

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA****CENTRO TECNOLÓGICO**

Departamento de Engenharia Elétrica e Eletrônica

Campus Trindade - CEP 88040-900 - Florianópolis SC

Tel: 48 3721-2260

**PLANO DE ENSINO 2020.2 <sup>1</sup>****I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:**

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	HORAS-AULA SEMANAIS		HORAS-AULA SEMESTRAIS
		TEÓRICAS	PRÁTICAS	
EEL7053	Ondas Eletromagnéticas	4		72 horas

**II. PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)**

Prof. Walter Pereira Carpes Junior

**III. PRÉ-REQUISITO(S) (Código(s) e nome da(s) disciplina(s))**

EEL7041 | Eletromagnetismo

EEL7045 | Circuitos Elétricos A

**IV. CURSOS PARA OS QUAIS A DISCIPLINA É OFERECIDA**

(202) Engenharia Elétrica

(235) Engenharia Eletrônica

(213) Engenharia de Produção Elétrica

**V. EMENTA**

Equações de Maxwell; ondas planas uniformes (OPU): propagação das OPU num meio qualquer, potência associada à OPU - o vetor de Poynting, propagação das OPU em meios sem perda, propagação das OPU em bons condutores, reflexão de ondas, polarização de ondas. Linhas de transmissão (LT): equações e parâmetros básicos, forma hiperbólica das equações de LT, reflexão e casamento de impedâncias, tipos e parâmetros das LT. Guias de onda e cavidades ressonantes. Antenas: definição, parâmetros principais, tipos e aplicações, cálculo de radioenlaces.

**VI. OBJETIVOS**

Analisar a propagação de ondas eletromagnéticas em meios quaisquer (dielétricos com perdas, dielétricos sem perdas e bons condutores), em linhas de transmissão, em guias de onda e em cavidades ressonantes, apresentando e interpretando os parâmetros associados (impedâncias, atenuação, velocidade, potência associada, frequências de corte e de ressonância, modos de propagação, etc.). Estudar o fenômeno de reflexão de ondas e métodos para casamento de impedâncias. Estudar os parâmetros, tipos e aplicações de linhas de transmissão de sinais, guias de onda, cavidades ressonantes e antenas.

**VII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

1 - INTRODUÇÃO: Estrutura básica de um sistema de transmissão.

2 - REVISÃO:

2.1 - Sinais harmônicos.

2.2 - Fasores.

2.2 - Equações de Maxwell.

3 - ONDAS PLANAS UNIFORMES (OPU):

3.1 - Propagação das OPU num meio qualquer: equações e parâmetros básicos.

3.2 - Potência associada à OPU: o vetor de Poynting.

3.3 - Propagação das OPU em meios sem perdas: espaço livre; dielétrico perfeito genérico.

3.4 - Propagação das OPU em bons condutores: efeito pelicular; resistência "AC" de um condutor.

3.5 - Reflexão de ondas: coeficientes de transmissão e reflexão; reflexão total; ondas estacionárias; impedância de entrada e casamento de impedâncias.

3.6 - Polarização de onda.

4 - LINHAS DE TRANSMISSÃO (LTs):

4.1 - Teoria de circuitos versus teoria de LTs.

4.2 - Equações e parâmetros básicos.

4.3 - Forma hiperbólica das equações de LTs.

4.4 - Népers e decibéis.

4.5 - Reflexão e casamento de impedâncias.

4.6 - Linhas de transmissão: tipos; cálculo dos parâmetros.

<sup>1</sup> Plano de ensino adaptado, em caráter excepcional e transitório, para substituição de aulas presenciais por aulas em meios digitais, enquanto durar a pandemia do novo coronavírus – COVID-19, em atenção à Resolução Normativa 140/2020/CUn.

## 5 - GUIAS DE ONDAS E CAVIDADES RESSONANTES:

5.1 - Modos de propagação: TEM, TE e TM.

5.2 - Guias de onda: definição e aplicação; modos de TE e TM num guia retangular (frequências de corte e configurações de campos); excitação de guias de onda.

5.3 - Cavidades ressonantes: definição; modos ressonantes; fator de qualidade e seletividade; aplicações.

## 6 - ANTENAS:

6.1 – Definição.

6.2 - Parâmetros principais (regiões dos campos, diagramas de radiação, diretividade, ganho, abertura efetiva, resistência de radiação, impedância de entrada, largura de banda, etc.).

6.3 - Tipos e aplicações;

6.4 - Cálculo básico de radioenlaces (fórmula de Friis).

---

## **VIII. METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA**

A metodologia consiste em aulas síncronas e assíncronas. Todo o conteúdo da disciplina está gravado em vídeo e será disponibilizado aos alunos (tanto em links para baixar os vídeos quanto para assistir diretamente no Youtube). A comunicação com os alunos se dará sempre através do Moodle, com mensagens, avisos, etc. Os encontros síncronos serão feitos através da plataforma de videoconferência Google Meet. Serão passados vídeos, listas de exercícios, apostilas e outros materiais para os alunos através do Moodle. Os alunos serão sempre informados sobre as atividades que deverão desenvolver na semana. Nos encontros síncronos, que ocorrerão pelo menos uma vez por semana nos horários habituais de aula (mas que não devem passar muito de 75 minutos por encontro), será feito um resumo do conteúdo já visto nos vídeos, discussão com os alunos sobre os tópicos mais importantes, esclarecimentos das dúvidas, resolução de exercícios, etc.

---

## **IX. ATIVIDADES PRÁTICAS**

Não há.

---

## **X. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO E CONTROLE DE FREQUÊNCIA**

Pretende-se fazer a avaliação através de listas de exercícios. Não estão descartadas a realização de provas síncronas nem a consideração da participação dos alunos na nota final. Em relação às provas síncronas, caso venham a acontecer, a ideia inicial consiste em disponibilizar as questões na data e horário anteriormente fixados. Os alunos teriam cerca de duas horas para resolver as questões (não precisam permanecer online) e enviar a resolução por e-mail (pode ser através de fotos ou arquivos escaneados) ou via Moodle. Em caso de falta ou perda de conexão, o aluno poderá solicitar uma prova de segunda-chamada entrando em contato diretamente com o professor assim que isso seja possível. Também não está descartada a arguição oral dos alunos, em caso de necessidade. As listas de exercícios, desde já disponíveis no Moodle, serão entregues pelos alunos até data fixada pelo professor. Quanto ao controle de frequência, ele será feito através de atividades (resolução das listas de exercícios, por exemplo) e anotação de presença nos encontros síncronos.

---

## **XI. LEGISLAÇÃO**

Não será permitido gravar, fotografar ou copiar as aulas disponibilizadas no Moodle. O uso não autorizado de material original retirado das aulas constitui contrafação – violação de direitos autorais – conforme a Lei nº 9.610/98 – Lei de Direitos Autorais.

---

## **XI. REFERÊNCIAS**

Referência principal: “Apostila de Ondas Eletromagnéticas” (pré-livro), Walter P. Carpes Jr. Tal apostila contém todo o conteúdo abordado na disciplina.

Qualquer material adicional (gratuito) será disponibilizado aos alunos via Moodle.

---

## Cronograma

Aula	Data	CH	
1	Semana 1	4,5h	- Apresentação da disciplina: objetivos, programa, avaliação e bibliografia. - Revisão: Sinais senoidais, fasores e equações de Maxwell.
2	Semana 2	4,5h	A ONDA PLANA UNIFORME (OPU): - dedução das equações básicas e interpretação dos parâmetros.
3	Semana 3	4,5h	- Potência associada à OPU: o vetor de Poynting. - Propagação das OPU em meios sem perda.
4	Semana 4	4,5h	- Propagação das OPU em bons condutores. - Reflexão de ondas: coeficientes de transmissão e reflexão. - Reflexão total; ondas estacionárias.
5	Semana 5	4,5h	- Impedância de entrada e casamento de impedâncias. - Polarização de onda.
6	Semana 6	4,5h	- Entrega da primeira lista de exercícios. LINHAS DE TRANSMISSÃO: - Teoria de circuitos versus teoria de LTs. - Equações e parâmetros básicos.
7	Semana 7	4,5h	- Forma hiperbólica das equações de LTs. - Népers e decibéis.
8	Semana 8	4,5h	- Reflexão e casamento de impedâncias.
9	Semana 9	4,5h	- Linhas de transmissão de sinais: tipos; cálculo dos parâmetros.
10	Semana 10	4,5h	- Linhas de Transmissão de potência
11	Semana 11	4,5h	- Entrega da segunda lista de exercícios. GUIAS DE ONDAS E CAVIDADES RESSONANTES: - Modos de propagação: TEM, TE e TM. - Guias de onda: definição e aplicação; modos de TE e TM num guia retangular (frequências de corte e configurações de campos)
12	Semana 12	4,5h	- Excitação de guias de onda. - Cavidades ressonantes: definição; modos ressonantes; fator de qualidade e seletividade. - Aplicações.
13	Semana 13	4,5h	ANTENAS: - Definição e antena isotrópica. - Região dos campos. - Parâmetros principais.
14	Semana 14	4,5h	- Parâmetros principais. - Tipos e aplicações.
15	Semana 15	4,5h	- Tipos e aplicações. - Cálculo básico de radioenlaces (fórmula de Friis).
16	Semana 16	4,5h	- Entrega da terceira lista de exercícios. - Balanço final e Recuperação

### A observar:

- a) As atividades pedagógicas não presenciais síncronas não deverão ser realizadas fora do horário estabelecido na grade horária (Art. 3.1, Res. 140/2020/CUn);
- b) Horário diferente do apresentado na grade horária somente mediante a anuência de todos os alunos matriculados (Art. 3.2, Res. 140/2020/CUn);