

## FICHA2 - PLANO DE ENSINO

CÓDIGO: <b>TE338</b>	DISCIPLINA: <b>ONDAS ELETROMAGNÉTICAS</b>				TURMA: <b>DA</b>	
NATUREZA: <b>Obrigatória</b>		REGIME: <b>null</b>		MODALIDADE: <b>Presencial</b>		
CH TOTAL: <b>60h</b>		CH SEMANAL: <b>0h</b>	CH Prática como Componente Curricular (PCC): <b>0h</b>		CH Atividade Curricular de Extensão (ACE): <b>0h</b>	
Padrão (PD): <b>60h</b>	Laboratório (LB): <b>0h</b>	Campo (CP): <b>0h</b>	Orientada (OR): <b>0h</b>	Estágio (ES): <b>0h</b>	Prática Específica (PE): <b>0h</b>	Estágio de Formação Pedagógica (EFP): <b>0h</b>
FICHA 2 PREENCHIDA PELO DOCENTE: <b>CÉSAR AUGUSTO DARTORA</b>						

### EMENTA

Campo eletromagnético. Equações de Maxwell. Onda plana uniforme. Guias de onda. Dipolo eletromagnético. Potenciais eletromagnéticos. Antenas.

### PROGRAMA

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.

## FORMAS DE AVALIACAO

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 da 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: 24/04/2023 - Segunda-Feira 13h:30min às 15h:30min**

**-Prova P2: 31/05/2023 – Quarta-Feira 13h:30min às 15h:30min**

**-Prova P3: 28/06/2023 - Quarta-Feira 13h:30min às 15h:30min**

**-Exame Final: 03/07/2023 - Segunda-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).

**\*\*\*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, Plataforma Teams e/ou através da homepage da disciplina.**

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

## BIBLIOGRAFIA BÁSICA

- 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



- 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](http://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.).

