



PLANO DE ENSINO

1. IDENTIFICAÇÃO

| | | | | | | | | | |
|------------------------|----------------------------------|----------------|------------|-----------|---------------|--------------|-----|-----------|-----|
| Componente Curricular: | ANTENAS | | | | | | | | |
| Unidade Ofertante: | FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA | | | | | | | | |
| Código: | FEELT36709 | Período/Série: | 7º PERÍODO | | Turma: | U | | | |
| Carga Horária: | | | | Natureza: | | | | | |
| Teórica: | 45 | Prática: | 15 | Total: | 60 | Obrigatória: | (X) | Optativa: | () |
| Professor(A): | Renan Alves dos Santos | | | | Ano/Semestre: | 2023/2 | | | |
| Observações: | | | | | | | | | |

2. EMENTA

Projetos e análises de antenas.

Esta disciplina oferece ao aluno os seguintes conhecimentos sobre engenharia de antenas:

1. Estudos sobre teoria da irradiação.
2. Estudos sobre características gerais das antenas.
3. Estudos sobre antenas de ondas estacionárias.
4. Estudos sobre redes de antenas.
5. Estudos sobre fundamentos da teoria de aberturas
6. Estudos sobre antenas cornetas eletromagnéticas.
7. Estudos sobre antenas com refletores parabólicos.
8. Estudos sobre antenas de microfita.

3. JUSTIFICATIVA

Além de novos conceitos, a disciplina utiliza diversos conteúdos já vistos anteriormente no curso (conceitos de circuitos elétricos, eletromagnetismo, ondas planas e linhas de transmissão) com aplicação nas análises e projetos de antenas. Assim, tem-se uma grande contribuição para a formação de engenheiros que irão atuar nos modernos sistemas de telecomunicações.

4. OBJETIVO

Ao final da disciplina o estudante será capaz de:

1. Conhecer a teoria da irradiação.
2. Conhecer as características gerais das antenas.
3. Projetar diferentes tipos de antenas.

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

1. Ser capaz de utilizar técnicas adequadas de observação, compreensão, registro e análise das necessidades dos usuários e de seus contextos sociais, culturais, legais, ambientais e econômicos;
2. 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;
3. Ser capaz de modelar os fenômenos, os sistemas físicos e químicos, utilizando as ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação, entre outras;
4. Prever os resultados dos sistemas por meio dos modelos;
5. Conceber experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo;
6. Verificar e validar os modelos por meio de técnicas adequadas;
7. Ser capaz de conceber e projetar soluções criativas, desejáveis e viáveis, técnica e economicamente, nos contextos em que serão aplicadas;
8. Projetar e determinar os parâmetros construtivos e operacionais para as soluções de Engenharia;
10. 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;
11. Ser capaz de interagir com as diferentes culturas, mediante o trabalho em equipes presenciais ou a distância, de modo que facilite a construção coletiva;
13. Gerenciar projetos e liderar, de forma proativa e colaborativa, definindo as estratégias e construindo o consenso nos grupos;
14. Ser capaz de assumir atitude investigativa e autônoma, com vistas à aprendizagem contínua, à produção de novos conhecimentos e ao desenvolvimento de novas tecnologias;
15. Aprender a aprender.

5. PROGRAMA

1. Fundamentos de antenas

- 1.1. Teoria da irradiação
- 1.2. Estruturas elementares de irradiação
- 1.3. Reciprocidade
- 1.4. Diagramas de irradiação
- 1.5. Diretividade
- 1.6. Ganho
- 1.7. Eficiência de irradiação
- 1.8. Características das antenas na recepção de sinais
- 1.9. Impedância de entrada

1.10. Condição de ressonância

1.11. Largura de banda

1.12. Polarização

2. Antenas de ondas estacionárias

2.1. Evolução dos dipolos a partir da linha simétrica

2.2. Expressões de campo irradiado dos dipolos

2.3. Diretividade dos dipolos

2.4. Formato do diagrama de irradiação dos dipolos

2.5. Impedância de entrada dos dipolos

3. Redes de Antenas

3.1. Descrição geral das redes

3.2. Rede linear uniforme

3.3. Tipos de rede uniforme

3.4. Rede Yagi-Uda

3.5. Rede Log-Periódica

4. Cornetas eletromagnéticas

4.1. Fundamentos da teoria de aberturas

4.2. Cornetas setoriais

4.3. Corneta piramidal

4.4. Corneta cônica

5. Antenas com refletores

5.1. Princípio de funcionamento

5.2. Refletor plano

5.3. Refletor de canto

5.4. Antenas com refletores parabólicos

5.5. Antenas com dois refletores

6. Antenas de microfita

6.1. Plaqueta retangular

6.2. Plaqueta circular

6.3. Fator de qualidade, largura de banda e eficiência

6.4. Impedância de entrada

6.5. Polarização

7. Outras antenas

7.1. Antenas em lente

7.2. Antenas inteligentes

7.3. Antenas com banda ultra-larga

7.4. Miniaturização de antenas

6. METODOLOGIA

Disponibilização de materiais e dinâmica da disciplina:

As aulas teóricas (com carga de 3 aulas semanais) e práticas (com carga de 1 aula semanal) serão ministradas nos seguintes locais e horários:

1. As aulas teóricas serão ministradas na sala 401 do Bloco G da UNIPAM as segundas-feiras das 08:50 - 11:30.

2. As aulas práticas serão ministradas no laboratório de informática do Bloco Alfa da Unipam as segundas-feiras das 11:30 - 12:20.

Todo conteúdo utilizado na disciplina (slides, roteiros e códigos para as atividades práticas) é baseado na bibliografia prevista para a disciplina. Esses materiais serão disponibilizado para que o aluno possa ter como fonte de estudos na forma de postagens na sala virtual Antenas do Microsoft Teams (**os alunos serão adicionados na sala assim que for disponibilizado a lista de matriculados no portal docente**).

Caso necessário, os discentes terão acesso à materiais para complementares os estudos. Todo material extra utilizado na disciplina também será disponibilizado na forma de postagens na sala virtual Antenas do Microsoft Teams.

Controle de frequências:

É necessário obter ao menos 75% de presença na disciplina para aprovação. **O controle de frequência será realizado via chamada nas aulas.**

Atendimento:

A participação do discente no atendimento é opcional. O atendimento poderá ser realizado de forma presencial sala 12 do Bloco Alfa ou via chamada do Microsoft Teams as quartas-feiras das 8:50 - 11:00, ou outro dia desde que agendado com o professor previamente.

Dúvidas também poderão ser tiradas no chat do Microsoft Teams durante todo o período da disciplina.

Cronograma das partes teórica e prática:

A disciplina tem carga horária de 60 horas (45 horas de teoria e 15 horas de prática) ou 72 horas-aula (54 horas-aula de teoria e 18 horas-aula de prática).

O cronograma das aulas teóricas (dividido em aulas presenciais e reposições) é dado por:

| Aulas | Data | Regime | Conteúdo |
|-------|------|--------|----------|
| | | | |

| | | | |
|--------------|--------------|-------------------|---|
| 1-3 | 08/01 | Presencial | Apresentação da disciplina - Conteúdo programático - Método de avaliação - Datas das provas Capítulo 1: Introdução à engenharia de antenas - Visão geral sobre as antenas - Conceitos fundamentais |
| 4-6 | 15/01 | Presencial | Capítulo 2: Teoria da irradiação - Princípio de funcionamento das antenas a partir das Equações de Maxwell - Estruturas elementares de irradiação |
| 7-9 | 22/01 | Presencial | Capítulo 3: Características gerais das antenas - Parâmetros de irradiação (Parte 1) |
| 10-12 | 29/01 | Presencial | Capítulo 3: Características gerais das antenas - Parâmetros de irradiação (Parte 2) |
| 13-15 | 05/02 | Presencial | Capítulo 3: Características gerais das antenas - Parâmetros de impedância de entrada |
| - | 12/02 | - | Recesso - Carnaval |
| 16-18 | 19/02 | Presencial | Prova 1 |
| 19-21 | 26/02 | Presencial | Capítulo 4: Antenas de ondas estacionárias - Linha de transmissão em circuito aberto - Descrição simplificada a partir da linha simétrica - Expressões dos campos irradiados - Regiões de campo |
| 22-24 | 04/03 | Presencial | Capítulo 4: Antenas de ondas estacionárias - Impedância de entrada - Diretividade - Eficiência de irradiação e ganho - Polarização |
| 25-27 | 11/03 | Presencial | Capítulo 5: Redes de antenas - Descrição geral das redes - Rede linear uniforme - Tipos de rede linear uniforme |
| 28-30 | 12/03 | Presencial | Capítulo 5: Redes de antenas - Rede Yagi-Uda - Rede Log-Periódica |
| 31-33 | 18/03 | Presencial | Prova 2 |
| 34-36 | 25/03 | Presencial | Capítulo 6: Fundamentos da teoria de aberturas - Definições de aberturas - Irradiação de uma abertura retangular com distribuição de campo uniforme - Irradiação de uma abertura circular com distribuição de campo uniforme - Irradiação em guias de ondas metálico com uma extremidade em aberto |
| 37-39 | 01/04 | Presencial | Capítulo 7: Cornetas eletromagnéticas - Definições - Cornetas setoriais - Corneta piramidal - Corneta cônica |
| 40-42 | 08/04 | Presencial | Capítulo 8: Antenas com refletores parabólicos - Definições - Distância focal - Diretividade e ganho |
| 43-45 | 15/04 | Presencial | Capítulo 9: Antenas de microfita - Definições - Dimensionamento |
| 46-48 | 15/04 | Reposição | Capítulo 9: Antenas de microfita - Diagrama de irradiação - Diretividade - Eficiência de irradiação - Ganho - Largura de banda |
| 49-51 | 22/04 | Presencial | Prova 3 |
| 52-54 | 25/04 | Reposição | Prova de recuperação |

* As reposições das aulas teóricas serão ministradas as 14:00 - 16:40 na sala 401 do Bloco G da UNIPAM.

A atividade prática da disciplina consistirá de análises de antenas usando o programa Matlab. Após cada atividade os alunos deverão entregar um relatório (via chat do Microsoft Teams) com as análises previstas em roteiro. A avaliação da parte prática será via correção desses relatórios.

O cronograma das aulas práticas (dividido em aulas presenciais e reposições) é dado por:

| Aulas | Data | Regime | Conteúdo |
|-------|-------|------------|--|
| 1 | 08/01 | Presencial | Apresentação da parte prática da disciplina - Conteúdo programático - Método de avaliação |
| 2 | 15/01 | Presencial | Relatório 1: Análises da teoria da irradiação - Análise do dipolo de Hertz |
| 3 | 29/01 | Presencial | Relatório 2: Análises das características gerais das antenas (parte 1) - Análise do diagrama de irradiação - Análise da densidade de potência irradiada - Análise da diretividade |
| 4 | 05/02 | Presencial | Relatório 2: Análises das características gerais das antenas (parte 2) - Análise da eficiência de irradiação - Análise do ganho - Análise da polarização |
| 5 | 06/02 | Reposição | Relatório 2: Análises das características gerais das antenas (parte 3) - Análise da impedância de entrada das antenas - Análise do coeficiente de reflexão - Análise da largura de banda |
| - | 12/02 | - | Recesso - Carnaval |

| | | | |
|----|-------|------------|---|
| 6 | 19/02 | Presencial | Entrega dos Relatórios 1 e 2 |
| 7 | 26/02 | Presencial | Relatório 3: Análises das antenas de ondas estacionárias (parte 1) - Análise dos campos irradiados - Análise da diretividade - Análise da eficiência - Análise do ganho |
| 8 | 04/03 | Presencial | Relatório 3: Análises das antenas de ondas estacionárias (parte 2) - Análise da impedância de entrada das antenas - Análise do coeficiente de reflexão |
| 9 | 11/03 | Presencial | Relatório 4: Análises das redes de antenas (parte 1) - Análise de redes linear uniforme de dipolos |
| 10 | 12/03 | Presencial | Relatório 4: Análises das redes de antenas (parte 2) - Análise dos principais conceitos sobre a rede prática Yagi-Uda - Análise dos principais conceitos sobre a rede prática Log-Periódica |
| 11 | 18/03 | Presencial | Entrega dos Relatórios 3 e 4 |
| 12 | 25/03 | Presencial | Relatório 5: Análises das antenas de aberturas - Análise de guias de ondas metálicos retangulares com uma extremidade aberta - Análise de guias de ondas metálicos circulares com uma extremidade aberta |
| 13 | 01/04 | Presencial | Relatório 6: Análises das antenas cornetas eletromagnéticas - Análise das cornetas eletromagnéticas setoriais - Análise da cornetas eletromagnética piramidal - Análise da corneta eletromagnética cônica |
| 14 | 08/04 | Presencial | Relatório 7: Análises das antenas com refletor parabólico - Análise das antenas com refletor parabólico |
| 15 | 15/04 | Presencial | Relatório 8: Análises das antenas de microfita (parte 1) - Análise das antenas de microfita retangulares alimentada via sonda coaxial |
| 16 | 15/04 | Reposição | Relatório 8: Análises das antenas de microfita (parte 2) - Análise das antenas de microfita retangulares alimentada via linha de microfita |
| 17 | 22/04 | Presencial | Entrega dos Relatórios 5, 6, 7 e 8 |
| 18 | 23/04 | Reposição | Vista de notas |

** As reposições serão ministradas as 17:00 - 17:50 no laboratório de informática do Bloco Alfa da Unipam.

Em resumo, a carga horária da disciplina será dividida em:

| Carga horária | Teórica | Prática |
|----------------------------|----------------------|----------------------|
| Presencial | 45 horas-aula | 14 horas-aula |
| Reposições | 9 horas-aula | 4 horas-aula |
| Total da disciplina | 54 horas-aula | 18 horas-aula |

7. AVALIAÇÃO

O(a) discente necessita obter no mínimo, 60 pontos de 100 para obter aproveitamento na disciplina. A avaliação da disciplina será dividida em quatro partes:

Prova 1: Esta avaliação será os sobre os Capítulos 2 e 3 da parte teórica da disciplina com valor de 25% da nota final da disciplina. Consistirá de uma prova individual com duração de 150 minutos (horário da respectiva aula).

Prova 2: Esta avaliação será os sobre os Capítulos 4 e 5 da parte teórica da disciplina com valor de 25% da nota final da disciplina. Consistirá de uma prova individual com duração de 150 minutos (horário da respectiva aula).

Prova 3: Esta avaliação será os sobre os Capítulos 6, 7, 8 e 9 da parte teórica da disciplina com valor de 25% da nota final da disciplina. Consistirá de uma prova individual com duração de 150 minutos (horário da respectiva aula).

Atividades práticas: Esta avaliação será os sobre a parte prática da disciplina e terá o valor de 25% da nota final da disciplina. Ao longo do semestre os discentes deverão entregar 13 atividades e nota final da parte prática será dada pela média aritmética dessas atividades. Os relatórios deverão ser enviadas via chat do Microsoft Teams nas datas definidas (**em caso de não entrega a nota será nula**). O arquivo deverá ser enviado em formato pdf.

Assim, o cronograma de atividades avaliativas da disciplina é:

| Avaliação | Valor | Data |
|--------------|--------------|-----------------------------|
| Prova 1 | 25 | 19/02 |
| Prova 2 | 25 | 18/03 |
| Prova 3 | 25 | 22/04 |
| Relatórios | 25 | Entrega nas datas definidas |
| Total | 100,0 | - |

Os resultados das avaliações serão divulgados como postagem na sala virtual Antenas do Microsoft Teams, sendo que as notas serão apresentadas pelos números de matrícula dos alunos. A divulgação das notas deve acontecer em até 15 dias após a sua realização. As revisões de notas poderão ser feitas nos horários de atendimento.

Resolução CONGRAD nº 46/2022, o discente que não obtiver média final igual ou superior a 60 pontos e tiver uma frequência de no mínimo 75% da carga horária da disciplina terá direito a uma atividade avaliativa de recuperação de aprendizagem. Tal atividade consistirá de uma prova em que será cobrada **toda a matéria do semestre**. A média final do aluno será:

$$MF = (\text{Média final do da disciplina}) * 0,6 + (\text{Prova final} * 0,4),$$

sendo limitado em 60 o valor máximo de MF obtido pelo aluno em recuperação.

8. BIBLIOGRAFIA

Básica

- BALANIS, C. A. **Antenna theory: analysis and design**, 3rd ed., John Wiley and Sons, Nova York, 2005.
RIBEIRO, J. A. J. **Engenharia de antenas: fundamentos, projetos e aplicações**. São Paulo: Érica, 2012.
KRAUS, J. D. MARHEFKA, R. J. **Antennas for all applications**. 3rd ed. McGraw-Hill, 2001.
STUTZMAN, W. L. **Antenna theory and design**. 3. ed. Hoboken: Wiley, 2013.

Complementar

- VOLAKIS, J. **Antenna engineering handbook**. 4th ed. New York: McGraw-Hill, 2007.
BALANIS, C. A. **Advanced engineering electromagnetic**. 2. ed. Hoboken, N.J.: J. Wiley, 2012.
POZAR, D. M. **Microwave engineering**, 4th ed., JohnWiley & Sons, Inc, 2012.

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 **Renan alves dos Santos, Professor(a) do Magistério Superior**, em 02/02/2024, às 08:18, 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 **4943175** e o código CRC **56E4AC8**.