

Vitor Amadeu Souza

Fundamentos e Aplicações dos

Sistemas Elétricos de Potência

Parte XV

© 2024 by Cerne Tecnologia e Treinamento Ltda.

© 2024 by Vitor Amadeu Souza

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida sem autorização prévia e escrita de **Cerne Tecnologia e Treinamento Ltda.** Este livro publica nomes comerciais e marcas registradas de produtos pertencentes a diversas companhias. O editor utiliza as marcas somente para fins editoriais e em benefício dos proprietários das marcas, sem nenhuma intenção de atingir seus direitos.

Dezembro de 2024

Direitos reservados por:

Cerne Tecnologia e Treinamento Ltda

Produção: Cerne Tecnologia e Treinamento

E-mail da Empresa: cerne@cerne-tec.com.br

Home Page: www.cerne-tec.com.br.com.br

Atendimento ao Consumidor: sac@cerne-tec.com.br

Contato com o Autor: vitor@cerne-tec.com.br



FEITO NO BRASIL

“Creio para compreender e compreendo para crer melhor.”

Santo Agostinho

Cerne Tecnologia

A Cerne Tecnologia tem uma equipe preparada para desenvolvimento de projetos elétricos, eletrônicos, automação em diversas áreas: Médica, Entretenimento, Industrial, Robótica, Científica, Automobilística, Aeronáutica, etc. Trabalhamos com tecnologia microcontrolada usando o PIC, ARM, AVR, 8051, dsPIC, PIC24, PIC32 além do Arduino, Raspberry, Beaglebone etc. Desenvolvemos o projeto desde sua concepção até a entrega do produto final, passando pelas etapas de esquema elétrico, protótipo e desenvolvimento de circuito impresso.

Desenvolvemos aplicativos para smartphones/tablets Android e iOS e no desenvolvimento de softwares a nível PC para plataforma Windows, usando ferramentas como o Visual Basic, C# e C++.

Atuamos na parte de montagem de placas, onde podemos fornecer ambos os serviços de desenvolvimento de projetos e produção ou apenas um destes.

Desenvolvemos esquemas elétricos e layout de PCI, tanto em tecnologia convencional como SMD.

Temos a flexibilidade de customizar um de nossos produtos, de modo a atender a uma necessidade específica do cliente, tornando o custo de desenvolvimento menor se comparado a construção de um projeto desde a sua fase inicial.

Desenvolvemos e fornecemos kits didáticos para diversos microcontroladores além de apostilas, livros e e-books.

Na hora de desenvolver um projeto ou equipar seu laboratório não hesite em nos contatar. Entre em contato conosco através do endereço cerne-tec.com.br para obter mais informações.



cerne-tec.com.br

Sumário

Introdução.....	6
Capítulo I – Método de Gauss-Seidel.....	7
1. Introdução.....	7

Introdução

O estudo dos Sistemas Elétricos de Potência é fundamental para a compreensão, operação e desenvolvimento das redes de transmissão e distribuição de energia elétrica, que são essenciais para a infraestrutura moderna. Este livro tem como objetivo fornecer uma base sólida sobre os principais conceitos, métodos e aplicações envolvidas no planejamento, análise e operação de sistemas de potência. A abordagem busca integrar teoria e prática, com foco nos conceitos fundamentais e nas técnicas amplamente utilizadas na engenharia elétrica.

Este livro é estruturado para atender tanto os estudantes que estão começando a sua jornada na engenharia elétrica quanto os profissionais que buscam aprimorar seus conhecimentos e aplicar os métodos discutidos em cenários práticos. Ao longo do conteúdo, procuramos combinar uma abordagem técnica aprofundada com exemplos, exercícios práticos e ferramentas computacionais, possibilitando uma compreensão completa e aplicável dos sistemas elétricos de potência.

Observe o sumário para verificar os temas abordados em cada parte da série.

Capítulo I

Método de Gauss-Seidel

1. Introdução

O método de Gauss-Seidel é um procedimento iterativo utilizado para resolver sistemas de equações lineares, sendo especialmente relevante em aplicações de engenharia, como na análise de sistemas elétricos de potência. Este método é uma modificação do método de Jacobi e foi desenvolvido para acelerar a convergência, permitindo que menos iterações sejam necessárias para alcançar uma solução aproximada.

No método de Gauss-Seidel, o sistema linear é expresso na forma $Ax = b$, onde A é a matriz dos coeficientes, x é o vetor das incógnitas e b é o vetor dos termos constantes. A diferença principal em relação ao método de Jacobi é que, ao calcular cada nova aproximação da solução, o Gauss-Seidel utiliza imediatamente os valores já atualizados das variáveis que foram calculadas na mesma iteração. Isso significa que, ao resolver a equação para a

variável x_i , os valores mais recentes de $x_1, x_2, \dots, x_{i-1}$ são usados, resultando em uma convergência geralmente mais rápida.

A convergência do método de Gauss-Seidel depende de algumas condições. Uma condição suficiente para garantir a convergência é que a matriz dos coeficientes seja estritamente diagonal dominante. Isso significa que, para cada linha da matriz, o valor absoluto do elemento da diagonal deve ser maior do que a soma dos valores absolutos dos outros elementos daquela linha. Existem também critérios como o critério de Sassenfeld e o critério das linhas que podem ser utilizados para analisar a convergência do método.

A importância do método de Gauss-Seidel nos sistemas elétricos de potência está relacionada à sua eficiência na resolução do problema de fluxo de potência. Em sistemas elétricos complexos, onde as interações entre geradores, cargas e linhas de transmissão são representadas por grandes sistemas lineares, o Gauss-Seidel permite calcular as tensões e potências em cada barra da rede com um número relativamente baixo de iterações. Isso é fundamental para a análise operacional e planejamento da rede elétrica, pois possibilita ajustes rápidos nas operações e identificação de problemas potenciais.

Além disso, o método pode ser facilmente implementado em software para simulações em tempo real, tornando-o uma ferramenta valiosa para engenheiros eletricitas. Sua capacidade de lidar com sistemas esparsos e sua simplicidade em termos computacionais fazem dele uma escolha popular em diversas aplicações práticas na engenharia elétrica. Portanto, o método de Gauss-Seidel não apenas contribui para a eficiência na resolução matemática de sistemas lineares, mas também desempenha um papel essencial na operação segura e eficaz das redes elétricas modernas.

Ex 1) Dado o vetor $\mathbf{I}$ e a matriz $\mathbf{Y}$ abaixo.

$$\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} 4 & -1 & -1 \\ -1 & 3 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{bmatrix}$$
$$\mathbf{I} = \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \\ 3 \end{bmatrix}$$

a) Encontre os valores do vetor E usando o método de Gauss-Seidel para 3 iterações. Considere a condição inicial para todas as tensões em $E=[0,0,0]^T$.

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4 & -1 & -1 \\ -1 & 3 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \\ E_3 \end{bmatrix}$$

Sabendo que $I_1=2$, $I_2=1$ e $I_3=3$.

$$4E_1 - E_2 - E_3 = 2$$

$$-E_1 + 3E_2 - E_3 = 1$$

$$-E_1 - E_2 + 2E_3 = 3$$

1° ET) $E=[0,0,0]^T$

$$E_1 = (2 + E_2 + E_3) / 4 = 0.5$$

$$E_2 = (1 + E_1 + E_3) / 3 \approx 0.5$$

$$E_3 = (3 + E_1 + E_2) / 2 \approx 2$$