



Plano de Ensino

DISCIPLINA: Tópicos Especiais em Sistemas Elétricos:
Métodos Semi-Analíticos em Eletromagnetismo Aplicado.

CÓDIGO:
PPGEL0004

Docente Responsável: Marco Aurélio de Oliveira Schroeder

Carga Horária: 60 h

Créditos: 04

Área de Concentração: Sistemas Elétricos

Ano: 2024

Semestre: 2º

Ementa:

Equações de Maxwell nos domínios do tempo e da frequência, nas formas diferencial e integral. Condições de fronteira de Neumann e de Dirichlet. Potenciais eletromagnéticos. Formulações diferencial, integral e variacional do campo eletromagnético. Métodos analíticos: aplicação às soluções das equações de Poisson, Laplace e de onda eletromagnética (Helmholtz).

INTERDISCIPLINARIDADES

Inter-relações desejáveis

É desejável que os conteúdos abordados na disciplina *Tópicos Especiais em Sistemas Elétricos: Métodos Semi-Analíticos em Eletromagnetismo Aplicado* tenham relações diretas, principalmente, com as seguintes disciplinas e linhas de pesquisa:

- **Disciplinas** \Rightarrow Teoria Eletromagnética, Métodos Numéricos, Modelagem de Sistemas Eletromagnéticos, Planejamento de Sistemas de Potência, Sinais e Sistemas, Teoria e Projeto de Sistemas Lineares, Transitórios Eletromagnéticos em Altas Frequências e Transitórios Eletromagnéticos para Baixas Frequências.

- **Linhas de Pesquisa** \Rightarrow Eletromagnetismo Aplicado e Planejamento e Operação de Sistemas Elétricos de Potência (área de concentração: Sistemas Elétricos); Análise e Modelagem de Sistemas (área de concentração: Modelagem e Controle de Sistemas).

Objetivos - Possibilitar ao estudante os seguintes conhecimentos:



Plano de Ensino

- Desenvolver e aplicar os conceitos fundamentais dos principais métodos Semi-Analíticos em Eletromagnetismo Aplicado e, desta forma, estabelecer a base necessária para desenvolvimento de projetos e modelagens nas diversas áreas da Engenharia Elétrica, tais como: Materiais, Máquinas e Conversão da Energia, Sistemas Elétricos de Potência, Sistemas Elétricos Industriais e Telecomunicações.
- Conhecer as soluções de problemas de eletromagnetismo aplicado utilizando métodos Semi-Analíticos, tais como, transformação conforme e método de separação de variáveis.
- Estudar o Método dos Momentos, que corresponde a uma técnica amplamente utilizada em eletromagnetismo aplicada nos estudos de aterramentos elétricos, antenas, linhas de transmissão, guias de onda, propagação de onda eletromagnética etc.

Métodos Didáticos Utilizados

Marque com um X no quadro:

- | | |
|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Aula expositiva em quadro | <input checked="" type="checkbox"/> Seminário |
| <input type="checkbox"/> Aula com uso de transparência | <input checked="" type="checkbox"/> Pesquisa |
| <input checked="" type="checkbox"/> Aula com uso de multimídia | <input checked="" type="checkbox"/> Trabalho individual |
| <input checked="" type="checkbox"/> Aula prática | <input checked="" type="checkbox"/> Trabalho em grupo |
| <input checked="" type="checkbox"/> Discussão de texto | <input type="checkbox"/> Visita técnica |
| <input type="checkbox"/> Filme | <input type="checkbox"/> Outros: _____ |

Unidades de ensino		Carga-horária Horas-aula
1	Revisão de funções matemáticas:	15



Plano de Ensino

	<ul style="list-style-type: none">• Coordenadas curvilíneas generalizadas.• Método de separação de variáveis.• Funções especiais: Bessel, Hankel, polinômios de Legendre, harmônicos esféricos.• Transformações integrais: Fourier e Fourier multidimensional; Laplace.• Equações integrais.• Funções complexas de variáveis complexas.• Cálculo e análise vetorial: teoremas de Gauss, Stokes e Green.	
2	Revisão das Equações Fundamentais do Eletromagnetismo:	15
	<ul style="list-style-type: none">• Equações fundamentais.• Equações de constituição.• Cargas e correntes fictícias.• Formas integrais das equações de Maxwell.• Condições de fronteira/contorno/interface.• Potenciais eletromagnéticos e vetor de Hertz.• Interpretação energética das equações de Maxwell.• Campos harmônicos no tempo.	
3	Formulações diferencial, integral e variacional do campo eletromagnético:	15
	<ul style="list-style-type: none">• Equações diferenciais às derivadas parciais.• Unicidade de solução: equações hiperbólicas, elípticas e parabólicas.• Equações elípticas do campo eletromagnético: formulações diferencial, integral e variacional.• Equações hiperbólicas do campo eletromagnético.• Equações parabólicas do campo eletromagnético.	
4	Métodos Semi-Analíticos:	15
	<ul style="list-style-type: none">• Problemas de valor de contorno - problemas 2D/3D em coordenadas cartesianas, cilíndricas circulares e esféricas.<ul style="list-style-type: none">○ Solução por método das imagens.○ Solução por separação de variáveis.○ Solução por séries de potência.• Potenciais complexos:	



Plano de Ensino

<ul style="list-style-type: none">○ Propriedades fundamentais de funções complexas de variáveis complexas.○ Transformações conforme.○ Solução de problemas 2D por funções complexas.● Aplicações nas soluções das equações de Poisson, Laplace e de onda eletromagnética.● Problemas de valor de contorno em teoria potencial:<ul style="list-style-type: none">○ Solução por funções de Green em 2D/3D.○ Solução por equações integrais.	TOTAL	60
--	--------------	-----------

Métodos de Avaliação

Listas de exercícios, trabalhos computacionais, estudos dirigidos e provas.

Bibliografia Básica

- 1 – A. C. Balanis. **Advanced Engineering Electromagnetics**. Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York, 2012.
- 2 – J. A. Stratton. **Electromagnetic Theory**. McGraw-Hill Book Company, Inc., 1941.

Bibliografia Complementar

- 1 – V. M. Machado. **Simulação Computacional em Eletromagnetismo**. Coleção Ensino da Ciência e da Tecnologia. Instituto Superior Técnico (IST) Press, 2018.
- 2 – J. D. Jackson. **Classical Electrodynamics**. Third Edition, John Wiley and Sons, Inc., 1999.
- 3 – W. C. Chew. **Waves and Fields in Inhomogeneous Media**. IEEE Press Series on Electromagnetic Waves – IEEE Press, 1995.
- 4 – K. Simonyi. **Foundations of Electrical Engineering**. Pergamon Press, Ltd., 1963.

Elaborado por: Prof. Marco Aurélio de Oliveira Schroeder

Aprovado na reunião do colegiado em 28 de abril de 2023.

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.