

TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA



MÓDULO III INSTALAÇÕES DE SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA



Ineprotec



2025 - INEPROTEC

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

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

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

VERSÃO 2.0 (01.2025)

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

Sumário

ABERTURA	05
SOBRE A INSTITUIÇÃO	05
• Educação Tecnológica, Inteligente e Eficiente	05
• Missão	05
• Visão	05
• Valores	05
SOBRE O CURSO	05
• Perfil profissional de conclusão e suas habilidades	06
• Quesitos fundamentais para atuação	06
• Campo de atuação	06
• Sugestões para Especialização Técnica	07
• Sugestões para Cursos de Graduação	07
SOBRE O MATERIAL	07
• Divisão do Conteúdo	08
• Boxes	08
BASE TEÓRICA	10
INTRODUÇÃO	10
ELETRICIDADE	10
• Fundamentos	10
✓ O sistema Interligado Nacional	12
✓ Tensão elétrica ou voltagem	14
✓ Corrente elétrica	15
✓ Frequência	16
✓ Potência elétrica	17
✓ Classificação dos consumidores	17
✓ Consumidor do grupo B	18
✓ Consumidor do grupo A	19
FATOR DE POTÊNCIA	20
• Vantagens da correção do fator de potência	21

• Causas do baixo fator de potência	22
• Correção do baixo fator de potência	22
• Capacitor	23
• Gerenciadores para correção do fator de potência	23
• Instalação do gerenciador	23
MOTOR ELÉTRICO	25
• Placa de identificação	25
• Potência nominal	26
• Tensão nominal	26
• Número de fases	26
• Tipos de partida de motores elétricos	27
• Partida Direta	27
• Chave Estrela – Triângulo	27
• Partida com Chave Série – Paralelo	28
• Partida com Chave Compensadora (Auto-Transformador)	28
• Soft- Start (Partida Eletrônica)	28
• Inversor de Frequência	29
✓ Características Operacionais	29
SESSÕES ESPECIAIS	31
MAPA DE ESTUDO	31
SÍNTESE DIRETA	32
MOMENTO QUIZ	35
GABARITO DO QUIZ	37
REFERÊNCIAS	37

MÓDULO III

**INSTALAÇÕES
DE SISTEMAS
ELÉTRICOS
DE POTÊNCIA**

Abertura

SOBRE A INSTITUIÇÃO

Educação Tecnológica, Inteligente e Eficiente

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

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

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

Missão

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

Visão

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

Valores

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

SOBRE O CURSO

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

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

Perfil profissional de conclusão e suas habilidades

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

Quesitos fundamentais para atuação

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

Campo de atuação

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

- Concessionárias e prestadores de serviços de telecomunicações.

Sugestões para Especialização Técnica

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

Sugestões para Cursos de Graduação

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

SOBRE O MATERIAL

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

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

Divisão do Conteúdo

Este material está estruturado em três partes:

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

Parte 1 - ABERTURA

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

Parte 2 – BASE TEÓRICA

- Conceitos.
- Observações.
- Exemplos.

Parte 3 – SESSÕES ESPECIAIS

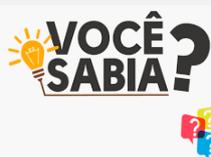
- Mapa de Estudo.
- Síntese Direta.
- Momento Quiz.

Boxes

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

Os BOXES são:

- VOCÊ SABIA



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

- PAUSA PARA REFLETIR...



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

- SE LIGA NA CHARADA!



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

Base Teórica

INTRODUÇÃO

A grande maioria da geração de energia está reduzida pelas fontes de energias tradicionais como hídricas, petróleo, carvão mineral e gás natural (fontes poluentes e não renováveis), caminhamos para um futuro de energia limpas e renováveis como biomassa, energia eólica e energia maremotriz e sanções como o Protocolo de Quioto, que cobra de países industriais um nível menor de emissões de poluentes.

A transmissão de energia elétrica por sua vez tem a função de transportar energia entre dois pontos, por linhas de transmissão de alta potência, usando corrente alternada, que de uma forma mais simples conecta uma usina ao consumidor.

Já a rede de distribuição de energia elétrica é um segmento do sistema elétrico, composto pelas redes elétricas primárias (meia tensão), e as secundárias (baixa tensão), sendo de responsabilidade das companhias distribuidoras de eletricidade, quanto a construção, manutenção e operação.

ELETRICIDADE

Fundamentos

No Brasil, aproximadamente 84% da energia elétrica é gerada por intermédio de recursos hídricos.

A hidro energia possui vários atrativos:

- É facilmente armazenável na forma de energia potencial, nos lagos, que podem ser artificiais;
- O controle da potência de saída é obtido com relativa facilidade e boa eficiência;
- Apresenta baixo nível de ruído e vibrações.

Sua maior limitação como fonte energética está na disponibilidade; só algumas regiões dispõem de quedas d'águas aproveitáveis.

A energia potencial de uma queda d'água é usada para acionar turbinas que, por sua vez, acionam geradores elétricos. Em geral as quedas d'água são artificialmente construídas (barragens), formando extensos reservatórios, necessários para garantir o suprimento em períodos de pouca chuva. Não é um método totalmente inofensivo para o ambiente. Afinal, os reservatórios ocupam áreas enormes, mas é um problema consideravelmente menor do que os anteriores. A disponibilidade, porém, é totalmente dependente dos recursos hídricos de cada região.

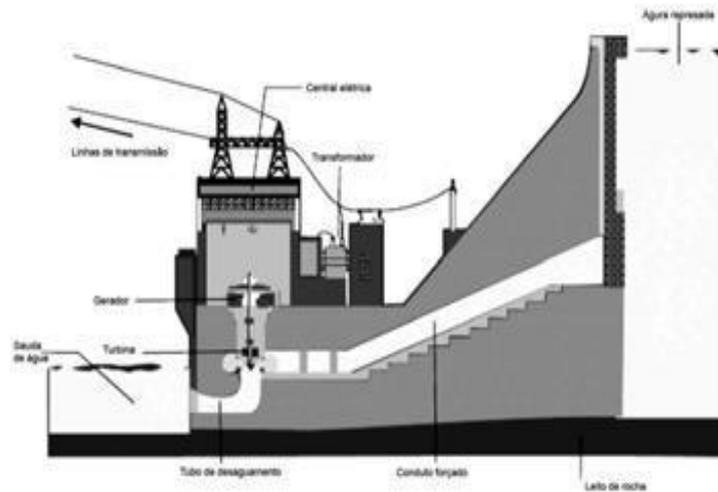


Figura 1: Geração hídrica.

A água captada no lago formado pela barragem é conduzida até a casa de força por meio de canais, túneis e/ou condutos metálicos. Após passar pela turbina hidráulica, na casa de força, a água é restituída ao leito natural do rio, pelo canal de fuga.

Turbina hidráulica é uma máquina com a finalidade de transformar a maior parte da energia de escoamento contínuo da água que a atravessa em trabalho mecânico. Consiste, basicamente, de um sistema fixo hidráulico e de um sistema rotativo hidromecânico destinados, respectivamente, à orientação da água em escoamento e a transformação em trabalho mecânico.



Figura 2: Turbina tipo Francis.

A energia assim gerada é levada por cabos ou barras condutoras, dos terminais do gerador até o transformador elevador, onde tem sua tensão (voltagem) elevada para adequada condução, por intermédio de linhas de transmissão, até os centros de consumo. Daí, por meio de transformadores abaixadores, a energia tem sua tensão levada a níveis adequados para utilização pelos consumidores.

O sistema Interligado Nacional

Potência média do SIN verificada no dia 1º de julho de 2011.

Produção	Produção Programada	Produção Verificada	MW med
Hidro nacional	43.177	42.571	74,02%
Itaipu binacional	10.562	10.392	18,07%
Termo nuclear	1.985	1.993	3,47%
Termo convencional	2.217	2.377	4,13%
Eólica	50	177	0,31%
Total SIN	57.991	57.510	100%
Intercâmbio internacional	-925	-958	
Carga (consumo + perdas)	57.066	56.552	

Figura 3: Produção de energia elétrica em 2011 no Brasil.

O Brasil tem as seguintes interligações elétricas na América do Sul:

- Com o Paraguai – por meio de quatro linhas de transmissão em 500 kV que interligam a usina de Itaipu, à subestação Margem Direita (Paraguai) e à subestação Foz do Iguaçu (PR, Brasil);
- Com Uruguai – por meio da estação conversora de frequência de Rivera (Uruguai), com capacidade de 70 MW e uma linha de transmissão em 230/150 kV, ligando-a à subestação Livramento, em Sant’Ana do Livramento (RS, Brasil);
- Com a Argentina – por meio da estação conversora de frequência de Uruguaiana (RS, Brasil), inaugurada em 1994, com capacidade de 50 MW e uma LT em 132 kV, ligando-a a Paso de Los Libres (Argentina).

No Brasil, como em outros países os níveis de tensão que são usadas para operação das diversas redes são normalizadas. No que se refere às linhas de transmissão, elas podem ser classificadas da seguinte maneira:

Linhas de Distribuição (LD)- tensão nominal de operação entre 13,8kV e 34,5kV

Linhas de Alta Tensão (AT) - tensões nominais de 69kV, 138kV, 230kV

Linhas de Alta Tensão (EAT) - tensões nominais de 345kV, 500kV e 765kV

Linhas de Ultra Alta Tensão (UAT) - tensão nominal igual ou superior a 1000kV

O conceito de tensão nominal é algo que será esclarecido ao longo do curso. No momento, entenda-se por tensão nominal como um valor de referência tal que as tensões nos terminais de uma linha de transmissão sejam bem próximas a esse valor.

Atualmente apenas a China e Japão possuem circuitos operando em UAT. Espera-se que antes de 2013 entre em operação um sistema de 1000kV na Índia. No Brasil, a UAT

talvez seja uma solução viável para a transmissão de energia de eventuais aproveitamentos energéticos na Região Amazônica.

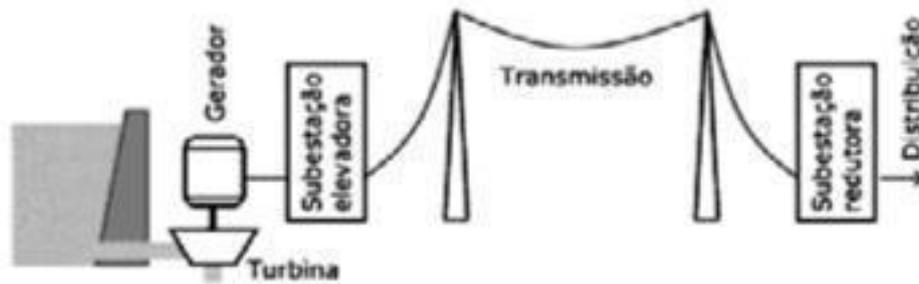


Figura 4: Sistema de transmissão de energia.

A eletricidade que sai da casa de força dessas usinas tem de viajar bastante até chegar aos centros consumidores. A eletricidade é transportada para as cidades pelos cabos. Fora dos centros urbanos, os cabos são aéreos, revestidos por camadas isolantes e fixados em grandes torres de metal. O conjunto desses cabos forma uma rede de transmissão. As peças mais importantes nas torres de transmissão são os grandes elementos isolantes de vidro ou porcelana que sustentam os cabos e impedem descargas elétricas.



Figura 5: Linha de transmissão.

No caso predominante no Brasil (geração hídrica) a natureza impõe os locais onde sejam viáveis as construções das barragens. É comum, usinas geradoras distantes centenas ou milhares de quilômetros dos grandes centros. Assim, são necessários meios eficientes de transmitir essa energia.

Após o gerador, transformadores da subestação elevadora aumentam a tensão para um valor alto. Dependendo da região, ela pode variar de 69 a 750 kV. Caso a energia elétrica fosse transmitida em baixas tensões, na potência necessária para atender aos

consumidores, a bitola dos condutores seria tão grande que tornaria o sistema economicamente inviável.

Ao final da linha transmissão, transformadores de uma subestação redutora diminuem a tensão para um valor de distribuição compatível.

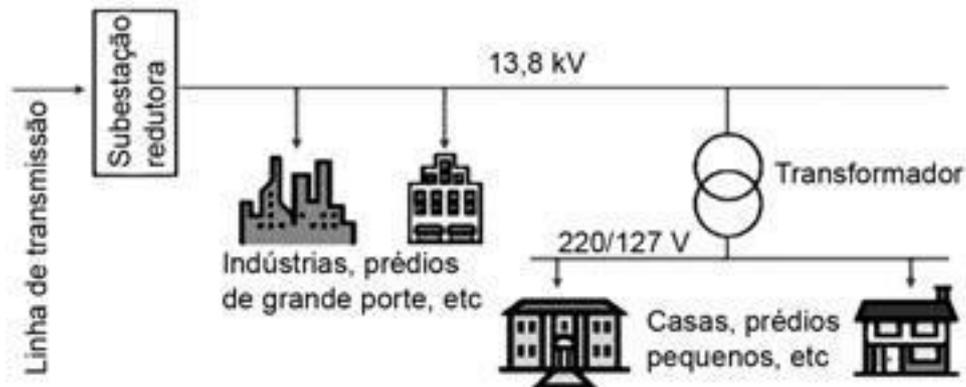


Figura 6: Sistema de transmissão de energia.



VOCÊ SABIA?

Tensão ou voltagem é o que promove o fluxo de eletricidade através do circuito elétrico e sua unidade é o volt.

A eletricidade produzida nos grandes geradores ou alternadores das usinas é, como sugere o nome, de corrente alternada, ou seja, está em constante movimento ora em um sentido, ora no outro, o que facilita sua transmissão a grandes distâncias.

A subestação redutora diminui a tensão da linha de transmissão para 13,8 kV, chamada *distribuição primária*, que é o padrão geralmente usado nos centros urbanos no Brasil. São aqueles 3 fios que se vê normalmente no topo dos postes. Essa tensão primária é fornecida aos consumidores de maior porte, os quais, por sua vez, dispõem de suas próprias subestações para rebaixar a tensão ao nível de alimentação dos seus equipamentos

A seguir, vamos estudar os conceitos de *tensão*, *corrente elétrica* e *potência*.

Tensão elétrica ou voltagem

As caixas d'água que abastecem as cidades estão colocadas nas regiões mais elevadas. Isto se explica pelo fato de que quanto mais alta estiver a caixa d'água maior será sua pressão hidráulica. Com a eletricidade acontece fenômeno semelhante e o desnível da água é chamado, na energia, de *tensão elétrica* (comumente denominada *voltagem*).

A tensão que existe entre dois pontos pode permanecer constante durante longos intervalos de tempo, mas pode também oscilar e até mudar de sentido. A tensão que se mantém constante é chamada tensão *contínua*.

A tensão que varia constantemente seu valor e seu sentido é chamada alternada e normalmente obedece ao formato senoidal com frequência de 60 Hz.

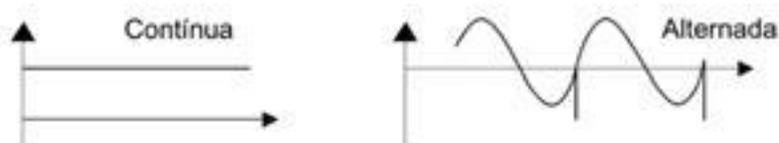


Figura 7: Tipos de corrente.

Corrente elétrica

Quando a caixa d'água está cheia e abrimos o registro, a água começa a se movimentar pelos canos. Este movimento pode ser comparado com a corrente elétrica, isto é, o movimento de cargas elétricas por meio de condutores.

	<p>VOCÊ SABIA?</p> <p>O que faz as cargas elétricas se movimentarem é a tensão elétrica. A unidade de medida de intensidade de corrente elétrica no sistema internacional é o ampere (A), medido por um instrumento chamado amperímetro.</p>
--	---



Figura 8: Amperímetro.

A corrente elétrica é o movimento ordenado de cargas elétricas em um condutor sujeito a uma diferença de potencial elétrico. Por convenção, o sentido desta corrente é

determinado pelo movimento das cargas positivas no interior do condutor, sendo naturalmente do ponto de maior para o de menor potencial, muito embora o sentido real seja dado pelos elétrons livres que fluem do ponto de menor potencial ao polo de maior potencial.

A *corrente alternada*, ou *CA* (em inglês *AC*) é uma corrente elétrica cuja magnitude e direção da corrente varia ciclicamente, ao contrário da corrente contínua cuja direção permanece constante e que possui polos positivo e negativo definidos. A forma de onda usual em um circuito de potência *CA* é senoidal por ser a forma de transmissão de energia mais eficiente.

Correntes alternadas são usualmente associadas com tensões alternadas. Uma tensão *CA* senoidal v pode ser descrita matematicamente como uma função do tempo, pela seguinte equação:

$$v(t) = A \times \sin(\omega t)$$

Além da classificação do consumidor, conforme o nível de tensão existe outra classificação dos grupos de consumidores em decorrência da classe de consumo que define o setor econômico. Por exemplo, se o consumidor possui um minimercado, uma padaria é classificada como consumidor comercial. Se possui uma pequena tornearia, uma matizaria é classificado como consumidor industrial.

Frequência

Se um sinal se repete com o tempo, ele tem uma frequência de repetição. Essa frequência é medida em *Hertz* (HZ) e é igual ao número de vezes que o sinal se repete por segundo (número de ciclos por segundo). A alternância (frequência) típica da corrente na rede elétrica domiciliar pode ser vista com facilidade mediante o uso de um *osciloscópio*.



Figura 9: Osciloscópio.

Dado que a CA se repete periodicamente (ciclicamente), uma das características fundamentais é o valor do intervalo de tempo entre repetições (ou ciclos), ou seja, o período - T, cuja unidade é o segundo - s.

É comum utilizar-se uma outra característica da CA, diretamente relacionada com o período – a frequência - f.

Potência elétrica

Situação em que a tensão e corrente unem-se para ligar um motor ou acender uma lâmpada.

Suas unidades são:

- *Watts* (W) → 1000W = 1kW;
- *horse-power* (hp) → 1hp = 745W; e
- cavalo-vapor (cv) → 1 cv = 735W.

Classificação dos consumidores

Inicialmente, vamos definir o que são *consumidores* e uma *unidade consumidora*.

- ✓ Consumidor - é a pessoa física ou jurídica, comunhão de fato ou de direito, legalmente representada, que solicita ao concessionário o fornecimento de energia elétrica e responsabiliza-se pelo pagamento das respectivas contas de consumo apresentadas pela concessionária, bem como de todas as obrigações legais e contratuais.
- ✓ Unidade consumidora – é caracterizada pela entrega de energia elétrica em um só ponto, com medição individualizada, a um consumidor. A cada consumidor pode corresponder uma ou mais unidades de consumo, situadas no mesmo local ou em locais diversos.

O consumidor de energia faz com a concessionária um contrato de fornecimento de energia. Para efeito de faturamento, os usuários de energia elétrica são subdivididos em função da tensão (voltagem) de fornecimento em grupo A e grupo B.

	<p>VOCÊ SABIA?</p> <p>Usuários de energia elétrica</p> <p>Grupo A: consumidores de alta tensão (tensão maior ou igual a 2.300 volts).</p> <p>Grupo B: consumidores de baixa tensão (tensão menor que 2.300</p>
---	---

Consumidor do grupo B

Consumidor do grupo B é aquele que recebe energia elétrica na tensão entre 220 e 380 V e tem com a concessionária de energia um *contrato de adesão*.

Contrato de adesão é um instrumento contratual, com cláusulas vinculadas às normas e regulamentos aprovados pela ANEEL, não podendo o conteúdo das mesmas ser modificado pela concessionária ou consumidor, a ser aceito ou rejeitado de forma integral.

Os consumidores do Grupo B (baixa tensão- < 2.300 Volts) são classificados em:

- B1 – residencial;
- B2 – rural;
- B3 - demais classes; e
- B4 - iluminação pública.

Os consumidores de baixa tensão (Grupo B) são classificados ainda de acordo com o número de fases.

São três os tipos de fornecimento, conforme o número de fases:

- Tipo A – monofásico – dois condutores (uma fase e o neutro);
- Tipo B – bifásico – três condutores (duas fases e o neutro); e
- Tipo C – trifásico – quatro condutores (três fases e o neutro).

Para determinação destes, deverá ser calculada a carga instalada de cada unidade consumidora. Esta carga será o somatório das potências nominais de placa dos aparelhos elétricos e das potências de iluminação declaradas.

Quando houver cargas de motores, deverão ser computadas as suas respectivas quantidades e potências individuais.

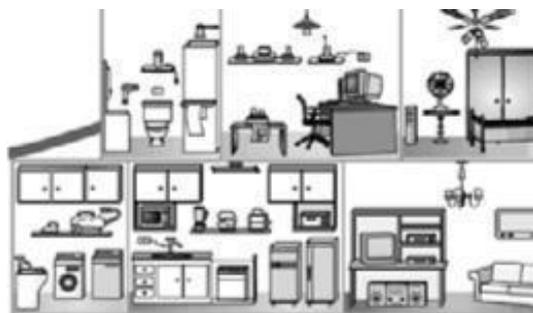


Figura 10: Instalação elétrica residencial.

Observando o funcionamento de uma instalação elétrica residencial, comercial ou industrial, pode-se constatar que a potência elétrica consumida é variável a cada instante. Isto ocorre porque nem todas as cargas instaladas estão todas em funcionamento

simultâneo. A potência total solicitada pela instalação da rede a cada instante será, portanto, função das cargas em operação e da potência elétrica absorvida por cada uma delas a cada instante.

Consumidor do grupo A

São os consumidores de alta-tensão (tensão maior ou igual a 2.300 volts).

Para cargas com potência superior a 75kW é inconveniente para a concessionária realizar a alimentação de energia em baixa tensão, pois teria que construir subestações em via pública e instalar cabos de grande capacidade de corrente em propriedades particulares (empresas).

Define-se uma subestação como um conjunto de aparelhos e equipamentos destinados a modificar as características da energia elétrica (tensão e corrente), permitindo a sua distribuição aos pontos de consumo em níveis adequados de utilização

Subestação do consumidor é aquela construída em propriedade particular suprida através de alimentadores de distribuição primários originados da concessionária. A partir da subestação a concessionária fará o fornecimento em tensão primária de 15 ou 25 kV.



Figura 11: Subestação em plataforma.

Os consumidores do grupo A (média tensão = 2,3 kV até 69 kV) são classificados em:

- A3 - 69 Kv.
- A3a -30 kV a 44 kV – normal 34,5kV.
- A4 - 2,3 kV a 25 kV – normal 13,8kV.
- AS - Sistemas subterrâneos.



VOCÊ SABIA?

As unidades relacionadas ao trabalho mecânico são:

- cavalo-vapor (1 cv = 735W);
- horse-power (1 hp = 745W).

Além da classificação do consumidor, conforme o nível de tensão existe outra classificação dos grupos de consumidores em decorrência da classe de consumo que define o setor econômico. Por exemplo, se o consumidor possui um minimercado, uma padaria é classificada como consumidor comercial. Se possui uma pequena tornearia, uma matizaria é classificado como consumidor industrial.



SE LIGA NA CHARADA!

PERGUNTA:

O que é, o que é? Está sempre no meio da rua e de pernas para o ar?

RESPOSTA:

A letra “u”

FATOR DE POTÊNCIA

O fator de potência indica quanto da potência total fornecida (kVA) é utilizada como potência ativa (kW).

É um número que mostra o grau de eficiência do uso dos sistemas elétricos.

Podemos utilizar o triângulo das potências para demonstrar graficamente estas relações.

OBSERVAÇÕES:

Fator de potência é o número que indica o quanto de energia elétrica é transformada em outras formas de energia (relação entre energia ativa e reativa).

Energia ativa – é uma parcela de energia transformada em energia térmica, luminosa, etc. (efetivamente transformada em trabalho);

Energia reativa – é a parcela não transformada. Os motores, por exemplo, precisam de parte da energia para funcionar. Esta energia reativa é transformada em corrente de magnetização existente nos motores elétricos e transformadores.



Figura 12: Triângulo de potências.

A equação que nos permite calcular o fator de potência está representada a seguir.

$$Fp = \frac{kW}{kVA} = \cos \Phi = \cos (\arctg \frac{kVAR}{kW})$$

A Resolução da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) 456/2000 estabeleceu:

- O valor do fator de potência é de 0,92, tanto indutivo como capacitivo;
- O ajuste por reativo excedente nas contas de energia elétrica aparece como faturamento do excedente reativo;
- Nas contas convencionais, bem como nas horasazonais Verde e Azul, aparece como valores de FER na ponta (P) e fora de ponta (FP), que significa faturamento do consumo de reativo excedente e valores de FDR na ponta (P) e fora de ponta (FP), que significa faturamento de demanda de reativo excedente.

Muitas empresas não perceberam ainda que podem corrigir o fator de potência e obter vantagens nessa correção. Leia sobre este assunto a seguir.

Vantagens da correção do fator de potência

As vantagens econômicas da correção do fator de potência são:

- A redução no valor das contas de energia elétrica, pois quando o fator de potência indutivo médio das instalações consideradas for menor que 92% a concessionária aplica uma multa;
- Liberação de capacidade elétrica, no sistema de distribuição de energia. Em alguns casos, após o fator de potência ser melhorado, é possível adicionar cargas (motores, lâmpadas etc.) sem sobrecarregar transformadores e instalações;
- Elevação do nível de tensão. Quando temos baixa tensão ocasionada por baixo fator de potência a consequência é a redução de potência nos motores;

- Menor nível de iluminação na iluminação e maior aquecimento nos motores condutores etc.;
- Ao corrigir o fator de potência, pode-se elevar a tensão de 4 a 5% o que ocasiona melhoria de eficiência no sistema elétrico;
- Redução nas perdas de energia. Os condutores elétricos (fios / cabos) evoluíram ao longo do tempo, trazendo uma melhora na qualidade do material isolante, o que permite ao condutor trabalhar com temperaturas maiores e uma densidade de carga mais elevada no condutor.

Existem várias causas que contribuem para o baixo fator de potência.

Causas do baixo fator de potência

Dentre as causas mais comuns que ocorrem no baixo fator de potência temos:

- Motores operando em vazio, isto é, máquinas que ficam ligadas, mas não estão trabalhando;
- Motores e transformadores superdimensionados;
- Transformadores de muita potência para atender pequenas cargas, grande quantidade de motores de pequena potência;
- Lâmpadas de descarga fluorescentes, vapor de mercúrio, vapor de sódio sem reatores de alto fator de potência;
- Excesso de energia capacitiva, isto é, quando para corrigir o fator de potência é colocado excesso de capacitores na rede elétrica.

Correção do baixo fator de potência

Como corrigir o baixo fator de potência? Fazendo uso de capacitores. Vejamos, então, o que são capacitores.



Figura 13: Capacitores.

Capacitor

É um dispositivo capaz de gerar um fluxo de energia elétrica reativa capacitiva, ou seja, com fase oposta à energia reativa dos dispositivos indutivos, diminuindo os valores de perda e queda de tensão no sistema elétrico de corrente alternada. São fabricados em diversas potências como mostrados na tabela a seguir, com os dispositivos de proteção e os condutores apropriados para a sua instalação.

Gerenciadores para correção do fator de potência

Com as amostras dos sinais de corrente e tensão da rede elétrica o gerenciador mede a tensão, a corrente, a potência ativa e a potência reativa, calculando, assim, o fator de potência. Este equipamento também pode ser utilizado para a monitoração da rede elétrica. O sensoriamento pode ser feito em redes monofásicas ou redes trifásicas, sendo que nesta última pressupõe-se um equilíbrio de distribuição de cargas entre as três fases.

Instalação do gerenciador

Existem vários fabricantes de gerenciadores para a correção do fator de potência. Eles podem ser monofásicos ou trifásicos, e são instalados junto à rede elétrica da empresa para perceber as variações que ocorrem no fator de potência e corrigi-lo.

Como frequência angular é mais interessante para matemáticos do que para engenheiros, esta fórmula é comumente reescrita assim:

$$v(t) = A \times \sin(2\pi ft)$$

Onde:

- ✓ f é a frequência cuja unidade é o hertz.

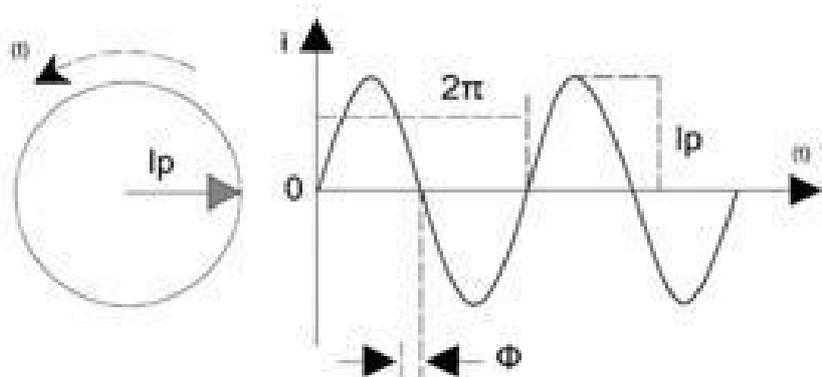


Figura 14: Representação da corrente alternada forma senoidal.

É difícil registrar o valor da tensão e corrente alternadas, pois elas estão constantemente variando com o tempo. Quando elas forem ondas senoidais usa-se o *valor eficaz* (V_{ef}), que é o valor médio quadrático.

$$V_{ef} = V_o / \sqrt{2}$$

$$V_{ef} = 0,7 \times V_o$$

Onde:

✓ V_o é a amplitude.

Geralmente a tensão CA é dada quase sempre em seu *valor eficaz*, que é o valor quadrático médio desse sinal elétrico (em inglês é chamado de *root mean square*, ou *rms*), sendo escrita como V_{ef} (ou V_{rms}). Para uma tensão senoidal:

$$V_{ef} = A / \sqrt{2}$$

OBSERVAÇÕES:

O valor eficaz da corrente é o valor que deveria ter uma corrente contínua para produzir no resistor o mesmo efeito calorífico que produz a corrente alternada.

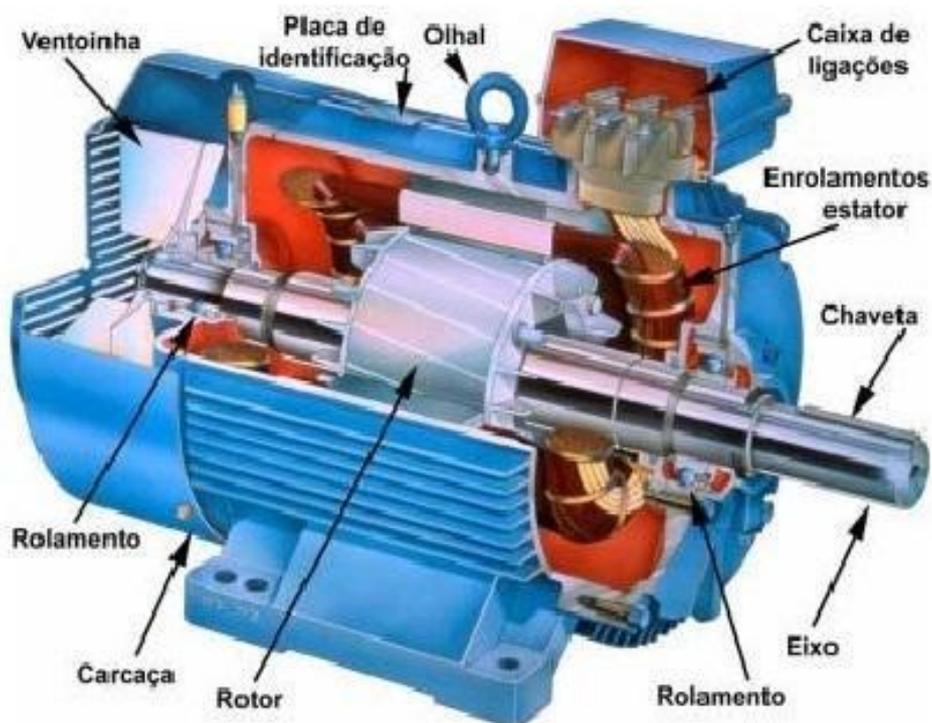
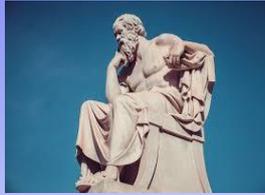


Figura 15: Motor elétrico.



PAUSA PARA REFLETIR...

Não basta fazer coisas boas. É preciso fazê-las bem.

Agostinho de Hipona.

MOTOR ELÉTRICO

Ao longo do tempo foram desenvolvidos vários tipos de motores elétricos para atender às exigências do mercado

O motor elétrico mais utilizado devido a maior simplicidade de construção e menor custo é o motor trifásico de indução com rotor gaiola de esquilo.

A norma NBR 7094/00 determina os principais dados que devem constar na placa de identificação do motor bem como as abreviações recomendadas.

Placa de identificação

A placa de identificação contém símbolos e valores que determinam as características nominais da rede de alimentação e desenvolvimento do motor. Estas informações devem ser facilmente legíveis apresentadas de maneira objetiva e não sujeitas a interpretações errôneas.

Observe na ilustração a seguir um modelo de placa de identificação do motor.

weq		CE	
NBR. 7094			
~ 3 100L			
MOTOR INDICAD - GREGU	< 60	cat. N	
UNIVEL	3.7(5.0)	rpm 3500	
rs 1.15	cos φ Δ	k w/h 8.3	IP55
220/340 V		13.8/7.91 A	
rs. S 1	rsi. AB	AL7	m
		31.0 kg	
		RIND. % = 83.2%	
		cos φ 0.85	

Figura 16: Placa de identificação.

Vamos agora conhecer alguns dos itens da placa de identificação e entender a terminologia elétrica.

Tipos de motores

Os motores de corrente alternada oferecem grande variedade de características elétricas. Podemos classificá-las em:

- Motores assíncronos com motor em gaiola;
- Motores assíncronos com rotor bobinado;
- Motores síncronos.

Modelo do motor

O modelo do motor, indicado por um número, é a referência do fabricante para o registro das características nominais e detalhes construtivos.

Potência nominal

É a potência que o motor pode oferecer dentro de suas características nominais continuamente. Deve ser dado em HP ou KW. É a potência mecânica disponível no eixo do motor quando este opera dentro de suas características nominais.

Tensão nominal

É a tensão da rede para a qual o motor foi projetado. As tensões nominais usuais são 220, 380 e 440 V.

Número de fases

Os motores podem ser monofásicos e trifásicos. Normalmente os motores mais utilizados nas indústrias são os motores trifásicos, isto é, contém três (3) condutores fases e um (1) condutor neutro.

A ilustração a seguir representa a ligação elétrica de motores elétricos à rede de alimentação. O motor trifásico é ligado à rede por três fases R, S, T.



VOCÊ SABIA?

Não existe um motor com rendimento total! Apesar de todos os esforços já feitos pelos cientistas e engenheiros voltados aos estudos de melhoramento do rendimento dos motores, ainda não foi possível se chegar ao rendimento absoluto.

Tipos de partida de motores elétricos

Vários são os métodos utilizados hoje para se partir o motor elétrico, para tanto citaremos aqui os mais utilizados:

Partida Direta

Sempre que possível a partida de um motor elétrico trifásico de gaiola deverá ser direta, por meio de contadores. Deve-se ter em conta que para um determinado motor, as curvas de conjugado e corrente são fixas, independente da carga, para uma tensão constante. No caso em que a corrente de partida do motor é elevada pode ocorrer as seguintes consequências:

1º) Elevada queda de tensão no sistema de alimentação da rede. Em função disso, provoca interferência em equipamentos instalados no sistema.

2º) O sistema de proteção (cabos, contadores) deverá ser superdimensionado, ocasionando custo elevado.

3º) A imposição das concessionárias de energia elétrica que limitam a queda de tensão da rede. Caso a partida direta não seja possível devido aos problemas citados acima, pode ser usado um sistema de partida indireta, visando reduzir a corrente de partida.

Nota: A NBR 5410, item 6.5.3.2, pg. 93 cita que para partida direta de motores com potência acima de 3,7 kW(5CV), em instalações alimentadas por rede de distribuição pública em baixa tensão, deve ser consultada a concessionária local.

Chave Estrela - Triângulo

É fundamental para este tipo de partida que o motor tenha a possibilidade de ligação em dupla tensão, ou seja, 220/380V, 380/660V ou 440/760V. Os motores deverão ter no mínimo seis bornes de ligação. Deve-se ter em mente que o motor deverá partir a vazio. A partida estrela - triângulo poderá ser usada quando a curva de conjugado do motor é suficientemente elevada para poder garantir a aceleração da máquina com a corrente reduzida. Na ligação estrela a corrente fica reduzida para 25% a 33% da corrente de partida na ligação triângulo. Também a curva de conjugado é reduzida na mesma proporção. Por esse motivo, sempre que for necessária uma partida com chave estrela - triângulo, deverá ser usado um motor com curva de conjugado elevado.

O conjugado resistente da carga não pode ultrapassar o conjugado de partida do motor, e nem a corrente no instante da mudança para triângulo poderá ser de valor inaceitável. Existem casos em que este sistema de partida não pode ser usado, como no

caso em que o conjugado resistente é muito alto. Se a partida é em estrela, o motor acelera a carga até aproximadamente 85% da rotação nominal. Neste ponto a chave deverá ser ligada em triângulo. Neste caso, a corrente que era aproximadamente a nominal, salta repentinamente, o que não é nenhuma vantagem, uma vez que a intenção é justamente a redução da corrente de partida.

Partida com Chave Série - Paralelo

Para a partida com chave série-paralelo é necessário que o motor seja religável para duas tensões, a menor delas igual a da rede e a outra duas vezes maior. Este tipo de ligação exige nove terminais do motor e a tensão nominal mais comum é 220/440V, ou seja, durante a partida o motor é ligado na configuração série até atingir sua rotação nominal e, então, faz-se a comutação para a configuração paralelo.

Partida com Chave Compensadora (Auto-Transformador)

A chave compensadora pode ser usada para a partida de motores sob carga. Ela reduz a corrente de partida, evitando assim uma sobrecarga no circuito, deixando, porém, o motor com conjugado suficiente para a partida e aceleração. A tensão na chave compensadora é reduzida através de autotransformador que possui normalmente os taps de 50%, 65% e 80% da tensão nominal.

Soft- Start (Partida Eletrônica)

O avanço da eletrônica permitiu a criação da chave de partida a estado sólido, a qual consiste de um conjunto de pares de tiristores (SCR Silicon Controlled Rectifier ou combinações de tiristores/diodos), um em cada borne de potência do motor.

O ângulo de disparo de cada par de tiristores é controlado eletronicamente para aplicar uma tensão variável aos terminais do motor durante a aceleração. No final do período de partida, ajustável tipicamente entre 2 e 30 segundos, a tensão atinge seu valor pleno após uma aceleração suave ou uma rampa ascendente, ao invés de ser submetido a incrementos ou saltos repentinos. Com isso, consegue-se manter a corrente de partida (na linha) próxima da nominal e com suave variação.

Além da vantagem do controle da tensão (corrente) durante a partida, a chave eletrônica apresenta também, a vantagem de não possuir partes móveis ou que gerem arcos, como nas chaves mecânicas.

Inversor de Frequência

Do mesmo modo que a evolução da eletrônica possibilitou a criação da Soft Start, onde controlamos a tensão aplicada ao motor na partida, proporcionou também a possibilidade de controle da frequência e conseqüente variação de velocidade do motor, sendo esta sua principal função.

Os inversores promovem uma conversão indireta de frequência, ou seja, a corrente alternada é retificada para corrente contínua (CA-CC). A partir da retificação, controlada ou não, a tensão contínua é chaveada para obter um trem de pulsos que alimenta o motor. Devido à natureza indutiva do motor, a corrente que circula tem um aspecto de corrente alternada. Em resumo, os inversores convertem CA em CC e novamente em CA.

Características Operacionais

A tensão aplicada na bobina de um estator é dada por:

$$E_1 = 4,44 \cdot f_1 \cdot N_1 \cdot \Phi$$

Portanto, o fluxo no entreferro é diretamente proporcional à relação entre tensão e frequência, como mostra a equação:

$$\Phi = E_1 / f_1$$

Onde:

E_1 = Tensão aplicada na bobina do estator (V)

f_1 = Frequência da tensão estatórica (Hz)

N_1 = Número de espiras no estator

Φ = Fluxo de magnetização (Wb)

Para um desempenho adequado do motor de indução, especialmente com respeito ao conjugado desenvolvido, o fluxo no entreferro deve ser mantido o mais constante possível. Assim ao variar a frequência, a tensão aplicada também deve variar para manter o fluxo magnético constante.

Os inversores devem manter uma relação linear entre tensão e frequência até o ponto de tensão e frequência nominais, como mostra a figura abaixo. Para frequências mais altas que a nominal, não é possível.



VOCÊ SABIA?

O serviço público de distribuição de energia elétrica no Brasil é realizado por concessionárias, permissionárias e autorizadas. Atualmente, temos 53 Concessionárias, 43 Permissionárias e 13 Autorizadas, totalizando 109 agentes, entre públicos, privados e de economia mista, atuando no mercado de distribuição.

Distribuição se caracteriza como o segmento do setor elétrico dedicado à entrega de energia elétrica para um usuário final. Como regra, o sistema de distribuição pode ser considerado como o conjunto de instalações e equipamentos elétricos que operam, geralmente, em tensões inferiores a 230 kV, incluindo os sistemas de baixa tensão.

A maioria das casas modernas são conectadas para receber 240 V do transformador, e através do uso de energia elétrica de fase dividida, pode ter tantos receptores de 120 V e receptores de 240 V.

120 V é normalmente usado para iluminação e maioria das tomadas de parede. As tomadas de 240 V são geralmente colocadas onde o aquecedor de água e secador de roupas iria. Às vezes, uma tomada de 240 V é montada na garagem para máquinas ou para carregar um carro elétrico.



SE LIGA NA CHARADA!

PERGUNTA:

O que é, o que é? Todo mês tem, menos abril?

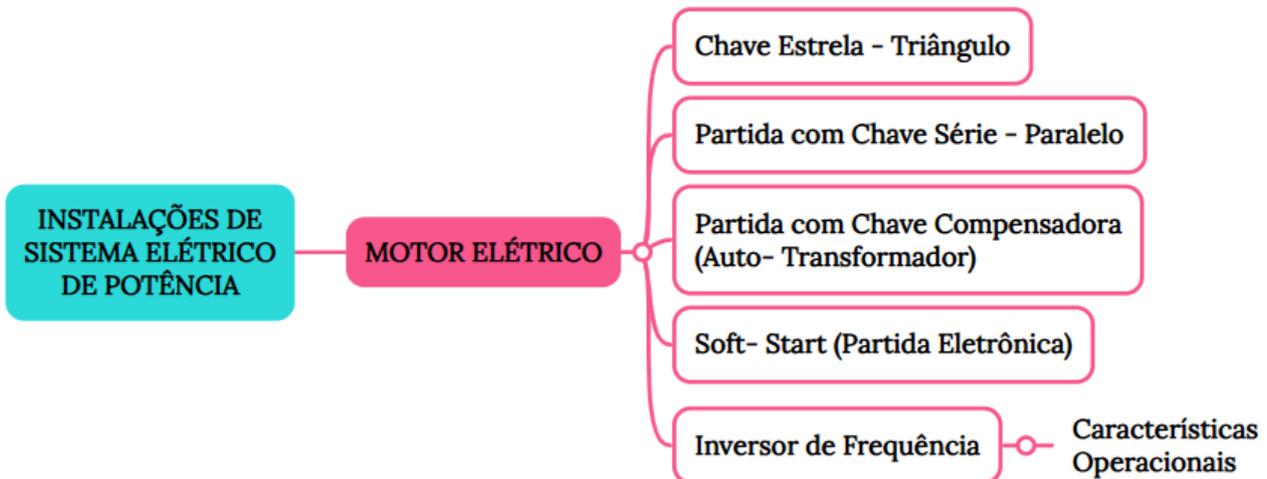
RESPOSTA:

A letra “o.”

Sessões Especiais

MAPA DE ESTUDO





SÍNTESE DIRETA

1. INTRODUÇÃO

- A geração de energia elétrica ainda é majoritariamente baseada em fontes tradicionais, como hidrelétricas, petróleo, carvão mineral e gás natural.
- Há uma crescente transição para fontes renováveis, como biomassa, energia solar e eólica, devido a impactos ambientais e compromissos internacionais para redução de poluentes.
- O sistema elétrico é composto por três grandes etapas: geração, transmissão e distribuição de energia.

2. FUNDAMENTOS DA ELETRICIDADE

- A maior parte da energia elétrica no Brasil provém de usinas hidrelétricas, que utilizam a energia potencial da água para movimentar turbinas e gerar eletricidade.
- A energia gerada é transportada até os centros consumidores por meio de linhas de transmissão, que operam com corrente alternada e alta tensão para reduzir perdas.
- As redes de distribuição dividem-se em redes **primárias** (média tensão) e **secundárias** (baixa tensão), responsáveis pelo fornecimento aos consumidores finais.

3. SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL (SIN)

- O Brasil opera um sistema elétrico interligado para garantir estabilidade e confiabilidade no fornecimento de energia.
- Há interligações elétricas internacionais com Paraguai, Uruguai e Argentina, permitindo o intercâmbio de energia entre países.

- As linhas de transmissão são classificadas conforme a tensão de operação:
 - Linhas de Distribuição (LD): 13,8 kV a 34,5 kV
 - Linhas de Alta Tensão (AT): 69 kV a 230 kV
 - Linhas de Extra Alta Tensão (EAT): 345 kV a 765 kV
 - Linhas de Ultra Alta Tensão (UAT): acima de 1000 kV

4. GRANDEZAS ELÉTRICAS

- **Tensão elétrica (voltagem):** Responsável pelo fluxo da eletricidade no circuito, sendo medida em volts (V).
- **Corrente elétrica:** Movimento ordenado de cargas elétricas em um condutor, medida em amperes (A).
- **Frequência:** Mede a repetição dos ciclos da corrente alternada por segundo, sendo padrão de 60 Hz no Brasil.
- **Potência elétrica:** Quantidade de energia elétrica convertida em trabalho útil, podendo ser expressa em watts (W), cavalos-vapor (cv) ou horse-power (hp).

5. CLASSIFICAÇÃO DOS CONSUMIDORES DE ENERGIA

- **Grupo A:** Consumidores de alta tensão ($\geq 2,3$ kV), como indústrias e grandes estabelecimentos comerciais.
- **Grupo B:** Consumidores de baixa tensão ($< 2,3$ kV), como residências e pequenos comércios.
- A subdivisão considera ainda o setor econômico, diferenciando consumidores residenciais, rurais, industriais e comerciais.

6. FATOR DE POTÊNCIA

- O fator de potência representa a eficiência do uso da energia elétrica e é definido pela razão entre potência ativa (kW) e potência aparente (kVA).
- Baixos fatores de potência resultam em desperdício de energia e podem gerar cobranças adicionais na fatura elétrica.
- A correção do fator de potência pode ser feita com o uso de **capacitores** ou **gerenciadores automáticos**, que reduzem perdas e melhoram a eficiência do sistema.

7. MOTORES ELÉTRICOS

- Os motores elétricos convertem energia elétrica em mecânica e são amplamente utilizados na indústria.
- A placa de identificação do motor contém informações essenciais, como potência nominal, tensão, corrente e número de fases.
- Os motores podem ser classificados conforme o tipo de alimentação:
 - **Motores monofásicos:** Utilizados em cargas menores e sistemas residenciais.
 - **Motores trifásicos:** Mais eficientes e aplicados em processos industriais.

8. PARTIDA DE MOTORES ELÉTRICOS

- **Partida direta:** Ligação simples sem redução da corrente de partida.
- **Chave estrela-triângulo:** Reduz a corrente de partida, sendo utilizada para motores que permitem essa configuração.
- **Chave série-paralelo:** Utilizada para motores com ligações em duas tensões diferentes.
- **Chave compensadora (autotransformador):** Reduz a corrente na partida e melhora o desempenho do motor sob carga.
- **Soft-start (partida eletrônica):** Utiliza componentes eletrônicos para controlar a tensão e reduzir impactos mecânicos na partida.
- **Inversor de frequência:** Controla a velocidade do motor ajustando a frequência da tensão aplicada.

9. TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

- A eletricidade gerada nas usinas é elevada a tensões superiores a 100 kV para minimizar perdas na transmissão.
- As redes de transmissão utilizam grandes torres metálicas para sustentar os cabos de alta tensão.
- Na chegada aos centros urbanos, subestações reduzem a tensão para níveis adequados ao consumo.
- A distribuição de energia ocorre em redes aéreas e subterrâneas, sendo que a distribuição subterrânea é mais segura e durável, mas apresenta custo elevado.

10. SISTEMAS DE PROTEÇÃO E SEGURANÇA

- **Disjuntores:** Protegem circuitos contra sobrecargas e curtos-circuitos.
- **Fusíveis:** Dispositivos de proteção que interrompem a corrente elétrica em caso de falhas.

- **DPS (Dispositivo de Proteção contra Surtos):** Protege equipamentos contra descargas atmosféricas e picos de tensão.
- **Sistemas de aterramento:** Evitam choques elétricos e protegem contra surtos elétricos, garantindo segurança nas instalações.

MOMENTO QUIZ

1. Apesar de um relativo declínio nas últimas décadas, esse recurso natural continua sendo a mais importante fonte de energia da atualidade. Trata-se de uma fonte não renovável e que atua na produção de eletricidade, combustíveis e na constituição de matérias-primas para inúmeros produtos, como a borracha sintética e o plástico.

A descrição acima refere-se:

- a) Ao gás natural.
- b) Ao xisto betuminoso.
- c) Á água.
- d) Ao petróleo.
- e) Ao carvão mineral.

2. O Brasil é um dos países que apresentam os maiores potenciais hidrelétricos do mundo, o que justifica, em partes, o fato de esse tipo de energia ser bastante utilizado no país. As usinas hidrelétricas são bastante elogiadas por serem consideradas ambientalmente mais corretas do que outras alternativas de produção de energia, mas vale lembrar que não existem formas 100% limpas de realizar esse processo. Assinale a alternativa que indica, respectivamente, uma vantagem e uma desvantagem das hidroelétricas.

- a) não emitem poluentes na atmosfera; porém não são muito eficientes.
- b) são ambientalmente corretas; porém interferem diretamente no efeito estufa.
- c) a produção pode ser controlada; porém os custos são muito elevados.
- d) ocupam pequenas áreas; porém interferem no curso dos rios.
- e) a construção é rápida; porém duram pouco tempo.

3. “Entre as grandes obras, a usina de Balbina, construída no meio da bacia sedimentar amazônica, a aproximadamente 200 km ao norte de Manaus, foi a que causou os maiores prejuízos. (...) Sua represa, que inundou 2594 km² da Floresta Amazônica, produz somente 250 MW, energia que abastece apenas 50% das necessidades de consumo de Manaus. Em suma, Balbina possui uma represa

com dimensões comparáveis às de Tucuruí, mas a energia que pode produzir é praticamente irrisória (17 vezes menor que Tucuruí)”. O fator geográfico que explica a menor produtividade da usina de Balbina em relação à de Tucuruí é:

- a) ausência de cursos d'água volumosos.
- b) vazão fluvial muito intensa.
- c) oscilações climáticas na região Norte.
- d) edificação da barragem em relevo plano.
- e) infiltração da água no ambiente sedimentar.

6. (ENEM-2011) “Águas de março definem se falta luz este ano”. Esse foi o título de uma reportagem em jornal de circulação nacional, pouco antes do início do racionamento do consumo de energia elétrica, em 2001. No Brasil, a relação entre a produção de eletricidade e a utilização de recursos hídricos, estabelecida nessa manchete, se justifica porque:

- a) a geração de eletricidade nas usinas hidrelétricas exige a manutenção de um dado fluxo de água nas barragens.
- b) o sistema de tratamento da água e sua distribuição consomem grande quantidade de energia elétrica.
- c) a geração de eletricidade nas usinas termelétricas utiliza grande volume de água para refrigeração.
- d) o consumo de água e de energia elétrica utilizadas na indústria compete com o da agricultura.
- e) é grande o uso de chuveiros elétricos, cuja operação implica abundante consumo de água

7. “No ano passado, 45,8% da energia usada pelos brasileiros veio de fontes renováveis (...). É a matriz mais equilibrada entre as nações mais populosas ou ricas do planeta. A média mundial de uso de energias renováveis é de 12,7%; essa média cai para 6,2% entre os 30 países-membros da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), que inclui os Estados Unidos e as mais ricas nações do globo”. Os recursos naturais renováveis e não renováveis, respectivamente, mais utilizados como fontes de energia no Brasil são:

- a) gás natural e carvão mineral – petróleo e etanol.
- b) ventos e luz solar – gás natural e hidroeletricidade.
- c) água e biomassa – petróleo e gás natural.
- d) átomo e etanol – carvão vegetal e gás de xisto.
- e) energia atômica e hidrelétrica – petróleo e carvão mineral.

Gabarito

QUESTÃO	ALTERNATIVA
1	D
2	C
3	D
4	A
5	C

Referências

Andrichak, J. G.; Cardenas, J.; Bus differential protection. In: Western protective relay conference, 22., 1995.

Spokane. Proceedings. New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1995.

Basler Electric Company. Bus protective relaying: methods and application. 2005.

Guzmán, A.; Labuschagne, C.; Qin, B.; Reliable busbar and breaker failure protection with advanced zone selection. In: Western protective relay conference, 31., 2004.

Spokane. Proceedings. Spokane: Washington State University, 2004.

High impedance differential relay. Disponível em: Acesso em: 29 maio 2018.



OBRIGADO!
CONTINUE ESTUDANDO.



Ineprotec