



## PLANO DE ENSINO

### 1. IDENTIFICAÇÃO

Componente Curricular:	COMUNICAÇÕES ÓPTICAS				
Unidade Ofertante:	FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA				
Código:	FEELT36807	Período/Série:	8º PERÍODO		Turma: U
Carga Horária:					
Teórica:	45	Prática:	15	Total:	60
Professor(A):	Pedro Luiz Lima Bertarini				
Observações:					

### 2. EMENTA

Fibras ópticas, Fontes ópticas, Fotodetectores, Funcionamento de sistemas ópticos, Conceitos e componentes WDM, Amplificadores Ópticos, Efeitos não lineares e Redes ópticas.

### 3. JUSTIFICATIVA

Essa componente curricular é importante para o aluno do curso de Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações, pois apresenta os fundamentos de sistemas de comunicações ópticas, atualmente amplamente utilizados para suprir as demandas por largura de banda dos usuários de sistemas de telecomunicações. Além do conhecimento técnico mais associado ao projeto de sistemas de comunicações ópticos, o estudante deve melhorar sua capacidade de utilizar a matemática e a física para modelagem, pesquisar por soluções tecnológicas atuais e trabalhar em equipe para a resolução de projetos.

### 4. OBJETIVO

Ao final do curso o estudante deverá ser capaz de analisar tecnologias e projetos de sistemas de comunicações ópticos.

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;
9. 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;
10. Ser capaz de interagir com as diferentes culturas, mediante o trabalho em equipes presenciais ou a distância, de modo que facilite a construção coletiva;
11. Gerenciar projetos e liderar, de forma proativa e colaborativa, definindo as estratégias e construindo o consenso nos grupos;
12. Ser capaz de assumir atitude investigativa e autônoma, com vistas à aprendizagem contínua, à produção de novos conhecimentos e ao desenvolvimento de novas tecnologias;
13. Aprender a aprender.

### 5. PROGRAMA

#### 1. Fibras ópticas

- 1.1. Modos em fibras ópticas
- 1.2. Tipos de fibras ópticas
- 1.3. Equação transcendental
- 1.4. Propagação em fibras ópticas
- 1.5. Degradação do sinal guiado: dispersão e atenuação

#### 2. Fontes ópticas

- 2.1. Tópicos de física de semicondutores
- 2.2. Diodos emissores de luz (LEDs)
- 2.3. Diodos LASER

#### 3. Fotodetectores

- 3.1. Princípios físicos dos fotodetectores
- 3.2. Tipos de fotodetectores
- 3.3. Ruídos em fotodetectores

#### 4. Funcionamento de sistemas ópticos

- 4.1. Operação fundamental do receptor óptico

4.2. Desempenho do receptor óptico: probabilidade de erro, sensibilidade do receptor e diagrama de olho

4.3. Links digitais

4.4. Links analógicos

## **5. Conceitos e componentes WDM**

5.1. Panorama WDM

5.2. Acopladores ópticos passivos

5.3. Isoladores e circuladores

5.4. Filtros ópticos

5.5. Moduladores ópticos

5.6. Componentes ativos

## **6. Amplificadores Ópticos**

6.1. Tipos de amplificadores ópticos e aplicações

6.2. Amplificadores ópticos semicondutores

6.3. Amplificadores de fibra dopada com érbio

6.4. Ruído de amplificadores

6.5. SNR óptica

6.6. Amplificadores Raman

## **7. Efeitos não lineares**

7.1. Visão geral das não linearidades

7.2. Área e comprimento efetivos

7.3. Espalhamento Raman Estimulado

7.4. Espalhamento Brillouin Estimulado

7.5. Automodulação de fase

7.6. Modulação de fase cruzada

7.7. Mistura de quatro ondas

7.8. Solitons

7.9. Conversores de comprimento de onda

## **8. Redes ópticas**

8.1. Exemplos de redes ópticas de transporte

8.2. Exemplos de redes ópticas de acesso

## **6. METODOLOGIA**

### **• Conteúdo Programático para Atividades Teóricas Presenciais**

A disciplina utiliza o Moodle ([www.moodle.ufu.br](http://www.moodle.ufu.br)) para envio de atividades e disponibilização de materiais. A inscrição no Moodle é obrigatória, poderá ser efetuada a partir do dia 09/06. Dados para inscrição:

Nome da Disciplina: GEE539 - Comunicações Ópticas

Link da disciplina: <https://www.moodle.ufu.br/course/view.php?id=6055>

chave de inscrição: gee539\_2025\_2

A disciplina usará a metodologia ativa de ensino, ou seja, o aluno participará ativamente do processo de aprendizagem. O aluno será o responsável pela própria aprendizagem. Espera-se que, estimulado pela autonomia, o aluno fique mais comprometido e participativo. O aluno aprenderá a aprender.

Em seus estudos, os alunos poderão utilizar as videoaulas da disciplina disponibilizadas no Moodle, assim como as referências bibliográficas e o material de apoio da disciplina.

Durante as aulas presenciais será empregada a metodologia ativa de aprendizado baseado em projetos (PBL -*project based learning*) para desenvolvimento dos conteúdos da disciplina, assim como as atividades avaliativas.

As aulas teóricas serão realizadas às segundas-feiras das 08h50min às 10h40min no Bloco G da UNIPAM, sala 403 e às terças-feiras das 07h10min às 08h00min, no Laboratório de Informática do Bloco Alfa, sala 317 do 3º andar.

Aula	Data	Conteúdo Teórico
01-02	20/10/2025	Módulo 1: 1) Apresentação do plano de ensino, metodologia e critérios de avaliação
03	21/10/2025	Módulo 1: 1) Apresentação do plano de ensino, metodologia e critérios de avaliação
-	27/10/2025	Recesso - Dia do Servidor Público
-	28/10/2025	Não haverá aula - Afastamento para participação em evento científico em Portugal Reposição no dia <b>05/11/2025</b>
04-05	03/11/2025	Módulo 2: 1) Conceitos fundamentais de eletromagnetismo aplicado 2) Reflexão e refração de ondas em interfaces dielétricas
06	04/11/2025	Módulo 2: 1) Conceitos fundamentais de eletromagnetismo aplicado 2) Reflexão e refração de ondas em interfaces dielétricas
07-09	<b>05/11/2025</b>	Reposição: Módulo 3: 1) Guias de ondas retangulares 2) Equação transcendental da fibra óptica
-	10/11/2025	Não haverá aula - Afastamento para participação em evento científico em Portugal Reposição no dia <b>19/11/2025</b>
-	11/11/2025	Não haverá aula - Afastamento para participação em evento científico em Portugal Reposição no dia <b>19/11/2025</b>
-	14/11/2025	Reposição de aula de segunda-feira em todos os campi Não haverá aula - Afastamento para participação em evento científico em Portugal Reposição no dia <b>05/11/2025</b>

10-11	17/11/2025	Módulo 4: 1) Análise de guias de onda retangulares 2) Implementação numérica de guias de ondas retangulares
12	18/11/2025	Módulo 4: 1) Análise de guias de onda retangulares 2) Implementação numérica de guias de ondas retangulares
13-15	19/11/2025	Reposição: Módulo 5: 1) História das comunicações ópticas
16-17	24/11/2025	Módulo 6: 1) Guias de ondas circulares 2) Diagrama de dispersão modal em guias circulares 3) Degradação do sinal em fibras ópticas: atenuação e dispersão
18	25/11/2025	Módulo 6: 1) Guias de ondas circulares 2) Diagrama de dispersão modal em guias circulares 3) Degradação do sinal em fibras ópticas: atenuação e dispersão
19-20	01/12/2025	Módulo 7: 1) Diagrama de bandas eletrônicas 2) Diodos Emissores de Luz - LEDs
21	02/12/2025	Módulo 7: 1) Diagrama de bandas eletrônicas 2) Diodos Emissores de Luz - LEDs
22-23	08/12/2025	Módulo 8: 1) LASER: propriedades, amplificação e ressonância 2) Lançamento e acoplamento de potência
24	09/12/2025	Módulo 8: 1) LASER: propriedades, amplificação e ressonância 2) Lançamento e acoplamento de potência
25-26	15/12/2025	Prova 1
27	16/12/2025	Módulo 9: 1) Fotodetectores ópticos: MSM, PIN e APD 2) Receptores ópticos
-	21/12/2025 a 31/01/2026	Recesso
28-29	02/02/2026	Módulo 9: 1) Fotodetectores ópticos: MSM, PIN e APD 2) Receptores ópticos
30	03/02/2026	Módulo 9: 1) Fotodetectores ópticos: MSM, PIN e APD 2) Receptores ópticos
31-32	09/02/2026	Módulo 10: 1) Conceitos WDM 2) Componentes WDM: acopladores, isoladores, filtros e componentes ativos
33	10/02/2026	Módulo 10: 1) Conceitos WDM 2) Componentes WDM: acopladores, isoladores, filtros e componentes ativos
-	16/02/2026	Recesso
-	17/02/2026	Carnaval
34-35	23/02/2026	Módulo 11: 1) Amplificadores ópticos
36	24/02/2026	Módulo 11: 1) Amplificadores ópticos
37-38	02/03/2026	Módulo 12: 1) Efeitos não lineares em fibras ópticas
39	03/03/2026	Módulo 12: 1) Efeitos não lineares em fibras ópticas
40-41	09/03/2026	Módulo 13: 1) Redes ópticas de transporte 2) Redes ópticas de acesso
42	10/03/2026	Módulo 13: 1) Redes ópticas de transporte 2) Redes ópticas de acesso
43-44	16/03/2026	Prova 2
45	17/03/2026	1) Atividade de Recuperação de Aprendizagem 2) Vista de atividades avaliativas e notas

• **Conteúdo Programático para Atividades Práticas Presenciais**

As aulas práticas serão realizadas às terças-feiras das 08h00min às 08h50min no Laboratório de Informática Ouro no Bloco G da UNIPAM, sala 402.

Aula	Data	Conteúdo Teórico
01	21/10/2025	Apresentação do plano de ensino, metodologia e critérios de avaliação
-	28/10/2025	Não haverá aula - Afastamento para participação em evento científico em Portugal Reposição no dia <b>05/11/2025</b>
02	04/11/2025	Softwares de simulação (parte 1)
03	<b>05/11/2025</b>	Softwares de simulação (parte 2)
-	11/11/2025	Não haverá aula - Afastamento para participação em evento científico em Portugal Reposição no dia <b>19/11/2025</b>
04	18/11/2025	Implementação da equação transcendental para guias retangulares
05	<b>19/11/2025</b>	Degradação do sinal em fibras ópticas: atenuação e dispersão
06	25/11/2025	Fontes ópticas: LEDs e LASERs
07	02/12/2025	Fotodetectores ópticos: MSM, PIN e APD Receptores Ópticos
08	09/12/2025	Componentes WDM: acopladores, isoladores, filtros e componentes ativos
09	16/12/2025	Amplificadores ópticos e Efeitos não lineares em fibras ópticas
-	21/12/2025 a 31/01/2026	Recesso

10	02/02/2026	Simulações de redes ópticas de transporte e de acesso
11	09/02/2026	Prática 1
-	17/02/2026	Carnaval
12	24/02/2026	Prática 2
13	03/03/2026	Prática 3
14	10/03/2026	Prática 4 e 5
15	17/03/2026	Vista de atividades avaliativas e notas Vista de notas da Atividade de Recuperação de Aprendizagem

### Conteúdo Programático para Atividades Acadêmicas Extras (AAE)

Aula	Data	Conteúdo - Atividades Acadêmicas Extras (AAE)
1-9	ao longo do semestre	Estudos dirigidos sobre conteúdos e temas atuais em comunicações ópticas
1-3	ao longo do semestre	Estudos dirigidos sobre conteúdos e temas atuais em comunicações ópticas

	Teórica (h-a)	Prática (h-a)
<b>C.H Presencial Total</b>	45	15
<b>C.H. Atividades Acadêmicas Extras Total</b>	9	3
<b>C.H. Total da disciplina</b>	54	18

- **Atendimento**

O atendimento aos alunos da disciplina será realizado de forma presencial no Bloco Alfa, no LATUR (Laboratório de Tecnologias Urbanas e Rurais), de acordo com o seguinte planejamento: terças-feiras entre 14h e 15h, ou outro dia desde que agendado com o professor previamente.

## 7. AVALIAÇÃO

- **Aproveitamento**

A avaliação de desempenho dos discentes será feita pelas atividades avaliativas em sala e por provas. O cronograma de atividades avaliativas e a distribuição da pontuação é apresentada.

Os resultados das avaliações serão divulgadas no Moodle em até 15 dias úteis após a sua realização e a vista de nota 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).

DATA	ATIVIDADE AVALIATIVA	PONTUAÇÃO
ao longo do semestre	Atividades em sala	20 pontos
15/12/2025	Prova 1	30 pontos
16/03/2026	Prova 2	30 pontos
09/02/2026 24/02/2026 03/03/2026 10/03/2026	Práticas 1 a 5	20 pontos
<b>TOTAL</b>		<b>100 pontos</b>

### Atividades em sala (25,0 pts)

Durante as aulas presenciais, o professor apresentará desafios (problemas) relativos aos conteúdos já vistos anteriormente.

As atividades poderão ser realizadas individualmente ou em grupos, a critério do professor.

O aluno que não estiver presente na aula presencial perderá os pontos dessa atividade.

- **Frequência**

A frequência será aferida pela presença na aula presencial (chamada). E em relação à parte assíncrona, pela entrega das atividades avaliativas relativa às atividades assíncronas.

- **Recuperação**

É necessário ter 75% de presença para ter direito a realizar a prova de recuperação e a mesma somente será aplicada para o aluno que não atingiu 60 pontos.

A recuperação consistirá de uma avaliação no valor de 100 pontos, presencial e individual. Não será permitido consulta. Será permitido o uso de calculadoras. Celulares deverão ser desligados durante a avaliação. A recuperação não terá nenhuma questão que utilize simulação.

Considerando a Média Final Parcial (MP) a nota obtida no semestre ante da recuperação e a Recuperação (REC) como acima descrita, a Nota Final da disciplina(MF) será dada pela seguinte fórmula:

$$MF = (MP)*0,6 + (REC)*0,4, \text{ sendo limitado em } 60 \text{ o valor máximo de MF obtido pelo aluno em recuperação.}$$

## 8. BIBLIOGRAFIA

### Básica

1. AGRAWAL, G. P. **Sistemas de Comunicações por Fibras Ópticas.** 4. ed. São Paulo: Elsevier, 2014.

2. AMAZONAS, J. R. A. **Projeto de Sistema de Comunicações Ópticas**. Barueri: Manole, 2005.
3. KEISER, G. **Comunicações por fibras ópticas**. Porto Alegre, McGraw-Hill Education, 4<sup>a</sup>. Edição, 2014.

#### **Complementar**

1. BLACK, U. **Optical Networks**: Third Generation Transport Systems. 1 ed. New York: Prentice Hall, 2002.
2. KAZovsky, L. G.; BENEDETTO, S.; WILLNER, A. E. **Optical Fiber Communication Systems**. Boston: Artech House, 1996.
3. RIBEIRO, J. **Comunicações ópticas**. 4. ed. São Paulo: Érica, 2009.
4. LE NGUYEN BINH, **Optical fiber communications systems: theory and practice with MATLAB and Simulink models**. Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis, c2010.
5. ALAN ROGERS, **Understanding optical fiber communications**. Boston: Artech House, c2001

#### **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 **Pedro Luiz Lima Bertarini, Professor(a) do Magistério Superior**, em 26/11/2025, às 17:02, 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 02/12/2025, às 10:11, 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 **6666214** e o código CRC **BD5D70BA**.