernardes de Carvalho

Revisão, Diagramação e Produção:

Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI

Ficha catalográfica elaborada na fonte pela Biblioteca Dante Alighieri

UNIASSELVI – Indaial.

C331p

Carvalho, Rubens Bernardes de

Práticas de instalações elétricas residenciais. / Rubens Bernardes de Carvalho. – Indaial: UNIASSELVI, 2020.

199 p.; il.

ISBN 978-85-515-0452-9

1. Instalações elétricas residenciais. - Brasil. Centro Universitário Leonardo Da Vinci.

CDD 621.31924

APRESENTAÇÃO

Olá, acadêmico! Seja bem-vindo ao Livro Didático Práticas de Instalações Elétricas Residenciais. Este Livro Didático foi elaborado no intuito de apresentar os elementos básicos para a realização de práticas laboratoriais de instalações elétricas residenciais e prediais.

A Unidade 1 apresenta a fundamentação básica para o conhecimento de circuitos elétricos, as quais envolvem a dinâmica física e o entendimento das grandezas elétricas, bem como sua utilização no âmbito das instalações elétricas. Embora não seja profundamente explorada, a resolução de circuitos elétricos, entender a lógica do comportamento da corrente e tensão elétrica, auxiliará, posteriormente, no cálculo do quadro de cargas de potência e conseqüentemente no das correntes dos circuitos elétricos, bem como facilitará o dimensionamento de fios, eletrodutos e equipamentos de proteção.

Na Unidade 2 é realizada uma abordagem normativa dos aspectos técnicos referentes às instalações elétricas em baixa tensão e a apresentação dos componentes e equipamentos utilizados nas instalações elétricas. O estudo das características da norma NBR-5410 (ABNT, 2004) nos auxiliará no cálculo do número de pontos de tomada de uso geral, tomadas de uso específico e pontos de luz, mínimos recomendados para os diversos ambientes residenciais. Informações referentes ao uso e proteção dos circuitos elétricos também serão abordados. Outro ponto interessante nesta unidade se relaciona aos critérios e exigências das concessionárias de energia elétrica que, embora prestadoras de serviço, possuem regras e normas próprias e independentes em suas regiões de atuação. É explanado também sobre as exigências para a ligação e a padronização do ramal de entrada (poste de ligação na unidade consumidora). O conhecimento dos equipamentos e dispositivos utilizados em instalações elétricas são de suma importância para que se tenha um melhor entendimento de como esses equipamentos e dispositivos são ligados nos circuitos elétricos.

A Unidade 3 foi idealizada para ser trabalhada em laboratório físico de instalações elétricas ou em ambiente virtual, uma vez que apresenta as ligações dos componentes nos circuitos elétricos. São trabalhados os diagramas multifilares, a fim de se entender e compreender os diagramas unifilares, que são utilizados nos projetos de instalação elétrica (planta baixa). A compreensão dos diagramas unifilares é de suma importância para o projeto e leitura de um projeto de instalação elétrica residencial. Bons estudos!

Prof. Rubens Bernardes de Carvalho



Você já me conhece das outras disciplinas? Não? É calouro? Enfim, tanto para você que está chegando agora à UNIASSELVI quanto para você que já é veterano, há novidades em nosso material.

Na Educação a Distância, o livro impresso, entregue a todos os acadêmicos desde 2005, é o material base da disciplina. A partir de 2017, nossos livros estão de visual novo, com um formato mais prático, que cabe na bolsa e facilita a leitura.

O conteúdo continua na íntegra, mas a estrutura interna foi aperfeiçoada com nova diagramação no texto, aproveitando ao máximo o espaço da página, o que também contribui para diminuir a extração de árvores para produção de folhas de papel, por exemplo.

Assim, a UNIASSELVI, preocupando-se com o impacto de nossas ações sobre o ambiente, apresenta também este livro no formato digital. Assim, você, acadêmico, tem a possibilidade de estudá-lo com versatilidade nas telas do celular, tablet ou computador.

Eu mesmo, UNI, ganhei um novo layout, você me verá frequentemente e surgirei para apresentar dicas de vídeos e outras fontes de conhecimento que complementam o assunto em questão.

Todos esses ajustes foram pensados a partir de relatos que recebemos nas pesquisas institucionais sobre os materiais impressos, para que você, nossa maior prioridade, possa continuar seus estudos com um material de qualidade.

Aproveito o momento para convidá-lo para um bate-papo sobre o Exame Nacional de Desempenho de Estudantes – ENADE.

Bons estudos!



BATE SOBRE O PAPO ENADE!



Olá, acadêmico!

Você já ouviu falar sobre o **ENADE**?

Se ainda não ouviu falar nada sobre o ENADE, agora você receberá algumas informações sobre o tema.

Ouviu falar? Ótimo, este informativo reforçará o que você já sabe e poderá lhe trazer novidades. ✓✓



Vamos lá!

Qual é o significado da expressão ENADE?

EXAME NACIONAL DE DESEMPENHO DOS ESTUDANTES

Em algum momento de sua vida acadêmica você precisará fazer a prova ENADE. ✓✓



Que prova é essa?

É **obrigatória**, organizada pelo INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.

Quem determina que esta prova é obrigatória... O **MEC – Ministério da Educação**.

O objetivo do MEC com esta prova é o de avaliar seu desempenho acadêmico assim como a qualidade do seu curso. ✓✓



Fique atento! Quem não participa da prova fica impedido de se formar e não pode retirar o diploma de conclusão do curso até regularizar sua situação junto ao MEC.

Não se preocupe porque a partir de hoje nós estaremos auxiliando você nesta caminhada.

Você receberá outros informativos como este, complementando as orientações e esclarecendo suas dúvidas. ✓✓



Você tem uma trilha de aprendizagem do ENADE, receberá e-mails, SMS, seu tutor e os profissionais do polo também estarão orientados.

Participará de webconferências entre outras tantas atividades para que esteja preparado para #mandar bem na prova ENADE.

Nós aqui no NEAD e também a equipe no polo estamos com você para vencermos este desafio.

Conte sempre com a gente, para juntos mandarmos bem no ENADE! ✓✓





Olá, acadêmico! Iniciamos agora mais uma disciplina e com ela um novo conhecimento.



Com o objetivo de enriquecer seu conhecimento, construímos, além do livro que está em suas mãos, uma rica trilha de aprendizagem, por meio dela você terá contato com o vídeo da disciplina, o objeto de aprendizagem, materiais complementares, entre outros, todos pensados e construídos na intenção de auxiliar seu crescimento.

Acesse o QR Code, que levará ao AVA, e veja as novidades que preparamos para seu estudo.

Conte conosco, estaremos juntos nesta caminhada!

SUMÁRIO

UNIDADE 1 – PRÁTICAS DE INSTALAÇÃO ELÉTRICA RESIDENCIAL	1
TÓPICO 1 – SIMBOLOGIA, CIRCUITOS E SEGURANÇA	3
1 INTRODUÇÃO	3
2 DIAGRAMAS.....	6
2.1 DIAGRAMA MULTIFILAR	7
2.2 DIAGRAMA UNIFILAR.....	7
3 TIPOS DE SINAIS E GRANDEZAS ELÉTRICAS	10
3.1 SINAL CONTÍNUO	11
3.2 SINAL ALTERNADO.....	11
3.3 FREQUÊNCIA DE UM SINAL CA (f [HZ])	14
3.4 PERÍODO DE UM SINAL DE CA (T [S]).....	14
3.5 CORRELAÇÃO ENTRE PERÍODO E FREQUÊNCIA	14
4 GRANDEZAS ELÉTRICAS	15
5 DIFERENÇA DE POTENCIAL (D.D.P.).....	17
6 FLUXO DE CORRENTE	17
7 INTENSIDADE DE CORRENTE ELÉTRICA (I [A])	18
8 TENSÃO ELÉTRICA (V [V])	20
9 RESISTÊNCIA ELÉTRICA (R[Ω])	21
10 PRIMEIRA LEI DE OHM.....	21
11 SEGUNDA LEI DE OHM.....	23
12 VARIAÇÃO DA RESISTIVIDADE COM A TEMPERATURA	24
RESUMO DO TÓPICO 1.....	28
AUTOATIVIDADE	29
TÓPICO 2 – NOÇÕES DE CIRCUITOS ELÉTRICOS.....	31
1 INTRODUÇÃO	31
2 ASSOCIAÇÃO SÉRIE.....	31
3 ASSOCIAÇÃO PARALELA.....	32
4 ASSOCIAÇÃO MISTA.....	33
5 POTÊNCIA ELÉTRICA (P[W]).....	35
6 ENERGIA ELÉTRICA (E[Wh]).....	37
7 FIOS E CABOS	39
7.1 TIPOS DE FIOS E CABOS.....	39
8 ISOLAMENTO	40
8.1 ISOLANTES SÓLIDOS.....	40
9 CONSTANTE DE ISOLAMENTO	41
10 TEMPERATURAS ADMISSÍVEIS.....	41
11 A TENSÃO ELÉTRICA.....	45
12 A CORRENTE ELÉTRICA	45
12.1 A TEMPERATURA NO CONDUTOR EM REGIME PERMANENTE	45
12.2 A TEMPERATURA NO CONDUTOR EM REGIME DE SOBRECARGA.....	46
12.3 A TEMPERATURA NO CONDUTOR EM REGIME DE CURTO-CIRCUITO	46
RESUMO DO TÓPICO 2.....	47
AUTOATIVIDADE	48

TÓPICO 3 – SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	53
1 INTRODUÇÃO	53
2 PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS	54
3 EVITANDO ACIDENTES COM ENERGIA ELÉTRICA	55
4 TENSÃO DE ALIMENTAÇÃO	56
5 UMIDADE E ELETRICIDADE	56
6 RECOMENDAÇÕES DA NR-10.....	56
7 EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI).....	57
LEITURA COMPLEMENTAR.....	60
RESUMO DO TÓPICO 3.....	63
AUTOATIVIDADE	64
UNIDADE 2 – NORMAS, CONCESSIONÁRIA	65
TÓPICO 1 – ASPECTOS NORMATIVOS REFERENTE ÀS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	67
1 INTRODUÇÃO	67
2 CONDUTOR NEUTRO	72
3 CONCESSIONÁRIAS DE ENERGIA ELÉTRICA	73
4 CELESC DISTRIBUIÇÃO S.A	75
RESUMO DO TÓPICO 1.....	77
AUTOATIVIDADE	78
TÓPICO 2 – NOMENCLATURA DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	79
1 INTRODUÇÃO	79
2 COMPONENTES DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.....	83
3 PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS:	83
4 TIPOS DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA RESIDENCIAL	84
5 ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA.....	87
6 CUIDADOS COM A SEGURANÇA.....	90
RESUMO DO TÓPICO 2.....	92
AUTOATIVIDADE	93
TÓPICO 3 – COMPONENTES ELÉTRICOS	95
1 INTRODUÇÃO	95
2 INMETRO	95
2.1 COMPETÊNCIAS DO INMETRO.....	96
2.2 FERRAMENTAS, COMPONENTES E EQUIPAMENTOS.....	98
3 TOMADA MONOFÁSICA.....	99
4 TOMADA TRIFÁSICA.....	100
5 FIOS E CABOS	100
5.1 ELETRODUTOS.....	101
6 QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO OU CAIXA DE DISTRIBUIÇÃO	102
7 KIT POSTINHO.....	103
8 ATERRAMENTO	105
9 DISJUNTOR	106
10 DISPOSITIVOS DIFERENCIAL RESIDUAL (DR)	109
11 LÂMPADAS FLUORESCENTES.....	111
12 REATORES.....	111
12.1 REATOR ELETRÔNICO DE PARTIDA INSTANTÂNEA.....	113
12.2 REATOR ELETRÔNICO PARA LÂMPADAS FLUORESCENTES T8/T10.....	114

13 QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO	117
14 RELÉ FOTOELÉTRICO	123
LEITURA COMPLEMENTAR	129
RESUMO DO TÓPICO 3	132
AUTOATIVIDADE	134
UNIDADE 3 – MATERIAIS ELÉTRICOS E PRÁTICAS DE LABORATÓRIO	137
TÓPICO 1 – PROCEDIMENTO DE INSTALAÇÃO E MATERIAIS	139
1 INTRODUÇÃO	139
2 TIPOS DE MATERIAIS ELÉTRICOS	141
2.1 POSTE PADRÃO.....	141
2.2 MEDIDOR DE ENERGIA ELÉTRICA	142
2.3 DISJUNTORES DIN.....	143
2.4 DISJUNTORES NEMA	144
2.5 DISPOSITIVO DR	144
2.6 FUSÍVEIS.....	145
2.7 ELETRODUTOS.....	145
2.7.1 Eletrodutos flexível de PVC (conduite).....	146
2.7.2 Eletrodutos rígido de PVC	146
2.7.3 Condulete.....	147
2.8 CAIXAS DE LUZ	147
2.9 CAIXAS DE PASSAGEM.....	148
2.10 INTERRUPTOR DIMMER.....	148
2.11 LÂMPADAS.....	149
2.12 SOQUETE.....	151
2.13 LUMINÁRIAS	151
3 COMO USAR OS MATERIAIS ELÉTRICOS NA OBRA?	155
4 COMO COMPRAR MATERIAIS ELÉTRICOS?	155
5 COMO ARMAZENAR OS MATERIAIS ELÉTRICOS?	156
6 QUAIS AS MARCAS E FABRICANTES DE MATERIAIS ELÉTRICOS?	157
RESUMO DO TÓPICO 1	159
AUTOATIVIDADE	160
TÓPICO 2 – PRÁTICAS DE LABORATÓRIO	161
1 INTRODUÇÃO	161
2 ESQUEMAS MULTIFILARES DE LIGAÇÃO	161
2.1 INTERRUPTOR SIMPLES	162
2.2 INTERRUPTOR SIMPLES E TOMADA	162
2.3 INTERRUPTOR SIMPLES E DUAS LÂMPADAS	163
2.4 INTERRUPTOR SIMPLES, DUAS LÂMPADAS E TOMADAS.....	163
2.5 INTERRUPTOR DUPLO.....	164
2.6 INTERRUPTOR DUPLO E TOMADAS	164
2.7 INTERRUPTOR DUPLO E SIMPLES	165
2.8 INTERRUPTOR DUPLO, SIMPLES E TOMADAS	165
2.9 INTERRUPTOR TRIPLO	166
2.10 INTERRUPTOR TRIPLO E TOMADAS.....	166
2.11 CONJUNTO DE INTERRUPTOR SIMPLES.....	167
2.12 CONJUNTO DE INTERRUPTOR SIMPLES E TOMADAS.....	167
2.13 CONJUNTO DE INTERRUPTORES <i>THREE-WAY</i> OU PARALELO	168

2.14 CONJUNTO DE INTERRUPTORES <i>THREE-WAY</i> (PARALELO) E TOMADAS.....	168
2.15 INTERRUPTORES <i>THREE-WAY</i> OU PARALELO COM LÂMPADAS.....	169
2.16 INTERRUPTORES <i>THREE-WAY</i> OU PARALELO E TOMADAS	169
2.17 CENÁRIO 1A	170
2.18 CENÁRIO 1B	170
2.19 INTERRUPTORES <i>THREE-WAY</i> , <i>FOUR-WAY</i> E SIMPLES	171
2.20 INTERRUPTORES <i>THREE-WAY</i> , <i>FOUR-WAY</i> , SIMPLES E TOMADAS	171
2.21 LIGAÇÃO DE MÚLTIPLAS LÂMPADAS E TOMADAS.....	172
2.22 INTERRUPTORES <i>FOUR-WAY</i> E TOMADAS	172
RESUMO DO TÓPICO 2.....	174
AUTOATIVIDADE	175
TÓPICO 3 – ATIVIDADES TEÓRICO/PRÁTICA	177
1 INTRODUÇÃO	177
2 ORIENTAÇÕES NORMATIVAS NBR 5410.....	179
3 PLANTA BAIXA PARA AS ATIVIDADES.....	182
4 PRÁTICA 1 QUARTO E BANHEIRO CONFIGURAÇÃO 1	185
5 PRÁTICA 2: QUARTO E BANHEIRO CONFIGURAÇÃO 2	186
6 PRÁTICA 3: QUARTO E BANHEIRO CONFIGURAÇÃO 3	187
7 PRÁTICA 4: QUARTO, COZINHA E BANHEIRO	188
8 PRÁTICA 5: SALA E VARANDA.....	189
9 PRÁTICA 6: APLICAÇÃO DA NBR 5410	190
LEITURA COMPLEMENTAR.....	191
RESUMO DO TÓPICO 3.....	193
AUTOATIVIDADE	194
REFERÊNCIAS	195

PRÁTICAS DE INSTALAÇÃO ELÉTRICA RESIDENCIAL

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

A partir do estudo desta unidade, você deverá ser capaz de:

- reconhecer a simbologia usada nos projetos de instalações elétricas;
- reconhecer e utilizar as grandezas principais relativas aos circuitos elétricos;
- compreender o comportamento dos resistores quando submetidos à variação de temperatura;
- identificar os tipos de ligação, série, paralela e mista;
- compreender conceitos relativos à potência e energia elétricas;
- compreender a utilizar os procedimentos de segurança nos ambientes em que se utiliza a energia elétrica.

PLANO DE ESTUDOS

Esta unidade está dividida em três tópicos. No decorrer da unidade você encontrará autoatividades com o objetivo de reforçar o conteúdo apresentado.

TÓPICO 1 – SIMBOLOGIA E SINAIS

TÓPICO 2 – NOÇÕES DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

TÓPICO 3 – SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS



Preparado para ampliar seus conhecimentos? Respire e vamos em frente! Procure um ambiente que facilite a concentração, assim absorverá melhor as informações.

SIMBOLOGIA, CIRCUITOS E SEGURANÇA

1 INTRODUÇÃO

A simbologia é de extrema importância em esquemas e diagramas, uma vez que pode transmitir informações específicas, de uma forma rápida e direta. Nos projetos de instalações elétricas são amplamente empregados, demonstrando, pela sua representação, as informações relevantes que o projetista explicita no projeto.

Neste sentido, apresentamos algumas considerações sobre a simbologia utilizada em instalações elétricas e sobre os sinais utilizados em eletricidade. Longe de se esgotar o tema, foram selecionadas as simbologias de interesse nesta disciplina, entretanto, as normas referidas apresentam mais informações no que tange à instalação de equipamentos de acionamentos elétricos por exemplo.

A norma brasileira de simbologia (NBR 5444) trata dos símbolos gráficos que podem ser utilizados em diagramas e plantas baixas das instalações elétricas prediais. Apresentaremos os símbolos usuais para a elaboração e entendimento de planta baixa de cunho residencial.



Cabe salientar que a NBR 5444 está atualmente cancelada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Em sua substituição, a ABNT recomenda a norma IEC 60417-1: *Graphical symbols for use on equipment – Part 1: Overview and Application* e a norma IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*. Por se tratarem de normas internacionais e, pelo fato de os símbolos antigos ainda serem utilizados amplamente, a simbologia antiga ainda é válida, para fins práticos.

Este material utiliza a simbologia sugerida pela NBR 5444, uma vez que ainda é amplamente utilizada em território nacional.

FIGURA 1 – SIMBOLOGIA UTILIZADA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS



**ABNT-Associação
Brasileira de
Normas Técnicas**

Sede:
Rio de Janeiro
Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar
CEP 20003-900 - Caixa Postal 1680
Rio de Janeiro - RJ
Tel.: PABX (021) 210-3122
Telex: (021) 34333 ABNT - BR
Endereço Telegráfico:
NORMATECNICA

Copyright © 1989,
ABNT-Associação Brasileira
de Normas Técnicas
Printed in Brazil
Impresso no Brasil
Todos os direitos reservados


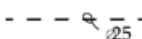




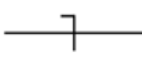
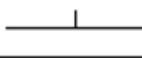
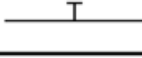
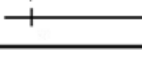
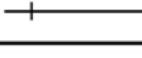

FEV 1989	NBR 5444
Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais	
<p>Simbologia</p> <hr/> <p>Origem: Projeto NBR 5444/1988 (SB-02) CB-03 - Comitê Brasileiro de Eletricidade CE-03:003.02 - Comissão de Estudo de Assuntos Gerais de Eletricidade NBR 5444 - Graphical symbols for electrical installations of buildings - Symbology Descriptor: Electrical installation</p> <hr/> <p>Palavra-chave: Instalação elétrica</p>	
	9 páginas

FONTE: NBR 5444 (1989, p. 1)

Para instalações específicas, por exemplo, motores, transformadores e acumuladores, bem como casos específicos de instalação de tomadas, interruptores e outros componentes/equipamentos, a norma NBR 5444 (ABNT, 1989) deverá ser consultada separadamente.

Para os casos gerais como fios, cabos, eletrodutos, tomadas, interruptores, podem ser seguidos, em linhas gerais o apresentado na a seguir, principalmente os itens que vão do 5.3 à 5.9 no qual são mostradas as representações dos condutores de força e ligação, bem como os condutores fase, item 5.6; os condutores neutro, item 5.7, os condutores de retorno, item 5.8, os condutores de terra, item 5,9.

















QUADRO 1 – SIMBOLOGIA UTILIZADA EM DUTOS E CONEXÕES

Nº	Símbolo	Significado	Observações
5.1		Eletroduto embutido no teto ou parede	Para todas as dimensões em mm indicar a seção, se esta não for de 15mm
5.2		Eletroduto embutido no piso	
5.3		Telefone no teto	
5.4		Telefone no piso	
5.5		Tubulação para campainha, som, anunciador ou outro sistema	
5.6		Condutor de fase no interior do eletroduto	Cada traço representa um condutor. Indica a seção, nº de condutores, nº do circuito e a seção dos condutores, exceto se forem de 1,5 mm ²
5.7		Condutor neutro no interior do eletroduto	
5.8		Condutor de retorno no interior do eletroduto	
5.9		Condutor de terra no interior do eletroduto	
5.10		Condutor positivo no interior do eletroduto	
5.11		Condutor negativo no interior do eletroduto	
5.12		Cordoalha de terra	Indicar a seção utilizada; em 50, significa 50 mm ²

FONTE: NBR 5444 ABNT (1989, p. 2)

O quadro a seguir apresenta a simbologia utilizada para interruptores, chaves e disjuntores, ou seja, dispositivos utilizados em manobra ou secção de circuitos de comando e/ou potência.

QUADRO 2 – SIMBOLOGIA UTILIZADA PARA INTERRUPTORES EM GERAL

Nº	Símbolo	Significado	Observações
7.1		Interruptor de uma seção	A letra minúscula indica o ponto comandado
7.2		Interruptor de duas seções	As letras minúsculas indicam os pontos comandados
7.3		Interruptor de três seções	As letras minúsculas indicam os pontos comandados
7.4		Interruptor paralelo ou <i>Three-Way</i>	A letra minúscula indica o ponto comandado
7.5		Interruptor intermediário ou <i>Four-Way</i>	A letra minúscula indica o ponto comandado
7.6		Botão minutaria	Nota: Os símbolos de 7.2 a 7.8 são para plantas e 7.9 a 7.16 para diagramas
7.7		Botão de campainha na parede (ou comando à distância)	
7.8		Botão de campainha no piso (ou comando à distância)	
7.9		Fusível	Indicar a tensão, correntes nominais
7.10		Chave seccionadora com fusíveis, abertura sem carga	Indicar a tensão, correntes nominais Ex.: Chave tripolar
7.11		Chave seccionadora com fusíveis, abertura em carga	Indicar a tensão, correntes nominais Ex.: Chave bipolar
7.12		Chave seccionadora abertura sem carga	Indicar a tensão, correntes nominais Ex.: Chave monopolar
7.13		Chave seccionadora abertura em carga	Indicar a tensão, correntes nominais
7.14		Disjuntor a óleo	Indicar a tensão, corrente potência, capacidade nominal de interrupção e polaridade
7.15		Disjuntor a seco	Indicar a tensão, corrente potência, capacidade nominal de interrupção e polaridade através de traços
7.16		Chave reversora	

FONTE: NBR 5444 ABNT (1989, p. 4)

2 DIAGRAMAS

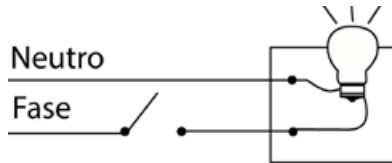
Diagramas, em eletricidade, são as diferentes formas de representar as ligações elétricas. Nos diagramas elétricos podem ser representados as ligações, as bitolas (seções) dos fios e tubos de conexões, bem como a potência e outras especificidades dos componentes envolvidos na representação, conforme a necessidade.

2.1 DIAGRAMA MULTIFILAR

Como o próprio nome sugere, podem ser representadas todas as ligações, tanto em termos de conexões quanto em estrutura dos componentes utilizados na representação. Normalmente são apresentados esquemas mostrando como são ligados os componentes, podendo apresentar como atuam e se inter-relacionam.

A figura a seguir mostra um esquema multifilar da ligação de uma lâmpada por um interruptor simples de uma única tecla. Observe que tanto o número de condutores quanto a forma como são conectados são apresentados na imagem.

FIGURA 2 – DIAGRAMA MULTIFILAR



FONTE: Adaptado de Creder (2016)

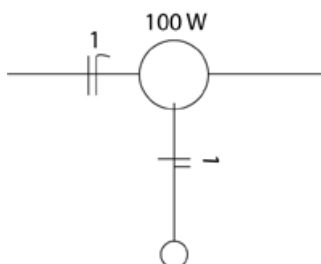
Na Figura 2, observa-se que o fio Neutro é ligado ao soquete da luminária, enquanto o fio Fase é conectado ao interruptor, um outro fio, o fio de retorno, é a ligação que falta entre o interruptor e o soquete da luminária. Ainda, em alguns casos, um fio de aterramento pode ser ligado à luminária como uma segurança adicional, quando a luminária for de material condutor de eletricidade.

2.2 DIAGRAMA UNIFILAR

No diagrama unifilar são representadas as quantidades e tipos de condutores (fase, neutro, retorno ou proteção), mas não são mostradas as ligações dos componentes. Para que não haja confusão, as ligações são divididas em circuitos, cada qual com sua especificação de capacidade de condução de corrente e proteção.

A figura a seguir apresenta a estrutura de um diagrama unifilar, para o mesmo exemplo, lâmpada acionada por interruptor simples de uma seção.

FIGURA 3 - DIAGRAMA UNIFILAR

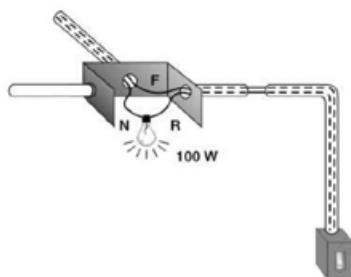


FONTE: Creder (2016, p. 91)

Observe que na Figura 3 é representada a quantidade de fios condutores da ligação que passam por determinado eletroduto, sem fazer referência ao modo como os condutores são ligados.

Tanto o diagrama multifilar quanto o diagrama unifilar, procuram fornecer, ao profissional responsável pela instalação elétrica, informações relevantes para a execução da atividade. Na prática, a instalação elétrica de uma lâmpada acionada por interruptor simples ou unipolar é apresentada na figura a seguir.

FIGURA 4 – DIAGRAMA DE ESQUEMA ELÉTRICO



FONTE: Creder (2016, p. 91)

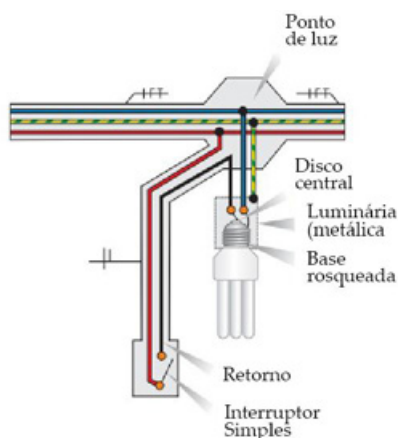
Pode-se observar que o esquema elétrico mostra, além dos eletrodutos da instalação, o esquema de ligação da lâmpada e em alguns casos o esquema de ligação do interruptor.

AUTOATIVIDADE



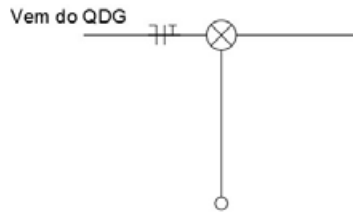
Complete o diagrama unifilar dos seguintes esquemas de ligação:

- 1 Apresenta a ligação multifilar de uma lâmpada comandada por interruptor simples, com condutor de proteção.

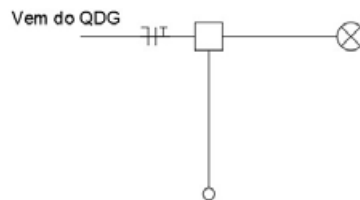


Fonte: <<http://twixar.me/SYcT>> Acesso em: 06 de out 2019.

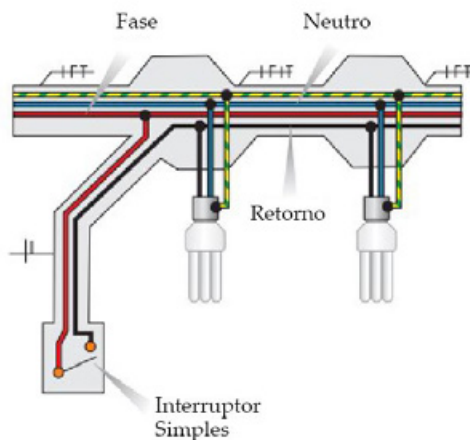
- a) O diagrama unifilar de ligação de uma lâmpada sendo que os condutores de ligação passam pela caixa de passagem em que se encontra uma lâmpada instalada.



- b) Os condutores passam pela caixa de passagem e seguem para outro ponto da instalação no qual se encontra uma segunda caixa de passagem com uma lâmpada instalada.

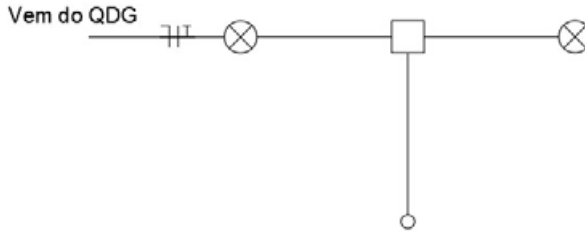


- 2 Apresenta o esquema de ligação multifilar de duas ou mais lâmpadas comandadas por interruptor simples. Observa-se que o diagrama unifilar pode não possuir uma única configuração.

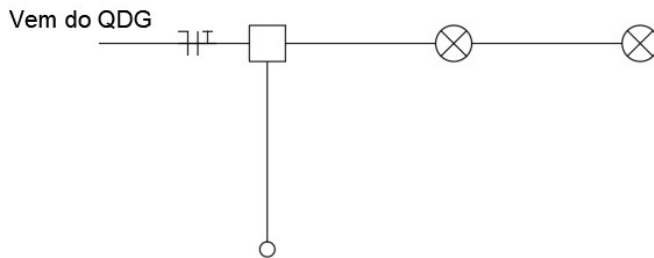


Fonte: <<http://twixar.me/SYcT>> Acesso em: 06 de out 2019.

a) A fiação da instalação chega ao circuito pela caixa de passagem onde está previsto a instalação de uma lâmpada.



b) A fiação chega em uma caixa de passagem sem previsão de instalação de qualquer elemento.



3 TIPOS DE SINAIS E GRANDEZAS ELÉTRICAS

Uma rede elétrica pode ser definida como sendo um grupo de componentes eletroeletrônicos ligados, associados entre si, da forma de ligações série ou paralela ou ainda mista. Esta rede pode ser configurada para analisar e/ou resolver uma gama de problemas eletrodinâmicos que envolvem movimentos de cargas elétricas. Da mesma forma, é possível construir modelos matemáticos que representem o comportamento de determinado sistema, pela associação física e/ou analítica de componentes eletroeletrônicos e, assim, analisar seu funcionamento e comportamento com diferentes tipos de excitações. Dessa forma, pode ser mais produtivo, rápido e de menor custo encontrar e estruturar o modelo, fazendo os ajustes necessários antes de se construírem os equipamentos/sistemas físicos. Essas análises podem ser realizadas por meio de softwares matemáticos específicos, linguagem padrão estruturada ou ainda softwares de simulação.

Em instalações elétricas residenciais de baixa tensão (BT) existem basicamente dois tipos de sinais de interesse direto. Os sinais ditos contínuos (CC) e os sinais conhecidos como alternados. Embora ambos possam ser usados nas instalações elétricas residenciais, os sinais ditos alternados são

amplamente utilizados em detrimento dos sinais contínuos em função de uma série de características técnicas e econômicas que trazem vantagens na geração, transmissão e distribuição dos sinais.

3.1 SINAL CONTÍNUO

O sinal contínuo, genericamente conhecido como: sinal de corrente contínua; sinal CC; ou, ainda, sinal DC (*Direct Current*), caracteriza-se por possuir uma amplitude constante ao longo do tempo, isto é, uma vez ajustada a sua amplitude, esta permanece fixa até que seja desligada e/ou alterada. A pilha, a bateria ou a tensão armazenada em um capacitor são exemplos de fonte de corrente contínua. A figura a seguir apresenta graficamente a forma de onda de um sinal de corrente contínua.

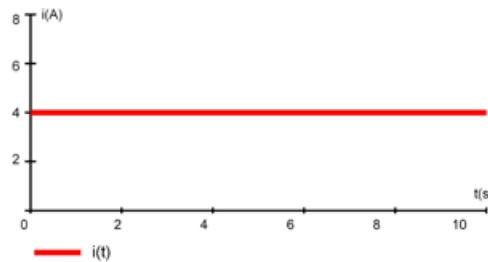
Matematicamente um sinal contínuo de corrente elétrica pode ser descrito conforme apresentado na Equação 1.

Equação 1

$$i(t) = 4$$

Na qual 4 representa a amplitude do sinal de corrente CC em ampères.

GRÁFICO 1 – SINAL DE CORRENTE CONTÍNUA



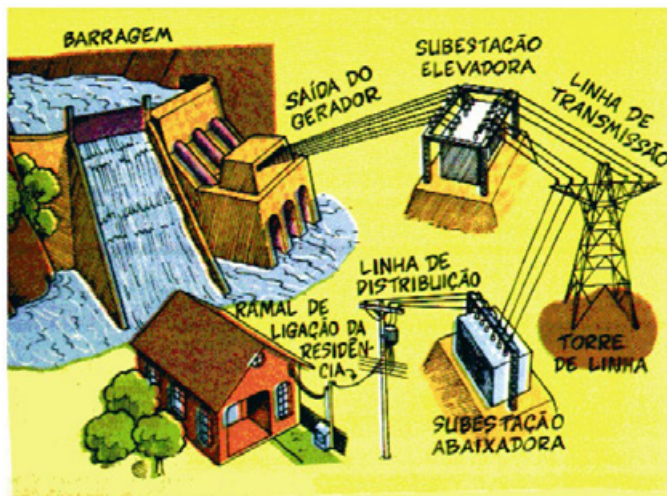
FONTE: O autor

3.2 SINAL ALTERNADO

Os sinais CA utilizados em instalações elétricas são gerados, transmitidos e distribuídos segundo critérios rígidos de controle e segurança. A Geração, Transmissão e Distribuição (GTD) envolve toda a cadeia de produção, acondicionamento e entrega dos sinais até que possa ser utilizado pelo usuário final. Não é do escopo deste material o aprofundamento do estudo sobre GTD, entretanto podemos entender, em linhas gerais, que a usina de produção de energia elétrica é um sistema complexo de geração de energia. São nas usinas geradoras que uma determinada forma de energia é transformada em energia

elétrica. Usinas termoelétricas, hidrelétricas, eólicas e solares são alguns desses exemplos. Em uma usina hidrelétrica a vazão de água que passa pela queda de água controlada, gira uma turbina que está acoplada ao mesmo eixo do rotor de um gerador elétrico. Um sistema eletrônico controla a vazão da água bem como a velocidade do gerador para que exista uniformidade de geração de eletricidade. A figura a seguir ilustra o processo de GTD (Geração Transmissão e Distribuição) de Energia Elétrica, onde são mostradas desde a geração na usina até a utilização pelo consumidor final.

FIGURA 5 – SISTEMA GTD APRESENTADO DE FORMA ILUSTRATIVA

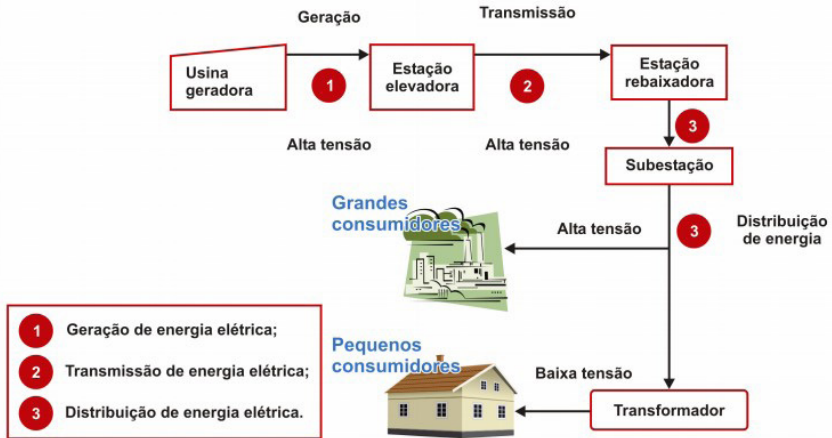


FONTE: Vieira (2015, p. 11)

Em linhas gerais o sistema o sistema de GTD pode ser verificado na figura a seguir, onde se observa que a energia gerada na usina (1) é conduzida para os centros consumidores. Esse processo se chama Transmissão (2) e para que seja possível a tensão elétrica é transformada (elevada) em uma subestação de energia no local onde é gerada, transmitida para outra região e posteriormente transformada (reduzida) em outra subestação novamente para os valores usuais. Desse ponto em diante a tensão elétrica é distribuída (3) aos consumidores industriais e aos residenciais.

Do sistema de GTD são disponibilizados os sinais alternados, ou seja, sinais em corrente alternada que são empregados nas instalações elétricas. Estes sinais são fornecidos na forma monofásica, uma fase somente, bifásica, na qual se utilizam duas fases e na forma trifásica a qual utiliza três fases de alimentação da concessionária. A determinação da quantidade de fases de uma unidade consumidora é determinada pela potência das cargas instaladas nesta unidade.

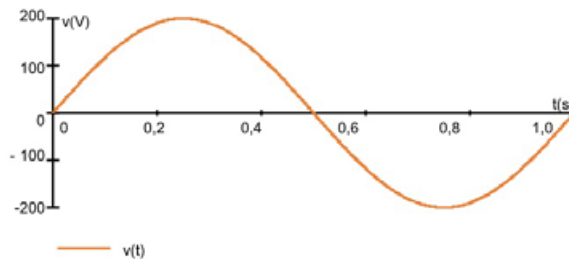
FIGURA 6 – ESQUEMA BÁSICO DE UM SISTEMA GTD



FONTE: Vieira (2015, p. 11)

O comportamento dos sinais de corrente alternada, fornecidos pelas concessionárias de energia, obedecem à qualidade dos sistemas de geração. No que tange à forma do sinal, pode-se dizer que, são sinais periódicos que apresentam comportamento oscilatório. Pela sua construção, ocorre variação de amplitude com o tempo, conforme apresentado no gráfico a seguir.

GRÁFICO 2 – SINAL DE CORRENTE ALTERNADA



FONTE: o autor

Um sinal de tensão senoidal de CA pode ser descrito matematicamente conforme apresentado na Equação 2, onde V_m representa a amplitude máxima do sinal em (volts), ω (ômega) a frequência angular da onda em radianos/segundo e φ (phi) a defasagem angular da onda em graus.

Equação 2

$$v(t) = V_m \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

Equação 3

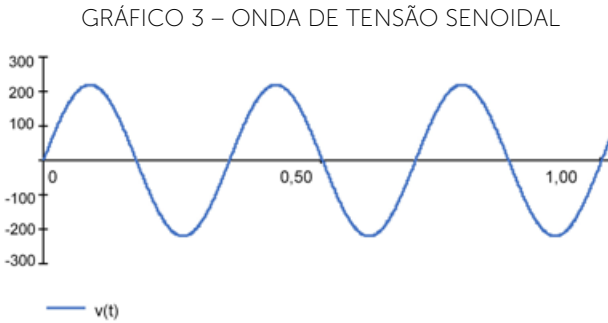
$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

Na qual f representa a frequência em Hz (Herz).

Quando se trabalha com sinais alternados, há a necessidade de se conhecer outros dois conceitos usados para descrever as formas de onda de uma forma genérica, a saber: período e frequência.

3.3 FREQUÊNCIA DE UM SINAL CA (f [HZ])

É definida como o número de repetições que a onda realiza no intervalo de tempo de um segundo. Uma onda cuja frequência é apresentada como sendo de 60 Hz (Hertz) indica que esta mesma onda, no tempo de um segundo, repete-se 60 vezes. Você saberia informar qual a frequência do sinal apresentado no gráfico a seguir? O gráfico apresenta a forma de onda de uma tensão senoidal $v(t)$ com amplitude de 220 V. Esta onda repete-se três vezes no tempo de um segundo, ou seja, possui uma frequência de 3 Hz.



FONTE: O autor

3.4 PERÍODO DE UM SINAL DE CA (T [S])

Pode ser definido como o valor numérico que representa o tempo necessário para que o sinal realize uma oscilação completa. A unidade do período é o segundo (s).

3.5 CORRELAÇÃO ENTRE PERÍODO E FREQUÊNCIA

As grandezas período e frequência estão correlacionadas em uma relação de proporção inversa e podem ser calculadas diretamente pela Equação 4.

Equação 4

$$T = \frac{1}{f}$$

O período da onda apresentada no gráfico anterior com frequência de 3 Hz pode ser calculado pela equação anterior como sendo de 0,333 segundos.

4 GRANDEZAS ELÉTRICAS

Grandezas podem ser definidas como aquilo que se pode medir, como, por exemplo, altura, largura, profundidade, corrente elétrica, energia etc. Cada grandeza possui uma unidade correspondente e essas podem ainda ser representadas junto com as suas subunidades.



O valor de uma grandeza é geralmente expresso sob a forma do produto de um número por uma unidade. A unidade é apenas um exemplo específico da grandeza em questão, usada como referência. O número é a razão entre o valor da grandeza considerada e a unidade. Para uma grandeza específica, podemos utilizar inúmeras unidades diferentes. Por exemplo, a velocidade v de uma partícula pode ser expressa sobre a forma $v = 25 \text{ m/s} = 90 \text{ km/h}$, onde o metro por segundo e o quilômetro por hora são unidades alternativas para expressar o mesmo valor da grandeza velocidade.

FONTE: INMETRO - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Sistema Internacional de Unidades SI**. 8. ed. Rio de Janeiro, 2012. p. 15. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/si_versao_final.pdf. Acesso em: 5 dez. 2019.

A norma ISO/IEC 80000 – Grandezas e unidades, estabelece as grandezas base e suas respectivas unidades, que foram estabelecidas como o Sistema Internacional (SI). O quadro a seguir, apresenta a relação destas grandezas.

QUADRO 3 – GRANDEZAS DE BASE E UNIDADES DO SI

GRANDEZA	UNIDADES	
	NOME	SÍMBOLO
Comprimento	metro	m
Massa	quilograma	kg
Tempo	segundo	s
Intensidade de corrente elétrica	ampére	A
Temperatura	kelvin	K
Quantidade de matéria	mol	mol
Intensidade luminosa	candela	cd

FONTE: <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/sistema-internacional-unidades-si.htm>>. Acesso em: 2 dez. 2019.

No que tange aos prefixos do SI, apresentados no quadro a seguir, são utilizados junto às unidades para simplificar o entendimento de valores de grandezas muito pequenos e/ou muito grandes.

QUADRO 4 – PREFIXOS DO SI

Nome	Símbolo	Fator pelo qual a unidade é multiplicada
yotta	Y	$10^{24} = 1.000.000.000.000.000.000.000.000$
zeta	Z	$10^{21} = 1.000.000.000.000.000.000.000.000$
exa	E	$10^{18} = 1.000.000.000.000.000.000.000.000$
peta	P	$10^{15} = 1.000.000.000.000.000.000.000.000$
tera	T	$10^{12} = 1.000.000.000.000.000.000.000.000$
giga	G	$10^9 = 1.000.000.000.000.000.000.000.000$
mega	M	$10^6 = 1.000.000.000.000.000.000.000.000$
kilo ou quilo	k	$10^3 = 1.000$
hecto	h	$10^2 = 100$
deca	da	$10^1 = 10$
deci	d	$10^{-1} = 0,1$
centi	c	$10^{-2} = 0,01$
mili	m	$10^{-3} = 0,001$
micro	μ	$10^{-6} = 0,000001$
nano	n	$10^{-9} = 0,000000001$
pico	p	$10^{-12} = 0,000000000001$
femto	f	$10^{-15} = 0,000000000000001$
ato	a	$10^{-18} = 0,000000000000000001$
zepto	z	$10^{-21} = 0,000000000000000000001$
yocto	y	$10^{-24} = 0,000000000000000000000001$

FONTE: Adaptado de Inmetro (2012)

As grandezas utilizadas em eletrotécnica são basicamente definidas em termos de corrente, tensão, potência e energia elétrica.

Os fenômenos nos quais são envolvidas cargas elétricas são chamados de fenômenos elétricos. Quando as cargas estão em repouso os fenômenos são ditos estáticos. Quando existe movimentação de cargas chamam-se de fenômenos dinâmicos. Usualmente as cargas que se movimentam são os elétrons, uma vez que ao influxo de uma excitação eles podem se deslocar.

A eletricidade tem sua importância em função de sua capacidade de transformar a energia oriunda desse deslocamento de elétrons em outros tipos de energia, como, por exemplo, a energia térmica (aquecedor, ar condicionado), energia mecânica (motores elétricos), energia luminosa (lâmpadas) e também em energia elétrica (transformadores).

Da mesma forma sua geração também pode ser conseguida pela transformação de outras fontes de energia em energia elétrica. Nesse contexto temos a energia hidráulica, térmica, solar, eólica, nuclear, entre outras.

5 DIFERENÇA DE POTENCIAL (D.D.P)

As cargas elétricas são o fundamento básico para o entendimento dos fenômenos elétricos, portanto, algumas características devem ser revisadas. Cargas elétricas possuem característica bipolar, ou seja, seus efeitos apresentam características positivas e negativas. Tanto a separação quanto o movimento de cargas elétricas geram os efeitos elétricos.

Segundo Boylestad (2012), na teoria de circuitos, a separação entre cargas dá origem a uma força elétrica (tensão), e seu movimento dá origem a um fluxo elétrico (corrente). Sempre que cargas positivas e negativas estão separadas, há gasto de energia.

Vamos supor uma situação hipotética para entender melhor o que representa a ddp. Vamos imaginar dois reservatórios de água, sendo que o reservatório R1 está cheio e se encontra a cinco metros de altura, o segundo reservatório R2 está vazio e se encontra ao nível do solo. Os dois reservatórios são interligados por dutos de água que podem controlar a vazão por meio de uma válvula. Ao se abrir a válvula, a água começa a sair do reservatório R1 para o reservatório R2, em outras palavras, a água sai do reservatório mais alto e escorre para o mais baixo. De uma forma semelhante acontece o movimento das cargas elétricas quando submetidas à uma variação de potencial, o ponto de maior potencial excita as cargas elétricas e estas se “deslocam” para o ponto de potencial menor.

6 FLUXO DE CORRENTE

Os efeitos do fluxo de corrente podem ser observados quando se coloca, por exemplo duas esferas carregadas com cargas de polaridades opostas.

A Figura 7 apresenta esta experiência. Tem-se duas esferas isoladas, carregadas com cargas diferentes, por exemplo a esfera da esquerda carregada com cargas negativas e a esfera da direita carregada com cargas positivas. Enquanto isoladas, ambas as esferas retêm suas respectivas cargas. Ao unir-se as duas esferas com um fio condutor, existe um deslocamento de cargas elétricas entre elas. Os elétrons livres fluem do material de carga negativa para o de carga positiva, esse fluxo de elétrons perdura até que exista equilíbrio de cargas entre as esferas. A esse fluxo de elétrons é chamado “eletricidade”.

Quando foram iniciados os estudos sobre a corrente elétrica, foi observado que os elétrons saiam do potencial maior para o menor, sendo assim, adotou-se que as cargas elétricas “sairiam” do terminal positivo para o terminal negativo, ou seja, fluxo de corrente de + para -.

Posteriormente, com o advento de novas tecnologias em termos de equipamentos, observou-se que na realidade acontece exatamente o contrário, as cargas elétricas (elétrons) são “empurradas” do terminal negativo para o terminal positivo, de - para +.

FIGURA 7 – FLUXO DE CORRENTE ELÉTRICA



FONTE: <<https://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2009/08/1-a543026976.jpg>>. Acesso em: 11 dez. 2019.

Como já existia uma imensa bibliografia sobre o assunto, a solução adotada foi estabelecer dois sentidos para a corrente elétrica. Um sentido designado como sentido convencional da corrente elétrica, em que há o deslocamento de cargas do terminal positivo para o terminal negativo, e o sentido real da corrente em que as cargas elétricas são deslocadas do terminal negativo para o terminal positivo. Neste material sempre será adotado o sentido convencional, a menos que esteja espessamente indicado o contrário.

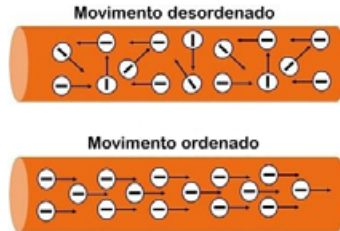
7 INTENSIDADE DE CORRENTE ELÉTRICA (I [A])

Segundo o Inmetro (2012, p. 25):

O ampere é a intensidade de uma corrente elétrica constante que, se mantida em dois condutores paralelos, retilíneos, de comprimento infinito, de seção circular desprezível, e situados à distância de 1 metro entre si, no vácuo, produz entre estes condutores uma força igual a 2×10^{-7} newton por metro de comprimento.

A corrente elétrica pode ser definida como o movimento ordenado de cargas elétricas (elétrons). Esse movimento ocorre quando as cargas elétricas sofrem uma excitação oriunda de uma diferença de potencial (ddp), também conhecido como diferença de tensão. A figura a seguir mostra esse deslocamento de cargas.

FIGURA 8 – CORRENTE ELÉTRICA

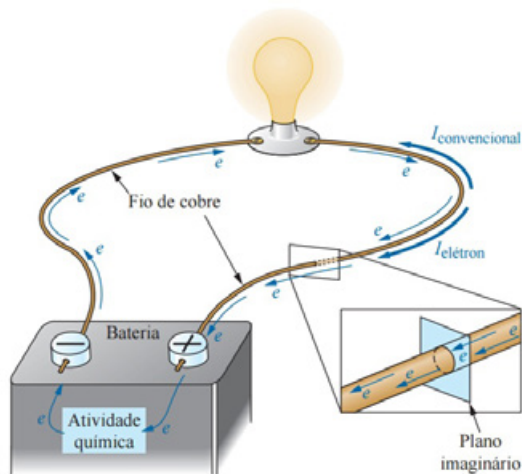


FONTE: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/i/6878/movimento-eletrons-livres-600.webp>>. Acesso em: 11 dez. 2019.

A figura a seguir apresenta um esquema para a observação do fluxo de corrente circulante em um circuito fechado. Segundo Halliday e Resnick, (2016, p. 320):

Os elétrons livres (elétrons de condução) que existem no interior de um fio de cobre se movem em direções aleatórias a uma velocidade média da ordem de 10^6 m/s. Se imaginarmos um plano perpendicular ao fio, elétrons de condução passarão pelo plano nos dois sentidos bilhões de vezes por segundo, mas não haverá um fluxo líquido de cargas e, portanto, não haverá uma corrente elétrica no fio. Se ligarmos as extremidades do fio a uma bateria, por outro lado, o número de elétrons que atravessam o plano em um sentido se tornará ligeiramente maior que o número de elétrons que atravessam o plano no sentido oposto; em consequência, haverá um fluxo líquido de cargas e, portanto, haverá uma corrente elétrica no fio.

FIGURA 9 – PERCURSO DA PASSAGEM DA CORRENTE ELÉTRICA



FONTE: Boylestad (2012, p. 29)

A bateria é o elemento que provoca a diferença de potencial e excita as cargas elétricas gerando o movimento das cargas. A lâmpada representa a carga elétrica que consome potência, transformando a corrente elétrica e energia luminosa.

Em outras palavras pode-se definir corrente elétrica como sendo o movimento ordenado de cargas elétricas (elétrons), quando submetidos a uma diferença de potencial.

Quando se trabalha com fluxo de cargas, deve-se considerar o fator tempo, ou seja, as grandezas variam em função do tempo. Pode-se definir a corrente elétrica, conforme apresentada na equação a seguir, como sendo a quantidade de cargas elétricas que passam numa seção transversal de um condutor durante um certo intervalo de tempo, em termos técnicos, corrente elétrica pode ser definida como sendo a relação da taxa de variação de carga por unidade de tempo.

Equação 5

$$i(t) = \frac{dq}{dt}$$

Em que:

- $i(t)$ = é a corrente elétrica variante no tempo [A].
- dq/dt = é a taxa da variação de carga [C/s].

Outra observação relevante é a de que, na medida do aumento de cargas elétricas que atravessam um fio condutor em um mesmo intervalo de tempo, aumenta a corrente elétrica resultante.

Conforme Boylestad (2012, p. 29), “ [...] a tensão aplicada estabeleceu um fluxo de elétrons em uma direção em particular. Na realidade, por definição, se $6,242 \times 10^{18}$ elétrons (1 coulomb) passam através do plano imaginário em 1 segundo, diz-se que o fluxo de carga, ou corrente, é de 1 ampère (A)”.

8 TENSÃO ELÉTRICA (V [V])

Há dispêndio de energia quando existe separação das cargas elétricas positivas e negativas, sendo assim, tensão pode ser definida como sendo a relação entre a taxa de variação de energia (dwe) por unidade de carga (q) gasta na separação, a Equação 6 representa matematicamente esta relação.

Equação 6

$$v = \frac{dwe}{dq}$$

Na qual:

- v = é a tensão em volts.
- ωe = é a energia em joules.
- q = é carga em coulombs.

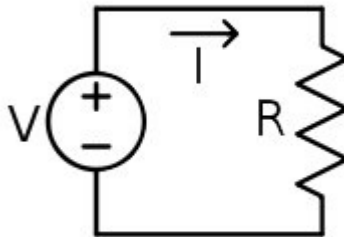
9 RESISTÊNCIA ELÉTRICA ($R[\Omega]$)

As Leis de Ohm estabelecidas pelo físico alemão Georg Simon Ohm (1787-1854), correlacionam o comportamento de certos materiais com grandezas elétricas e parâmetros físicos. Esses materiais foram denominados por Ohm com o nome de resistência elétrica, cuja unidade é o Ohm (Ω) em homenagem ao seu descobridor.

10 PRIMEIRA LEI DE OHM

Em seus experimentos Ohm estudou o comportamento da diferença de potencial (ddp) ou tensão elétrica (E ou V) dadas em volts (V), com a corrente elétrica (I) dada em ampères (A). Utilizando uma fonte de tensão variável, Ohm aplicou tensões em diferentes materiais e mediu os valores de corrente elétrica que circulava por esses materiais.

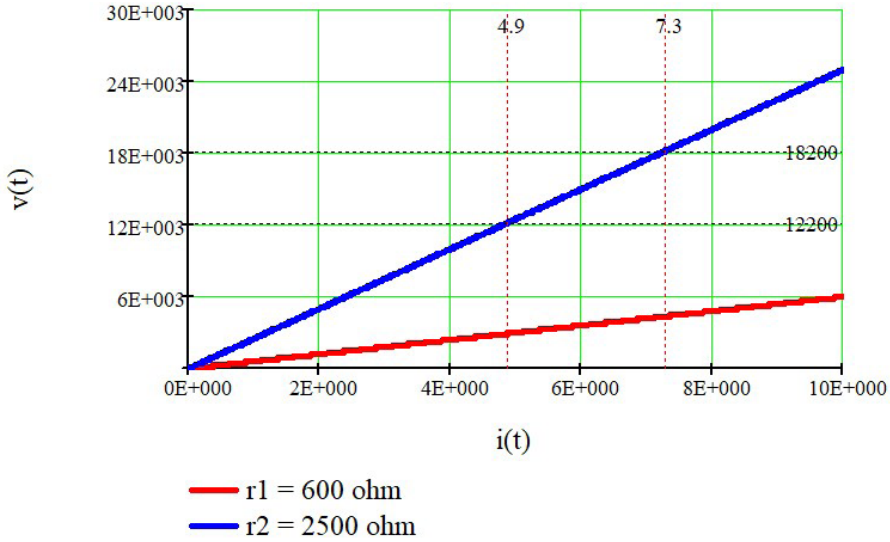
FIGURA 10 – CIRCUITO ESQUEMÁTICO DA EXPERIÊNCIA DA PRIMEIRA LEI DE OHM



FONTE: O autor

Ao testar materiais expostos à diferentes tensões ele observou uma certa proporcionalidade no comportamento da corrente elétrica. Ao elevar o valor da tensão aplicada, a corrente elétrica também aumentava, ao se reduzir a diferença de potencial a corrente também reduzia na mesma proporção. Ohm realizou este experimento, utilizando materiais diferentes. Organizando esses dados em um gráfico, semelhante ao apresentado no gráfico a seguir, pôde observar a proporcionalidade existente entre as grandezas e assim estabelecer uma relação matemática para descrever esse comportamento.

GRÁFICO 4 – COMPORTAMENTO DE TENSÃO E CORRENTE PARA DIFERENTES MATERIAIS



FONTE: O autor

O circuito utilizado por Ohm para o estudo e levantamento das curvas apresentadas pode ser representado basicamente por uma fonte de tensão de corrente contínua variável, uma carga ou resistência, um instrumento de medição de tensão (Vôltemetro) e um de instrumento de medição de corrente elétrica (Amperímetro). Ao variar o valor da fonte de tensão CC, a corrente se alterava proporcionalmente. Esta relação pode ser representada pela equação a seguir.

Equação 7

$$R = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{V_2 - V_1}{I_2 - I_1}$$

Pode-se observar que, para os dois valores de resistência, o comportamento linear é semelhante. Pelo gráfico pode-se calcular o valor da resistência, conforme apresentado na equação a seguir.

Equação 8

$$R_2 = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{18200 - 12200}{7,3 - 4,9} = 2500 \Omega$$

Em sendo assim, a primeira lei de Ohm foi estabelecida pela relação entre as variações de tensão e corrente. Na prática aplica-se como apresentado na equação a seguir.

Equação 9

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

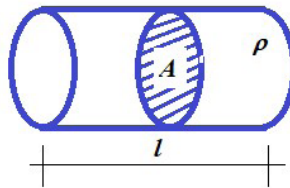
Em que:

- R = resistência elétrica [Ω].
- I = corrente elétrica [A].
- V = tensão elétrica ou diferença de potencial (ddp) [V].

1.1 SEGUNDA LEI DE OHM

Ohm também verificou que o valor da resistência elétrica de um fio condutor era inversamente proporcional à área da seção transversal do fio (A [mm^2]) e diretamente proporcional ao seu comprimento (l [m]) e a resistividade elétrica do material (ρ [$\Omega \cdot m$]), conforme apresentado na figura a seguir.

FIGURA 11 – PARÂMETROS FÍSICOS DE UM FIO CONDUTOR



FONTE: O autor

A partir de suas observações, definiu o conceito de resistência elétrica, como sendo:

Equação 10

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

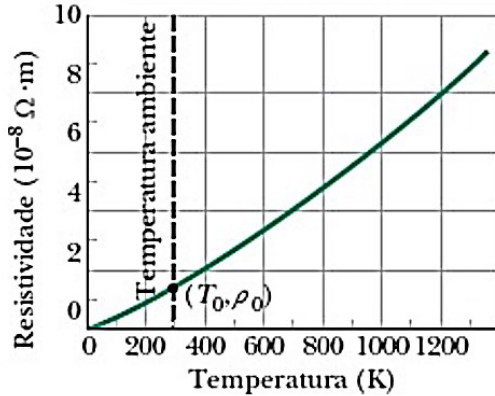
Na qual:

- ρ = resistividade do material [$\Omega \cdot m$].
- l = comprimento do fio [m].
- A = área da seção transversal [m^2].

12 VARIAÇÃO DA RESISTIVIDADE COM A TEMPERATURA

Os valores da maioria das grandezas físicas variam com a temperatura; a resistividade não é exceção. O Gráfico 5, por exemplo, mostra a variação da resistividade do cobre com a temperatura. O ponto assinala uma temperatura de referência conveniente, $T_0 = 293\text{ K}$, na qual a resistividade é $\rho_0 = 1,69 \cdot 10^{-8}\ \Omega \cdot m$.

GRÁFICO 5 – RESISTIVIDADE DO COBRE EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA



FONTE: Halliday; Resnick (2016, p. 337)

“A relação entre temperatura e resistividade para o cobre (e para os metais em geral) é quase linear em uma larga faixa de temperaturas. Isso nos possibilita escrever uma fórmula empírica que é adequada para a maioria das aplicações práticas” (HALLIDAY; RESNICK, 2016, p. 337).

Equação 11

$$\rho - \rho_0 = \rho_0 \cdot \alpha \cdot (T - T_0)$$

Aqui, T_0 é uma temperatura de referência e ρ_0 é a resistividade nessa temperatura. Costuma-se escolher como referência $T_0 = 293\text{ K}$ (temperatura ambiente), caso em que $\rho_0 = 1,69 \times 10^{-8}\ \Omega \cdot m$ para o cobre. Como a temperatura entra na Equação 11 apenas como uma diferença, tanto faz usar a escala Celsius ou a escala Kelvin, já que o valor de um grau nas duas escalas é o mesmo. A constante α que aparece na Equação 11, conhecida como coeficiente de temperatura da resistividade, é escolhida para que a concordância da resistividade calculada com a resistividade medida experimentalmente seja a melhor possível na faixa de temperaturas considerada. A tabela [a seguir] mostra os valores de α para alguns metais (HALLIDAY; RESNICK, 2016, p. 337, 338).

TABELA 1 – RESISTIVIDADE DE ALGUNS METAIS TÍPICOS @20°C

Material	Resistividade, $\rho(\Omega.m)$	Coefficiente de Temperatura da Resistividade, $\alpha (K^{-1})$
<i>Metais Típicos</i>		
Prata	$1,62 \times 10^{-8}$	$4,1 \times 10^{-3}$
Cobre	$1,69 \times 10^{-8}$	$4,3 \times 10^{-3}$
Ouro	$2,35 \times 10^{-8}$	$4,0 \times 10^{-3}$
Alumínio	$2,75 \times 10^{-8}$	$4,4 \times 10^{-3}$
Manganin ^a	$4,82 \times 10^{-8}$	$0,002 \times 10^{-3}$
Tungstênio	$5,25 \times 10^{-8}$	$4,5 \times 10^{-3}$
Ferro	$9,68 \times 10^{-8}$	$6,5 \times 10^{-3}$
Platina	$10,6 \times 10^{-8}$	$3,9 \times 10^{-3}$

^a Uma liga especial com um baixo valor de α

FONTE: Halliday; Resnick (2016, p. 336)

Todos os materiais apresentam certa resistividade, sendo que esta característica é menor nos materiais condutores e maior nos materiais isolantes. Por materiais condutores podemos entender materiais que possuem maior quantidade de elétrons livres, o que facilita a condução de eletricidade. Em contrapartida, materiais isolantes são considerados os materiais que possuem uma menor quantidade de elétrons livres, apresentando assim uma maior dificuldade na condução de eletricidade.

A variação dos valores de resistividade pode ser observada quando se comparam os valores da tabela anterior, para materiais condutores, com os valores apresentados na tabela a seguir, referente aos materiais semicondutores e isolantes.

TABELA 2 – RESISTIVIDADE DE ALGUNS SEMICONDUTORES E ISOLANTES TÍPICOS 2@20°C

Material	Resistividade, $\rho(\Omega.m)$	Coefficiente de Temperatura da Resistividade, $\alpha (K^{-1})$
<i>Semicondutores Típicos</i>		
Silício puro	$2,5 \times 10^3$	-70×10^{-3}
Silício ^b tipo <i>n</i>	$8,7 \times 10^{-4}$	
Silício ^c tipo <i>p</i>	$2,8 \times 10^{-3}$	
<i>Isolantes Típicos</i>		
Vidro	$10^{10} - 10^{14}$	
Quartzo fundido	$\sim 10^{16}$	

^b Silício dopado com 1023 átomos/m³ de fósforo

^c Silício dopado com 1023 átomos/m³ de alumínio

FONTE: Halliday; Resnick (2016, p. 336)

A variação da resistência com a temperatura pode ser relacionada pela equação 12:

Equação 12

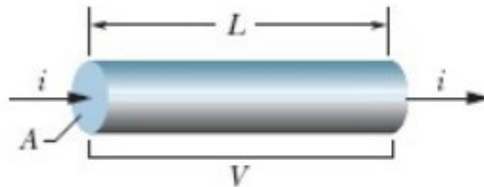
$$R_t = R_0 \cdot [1 + \alpha \cdot (T - T_0)]$$

Em que:

- R_t = resistência na temperatura t em ohms [Ω].
- R_0 = resistência a 0°C em ohms [Ω].
- α = Coeficiente de temperatura em C^{-1} .
- T e T_0 = temperatura final e inicial em °C.

O estudo do comportamento da resistência, no que se refere a fios condutores é importante em função do uso de condutores elétricos para as ligações dos circuitos em projetos de instalações elétricas. Posteriormente serão abordadas as normas referentes às instalações elétricas. De momento, iremos verificar o comportamento dos condutores elétricos quando são modificados os parâmetros físicos ou as grandezas envolvidas. A figura a seguir apresenta esquematicamente as grandezas e propriedades físicas de um condutor elétrico. Indica que é estabelecida uma corrente elétrica i , quando uma determinada diferença de potencial V é aplicada nas extremidades de um fio condutor de comprimento L e seção reta transversal A .

FIGURA 12 – PARÂMETROS FÍSICOS E GRANDEZAS DE UM CONDUTOR



FONTE: Halliday; Resnick (2016, p. 336)

Ao se analisar esse tipo de problema, é possível associar a primeira e segunda lei de Ohm para que se possa verificar o comportamento das propriedades e grandezas.

Igualando as equações 9 e 10, tem-se:

Equação 13

$$\frac{V}{I} = \rho \frac{L}{A}$$

Explicitando a corrente elétrica I na equação 13, tem-se a equação 14:

Equação 14

$$I = \frac{V.A}{\rho.L}$$

A Equação 14 apresenta a relação entre os parâmetros dimensionais e os parâmetros elétricos de determinado fio condutor. Existem situações em que é interessante conhecer esta relação, como, por exemplo, na medida em que se aumenta o comprimento de um fio condutor, se não houver variações nos outros parâmetros, o valor da corrente elétrica tende a aumentar. Na prática, isto pode ser usado como referência em situações em que é necessário analisar qual o efeito na corrente elétrica se, por exemplo, aumentar o comprimento do fio, a corrente diminui; se reduzir a seção transversal do fio (bitola do fio), a corrente tende a diminuir de amplitude; ao se utilizar um outro material para o fio, a corrente elétrica aumenta se o material tiver uma resistividade menor do que a que está sendo utilizada ou se reduz se o material tiver uma resistividade maior do que o material que está sendo utilizado.



RESUMO DO TÓPICO 1

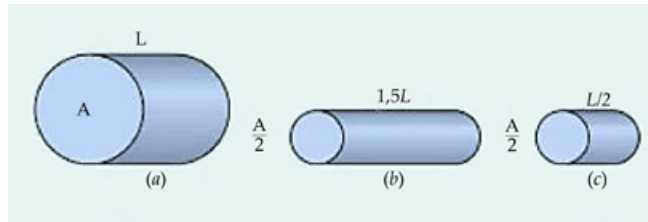
Neste tópico, você aprendeu que:

- A simbologia é extremamente necessária para o entendimento dos diagramas unifilares de instalações elétricas.
- Existem os sinais ditos contínuos e alternados. Os sinais contínuos caracterizam-se por possuírem uma amplitude constante. Os sinais alternados, além da amplitude ainda possuem frequência e período.
- Existem definições específicas para as grandezas e unidades utilizadas em circuitos e instalações elétricas.
- Algumas resistências têm um comportamento linear quando submetido a variações de tensão e corrente. E seus valores sofrem alteração com a temperatura.



- 1 A figura a seguir mostra três condutores cilíndricos de cobre com os respectivos valores do comprimento e da área da seção reta. Coloque os condutores na ordem decrescente da corrente que os atravessa quando a mesma diferença de potencial é aplicada às extremidades.

FIGURA - FIOS COM CARACTERÍSTICAS DIFERENTES



FONTE: Halliday; Resnick (2016, p. 337)

- 2 Um sistema eletrônico funciona com tensão de alimentação $V_{DC} = 12 \text{ V}$. Represente a forma de onda dessa tensão em um gráfico Tensão x Tempo.
- 3 Um consumidor brasileiro adquiriu um liquidificador convencional. Junto ao cabo de ligação do liquidificador havia uma fita adesiva com um alerta de segurança indicando a tensão de alimentação de 127 V.
- a) Qual a frequência e o período da tensão a qual este equipamento deverá ser submetido para seu correto funcionamento?
- b) Desenhe dois períodos da forma de onda do sinal de tensão da fonte de alimentação que atenda as especificações para a utilização deste liquidificador.
- 4 Uma lâmpada permanece acesa durante oito minutos por efeito de uma corrente de 1,5 A, fornecida por uma bateria. Nesse intervalo de tempo, a carga total (em C) liberada pela bateria é:
- a) () 0,6.
 b) () 2,8.
 c) () 170.
 d) () 320.
 e) () 720.

NOÇÕES DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

1 INTRODUÇÃO

Nomenclatura utilizada para designar a ligação de componentes e dispositivos eletroeletrônicos. Através do tipo de ligação pode-se analisar o comportamento dos circuitos em termos de corrente, tensão e potência elétrica.

Para o nosso estudo, será utilizado a denominação de “carga” para todo o componente, circuito ou sistema que consuma energia elétrica, ou seja, que transforme a energia elétrica em outra forma de energia, por exemplo a energia térmica.

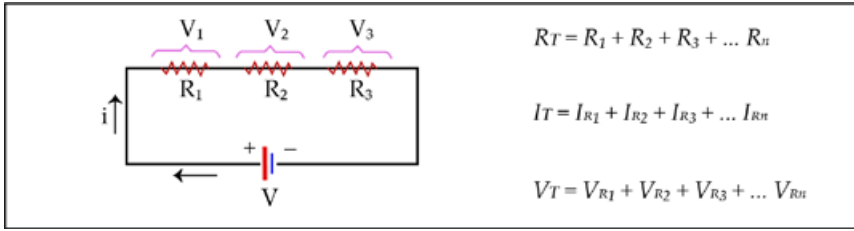
Quando se trabalha com grandezas em corrente contínua (CC) é usual utilizar a representação das grandezas com variáveis maiúsculas, por exemplo: V para tensão; I para corrente e R para resistência. Quando se trabalha com grandezas em corrente alternada (CA), que variam com o passar do tempo, utiliza-se a representação das grandezas com letras minúsculas, a saber: $v(t)$ para tensão, $i(t)$ para corrente e R para a resistência.

Cargas elétricas podem ser associadas em ligações série, paralela e mista. Para cada tipo de ligação, as grandezas associadas aos circuitos possuem um comportamento padrão referencial.

2 ASSOCIAÇÃO SÉRIE

A ligação designada por associação série é representada pela ligação das cargas em sequência, como mostrado esquematicamente na figura a seguir, sendo que existe somente um caminho possível para a corrente elétrica. Nestas ligações, a soma das quedas de tensão nas cargas individuais que compõem o circuito, é do mesmo valor da fonte de tensão aplicada no circuito.

FIGURA 13 – ASSOCIAÇÃO SÉRIE DE RESISTORES



FONTE: O autor

Exemplo:

Supondo que o circuito é composto pelas resistências $R_1 = 100\Omega$, $R_2 = 50\Omega$ e $R_3 = 150\Omega$ ligadas em série e alimentadas por uma tensão V_T de 15 V. Sabendo-se que a relação entre tensão e corrente é dada por: $V = R.I$. Calcule a corrente elétrica I_T que flui pelo circuito e as quedas de tensão em cada carga.

Dados:

$$V_T = 15 V; R_1 = 100\Omega; R_2 = 50\Omega; R_3 = 150\Omega$$

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 = (100 + 50 + 150) = 300\Omega$$

Cálculo

$$I_T = \frac{V_T}{R_T} = \frac{15 V}{300 \Omega} = 0,05 A \text{ ou } 50 mA$$

$$V_{R1} = I_T \cdot R_1 = (50 \cdot 10^{-3}) \cdot 100 = 5,0 V$$

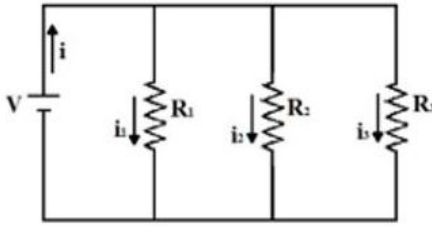
$$V_{R2} = I_T \cdot R_2 = (50 \cdot 10^{-3}) \cdot 50 = 2,5 V$$

$$V_{R3} = I_T \cdot R_3 = (50 \cdot 10^{-3}) \cdot 150 = 7,5 V$$

3 ASSOCIAÇÃO PARALELA

A ligação paralela se caracteriza pela condição na qual os terminais dos componentes, no caso, resistores, são ligados aos pares, ou seja, Terminal 1 com Terminal 1 e Terminal 2 com Terminal 2, conforme apresentado na figura a seguir. O comportamento das grandezas de tensão, corrente e resistência é diferente da ligação em série. Na associação em paralelo, a tensão aplicada na associação é a mesma em todos os componentes da associação, uma vez que, as resistências estão ligadas nos mesmos terminais. Entretanto, a corrente elétrica que flui por cada ramo da ligação em paralelo é inversamente proporcional ao valor da resistência no ramo da ligação. O valor total da resistência do ramo em paralelo será sempre menor que o menor valor individual das resistências que compõem a associação paralela.

FIGURA 14 – ASSOCIAÇÃO PARALELA DE RESISTORES



$$V_T = V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_n$$

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}}$$

FONTE: O autor

Em se tratando da associação de dois resistores, pode-se usar:

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Se a associação for com resistores de mesmo valor, pode-se calcular por:

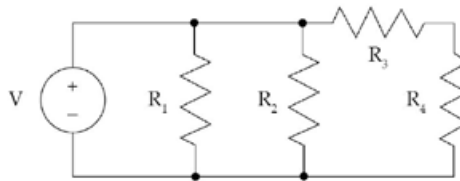
$$R_T = \frac{R}{n}$$

Onde n é o número de resistores iguais ligados em paralelo.

4 ASSOCIAÇÃO MISTA

A associação mista caracteriza-se pela composição do circuito com ligações em série e paralelo. Para o cálculo das grandezas pode-se considerar os circuitos separadamente, resolvendo-se e simplificando-se as associações de resistores inicialmente, sucessivamente até que se chegue ao valor mínimo ou às grandezas que se deseja conhecer.

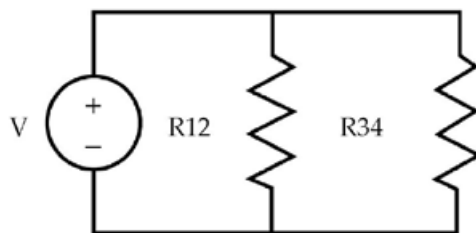
FIGURA 15 – EXEMPLO DE ASSOCIAÇÃO MISTA DE RESISTORES



FONTE: O autor

Para a resolução deste circuito pode-se resolver a associação das cargas R1 e R2, ligadas em paralelo (R_p) e a associação das cargas R3 e R4 ligadas em série (R_s), assim reduzindo o circuito para o apresentado na figura a seguir.

FIGURA 16 – CIRCUITO REDUZIDO COM O CÁLCULO DAS ASSOCIAÇÕES



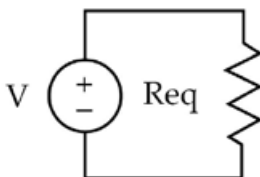
FONTE: O autor

O cálculo de R_{12} e R_{34} são apresentados na sequência:

$$R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}; \quad R_{34} = R_3 + R_4$$

Uma vez resolvidas essas associações, tem-se um novo circuito composto por outra associação em paralelo, dessa vez com a resultante da associação paralela (R_p) e a série (R_s). Resolvendo-se esta última associação o circuito original pode ser substituído pela resistência equivalente R_{eq} e a fonte de tensão original.

FIGURA 17 – CIRCUITO SIMPLIFICADO



FONTE: O autor

A resistência equivalente é calculada como segue:

$$R_{eq} = \frac{R_{12} \cdot R_{34}}{R_{12} + R_{34}}$$



Lâmpadas normalmente são ligadas em paralelo, pois necessitam da tensão nominal para seu correto funcionamento. Existem circuitos onde as lâmpadas são ligadas em série, por exemplo, as lâmpadas de árvore de natal. Nesses casos, observa-se que, quando uma lâmpada queima, toda a sequência de lâmpadas deixa de acender, uma vez que a circulação de corrente fica interrompida pela lâmpada que queimou.

5 POTÊNCIA ELÉTRICA (P[W])

Embora tensão e corrente sejam variáveis úteis na análise e no projeto de sistemas que utilizam a eletricidade, muitas vezes o resultado útil do sistema não é expresso em termos elétricos, mas em termos de potência e energia (NILSSON; RIEDEL, 2009).

Observa-se também que muitos produtos e/ou dispositivos são especificados ou referenciados em termos de potência consumida e/ou fornecida, dessa forma, é importante poder representar a potência em termos das variáveis mensuráveis tensão e corrente elétricas.

Em termos físicos a potência é definida como sendo a taxa de variação temporal da absorção ou gasto de energia.

Equação 15

$$p(t) = \frac{d\omega}{dt}$$

Em que:

- p = potência em watts;
- ω = a energia em joules;
- t = o tempo em segundos.

Uma vez que existe agitação de partículas elétricas quando um material é submetido à uma variação de potencial, existe geração de calor. À esta geração de calor chamamos de potência elétrica dissipada na forma de calor. Sua unidade é dada em watts [W] e pode ser calculada pelo produto de tensão e corrente elétrica.

Equação 16

$$p(t) = v(t) \cdot i(t) \cdot \cos \varphi$$

A expressão da potência representada pela Equação 16 leva em consideração a variação temporal da tensão e corrente elétrica, ou seja, é utilizada quando se aplica corrente alternada. O ângulo φ representa a defasagem angular entre tensão e corrente quando se trata de cargas de cunho capacitivo, indutivo ou ambos. O cosseno desse ângulo, também conhecido como fator de potência quando o sistema é livre de sinais harmônicos, é um valor normalizado que deve ser atingido quando se trata de consumidores industriais.

Quando se trabalha somente com corrente contínua, os circuitos não sofrem influência das cargas capacitivas e/ou indutivas, sendo assim, não há defasagem angular entre as grandezas de tensão e corrente, logo, o fator de potência do circuito é unitário, pois $\cos \varphi = \cos 0^\circ$. A Equação 16 pode ser escrita como apresentado na Equação 17.

Equação 17

$$P = V \cdot I$$

Utilizando-se da Lei de Ohm, Equação 9, pode-se ajustar a equação da potência, Equação 18 de acordo com as variáveis disponíveis conforme a Equação 18.

Equação 18

$$Req = \frac{V^2}{R} = I^2 \cdot R$$

Dessa forma é possível calcular a potência de determinado componente e/ou sistema, pelo conhecimento da resistência e da tensão ou corrente que circula por esse componente.

Em circuitos elétricos existe um fenômeno chamado de Efeito Joule, que é a transformação de alguma forma de energia em calor. Quando um componente é percorrido por corrente elétrica, a agitação das cargas gera uma quantidade de calor que é dissipada na forma de calor, esse efeito é comumente relacionado por Efeito Joule. Ao se referir às perdas por Efeito Joule, normalmente se está interessado na parcela de potência elétrica que é transformada em calor, e utiliza-se a equação 19 para calcular.

Equação 19

$$P = I^2 \cdot R$$

Quando se utilizam grandezas escritas em letras maiúsculas, estamos nos referindo a grandezas em corrente contínua. Ao se utilizar as grandezas em letras minúsculas, estamos nos referindo a grandezas em corrente alternada, que possuem variação temporal de valores.

6 ENERGIA ELÉTRICA (E[Wh])

É caracterizada pelo produto de potência e tempo, ou seja, representa a potência dissipada sob diversas formas em um determinado intervalo de tempo conhecido, Equação 20.

Equação 20

$$E = P \cdot t$$

Dessa forma, em se conhecendo a potência gasta em um intervalo de tempo conhecido, é possível calcular a energia elétrica consumida.

• Exemplo de cálculo:

Uma resistência elétrica de 450Ω é ligada durante 20 minutos a cada duas horas. Supondo que essa resistência seja ligada à uma rede elétrica de 127 V, calcule o valor que este dispositivo gasta de energia em 30 dias, supondo um valor de R\$ 0,70 o kWh.

• Resolução:

o Dados do problema:

- Resistência: $R = 450 \Omega$.
- Tensão de alimentação da resistência: $V = 127 \text{ V}$.
- Tempo que a resistência fica ligada: $t_{\text{Lig}} = 20 \text{ min} = 1/3 \text{ hora}$.
- Número de vezes em que é ligada ao dia: $N_{\text{Dia}} = 24/2 = 12$.

Como se trata de uma carga resistiva, não existe defasagem entre corrente e tensão, então a energia pode ser calculada por 20, logo:

$$E = P \cdot t$$

Entretanto não temos a potência dissipada, mas podemos calculá-la por:

$$P = V \cdot I$$

O valor da corrente utilizada pela carga é de:

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

Logo:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{127 \text{ V}}{450 \ \Omega} = 282,23 \text{ mA}$$

$$P = V \cdot I = 127 \text{ V} \cdot 282,23 \text{ mA} = 35,84 \text{ W}$$

A resistência é ligada durante 20 minutos a cada duas horas, logo, em 24 horas ela é ligada:

$$t_{Lig} \cdot N_{Dia} = \left(\frac{1}{3}\right) \text{ horas} \cdot \left(\frac{24}{2}\right) \text{ vezes} = 4 \text{ horas}$$

$$E_{dia} = P \cdot (t_{Lig} \cdot N_{Dia}) = 35,84 \text{ W} \cdot 4 \text{ horas} = 143,37 \text{ Wh}$$

Este dispositivo gasta, em 30 dias, um total de:

$$E_{mês} = E_{dia} \cdot 30 \text{ dias} = 4,301 \text{ kWh/mês}$$

Supondo um valor de R\$ 0,70 o kWh, isto perfaz um valor de:

$$R\$_{mês} = E_{mês} \cdot R\$_{kWh} = 4,301 \text{ kWh/mês} \cdot R\$ 0,70/\text{kWh} = 3,01 \text{ reais/mês}$$



Antes de qualquer atividade que envolva circuitos que possam estar energizados, deve-se ter os cuidados referentes à desenergização dos circuitos: seccionamento; impedimento de reenergização; constatação de ausência de tensão; aterramento temporário ou equipotencialização dos circuitos; proteção dos elementos energizados e instalação de sinalização de impedimento reenergização.

7 FIOS E CABOS

“Fios e cabos são condutores elétricos, isto é, são utilizados para conduzir eletricidade em um circuito elétrico para interligar equipamentos, eletrodomésticos, lâmpadas e outros equipamentos que funcionem à eletricidade” (FIOS E CABOS, 2018, s.p.). Embora se pesquise a transmissão de energia elétrica sem fio, assim como acontece com as ondas de telecomunicações, ainda sua implementação é limitada e onerosa, necessitando que se ultrapasse algumas fronteiras técnicas. Sendo assim, no momento, a utilização de fios e cabos na condução da energia elétrica ainda é imprescindível.

Os fios podem ser formados por um único filamento de cobre o que o torna mais rígido que os cabos. Quando sujeito a muito estresse mecânico podem partir-se com mais facilidades. Uma vez que não serão manuseados são recomendados para uso em instalações embutidas (FIOS E CABOS, 2018).

Cabos são formados por um conjunto de fios condutores com seção mais fina o que possibilita uma maleabilidade maior, suportando torções e dobramentos.

7.1 TIPOS DE FIOS E CABOS

Fios e cabos, além de serem diferentes entre si, também possuem tipos diferentes:

Fio sólido: feito de cobre e PVC 750V, que isola a tensão elétrica e evita a condução de eletricidade para outros materiais. Indicado para quadros elétricos, tomadas, chuveiros e instalações residenciais que não exijam flexibilidade do fio.

O que varia entre os fios é sua espessura, entre 1,5 mm² a 10 mm². A espessura ou diâmetro do fio é diretamente proporcional à capacidade de corrente elétrica que o fio suporta.

Cabo flexível e cabo rígido: também são feitos de cobre isolado em PVC. São comumente utilizados em instalações elétricas internas e fixas de luz, residências, comércio, etc. Sua flexibilidade é maior que o do fio sólido.

Quanto a sua espessura, quanto maior, maior a capacidade de isolar a tensão elétrica.

Cabos paralelos: são recomendados para instalação de objetos de iluminação, como abajures e lustres.

A fiação elétrica precisa ser segura e adequada. Alguns critérios que ajudam na hora da compra dizem respeito ao tipo de instalação, tensão, tamanho da extensão do fio ou cabo de espessura (seção/bitola). Certificar-se de que todos os materiais estão de acordo com a norma brasileira de instalação elétrica de baixa tensão, na qual a seção mínima para fios e cabos em circuito de iluminação é de 1,5 mm² e para circuitos de força, como tomadas é de 2,5 mm².

Ficar atento para a qualidade dos fios e cabos, sempre optar por produtos feitos com cobre certificado. Fiação com ligas de cobre, além de não ter uma boa condução, tem mais chances de causar danos como curtos-circuitos.

FONTE: <<http://blogdecorwatts.com/cabos-fios/tipos-de-fios-e-cabos-eletricos/>>. Acesso em: 6 jan. 2020.

8 ISOLAMENTO

Segundo a *Prysmian Group* (2012), os materiais normalmente utilizados como isolamento dos Cabos Energia são:

QUADRO 5 – CABOS DE ENERGIA

SOLIDOS (EXTRUDADOS)	TERMOPLÁSTICOS	PVC (Policloreto de vinila)
		PET (Polietileno)
	TERMOFIXOS	XLPE e TR XLPE ⁽¹⁾ (Polietileno reticulado quimicamente)
EPR, HEPR ⁽²⁾ e EPR 105 ⁽³⁾ (Borracha etilenopropileno)		
ESTRATIFICADOS	- PAPEL IMPREGNADO COM MASSA - PAPEL IMPREGNADO COM ÓLEO FLUÍDO SOB PRESSÃO	

(1) - TR XLPE - Polietileno reticulado quimicamente retardante à arborescência (*tree retardant*)

(2) - HEPR - Borracha etilenopropileno de alto módulo ou EPR de maior dureza

(3) - EPR 105 - Borracha etilenopropileno para temperatura no condutor de 105 °C, em regime permanente

FONTE: Prysmian Group (2012, p. 8)

8.1 ISOLANTES SÓLIDOS

“Os isolantes sólidos se dividem em duas grandes famílias: termoplásticos (amolecem com o aumento da temperatura) e termofixos (não amolecem com o aumento da temperatura)” (PRYSMIAN GROUP, 2012, p. 9).

“Quimicamente, os termoplásticos são polímeros de cadeia linear e os termofixos são polímeros tridimensionais obtidos por vulcanização. Para orientar a escolha do isolamento adequado, damos a seguir comparações das características mais importantes destes materiais” (PRYSMIAN GROUP, 2012, p. 9).

9 CONSTANTE DE ISOLAMENTO

- PVC.....370 M Ω km à 20°C.
- PET.....12.000 M Ω km à 20°C.
- XLPE e TR XLPE.....3.700 M Ω km à 20°C.
- EPR, HEPR e EPR 105.....3.700 M Ω km à 20°C.

10 TEMPERATURAS ADMISSÍVEIS

QUADRO 6 – TEMPERATURAS ADMISSÍVEIS

	DE OPERAÇÃO EM REGIME CONTINUO	DE SOBRECARGA	DE CURTO CIRCUITO
PVC	70°C	100°C	160°C
PET	70°C	90°C	130°C
XLPE e TR XLPE	90°C	130°C	250°C
EPR e HEPR	90°C	130°C	250°C
EPR 105	105°C	140°C	250°C

FONTE: Prysmian Group (2012, p. 9)

Posteriormente iremos verificar as normas referentes às instalações elétricas. Entretanto, como estamos falando agora sobre fios e cabos, é conveniente relembrar as referências da norma NBR 5410 (ABNT, 2004) — Instalações Elétricas em Baixa Tensão —, no que tange ao uso dos condutores de proteção e condutor neutro.

Conforme a norma NBR 5410 (ABNT, 2004), item 6.2.6.2, o condutor neutro deve possuir, no mínimo, a mesma seção que os condutores fase nos seguintes casos:

- Em circuitos monofásicos e bifásicos.
- Em circuitos trifásicos, quando a seção do condutor fase for igual ou inferior a 25 mm².
- Em circuitos trifásicos, quando for prevista a presença de harmônicos.

No item 6.2.6.2.6 da referida norma (ABNT, 2004), apenas nos circuitos trifásicos, é admitida a redução do condutor neutro quando as três condições abaixo forem simultaneamente atendidas:

Quando a seção do neutro for no mínimo igual a 25 mm².

Caso a máxima corrente susceptível de percorrer o neutro seja inferior à capacidade de condução de corrente correspondente à seção reduzida do condutor neutro.

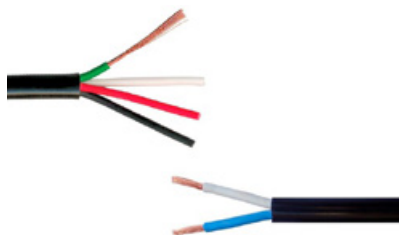
Quando o condutor neutro for protegido contra sobrecorrentes.

A norma NBR 5410 (ABNT, 2004) recomenda o uso de **condutores de proteção** (designados por PE), que, preferencialmente, deverão ser condutores isolados, cabos unipolares ou veias de cabos multipolares. Em alguns casos, admite-se o uso de um condutor com a função dupla de neutro e condutor de proteção. É o condutor PEN (PE + N), cuja seção mínima é de 10 mm², se for condutor isolado ou cabo unipolar, ou de 4 mm², se for uma veia de um cabo multipolar.

No item 6.1.5.3, da referida norma (ABNT, 2004), recomenda que os condutores de um circuito devem ser identificados, porém deixa em aberto o modo como fazer esta identificação. No caso de o usuário desejar fazer a identificação por cores, então devem ser adotadas aquelas prescritas na norma, a saber:

- Neutro (N) = azul-claro.
- Condutor de proteção (PE) = verde-amarela ou verde (cores exclusivas de condutor terra).
- Condutor PEN = azul-claro com indicação verde-amarela nos pontos visíveis.

FIGURA 18 – CORES DOS CABOS SEGUNDO A ABNT



FONTE: <<http://blogdecorwatts.com/wp-content/uploads/2017/02/tipos-de-fios-cabo-PP.png>>. Acesso em: 4 dez. 2019.

Segundo Souza e Moreno (2001, p. 3):

O condutor isolado é aquele que possui condutor e isolamento. Mesmo óbvia, essa definição é necessária para diferenciar o condutor isolado dos cabos nus e dos cobertos ou protegidos, em que a camada de revestimento não tem função isolante elétrica, mas apenas de proteção mecânica e/ou química.

O cabo unipolar possui um único condutor, isolamento e uma segunda camada de revestimento, chamada cobertura, para proteção mecânica. O cabo multipolar possui, sob a mesma cobertura, dois ou mais condutores isolados, denominadas veias.

Como geralmente os condutores isolados são disponíveis comercialmente na classe de tensão 750 V, e os cabos uni ou multipolares na classe 0,6/1 kV, muitas vezes associam-se, equivocadamente, as definições às classes de tensão — identificando os condutores isolados como cabos 750 V e os uni e multipolares como cabos 1 kV. Isso não é absolutamente correto, uma vez que, por exemplo, existem cabos multipolares na classe 750 V, como os comumente conhecidos como PP e PB.

A identificação por cores dos condutores em uma instalação elétrica tem como finalidade facilitar a execução de conexões, emendas e as intervenções em geral para manutenção. Além disso, a correta identificação dos condutores aumenta a segurança de quem executa esses trabalhos. Uma outra característica da correta identificação dos condutores diz respeito à estética e organização. Embora a grande maioria das instalações não sejam aparentes e transparentes, a fiação fica embutida nos eletrodutos, o hábito de uso das cores imprime ao trabalho um aspecto organizado, metódico e que, subjetivamente transmite ao cliente uma confiança e segurança adicional na competência do instalador e/ou projetista.



Este material adaptado, aborda informações interessantes sobre fios e cabos elétricos.

Diferenças entre cabos rígidos e flexíveis: uma questão formulada pelos profissionais da área com grande frequência é sobre quais as diferenças básicas, além do aspecto construtivo, entre os condutores rígidos e flexíveis. Em princípio, sem abordarmos muitos detalhes, a única diferença entre tais condutores está no grau de flexibilidade final do cabo. Na FIGURA pode-se notar a diferença física entre os fios rígido (a) e os fios flexíveis (b). Nos demais aspectos, como tensão de operação, capacidade de corrente, queda de tensão, suportabilidade às sobrecargas e curto-circuito não há nenhuma diferença.

FIGURA – FIO RÍGIDO E FLEXÍVEL



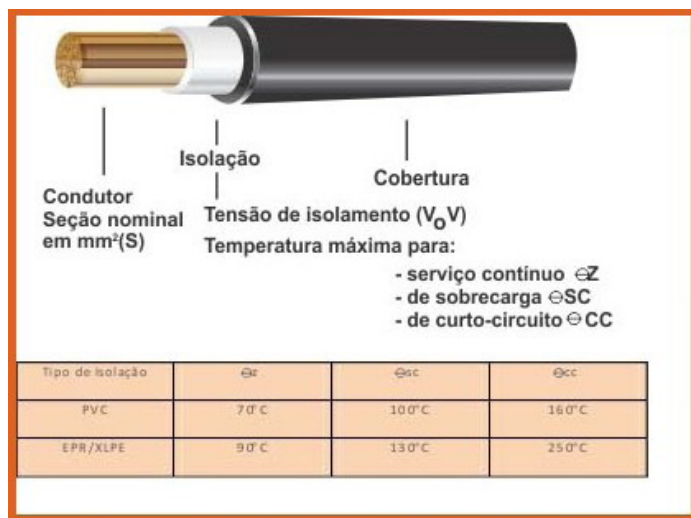
FONTE: <<https://www.vlpcomercial.com.br/cabo-flexivel-16-00-metro-azul-megamax.html>>. Acesso em: 4 dez. 2019

Dessa forma, os cabos flexíveis são utilizados nas mesmas aplicações que os rígidos, com a vantagem de uma maior facilidade no seu manuseio. Graças a isso, o tempo necessário para instalar os cabos flexíveis é menor do que para os cabos não flexíveis, o que implica uma redução na mão de obra de instalação. Atualmente, economizar nos custos de instalação é um bom negócio para todos: clientes e fornecedores.

A flexibilidade dos condutores elétricos: um condutor elétrico pode ser constituído por uma quantidade variável de fios de cobre, desde um único fio até centenas deles. Essa quantidade de fios determina a flexibilidade do cabo. Quanto mais fios, mais flexível o condutor e vice-versa. Para identificar corretamente o grau de flexibilidade de um condutor, é definida pelas normas técnicas da ABNT a chamada classe de encordoamento. De acordo com essa classificação apresentada pela NBR ABNT 6880 1997, são estabelecidas seis classes de encordoamento, numeradas de 1 a 6, seguindo uma ordem crescente de flexibilidade. A norma define ainda, como caracterizar cada uma das classes, em função do número de fios, diâmetro e resistência elétrica máxima. A NBR ABNT 6880 1997 estabelece valores de resistência elétrica máxima, número mínimo e diâmetro máximo dos fios que compõem um dado condutor. Isso, na prática, resulta que diferentes fabricantes possuam diferentes construções de condutores para uma mesma seção nominal (por exemplo, 10mm²). A garantia de que o valor da resistência elétrica máxima não seja ultrapassada está diretamente relacionada à qualidade e à pureza do cobre utilizado na confecção do condutor.

Para que serve a isolação: a função básica da isolação é continuar o campo elétrico gerado pela tensão aplicada ao condutor no seu interior. Com isso, é reduzido ou eliminado o risco de choques elétricos e curtos-circuitos. Podemos comparar a camada isolante de um cabo com a parede de um tubo de água. No caso do tubo, a parede impede que a água saia do seu interior e molhe a área ao seu redor. Da mesma forma, a camada isolante mantém as linhas de campo elétrico (geradas pela tensão aplicada), "presas" sob ela, impedindo que as mesmas estejam presentes no ambiente ao redor do cabo. Na FIGURA é apresentada simplificada os componentes de um cabo isolado.

FIGURA – ISOLAÇÃO DOS CABOS ELÉTRICOS



FONTE: <<http://www.brasfio.com.br/informativos-tecnicos/generalidades>>.
Acesso em: 4 dez. 2019.

Leia mais sobre fios e cabos, acessando o site: <http://www.brasfio.com.br/informativos-tecnicos/generalidades>.

1.1 A TENSÃO ELÉTRICA

Tensões de isolamento nominais dos fios e cabos são as tensões para as quais eles são projetados. São designadas pelo par de valores V_0/V associados a sistemas trifásicos, sendo V_0 o valor eficaz da tensão entre condutor e terra ou blindagem da isolação (tensão fase-terra) e V o valor eficaz da tensão entre condutores (tensão fase-fase). É o valor de V que é usado para classificar os cabos quanto à tensão:

- CABOS DE BAIXA TENSÃO: $V \leq 1\text{KV}$.
- CABOS DE MÉDIA TENSÃO: $1\text{KV} < V \leq 35\text{KV}$.
- CABOS DE ALTA TENSÃO: $V > 35\text{KV}$.

A principal característica construtiva dos cabos associada com a tensão elétrica é a espessura da isolação. Ela varia de acordo com a classe de tensão do cabo e a qualidade do material utilizado e é fixada pelas respectivas normas técnicas aplicáveis. Em geral, quanto maior a tensão elétrica de operação do cabo, maior a espessura da isolação (BRASFIO, 2019).

1.2 A CORRENTE ELÉTRICA

É sabido que todo condutor elétrico percorrido por uma corrente, aquece. Sabe-se também que todos os materiais suportam, no máximo, determinados valores de temperatura, acima dos quais eles começam a perder suas propriedades físicas, químicas, mecânicas, elétricas e outras. Os fios e cabos providos de isolação são caracterizados por três temperaturas, medidas no condutor propriamente dito em regime permanente, em regime de sobrecarga e em regime de curto-circuito (BRASFIO, 2019)..

1.2.1 A TEMPERATURA NO CONDUTOR EM REGIME PERMANENTE

A temperatura no condutor em regime permanente (ou em serviço contínuo), é a temperatura alcançada em qualquer ponto do condutor em condições estáveis de funcionamento. A cada tipo material de isolação, corresponde uma temperatura máxima para serviço contínuo (BRASFIO, 2019).

12.2 A TEMPERATURA NO CONDUTOR EM REGIME DE SOBRECARGA

A temperatura no condutor em regime de sobrecarga é a temperatura alcançada em qualquer ponto do condutor em regime de sobrecarga. Para os cabos de potência, estabelece-se que a operação em regime de sobrecarga, para temperaturas máximas especificadas em função da isolação, designadas por θ_{sc} , não deve superar 100 horas durante doze meses consecutivos, nem superar 500 horas durante a vida do cabo (BRASFIO, 2019)..

12.3 A TEMPERATURA NO CONDUTOR EM REGIME DE CURTO-CIRCUITO

A temperatura no condutor em regime de curto-circuito é a temperatura alcançada em qualquer ponto do condutor durante o regime de curto-circuito. Para os cabos de potência, a duração máxima de um curto-circuito, no qual o condutor pode manter temperaturas máximas especificadas em função da isolação, designadas por θ_{cc} , é de 5 segundos (BRASFIO, 2019).

RESUMO DO TÓPICO 2

Neste tópico, você aprendeu que:

- É possível calcular a resistência equivalente de associação série, paralela e mista de resistores.
- A potência elétrica pode ser dada por:

$$P = V \cdot I$$

- Ao se multiplicar a potência elétrica pelo tempo tem-se a energia consumida pelo circuito:

$$E = P \cdot t$$

- Existem diferenças entre fios e cabos e uma característica importante nos condutores é a característica de seu isolamento.
- Existem definições, grandezas e unidades que são utilizadas nos circuitos de instalações elétricas.



1 (ENEM, 2011) Em um manual de um chuveiro elétrico são encontradas informações sobre algumas características técnicas, ilustradas no quadro abaixo, como a tensão de alimentação, a potência dissipada, o dimensionamento do disjuntor ou fusível, e a área da seção transversal dos condutores utilizados.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				
Especificação				
Modelo		A	B	
Tensão (V~)		127	220	
Potência (Watt)	Seletor de Temperatura Multitemperaturas	○	0	0
		●	2 440	2 540
		●●	4 400	4 400
		●●●	5 500	6 000
Disjuntor ou Fusível (Ampére)		50	30	
Seção dos condutores (mm ²)		10	4	

Uma pessoa adquiriu um chuveiro do modelo A, ao ler o manual, verificou que precisava ligá-lo a um disjuntor de 50 amperes. No entanto, intrigou-se com o fato de que o disjuntor ao ser utilizado para uma correta instalação de um chuveiro do modelo B devia possuir amperagem 40% menor. Considerando-se os chuveiros de modelos A e B, funcionando à mesma potência de 4 400 W, a razão entre as suas respectivas resistências elétricas, R_A e R_B , que justifica a diferença de dimensionamento dos disjuntores, é mais próxima de:

FONTE: <<http://educacao.globo.com/provas/enem-2011/questoes/60.html>>. Acesso em: 11 dez. 2019.

- a) () 0,3.
- b) () 0,6.
- c) () 0,8.
- d) () 1,7.
- e) () 3,0.

2 (UFMS-RS) Analise as afirmações a seguir, referentes a um circuito contendo três resistores de resistências diferentes, associados em paralelo e submetidos a uma certa diferença de potencial, verificando se são verdadeiras ou falsas.

- I- A resistência do resistor equivalente é menor do que a menor das resistências dos resistores do conjunto;
- II- A corrente elétrica é menor no resistor de maior resistência;
- III- A potência elétrica dissipada é maior no resistor de maior resistência;

A sequência CORRETA é:

FONTE: <<https://exercicios.mundoeducacao.bol.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-associacao-resistores.htm>>. Acesso em: 11 dez. 2019.

- a) () F, V, F.
- b) () V, V, F.
- c) () V, F, F.
- d) () F, F, V.
- e) () V, V, V.

3 (PUC-RJ, 2008) Três resistores idênticos de $R = 30 \Omega$ estão ligados em paralelo com uma bateria de 12 V. Pode-se afirmar que a resistência equivalente do circuito é de:

FONTE: <<https://www.stoodi.com.br/exercicios/puc-rj/2008/questao/tres-resistores-identicos-de-r-30-estao-ligados-em-paralelo/>>. Acesso em: 11 dez. 2019.

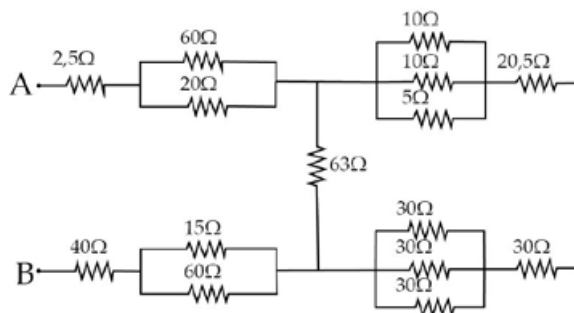
- a) () $R_{eq} = 10\Omega$, e a corrente é 1,2 A.
- b) () $R_{eq} = 20\Omega$, e a corrente é 0,6 A.
- c) () $R_{eq} = 30\Omega$, e a corrente é 0,4 A.
- d) () $R_{eq} = 40\Omega$, e a corrente é 0,3 A.
- e) () $R_{eq} = 60\Omega$, e a corrente é 0,2 A.

4 (F. E. EDSON DE QUEIROZ – CE, 2013) Dispõe-se de três resistores de resistência 300 ohms cada um. Para se obter uma resistência de 450 ohms, utilizando-se os três resistores, como devemos associá-los?

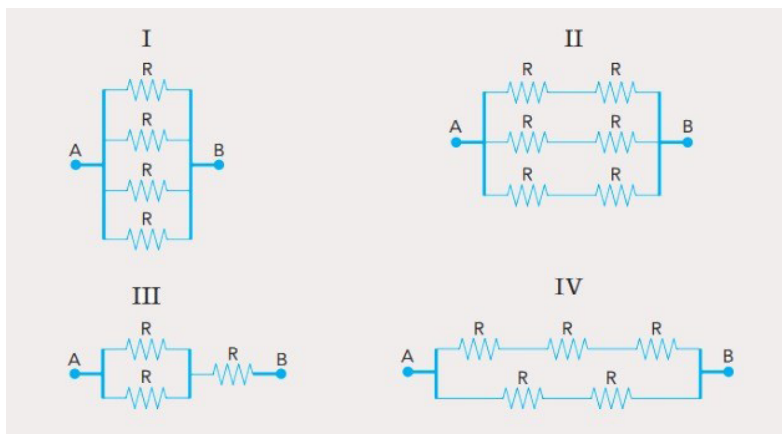
FONTE: <<https://exercicios.mundoeducacao.bol.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-associacao-resistores.htm>>. Acesso em: 11 dez. 2019.

- a) () Dois em paralelo, ligados em série com o terceiro.
- b) () Os três em paralelo.
- c) () Dois em série, ligados em paralelo com o terceiro.
- d) () Os três em série.
- e) () n.d.a.

5 Determine a resistência equivalente R_{AB} do circuito da figura a seguir:



6 (UERJ, 2019) Resistores ôhmicos idênticos foram associados em quatro circuitos distintos e submetidos à mesma tensão U_{AB} . Observe os esquemas:



Nessas condições, a corrente elétrica de menor intensidade se estabelece no seguinte circuito:

FONTE: <<http://educacionalplenus.com.br/resolucao-uerj-2019-1-exame-de-qualificacao-ciencias-da-natureza-continuacao-2/>>. Acesso em: 11 dez. 2019.

- a) () I.
- b) () II.
- c) () III.
- d) () IV.

7 (PUC-RJ, 2018) Em um circuito elétrico, dois resistores idênticos, de resistência R , são instalados em paralelo e ligados, em série, a uma bateria e a um terceiro resistor, idêntico aos anteriores. Nesta configuração, a corrente que flui pelo circuito é I_0 . Ao substituir esse terceiro resistor em série por outro, de resistência $2R$, a nova corrente no circuito será:

FONTE: <http://asfasetasdafisica.blogspot.com/2018/12/puc-rio-2018-questao_78.html>. Acesso em: 11 dez. 2019.

- a) () I_0 .
- b) () $3I_0/5$.
- c) () $3I_0/4$.
- d) () $I_0/2$.
- e) () $I_0/4$.

8 (ENEM, 2016) O choque elétrico é uma sensação provocada pela passagem de corrente elétrica pelo corpo. As consequências de um choque vão desde um simples susto a morte. A circulação das cargas elétricas depende da resistência do material. Para o corpo humano, essa resistência varia de $1\,000\ \Omega$, quando a pele está molhada, até $100\,000\ \Omega$, quando a pele está seca. Uma pessoa descalça, lavando sua casa com água, molhou os pés e,

acidentalmente, pisou em um fio desencapado, sofrendo uma descarga elétrica em uma tensão de 120 V. Qual a intensidade máxima de corrente elétrica que passou pelo corpo da pessoa?

FONTE: <<https://www.qconcursos.com/questoes-do-enem/questoes/96022eec-31>>. Acesso em: 11 dez. 2019.

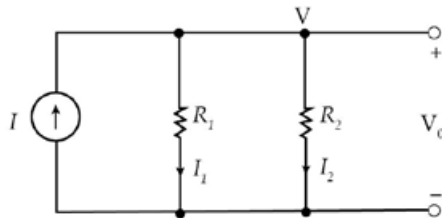
- a) () 1,2 mA.
- b) () 120 mA.
- c) () 8,3 A.
- d) () 833 A.
- e) () 120 KA.

9 Para uma determinada aplicação usa-se fio de cobre esmaltado com resistência de $3,2\Omega$. Deseja-se substituir o fio por um condutor de alumínio. Quais as especificações do fio de alumínio que deverá ser utilizado para se obter a mesma resistência ou um valor muito próximo, sendo que se deve manter a mesma seção transversal do fio.

Dados:

$$\rho_{Cu} = 1,69 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m \quad e \quad \rho_{Al} = 2,75 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$$

10 Dadas as informações do circuito deseja-se obter as correntes no resistor $R_1 = 300\Omega$ e $R_2 = 600\Omega$ bem como a potência dissipada na forma de calor por cada componente do circuito, sabendo que a fonte de corrente é de $I = 1,1A$.



11 Deseja-se ligar um conjunto de seis luminárias, cada qual com duas lâmpadas fluorescentes compactas. Sabendo-se que as lâmpadas necessitam de tensão máxima para o seu correto funcionamento, explique como elas devem ser interligadas, sendo que todas serão acionadas por intermédio de um mesmo interruptor, ou seja, ao acionar o interruptor, todas as lâmpadas irão se acender.

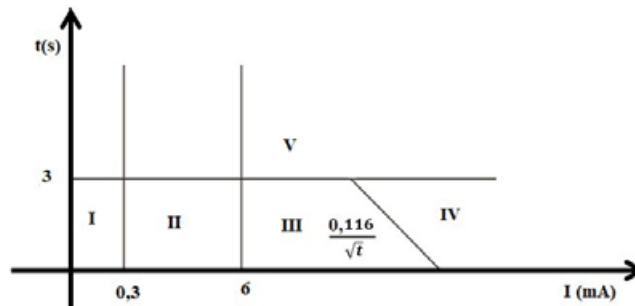
SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

1 INTRODUÇÃO

Segundo Visacro Filho (2002), pode-se demarcar num gráfico de intensidade de corrente versus tempo, o limite de regiões específicas de determinadas manifestações dentro de certas probabilidades, em função da intensidade de corrente e tempo de duração do choque. Para entendimento do gráfico, Visacro Filho (2002) apresenta os significados de certos termos usuais quando se trata de intensidade de corrente elétrica, a saber:

- Limiar de percepção: valor máximo de corrente que não causa sensibilidade ao ser humano, cuja ordem se aproxima de 0,4mA, para homens e 0,3mA para mulheres.
- Corrente de *let-go*: valor máximo além do qual é possível a perda do controle muscular, cujo valor se aproxima de 9mA para homens e 6mA para mulheres.
- Corrente de fibrilação ventricular: valor máximo de corrente além do qual há o risco de fibrilação do coração (a expressão de Daziel " $0,116\sqrt{t}$ " fornece tal valor em Ampères, considerando-se um homem de 50kg e correspondendo à não-ocorrência de fibrilação em 99,5% dos casos, sendo aplicável na faixa de tempo t entre 0,03 a 3s).

GRÁFICO 6 – DELIMITAÇÃO DE REGIÕES QUANTO AO RISCO



FONTE: Adaptado de Visacro Filho (2002)

- Região I: praticamente nenhum efeito Limiar de percepção: 0,3 mA.
- Região II: nenhum efeito patológico. Limiar de *let-go* (perda de controle muscular): 6 mA (os valores dos limiares são inferiores para as mulheres).
- Região III: usualmente nenhum dano orgânico. Probabilidade de contração muscular, parada respiratória, taquicardia e distúrbio cardíaco. Todos os efeitos são reversíveis com a cessação da corrente, exceto em caso de falta de ar no cérebro por tempo muito prolongado.
- Região IV: em acréscimo às manifestações anteriores, verifica-se probabilidade de ocorrência de fibrilação. Aumentando-se a intensidade de corrente além desses limites, podem ocorrer efeitos fisiológicos do tipo parada cardíaca e respiratória e queimaduras graves.
- Região V: efeitos desconhecidos.

2 PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS

Qualquer atividade biológica, seja ela glandular, nervosa seja muscular, é estimulada ou controlada por impulsos de corrente elétrica. Se essa corrente fisiológica interna se somar a outra corrente de origem externa, devido a um contato elétrico, ocorrerá uma alteração das funções vitais normais no organismo humano, que pode levar o indivíduo à morte, dependendo da duração da corrente (COTRIM, 2009, P. 68).

O corpo humano também possui uma resistência elétrica variável de pessoa para pessoa. Esta variação é decorrente de fatores como condições da saúde física do indivíduo, sua estrutura adiposa inclusive por sua saúde psíquica.

Estudos apontam que para valores de corrente entre 6 e 14 mA para mulheres e de 9 a 23 mA para homens são os valores máximo de corrente elétrica que uma pessoa suporta mantendo o controle muscular, isto é, ainda consegue largar, coordenar seus movimentos. Intensidades de corrente superiores aos valores apresentados, mesmo sendo de pouca duração, são suficientes para causar danos. Esses danos podem causar desde paradas respiratórias, asfixia, contração muscular involuntária chegando à paralisia.

Outros efeitos da passagem da corrente elétrica pela superfície ou pelo interior do corpo humano são as queimaduras de primeiro, segundo e terceiro graus, podendo deixar sequelas irreversíveis.

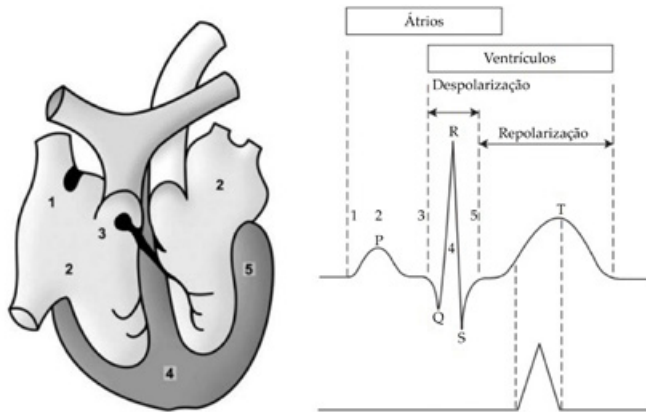
Outro fator que incrementa em muito o número de acidentes decorrentes de choques elétricos são as quedas. Em muitos casos o choque propriamente dito não é o fator preponderante no acidente, mas as lesões oriundas da queda a que o indivíduo está sujeito quando do trabalho em altura.

Segundo Cotrim (2009, p. 69):

O fenômeno da fibrilação ventricular somente pode ser revertido mediante o uso de um desfibrilador elétrico. Em condições ordinárias é muito improvável que se tenha à mão tal equipamento quanto menos pessoal especializado para utilizá-lo. Após três minutos de cessada a atividade cardíaca normal, começam a ocorrer lesões irreparáveis no tecido cerebral.

A onda T, apresentada na figura a seguir, representa o período de repolarização das fibras musculares do ventrículo do coração. A figura representa o ciclo cardíaco com indicação do período vulnerável dos ventrículos (os números sinalizam as etapas progressivas do ciclo).

FIGURA 19 – CICLO CARDÍACO



FONTE: Cotrim (2009, p. 70)

O período vulnerável corresponde a uma parte relativamente pequena do ciclo cardíaco, durante a qual as fibras do coração estão em um estado inicial de repolarização. A fibrilação ventricular ocorrerá se elas forem excitadas por uma corrente externa de intensidade suficiente. O período vulnerável corresponde à primeira parte da onda T, como indicado na FIGURA e representa cerca de 10% a 20% do ciclo cardíaco (COTRIM, 2009, p. 69).

3 EVITANDO ACIDENTES COM ENERGIA ELÉTRICA

Todos os circuitos de instalação elétrica são ligados à um dispositivo de segurança e/ou proteção, chamado disjuntor. Estudaremos mais tarde seu funcionamento, por hora é importante ressaltar que os disjuntores, quando abertos, interrompem a circulação da corrente elétrica no circuito.

Todas as vezes que houver necessidade de se realizar alguma manutenção, conserto ou reparo nos sistemas residenciais, o disjuntor correspondente ao referido circuito deve ser aberto.

4 TENSÃO DE ALIMENTAÇÃO

Sempre que se adquirir um novo equipamento ou eletrodoméstico observar se a tensão de alimentação é compatível com a da unidade consumidora. Esse aspecto deve ser fortemente observado no caso em que ocorra mudanças de cidade, no Brasil, muitas capitais adotam a tensão de alimentação de 127 volts enquanto as outras cidades utilizam uma tensão de 220 volts.

5 UMIDADE E ELETRICIDADE

A água é condutora de eletricidade o que facilita o contato elétrico estabelecendo um “caminho alternativo” para a corrente elétrica. Como medida de segurança, deve-se secar o local em que se vai trabalhar. Em não sendo possível secar o local, deve-se usar os equipamentos de proteção individual (EPI).



Enquanto a corrente que circula pelo corpo seco é da ordem de poucos miliampères, a corrente que circula pelo corpo molhado é 100 vezes maior. Quando se utiliza as subunidades do Sistema Internacional pode-se ter uma ideia melhor dessas representatividades.

6 RECOMENDAÇÕES DA NR-10

O item 10.5 — Segurança em instalações elétricas desenergizadas —, da NR 10, aborda os procedimentos para considerar desenergizadas as instalações elétricas para que possam ser liberadas para o trabalho. Os procedimentos recomendados obedecem necessariamente a sequência de:

- Seccionamento.
- Impedimento de reenergização (aterramento temporário).
- Constatação da ausência de tensão.
- Instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos.
- Proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada.
- Instalação da sinalização de impedimento de reenergização.
- A referida norma ainda sugere manter a instalação desenergizada até que se receba autorização para reenergização e esta também deve seguir os seguintes procedimentos:
- Retirar as ferramentas, utensílios e equipamentos.
- Retirar a zona controlada de todos os trabalhadores não envolvidos no processo de reenergização.

- Remover o aterramento temporário, da equipotencialização e das proteções adicionais.
- Remover a sinalização de impedimento de reenergização.
- Destruar, se houver, e religar os dispositivos de seccionamento.

Com base nesses procedimentos os riscos do trabalho em ambiente que tenham envolvimento com energia elétrica são minimizados.

7 EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI)

O Equipamento de Proteção Individual é imprescindível para o electricista, em função disto:

[...] o trabalhador deve ficar atento em algumas especificações para proteger-se contra o risco elétrico. Principalmente na hora de identificar o EPI correto e assegurar a funcionalidade do produto para a exposição dos riscos ambientais encontrados no ambiente de trabalho.

Os principais EPIs para electricistas são:

- **Capacete de segurança classe B:** indicado para o uso com risco de choque elétrico.
- **Botina de segurança:** cuidado ao escolher este EPI. Certifique-se que não tenha nenhum material metálico. Para estar 100% seguro é preciso um equipamento dielétrico, capaz de isolar a eletricidade, EPIs apresentados na figura a seguir.

FIGURA 20 – CAPACETE E BOTINA DE SEGURANÇA



FONTE: <<https://www.prometalepis.com.br/blog/epis-para-eletricista/>>.
Acesso em: 4 dez. 2019.

- **Luva de segurança:** as luvas de proteção garantem a segurança na manutenção de instalações e serviços com eletricidade em geral. É ideal a utilização de duas luvas: A luva isolante de borracha, para proteção de mãos e braços, e a luva de couro que é sobreposta para proteger a integridade da luva isolante.
- **Manga isolante de borracha:** protege os braços e proporcionam mais segurança para exercer determinadas atividades onde o risco pode ser maior.
- **Cinto de segurança:** às vezes também é preciso realizar o trabalho em altura! O cinto de segurança para electricista é específico para proteger o trabalhador do risco de choque elétrico.

- **Protetor facial contra arco elétrico e vestimentas especiais:** camisas e calças especiais contra agentes térmicos provenientes do arco elétrico.

FIGURA 21 – LUVAS E CINTOS DE SEGURANÇA



FONTE: <<https://www.prometalepis.com.br/blog/epis-para-eletricista/>>. Acesso em: 4 dez. 2019.

FIGURA 22 – ROUPAS COM RETARDO A CHAMAS E PROTETOR FACIAL



FONTE: <<https://www.prometalepis.com.br/blog/epis-para-eletricista/>>. Acesso em: 4 dez. 2019.

Identificar o EPI adequado para cada risco é fundamental para garantir a segurança do trabalho. Por isso, fique atento as especificações de cada equipamento e aos riscos ambientais na hora de exercer a atividade profissional.

FONTE: <<https://www.prometalepis.com.br/blog/epis-para-eletricista/>>. Acesso em: 12 dez. 2019.

Cabe salientar que todo e qualquer equipamento precisa ser especificado por alguém como competência, seja da área de segurança do trabalho ou da própria empresa fornecedora do material.



O risco elétrico está presente nas nossas vidas, seja no trabalho ou no lazer, diariamente estamos expostos aos perigos da rede elétrica. Por isso, o conhecimento é muito importante para garantir a prevenção dos trabalhadores e também das pessoas que lidam com eletricidade em casa sem nenhuma proteção. O EPI protege o usuário da rede elétrica e proporciona segurança na hora de lidar com a rede elétrica.

FONTE: <<https://www.prometalepis.com.br/blog/epis-para-eletricista/>>. Acesso em: 12 dez. 2019.

LEITURA COMPLEMENTAR**CHOQUE ELÉTRICO: SAIBA COMO EVITAR**

Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais

Perigos com pipas, papagaio e cerol.

Atenção: O uso do cerol é proibido, Lei estadual 14349/02, os responsáveis por menores que se envolverem em acidentes relacionados com o uso do cerol serão responsabilizados.

Evitando acidentes com pipas e papagaios.

Não solte pipas em dias de chuva, principalmente se houver relâmpagos.

Evite brincar perto de antenas, fios telefônicos ou cabos elétricos. Procure locais abertos como praças e parques.

Tente soltar pipa sem rabiola, como as arraias. Na maioria dos casos, a pipa prende no fio por causa da rabiola.

Não empine pipa em cima de lajes e telhados.

Jamais utilize linha metálica, como fio de cobre de bobinas ou cerol (mistura de cola com caco de vidro). Também não faça pipas com papel laminado. O risco de choque elétrico é grande.

Cuidado com ruas e lugares movimentados, principalmente quando andar para trás. Pode ter algum buraco ou pista.

Atenção especial com os motociclistas e ciclistas — a linha pode ser perigosa para eles. Fique atento para que a linha não entre na frente deles.

Se a pipa enroscar em fios, não tente tirá-la. É melhor fazer outra. Nunca use canos, vergalhões ou bambus. Ao correr atrás das pipas, muito cuidado com o trânsito.

Utilizando a eletricidade com segurança.

Nunca mexa na parte interna das tomadas, seja com os dedos ou com objetos (tesouras, agulhas, facas, etc.);

Nunca deixe as crianças brincarem com as tomadas. Vede todas as tomadas com protetores especiais ou um pedaço de esparadrapo largo;

Ao trocar lâmpadas, toque somente na extremidade do suporte (de porcelana ou plástico) e no vidro da lâmpada elétrica. Se possível, desligue a chave geral antes de fazer a troca;

Nunca toque em aparelhos elétricos quando estiver com as mãos ou o corpo molhados;

Não mude a chave de temperatura (inverno/verão) do chuveiro elétrico com o corpo molhado e o chuveiro ligado;

Mantenha os aparelhos elétricos em bom estado para evitar sobrecarga, mau contato e curto-circuito. Não hesite em mandar consertá-los sempre que apresentarem problemas ou causarem pequenos choques;

Verifique sempre os fios elétricos que ficam à vista. Com o tempo, a sua capa protetora se desgasta. Nunca deixe um fio elétrico descoberto;

Instale o fio terra em chuveiros e torneiras elétricas;

Ao manusear objetos metálicos, tenha cuidado para que não esbarrem em nenhum cabo elétrico aéreo;

Nunca pise em fios caídos no chão, principalmente se a queda foi consequência de uma tempestade;

Não usar tomadas e fios em mau estado ou de bitola inferior à recomendada;

Nunca substituir fusíveis ou disjuntores por ligações diretas com arames ou moedas; Não sobrecarregar as instalações elétricas com vários utensílios ao mesmo tempo, pois os fios esquentam e podem ocasionar um incêndio;

Em vez de ligar vários eletrodomésticos num “T” ou benjamim, prefira instalar um disjuntor residencial, conhecido como DR;

Ao usar o ferro de passar roupa, esteja sempre com os pés calçados. Nunca deixe o ferro elétrico ligado quando tiver que se ausentar para realizar outra tarefa, mesmo que seja por alguns minutos, isso pode causar grandes incêndios;

Observe se os orifícios e grades de ventilação dos eletrodomésticos (como T.V., vídeo e forno de microondas) não se encontram vedados por panos decorativos, cobertas, etc.;

Não deixar lâmpadas, velas acesas e aquecedores perto de cortinas, papéis e outros materiais combustíveis;

Se a casa ficar desocupada por um período prolongado, desligue a chave elétrica principal.

Não faça ligação clandestina (gatos).

Antes de fazer qualquer ligação elétrica ou instalação de enfeites e alegorias, contate a Cemig.

Observação: Caso seja necessário remover do local uma vítima de descarga elétrica, envolva as mãos em jornal ou em um saco de papel. Empurre a vítima para longe da fonte de eletricidade com um objeto seco, não-condutor de corrente, como um cabo de vassoura, tábua, corda seca, cadeira de madeira ou bastão de borracha, de modo que não a machuque.

Cuidados com Trios elétricos, carros alegóricos e alegorias de grande porte:

Evite trafegar debaixo da rede elétrica, pois a altura desses veículos poderá ser próxima ou maior que a dos fios elétricos;

Nunca pare debaixo da rede elétrica;

Em caso de acidente, a simples proximidade na rede elétrica pode gerar um choque. Mantenha uma distância segura da rede.

Não jogue, aproxime ou acione serpentinas, confetes, balões, foguetes, rojões e outros adereços carnavalescos em direção à rede elétrica, assim como outros objetos condutores ou não de energia, pois isso poderá causar curto circuito e rompimento dos cabos;

Em casos de colisão de veículos com postes (abalroamento):

Não saia do veículo. Se houver um cabo partido em contato com o veículo você poderá tomar um choque;

Em situação de incêndio do veículo, abra a porta e pule com os pés juntos, o mais distante possível, sem tocar a lataria do carro;

Se estiver do lado de fora do veículo que está em contato com os cabos, não encoste no veículo, pois ele poderá estar energizado;

Não tente socorrer vítimas que estiverem em contato com fios partidos. Acione imediatamente a Cemig e o Corpo de Bombeiros Militar.

Em casos de vítimas de choque elétrico, o que fazer?

Se houver parada cardiorrespiratória, aplique as manobras de ressuscitação. As manobras devem ser realizadas, por pelo menos, uma pessoa devidamente treinada;

Cubra as queimaduras com uma gaze ou com um pano bem limpo;

Se a pessoa estiver consciente, deite-a de costas, com as pernas elevadas. Se estiver inconsciente, deite-a de lado;

Se necessário, cubra a pessoa com um cobertor e mantenha-a calma;

Isole o local e desligue o aparelho da tomada ou a chave geral;

Acione o Corpo de Bombeiros Militar imediatamente através do telefone de emergência, 193;

Para corte da energia ligue para Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), no telefone 116.

FONTE: <<http://www.bombeiros.mg.gov.br/dicas-de-seguranca/7906-choque-eletrico-saiba-como-evitar.html><http://blogdecorwatts.com/seguranca/choques-eletricos-trabalho/>>. Acesso em: nov de 2019.

RESUMO DO TÓPICO 3

Neste tópico, você aprendeu que:

- Existem cuidados que devem ser observados em relação à proteção contra choques elétricos e suas consequências no organismo humano.
- É possível evitar acidentes com energia elétrica, tomando-se as precauções necessárias.
- Podem existir inúmeros problemas quando há umidade em ambientes onde existam dispositivos e equipamentos energizados.
- A NR-10 apresenta procedimentos específicos para a desenergização e energização de ambientes.
- É importantíssimo a conscientização da necessidade do uso de EPIs para sua segurança e a segurança daqueles que estão no seu entorno.



Ficou alguma dúvida? Construímos uma trilha de aprendizagem pensando em facilitar sua compreensão. Acesse o QR Code, que levará ao AVA, e veja as novidades que preparamos para seu estudo.





1 Dentre os procedimentos recomendados pela NR-10, pode-se dizer que ao serem seguidos consegue-se reduzir os riscos com acidentes envolvendo sistemas elétricos ativos. Ordene a sequência correta.

- I- Remover o aterramento temporário, da equipotencialização e das proteções adicionais.
- II- Retirar a zona controlada de todos os trabalhadores não envolvidos no processo de reenergização.
- III- Retirar as ferramentas, utensílios e equipamentos.
- IV- Destruir, se houver, e religar os dispositivos de seccionamento.
- V- Remover a sinalização de impedimento de reenergização.

Assinale a alternativa que representa o processo CORRETO de reenergização:

- a) () III, II, I, V, IV.
- b) () I, II, III, IV, V.
- c) () V, II, III, IV, I.
- d) () III, I, II, V, IV.

2 Equipamentos de proteção individual devem ser utilizados uma vez que, os riscos de origem elétrica estão por toda a parte, em nossas atividades diárias, nosso ambiente de trabalho, nossa residência, em todo e qualquer lugar onde haja manuseio ou uso de eletricidade. Responda V para as questões VERDADEIRAS e F para as FALSAS.

- () Os EPIs são semelhantes e desempenham funções idênticas, sendo, portanto indiferente onde e como são adquiridos, uma vez que desempenhem suas funções corretamente.
- () Os EPIs são escolhidos com base nas características do trabalho, sendo que, uma vez que atendam aos requisitos normativos podem ser especificados por qualquer membro da equipe.
- () Ter o EPI e não fazer uso dele, pode acarretar ao trabalhador, além do prejuízo pessoal o prejuízo material decorrente do acidente em que foi envolvido.
- () Existem classes especiais de equipamentos e estes precisam de especificação correta, em função de sua utilização e aplicação.

Assinale a alternativa CORRETA.

- a) () F, F, V, V.
- b) () F, V, V, F.
- c) () V, F, F, V.
- d) () V, V, F, V.

NORMAS, CONCESSIONÁRIA

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

A partir do estudo desta unidade, você deverá ser capaz de:

- reconhecer e utilizar os aspectos normativos das normas que regem as instalações elétricas residenciais;
- reconhecer a atender as solicitações das concessionárias de energia elétrica;
- compreender, que no que tange as concessionárias de energia elétrica, que não existe uma normalização generalizada e cada qual tem seus próprios

PLANO DE ESTUDOS

Esta unidade está dividida em três tópicos. No decorrer da unidade você encontrará autoatividades com o objetivo de reforçar o conteúdo apresentado.

TÓPICO 1 – ASPECTOS NORMATIVOS REFERENTE ÀS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

TÓPICO 2 – NOMENCLATURA DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

TÓPICO 3 – COMPONENTES ELÉTRICOS



Preparado para ampliar seus conhecimentos? Respire e vamos em frente! Procure um ambiente que facilite a concentração, assim absorverá melhor as informações.

ASPECTOS NORMATIVOS REFERENTE ÀS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

1 INTRODUÇÃO

O campo normativo, para qualquer atividade técnica é muito vasto, uma vez que as normas orientam e direcionam as tomadas de decisão para uma padronização efetiva dos procedimentos técnicos a fim de se alcançar um padrão de referência.

O escopo da disciplina abrange práticas de instalações elétricas, baseado nesta premissa, vamos discutir, neste capítulo, alguns aspectos e diretrizes normativas relacionados ao assunto.



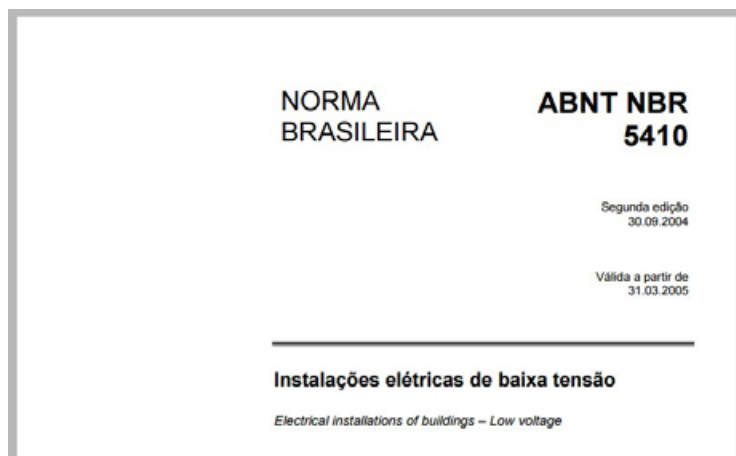
Vale ressaltar que a abrangência das normas é muito mais ampla do que a apresentada aqui, sendo imprescindível a sua consulta quando da necessidade de projeto, especificação e instalação de equipamentos quando se trata de instalações elétricas residenciais.

As seguintes normas serão abordadas:

- A norma NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão.
- A norma NBR 5444 - Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais.
- Norma Técnica N-321.0001 - Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária de distribuição, da CELESC Distribuição S.A.
- NR-10 - Segurança em instalações e serviços em eletricidade.

A própria norma NBR 5410 (ABNT, 2008, p. 1), descreve os objetivos que “estabelecem as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens” e sua aplicação principalmente às instalações elétricas de edificações, qualquer que seja seu uso (residencial, comercial, público, industrial, de serviços, agropecuário, hortigranjeiro etc.), incluindo as pré-fabricadas.

FIGURA 1 – NORMA ABNT NBR 5410



FONTE: ABNT (2008, p. 1)

São apresentados no quadro a seguir os tipos mais comuns de linhas elétricas utilizadas em instalações residenciais. Os Métodos 5 e 6 referem-se às tubulações de instalação aparentes e os Métodos 7 e 8 às instalações com eletrodutos embutido. Todo o dimensionamento dos fios/cabos, eletrodutos e posteriormente as proteções são baseados na escolha do tipo de linha elétrica utilizada, em função de características como a quantidade de fios, dissipação de calor e interferências eletromagnética, por exemplo.

QUADRO 1 – TIPOS DE LINHAS ELÉTRICAS

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência ¹⁾
5		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B1
6		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B2
7		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1
8		Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B2
33		Condutores isolados ou cabos unipolares em canaleta fechada embutida no piso	B1
34		Cabo multipolar em canaleta fechada embutida no piso	B2
42		Condutores isolados em eletroduto de seção circular contido em canaleta ventilada embutida no piso	B1
43		Cabos unipolares ou cabo multipolar em canaleta ventilada embutida no piso	B2

FONTE: Adaptado de ABNT (2008)

A capacidade de condução de corrente é de suma importância nas instalações elétricas. A norma NBR 5410 (ABNT, 2008, p. 99) aponta que “A corrente transportada por qualquer condutor, durante períodos prolongados em funcionamento normal, deve ser tal que a temperatura máxima para serviço contínuo [...] não seja ultrapassada”. O quadro a seguir apresenta a temperatura característica dos condutores e serve de referência para o correto dimensionamento dos condutores que serão utilizados nas instalações elétricas.

QUADRO 2 – TEMPERATURA CARACTERÍSTICA DOS CONDUTORES

Tipo de isolamento	Temperatura máxima para serviço contínuo (condutor) °C	Temperatura limite de sobrecarga (condutor) °C	Temperatura limite de curto-circuito (condutor) °C
Policloreto de vinila (PVC) até 3000 mm ²	70	100	160
Policloreto de vinila (PVC) maior que 300 mm ²	70	100	140
Borracha etileno-propileno (EPR)	90	130	250
Polietileno reticulado (XLPE)	90	130	250

FONTE: ABNT (2008, p. 100)

A norma considera que os critérios da tabela anterior são considerados atendidos “se as correntes nos condutores não forem superiores às capacidades de condução de corrente adequadamente obtidas nos quadros a seguir, corrigidas, se for o caso, pelos fatores indicados” (ABNT, 2008, p. 100).

QUADRO 3 – CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE, EM AMPÈRES, PARA OS MÉTODOS DE REFERÊNCIA A1, A2, B1, B2, C E D – 70 °C

Seções nominais mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196	309	275	265	236	344	299	278	230
Alumínio												
16	48	43	44	41	60	53	54	48	66	59	62	52
25	63	57	58	53	79	70	71	62	83	73	80	66
35	77	70	71	65	97	86	86	77	103	90	96	80
50	93	84	86	78	118	104	104	92	125	110	113	94
70	118	107	108	98	150	133	131	116	160	140	140	117
95	142	129	130	118	181	161	157	139	195	170	166	138
120	164	149	150	135	210	186	181	160	226	197	189	157
150	189	170	172	155	241	214	206	183	261	227	213	178

Condutor: cobre; Isolação: PVC; Temperatura no condutor: 70 °C; Temperatura de referência do ambiente: 30 °C (ar), 20 °C (solo)

FONTE: ABNT (2008, p. 101)

Como exemplo da aplicação desses fatores tomemos um circuito com condutores isolados ou cabos unipolares em eletrodutos aparente de seção não-circular sobre parede, método de instalação 5 e método de referência B1 e que exija da rede uma corrente de 40 A, a dois fios com isolamento de policloreto de vinila (PVC) instalado na temperatura ambiente de 30 °C. Nessas condições, a seção nominal do fio escolhido poderia ser o fio de 6 mm² tanto para a temperatura dos condutores de 70 °C, quanto de 90 °C. Entretanto, se a temperatura ambiente fosse de 15 °C, por exemplo, seria necessário usar um fator de correção de 1,17 em função do tipo de isolamento desejado (Tabela 8), dessa forma, a capacidade de corrente dos condutores tanto para 70 °C quanto para 90 °C teriam um acréscimo de 17%, ou seja, os condutores teriam suas capacidades de condução de corrente aumentadas de 41 A para 48 A.

QUADRO 4 – CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE, EM AMPÈRES, PARA OS MÉTODOS DE REFERÊNCIA A1. A2. B1. B2. C E D – 90°C

Seções nominais mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196	309	275	265	236	344	299	278	230
Alumínio												
16	48	43	44	41	60	53	54	48	66	59	62	52
25	63	57	58	53	79	70	71	62	83	73	80	66
35	77	70	71	65	97	86	86	77	103	90	96	80
50	93	84	86	78	118	104	104	92	125	110	113	94
70	118	107	108	98	150	133	131	116	160	140	140	117
95	142	129	130	118	181	161	157	139	195	170	166	138
120	164	149	150	135	210	186	181	160	226	197	189	157
150	189	170	172	155	241	214	206	183	261	227	213	178

Condutor: cobre e alumínio; Isolação: EPR ou XLPE; Temperatura no condutor: 90 °C; Temperatura de referência do ambiente: 30 °C (ar), 20 °C (solo)

FONTE: ABNT (2008, p. 101)

O quadro a seguir apresenta os fatores de correção para temperaturas ambientes diferentes de 30 °C para linhas não-subterrâneas e de 20 °C (temperatura do solo) para linhas subterrâneas.

QUADRO 5 – FATORES DE CORREÇÃO

Temperatura °C	Isolação	
	PVC	EPR ou XLPE
Ambiente		
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	–	0,65
70	–	0,58
75	–	0,50
80	–	0,41
Do solo		
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	–	0,60
70	–	0,53
75	–	0,46
80	–	0,38

FONTE: ABNT (2008, p. 106)

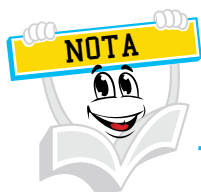
2 CONDUTOR NEUTRO

O condutor neutro exerce fundamental papel em termos de segurança tanto ao usuário quanto à própria unidade consumidora que a NBR 5410 (ABNT, 2008), possui o subitem 6.2.6.2. destinado exclusivamente ao condutor neutro.

Dentre as características importantes estão as advertências de que, em linhas gerais, para circuitos monofásicos, o condutor neutro não pode ser comum a mais de um circuito e deve ter, no mínimo, a mesma seção do condutor de fase.

Nos circuitos elétricos, quando são utilizados componentes reativos como indutores e capacitores, podem ocorrer certas “deformações” no sinal da fonte de alimentação. Essas “deformações” podem ser mensuradas e normalmente são designadas como “conteúdo harmônico”, uma vez que estas “distorções” são causadas pela geração de sinais harmônicos que se somam ao sinal de onda fundamental. O estudo dos harmônicos requer técnicas para a decomposição e reconstrução de sinais utilizando técnicas como a Análise de Fourier. Mais sobre conteúdo harmônico, vantagens, desvantagens e aplicações serão estudados em disciplina específica.

Quando se trata de circuitos trifásicos com neutro, recomenda-se que, o condutor neutro não pode ser comum a mais de um circuito e quando a taxa de terceira harmônica e seus múltiplos for superior a 15%, a seção do condutor neutro não deve ser inferior à dos condutores de fase, podendo ser igual à dos condutores de fase se essa taxa não for superior a 33%. Ou seja, a existência de harmônicos na rede aumenta a corrente do circuito, devendo-se observar essas taxas de aumento.



- Níveis de 15 a 33% de correntes harmônicas são encontrados, por exemplo, em circuitos que alimentam luminárias com lâmpadas de descarga, incluindo as fluorescentes.
- Níveis acima de 33% de correntes harmônicas são encontrados, por exemplo, em circuitos que alimentam principalmente computadores ou outros equipamentos de tecnologia de informação

Esta recomendação da seção do condutor neutro deve ser revista e é indicada no item 6.2.6.2.5 (ABNT, 2004, p. 114): “Quando, num circuito trifásico com neutro ou num circuito com duas fases e neutro, a taxa de terceira harmônica e seus múltiplos for superior a 33%, pode ser necessário um condutor neutro com seção superior a dos condutores de fase”.

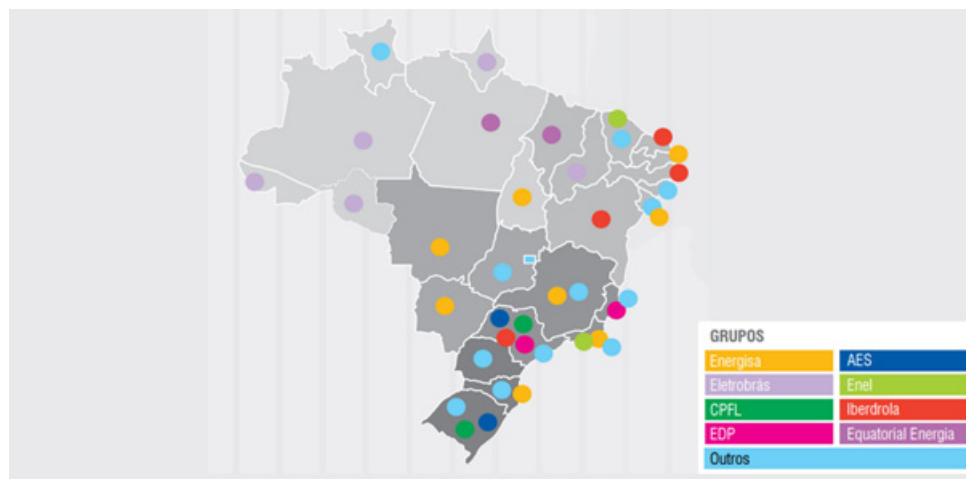
Em termos práticos:

- Circuitos monofásicos: bitola do condutor neutro igual ao do condutor fase.
- Circuitos trifásicos:
 - o sem conteúdo harmônico: bitola do condutor neutro igual ao do condutor fase;
 - o com conteúdo harmônico superior a 33%, bitola do condutor neutro superior ao do condutor fase.

3 CONCESSIONÁRIAS DE ENERGIA ELÉTRICA

As concessionárias de energia elétrica possuem normas e diretrizes próprias que são válidas em suas áreas de concessão. Sendo assim, a fim de não nos tornarmos redundantes, vamos apresentar algumas exigências, requisitos e diretrizes, solicitadas pela Concessionária de Energia Elétrica de Santa Catarina Distribuição S.A. — CELESC Distribuição S.A. —, para o fornecimento de energia elétrica em tensão secundária de distribuição. Para que possamos ter uma ideia das diversas concessões que atuam no Brasil, é apresentado na figura a seguir o mapa das concessionárias.

FIGURA 2 – MAPA DAS CONCESSIONÁRIAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA



FONTE: Adaptado de <http://geracaosmartgrid.com.br/2016/wp-content/uploads/2017/04/Nansen_Mapa-Concessionarias_FINAL-1024x862.jpg>. Acesso em: 5 dez. 2019.

Pode-se observar que a Região Sudeste do Brasil, como apresentado no quadro a seguir, é a mais homogênea e organizada em termos de grupos, enquanto na região sul, as concessões são mais pulverizadas.

QUADRO 6 – DISTRIBUIDORAS DAS REGIÕES SUL E SUDESTE

REGIÃO SUDESTE			
Estado	Concessionária	Grupo	Tipo
MG	Cemig	Cemig	Público (estadual)
MG	Energisa MG	Energisa	Privado
MG	EEB MG	Energisa	Privado
MG	DMED - DME Distribuição S.A	-	Privado
ES	EDP Espírito Santo	EDP	Privado
ES	SANTA MARIA Empresa Luz e Força Santa Maria S.A	-	Privado
RJ	Light	RME	Privado
RJ	Energisa NF	Energisa	Privado
RJ	Enel RJ	Enel	Privado
SP	Eletropaulo	AES	Privado
SP	Elektro	Iberdrola	Privado
SP	CPFL	CPFL	Privado
SP	EDP São Paulo	EDP	Privado
SP	Caiuá	Energisa	Privado
SP	EDEVF	Energisa	Privado
SP	EEB	Energisa	Privado

REGIÃO SUL			
Estado	Concessionária	Grupo	Tipo
PR	Copel	-	Público (estadual)
PR	COCEL - Companhia Campolarguense de Energia	-	Privado
PR	CFLO	Energia	Privado
PR	FORCEL - Força e Luz Coronel Vivida Ltda.	-	Privado
SC	Celesc	-	Privado (estadual)
SC	Aliança Cooperativa Aliança	-	Privado
SC	Iguaçu Energia	-	Privado
SC	Força e Luz João Cesa Ltda.	-	Privado
SC	EFLUL - Empresa Força e Luz d Urussanga Ltda.	-	Privado
RS	CEEE - Companhia Estadual de Energia Elétrica	-	Público (estadual)
RS	RGE Sul	CPFL	Privado
RS	Muxfeldt, Marin & Cia Ltda.	-	Privado
RS	Nova Palma Energia	-	Privado
RS	Hidropan	-	Privado
RS	DEMEI - Departamento Municipal de Energia de Ijuí	-	Público (municipal)
RS	ELETROCAR - Centrais Elétricas de Carazinho S.A	-	Público (municipal)

FONTE: Adaptado de <http://geracaosmartgrid.com.br/2016/wp-content/uploads/2017/04/Nansen_Mapa-Concessionarias_FINAL-1024x862.jpg>. Acesso em: 5 dez. 2019.

4 CELESC DISTRIBUIÇÃO S.A

A Norma Técnica N-321.0001 (CELESC, 2019) estabelece os padrões de entrada de serviço de energia elétrica das unidades consumidoras individuais e agrupamento de até três unidades, atendidos por meio de rede aérea ou subterrânea.

A implantação do poste com caixa de medição incorporada (kit postinho) como padrão principal tem como objetivo principal reduzir as rejeições dos padrões de entrada, utilizando padrões seguros de empresas certificadas, para agilizar a ligação da unidade consumidora com redução de custos para a distribuidora e maior satisfação para o consumidor.

Esta norma estabelece padrões construtivos que, associados às demais especificações, visam à uniformização de procedimentos e à adoção de padrões dentro das exigências técnicas e de segurança recomendadas.

Dentre os aspectos legais que contemplam esta norma técnica, podemos destacar os que dizem respeito diretamente às instalações elétricas residenciais:

- NBR 5410 - Instalações elétricas em baixa tensão.
- NBR 15465 - Sistema de eletrodutos plásticos para instalações elétricas de baixa tensão - Requisitos de desempenho.
- NBR 5597 - Eletroduto rígido de aço-carbono e acessórios com revestimento protetor, com rosca ANSI/ASME B1.20.
- NBR 5598 - Eletroduto rígido de aço-carbono com revestimento protetor, com rosca NBR 6414.
- NBR 13571 - Haste de aterramento aço-cobreada e acessórios.
- NR 10 - Segurança em instalações e serviços em eletricidade.

Ainda em se tratando de instalações elétricas, a norma NBR 5410 que regem as especificações de instalações elétricas de baixa tensão, referência de outras tantas normas técnicas nacionais e internacionais que versam desde condutores (fios e cabos) e eletrodutos, passando pelos dispositivos de proteção, chegando nas especificações de instalações e equipamentos para atmosfera explosiva incluindo referências à equipamentos de potência e à Compatibilidade Eletromagnética (*Electromagnetic compatibility - EMC*). Dentre essas normas podemos destacar as que são gerais para as instalações elétricas residenciais:

- ABNT NBR 5444: 1989 - Símbolos Gráficos para instalações elétricas prediais.
- ABNT NBR 5361:1998 - Disjuntores de baixa tensão.
- ABNT NBR 5413:1992 - Iluminância de interiores ± Procedimento.
- ABNT NBR 5419:2001 - Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas.
- ABNT NBR 9513:1986 - Emendas para cabos de potência isolados para tensões até 750V - Especificação.
- ABNT NBR 13249:2000 - Cabos e cordões flexíveis para tensões até 750V – Especificação.
- ABNT NBR 13300:1995 - Redes telefônicas internas em prédios – Terminologia.



Questões referentes aos procedimentos de instalação do ramal de entrada, particularidades acerca de entradas subterrâneas bem como quais os níveis de tensão que classificam uma instalação como monofásica, bifásica e trifásica, são alguns dos itens que podem ser diferentes de concessionária para concessionária de instalações elétricas.

RESUMO DO TÓPICO 1

Neste tópico, você aprendeu que:

- As normas são diretrizes regulamentares que visam padronizar procedimentos.
- Existem as normas de abrangência nacional e normas de abrangência estaduais.
- As normas nacionais valem em todo o território nacional e devem ser respeitadas por todas as concessionárias de energia elétrica. As normas estaduais dependem das respectivas concessionárias de energia elétrica que atuam nos estados.
- Cada concessionária pode ter variações normativas no que se refere aos seus procedimentos internos.
- É importante conhecer as normas da concessionária de energia elétrica da região na qual será realizado o projeto, a fim de se evitar as não conformidade e posterior retrabalho. Portanto, ao se fazer projetos elétricos deve-se observar as normas da concessionária de energia elétrica da região.



1 Um conjunto de normas visa estabelecer requisitos para que se possa ter as condições mínimas necessárias para padronização de procedimentos e/ou processos de fabricação. Observe as afirmações dadas e assinale V para as alternativas verdadeiras e F para as falsas.

- () As normas internacionais estabelecem os procedimentos para que as concessionárias de energia elétrica tenham uniformidade em seus processos.
- () São necessárias aprovações dos órgãos de fiscalização internacionais quando da realização de mudanças nos normas procedimentais das concessionárias de energia elétrica no território brasileiro.
- () Existe coerência de normalização na concessionária de energia elétrica que atende a sua região de abrangência.
- () Quando existe revisão das normas internacionais, é estabelecido um período para que as concessionárias de energia elétrica se adaptem.

Assinale a resposta CORRETA.

- a) () V; V; F; F.
- b) () V; F; V; F.
- c) () F; F; V; V.
- d) () F; V; F; V.

2 A Distribuidora de Energia Elétrica de Santa Catarina (CELESC) adotou como padrão a implantação do poste com caixa de medição incorporada (kit postinho). Observe as afirmações dadas e assinale V para as alternativas verdadeiras e F para as falsas. Esta medida foi adotada tendo como objetivos:

- () Reduzir o retrabalho quando das instalações dos padrões de entrada, utilizando padrões seguros de empresas certificadas.
- () Repassar os custos do padrão de entrada para o consumidor, uma vez que, a concessionária tem seus planos de redução de custos.
- () O kit postinho, por trazer em si os componentes necessários para sua instalação, possibilita que o próprio consumidor possa fazê-lo, isentando-o dos riscos e preocupações que advém desse procedimento.
- () Agilizar a ligação da unidade consumidora com redução de custos para a distribuidora e maior satisfação para o consumidor.

Assinale a resposta CORRETA.

- a) () V; V; F; F.
- b) () V; F; V; F.
- c) () F; F; V; V.
- d) () F; V; F; V.
- e) () V; F; F; V.

NOMENCLATURA DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

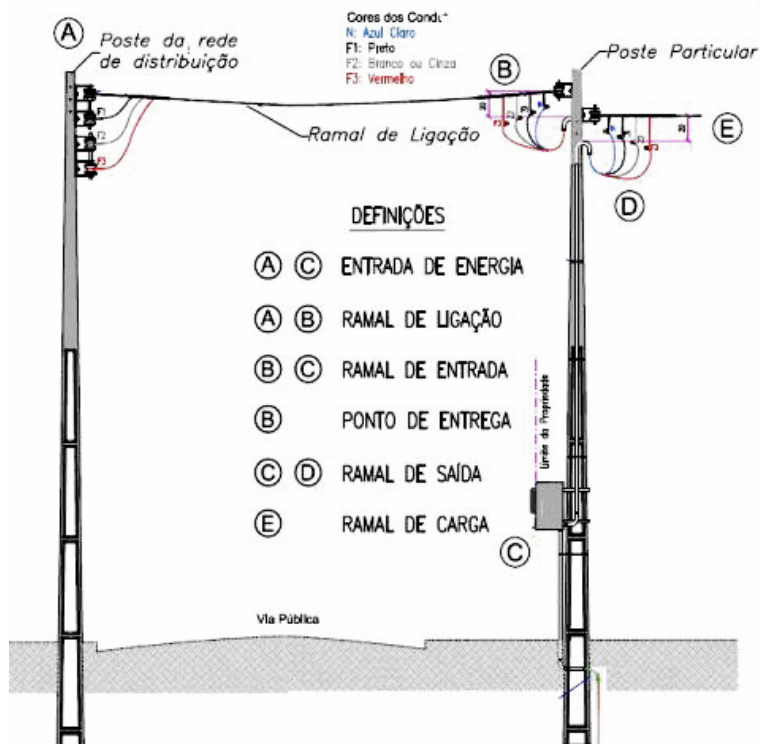
1 INTRODUÇÃO

No que tange aos aspectos referentes à nomenclatura de instalações elétricas é importante que se observe também as definições relativas ao fornecimento de energia elétrica. Nos próximos itens iremos verificar essas definições a fim de que se possa ter uma linguagem unificada quando nos referimos ao assunto de instalações elétricas.

Fornecimento de energia elétrica: as definições a seguir, embora apresentadas pela CELESC (2019) na Norma Técnica N-321.0001, são de cunho geral, portanto utilizadas pelas concessionárias quando se trata do fornecimento de energia elétrica em tensão secundária. As figuras a seguir ilustram a representação e a localização de alguns dos termos definidos neste tópico e as referências da entrada subterrânea, respectivamente.

- Concessionária/Distribuidora: agente titular de concessão federal para explorar a prestação do serviço público de distribuição de energia elétrica, referenciada doravante nesta Norma apenas pelo termo Celesc.
- Consumidor: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, legalmente representada, que solicite o fornecimento, a contratação de energia ou o uso do sistema elétrico à distribuidora, assumindo as obrigações decorrentes deste atendimento à unidade consumidora, segundo disposto nas normas e nos contratos.
- Unidade Consumidora: UC: conjunto composto por instalações, ramal de entrada, equipamentos elétricos, condutores e acessórios, incluída a subestação, quando do fornecimento em tensão primária, caracterizado pelo recebimento de energia elétrica em apenas um ponto de entrega, com medição individualizada, correspondente a um único consumidor e localizado em uma mesma propriedade ou em propriedades contíguas.
- Ponto de Entrega: ponto de conexão do sistema elétrico da distribuidora com as instalações elétricas da unidade consumidora, até o qual a distribuidora é responsável pelo fornecimento de energia elétrica, participando nos investimentos necessários, bem como, responsabilizando-se pela execução dos serviços, operação e manutenção, caracterizando-se como o limite de responsabilidade de fornecimento (CELESC, 2019, p. 14-15).

FIGURA 3 – PONTOS DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA



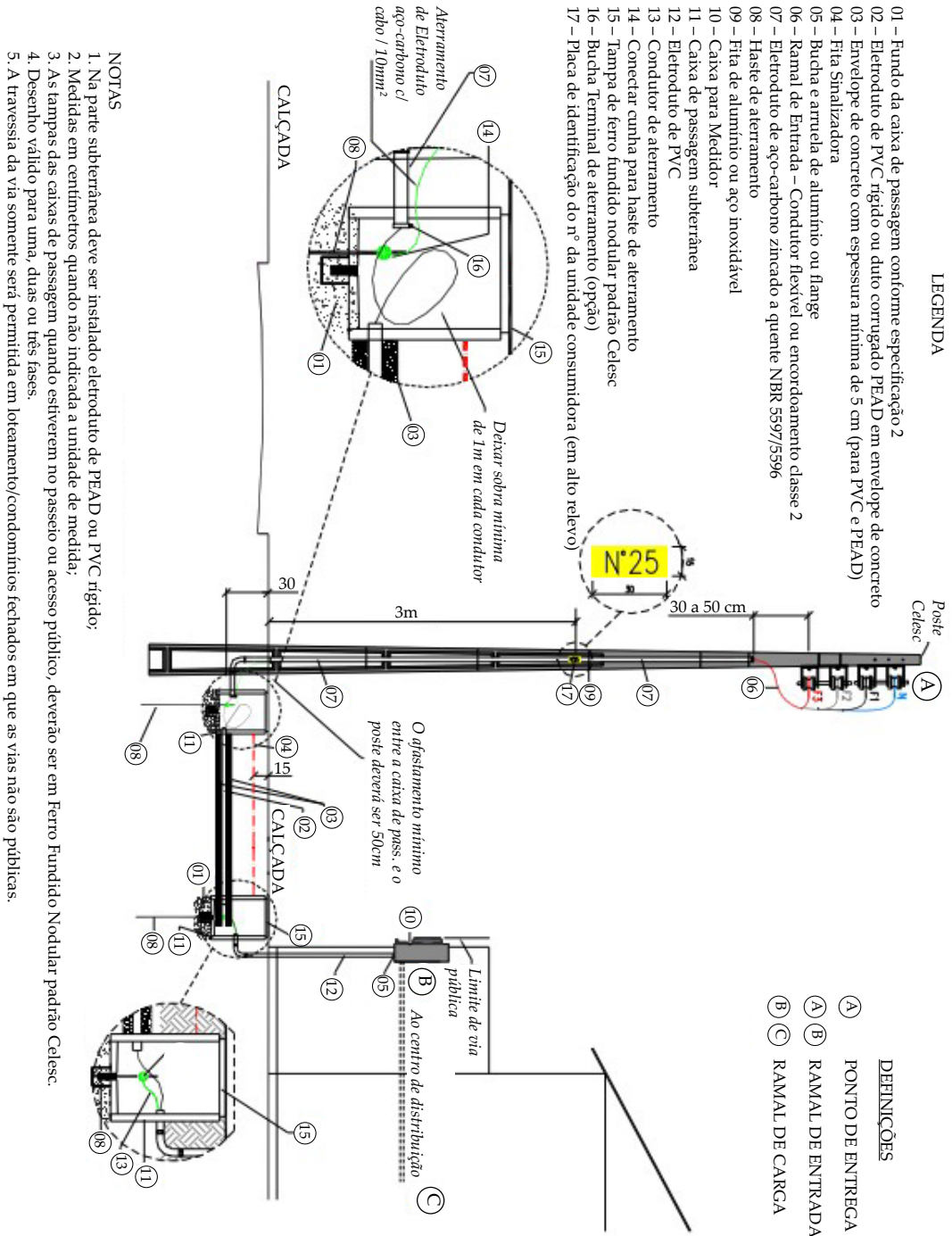
FONTE: <http://lh3.googleusercontent.com/-zGE7xuDT0Wc/VV0sKTZzs2I/AAAAAAAAAaA/-celQ1_X82Y/area_thumb%25255B2%25255D.gif?imgmax=800>. Acesso em: 5 dez. 2019.

- Entrada de Energia Elétrica: conjunto de equipamentos, condutores e acessórios instalados desde o ponto de derivação da rede de baixa tensão da Celesc até a proteção e medição, inclusive.
- Ramal de Ligação: conjunto de condutores e acessórios instalados pela distribuidora entre o ponto de derivação de sua rede e o ponto de entrega.
- Ramal de Entrada: conjunto de condutores e acessórios instalados desde o ponto de entrega até a proteção geral.
- Ramal de Saída: conjunto de condutores e acessórios instalados entre os terminais de saída do medidor e o ponto de ponto de fixação do ramal de carga.
- Ramal de Carga: conjunto de condutores e acessórios instalados entre ponto de fixação do ramal de saída do medidor (quando aéreo) ou da medição (quando subterrâneo) e as instalações internas da unidade consumidora.
- Caixa de Passagem de Cabos: caixa destinada a facilitar a passagem dos condutores isolados de instalação subterrânea.
- Carga Instalada: soma das potências nominais dos equipamentos elétricos instalados na unidade consumidora, em condições de entrar em funcionamento, expressa em quilowatts (kW).
- Aterramento: ligação à terra de todas as partes metálicas não energizadas, do neutro da rede da distribuidora e do neutro da instalação da unidade consumidora.

- **Eletrodos de Aterramento:** elemento ou conjunto de elementos do sistema de aterramento que assegura o contato elétrico com o solo e dispersa a corrente de defeito, de retorno ou de descarga atmosférica na terra.
- **Ligação Temporária:** é toda ligação destinada ao fornecimento de energia elétrica a canteiros de obras e eventos temporários.
- **Caixa de Inspeção do Aterramento:** caixa que além de possibilitar a inspeção e proteção mecânica da conexão do condutor de aterramento ao eletrodo de aterramento, permite inclusive efetuar a medição periódica.
- **Dispositivo de Proteção contra Surtos – DPS:** dispositivo destinado a prover proteção contra sobretensões transitórias nas instalações de edificações, cobrindo tanto as linhas de energia elétrica quanto as linhas de sinal.
- **Caixa de Medição:** compartimento destinado a acomodar medidores de energia elétrica, eletromecânico ou eletrônico, e demais equipamentos de medição e seus acessórios.
- **Padrão de Entrada de Energia:** instalação de responsabilidade do consumidor, compreendendo ramal de entrada, poste particular com caixa de medição incorporada (“kit postinho”), caixas, proteção, aterramento e acessórios, preparada de forma a permitir ligação de uma ou mais unidade consumidora à rede da distribuidora.
- **Agrupamento de Medição:** compartilhamento de espaço de fixação de caixas de medição.
- **Poste com Caixa Incorporada - Kit Postinho:** conjunto de equipamentos destinado à entrada de energia de uma ou mais unidade consumidora, constituído de poste, caixa de medição, eletrodutos condutores, disjuntor e acessórios incorporados.
- **Fator de Demanda:** razão entre a demanda máxima num intervalo de tempo especificado e a carga instalada na unidade consumidora.
- **Condutor de Aterramento:** condutor que interliga o eletrodo de aterramento à primeira conexão com condutor neutro do padrão de entrada de energia elétrica.
- **Área Legalmente Protegida:** por áreas legalmente protegidas compreende as Unidades Conservação, integrantes ou não do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação – CNUC, as Aéreas de Preservação Permanente – APPs (segundo a Lei 12651/2012), e ainda os Territórios Indígenas e Quilombolas.
- **Área Legalmente Protegida:** por áreas legalmente protegidas compreende as Unidades Conservação, integrantes ou não do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação – CNUC, as Aéreas de Preservação Permanente – APPs (segundo a Lei 12651/2012), e ainda os Territórios Indígenas e Quilombolas.
- **Vistoria:** procedimento realizado pela Celesc D, na unidade consumidora, previamente à ligação, com a finalidade de verificar a adequação aos padrões técnicos e de segurança da Celesc.

FONTE: CELESC – CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA. Norma técnica N-321.0001: fornecimento de energia elétrica em tensão secundária de distribuição. Florianópolis: Celesc Distribuição S.A., 2019. p. 15-18. Disponível em: <https://www.celesc.com.br/arquivos/normas-tecnicas/padrao-entrada/N3210001-Fornecimento-Energia-Eletrica-Tensao-Secundaria.pdf>. Acesso em: 5 dez. 2019.

FIGURA 4 – ENTRADA DE ENERGIA SUBTERRÂNEA – REDE DO MESMO LADO DA VIA



FONTE: <<http://twixar.me/8YPT>>. Acesso em: 5 dez. 2019.

2 COMPONENTES DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

As definições apresentadas aqui são baseadas na norma NBR 5410 ABNT (2004, p. 7) que abrange as instalações elétricas de baixa tensão. Em se tratando de instalações elétricas a norma define:

- Componente (de uma instalação elétrica): Termo empregado para designar itens da instalação que, dependendo do contexto, podem ser materiais, acessórios, dispositivos, instrumentos, equipamentos (de geração, conversão, transformação, transmissão, armazenamento, distribuição ou utilização de eletricidade), máquinas, conjuntos ou mesmo segmentos ou partes da instalação (por exemplo, linhas elétricas).
- Quadro de distribuição principal: Primeiro quadro de distribuição após a entrada da linha elétrica na edificação. Naturalmente, o termo se aplica a todo quadro de distribuição que seja o único de uma edificação.

3 PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS

Segundo a NBR 5410 ABNT (2004, p. 7):

- Elemento condutivo ou parte condutiva: elemento ou parte constituída de material condutor, pertencente ou não à instalação, mas que não é destinada normalmente a conduzir corrente elétrica.
- Proteção básica: meio destinado a impedir contato com partes vivas perigosas em condições normais.
- Proteção supletiva: meio destinado a suprir a proteção contra choques elétricos quando massas ou partes condutivas acessíveis tornam-se acidentalmente vivas.
- Proteção adicional: meio destinado a garantir a proteção contra choques elétricos em situações de maior risco de perda ou anulação das medidas normalmente aplicáveis, de dificuldade no atendimento pleno das condições de segurança associadas a determinada medida de proteção e/ou, ainda, em situações ou locais em que os perigos do choque elétrico são particularmente graves.
- Dispositivo de proteção a corrente diferencial-residual (formas abreviadas: dispositivo a corrente diferencial-residual, dispositivo diferencial, dispositivo DR): dispositivo de seccionamento mecânico ou associação de dispositivos destinada a provocar a abertura de contatos quando a corrente diferencial-residual atinge um valor dado em condições especificadas.



O termo dispositivo não deve ser entendido como significando um produto particular, mas sim qualquer forma possível de se implementar a proteção diferencial-residual. São exemplos de tais formas: o interruptor, disjuntor ou tomada com proteção diferencial-residual incorporada, os blocos e módulos de proteção diferencial-residual acopláveis a disjuntores, os relés e transformadores de corrente que se podem associar a disjuntores etc.

- SELV (do inglês separated extra-low voltage): sistema de extra-baixa tensão que é eletricamente separado da terra, de outros sistemas e de tal modo que a ocorrência de uma única falta não resulta em risco de choque elétrico.
- PELV (do inglês protected extra-low voltage): sistema de extra-baixa tensão que não é eletricamente separado da terra, mas que preenche, de modo equivalente, todos os requisitos de um SELV.

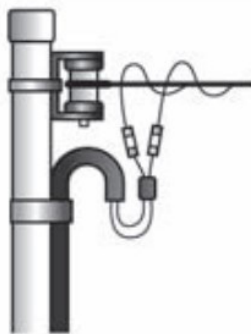
FONTE: ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2008. p. 7. Disponível em: https://hosting.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/normas%20e%20relat%F3rios/NRs/nbr_5410.pdf. Acesso em: 5 dez. 2019.

4 TIPOS DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA RESIDENCIAL

Cada distribuidora de energia elétrica pode possuir um limite de tensão de alimentação, entretanto, esses limites são muito semelhantes. Aqui, iremos apresentar, como referência, a norma utilizada pela Companhia de Eletricidade de Santa Catarina Norma Técnica N-321.0001, que estabelece como limites de fornecimento os tipos de alimentação que seguem:

- Tipo Monofásico a dois Fios: unidade consumidora com carga instalada até 15 kW, o que comumente representa consumidores de baixa renda e consumidores rurais (CELESC, 2019, p. 22).

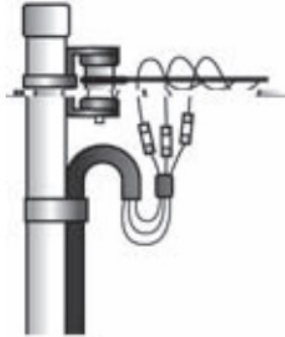
FIGURA 5 – ALIMENTAÇÃO MONOFÁSICA A DOIS FIOS



FONTE: SCHNEIDER (2018, p. 8)

- Tipo Monofásico a três Fios: unidade consumidora que possua equipamento que necessite da tensão de 440/220V, com carga instalada até 50kW.
- Tipo Bifásico a três Fios: utilizam-se três fios: duas fases e um neutro, com tensão alternada de 110 ou 127V entre fase e neutro e de 220 V entre fase e fase. Normalmente, é utilizado nos casos em que a potência ativa total da unidade consumidora é maior que 15 kW e inferior a 25 kW, ou que possua equipamento bifásico. É o mais utilizado em instalações residenciais (CELESC, 2019, p. 22).

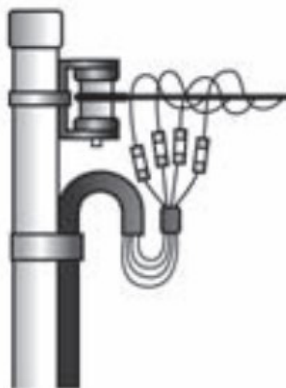
FIGURA 6 – ALIMENTAÇÃO BIFÁSICA A TRÊS FIOS



FONTE: SCHNEIDER (2018, p. 8)

- Tipo Trifásico a quatro Fios: feito a quatro fios: três fases e um neutro, com tensão alternada de 110 ou 127 V entre fase e neutro e de 220 V entre fase e fase. Normalmente, é utilizado nos casos em que a potência ativa total da instalação é maior que 25 kW e inferior a 75 kW, ou quando houver motores trifásicos ligados à instalação (CELESC, 2019, p. 22).

FIGURA 7 – ALIMENTAÇÃO TRIFÁSICA A QUATRO FIOS



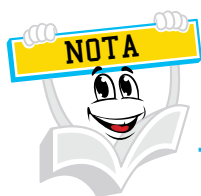
FONTE: SCHNEIDER (2018, p. 8)

Em termos de tensões padronizadas a CELESC utiliza os tipos de tensões padronizadas disponíveis nas redes de distribuição de energia elétrica para a conexão de unidade consumidoras as tensões apresentadas na Tabela 9.

QUADRO 6 – TENSÕES PADRONIZADAS DISPONÍVEIS EM SC - CELESC

Tipo de ligação	Nº de fios	Nº de fases	Nº de neutros	Tensão	Tensão	Notas
				Fase x Fase	Fase x Neutro	
Monofásica (MO)	2	1	1	-	220	(1)
Bifásica (BI)	3	2	1	380	220	(1)
Trifásica (TR)	4	3	1	380	220	(1)
Monofásica (MO)	2	1	1	440 (5)	220	(2)
Monofásico a 3 fios (MR)	3	1	1	440	220	(2)
Monofásica (MO)	2	2	0	220	-	(3)
Trifásica (TR)	3	3	0	220	220	(3) (4)

FONTE: CELESC (2019, p. 44)



Sistema trifásico convencional padronizado (normalmente em área urbana).

Sistema monofásico a três fios na tensão 440/220V, original de transformador monofásico com neutro em tap central no secundário (usado normalmente em área rural).

Sistema trifásico em 220V sem neutro (em padronização, existente em poucos circuitos), consultar antes de pedir a ligação da carga. Utilizar disjuntor bifásico na ligação monofásica.

Pode ser ligada com medidor bifásico eletrônico. Se utilizado medidor eletromecânico trifásico, fazer uma ponte do 1º para o 2º elemento na borneira do medidor, deixando o 2º elemento vago, ligado a outra fase no 3º elemento.

Tensão não utilizada no monofásico, mas indica que este tipo de ligação deriva de rede com 440/220V.

FONTE: CELESC – CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA. Norma técnica N-321.0001: fornecimento de energia elétrica em tensão secundária de distribuição. Florianópolis: Celesc Distribuição S.A., 2019. P. 44. Disponível em: <https://www.celesc.com.br/arquivos/normas-tecnicas/padrao-entrada/N3210001-Fornecimento-Energia-Eletrica-Tensao-Secundaria.pdf>. Acesso em: 5 dez. 2019.

5 ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA

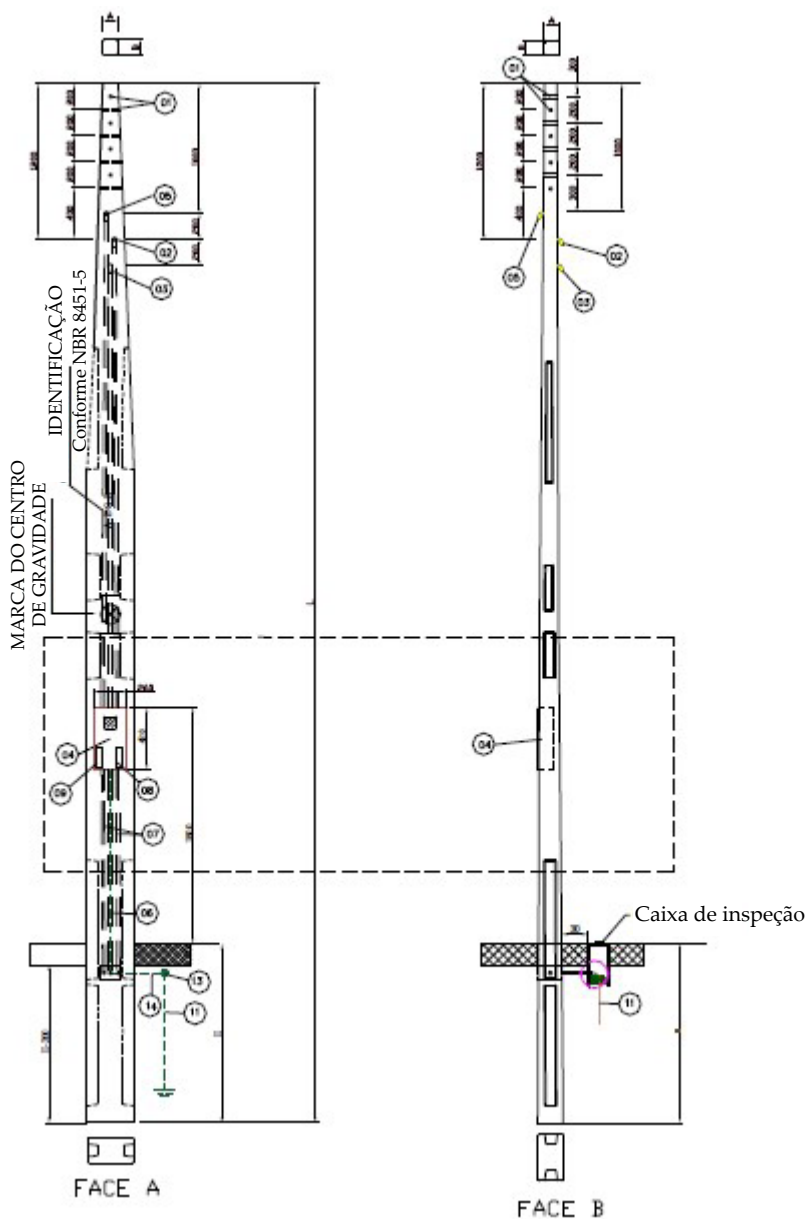
A Norma N321.0001, trata da descrição e especificação de todos os componentes de entrada de energia. O quadro a seguir apresenta a legenda da figura a seguir, que apresenta a disposição dos componentes principais que compõem a entrada de energia com um quadro de medição.

QUADRO 7 – LEGENDA DA FIGURA 47

ITEM	DESCRIÇÃO
1	Furos de diâmetro =19 mm para fixação da armação secundária do ramal de ligação.
2	Saída do ramal de carga em curva e eletroduto PVC rígido diâmetro = 1 ¼, 1 ½, ou 2" – 90°C.
3	Saída para comunicações em curva e eletroduto PVC rígido diâmetro = 3/4".
4	Caixa para medidor, padrão Celesc, conforme NBR 15820.
5	Ramal de entrada em eletroduto PVC rígido ou orifício com diâmetro = 1 ¼, 1 ½, ou 2".
6	Eletroduto de PVC rígido ou orifício de d=3/4" para passagem de fio terra.
7	Saída subterrânea com eletroduto PVC rígido ou orifício de diâmetro =1 ¼, 1 ½, ou 2".
8	Acesso ao disjuntor (proteção geral).
9	Visor do DPS.
10	Ramal de entrada e saída com cabos flexíveis, classe 5, com isolamento EPR, XLPE ou HEPR 90°C para 0,6/1kV, conforme Especificação Celesc, instalar conector terminal adequado para conexão ao medidor e ao disjuntor.
11	Haste de aterramento com Ø 5/8" ou 1/2" x 2,40m x 0,254µ/m de cobre conforme NBR 13571 e Especificação Celesc E-313.0007
12	Números de identificação das caixas de medidor. (Quando necessário)
13	Conector de aterramento, conforme Especificação 4 da Norma N-321.0001 da Celesc.
14	Cabo de aterramento classe 2 a 5 conforme Tabela 1 e 2 da N-321.0001, na cor verde ou verde-amarelo, isolado para 450/750V (mínimo).
15	Caixa de inspeção do aterramento ou de passagem (quando ramal de carga for subterrâneo).

FONTE: CELESC (2019, p. 56)

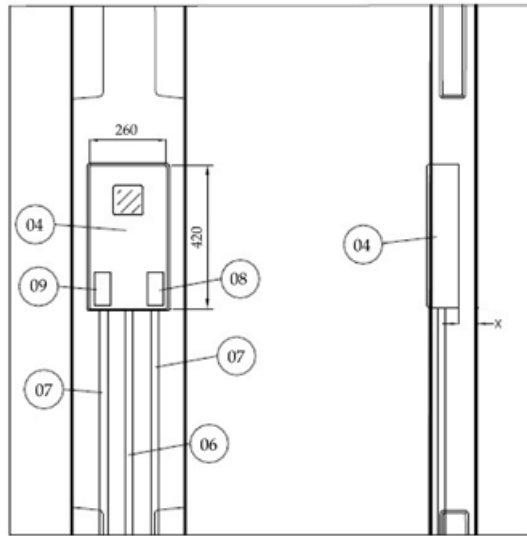
FIGURA 8 – POSTE COM UMA CAIXA DE MEDIÇÃO MONOFÁSICA INCORPORADA



FONTE: CELESC (2019, p. 57)

Detalhes do quadro de medição da entrada de energia são apresentados na figura a seguir:

FIGURA 9 – POSTE COM UMA CAIXA DE MEDIÇÃO MONOFÁSICA INCORPORADA – DETALHES



LEGENDA

- 04 - Caixa para medidor
- 06 - Eletroduto 3/4 para aterramento
- 07 - Eletrodutos de saída do ramal subterrâneo - diâmetro conforme Des. 05/04
- 08 - Acesso ao disjuntor geral
- 09 - Visor do DPS

FONTE: CELESC (2019, p. 58)

A norma apresentada pela CELESC (2019) apresenta as considerações que devem ser observadas para o dimensionamento dos componentes de entrada de energia.

No que se refere ao dimensionamento dos condutores, eletrodutos, proteção geral, postes e conectores, sugere que se utilizem as tabelas fornecidas na própria norma.

Em relação à seção transversal dos condutores a norma observa que até o ponto de entrega de energia deve-se seguir o dimensionamento apresentado “de acordo com a capacidade de corrente do disjuntor de proteção geral e nível de tensão nos limites admissíveis no ponto de entrega conforme legislação em vigor” (CELESC, 2019, p. 23), sendo que, do ponto de entrega em diante, a responsabilidade da instalação é da parte interessada, sendo sugerido que se sigam as recomendações referentes à queda de tensão apresentada na norma NBR-5410 (ABNT, 2004).

É permitido ao usuário/consumidor que utilize materiais e equipamentos de maiores dimensões ou capacidades que as calculadas, com exceção do disjuntor.

A concessionária compromete-se em realizar a ligação estabelecida conforme projeto, sendo que, se porventura, o consumidor desejar solicitar ligação adicional, sem comprovação desta necessidade, por exemplo, bifásico quando o projeto solicita monofásica, ou trifásica quando o projeto é bifásico, o consumidor deverá arcar com as despesas de eventuais custos de adaptação da rede e com a diferença nos valores dos medidores.

No caso da CELESC (2019, p. 23), “Para ligação com carga instalada acima de 25 até 75kW deverá ser efetuado o cálculo da demanda para dimensionamento dos componentes, a critério e responsabilidade do projetista”.

Outra consideração que pode ser diferente para as diversas concessionárias é relativo à faixa de potência, para a CELESC (2019, p. 23) é necessário observar que “Para ligação de unidade com carga instalada de 60 a 75 kW com disjuntor de 125 A, deverá ser justificada a necessidade através da apresentação do cálculo da demanda, por profissional habilitado e do Documento de Responsabilidade Técnica de projeto via PEP”.

6 CUIDADOS COM A SEGURANÇA

Uma das etapas para se ter sucesso no que se está fazendo é saber o que se está fazendo, portanto, há necessidade de se conhecer os procedimentos que serão executados em termos de instalações elétricas.

Outro ponto de fundamental importância é a segurança da pessoa que está realizando a instalação. A norma regulamentadora NR 10 tem como objetivo “[...] estabelecer os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade” (BRASIL, 2004, s.p.).

Em se tratando da desenergização das instalações elétricas o item 10.5 — segurança em instalações elétricas desenergizadas —, apresenta (BRASIL, 2004, s.p.): “Somente serão consideradas desenergizadas as instalações elétricas liberadas para trabalho, mediante os procedimentos apropriados, obedecida a sequência [...]” de seccionamento, impedimento de reenergização, constatação da ausência de tensão, instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos, proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada e instalação da sinalização de impedimento de reenergização.

Por tratar-se de uma norma geral, visa atender, senão a todos os casos, a um maior número de situações referentes ao risco do trabalho com eletricidade. Especificamente no caso das instalações elétricas residenciais, essas etapas de desenergização podem ser resumidas nos seguintes passos:

- Seccionamento: é imprescindível desligar o disjuntor referente ao circuito que você está utilizando junto ao quadro de distribuição (QDG). Na dúvida sobre qual o disjuntor desligar, use um multímetro para medir a tensão entre os terminais fase e neutro, ou use uma chave teste para verificar se existe tensão no ponto em que se vai trabalhar. No caso de não possuir qualquer um desses equipamentos, desligue **TODOS** os disjuntores do quadro **ANTES** de iniciar a manusear os componentes na instalação.

- Impedimento de reenergização: certifique-se de que ninguém possa “armar” os disjuntores dos circuitos nos quais você está trabalhando, portanto, se você não tem como impedir, tranque a porta do QDG e avise a todos que estiverem por perto de que você está trabalhando e os disjuntores NÃO devem ser armados.
- Constatação da ausência de tensão: antes de iniciar as alterações nos circuitos, certifique-se de que não há tensão nos circuitos. Acidentes podem acontecer quando ligações antigas ou até mesmo equivocadas foram realizadas, por isso a importância de verificar a existência ou não de tensão nos circuitos.
- Instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos: a equipotencialização, conforme sua designação, iguala os potenciais, eliminando as diferenças de potencial (ddp) que possam ocorrer nos condutores. Esta equipotencialização é realizada conectando os condutores, barramentos em um ponto comum e aterrando este ponto, para que se elimine a possibilidade de haver ddp e conseqüentemente deslocamento de cargas elétricas. Utilizado comumente em instalações e/ou manutenções industriais.
- Proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada: medida a ser adotada quando da necessidade de se trabalhar em circuitos que não podem ser totalmente desenergizados.
- Instalação da sinalização de impedimento de reenergização: você deve tomar providências para que ninguém mexa no QDG acidentalmente.

Uma vez observados os requisitos de segurança, podemos iniciar as atividades de instalação e/ou manutenção elétrica.



Desenergizar está relacionado com: seccionamento, impedimento de reenergização, constatação da ausência de tensão, instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos e a proteção dos elementos energizados na zona controlada.

RESUMO DO TÓPICO 2

Neste tópico, você aprendeu que:

- Existem definições específicas dos termos utilizados pelas concessionárias, embora tenham sido apresentadas as definições da Concessionária de Distribuição de Energia Elétrica de Santa Catarina (CELESC), a maioria das definições são semelhantes entre as concessionárias de energia elétrica.
- É importante conhecer os principais pontos de fornecimento de energia elétrica.
- As entradas de energia são padronizadas conforme pode ser observado na entrada de energia subterrânea Figura 43.
- Os componentes de uma instalação elétrica são específicos.
- Existem proteções contra choques elétricos.
- A alimentação elétrica residencial, normalmente, três tipos: monofásica, bifásica e trifásica.
- Os componentes que compõem uma entrada de energia elétrica, bem como os kits com as caixas de medição incorporadas, devem ser conhecidos.
- As etapas de desenergização e reenergização são importantíssimas, uma vez que envolvem a segurança dos profissionais de instalação elétrica.



1 A parte da Norma Técnica N-321.0001 (2019) da Celesc que se refere ao fornecimento de energia elétrica, apresenta as definições utilizadas pelas concessionárias quando se trata do fornecimento de energia elétrica em tensão secundária. Observe as afirmações dadas e assinale V para as alternativas verdadeiras e F para as falsas.

- () Unidade consumidora (UC), trata-se de pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, legalmente representada, que solicite o fornecimento, a contratação de energia ou o uso do sistema elétrico à distribuidora, assumindo as obrigações decorrentes deste atendimento a sua unidade consumidora, segundo disposto nas normas e nos contratos.
- () Entrada de energia elétrica é o nome dado ao conjunto de equipamentos, condutores e acessórios instalados desde o ponto de derivação da rede de baixa tensão da Celesc até a proteção e medição, inclusive.
- () Ramal de Ligação, pode ser definido como o conjunto de condutores e acessórios instalados pela distribuidora entre o ponto de derivação de sua rede e o ponto de entrega.
- () Ramal de Saída é o conjunto de condutores e acessórios instalados entre ponto de fixação do ramal de saída do medidor (quando aéreo) ou da medição (quando subterrâneo) e as instalações internas da unidade consumidora.

Assinale a resposta CORRETA.

- a) () V; V; F; F.
- b) () V; F; V; F.
- c) () F; V; V; F.
- d) () F; V; F; V.

2 Um dos assuntos mais importantes em eletricidade é a minimização dos riscos de choques elétricos. Dentro desse universo se encontram as ações de proteção contra choque elétrico. No que diz respeito aos efeitos de proteção, observe as afirmações dadas e assinale V para as alternativas verdadeiras e F para as falsas.

- () A proteção supletiva está relacionada com o meio destinado a garantir a proteção contra choques elétricos em situações de maior risco de perda ou anulação das medidas normalmente aplicáveis, de dificuldade no atendimento pleno das condições de segurança associadas à determinada medida de proteção e/ou ainda, em situações ou locais em que os perigos do choque elétrico são particularmente graves.
- () Proteção básica está relacionada com o meio destinado a impedir contato com partes vivas perigosas em condições normais.

- () Dispositivo de proteção à corrente diferencial-residual, também conhecido com as formas abreviadas de dispositivo à corrente diferencial-residual , dispositivo diferencial e dispositivo DR. É um dispositivo de seccionamento mecânico ou associação de dispositivos destinada a provocar a abertura de contatos quando há sobrecorrente e/ou curto circuito.
- () Elemento condutivo ou parte condutiva pode ser entendido como um elemento ou parte constituída de material condutor, pertencente ou não à instalação, mas que não é destinada normalmente a conduzir corrente elétrica.

Assinale a resposta CORRETA.

- a) () V; V; F; F.
- b) () V; F; V; F.
- c) () F; V; V; F.
- d) () F; V; F; V.

COMPONENTES ELÉTRICOS

1 INTRODUÇÃO

A eletricidade hoje é imprescindível à vida, sendo de suma importância um correto dimensionamento dos equipamentos elétricos, visando seu melhor aproveitamento e o uso total de seu rendimento, a fim de que se possa ter reduzido seu consumo e perdas oriundas do uso incorreto.

São considerados materiais elétricos os materiais utilizados tanto na instalação como no uso e/ou manuseio de eletricidade, toda a estrutura que permite o uso da eletricidade em ambiente residencial, predial ou industrial.

O uso de equipamentos e materiais de alta qualidade, aliados a um projeto elétrico que atenda aos requisitos normativos, minimizam as chances de problemas nas instalações elétricas bem como melhoram a economia e a segurança das unidades consumidoras.

2 INMETRO

O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia — Inmetro — é uma autarquia federal, vinculada à Secretaria Especial de Produtividade, Emprego e Competitividade, do Ministério da Economia. O Instituto atua como Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro), colegiado interministerial, que é o órgão normativo do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro).

No âmbito de sua ampla missão institucional, o Inmetro objetiva fortalecer as empresas nacionais, aumentando sua produtividade por meio da adoção de mecanismos destinados à melhoria da qualidade e da segurança de produtos e serviços.

2.1 COMPETÊNCIAS DO INMETRO

Dentre as competências e atribuições do Inmetro destacam-se:

- Executar as políticas nacionais de metrologia e da qualidade.
- Verificar e fiscalizar a observância das normas técnicas e legais, no que se refere às unidades de medida, métodos de medição, medidas materializadas, instrumentos de medição e produtos pré-medidos.
- Manter e conservar os padrões das unidades de medida, assim como implantar e manter a cadeia de rastreabilidade dos padrões das unidades de medida no país, de forma a torná-las harmônicas internamente e compatíveis no plano internacional, visando a sua aceitação universal e a sua utilização com vistas à qualidade de bens e serviços.
- Fortalecer a participação do país nas atividades internacionais relacionadas com Metrologia e Avaliação da Conformidade, promovendo o intercâmbio com entidades e organismos estrangeiros e internacionais.
- Prestar suporte técnico e administrativo ao Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro) e aos seus comitês assessores, atuando como sua secretaria executiva.
- Estimular a utilização das técnicas de gestão da qualidade nas empresas brasileiras.
- Planejar e executar as atividades de Acreditação de Laboratórios de Calibração e de Ensaio, de provedores de ensaios de proficiência, de Organismos de Avaliação da Conformidade e de outros, necessários ao desenvolvimento da infraestrutura de serviços tecnológicos no país;
- Coordenar, no âmbito do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro), a atividade de Avaliação da Conformidade, voluntária e compulsória de produtos, serviços, processos e pessoas.
- Planejar e executar as atividades de pesquisa, ensino, desenvolvimento tecnológico em Metrologia e Avaliação da Conformidade.
- Desenvolver atividades de prestação de serviços e transferência de tecnologia e cooperação técnica, quando voltadas à inovação e à pesquisa científica e tecnológica em Metrologia e Avaliação da Conformidade.

FONTE: <<http://www.inmetro.gov.br/inmetro/oque.asp?iacao=imprimir>>. Acesso em: 13 dez. 2019.

Na página do Inmetro — <http://www.inmetro.gov.br/ouvidoria/faqs.asp> —, são apresentados alguns questionamentos acerca das atividades e serviços fornecidos pela instituição. Dentre esses questionamentos podemos destacar:

- **Pergunta:** qual a razão de ser da presença do selo do Inmetro nos programas de certificação?
- **Resposta:** a certificação é a ferramenta mais usual que pode ser adotada ao estabelecer uma regulamentação associada a um programa de avaliação da conformidade, dentro das possíveis medidas regulatórias existentes.

[...]

A presença do selo do Inmetro indica que um objeto passou por uma avaliação, seja ela de forma compulsória ou voluntária. No caso de avaliação compulsória, o selo demonstra que o objeto está de acordo com a regulamentação do Inmetro (na maioria das vezes associada a requisitos de segurança ou de desempenho). Para os programas voluntários, a presença do selo está relacionada com a melhoria da qualidade do produto, podendo auxiliar no acesso a mercados.

- **Pergunta:** o Inmetro certifica os produtos que levam o seu selo?
- **Resposta:** a resposta à pergunta é não. O Inmetro não certifica o produto. A certificação é feita por um Organismo de Certificação de Produto (OCP) acreditado pelo Inmetro.

Adicionalmente, cabe destacar que a certificação é o mecanismo de Avaliação da Conformidade mais praticado no Brasil, mas não é o único. Existem outras, como a declaração do fornecedor e a inspeção.

- **Pergunta:** a presença do selo do Inmetro garante a qualidade do produto?
- **Resposta:** não. Quem garante a qualidade do produto é seu fornecedor (fabricante, importador ou vendedor, conforme definido no Código de Proteção e Defesa do Consumidor). O selo de identificação da conformidade indica que normas ou regulamentos desenvolvidos para aquela categoria de produto foram observados na sua concepção/fabricação/colocação no mercado.

FONTE: <<http://www.inmetro.gov.br/ouvidoria/faqs.asp>>. Acesso em: 13 dez. 2019.

No site Topdata também encontramos um questionamento relevante em relação às atividades do Inmetro.

- **Pergunta:** o que é avaliação de conformidade?
- **Resposta:** é a demonstração de que os requisitos especificados relativos a um produto, processo, sistema, pessoa ou organismo são atendidos. Os programas de Avaliação da Conformidade desenvolvidos pelo INMETRO têm como foco a segurança e a saúde do cidadão e a proteção do meio ambiente.

FONTE: <<https://www.topdata.com.br/selo-inmetro-qualidade/>>. Acesso em: 13 dez. 2019.

2.2 FERRAMENTAS, COMPONENTES E EQUIPAMENTOS

Segue uma lista das ferramentas necessárias para realizar os serviços de instalação elétrica, considerando que toda a parte de eletrodutos já esteja pronta, ou seja, é necessário passar o cabeamento e executar as ligações.

FIGURA 10 – FERRAMENTAS BÁSICAS PARA INSTALAÇÃO ELÉTRICA RESIDENCIAL



FONTE: <https://http2.mlstatic.com/kit-ferramentas-eletricista-tramontina-kit-medico-eletrica-D_NQ_NP_960746-MLB31704513368_082019-O.webp>. Acesso em: 6 dez. 2019.

Kit básico composto por:

- 1 Guia Passa Fio De Pvc Alma De Aço Profissional 5 Metros.
- 1 Alicates Universal 8" Isolação 1000V – Tramontina.
- 1 Alicates de Bico 6" Isolação 1000V – Tramontina.
- 1 Alicates de Corte 6" Isolação 1000V – Tramontina.
- 1 Conjunto de Chaves Fenda/Phillips Tramontina, composto por 06 peças, sendo:
 - 3 Chaves Philips: 1/8" x 4" - 3/16" x 4" - 1/4" x 6"
 - 3 Chaves de Fenda: 1/8" x 4" - 3/16" x 4" – 1/4" x 6"

Opcional:

- 1 Alicates Amperímetro com Multímetro portátil com visor de LCD DT - 266 Possui Estojo de Transporte, Pontas de Prova e Bateria, Marca Guepar.
- 1 Multímetro Digital Portátil, marca Guepar, Visor LCD, 2 Pontas de Prova (preta e vermelha), realiza testes com precisão de: Tensão alternada (AC), Tensão contínua (DC), Corrente contínua, Resistência, Teste de transistor, Teste de diodos, Alimentação: 1 bateria de 9 volts (inclusa).
- 1 Detector de Tensão AC por aproximação, faixa 90 a 1.000 V - Marca Volt Alert. Detecta o campo eletrostático estável produzido pela tensão CA através do isolamento, sem ser necessário contato com o próprio condutor. Uma luz vermelha na ponta e um sinal sonoro indicam a presença de tensão. (obs.: alimentação 2 pilhas palito 1.5 V tipo AAA não incluso).

3 TOMADA MONOFÁSICA

Tomada de uso geral (TUG), dois polos mais terra (2P+T) de potência aparente de 100 VA, suporta correntes de até 10 A . Tomada de uso específico (TUE), dois polos mais terra (2P+T) de potência aparente atribuída de 600 VA, suporta correntes de até 20 A.



Para fins de dimensionamento, a potência aparente (VA) utilizada para pontos de tomada é de 100 VA, enquanto que a potência nominal (W) da tomada é dada pelo produto da tensão pela capacidade de corrente nominal da tomada, por exemplo, para uma tensão de 220 V e uma tomada de 10 A, a potência nominal é de $220 \times 10 = 2.200 \text{ W}$.

FIGURA 11 – TOMADA BIFÁSICA BRANCA 10 A



FONTE: <<https://www.tramontina.com.br/upload/tramon/imagens/ELT/57170013PDM001D.jpg>>. Acesso em: 6 dez. 2019.

FIGURA 12 – TOMADA BIFÁSICA BRANCA 20 A



FONTE: <http://www.lojaeletrica.com.br/images/product/C484E131011092524_zo.jpg>. Acesso em: 6 dez. 2019.

4 TOMADA TRIFÁSICA

Conjunto de tomada industrial e plug Macho para ligação de cargas trifásicas 3P+T.

- 1 - Tomada Industrial Sobrepor.
- 1 - Plug Industrial.

FIGURA 13 - CONJUNTO INDUSTRIAL TOMADA + PLUG MACHO 3P+T 32 A



FONTE: <https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/510YL6pu8ZL...SY355_.jpg >.
Acesso em: 6 dez. 2019.

Características gerais:

- Linha formada por plugues, tomadas de sobrepor e acoplamentos industriais para aplicação em conexão de diversos equipamentos industriais para correntes nominais específicas. Pode ser utilizada nos setores industrial e comercial, agrícola, construção civil e máquinas.

Contato Piloto (pino de segurança):

- Utilizados nos modelos de 63 A e 125 A, de acordo com a IEC60309-2/4, o contato piloto deve evitar a conexão ou desconexão do equipamento sob carga, ou seja, esses contatos se conectam por último e se desconectam primeiro evitando que estas operações de conexão e desconexão, sejam feitas com tensão nos contatos.

5 FIOS E CABOS

Os requisitos e especificações de fios e cabos já foram abordados anteriormente. Assim como os fios sólidos, estes cabos também são feitos de fios de cobre e isolados em PVC. PVC é a sigla usada para identificar o polímero de adição policloreto de vinila. Os cabos rígidos e flexíveis são os mais habituais e usados em diversas instalações elétricas — internas e fixas de luz —, em

residências, industriais, comerciais, entre outras. Possuem a mesma capacidade de condução de energia e indicações de uso que o fio sólido, no entanto, eles se diferenciam em sua flexibilidade.

Os tipos mais comuns de espessura são até 750 V e até 1000 V. Para você comparar melhor: quanto maior a espessura do PVC, maior a capacidade de isolar a tensão elétrica. Cabos com 1 kV (1000 V), por exemplo, são mais usados em indústrias e entradas de rede predial.

5.1 ELETRODUTOS

Eletroduto corrugado 25 mm 3/4" amarelo 50 m.

FIGURA 14 – ELETRODUTO CORRUGADO 25 MM 3/4" AMARELO 50 M



FONTE: <https://http2.mlstatic.com/conduite-corrugado-amarelo-34-50-metros-2143-coflex-D_NQ_NP_802550-MLB29852167942_042019-F.webp>. Acesso em: 6 dez. 2019.

- Atenção: antes de instalar, desligue a energia elétrica.
- Cor: amarelo
- Diâmetro: 25mm
- Material: plástico
- Metragem por Embalagem: 50m
- Modelo: 14210253
- Norma Técnica: NRB-15465
- Produto: conduíte
- Produto Acompanha Embalagem: sim
- Tipo de Material: PVC antichama
- Uso Indicado: parede alvenaria
- Tipo: flexível

6 QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO OU CAIXA DE DISTRIBUIÇÃO

FIGURA 15 – CAIXA DE DISJUNTOR DE EMBUTIR



FONTE: <https://http2.mlstatic.com/quadro-distribuico-embutir-1216-disjuntores-tigre-D_NQ_NP_643666-MLB31681045850_082019-O.webp>. Acesso em: 6 dez. 2019.

Nas figuras a seguir são apresentados quadros de distribuição de embutir produzido em material plástico, este quadro de distribuição é dimensionado para instalação de até 8 módulos de disjuntores padrão DIN e com acabamento de porta nas versões fumê ou branca e um quadro de sobrepor semelhante para instalação de 12 módulos de disjuntores padrão DIN.

FIGURA 16 – QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE EMBUTIR



FONTE: <<https://cdn.awsli.com.br/600x450/494/494479/produto/2334262958c9ecc7d5.jpg>>. Acesso em: 6 dez. 2019

Existem ainda os quadros de distribuição de metal, normalmente utilizados para um maior número de circuitos, como o apresentado na figura a seguir, quadro de distribuição universal de metal para um máximo de 44 disjuntores.

FIGURA 17 – QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE METAL 44/32 DE EMBUTIR



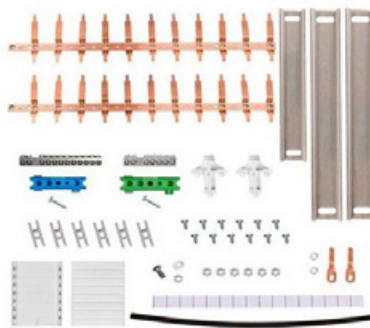
FONTE: <<https://cdn.awsli.com.br/600x450/494/494479/produto/37620142a4370bb2b8.jpg>>. Acesso em: 6 dez. 2019.

O quadro da figura anterior é vendido como mostrado, para se realizar a instalação são necessários outros componentes que podem ser adquiridos separadamente ou em conjunto de kits, conforme apresentado na figura a seguir.

Esse kit é composto por:

- Dois trilhos DIN, para montar os disjuntores verticalmente (um trilho para o lado esquerdo e outro no lado direito).
- Um trilho DIN para montar o disjuntor geral horizontalmente.
- Um barramento neutro.
- Um barramento terra.
- Acessórios para fazer a montagem e conexões.

FIGURA 18 – KIT BARRAMENTO DIN BIFÁSICO VERTICAL



FONTE: <<https://www.viewtech.ind.br/>> Acesso em: 5 dez. 2019.

7 KIT POSTINHO

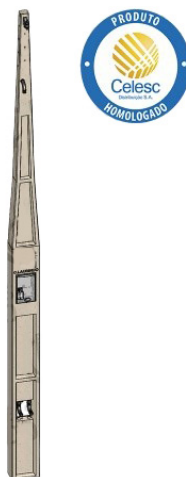
A concessionária de energia Celesc, já abordada neste Livro Didático, fornece uma lista de lojas credenciadas que podem fornecer o kit postinho. Este kit vem pronto com os dispositivos e dimensões padronizadas para que seja realizada a ligação pela concessionária, conforme norma regulamentadora interna, já abordada.

Na figura a seguir consegue-se ver as mudanças com a adoção do kit postinho:

Os componentes externos agora são instalados dentro do poste. Ou seja, a caixa que abrigava o medidor e era fixada no poste por cintas metálicas passou a ser embutida, assim como os eletrodutos, que também passaram a ser moldados internamente. A fiação interna devidamente normatizada, disjuntores, Dispositivo Protetor de Surtos (DPS), haste de aterramento e conectores, além de peças menores que compõe a parte interna. Algumas observações são importantes no que se refere ao kit postinho:

- O consumidor deve observar na compra do kit o certificado de HOMOLOGAÇÃO da rede que distribui energia na sua região.
- Lembramos que o kit postinho dos fabricantes homologados devem, obrigatoriamente, fornecer todos esses componentes montados conforme padrões estabelecidos, que devem ser assim disponibilizados aos consumidores nas vendas.
- Além disso, o kit conforme adquirido não pode ser modificado sem o conhecimento do fabricante, sob o risco de reprova no momento da fiscalização da Celesc (MAGNETO, 2017, s.p.)

FIGURA 19 – ESQUEMA DO KIT POSTINHO



FONTE: <https://concretallaurindo.com.br/wp-content/uploads/2018/05/01_Kit_Poste_Concreta_Laurindo_01_caixa_monofasica-1.jpg>. Acesso em: 6 dez. 2019.

Os principais benefícios do novo padrão, desde a facilidade na compra do kit, que já vem com todos os materiais necessários; a redução do tempo para aprovação do padrão e ligação do consumidor; redução do custo com novas vistorias e do número de reprovas devido à não conformidade do padrão e também aumento da segurança e da qualidade dos materiais utilizados. Tudo isso gera aumento da vida útil do padrão de entrada, beneficiando tanto a empresa quanto o consumidor (MAGNETO, 2017, s.p.)

A figura a seguir apresenta o modelo do Kit Postinho para ligação de uma unidade consumidora monofásica (1 CX MON), duas unidades consumidoras monofásicas (2CX MON), uma unidade consumidora bifásica e uma monofásica (2CX BIF E MON) e uma unidade consumidora trifásica (POSTE TRIF).

FIGURA 20 – KIT POSTINHO EM OUTRAS CONFIGURAÇÕES



FONTE: <<https://magnetopostes.com.br/>>. Acesso em: 6 dez. 2019.

8 ATERRAMENTO

Aterramento elétrico é um ramo específico da engenharia elétrica. Há a necessidade de um estudo específico para satisfazer as exigências normativas, entretanto, na grande maioria dos casos, a instalação recomendada na NBR 5410 (ABNT, 2008) é suficiente. Nos casos de problemas de interferência elétrica ou magnética, anomalias nos sistemas de comando e/ou controle, um olhar minucioso e especializado na malha de aterramento é recomendado. Não é pretensão deste material um curso de aterramento, sendo assim, seguem algumas dicas compiladas de sites técnicos e profissionais.

Em *Mundo da elétrica* é recomendado que para fazer um aterramento não basta fazer um buraco no solo e inserir a haste de cobre de qualquer maneira e fazer a conexão de um fio qualquer e levar até o quadro de distribuição de circuitos (QDC), pelo contrário! É necessário seguir as normas, utilizando materiais e ferramentas adequadas, para garantir um excelente aterramento elétrico, começando pelas peças para montagem como algumas abaixo:

- Haste de cobre: é a principal peça e tem a finalidade de escoar as cargas elétricas para o solo, pois oferece uma baixíssima impedância (resistência).
- Caixa de inspeção: garante a passagem, derivação e acesso às redes elétricas e sua estrutura proporciona maior durabilidade à instalação.
- Conectores: são elementos necessários para efetuar as conexões entre o condutor da malha e as hastes de aterramento, equipamentos e partes metálicas não enterradas.

- **Condutores da malha de aterramento:** são os cabos utilizados para conectar as partes metálicas não enterradas, como as estruturas metálicas, equipamentos ou os condutores de descida, ligados à haste de aterramento. Importante lembrar os condutores possuem cores e bitolas específicas de acordo com a NBR 5410. O condutor de aterramento deve ser da mesma seção do cabo fase, desde que seja até 16 mm².

FONTE: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/aterramento-eletrico-residencial-como-fazer/>>. Acesso em: 13 dez. 2019.

FIGURA 21 – ATERRAMENTO RESIDENCIAL



FONTE: <<https://www.portaleletricista.com.br/aterramento-eletrico-residencial/>>. Acesso em: 6 dez. 2019.

Uma forma de se verificar o funcionamento correto do aterramento é a utilização do medidor de resistência de terra, conhecido como terrômetro. Embora não esteja especificado em norma NBR 5410 (ABNT, 2008), um valor a ser adotado para a impedância/resistência de aterramento, procura-se deixar um valor o mais baixo possível. No caso da concessionária CELESC é recomendada uma medida de impedância/aterramento inferior a 10 Ω .

9 DISJUNTOR

A norma NBR 5361 (ABNT, 1998, p. 1), cujo título é *Disjuntores de baixa tensão* define como objetivo que:

Esta Norma fixa as características exigíveis de disjuntores em caixa moldada para circuitos de tensões nominais até 380 V – corrente alternada (entre fases), corrente nominal até 400 A, capacidade de curto-circuito nominal até 65 000 A (simétrica e eficaz) e frequência nominal 60 Hz, para proteção contra sobrecargas e curto-circuito nos condutores de instalações elétricas de edifícios e aplicações similares, além de apresentar os ensaios para estes disjuntores. Os disjuntores são projetados para serem manuseados por pessoas também não qualificadas e para não sofrerem manutenção.

Segundo a NBR 5361 (ABNT, 1998, p. 2) a definição de disjuntor é:

Dispositivo de manobra (mecânico) e de proteção capaz 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.

Também, segundo a referida norma pode ser classificado como:

- Disjuntor unipolar: disjuntor constituído por um único polo.
- Disjuntor multipolar: disjuntor constituído por dois ou mais polos ligados mecanicamente entre si, de modo a atuarem em conjunto.



Os Disjuntores FAME padrão DIN, 1, 2 e 3 polos, até 63 A, possuem certificação INMETRO IEC 60898.

Utilização: destinam-se a instalações residenciais, comerciais e industriais.

Dispositivos automáticos de proteção contra sobrecargas e curtos-circuitos destinados ao comando e à proteção de cada circuito.

FONTE: <https://www.fame.com.br/uploads/produtos/catalogos/dincri0912_20121128091840.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2019.

Embora as normas apresentem os procedimentos de cálculo e dimensionamento de disjuntores, na prática são estabelecidas tabelas de consulta para um correto dimensionamento dos disjuntores em função das cargas as quais ele deve proteger. O quadro a seguir apresenta uma dessas referências orientativas, onde se pode observar os valores das correntes dos disjuntores do tipo DIN especificada em função das cargas alimentadas pelos circuitos. Os próprios fabricantes mencionam os aspectos orientativos dessas tabelas, conforme notas no final do quadro.

FIGURA 22 – MONOPOLAR 1P 63ª – CONDUTOR 16MM²



FONTE: <https://www.fame.com.br/uploads/produtos/produtos/544/imagem_detalhe_produto.jpg>. Acesso em: 6 dez. 2019.

FIGURA 23 – BIPOLAR 2P 50ª – CONDUTOR 10MM²



FONTE: <https://www.fame.com.br/uploads/produtos/produtos/337/imagem_detalhe_produto.jpg>. Acesso em: 6 dez. 2019.

QUADRO 8 – DIMENSIONAMENTO DISJUNTORES DIN

TOMADA DE USO GERAL		MONOPOLAR 127V~	BIPOLAR 220V~
	TOMADA SIMPLES (ATÉ 4 TOMADAS POR DISJUNTOR)	FD 1P 20A	FD 2P 20A
	PONTOS DE ILUMINAÇÃO (ATÉ 12 PONTOS POR DISJUNTOR)	FD 1P 15A	FD 2P 15A
TOMADA DE USO ESPECÍFICO		MONOPOLAR 127V~	BIPOLAR 220V~
	CHUVEIRO ELÉTRICO ATÉ 5400W EM 127V~	FD 1P 50A	—
	CHUVEIRO ELÉTRICO ATÉ 6800W EM 220V~	—	FD 2P 32A
	SECADORA DE ROUPA (ATÉ 2000W)	FD 1P 20A	FD 2P 20A
	AR CONDICIONADO (ATÉ 7500 BTU)	FD 2P 20A	FD 2P 20A
	LAVA LOUÇAS (ATÉ 1200W)	FD 2P 20A	FD 2P 20A
	FREEZER E/OU GELADEIRA	FD 2P 20A	FD 2P 20A
	MICROONDAS	FD 2P 20A	FD 2P 20A
	MÁQUINA DE LAVAR ROUPAS	FD 2P 20A	FD 2P 20A

O dimensionamento dos condutores deve levar em consideração diversos fatores, tais como fator de potência da carga, número de condutores por eletroduto, tipo de eletroduto, queda de tensão, etc. Os valores mencionados são apenas orientativos, conforme NBR 5410, Maneira de Instalar B - 2 condutores carregados. Consulte sempre um profissional habilitado para dimensionamento de acordo com a necessidade de sua instalação.

FONTE: Disjuntores DIN (2019, p. 3)

10 DISPOSITIVOS DIFERENCIAL RESIDUAL (DR)

Segundo o catálogo FAME, os Dispositivos DR (Interruptores Diferenciais) são indicados para a proteção de pessoas contra choques elétricos, são de utilização obrigatória, definidos na norma NBR 5410.



Nas instalações residenciais, comerciais e industriais, devem ser aplicados em circuitos terminais que alimentem pontos de iluminação e tomadas instalados em altura igual ou inferior a 2,5m, em banheiros, cozinhas, copas, lavanderias, áreas de serviço, garagens, varandas e locais similares. Também devem ser aplicados em circuitos que alimentem tomadas em áreas externas e em circuitos de tomadas em áreas internas que alimentem equipamentos utilizáveis em área externa.

FONTE: <<https://www.fame.com.br/produto/442/dispositivo-dr-interruptor-diferencial-fd-2p-63a-30ma-condutor-16mm>>. Acesso em: 13 dez. 2019.

Os dispositivos DR (Interruptores Diferenciais) podem ser aplicados em sistemas mono, bi e trifásicos, com ou sem neutro, conforme quadro a seguir.

QUADRO 9 – POSSIBILIDADES DE APLICAÇÃO DO DR

SISTEMA	2 PÓLOS	4 PÓLOS
1F + N	OK	OK
2F	OK	OK
2F + N	—	OK
3F	—	OK
3F + N	—	OK

FONTE: Dispositivos DR (2019, p. 1)

Os interruptores Diferenciais detectam a fuga de corrente e atuam, desligando o circuito. Possuem alta sensibilidade (30 mA) para proteção de pessoas e animais contra contatos diretos ou indiretos em ambientes bons condutores (risco de eletrocussão). Os interruptores diferenciais de 30 mA respondem às exigências de proteção de circuitos de tomadas e de instalações em locais com a presença de água. Em conformidade com a NBR NM 61008-1 (ABNT, 2005). Os interruptores diferenciais são protegidos contra disparos provocados por correntes de fuga transitórias, descargas atmosféricas e cargas capacitivas. Destinam-se a instalações residenciais, comerciais e industriais. As figuras a seguir apresentam algumas especificações técnicas de dois dispositivos DR um 2P e outro 4P.

FIGURA 24 – DISPOSITIVO DR INTERRUPTOR DIFERENCIAL FD
DISJUNTOR 2P 40A 30MA - CONDUTOR 16MM²



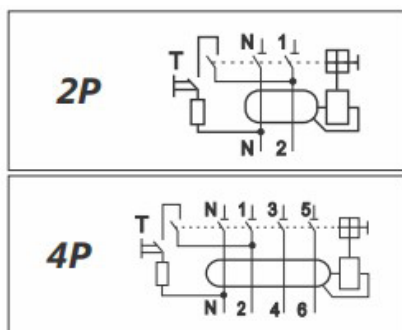
FONTE: <https://www.fame.com.br/uploads/produtos/produtos/428/imagem_detalhe_produto.jpg>. Acesso em: 6 dez. 2019.

FIGURA 25 – DISPOSITIVO DR INTERRUPTOR DIFERENCIAL FD DISJUNTOR 4P 80A 30MA -
CONDUTOR 16MM²



FONTE: <https://www.fame.com.br/uploads/produtos/produtos/1606/imagem_detalhe_produto.jpg>. Acesso em: 6 dez. 2019.

FIGURA 26 – DIAGRAMA DE LIGAÇÃO DR

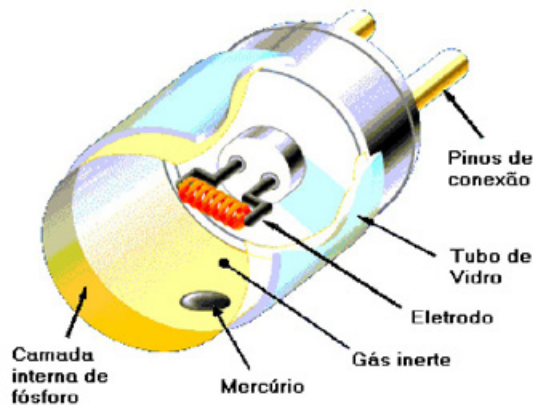


FONTE: Dispositivos DR (2019, p. 1)

1.1 LÂMPADAS FLUORESCENTES

Segundo Cavalin e Cervelin (2008, p, 79), “fluorescência é definida como a propriedade que tem um material de se autoiluminar quando sob a ação de uma energia radiante, como ultravioleta, ou raio X”. Esta definição aborda uma fonte de energia radiante (arco elétrico) e um material ser fluorescido (pó fluorescente e aditivos). Basicamente o funcionamento de uma lâmpada fluorescente pode ser resumido na seguinte seqüência: o circuito é energizado, os elétrons abandonam os catodos, o excesso de elétrons ioniza o gás de enchimento, reduzindo a resistência do tubo, é originado o arco elétrico, o fluxo dos elétrons no arco excita os elétrons nos átomos de mercúrio, eles mudam de órbita dando lugar à radiação, a radiação da colisão de elétrons é absorvida pelo pó fluorescente causando a luminescência.

FIGURA 27 – DETALHE DA LÂMPADA FLUORESCENTE



FONTE: <https://www.researchgate.net/figure/Detalhe-da-Lampada-Fluorescente_fig1_305318270>. Acesso em: 6 dez. 2019.

“Os componentes de um sistema convencional são: reator, “starter”, receptáculo para “starter”, lâmpada e receptáculo ou soquete para lâmpada” (CAVALIN; CERVELIN, 2008, p, 80).

1.2 REATORES

Definido como sendo uma indutância ligada em série com a lâmpada. Segundo Cavalin e Cervelin (2006), reatores são equipamentos auxiliares e necessários ao funcionamento das lâmpadas de descarga (exceto de luz mista) com a finalidade de proporcionar as condições de partida (ignição) e de maneira a controlar ou estabilizar a corrente do circuito. Algumas características para reatores:

- Fator de potência (FP) elevado, o que indica economia no consumo.
- Taxa de distorção harmônica (THD) reduzida.
- Alto rendimento (baixas perdas), alta durabilidade, reduzidos níveis de ruído e pequenas dimensões.

Ainda segundo Cavalin e Cervelin (2006), os reatores tanto para circuitos convencionais como de partida rápida, podem ser simples ou duplos, ou seja, para uma ou duas lâmpadas.

Em ILUMISUL (2019, s.p.), pode-se encontrar referência aos tipos de reatores nos seguintes termos:

- Reatores eletrônicos: são constituídos por capacitores e indutores para alta frequência, resistores, circuitos integrados e outros componentes eletrônicos. Operam em alta frequência (de 20 kHz a 50 kHz). Essa faixa de operação quando bem projetada proporciona maior fluxo luminoso com menor potência de consumo, transformando assim os reatores eletrônicos em produtos economizadores de energia e com maior eficiência que os reatores eletromagnéticos.
- Reator Eletromagnético partida Convencional: o reator fornece por alguns segundos uma tensão nos filamentos da lâmpada para pré-aquecê-lo e, em seguida, com a utilização de um starter proporciona o acendimento da lâmpada fluorescente.
- Reator Eletromagnético partida Rápida: neste tipo de partida os filamentos são aquecidos constantemente pelo reator, o que facilita o acendimento da lâmpada em um curto espaço de tempo. Para este tipo de partida não é utilizado o starter, mas o uso de uma luminária (chapa metálica) aterrada é necessário para o perfeito acendimento das lâmpadas.
- Reator Eletrônico partida Rápida: o acendimento é controlado eletronicamente pelo sistema de pré-aquecimento dos filamentos da lâmpada. O reator gera uma pequena tensão em cada filamento e, em seguida, uma tensão de circuito aberto entre os extremos da lâmpada. Esta partida possibilita a emissão de elétrons por efeito termiônico. O tempo entre a energização do reator e o acendimento da lâmpada ocorre em torno de 1,0 s a 2,5 s.
- Reator Eletrônico partida Instantânea: Nesse sistema não há o pré-aquecimento dos filamentos. O reator gera diretamente a tensão de circuito aberto para o acendimento da lâmpada.
- Reator Eletrônico partida Instantânea: Nesse sistema não há o pré-aquecimento dos filamentos. O reator gera diretamente a tensão de circuito aberto para o acendimento da lâmpada.

FIGURA 28 – REATOR ELETRÔNICO 220 V DE ALTO FATOR DE POTÊNCIA



FONTE: <<https://static-santil.plataformaneo.com.br/produto/EL2110290507144.jpg>>.

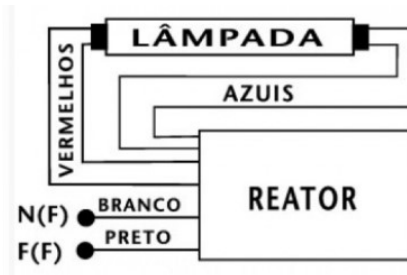
Acesso em: 6 dez. 2019.

FIGURA 29 – REATOR ELETROMAGNÉTICO DE PARTIDA RÁPIDA 01 x 40 W - 220 V



FONTE: <https://www.lojalabluz.com.br/media/catalog/product/cache/1/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/r/e/reator_partida_rapida_intral_8_1.jpg>. Acesso em: 6 dez. 2019.

FIGURA 30 – REATOR ELETROMAGNÉTICO DE PARTIDA RÁPIDA – ESQUEMA DE LIGAÇÃO



FONTE: <https://www.lojalabluz.com.br/media/catalog/product/cache/1/image/1200x/17f82f742ffe127f42dca9de82fb58b1/e/s/esquema_ligacao1_partida_rapida_intral_5.jpg>. Acesso em: 6 dez. 2019.

12.1 REATOR ELETRÔNICO DE PARTIDA INSTANTÂNEA

Os reatores eletrônicos para lâmpadas TL5 e Compactas têm uma refrigeração especial que lhes confere vida longa e baixas falhas, pois têm vida útil de 100.000 horas. São adequados para uso em ambientes externos e industriais graças à proteção contra intemperes e protege contra picos de tensão até 4.000 V e tensão de rede excessiva e ligações incorretas de até 400 V.

Ideal para aplicações onde a substituição dos reatores pode causar situações de risco ou custos elevados, tais como instalações com tetos altos ou em áreas geograficamente remotas, túneis, aeroportos ou instalações industriais, tais como processamento de alimentos e plantas petroquímicas.

FIGURA 31 – REATOR ELETRÔNICO 03 OU 4 X 14W 220V



<https://www.lojalabluz.com.br/media/catalog/product/cache/1/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/h/f/hf-performer-xtreme-180-philips_1_1.jpg>. Acesso em: 6 dez. 2019.

12.2 REATOR ELETRÔNICO PARA LÂMPADAS FLUORESCENTES T8/T10

Esse reator possui algumas características importantes como expectativa de vida de 30.000 horas antes de necessitar de manutenção, não necessita de dispositivo auxiliar de partida; possui baixo fator de potência o que pode ser um problema na geração de conteúdo harmônico; equipamento com partida ultrarrápida; não é indicado o uso de mais de 20 peças em uma mesma instalação devido à alta taxa de distorção harmônica. Quando da necessidade desse tipo de instalação, utilizar modelo que possuam alto fator de potência. Aplicação em instalações residenciais, lojas ou pequenas instalações.

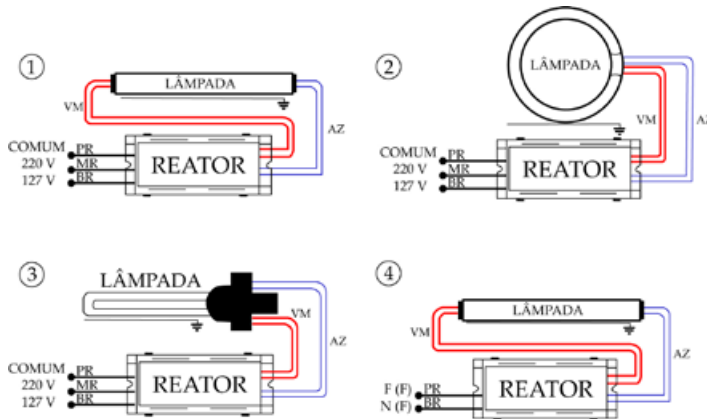
FIGURA 32 – REATOR ELETRÔNICO PARA LÂMPADAS FLUORESCENTES T8/T10



FONTE: <https://www.intral.com.br/Uploads/Content/11122017-120448_poup%20bfp.jpg>. Acesso em: 6 dez. 2019.

Os esquemas de ligação desse tipo de reator são apresentados na figura a seguir, sendo que em 1) temos a lâmpadas tubulares a três fios; em 2) lâmpadas circulares a três fios; em 3) as lâmpadas compactas a três fios; e em 4) lâmpadas tubulares a dois fios.

FIGURA 33 – ESQUEMAS DE LIGAÇÃO DE REATORES ELETRÔNICOS



FONTE: <https://www.intral.com.br/Uploads/ContentSpec/11122017-132450_Esquia%20de%20ligacao.JPG> Acesso em: 6 dez. 2019.

O quadro a seguir relaciona informações referente às características elétricas dos reatores quando acionam as respectivas cargas. Podemos encontrar dados de desempenho como tensão, corrente nominal, fator de potência e consumo do reator quando ligado com a lâmpada recomendada. Essas informações podem ser usadas para um correto dimensionamento de condutores, quando é necessário o uso de mais reatores.

QUADRO 10 – CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS DO CONJUNTO REATOR E CARGA

CÓDIGO	REFERÊNCIA	LÂMP. (W)	TENSÃO NOMINAL (V)	CONSUMO (w)	CORRENTE DE ENTRADA (A)	FATOR DE POTÊNCIA (λ)
02250	POUP-BFP 1x22/127- 220V/50-60	1x22W Circular	127	19	0,27	0,55CH
02246	POUP-BFP 1x20/127- 220V/50-60	1x20W Tubular (T10/T12)	220	18	0,17	0,51CH
02450	POUP-BFP 1x18 PL 4 PINOS	1x18W Compacta (4 PINOS)	127	18	0,26	0,54CH
02247	POUP-BFP 1x16/127- 220V/50-60	1x16W Tubular (T8)	220	15,5	0,14	0,48CH
02493	POUP-BFP 1x20/220V/50- 60	1x18W Tubular (T8) 1x20W Tubular (T10/T12)	220	18	0,17	0,51CH
02492	POUP-BFP 1x16/220V/50- 60	1x15W Tubular (T8) 1x16W Tubular (T8)	220	15,5	0,14	0,48CH

FONTE: <<https://www.intral.com.br/pt/produtos/busca?termo=02250#pt/produtos/reatores/reatores-eletronicos-para-lampadas-fluorescentes-t8t10/poup-bfp>> Acesso em out 2019.

Além de informações como fator de fluxo luminoso e eficácia dos reatores, o quadro a seguir relaciona o tipo de ligação com o tipo de lâmpada desejada.

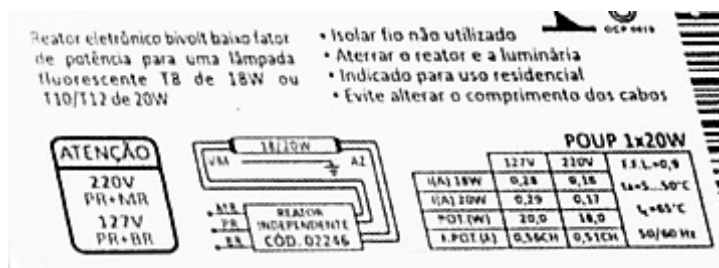
QUADRO 11 – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO REATOR

CÓDIGO	REFERÊNCIA	LÂMP. (W)	TENSÃO NOMINAL (V)	CONSUMO (W)	CORRENTE DE ENTRADA (A)	FATOR DE POTÊNCIA (A)	FATOR DE FLUXO LUMINOSO	FATOR DE EFICÁCIA	ESQUEMA DE LIGAÇÃO	PESO (Kg)	CÓDIGO DE BARRAS	PEÇAS POR EMBALAGEM COLETIVA
02250	POUP-BFP 1x22/127-220V/50-60	1x22W Circular	127	19	0,27	0,55CH	0,9	4,73	2	0,100	7891482022504	20
02246	POUP-BFP 1x20/127-220V/50-60	1x20W Tubular (T10/T12)	220	18	0,17	0,51CH	0,9	4,50	1	0,100	7891482022467	20
02450	POUP-BFP 1x18 PL 4 PINOS	1x18W Compacta (4 PINOS)	127	18	0,26	0,54CH	0,9	5,00	3	0,100	7891482024508	20
02247	POUP-BFP 1x16/127-220V/50-60	1x16W Tubular (T8)	220	15,5	0,14	0,48CH	0,9	5,14	1	0,100	7891482022474	20
02493	POUP-BFP 1x20/220V/50-60	1x18W Tubular (T8) 1x20W Tubular (T10/T12)	220	18	0,17	0,51CH	0,9	5,00	4	0,100	7891482024935	20
02492	POUP-BFP 1x16/220V/50-60	1x15W Tubular (T8) 1x16W Tubular (T8)	220	15,5	0,14	0,48CH	0,9	5,80	4	0,100	7891482024928	20

FONTE: <<https://www.intral.com.br/pt/produtos/busca?termo=02250#pt/produtos/reatores/reatores-eletronicos-para-lampadas-fluorescentes-t8t10/poup-bfp>> Acesso em out 2019.

Na figura a seguir pode-se observar que nos reatores estão impressas algumas informações, dentre elas o esquema de ligação do reator, e dados referentes ao comportamento do reator quando energizado.

FIGURA 34 – INFORMAÇÕES IMPRESSAS NA CARÇA DE REATOR



FONTE: <https://www.intral.com.br/Uploads/Content/11122017-120448_poup%20bfp.jpg>. Acesso em: 6 dez. 2019.

De acordo com o tipo de luminária pode-se encontrar variações nos soquetes e presilhas das lâmpadas fluorescentes tubular. Nas figuras a seguir tem-se um sistema que está caindo em desuso e um modelo mais atual para a conexão das lâmpadas, respectivamente.

FIGURA 35 – KIT SOQUETES PRESILHAS PARAFUSOS



FONTE: <https://http2.mlstatic.com/kit-soquetes-presilhas-parafusos-plampada-fluorescente-D_NQ_NP_902577-MLB31857830719_082019-O.webp>. Acesso em: 6 dez. 2019.

FIGURA 36 – PARES SOQUETE HO ENGATE RÁPIDO



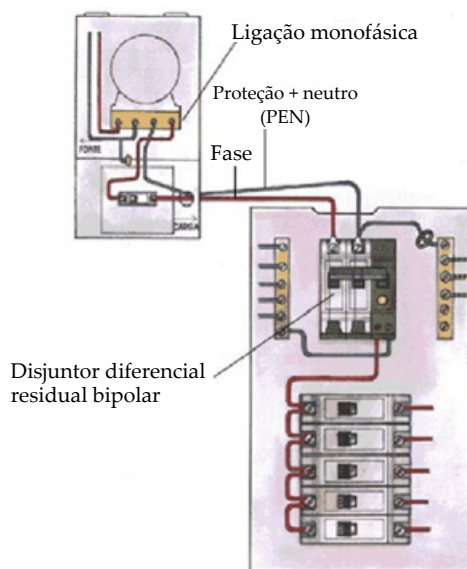
FONTE: <<https://www.amazon.com.br/Soquete-Engate-R%C3%A1pido-l%C3%A2mpada-fluorescente/dp/B07S5FTRTR>>. Acesso em: 6 dez. 2019.

1.3 QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

Toda e qualquer instalação elétrica deve atender aos critérios de segurança e uso. A utilização desses critérios é imperiosa nos projetos de instalação elétrica. Os critérios que balizam estas especificações hoje estão na NBR 5410 (ABNT, 2008). A energia elétrica chega a nossa residência vinda do sistema de distribuição de energia, uma malha de cabos distribui esta energia para diversos lugares, chegando ao nosso poste de energia elétrica. Este serviço é de atribuição da concessionária de energia elétrica.

No poste está o relógio medidor, dentro do quadro de medição e é justamente este que faz o registro do consumo da unidade consumidora. Do quadro de medição a instalação segue, do ramal de entrada, para o quadro de distribuição geral (QDG) e é neste quadro que se encontram os componentes que irão fazer a proteção dos circuitos da casa. Do ramal do QDG saem todos os circuitos para a alimentação da instalação, desde os pontos de luz (iluminação), interruptores, aparelhos elétricos diversos e cargas especiais como chuveiro elétrico, máquina de lavar e ar condicionado ou comandos de acionamentos elétricos (motores, compressores etc.).

FIGURA 37 – MONTAGEM DO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO MONOFÁSICO COM DTM



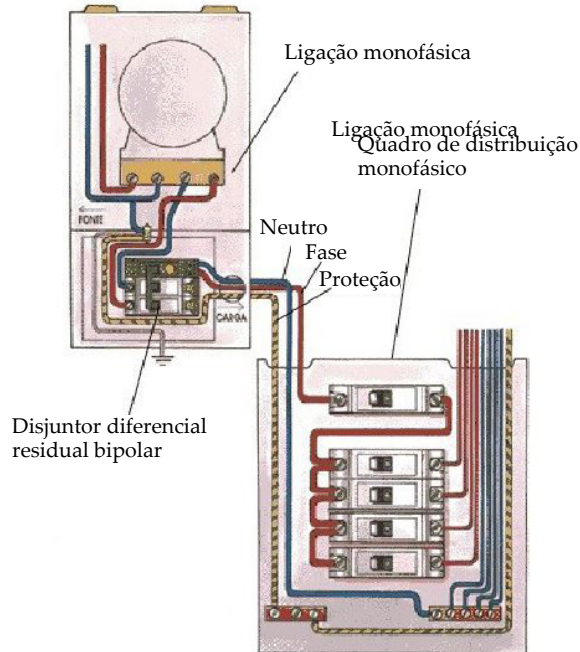
FONTE: <<https://www.portaleletricista.com.br/wp-content/uploads/2014/01/quadro-de-distribuicao-Monofasico-com-DTM.jpg>>. Acesso em: 6 dez. 2019.

O primeiro passo no processo de montagem de um QDG é conhecer seus componentes e seu comportamento no momento em que atua e quando está em funcionamento. Os quadros de distribuição são dimensionados em função do número de circuitos que a unidade consumidora possui. Essa informação pode ser encontrada no projeto elétrico e é oriunda do quadro de carga estabelecido no projeto.

Já foi visto que as instalações são classificadas em função da potência que irão consumir da rede de distribuição e que estes valores podem variar de concessionária para concessionária, sendo assim, o projetista deve adequar seu projeto para o local onde será ligada a unidade consumidora.

Os circuitos são protegidos pelos disjuntores, a própria unidade consumidora precisa ter um disjuntor de proteção geral. O disjuntor é dispositivo de proteção atual no desligamento do circuito quando ocorre elevação de temperatura acima da sua corrente nominal de funcionamento ou quando há curto-circuito em algum ponto do circuito ao qual está ligado. O disjuntor geral protege toda a instalação ao qual está ligado. Outra função dos disjuntores é funcionar como interruptor de corrente elétrica, na medida em que, quando acionado, pode interromper a passagem da corrente elétrica no circuito. Pode ser acionado sob carga, uma vez que foi dimensionado para suportar correntes elevadas dentro dos parâmetros normativos.

FIGURA 38 – MONTAGEM DO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO MONOFÁSICO COM DR

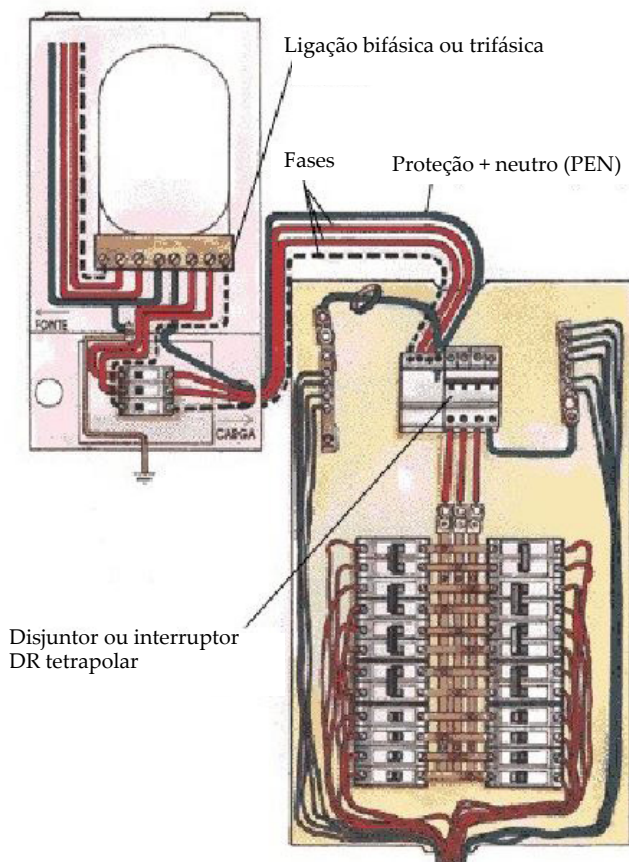


FONTE: <<https://www.portaleletricista.com.br/wp-content/uploads/2014/01/quadro-de-distribuicao-Monofasico-com-DR.jpg>>. Acesso em: 6 dez. 2019.

Em Portal Eletricista (INSTALAÇÕES, 2014), podemos observar os esquemas de ligação para quadro de distribuição. Para todos os esquemas são utilizadas a seguinte legenda: QD (quadro de distribuição); DTM para disjuntor termomagnético e DR para disjuntor diferencial residual.

As figuras a seguir apresentam a montagem do quadro de distribuição bifásico ou trifásico com disjuntor termomagnético e com disjuntor residual, respectivamente. Observe que o fato de ser bifásico ou trifásico se justifica em função do número de circuitos, conseqüentemente devido ao aumento da carga da unidade consumidora.

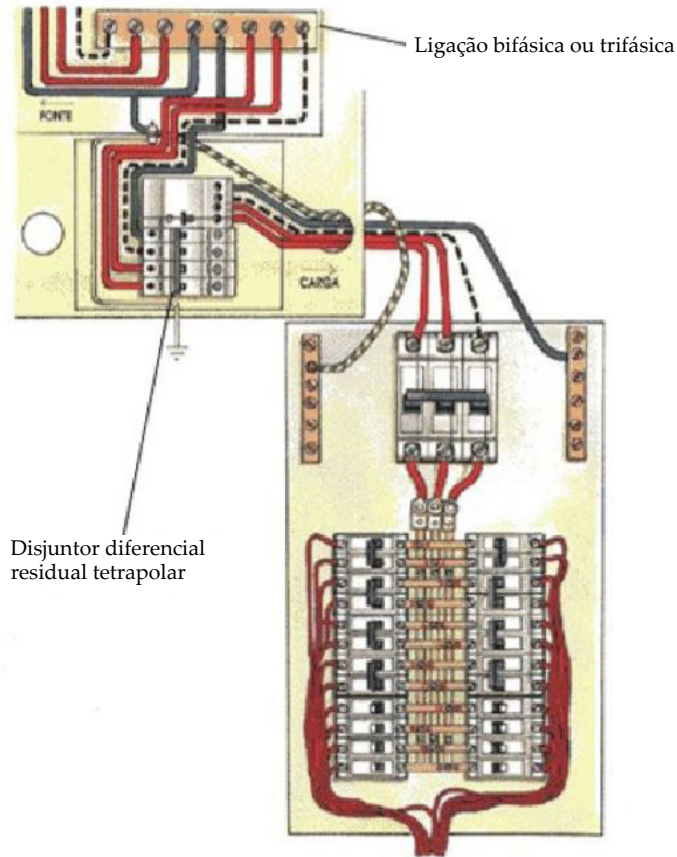
FIGURA 39 – MONTAGEM DO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO BIFÁSICO OU TRIFÁSICO COM DTM



FONTE: <https://www.portaleletricista.com.br/wp-content/uploads/2014/01/quadro-distribuicao-Bifasico-ou-Trifasico-com-DTM.jpg>. Acesso em: 6 dez. 2019.

A figura a seguir apresenta a montagem do quadro de distribuição bifásico ou trifásico com disjuntor residual.

FIGURA 40 – MONTAGEM DO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO BIFÁSICO OU TRIFÁSICO COM DR



FONTE: <<https://www.portaleletricista.com.br/wp-content/uploads/2014/01/quadro-distribuicao-Bifasico-ou-Trifasico-com-DR.jpg>>. Acesso em: 6 dez. 2019.

Nos QDG são projetados dois barramentos, um para os condutores neutro e outro para os condutores de proteção. O barramento destinado aos condutores neutro deve estar isolado eletricamente do quadro de distribuição. Já o barramento destinado aos condutores de proteção deve estar ligado diretamente ao quadro, a fim de poder aterrar as correntes de fuga que eventualmente o segundo (de proteção) deve estar acoplado a ele, constituindo, portanto, a proteção dos circuitos contra choques no contato indevido com superfícies conduzindo energia, sendo que este encontra-se ligado ao aterramento geral da instalação.



No que concerne à instalação física do quadro de distribuição, o site: <http://www.portaleletricista.com.br/montagem-de-um-quadro-de-distribuicao/>, apresenta alguns equipamentos e ferramentas que seriam necessários para a execução do serviço, a saber:

Equipamentos de Proteção Individual (EPI) visando a proteção do instalador:

- Capacete.
- Máscara.
- Óculos de Proteção.
- Luvas.
- Botas.
- Alicates universal.
- Alicates de corte frontal.
- Chave de fenda.
- Chave Philips.
- Cinta de nylon para abraçadeira.
- Arco de serra.
- Estilete.
- Fita isolante.
- Disjuntores DIN.
- Pente dentado para instalação de FASE.

Ainda no site são apresentadas algumas etapas para a execução da instalação e montagem do quadro de distribuição:

- Identificação: identifique o local em que deverá ser instalado o Quadro de Distribuição: essa informação é obtida conforme a leitura do projeto idealizado (layout ou desenho).
- Fixação: recomenda-se que o Quadro de Distribuição seja chumbado na parede, utilizando a configuração de embutir adequada ao método adotado pelo fabricante citado (existem quadros que sobrepõem a parede).
- Layout do quadro: realiza-se a distribuição dos circuitos terminais com os cabos e os que irão alimentar as cargas da instalação como lâmpadas, tomadas, chuveiros e demais equipamentos de alta potência. Em seguida esses circuitos já podem ser montados no Quadro de Distribuição.
- Instalação dos disjuntores: no suporte interno instale os disjuntores DIN conforme indicado pelo fabricante, sendo estes normatizados. Verifique o layout do projeto, efetuando a instalação dos dispositivos e seguindo as instruções nele constantes.
- Ligação dos disjuntores: realize a conexão entre os disjuntores através do cabo de alimentação fase, conhecido como sistema *jumping*, ou por meio de um barramento fase que é encontrado facilmente em lojas de materiais elétricos.
- Instalação dos condutores fase, neutro e terra: finalizar os circuitos correspondentes de fase, neutro e terra ao disjuntor diferencial residual (que evita a tensão de contato perigosa quando a presente nos equipamentos) e disjuntor termomagnético (que realiza a proteção dos circuitos contra sobrecarga e curto-circuito).

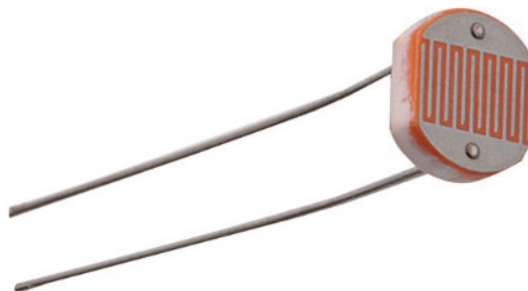
- Encaixe: encaixar o suporte contendo os disjuntores previamente montados nas torres do corpo do quadro de distribuição. Em seguida deve-se pôr a tampa por cima que nivelará o encaixe caso ele tenha sido efetuado parcialmente.
- Montagem do suporte: montar o suporte no corpo dos barramentos neutro e terra e ajustá-los às laterais do quadro de distribuição, verificando se no local em que serão encaixados existe sujeira que possa impedir o encaixe perfeito deles.
- Ligar barramentos: fazer a conexão dos neutros e terras aos devidos barramentos, além dos de alimentação (fase) aos disjuntores que irão proteger os circuitos terminais aos quais deverão ser ligados também.
- Terminar ligações e fixar tampa: realizadas todas as ligações, fixe a tampa no corpo do quadro utilizando parafusos (no quadro de distribuição Amanco existe uma trava com gravações "A" que representa o estado em que o parafuso está aberto e "T" representando o estágio em que ele se encontra travado).
- Identificação: colar abaixo de cada disjuntor um adesivo que identifique seu uso.
- Acabamento: se não forem utilizados todos os espaços para disjuntores, cubra as superfícies em aberto com tampa para disjuntores (tampa cega).
- Finalização: Encaixar a tampa do quadro por cima (nesse caso a Amanco possibilita a abertura dela em dois sentidos).

FONTE: <<https://www.portaleletricista.com.br/montagem-de-um-quadro-de-distribuicao/>>. Acesso em: 13 dez. 2019.

1.4 RELÉ FOTOELÉTRICO

O funcionamento dos relés fotoelétricos é baseado no acionamento de uma bobina ligada ao circuito da lâmpada que se quer controlar. A bobina é acionada por um resistor sensor, que sofre variação do valor de sua resistência em função da intensidade luminosa incidente, conhecido em eletrônica por LDR (*Light Dependent Resistor*).

FIGURA 41 – SENSOR LDR



FONTE: <<https://athoselectronics.com/wp-content/uploads/2016/04/lldr.jpg>>. Acesso em: 6 dez. 2019.

Quando da variação da luminosidade que incide na abertura do sensor, o valor da resistência muda ligando ou desligando os contatos do relé que, por sua vez, liga ou desliga a lâmpada. A figura a seguir apresenta o esquema básico de ligação do relé fotoelétrico.

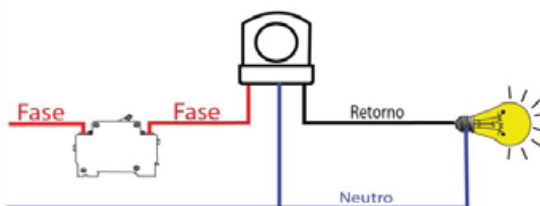
FIGURA 42 – ABERTURA PARA O LCD



FONTE: <<https://athoselectronics.com/wp-content/uploads/2016/05/relefliege-300x300.jpg>>. Acesso em: 6 dez. 2019.

Sua instalação é semelhante à do interruptor simples, ou seja, ele fica entre a alimentação (fase) e a carga. A particularidade é que no sensor, além da fase e retorno, também é ligado o neutro, conforme mostrado na figura a seguir.

FIGURA 43 – ESQUEMA DE LIGAÇÃO DO SENSOR LDR



FONTE: <<https://athoselectronics.com/wp-content/uploads/2016/05/41-768x298.png>>. Acesso em: 6 dez. 2019.

No site Athos Eletronics (RELÉ FOTOELÉTRICO, 2019, s.p.), encontramos algumas recomendações referente à instalação de relés fotoelétricos, tais como:

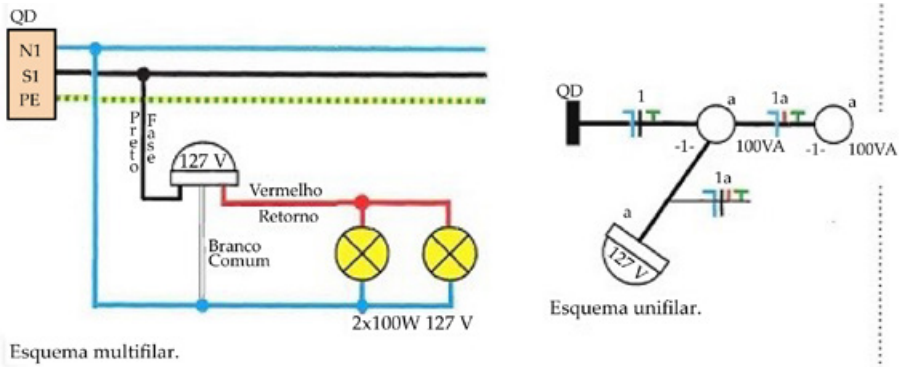
[...] esteja atento a potência máxima suportada pelo relé. A sua carga deve ter uma potência inferior a potência suportada pelo relé. Se você precisar acionar uma carga maior com o relé, pode ligar um contator a ele para acionar a carga.

Instale sempre o Relé com o sensor virado para um lado onde não haja luz quando está escuro. Nunca deixe ele virado para as luzes que serão acionadas pelo Relé Fotoelétrico. Caso contrário, você terá construído um pisca-pisca noturno.

Os relés fotovoltaicos podem ser utilizados no lugar dos interruptores para ligar/desligar lâmpadas automaticamente, ligando-as ao anoitecer e desligando-as ao amanhecer ou após um tempo programado por temporizadores ou mesmo

por relés fotovoltaicos temporizados. Ainda são apresentados esquemas de ligação de relés fotovoltaicos com lâmpadas incandescentes ou lâmpadas fluorescentes compactas. É apresentado o esquema multifilar e o esquema unifilar de instalação, conforme figura a seguir.

FIGURA 44 – ESQUEMA PARA RELÉ FOTOVOLTAICO COM LÂMPADA



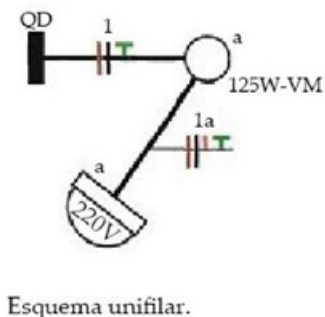
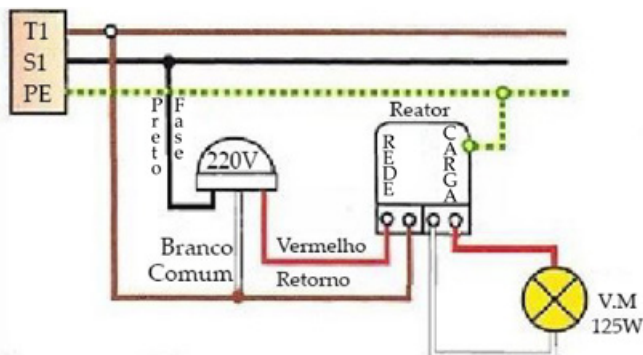
FONTE: <<https://www.portaleletricista.com.br/wp-content/uploads/2014/03/instalacao-de-rele-fotoeletrico-passo-1.jpg>>. Acesso em: 6 dez. 2019.



Na troca de lâmpadas, antes de mais nada, desligar o disjuntor do circuito correspondente para garantir a descontinuidade da corrente elétrica. Ao trocar a lâmpada sempre pegá-la pelo bulbo – parte de vidro da lâmpada.

No Portal do eletricista (INSTALAÇÃO, 2014, s.p.) também são apresentados os esquemas para o comando de lâmpadas vapor de mercúrio, vapor de sódio e multi-vapor metálico (lâmpadas de descarga) “[...] são necessários um reator para cada lâmpada com potências equivalentes. Logo, cada lâmpada deverá ter o seu respectivo reator com potência igual à da lâmpada”.

FIGURA 45 – ESQUEMA DE RELÉ FOTOVOLTAICO DE 220 V

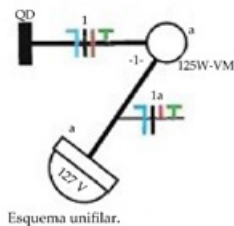
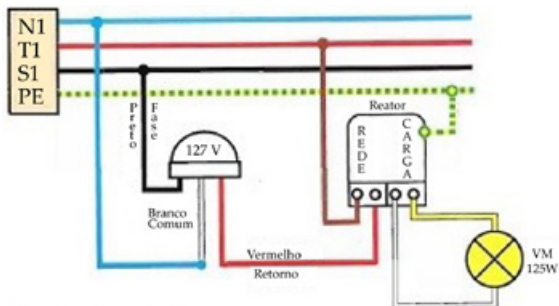


Esquema multifilar.

Esquema unifilar.

FONTE: <<https://www.portaleletricista.com.br/wp-content/uploads/2014/03/instalacao-de-rele-fotoeletrico-passo2.jpg>>. Acesso em: 6 dez. 2016.

FIGURA 46 – ESQUEMA DE RELÉ FOTOVOLTAICO DE 127 V

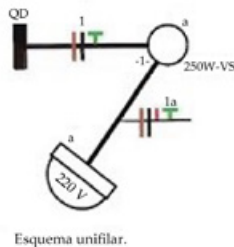
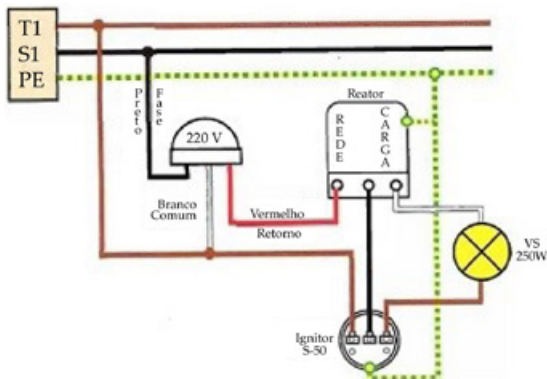


Esquema multifilar.

Esquema unifilar.

FONTE: <<https://www.portaleletricista.com.br/wp-content/uploads/2014/03/instalacao-de-rele-fotoeletrico-passo-5.jpg>>. Acesso em: 6 dez. 2019.

FIGURA 47 – ESQUEMA COM LÂMPADA A VAPOR DE SÓDIO E IGNITOR



Esquema multifilar.

Esquema unifilar.

FONTE: <<https://www.portaleletricista.com.br/wp-content/uploads/2014/03/instalacao-de-rele-fotoeletrico-passo-4.jpg>>. Acesso em: 9 dez. 2019.

Em relação ao uso de lâmpadas de descarga de alta pressão, o Portal do Eletricista (INSTALAÇÃO, 2014) observa que os esquemas representados partem de um QD (Quadro de Distribuição), enquanto que na instalação do comando de iluminação pública com relé fotoelétrico, a conexão é feita diretamente da rede.

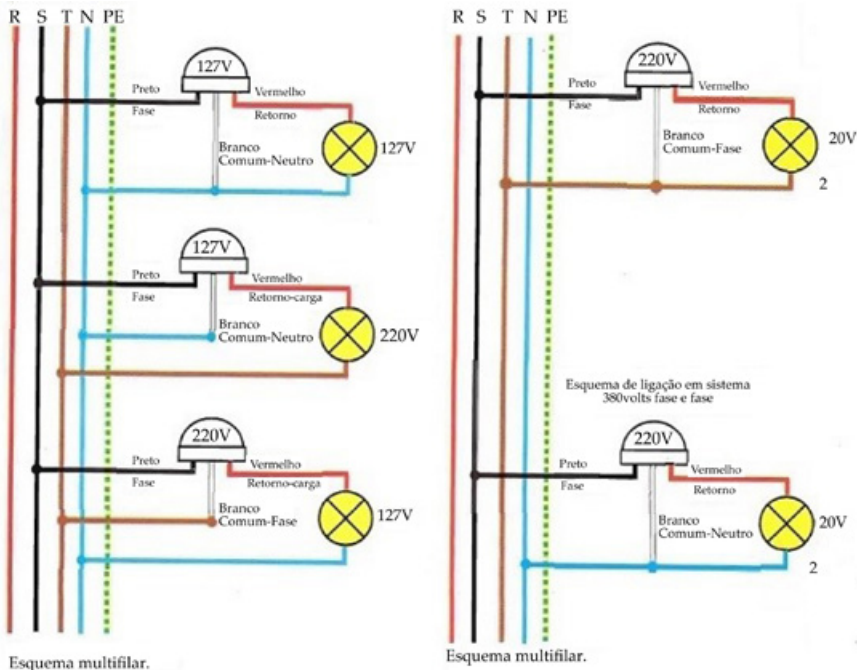


Deve-se tomar o máximo de cuidado com o manuseio do ignitor, porque permanece em operação, mesmo sem a lâmpada, ou quando a lâmpada estiver com defeito, pois o mesmo gera picos de tensão que pode chegar a 4500V.

FONTE: <<http://www.portaleletricista.com.br/instalacao-do-rele-fotoeletrico/>>. Acesso em: 9 dez. 2019.

No Portal do eletricista (INSTALCAO, 2014), são apresentados outras quatro maneiras de se instalar um relé fotoelétrico, conforme figura a seguir. No caso a que se refere o exemplo, a figura apresenta detalhes referentes aos comandos de iluminação para lâmpadas a vapor de mercúrio e vapor de sódio por meio de relé fotoelétrico.

FIGURA 48 – OUTROS ESQUEMAS DE LIGAÇÃO DE RELÉ FOTOELÉTRICO



FONTE: <<https://www.portaleletricista.com.br/instalacao-do-rele-fotoeletrico/>>. Acesso em: 9 dez. 2019.



Desenergizar está relacionado com: seccionamento, impedimento de reenergização, constatação da ausência de tensão, instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos e a proteção dos elementos energizados na zona controlada.

LEITURA COMPLEMENTAR

INSTALAÇÃO DE INTERFONE RESIDENCIAL EM 3 SIMPLES PASSOS

Alguns de nós já pagamos muito caro para serviços que as vezes não demandam a experiência ou expertise de um profissional da área de elétrica, um desses serviços é o de instalar o interfone.

Sabendo da necessidade vamos então abordar nesse artigo como se instalar um interfone residencial em três simples passos, para isso iremos utilizar um modelo comum de interfone, um dos mais instalados, o HDL.

Cuidados a tomar na instalação do interfone: antes de sair instalando seu porteiro eletrônico é necessário que verifique todo percurso que os cabos irão fazer, se você não possui tubulação embutida preparada para receber o cabeamento não se preocupe, existe no mercado cabos mais reforçados que podem ser passados pelo lado externo até chegar ao monofone dentro da sua residência.

Outro ponto que se deve atentar é o local em que deseja instalar o porteiro eletrônico e o microfone, observe a parede se nada vai esbarrar com o aparelho interno ou então no porteiro eletrônico se não vai pegar chuva constante.

Passo a passo para instalação do interfone residencial: todo aparelho interfone residencial independente da marca e modelo, possuem o diagrama elétrico no seu kit, porém o conceito nunca vai mudar independente do modelo e marca, com isso vamos optar em exemplificar a instalação utilizando o modelo mais comum no mercado.

O primeiro passo é abrir o seu interfone residencial e localizar o contato de borne, um lembrete muito valioso é que seu monofone nunca deverá ser ligado na rede elétrica, o monofone do kit de interfone é um comunicador;



Após localizado os bornes no interfone você deverá abrir o porteiro eletrônico e encontrar os seus bornes de ligação também, o porteiro eletrônico deve ser realmente aberto pois os contatos são internos;

Porteiro eletrônico

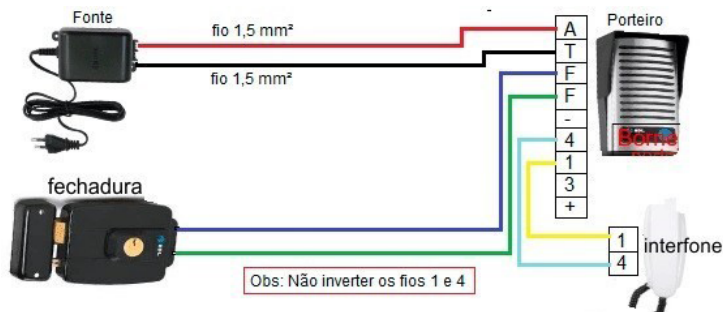


Borne de ligação interna do porteiro eletrônico.

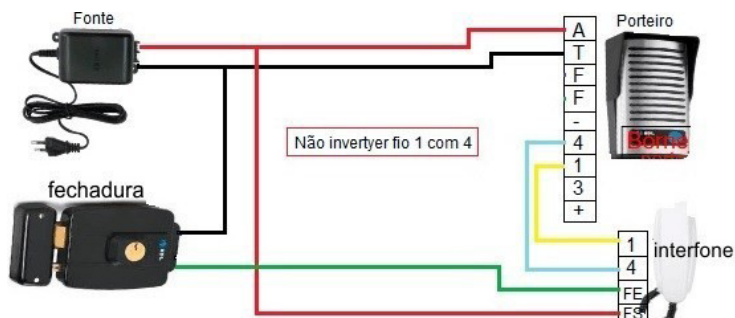
A	T	FF	-4	1	3	+
---	---	----	----	---	---	---

Após conferir e identificar todos bornes de ligação, basta seguir o diagrama elétrico contido no manual do fabricante, lembrando que sua ligação pode ser feita com dois ou quatro fios de alimentação.

1 – Ligação para dois fios de Alimentação



2 – Ligação para 4 fios de Alimentação



Por fim, para que sua instalação seja bem-sucedida você deve obedecer a uma norma para bitolas de fios, veja no quadro a seguir:

Equipamento	Metragem Mínima	Metragem Máxima	Bitola do Fio
Painel Externo	1m - 100m	100m - 200m	0,5mm – 0,75mm
	200m	500m	1,5mm
	500m	1000m	2,5mm
Fonte de Alimentação	1m	50m	2,5mm
Fechadura Elétrica	1m	50m	1,5mm

Outro ponto bastante importante que devemos lembrar é referente a fechadura eletrônica, esse aparelho não vem junto com o kit e com isso deve ser comprada a parte.

Em alguns modelos de interfone residencial existe as câmeras, nesses modelos a ligação segue a mesma base, porém existe um cabo a mais que pode ser de rede ou de vídeo que servirá para ligar a câmera do porteiro até a central.

Possíveis problemas durante a ligação do interfone: interfone com toque contínuo interrupto: alguns modelos somente vão funcionar após estarem com a tampa devidamente parafusada, verifique também o botão da central interna se está funcionando normalmente, ou seja, agarrado. E claro verifique com teste de continuidade a fiação;

Interfone com comunicação em um único lado: verifique se a tensão fornecida pela rede está de acordo com o aparelho, verifique então a fiação, caso tudo esteja em ordem o aparelho então está com defeito;

Interfone não comunica, mas controla a fechadura:

Verifique nos bornes se a fiação não foi instalada invertida, caso esteja em ordem você então deve levar o monofone para assistência técnica;

Interfone falhando comando da fechadura: verifique a tensão de saída do interfone que deve ser de 12V, analise o estado da bobina da fechadura e por fim verifique a mecânica da fechadura, os mecanismos devem funcionar livremente quando excitado pela tensão;

Interfone com barulho de interferência de áudio: observe se o caminho que utilizou para passar os fios do interfone não está junto com a rede elétrica, isso pode prejudicar.

FONTE: <<https://www.sabereletrica.com.br/instalacao-de-interfone/>>. Acesso em: 9 dez. 2019.

RESUMO DO TÓPICO 3

Neste tópico, você aprendeu que:

- A adoção de normas técnicas e regulamentadoras são imprescindíveis para a padronização de procedimentos e equipamentos. Nesse sentido, desde a elaboração de esquemas com simbologia uniforme às normas de ligação dos sistemas de distribuição às unidades consumidoras, o uso de processos normativos, tendem a instalação e a minimização de problemas oriundos desses procedimentos.
- É necessário verificar na norma os procedimentos para dimensionamento dos condutores segundo o método de instalação e o método de referência.
- Outro aspecto das medidas normativas é a elaboração de regras que fornecem condições dirigidas à segurança e minimização de riscos de acidentes.
- No Brasil, existem diversas concessionárias de energia elétrica que estão habilitadas para operar no mercado nacional.
- Existe uma nomenclatura base, que serve de referência para as concessionárias e que, como não é padronizado, podem mudar as especificações de concessionário para concessionária.
- É imprescindível o uso das ferramentas corretas, EPIs e EPCs.
- Os componentes de uma instalação elétrica são: conjuntos de tomadas monofásicas residenciais (10 A e 20 A), tomadas industriais trifásicas, fios, cabos, eletrodutos, quadros de distribuição e Disjuntores Termomagnéticos (DTM), os Dispositivo Diferencial Residual (DR), são testados e certificados por órgãos que prezam a qualidade e segurança desses produtos.
- É possível, dependendo da região, a adoção de kits para a entrada de energia.
- Os sistemas de aterramento possuem suas particularidades e sua função é de extrema importância.
- Existem tipos diferentes de reatores e lâmpadas fluorescentes.
- Os quadros de distribuição podem ser diversificados em função do número de circuitos a proteger e a quantidade de fases da unidade consumidora.
- Alguns dispositivos e equipamentos necessitam circuitos especiais para seu acionamento, assim como a ligação: das lâmpadas vapor de sódio e do relé fotoelétrico.



Ficou alguma dúvida? Construímos uma trilha de aprendizagem pensando em facilitar sua compreensão. Acesse o QR Code, que levará ao AVA, e veja as novidades que preparamos para seu estudo.





1 Segundo a concessionária de energia elétrica CELESC, as tensões padronizadas disponíveis são apresentadas no quadro a seguir:

QUADRO – TENSÕES PADRONIZADAS DISPONÍVEIS PELA CELESC

Tipo de ligação	Nº de fios	Nº de fases	Nº de neutros	Tensão		Notas
				Fase x Fase	Fase x Neutro	
Monofásica (MO)	2	1	1	-	220	(1)
Bifásica (BI)	3	2	1	380	220	(1)
Trifásica (TR)	4	3	1	380	220	(1)
Monofásica (MO)	2	1	1	440 (5)	220	(2)
Monofásico a 3 fios (MR)	3	1	1	440	220	(2)
Monofásica (MO)	2	2	0	220	-	(3)
Trifásica (TR)	3	3	0	220	220	(3) (4)

FONTE: CELESC (2019, p. 44)

Com base nas informações apresentadas, marque V para a alternativa verdadeira e F para as falsas.

- () Pode-se ter três tipos de ligação monofásica a dois fios, com tensões de 440/220 V; 380/220 V e 220 V.
- () É possível ter-se uma ligação monofásica somente com fios fase.
- () Ligações trifásicas são sempre ligadas a três fios.
- () É possível que uma ligação bifásicas e trifásicas tenham como tensões Fase x Fase de 380 V e Fase x Neutro de 220 V.
- () É possível ter uma configuração de ligação trifásica na qual se tenha tensão Fase x Fase de 220 V.

Assinale a alternativa CORRETA:

- a) () V; V; F; V; V.
- b) () F; V; V; V; V.
- c) () F; F; F; V; V.
- d) () V; V; F; V; F.
- e) () F; V; F; V; V.

2 Em se tratando da desenergização das instalações elétricas o item 10.5 - SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DESENERGIZADAS, apresenta: “Somente serão consideradas desenergizadas as instalações elétricas liberadas para trabalho, mediante os procedimentos apropriados, obedecida a sequência [...]” de seccionamento, impedimento de reenergização, constatação da ausência de tensão, instalação de **aterramento** temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos, proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada e instalação da sinalização de impedimento de reenergização. Dentre os passos para se realizar a desenergização estão:

- I- Seccionamento e Impedimento de reenergização.
- II- Verificação de falta de fase.
- III- Constatação da ausência de tensão.
- IV- Instalação de aterramento com haste de ferro galvanizados circuitos.

Estão CORRETAS as alternativas:

- a) () Somente a I e II.
- b) () Somente a I e III.
- c) () Somente a II e IV.
- d) () Somente a III e IV.

MATERIAIS ELÉTRICOS E PRÁTICAS DE LABORATÓRIO

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

A partir do estudo desta unidade, você deverá ser capaz de:

- exercitar a atividade de projeto elétrico;
- explorar os conhecimentos sobre diagramas multifilares e unifilares;
- desenvolver a habilidade para o planejamento, projeto e execução da instalação elétrica de equipamentos ou sistemas;
- possibilitar ao aluno uma forma prática e objetiva para o desenvolvimento de projetos, organização de materiais, componentes e equipamentos necessários à uma instalação elétrica residencial.

PLANO DE ESTUDOS

Esta unidade está dividida em três tópicos. No decorrer da unidade você encontrará autoatividades com o objetivo de reforçar o conteúdo apresentado.

TÓPICO 1 – PROCEDIMENTO DE INSTALAÇÃO E MATERIAIS

TÓPICO 2 – PRÁTICAS DE LABORATÓRIO

TÓPICO 3 – ATIVIDADES TEÓRICO/PRÁTICA



Preparado para ampliar seus conhecimentos? Respire e vamos em frente! Procure um ambiente que facilite a concentração, assim absorverá melhor as informações.

PROCEDIMENTO DE INSTALAÇÃO E MATERIAIS

1 INTRODUÇÃO

Neste tópico são apresentados os procedimentos para a realização de instalações elétricas de uma forma geral, sendo assim, são descritos os materiais e os passos para que se possa realizar a instalação solicitada. Exemplo: interruptor simples com tomada:

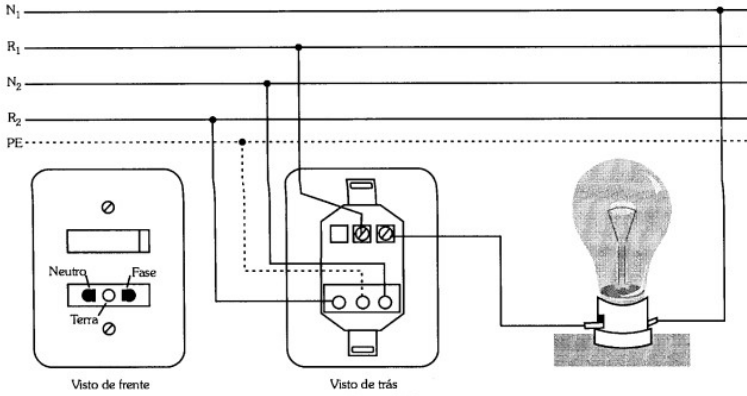
Materiais:

- 1 Interruptor simples.
- 1 Soquete de lâmpada.
- 1 Chave Philips.
- 1 Alicate de corte ou alicate universal.
- 1 Fita isolante.

Procedimentos para a instalação de interruptor simples com tomada:

Adotar os procedimentos de segurança descritos anteriormente. Pela caixa de passagem devem chegar no mínimo três fios condutores, nominados Fase, Neutro e Terra. Observar o esquema funcional na Figura 1. Fazer uma derivação do fio Fase (preto) para o borne do interruptor. Fazer uma derivação do fio Neutro (azul) para o borne da lâmpada. Fazer a ligação do retorne (vermelho) do outro borne do interruptor para o outro borne da lâmpada. O fio Terra (verde/amarelo) será ligado diretamente na tomada, na posição central, onde se encontra o símbolo de terra (\perp). Se as derivações foram realizadas por meio de emendas, isolar essas emendas com fita isolante. Se foram realizadas nos próprios bornes do interruptor e tomadas, certificar-se de que as conexões estão apertadas evitando, assim, que se soltem.

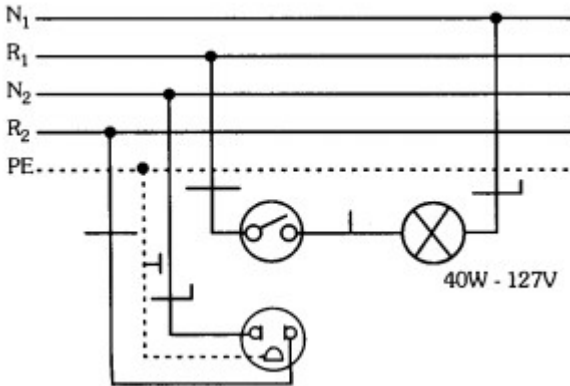
FIGURA 1 – ESQUEMA FUNCIONAL DO CIRCUITO ILUMINAÇÃO E TOMADA



FONTE: Carvalin e Cevalin (2006, p. 124)

A identificação dos fios, bem como a sua distribuição são observadas no diagrama multifilar apresentado na Figura 2. Observe que o diagrama multifilar não indica como os componentes são ligados, mas sim quantos condutores são necessários para ligar cada parte do projeto.

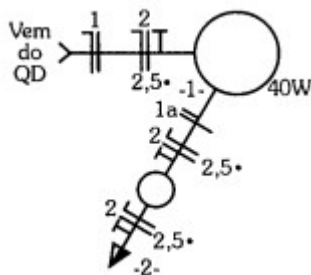
FIGURA 2 – DIAGRAMA MULTIFILAR ILUMINAÇÃO MAIS TOMADA



FONTE: Carvalin e Cevalin (2006, p. 124)

O diagrama unifilar do circuito é apresentado na Figura 3. Pode-se observar que, além das informações referente ao número de fios necessários para a instalação, são fornecidos os diâmetros ou seção dos fios condutores e o número dos circuitos relativos aos componentes da instalação.

FIGURA 3 – DIAGRAMA UNIFILAR DE LÂMPADAS E TOMADAS



FONTE: Carvalin e Cevelin (2006, p. 124)

2 TIPOS DE MATERIAIS ELÉTRICOS

É interessante apresentar alguns tipos de materiais elétricos que ainda não foram abordados, com o intuito de proporcionar um contato inicial para aqueles que ainda não tiveram a oportunidade de trabalhar na área de instalações elétricas.



Algumas observações relativas a alguns tópicos são abordadas no blog Pra Construir, uma fonte de informações voltadas para a construção civil. Acesse o link: <http://blogpraconstruir.com.br/etapas-da-construcao/materiais-de-construcao/materiais-eletricos/>.

2.1 POSTE PADRÃO

O poste padrão é o primeiro material elétrico que deve ser adquirido. O modelo mais comum é feito de concreto e por empresas homologadas pelas concessionárias de energia. Existem versões mais econômicas feitas com aço galvanizado.

Eles são comprados prontos e já vêm com a caixa para a instalação do quadro medidor. Atenção, os postes se diferenciam entre monofásico, bifásico ou trifásico, por isso, confira qual é o sistema elétrico antes de comprar.

FIGURA 4 – POSTE PADRÃO



FONTE: <<http://blogpraconstruir.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Poste-padr%C3%A3o.png>>. Acesso em: 7 jan. 2019.

2.2 MEDIDOR DE ENERGIA ELÉTRICA

Dispositivo eletroeletrônico que faz a medição do consumo de energia elétrica de uma unidade consumidora, possibilitando à concessionária fornecedora o faturamento adequado da energia consumida.

O medidor de energia elétrica tipo indução é um motor elétrico cuja interação de fluxos magnéticos produz movimento no rotor com correntes elétricas. O medidor é composto por um estator, um rotor, uma carcaça e um registrador, sendo que este último registra, com uma relação pré-determinada, o número de rotações efetuadas pelo rotor (MÍNGUEZ, 2007, p. 9).

Registrador: é o conjunto destinado a registrar o número de rotações do rotor, segundo uma relação determinada de maneira que, sua leitura indique, em kWh, a energia consumida pela carga. Podem ser de dois tipos, registrador ciclométrico ou de ponteiro. O tipo ciclométrico apresenta a grande vantagem da facilidade de leitura para o empregado encarregado deste trabalho. Entretanto, o seu sistema de engrenagens tem maior atrito que o do tipo ponteiro, embora ambos fiquem dentro da classe de exatidão permissível pelas normas (MÍNGUEZ, 2007, p. 8).

FIGURA 5 – TIPOS DE REGISTRADORES DOS MEDIDORES DE ENERGIA



a) Medidor de ponteiro



b) Medidor ciclométrico

FONTE: Adaptado de Mínguez (2007, p. 8)

Segundo o site Solis Energia, (COMO, 2019, s.p.),

o medidor bidirecional é um componente fundamental para os sistemas de energia solar fotovoltaica conectados à rede das concessionárias de energia elétrica. ...o medidor bidirecional mede não só a energia consumida por uma instalação, mas também mede a quantidade de energia injetada na rede elétrica. [...] Sendo assim, mensalmente a companhia de energia elétrica local fará a leitura da energia que foi consumida e da energia que foi injetada.

FIGURA 6 – MEDIDOR DE ENERGIA BIDIRECIONAL



FONTE: <<https://www.smartly.com.br/wp-content/uploads/2018/05/Medidor-bidirecional.jpg>> Acesso em: 7 jan. 2020.

2.3 DISJUNTORES DIN

Os disjuntores DIN são brancos, mais modernos, mais rápidos e menores que os tradicionais disjuntores NEMA.

Eles são chamados de disjuntores termomagnéticos e realizam a proteção contra curto circuito e sobrecarga com dois elementos independentes, a bobina e bimetálico. (MATERIAIS, 2019).

FIGURA 7 – DISJUNTORES DIN



FONTE: <<http://blogpraconstruir.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Disjuntores-DIN.png>>. Acesso em: 7 jan. 2019.

2.4 DISJUNTORES NEMA

Os disjuntores NEMA são os tradicionais disjuntores pretos. Eles oferecem proteção somente aos condutores elétricos através do bimetal.

Eles são mais lentos e maiores, por isso estão perdendo espaço no mercado para os disjuntores DIN. (MATERIAIS, 2019)

FIGURA 8 – DISJUNTORES NEMA



FONTE: <<http://blogpraconstruir.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Disjuntores-NEMA.png>>. Acesso em: 7 jan. 2019.

2.5 DISPOSITIVO DR

Os dispositivos DR são o que há de mais moderno e eficaz para proteção contra a corrente de fuga, o famoso choque elétrico.

Além do choque ser perigoso e poder até matar, a corrente de fuga pode causar explosão e incêndios. Por isso, a NBR 5410 obriga a instalação dos dispositivos de proteção DR em banheiras, chuveiros, circuitos de tomadas de uso geral e em área com muita umidade ou água.

O dispositivo DR é instalado em serie com o disjuntor DIN, ou seja, os cabos saem do disjuntor DIN para o dispositivo DR, e depois saem do dispositivo DR para os circuitos elétricos.

Eles geralmente são brancos e variam conforme a capacidade de proteção (30mA para vidas, 300mA para aterramento e 1000mA para incêndios), voltagem (bipolar ou tetrapolar) e corrente elétrica (25, 40 ou 63A) (MATERIAIS, 2019).

FIGURA 9 – DISPOSITIVO DR



FONTE: <<http://blogpraconstruir.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Dispositivo-DR-768x484.png>>. Acesso em: 7 jan. 2019.

2.6 FUSÍVEIS

Os fusíveis são dispositivos que possuem a mesma função que os disjuntores, porém após uma sobrecarga eles queimam e devem ser substituídos.

No mercado existem vários modelos de fusíveis, os mais comuns têm o corpo de material isolante feito de porcelana, vidro ou fibra prensada.

Eles também variam conforme a intensidade da corrente (de 0,5 até 25A) e tensão máxima (de 250 até 600V) (MATERIAIS, 2019).

FIGURA 10 – FUSÍVEIS



FONTE: <<http://blogpraconstruir.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Fus%C3%ADveis-768x397.png>>. Acesso em: 7 jan. 2019.

2.7 ELETRODUTOS

Os eletrodutos são os tubos de plástico ou metal, rígidos ou flexíveis, responsáveis pela proteção dos condutores elétricos contra choques mecânicos, substâncias químicas, umidade, entre outros tipos de danos (MATERIAIS, 2019).

2.7.1 Eletrodutos flexível de PVC (conduíte)

Os eletrodutos flexíveis de PVC, os famosos conduítes, são os eletrodutos mais utilizados nas obras residenciais e comerciais devido a sua facilidade de instalação e baixo custo.

Eles ficam embutidos na alvenaria com o recobrimento de argamassa. Você encontra conduítes nas cores amarelo para alvenaria e laranja para laje. Os diâmetros (bitolas) variam de 16 até 32mm (MATERIAIS, 2019).

FIGURA 11 – CONDUITE



FONTE: <<http://blogpraconstruir.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Eletrodutos-flex%C3%ADvel-de-PVC-conduite-768x309.png>>. Acesso em: 7 jan. 2019.

2.7.2 Eletrodutos rígido de PVC

Os eletrodutos rígidos de PVC são muito parecidos com os tubos de PVC utilizados na instalação hidráulica. Eles geralmente são pretos e têm as pontas roscáveis.

Os diâmetros variam de ½" até 4" e você encontra vários tipos de conexões. Eles são muito resistentes e têm alta durabilidade (MATERIAIS, 2019)

FIGURA 12 – ELETRODUTOS RÍGIDO DE PVC



FONTE: <<http://blogpraconstruir.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Eletrodutos-r%C3%ADgido-de-PVC.png>>. Acesso em: 7 jan. 2020.

2.7.3 Condulete

Os conduletes são eletrodutos rígidos utilizados em redes expostas. Normalmente os tubos são cinzas e os diâmetros variam de ½" até 1".

As conexões e mudanças de direções são feitas com curvas e caixas que permitem a instalação de interruptores. Esta facilidade torna o condulete uma ótima opção para quem não quer quebradeira (MATERIAIS, 2019).

FIGURA 13 – CONDULETE



FONTE: <<http://blogpraconstruir.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Condulete.png>>. Acesso em: 7 jan. 2019.

2.8 CAIXAS DE LUZ

As caixas de luz ficam embutidas na alvenaria e servem de suporte para a instalação das tomadas, interruptores e peças de iluminação.

Geralmente elas são feitas de plástico nas cores cinza, laranja e amarelo. Apesar da grande variedade de marcas, os modelos de caixas de luz se diferenciam em quatro formatos:

- Caixa de luz retangular 4"x2": esta caixa é utilizada para interruptores ou tomadas simples.
- Caixa de luz quadrada 4"x4": usada em interruptores ou tomadas duplas.
- Caixa de luz redonda 3"x3": este modelo é utilizado no teto para a instalação de peças de iluminação.
- Caixa de luz octogonal 4"x4": este tipo também é utilizado no teto e tem o diferencial o fundo ser fixo ou móvel (MATERIAIS, 2019).

FIGURA 14 – CAIXAS DE LUZ



FONTE: <<http://blogpraconstruir.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Caixas-de-luz-768x307.png>>. Acesso em: 7 jan. 2019.

2.9 CAIXAS DE PASSAGEM

As caixas de passagem são feitas de plástico ou metal e são utilizadas para a passagem, organização e distribuição dos cabos e fios elétricos.

Uma vez instaladas, as caixas de passagem permitem que as manutenções do sistema elétrico ocorram de forma rápida e sem quebradeira.

Os modelos de caixas de passagem disponíveis nas lojas variam entre PVC e metal, de embutir ou sobrepor. Geralmente as caixas são quadradas e o tamanho varia de 20x20cm até 200x200cm (MATERIAIS, 2019).

FIGURA 15 – CAIXAS DE PASSAGEM



FONTE: <<http://blogpraconstruir.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Caixas-de-passagem.png>>. Acesso em: 7 jan. 2020.

2.10 INTERRUPTOR DIMMER

O interruptor dimmer é ligado da mesma forma que o interruptor simples, porém ele é capaz de controlar a luminosidade das lâmpadas (MATERIAIS, 2019).

2.11 LÂMPADAS

As lâmpadas são os dispositivos responsáveis por transformar a energia elétrica em luz. Elas são fabricadas com diversos tipos de materiais e se diferenciam por:

- Tensão nominal: 110V ou 220V.
- Potência nominal: de 6 a 65 watts.
- Tamanho da base: de E-10 até E-40.
- Temperatura Kelvin: de 2700K até 6500K.
- Índice de reprodução de cor (IRC): de 0 a 100.

Quanto mais alta a temperatura Kelvin, mais clara e fria é a luz da lâmpada. Por outro lado, quanto mais baixa a temperatura mais amarelada e quente é a luz.

Esta característica é importante porque a luz amarelada é mais aconchegante e indicada para salas e quartos. Já a luz branca é estimulante e indicada para locais de trabalho como escritórios, cozinha e salas de estudo.

Já o índice de reprodução de cor (IRC) indica o quanto a lâmpada é capaz de reproduzir a cor “natural” do ambiente. Quanto mais perto de 100 mais a lâmpada preserva e reproduz as cores originais. É recomendável utilizar lâmpadas com no mínimo 80 de IRC para ambientes de trabalho e estudo (MATERIAIS, 2019).

- Lâmpadas incandescentes

As lâmpadas incandescentes são antigas e não são mais fabricadas. Elas são caracterizadas por ter um filamento aquece até 2700°C com a passagem da corrente elétrica. Ela foi substituída pelos outros tipos de lâmpadas devido a sua ineficiência (gera mais calor do que luz) e baixa durabilidade (MATERIAIS, 2019).

FIGURA 16 – LÂMPADAS INCANDESCENTES



FONTE: <<http://blogpraconstruir.com.br/wp-content/uploads/2019/06/L%C3%A2mpadas-incandescentes.png>>. Acesso em: 7 jan. 2020.

- **Lâmpadas fluorescentes**

As lâmpadas fluorescentes são mais eficientes e econômicas do que as lâmpadas incandescentes. Elas podem ser utilizadas em todos ambientes e você encontra modelos em formato tubular ou compacto (MATERIAIS, 2019).

FIGURA 17 – LÂMPADAS FLUORESCENTES



FONTE: <<http://blogpraconstruir.com.br/wp-content/uploads/2019/06/L%C3%A2mpadas-fluorescentes-768x465.png>>. Acesso em: 7 jan. 2020.

- **Lâmpadas de led**

As lâmpadas de LED são as mais econômicas, duradouras e que estão em alta no mercado. Elas emitem mais luz do que consomem de energia. Seu custo é mais elevado, porém sua economia e duração valem o investimento inicial. Você encontra estas lâmpadas em diversas cores e formatos (MATERIAIS, 2019).

FIGURA 18 – LÂMPADAS DE LED



FONTE: <<http://blogpraconstruir.com.br/wp-content/uploads/2019/06/L%C3%A2mpadas-de-LED-768x331.png>>. Acesso em: 7 jan. 2019.

- **Lâmpadas halógenas**

As lâmpadas halógenas também são consideradas incandescentes, porém elas têm uma eficiência maior. Elas são utilizadas para dar destaques a objetos ou uma determinada área. Elas são muito utilizadas sobre bancadas de estudo e em jardins (MATERIAIS, 2019).

FIGURA 19 – LÂMPADAS HALÓGENAS



FONTE: <<http://blogpraconstruir.com.br/wp-content/uploads/2019/06/L%C3%A2mpadas-hal%C3%B3genas-768x474.png>>. Acesso em: 7 jan. 2020.

2.12 SOQUETE

O soquete é o dispositivo responsável pela fixação e conexão entre a lâmpada e os condutores. Eles são fabricados em porcelana ou baquelite e se diferenciam pelo tamanho da rosca que varia de E-10 até E-40 (MATERIAIS, 2019).

FIGURA 20 – SOQUETE



FONTE: <<http://blogpraconstruir.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Soquete-768x414.png>>. Acesso em: 7 jan. 2019.

2.13 LUMINÁRIAS

As luminárias são as peças responsáveis pela difusão da luminosidade das lâmpadas para o ambiente. Existem muitos modelos com funções e estilos variados.

- Luminárias de teto

As luminárias de teto são muito comuns em residências. São simples, normalmente brancas ou pretas, fáceis de instalar e podem ser de embutir ou de sobrepor, tanto na laje ou forros.

As luminárias de embutir são mais discretas e minimalistas do que as de sobrepor, sendo muito comum a utilização dos painéis de LED. No entanto as de sobrepor possuem instalação mais fácil e prática, sendo as lâmpadas mais comuns as tubulares fluorescentes.

Ambos os tipos podem ser redondos, quadrados ou retangulares. Muito utilizados em salas, cozinhas, quartos e ambientes comerciais (MATERIAIS, 2019).

FIGURA 21 – LUMINÁRIAS DE TETO



FONTE: <<http://blogpraconstruir.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Lumin%C3%A1rias-de-teto-768x214.png>>. Acesso em: 7 jan. 2019.

- Plafons

Os plafons, são luminárias de teto de sobrepor, porém com mais detalhes e características decorativas. Podem ter acabamentos em madeira, metais ou vidro, formatos diferentes das luminárias comuns, serem mais sofisticados ou infantis, entre outros efeitos decorativos. Sendo utilizados em salas, cozinhas e quartos residenciais (MATERIAIS, 2019).

FIGURA 22 – PLAFONS



FONTE: <<http://blogpraconstruir.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Plafons-768x216.png>>. Acesso em: 7 jan. 2019.

- Spots

Os spots são suportes de lâmpadas direcionais, ou seja, você consegue direcionar o feixe de luz. Podem ser de lâmpadas halógenas, fluorescentes compactas ou LED. Em muitos casos os modelos com lâmpadas LED já vêm prontos e completos de fábrica, sendo mais duráveis do que os demais tipos.

Como as luminárias, os spots podem ser de embutir ou de sobrepor. Sendo os modelos de sobrepor mais discretos e muitos utilizados em escritórios, cozinhas, estantes, escadas e nos jardins para criar destaques. Os modelos de sobrepor, são comuns em salas e quartos e possuem a instalação e manutenção facilitada (MATERIAIS, 2019).

FIGURA 23 – SPOTS



FONTE: <<http://blogpraconstruir.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Spots-768x231.png>>. Acesso em: 7 jan. 2019.

- Lustres

Já os lustres são majestosos e caros, normalmente feitos com materiais caros e até raros. Possuem muitas ramificações que saem de um ponto principal, suporte, e no final de cada ramificação ou braço encontra-se uma lâmpada. Muito utilizados em halls de entrada, salas de jantar e ambientes comerciais como salões de festas e restaurantes sofisticados (MATERIAIS, 2019).

FIGURA 24 – LUSTRES



FONTE: <<http://blogpraconstruir.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Lustres-768x319.png>>. Acesso em: 7 jan. 2019.

- Pendentes

São parecidos com os lustres, também são decorativos, porém mais simples. Podem ser de apenas uma lâmpada ou de várias, sendo que cada braço/fio possui 1 lâmpada e diferente do lustre, cada ramificação se conecta sozinha a parte principal do suporte.

Podem ser de diversos materiais e conter diferentes acabamentos. Muito utilizados em bancadas de cozinhas americanas, salas de jantar e estar (MATERIAIS, 2019).

FIGURA 25 – PENDENTES



FONTE: <<http://blogpraconstruir.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Pendentes-768x339.png>>. Acesso em: 7 jan. 2019.

- Abajures

No caso dos abajures os suportes são de superfície. Geralmente eles possuem local para fixar uma ou duas lâmpadas e possuem cúpulas para amenizar a luz. As lâmpadas são voltadas para o teto e as cúpulas amenizam a iluminação, criando ambientes intimistas. Podem ser apoiados no chão, escrivaninhas e mesas de trabalho e criados mudos (MATERIAIS, 2019).

FIGURA 26 – ABAJURES



FONTE: <<http://blogpraconstruir.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Abajures-768x383.png>>. Acesso em: 7 jan. 2019.

- Arandelas

Já as arandelas são luminárias fixas nas paredes. Muitas vezes encontradas em corredores, hall de entradas e salas de estar. São muito decorativas, variando de materiais, tipos de acabamentos, efeitos e cores.

Criam ambientes intimistas e uma iluminação suave, já que seu suporte da lâmpada é virado para a parede, criando uma iluminação difusa (MATERIAIS, 2019).

FIGURA 27 – ARANDELAS



FONTE: <<http://blogpraconstruir.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Arandelas-768x264.png>>. Acesso em: 7 jan. 2019.

3 COMO USAR OS MATERIAIS ELÉTRICOS NA OBRA?

Os materiais elétricos são utilizados para montagem de todos os circuitos elétricos do imóvel.

Eles são responsáveis pela condução segura da energia elétrica provinda da rua para os pontos de uso dentro da construção como tomadas, lâmpadas, chuveiros, entre outros.

4 COMO COMPRAR MATERIAIS ELÉTRICOS?

Os fios, cabos e eletrodutos são vendidos em rolos de 15 até 100 m ou por metro para reformas pequenas. Os outros materiais são vendidos por peça.

Nas embalagens dos produtos é importante verificar se há informações como razão social, CNPJ, endereço e telefone do fabricante, além das medidas e especificações como tensão e corrente elétrica.

FIGURA 28 – COMPRA DE MATERIAL ELÉTRICO



FONTE: <<http://blogpraconstruir.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Como-comprar-materiais-el%C3%A9tricos.jpg>>. Acesso em: 7 jan. 2019.

Procure comprar os materiais elétricos de fabricantes que possuem certificação de conformidade do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro).

O selo do INMETRO garante que as peças foram feitas obedecendo às normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) para instalações elétricas de baixa tensão.

Os materiais utilizados para condução de energia devem ser de cobre ou liga de cobre, mas nunca conter material ferroso. Você pode testar a presença de material ferroso com um ímã. Se grudar, tem ferro.

Na hora de escolher lâmpadas, verifique a voltagem, intensidade de luz, cor e a classificação quanto ao consumo de energia. Prefira produtos com classificação A para ter um menor consumo de energia.

5 COMO ARMAZENAR OS MATERIAIS ELÉTRICOS?

Ao receber os produtos no canteiro de obra, verifique se os produtos são exatamente o que foi pedido.

Os materiais elétricos devem ser armazenados em locais protegidos, cobertos e afastados do chão e paredes, sendo dispostos em tabladados ou prateleiras.

FIGURA 29 – ARMAZENAGEM DE MATERIAIS ELÉTRICOS



FONTE: <<http://blogpraconstruir.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Como-armazenar-os-materiais-el%C3%A9tricos.jpg>>. Acesso em: 7 jan. 2019.

Eles devem ser mantidos dentro de suas embalagens originais até o momento do uso. Para facilitar e agilizar na hora da instalação elétrica, recomenda-se separar os materiais elétricos por tipo de material e voltagens. Alguns materiais, como as lâmpadas, espelhos de tomadas e interruptores são frágeis e devem ser entregues na obra sempre próximo da instalação.

6 QUAIS AS MARCAS E FABRICANTES DE MATERIAIS ELÉTRICOS?

Os fabricantes de materiais elétricos são diversos no mercado, atualmente os principais são:

- **Megatron:** foi fundada em 1998 e inicialmente produzia somente cabos para antenas. Hoje a empresa é especializada em fios e cabos e conta com equipamentos de alta tecnologia e laboratórios que atuam em todo o processo fabril para garantir qualidade e satisfação dos clientes.
- **Tuboline:** fundada em 1991 e atua no mercado com a fabricação de produtos para instalações elétricas de baixa, médias e alta tensão. Os seus produtos seguem rigidamente as Normas ABNT, sendo os principais os eletrodutos e caixas de luz.
- **SIL Fios:** uma empresa nacional e fornece fios e cabos elétricos desde 1974. A sua produção possui preocupação com qualidade e preço acessíveis ao mercado. Todos os seus produtos são certificados quanto as normas vigentes. Ela é atualmente reconhecida como a marca preferida entre revendedores.
- **Legrand:** é umas das marcas de referência mundial em inovações tecnológicas para conforto, segurança e comunicação. O grupo Legrand engloba as marcas Legrand, Bticino, HDL, Lorenzetti e Daneva. A marca Legrand é responsável pela fabricação de interruptores, tomadas, sistemas de automação residencial, interfonia, circuito fechado de televisão e sistema de alarme antifurto.
- **Schneider:** é uma empresa líder na transformação digital da gestão de energia e automação. Ela produz interruptores, tomadas, disjuntores e diversos outros materiais elétricos essenciais para instalações elétricas convencionais e de automação residencial.
- **Alumbra:** atua no mercado brasileiro desde 1963. Ela fabrica materiais elétricos de iluminação, comando e proteção, como: interruptores, tomadas, disjuntores, lâmpadas e outros acessórios.
- **Siemens:** atua há mais de 110 anos no Brasil e é uma marca reconhecida no ramo de materiais e equipamentos elétricos. Ela é especializada na área da construção civil e na produção de materiais para automação residencial, industrial e sistema de proteção contra incêndios.
- **Santos:** fabrica desde 1988 produtos elétricos de qualidade e normatizados para atender as exigências do mercado brasileiro. Ela fabrica fusíveis, plugs, tomadas, adaptadores e entre outros materiais elétricos utilizados em todos os tipos de obras.
- **OuroLux:** a Oourolux atua no mercado há mais de 25 anos e é considerada uma marca de referência nacional. Ela é especializada na produção de lâmpadas de LED, halógenas, incandescentes e fluorescentes.
- **Brilia:** é uma empresa fabricante de lâmpadas e luminárias de LED. Ela atua há 6 anos no mercado trazendo inovações e produtos de qualidade.
- **Osram:** pertence a um grupo líder na fabricação de produtos para iluminação e com atuação de mais de 100 anos no mercado mundial. Ela fabrica lâmpadas e luminárias para diversos setores, como automobilísticos, residencial e industrial.

- Signify: é o novo nome da empresa Philips Lighting. Ela é uma das marcas líderes na área de iluminação residencial e industrial. Ela fornece no mercado uma vasta gama de luminárias e lâmpadas LED e fluorescentes.
- Tigre: é uma multinacional brasileira, atuando em 40 países e em todo o Brasil. Ela é mais conhecida pela fabricação de tubos e conexões para sistemas hidráulicos, mas também tem uma linha completa de eletrodutos, caixas de passagem e quadros de luz.
- Amanco: assim como a Tigre, a Amanco também se destaca mais pela produção de materiais hidráulicos. Porém ela também disponibiliza uma linha completa de eletrodutos, quadros de distribuição e caixas de passagem de qualidade.

RESUMO DO TÓPICO 1

Neste tópico, você aprendeu que:

- Existem procedimentos e equipamentos apropriados para a instalação de equipamentos e dispositivos elétricos.
- É importante conhecer o princípio de funcionamento e estrutura dos materiais elétricos comumente utilizados nas instalações elétricas residenciais, tais como disjuntores, interruptores, lâmpadas, eletrodutos, fios, caixas de passagem, dentre outros.
- No mercado é possível encontrar diversas soluções em termos de fornecedores de materiais elétricos.
- Os fornecedores de kits postinho, por exemplo, devem ser homologados pela concessionária de energia elétrica da região, mas, outros materiais como interruptores e tomadas, não necessitam de homologação, nem mesmo certificação.
- É possível representar os esquemas de ligação, utilizando a representação multifilar, com mais de um fio, a representação unifilar, onde são apresentados os eletrodutos das instalações e a fiação de modo simplificado. Os diagramas unifilares representam as ligações dos diagramas multifilares, e que, enquanto os primeiros apresentam a quantidade de fios e onde devem ser conduzidos, os segundos indicam como devem ser ligados.
- A planta baixa das instalações elétricas, apresentam as informações necessárias referente à quantidade e diâmetro dos fios condutores e de proteção e ainda mostra os circuitos relacionados no quadro de distribuição.
- Os circuitos chegam ao QDG vindos do poste de ligação na entrada da unidade consumidora, e depois são distribuídos pelos cômodos da residência.
- Existem procedimentos específicos e normatizados para a realização de instalações elétricas residenciais, como, por exemplo, o uso de interruptor simples e tomada, interruptores paralelos, instalação de chuveiros e a necessidade de condutor de proteção em toda a unidade consumidora.
- É necessária a separação dos equipamentos, iluminação e sistemas de instalação em circuitos específicos, como, por exemplo, separar os circuitos de iluminação dos circuitos de tomada, utilizar um circuito específico para cargas como chuveiro e ar condicionado.
- É possível desenvolver a habilidade de leitura de planta baixa, uma vez que se conhece as normas e a simbologia que são utilizadas.



1 Dentre os tipos de lâmpadas comumente usadas, podem-se destacar:

- a) () Fluorescentes, LED, halógenas, de teto.
- b) () Incandescentes, de teto, LED, halógenas.
- c) () Fluorescentes, LED, halógenas, plafons.
- d) () Incandescentes, fluorescentes, LED, halógenas.
- e) () LED, halógenas, spots, incandescentes.

2 Observe as assertivas apresentadas.

- I- Equipamento eletromecânico que protege contra curto-circuito e sobrecarga.
- II- Componente fundamental para os sistemas de energia solar fotovoltaica.

Assinale a alternativa CORRETA que corresponde à definição dada por:

- a) () Opção I faz referência ao dispositivo DR e opção II ao medidor de energia ciclométrico.
- b) () Opção I faz referência ao disjuntor termomagnético e opção II ao medidor de energia ciclométrico.
- c) () Opção I faz referência ao disjuntor termomagnético e opção II ao medidor de energia bidirecional.
- d) () Opção I faz referência do dispositivo DR e opção II ao medidor de energia bidirecional.
- e) () Opção I faz referência ao disjuntor termomagnético e opção II ao medidor de energia de ponteiro.

PRÁTICAS DE LABORATÓRIO

1 INTRODUÇÃO

Serão apresentados esquemas de ligação para que possam ser executados, tanto em laboratório físico quanto em laboratório virtual ou até mesmo utilizando o próprio caderno de estudos, ficando a cargo do professor qual a melhor abordagem em função das necessidades e possibilidades.

Os circuitos elétricos são facilmente compreendidos quando se pode observar o seu diagrama de ligação. Em instalações elétricas esses circuitos podem ser representados pelo diagrama multifilar e diagrama unifilar.

Nas plantas elétricas são apresentados os diagramas unifilares dos circuitos, bem como a disposição dos componentes na planta baixa da unidade consumidora.

Faremos a descrição do processo de instalação elétrica para alguns esquemas de ligação, lembrando que a interpretação dos circuitos também é um dos objetivos da disciplina, uma vez que facilita a compreensão do projeto e montagem dos componentes.

Nesta descrição de procedimentos estamos supondo que os fios já foram inseridos nos eletrodutos e que estamos somente executando as ligações dos dispositivos. Estamos considerando ainda que foram seguidas as orientações normativas ao que se refere as cores dos fios de energia, ou seja, fio verde/amarelo para o fio Terra, fio azul para o fio Neutro. Para o fio fase vamos utilizar a cor preta e para o retorno a cor vermelha.

2 ESQUEMAS MULTIFILARES DE LIGAÇÃO

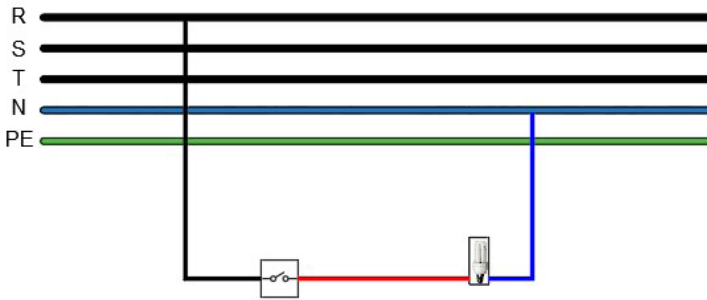
São apresentadas uma série de esquemas multifilares que podem servir como base e/ou referência para a elaboração de novos circuitos. Cada esquema aborda uma ou mais particularidades, seja na disposição dos componentes, suas ligações ou no número de fios condutores. As variações serão mais visíveis quando forem montados os esquemas unifilares que representam essas ligações.

Fica a critério do professor da disciplina, trabalhar esse conteúdo na forma de adequação de projetos, ou seja, traduzir em esquema unifilar os esquemas multifilares apresentados, na forma de execução dos esquemas unifilares e posterior montagem, seja em laboratório físico e/ou laboratório virtual. De qualquer forma, o entendimento da leitura do diagrama multifilar é essencial para o entendimento da montagem do diagrama unifilar correspondente.

2.1 INTERRUPTOR SIMPLES

Interruptor simples, de uma tecla, acionando uma lâmpada fluorescente compacta.

FIGURA 29 – ESQUEMA DE INTERRUPTOR SIMPLES

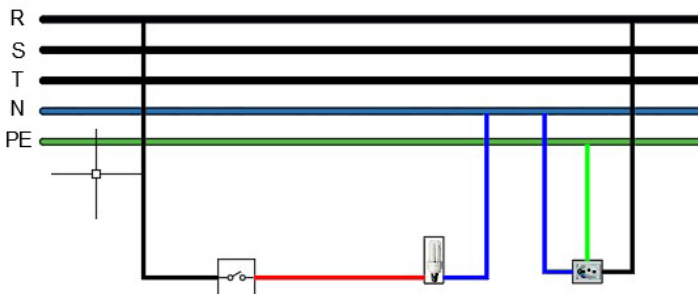


FONTE: O autor

2.2 INTERRUPTOR SIMPLES E TOMADA

Interruptor simples, de uma tecla, acionando uma lâmpada fluorescente compacta e circuito contendo uma tomada monofásica.

FIGURA 30 – ESQUEMA DE INTERRUPTOR SIMPLES E TOMADA

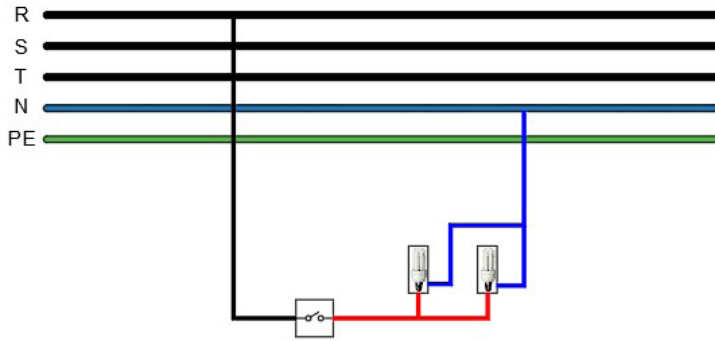


FONTE: O autor

2.3 INTERRUPTOR SIMPLES E DUAS LÂMPADAS

Interruptor simples, de uma tecla, acionando duas lâmpadas fluorescentes compactas.

FIGURA 31 – ESQUEMA DE INTERRUPTOR SIMPLES E DUAS LÂMPADAS

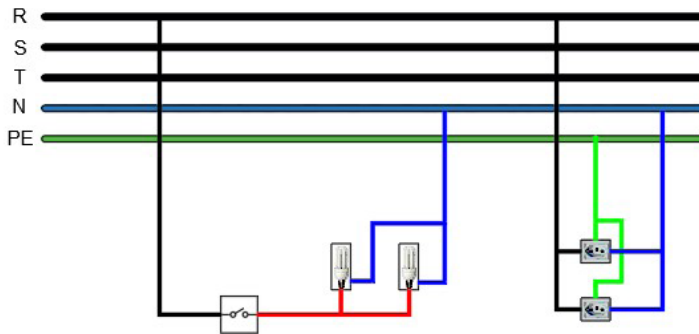


FONTE: O autor

2.4 INTERRUPTOR SIMPLES, DUAS LÂMPADAS E TOMADAS

Interruptor simples, de uma tecla, acionando duas lâmpadas fluorescentes compactas e circuito contendo duas tomadas monofásicas.

FIGURA 32 – ESQUEMA DE INTERRUPTOR SIMPLES, DUAS LÂMPADAS E TOMADAS

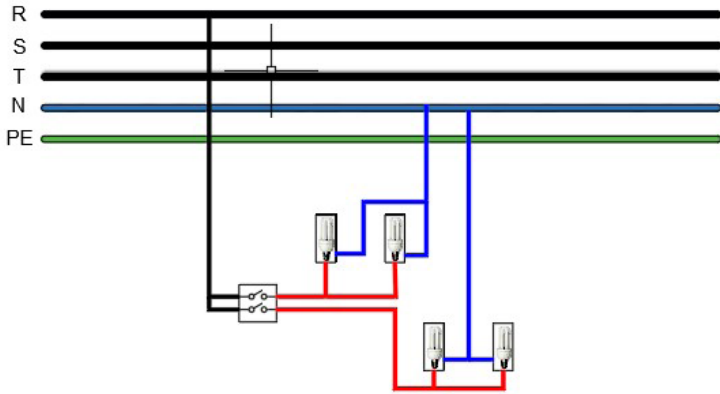


FONTE: O autor

2.5 INTERRUPTOR DUPLO

Interruptor duplo, com duas teclas independentes, acionando, cada tecla, dois conjuntos independentes de lâmpadas fluorescentes compactas.

FIGURA 33 – ESQUEMA DE INTERRUPTOR DUPLO

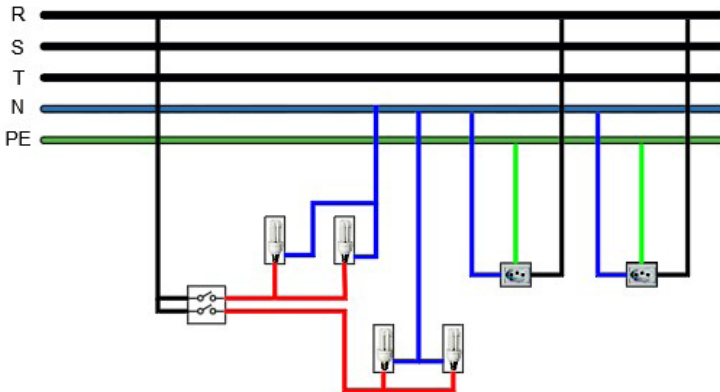


FONTE: O autor

2.6 INTERRUPTOR DUPLO E TOMADAS

Interruptor duplo, com duas teclas independentes, acionando, cada tecla, dois conjuntos independentes de lâmpadas fluorescentes compactas. Duas tomadas monofásicas ligadas na mesma fase.

FIGURA 34 – ESQUEMA DE INTERRUPTOR DUPLO E TOMADAS

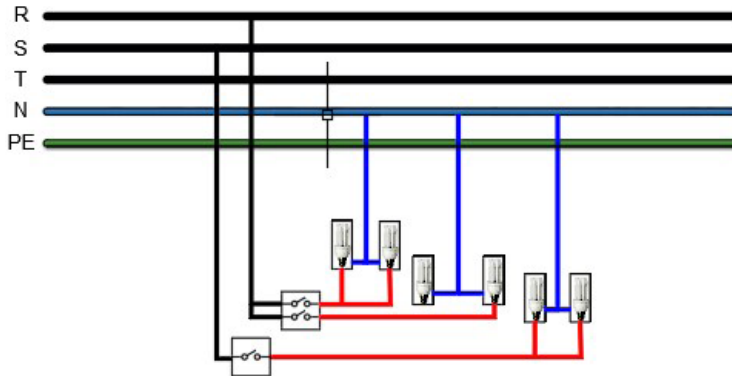


FONTE: O autor

2.7 INTERRUPTOR DUPLO E SIMPLES

Interruptor duplo, com duas teclas independentes, acionando, cada tecla, dois conjuntos independentes de lâmpadas fluorescentes compactas e um interruptor simples, de uma tecla, acionando duas lâmpadas fluorescentes compacta.

FIGURA 35 – ESQUEMA DE INTERRUPTOR DUPLO E SIMPLES

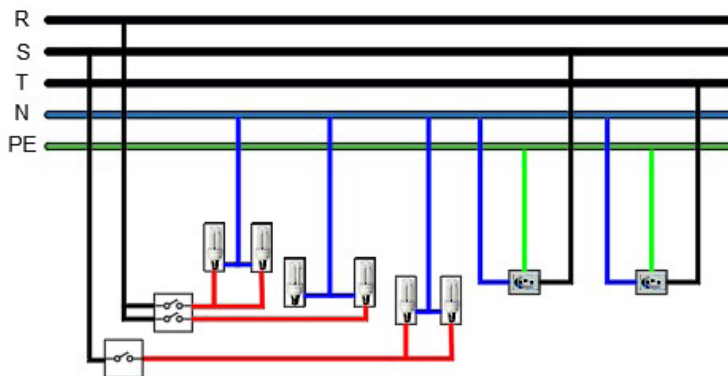


FONTE: O autor

2.8 INTERRUPTOR DUPLO, SIMPLES E TOMADAS

Interruptor duplo, com duas teclas independentes, acionando, cada tecla, dois conjuntos independentes de lâmpadas fluorescentes compactas e um interruptor simples, de uma tecla, acionando um conjunto com duas lâmpadas fluorescentes compacta. Duas tomadas monofásicas ligadas em duas fases diferentes.

FIGURA 36 – ESQUEMA DE INTERRUPTOR DUPLO, SIMPLES E TOMADAS

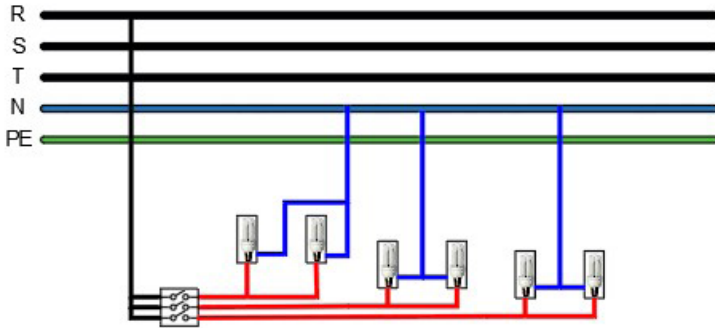


FONTE: O autor

2.9 INTERRUPTOR TRIPLO

Interruptor triplo, com três teclas independentes, acionando, cada tecla, um conjunto independente com duas lâmpadas fluorescentes compactas.

FIGURA 37 – ESQUEMA DE INTERRUPTOR TRIPLO

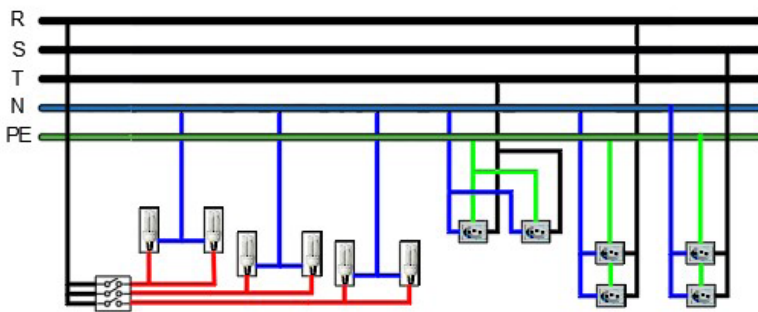


FONTE: O autor

2.10 INTERRUPTOR TRIPLO E TOMADAS

Interruptor triplo, com três teclas independentes, acionando, cada tecla, um conjunto independente com duas lâmpadas fluorescentes compactas. Três conjuntos de duas tomadas independentes entre si, ou seja, cada conjunto ligado em uma fase diferente.

FIGURA 38 – ESQUEMA DE INTERRUPTOR TRIPLO E TOMADAS

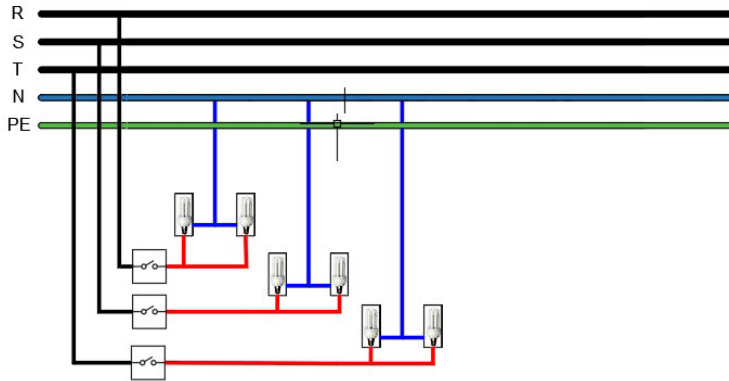


FONTE: O autor

2.1.1 CONJUNTO DE INTERRUPTOR SIMPLES

Três interruptores simples, cada qual acionando um conjunto de duas lâmpadas fluorescentes compactas.

FIGURA 39 – ESQUEMA DE CONJUNTO DE INTERRUPTORES SIMPLES

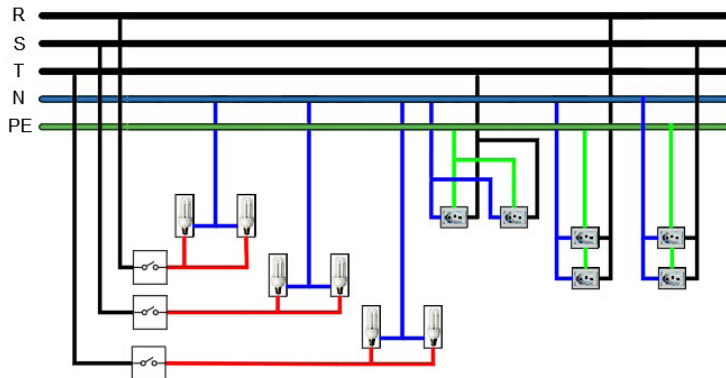


FONTE: O autor

2.1.2 CONJUNTO DE INTERRUPTOR SIMPLES E TOMADAS

Três interruptores simples, cada qual acionando um conjunto de duas lâmpadas fluorescentes compactas. Três conjuntos de duas tomadas ligadas a fases distintas.

FIGURA 40 – ESQUEMA DE CONJUNTO DE INTERRUPTOR SIMPLES E TOMADAS

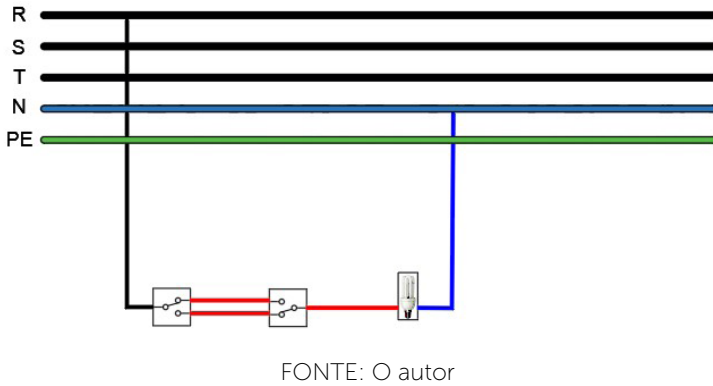


FONTE: O autor

2.13 CONJUNTO DE INTERRUPTORES *THREE-WAY* OU PARALELO

Dois interruptores paralelos acionando uma lâmpada fluorescente compacta.

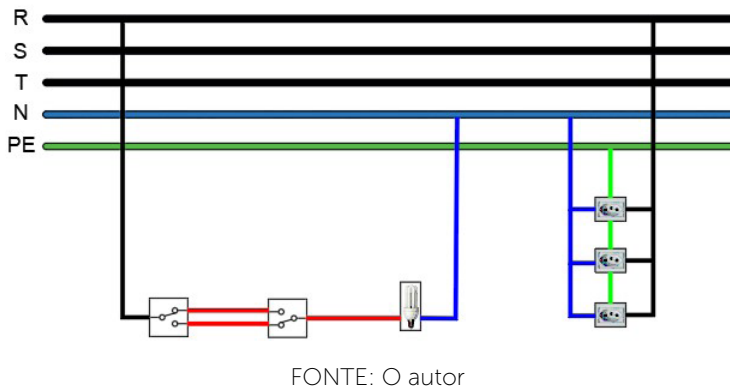
FIGURA 41 – ESQUEMA DE CONJUNTO DE INTERRUPTORES *THREE-WAY* OU PARALELO



2.14 CONJUNTO DE INTERRUPTORES *THREE-WAY* (PARALELO) E TOMADAS

Dois interruptores paralelos acionando uma lâmpada fluorescente compacta e três tomadas ligadas à mesma fase.

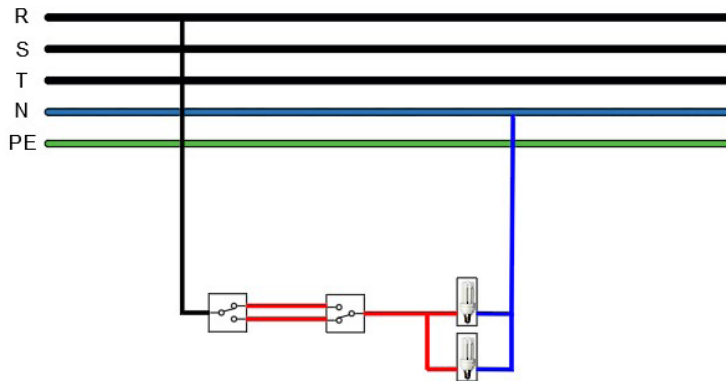
FIGURA 42 – ESQUEMA DE CONJUNTO DE INTERRUPTORES *THREE-WAY* (PARALELO) E TOMADAS



2.15 INTERRUPTORES *THREE-WAY* OU PARALELO COM LÂMPADAS

Dois interruptores paralelos acionando duas lâmpadas fluorescentes compactas.

FIGURA 43 – ESQUEMA DE INTERRUPTORES *THREE-WAY* OU PARALELO COM LÂMPADAS

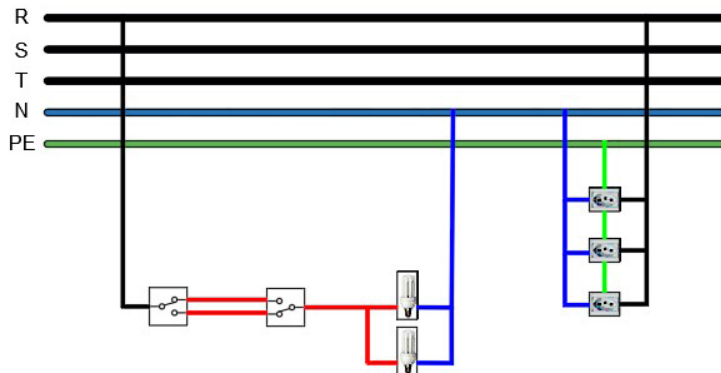


FONTE: O autor

2.16 INTERRUPTORES *THREE-WAY* OU PARALELO E TOMADAS

Dois interruptores paralelos acionando duas lâmpadas fluorescentes compactas e três tomadas ligadas à mesma fase.

FIGURA 44 – ESQUEMA DE INTERRUPTORES *THREE-WAY* OU PARALELO E TOMADAS

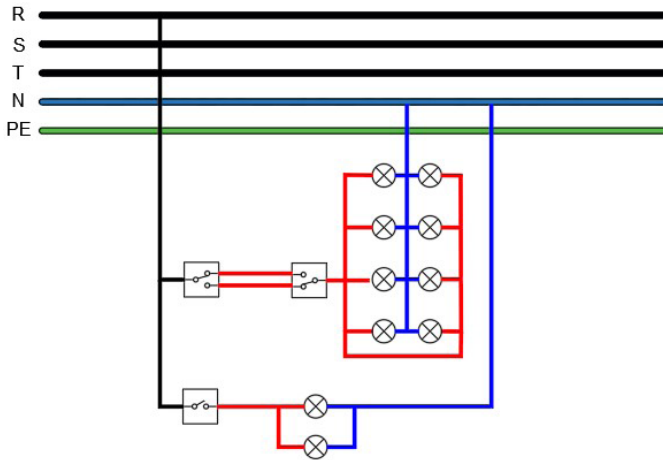


FONTE: O autor

2.17 CENÁRIO 1A

Garagem, interruptor *thre-way* ou paralelo acionando oito lâmpadas;
Salão de festas, interruptor simples acionando duas lâmpadas.

FIGURA 45 – ESQUEMA CENÁRIO 1A

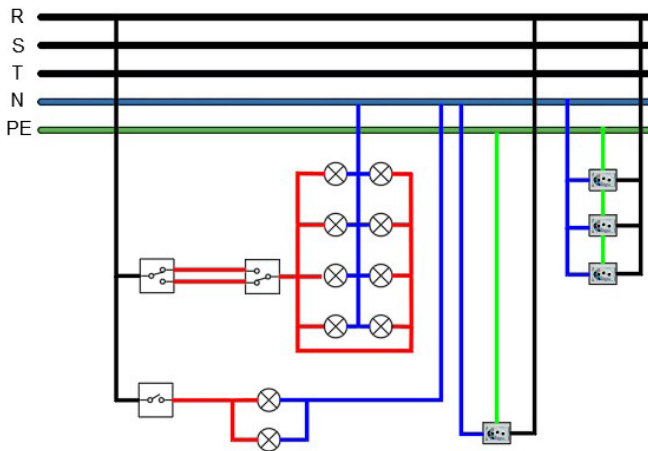


FONTE: O autor

2.18 CENÁRIO 1B

Garagem, interruptor *thre-way* ou paralelo acionando oito lâmpadas com
três tomadas; Salão de festas, interruptor simples acionando duas lâmpadas e
uma tomada.

FIGURA 46 – ESQUEMA CENÁRIO 1B

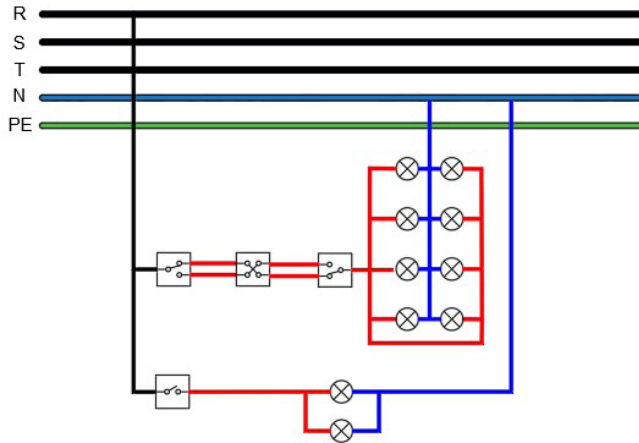


FONTE: O autor

2.19 INTERRUPTORES *THREE-WAY*, *FOUR-WAY* E SIMPLES

Três pontos para ligação de iluminação de garagem, interruptor *three-way* ou paralelo e intermediário e interruptor simples para iluminação de salão de festas, para prédio de pequeno porte.

FIGURA 47 – ESQUEMA DE INTERRUPTORES *THREE-WAY*, *FOUR-WAY* E SIMPLES

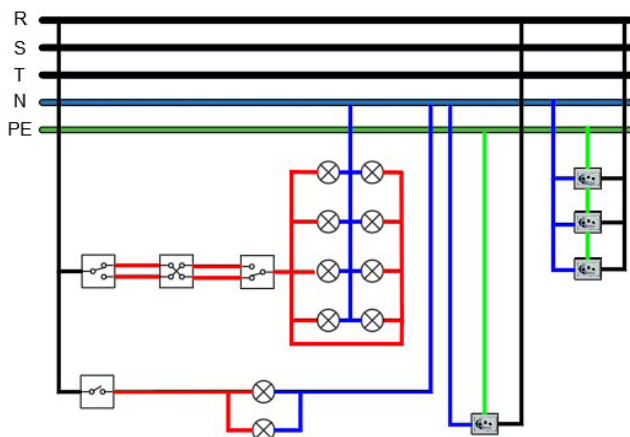


FONTE: O autor

2.20 INTERRUPTORES *THREE-WAY*, *FOUR-WAY*, SIMPLES E TOMADAS

Três pontos para ligação de iluminação de garagem, interruptor *three-way* ou paralelo e intermediário, e interruptor simples para iluminação de salão de festas, para prédio de pequeno porte. Três tomadas na garagem e uma no salão de festas.

FIGURA 47 – ESQUEMA DE INTERRUPTORES *THREE-WAY*, *FOUR-WAY*, SIMPLES E TOMADAS

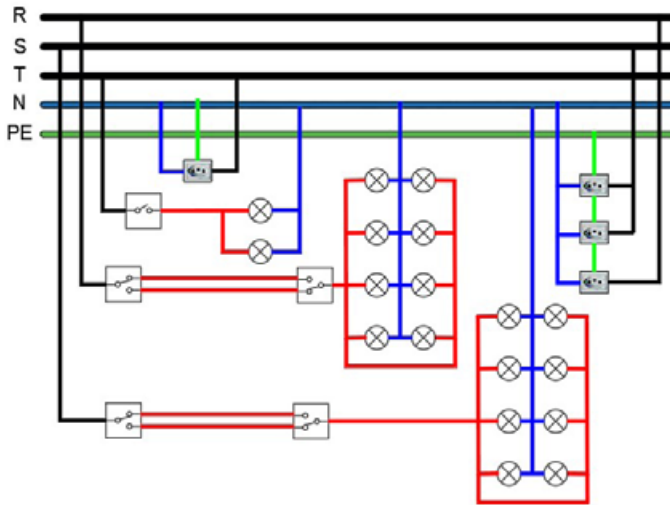


FONTE: O autor

2.21 LIGAÇÃO DE MÚLTIPLAS LÂMPADAS E TOMADAS

Exemplo de aplicação: garagem médio/grande porte com quatro interruptores, sendo que, cada conjunto, liga oito lâmpadas e três tomadas. Uma área separada de depósito de material de limpeza e ponto de estada de vigilante, com iluminação acionada por interruptor simples e tomada.

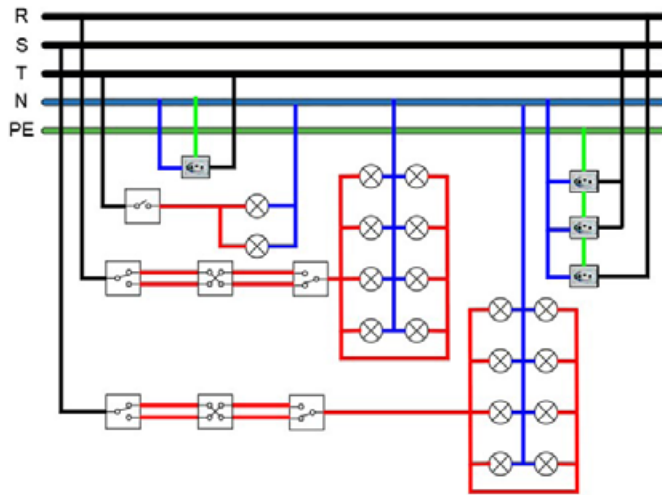
FIGURA 48 – ESQUEMA DE LIGAÇÃO DE MÚLTIPLAS LÂMPADAS E TOMADAS



FONTE: O autor

2.22 INTERRUPTORES *FOUR-WAY* E TOMADAS

Exemplo de aplicação: semelhante ao diagrama anterior, entretanto, com um interruptor intermediário (*four-way*) a mais. Garagem médio/grande porte com quatro interruptores, sendo que, cada conjunto, liga oito lâmpadas e três tomadas. Uma área separada de depósito de material de limpeza e ponto de estada de vigilante, com iluminação acionada por interruptor simples e tomada.

FIGURA 49 – ESQUEMA DE INTERRUPTORES *FOUR-WAY* E TOMADAS

FONTE: O autor

RESUMO DO TÓPICO 2

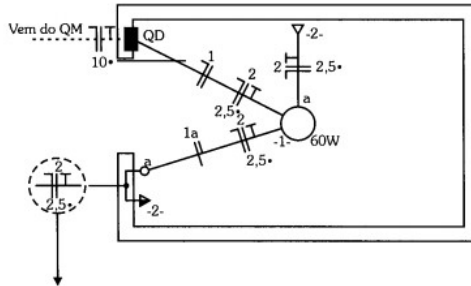
Neste tópico, você aprendeu que:

- Os diagramas unifilares representam, de uma forma simplificada e esquematizada, as ligações dos diagramas multifilares, e que, enquanto os primeiros apresentam a quantidade de fios e onde devem ser ligados, os segundos indicam como devem ser ligados.
- Um diagrama multifilar pode ter diferentes diagramas unifilares. A esquematização do diagrama unifilar depende de como é realizada a ligação do circuito com o quadro geral de medição e como estão as disposições das caixas de passagem e a localização dos pontos de interruptores, lâmpadas e outros dispositivos que pertençam ao diagrama multifilar.
- Existem princípios básicos normalizados para as instalações elétricas, que, se seguidos, colaboram para a segurança nas instalações elétricas, por exemplo, o fio fase sempre é ligado ao interruptor. Nesse caso, a proteção está no fato de que em havendo alguma interrupção no circuito, como uma lâmpada queimada, o usuário desliga o interruptor e procede à troca da lâmpada em segurança, uma vez que no bocal da lâmpada estão ligados o fio neutro e o retorno, condutores estes que somente serão energizados quando o interruptor for acionado.
- A divisão em circuitos visa melhorar a distribuição de carga da unidade consumidora. E são representados nos esquemas multifilares, quando existe a instalação de um esquema em mais de uma fase.
- A planta baixa das instalações elétricas, apresentam as informações necessárias referente à quantidade e diâmetro dos fios condutores e de proteção e ainda mostra os circuitos relacionados no quadro de distribuição.



1 Dada a planta baixa da figura, faça o diagrama multifilar e o diagrama unifilar da instalação elétrica e responda as perguntas pertinentes.

- Quantos circuitos possui a planta?
- Quantas tomadas existem na planta?
- Qual a bitola do fio condutor do circuito 2?

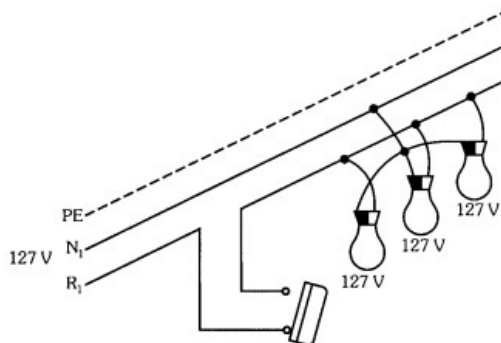


FONTE: Carvalin e Cevelin (2006, p. 127)

Diagrama multifilar



2 Dado o esquema funcional, represente os diagramas multifilar e unifilar.



FONTE: Carvalin e Cevalin (2006, p. 127)

Diagrama multifilar



ATIVIDADES TEÓRICO/PRÁTICA

1 INTRODUÇÃO

Este tópico foi concebido para ser utilizado tanto em aulas teóricas, trabalhando em termos de projeto de instalações elétricas em planta baixa, como em aulas práticas, realizando a instalação elétrica no laboratório de instalações elétricas.

Os tópicos podem ser desenvolvidos tanto em laboratório físico como virtual. Independentemente do tipo de laboratório, os procedimentos de segurança e organização devem ser seguidos. Com o objetivo de incentivar a fixação desses procedimentos, a observância deles também pode ser avaliada pelo professor.

Antes de qualquer atividade laboratorial é necessária uma abordagem introdutória referente à norma regulamentadora NR10, que já foi citada em capítulos anteriores.

Todos os procedimentos podem ser adaptados, segundo a disponibilidade dos laboratórios, bem como a estruturação deles, em termos de materiais e ferramentas para utilização.

Para cada atividade no laboratório, o aluno deve:

- Indicar na lista a quantidade de material, componentes e ferramentas que irá utilizar, no subtópico 2 é sugerido um modelo de formulário que poderá ser utilizado e/ou adaptado segundo as práticas que serão realizadas.
- O material solicitado será separado e você fará a instalação com o material recebido
- O trabalho será considerado concluído quando forem realizadas as instalações e entregues o diagrama multifilar, unifilar da instalação, assim como devolvida a caixa de ferramentas conforme recebida e realizada.

O aluno receberá uma caixa de ferramentas e uma lista delas, e deve verificá-las antes do início das atividades. Na falta de alguma ferramenta, o professor deve ser avisado a fim de que possa providenciar as ferramentas faltantes para a sua instalação.

2 ORIENTAÇÕES NORMATIVAS NBR 5410

Realizar a instalação elétrica na planta baixa apresentada conforme os requisitos da NBR 5410, no item 9.5.2 Previsão de carga (ABNT, 2008, p. 182).

9.5.2 Previsão de carga

9.5.2.1 Iluminação

9.5.2.1.1 Em cada cômodo ou dependência deve ser previsto pelo menos um ponto de luz fixo no teto, comandado por interruptor.

Notas:

- 1 Nas acomodações de hotéis, motéis e similares pode-se substituir o ponto de luz fixo no teto por tomada de corrente, com potência mínima de 100 VA, comandada por interruptor de parede.
- 2 Admite-se que o ponto de luz fixo no teto seja substituído por ponto na parede em espaços sob escada, depósitos, despensas, lavabos e varandas, desde que de pequenas dimensões e onde a colocação do ponto no teto seja de difícil execução ou não conveniente.
- 3 Sobre interruptores para uso doméstico e análogo, ver ABNT NBR 6527.

9.5.2.1.2 Na determinação das cargas de iluminação, como alternativa à aplicação da ABNT NBR 5413, conforme prescrito na alínea a) de 4.2.1.2.2, pode ser adotado o seguinte critério:

- a) em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6 m², deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA;
- b) em cômodo ou dependências com área superior a 6 m², deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA para os primeiros 6 m², acrescida de 60 VA para cada aumento de 4 m² inteiros.

Nota: Os valores apurados correspondem à potência destinada à iluminação para efeito de dimensionamento dos circuitos, e não necessariamente à potência nominal das lâmpadas.

9.5.2.2 Pontos de tomada

9.5.2.2.1 Número de pontos de tomada

O número de pontos de tomada deve ser determinado em função da destinação do local e dos equipamentos elétricos que podem ser aí utilizados, observando-se no mínimo os seguintes critérios:

- a) em banheiros, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada, próximo ao lavatório, atendidas as restrições de 9.1;
- b) em cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, cozinha-área de serviço, lavanderias e locais análogos, deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada para cada 3,5 m, ou fração, de perímetro, sendo que acima da bancada da pia devem ser previstas no mínimo duas tomadas de corrente, no mesmo ponto ou em pontos distintos;
- c) em varandas, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada;

Nota: Admite-se que o ponto de tomada não seja instalado na própria varanda, mas próximo ao seu acesso, quando a varanda, por razões construtivas, não comportar o ponto de tomada, quando sua área for inferior a 2 m² ou, ainda, quando sua profundidade for inferior a 0,80 m.

d) em salas e dormitórios devem ser previstos pelo menos um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível;

Nota: Particularmente no caso de salas de estar, deve-se atentar para a possibilidade de que um ponto de tomada venha a ser usado para alimentação de mais de um equipamento, sendo recomendável equipá-lo, portanto, com a quantidade de tomadas julgada adequada.

e) em cada um dos demais cômodos e dependências de habitação devem ser previstos pelo menos:

- um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for igual ou inferior a 2,25 m². Admite-se que esse ponto seja posicionado externamente ao cômodo ou dependência, a até 0,80 m no máximo de sua porta de acesso;
- um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for superior a 2,25 m² e igual ou inferior a 6 m² ;
- um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, se a área do cômodo ou dependência for superior a 6 m², devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível.

9.5.2.2.2 Potências atribuíveis aos pontos de tomada

A potência a ser atribuída a cada ponto de tomada é função dos equipamentos que ele poderá vir a alimentar e não deve ser inferior aos seguintes valores mínimos:

- a) em banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até três pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, considerando-se cada um desses ambientes separadamente. Quando o total de tomadas no conjunto desses ambientes for superior a seis pontos, admite-se que o critério de atribuição de potências seja de no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até dois pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, sempre considerando cada um dos ambientes separadamente;
- b) nos demais cômodos ou dependências, no mínimo 100 VA por ponto de tomada.

FONTE: <https://hosting.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/normas%20e%20relat%F3rios/NRs/nbr_5410.pdf>. Acesso em: 9 jan. 2020.



Pontos de Iluminação

No mínimo um ponto de luz fixo no teto (100 VA) comandado por interruptor, para cada cômodo ou dependência.

Em cômodos ou dependências com área:

- $\leq 6 \text{ m}^2$, carga mínima de 100 VA;
- 6 m^2 , carga mínima de 100 VA para os primeiros 6 m^2 , acrescida de 60 VA para cada aumento de 4 m^2 inteiros.

Nota: os valores apurados correspondem à potência destinada a iluminação para efeito de dimensionamento dos circuitos, e não necessariamente à potência nominal das lâmpadas.

Pontos de Tomadas

- locais com área $\leq 6 \text{ m}^2$: Ao menos 1 tomada;
- locais com área $> 6 \text{ m}^2$: 1 tomada a cada 5 m ou fração do perímetro, com tomadas bem espaçadas e uniformemente de acordo com o projeto;
- cozinhas, copas, e áreas de serviço: 1 tomada a cada 3,5 m ou perímetro fracionado, lembrando que se deve haver ao menos 1 TUG em cima de cada pia;
- subsolos, varandas e garagens: 1 tomada ao menos;
- banheiros: 1 tomada ao menos junto ao lavatório e afastada 60 cm do box;

O cálculo das tomadas TUG para cada local será feita pelo cálculo:

$$NTUG = \frac{P}{fator}$$

Em que:

$NTUG$ = Número de TUG's.

P = Perímetro do local (m).

$fator$ = Fator normalizado referente à cada cômodo.

Ainda sobre a NBR 5410, seguem alguns itens da norma NBR 5410 que diz a respeito sobre tomada e iluminação em um mesmo circuito:

4.2.5.5 Os circuitos terminais devem ser individualizados pela função dos equipamentos de utilização que alimentam. Em particular, devem ser previstos circuitos terminais distintos para pontos de iluminação e para pontos de tomada.

Nota: Para locais de residência, verificar o item 9.5.3 da norma.

[...]

9.5.3 Divisão da instalação

9.5.3.1 Todo ponto de utilização previsto para alimentar, de modo exclusivo ou virtualmente dedicado, equipamento com corrente nominal superior a 10 A deve constituir um circuito independente.

9.5.3.2 Os pontos de tomada de cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos devem ser atendidos por circuitos exclusivamente destinados à alimentação de tomadas desses locais.

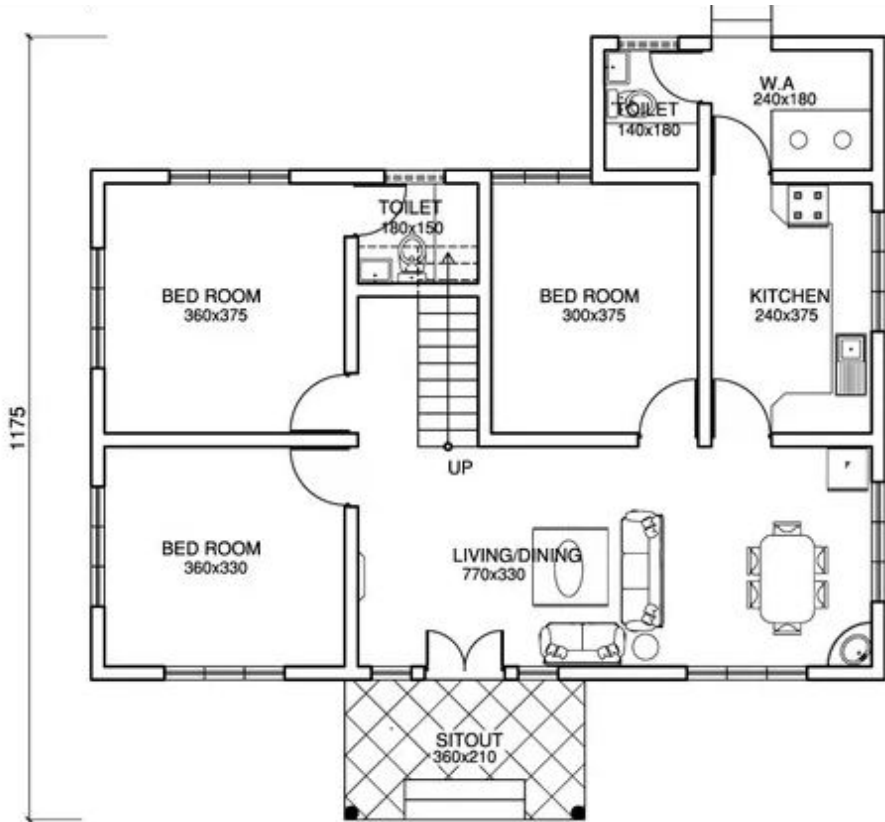
FONTE: <https://hosting.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/normas%20e%20relat%F3rios/NRs/nbr_5410.pdf>. Acesso em: 9 jan. 2020.

3 PLANTA BAIXA PARA AS ATIVIDADES

Serão propostos exercícios de instalação elétrica em planta baixa. Em um primeiro momento, não serão considerados os requisitos de norma, entretanto será exigido do aluno que tenha a habilidade de montar diagramas multifilares e posteriormente desenhar o diagrama unifilar na própria planta, fazendo as ligações necessárias.

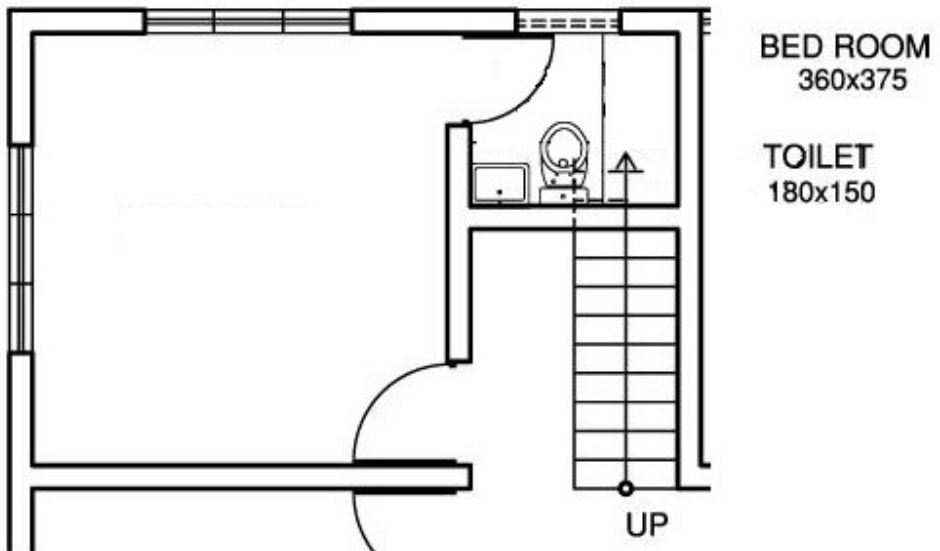
A Figura 50 apresenta uma planta baixa modelo para desenvolver os exercícios de instalação elétrica.

FIGURA 50 – PLANTA BAIXA MODELO



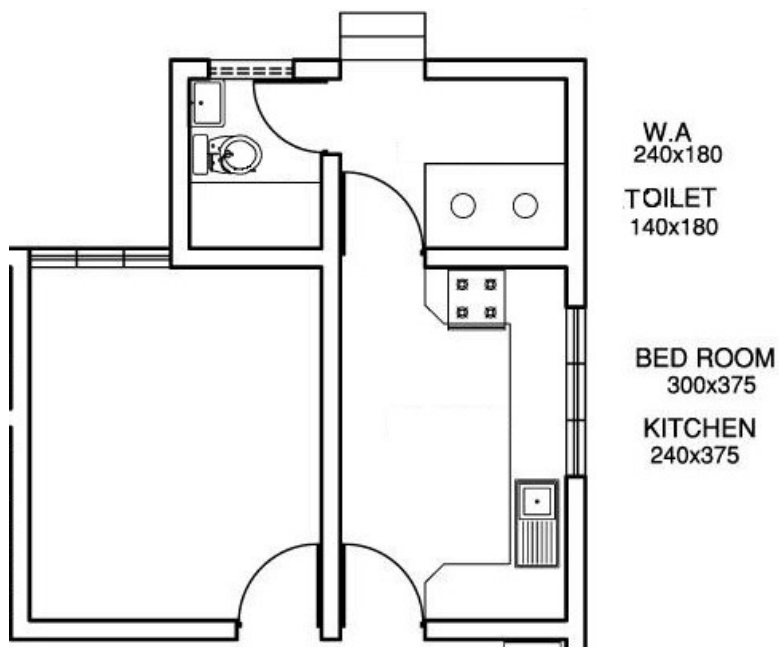
Fonte: <<http://twixar.me/t8PT>>. Acesso em: 8 jan. 2020.

FIGURA 51 – PLANTA MODELO PARTE 1



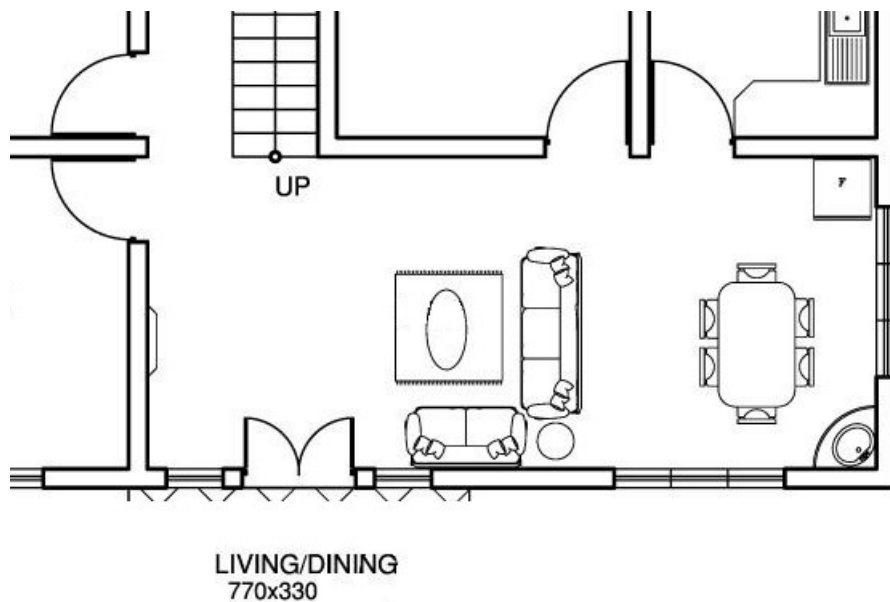
Fonte: Adaptado de <<http://twixar.me/t8PT>>. Acesso em 8 jan. 2020.

FIGURA 52 - PLANTA MODELO PARTE 2



Fonte: Adaptado de <<http://twixar.me/t8PT>>. Acesso em 8 jan. 2020.

FIGURA 53 - PLANTA MODELO PARTE 3



Fonte: Adaptado de <<http://twixar.me/t8PT>>. Acesso em 8 jan. 2020.

Neste primeiro exercício, desconsiderar as informações de área e comprimento dos cômodos. Realizar as instalações propostas, preenchendo o formulário de materiais e componentes.

4 PRÁTICA 1 QUARTO E BANHEIRO CONFIGURAÇÃO 1

Utilizar a Figura 51 para a instalação de duas lâmpadas acionadas por um interruptor simples e três tomadas no quarto. No banheiro instalar uma lâmpada teto e uma arandela e uma tomada média.

Diagrama multifilar:



Formulário de materiais e componentes

Nome do aluno/Grupo:

Atividade: _____

Data: _____ Folha: _____

Qtd.	Entregue	Descriminação do material

Obs.:

5 PRÁTICA 2: QUARTO E BANHEIRO CONFIGURAÇÃO 2

Utilizar a Figura 51 para a instalação de duas lâmpadas acionadas por um interruptor duplo e duas tomadas no quarto. Na escada, instalar lâmpada na parede e interruptor paralelo.

Diagrama multifilar:



Formulário de materiais e componentes

Nome do aluno/Grupo:

Atividade: _____

Data: _____ Folha: _____

Qtd.	Entregue	Descriminação do material

Obs.:

6 PRÁTICA 3: QUARTO E BANHEIRO CONFIGURAÇÃO 3

Utilizar a Figura 51 para a instalação de duas lâmpadas acionadas por um interruptor paralelo e três tomadas no quarto. No banheiro, instalar uma lâmpada teto e uma arandela e uma tomada média e uma tomada alta.

Diagrama multifilar:



Formulário de materiais e componentes

Nome do aluno/Grupo:

Atividade: _____

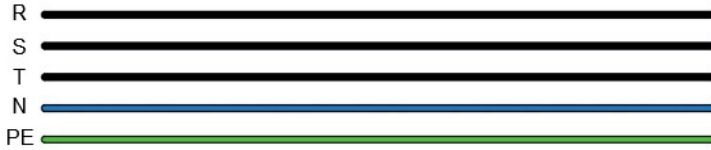
Data: _____ Folha: _____

Qtd.	Entregue	Descriminação do material

Obs.:

7 PRÁTICA 4: QUARTO, COZINHA E BANHEIRO

Utilizar a Figura 52 para a instalação de duas lâmpadas ligadas por interruptor paralelo e três tomadas no quarto, um conjunto de lâmpadas fluorescentes de 2 x 40 W ligadas por interruptor paralelo, duas tomadas de uso geral e 3 tomadas de uso específico na cozinha e duas lâmpadas e duas tomadas no banheiro.



Formulário de materiais e componentes

Nome do aluno/Grupo:

Atividade: _____

Data: _____ Folha: _____

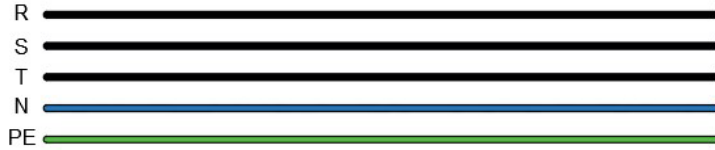
Qtd.	Entregue	Descriminação do material

Obs.:

8 PRÁTICA 5: SALA E VARANDA

Utilizar a Figura 53 para a instalação de dois conjuntos de duas lâmpadas ligadas por interruptores paralelos, sendo que um conjunto será instalado na sala e outro na varanda, nos dois cômodos devem ser instalados oito tomadas baixas.

Diagrama multifilar:



Formulário de materiais e componentes

Nome do aluno/Grupo: _____

Atividade: _____

Data: _____ Folha: _____

Qtd.	Entregue	Descriminação do material

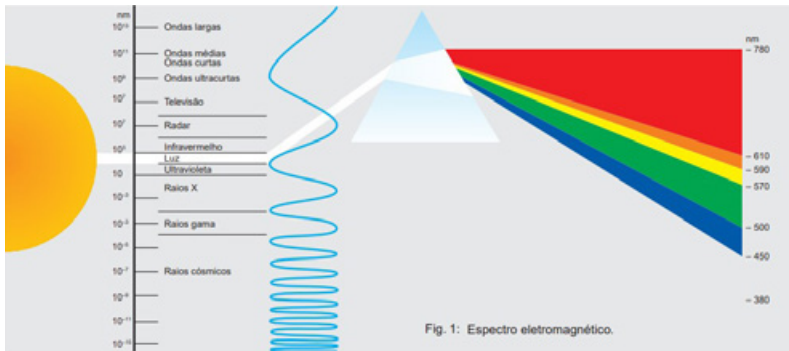
Obs.: _____

LEITURA COMPLEMENTAR

O QUE É LUZ?

Uma fonte de radiação que emite ondas eletromagnéticas. Elas possuem diferentes comprimentos, e o olho humano é sensível a somente alguns. Luz é, portanto, a radiação eletromagnética capaz de produzir uma sensação visual (Figura 1). A sensibilidade visual para a luz varia não só de acordo com o comprimento de onda da radiação, mas também com a luminosidade.

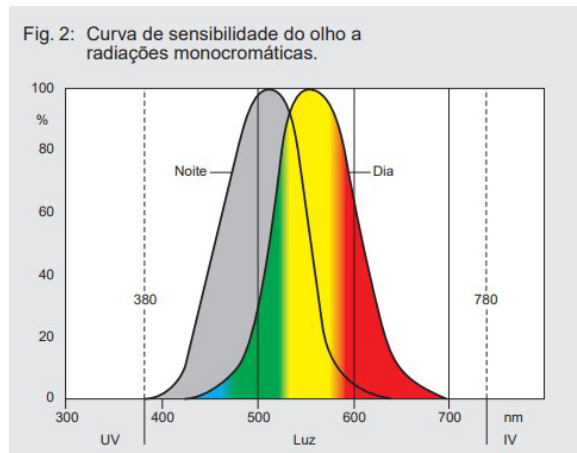
FIGURA 1 – ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO



FONTE: <http://www.ufrgs.br/labcon2/Aula20_GrandezasFotometricas.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2020.

A curva de sensibilidade do olho humano demonstra que radiações de menor comprimento de onda (violeta e azul) geram maior intensidade de sensação luminosa quando há pouca luz (ex. crepúsculo, noite, etc.), enquanto as radiações de maior comprimento de onda (laranja e vermelho) se comportam ao contrário (Figura 2).

FIGURA 2 – CURVA DE SENSIBILIDADE DO OLHO A RADIAÇÕES MONOCROMÁTICAS



FONTE: <http://www.ufrgs.br/labcon2/Aula20_GrandezasFotometricas.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2020.

Luz e cores

Há uma tendência em pensarmos que os objetos já possuem cores definidas. Na verdade, a aparência de um objeto é resultado da iluminação incidente sobre o mesmo. Sob uma luz branca, a maçã aparenta ser de cor vermelha pois ela tende a refletir a porção do vermelho do espectro de radiação absorvendo a luz nos outros comprimentos de onda. Se utilizássemos um filtro para remover a porção do vermelho da fonte de luz, a maçã refletiria muito pouca luz parecendo totalmente negra. Podemos ver que a luz é composta por três cores primárias. A combinação das cores vermelho, verde e azul permite obtermos o branco. A combinação de duas cores primárias produz as cores secundárias - magenta, amarelo e cian. As três cores primárias dosadas em diferentes quantidades permitem obtermos outras cores de luz. Da mesma forma que surgem diferenças na visualização das cores ao longo do dia (diferenças da luz do sol ao meio-dia e no crepúsculo), as fontes de luz artificiais também apresentam diferentes resultados. As lâmpadas incandescentes, por exemplo, tendem a reproduzir com maior fidelidade as cores vermelha e amarela do que as cores verde e azul, aparentando ter uma luz mais “quente”.

FIGURA 3 – COMPOSIÇÃO DAS CORES



FONTE: <http://www.ufrgs.br/labcon2/Aula20_GrandezasFotometricas.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2020.

FONTE: <<https://hosting.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Livros/ManualOsram.pdf>>. Acesso em: 8 jan. 2020.



Ficou alguma dúvida? Construímos uma trilha de aprendizagem pensando em facilitar sua compreensão. Acesse o QR Code, que levará ao AVA, e veja as novidades que preparamos para seu estudo.



RESUMO DO TÓPICO 3

Neste tópico, você aprendeu que:

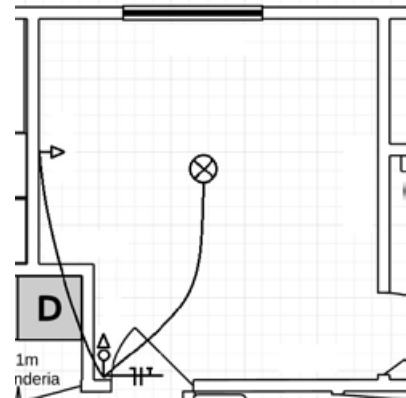
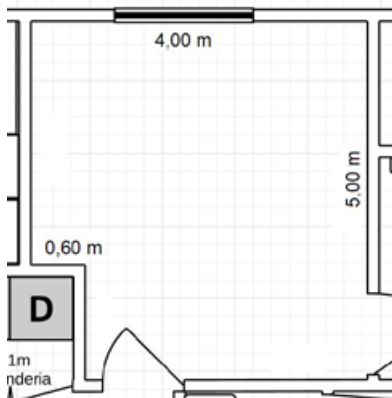
- O trabalho em laboratório requer comprometimento, seriedade e responsabilidade, uma vez que é um ambiente de risco de choques elétricos.
- É de grande utilidade organizar uma relação de materiais e componentes para a instalação elétrica antes de desenvolver o trabalho propriamente dito.
- Existem procedimentos utilizados em instalações elétricas residenciais, que visam a promover a segurança e organização das atividades de instalações elétricas.
- As instalações elétricas são cobertas pela norma ABNT NBR 5410, a qual engloba a especificação e dimensionamento das cargas instaladas nas unidades consumidoras.
- Em se tratando de pontos de iluminação a ABNT NBR 5410, (2004) recomenda-se:
 - No mínimo um ponto de luz fixo no teto (100 VA), comandado por interruptor, para cada cômodo ou dependência.
 - Em cômodos ou dependências com área:
 - $\leq 6 \text{ m}^2$, carga mínima de 100 VA;
 - $\geq 6 \text{ m}^2$, carga mínima de 100 VA para os primeiros 6 m^2 , acrescida de 60 VA para cada aumento de 4 m^2 inteiros.
- Os valores apurados correspondem à potência destinada a iluminação para efeito de dimensionamento dos circuitos, e não necessariamente à potência nominal das lâmpadas.
- Em se tratando de pontos de tomadas a NBR 5410 apresenta:
 - locais com área $\leq 6 \text{ m}^2$: ao menos 1 tomada;
 - locais com área $> 6 \text{ m}^2$: 1 tomada a cada 5 m ou fração do perímetro, com tomadas bem espaçadas e uniformemente de acordo com o projeto (ABNT, 2008);
- Cozinhas, copas, e áreas de serviço devem ter 1 tomada a cada 3,5 m ou perímetro fracionado, lembrando que se deve ter ao menos 1 TUG em cima de cada pia; subsolos, varandas e garagens: 1 tomada ao menos; banheiros devem ter 1 tomada ao menos junto ao lavatório e afastada 60 cm do box.



- 1 Supondo uma unidade consumidora que possua quatro cômodos, cujos perímetros são apresentados abaixo. Determine a quantidade de tomadas para cada cômodo.

Cômodo	Perímetro (m)	Número de tomadas
Área de serviço	5,8	
Sala de estar	27	
Dormitório 1	14	
Dormitório 2	18	

- 2 Utilize o formulário de materiais e componentes e relacione os que são necessários para a instalação de um interruptor, uma lâmpada e duas tomadas monofásicas na planta baixa apresentada. A unidade consumidora possui pé direito de 2,5 m.



REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11301**: Cálculo da capacidade de condução de corrente de cabos isolados em regime permanente. Rio de Janeiro, 1990. Disponível em: https://docgo.net/view-doc.html?utm_source=nbr-11301-calculo-da-capacidade-de-conducao-de-corrente-de-cabos-isolados-em-regime-permanente-pdf. Acesso em: 5 dez. 2019.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5361**: disjuntores de baixa tensão. Rio de Janeiro, 1998.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: https://hosting.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/normas%20e%20relat%F3rios/NRs/nbr_5410.pdf. Acesso em: 5 dez. 2019.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5444**: símbolos gráficos para instalações elétricas prediais. Rio de Janeiro, 1989. Disponível em: http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/tm249/material%20de%20aula/nbr_5444-1989_simbolos_graficos_para_instalacoes_prediais.pdf. Acesso em: 5 dez. 2019.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6880**: condutores de cobre mole para fios e cabos isolados - características. Rio de Janeiro, 1997.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 61008-1**: interruptores a corrente diferencial-residual para usos domésticos e análogos sem dispositivo de proteção contra sobrecorrentes (RCCB) parte 1: regras gerais (IEC 61008-1:1996, MOD). Rio de Janeiro, 2005.

ALVIM, R. B. George Simon Ohm. **Educacional**. Curitiba, c2019. Disponível em: <http://pessoal.educacional.com.br/up/50280001/2756140/t1315.asp>. Acesso em: 8 jan. 2020.

BENFICA, A.; MATTEDE, H. Principais características da corrente elétrica. **Mundo da Elétrica**. [s.l.], c2019. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/principais-caracteristicas-da-corrente-eletrica/>. Acesso em: 5 de dez. 2019.

BOYLESTAD, R. L. **Introdução à análise de circuitos**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012. Disponível em: https://www.academia.edu/35320555/Analise_de_Circuitos_Robert_L_Boylestad_12a_Ed.pdf. Acesso em: 5 dez. 2019.

BRASFIO. Informativo técnico. **Brasfio**: fios e cabos de energia, São Paulo, c2019. Disponível em: <https://www.brasfio.com.br/informativos-tecnicos/generalidades>. Acesso em: 5 dez. 2019.

BRASIL. **Norma regulamentadora 10**: segurança em instalações e serviços em eletricidade. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Emprego, 2004. Disponível em: <http://www.normaslegais.com.br/legislacao/trabalhista/nr/nr10.htm>. Acesso em: 13 dez. 2019.

BRASIL. **Norma regulamentadora 10**: segurança em instalações e serviços em eletricidade. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Emprego, 2004. Disponível em: <http://www.normaslegais.com.br/legislacao/trabalhista/nr/nr10.htm>. Acesso em: 13 dez. 2019.

CAVALIN, G.; CERVELIN, S. **Instalações elétricas prediais**. 14. ed. São Paulo: Érica, 2006. Disponível em: https://www.academia.edu/7212913/Instalacoes_Eletricas_Prediais_Cavalin_e_Cervelin_14a_Edicao_Editora_Erica_escaneado. Acesso em: 5 dez. 2019.

CELESC – CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA. **Norma técnica N-321.0001**: fornecimento de energia elétrica em tensão secundária de distribuição. Florianópolis: Celesc Distribuição S.A., 2019. Disponível em: <https://www.celesc.com.br/arquivos/normas-tecnicas/padrao-entrada/N3210001-Fornecimento-Energia-Eletrica-Tensao-Secundaria.pdf>. Acesso em: 5 dez. 2019.

CERVELIN, S.; CAVALIN, G. **Instalações elétricas prediais**: teoria e prática. Curitiba: Base Livros Didáticos, 2008. Disponível em: https://www.academia.edu/39999127/Livro_Instala%C3%A7%C3%B5es_El%C3%A9tricas_Prediais_Teoria_and_Pr%C3%A1tica?auto=download. Acesso em: 8 jan. 2020.

COMISSÃO TRIPARTITE PERMANENTE DE NEGOCIAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO NO ESTADO DE SÃO PAULO. **Norma regulamentadora N 10**: CPN Manual de treinamento curso básico segurança em instalações e serviços com eletricidade. São Paulo, 2005.

COMO funciona o medidor bidirecional da energia solar? **Solis Energia**, Curvelo, 4 mar. 2019. Disponível em: <https://solisenergia.com.br/como-funciona-o-medidor-bidirecional-da-energia-solar/>. Acesso em: 9 jan. 2020.

COTRIM, A. A. **Instalações elétricas**. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

CREDER, H. **Instalações elétricas**. 16. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. Disponível em: <https://docero.com.br/doc/x0v1e1>. Acesso em: 5 dez. 2019.

CREDER, H. **Instalações elétricas**. 15. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007. Disponível em: https://www.academia.edu/33280924/Instala%C3%A7%C3%B5es_Eletricas_15_edi%C3%A7%C3%A3o_-_Helio_Creder. Acesso em: 5 dez. 2019.

DESTERRO. Instalação de lâmpadas com relé fotoelétrico. **Desterro Eletricidade**, Florianópolis, 19 set. 2019. Disponível em: <https://www.desterroeletricidade.com.br/blog/eletrica/instalacao-de-lampadas-com-rele-fotoeletrico/>. Acesso em: 5 dez. 2019.

DIFERENÇA entre o selo INMETRO e qualidade. **Topdata**, Curitiba, c2019. Disponível em: <https://www.topdata.com.br/selo-inmetro-qualidade/>. Acesso em: 5 dez. 2019.

DISJUNTORES DIN. **Fame**, São Paulo, c2019. Disponível em: https://www.fame.com.br/uploads/produtos/catalogos/dincri0912_20121128091840.pdf. Acesso em: 5 dez. 2019.

EPIs para eletricista. **Prometal**, Pelotas, 31 jan. 2018. Disponível em: <https://www.prometalepis.com.br/blog/epis-para-eletricista/>. Acesso em: 5 dez. 2019.

FIOS E CABOS: como escolher o tipo certo para a instalação elétrica. Sv elétrica e iluminação, fortaleza, 30 ago. 2018. Disponível em: <http://blogdecorwatts.com/cabos-fios/tipos-de-fios-e-cabos-eletricos/>. Acesso em: 5 dez. 2019.

GUIA DE TIPOS DE FIOS E CABOS ELÉTRICOS: como escolher? DECORWATTS. [s.l.], C2019.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R. **Fundamentos de física: eletromagnetismo**, 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. Disponível em: <http://www.raiosv.com.br/wp-content/uploads/2013/10/7-F%C3%ADsica-1-Mec%C3%A2nica-Halliday-10%C2%AA-Édi%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 5 dez. 2019.

ILUMISUL. Reatores. Ilumisul materiais elétricos e iluminação, Itapema, c2019. Disponível em: <http://www.ilumisul.com.br/reatores-eletronicos/>. Acesso em: 5 dez. 2019.

INMETRO - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **O que é o INMETRO?** Rio de Janeiro, c2019a. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/si_versao_final.pdf. Acesso em: 5 dez. 2019.

INMETRO - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Perguntas mais frequentes**. Rio de Janeiro, c2019b. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/si_versao_final.pdf. Acesso em: 5 dez. 2019.

INMETRO - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Inmetro Sistema Internacional de Unidades SI**. Rio de Janeiro: INMETRO/CICMA/SEPIN, 2012. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/si_versao_final.pdf. Acesso em: 8 jan. 2020.

INSTALAÇÃO DE INTERFONE RESIDENCIAL EM TRÊS SIMPLES PASSOS. **Saber Elétrica**, [s.l.], c2019. Disponível em: <https://www.sabereletrica.com.br/instalacao-de-interfone/>. Acesso em: 8 jan. 2020.

INSTALAÇÃO DE LÂMPADAS COM RELÉ FOTOELÉTRICO. **Portal do Eletricista**. [s.l.], 12 mar. 2014. Disponível em: <https://www.portaleletricista.com.br/instalacao-do-rele-fotoeletrico/>. Acesso em: 13 dez. 2019.

MAGNETO. Kit poste padrão Celesc. **Magneto Postes**, Tubarão, 2017. Disponível em: <https://magnetopostes.com.br/home/>. Acesso em: 13 dez. 2019.

MANUAL PRYSMIAN DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS. Santo André: Prysmian Cabos e Sistemas, 2010 Disponível em: https://br.prysmiangroup.com/sites/default/files/atoms/files/Manual_Instalacoes_Eletricas.pdf. Acesso em: 5 dez. 2019.

MATERIAIS ELÉTRICOS: saiba tudo o que precisa aqui. **Pra Construir Blog**, Piracicaba, c2019. Disponível em: <http://blogpraconstruir.com.br/etapas-da-construcao/materiais-de-construcao/materiais-eletricos/>. Acesso em: 8 jan. 2020.

MÍNGUEZ, A. **Medidores de energia ativa**: funcionamento, práticas usuais, principais ensaios e análise das fraudes mais comuns. 2007. 80f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10000368.pdf>. Acesso em: 9 jan. 2020.

MORAIS, A. S. **Novas topologias, análises, projetos experimentação de fontes de alta frequência para lâmpadas fluorescentes tubulares**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/305318270_novas_topologias_analises_projeto_e_experimentacao_de_fontes_de_alta_frequencia_para_lampadas_fluorescentes_tubulares. Acesso em: 8 jan. 2020.

NILSSON, J. W.; RIEDEL, S. A.; **Circuitos elétricos**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

RELÉ FOTOELÉTRICO: o que é e como funciona (+fotocélula)? **Athos Eletronics**, [s.l.], c2019. Disponível em: <https://athoselectronics.com/rele-fotoeletrico/>. Acesso em: 5 dez. 2019.

RELÉ FOTOELÉTRICO: o que é e como funciona (+fotocélula)? **Athos Electronics**, [s.l.], c2019. Disponível em: <https://athoselectronics.com/rele-fotoeletrico/>. Acesso em: 5 dez. 2019.

SCHNEIDER. **Guia prático para instalações residenciais e prediais**. São Paulo: Schneider Eletric, 2018. Disponível em: <http://blogdecorwatts.com/cabos-fios/tipos-de-fios-e-cabos-eletricos/>. Acesso em: 5 dez. 2019.

SCHNEIDER. **Guia prático para instalações residenciais e prediais**. São Paulo: Schneider Eletric, 2018. Disponível em: <http://blogdecorwatts.com/cabos-fios/tipos-de-fios-e-cabos-eletricos/>. Acesso em: 5 dez. 2019.

SENTIDO da corrente elétrica. **Teoria da Eletrônica**, [s.l.], jan. 2014.

SOUZA, J. R.; MORENO, H. **Guia E. M. da NBR 5410**. Revista Eletricidade Moderna, São Paulo, dez. 2001. 170p. Disponível em: https://www.cursonr10.com/wp-content/uploads/2016/11/Guia_EM_da_NBR_5410.pdf. Acesso em: 5 dez. 2019.

VIEIRA, A. S. **Princípio e tecnologia industrial II**. Belém: Senac, 2015. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/AndersonVieira43/apostila-de-pti-2-senac>. Acesso em: 5 dez. 2019.

VISACRO FILHO, S. **Aterramentos elétricos: conceitos básicos, técnicas de medição e instrumentação, filosofias de aterramento**. São Paulo: Artliber Editora, 2002. Disponível em: <https://artliber.com.br/amostra/aterramentos.pdf>. Acesso em: 5 dez. 2019.