



Ministério da Educação
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
 Setor de Tecnologia
 Departamento de Engenharia Elétrica

Ficha 2 (2024/2)

| | | | | | | | | | |
|---|--------------------|------------------------|------------------|--------------------|-------------------------|----------------------------------|--|----------------------|--|
| Disciplina: Ondas Eletromagnéticas | | | | | | | | Código: TE338 | |
| Natureza: Obrigatória | | | Semestral | | | | | | |
| Pré-requisito: - | | | Co-requisito: - | | | Modalidade: Presencial | | | |
| CH Total: 60 CH semanal: 04 | Padrão (PD): 60 | Laboratório (LB): 0 | Campo (CP): 0 | Estágio (ES): 0 | Orientada (OR): 0 | Prática Específica (PE): 0 | Estágio de Formação Pedagógica (EFP): 0 | | |
| EMENTA (Unidade Didática) | | | | | | | | | |
| Campo eletromagnético, Equações de Maxwell, Onda plana uniforme, Guias de onda, Potenciais Eletromagnéticos, Dipolo eletromagnético, Antenas | | | | | | | | | |
| PROGRAMA (itens de cada unidade didática) | | | | | | | | | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Apresentação da disciplina e da ementa. 2. Números Complexos e Cálculo Vetorial: Teoremas e Identidades Importantes. 3. Campos Ondulatórios: A equação de ondas, definições básicas de ondulatória 4. Indução Eletromagnética e a Lei de Faraday Lenz 5. Corrente de Deslocamento e a Lei de Ampère-Maxwell 6. Equações de Maxwell: forma diferencial e integral 7. Leis de Conservação e o Vetor de Poynting 8. Equações de Maxwell em Regime Harmônico 9. Dedução da equação de ondas eletromagnéticas a partir das Equações de Maxwell 10. Onda plana uniforme e as equações de Maxwell para ondas planas uniformes 11. Ondas Planas em Meios Materiais: Meios Dielétricos, Meios Condutores, Efeito Pelicular 12. Polarização de Ondas: Linear e Circular 13. Interfaces Planas: lei de Snell, refração e reflexão, ângulo de Brewster 14. OEM em linhas de transmissão. Equações do Telegrafista. Propagação sem perdas. 15. Guia de onda: Noções Gerais, Modo transversal magnético (TM) e Modo transversal elétrico (TE). 16. Potenciais eletromagnéticos – potencial escalar, vetorial e transformações de calibre. 17. Radiação Eletromagnética e Antenas 18. Potenciais e campo eletromagnéticos de um dipolo elétrico. 19. Campo próximo e campo distante. 20. Potência radiada e resistência de radiação. 21. Características básicas de Antenas: Diretividade, Eficiência de Radiação e Ganho da antena. 22. Abertura efetiva das antenas. Equação de Friis para enlace sem fio. | | | | | | | | | |
| OBJETIVO GERAL | | | | | | | | | |
| Familiarizar o estudante com os conceitos fundamentais das Equações de Maxwell para Campos Eletromagnéticos Variantes no tempo e das Ondas Eletromagnéticas. O estudante deverá ser capaz de compreender as Equações de Maxwell e a teoria das Ondas Eletromagnéticas e ser capaz de estabelecer correlações entre teoria e problemas contextualizados. tendo uma visão ampla dos conceitos inerentes à propagação de ondas eletromagnéticas em meios materiais, antenas e guias de onda. | | | | | | | | | |

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar as Equações de Maxwell no regime variante no tempo e o seu significado físico;
- Apresentar Leis de Conservação de Carga e o Teorema de Poynting;
- Abordar conceitos fundamentais relacionados às ondas eletromagnéticas e a sua importância para a Engenharia
- Discutir o limite de validade da teoria de circuitos elétricos
- Aplicar a teoria eletromagnética em problemas de antenas e guias de onda.
- Transitar por diferentes formas de representação matemática com reconhecimento das variáveis associadas.
- Possuir discernimento quanto ao melhor método de solução de questões e problemas contextualizados.
- Determinar com clareza as variáveis e parâmetros relacionados ao eletromagnetismo.

PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

A proposta metodológica para esta disciplina baseia-se no conceito de aprendizagem ativa e enfatiza buscar a construção do conhecimento do graduando que deverá aliar a teoria às aplicações práticas voltadas ao contexto da Engenharia Elétrica e suas competências. Os principais conceitos teóricos e demonstrações são expostos pelo professor em sala de aula, e também será solicitada a leitura prévia dos assuntos a serem abordados, para posterior discussão em sala de aula e esclarecimento de dúvidas pertinentes. O discente recebe tarefas (listas de exercícios, textos, artigos) disponibilizadas em Ambiente Virtual (como a Plataforma TEAMS ou página do professor), revê com o professor as informações e dúvidas em sala de aula, com o objetivo de estimular o aluno a compreender conceitos e interagir com os colegas de forma participativa na solução de problemas, e depois, resolve uma série de exercícios em grupos. Serão utilizadas diferentes técnicas de ensino, como aulas expositivas dialogadas, estudos dirigidos, aulas gravadas, além de outras a pedido dos alunos. O uso do software Matlab poderá ser necessário em alguns tópicos. Serão propostas listas de exercícios para os alunos resolverem em horário extra-classe, como forma de fixação e aprendizado do conteúdo.

Aulas expositivas: apresentação da teoria, conceitos, propriedades, simulações, exemplos e aplicações.

Avaliação teórica: avaliação teórica do conteúdo exposto em sala de aula.

Recursos: Quadro branco, recursos de multimídia e computador, aulas gravadas.

FORMAS DE AVALIAÇÃO

O aproveitamento será realizado através de três avaliações escritas P1, P2 e P3, e a média final do semestre MF corresponderá a média simples, $MF = (P1+P2+P3) / 3$. Listas de Exercícios e/ou Trabalhos teórico-experimentais, ou com o uso do software Matlab, poderão se tornar parte integrante das notas P1, P2 e P3. O aluno que obtiver o aproveitamento igual ou acima de 70,0 nas provas do semestre estará aprovado e aqueles que obtiverem aproveitamento inferior a 40,0 estarão automaticamente reprovados. Para os que ficarem entre 40,0 e 70,0 há ainda a possibilidade de aprovação através do exame final, onde a média simples entre a nota final do semestre e a prova de Exame Final deve ser maior ou igual a 50,0 para aprovação. As datas das avaliações são propostas na primeira aula:

-Prova P1: 17/10/2024 - Quinta-Feira 13h:30min às 15h:30min

-Prova P2: 14/11/2023 – Quinta-Feira 13h:30min às 15h:30min

-Prova P3: 12/12/2024 - Quinta-Feira 13h:30min às 15h:30min

-Exame Final: 17/12/2024 - Terça-Feira 13h:30min às 15h:30min

*Todas as datas seguem rigorosamente o calendário estipulado pelas Resoluções do CEPE vigentes.

**Comunicações e materiais didáticos são disponibilizados aos alunos através da Internet (Página da disciplina ou SIGA).

BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

- SADIKU, Matthew N. O. Elementos de eletromagnetismo. Bookman, Porto Alegre, 3a. Ed. ou Superior.
- HAYT, William Hart. Eletromagnetismo, 4a Edição ou superior, Rio de Janeiro, Editora LTC
- GRIFFITHS, David J. (David Jeffery). Eletrodinâmica. 3. ed. São Paulo: Pearson, 2011. xv, 402 p., il. ISBN 9788576058861 (broch.).

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

- DARTORA, C.A., Heilmann, A. Teoria do Campo Eletromagnético e Propagação de Ondas (Ed.1, 2021, ISBN: 978-65-002-4655-1)
- JACKSON, John David. Classical electrodynamics. 2. ed.ou superior, New York: J. Wiley
- SOPHOCLES J. Orfanidis, Electromagnetic Waves and Antenas, disponível livremente no site www.ece.rutgers.edu/~orfanidi/ewa.
- REITZ, John R; MILFORD, Frederick J; CHRISTY, Robert W. Fundamentos da teoria eletromagnética. 3. ed. Rio de Janeiro: Campus, c1982. 516p., il. Inclui referencias bibliográficas. ISBN 8570011032.
- EDMINISTER, Joseph A. Eletromagnetismo. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1980. 232p., il. (Coleção Schaum).
- RIBEIRO, José Antônio Justino. Propagação das ondas eletromagnéticas: princípios e aplicações. São Paulo: Erica, 2004. 390 p., il. Inclui bibliografia e índice. ISBN 857194993X (broch.).

Professor da Disciplina: César Augusto Dartora

Assinatura: _____

Chefe de Departamento ou Unidade equivalente:

Assinatura: _____

**OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.*

**Planejamento Detalhado de Aulas e Avaliações – Período Letivo 2024/2
(Período é compreendido entre 02/09/2023 e 14/12/2024 – Res. 11/24-CEPE)**

| Data | Assunto |
|---------------|---|
| 03/09 | Aula 1: Introdução – Engenharia Elétrica e a Importância das Equações de Maxwell |
| 05/09 | Aula 2: Revisão 1: Notação, Cálculo Vetorial |
| 10/09 | Aula 3: Revisão 2: Números Complexos e Vetores Complexos |
| 12/09 | Aula 4: Partículas e Campos; Campos Ondulatórios |
| 17/09 | Aula 5: Equação de Ondas e Fundamentos da Ondulatória |
| 19/09 | Aula 6: Guias de Onda e Linhas de Transmissão – definições principais e tipos |
| 24/09 e 26/09 | Não haverá Aulas Presenciais |
| 01/10 | Aula 7: Equações do Telegrafista – Dedução a partir do Modelo de Parâmetros Distribuídos |
| 03/10 | Aula 8: Coefficiente de Reflexão, Impedância, Discussões |
| 08/10 | Aula 9: Linhas de Transmissão: demonstração experimental |
| 10/10 | Aula 10: Linhas de Transmissão: mais exercícios |
| 15/10 | Aula 11: Equações de Maxwell: definições e significado físico |
| 17/10 | Prova P1 |
| 22/10 | Aula 12 : Equações de Maxwell: Equações de Continuidade e consistência interna |
| 24/10 | Aula 13: Equações de Maxwell: Leis de conservação, teorema de Poynting |
| Aula Gravada | Bônus: A lei de Faraday-Lenz |
| 29/10 | Aula 14: Equação de Ondas Eletromagnéticas: dedução a partir das Eqs. de Maxwell |
| 31/10 | Aula 15: Ondas Planas Uniformes Eletromagnéticas |
| 05/11 | Aula 16: Princípio de Superposição de Ondas e Conexão com Problemas reais |
| 07/11 | Aula 17: Ondas Planas em Meios Materiais: Dielétricos e Bons Condutores |
| Aula Gravada | Aula 18: Interfaces Planas, Reflexão e Refração |
| 12/11 | Aula 19: Ondas Planas Uniformes: Exercícios |
| 14/11 | Prova P2 |
| 19/11 | Aula 20: Potenciais Eletromagnéticos e Liberdade de Calibre |
| 21/11 | Aula 21: Equações de Ondas para os Potenciais Eletromagnéticos |
| 26/11 | Aula 22: Solução Formal das Equações com Fontes e Aproximações |
| 28/11 | Aula 23: Dipolo Elétrico |
| 03/12 | Aula 24: Características básicas de Antenas: Diretividade, Ganho e Diagramas de radiação |
| 05/12 | Aula 25: Fórmula de Friis e Aplicações |
| 10/12 | Aula 26: Exercícios de Antenas e Fórmula de Friis |
| Aula Gravada | Aula 27: Ondas guiadas Revisitadas: Decomposição Transverso-Longitudinal |
| Aula Gravada | Aula 28: Modos TE e TM em Guias de Microondas / Fundamentos das Fibras ópticas |
| 12/12 | Prova P3 |
| | |
| 17/12 | Exame Final |

** As datas acima seguem Resoluções Vigentes do CEPE que regem o calendário acadêmico dos cursos de graduação. Possíveis alterações de datas de aulas poderão ocorrer, a depender do andamento da disciplina e eventuais alterações em datas de avaliação serão previamente comunicadas aos alunos em sala de aula, Edital do Departamento e/ou através da homepage da disciplina.

<http://www.eletrica.ufpr.br/cadartora/TE338.htm>