

UFMG – Departamento de Engenharia Eletrônica (DELT)

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica – 2º Semestre de 2025

Disciplina: Teoria da Irradiação e Ondas Guiadas (4 créditos - 60 horas-aula)

Horário: Segundas e Quartas, 7:30 – 9:10

Professor: Fernando José da Silva Moreira
Departamento de Engenharia Eletrônica (DELT)
Engenharia – Bloco 1 – Sala 2629 – Tel: 3409-3445
URL: <http://www.ppgee.ufmg.br/~fernando>
E-mail: fernandomoreira@ufmg.br

1) Objetivos do Curso:

Explicar os mecanismos básicos da geração e da propagação de campos eletromagnéticos em meios confinados e abertos, para o embasamento de aplicações envolvendo antenas, propagação de ondas, micro-ondas, etc. Preparar o aluno para a análise e projeto de linhas de transmissão e guias de ondas. Introduzir princípios sobre a irradiação de campos eletromagnéticos.

2) Ementa:

A) Equações de Maxwell: forma integral e diferencial; forma harmônico-temporal; condições de contorno; equação de onda; teorema de Poynting.

B) Ondas planas: propagação de ondas planas em meios com e sem perdas; incidência normal e oblíqua em interfaces planas.

C) Linhas de transmissão: equações e parâmetros; campos em linhas de transmissão infinitas e finitas; perda de retorno; carta de Smith; casamento de impedância em linhas de transmissão.

D) Guias de onda e cavidades ressonantes: guia de onda coaxial; guia de onda retangular; cavidade ressonante retangular.

E) Princípios da irradiação eletromagnética em meios abertos: vetores potenciais auxiliares; dipolo infinitesimal; características básicas de antenas.

3) Avaliação:

A avaliação será feita através de duas provas escritas no decorrer do curso (33 pontos cada) e uma prova escrita final (34 pontos).

A) Provas no meio do semestre: serão realizadas duas provas escritas, cada uma valendo 33 pontos. A matéria a ser avaliada vai desde o início do curso até o tópico especificado pelo professor. O aluno que não comparecer à prova terá nota zero na mesma. Somente nos casos previstos no regulamento da UFMG o aluno faltoso poderá ter a sua nota substituída por uma avaliação extra, realizada na data determinada pelo professor.

B) Prova escrita final: esta prova será realizada no final do semestre, valerá 34 pontos e envolverá toda a matéria oferecida no curso. O aluno que não comparecer à prova terá nota zero na mesma. Somente nos casos previstos no regulamento da UFMG o aluno faltoso poderá ter a sua nota substituída por uma avaliação extra, realizada na data determinada pelo professor.

4) Datas das Provas:

- A) Primeira Prova: quarta-feira, 24 de setembro de 2025.
- B) Segunda Prova: segunda-feira, 03 de novembro de 2025.
- C) Prova Final: segunda-feira, 01 de dezembro de 2025.
- D) Exame Especial: quarta-feira, 10 de dezembro de 2025.

5) Bibliografia Recomendada:

- A) Livro-texto: David K. Cheng, *Field and Wave Electromagnetics*, 2nd edition, Addison-Wesley, New York, 1989.
- B) S. Ramo, J. R. Whinnery, and T. Van Duzer, *Fields and Waves in Communication Electronics*, third edition, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1994.
- C) T. Paris e F. K. Hurd, *Teoria Eletromagnética Básica*, Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1984.
- D) Anita Macedo, *Eletromagnetismo*, Editora Guanabara, Rio de Janeiro, 1988.
- E) C. A. Balanis, *Advanced Engineering Electromagnetics*, 3rd edition, John Wiley & Sons, Inc., New York, 2024.

6) Calendário Proposto (pode ser alterado a critério do professor):

Segunda-feira	Quarta-feira
11 de agosto – Introdução. Eqs. de Maxwell: revisão.	13 de agosto – Eqs. de Maxwell: revisão, relações constitutivas, condições de contorno.
18 de agosto – Eqs. de Maxwell: conservação de energia, regime harmônico temporal, permissividade complexa.	20 de agosto – Eqs. de Maxwell: potência complexa, potência média. Equação de onda.
25 de agosto – Onda plana: solução geral e relações entre os campos E e H.	27 de agosto – Onda plana uniforme: características gerais.
01 de setembro – Não haverá aula.	03 de setembro – Não haverá aula.
08 de setembro – Onda plana uniforme: características gerais. Polarização. Exercícios.	10 de setembro – Incidência em interfaces planas: polarizações perpendicular e paralela, incidências externa e interna.
15 de setembro – Incidência em interfaces planas: incidências externa e interna. Ângulos de Brewster e crítico. Reflexão total. Exercícios.	17 de setembro – Conservação de energia. Incidência sobre meios dispersivos. Incidência sobre bons condutores. Exercícios.
22 de setembro – Incidência sobre bons condutores. Incidência normal sobre múltiplas interfaces planas.	24 de setembro – Prova.
29 de setembro – Solução TEM. Condições para o suporte da solução TEM numa linha de transmissão. Ondas de tensão e de corrente.	01 de outubro – Potência complexa. Parâmetros distribuídos de uma LT. Energia armazenada e perdas no dielétrico.
06 de outubro – Cabo coaxial. Perdas nos condutores. LT's sem distorção. Dispersão.	08 de outubro – Linhas de transmissão: notação circuital, impedância, admitância.
13 de outubro – Linhas de transmissão: coeficiente de reflexão, taxa de onda estacionária.	15 de outubro – Transferência de potência em LT's.
20 de outubro – Carta de Smith.	22 de outubro – Problemas resolvidos pela carta de Smith.
27 de outubro – Recesso Escolar.	29 de outubro – Técnicas de casamento de impedância. Casamento com estúbes em LT's. Sintonia em frequência.
03 de novembro – Prova.	05 de novembro – Guia Retangular: modos TE e TM.
10 de novembro – Guia Retangular: frequência de corte, comprimento de onda, velocidades de fase e de grupo. Aula Assíncrona.	12 de novembro – Guia Retangular: modo fundamental, potência, perdas. Aula Assíncrona.
17 de novembro – Guia Retangular: modo fundamental, potência, perdas.	19 de novembro – Cavidade Retangular.
24 de novembro – Cavidade Retangular.	26 de novembro – Princípios de Irradiação.
01 de dezembro – Prova Final.	
08 de dezembro – Feriado.	10 de dezembro – Exame Especial.

7) Vídeos no Youtube (canal FJSMoreira UFMG):

A relação entre assunto e vídeo não é precisa. Pode ser que você tenha que assistir ao final do vídeo anterior ou ao início do posterior. Favor alertar o professor sobre discrepâncias entre assunto e vídeo através do e-mail fernandomoreira@ufmg.br.

Aula	Assunto	Título do vídeo
01	Introdução. Eqs. de Maxwell: revisão	TIOG-Sem202-Aula01
02	Eqs. de Maxwell: revisão, relações constitutivas, condições de contorno.	TIOG-Sem202-Aula02
03	Eqs. de Maxwell: conservação de energia, regime harmônico temporal, permissividade complexa.	TIOG-Sem202-Aula03
04	Eqs. de Maxwell: potência complexa, potência média. Equação de onda.	TIOG-Sem202-Aula04
05	Onda plana: solução geral e relações entre os campos E e H.	TIOG-Sem202-Aula05
06	Onda plana uniforme: características gerais.	TIOG-Sem202-Aula06
07	Onda plana uniforme: características gerais. Polarização.	TIOG-Sem202-Aula07
08	Incidência em interfaces planas: polarizações perpendicular e paralela, incidências externa e interna.	TIOG-Sem202-Aula08
09	Incidência em interfaces planas: incidências externa e interna. Ângulos de Brewster e crítico. Reflexão total.	TIOG-Sem202-Aula09
10	Conservação de energia. Incidência sobre meios dispersivos. Incidência sobre bons condutores.	TIOG-Sem202-Aula10
11	Incidência sobre bons condutores. Incidência normal sobre múltiplas interfaces planas.	TIOG-Sem202-Aula11
12	Solução TEM. Condições para o suporte da solução TEM numa linha de transmissão. Ondas de tensão e de corrente.	TIOG-Sem202-Aula12
13	Potência complexa. Parâmetros distribuídos de uma LT. Energia armazenada e perdas no dielétrico	TIOG-Sem202-Aula13
14	Cabo coaxial. Perdas nos condutores. LT's sem distorção. Dispersão.	TIOG-Sem202-Aula14
15	Linhas de transmissão: notação circuitual, impedância, admitância.	TIOG-Sem202-Aula15
16	Linhas de transmissão: coeficiente de reflexão, taxa de onda estacionária.	TIOG-Sem202-Aula16
17	Transferência de potência em LT's.	TIOG-Sem202-Aula17
18	Carta de Smith.	TIOG-Sem202-Aula18
19	Problemas resolvidos pela carta de Smith.	TIOG-Sem202-Aula19
20	Técnicas de casamento de impedância. Casamento com estúbes em LT's. Sintonia em frequência.	TIOG-Sem202-Aula20
21	Guia Retangular: modos TE e TM	TIOG-Sem202-Aula21
22	Guia Retangular: frequência de corte, comprimento de onda, velocidades de fase e de grupo.	TIOG-Sem202-Aula22
23	Guia Retangular: modo fundamental, potência, perdas.	TIOG-Sem202-Aula23
24	Guia Retangular: modo fundamental, potência, perdas.	TIOG-Sem202-Aula24
25	Cavidade Retangular.	TIOG-Sem202-Aula25
26	Cavidade Retangular.	TIOG-Sem202-Aula26
27	Princípios de Irradiação.	TIOG-Sem202-Aula27