

COM BASE NO ÚLTIMO EDITAL



PETROBRAS

PETRÓLEO BRASILEIRO S.A

ENGENHARIA DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICA

- ▶ Língua Portuguesa
- ▶ Matemática
- ▶ Conhecimentos Específicos - Bloco I
- ▶ Conhecimentos Específicos - Bloco II
- ▶ Conhecimentos Específicos - Bloco III

BÔNUS
CURSO ON-LINE

- PORTUGUÊS
- INFORMÁTICA





AVISO IMPORTANTE: **Este é um Material de Demonstração**

Este arquivo representa uma prévia exclusiva da apostila.

Aqui, você poderá conferir algumas páginas selecionadas para conhecer de perto a qualidade, o formato e a proposta pedagógica do nosso conteúdo. Lembramos que este não é o material completo.



POR QUE INVESTIR NA APOSTILA COMPLETA?



- × Conteúdo totalmente alinhado ao edital.
- × Teoria clara, objetiva e sempre atualizada.
- × Dicas práticas, quadros de resumo e linguagem descomplicada.
- × Questões gabaritadas
- × Bônus especiais que otimizam seus estudos.

Aproveite a oportunidade de intensificar sua preparação com um material completo e focado na sua aprovação:
Acesse agora: www.apostilasopcao.com.br

Disponível nas versões impressa e digital, com envio imediato!

Estudar com o material certo faz toda a diferença na sua jornada até a APROVAÇÃO.





PETROBRAS

PETRÓLEO BRASILEIRO S.A

ENGENHARIA DE EQUIPAMENTOS - ELÉTRICA

COM BASE NO EDITAL N.º 1 – PETROBRAS/
PSP RH 2021, DE 15 DE DEZEMBRO DE 2021

CÓD: OP-056FV-26
7908403588404

ÍNDICE

Língua Portuguesa

1. Compreensão e interpretação de textos de gêneros variados	7
2. Reconhecimento de tipos e gêneros textuais	14
3. Domínio da ortografia oficial	18
4. Domínio dos mecanismos de coesão textual; Emprego de elementos de referência, substituição e repetição, de conectores e de outros elementos de sequenciação textual; Reescrita de frases e parágrafos do texto; Substituição de palavras ou de trechos de texto	21
5. Domínio da estrutura morfosintática do período; Emprego das classes de palavras; Relações de coordenação entre orações e entre termos da oração; Relações de subordinação entre orações e entre termos da oração; Emprego de tempos e modos verbais	27
6. Emprego dos sinais de pontuação	38
7. Concordância verbal e nominal	39
8. Regência verbal e nominal	41
9. Emprego do sinal indicativo de crase	42
10. Colocação dos pronomes átonos	42
11. Significação das palavras	44
12. Reorganização da estrutura de orações e de períodos do texto	47
13. Reescrita de textos de diferentes gêneros e níveis de formalidade	48

Língua Inglesa

1. Compreensão de textos escritos em língua inglesa	67
2. Itens gramaticais relevantes para o entendimento dos sentidos dos textos	67

Conhecimentos Específicos - Bloco I

1. Teoria eletromagnética	117
2. Circuitos elétricos – CC e CA (monofásicos e trifásicos)	121
3. Máquinas elétricas: transformador, máquina síncrona, motor de indução e máquina de corrente contínua	124
4. Análise de sistemas elétricos: valores por unidade (p.u.), componentes simétricas, modelagem dos elementos, faltas simétricas e assimétricas	131

Conhecimentos Específicos - Bloco II

1. Geração, transmissão e distribuição de energia elétrica	141
2. Acionamentos e controles elétricos	144
3. Instalações elétricas: baixa e média tensão	147
4. aterramento de sistemas e de segurança	149
5. Proteção de sistemas elétricos	152
6. Medidas elétricas	158
7. Eletrônica analógica e digital	161
8. Eletrônica de Potência	166

ÍNDICE

Conhecimentos Específicos - Bloco III

1. Cálculo diferencial, integral (univariável e multivariável) e vetorial	179
2. Equações diferenciais ordinárias.....	191
3. Álgebra Linear. Sistemas de equações lineares, matrizes e determinante, transformações lineares	194
4. Sistemas de controle: Transformada de Laplace, funções de transferência, sistemas de 1ª e 2ª ordem, malha aberta e malha fechada, estabilidade	203
5. Probabilidade e estatística	210
6. Termodinâmica: leis, aplicações e ciclos térmicos	221
7. Fenômenos de transporte e mecânica dos fluidos	224
8. Bombas, Compressores e Turbinas (a gás e a vapor)	232

LÍNGUA PORTUGUESA

COMPREENSÃO E INTERPRETAÇÃO DE TEXTOS DE GÊNEROS VARIADOS

A leitura e interpretação de textos são habilidades essenciais no âmbito dos concursos públicos, pois exigem do candidato a capacidade de compreender não apenas o sentido literal, mas também as nuances e intenções do autor. Os textos podem ser divididos em duas categorias principais: literários e não literários. A interpretação de ambos exige um olhar atento à estrutura, ao ponto de vista do autor, aos elementos de coesão e à argumentação. Neste contexto, é crucial dominar técnicas de leitura que permitam identificar a ideia central do texto, inferir informações implícitas e analisar a organização textual de forma crítica e objetiva.

COMPREENSÃO GERAL DO TEXTO

A compreensão geral do texto consiste em identificar e captar a mensagem central, o tema ou o propósito de um texto, sejam eles explícitos ou implícitos. Esta habilidade é crucial tanto em textos literários quanto em textos não literários, pois fornece ao leitor uma visão global da obra, servindo de base para uma interpretação mais profunda. A compreensão geral vai além da simples decodificação das palavras; envolve a percepção das intenções do autor, o entendimento das ideias principais e a identificação dos elementos que estruturam o texto.

► Textos Literários

Nos textos literários, a compreensão geral está ligada à interpretação dos aspectos estéticos e subjetivos. É preciso considerar o gênero (poesia, conto, crônica, romance), o contexto em que a obra foi escrita e os recursos estilísticos utilizados pelo autor. A mensagem ou tema de um texto literário muitas vezes não é transmitido de maneira direta. Em vez disso, o autor pode utilizar figuras de linguagem (metáforas, comparações, simbolismos), criando camadas de significação que exigem uma leitura mais interpretativa.

Por exemplo, em um poema de Manuel Bandeira, como “O Bicho”, ao descrever um homem que revirava o lixo em busca de comida, a compreensão geral vai além da cena literal. O poema denuncia a miséria e a degradação humana, mas faz isso por meio de uma imagem que exige do leitor sensibilidade para captar essa crítica social indireta.

Outro exemplo: em contos como “A Hora e a Vez de Augusto Matraga”, de Guimarães Rosa, a narrativa foca na jornada de transformação espiritual de um homem. Embora o texto tenha uma história clara, sua compreensão geral envolve perceber os elementos de religiosidade e redenção que permeiam a narrativa, além de entender como o autor utiliza a linguagem regionalista para dar profundidade ao enredo.

► Textos Não Literários

Em textos não literários, como artigos de opinião, reportagens, textos científicos ou jurídicos, a compreensão geral tende a ser mais direta, uma vez que esses textos visam transmitir informações objetivas, ideias argumentativas ou instruções. Neste caso, o leitor precisa identificar claramente o tema principal ou a tese defendida pelo autor e compreender o desenvolvimento lógico do conteúdo.

Por exemplo, em um artigo de opinião sobre os efeitos da tecnologia na educação, o autor pode defender que a tecnologia é uma ferramenta essencial para o aprendizado no século XXI. A compreensão geral envolve identificar esse posicionamento e as razões que o autor oferece para sustentá-lo, como o acesso facilitado ao conhecimento, a personalização do ensino e a inovação nas práticas pedagógicas.

Outro exemplo: em uma reportagem sobre desmatamento na Amazônia, o texto pode apresentar dados e argumentos para expor a gravidade do problema ambiental. O leitor deve captar a ideia central, que pode ser a urgência de políticas de preservação e as consequências do desmatamento para o clima global e a biodiversidade.

► Estratégias de Compreensão

Para garantir uma boa compreensão geral do texto, é importante seguir algumas estratégias:

- **Leitura Atenta:** Ler o texto integralmente, sem pressa, buscando entender o sentido de cada parte e sua relação com o todo.

- **Identificação de Palavras-Chave:** Buscar termos e expressões que se repetem ou que indicam o foco principal do texto.

- **Análise do Título e Subtítulos:** Estes elementos frequentemente apontam para o tema ou ideia principal do texto, especialmente em textos não literários.

- **Contexto de Produção:** Em textos literários, o contexto histórico, cultural e social do autor pode fornecer pistas importantes para a interpretação do tema. Nos textos não literários, o contexto pode esclarecer o objetivo do autor ao produzir aquele texto, seja para informar, convencer ou instruir.

- **Perguntas Norteadoras:** Ao ler, o leitor pode se perguntar: Qual é o tema central deste texto? Qual é a intenção do autor ao escrever este texto? Há uma mensagem explícita ou implícita?

► Exemplos Práticos

- **Texto Literário:** Um poema como “Canção do Exílio” de Gonçalves Dias pode, à primeira vista, parecer apenas uma descrição saudosista da pátria. No entanto, a compreensão



AMOSTRA

▪ geral deste texto envolve entender que ele foi escrito no contexto de um poeta exilado, expressando tanto amor pela pátria quanto um sentimento de perda e distanciamento.

▪ **Texto Não Literário:** Em um artigo sobre as mudanças climáticas, a tese principal pode ser que a ação humana é a principal responsável pelo aquecimento global. A compreensão geral exigiria que o leitor identificasse essa tese e as evidências apresentadas, como dados científicos ou opiniões de especialistas, para apoiar essa afirmação.

► Importância da Compreensão Geral

Ter uma boa compreensão geral do texto é o primeiro passo para uma interpretação eficiente e uma análise crítica. Nos concursos públicos, essa habilidade é frequentemente testada em questões de múltipla escolha e em questões dissertativas, nas quais o candidato precisa demonstrar sua capacidade de resumir o conteúdo e de captar as ideias centrais do texto.

Além disso, uma leitura superficial pode levar a erros de interpretação, prejudicando a resolução correta das questões. Por isso, é importante que o candidato esteja sempre atento ao que o texto realmente quer transmitir, e não apenas ao que é dito de forma explícita. Em resumo, a compreensão geral do texto é a base para todas as outras etapas de interpretação textual, como a identificação de argumentos, a análise da coesão e a capacidade de fazer inferências.

PONTO DE VISTA OU IDEIA CENTRAL DEFENDIDA PELO AUTOR

O ponto de vista ou a ideia central defendida pelo autor são elementos fundamentais para a compreensão do texto, especialmente em textos argumentativos, expositivos e literários. Identificar o ponto de vista do autor significa reconhecer a posição ou perspectiva adotada em relação ao tema tratado, enquanto a ideia central refere-se à mensagem principal que o autor deseja transmitir ao leitor.

Esses elementos revelam as intenções comunicativas do texto e ajudam a esclarecer as razões pelas quais o autor constrói sua argumentação, narrativa ou descrição de determinada maneira. Assim, compreender o ponto de vista ou a ideia central é essencial para interpretar adequadamente o texto e responder a questões que exigem essa habilidade.

► Textos Literários

Nos textos literários, o ponto de vista do autor pode ser transmitido de forma indireta, por meio de narradores, personagens ou símbolos. Muitas vezes, os autores não expõem claramente suas opiniões, deixando a interpretação para o leitor. O ponto de vista pode variar entre diferentes narradores e personagens, enriquecendo a pluralidade de interpretações possíveis.

Um exemplo clássico é o narrador de “Dom Casmurro”, de Machado de Assis. Embora Bentinho (o narrador-personagem) conte a história sob sua perspectiva, o leitor percebe que o ponto de vista dele é enviesado, e isso cria ambiguidade sobre a questão central do livro: a possível traição de Capitu. Nesse caso, a ideia central pode estar relacionada à incerteza e à subjetividade das percepções humanas.

Outro exemplo: em “Vidas Secas”, de Graciliano Ramos, o ponto de vista é o de uma narrativa em terceira pessoa que se foca nos personagens humildes e no sofrimento causado pela seca no sertão nordestino. A ideia central do texto é a denúncia das condições de vida precárias dessas pessoas, algo que o autor faz por meio de uma linguagem econômica e direta, alinhada à dureza da realidade descrita.

Nos poemas, o ponto de vista também pode ser identificado pelo eu lírico, que expressa sentimentos, reflexões e visões de mundo. Por exemplo, em “O Navio Negreiro”, de Castro Alves, o eu lírico adota um tom de indignação e denúncia ao descrever as atrocidades da escravidão, reforçando uma ideia central de crítica social.

► Textos Não Literários

Em textos não literários, o ponto de vista é geralmente mais explícito, especialmente em textos argumentativos, como artigos de opinião, editoriais e ensaios. O autor tem o objetivo de convencer o leitor de uma determinada posição sobre um tema. Nesse tipo de texto, a tese (ideia central) é apresentada de forma clara logo no início, sendo defendida ao longo do texto com argumentos e evidências.

Por exemplo, em um artigo de opinião sobre a reforma tributária, o autor pode adotar um ponto de vista favorável à reforma, argumentando que ela trará justiça social e reduzirá as desigualdades econômicas. A ideia central, neste caso, é a defesa da reforma como uma medida necessária para melhorar a distribuição de renda no país. O autor apresentará argumentos que sustentem essa tese, como dados econômicos, exemplos de outros países e opiniões de especialistas.

Nos textos científicos e expositivos, a ideia central também está relacionada ao objetivo de informar ou esclarecer o leitor sobre um tema específico. A neutralidade é mais comum nesses casos, mas ainda assim há um ponto de vista que orienta a escolha das informações e a forma como elas são apresentadas. Por exemplo, em um relatório sobre os efeitos do desmatamento, o autor pode não expressar diretamente uma opinião, mas ao apresentar evidências sobre o impacto ambiental, está implicitamente sugerindo a importância de políticas de preservação.

► Como Identificar o Ponto de Vista e a Ideia Central

Para identificar o ponto de vista ou a ideia central de um texto, é importante atentar-se a certos aspectos:

▪ **Título e Introdução:** Muitas vezes, o ponto de vista do autor ou a ideia central já são sugeridos pelo título do texto ou pelos primeiros parágrafos. Em artigos e ensaios, o autor frequentemente apresenta sua tese logo no início, o que facilita a identificação.

▪ **Linguagem e Tom:** A escolha das palavras e o tom (objetivo, crítico, irônico, emocional) revelam muito sobre o ponto de vista do autor. Uma linguagem carregada de emoção ou uma sequência de dados e argumentos lógicos indicam como o autor quer que o leitor interprete o tema.

▪ **Seleção de Argumentos:** Nos textos argumentativos, os exemplos, dados e fatos apresentados pelo autor refletem o ponto de vista defendido. Textos favoráveis a uma

LÍNGUA INGLESA

COMPREENSÃO DE TEXTOS ESCRITOS EM LÍNGUA INGLESA

Reading Comprehension

Interpretar textos pode ser algo trabalhoso, dependendo do assunto, ou da forma como é abordado. Tem as questões sobre o texto. Mas, quando o texto é em outra língua? Tudo pode ser mais assustador.

Se o leitor manter a calma, e se embasar nas estratégias do Inglês Instrumental e ter certeza que ninguém é cem por cento leigo em nada, tudo pode ficar mais claro.

Vejamos o que é e quais são suas estratégias de leitura:

Inglês Instrumental

Também conhecido como Inglês para Fins Específicos - ESP, o Inglês Instrumental fundamenta-se no treinamento instrumental dessa língua. Tem como objetivo essencial proporcionar ao aluno, em curto prazo, a capacidade de ler e compreender aquilo que for de extrema importância e fundamental para que este possa desempenhar a atividade de leitura em uma área específica.

Estratégias de leitura

- **Skimming:** trata-se de uma estratégia onde o leitor vai buscar a ideia geral do texto através de uma leitura rápida, sem apegar-se a ideias mínimas ou específicas, para dizer sobre o que o texto trata.
- **Scanning:** através do scanning, o leitor busca ideias específicas no texto. Isso ocorre pela leitura do texto à procura de um detalhe específico. Praticamos o scanning diariamente para encontrarmos um número na lista telefônica, selecionar um e-mail para ler, etc.
- **Cognatos:** são palavras idênticas ou parecidas entre duas línguas e que possuem o mesmo significado, como a palavra “vírus” é escrita igualmente em português e inglês, a única diferença é que em português a palavra recebe acentuação. Porém, é preciso atentar para os chamados falsos cognatos, ou seja, palavras que são escritas igual ou parecidas, mas com o significado diferente, como “evaluation”, que pode ser confundida com “evolução” onde na verdade, significa “avaliação”.
- **Inferência contextual:** o leitor lança mão da inferência, ou seja, ele tenta adivinhar ou sugerir o assunto tratado pelo texto, e durante a leitura ele pode confirmar ou descartar suas hipóteses.
- **Reconhecimento de gêneros textuais:** são tipo de textos que se caracterizam por organização, estrutura gramatical, vocabulário específico e contexto social em que ocorrem. Dependendo das marcas textuais, podemos distinguir uma poesia de uma receita culinária, por exemplo.

- **Informação não-verbal:** é toda informação dada através de figuras, gráficos, tabelas, mapas, etc. A informação não-verbal deve ser considerada como parte da informação ou ideia que o texto deseja transmitir.
- **Palavras-chave:** são fundamentais para a compreensão do texto, pois se trata de palavras relacionadas à área e ao assunto abordado pelo texto. São de fácil compreensão, pois, geralmente, aparecem repetidamente no texto e é possível obter sua ideia através do contexto.
- **Grupos nominais:** formados por um núcleo (substantivo) e um ou mais modificadores (adjetivos ou substantivos). Na língua inglesa o modificador aparece antes do núcleo, diferente da língua portuguesa.
- **Afixos:** são prefixos e/ou sufixos adicionados a uma raiz, que modifica o significado da palavra. Assim, conhecendo o significado de cada afixo pode-se compreender mais facilmente uma palavra composta por um prefixo ou sufixo.
- **Conhecimento prévio:** para compreender um texto, o leitor depende do conhecimento que ele já tem e está armazenado em sua memória. É a partir desse conhecimento que o leitor terá o entendimento do assunto tratado no texto e assimilará novas informações. Trata-se de um recurso essencial para o leitor formular hipóteses e inferências a respeito do significado do texto.

O leitor tem, portanto, um papel ativo no processo de leitura e compreensão de textos, pois é ele que estabelecerá as relações entre aquele conteúdo do texto e os conhecimentos de mundo que ele carrega consigo. Ou mesmo, será ele que poderá agregar mais profundidade ao conteúdo do texto a partir de sua capacidade de buscar mais conhecimentos acerca dos assuntos que o texto traz e sugere.

Não se esqueça que saber interpretar textos em inglês é muito importante para ter melhor acesso aos conteúdos escritos fora do país, ou para fazer provas de vestibular ou concursos.

ITENS GRAMATICAIS RELEVANTES PARA O ENTENDIMENTO DOS SENTIDOS DOS TEXTOS

Dentre os muitos tópicos gramaticais da língua inglesa, alguns se fazem primordiais para a compreensão textual e a contextualização da comunicação no idioma. Os tempos verbais são as principais gramáticas a serem estudadas para uma melhor compreensão do idioma por completo. Ao realizar a interpretação de um texto, deve-se levar o tempo verbal em consideração para que se possa contextualizar o momento ao qual a fala se refere. Confira a seguir.

AMOSTRA

Simple present

O *simple present* ou o presente simples é marcado por dois verbos auxiliares específicos DO e DOES. A conjugação verbal no tempo presente da língua inglesa é simples e se divide entre grupos de sujeitos. No infinitivo, ou seja, quando terminados em “ar”, “er”, “ir” no português, o verbo leva “to” em inglês, veja a seguir.

- Comer – to *eat*
- Beber – to *drink*
- Andar – to *walk*

Todos os verbos no presente mantêm uma conjugação básica, muito mais simples que a do português para cada sujeito. Basta retirar o “to” do infinitivo para serem conjugados com os sujeitos *I, you, we, they* e *you* (plural). Veja:

- I **eat** – Eu como
- You **eat** – Você come/ Tu comes
- We **eat** – Nós comemos
- They **eat** – Eles comem
- You **eat** – Vocês comem/ Vós comeis

No caso dos pronomes na terceira pessoa (*he, she* e *it*), acrescenta-se ao verbo o *s* conjuga-los adequadamente no tempo presente; para saber quando usar casa partícula, é necessário atentar-se ao final de cada verbo. Veja:

- She speaks Spanish.
- My brother enjoys watching movies.
- Anne visits her family on weekends

A grande maioria dos verbos recebem a terminação em *s* no inglês, em especial os terminados em sons consonantais de *p, t, k* ou *f* ou sons vogais. Mas encontramos algumas exceções também em que devemos acrescentar *es* ou *ies* ao final do verbo, no caso de verbos terminados em *y*, em *ch*, em *sh*, em *x*, em *s* ou em *z*.

Em verbos a terminação consoante + *y*, acrescenta-se o “*ies*”. Confira alguns exemplos de verbos que se encaixam nesta regra.

- To *study* – She studies *math*. (Ela estuda matemática)
- To *try* – He tries to practice sports. (Ele tenta praticar esportes)
- To *fry* – John fries potatoes in oil. (John fritar batatas no óleo)
- To *copy* – Lucy copies the text. (Lucy copia o texto)
- To *reply* – He replies with a text. (Ele responde com uma mensagem)

Há, porém, uma exceção para a regra do “*y*”. Em verbos que seguem a ordem de consoante, vogal e consoante (cvc) em sua terminação, acrescenta-se apenas o “*s*”. Confira:

- To *play* – She plays the guitar. (Ela toca violão)
- To *stay* – It stays there (Fica lá)
- To *enjoy* – He enjoys playing the piano. (Ele gosta de tocar o violão)

Verbos terminados em *ch, sh, s, z* ou *x*, terminam “*es*”. Observe:

- To *touch* – He touches his nose. (Ele toca seu nariz)
- To *press* – Mary presses the button. (Maria aperta o botão)
- To *buzz* – The noise buzzes across the room. (O barulho zumbido pela sala)
- To *crash* – The bus crashes against the wall (O ônibus bate contra o muro)
- To *fix* – The man fixes the sink. (O homem conserta a pia)

Observe que apenas no caso dos pronomes em terceira pessoa (*he, she, it*), o verbo se modificou. Nos demais sujeitos o verbo mantém sua forma original do infinitivo.

Há ainda o uso dos verbos auxiliares DO e DOES em frases negativas e interrogativas no presente simples do inglês. E, assim como a conjugação verbal, os auxiliares são divididos em dois grupos de acordo com os sujeitos:

- DO para *I, You, We, They* e *You* (plural).
- DOES para *He, She* e *It*.

Na negativa, o verbo auxiliar *do* ou *does* é somado ao *not* (não), podendo sofrer uma contração, comum da linguagem informal.

- Do not = **don't**
- Does not = **doesn't**

Sendo assim, no presente acrescentam-se estes auxiliares ao modo negativo para formular uma frase negativa. O verbo que o segue, porém, retorna ao seu estado primário (infinitivo sem “to”) em todos os casos quando as frases estão na forma negativa. Veja:

- You do not enjoy this song. / You don't enjoy this song
(Você não gosta desta canção)
- She does not understand English / She doesn't understand English.
(Ela não entende inglês)

Em frases interrogativas os verbos auxiliares do presente são postos no início da frase e o verbo retorna para seu estado infinitivo sem o “to”. Confira:

- Do you enjoy watching TV? (Você gosta de assistir TV?)
- Do Anna and Joe understand the text? (Anna e John entendem o texto?)
- Does she work at a store? (Ela trabalha em uma loja?)
- Does Matt speak Mandarin? (Matt fala mandarim?)

E assim formamos as bases das estruturas do tempo presente na língua inglesa.

Simple past

O passado simples no inglês segue uma estrutura ainda mais simplificada do que o próprio presente simples. O auxiliar DID é responsável por formular frases negativas e interrogativas. E os verbos são divididos entre verbos regulares e irregulares.



CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS - BLOCO I

TEORIA ELETROMAGNÉTICA

Análise Vetorial e Eletrostática

A eletrostática é o alicerce da teoria eletromagnética, focando no estudo de campos elétricos produzidos por distribuições de carga que não variam com o tempo. Para o engenheiro eletricitista, este estudo transcende a física de partículas, sendo essencial para o projeto de isoladores, capacitores, cabos de alta tensão e para a compreensão de fenômenos como a rigidez dielétrica e o efeito corona.

Ferramental Matemático: Operadores e Teoremas de Campo

A descrição dos campos elétricos exige o uso de operadores diferenciais vetoriais. O comportamento de um campo em um ponto do espaço é definido por sua divergência e seu rotacional:

Operador Divergente ($\nabla \cdot$): Mede a densidade de fluxo que emana de um ponto. Pela Lei de Gauss na forma diferencial ($\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho_v$), entendemos que as fontes do campo elétrico são as cargas elétricas (ρ_v).

Operador Rotacional ($\nabla \times$): Na eletrostática, o campo elétrico é conservativo, o que implica que $\nabla \times \mathbf{E} = \mathbf{0}$. Fisicamente, isso significa que o trabalho realizado para mover uma carga em um caminho fechado é nulo.

Teorema da Divergência: Permite converter integrais de volume em integrais de superfície, facilitando o cálculo de fluxos totais através de superfícies fechadas (fronteiras de componentes).

Lei de Gauss e o Vetor Densidade de Fluxo Elétrico

Enquanto a Lei de Coulomb é útil para cargas pontuais, a Lei de Gauss é a ferramenta de engenharia para lidar com simetrias (esférica, cilíndrica ou plana). Ela estabelece que o fluxo elétrico total através de uma superfície fechada (superfície gaussiana) é igual à carga líquida envolvida por essa superfície:

$$\oint_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = Q_{int}$$

O vetor $\mathbf{D}$ (densidade de fluxo elétrico ou deslocamento elétrico) é independente das propriedades do meio material, relacionando-se com o campo elétrico $\mathbf{E}$ através da permissividade do meio: $\mathbf{D} = \epsilon \mathbf{E}$. Em meios anisotrópicos, ϵ deixa de ser um escalar e torna-se um tensor, alterando a direção das linhas de fluxo em relação ao campo.

Potencial Elétrico e as Equações de Poisson e Laplace

O potencial elétrico (V) é uma grandeza escalar que simplifica a análise de sistemas complexos. O campo elétrico é o gradiente negativo do potencial $\mathbf{E} = -\nabla V$. Ao combinar esta relação com a Lei de Gauss, obtemos a **Equação de Poisson**:

$$\nabla^2 V = -\frac{\rho_v}{\epsilon}$$

Em regiões desprovidas de carga ($\rho_v = 0$), como o espaço entre as placas de um capacitor ou o dielétrico de um isolador, a expressão simplifica-se para a **Equação de Laplace** ($\nabla^2 V = 0$). Resolver estas equações diferenciais sob condições de contorno específicas é o método padrão para determinar a distribuição de tensões e o estresse elétrico em equipamentos de potência.

Dielétricos e Condições de Contorno

Materiais isolantes (dielétricos) reagem ao campo elétrico através da polarização, onde dipolos atômicos se alinham ao campo, criando um campo interno oposto que reduz a intensidade total. A análise de interfaces entre diferentes meios (como a interface cobre-isolante ou óleo-papel) é regida pelas condições de contorno:

Continuidade Tangencial: O componente do campo elétrico paralelo à interface é o mesmo em ambos os materiais.

Descontinuidade Normal: A diferença entre os componentes normais do fluxo elétrico é igual à densidade de carga superficial na fronteira. Se não houver carga livre,

O domínio dessas transições é vital para evitar o rompimento da isolamento em pontos de alta concentração de campo elétrico, prevenindo falhas catastróficas em transformadores e barramentos.

Magnetostática e Interação Magnética

Enquanto a eletrostática lida com cargas em repouso, a magnetostática foca nos campos gerados por cargas em movimento constante, ou seja, **correntes contínuas (DC)**. Este capítulo é o alicerce para entender como a energia elétrica se transforma em força mecânica e como os indutores e transformadores armazenam e transferem energia.

A Lei de Ampère e a Circulação de Campo

AMOSTRA

A Lei de Ampère é a contraparte da Lei de Gauss para o magnetismo. Ela afirma que a intensidade do campo magnético (H) circulando ao redor de um condutor é diretamente proporcional à corrente elétrica que o atravessa. Para o engenheiro, essa lei permite calcular o campo em geometrias práticas, como o interior de motores ou o redor de cabos coaxiais.

Diferente do campo elétrico, que “nasce” e “morre” em cargas, as linhas de campo magnético são sempre **laços fechados**. Isso decorre da inexistência de monopolos magnéticos (não existe um polo Norte sem um polo Sul isolado).

Densidade de Fluxo (B) e Permeabilidade

O campo magnético gerado pela corrente interage com a matéria de forma distinta. A **Densidade de Fluxo Magnético (B)** representa a resposta do meio ao campo H . Em materiais ferromagnéticos (como o aço silício dos núcleos de transformadores), o material “ajuda” a conduzir o fluxo, tornando o campo muito mais intenso.

Essa relação é definida pela permeabilidade magnética (μ). Quando as linhas de fluxo encontram um material com alta permeabilidade, elas tendem a se concentrar dentro dele, o que permite “guiar” o magnetismo para onde ele é necessário, como no entreferro de um motor para gerar torque.

Circuitos Magnéticos: A Analogia de Ohm

Para simplificar o projeto de máquinas elétricas, utilizamos a analogia entre eletricidade e magnetismo. Em vez de resolvermos equações diferenciais complexas para cada ponto do espaço, tratamos o núcleo de ferro como um “condutor de fluxo”:

Força Magnetomotriz (F): É o equivalente à tensão (Volts), gerada pelo número de espiras multiplicado pela corrente ($N \cdot I$).

Fluxo Magnético (Φ): É o equivalente à corrente elétrica (Amperes).

Relutância (R): É a “resistência” que o material oferece à passagem do fluxo. Materiais como o ferro têm baixa relutância; o ar tem relutância altíssima.

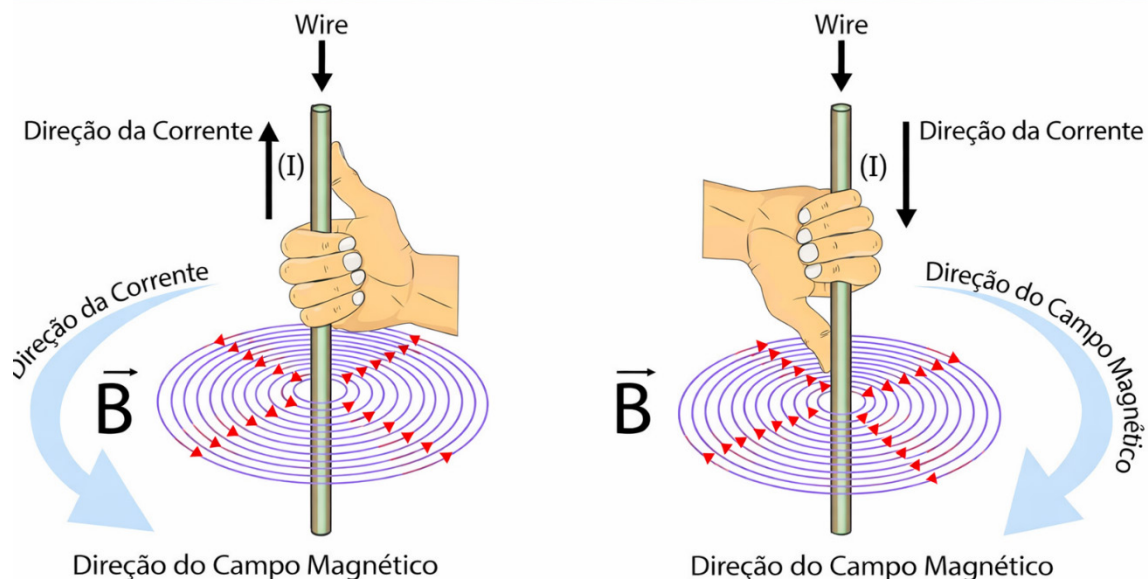
Essa ferramenta é usada para calcular a indutância de enrolamentos e prever perdas por espraio de fluxo em transformadores.

Força de Lorentz e Indutância

A interação fundamental da magnetostática é a força exercida sobre um condutor percorrido por corrente imerso em um campo magnético. Esta força é o que faz os motores girarem. Simultaneamente, o campo gerado pela própria corrente de um circuito pode “atrapalhar” ou “ajudar” a circulação dessa corrente, fenômeno conhecido como **Indutância**.

A indutância é, essencialmente, a medida da inércia elétrica de um componente: sua capacidade de armazenar energia no campo magnético e resistir a variações bruscas de corrente.

CORRENTE E CAMPO MAGNÉTICO



CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS - BLOCO II

GERAÇÃO, TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

ESTRUTURA GERAL DOS SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA

Os sistemas elétricos de potência são responsáveis por produzir, transportar e entregar energia elétrica aos consumidores com segurança, confiabilidade e qualidade adequada. Estruturalmente, esses sistemas são organizados em três grandes blocos funcionais: geração, transmissão e distribuição.

De forma simplificada, o fluxo energético segue a sequência:

- Geração nas usinas
- Transmissão em alta tensão
- Distribuição em média e baixa tensão

Essa divisão não é apenas operacional, mas também técnica e econômica. Cada etapa possui características elétricas, níveis de tensão e modelos de análise próprios.

Organização hierárquica do sistema

Os sistemas de potência operam de forma interligada, formando redes complexas compostas por:

- Geradores síncronos
- Transformadores elevadores e abaixadores
- Linhas de transmissão
- Subestações
- Redes de distribuição
- Cargas industriais, comerciais e residenciais

O objetivo principal é garantir o equilíbrio entre geração e consumo em tempo real. Diferentemente de outros sistemas energéticos, a energia elétrica não é facilmente armazenada em grande escala (exceto em casos específicos, como usinas reversíveis e sistemas com baterias). Assim, o sistema deve manter equilíbrio instantâneo entre potência gerada e potência consumida.

► Níveis de tensão e racionalidade técnica

A utilização de diferentes níveis de tensão é fundamental para a viabilidade técnica e econômica do sistema.

A potência elétrica trifásica pode ser expressa como:

$$P = \sqrt{3} VI \cos \varphi$$

Para transmitir grandes potências com menores perdas, eleva-se a tensão, reduzindo-se a corrente. Isso ocorre porque as perdas ôhmicas nas linhas são proporcionais a I^2R . Assim, ao reduzir a corrente, reduz-se significativamente a dissipação de potência.

Essa estratégia explica a divisão típica:

- Geração em média tensão (tipicamente entre 6 kV e 25 kV)
- Transmissão em alta ou extra-alta tensão (138 kV, 230 kV, 500 kV ou superiores)
- Distribuição em média tensão (13,8 kV, 23 kV etc.)
- Atendimento final em baixa tensão (127/220 V ou 220/380 V)

► Sistema interligado e confiabilidade

Os sistemas modernos operam de forma interligada, permitindo intercâmbio de energia entre regiões. Essa interligação aumenta:

- Confiabilidade
- Flexibilidade operacional
- Otimização do despacho de geração

Entretanto, também introduz complexidade dinâmica, exigindo estudos de estabilidade transitória, estabilidade de tensão e estabilidade de frequência.

A modelagem global do sistema utiliza representação por barras (nós) e ramos (linhas e transformadores), formando redes analisadas por métodos matriciais baseados em álgebra linear.

GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA: PRINCÍPIOS E TECNOLOGIAS

A geração de energia elétrica baseia-se na conversão de diferentes formas de energia primária em energia elétrica, principalmente por meio da indução eletromagnética.

► Princípio eletromagnético

A base física da geração está na Lei de Faraday da indução:

$$e = - \frac{d\Phi}{dt}$$

onde Φ é o fluxo magnético. A variação temporal do fluxo através de uma espira induz uma força eletromotriz.

Nas usinas, essa variação é obtida por meio da rotação mecânica de um rotor em um campo magnético. O equipamento responsável por essa conversão é o gerador síncrono.

AMOSTRA

O sistema típico envolve:

- Turbina (fonte de energia mecânica)
- Eixo mecânico
- Gerador elétrico

A potência mecânica fornecida pela turbina é convertida em potência elétrica no estator do gerador.

► **Principais fontes de geração**

A energia mecânica que aciona o gerador pode ter diversas origens.

Geração hidrelétrica

Utiliza a energia potencial da água armazenada em reservatórios. A potência hidráulica depende da vazão e da altura de queda. A água movimenta turbinas hidráulicas acopladas ao gerador.

Vantagens incluem alta eficiência e baixo custo operacional. Entretanto, dependem de disponibilidade hídrica e impacto ambiental significativo.

Geração termelétrica

Baseia-se na queima de combustíveis (gás natural, carvão, biomassa). O calor gerado produz vapor ou gases de combustão que movimentam turbinas.

Pode operar segundo ciclos como:

- Ciclo Rankine (vapor)
- Ciclo Brayton (gás)
- Ciclo combinado

Geração eólica

Converte energia cinética do vento em energia mecânica por meio de aerogeradores. A potência extraída depende da velocidade do vento e da área varrida pelas pás.

Geração solar fotovoltaica

Baseia-se no efeito fotovoltaico, no qual a radiação solar gera corrente elétrica em semicondutores. Diferentemente das demais, não utiliza máquina rotativa tradicional.

► **Controle e sincronização**

Em sistemas interligados, os geradores devem operar sincronizados em frequência, tensão e fase. Antes da conexão à rede, é necessário que:

- A frequência do gerador coincida com a do sistema
- A tensão esteja no mesmo nível
- Haja coincidência de fase

A frequência do sistema elétrico está diretamente ligada à velocidade de rotação do gerador síncrono. Assim, variações de carga afetam a velocidade e exigem atuação dos sistemas de controle primário e secundário.

► **Aspectos de eficiência e despacho**

O despacho de geração busca atender à demanda com menor custo possível, respeitando limites técnicos e ambientais.

A potência ativa controla o balanço energético do sistema, enquanto a potência reativa influencia os níveis de tensão.

Assim, a geração não envolve apenas produzir energia, mas manter estabilidade, qualidade e confiabilidade da rede.

SISTEMAS DE TRANSMISSÃO: ALTA TENSÃO E ESTABILIDADE

A transmissão de energia elétrica tem como finalidade transportar grandes blocos de potência das usinas geradoras até os centros de carga, frequentemente separados por longas distâncias. A decisão de operar em alta ou extra-alta tensão é consequência direta da análise elétrica das perdas no sistema.

Sabendo que a potência trifásica é dada por $P = \sqrt{3}VI \cos \varphi$, para uma potência fixa, elevar a tensão implica reduzir a corrente. Como as perdas resistivas são proporcionais a I^2R , a redução da corrente diminui significativamente a dissipação térmica nas linhas. Essa é a base técnica da transmissão em níveis como 138 kV, 230 kV e 500 kV.

Do ponto de vista de modelagem, a linha de transmissão é representada por parâmetros distribuídos ao longo de seu comprimento. Ela não é apenas um elemento resistivo, mas apresenta comportamento eletromagnético completo, envolvendo:

- Resistência, associada às perdas por efeito Joule
- Indutância, associada ao campo magnético criado pela corrente
- Capacitância, associada ao campo elétrico entre condutores e solo

Para linhas curtas, utiliza-se modelo concentrado. Para linhas médias, adota-se o modelo π . Em linhas longas, o comportamento é descrito por equações diferenciais que relacionam variações espaciais de tensão e corrente, cuja solução conduz às constantes de propagação e à impedância característica da linha.

A operação do sistema exige estudos de fluxo de potência, cujo objetivo é determinar tensões nodais, ângulos de fase e distribuição de potência ativa e reativa. Trata-se de um problema não linear, resolvido por métodos iterativos baseados em álgebra matricial. A matriz de admitância nodal é o elemento central dessa formulação.

Além do regime permanente, a transmissão deve ser analisada sob o ponto de vista dinâmico. A estabilidade do sistema envolve a capacidade de manter sincronismo entre geradores após perturbações. Pode-se distinguir:

- Estabilidade de frequência, associada ao equilíbrio global entre geração e carga
- Estabilidade de tensão, relacionada ao balanço de potência reativa
- Estabilidade angular, ligada ao sincronismo eletromecânico dos geradores



CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS - BLOCO III

CÁLCULO DIFERENCIAL, INTEGRAL (UNIVARIÁVEL E MULTIVARIÁVEL) E VETORIAL

LIMITES

A definição de limite é empregada para descrever o comportamento de uma função à medida que nos aproximamos de valores específicos. O conceito de limite de uma função desempenha um papel fundamental no cálculo diferencial e em outros ramos da análise matemática, pois é essencial para a definição de derivadas e para compreender a continuidade de funções.

Dizemos que uma função $f(x)$ tem um limite A quando $x \rightarrow a$ ($\rightarrow$: tende), isto é,

$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = A$$

Se, à medida que x se aproxima de seu limite, de qualquer forma, sem alcançar o valor a , o módulo de $f(x) - A$ torna-se e permanece menor que qualquer valor positivo predefinido, independentemente de quão pequeno seja.

Teoremas

1. A soma dos limites de duas ou mais funções da mesma variável é igual ao limite da sua soma.
2. O limite do produto de duas ou mais funções da mesma variável é igual ao produto dos seus limites.
3. O limite do quociente de duas ou mais funções da mesma variável é igual ao quociente dos seus limites, desde que o limite do divisor seja diferente de zero.
4. O limite da raiz positiva de uma função é igual à raiz positiva do limite da função, considerando que esta raiz seja real.

Devemos ter atenção em não supor que

$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = f(a)$, pois $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$ depende do comportamento de $f(x)$ para os valores de x próximos, mas diferentes de a , enquanto $f(a)$ é o valor da função em $x = a$.

Determinando o limite de uma função:

$$\lim_{x \rightarrow 4} \frac{x-4}{x^2-x-12} = \lim_{x \rightarrow 4} \frac{x-4}{(x-4)(x+3)} = \lim_{x \rightarrow 4} \frac{1}{x+3} = \lim_{x \rightarrow 4} \frac{1}{7}$$

$$\lim_{x \rightarrow 3} \frac{x-3}{x^2-9} = \lim_{x \rightarrow 3} \frac{x-3}{(x+3)(x-3)} = \lim_{x \rightarrow 3} \frac{1}{x+3} = \lim_{x \rightarrow 3} \frac{1}{6}$$

Propriedades dos Limites:

1ª)

$$\lim_{x \rightarrow a} [f(x) \pm g(x)] = \lim_{x \rightarrow a} f(x) \pm \lim_{x \rightarrow a} g(x)$$

O limite da soma é a soma dos limites.

O limite da diferença é a diferença dos limites.



AMOSTRA

2ª)

$$\lim_{x \rightarrow a} [f(x) \cdot g(x)] = \lim_{x \rightarrow a} f(x) \cdot \lim_{x \rightarrow a} g(x)$$

O limite do produto é o produto dos limites.

3ª)

$$\lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x)}{g(x)} = \frac{\lim_{x \rightarrow a} f(x)}{\lim_{x \rightarrow a} g(x)}$$

O limite do quociente é o quociente dos limites desde que o denominador não seja zero.

4ª)

$$\lim_{x \rightarrow a} f(x)^n = \left(\lim_{x \rightarrow a} f(x) \right)^n, n \in \mathbb{N}^*$$

5ª)

$$\lim_{x \rightarrow a} \sqrt[n]{f(x)} = \sqrt[n]{\lim_{x \rightarrow a} f(x)}, n \in \mathbb{N}^* \text{ e } f(x) > 0. (\text{Se } f(x) \leq 0, n \text{ é ímpar.})$$

6ª)

$$\lim_{x \rightarrow a} (\ln f(x)) = \ln \left[\lim_{x \rightarrow a} f(x) \right], \text{ se } \lim_{x \rightarrow a} f(x) > 0$$

7ª)

$$\lim_{x \rightarrow a} \sin(f(x)) = \sin \left(\lim_{x \rightarrow a} f(x) \right)$$

8ª)

$$\lim_{x \rightarrow a} e^{f(x)} = e^{\lim_{x \rightarrow a} f(x)}$$

Limites Laterais

- Se x se aproxima de a por valores maiores que a ou pela direita de a , denotamos:

$$\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = b$$

Esse limite é denominado limite lateral à direita de a .

- Se x se aproxima de a por valores menores que a ou pela esquerda de a , denotamos:

$$\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = c$$

Esse limite é designado como limite lateral à esquerda de a .

O limite de $f(x)$ para $x \rightarrow a$ existe se, e somente se, os limites laterais à direita e esquerda são iguais, ou seja:

Se $\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = \lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = b$, então $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = b$.





GOSTOU DESSE MATERIAL?

Imagine o impacto da versão **COMPLETA** na sua preparação. É o passo que faltava para garantir aprovação e conquistar sua estabilidade. Ative já seu **DESCONTO ESPECIAL!**

EU QUERO SER APROVADO!

