



PLANO DE ENSINO

1. IDENTIFICAÇÃO

| | | | | | | | |
|------------------------|----------------------------------|----------------|------------|-----------|---------------|-----------------|---------------|
| Componente Curricular: | ONDAS ELETROMAGNÉTICAS | | | | | | |
| Unidade Ofertante: | FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA | | | | | | |
| Código: | FEELT36504 | Período/Série: | 5º PERÍODO | | Turma: | U | |
| Carga Horária: | | | | Natureza: | | | |
| Teórica: | 30 | Prática: | 00 | Total: | 30 | Obrigatória (X) | Optativa: () |
| Professor(A): | André Antônio dos Anjos | | | | Ano/Semestre: | 2023/2 | |
| Observações: | | | | | | | |

2. EMENTA

Conceitos de Eletromagnetismo e Reflexão e Refração.

3. JUSTIFICATIVA

Segundo o projeto pedagógico do curso de Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações, os assuntos abordados nessa componente curricular são necessários para que o aluno desenvolva conhecimentos relacionados com a propagação de ondas eletromagnéticas em meios ilimitados, bem como tenha noções dos fenômenos associados a essa propagação, denominados reflexão e refração. Tais conhecimentos serão aplicados em matérias posteriores do curso de Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações e serão extremamente úteis para viabilizar a análise crítica, por parte do aluno, a respeito do funcionamento dos sistemas de telecomunicações comerciais.

4. OBJETIVO

Ao final da disciplina o estudante será capaz de:

1. Equacionar e analisar os fenômenos da propagação das ondas eletromagnéticas por meio das Equações de Maxwell em meios ilimitados.
2. Entender os fenômenos de interação das ondas eletromagnéticas com meios materiais.

Entre as competências a serem desenvolvidas no estudante destacam-se:

1. Formular, de maneira ampla e sistêmica, questões de engenharia, considerando o usuário e seu contexto, concebendo soluções criativas, bem como o uso de técnicas adequadas;
2. Ser capaz de modelar os fenômenos, os sistemas físicos e químicos, utilizando as ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação, entre outras;
3. Prever os resultados dos sistemas por meio dos modelos;
4. Conceber experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo;
5. Verificar e validar os modelos por meio de técnicas adequadas;
6. Ser capaz de conceber e projetar soluções criativas, desejáveis e viáveis, técnica e economicamente, nos contextos em que serão aplicadas;
7. Projetar e determinar os parâmetros construtivos e operacionais para as soluções de Engenharia;
8. Ser capaz de expressar-se adequadamente, seja na língua pátria ou em idioma diferente do Português, inclusive por meio do uso consistente das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs), mantendo-se sempre atualizado em termos de métodos e tecnologias disponíveis;
9. Aprender a aprender.

5. PROGRAMA

1. Conceitos de Eletromagnetismo

- 1.1. Fontes geradoras de campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos
- 1.2. A classificação dos meios quanto à condução de corrente elétrica
- 1.3. Equações de Maxwell
- 1.4. Equação de onda
- 1.5. Estudo do fator de propagação
- 1.6. Interpretação da solução da equação de onda
- 1.7. Impedância de onda e impedância intrínseca do meio
- 1.8. Frente de onda e tipos de ondas emitidas
- 1.9. A energia do campo eletromagnético
- 1.10. Velocidades envolvidas na propagação da onda eletromagnética
- 1.11. O comprimento de onda
- 1.12. Polarização da onda eletromagnética
- 1.13. Vetor de Poynting para uma onda com polarização arbitrária

2. Reflexão e Refração

- 2.1. Condições de contorno na superfície de separação entre dois meios
- 2.2. Reflexão e refração na interface de dois meios
- 2.3. Equações de Fresnel
- 2.4. Condições de máxima refração
- 2.5. Condições de reflexão total
- 2.6. Variações dos coeficientes de reflexão e de refração
- 2.7. Reflexão em meios com perdas
- 2.8. Refração em meios com perdas
- 2.9. Birrefringência, birrefração ou dupla refração

6. METODOLOGIA

• Disponibilização de Materiais, Avisos e Dinâmica da Disciplina

- Todas as informações referentes à disciplina, tais como: acesso ao material de apoio, referências bibliográficas, plano de aulas, slides, lista de exercícios, apostilas, vídeos e avisos serão disponibilizados por meio do ambiente virtual do Microsoft Teams.

- O (A) discente interessado(a) em cursar a disciplina deve se inscrever pelo link abaixo.

Link

Teams: <https://teams.microsoft.com/l/team/19%3aaWWSwde9t2WPjpIXDNya4OmcD3QGWolwPWwezX-NnQ41%40thread.tacv2/conversations?groupId=6e637a23-4b62-40e0-bdf3-626ed0aa2b28&tenantId=cd5e6d23-cb99-4189-88ab-1a9021a0c451>

- É obrigatória a participação na equipe da disciplina no Microsoft Teams.

- Os resultados das atividades avaliativas serão disponibilizados por meio da plataforma.

• Conteúdo Programático para Atividades Teóricas Presenciais

As aulas teóricas serão realizadas às quintas-feiras, de 8h50min até 10h40min, no Bloco G da UNIPAM, sala 206. Na tabela a seguir é apresentado o conteúdo programado para as atividades teóricas da disciplina.

| Aula | Data | Conteúdo Teórico |
|------|------|------------------|
| | | |

| | | |
|-------|-------|---|
| 1-2 | 11/01 | <p>Apresentação da disciplina e contextualização dos tópicos abordados. Início do conteúdo teórico.</p> <p>Parte 1 - Conceitos de eletromagnetismo aplicados à Propagação das ondas eletromagnéticas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Campo eletromagnético. Propriedades dos meios. Classificações dos meios. Revisão de operações vetoriais. |
| 3-4 | 18/01 | <ul style="list-style-type: none"> • Equações de Maxwell. Utilização das equações de Maxwell para encontrar campo elétrico e magnético. Equação de onda e solução da equação de onda. |
| 5-6 | 25/01 | <ul style="list-style-type: none"> • Interpretação e cálculos utilizando a equação de onda. Atenuação da onda eletromagnética. Estudo do fator de propagação para diversos tipos de meios. |
| 7-8 | 01/02 | <ul style="list-style-type: none"> • Impedância do meio. Vetor de Pointing e cálculo de densidade média de potência. Frente de onda e velocidades de fase e de grupo, índice de refração e comprimento de onda. |
| 9-10 | 08/02 | <ul style="list-style-type: none"> • Polarização das ondas eletromagnéticas (Linear, Circular e Elíptica). |
| 11-12 | 15/02 | <ul style="list-style-type: none"> • Vetor de Pointing para uma polarização genérica |
| 13-14 | 22/02 | <ul style="list-style-type: none"> • Exercícios de revisão para a prova 1 |
| 15-16 | 29/02 | <ul style="list-style-type: none"> • Prova 1 |
| 17-18 | 07/03 | <p>Parte 2 - Reflexão e Refração</p> <ul style="list-style-type: none"> • Condições de contorno na superfície de separação entre dois meios. Reflexão e refração na interface de dois meios. |
| 19-20 | 14/03 | <ul style="list-style-type: none"> • Equações de Fresnel. Condições de máxima refração. Condições de reflexão total. |
| 21-22 | 21/03 | <ul style="list-style-type: none"> • Variações dos coeficientes de reflexão e de refração. |
| 23-24 | 28/03 | <ul style="list-style-type: none"> • Reflexão e Refração em meios com perdas |
| 25-26 | 04/04 | <ul style="list-style-type: none"> • Noções de birrefringência, birrefração ou dupla refração |
| 27-28 | 11/04 | <ul style="list-style-type: none"> • Prova 2 |
| 29-30 | 18/04 | <ul style="list-style-type: none"> • Prova 3 (Recuperação) |

• **Conteúdo Programático para Atividades Acadêmicas Extras (AAE)**

| Aula | Data | Conteúdo - Atividades Acadêmicas Extras (AAE) |
|-------|-------|---|
| 1-2-3 | 22/02 | Trabalho teórico da parte 1 |
| 4-5-6 | 11/04 | Trabalho teórico da parte 2 |

• **Total da carga horária presencial e AAE**

| Distribuição da carga horária | Teórica |
|---------------------------------|---------|
| Carga Horária Presencial | 30 h/a |

| | |
|----------------------------|-------------------|
| Carga Horária AAE | 6 h/a |
| Carga Horária Total | 36 h/a = 30 horas |

- **Atendimento**

O atendimento aos discentes se dará tanto de forma assíncrona (via fóruns de dúvidas no Teams/e-mail (andre.anjos@ufu.br)), quanto de forma presencial, na sala dos professores 1, 3º andar do Bloco Alpha, de acordo com o seguinte planejamento: quinta-feira entre 10h50min e 12h10min, ou em outro dia, desde que agendado previamente com o professor.

7. AVALIAÇÃO

- **Aproveitamento**

As atividades avaliativas serão realizadas ao longo de todo semestre. A tabela a seguir apresenta a data de entrega e a pontuação de cada atividade avaliativa a ser realizada pelo discente

| ATIVIDADES AVALIATIVAS | DATA DE ENTREGA | PONTUAÇÃO |
|---|-----------------|--------------------|
| Trabalho teórico da parte 1 | 22/02 | 10 |
| Prova 1 | 29/02 | 35 |
| Trabalho teórico da parte 2 | 10/04 | 10 |
| Prova 2 | 11/04 | 35 |
| Participação e exercícios nas aulas presenciais | - | 10 |
| Nota Parcial (NP) | | Total = 100 pontos |

Os resultados das avaliações serão divulgados na equipe da disciplina no Microsoft Teams. A divulgação das notas deve acontecer em até 15 dias úteis após a sua realização e a vista de prova será marcada com os alunos, a partir da data de divulgação das notas, respeitando-se o prazo de no máximo 5 dias úteis, como previsto na Resolução do CONGRAD (Nº46/2022).

O(a) discente necessita obter no mínimo 60 pontos de 100 para aprovação na disciplina sem recuperação. Caso ele seja aprovado, a nota lançada no registro de resultados será a NP (obtida ao longo do semestre).

- **Frequência**

A frequência será aferida por meio de chamada oral durante as aulas presenciais. Já a frequência da parte de AAE, será contabilizada por meio das entregas das atividades de AAE solicitadas. A carga horária das aulas se encontra discriminada na coluna "Aula" das tabelas de Conteúdo Programático, apresentadas no item 6 desse plano de ensino.

- **Recuperação**

A prova de recuperação somente será aplicada àquele estudante que não obtiver o rendimento mínimo para aprovação e com frequência mínima de 75% no componente curricular, conforme Resolução do CONGRAD (Nº46/2022). A avaliação, contemplando todo conteúdo ministrado ao longo do semestre, valerá 100 pontos e será aplicada no 18/04/2024 às 8h50min. A Nota Final de Recuperação (NFR) será calculada como sendo a média ponderada entre a NP e a nota obtida na avaliação de recuperação (NR), conforme apresentado abaixo.

$$\text{NFR} = \text{NP} \cdot 0,5 + \text{NR} \cdot 0,5$$

O discente em recuperação será aprovado na disciplina caso obtenha uma Nota Final de Recuperação maior ou igual a 60 (NFR ≥ 60 pontos).

Observação: A média final de aproveitamento do aluno em recuperação ficará limitada a 60 pontos, mesmo que a sua NFR supere este valor.

8. BIBLIOGRAFIA

Básica

1. RIBEIRO, J. A. J. **Propagação Das Ondas Eletromagnéticas: Princípios E Aplicações**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2008.
2. NOTAROS, B. M. **Eletromagnetismo**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.
3. HAYT, W.H.; BUCK, J. **Eletromagnetismo**. 8.ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2013.
4. SADIKU, M. N. O. **Elementos de eletromagnetismo**. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

Complementar

1. BALANIS, C. A. **Advanced engineering electromagnetic**. 2. ed. Hoboken, N.J.: J. Wiley, 2012.
2. JACKSON, J. D. **Classical electrodynamics**. Wiley; 3 ed. 1998.
3. LAVERGNAT, J., SYLVAIN M. **Radiowave propagation**. 1ed. Wiley, 2000.
4. MARTINS, J. M. NEVES, I. V. **Propagação e Radiação de Ondas Eletromagnéticas**. 1ed. Lidel, 2015.
5. SHADOWITZ, A. **The electromagnetic field**. Dover Publications, 2010.

9. APROVAÇÃO

Aprovado em reunião do Colegiado conforme Decisão Administrativa do Colegiado anexada ao processo referenciado.

Coordenação do Curso de Graduação: _____



Documento assinado eletronicamente por **Andre Antonio Dos Anjos, Professor(a) do Magistério Superior**, em 03/02/2024, às 15:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Daniel Costa Ramos, Coordenador(a)**, em 15/02/2024, às 08:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4943162** e o código CRC **2C5C63C4**.