

TÉCNICO EM ELETROMECAÂNICA



MÓDULO III
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS INDUSTRIAIS



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

SOBRE A INSTITUIÇÃO

- Educação Tecnológica, Inteligente e Eficiente
- Missão
- Visão
- Valores

SOBRE O CURSO

- Perfil profissional de conclusão e suas habilidades
- Quesitos fundamentais para atuação
- Campo de atuação
- Sugestões para Especialização Técnica
- Sugestões para Cursos de Graduação

SOBRE O MATERIAL

- Divisão do Conteúdo
- Boxes

BASE TEÓRICA

INTRODUÇÃO

CONCEITOS BÁSICOS EM ELETRICIDADE

- Elementos condutores, semicondutores e isolantes
- Grandezas elétricas, unidades, notação e prefixos
- Tensão elétrica (U) ou diferença de potencial (ddp)
- Corrente elétrica
- Tensão e corrente contínua e alternada
- Potência elétrica (P)
- Energia elétrica (ε)

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS INDUSTRIAIS

- Serviços de instalações elétricas industriais
- Vantagens de contratar serviços de instalações elétricas industriais
- Classificação das instalações elétricas
 - ✓ Instalação em tensão reduzida ou extra baixa tensão
 - ✓ Instalação em baixa tensão (BT)

- ✓ Instalação em alta tensão (AT)
- Diferença entre instalações elétricas prediais, comerciais e industriais
- Sistemas elétricos industriais: instalações e cuidados
- Principais equipamentos dos sistemas elétricos industriais
- Itens que preservam as instalações elétricas
 - ✓ DPS
 - ✓ DR
- Os disjuntores e sua importância
- O Dispositivo DR e sua importância
- Materiais elétricos
- Potência em Instalações Elétricas

ILUMINAÇÃO INDUSTRIAL

- Tipos de luminárias
 - ✓ Luminária LED High Bay (indústria comum)
 - ✓ Luminária LED High Bay (indústria pesada)
 - ✓ Led high bay linear
 - ✓ Led low bay linear
 - ✓ Luminárias herméticas
 - ✓ Refletores industriais
 - ✓ Luminárias para Postes (Street Lights)
- Marcação de Pontos de Luz
 - ✓ Quando o mínimo não é o ideal
 - ✓ Dica geral: como acertar com pontos de luz
- Comando de pontos de luz
 - ✓ Interruptor Simples
 - ✓ Interruptor Duplo
 - ✓ Interruptor Paralelo (Three-way)

NOÇÕES DE PROJETOS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

- Um Projeto de Instalação Elétrica de Baixa Tensão
- Circuito
 - ✓ Gerador Elétrico
 - ✓ Receptor Elétrico
 - ✓ Resistor
- Classificação dos circuitos elétricos
- Elementos de um Circuito
 - ✓ Combinação de Elementos em um Circuito
- Divisão da instalação e número de pontos
- Quadro de distribuição
- Tomadas de corrente
 - ✓ Ponto de tomada com 4 tomadas 2P+T

- ✓ Pontos de tomada - Quantidade
- ✓ Potências atribuíveis aos pontos de tomada
- Tipos de condutores
 - ✓ Condutores metálicos
 - ✓ Condutores eletrolíticos
 - ✓ Condutores gasosos
 - ✓ Fios
 - ✓ Cabos
 - ✓ Cabos flexíveis
- Carga instalada e cálculo de demanda
 - ✓ Fator de Demanda
 - ✓ Fator de Simultaneidade

ATERRAMENTOS ELÉTRICOS

- Simbologia
 - ✓ Primeira letra
 - ✓ Segunda letra
 - ✓ Outras letras
- Esquemas de aterramento
 - ✓ Esquema TN
 - ✓ Esquema TN-S
 - ✓ Esquema TN-C
 - ✓ Esquema TN-C-S
 - ✓ Esquema TT
 - ✓ Esquema IT
- Algumas definições
 - ✓ Aterramento, equipotencialização e a NBR 5410
- Como equipotencializar o sistema
- Relação com a norma NBR 5410

DIMENSIONAMENTO

- Iluminância
- Tomadas
 - ✓ Tomadas por ambiente
 - ✓ Cálculo prático para TUG's
- Dimensionamento de TUG's e TUE's

INSTALAÇÕES E ELETRICIDADE

- Como são divididas as instalações elétricas?
 - ✓ Instalação Simples
 - ✓ Instalação Padrão
 - ✓ Instalação Extra

- Distribuição interna em circuitos separados
- Pontos e Conselhos importantes
- Material elétrico

SESSÕES ESPECIAIS

MAPA DE ESTUDO

SÍNTESE DIRETA

MOMENTO QUIZ

GABARITO DO QUIZ

REFERÊNCIAS

Módulo III

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS INDUSTRIAIS

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, comprometida 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 ELETROMECÂNICA pertence ao Eixo Tecnológico de CONTROLE E PROCESSOS INDUSTRIAIS.

Vejamos algumas informações importantes sobre o curso TÉCNICO EM ELETROMECÂNICA relacionados 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, a manutenção e a entrega técnica de máquinas e equipamentos eletromecânicos industriais, considerando as normas, os padrões e os requisitos técnicos de qualidade, saúde e segurança e de meio ambiente.
- Elaborar projetos de produtos relacionados a máquinas e equipamentos eletromecânicos especificando materiais para construção mecânica e elétrica por meio de técnicas de usinagem e soldagem.
- Realizar inspeção visual, dimensional e testes em sistemas, instrumentos, equipamentos eletromecânicos, pneumáticos e hidráulicos de máquinas.
- 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, produção e manutenção de equipamentos eletromecânicos 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

- Indústrias com linhas de produção automatizadas, aeroespaciais, automobilística, metalmeccânica e plástico.
- Empresas de manutenção e reparos eletromecânicos, que atuam na instalação, manutenção, comercialização e utilização de equipamentos e sistemas eletromecânicos.

Sugestões para Especialização Técnica

- Especialização Técnica em Programação e Operação de Máquinas CNC.
- Especialização Técnica em Usinagem.
- Especialização Técnica em Desenho Assistido por Computador (CAD).
- Especialização Técnica em Manufatura Assistida por Computador (CAM).
- Especialização Técnica em Eficiência Energética em Edificações.
- Especialização Técnica em Eficiência Energética Industrial.
- Especialização Técnica em Energia Solar Fotovoltaica.
- Especialização Técnica em Energia Eólica.
- Especialização Técnica em Implantação e Comissionamento de Parques Eólicos.
- Especialização Técnica em Instalação Elétrica Predial de Baixa Tensão.
- 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 Fabricação Mecânica.
- Curso Superior de Tecnologia em Processos Metalúrgicos.
- Bacharelado em Engenharia Eletrônica.
- Bacharelado em Engenharia Elétrica.
- Bacharelado em Engenharia de Automação e Controle.
- Bacharelado em Engenharia Mecatrônica.
- Bacharelado em Engenharia Mecânica.
- Bacharelado em Engenharia de Produção.
- Bacharelado em Engenharia Metalúrgica.

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, afim 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

As instalações industriais compreendem uma gama de atividades que incluem os setores de elétrica, construção civil, hidráulica, mecânica e recursos humanos, como forma de garantir todo o funcionamento do estabelecimento, bem como a eficiência dos processos de produção. Isso porque as indústrias trabalham em conjunto com um enorme complexo de atividades, que juntas integram todo o segmento e operação, desde o acionamento de cabos de energia para equipamentos e máquinas, até a confecção de espaços próprios para a logística interna e distribuição de produtos. Por esse motivo, é necessário suporte técnico e assistência técnica de profissionais capacitados e de uma empresa especializada em instalações industriais, como forma de garantir o perfeito sincronismo de todas as áreas, bem como as necessidades de manutenção e reparo dos sistemas, em caráter preventivo ou emergencial.

As instalações elétricas industriais são fundamentais para uma ampla gama de projetos que exigem instalações capazes de atender demandas especiais de alta performance. As demandas atendidas pelas empresas que oferecem serviços de instalações elétricas industriais são diferentes das instalações existentes entre projetos residenciais e comerciais, uma vez que as máquinas e os equipamentos utilizados em indústrias são caracterizados por sua alta exigência de energia elétrica, em voltagens específicas.

Muitas vezes, a necessidade de um profissional habilitado para realizar a **instalação elétrica industrial** não é de fato entendida e levado em consideração.

Entende-se por instalação elétrica industrial o conjunto de fios, cabos e outros acessórios que estão coordenados entre si que propõem alimentação elétrica em uma indústria. Por isso, a importância e necessidade do profissional envolvido.

CONCEITOS BÁSICOS EM ELETRICIDADE

Elementos condutores, semicondutores e isolantes

Os metais podem ter um, dois ou três elétrons em sua última camada. O cobre, um dos condutores mais utilizados, possui um elétron na última camada, e o alumínio, três. Esses elétrons estão fracamente ligados ao átomo, o que lhes permite movimentar-se livremente na rede cristalina do metal, vagando de um átomo para outro. Por isso, são chamados elétrons livres. Eles podem ser arrancados do átomo pela ação de um campo elétrico externo. É essa característica que torna os metais bons condutores.

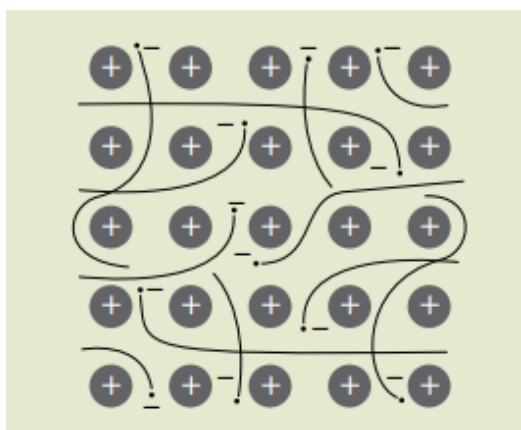


Figura 1: Rede cristalina de um metal – os elétrons da última camada vagam livremente entre os átomos.

Os semicondutores, como o silício e o germânio, têm quatro elétrons na última camada e podem se comportar como condutores ou isolantes, dependendo de como os átomos se ligam a seus vizinhos (estrutura cristalina).

Elementos com a última camada completa, como os gases nobres, são elementos isolantes. Essas considerações são válidas apenas para os elementos. Nas substâncias, formadas por diversos elementos, a condução elétrica depende de como ocorrem as ligações interatômicas nas moléculas, que não serão discutidas nesta apostila. É importante observar também que um isolante pode se tornar condutor, caso esteja sujeito a um campo elétrico muito intenso.

Grandezas elétricas, unidades, notação e prefixos

Em praticamente todos os casos vamos trabalhar com as grandezas elétricas expressas em unidades do Sistema Internacional de Unidades (SI). A maioria leva o nome

de grandes cientistas, por exemplo: V, para volt (em homenagem a Alessandro Volta); A, para ampère (André Marie Ampère); e W, para watt (James Watt). Note que volt, ampère e watt são grafados com letras minúsculas, e seus símbolos, em maiúscula. As regras para a grafia correta das unidades e seus símbolos são encontradas no site do Inmetro.

O nome da grandeza deve ser grafado no plural quando for o caso (1 volt, 2 volts), enquanto o símbolo permanece sempre no singular e sem ponto no final (1 V, 2 V, e não 2 Vs).

Serão usadas, ainda, potências de 10 para a descrição das grandezas, porque assim é possível trabalhar de maneira mais confortável com valores muito grandes ou muito pequenos. Deve-se também ter cuidado em respeitar o uso de maiúscula ou minúscula nos prefixos, cujas regras para a grafia correta são encontradas na mesma página do Inmetro citada no parágrafo anterior.

Prefixos das unidades SI	
Múltiplos:	
k = quilo	$= 1\,000 = 10^3$
M = mega	$= 1\,000\,000 = 10^6$
G = giga	$= 1\,000\,000\,000 = 10^9$
T = tera	$= 1\,000\,000\,000\,000 = 10^{12}$
Submúltiplos:	
m = mili	$= 0,001 = 10^{-3}$
μ = micro	$= 0,000\,001 = 10^{-6}$
n = nano	$= 0,000\,000\,001 = 10^{-9}$
p = pico	$= 0,000\,000\,000\,001 = 10^{-12}$

Figura 2: Prefixos SI.

Ao escrever uma equação em textos matemáticos e técnicos, é usual o emprego de letras gregas. A tabela a seguir (figura 3) mostra o alfabeto grego e o nome de cada letra.

Pronúncia	Minúscula	Maiúscula
alfa	α	Λ
beta	β	B
gama	γ	Γ
delta	δ	Δ
épsilon	ϵ	E
dzeta ou zeta	ζ	Z
eta	η	H
teta	θ	Θ
iota	ι	I
capa	κ	K
lambda	λ	Λ
mi	μ	M
ni	ν	N
csi	ξ	Ξ
ômicon	$\omicron$	O
pi	π	Π
rô	ρ	P
sigma	σ	Σ
tau	τ	T
ípsilon	υ	Y
fi	φ	Φ
qui ou chi	χ	X
psi	ψ	Ψ
ômega	ω	Ω

Figura 3: Tabela - Alfabeto grego.

Tensão elétrica (U) ou diferença de potencial (ddp)

Uma carga imersa em um campo elétrico fica sujeita a uma força e pode vir a se movimentar. Em outras palavras, essa carga adquire uma energia potencial elétrica E_p , que

pode ser transformada em energia de movimento (cinética), ou seja, pode realizar trabalho. Quanto maior a carga, maior a força e maior a energia potencial E_p .

O fator E_p / Q indica a quantidade de energia por unidade de carga. Essa razão é conhecida como potencial elétrico. Observe que é possível calcular o potencial em cada ponto do campo elétrico. Sua unidade é o joule/coulomb (J/C), batizado de volt (V).

Particularmente importante é a definição de tensão ou diferença de potencial (ddp) entre dois pontos. Dados dois pontos A e B, com potenciais V_A e V_B respectivamente, define-se tensão entre os pontos A e B ou diferença de potencial entre os pontos A e B como:

$$U_{AB} = V_A - V_B$$

(Equação 1)

Em circuitos elétricos, a diferença de potencial é imposta por geradores ou baterias. A figura a seguir ilustra o símbolo de um gerador de tensão contínua, com a ponta da flecha; o traço maior do símbolo indica o ponto de maior potencial (terminal positivo, +).

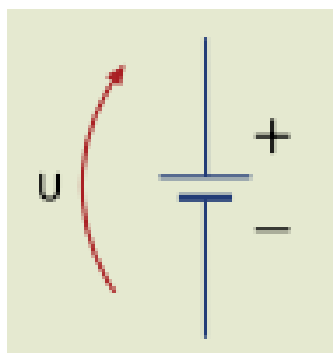


Figura 4: Representação da diferença de potencial em um gerador de tensão.

Os instrumentos de medida em eletricidade, na maioria das vezes, recebem o nome de acordo com a grandeza mensurada. Assim, o instrumento que mede a tensão elétrica é o voltímetro, que deve ser ligado em paralelo com o elemento a ser medido (figura 5). No caso de um sinal contínuo, é preciso prestar atenção à polaridade das pontas de prova.

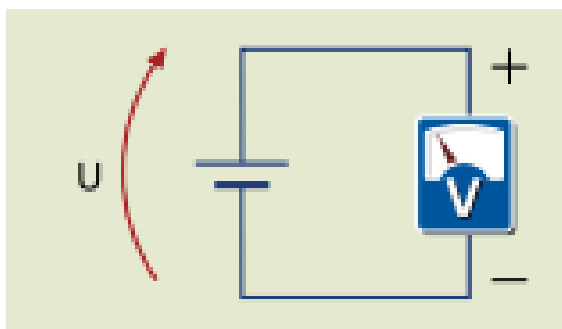


Figura 5: Representação de um voltímetro medindo a diferença de potencial entre os terminais do gerador.

A analogia com um sistema hidráulico é bastante útil para entender o significado da tensão elétrica. A “figura 6” ilustra dois reservatórios de água interligados a um registro: o reservatório A está cheio de água, enquanto o B permanece vazio.

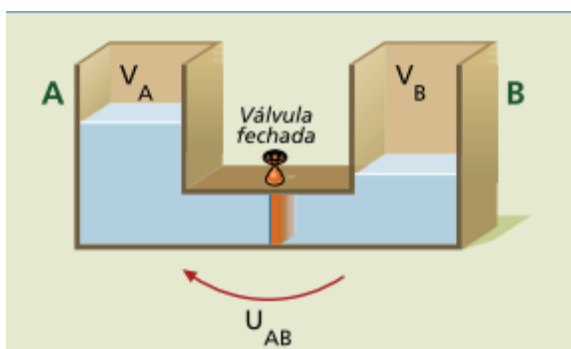


Figura 6: Reservatórios cheio (A) e vazio (B).

O lado esquerdo da válvula está sujeito à pressão da coluna de água no reservatório A (análogo ao potencial no terminal positivo da bateria). O lado direito da válvula tem apenas a pressão atmosférica (equivalente ao potencial no terminal negativo da bateria), que é muito menor que a pressão no lado esquerdo da válvula.

Quando se abre a válvula, a água sai do reservatório A em direção ao B, até que o nível nos dois reservatórios fique exatamente o mesmo, ou seja, deixa de existir a diferença de pressão (diferença de potencial) entre eles (figura 7).

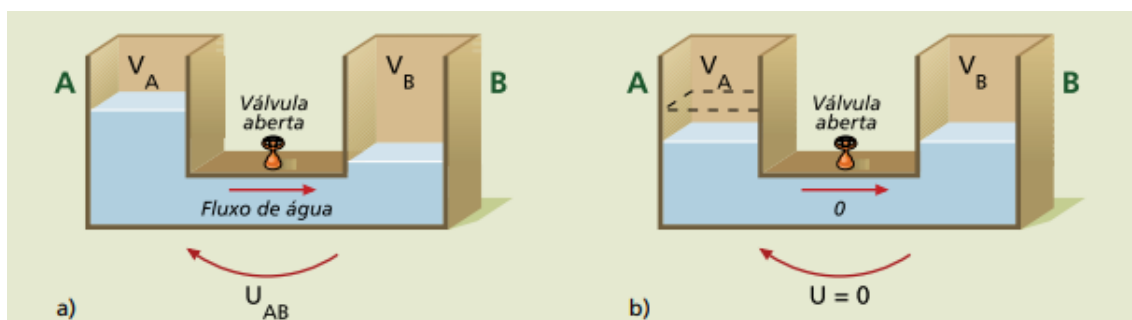


Figura 7: (a) Fluxo de água e (b) nivelamento dos reservatórios de água.

Corrente elétrica

Ao conectarmos um fio aos terminais do gerador da “figura 8”, os elétrons circularão do terminal negativo ao positivo, sob o efeito da diferença de potencial entre ambos. O fluxo de elétrons, chamado de corrente elétrica, é análogo ao fluxo de água (vazão) entre os reservatórios sob a ação da diferença de pressão entre eles. O fluxo de elétrons continua até que a diferença de potencial entre os terminais da bateria seja nula.

Assim como a vazão de água é medida em litros por segundo, a vazão de elétrons, ou seja, a corrente, é medida em termos da quantidade de carga, em coulombs, que atravessa o condutor por segundo, também denominada ampère (A).

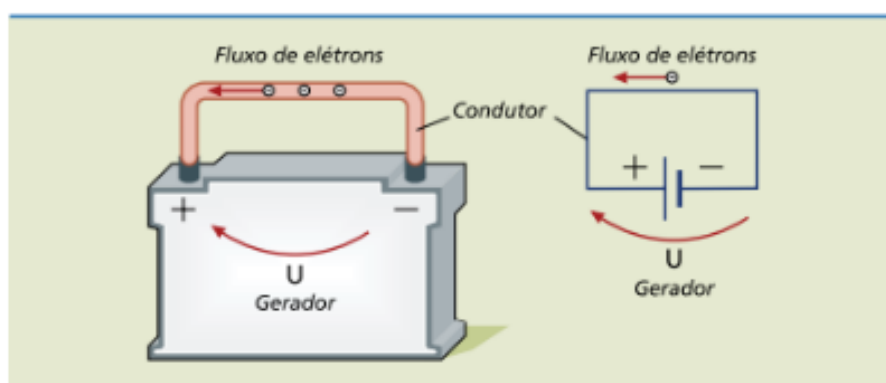


Figura 8: Corrente elétrica imposta pela tensão U .

Para calcular a intensidade da corrente, basta dividir a quantidade de carga ΔQ que passa por uma seção reta do condutor pelo intervalo de tempo Δt .

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

(Equação 2)

Assim, 1 ampère corresponde ao fluxo de 1 coulomb a cada segundo, ou seja:

$$1 A = \frac{1C}{1s}$$



VOCÊ SABIA?

O instrumento de medida de corrente elétrica é o amperímetro. Para “contar” quantos elétrons passam por segundo, ele deve ser intercalado em série com o circuito. Lembre-se que a unidade de medida de corrente elétrica é o Ampère, representada por A.

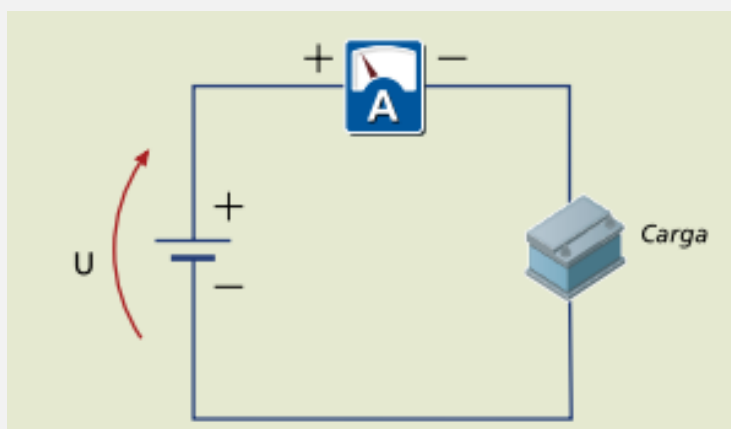


Figura 9: Amperímetro em série no circuito.

Sentido da corrente

O sentido real da corrente elétrica corresponde ao movimento dos elétrons saindo do terminal negativo do gerador em direção ao terminal positivo (figura 10). Na prática, porém, adota-se o sentido convencional de corrente, que é o oposto do sentido real, ou seja, sai do terminal positivo em direção ao negativo. Isso ocorre porque, no passado, acreditava-se que

as cargas positivas eram as que se moviam, ideia eliminada com o avanço das pesquisas na área.

Alternativamente, podemos imaginar que o sentido convencional corresponde ao movimento das lacunas. A saída de um elétron da última camada do átomo dá origem a uma lacuna (carga elétrica “fictícia” positiva), que se movimentaria no sentido contrário ao dos elétrons, conforme ilustrado na figura 11.

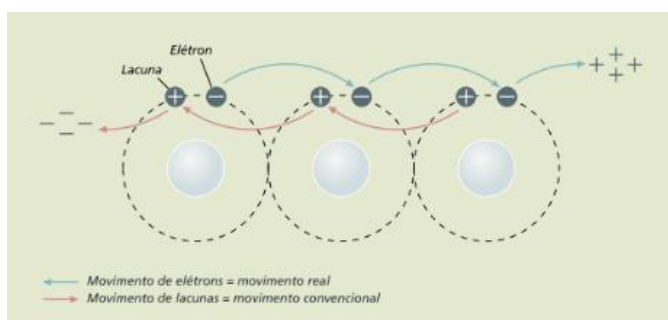


Figura 10: Movimento de elétrons (movimento real); movimento de lacunas (movimento convencional).

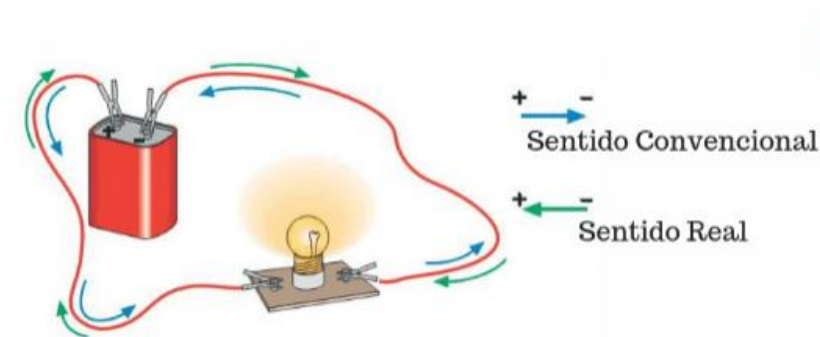


Figura 11: Sentido real e convencional da corrente elétrica.

OBSERVAÇÕES:

Efeitos da corrente elétrica! A corrente elétrica não é visível, mas podemos perceber claramente seus efeitos.

Efeito térmico

Também conhecido como efeito Joule, ocorre devido à colisão dos elétrons em movimento (livres) com átomos do condutor. Os átomos recebem parte da energia cinética proveniente do movimento dos elétrons e acabam aumentando sua vibração (agitação térmica) dentro do condutor, o que equivale a aumento em sua temperatura. De modo simplificado, pode-se dizer que o efeito Joule é a transformação de energia elétrica em calor. Alguns exemplos de aplicação do efeito são o chuveiro, o ferro elétrico e as lâmpadas incandescentes, cujo filamento chega a 3 000 °C, emitindo luz.

Efeito químico

Ocorre quando a corrente elétrica passa por certas soluções, contribuindo para a reação química. Alguns exemplos de utilização na indústria são a eletrólise, aplicada na separação de gases, purificação do alumínio etc., e a galvanização, em que se realiza o recobrimento de materiais com prata, ouro e cromo.

Efeito magnético

Ocorre quando a passagem da corrente elétrica por um condutor dá origem a um campo magnético a seu redor. Esse efeito é a base para o funcionamento de transformadores, motores, geradores etc.

Efeito luminoso

A corrente elétrica circulando em um recipiente no qual há gases metálicos (mercúrio, sódio) provoca emissão de luz, como acontece com a lâmpada fluorescente.

Efeito fisiológico

Ao passar através dos seres vivos, a corrente pode causar diferentes efeitos, dependendo da intensidade, da duração e do caminho que ela percorre nos tecidos. Pode ocorrer desde formigamento até contração e paralisia muscular, perda de consciência, asfixia, queimaduras etc., conforme descrito na tabela da “figura 12”.

Corrente elétrica* (60 Hz)	Duração	Efeitos mais graves**
0 a 0,5 mA	Qualquer	Nenhum
0,5 a 2 mA	Qualquer	Limiar de percepção
2 a 10 mA	Qualquer	Dor Contração muscular Descontrole muscular
10 a 25 mA	Minutos	Contração muscular Dificuldade respiratória Aumento da pressão arterial
25 a 50 mA	Segundos	Paralisia respiratória Fibrilação ventricular Inconsciência
50 a 200 mA	Mais de um ciclo cardíaco	Fibrilação ventricular Inconsciência Paralisia respiratória Marcas visíveis
Acima de 200 mA	Menos de um ciclo cardíaco	Fibrilação ventricular Inconsciência Marcas visíveis
Acima de 200 mA	Mais de um ciclo cardíaco	Parada cardíaca reversível Inconsciência Queimaduras

* As faixas de valores para a corrente elétrica são muito aproximadas e devem praticamente ser consideradas como ordens de grandeza.

** Grande probabilidade de ocorrência.

Fonte: GREF. Física 3: eletromagnetismo. 3. ed. São Paulo: Edusp, 1998, p. 348.

Figura 12: Tabela - Efeitos da corrente elétrica no corpo humano.

Tensão e corrente contínua e alternada

Os sinais das tensões e correntes podem ser classificados em contínuos e alternados. O sinal contínuo não muda sua polaridade ao longo do tempo. A figura 13 é um esboço dos gráficos, sem unidades, dos sinais contínuos de tensão ou corrente, característicos dos geradores químicos, como pilhas e baterias. O sinal alternado muda sua polaridade periodicamente ao longo do tempo. Um exemplo é a tensão fornecida na rede elétrica das grandes cidades.

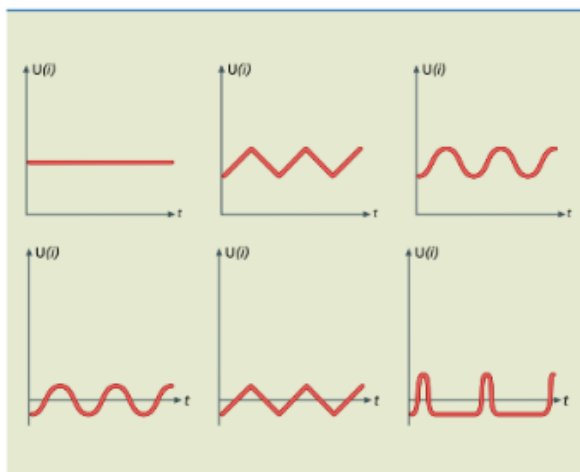


Figura 13: Gráficos de tensão e corrente elétrica alternadas.

Potência elétrica (P)

A potência elétrica P indica quanto trabalho e (ou energia) é realizado em um intervalo de tempo Δt , conforme descrito na equação:

$$P = \frac{\varepsilon}{\Delta t}$$

(Equação 3)

Também pode ser calculada pelo produto da tensão U e da corrente I no circuito. Na “figura 14”, tanto a potência fornecida pelo gerador (com tensão U em seus terminais e fornecendo uma corrente I) como a consumida pela carga (com tensão U em seus terminais e consumindo uma corrente I) são definidas pela equação 4.

$$P = UI$$

(Equação 4)

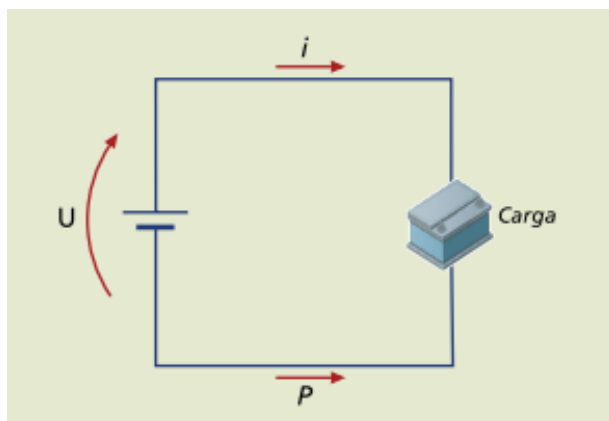


Figura 14: Esquema de gerador e carga.

A unidade de medida da potência é o watt (W), termo adotado em homenagem ao cientista escocês James Watt. De acordo com a equação 3, a potência também pode ser expressa em joule por segundo (J/s).

Para medir a potência, usa-se o wattímetro (figura 15), instrumento que mede simultaneamente a corrente e a tensão no gerador ou na carga. Para tanto, o dispositivo tem dois pares de terminais – um para medir a corrente (portanto, deve ficar em série com o circuito, para que seja atravessado por ela) e outro para medir a tensão –que são conectados aos terminais da fonte ou da carga.

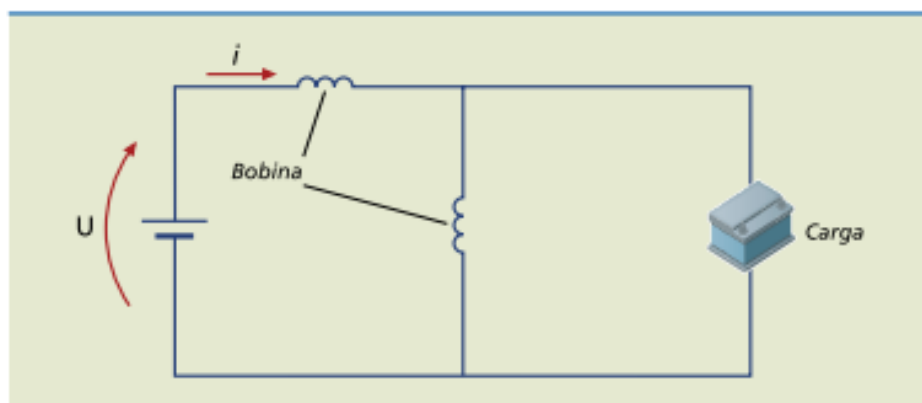


Figura 15: Wattímetro conectado ao circuito.



VOCÊ SABIA?

James Watt (1736-1819), matemático e engenheiro escocês, destacou-se pela construção de máquinas térmicas a vapor e pesquisas sobre o rendimento de

motores, que deram grande impulso à mecanização no período da Revolução Industrial.

Energia elétrica (ε)

Rearranjando os termos da equação 3, podemos obter a energia elétrica:

$$\varepsilon = P \cdot \Delta t$$

(Equação 5)

Sua unidade de medida é o watt-segundo (W·s) ou o joule (J).

O instrumento que mede a energia elétrica consumida é o medidor de consumo (figura 16), mais conhecido como “relógio”, instalado na entrada de residências, lojas, indústrias etc. Como o período de medição utilizado é geralmente mensal, para diminuir o valor numérico da grandeza medida, usa-se um múltiplo, o quilowatt-hora (kWh), que corresponde a $3,6 \cdot 10^6$ J.

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$



Figura 16: Medidor de luz residencial.



SE LIGA NA CHARADA!

PERGUNTA:

O que é, o que é? Nunca volta, embora nunca tenha ido.

RESPOSTA:

O passado.

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS INDUSTRIAIS

As instalações elétricas industriais são estruturas essenciais que devem ser planejadas e executadas por profissionais competentes. A produção, transmissão, distribuição e utilização de energia elétrica são elementos fundamentais contemplados no projeto de instalação elétrica para indústrias de todos os segmentos.

Para realizar as ligações elétricas da instalação industrial, é preciso atender às exigências da concessionária de energia local e respeitar as normas técnicas determinadas por órgãos competentes. Um sistema elétrico eficiente permite a melhor utilização possível da energia na indústria, sem desperdícios e falhas.

Serviços de instalações elétricas industriais

Empresas especializadas em engenharia e montagens para a indústria oferecem serviços completos de instalações elétricas industriais. Para isso, contam com mão de obra especializada e equipamentos de alta tecnologia. Entre as soluções oferecidas estão as instalações de média e baixa tensão, projetos de iluminação interna ou externa, sistemas de proteção contra descargas atmosféricas, sistemas de alarme e iluminação de emergência e também sistemas de controle e acionamento de equipamentos e máquinas.

Vantagens de contratar serviços de instalações elétricas industriais

Há inúmeras vantagens em contratar serviços de instalações elétricas industriais. Empresas especializadas do setor garantem instalações eficientes e seguras, que permitem a melhor utilização da energia nos processos industriais diversos.

As instalações profissionais são realizadas com materiais de alta qualidade adequados às normas nacionais e internacionais, com excelente custo-benefício para a indústria. Além disso, as empresas do ramo garantem a utilização da mão de obra e equipamentos externos, que não prejudicam o andamento das atividades da indústria durante o serviço.

Classificação das instalações elétricas

As instalações elétricas podem ser classificadas em:

- Instalação em tensão reduzida ou extra baixa tensão;
- Instalação em baixa tensão (BT);
- Instalação em alta tensão (AT).

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.

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 elétricas industriais se comparada às instalações residenciais elétricas, esta diferença cria a necessidade de muitos sistemas de medição, proteção e controle e isto muda a complexidade dos sistemas.

Sistemas elétricos industriais: instalações e cuidados

Hoje em dia não há mais como imaginar qualquer trabalho sem eletricidade. A energia elétrica é responsável pelo acionamento de diversas máquinas, equipamentos, sistemas e aparelhos, que são essenciais para o desenvolvimento de atividades nos setores produtivos da sociedade, bem como para o aumento da rentabilidade, pois dinamiza e agiliza os fluxos de trabalho.

Na indústria, a presença de sistemas elétricos é nítida, uma vez que as diferentes redes de distribuição e alimentação atuam em praticamente todo o segmento.

Contudo, a eficiência energética industrial não depende somente da presença dos sistemas elétricos. É preciso investir em inovação, com dispositivos cada vez mais tecnológicos para aumentar a produtividade, reduzir gastos e evitar a ocorrência de acidentes no ambiente de trabalho.

Além disso, é importante verificar as formas de instalação dos sistemas, sendo recomendável contratar empresas de instalações elétricas especializadas no procedimento.

Desse modo, tem-se a garantia de um serviço bem executado, em conformidade com as normas técnicas e leis vigentes, para maior segurança e eficiência das redes.

Principais equipamentos dos sistemas elétricos industriais

Os sistemas elétricos industriais operam com uma série de equipamentos, redes, quadros e dispositivos, que atuam na distribuição, alimentação e compartilhamento de energia elétrica.

Cada um desses itens possui suas especificações e funcionalidades, conforme o trabalho realizado.

No entanto, independentemente do equipamento, toda a instalação precisa ser feita com segurança e de acordo com as normas.

O quadro de distribuição é um dos itens mais comuns dos sistemas elétricos industriais. O equipamento é destinado a receber energia elétrica, que pode ter origem de uma ou mais fontes de alimentação. Posteriormente, o quadro realiza a distribuição da energia para um ou mais circuitos.

A principal característica dos quadros de distribuição é a presença de uma cabine altamente resistente, utilizada para abrigar um ou mais dispositivos de proteção e manobra dos condutores elétricos.

Além disso, esses equipamentos também são conhecidos por:

- Oferecer acessibilidade aos componentes instalados;
- Ser fácil de consertar, analisar e manter;
- Ter independência entre os componentes;
- Ter instalação segundo a NBR 5410.

Fora os quadros de distribuição, o painel elétrico também é um equipamento usual nos sistemas elétricos industriais.

Chamado painel de comando, o aparelho consiste em um quadro de metal resistente, que aloca os disjuntores, interruptores, relés, CLPs e outros dispositivos usados para controle das redes e sistemas elétricos.

Dessa forma, é possível controlar a alimentação dos demais equipamentos e máquinas eletrônicas que funcionam com energia elétrica.

Assim como os quadros de distribuição, os painéis elétricos de comando precisam ser instalados em conformidade com as normas técnicas e recomendações de **montagem elétrica industrial**.

Para isso, é importante ter todo um planejamento do sistema e dos equipamentos operantes, para que a qualidade e a segurança dos barramentos não sejam comprometidas.

Itens que preservam as instalações elétricas

Pela necessidade de manter as instalações elétricas dentro das conformidades e mais que isso, garantir a segurança e prevenção contra acidentes e incêndios, normalmente utiliza-se dispositivos de proteção.

Em instalação elétrica industrial ou residencial, esses dispositivos desarmam quando acontecem falhas, curtos-circuitos e sobrecarga que resultam no aumento da temperatura dos fios e cabos.

Dessa forma, esses itens são chamados disjuntores e são divididos em dois tipos:

- **DPS** – Dispositivos de Proteção contra Surtos de tensão;
- **DR** – Disjuntor diferencial residual ou interruptor residual.

DPS

Funciona como um para-raios. O disjuntor DPS atua para manter a integridade do sistema elétrico quando uma descarga elétrica é detectada, evitando a queima dos equipamentos.

DR

Atua desarmando quando há fuga de corrente mesmo que muito pequena ocorrida por curto circuito ou outro motivo.

Ambos devem obedecer às normas e regras da ABNT- NBR5410 que sanciona o uso desses dispositivos em qualquer instalação elétrica predial para garantir ainda mais segurança e prevenção de curtos e acidentes.

Os disjuntores e sua importância

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 amperes 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.

O Dispositivo DR e sua importância

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.

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

Materiais elétricos

Existem três tipos mais comuns de materiais elétricos para instalações, com fins de permitir a passagem dos fios dentro das paredes e lajes de uma casa ou edificação.

Antigamente se utilizava tubos de ferro rígido ou corrugado, mas estes caíram no desuso. Atualmente os tubos mais utilizados são os eletrodutos de PVC rígido (geralmente de cor preta) ou eletrodutos flexíveis comuns (mangueiras na cor amarela) ou reforçados (na cor laranja). Os eletrodutos na cor amarela são usados para paredes, e os de cor laranja, mais reforçados para ser colocados em lajes e piso de concreto. Deve antes ver as especificações dos fabricantes, inclusive quanto à cor dos mesmos.

Os tubos de ferro que eram usados antigamente, caíram em desuso porque além de serem mais caros, tinham menor durabilidade, apresentando corrosão em locais muito agressivos.

Os eletrodutos de PVC rígido e flexíveis não propagam chama e podem ser utilizados em instalações de baixa tensão, tipo 110V - 220 Volts. Os eletrodutos de PVC rígidos são mais adequados para instalações onde existe muito esforço mecânico durante a concretagem, ou para ser usado na entrada de padrões de residências.

Potência em Instalações Elétricas

Para se entender como funcionam os fundamentos das Instalações Elétricas, precisamos primeiro entender os conceitos relacionados à energia elétrica. 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.



VOCÊ SABIA?

Principais soluções para instalações elétricas industriais

Os segmentos industriais necessitam de instalações que estejam de acordo com as particularidades de seus processos produtivos. A partir dessas especificações resultantes dos processos industriais, as instalações elétricas industriais passaram a exigir constantes atualizações e especializações no que diz respeito à sua implementação.

Cabe ressaltar que os projetos e instalações são realizados de acordo com as normas que definem a regulamentação de segurança, como a ABNT e concessionárias de energia. Essas características tornam a opção por empresas especializadas excelentes soluções em relação ao custo-benefício desses serviços.

Projeto e implementação de instalações elétricas industriais

As instalações elétricas industriais são realizadas por profissionais detentores de conhecimento técnico necessário para atender às demandas específicas de indústrias que buscam por esse serviço especializado.

A empresa responsável pelas instalações elétricas industriais deve estar apta para apresentar projetos referentes às necessidades particulares de cada segmento industrial. Vale ressaltar que esses projetos necessitam de estudo prévio acerca dos componentes que serão utilizados em cada ambiente industrial, a exemplo da composição do maquinário existente nos ambientes de produção, de modo a racionalizar de maneira eficiente os processos que demandam energia elétrica para seu pleno funcionamento. Desse modo, é possível garantir que os espaços industriais apresentem condições adequadas de segurança, provenientes de um serviço especializado das instalações elétricas industriais.

ILUMINAÇÃO INDUSTRIAL

Tipos de luminárias

A realização de um projeto de iluminação é de extrema importância para qualquer empresa. Afinal, um local mal iluminado pode interferir diretamente na produtividade dos funcionários e até mesmo causar acidentes de trabalho. Mas isso não é tudo. É preciso também pensar nas particularidades de cada item, já que para necessidades diferentes, é preciso contar com soluções diferentes também.

E quando falamos de iluminação industrial, a escolha do modelo das luminárias que serão utilizadas deve levar vários fatores em consideração. Alguns exemplos, são: uso de máquinas pesadas, vibração, umidade, poeira e temperatura. Todas essas questões podem ser decisivas para garantir maior economia e uma longa vida útil. Pensando nisso, vamos falar sobre os principais tipos de luminárias e qual é a indicação para cada uma delas.

Luminária LED High Bay (indústria comum)

Com grande fluxo luminoso, essa luminária é perfeita para indústrias, galpões e outros locais industriais comuns, que possuam pé direito alto. Dentre suas principais características, estão: acendimento instantâneo, ação contra superaquecimento, alto custo-benefício, longa vida útil e alta eficiência, utilizando pouca energia para obter mais luminosidade. Além disso, esse modelo também pode ser usado em conjunto com sensores, o que aumenta a durabilidade das lâmpadas e reduz ainda mais os gastos.

Luminária LED High Bay (indústria pesada)

Com as mesmas características do modelo acima, a principal diferença dessa luminária é a maior resistência a temperaturas altas. Por exemplo, enquanto boa parte das lâmpadas suportam até +45°C, essas podem ser usadas em ambientes com até +65°C. Elas também possuem mecanismo anti surto de 10Kv/10Ka.

Led high bay linear

As luminárias LED High Bay Lineares também são bastante semelhantes com o primeiro modelo. Porém, sua principal diferença é o formato da emissão da luz, que é retangular. Com isso, a quantidade de pontos necessários é reduzida. Também é importante ressaltar que esse modelo não utiliza elementos que fazem mal à saúde, como mercúrio e sódio. Esse tipo de iluminação industrial é indicado para galpões, estoques, ginásios, indústrias e outras construções com pé direito acima de 7 metros.

Led low bay linear

Ao contrário do item anterior, esse modelo deve ser usado em locais com pé direito abaixo de 7 metros. Por esse motivo, é perfeito para escritórios, lojas, depósitos, áreas de produção, estacionamentos cobertos e demais locais com pé direito baixo. E se utilizada em lugares com menos de 4 metros de altura, precisa de filtro leitoso para não causar ofuscamento. Com relação às suas características, as LED Low Bay Lineares tem ótima durabilidade, alta qualidade, boa eficiência energética e podem ser instaladas uma ao lado da outra, formando uma linha.

Luminárias herméticas

As luminárias herméticas são os modelos mais indicados para temperaturas baixas, já que suportam de -35°C , até $+45^{\circ}\text{C}$. Por essa razão, são boas opções para frigoríficos e cozinhas industriais. Além disso, também são apropriadas para locais difíceis de iluminar o chão, por causa de umidade, poeira e vapor. Dentre suas principais características, estão a alta durabilidade e a resistência a água e poeira.

Refletores industriais

Os refletores industriais podem ser usados tanto em locais internos, quanto externos. Afinal, seu feixe luminoso pode alcançar até 70m, se suas lentes forem instaladas corretamente. Por esses motivos, esse tipo de iluminação industrial é indicado para galpões, quadras, fachadas, ambientes externos e lugares que precisam criar destaque com a iluminação. Nesse caso, é fundamental usar um projeto de iluminação, principalmente para analisar os ângulos e os lúmens.

Luminárias para Postes (Street Lights)

Como você já deve imaginar, esses tipos de luminárias são indicados para uso externo. Sendo assim, podem ser utilizadas em estacionamentos, pátios, áreas de lazer, entre outros. É interessante aliar esse modelo a projetos Smart Lighting, para que a luz seja utilizada conforme a necessidade.

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.

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.

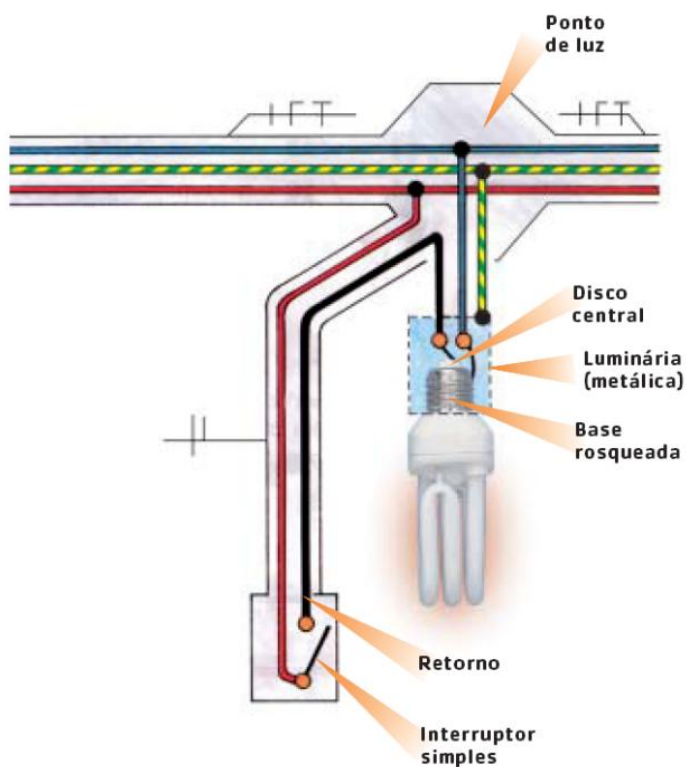


Figura 18: Esquema ilustrativo de um ponto de luz.

Comando de pontos de luz

Interruptor Simples

Como o próprio nome diz essa 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 19: Exemplo de interruptor simples e interruptor duplo.

**PAUSA PARA REFLETIR...**

A medida do amor é amar sem medida.

- *Agostinho de Hipona.*

NOÇÕES DE PROJETOS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

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 Atuar 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 é dada por:

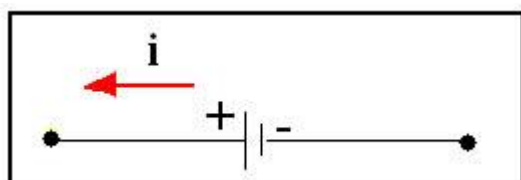


Figura 20: Representação do Gerador Elétrico.

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 é o motor elétrico, que transforma energia elétrica em energia mecânica.

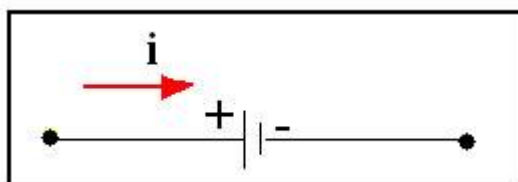


Figura 6: Representação de um Receptor elétrico.

Resistor

Elemento responsável por consumir energia elétrica, e convertê-la em calor, ou seja, energia térmica.

Esse fenômeno é chamado efeito Joule.

EXEMPLOS:

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

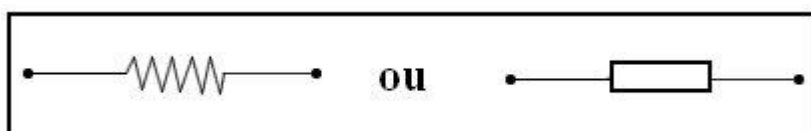


Figura 21: Representação de um Resistor.

Dispositivos

de

Manobra

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

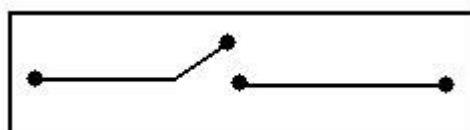


Figura 22: Esquema de um Interruptor.

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 e os disjuntores.



Figura 23: Exemplo de Fusível.

Dispositivos

de

controle

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

EXEMPLOS:

Exemplos de dispositivos de controle

- ✓ *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 24: 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 25: Representação de um objeto real (resistores).



Figura 26: Representação de um resistor no papel.

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

2) Capacitores:

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

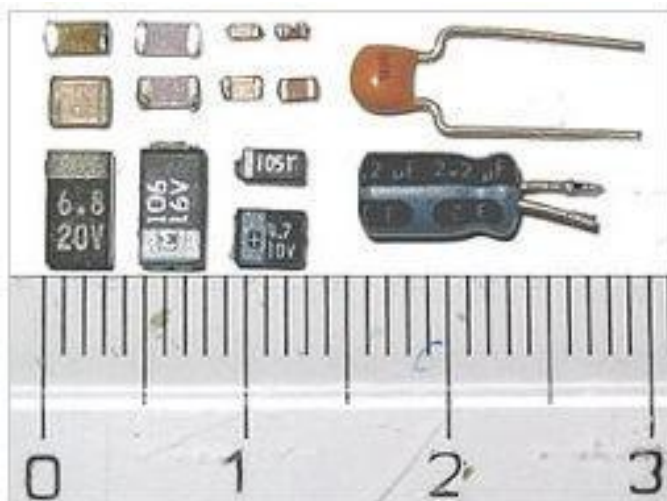


Figura 27: Representação de um objeto real (capacitores).

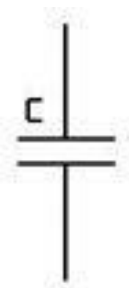


Figura 28: Representação de um capacitor no papel.

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

3) Geradores:

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

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



Figura 29: Representação de um objeto real (geradores).

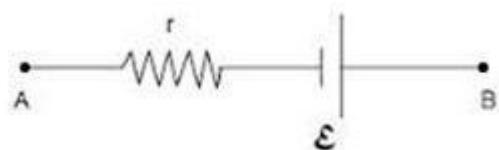


Figura 30: Representação de um gerador no papel.

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 31: Representação de um objeto real (indutores).



Figura 32: Representação de um indutor no papel.

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

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 estão listados alguns tipos de circuitos elétricos que usam alguns desses elementos citados acima:

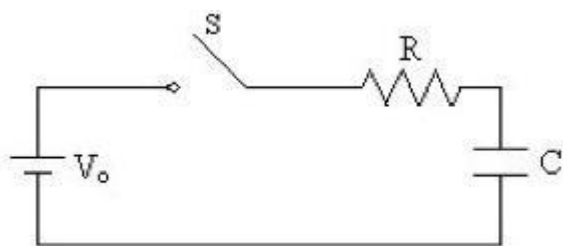


Figura 33: Circuito com resistores (R), capacitores (C), geradores (V_0) e chave (S).

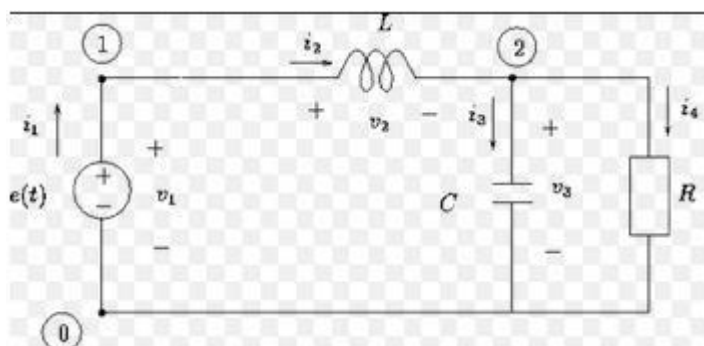


Figura 34: Circuito com indutor (L), capacitor (C), resistor (R), tensão alternada ($e(t)$).

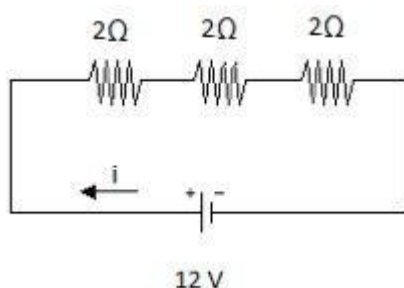


Figura 35: Circuito com apenas resistores e geradores.

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 uma 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 máquinas 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

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:

Dois exemplos sobre os pontos de tomada:

- 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 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 36: 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 é formado por sete fios (seção nominal de até 35 mm²), 19 fios (50 mm² até 95 mm²) e 37 fios (120 mm² em diante).



Figura 37: Exemplo de cabo.

Cabos flexíveis

Cabo flexível 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 38: 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 ($D_{máx}$) 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 estivessem 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.

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.

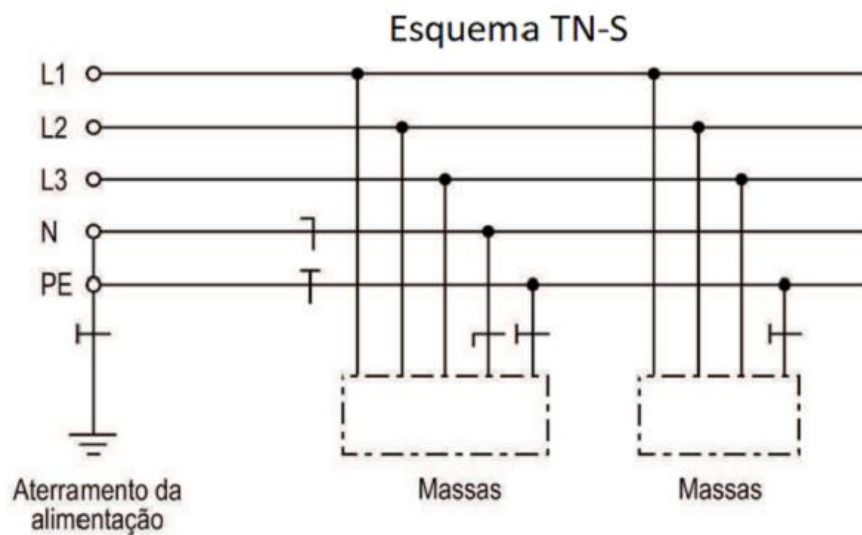


Figura 39: Esquema de aterramento TN-S.

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.

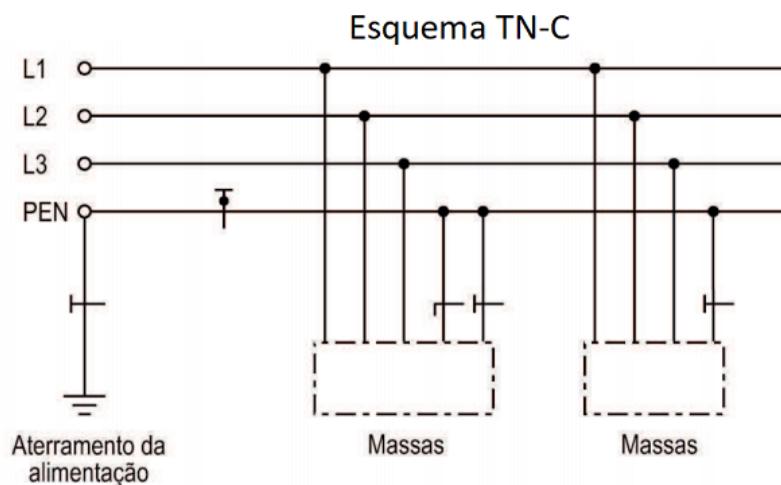


Figura 40: Esquema de aterramento TN-C.

Esquema TN-C-S

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

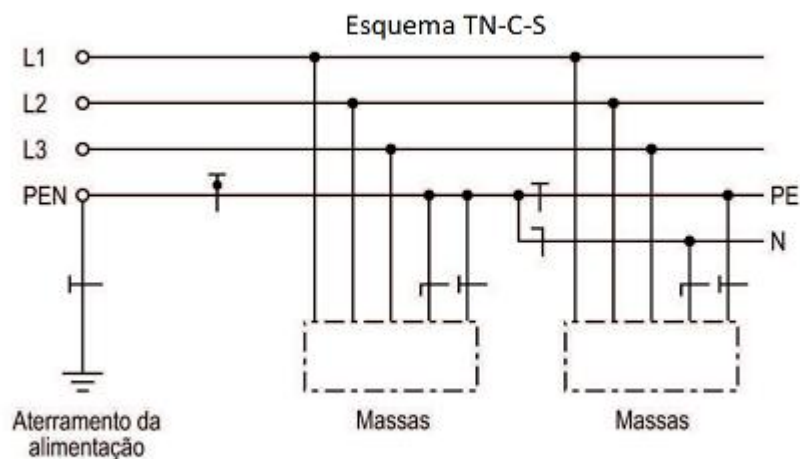


Figura 41: Esquema de aterramento TN C-S.

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.

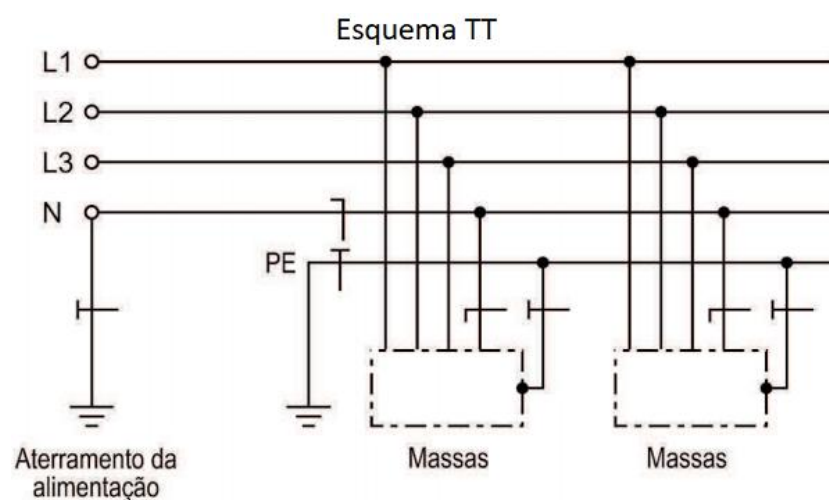


Figura 42: Esquema de aterramento TT.

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

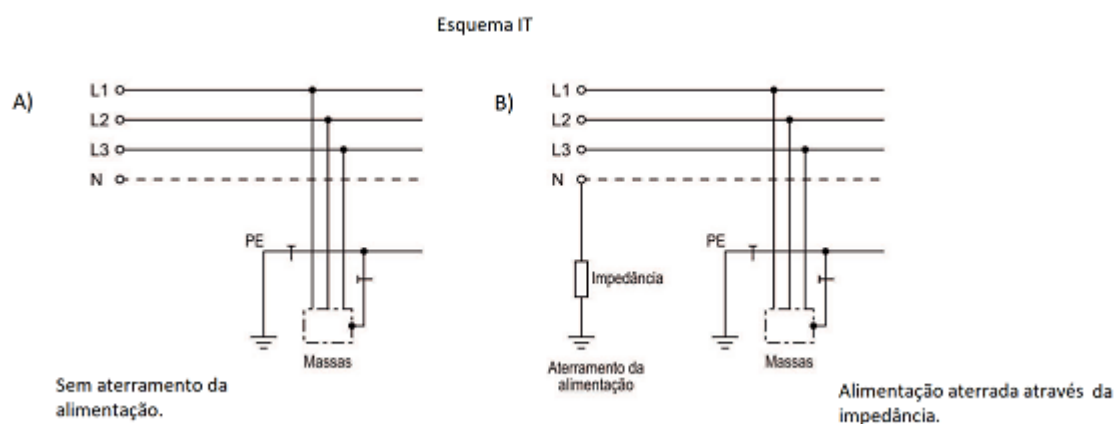


Figura 43: Esquema de aterramento IT.

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.

Veja a figura abaixo:



Figura 44: 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 realizada na aeronave é fundamental para a operação segura da instalação elétrica do avião, mesmo não existindo a figura do aterramento.

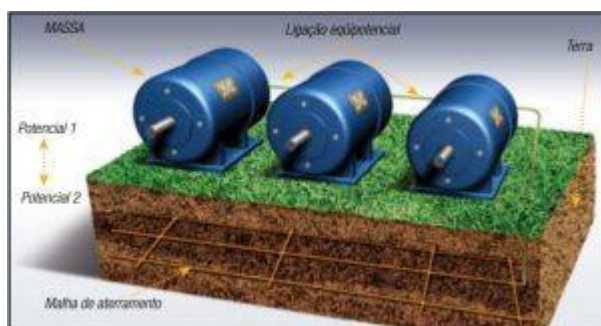


Figura 45: Exemplo que ilustra o conceito de equipotencialização: as massas M são colocadas no mesmo potencial entre si, mas podem estar em um potencial diferente em relação à terra.

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.

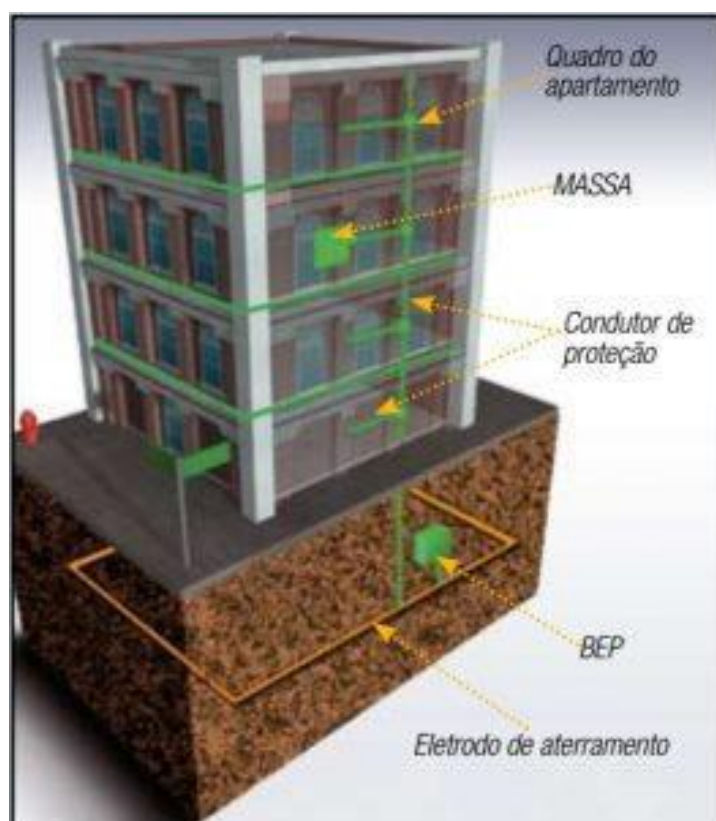


Figura 46: Exemplo de aplicação de um sistema de aterramento e equipotencialização num edifício de apartamentos.

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. 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

Iluminância

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 os principais níveis de iluminância residencial normatizados.

Ambiente	Iluminância Min. (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 47: Tabela relacionando Ambientes e suas quantidade de iluminância mínima.

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.

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, em local adequado e espaçadas tão uniformemente quanto poss
Cozinha, copas, copas-cozinhas e áreas de serviço	Pelo menos uma tomada a cada 3,5 m ou fração de perímetro, sen 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 do limite do boxe.
Varandas	Quando não for possível a instalação no próprio local, esta deve se instalada próxima a seu acesso.

Figura 48: 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:

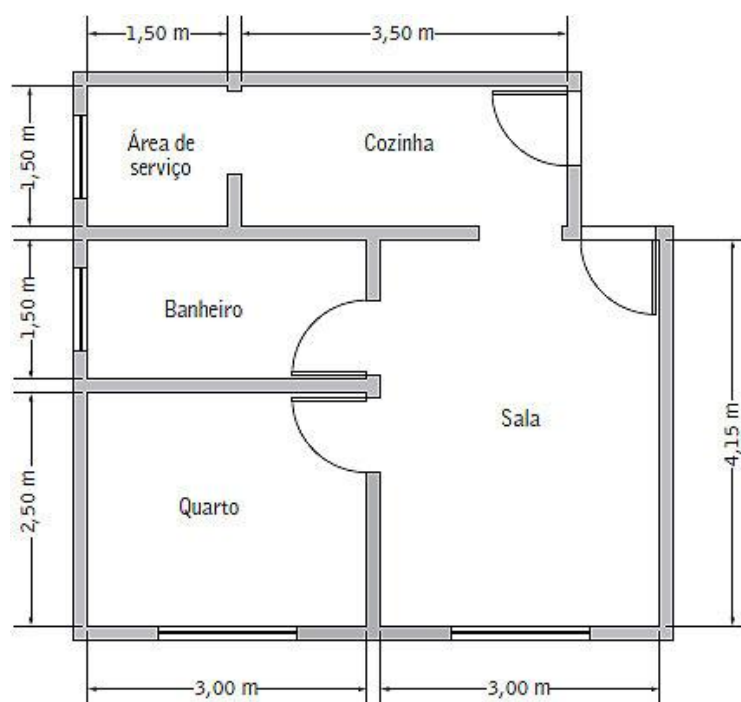


Figura 49: Esboço de uma planta baixa de um apartamento.

- 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)

Quantidade mínima de tomadas = 2

b) Cozinha

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

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

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 m²)

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

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

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 m²)

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

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

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

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

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 6m² prever no mínimo um ponto de tomada.

- ✓ Nas salas e dormitórios independe da área e cômodos ou dependências com mais de 6m² 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.

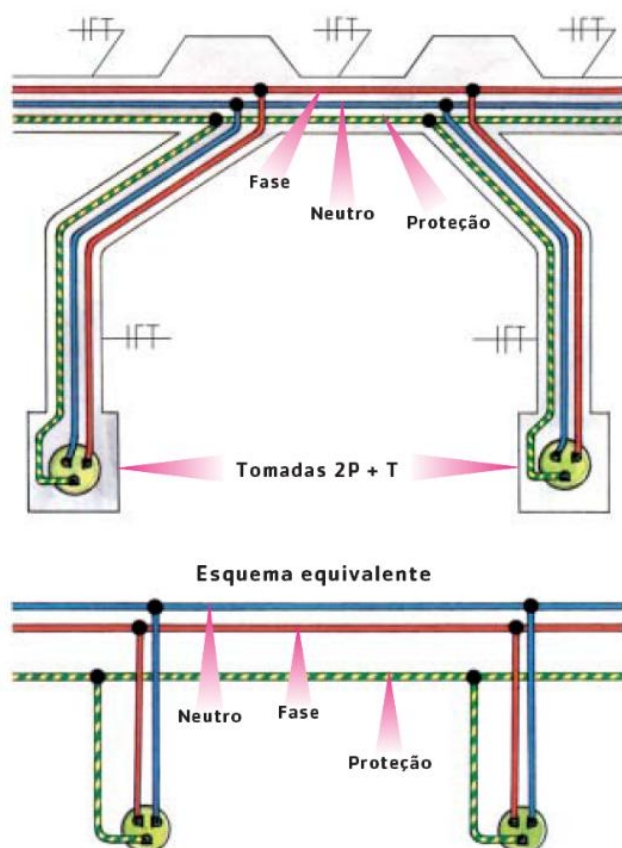


Figura 50: Esquema de ligação de tomadas de uso geral (TUG's).

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.

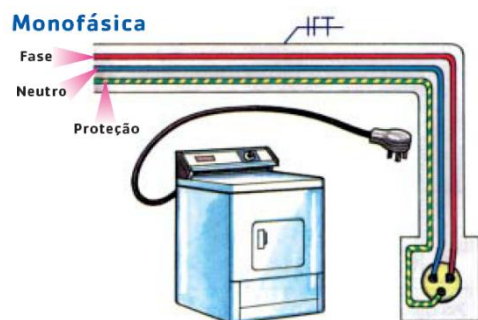


Figura 51: Esquema de ligação de tomadas de uso específico (TUE's - monofásica).

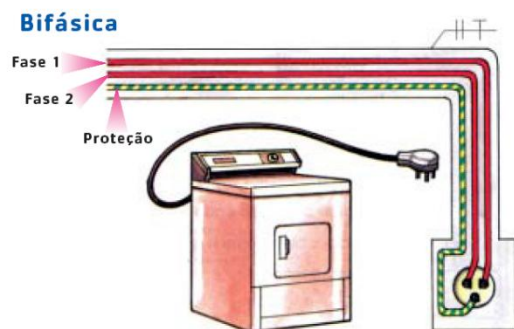


Figura 52: Esquema de ligação de tomadas de uso específico (TUE's - bifásica).



SE LIGA NA CHARADA!

PERGUNTA:

O que é o que é, que anda com os pés na cabeça?

RESPOSTA:

O piolho.

INSTALAÇÕES E ELETRICIDADE

Antes da eletricidade chegar à sua casa, ela percorre um longo caminho, vindo das usinas hidro-elétricas de onde são geradas, e depois distribuídas através de redes de alta voltagem, que muitas vezes você vê quando viaja, passando através dos campos, montanhas, fazendas, até chegar às cidades.

Quando chegam às cidades, são então redistribuídas após passarem por estações e sub-estações de luz e força, percorrendo mais caminhos através dos fios ligados aos postes das ruas da cidade, até chegar à sua casa.

Os fios que conduzem a eletricidade normalmente chegam à sua casa pelo ar (rede de postes), e através de um ramal são ligados à um poste menor, que pertence à sua propriedade.

Deste poste, a energia passa para um painel de luz e força, contendo um relógio medidor que fica instalado de acordo com as normas da concessionária, geralmente na parte frontal da casa, e que seja de fácil acesso para medição e manutenção.

Neste relógio medidor, existe também uma chave com disjuntor (em painéis mais antigos utilizava-se chave com fusível) que permite desligar a energia da casa inteira.

E em caso de curto circuito ou sobrecarga, esta chave ou disjuntor desliga automaticamente a luz de toda a casa por motivos de segurança.

Depois de passar por esta entrada de força, a energia elétrica segue para um painel ou quadro de distribuição. É nesse quadro que se distribuem os circuitos da casa, ou seja, ramais de eletricidade que servem para conduzir energia elétrica para os diversos setores da casa. Este painel de distribuição destes circuitos, dependendo do projeto elétrico, podem ficar próximos ou estar no mesmo quadro onde existe o disjuntor (chave geral) juntamente como medidor.

Em cada circuito separado ou ramais, são ligadas as lâmpadas e as tomadas que uma chave ou disjuntor suporta, ou seja, cada circuito tem sua própria proteção. E neste quadro de distribuição deve ter a quantidade de circuitos necessários para alimentar todos os cômodos da casa.

Como são divididas as instalações elétricas?

As instalações elétricas podem ser divididas em relação a complexidade e tipos de necessidades específicas. Observe que atendendo as exigências da norma NBR 5410 podemos dividir o orçamento instalação elétrica para três situações distintas:

Instalação Simples

Instalação completa de fios, cabos, soquetes, lâmpadas, plafons, espelhos e disjuntores, tomadas, interruptores (linha simples tipo “Silentoc”); em sistema bifásico mais neutro, sem aterramento, sem DRs.

Instalação Padrão

Instalação completa de fios, cabos, soquetes, lâmpadas, plafons, espelhos e disjuntores, tomadas novo padrão brasileiro, interruptores (linhas tipo “Pial Plus” ou compatíveis); em sistema bifásico mais neutro, com aterramento, com DRs.

Instalação Extra

Instalação completa de fios, cabos, soquetes, lâmpadas, plafons, espelhos e disjuntores, tomadas novo padrão brasileiro, interruptores (linhas tipo “Pial Plus” ou compatíveis); em sistema bifásico mais neutro, com aterramento, com DRs, terminais em todos os pontos, solda em derivações de potência, anilhamento de circuitos, Lay out completo das instalações em Auto Cad.

Tendo como base o tempo presumido de diversos tipos de instalações, das mais simples às de maior grau técnico, e a fim de facilitar o cálculo de mão de obra para instalações novas e reformas a fim de construir o orçamento instalações elétricas, eis duas tabelas que tipificam os valores referentes a diversos níveis de instalações calculados por “m²”, e a descritiva das mesmas respectivamente.

Distribuição interna em circuitos separados

Para que o circuito seja instalado, é necessário colocar os eletrodutos por onde passarão a fiação. Geralmente existem circuitos de luz e força. Os eletrodutos podem ter espessuras diferentes, dependendo da bitola da fiação e quantidade de energia que passará em seu interior.

Os circuitos de força são os de ar condicionado e chuveiro elétrico, que devem estar em circuitos separados e independentes para cada aparelho. Estes circuitos utilizarão fios mais grossos.

Os circuitos de luz ou de menor potência são para as luzes da casa e tomadas comuns. Cada circuito tem uma capacidade máxima limite, para não existir necessidade fiação muito grossa e também para que a eletricidade não tenha que percorrer um longo caminho até chegar ao seu destino, e assim evitando maiores perdas. Geralmente os circuitos são separados por setores, como circuito para banheiro, cozinha e área de serviço, circuitos para áreas sociais, etc.

Nas extremidades de cada condutor ou eletroduto são colocadas caixas para tomadas e interruptores nas paredes, e caixas de teto nas lajes para as lâmpadas.

Em instalações residenciais de maior tamanho, ou onde sejam previstos muitos aparelhos, pode existir dois tipos de voltagem ou tensão elétrica, sendo 220 Volts e 110 (ou 127) Volts.

Nestes casos, a eletricidade é usada com voltagens diferentes para atender a determinados aparelhos que podem ser mais econômicos se funcionarem com 220 Volts como chuveiros e torneiras elétricas, bombas de água, aparelhos de ar-condicionado, aquecedores elétricos, e fogão elétrico o que não é muito usual ter por gastar muita energia.

No caso de lâmpadas e tomadas comuns, geralmente se utiliza 110 Volts. Em residências de menor porte, em local onde não está previsto ar-condicionado ou bomba elétrica, geralmente se utiliza 110 Volts até para o chuveiro elétrico.

Em função destes motivos, todos estes detalhes devem ser pensados quando o projeto elétrico for feito, para ver se compensa gastar mais tendo uma instalação com duas voltagens ou não.

Pontos e Conselhos importantes

A instalação elétrica deve ser bem planejada para que tudo funcione à contento no futuro, e para que a conta de luz não seja muito elevada.

Pense em todo o tipo de aparelho que você pretende usar ou ter disponível em sua casa, para que durante o projeto tudo isto possa ser planejado e viabilizado da forma mais racional e prática possível. Planejando com antecedência, evita-se aborrecimentos futuros com sobrecargas, o acarretaria o desligamento dos disjuntores (corte de energia momentâneo).

Penso no número de tomadas necessárias, para que depois você não tenha que ficar puxando extensões para ligar aparelhos, ou não tenha que sobrecarregar as tomadas com benjamins para ligar vários aparelhos no mesmo ponto, o que pode comprometer a segurança.

Deve-se lembrar que a fiação é calculada para receber um determinado número de lâmpadas e tomadas, ou aparelhos ao mesmo tempo, e fazer acréscimos indiscriminados, ou sobrecarregar as tomadas não é aconselhável.

Os circuitos de cozinha e área de serviço devem ser planejados em função do número de aparelhos que virão a receber posteriormente. As normas de instalações elétricas já preveem uma potência mínima com tomadas para alguns aparelhos que se encontram presentes na maioria das residências modernas, como máquinas de lavar, uso de ferro elétrico e demais aparelhos. Entretanto, tudo deve ser revisado caso precise de mais tomadas.

Se não existir um planejamento adequado, quantidade e divisão adequada de circuitos, existe a chance de acontecer sobrecargas, desligamento automático de disjuntores por proteção, ou até superaquecimento de fiação, e estes problemas são sérios e desagradáveis.

Alguns aparelhos de cozinha e área de serviço, consomem diferentes carga de energia. A potência de um ferro de passar roupas é muito mais alta que a de uma geladeira, mixer ou liquidificador. Planeje onde deve ficar a tomada para cada equipamento.

No quadro de disjuntores, deve-se marcar os nomes de cada circuito com os respectivos cômodos que eles abrangem. E geralmente existe também um disjuntor para cada chuveiro elétrico e ar-condicionado se houver. Estas indicações no quadro ou painel de

distribuição facilita em muito a manutenção ou desligamento correto de um setor quando necessário. Portanto verifique ao final da instalação elétrica se o painel contém estas informações.

Material elétrico

Existem três tipos mais comuns de materiais elétricos para instalações, com fins de permitir a passagem dos fios dentro das paredes e lajes de uma casa ou edificação.

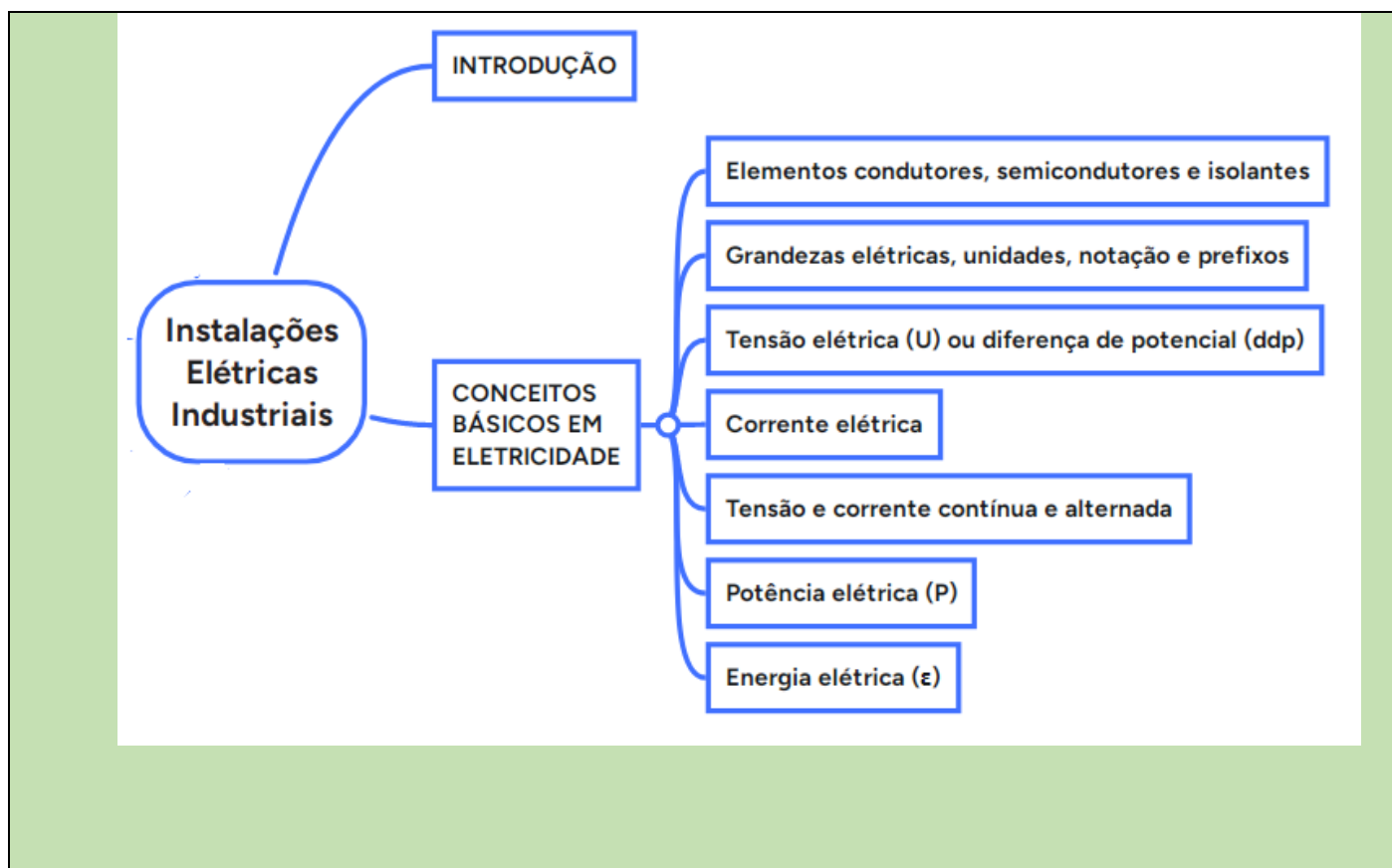
Antigamente se utilizava tubos de ferro rígido ou corrugado, mas estes caíram no desuso. Atualmente os tubos mais utilizados são os eletrodutos de PVC rígido (geralmente de cor preta) ou eletrodutos flexíveis comuns (mangueiras na cor amarela) ou reforçados (na cor laranja). Os eletrodutos na cor amarela são usados para paredes, e os de cor laranja, mais reforçados para ser colocados em lajes e piso de concreto. Deve antes ver as especificações dos fabricantes, inclusive quanto à cor dos mesmos.

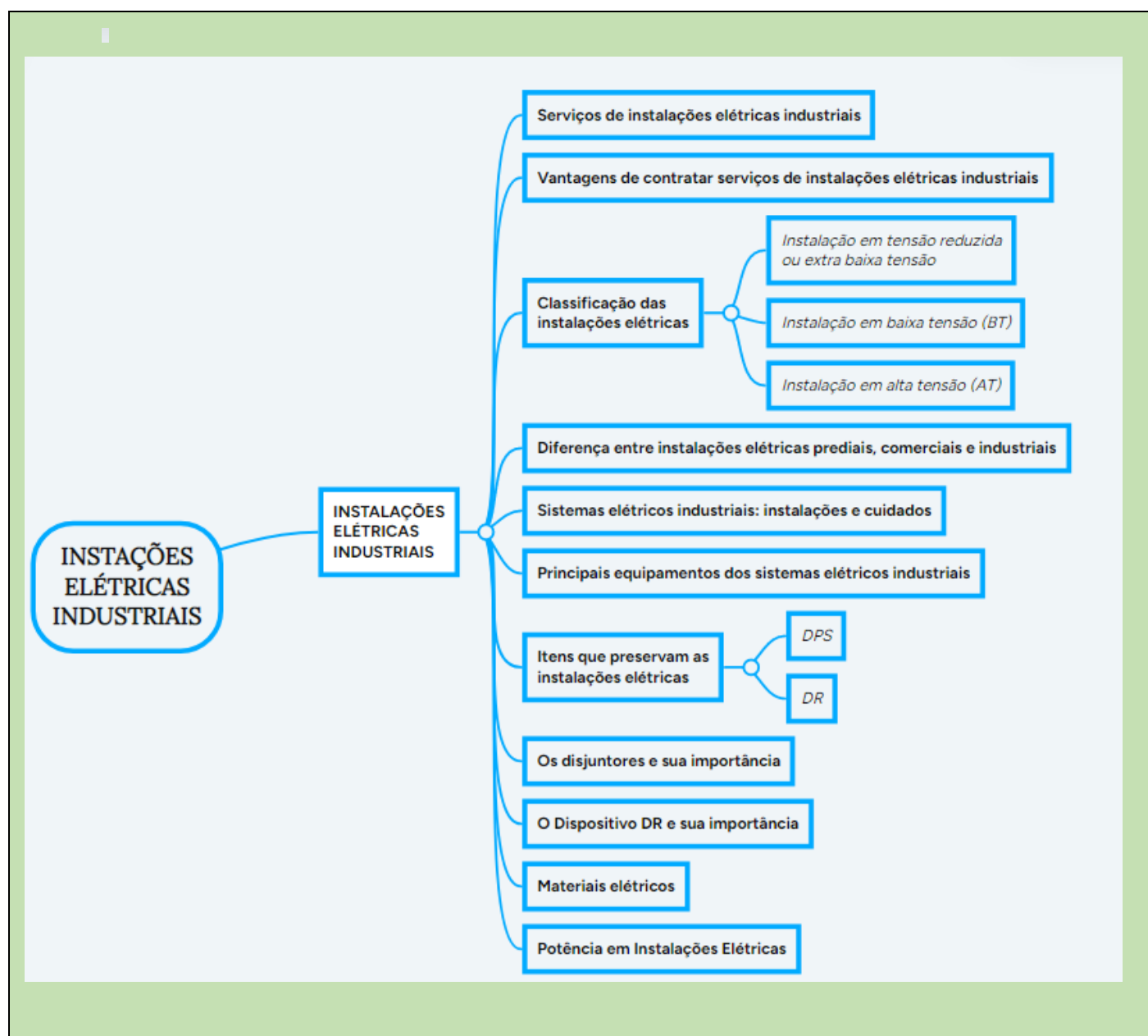
Os tubos de ferro que eram usados antigamente, caíram em desuso porque além de serem mais caros, tinham menor durabilidade, apresentando corrosão em locais muito agressivos.

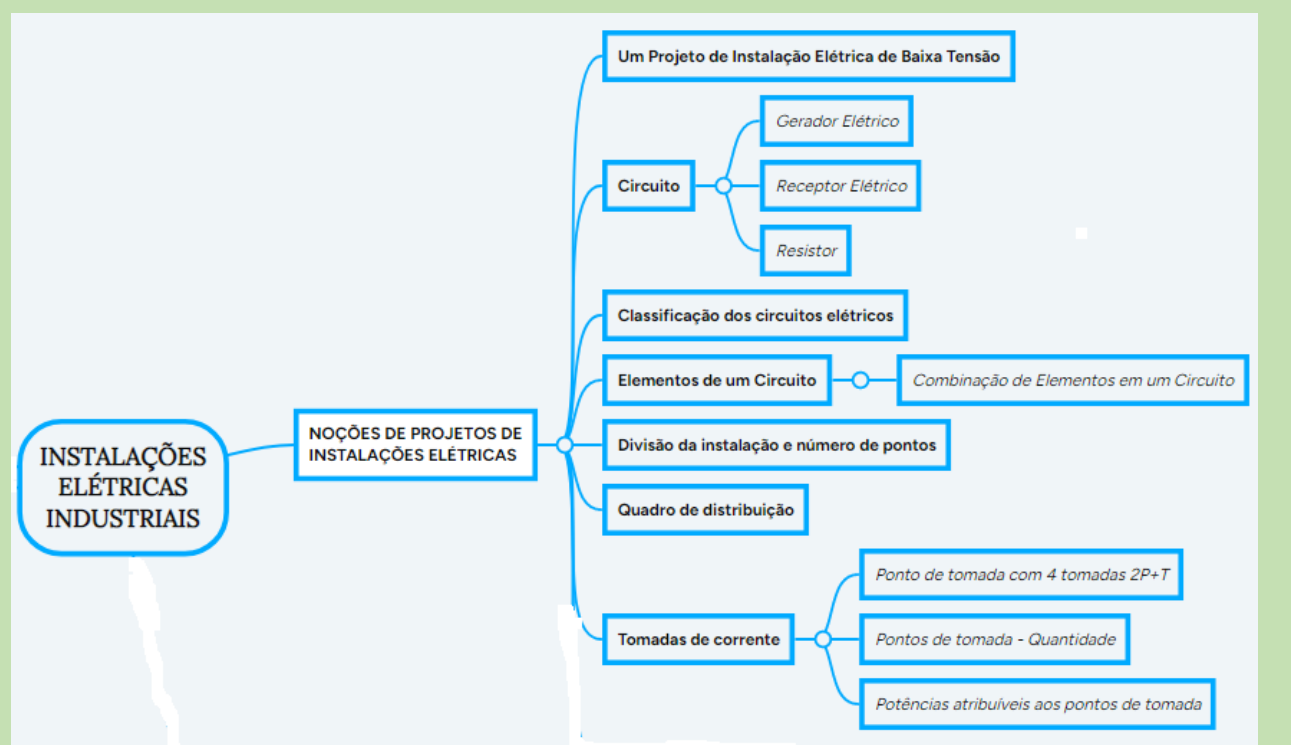
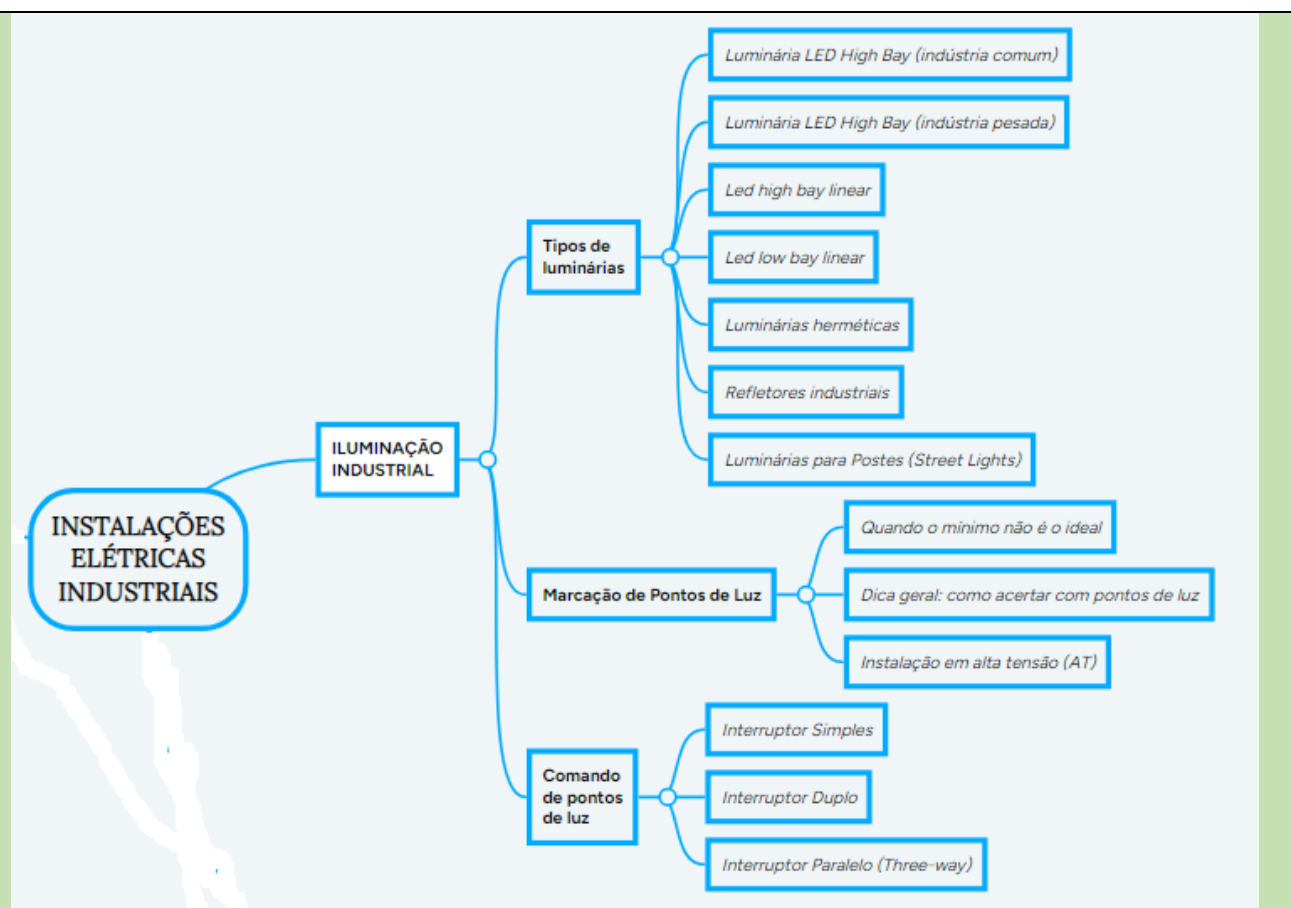
Os eletrodutos de PVC rígido e flexíveis não propagam chama e podem ser utilizados em instalações de baixa tensão, tipo 110V - 220 Volts. Os eletrodutos de PVC rígidos são mais adequados para instalações onde existe muito esforço mecânico durante a concretagem, ou para ser usado na entrada de padrões de residências.

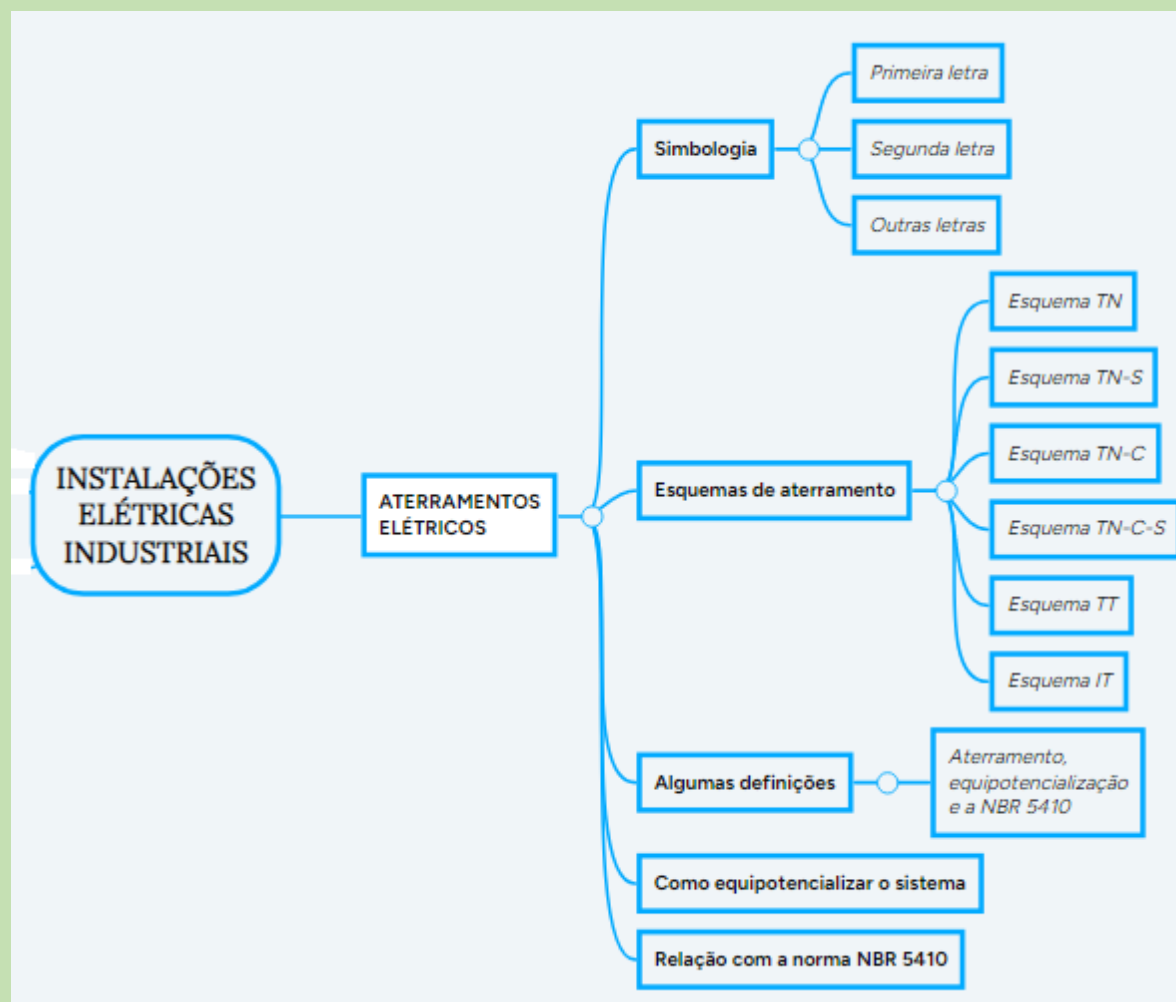
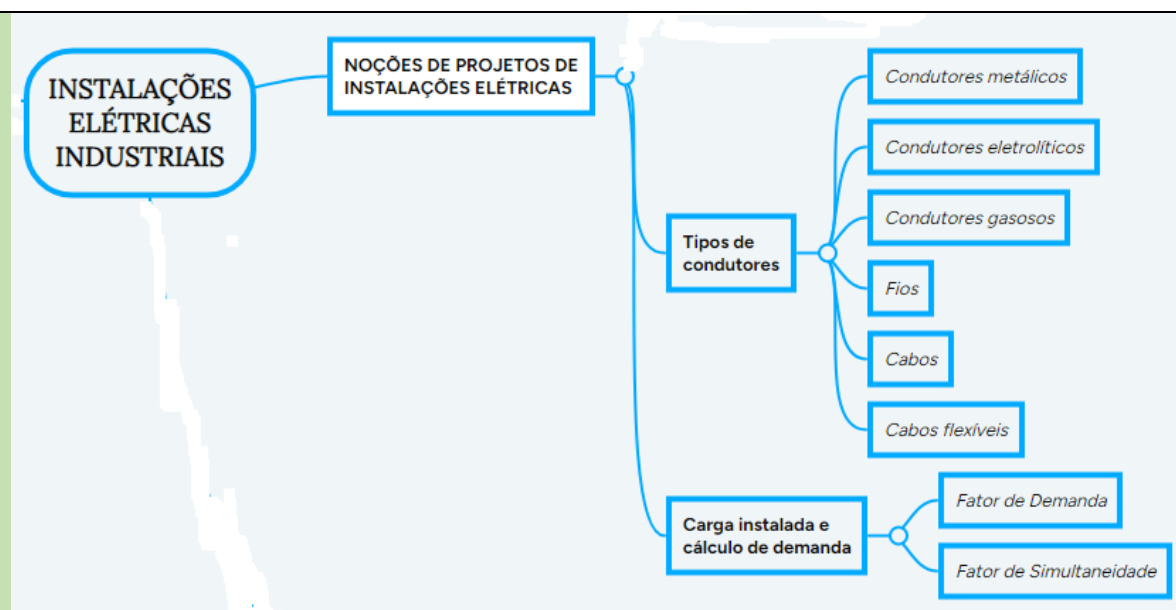
SESSÕES ESPECIAIS

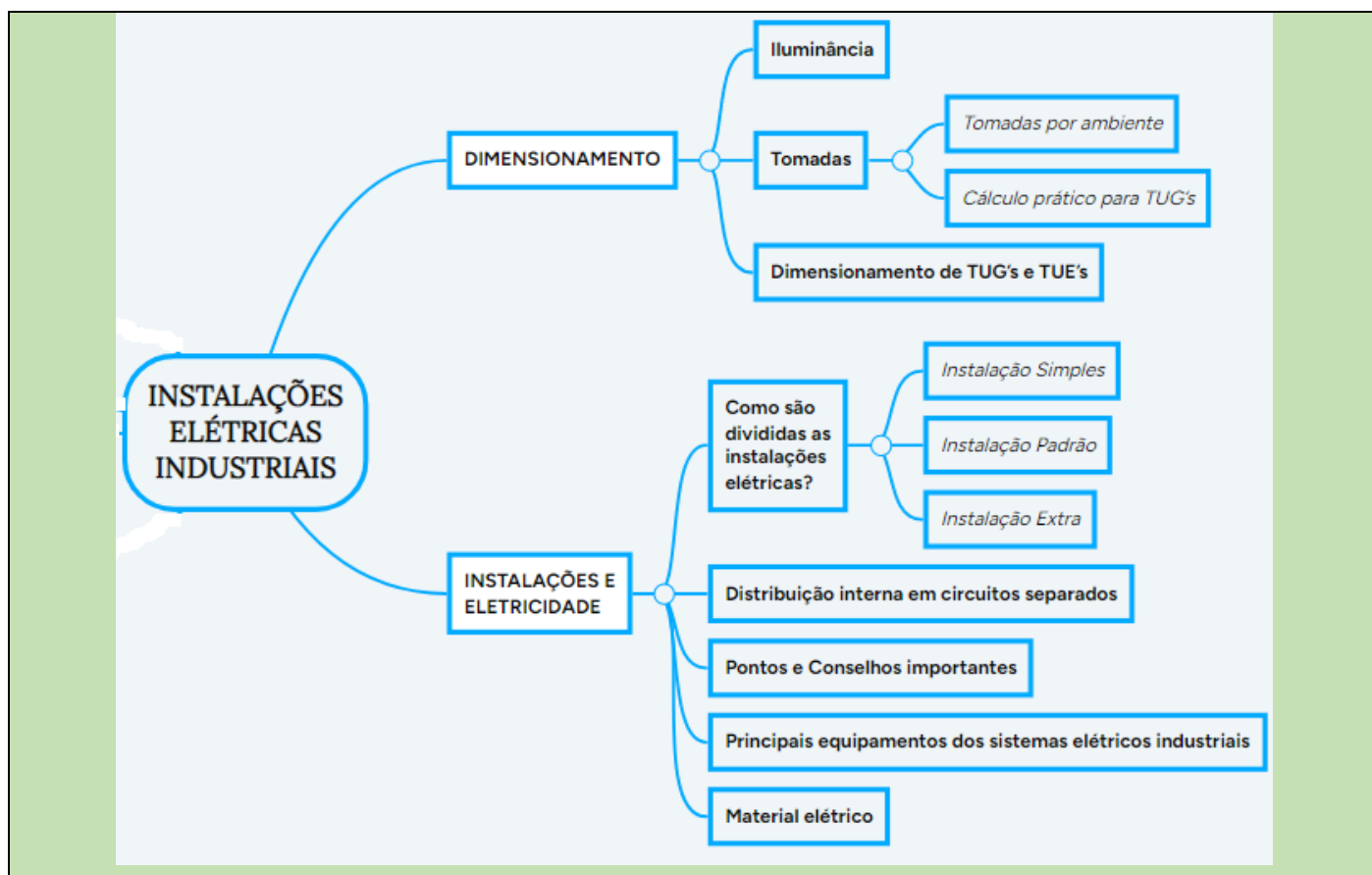
MAPA DE ESTUDO











SÍNTESE DIRETA

CONCEITOS BÁSICOS

- **Elementos Condutores, Semicondutores e Isolantes**
 - ✓ **Condutores:** Materiais que permitem a passagem de corrente elétrica, como cobre e alumínio.
 - ✓ **Semicondutores:** Materiais que podem se comportar como condutores ou isolantes, dependendo das condições elétricas, como o silício.
 - ✓ **Isolantes:** Materiais que não permitem a passagem de corrente elétrica, como plástico e borracha.
- **Grandezas Elétricas e Unidades**
 - ✓ **Tensão elétrica (U) ou Diferença de Potencial (ddp):** Mede a energia elétrica disponível para movimentar cargas.
 - ✓ **Corrente elétrica (I):** Fluxo de elétrons através de um condutor.

- ✓ **Potência elétrica (P):** Mede a quantidade de energia transformada por segundo (em watts).
- ✓ **Energia elétrica (E):** Representa o total de trabalho realizado por um circuito elétrico ao longo do tempo.
- **Tensão e Corrente Contínua e Alternada**
 - ✓ **Corrente contínua (CC):** Mantém sempre a mesma direção no circuito (exemplo: pilhas e baterias).
 - ✓ **Corrente alternada (CA):** Muda de direção periodicamente e é o tipo de corrente utilizada na rede elétrica.

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS INDUSTRIAIS

- **Serviços de Instalações Elétricas Industriais**
- As empresas especializadas oferecem serviços que incluem:
 - ✓ Instalações de **baixa e média tensão**.
 - ✓ Sistemas de **proteção contra descargas atmosféricas**.
 - ✓ Iluminação interna e externa.
 - ✓ Sistemas de acionamento e controle de equipamentos.
- **Classificação das Instalações Elétricas**
- As instalações elétricas podem ser classificadas de acordo com a **tensão nominal**:
 - ✓ **Tensão reduzida ou extra baixa tensão:** Inferior a 75 V (CC) ou 50 V (CA).
 - ✓ **Baixa tensão (BT):** Entre 75 V e 1 500 V (CC) ou 50 V e 1 000 V (CA).
 - ✓ **Alta tensão (AT):** Superior a 1 500 V (CC) ou 1 000 V (CA).
- **Diferenças entre Instalações Prediais, Comerciais e Industriais**
 - ✓ **Instalações residenciais e comerciais** são simples e possuem menor carga elétrica.
 - ✓ **Instalações industriais** exigem equipamentos de medição, controle e proteção, além de suportar potências elevadas.
- **Principais Equipamentos das Instalações Industriais**
 - ✓ **Dispositivos de proteção (DPS e DR):** Protegem contra surtos de tensão e fugas de corrente.
 - ✓ **Disjuntores:** Interrompem a corrente elétrica em casos de curto-circuito ou sobrecarga.

- ✓ **Quadros de distribuição:** Distribuem a energia elétrica para os diversos circuitos da instalação.

ILUMINAÇÃO INDUSTRIAL

- A iluminação industrial é um fator determinante para a produtividade e segurança dos trabalhadores. Diferentes ambientes exigem diferentes tipos de luminárias:
- **Tipos de Luminárias**
 - ✓ **LED High Bay:** Para galpões e indústrias com pé-direito alto.
 - ✓ **LED Low Bay:** Para ambientes de menor altura, como escritórios e áreas de produção.
 - ✓ **Luminárias herméticas:** Resistentes à umidade e poeira, indicadas para frigoríficos e cozinhas industriais.
 - ✓ **Refletores industriais:** Usados para iluminar grandes áreas internas ou externas.
 - ✓ **Luminárias de poste (Street Lights):** Aplicadas em estacionamentos e áreas externas.
- **Marcação e Comando de Pontos de Luz**
 - ✓ **Marcação correta dos pontos de luz** evita sombras e melhora a eficiência luminosa.
 - ✓ **Comandos elétricos:**
 - Interruptor simples.
 - Interruptor duplo.
 - Interruptor paralelo (three-way) para acionamento de múltiplos pontos.

NOÇÕES DE PROJETOS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

- A instalação elétrica de baixa tensão deve seguir a **NBR 5410**, que regulamenta aspectos como:
 - ✓ Proteção contra choques elétricos.
 - ✓ Dimensionamento correto de condutores e dispositivos de proteção.
 - ✓ Aterramento eficiente.
- **Elementos de um Circuito Elétrico**
 - ✓ **Geradores elétricos:** Fontes de energia, como baterias e usinas.
 - ✓ **Receptores elétricos:** Equipamentos que utilizam energia, como motores.

- ✓ **Resistores:** Convertam energia elétrica em calor.
- **Classificação de Circuitos**
 - ✓ **Circuitos de corrente contínua:** Mantêm a mesma polaridade.
 - ✓ **Circuitos de corrente alternada:** Alternam a polaridade ao longo do tempo.

TOMADAS E CONDUTORES

- **Número e Distribuição de Tomadas**
- A **NBR 5410** define o número mínimo de tomadas por cômodo:
 - ✓ Banheiros: 1 tomada próxima ao lavatório.
 - ✓ Cozinhas: No mínimo 2 tomadas acima da bancada da pia.
 - ✓ Salas e dormitórios: 1 tomada a cada 5 metros de perímetro.
- **Potências Atribuíveis às Tomadas**
 - ✓ Áreas como **cozinhas e lavanderias** exigem tomadas de **600 VA** por ponto.
 - ✓ Demais cômodos devem ter tomadas de **100 VA** cada.
- **Tipos de Condutores**
- Os condutores são divididos em:
 - ✓ **Condutores metálicos:** Utilizados em instalações elétricas.
 - ✓ **Condutores eletrolíticos:** Soluções ácidas e salinas que conduzem corrente elétrica.
 - ✓ **Condutores gasosos:** Presentes em descargas elétricas (como raios).
- Os materiais condutores podem ser:
 - ✓ **Fios:** Rígidos e usados em instalações fixas.
 - ✓ **Cabos:** Formados por vários fios encordoados, mais flexíveis e fáceis de instalar.
 - ✓ **Cabos flexíveis:** Mais maleáveis, ideais para circuitos complexos.

CARGA INSTALADA E CÁLCULO DE DEMANDA

- Para dimensionar corretamente uma instalação elétrica, são considerados:
 - ✓ **Fator de demanda:** Razão entre a demanda máxima e a carga instalada.
 - ✓ **Fator de simultaneidade:** Mede a probabilidade de todos os equipamentos estarem ligados ao mesmo tempo.

- A correta aplicação desses fatores evita o **sobredimensionamento** (custos elevados) ou **subdimensionamento** (riscos de sobrecarga).

ATERRAMENTOS ELÉTRICOS

- O **aterramento elétrico** é fundamental para proteger as instalações contra choques elétricos e surtos de tensão. Ele deve seguir normas específicas e pode ser realizado de diferentes formas, como:
 - ✓ **Aterramento por haste de cobre.**
 - ✓ **Aterramento por malha metálica.**
 - ✓ **Sistema de aterramento TN, TT ou IT**, conforme a necessidade do projeto.

MOMENTO QUIZ

1. Se uma carga de 20 C passa por uma seção reta de um condutor num intervalo de 10 s, podemos afirmar que a corrente elétrica nesse sistema será:
 - a) 200 A.
 - b) 0,5 A.
 - c) 2 A.
 - d) De mesmo valor da carga.
 - e) De mesmo valor do tempo.
2. As instalações elétricas podem ser classificadas em:
 - a) Instalação em baixa tensão (BT), Instalação em alta tensão (AT) e Instalação em tensão aumentada ou extra alta tensão.
 - b) Instalação em tensão reduzida ou extra baixa tensão, Instalação em baixa tensão (BT) e Instalação em alta tensão (AT).
 - c) Instalação em baixa tensão (BT) e Instalação em alta tensão (AT).
 - d) Instalação em extra baixa tensão e Instalação em baixa tensão (BT).
 - e) Instalação em tensão reduzida e Instalação em alta tensão (AT).

3. Sobre os disjuntores DR e DPS é INCORRETO afirmar:

- a) O DR é chamado de disjuntor diferencial residencial e o DPS é chamado de dispositivo de proteção contra surtos.
- b) O DPS funciona como um para-raios e atua para manter a integridade do sistema elétrico quando uma descarga elétrica é detectada, evitando a queima dos equipamentos.
- c) O DR atua desarmando quando há fuga de corrente mesmo que muito pequena ocorrida por curto circuito ou outro motivo.
- d) Ambos são usados como sistema de proteção nas instalações elétricas industriais.
- e) Apenas um deles é usado como sistema de proteção nas instalações elétricas industriais.

4. Uma indústria instala um motor elétrico trifásico de 15 kW operando em 220V. Considerando um fator de potência de 0,85 e um rendimento de 92%, qual deve ser o valor mais adequado do disjuntor para a proteção do circuito, considerando um fator de segurança de 25% sobre a corrente nominal?

- a) 50 A.
- b) 60 A.
- c) 70 A.
- d) 80 A.
- e) 90 A.

5. Em uma instalação industrial, a resistência do aterramento deve estar dentro dos padrões para garantir a segurança dos trabalhadores e equipamentos. Qual deve ser o valor máximo recomendado para a resistência do aterramento em um sistema elétrico seguro?

- a) 5 Ω .
- b) 10 Ω .
- c) 15 Ω .
- d) 20 Ω .
- e) 25 Ω .

GABARITO QUIZ

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

REFERÊNCIAS

JOÃO MAMEDE FILHO, “Instalações Elétricas Industriais”, Livro Técnico e Científico (LTC), 6ª edição, 2001.

JOÃO MAMEDE FILHO, “Manual de Equipamentos Elétricos”, Livro Técnico e Científico (LTC), 3ª edição, 2005.

VINICIUS DE ARAUJO MOREIRA, “Iluminação Elétrica”, Editora Edgard Blucher, 1999.

ADEMARO A. M. B. COTRIM, “Instalações Elétricas”, Editora Pearson/Prentice Hall, 4ª edição, 2003.

JULIO NISKIER, “Manual de Instalações Elétricas”, Livro Técnico e Científico (LTC), 1ª edição, 2005.

NORMAS BRASILEIRAS: NBR-5410, NBR-5413, NBR-5419, NBR-14039, NBR-5444 etc.

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

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

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

Norma ABNT NBR 5410, 2005.

Norma ABNT NR-10, 2008.



OBRIGADO!
CONTINUE ESTUDANDO.