



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

Ficha 2

Disciplina: Ondas Eletromagnéticas						Código: TE338	
Natureza: Obrigatória		Semestral					
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: não há			Modalidade: (X) Totalmente EaD		
CH Total: 60	Padrão (PD): 60	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):
CH semanal: 04							
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)

Data de Início: 22/03/2023

Data de Fim: 01/07/2023

Exame final: 05/07/2023

Prazo para lançamento das notas: 11/07/2023

Horário: quarta (20h30 – 22h30) e sexta (18h30 – 19h30)

1. Revisão de Eletrostática (22/03) (Aula 1)
2. Números Complexos e Cálculo Vetorial: Teoremas e Identidades Importantes. (22/03) (Aula 2)
3. Atividades remotas (24/03)
4. Corrente de Deslocamento e a Lei de Ampère-Maxwell (29/03) (Aulas 3)
5. Equações de Maxwell: forma diferencial e integral (31/03) (Aulas 3)
6. Potenciais eletromagnéticos – potencial escalar, vetorial e transformações de calibre.(05/04) (Aula 4)
7. Leis de Conservação e o Vetor de Poynting (12/04) (Aula 5)
8. Guia de onda: Noções Gerais, Modo transversal magnético (TM) e Modo transversal elétrico (TE).(14/04) (Aula 6)
9. Revisão do conteúdo (15/04) (reposição da páscoa)
10. Expressões explícitas para parâmetros de propagação básica (19/04) (Aula 7)
11. Propagação de ondas em bons condutores (26/04) (Aula 8)
12. Atividades remotas (28/04)
13. **1ª PROVA – (03/05)**
14. Atividades remotas (05/05)
15. Atividades remotas (06/05) (reposição do dia 21-04)
16. Efeito Skin, Polarização, Lei de Snell e ângulo de Brewster, Ondas eletromagnéticas num plasma (10/05) (Aula 9)
17. Linhas de transmissão (10/05) (Aula 10)
18. Atividades remotas (12/05)
19. Linhas de transmissão (17/05) (Aula 10)
20. Propagação de OEM sem perdas, conceitos preliminares para estudo de guias de onda, taxa de onda estacionária (17/05) (Aula 12)
21. Atividades remotas (19/05)
22. Modal TE/TM, Dipolo Hertziano, Guias de onda (24/05) (Aula 13)
23. Atividades remotas (26/05)
24. Campo próximo e campo distante, Função característica. (31/05) (Aula 14)
25. Atividades remotas (02/06)
26. Características básicas de Antenas: Diretividade, Eficiência de Radiação e Ganho da antena, Abertura efetiva das antenas. Equação de Friis para enlace sem fio. (07/06) (Aula 15)
27. Atividades remotas (14/06)
28. Atividades remotas (23/06)
29. **2ª PROVA – (21/06)**

Exame - (05/07)

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; Estabelecer correlações entre teoria e problemas contextualizados; Adquirir 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.

-Desenvolver senso de argumentação e proposição de respostas considerando as competências e habilidades na sua formação.

PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

a) Sistema de comunicação:

O *Ambiente Virtual de Aprendizagem* (AVA) será a plataforma virtual Google Classroom, disponível gratuitamente, cujo acesso poderá ser realizado através de um endereço de correio eletrônico do GMAIL. Através desta plataforma serão disponibilizadas as aulas gravadas integralmente, textos auxiliares, podcasts e *links* para vídeos de apoio disponíveis na plataforma YouTube.

b) Requisitos digitais:

Para participar das atividades da disciplina o estudante deverá ter acesso a computador, *notebook* ou *desktop*, ou ainda um *tablete* ou *smartphone*, com acesso à Internet em banda larga. Não é necessária aquisição ou instalação de nenhum *software* em especial. Basta acessar a plataforma do Google Classroom e inserir o Código da turma que será também, previamente disponibilizado na página pessoal do professor responsável pela disciplina TE338.

Para o acesso a plataforma Google Classroom com a “Código da Turma” é indispensável ao aluno ter um endereço de correio eletrônico do **GMAIL**.

c) Metodologia de ensino-aprendizado:

- 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 (***Flipped Classroom***) dos assuntos a serem abordados. E os horários das aulas serão acordados com os alunos para trabalhar a metodologia *Blended Learning*.
- O discente recebe tarefas (listas de exercícios, textos, artigos) disponibilizadas na página do professor (www.elétrica.ufpr.br/~armando) e no *Google Classroom*, 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.
- Elaboração e armazenamento de *Minute Paper*, criando uma pasta de trabalhos (portfólio), a ser entregue no final da disciplina.

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

Aulas remotas: Leitura de artigos/resumos (metodologia *Minute Paper*¹), resolução de exercícios e vídeos para prática da metodologia *Science Process Skills*².

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

Recursos: Quadro branco, recursos de multimídia e computador.

FORMAS DE AVALIAÇÃO

- A **Média Parcial** ($Média_{parcial}$) será calculada pela média das notas obtidas nas atividades, através de:

$$Média_{parcial} = (P_1 + P_2)/2$$

- Estará aprovado o participante que atingir $Média_{parcial} \geq 70$.
- Os participantes cuja **Média Parcial** seja inferior a 70 porém igual ou superior a 40 ($40 \geq Média_{parcial} \geq 70$) será dada a oportunidade da entrega de um Trabalho Extra, com tema/atividades a ser definido, ao qual será atribuída uma nota (t_{extra}) entre zero e 100. Neste caso a **Média Final** ($Média_{final}$) será obtida através de:

$$Média_{final} = (Média_{parcial} + t_{extra})/2$$

¹ É uma informação escrita pelos estudantes de forma individual. Representa a percepção do estudante em relação ao seu aprendizado. Permite a reflexão sobre o processo de aprendizagem dos estudantes.

² Metodologia que fomenta entender os conceitos e o uso de habilidades de processo e raciocínio científico envolvendo práticas investigativas, de observação, coleta de dados, comparação e questionamentos.

- Participantes cuja **Média Parcial** ($Média_{parcial}$) for inferior a 40 serão considerados REPROVADOS, sem direito ao Trabalho Extra.

A frequência mínima para aprovação deve ser maior ou igual a 75%.

Comunicações e materiais didáticos são disponibilizados aos alunos através da Internet (Página do professor - www.elétrica.ufpr.br/~armando) e pela plataforma do *Google Classroom*.

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)

- 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 referências 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).

Indicações dos docentes:

1. Tipler, P.A.; Mosca, G. Física, Vol. 2 – Para Cientistas e Engenheiros- eletricidade e Magnetismo, óptica - 6ª. edição. Editora LTC, 2009.
2. Keller, F. J., Gettys, W. E. e Skove, M. J.; Física, Vol 3. São Paulo: Makron Books, 2009.
3. Serway, R., Raymond, A.; Física para Cientistas e Engenheiros, Vol 3. Rio de Janeiro: LTC, 2006.
4. Alonso, M. F., Edward J.; Física: Um curso universitário. Vol. 2. São Paulo: Edgard Blücher, 2005
5. Bauer, W., Westfall, G. D. e Dias, H.; Física para Universitários – Eletricidade e Magnetismo, 1ª. edição. Editora McGraw-Hill. 2012.
6. Notaroš, B. M.; Eletromagnetismo. Pearson Education do Brasil. 2012.
7. Bastos, J.P.A.; “Eletromagnetismo para engenharia: estática e quase estática” - 3a. edição ou superior, Florianópolis: Editora da UFSC, 2012.
8. Ida, N.; “Engineering Electromagnetics”, Springer-Verlag, 2000.

Professores da Disciplina: Armando Heilmann
Documento assinado digitalmente

Chefe de Departamento: Luiz Antonio Belinaso
Documento assinado digitalmente