



## PLANO DE ENSINO

### 1. IDENTIFICAÇÃO

Componente Curricular:	SISTEMAS DE RADIOENLACE						
Unidade Ofertante:	FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA						
Código:	FEELT36803	Período/Série:	8º PERÍODO	Turma:	U		
Carga Horária:				Natureza:			
Teórica:	30	Prática:	15	Total:	45	Obrigatória( )	Optativa( )
Professor(A):	RENAN ALVES DOS SANTOS				Ano/Semestre:	2026/1	
Observações:							

### 2. EMENTA

Estudo, projeto e análise de sistemas de radioenlace digitais. A disciplina aborda os seguintes tópicos fundamentais:

1. Atenuações em enlaces terrestres;
2. Atenuações em enlaces via satélite;
3. Parâmetros de desempenho de enlaces de comunicação.

### 3. JUSTIFICATIVA

A disciplina, além de introduzir novos conceitos, integra e aplica conhecimentos previamente adquiridos ao longo do curso, tais como Linhas de Transmissão, Antenas, Comunicações Digitais e Dispositivos de Micro-ondas. Esses conteúdos são fundamentais para a análise e o projeto de radioenlaces digitais, tanto terrestres quanto via satélite. Dessa forma, a disciplina contribui de maneira significativa para a formação de engenheiros capacitados a atuar em modernos sistemas de telecomunicações.

### 4. OBJETIVO

Ao final da disciplina, o estudante será capaz de:

1. Analisar e avaliar o desempenho de radioenlaces digitais já implementados, considerando aspectos como atenuações e parâmetros de qualidade do sinal;
2. Projetar radioenlaces digitais terrestres e via satélite, dimensionando corretamente os principais componentes do sistema, com base em requisitos de desempenho.

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. Introdução à enlaces de telecomunicações**

- 1.1 Definição de propagação terrestre (onda direta, onda refletida e onda de superfície).
- 1.2 Definição de propagação espacial.

### **2. Componentes de enlaces de telecomunicações**

- 2.1 Enlace terrestre (moduladores, conversores de frequência, amplificadores de potência, amplificadores de baixo ruído e antenas).
- 2.2 Enlace espacial (moduladores, conversores de frequência, amplificadores de potência, amplificadores de baixo ruído, antenas e transponders).

### **3. Cálculo da atenuação no espaço livre**

- 3.1 Aplicação em enlaces terrestre.
- 3.2 Aplicação em enlaces espaciais.

### **4. Cálculos das atenuações por chuva e gases da atmosfera**

- 4.1 Aplicação em enlaces terrestre.
- 4.2 Aplicação em enlaces espaciais.

### **5. Análise de propagação na troposfera para enlaces terrestres**

5.1 Atenuação por obstáculo.

5.2 Reflexão da onda no solo.

## 6. Cálculo de parâmetros de atenuação específicos para comunicações via satélite

6.1 Atenuação por desapontamento de antenas

6.2 Atenuação por erros de polarização.

## 7. Análise de balanço de potências e relação sinal-ruído:

7.1 Aplicação em enlaces terrestre.

7.2 Aplicação em enlaces espaciais.

## 6. METODOLOGIA

### Disponibilização de materiais e dinâmica da disciplina:

As aulas teóricas e práticas da disciplina serão distribuídas conforme descrito abaixo:

1. Aulas teóricas (2 aulas semanais): serão ministradas às segundas-feiras, das 07h10 às 08h50, na sala 403 do Bloco G da UNIPAM.

2. Aulas práticas (1 aula semanal): serão realizadas às terças-feiras, das 11h30 às 12h20, na sala 313 do Bloco ALFA.

Todo o conteúdo utilizado na disciplina é baseado na bibliografia prevista. Esses materiais serão disponibilizados como fonte de estudo por meio de postagens na sala virtual Sistemas de Radioenlace, no 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:

O atendimento aos alunos será realizado às quartas-feiras, das 14h às 17h, de forma presencial (sala 312 do Bloco Alfa) ou via Microsoft Teams. Outros horários podem ser agendados conforme disponibilidade, e dúvidas podem ser enviadas a qualquer momento pelo chat da sala virtual.

### Cronograma das partes teórica e prática:

A disciplina possui carga horária total de 45 horas, sendo 30 horas dedicadas à parte teórica e 15 horas à parte prática, o que corresponde a 54 horas-aula (36 horas-aula de teoria e 18 horas-aula de prática).

O cronograma das aulas, composto por aulas presenciais e eventuais reposições, está apresentado a seguir:

Aulas	Data	Regime		Conteúdo
1-2	27/04	Presencial	Teórico	<b>Apresentação da parte teórica disciplina</b> - Conteúdo programático - Método de avaliação <b>Capítulo 1: Introdução aos sistemas de radioenlace</b> - Motivações - Definições

3	28/04	Presencial	Prático	<b>Apresentação da parte prática da disciplina</b> - Conteúdo programático - Método de avaliação
4	28/04	Reposição	Prático	<b>Apresentação da parte prática da disciplina</b> - Introdução ao simulador
5-6	04/05	Presencial	Teórico	<b>Capítulo 2: Atenuação em enlaces terrestres</b> - Atenuação no espaço livre
7	05/05	Presencial	Prático	<b>Relatório 1: Análises de atenuação em enlaces terrestres</b> - Atenuação no espaço livre
8-9	11/05	Presencial	Teórico	<b>Capítulo 2: Atenuação em enlaces terrestres</b> - Reflexão no solo (modelo de dois raios)
10	12/05	Presencial	Prático	<b>Relatório 2: Análises de atenuação em enlaces terrestres</b> - Reflexão no solo (modelo de dois raios)
11-12	18/05	Presencial	Teórico	<b>Capítulo 2: Atenuação em enlaces terrestres</b> - Difração em obstáculos
13-14	18/05	Reposição	Teórico	<b>Capítulo 2: Atenuação em enlaces terrestres</b> - Atenuação por chuva
15	19/05	Presencial	Prático	<b>Relatório 3: Análises de atenuação em enlaces terrestres</b> - Difração em obstáculos
<b>16-17</b>	<b>25/05</b>	<b>Presencial</b>	<b>Teórico</b>	<b>Prova 1</b>
18	26/05	Presencial	Prático	<b>Relatório 4: Análises de atenuação em enlaces terrestres</b> - Atenuação por chuva
19-20	01/06	Presencial	Teórico	<b>Capítulo 3: Atenuação em enlaces via satélites</b> - Atenuação no espaço livre
21	02/06	Presencial	Prático	<b>Entrega dos relatórios 1 a 4</b>
22-23	08/06	Presencial	Teórico	<b>Capítulo 3: Atenuação em enlaces via satélites</b> - Atenuação por chuva
24	09/06	Presencial	Prático	<b>Relatório 5: Análises de atenuação em enlaces via satélites</b> - Atenuação no espaço livre
25-26	15/06	Presencial	Teórico	<b>Capítulo 3: Atenuação em enlaces via satélites</b> - Atenuação por nuvens - Atenuação por oxigênio
27-28	15/06	Reposição	Teórico	<b>Capítulo 3: Atenuação em enlaces via satélites</b> - Atenuação por desalinhamento de antenas - Atenuação por erros de polarização

29	16/06	Presencial	Prático	<b>Relatório 6: Análises de atenuação em enlaces via satélites</b> - Atenuação por chuva
<b>30-31</b>	<b>22/06</b>	<b>Presencial</b>	<b>Teórico</b>	<b>Prova 2</b>
32	23/06	Presencial	Prático	<b>Relatório 7: Análises de atenuação em enlaces via satélites</b> - Atenuação por nuvens - Atenuação por oxigênio
33-34	29/06	Presencial	Teórico	<b>Capítulo 4: Análise de desempenho</b> - Balanço de potências
35	30/06	Presencial	Prático	<b>Relatório 8: Análises de atenuação em enlaces via satélites</b> - Atenuação por desalinhamento de antenas - Atenuação por erros de polarização
36-37	29/06	Reposição	Teórico	<b>Capítulo 4: Análise de desempenho</b> - Relação sinal-ruído
<b>38</b>	<b>29/06</b>	<b>Reposição</b>	<b>Prático</b>	<b>Entrega dos relatórios 5 a 8</b>
39-40	06/07	Presencial	Teórico	<b>Capítulo 4: Análise de desempenho</b> - Probabilidade de erros de bits sem códigos corretores de erro
41	07/07	Presencial	Prático	<b>Relatório 9: Análise de desempenho</b> - Balanço de potências
42-43	13/07	Presencial	Teórico	<b>Capítulo 4: Análise de desempenho</b> - Probabilidade de erros de bits com códigos corretores de erro
44	14/07	Presencial	Prático	<b>Relatório 10: Análise de desempenho</b> - Relação sinal-ruído
<b>45-46</b>	<b>20/07</b>	<b>Presencial</b>	<b>Teórico</b>	<b>Prova 3</b>
47	21/07	Presencial	Prático	<b>Relatório 11: Análise de desempenho</b> - Probabilidade de erros de bits sem códigos corretores de erro
48	21/07	Reposição	Prático	<b>Relatório 12: Análise de desempenho</b> - Probabilidade de erros de bits com códigos corretores de erro
<b>49</b>	<b>22/07</b>	<b>Reposição</b>	<b>Prático</b>	<b>Entrega dos relatórios 9 a 12</b>
<b>50-51</b>	<b>27/07</b>	<b>Presencial</b>	<b>Teórico</b>	<b>Prova de Final</b>
-	28/07	-	Prático	Sem aula
52-53	03/08	Presencial	Teórico	Vista de notas
54	04/08	Presencial	Prático	Vista de notas

As reposições das aulas teóricas serão ministradas das 14h00 às 15h40, na sala 403 do Bloco G da UNIPAM.

As reposições das aulas práticas ocorrerão das 16h00 às 16h50, na sala 313 do Bloco ALFA.

Em resumo, a carga horária da disciplina será distribuída da seguinte forma:

Carga horária	Teórica	Prática
Presencial	30 horas-aula	14 horas-aula

Reposições	6 horas-aula	4 horas-aula
<b>Total da disciplina</b>	<b>36 horas-aula</b>	<b>18 horas-aula</b>

## 7. AVALIAÇÃO

Para obter aproveitamento na disciplina, o(a) discente deverá alcançar nota mínima de 60 pontos em 100. A avaliação será composta por quatro partes, distribuídas da seguinte forma:

Prova 1 (25%) - Avaliação referente ao Capítulo 2 da parte teórica da disciplina. Consistirá em uma prova individual, com duração de 100 minutos, aplicada no horário regular da aula.

Prova 2 (25%) - Avaliação referente ao Capítulo 3 da parte teórica da disciplina. Consistirá em uma prova individual, com duração de 100 minutos, aplicada no horário regular da aula.

Prova 3 (25%) - Avaliação referente ao Capítulo 4 da parte teórica da disciplina. Consistirá em uma prova individual, com duração de 100 minutos, aplicada no horário regular da aula.

Atividades Práticas (25%) - Avaliação referente à parte prática da disciplina. Ao longo do semestre, os(as) discentes deverão entregar 12 atividades práticas, cuja nota final será calculada pela média aritmética das notas obtidas. Os relatórios deverão ser enviados em formato PDF, por meio do chat do Microsoft Teams, nas datas previamente estabelecidas. Atividades não entregues receberão nota zero.

Assim, o cronograma de atividades avaliativas da disciplina é:

Avaliação	Valor	Data
Prova 1	25	25/05
Prova 2	25	22/06
Prova 3	25	20/07
Relatórios	25	Entrega nas datas definidas no cronograma
<b>Total</b>	<b>100,0</b>	-

Os resultados das avaliações serão divulgados por meio de postagens na sala virtual Sistemas de Radioenlace, no Microsoft Teams, e as notas serão apresentadas utilizando os números de matrícula dos(as) alunos(as), a fim de preservar a identificação individual. A divulgação das notas ocorrerá em até 15 (quinze) dias após a realização de cada avaliação. As revisões de notas poderão ser solicitadas durante os horários de atendimento ao aluno.

Conforme estabelece a Resolução CONGRAD nº 46/2022, o(a) discente que não alcançar média final (NFSR) igual ou superior a 60 pontos, mas que apresentar frequência mínima de 75% da carga horária da disciplina, terá direito a realizar uma atividade avaliativa de recuperação de aprendizagem. Essa atividade consistirá em uma prova final (PF) abrangendo todo o conteúdo do semestre. A média final (MF) do(a) discente, após a prova de recuperação, será calculada da seguinte forma:

$$\mathbf{MF = (NFSR*0,6) + (PF*0,4),}$$

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

## 8. BIBLIOGRAFIA

### Básica

- 1 - RIBEIRO, J. A. J. **Propagação das ondas eletromagnéticas**: princípios e aplicações. 2. ed. São Paulo: Érica, 2008.
- 2 - GOMES, G. G. R., **Sistemas de radioenlaces digitais**: terrestres e por satélites, 1. ed. São Paulo: Érica, 2013
- 3 - IPPOLITO, L. J., **Satellite communications systems engineering**: atmospheric effects, satellite link design and system performance, 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons 2017.

### Complementar

- 1 - MARAL, Gérard, BOUSQUET, Michel; SUN, Zhili., **Satellite communications systems**: systems, techniques and technology, 6th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2020.
- 2 - MAINI, Anil Kumar; AGRAWAL, Varsha. **Satellite technology**: principles and applications, 3rd ed. Updated Chichester: John Wiley & Sons, 2014.
- 3 - PRATT, Timothy. **Satellite communications**, 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 2003.
- 4 - BALANIS, Constantine A. **Antenna theory**: analysis and design, 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 2005.
- 5 - SISTEMAS de comunicação: serviços, modulação e meios de transmissão. 1. ed. São Paulo: Érica, 2015. *E-book*. Disponível em: <https://mb.ufu.br/9788536522098>. Acesso em: 30 set. 2025. 0 Ex.

## 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 20/05/2026, às 14:41, 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](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **7022176** e o código CRC **43F0670E**.

