

Vitor Amadeu Souza

Fundamentos e Aplicações dos

Sistemas Elétricos de Potência

Parte I

© 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.

Novembro 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

***"A única maneira de fazer um ótimo trabalho
é amar o que você faz."***

Steve Jobs

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

01. Revisão de Números Complexos.....	8
01. Introdução.....	8
02. Propriedades dos Números Complexos.....	12
03. Conjugado de um Número Complexo.....	14
04. Adição de Complexos.....	15
05. Subtração de Complexos.....	16
06. Multiplicação de Complexos.....	18
07. Divisão de Complexos.....	20
08. Potências de Unidades Imaginárias.....	22
09. Polinômios de Complexos.....	25
10. Forma Triangular de um Número Complexo.....	29
11. Fórmula de De Moivre.....	39
12. Raízes de um número complexo.....	41
13. Fórmula exponencial de um complexo.....	45
14. Representação Fasorial de um Complexo.....	49
15. Exercícios de Avaliação.....	51

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

Revisão de Números Complexos

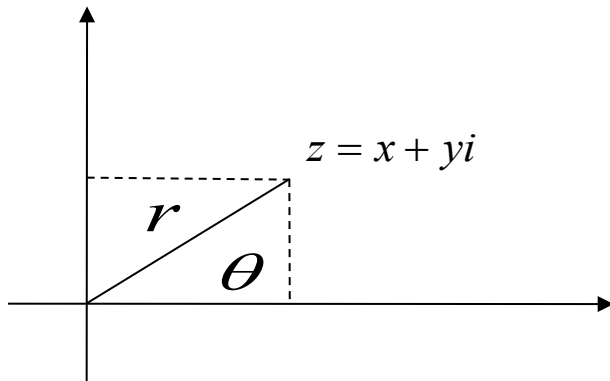
1. Introdução

Os números complexos surgiram com a necessidade de se obter raízes para números negativos onde estes não possuem solução no campo dos $\Re$ (reais). Os números complexos são representados pela letra $\mathbb{C}$. Um número complexo é representado da seguinte forma:

$$z = a + bi \text{ ou } z = x + yi$$

Onde a ou x é a parte real enquanto que bi ou yi é a parte imaginária do número complexo z . Esta representação é chamada forma retangular.

Uma regra importante para o estudo dos números complexos é saber que $i^2 = -1$. Tal condição será usada em breve nos exercícios futuros. A representação de um plano complexo pode ser dada da seguinte forma:



Onde representaremos x como a parte Real dos complexos, como apresentado a seguir:

$$x = \text{Re}(z)$$

O valor de y será a parte imaginária, como exposto abaixo:

$$y = \text{Im}(z)$$

Obs: Em engenharia elétrica, é comum usar o j ao invés de i .

O ângulo θ formado no plano complexo será chamado de argumento do complexo, representado da seguinte forma:

$$\theta = \arg(z)$$

$$\theta = \arctan\left(\frac{y}{x}\right)$$

Onde θ é medido em radianos e é determinado por múltiplos de 2π e o mesmo não é definido para o ponto $z = 0 + 0i$. O módulo ou valor absoluto, ou seja, a distância entre a origem e o ponto formado pelo número complexo será representado pela letra r e será dado por:

$$r = |z|$$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

Observe os dois números complexos abaixo:

$$z = x + yi$$

$$w = r + ti$$

Dois números complexos são iguais se e somente se a parte real e imaginária entre os mesmos forem iguais, ou seja, $x = r$ e $y = t$.