



PLANO DE ENSINO

1. IDENTIFICAÇÃO

Componente Curricular:	LINHAS DE TRANSMISSÃO E RADIAÇÃO					
Unidade Ofertante:	FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA					
Código:	FEELT36605	Período/Série:	6º PERÍODO	Turma:	U	
Teórica:		Carga Horária:		Natureza:		
	30	Prática:	15	Total:	45	Obrigatória: (X) Optativa: ()
Professor(A):	André Antônio dos Anjos			Ano/Semestre:	2026/1	
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 caminantes
- 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/j/team/19%3AE78lio5dPfnPw6N3ajAnsOymvshFihIntT3omoYfjRU1%40thread.tacv2/conversations?groupId=b3d53dc5-5337-4e94-9fcc-1f02d1e54f2b&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	22/04/2026	Apresentação da disciplina e contextualização dos tópicos abordados. Início do conteúdo teórico. Parte 1 - Propagação das ondas eletromagnéticas (Revisão de Ondas planas) <ul style="list-style-type: none">• Campo eletromagnético. Propriedades dos meios. Classificações dos meios. Revisão de operações vetoriais.
3-4	29/04/2026	<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	06/05/2026	<ul style="list-style-type: none">• Cálculos utilizando a equação de onda. Atenuação da onda eletromagnética. Análise do fator de propagação para diversos tipos de meios.
7-8	13/05/2026	<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	20/05/2026	<ul style="list-style-type: none">• Polarização das ondas eletromagnéticas (Linear, Circular e Elíptica).
11-12	27/05/2026	<ul style="list-style-type: none">• Prova 1
13-14	03/06/2026	Parte 2 - Linhas de Transmissão <ul style="list-style-type: none">• Propagação em linhas de transmissão e circuito equivalente.
15-16	10/06/2026	<ul style="list-style-type: none">• Estudo do fator de propagação e da impedância característica da linha. Velocidades envolvidas na linha de transmissão.
17-18	17/06/2026	<ul style="list-style-type: none">• Ondas caminhanes, estacionárias. Análise do coeficiente de reflexão e do coeficiente de onda estacionária. Impedância ao longo da linha de transmissão.

19-20	24/06/2026	<ul style="list-style-type: none"> 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	01/07/2026	<ul style="list-style-type: none"> Potência na linha de transmissão (Ativa, incidente e refletida). Perda por reflexão, perda de retorno, Atenuação total na linha de transmissão.
23-24	08/07/2026	Parte 3 - Casamento de Impedância, Carta de Smith e Carta de Impedância Admitância. <ul style="list-style-type: none"> Técnicas de adaptação de impedância célula em L, transformador de quarto de onda.
25-26	15/07/2026	<ul style="list-style-type: none"> 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	22/07/2026	<ul style="list-style-type: none"> Prova 2
29-30	29/07/2026	<ul style="list-style-type: none"> Prova Recuperação
31-32	05/08/2026	<ul style="list-style-type: none"> Finalização da parte teórica.

• 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	22/04/2026	Apresentação parte prática.
2	29/04/2026	Revisão MATLAB/OCTAVE.
3	06/05/2026	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	13/05/2026	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	20/05/2026	Atividade prática 2: impacto das propriedades do meio na propagação da onda plana (verificação da influência da condutividade, permissividade elétrica e permeabilidade magnética).
6	27/05/2026	Atividade prática 2: impacto das propriedades do meio na propagação da onda plana (verificação da influência da condutividade, permissividade elétrica e permeabilidade magnética).
7	03/06/2026	Atividade prática 3: Propagação de sinais em linhas de transmissão com e sem casamento de impedância (análise da onda incidente e refletida).
8	10/06/2026	Atividade prática 3: Propagação de sinais em linhas de transmissão com e sem casamento de impedância (análise da onda incidente e refletida).
9	17/06/2026	Atividade prática 4: Análise do coeficiente de reflexão e SWR.
10	24/06/2026	Atividade prática 4: Análise do coeficiente de reflexão e SWR.
11	01/07/2026	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	08/07/2026	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	15/07/2026	Atividade prática 6: Casamento de impedância por meio da Carta de Smith e Carta de Impedância Admitância.
14	22/07/2026	Atividade prática 6: Casamento de impedância por meio da Carta de Smith e Carta de Impedância Admitância.
15	29/07/2026	Recuperação
16	05/08/2026	Finalização da parte prática da disciplina.

• Conteúdo Programático para Atividades Acadêmicas Extras (AAE)

Aula	T/P	Data	Conteúdo - Atividades Acadêmicas Extras (AAE)
1-2-3-4	T	23/07/2026	Trabalho Guias de onda parte teórica.
1-2	P	23/07/2026	Trabalho Guias de onda parte prática.

• Total da carga horária presencial e AAE

Distribuição da carga horária	Teórica	Prática
Carga Horária Presencial	32 h/a	16 h/a
Carga Horária AAE	4 h/a	2 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	13/05/2026	4
Atividade prática 2	27/05/2026	4
Prova 1	27/05/2026	30
Atividade prática 3	10/06/2026	4
Atividade prática 4	24/06/2026	4
Atividade prática 5	08/07/2026	4
Prova 2	22/07/2026	30
Entrega dos Trabalhos sobre Guias de onda	23/07/2026	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 29/07/2026 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.

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

O discente em recuperação será aprovado na disciplina caso obtenha uma Nota Final de Recuperação maior ou igual a 60 (NFR \geq 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 20/05/2026, às 09:45, 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 29/05/2026, às 07:32, 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 **7022141** e o código CRC **77F0A0C6**.

Referência: Processo nº 23117.004794/2026-16

SEI nº 7022141