

TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA



MÓDULO II COMANDOS ELÉTRICOS



Ineprotec



2025 - INEPROTEC

Diretor Pedagógico	EDILVO DE SOUSA SANTOS
Diagramação	MICHEL MARTINS NOGUEIRA
Capa	MICHEL MARTINS NOGUEIRA
Elaboração	INEPROTEC

Direitos Autorais: É proibida a reprodução parcial ou total desta publicação, por qualquer forma ou meio, sem a prévia autorização do INEPROTEC, com exceção do teor das questões de concursos públicos que, por serem atos oficiais, não são protegidas como Direitos Autorais, na forma do Artigo 8º, IV, da Lei 9.610/1998. Referida vedação se estende às características gráficas da obra e sua editoração. A punição para a violação dos Direitos Autorais é crime previsto no Artigo 184 do Código Penal e as sanções civis às violações dos Direitos Autorais estão previstas nos Artigos 101 a 110 da Lei 9.610/1998.

Atualizações: A presente obra pode apresentar atualizações futuras. Esforçamo-nos ao máximo para entregar ao leitor uma obra com a melhor qualidade possível e sem erros técnicos ou de conteúdo. No entanto, nem sempre isso ocorre, seja por motivo de alteração de software, interpretação ou falhas de diagramação e revisão. Sendo assim, disponibilizamos em nosso site a seção mencionada (Atualizações), na qual relataremos, com a devida correção, os erros encontrados na obra e sua versão disponível. Solicitamos, outros sim, que o leitor faça a gentileza de colaborar com a perfeição da obra, comunicando eventual erro encontrado por meio de mensagem para contato@ineprotec.com.br.

VERSÃO 2.0 (01.2025)

Todos os direitos reservados à
Ineprotec - Instituto de Ensino Profissionalizante e Técnico Eireli
Quadra 101, Conjunto: 02, Lote: 01 - Sobreloja
Recanto das Emas - CEP: 72.600-102 - Brasília/DF
E-mail: contato@ineprotec.com.br
www.ineprotec.com.br

Sumário

ABERTURA	08
SOBRE A INSTITUIÇÃO	08
• Educação Tecnológica, Inteligente e Eficiente	08
• Missão	08
• Visão	08
• Valores	08
SOBRE O CURSO	08
• Perfil profissional de conclusão e suas habilidades	09
• Quesitos fundamentais para atuação	09
• Campo de atuação	09
• Sugestões para Especialização Técnica	10
• Sugestões para Cursos de Graduação	10
SOBRE O MATERIAL	10
• Divisão do Conteúdo	11
• Boxes	11
BASE TEÓRICA	13
INTRODUÇÃO	13
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	13
• Instalação elétrica: uma importante etapa da obra	14
• Disjuntores garantem segurança	14
• Dispositivo DR obrigatório	15
• Por que separar circuitos de iluminação e de força?	16
• Fios e cabos condutores	16
• Cores padrão em circuitos de baixa tensão	17
✓ Tipos de cabos elétricos	17
• Conduítes ou eletrodutos?	18
DIFERENÇA ENTRE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS, COMERCIAIS E INDUSTRIAIS	18
• Classificação das instalações elétricas	18

•	Projetos de instalações elétricas, qual a importância? _____	19
•	O que é Potência em Instalações Elétricas? _____	19
•	Projeto de iluminação elétrica _____	20
✓	Fornecimento de tensão _____	20
LUMINOTÉCNICA _____		20
•	Eficiência Luminosa _____	22
•	Intensidade Luminosa _____	22
•	Fluxo Luminoso _____	22
•	Iluminância _____	22
•	Marcação de Pontos de Luz _____	22
✓	Quando o mínimo não é o ideal _____	23
•	Comando de pontos de luz _____	24
✓	Interruptor Simples _____	24
✓	Interruptor Duplo _____	24
✓	Interruptor Paralelo (Three-way) _____	24
PROJETO DE INSTALAÇÕES DE BAIXA TENSÃO _____		25
•	Parâmetros e procedimentos _____	25
✓	E quais são estes parâmetros? _____	25
✓	Além das aplicações, quais são os passos de um projeto elétrico em baixa tensão? _____	26
•	Um Projeto de Instalação Elétrica de Baixa Tensão _____	26
✓	Um Projeto Instalação Elétrica Baixa Tensão Tem Características Básicas _____	27
•	Circuito _____	28
✓	Gerador Elétrico _____	28
✓	Receptor Elétrico _____	28
✓	Resistor _____	28
✓	Dispositivos de Manobra _____	29
✓	Dispositivos de Segurança _____	29
✓	Dispositivos de controle _____	29
✓	Classificação dos circuitos elétricos _____	30
✓	Elementos de um Circuito _____	30

✓	Combinação de Elementos em um Circuito	33
•	Divisão da instalação e número de pontos	33
•	Quadro de distribuição	34
•	Tomadas de corrente	35
✓	Ponto de tomada com 4 tomadas 2P+T (modelo conforme NBR 14136)	
✓	Pontos de tomada: Quantidade	35
✓	Potências atribuíveis aos pontos de tomada	36
•	Tipos de condutores	38
✓	Condutores metálicos	38
✓	Condutores eletrolíticos	38
✓	Condutores gasosos	38
✓	Fios	39
✓	Cabos	39
✓	Cabos flexíveis	40
•	Carga instalada e cálculo de demanda	40
✓	Fator de Demanda	40
✓	Fator de Simultaneidade	41
	COMANDOS ELÉTRICOS	41
•	Motor Elétricos Trifásico	42
✓	Campo Magnético Girante	42
•	Dispositivos de comando	43
✓	Contatores	43
✓	Pressostato	43
✓	Termostato	44
✓	Relé térmico	44
•	Dispositivos de proteção	44
✓	Fusíveis	44
✓	Fusíveis Cilíndricos	45
✓	Diferencial residual e seletividade	45
✓	Mas para que desligar um circuito com fuga de corrente?	45
	ATERRAMENTOS ELÉTRICOS	46
•	Simbologia	47

✓ Primeira letra	47
✓ Segunda letra	47
✓ Outras letras	47
✓ Esquema TN-S	47
✓ Esquema TN	47
• Esquemas de aterramento	47
✓ Esquema TN-C	48
✓ Esquema TN-C-S	48
✓ Esquema TT	49
✓ Esquema IT	50
✓ Algumas definições	51
✓ Aterramento, equipotencialização e a NBR 5410	53
• Como equipotencializar o sistema	55
• Relação com a norma NBR 5410	56
DIMENSIONAMENTO	56
• Tomadas	58
✓ Tomadas por ambiente	58
✓ Residências: Casas e Apartamentos	58
• Cálculo prático para TUG's	59
• Dimensionamento de TUG's e TUE's	60
CORRENTE ELÉTRICA DO CIRCUITO	62
• Corrente elétrica máxima de fuga	63
• Classe do dispositivo diferencial	63
✓ Classes AC: Corrente alternada	64
✓ Classes A: Corrente alternada e contínuas pulsadas	64
✓ Classes B: Corrente contínua	64
✓ Classe SI: Corrente alternada e contínuas pulsadas super imunizado	64
SESSÕES ESPECIAIS	67
MAPA DE ESTUDO	67
SÍNTESE DIRETA	69
MOMENTO QUIZ	73
GABARITO DO QUIZ	74

MÓDULO II

COMANDOS ELÉTRICOS

Abertura

SOBRE A INSTITUIÇÃO

Educação Tecnológica, Inteligente e Eficiente

O Instituto de Ensino Profissionalizante e Técnico (INEPROTEC) é uma instituição de ensino que valoriza o poder da educação e seu potencial de transformação.

Nascemos da missão de levar educação de qualidade para realmente impactar a vida dos nossos alunos. Acreditamos muito que a educação é a chave para a mudança.

Nosso propósito parte do princípio de que a educação transforma vidas. Por isso, nossa base é a inovação que, aliada à educação, resulta na formação de alunos de grande expressividade e impacto para a sociedade. Aqui no INEPROTEC, o casamento entre tecnologia, didática e interatividade é realmente levado a sério e todos os dias otimizado para constante e contínua evolução.

Missão

A nossa missão é ser símbolo de qualidade, ser referência na área educacional presencial e a distância, oferecendo e proporcionando o acesso e permanência a cursos técnicos, desenvolvendo e potencializando o talento dos estudantes, tornando-os, assim, profissionais de sucesso e cidadãos responsáveis e capazes de atuar como agentes de mudança na sociedade.

Visão

O INEPROTEC visa ser um instituto de ensino profissionalizante e técnico com reconhecimento nacional, comprometido com a qualidade e excelência de seus cursos, traçando pontes para oportunidades de sucesso, tornando-se, assim, objeto de desejo para os estudantes.

Valores

Ciente das qualificações exigidas pelo mercado de trabalho, o INEPROTEC tem uma visão que prioriza a valorização de cursos essenciais e pouco ofertados para profissionais que buscam sempre a atualização e especialização em sua área de atuação.

SOBRE O CURSO

O curso TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA pertence ao Eixo Tecnológico de CONTROLE E PROCESSOS INDUSTRIAIS. Vejamos algumas informações importantes sobre o curso TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA relacionadas ao **perfil profissional de**

conclusão e suas habilidades, quesitos fundamentais para atuação, campo de atuação e, também, algumas sugestões interessantes para continuação dos estudos optando por **Especializações Técnicas e/ou Cursos de Graduação**.

Perfil profissional de conclusão e suas habilidades

- Planejar, controlar e executar a instalação e a manutenção de sistemas e instalações elétricas industriais, prediais e residenciais, considerando as normas, os padrões e os requisitos técnicos de qualidade, saúde e segurança e de meio ambiente.
- Elaborar e desenvolver projetos de instalações elétricas industriais, prediais e residenciais, sistemas de acionamentos elétricos e de automação industrial e de infraestrutura para sistemas de telecomunicações em edificações.
- Aplicar medidas para o uso eficiente da energia elétrica e de fontes energéticas alternativas.
- Elaborar e desenvolver programação e parametrização de sistemas de acionamentos eletrônicos industriais.
- Planejar e executar instalação e manutenção de sistemas de aterramento e de descargas atmosféricas em edificações residenciais, comerciais e industriais.
- Reconhecer tecnologias inovadoras presentes no segmento visando a atender às transformações digitais na sociedade.

Quesitos fundamentais para atuação

- Conhecimentos e saberes relacionados aos processos de planejamento e implementação de sistemas elétricos de modo a assegurar a saúde e a segurança dos trabalhadores e dos usuários.
- Conhecimentos e saberes relacionados à sustentabilidade do processo produtivo, às técnicas e aos processos de produção, às normas técnicas, à liderança de equipes, à solução de problemas técnicos e trabalhistas e à gestão de conflitos.

Campo de atuação

- Empresas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, que atuam na instalação, manutenção, comercialização e utilização de equipamentos e sistemas elétricos.
- Grupos de pesquisa que desenvolvam projetos na área de sistemas elétricos.
- Laboratórios de controle de qualidade, calibração e manutenção.
- Indústrias de fabricação de máquinas, componentes e equipamentos elétricos.

- Concessionárias e prestadores de serviços de telecomunicações.

Sugestões para Especialização Técnica

- Especialização Técnica em Automação Predial (Domótica).
- Especialização Técnica em Redes Industriais.
- Especialização Técnica em Acionamentos de Servomotores Industriais.
- Especialização Técnica em Eficiência Energética em Edificações.
- Especialização Técnica em Eficiência Energética Industrial.
- Especialização Técnica em Energia Solar Fotovoltaica.
- Especialização Técnica em Implantação e Comissionamento de Parques Eólicos.
- Especialização Técnica em Biocombustíveis.
- Especialização Técnica em Biogás e Biometano.
- Especialização Técnica em Aproveitamento Energético de Biogás.

Sugestões para Cursos de Graduação

- Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial.
- Curso Superior de Tecnologia em Eletrônica Industrial.
- Curso Superior de Tecnologia em Eletrotécnica Industrial.
- Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial.
- Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial.
- Curso Superior de Tecnologia em Sistemas Elétricos.
- Bacharelado em Engenharia Eletrônica.
- Bacharelado em Engenharia Elétrica.
- Bacharelado em Engenharia de Automação e Controle.
- Bacharelado em Engenharia de Telecomunicações.
- Bacharelado em Engenharia Mecatrônica.
- Bacharelado em Engenharia de Computação.

SOBRE O MATERIAL

Os nossos materiais de estudos são elaborados pensando no perfil de nossos cursistas, contendo uma estruturação simples e clara, possibilitando uma leitura dinâmica e com volume de informações e conteúdos considerados básicos, mas fundamentais e essenciais para o desenvolvimento de cada disciplina. Lembrando que nossas apostilas não são os únicos meios de estudo.

Elas, juntamente com as videoaulas e outras mídias complementares, compõem os vários recursos midiáticos que são disponibilizados por nossa Instituição, a fim de proporcionar subsídios suficientes a todos no processo de ensino-aprendizagem durante o curso.

Divisão do Conteúdo

Este material está estruturado em três partes:

- 1) ABERTURA.
- 2) BASE TEÓRICA.
- 3) SESSÕES ESPECIAIS.

Parte 1 - ABERTURA

- Sobre a Instituição.
- Sobre o Curso.
- Sobre o Material.

Parte 2 – BASE TEÓRICA

- Conceitos.
- Observações.
- Exemplos.

Parte 3 – SESSÕES ESPECIAIS

- Mapa de Estudo.
- Síntese Direta.
- Momento Quiz.

Boxes

Além dessas três partes, no desenvolvimento da BASE TEÓRICA, temos alguns BOXES interessantes, com intuito de tornar a leitura mais agradável, mesclando um estudo mais profundo e teórico com pausas pontuais atrativas, deixando a leitura do todo “mais leve” e interativa.

Os BOXES são:

- VOCÊ SABIA



São informações complementares contextualizadas com a base teórica, contendo curiosidades que despertam a imaginação e incentivam a pesquisa.

- PAUSA PARA REFLETIR...



Um momento especial para descansar a mente do estudo teórico, conduzindo o cursista a levar seus pensamentos para uma frase, mensagem ou indagação subjetiva que leve a uma reflexão pessoal e motivacional para o seu cotidiano.

- SE LIGA NA CHARADA!



Se trata de um momento descontraído da leitura, com a apresentação de enigmas e indagações divertidas que favorecem não só a interação, mas também o pensamento e raciocínio lógico, podendo ser visto como um desafio para o leitor.

Base Teórica

INTRODUÇÃO

Um bom planejamento e execução são essenciais para o sucesso da instalação elétrica. Basta olhar ao nosso redor para perceber que tudo está cercado de eletricidade. Fica até difícil imaginar como seriam nossas vidas sem a energia elétrica. A eletricidade é invisível e impalpável, mas nós a percebemos quando ela se manifesta na forma de luz, calor e até de choque elétricos. Na engenharia elétrica, as instalações elétricas são as estruturas que lidam com o transporte da energia elétrica proveniente de uma fonte geradora, sua transformação e seus pontos de utilização.

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

A instalação elétrica compreende a implementação física dos componentes das ligações elétricas, a conexão entre a fonte geradora de energia elétrica e as cargas elétricas. Nas instalações elétricas em baixa tensão, a fonte geradora vem da concessionária e as cargas são os eletrodomésticos e eletroeletrônicos que conectamos nas tomadas.

Uma instalação elétrica pode ser dividida nas seguintes partes:

- ✓ **Infraestrutura da instalação elétrica:** compõem a infraestrutura os eletrodutos, caixas de passagem, caixa de medidores, fixadores para cabos, bandejas elétricas, leitos elétricos, eletrocalhas, suportes e etc.
- ✓ **Medição e proteção:** Esta parte da instalação elétrica é composta por todos os medidores, disjuntores, fusíveis e relés que monitoram e protegem as instalações elétricas.
- ✓ **Cabeamento:** São os condutores responsáveis por conectar a fontes às cargas elétricas, como equipamentos elétricos e eletrônicos, motores e etc.
- ✓ **Controle:** A parte de controle numa residência por exemplo são interruptores para o sistema de iluminação, sensores para automatização ou sistemas para controle de uma bomba de piscina. Sua função é acionar e desacionar cargas.

A instalação elétrica é um conjunto formado por fios, cabos e outros acessórios com características coordenadas entre si e essenciais para o funcionamento de um sistema elétrico. Todas as instalações são definidas em um projeto elétrico elaborado por um profissional especializado ainda na planta feita pelo arquiteto. O projeto elétrico determina o porte da instalação, estabelece circuitos e especifica os materiais que serão usados na obra. Também cabe ao projeto definir pontos de luz e eletricidade da edificação a partir de uma

avaliação das necessidades de cada ambiente e dos possíveis aparelhos eletrônicos que serão instalados.

Para garantir segurança é importante que o instalador seja capacitado, para não colocar a sua vida e dos futuros ocupantes da edificação. Uma instalação mal feita pode provocar sérios problemas, desde o consumo exagerado de energia elétrica até curto circuitos no sistema, ocasionados pela fuga de corrente. Mas atenção, não basta ter um bom projeto se a instalação não for realizada por profissionais qualificados e não utilizar produtos certificados.

Instalação elétrica: uma importante etapa da obra

A instalação elétrica é uma das etapas mais delicadas da obra e merece atenção especial, tendo em vista que o choque elétrico é uma das principais causas de acidentes graves e fatais em construções. Por isso, a falta de conhecimento coloca em risco não só quem trabalha na obra, mas compromete os futuros ocupantes da edificação. As instalações elétricas devem ser iniciadas na fase de concretagem e se desenvolver durante a pintura, quando são instalados os espelhos das tomadas e os interruptores.

Nesta etapa, é imprescindível utilizar materiais que atendam às normas vigentes do país. Nas embalagens de fios e cabos elétricos, por exemplo há identificação da certificação de conformidade do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro), bem como nas tomadas, disjuntores e outros materiais.

Um sistema elétrico bem feito pode durar, em média 20 anos. Mas ao completar 10 anos, já é recomendável realizar uma revisão para verificar o estado dos condutores, soquetes, interruptores e outros materiais usados na instalação.

Disjuntores garantem segurança

O disjuntor funciona como um guarda costas da instalação elétrica, ou seja, deve ser usado como um dispositivo de segurança contra sobrecargas. O disjuntor pode ser unipolar, bipolar ou tripolar, e a sua utilização dependerá das especificações feitas no projeto elétrico. Toda vez que a capacidade dos condutores for ultrapassada, o disjuntor desligará sozinho. É uma espécie de alerta para que o problema seja verificado, sanado e possa ser religado.

Vale lembrar que o disjuntor é diferente do fusível, que ao indicar que a capacidade dos condutores foi ultrapassada, não poderá ser religado, necessita ser substituído.

Em instalações elétricas, os circuitos são divididos e protegidos por disjuntores, de acordo com a capacidade de cada um. O disjuntor ou fusível protege os condutores contra

situações anormais de funcionamento do sistema, portanto não devemos substituí-los sem uma minuciosa avaliação das condições dos condutores dos circuitos.

O valor do disjuntor é sempre expresso em ampêres e deve ser compatível com a capacidade de condução da seção (bitola) do condutor, e ambos dependem da corrente elétrica que circula na instalação.

A substituição de um disjuntor por outro de corrente mais alta requer uma análise do circuito e a possibilidade de troca dos condutores (fios e cabos elétricos) por outros de seção (bitola) maior. Quando o disjuntor desliga um circuito, a causa pode ser uma sobrecarga ou um curto circuito. Fique atento, pois desligamentos frequentes indicam sobrecarga. Por isso, não é recomendado trocar os disjuntores por outros de corrente mais alta sem analisar o circuito.

Dispositivo DR obrigatório

O dispositivo Diferencial Residual (DR) desempenha um papel importante na instalação elétrica, já que é responsável por detectar fugas de corrente elétrica, ocasionadas pelo vazamento de energia dos condutores, por uma falha na isolação ou pela instalação incorreta.

Assim que identifica uma fuga de corrente na instalação, o DR desliga o circuito imediatamente para evitar que uma pessoa seja vítima de um choque elétrico. O dispositivo DR é um interruptor automático que desliga correntes elétricas de pequena intensidade, que, geralmente, o disjuntor comum não consegue detectar, mas podem ser fatais para uma pessoa que tocar o condutor carregado ou algo que se transformou em um condutor acidentalmente devido a uma falha no isolamento, por exemplo.

O DR pode ser utilizado por ponto, por circuito ou por grupo de circuitos e de acordo com a norma NBR 5410 é obrigatório desde 1997, em circuitos que sirvam a pontos, de utilização situados em locais com chuveiro e banheira, nos circuitos que alimentam tomadas localizadas em áreas externas da edificação, nos circuitos que alimentam tomadas internas que possam alimentar equipamentos usados na área externa e também nos circuitos que sirvam a pontos de utilização localizados na cozinha, copa, lavanderia, área de serviço, garagem e outras dependências internas molhadas ou sujeitas a lavagens constantes.

A tabela abaixo ajuda a mostrar quanto é importante acertar na escolha do DR. Para que isso aconteça, a corrente nominal (I_n) do DR deve ser maior ou igual à corrente do disjuntor do circuito ou geral. Note que o exemplo 40 A é ideal.

Compatibilidade entre dispositivo DR e disjuntor	
Corrente nominal (In) do disjuntor Merlin Gerin	Corrente nominal do dispositivo DR Merlin Gerin
10A	25A
16A	
20A	
25A	
32A	
40A	40A
50A	63A
63A	

Figura 1: Tabela com indicações sobre a corrente nominal do disjuntor e da corrente nominal do dispositivo DR.

Por que separar circuitos de iluminação e de força?

De acordo com NBR 5410, com relação às instalações elétricas de baixa tensão, é recomendável separar os circuitos de iluminação e de força em todos os tipos de edificações e aplicações. Existem dois bons motivos para separar os circuitos. O primeiro é que dessa forma um circuito não será afetado pela falha do outro, caso ocorra um defeito em um deles. O segundo motivo é que o motivo é que o fato de separar os circuitos de iluminação e de força auxilia na implementação das medidas de proteção adequadas contra choques elétricos.

Fios e cabos condutores

Um fio é um segmento fino, cilíndrico, flexível e alongado, que deve ser escolhido com muito cuidado em uma instalação elétrica, já que deverá conduzir a corrente elétrica. A diferença entre um fio e um cabo está na flexibilidade, pois a capacidade de condução de corrente é a mesma. Os fios são mais rígidos, pois são feitos de um único filamento. Já os cabos são compostos por diversos filamentos finos, que proporcionam mais flexibilidade e facilitam a colocação nos eletrodutos (conduíte, usado para passar a fiação).

Mas, quando usar um fio e quando optar por cabos? Em geral, o cabo é mais usado em trechos onde há curvas, por ser bastante maleável. A escolha dos condutores é sempre baseada na aplicação ou preferência do projetista / instalador.

Independentemente da escolha por fios ou cabos, é fundamental optar por produtos que tenham identificações claras como seção, temperatura, tensão de isolamento e número da norma que especifica as características técnicas referidas.

Os materiais condutores mais utilizados são feitos de cobre e revestidos por plástico ou borracha isolante. Sua aplicação como condutor de eletricidade é protegida em eletrodutos e destinada à distribuição de luz, força motriz, aquecimento, sinalização ou campainha.

As seções mínimas recomendadas por norma são de 1,5 mm² para iluminação e 2,5 mm² para tomadas de força. Circuitos especiais como o do chuveiro ou da torneira elétrica devem ter a potência do equipamento como parâmetro para a determinação da seção (bitola) do fio. Os fios que não ficam embutidos nas paredes merecem atenção especial e precisam estar com uma segunda camada plástica protetora, além da isolação.

Cores padrão em circuitos de baixa tensão

Conforme a norma NBR 5410, o instalador deverá seguir as cores padrão para circuitos de baixa tensão.

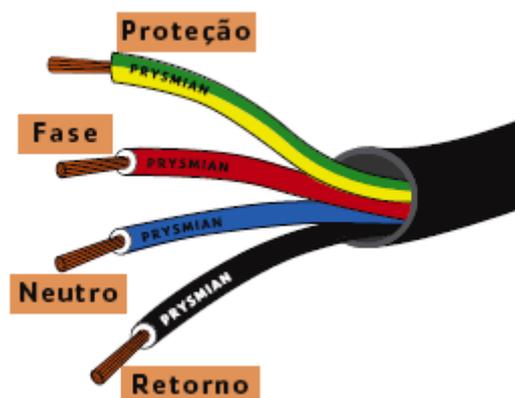


Figura 2: Ilustração dos condutores e suas cores padrão.

O condutor com isolação na cor azul-claro deve ser utilizado como neutro, já o verde-amarelo ou verde é o conhecido fio terra ou proteção. Já o condutor fase pode ser de qualquer cor, exceto as cores estabelecidas para neutro e proteção.

Tipos de cabos elétricos

O cabo elétrico pode ser um condutor isolado (dotado apenas de isolação), unipolar (constituído por um único condutor isolado e provido de cobertura sobre a isolação) e

multipolar (constituído por vários condutores isolados e provido de cobertura sobre o conjunto dos condutores isolados). Quanto mais fios, mais flexível o condutor.

Conduítes ou eletrodutos?

Responsáveis pelo trajeto dos fios e dos cabos os conduítes ou eletrodutos fazem as ligações entre todos os pontos de consumo, comando e o quadro de distribuição.

Os conduítes podem ser rígidos ou flexíveis. O seu formato rígido é recomendado para lajes ou outras superfícies concretadas. No entanto, na maior parte das instalações, predominam os conduítes flexíveis.

O ideal é que os conduítes sigam caminhos retos ou que façam curvas abertas. Suas bitolas são calculadas de acordo com a quantidade de fios ou cabos que deverão conduzir.

DIFERENÇA ENTRE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS, COMERCIAIS E INDUSTRIAIS

Os tipos de instalações elétricas são instalações elétricas prediais, comerciais e industriais. As principais diferenças entre elas são a complexidade das instalações e a potência instalada.

Em uma instalação elétrica predial ou residencial, o sistema de controle basicamente é composto por interruptores para as lâmpadas e provavelmente nenhum relé vai ser usado nesta instalação. Já em uma instalação elétrica industrial, serão usados vários sistemas de medição para controlar o consumo energético em cada fase de uma produção, diversos relés para controle de processo e proteção de máquinas e equipamentos, vários sistemas de controle utilizando comandos elétricos e automação elétrica.

A potência instalada de equipamentos em uma instalação é muito maior em caso de instalações elétrica industriais se comparada as instalações residências elétricas, esta diferença cria a necessidade de muitos sistemas de medição, proteção e controle e isto muda a complexidade dos sistemas.

Classificação das instalações elétricas

As instalações elétricas podem ser classificadas em:

- ✓ Instalação em tensão reduzida ou extra baixa tensão.

Instalação de tensão reduzida é a instalação que opera com tensão elétrica nominal menor ou igual à 75V em corrente contínua, ou menor ou igual à 50V em corrente alternada.

- ✓ Instalação em baixa tensão (BT).

Instalação de baixa tensão é a instalação que opera com tensão elétrica nominal superior à 75V e menor ou igual à 1500V em corrente contínua, superior à 50V e menor ou igual à 1000V em corrente alternada.

- ✓ Instalação em alta tensão (AT).

Instalação de alta tensão, é a instalação cuja tensão excede os valores definidos para baixa tensão, podendo atingir várias centenas de kV.

Projetos de instalações elétricas, qual a importância?

O projeto elétrico é a reunião das informações das instalações elétricas, todo projeto de instalações elétricas é composto por tabelas de informações, diagramas elétricos e símbolos das instalações elétricos. Todo projeto deve seguir as normas de instalações elétricas como a NBR 5410 Instalações elétricas de baixa tensão, a NBR 5444 Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais e a NR 10 Segurança em instalações e serviços em eletricidade.

Segurança em instalações elétrica é um ponto muito importante e o projeto colabora para que a segurança desta instalação elétrica seja garantida, o projeto de instalação elétrica contém todos os parâmetros de segurança que devem ser adotados.

Um ponto de utilização de energia elétrica nada mais é do que uma tomada, uma lâmpada, um interruptor. Ou seja, todo ponto onde há a presença da energia elétrica. Para fazer uma instalação elétrica e implementá-la em determinado lugar, existem várias fases e o projeto deve ser feito por alguém capacitado. É importante seguir as regras da Norma Brasileira 5410 para evitar futuros problemas.

O que é Potência em Instalações Elétricas?

Para se entender como funcionam os fundamentos das Instalações Elétricas, precisamos primeiro entender os conceitos relacionados à energia elétricas. A potência elétrica acontece quando há corrente elétrica e tensão elétrica. A potência é resultado da ação desses dois fatores agindo juntos, basicamente é a “força” ou “trabalho” que é feita com uma certa quantidade de energia. A potência ativa pode ser transformada em mecânica, térmica e luminosa. É o que faz funcionar eletrodomésticos, por exemplo. A potência reativa é transformada em campo magnético, produzindo o funcionamento de motores e transformadores.

Equipamentos relacionados à iluminação geralmente são os com menores potências, como lâmpadas e iluminação em geral, enquanto que os responsáveis por aquecimento são os que costuma ter maiores potências, como aquecedores elétricos, chuveiros elétricos, ar condicionados, etc.

Projeto de iluminação elétrica

A Norma Brasileira NBR 5410:2004 prevê que cada ambiente tenha pelo menos um ponto de luz no teto, a ser ligado através de interruptor na parede. Para áreas iguais ou inferiores a seis m², recomenda-se um mínimo de 100VA; para área superior a seis m², acrescentam-se mais 60 VA para cada aumento de 4m² inteiros. A mesma norma também estabelece que haja em cada cômodo ao menos 1 ponto de tomada, incluindo banheiros e varandas.

Fornecimento de tensão

É obrigatório que haja um poste de energia para fornecimento de tensão. O padrão de entrada é o poste com isolador de roldana, bengala e haste de terra, atendendo às especificações da empresa que fornece a energia elétrica. Ao fazer a instalação, a empresa vistoria o trabalho e faz a ligação. O quadro de distribuição com disjuntores deve estar localizado em ambiente de fácil acesso.

LUMINOTÉCNICA

Dentro todos os benefícios da eletricidade um dos mais impactantes e que traz mais benefícios a toda a população é a possibilidade de converter energia elétrica em energia luminosa. Apesar desta tão importante contribuição da eletricidade muitas vezes a maioria da população não percebe e não dá a devida importância que o assunto merece.

O estudo da implementação e utilização da iluminação artificial, seja em ambientes externos ou internos é chamado de luminotécnica. A luminotécnica é tão antigo e é inclusive anterior ao uso de eletricidade para geração de iluminação pois as primeiras fontes de iluminação eram o próprio fogo de lamparinas e candeias.

A NBR 5413 – Iluminação de interiores, fixa parâmetros e conceitos que devem ser levadas em consideração com o intuito de tornar os ambientes confortáveis no que se refere a utilização de iluminação artificial de forma eficiente, além de auxiliar na escolha do melhor tipo de lâmpada das várias existentes no mercado e aferir e fixar parâmetros para seus devidos desempenhos.

Vários são os fatores que influenciam no desempenho de sistemas de iluminação, praticamente qualquer alteração no ambiente de alguma maneira pode melhorar ou comprometer o desempenho de tal sistema, desta maneira é imprescindível ao profissional que atua na área de eletricidade seja na instalação ou na área de desenvolvimento de projetos para tais sistemas entender e utilizar corretamente os parâmetros de modo a resultar no melhor desempenho possível em iluminação.

As grandezas são uma forma de comparação entre coisas mensuráveis, parâmetros são fixados pelas normas técnicas com a finalidade de dar as grandezas valores que tangem o melhor desempenho e ser decidido, pelo projetista, qual melhor escolha a ser feita entre equipamentos e componentes. Em luminotécnica existem grandezas a serem consideradas de modo a parametrizar a tomada de decisão nos componentes que serão utilizados para iluminar os ambientes tais como lâmpadas, luminárias, refletores, interruptores e etc.

Os conceitos básicos de luminotécnica tratam de características da luz, conhecendo-os bem fica mais fácil entender as informações técnicas importantes sobre os produtos. Para ajudar você a escolher e levar a luminária certa, abordamos aqui alguns dos principais termos que você encontrará no site e nas embalagens.

Uma das primeiras dúvidas que podem surgir na hora de comprar luminárias e lâmpadas LED, é sobre a temperatura de cor do modelo, medida em kelvin (K), ela indica a aparência ou tonalidade de cor da luz emitida pela luminária (não o calor físico), e quanto maior for a temperatura de cor mais branca é sua tonalidade. Ou seja, se você deseja uma iluminação mais amarelada, opte por modelos de 3000K, mas se está buscando uma temperatura mais branca, escolha os modelos de 5000K ou 6000K.

A potência, medida em Watts (W), informa a quantidade de energia que a luminária ou lâmpada LED irá consumir para gerar luz. É importante lembrar que ter mais potência não significa que a luminária irá proporcionar mais luz, para isso temos outra grandeza, o Fluxo Luminoso, expresso em lúmens (lm).

O Fluxo Luminoso trata da quantidade de luz emitida por um modelo, e é outra informação importante na hora de levar a tecnologia LED para sua casa. Neste caso, sim, quanto maior o número, mais luz a luminária ou lâmpada emite.

Para conhecer a eficácia do produto, utilizamos a Eficiência luminosa, que nada mais é do que a divisão do fluxo luminoso pela potência do modelo escolhido, ou seja, é a quantidade de lúmens (ou fluxo luminoso) que uma luminária ou lâmpada emite em cada watt que ela consome de energia (potência). Quanto maior o número mais eficaz é o produto.

A luz artificial deve possibilitar ao olho humano perceber as cores corretamente, convergindo para o mais próximo da luz natural do dia, porém nem toda fonte luminosa nos permite enxergar um objeto com as suas cores reais. A tecnologia LED possui um excelente Índice de Reprodução de Cor e por isso oferece uma ótima fidelidade de cores. O Índice de Reprodução de Cor (IRC) é a medida de correspondência entre a cor real de um objeto e sua aparência diante de uma fonte luminosa, quanto mais alto o índice melhor é a reprodução das cores.

Eficiência Luminosa

É a relação entre o fluxo luminoso emitido pela lâmpada e a potência consumida.

- ✓ Unidade: Lumem/Watt - lm/W | Símbolo: η

Intensidade Luminosa

É a quantidade de luz emitida por uma fonte luminosa em uma determinada direção. Utilizada em lâmpadas refletoras, onde a intensidade luminosa está ligada ao ângulo do fecho.

- ✓ Unidade: Candelas - Cd | Símbolo: I

Fluxo Luminoso

É a quantidade de luz emitida por uma lâmpada em todas as direções.

- ✓ Unidade: Lumem - lm | Símbolo: Φ

Iluminância

É o fluxo luminoso que incide em uma área, ou seja, a quantidade de luz que chega a um ponto.

- ✓ Unidade: Lux | Símbolo: E

Marcação de Pontos de Luz

Uma coisa muito importante para a sua obra é a marcação dos pontos de energia elétrica, luz e a passagem das mangueiras por onde passarão os cabos de eletricidade. A quantidade de pontos de luz artificial está principalmente relacionada à área do cômodo. Quanto maior, mais iluminação será preciso colocar.

Veja alguns parâmetros mínimos:

- ✓ Cada cômodo deve ter pelo menos um ponto de luz no teto, com um interruptor na parede.
- ✓ Carga de luz: para cômodos de até 6m², iluminação de 100VA; para cada 4m² a mais, coloque mais 60VA. Essa quantidade de luz pode ser em uma única lâmpada ou pode ser a soma de várias (lâmpada no teto, abajour, arandelas na parede, etc).
- ✓ No banheiro: lembre-se que o ponto de luz deve ficar a pelo menos 60cm de distância do chuveiro pra evitar choques.

Quando o mínimo não é o ideal

Nem sempre ter o mínimo de iluminação artificial recomendado vai deixar você satisfeito. Considere também algumas outras coisas:

- ✓ Se a altura do piso ao teto (pé -direito) tiver mais que 3 m, pense em mais pontos, use luminárias maiores (como trilhos, pendentes grandes) ou use arandelas na parede; se for baixa (até 2,5m), cuidado apenas com luminárias pendentes, porque as pessoas podem bater a cabeça.
- ✓ Se o ambiente for claro e brilhante (piso brilhante, espelhos, móveis com brilho), ele vai sempre parecer mais iluminado. Aí você precisará de menos iluminação artificial.
- ✓ Se o ambiente for escuro e opaco, ele tende a concentrar luz e não propagar a claridade. Prefira luminárias com lâmpadas mais potentes.
- ✓ Se você vai usar esse cômodo para trabalhar, é melhor que ele seja mais iluminado; se é um quarto, onde você vai dormir, pode usar até uma luz indireta que joga a iluminação para o teto, para não ofuscar a vista.
- ✓ Colocar os pontos de luz muito perto um do outro pode gerar desconforto, enchendo a casa de sombra. Então, nem sempre concentrar tudo no teto pode ser uma boa.
- ✓ Prefira usar recursos de iluminação que sejam de manutenção fácil (lembre, você vai precisar trocar as lâmpadas!) e que não esquentem demais algum objeto ou pessoa.

OBSERVAÇÕES:

Dica geral: como acertar com pontos de luz

Instale uma luz central no alto do cômodo. E use outros pontos de luz no teto para destacar alguns objetos (como quadros, uma prateleira de livros, etc.) direcionando o foco da luz para eles e complemente com uma ou outra luminária de mesa ou de chão que criam um 'cantinho' agradável dentro da sua casa.

Segundo a NBR 5410, em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6 m² deve ser prevista uma carga mínima de 100 [VA];

Em cômodos 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.

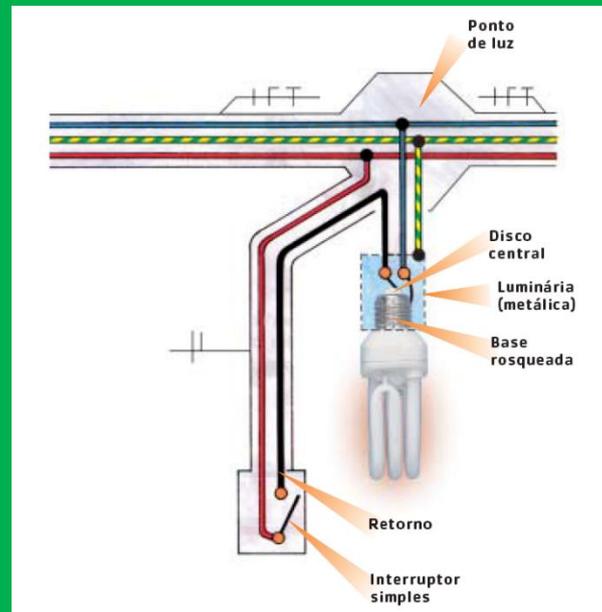


Figura 3: Esquema ilustrativo de um ponto de luz.

Comando de pontos de luz

Interruptor Simples

Como o próprio nome diz essa é o mais simples tipo de ligação, o de uma lâmpada comandada por um interruptor. Veja no detalhe que o condutor Fase é ligado no interruptor e na lâmpada chega o Neutro e o Retorno. Indicado para ambiente pequenos e com apenas uma porta de acesso.

Interruptor Duplo

Indicado para ambientes maiores que tem apenas uma porta de acesso e que podem ter a iluminação separada, por exemplo, uma sala de aula.

Nessa ligação cada comando comanda uma lâmpada ou conjunto de lâmpadas.

Interruptor Paralelo (Three-way)

Indicado para ambientes grandes e/ou precisem de acionamento das luminárias em pontos distintos. Indicado para salas conjugadas estar-jantar, escadas (permite ligar-desligar

em cada extremidade da escada), quartos. Nos quartos com esse tipo de ligação na cabeceira da cama permite ligar-desligar sem precisar se levantar!



Figura 4: Exemplo de interruptor simples e interruptor duplo.



SE LIGA NA CHARADA!

PERGUNTA:

O que é, o que é? Tem cabeça e tem dente, não é bicho e nem é gente.

RESPOSTA:

O alho.

PROJETO DE INSTALAÇÕES DE BAIXA TENSÃO

Parâmetros e procedimentos

A norma NBR-5410, que diz respeito a realização de um projeto elétrico em baixa tensão, faz parte do conjunto de regulamentações impostas pela NR10, e, devido a isso, deve ser obedecida estritamente para que o seu projeto elétrico em baixa tensão seja executado da maneira mais competente possível, além de evitar possíveis multas e, até mesmo, perda de licença caso haja algo fora dos parâmetros exigidos.

E quais são estes parâmetros?

Com medidas de caráter técnico e altamente específico, a NBR-5410 exige dos profissionais que exercerem este projeto elétrico em baixa tensão que métodos que garantem a total segurança e proteção contra choques elétricos, dimensionamento correto para condutores e disjuntores, um aterramento bem executado, dentre muitos outros aspectos.

Ela é aplicada com maior frequência para um projeto elétrico em baixa tensão para edificações, principalmente, mas também se encontra em áreas descobertas como canteiros de obras, por exemplo.

Ministrada também aos circuitos elétricos alimentados sob tensão nominal igual ou inferior a 1000 volts, em corrente alternada com frequência alternada inferior a 400Hz, ou, em corrente contínua inferior a 1500 volts. Fiações não protegidas de acordo a suas normas relativas de utilização e manuseio também fazem parte das medidas cujas normas de um projeto elétrico em baixa tensão.

Além das aplicações, quais são os passos de um projeto elétrico em baixa tensão?

Para que este projeto elétrico em baixa tensão seja concebido corretamente, seus passos devem ser seguidos com total cautela e atenção de uma equipe técnica especializada, pois seus procedimentos requerem conhecimentos extremamente específicos.

Fatores como a resistência do solo, detectar equipamentos que necessitem de maior manutenção e medidas de segurança, realizar relatórios e levantamentos a respeito das características dos equipamentos utilizados, realizar uma classificação a respeito do terreno, identificar qual é a tensão de fornecimento utilizada, entre muitos outros aspectos os quais exigirão uma análise e inspeção de peritos certificados.

Isso é exatamente o que a Energia Atuante se propõe a oferecer aos seus clientes, uma certificação não só de competência, como também de responsabilidade social e ambiental, de segurança para todos os envolvidos em neste processo de projeto elétrico em baixa tensão, e, principalmente de satisfação do seu contratante uma vez que o serviço é inteiramente entregue ao seu destinatário.

Primeiramente precisamos entender o significado de “projeto”: projeto vem do latim, que resumidamente significa “antes de uma ação”; portanto, um projeto instalação elétrica baixa tensão deve levar em conta os parâmetros para os quais a instalação será projetada e qual sua finalidade, para que o projeto possa traduzir a necessidade dos requisitos e objetivos solicitados pelo contratante.

Um Projeto de Instalação Elétrica de Baixa Tensão

Partindo desta premissa, primeiramente é necessário termos uma planta civil com o layout das edificações e seus equipamentos internos e externos que serão alimentados por energia elétrica e qual o tipo de utilização, industrial – comercial – hospitalar e etc.

Identificar na planta civil as tomadas, pontos de iluminação interno e externo, máquinas, sistema de ar condicionado, ter em mãos a planta aprovada do Corpo de

Bombeiros para a sua adequação na parte elétrica, são ações que devem ser contempladas no projeto instalação elétrica baixa tensão.

Para cada item do projeto instalação elétrica baixa tensão é necessário um detalhamento conforme as normas técnicas pertinentes da ABNT do Ministério do Trabalho e demais órgãos competentes conforme a sua finalidade. São procedimentos técnicos específicos em que o contratante possa orientar o projetista, para que este encontre as melhores soluções para atender as suas necessidades dentro das normas técnicas dos órgãos fiscalizadores e certificadores, pois são eles que vão emitir a documentação necessária para o funcionamento da empresa e que esta possa iniciar ou continuar as suas atividades sem risco.

Um Projeto Instalação Elétrica Baixa Tensão Tem Características Básicas

Cada projeto instalação elétrica baixa tensão é único, pois acaba tendo características únicas. Tem suas necessidades técnicas a serem definidas conjuntamente com os contratantes e/ou usuários da instalação para que também devam atender as demandas e necessidades em função da atividade exercida em cada local; a escolha de uma empresa especializada e competente é fundamental para o êxito de um projeto instalação elétrica baixa tensão e que o mesmo atenda o seu objetivo e as normas pertinentes. O projeto instalação elétrica baixa tensão é o documento técnico e legal que quando utilizado e executado corretamente tem:

As informações previstas nas normas técnicas e procedimentos pertinentes a cada tipo de ocupação, para que os alvarás possam ser liberados pelos órgãos competentes;

Atualização após qualquer adequação/ampliação e deve-se manter atualizado, atendendo a NR-10 e as demais normas técnicas específicas para cada tipo de ocupação e/ou atividade implementada no local;

Em uma fiscalização, a primeira coisa solicitada é: o projeto instalação elétrica baixa tensão que vai balizar o procedimento pericial nos seguintes casos:

- ✓ De acidente para pedido de indenização às seguradoras;
- ✓ De acidente quando existe danos pessoais ou vítimas fatais para elaboração do laudo pericial para indicação do culpado;
- ✓ De certificação voluntária ou obrigatória;
- ✓ etc.

O projeto instalação elétrica baixa tensão só tem validade técnica e legal se for suportado por uma ART emitida por um profissional habilitado.

Circuito

Circuito elétrico é um conjunto formado por um gerador elétrico, um condutor em circuito fechado e um elemento capaz de utilizar a energia produzida pelo gerador.

Gerador Elétrico

É o aparelho capaz de transformar qualquer tipo de energia em energia elétrica. Sua principal função é fornecer energia para as cargas que o atravessam, como, por exemplo, pilhas, baterias e usinas hidrelétricas. Sua representação (*figura 5*) é dada por:

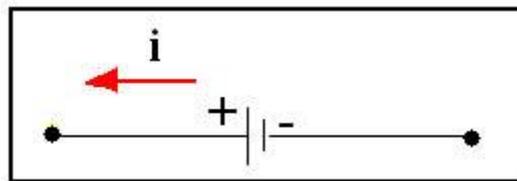


Figura 5: Representação do Gerador Elétrico.

Receptor Elétrico

É o aparelho responsável por transformar energia elétrica em outras formas de energia, não sendo exclusivamente a energia térmica.

Em nosso cotidiano, o melhor exemplo de receptor (*figura 6*) é o motor elétrico, que transforma energia elétrica em energia mecânica.

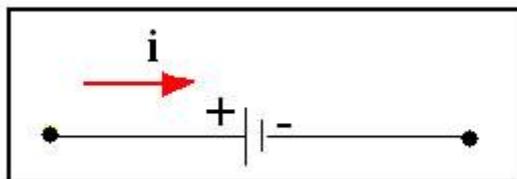


Figura 6: Representação de um Receptor elétrico.

Resistor

Elemento responsável por consumir energia elétrica, e convertê-la em calor, ou seja, energia térmica. Esse fenômeno é chamado efeito Joule.

EXEMPLO:

- ✓ Chuveiro elétrico, lâmpadas comuns, fios condutores, ferro elétrico.

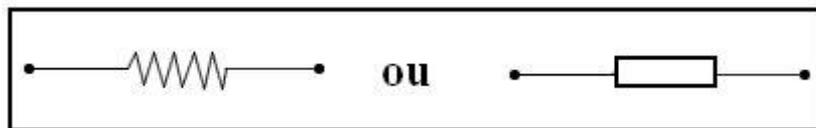


Figura 7: Representação de um Resistor.

Dispositivos de Manobra

São os responsáveis por desligar ou acionar o funcionamento do circuito elétrico, como, por exemplo, os interruptores (*figura 8*) e as chaves.

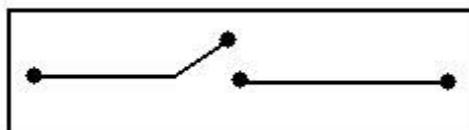


Figura 8: Esquema de um Interruptor.

Dispositivos de Segurança

Responsáveis pela interrupção da passagem da corrente elétrica, quando uma grande intensidade elétrica, maior que o suportável pelo aparelho, é atravessada. Os mais comuns são os fusíveis (*figura 9*) e os disjuntores.



Figura 9: Exemplo de Fusível.

Dispositivos de controle

Medem ou identificam a corrente elétrica ou a diferença de potencial entre dois pontos.

EXEMPLO:

- ✓ **Amperímetro:** Mede a intensidade da corrente elétrica.
- ✓ **Voltímetro:** Mede a ddp entre dois pontos.
- ✓ **Galvanômetro:** Identifica a passagem de corrente elétrica ou a existência de ddp.



Figura 10: Exemplo de dispositivos de controle (Amperímetro, Voltímetro e Galvanômetro).

A grande tecnologia avançada presente nos dias de hoje se deve ao fato do grande desenvolvimento dos estudos dos circuitos elétricos. Por isso é muito importante entender o que é, como ele funciona na prática e quais são os elementos que o compõe.

Um circuito elétrico nada mais é do que o conjunto de vários elementos que possuem funções diferentes a fim de se obter a finalidade desejada.

Classificação dos circuitos elétricos

Os circuitos elétricos são classificados de duas maneiras:

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

Para fazer a análise matemática de circuitos elétricos, é preciso conhecer no mínimo dois conceitos básicos. A lei das malhas (também chamadas lei de kirchhoff) e a lei de ohm.

Elementos de um Circuito

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

1) Resistores:

Elementos de um circuito que basicamente possuem a função de transformar energia elétrica em energia térmica através do efeito joule e assim limitar a corrente elétrica em um circuito. Podem ser combinados de duas formas: Combinação em série: nesse caso quando combinados, a resistência equivalente (resistência total) referente a essa combinação irá aumentar de forma que se obtenha a resistência total desejada. Combinação em paralelo: nesse caso, a resistência equivalente (resistência total) referente a essa combinação irá diminuir de forma que se obtenha a resistência total desejada.

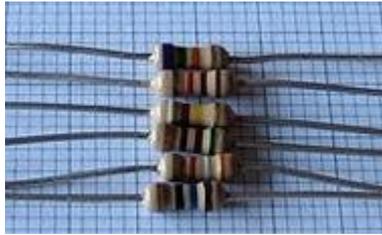


Figura 11: Representação de um objeto real (resistores).



Figura 12: Representação de um resistor no papel.

O símbolo (figura 12) que representa os resistores (figura 11) geralmente é a letra R ou r.

2) Capacitores (figura 13):



Figura 13: Representação de um objeto real (capacitores).

Também denominados de condensadores, possuem a função de armazenar cargas elétricas e assim gerar energia eletrostática. É representado em um circuito elétrico como ilustrado (figura 14):

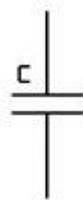


Figura 14: Representação de um capacitor no papel.

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

3) Geradores (figura 15 e 16):

Elementos responsáveis por transformar diversos tipos de energia em energia elétrica.

Alguns tipos de energia transformada pelo gerador são: Energia térmica, energia mecânica, energia química e etc.



Figura 15: Representação de um objeto real (geradores).

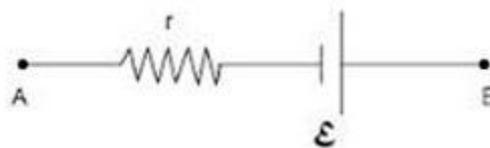


Figura 16: Representação de um gerador no papel.

4) Indutores:

É uma espécie de dispositivo elétrico que tem como função principal de armazenar energia elétrica na forma de campos magnéticos. Normalmente ele é construído como uma bobina feita de um fio condutor (geralmente de cobre) (*figura 17*).



Figura 17: Representação de um objeto real (indutores).



Figura 18: Representação de um indutor no papel.

O símbolo que representa o indutor (*figura 18*) geralmente é a letra L ou l.

Combinação de Elementos em um Circuito

Além desses elementos, existem vários outros que podem ser combinados com a finalidade de construir um ou mais circuitos que tem certamente uma função direcionada pelo seu construtor. Abaixo (figuras 19,20 e 21) estão listados alguns tipos de circuitos elétricos que usam alguns desses elementos citados acima:

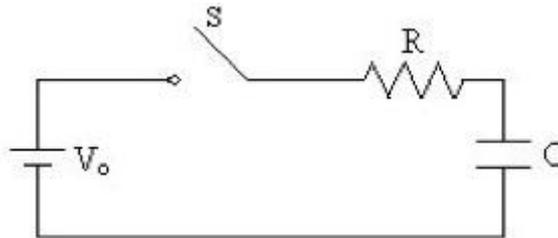


Figura 19: Circuito com resistores (R), capacitores (C), geradores (V0) e chave (S).

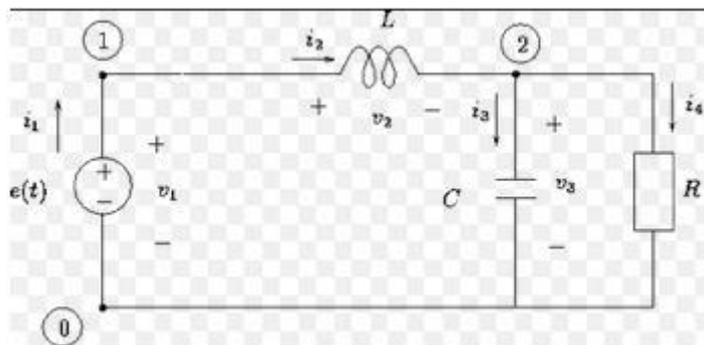


Figura 20: Circuito com indutor (L), capacitor (C), resistor (R), tensão alternada (e(t)).

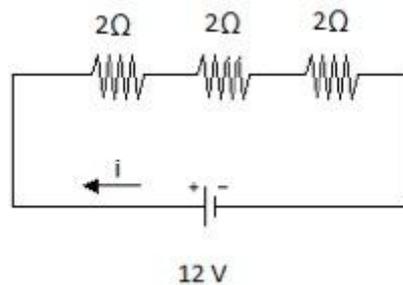


Figura 21: Circuito com apenas resistores e geradores.

Divisão da instalação e número de pontos

Sempre há muita polêmica quando se fala sobre a divisão de circuitos em residências e é consenso que a maioria das residências hoje não possui uma distribuição adequada dos circuitos elétricos. O maior motivo do tema ser polêmico são as pessoas que não tem sua casa uma correta divisão de circuitos de menosprezarem sua importância com frases do tipo: “Aqui sempre funcionou assim, não precisa ser mudado”

Possuir uma correta divisão de circuito garante que sua instalação seja segura e não haja desperdício de energia elétrica, além de facilitar futuras manutenção e diminuir as ocorrências das mesmas.

A norma NBR-5410 Instalações elétricas de baixa tensão, é clara com relação as regras que devem ser seguidas para uma correta distribuição de circuitos, vejamos o que diz a 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.

Podemos ainda concluir considerando este item que os circuitos mistos ou não dedicados não devem ultrapassar potências de 1200W em tensão de 127V (1200W de forma a arredondar o circuito) e 2200W em tensão de 220V.

Desta forma também fica claro que em um instalação residencial o chuveiro deve possuir um circuito exclusivo por ser um equipamento que trabalha com uma corrente elétrica muito superior a 10A.

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.

Normalmente é nestes tipos de cômodos citados acima que se encontram os equipamentos de uma residência que demanda maior corrente elétrica na residência, como maquinas de lavar, fornos e fornos microondas, ferro de passar e etc.

Quadro de distribuição

O objetivo do quadro de distribuição é distribuir a energia proveniente do ramal de distribuição em circuitos parciais;

A divisão em circuitos parciais permite um equilíbrio entre o custo da instalação e a confiabilidade do sistema de distribuição;

Caso todas as cargas fossem alimentadas por um único circuito de distribuição, o custo da instalação poderia ser reduzido, porém isso traria impactos negativos na confiabilidade do sistema;

Caso cada carga fosse alimentada por um circuito, a confiabilidade do sistema certamente seria elevada, no entanto, isso traria impactos negativos no custo da instalação;

Tomadas de corrente

Eliminação das classificações das tomadas em "tomadas de uso geral" e "tomadas de uso específico". O conceito agora é o de "pontos de tomada": ponto de utilização em que a conexão do equipamento ou equipamentos a serem alimentados é feita através de tomada de corrente.

A norma esclarece ainda que um ponto de tomada pode conter uma ou mais tomadas de corrente. A ideia neste caso é estimular a presença de um número adequado de tomadas de corrente nos diversos cômodos de forma a reduzir ao máximo a utilização de benjamins ou tês.

Ponto de tomada com 4 tomadas 2P+T (modelo conforme NBR 14136)

Um ponto de tomada pode servir tanto às "antigas" tomadas de uso geral quanto às tomadas de uso específico. Na realidade, a norma de 1997 não obrigava o profissional a prever uma quantidade mínima de tomadas de uso específico, mas apenas o lembrava de que as eventuais tomadas de uso específico deveriam ter potência e localização bem definidas em função do aparelho a ser ligado.

Ou seja, ficava a critério do profissional incluir as tomadas de uso específico no total de tomadas de uso geral estipulados pela norma ou considerar as tomadas de uso geral em separado. Na edição 2004, continua valendo o mesmo raciocínio, porém desaparecem os termos tomada de uso geral e específico.

Pontos de tomada: Quantidade

A norma define o número mínimo de pontos de tomadas que devem ser previstos num local de habitação.

Critérios:

- ✓ **Banheiros:** permanece a previsão de pelo menos um ponto de tomada próximo ao lavatório.
- ✓ **Cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, cozinha-área de serviço, lavanderias e locais análogos:** continua previsto no mínimo um ponto de tomada para cada 3,5 m, ou fração, de perímetro.

A novidade é que acima da bancada da pia devem ser previstas no mínimo duas tomadas de corrente, no mesmo ponto ou em pontos distintos (na edição de 1997, exigia-se apenas uma tomada).

- ✓ **Varandas:** a novidade é que deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada, admitindo-se que este 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 80 cm.
- ✓ **Salas e dormitórios:** na edição de 1997, dizia-se que para áreas inferiores a 6 m² era preciso prever pelo menos uma tomada e, acima desta área, uma tomada a cada 5 m ou fração de perímetro. Na edição de 2004 fica estabelecido que devem ser previstos pelo menos um ponto de tomada para cada 5 m ou fração de perímetro, sem especificar a área mínima de 6 m².
- ✓ **Sala de estar:** novas recomendações específicas para este local, que geralmente abriga diversos eletroeletrônicos. Além da quantidade mínima de pontos de tomada conforme parágrafo anterior, a norma alerta que existe 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”. Mais uma vez o texto deixa a cargo do profissional o julgamento sobre a quantidade adequada de tomadas. Como sempre, o bom senso deve prevalecer.
- ✓ **Demais cômodos:** a edição de 2004 requer que sejam previstos, pelo menos, um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for igual ou inferior a 2,25 m², admitindo-se que, em função da reduzida dimensão do local, esse ponto seja posicionado externamente ao cômodo ou dependência, a até 80 cm de sua porta de acesso. Quando a área do cômodo ou dependência for superior a 2,25 m² e igual ou inferior a 6 m², exige-se, no mínimo, um ponto de tomada. E nos casos de cômodos com área superior a 6 m², vale a regra de um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro.

Potências atribuíveis aos pontos de tomada

Uma vez determinada a quantidade de pontos de tomada, é preciso atribuir as potências em VA para estes pontos. A norma diz que a potência a ser atribuída a cada ponto de tomada é em função dos equipamentos que ele poderá vir a alimentar e não deve ser inferior a determinados valores mínimos indicados no texto. Tratam-se dos valores mínimos atribuídos na edição de 1997 às "tomadas de uso geral", porém com algumas pequenas mudanças:

- ✓ **Banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos:** deve-se atribuir no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até 3 pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, considerando-se cada um desses ambientes separadamente. Aparece a seguinte novidade: "quando o total de tomadas, no conjunto desses ambientes, for superior a 6 pontos, admite-se que o critério de atribuição de potências seja de, no mínimo, 600 VA por ponto de tomada, até 2 pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, sempre considerando cada um dos ambientes separadamente".
- ✓ **Demais cômodos ou dependências:** no mínimo 100 VA por ponto de tomada.

EXEMPLOS:

- 1) Seja uma cozinha onde há a previsão de 5 pontos de tomadas. Pela regra indicada, a NBR 5410 de 2004 consideraria para esta cozinha uma potência mínima de $600 + 600 + 600 + 100 + 100 = 2000$ VA;
- 2) Seja outra cozinha onde há a previsão de 7 pontos de tomadas. Pela regra indicada, a NBR 5410 de 2004 consideraria para esta cozinha uma potência mínima de $600 + 600 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100 = 1700$ VA.

No primeiro caso, temos uma potência média por ponto de tomada de $2000/5 = 400$ VA, enquanto que, no segundo caso, a potência média é de $1700/7 = 243$ VA. O raciocínio aqui é que, utilizando-se um número maior de pontos de tomadas, haveria naturalmente uma menor simultaneidade de uso dos equipamentos, diminuindo assim a demanda necessária para aquele cômodo da casa.

Vamos lembrar que aqueles valores de 600 VA e 100 VA determinados pela norma nada mais são do que demandas previstas para pontos de tomadas e não potências instaladas naqueles pontos, até porque quase nunca se conhece exata e previamente a potência dos aparelhos a serem ligados nas tomadas.

Continua a prescrição de que todo ponto de utilização previsto para equipamento com corrente nominal superior a 10 A deve constituir um circuito independente, mas surge uma exigência explícita de que "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".

Note que a norma não determina que cada área destas tenha que ter um circuito só para si, ficando a critério do profissional definir a quantidade de circuitos que atendem estas áreas. A regra tem por objetivo não misturar circuitos de pontos de tomadas daquelas áreas com os de outros cômodos, tais como salas, dormitórios, banheiros.

Com esta prescrição, fica evidenciado que uma instalação qualquer em local de habitação tem que ter, no mínimo, dois circuitos de tomadas.

A norma estabelece ainda que devem ser previstos circuitos terminais separados para iluminação e tomadas.

Tipos de condutores

O termo condutor significa aquilo ou qualquer corpo que é suscetível na transmissão de calor, principalmente a eletricidade, um bom exemplo de condutividade são os metais, fios ou substâncias com capacidade de conduzir energia.

Os materiais condutores são classificados em três grupos distintos, os condutores metálicos, condutores eletrolíticos e condutores gasosos. Veja abaixo cada um deles.

Condutores metálicos

Os metais possuem características onde os elétrons em sua estrutura são livres, e são ligados ao núcleo do átomo de forma muito fraca, dessa maneira os metais tem tendência a doar elétrons, assim permitindo o espalhamento muito rápido de energia.

Os tipos mais utilizados são os materiais compostos de cobre e alumínio, devido a sua grande capacidade de condução de energia. Os fios condutores de eletricidade são os principais componentes das linhas de distribuição de energia elétrica.

Condutores eletrolíticos

Os condutores eletrolíticos são encontrados nas soluções de ácidos, bases ou sais contidos na água. Os íons positivos (cátions) e negativos (ânions) é que são os portadores de carga, e percorrem sentidos opostos. Essa dissolução iônica dos compostos cria a corrente elétrica, que é formada e constituída por esse movimento em sentidos contrários.

Condutores gasosos

Chamados de condutores de terceira categoria ou terceira classe, os condutores gasosos possibilitam a condutividade pelo movimento de cátions e ânions em um sentido oposto, ao contrário dos condutores eletrolíticos essas moléculas não são energizadas

sozinhas. Ao se chocarem, elétrons e moléculas de gás retiram elétrons e, portanto se tornam energizadas. Um exemplo disso são os raios e relâmpagos.

A escolha por fios, cabos ou cabos flexíveis depende do projetista ou instalador. Numa residência, por exemplo, um fio, um cabo ou um cabo flexível de seção nominal $2,5 \text{ mm}^2$ terão exatamente a mesma transmissão de corrente elétrica - a única diferença entre eles é a flexibilidade. É mais fácil, por exemplo, instalar um cabo flexível do que um fio, já que o cabo é mais maleável e reduz o risco de danificar a isolação na hora de passar pelos conduítes.

Os fios têm seções nominais menores e, portanto, são usados em circuitos com correntes elétricas limitadas, como tomadas e sistemas de iluminação. Na indústria, por exemplo, usam-se normalmente cabos e cabos flexíveis, que têm seções nominais maiores e mais adequadas ao consumo de máquinas do setor de produção.

Fios

Fio ou fio sólido é um material maciço, formado de um único condutor, o cobre, o que faz dele um produto bem menos flexível. O fio sólido (*figura 22*) não deve ser dobrado e muito manuseado, porque o condutor de cobre pode se partir e perder a funcionalidade. Seu uso restringe-se às instalações mais simples, como sistemas de iluminação, tomadas simples e chuveiros elétricos, limitado por sua seção nominal máxima de 10 mm^2 .



Figura 22: Exemplo de fio.

Cabos

Cabo é um condutor de energia elétrica formado por vários fios de cobre encordoados (torcidos). O objetivo do encordoamento é facilitar o manuseio do produto, possibilitando dobras sem danificar sua estrutura. Por conter diversos fios, possui mais flexibilidade que o fio sólido. Normalmente, o cabo (*figura 23*) é formado por sete fios (seção nominal de até 35 mm^2), 19 fios (50 mm^2 até 95 mm^2) e 37 fios (120 mm^2 em diante).

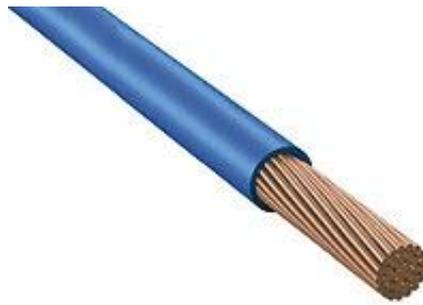


Figura 23: Exemplo de cabo.

Cabos flexíveis

Cabo flexível (*figura 24*) é um condutor elétrico de fios de cobre bem finos, também encordoados. É mais maleável, por isso faz curvas com mais facilidade, agilizando o processo de instalação.



Figura 24: Exemplo de cabo flexível.

Carga instalada e cálculo de demanda

Seria fácil determinar a potência máxima nas instalações se assumíssemos que todos os equipamentos podem ser ligados simultaneamente. Porém o que ocorre na realidade é que apenas uma fração desses equipamentos é ligado ao mesmo tempo, e assim podemos evitar uma instalação elétrica (geradores, transformadores, etc.) superdimensionada.

Para contornar esse problema existem dois fatores de projeto importantes na determinação desse dimensionamento: **Fator de Demanda** e Fator de Simultaneidade.

Fator de Demanda

Por definição, Fator de Demanda (F_d) é a razão entre a Demanda Máxima ($D_{máx}$) atingida na instalação e a Carga Instalada ($P_{inst.}$):

$$F_d = \frac{D_{máx}}{P_{inst.}}$$

Tomamos por Demanda Máxima ($D_{m\acute{a}x}$) o máximo valor (em kW) de potência atingido pelos equipamentos de uma instalação em condições normais de uso. Veremos adiante que existem tabelas para estimar este valor de acordo com o tipo e quantidade de equipamento, porém o correto é sempre conhecer a instalação e o regime real de uso para se obter um valor mais preciso.

- ✓ **Carga Instalada**, ou Potência Instalada ($P_{inst.}$) é a soma das potências nominais de todos os equipamentos (em kW), ou seja, o valor de potência que seria consumida se todos os equipamentos estiverem operando ao mesmo tempo.

Podemos observar que o **Fator de Demanda** (F_d) é sempre um valor entre 0 e 1. E é justamente este valor que é usado para o dimensionamento dos equipamentos elétricos que alimentam a instalação.

Fator de Simultaneidade

Como vimos anteriormente, em uma instalação industrial, comercial ou residencial os equipamentos raramente irão operar todos ao mesmo tempo. Por isso existem valores tabelados para ajudar no dimensionamento de instalações elétricas chamados Fatores de Simultaneidade. São estes fatores que devemos multiplicar pela **Carga Instalada** na hora de considerar o dimensionamento de fios, disjuntores, geradores, transformadores, etc. Estes valores são um guia inicial, pois cada caso deve ser analisado individualmente e sempre deve ser tomado o cuidado para não subdimensionar o sistema.



PAUSA PARA REFLETIR...

O homem verdadeiramente prudente não diz tudo quanto pensa, mas pensa tudo quanto diz.

Aristóteles

COMANDOS ELÉTRICOS

Dentro das aplicações da eletricidade de potência, **Comandos Elétricos (COEL)** no setor industrial é sem sombra de dúvidas o mais importante, sobretudo porque representa a maior parcela da transformação da energia elétrica em outros tipos de energia.

Desta forma, a indústria é o palco das atividades exercidas pela maioria dos profissionais da área elétrica, seja na forma de projetos de comandos elétricos,

instalação de acessórios e equipamentos, ou mesmo de projetos de automação industrial.

Dentro desta área de conhecimento situa-se o seguimento de **COEL** que representa técnicas e métodos que são empregados para controlar/manipular acionamentos de máquinas e equipamentos.

Os **COEL's** são compostos, em sua grande maioria, por circuito de força, onde podemos encontrar as cargas (ex.: Motores elétricos trifásicos) e circuito de comando que contempla as lógicas de acionamento de dispositivos de manobra e proteção (Ex.: Botoeiras, sinaleiros, etc...).

Motor Elétricos Trifásico

Como funciona o motor elétrico trifásico CA?

São os mais utilizados porque na maioria dos casos a distribuição de energia elétrica é feita em corrente alternada (CA) e também em função de simplicidade, robustez e baixo custo, sendo adequado para quase todos os tipos de máquinas encontradas, este tipo de motor é largamente encontrado na indústria.

É possível controlarmos a velocidade dos motores de indução com o auxílio de inversores de frequência.

Possui velocidade constante podendo variar em função de alguns fatores como cargas aplicadas a seu eixo. Seu princípio de funcionamento é baseado no campo magnético girante, que surge quando um sistema de correntes alternada trifásico é aplicado em polos defasados fisicamente de 120° .

Campo Magnético Girante

Velocidade do motor elétrico trifásico: comandos elétricos

Os motores elétricos trifásicos de corrente alternada são os mais utilizados porque na maioria dos casos a distribuição de energia elétrica é feita em corrente e também em função de simplicidade, robustez e baixo custo, sendo adequado para quase todos os tipos de máquinas encontradas, este tipo de motor é largamente encontrado na indústria. Possui velocidade constante podendo variar em função de alguns fatores como cargas aplicadas a seu eixo.

Seu princípio de funcionamento é baseado no campo magnético girante, que surge quando um sistema de correntes alternada trifásico é aplicado em polos defasados fisicamente de 120° . Dessa forma, surge através desta defasagem um campo

magnético em cada conjunto de bobinas do motor, estes campos magnéticos gerados formam o que chamamos de Campo Magnético Girante.

Os dispositivos de controle que estudaremos a seguir são uma evolução dos dispositivos de manobra (dispositivos de comando). Já os dispositivos de proteção têm como objetivo evitar as sobrecargas e curto-circuito.

Dispositivos de comando

Em circuitos bifásicos o interruptor deverá ser bipolar. No caso de sistema trifásico, o interruptor deverá ser tripolar, onde será possível o desligamento das três fases ao mesmo tempo. Essas chaves podem ser acionadas manualmente.

Outras, as chamadas chaves magnéticas, podem ser acionadas por eletroímã, que, quando alimentadas por circuito externo se magnetiza provocando o movimento de uma armadura que possibilita o fechamento do circuito. Podem ser de dois tipos: chave magnética protetora é de uma combinação de chave magnética com relés de proteção, normalmente relé de sobrecarga, visto que as chaves magnéticas simples não apresentam proteção contra sobrecarga, atuam apenas como elementos de comando; chave magnética combinada é a associação de chave magnética simples com fusível, disjuntor e relé térmico. É muito utilizada no acionamento de motores elétricos, onde seu acionamento e desligamento ocorre com muita frequência por meio de comandos vindos de diferentes pontos.

Contatores

Os contatores são dispositivos eletromecânicos que possibilitam a manobra de circuitos de longe por meio de um quadro de comandos. Trata-se de uma chave cuja operação não é manual e é capaz de conduzir ou interromper a passagem de corrente elétrica em condições normais de circuito, incluindo as sobrecargas previstas. São usados principalmente no controle de circuitos de potência não indutivos e no acionamento de motores.

Pressostato

É um dispositivo de manobra que trabalha em função das pressões predeterminadas. É uma espécie de sensor que mede a pressão e aciona ou desativa o circuito dependendo de suas especificações predefinidas. É utilizado principalmente na indústria e em máquinas cujo controle de pressão se faz necessário. Ou seja, sua principal função é evitar sobre pressões ou sub pressões.

Termostato

Termostato é um dispositivo que tem como objetivo manter a temperatura de um sistema dentro de sua faixa de controle automaticamente. Desta forma, qualquer desvio em relação à faixa de controle (temperatura mínima aceitável até a temperatura máxima aceitável) ocasiona a passagem ou interrupção da corrente elétrica. Seu uso é frequente em geladeiras, ferros de passar e nos processos industriais que precisam se manter dentro das especificações de temperatura.

Relé térmico

São dispositivos que protegem os sistemas contra danos de origem elétrica (sobrecarga elétrica) que ocasionam aquecimento por passagem de corrente acima do especificado. É usado principalmente em motores elétricos para proteger os enrolamentos (seja do induzido, seja do indutor) dos efeitos deletérios do aquecimento acima das especificações aceitáveis.

Dispositivos de proteção

Os dispositivos de proteção têm como função essencial proteger os equipamentos contra curtos-circuitos e/ou sobrecargas.

Nas situações de curto-circuito, os dispositivos de segurança deverão interromper a passagem de corrente elétrica, minimizando os efeitos térmicos e mecânicos que pode ocasionar nos equipamentos. Essa interrupção deve ser rápida para que a proteção seja efetiva.

Fusíveis

O fusível vem sendo utilizado a mais de 100 anos como um meio de proteção contra as sobrecargas (altas correntes indesejáveis). Os fusíveis são dispositivos de proteção contra correntes de curto-circuito, podendo também atuar em circuitos sob condições de sobrecarga. Nas sobrecargas eles interrompem o fluxo de corrente.

Essa interrupção ocorre em função da fusão de um elemento fusível (elo), segundo o aquecimento resultante da sobrecarga que ocorrem durante a circulação dessa corrente. São dispositivos de proteção de elevado leque de aplicações, com diferentes tipos construtivos, e que por isso mesmo devem merecer uma atenção especial na hora de escolher o fusível correto. Para fundamentar essa escolha, nada melhor do que a análise da função de cada componente de um fusível, pois assim, em caso de ausência de algum

desses componentes, já é possível avaliar as consequências.

Fusíveis Cilíndricos

São utilizados na proteção principalmente de máquinas e painéis, e também modelos que podem ser utilizados nas instalações em geral. Devem ser instalados de forma que não apresente risco de toque acidental.

Normalmente trabalham com correntes nominais de 1 a 100A. Há disponível no mercado diferentes tamanhos. Funcionam bem em redes de tensão nominal até 500VCA. Mas seu maior diferencial se destaca por apresentar uma alta capacidade de interrupção (100kA) em um produto extremamente compacto e inovador.

Diferencial residual e seletividade

O Termo DR vem das iniciais de Diferencial Residual, que é a metodologia usada para que este dispositivo funcione. Mas o que ele faz?

DR é um dispositivo eletrônico que tem a função principal de detectar correntes de fuga em um circuito elétrico e seccioná-lo.

Ele fica de olho na corrente de fuga de um circuito, que pode ser gerada por uma falha neste circuito, ocasionado por um isolamento do condutor danificado, uma parte metálica encostando no condutor (não na capa isolante), umidade nos eletrodutos ou nas caixinhas e falha em equipamentos como geladeira e máquina de lavar, entre outros.

O DR fica medindo essa corrente de fuga e, quando ela ultrapassa os valores para os quais ele foi ajustado (por exemplo, 30mA), ele abrirá seus contatos, evitando que a energia elétrica continue chegando naquele ponto ou continue circulando naquele circuito que tem problemas. Dizemos que ele desliga o circuito que tem problemas.

Mas para que desligar um circuito com fuga de corrente?

Este é o segredo. Uma corrente de fuga pode ser a responsável por uma energização de uma parte metálica que, exposta, pode levar uma pessoa ao choque elétrico. Esta fuga de corrente pode também ser o próprio choque elétrico que alguém tenha sofrido e, por este motivo, deve ser interrompido imediatamente.

O DR tem essa função: desligar a energia desse circuito com problemas imediatamente ou em tempo suficiente para que uma pessoa não sofra danos ou, pelo menos, não fique exposta ao risco por muito tempo.

Um estudo mostra que correntes acima de 30 miliampères passando pelo coração de um ser humano mediano pode causar a fibrilação cardíaca, sendo o responsável por uma parada cardíaca.

O DR é conhecido por ser o dispositivo que evita o choque elétrico. Na prática, ele não evita mas minimiza os efeitos do choque elétrico em pessoas e animais, sendo um dispositivo muito importante para qualquer instalação elétrica.

Pela norma técnica que rege a construção de uma instalação elétrica de baixa tensão, ABNT NBR 5410, o DR tem sua instalação obrigatória em circuitos que atendam às seguintes condições:

- a) Circuitos em locais com banheiras e chuveiros;
- b) Circuitos com tomadas em áreas externas;
- c) Circuitos de tomadas internas que alimentem equipamentos externos;
- d) Circuitos em áreas de habitação com pontos de utilização em áreas úmidas;
- e) Circuitos em áreas não-residenciais com pontos em áreas úmidas.

O DR é muito importante na preservação da vida das pessoas e dos animais e deve estar presente em todas as instalações elétricas.

Para que haja proteção sempre, recomendo que circuitos elétricos contem sempre com o DR.

Os dispositivos diferenciais residuais, sejam os IDR's (interruptores diferenciais residuais) ou os DDR's (Disjuntores diferenciais residuais), são hoje um grande auxílio em salvar vidas quando o acidente envolve eletricidade. Estes componentes tem como sua principal função interromper um circuito elétrico quando percebe que existe neste uma fuga de corrente elétrica.

Um choque elétrico provocado por um contato indireto em um circuito elétrico vai ser interpretado pelos dispositivos diferenciais como uma fuga de corrente e, no menor tempo possível este dispositivo vai proporcionar o desligamento do sistema minimizando qualquer consequência de um choque elétrico.

Os dispositivos diferenciais são obrigatórios segundo a Norma NBR-5410, o que infelizmente não é conhecimento de todos os eletricitas e profissionais da eletricidade. Da mesma forma, não é de conhecimento de todos os eletricitas a forma como se dimensiona e escolhe um dispositivo diferencial.

ATERRAMENTOS ELÉTRICOS

O aterramento tem como função proteger os equipamentos elétricos, usuários e também garantir o bom funcionamento do circuito. Existem tipos de aterramento distintos, sendo alguns deles com variações. Aqui você irá aprender quais são esses tipos de aterramento, quando são usados e suas aplicações.

Todos os sistemas de aterramento devem seguir a norma NBR – 5410, o não cumprimento dos itens contidos na norma pode colocar em risco os usuários e equipamentos além de poder ocorrer o mau funcionamento do circuito.

Simbologia

Primeira letra

(Situação da alimentação em relação à terra)

- ✓ **T:** Um ponto diretamente enterrado.
- ✓ **I:** Isolação de todas as partes vivas em relação à terra ou aterramento através de uma impedância.

Segunda letra

(Situação das massas da instalação em relação à terra)

- ✓ **T:** Massas diretamente aterradas, independentemente do aterramento eventual de um ponto de alimentação.
- ✓ **N:** Massas ligadas diretamente ao ponto de alimentação aterrado o que em corrente alternada o ponto normalmente aterrado é o ponto neutro.

Outras letras

(Disposição do condutor neutro e do condutor de proteção)

- ✓ **S:** Função de neutro e de proteção asseguradas por condutores distintos.
- ✓ **C:** Função de neutro e de proteção combinadas em um único condutor.

Esquemas de aterramento

Esquema TN

Possui um ponto da alimentação diretamente aterrado, sendo as massas ligadas a esse ponto através de condutores de proteção. Este esquema possui três variantes de acordo com a disposição do condutor neutro e do condutor de proteção, que são:

Esquema TN-S

O condutor neutro e o condutor de proteção são distintos, sendo o neutro aterrado logo na entrada e levado até a carga, em paralelo um outro condutor PE é utilizado como terra e é conectado à carcaça dos equipamentos.

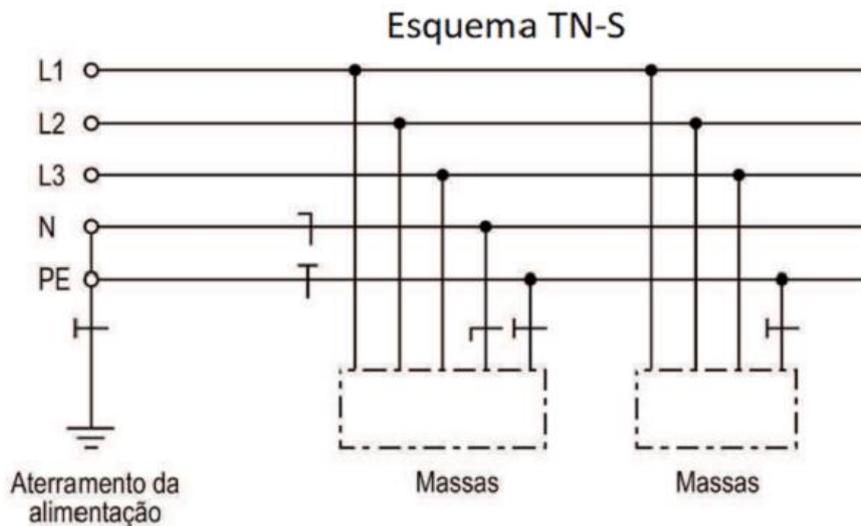


Figura 25: Esquema de aterramento TN-S.

Esquema TN-C

As funções de neutro e de proteção são combinadas em um único condutor em toda a instalação, dessa forma este esquema mesmo sendo normalizado não é indicado em certas instalações, uma vez que o terra e o neutro são constituídos pelo mesmo condutor.

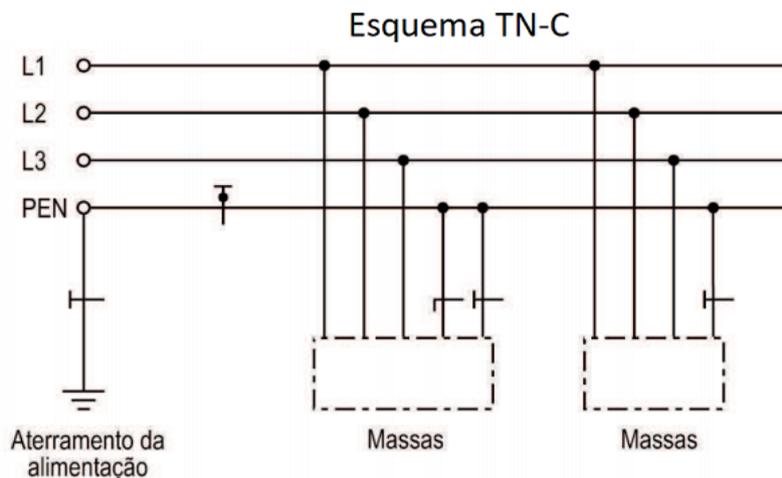


Figura 26: Esquema de aterramento TN-C.

Esquema TN-C-S

A função do condutor neutro e de proteção são combinadas em um único condutor e em uma parte da instalação.

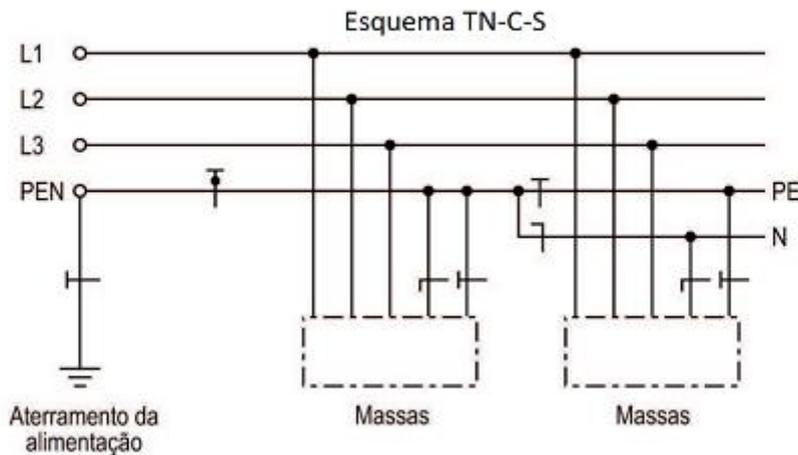


Figura 27: Esquema de aterramento TN C-S.

Esquema TT

Este esquema possui um ponto da alimentação diretamente aterrado, estando as massas da instalação ligadas a um eletrodo de aterramento eletricamente distinto do eletrodo de aterramento da fonte, ou seja, os equipamentos são aterrados com uma haste própria, diferente da usada para o neutro.

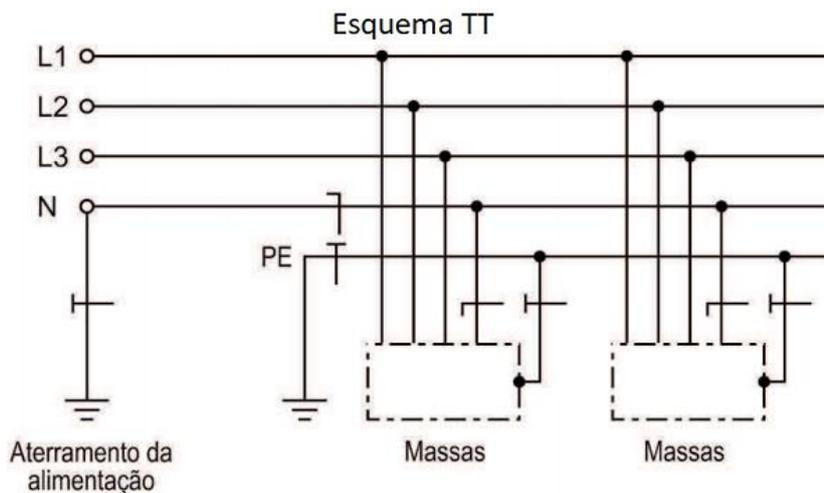


Figura 28: Esquema de aterramento TT.

No caso da corrente de falta, o percurso da corrente fase massa inclui o terra, que limita o valor da corrente devido ao alto valor da resistência de terra, é importante lembrar

que essa corrente não é suficiente para o seccionamento dos dispositivos de proteção, mas é uma corrente perigosa para os usuários.

Esquema IT

Este esquema é parecido com o TT, porém o aterramento da fonte é realizado através de uma impedância com um valor elevado. Com isso limita-se a corrente de modo a não permitir que a primeira falta desligue o sistema. As massas da instalação são aterradas com as seguintes possibilidades:

Massas aterradas no mesmo eletrodo de aterramento da alimentação, se existente

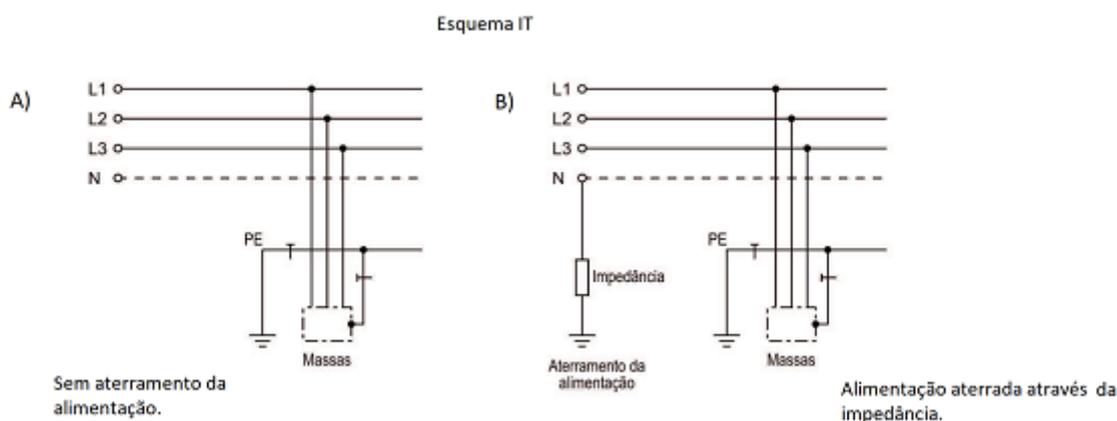


Figura 29: Esquema de aterramento IT.

Massas aterradas em eletrodo de aterramento próprio, seja porque não há eletrodo de aterramento da alimentação, outra possibilidade é porque o eletrodo de aterramento das massas é independente do eletrodo de aterramento da alimentação.

O **aterramento elétrico** é, basicamente a **uma das formas mais seguras de interferirmos na eletricidade** de maneira a proteger e garantir um bom funcionamento da instalação elétrica, além, é claro, de atender exigências de normas.

Segundo a ABNT, **aterrar** significa colocar instalações e equipamentos no mesmo potencial de modo que a diferença de potencial entre a terra e o equipamento seja zero. Isso é feito para que, ao operar máquinas e equipamentos elétricos ao realizar uma manutenção, o operador ou o profissional da área elétrica não receba descargas elétricas do equipamento que ele está manuseando, seja por corrente de falta (fuga para massa) ou por descarga eletrostática.

Aterrar um dispositivo ou equipamento está relacionado a interligá-lo com a terra propriamente dita ou a uma grande massa que possa substituí-la. Então quando nos

referenciamos a um dispositivo aterrado estamos afirmando que pelo menos um de seus terminais estão propositalmente ligados a terra.

Na maioria das vezes, um equipamento não necessita possuir aterramento elétrico para funcionar (Infelizmente), no entanto, quando nos referimos a um nível de tensão ou de um sistema de comunicação a referência é na maioria das vezes um potencial “zero” que tradicionalmente é a terra e a falha/falta desta referência causará o mau funcionamento do equipamento ou a perda de comunicação.

Imagine então que um objeto sobre a terra está em seu potencial, ou seja, “Está Aterrado Eletricamente”

Podemos pontuar o objetivo do aterramento em três:

- 1) Proteção da integridade física do homem;
- 2) Facilitar o funcionamento de dispositivos de proteção;
- 3) Descarregar cargas eletrostáticas de carcaças de objetos e equipamentos.

As normas de instalações elétricas e as boas práticas de engenharia fornecem diversas recomendações sobre como realizar sistemas adequados de aterramento e Adicionar ao dicionário para que sejam atingidos graus ótimos de proteção e operação das instalações e de seus equipamentos. No entanto, será que sabemos de fato qual a diferença entre aterrar e equipotencializar?

Algumas definições

Para entender essa diferença, nada melhor do que começar pelas definições a seguir:

Terra

Massa condutora da terra cujo potencial elétrico, em qualquer ponto, é convencionalmente considerado igual a zero.

Aterramento

Ligação elétrica intencional e de baixa impedância com a terra. Sistema de aterramento: conjunto de todos os condutores e peças condutas com o qual é constituído um aterramento, num dado local.

Ligação equipotencial

Ligação elétrica que coloca massas e elementos condutores praticamente no mesmo potencial.

Massa

Parte condutora que pode ser tocada e que normalmente não é viva, mas pode tornar-se viva em condições de falta de energia. A carcaça metálica dos quadros elétricos, equipamentos elétricos (motores, por exemplo), equipamentos eletroeletrônicos, eletrodomésticos, etc., são bons exemplos de massas.

Elemento condutor

Elemento que não faz parte da instalação elétrica, mas que pode induzir nela um potencial, geralmente o da terra. Canalizações metálicas de água e esgoto, dutos metálicos de ar condicionado, pisos elevados metálicos e caixilhos metálicos de janelas, entre outros, são alguns exemplos de elementos condutores.

Note que o conceito de aterramento envolve necessariamente algum tipo de contato das massas e elementos condutores com a terra, visando a levar todos os componentes do sistema de aterramento a ficar no potencial mais próximo possível da terra. Assim, por exemplo, quando aterramos um motor elétrico, queremos que sua massa fique idealmente no potencial da terra.

EXEMPLO:

Veja a figura abaixo (*figura 30*):



Figura 30: Exemplo que ilustra o conceito de aterramento: a massa M é colocada intencionalmente no potencial da terra.

Por outro lado, o conceito de equipotencialização **não envolve diretamente a terra**, mas está relacionado ao objetivo de colocarmos todas as massas e elementos condutores no mesmo potencial entre si, independente de qual é este potencial em relação à terra (veja na figura a seguir). Aqui surge o exemplo clássico do avião, onde todas as massas e elementos condutores da aeronave são interligados (equipotencializados), mas é obviamente impossível ligar tais massas e elementos condutores à terra propriamente dita. De qualquer forma, a equipotencialização (*figura 31*) realizada na aeronave é fundamental para a

operação segura da instalação elétrica do avião, mesmo não existindo a figura do aterramento.

EXEMPLO:



Figura 31: Exemplo que ilustra o conceito de equipotencialização: as massas *M* são colocadas no mesmo potencial entre si, mas podem estar em um potencial diferente em relação à terra.

No caso do avião, a existência de uma diferença de potencial entre o sistema elétrico do avião e a terra pode não ser importante – mas, na maioria das instalações elétricas, é muito importante que as massas, os elementos condutores e a terra estejam o mais próximo possível do mesmo potencial, evitando riscos de choques elétricos, mau funcionamento e danos aos equipamentos eletroeletrônicos.

Aterramento, equipotencialização e a NBR 5410

Uma vez entendido o conceito e a diferença entre aterrar e equipotencializar, a NBR 5410:2004, norma brasileira que rege as instalações elétricas de baixa tensão, prescreve a existência de:

Medida 1: Uma “infra-estrutura de aterramento”, denominada “eletrodo de aterramento”, que está em contato direto com a terra. Este eletrodo pode ser constituído pelas armaduras de concreto das fundações; por fitas, barras ou cabos metálicos imersos no concreto das fundações; por malhas metálicas enterradas; por hastes, tubos, chapas metálicas enterradas.

Medida 2: Uma equipotencialização principal que reúne, em um ponto chamado de Barramento de Equipotencialização Principal (BEP), entre outros, os seguintes elementos: armaduras de concreto e outras estruturas metálicas, tubulações metálicas de água, esgoto, etc., dutos metálicos de ar condicionado, condutos metálicos de linhas elétricas, condutor neutro da concessionária, etc.

Medida 3: Um condutor de aterramento que interliga o eletrodo de aterramento ao BEP. Note que, com o uso deste condutor de aterramento, todas as massas e elementos condutores que estão equipotencializados (no mesmo potencial entre si) por meio da Medida 2 anterior são agora também colocados no mesmo potencial da terra obtido pela Medida 1.

Medida 4: A partir do BEP, exige-se o uso de “condutores de proteção” que interligam as massas e os elementos condutores direta ou indiretamente ao BEP. Tais condutores de proteção, por força do costume, ainda hoje são chamados de fios terra, embora tal denominação não exista oficialmente.

Em resumo, a NBR 5410 busca fazer com que todas as massas e elementos condutores estejam no mesmo potencial (equipotencialização) e que este potencial seja o mais próximo possível do potencial da terra (via sistema de aterramento). Com estas medidas, preservam-se a vida e o patrimônio.

EXEMPLO:

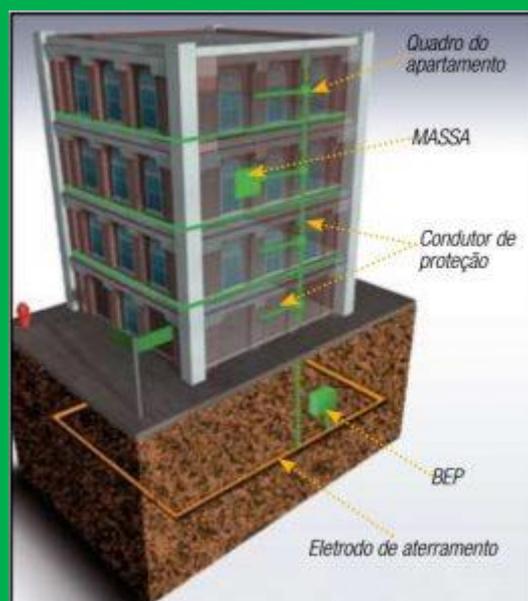


Figura 32: Exemplo de aplicação de um sistema de aterramento e equipotencialização num edifício de apartamentos.

O termo “equipotencialização” representa o ato e o resultado obtido quando são colocadas em prática medidas para que a diferença de potencial entre dois ou mais corpos seja a mínima possível. Diferentemente do aterramento, que necessita que obrigatoriamente os elementos condutores tenham contato direto com a terra, a equipotencialização não envolve a ligação direta com a terra. Isso acontece devido à premissa básica desse processo de colocar os condutores no mesmo potencial entre si.

**VOCÊ SABIA?**

É muito importante que em qualquer ligação os elementos condutores, as massas e a terra estejam o mais próximo possível de um mesmo potencial. Isso evita o risco de choques, o mau funcionamento dos equipamentos e danos aos equipamentos eletroeletrônicos.

Como equipotencializar o sistema

Para a realização da equipotencialização existe uma prática que é mais comum ser adotada. Ela consiste na interligação dos elementos metálicos não energizados que compõem o circuito em um mesmo potencial. Ou seja, a interligação das partes do circuito para que o potencial possa ser dividido nessas partes e, assim, ser igual entre elas. Normalmente, para a segurança dos envolvidos, essa ligação também envolve a terra, o que possibilita um potencial menor e o descarregamento do circuito.

É importante ter atenção redobrada sobre alguns fatores:

- ✓ Todas as massas de uma instalação devem estar ligadas aos condutores de proteção.
- ✓ Em cada edificação deve ser realizada uma equipotencialização principal de todo o sistema, em condições especificadas, e tantas equipotencializações suplementares quantas forem necessárias das partes individuais do sistema.
- ✓ Todas as massas da instalação situadas em uma mesma edificação devem estar vinculadas à equipotencialização principal da edificação e, dessa forma, a um mesmo e único eletrodo de aterramento. Isso sem prejuízo de equipotencializações adicionais que se façam necessárias, para fins de proteção contra choques e/ou de compatibilidade eletromagnética.
- ✓ Massas simultaneamente acessíveis devem estar vinculadas a um mesmo eletrodo de aterramento, sem prejuízo de equipotencializações adicionais que se façam necessárias, para fins de proteção contra choques e/ou de compatibilidade eletromagnética.
- ✓ Massas protegidas contra choques elétricos por um mesmo dispositivo, dentro das regras da proteção por seccionamento automático da alimentação, devem estar vinculadas a um mesmo eletrodo de aterramento, sem prejuízo de equipotencializações adicionais que se façam necessárias, para fins de proteção contra choques e/ou de compatibilidade eletromagnética.

- ✓ Todo circuito deve dispor de condutor de proteção, em toda sua extensão.

Relação com a norma NBR 5410

Segundo a norma NBR 5410, um condutor de proteção em um sistema de equipotencialização pode ser comum a mais de um circuito. Além disso, um condutor de proteção pode ser comum a dois ou mais circuitos, desde que esteja instalado no mesmo conduto que os respectivos condutores de fase e sua seção seja dimensionados para a mais severa corrente de falta presumida e o mais longo tempo de atuação do dispositivo de seccionamento automático verificados nesses circuitos, ou em função da maior seção do condutor da fase desses circuitos.

Alguns elementos podem ser excluídos do processo de equipotencialização:

- ✓ Suportes metálicos de isoladores de linhas aéreas fixados à edificação que estiverem fora da zona de alcance normal;
- ✓ Postes de concreto armado em que a armadura não é acessível;
- ✓ Massas que, por suas reduzidas dimensões (até aproximadamente 50 mm x 50 mm) ou por sua disposição, não possam ser agarradas ou estabelecer contato significativo com parte do corpo humano, desde que a ligação a um condutor de proteção seja difícil ou pouco confiável.

DIMENSIONAMENTO

Esse é um conceito fundamental para a definição da quantidade de luz mais adequada para cada situação. A iluminância é a quantidade de luz presente em um ambiente ou superfície e a unidade de medida utilizada é o LUX (lx).

Existe uma Norma Técnica que determina o nível de Iluminância ideal para ambientes de acordo com as atividades que serão executadas no espaço. A norma é a NBR 5413 (Iluminância de Interiores) da ABNT. Conheça (*figura 33*) os principais níveis de iluminância residencial normatizados.

Para avaliar se um conjunto de iluminação artificial está bem dimensionado para o ambiente e para as tarefas que ali serão executadas você precisa calcular o nível de iluminância e confrontar com a tabela da norma ABNT. Mas, como calcular o nível de iluminância em um ambiente ou superfície?

Esse cálculo é complexo e envolve uma série de fatores que interferem em maior ou menor grau na iluminância no ambiente. Os profissionais da Luminotécnica utilizam vários

outros conceitos e ferramentas para definir com maior precisão a real necessidade de luz para cada ambiente.

Ambiente	Iluminância Mín. (lux - lx)
Sala - Luz geral	50 - 100
Sala - Tarefas rápidas	150
Sala - Ler, estudar, costurar	300
Sala de Jantar	50 - 200
Dormitórios - Luz geral	50
Dormitórios - Cabeceira da cama	150
Cozinha	300 - 500
Banheiro - Luz geral	100
Banheiro - Luz do espelho	200
Hall / Circulação	150
Escadaria	100
Escritório - Mesa de trabalho	300 - 500
Garagem	50

Figura 33: Tabela relacionando Ambientes e suas quantidade de iluminância mínima.

Aqui você encontra uma forma simplificada que vai te ajudar a ter uma ideia se a luminária e a lâmpada escolhidas fornecerão luz suficiente. A fórmula simplificada é:

$$\text{Im (fluxo luminoso da lâmpada)} / \text{m}^2 \text{ do ambiente} = \text{lux}$$

EXEMPLO:

Você tem um dormitório de 20 m² e quer instalar um plafon com três lâmpadas fluorescentes compactas de 11W (cada uma delas emite 700 lúmens). Qual a iluminância no ambiente?

$$3 \times 700 \text{ lm} / 20 \text{ m}^2$$

$$2.100 \text{ lm} / 20 \text{ m}^2$$

$$\mathbf{105 \text{ lux}}$$

Segundo a norma ABNT um dormitório deve ter no mínimo 50 lux para a luz geral, portanto, concluímos que nesse caso, o plafon com três lâmpadas está superdimensionado. Outra forma de conduzir a análise é verificar primeiro a iluminância que a norma indica para determinado ambiente, para então, chegar à quantidade de fluxo luminoso necessária.

$$X \text{ lm} / 20 \text{ m}^2 = 50 \text{ lux}$$

$$X \text{ lm} = 50 \times 20$$

$$\mathbf{X \text{ lm} = 1.000 \text{ lúmens}}$$

Para esse ambiente 1.000 lúmens é o ideal. A opção mais correta é um plafon com duas lâmpadas de 11W, que somam 1.400 lm. Podemos adotar esse padrão com mais lúmens, porque existe uma depreciação do fluxo luminoso basicamente por dois motivos: a existência de um difusor que reduz a emissão da luz para o ambiente e a depreciação do

fluxo luminoso ao longo do tempo. A única maneira de conseguir uma avaliação precisa do nível de iluminância é com a utilização de um luxímetro ou fotômetro.

Tomadas

São dispositivos destinados às ligações de aparelhos eletrodomésticos e industriais e servem para fazer e desfazer as conexões com segurança e facilidade. Elas podem ser fixadas nas paredes ou no piso. Diferem pela forma de sua aplicação, quantidade de seus contatos e por sua capacidade elétrica. Existem tomadas para instalações externas e embutidas.

A forma dos contatos determina o tipo de pinos que a tomada pode receber. Há tomadas para pinos redondos, pinos chatos e também para ambos os pinos. A quantidade dos contatos determina a função da tomada, ou seja, limita o tipo de circuito em que a tomada pode ser instalada. Ela suporta correntes elétricas apenas até um certo valor. Se esse limite for ultrapassado, haverá perigo e os contatos podem-se queimar ou se fundir. Para evitar tais defeitos, cada tomada traz uma inscrição que mostra a carga máxima (tensão e corrente) que ela pode alimentar.

Tomadas por ambiente

Em uma residência, há uma quantidade mínima deste tipo de tomadas, que devem ser instaladas de acordo com a área dos cômodos. Para alguns ambientes, como a cozinha e o banheiro, há regras mais específicas e as tomadas devem ser posicionadas em locais pré-determinados (veja a tabela completa a seguir). Recomenda-se, porém, que a quantidade de tomadas seja maior do que o mínimo calculado. Dessa maneira é possível evitar o uso de extensões e benjamins, que consomem mais energia e podem comprometer a segurança da instalação elétrica.

Residências: Casas e Apartamentos

Cômodos ou dependências com área $\leq 6 \text{ m}^2$	Pelo menos uma tomada.
Cômodos ou dependências com área $> 6 \text{ m}^2$	Pelo menos uma tomada a cada 5 m ou fração de perímetro, instaladas em local adequado e espaçadas tão uniformemente quanto possível.
Cozinha, copas, copas-cozinhas e áreas de serviço	Pelo menos uma tomada a cada 3,5 m ou fração de perímetro, sendo que acima de cada pia deve ser prevista pelo menos uma tomada.
Subsolos, varandas, garagens ou sótãos	Pelo menos uma tomada.
Banheiros	Pelo menos uma tomada, junto ao lavatório, com uma distância de 60 cm do limite do boxe.
Varandas	Quando não for possível a instalação no próprio local, esta deve ser instalada próxima a seu acesso.

Figura 34: Referenciais de norma para pontos de tomada de uso geral - Instalações elétricas de baixa tensão - (adaptado de NBR 5410).

Cálculo prático para TUG's

Saiba como calcular a quantidade mínima de tomadas de uso geral (TUGs) para um apartamento com as características descritas a seguir (*figura 35*):

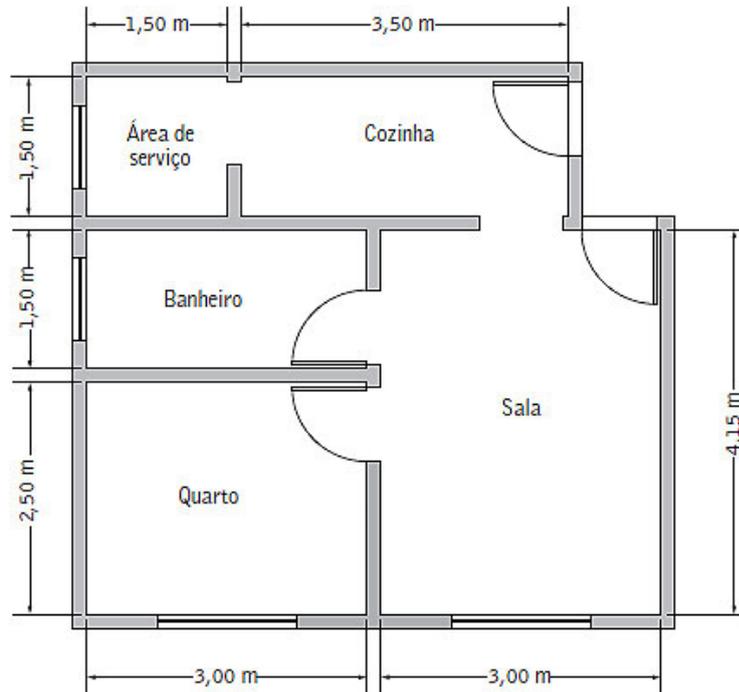


Figura 35: Esboço de uma planta baixa de um apartamento.

1) Considere, quando necessário, a área e o perímetro (soma dos lados das paredes) de cada ambiente para identificar quantidade mínima de tomadas de uso geral. Depois, divida o perímetro pelo valor correspondente indicado na tabela da NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão.

a) Área de serviço

$$\text{Perímetro} = 1,5 \text{ m} + 1,5 \text{ m} + 1,5 \text{ m} + 1,5 \text{ m} = 6 \text{ m}$$

$$\text{Quantidade mínima de tomadas} = 6 / 3,5 = 1,71$$

(o valor é sempre arredondado para o inteiro imediatamente acima)

$$\text{Quantidade mínima de tomadas} = 2$$

b) Cozinha

$$\text{Perímetro} = 3,5 \text{ m} + 1,5 \text{ m} + 3,5 \text{ m} + 1,5 \text{ m} = 10 \text{ m}$$

$$\text{Quantidade mínima de tomadas} = 10 / 3,5 = 2,85$$

$$\text{Quantidade mínima de tomadas} = 3$$

(uma delas obrigatoriamente sobre a pia)

c) Banheiro

Pelo menos 1 tomada, junto ao lavatório

d) **Quarto**

$$\text{Área} = 2,5 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 7,5 \text{ m}^2$$

(portanto, maior que 6 m^2)

$$\text{Perímetro} = 2,5 \text{ m} + 3 \text{ m} + 2,5 \text{ m} + 3 \text{ m} = 11 \text{ m}$$

$$\text{Quantidade mínima de tomadas} = 11 / 5 = 2,2$$

$$\text{Quantidade mínima de tomadas} = 3$$

e) **Sala**

$$\text{Área} = 4,15 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 12,45 \text{ m}^2$$

(portanto, maior que 6 m^2)

$$\text{Perímetro} = 4,15 \text{ m} + 3 \text{ m} + 4,15 \text{ m} + 3 \text{ m} = 14,30 \text{ m}$$

$$\text{Quantidade mínima de tomadas} = 14,30 / 5 = 2,86$$

$$\text{Quantidade mínima de tomadas} = 3$$

2) Agora, some a quantidade mínima de tomadas em cada cômodo e descubra quantas tomadas, pelo menos, o apartamento deverá ter:

Quantidade de tomadas no apartamento = tomadas na área de serviço + tomadas na cozinha + tomadas no banheiro + tomadas no quarto + tomadas na sala

$$\text{Quantidade de tomadas no apartamento} = 2 + 3 + 1 + 3 + 3$$

$$\text{Quantidade de tomadas no apartamento} = 12$$

Portanto, o apartamento descrito no exemplo deverá ter, pelo menos, 12 tomadas de uso geral distribuídos por seus cômodos.

Dimensionamento de TUG's e TUE's

A NBR 5410 estabelece os seguintes critérios para a previsão do número mínimo de tomadas de Uso Geral (TUG's):

- ✓ Cômodos ou dependências com área igual ou inferior 6 m^2 prever no mínimo um ponto de tomada.
- ✓ Nas salas e dormitórios depende da área e cômodos ou dependências com mais de 6 m^2 prever no mínimo um ponto de tomada para cada 5 metros ou fração de perímetro, espaçadas tão uniformemente quanto possível.
- ✓ Nas cozinhas, copas, copas-cozinhas, área de serviço, lavanderias e locais semelhantes: prever uma tomada para cada 3,5 metro ou fração do perímetro, independente da área, e sobre o balcão da pia prever no mínimo duas tomadas.
- ✓ Halls, corredores, subsolos, garagens, sótãos e varandas, pelo menos 1 tomada.

- ✓ Nos banheiros deve prever no mínimo um ponto de tomada junto ao lavatório com uma distância mínima de 60 cm do boxe.

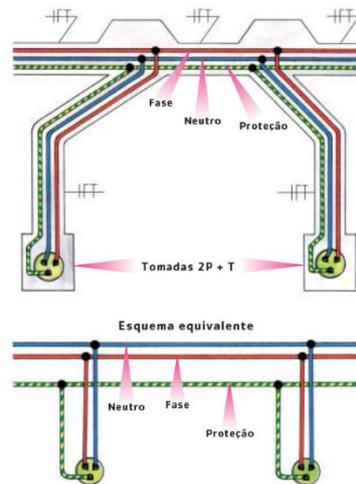


Figura 36: Esquema de ligação de tomadas de uso geral (TUG's).

Condições para se estabelecer a potência mínima de pontos de tomadas de uso geral:

- ✓ Nos banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, área de serviço, lavandeira e locais semelhantes: Deve se prever o mínimo de 600 Volt-Ampere por ponto de tomada, até 3 tomadas. Atribuir 100 Volt-Ampere para os pontos excedentes.
- ✓ Nos demais cômodos pode ser prevista a potência de no mínimo 100 Volt-Ampere por ponto de tomada.
- ✓ Condições para se estabelecer a quantidade de pontos de tomadas de uso específico (TUE's):
- ✓ De acordo com a NBR 5410, devem obrigatoriamente possuir circuitos exclusivos todos os equipamentos que solicitam corrente igual ou superior a 10 amperes, e os circuitos terminais que alimentam equipamentos de força motriz, como por exemplo, os aparelhos de ar-condicionado.

Para estabelecer a potência de pontos de tomadas de uso específico devemos atribuir a potência nominal do equipamento a ser alimentado.

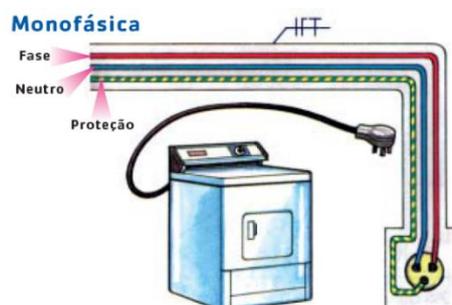


Figura 37: Esquema de ligação de tomadas de uso específico (TUE's - monofásica).

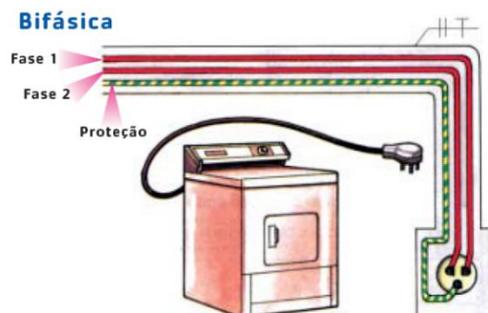


Figura 38: Esquema de ligação de tomadas de uso específico (TUE's - bifásica).



SE LIGA NA CHARADA!

PERGUNTA:

O que uma impressora disse para a outra?

RESPOSTA:

Essa folha é tua ou é impressão minha.

CORRENTE ELÉTRICA DO CIRCUITO

O primeiro passo é conhecer exatamente qual a corrente do circuito que este dispositivo diferencial vai proteger.

É importante entender que a norma permite duas situações, um dispositivo geral para toda a instalação ou um dispositivo por circuito dentro do QDC. No caso da escolha do IDR como geral para toda a instalação, em caso de fuga de corrente e seu desligamento toda a instalação ficara desligada (o que não é a melhor opção, mas por motivo de redução de custo da instalação acaba sendo a mais usada), já no caso de IDR's parciais cada circuito terá sua proteção independente ficando desligado apenas aquele que apresentar alguma fuga de corrente elétrica.

Em caso de escolha de IDR a sua corrente nominal de funcionamento deve ser sempre igual ou maior que o disjuntor que protege o circuito, este disjuntor deve estar sempre a montante do IDR, ou seja, antes.

EXEMPLO:

- ✓ Quero proteger contra fuga de corrente uma instalação que tem um disjuntor geral de 50A, neste caso devo usar um IDR que vai ter corrente nominal de no mínimo 50A, geralmente um de 63A.

Quando for escolhido um DDR, este irá dispensar o uso de um disjuntor pois ele mesmo faz além do papel de proteção contra fuga de corrente, também contra sobre corrente e curto circuito, neste caso o dimensionamento da corrente nominal segue os mesmo padrões de um disjuntor normal.

Corrente elétrica máxima de fuga

Como função principal dos dispositivos diferenciais, a corrente máxima de fuga vai ser a característica principal a ser dimensionada.

O corpo humano é muito sensível ao choque elétrico, então os dispositivos diferenciais que são destinado a proteção dos seres humanos contra choques elétricos são para corrente bem baixas, com uma corrente máxima de 30mA.

Veja quais são as correntes e quando utilizar:

- ✓ 10mA utilizado para locais de difícil deslocamento/acesso (exemplo leito de UTI, fosso de elevador...)
- ✓ 30mA proteção das pessoas contra choques elétricos por contato direto.
- ✓ $\geq 30\text{mA}$ proteção das pessoas contra choques elétricos por contato indireto.
- ✓ 300mA a 1000mA proteção das instalações contra os riscos de incêndio.

Para as instalações residenciais, a corrente recomendada usual é de 30mA para corrente elétrica máxima de fuga.

É interessante perceber que os dispositivos diferenciais não extinguem completamente a possibilidade de choque elétrico, mas reduzem o tempo de exposição do corpo humano a passagem de corrente elétrica seccionando o circuito uma fração de segundos após a identificação da corrente de fuga.

Classe do dispositivo diferencial

De maneira a proteger adequadamente cada tipo de circuito contra corrente de fuga, foram criadas classes para os dispositivos de corrente de fuga.

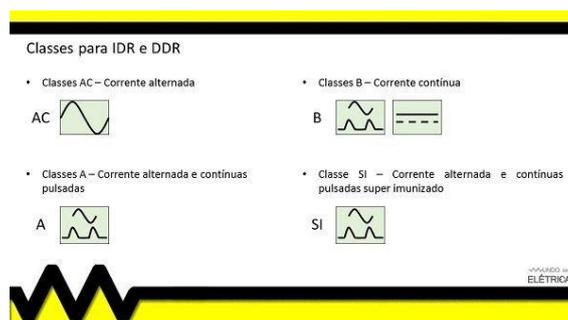


Figura 39: Classes para IDR e DDR.

Classes AC: Corrente alternada

A classe AC detecta correntes residuais alternadas e são normalmente utilizados em instalações elétricas residenciais, comerciais e prediais, como também em instalações elétricas industriais de características similares.

Classes A: Corrente alternada e contínuas pulsadas

A classe A detecta correntes residuais alternadas e contínuas pulsantes. Este tipo de dispositivo é aplicável em circuitos que contenham recursos eletrônicos que alterem a forma de onda senoidal.

Classes B: Corrente contínua

A classe B detecta correntes residuais alternadas, contínuas pulsantes e contínuas puras. Este tipo de dispositivo é aplicável em circuitos de corrente alternada normalmente trifásicos que possuam, em sua forma de onda, partes senoidais, meia-onda ou ainda formas de ondas de corrente contínua, geradas por cargas como: equipamentos eletro médicos, entre outros.

Classe SI: Corrente alternada e contínuas pulsadas super imunizado

A Classe SI foi concebida para manter uma rede de segurança e uma continuidade de serviço ótima nas instalações com perturbações:

- ✓ Por condições atmosféricas extremas,
- ✓ Por cargas geradoras de harmônicas,
- ✓ Por correntes transitórias de manobras.

Desta forma, as 4 classes abrangem instalações elétricas tanto residenciais quanto industriais, e os variados tipos de sistemas elétricos existentes formando uma proteção contra o choque elétrico e outros tipos de fuga de corrente elétrica em todas as circunstâncias. O uso adequado de dispositivos de proteção, como os dispositivos diferenciais garantem além de segurança, em primeiro lugar, a continuidade operacional adequada das etapas variadas das instalações e por fim, a seletividade.



VOCÊ SABIA?

Instalações elétricas: entenda sua importância para a sua obra

Um dos assuntos mais importantes durante a construção de uma obra são as **instalações elétricas**. Não somente por elas serem de extrema importância para a rotina da sua casa ou empreendimento comercial, já que a eletricidade é a principal fonte de luz, causando uma grande dependência desta para as mais diversas tarefas do nosso dia a dia, mas também para a segurança dos usuários.

Instalações elétricas mal dimensionadas ou maus executadas podem trazer diversos transtornos durante a construção do projeto. Por isso é importante ter certeza que você está realizando esse processo com **segurança** para evitar futuros problemas.

Continue a leitura e saiba mais sobre esse assunto e sua importância para o processo de construção de uma obra.

O que é um projeto elétrico?

Esse projeto consiste na determinação de materiais, com todas as suas especificações e quantidades necessárias. Deve-se pensar onde serão instaladas os elementos que necessitam de energia, como tomadas e iluminação, por exemplo. Todo projeto de instalações elétricas deve estar de acordo com a Norma Brasileira. Projetos mais elaborados tem a exigência de ser realizado por Engenheiro Eletricista determinado pelo órgão regulamentador CREA, que exige também a emissão de uma ART – Atestado de Regulamentação Técnica).

Conheça alguns dos documentos que devem estar composto no Projeto de instalações elétricas:

- ✓ **Desenhos:** devem estar representados todos os pontos elétricas, assim como suas interligações em planta baixa, corte e detalhes executivo de instalação. Devem conter também os diagramas elétricos, de maneira que facilitará o entendimento geral da instalação.
- ✓ **Memorial Descritivo:** devem estar detalhado: a lista de documentos, normas técnicas, considerações sobre as instalações elétricas e quanto aos equipamentos que serão conectados; sistema de entrada de energia e considerações sobre

os cuidados que o construtor deve tomar na execução do projeto.

- ✓ **Memoriais de Cálculo:** nesse documento deve conter os critérios de capacidade de condução de corrente, queda de tensão, níveis de curto-circuito e iluminâncias, sistemas e esquemas de aterramento, dentre outros.
- ✓ Especificações técnicas: onde são apresentadas descrições dos materiais que foram citados nos desenhos e no memorial descritivo.

Por que o projeto de instalações elétricas é importante para a sua obra?

Evita transtornos futuros

Algumas pessoas optam por cortar o acompanhamento profissional da instalação elétrica para economizar no valor final da construção. Porém, o prejuízo pode ser muito maior com um serviço mal executado, pois os gastos serão muito maiores para refazer a instalação elétrica depois do projeto já pronto.

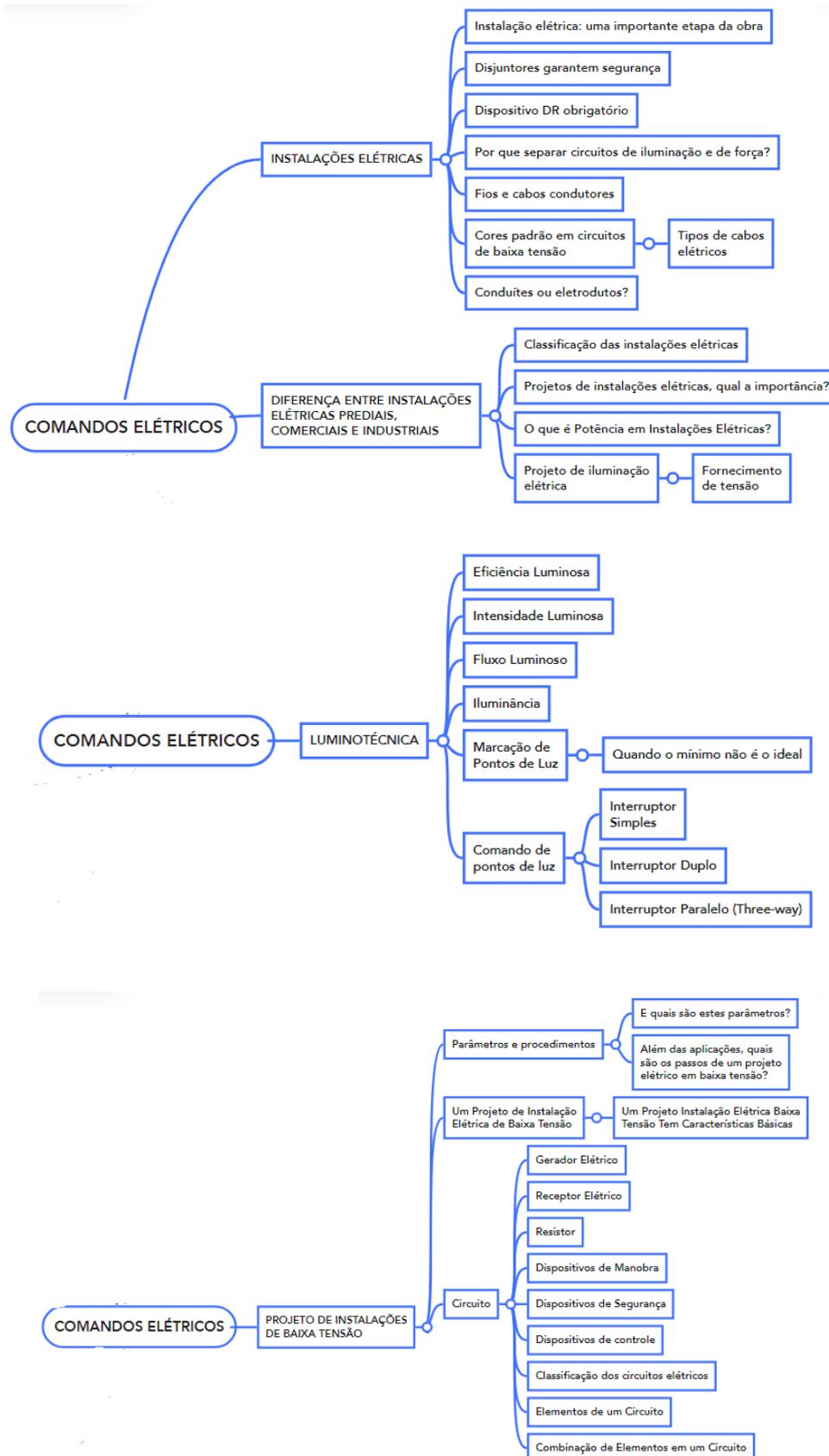
Além disso, o profissional especializado irá detalhar todo o material necessário para a construção específica, haverá um **estudo e embasamento** para tal. Sem isso projetado, como você irá realizar essa compra de maneira assertiva? Nesse cenário você pode acabar comprando material a menos ou a mais, o que pode exceder seus gastos e até mesmo atrasar as obras em caso de falta de algum item.

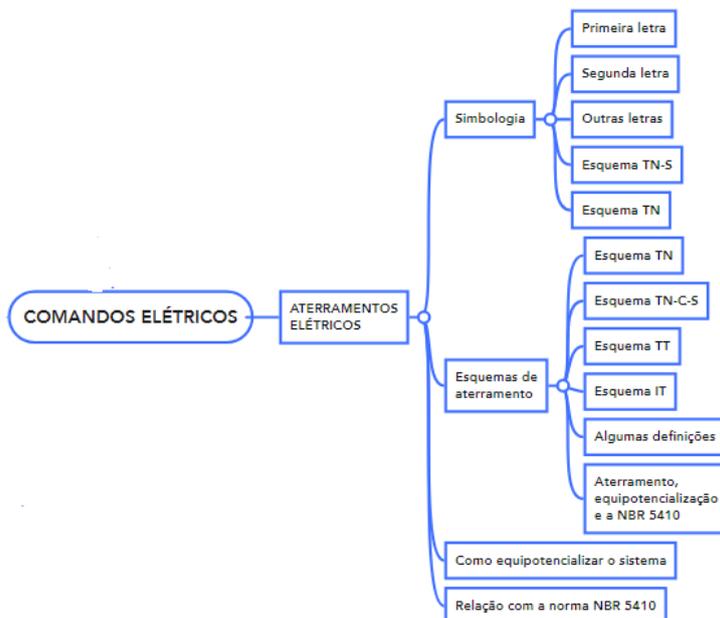
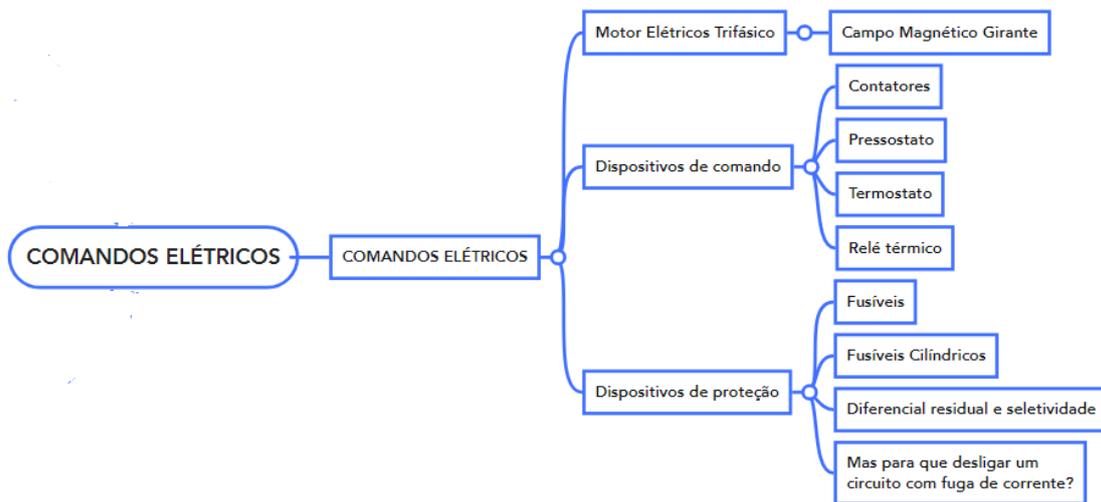
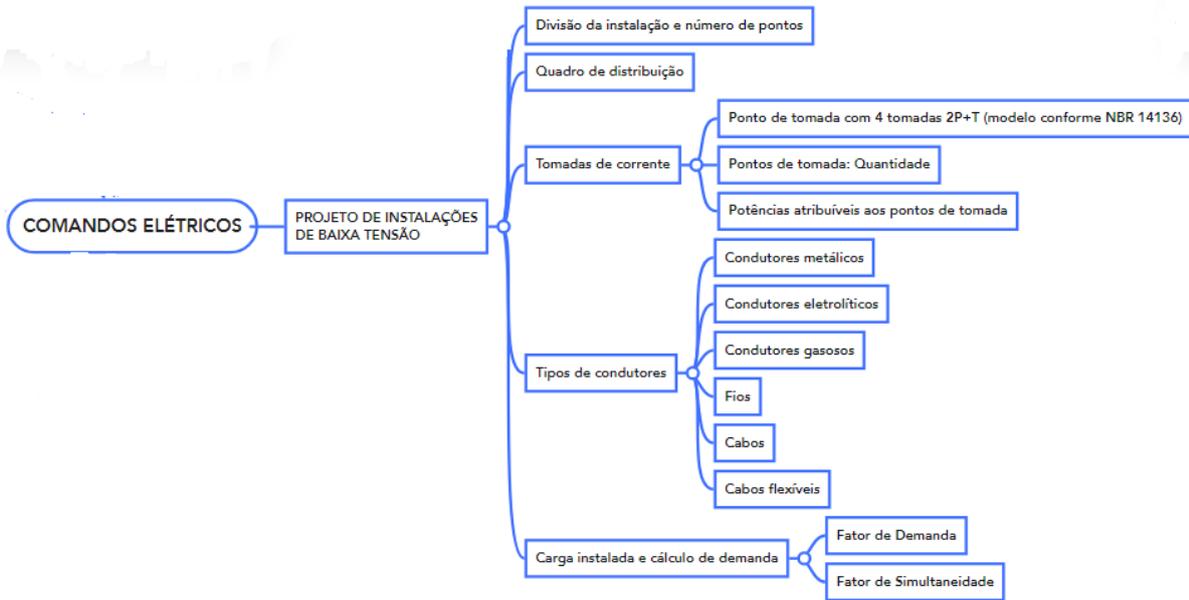
Conhecimento do esqueleto do projeto

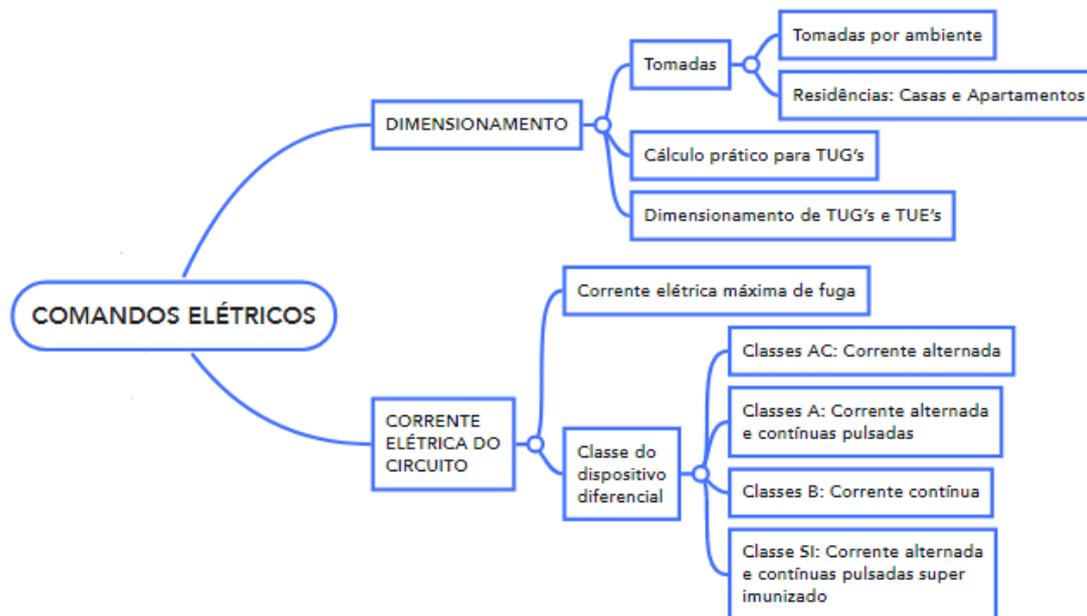
Com o projeto de instalações elétricas você tem a garantia de ter conhecimento de tudo aquilo que foi executado na sua obra, tendo acesso a todo seu esqueleto. Esse conhecimento é muito importante caso no futuro você se depare com a necessidade de realizar alguma manutenção nas instalações elétricas ou realizar alguma obra no local que necessite desse conhecimento.

Sessões Especiais

MAPA DE ESTUDO







SÍNTESE DIRETA

1. INTRODUÇÃO

- **Importância das instalações elétricas:**

Essenciais para o transporte de energia da fonte geradora até os pontos de utilização. Garantem **segurança, eficiência e funcionalidade** nos sistemas elétricos.

- **Padrões e normas técnicas:**

Regulamentadas pela **NBR 5410** para instalações elétricas de baixa tensão. Definem requisitos para dimensionamento, proteção e segurança dos circuitos.

- **Comandos elétricos:**

Permitem **acionamento, controle e proteção** de motores e máquinas. Fundamentais para automação e eficiência energética.

2. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

- **Disjuntores garantem segurança**

Dispositivo de proteção contra sobrecargas e curto-circuitos.

Pode ser unipolar, bipolar ou tripolar, conforme a necessidade da instalação.

- **Dispositivo dr obrigatório**

Protege contra fugas de corrente e riscos de choque elétrico.

Obrigatório conforme **NBR 5410** em áreas molhadas e externas.

- **Por que separar circuitos de iluminação e de força?**

Redução de riscos e aumento da eficiência na distribuição de carga.

Maior segurança ao evitar sobrecargas em circuitos individuais.

- **Fios e cabos condutores**

Diferenciação entre fios (único filamento) e cabos (múltiplos filamentos).

Cabos oferecem maior flexibilidade e melhor instalação em conduítes.

- **Cores padrão em circuitos de baixa tensão**

Seguem a **NBR 5410**: azul para neutro, verde para aterramento e cores variadas para fases.

- **Tipos de cabos elétricos**

Classificação conforme isolamento e aplicação: unipolar, multipolar e flexíveis.

- **Conduítes ou eletrodutos?**

Protegem a fiação contra danos mecânicos e influências ambientais.

Rígidos para estruturas concretadas, flexíveis para instalações comuns.

3. DIFERENÇA ENTRE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS, COMERCIAIS E INDUSTRIAIS

- **Classificação das instalações elétricas**

Prediais: menor potência, menos dispositivos de proteção e controle simples.

Comerciais: maior demanda energética, necessidade de planejamento eficiente.

Industriais: sistemas robustos, alta potência e controle avançado.

- **Projetos de instalações elétricas, qual a importância?**

Define circuitos, distribuição de cargas e dispositivos de proteção.

Segue normas de segurança como **NBR 5410** e **NR10**.

- **O que é potência em instalações elétricas?**

Potência ativa: convertida em trabalho útil.

Potência reativa: utilizada para criação de campos magnéticos.

- **Projeto de iluminação elétrica**

Determina quantidade, distribuição e tipos de lâmpadas conforme a **NBR 5413**.

- **Fornecimento de tensão**

Padronização do sistema elétrico para segurança e compatibilidade com equipamentos.

4. LUMINOTÉCNICA

- **Eficiência luminosa**

Relação entre fluxo luminoso e potência consumida (lm/W).

- **Intensidade luminosa**

Quantidade de luz emitida em uma direção específica, medida em candelas (cd).

- **Fluxo luminoso**

Total de luz gerado por uma fonte luminosa, medido em lúmens (lm).

- **Iluminância**

Quantidade de luz incidente sobre uma superfície, medida em lux (lx).

- **Marcação de pontos de luz**

Planejamento da posição das luminárias para iluminação adequada.

- **Quando o mínimo não é o ideal**

Necessidade de considerar fatores ambientais e de conforto visual.

- **Comando de pontos de luz**

Interruptor Simples: Aciona uma única lâmpada.

Interruptor Duplo: Controla duas lâmpadas independentemente.

Interruptor Paralelo (Three-way): Permite acionamento de um mesmo ponto de luz por dois interruptores.

5. PROJETO DE INSTALAÇÕES DE BAIXA TENSÃO

- **Parâmetros e procedimentos**

Atende a **NBR 5410**, garantindo segurança e eficiência.

- **Um projeto de instalação elétrica de baixa tensão**

Define elementos como gerador, receptores, dispositivos de manobra e proteção.

- **Classificação dos circuitos elétricos**

Circuitos independentes ou interligados conforme a carga elétrica.

- **Quadro de distribuição**

Organização dos circuitos e dispositivos de proteção.

- **Tomadas de corrente**

TUGs (Tomadas de Uso Geral) e TUEs (Tomadas de Uso Específico) conforme a aplicação.

- **Carga instalada e cálculo de demanda**

Fator de Demanda: Estima o uso simultâneo das cargas.

Fator de Simultaneidade: Determina a probabilidade de equipamentos operarem juntos.

6. COMANDOS ELÉTRICOS

- **Motores elétricos trifásicos**

Utilizam **campo magnético girante** para funcionamento eficiente.

- **Dispositivos de comando**

Contatores: Acionamento remoto de circuitos de potência.

Pressostatos e Termostatos: Controle de pressão e temperatura.

Relés térmicos: Proteção contra sobrecargas em motores.

- **Dispositivos de proteção**

Fusíveis: Proteção contra curtos-circuitos.

Fusíveis Cilíndricos: Utilizados em máquinas e painéis elétricos.

- **Diferencial residual e seletividade**

Proteção contra fugas de corrente.

Atua desligando o circuito ao detectar correntes perigosas.

7. ATERRAMENTOS ELÉTRICOS

- **Simbologia e padronização**

Primeira letra: Relação entre neutro e terra.

Segunda letra: Relação da carcaça com o aterramento.

- **Esquemas de aterramento**

TN-S: Neutro e terra separados.

TN-C: Neutro e terra combinados.

TT e IT: Soluções específicas para diferentes aplicações.

- **Aterramento, equipotencialização e a nbr 5410**

Garante proteção contra descargas elétricas.

Redução do potencial de choque.

8. DIMENSIONAMENTO

- **Tomadas e potência atribuível**

Mínimo de pontos exigidos conforme **NBR 5410**.

Distribuição estratégica para evitar sobrecargas.

- **Cálculo prático para tug's e tue's**

Consideração da potência nominal e simultaneidade.

9. CORRENTE ELÉTRICA DO CIRCUITO

- **Corrente elétrica máxima de fuga**

Determinação dos limites seguros para operação.

- **Classes do dispositivo diferencial:**

Classe AC: Proteção para correntes alternadas.

Classe A: Detecta corrente alternada e pulsada.

Classe B: Proteção avançada para corrente contínua.

Classe SI: Superimunizado, minimizando disparos indesejados.

MOMENTO QUIZ

1. Em um sistema bifásico 110 V, qual é a tensão encontrada entre duas fases?

- a) 110 V.
- b) 380 V.
- c) 220 V.
- d) 440 V.
- e) 660 V.

2. Dispositivos que atuam em um circuito na interrupção da passagem da corrente por seccionamento, são chamados de:

- a) Dispositivos de comando.
- b) Dispositivos de controle.
- c) Dispositivos de proteção.
- d) Dispositivos de surto.
- e) Dispositivos elétricos.

3. Dispositivos que monitoram a ocorrência de sobrecarga e de correntes de fuga em um circuito, são chamados de:

- a) Dispositivos de comando.
- b) Dispositivos de proteção.
- c) Dispositivos de monitoramento.
- d) Dispositivos de surto.
- e) Dispositivos elétricos.

4. Eletroímã, mola de rearme e conjunto de contatos são partes de quais dispositivos de comando?

- a) Disjuntor.
- b) Motor.
- c) Contator.
- d) Gerador.
- e) Relé.

5. São dispositivos de comando:

- a) Transformador e motor.
- b) Disjuntores, DRs e DPSs.
- c) Sensores.
- d) Fusíveis.
- e) Contatores e relés.

Gabarito

QUESTÃO	ALTERNATIVA
1	C
2	A
3	B
4	E
5	E

Referências

COTRIM, A. A. M. B. Instalações Elétricas, Prentice Hall, São Paulo, 2003.

FILHO, J. M. Instalações Elétricas Industriais, LTC, Rio de Janeiro, 2001.

MACINTYRE, A. J.; NISKIER, J. Instalações Elétricas, LTC, Rio de Janeiro, 2000.

NISKIER, J. Manual de Instalações Elétricas, LTC, Rio de Janeiro, 2005.

SEAP. Manual de Obras Públicas e Edificações.

DE CAMARGO, J. R. P. Notas de aula da disciplina de Instalações Elétricas de Baixa Tensão do Curso de Engenharia Elétrica do IME, 2000.

Norma ABNT NBR 5410, 2005.

Norma ABNT NR-10, 2008.

Norma ABNT NBR 5626/82 – Instalações Prediais de Água Fria.

Norma ABNT NBR 7198/82 – Instalações Prediais de Água Quente.

Norma ABNT NBR 8160/83 – Instalações Prediais de esgotos Sanitários.

Norma ABNT 611/81 – Instalações Prediais de Águas Pluviais.

Catálogos técnicos de materiais hidráulicos e elétricos.



OBRIGADO!
CONTINUE ESTUDANDO.



Ineprotéc