UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Colegiado do Curso de Graduação em Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações - Patos de Minas
Rua Major Gote, 808, Bloco G, Sala 414 - Bairro Centro, Patos de Minas-MG, CEP 38702-054
Telefone: (34) 3821-0588 - telecom_patos@eletrica.ufu.br

PLANO DE ENSINO

1. IDENTIFICAÇÃO

Componente Curricular:	LINHAS DE TRANSMISSÃO E RADIAÇÃO						
Unidade Ofertante:	FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA						
Código:	FEELT36605	Período/Série:	6º PERIODO	Turma:	U		
Carga Horária:						Natureza:	
Teórica:	30	Prática:	15	Total:	45	Obrigatória: (X)	Optativa: ( )
Professor(A):	André Antônio dos Anjos					Ano/Semestre:	2026/2
Observações:							

2. EMENTA

Revisão de ondas planas, Linhas de transmissão, Projetos de linhas de transmissão, Casamento de impedâncias, Carta de Smith e Guias de ondas metálicos.

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 e meios confinados, tais como linhas de transmissão e guias de ondas. Os parâmetros relacionados a tais propagações serão tratados nesse curso. Além disso, outro assunto importante e necessário para a formação do aluno, também abordado na componente curricular, são as técnicas de casamento de impedância. Tais conhecimentos serão aplicados em matérias posteriores do curso de Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações.

4. OBJETIVO

Ao final do curso, o estudante deverá ser capaz de:

1) Analisar fenômenos relacionados a linhas de transmissão (impedâncias, atenuação, velocidade, potência associada, frequências de corte, modos de propagação, reflexão de ondas e métodos para casamento de impedâncias).
2) Projetar diversos modelos de linhas de transmissão nas faixas de radiofrequência e micro-ondas.

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

1) Ser capaz de modelar os fenômenos, os sistemas físicos e químicos, utilizando as ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação, entre outras;
2) Prever os resultados dos sistemas por meio dos modelos;
3) Conceber experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo;
4) Verificar e validar os modelos por meio de técnicas adequadas;
5) Ser capaz de conceber e projetar soluções criativas, desejáveis e viáveis, técnica e economicamente, nos contextos em que serão aplicadas;
6) Projetar e determinar os parâmetros construtivos e operacionais para as soluções de Engenharia;

7) 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;
8) Ser capaz de interagir com as diferentes culturas, mediante o trabalho em equipes presenciais ou a distância, de modo que facilite a construção coletiva;
9) Gerenciar projetos e liderar, de forma proativa e colaborativa, definindo as estratégias e construindo o consenso nos grupos;
10) Aprender a aprender.

5. PROGRAMA

1. Revisão de ondas planas

1.1 Equações de Maxwell

1.2 Solução da equação da onda

1.3 Polarização de onda

1.4 Velocidade de fase

1.5 Índice de refração

1.6 Velocidade de grupo

1.7 Impedância dos meios dielétricos

2. Linhas de transmissão

2.1 Circuito equivalente de uma linha de transmissão

2.2 Ondas caminhantes

2.3 Ondas estacionárias

2.4 Coeficiente de reflexão, padrão e razão de onda estacionária

2.5 Comportamento de linha de transmissão em alta frequência

3. Projetos de linhas de transmissão

3.1 Dimensionamento do cabo coaxial

3.2 Dimensionamento da microfita

4. Casamento de impedâncias

4.1 Transferência de potência nas linhas de transmissão

4.2 Controle do coeficiente de reflexão

4.3 Casamento de impedâncias com elementos reativos

4.4 Casamento de impedâncias com trecho de linha

4.5 Casamento de impedâncias com transformador de quarto de onda

4.6 Casamento de impedâncias com toco de linha de transmissão

5. Carta de Smith

5.1 Carta de Smith

5.2 Técnicas de casamento de impedância: tocos fixos e móveis

5.3 Carta de impedância-admitância

5.4 Redes L e Pi

6. Guias de ondas metálicos

6.1 Propagação em guias de ondas metálicos

6.2 Propagação longitudinal de ondas planas em estruturas guiantes: reflexão total, interferência construtiva, condições de propagação sustentada

6.3 Ondas evanescentes nos meios confinantes

6.4 Equação modal de guias de onda retangulares e circulares

6.5 Mapa modal. Guiamento fraco e forte. Propagação monomodo

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 disponibilizadas 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%3AuMZRnfKTHFKnVTxinqhsVsY0AI2_cZ33qmpLBklbr-k1%40thread.tacv2/conversations?groupId=4ca1518e-fc89-43ee-bc3c-6230f5744f96&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 quartas-feiras, de 7h10min até 8h50min, 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	02/09/2026	**Apresentação da disciplina e contextualização dos tópicos abordados. Início do conteúdo teórico.** **Parte 1 - Propagação das ondas eletromagnéticas (Revisão de Ondas planas)** • Campo eletromagnético. Propriedades dos meios. Classificações dos meios. Revisão de operações vetoriais.
3-4	09/09/2026	• 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	16/09/2026	• Cálculos utilizando a equação de onda. Atenuação da onda eletromagnética. Análise do fator de propagação para diversos tipos de meios.
7-8	23/09/2026	• Impedância do meio. Vetor de Pointing e cálculo de densidade média de potência. Frente de onda e velocidades de fase e de grupo, incide de refração e comprimento de onda.
9-10	30/09/2026	• Polarização das ondas eletromagnéticas (Linear, Circular e Elíptica).
11-12	07/10/2026	• **Prova 1**
13-14	14/10/2026	**Parte 2 - Linhas de Transmissão** • Propagação em linhas de transmissão e circuito equivalente.

15-16	21/10/2026	• Estudo do fator de propagação e da impedância característica da linha. Velocidades envolvidas na linha de transmissão.
17-18	04/11/2026	• Ondas caminhantes, estacionárias. Análise do coeficiente de reflexão e do coeficiente de onda estacionária. Impedância ao longo da linha de transmissão.
19-20	11/11/2026	• Gerando efeitos reativos com trechos de linhas de transmissão (toco em curto e em aberto). Transformador de meia onda. Transformador de quarto de onda. Carga fantasma.
21-22	18/11/2026	• Potência na linha de transmissão (Ativa, incidente e refletida). Perda por reflexão, perda de retorno, Atenuação total na linha de transmissão.
23-24	25/11/2026	**Parte 3 - Casamento de Impedância, Carta de Smith e Carta de Impedância Admitância.** • Técnicas de adaptação de impedância célula em L, transformador de quarto de onda.
25-26	02/12/2026	• Técnicas de adaptação de impedância: tocos em curto-circuito ou aberto em paralelo com a linha. Carta de Smith e Carta de impedância Admitância (vídeo).
27-28	09/12/2026	• **Prova 2**
29-30	16/12/2026	• **Prova Recuperação**

- **Conteúdo Programático para Atividades Práticas Presenciais**

  As aulas práticas serão realizadas às quartas-feiras, das 9h50min às 10h40min, no Laboratório de Informática do Bloco Alpha. O cronograma das aulas práticas está apresentado na tabela abaixo.

Aula	Data	Conteúdo
1	02/09/2026	Apresentação parte prática.
2	09/09/2026	Revisão MATLAB/OCTAVE.
3	16/09/2026	**Atividade prática 1**: Propagação da onda plana uniforme (verificação da influência do fator de propagação, do fator de fase e da frequência da onda).
4	23/09/2026	**Atividade prática 1**: Propagação da onda plana uniforme (verificação da influência do fator de propagação, do fator de fase e da frequência da onda).
5	30/09/2026	**Atividade prática 2**: impacto das propriedades do meio na propagação da onda plana (verificação da influência da condutividade, permissividade elétrica e permeabilidade magnética).
6	07/10/2026	**Atividade prática 2**: impacto das propriedades do meio na propagação da onda plana (verificação da influência da condutividade, permissividade elétrica e permeabilidade magnética).

7	14/10/2026	**Atividade prática 3**: Propagação de sinais em linhas de transmissão com e sem casamento de impedância (análise da onda incidente e refletida).
8	21/10/2026	**Atividade prática 3**: Propagação de sinais em linhas de transmissão com e sem casamento de impedância (análise da onda incidente e refletida).
9	04/11/2026	**Atividade prática 4**: Análise do coeficiente de reflexão e SWR.
10	11/11/2026	**Atividade prática 4**: Análise do coeficiente de reflexão e SWR.
11	18/11/2026	**Atividade prática 5**: Análise de potência (ativa, incidente e refletida) na linha de transmissão. Perdas por reflexão, perda de Retorno e atenuação total na linha.
12	25/11/2026	**Atividade prática 5**: Análise de potência (ativa, incidente e refletida) na linha de transmissão. Perdas por reflexão, perda de Retorno e atenuação total na linha.
13	02/12/2026	**Atividade prática 6**: Casamento de impedância por meio da Carta de Smith e Carta de Impedância Admitância.
14	09/12/2026	**Atividade prática 6**: Casamento de impedância por meio da Carta de Smith e Carta de Impedância Admitância.
15	16/12/2026	Recuperação

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

Aula	T/P	**Data**	**Conteúdo - Atividades Acadêmicas Extras (AAE)**
1-2-3-4-5-6	T	10/12/2026	Trabalho Guias de onda parte teórica.
1-2-3	P	10/12/2026	Trabalho Guias de onda parte prática.

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

Distribuição da carga horária	**Teórica**	**Prática**
Carga Horária Presencial	30 h/a	15 h/a
Carga Horária AAE	6 h/a	3 h/a
Carga Horária Total	36 h/a = 30 horas	18 h/a = 15 horas
Carga total da disciplina	54 h/a = 45 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: quarta-feira entre 14h00min e 15h40min, ou em outro dia, desde que agendado previamente com o professor.

7. AVALIAÇÃO

- **Aproveitamento**

  As atividades avaliativas serão realizadas ao longo de todo o 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**

Atividade prática 1	23/09/2026	4
Atividade prática 2	07/10/2026	4
Prova 1	07/10/2026	30
Atividade prática 3	21/10/2026	4
Atividade prática 4	11/11/2026	4
Atividade prática 5	25/11/2026	4
Prova 2	09/12/2026	30
Entrega dos Trabalhos sobre Guias de onda	10/12/2026	10
Participação e exercícios nas aulas presenciais	-	10
Nota Parcial (NP)		Total = 100 pontos

***Observação**: as datas apresentadas na tabela anterior podem ser alteradas pelo professor mediante aviso prévio aos alunos.

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 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 o conteúdo ministrado ao longo do semestre, valerá 100 pontos e será aplicada no 16/12/2026 às 7h10min. 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.

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

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 para lançamento no registro de resultados ficará limitada a 60 pontos, mesmo que a sua NFR supere este valor.

8. BIBLIOGRAFIA

Básica

1 - CARDOSO, J. R. **Engenharia eletromagnética.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

2 - COLLIN, R. E.; **Foundations for microwave engineering.** 2nd ed. New York: J. Wiley,

2001.

3 - SARTORI, J. C. **Linhas de transmissão e carta de Smith.** 2. ed. São Carlos: USP, Escola de Engenharia de São Carlos, 2004.

Complementar

1 - RIBEIRO, J. A. J.; **Propagação das ondas eletromagnéticas:** princípios e aplicações, 2. Ed. São Paulo: Érica, 2008.

2 - CHRISTOPOULOS, Christos. **The Transmission-line modelling methods:** TLM. New York: Oxford University Press, 1995.

3 - BALANIS, Constantine A. **Advanced engineering electromagnetic.** 2nd ed. Hoboken, John Wiley & Sons, 2012.

4 - HAYT JR., W. H. **Eletromagnetismo.** São Paulo: McGraw-Hill, 2013.

5 - SADIKU, Matthew N. O. **Elementos de eletromagnetismo.** Porto Alegre: Bookman, 2004.

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 25/09/2026, às 07:17, 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 07/10/2026, às 07:57, 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 **7550419** e o código CRC **D0C1A128**.

Referência: Processo nº 23117.052463/2026-92 SEI nº 7550419