

**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 2020.1¹**I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:**

| CÓDIGO | NOME DA DISCIPLINA | HORAS-AULA SEMANAIS | | HORAS-AULA SEMESTRAIS |
|---------|------------------------|---------------------|----------|-----------------------|
| | | TEÓRICAS | PRÁTICAS | |
| EEL7053 | Ondas Eletromagnéticas | 4 | 0 | 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.

¹ 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.

- 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 de sinais: tipos; cálculo dos parâmetros.

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 sendo gravado em vídeo e será disponibilizado aos alunos (tanto em links para baixar os vídeos quanto para assistir diretamente no Youtube e/ou outras plataformas). A comunicação com os alunos se dará sempre através do Moodle, com mensagens, avisos, etc. Os encontros síncronos serão feitos através de plataformas de videoconferência, podendo ser Zoom, Jitsi, Big Blue Button, Microsoft Teams, Google Meet ou outras. Inicialmente pretende-se começar com o Zoom, pela facilidade de uso. Caso se verifique a necessidade de mudança de plataforma, isso será feito (em acordo com os alunos).

Pretende-se passar 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 nos horários habituais de aula (mas que não devem passar muito de 60 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.

As duas primeiras semanas serão destinadas à recapitulação dos conceitos já ministrados presencialmente no início do semestre. Esse tempo servirá também para a adaptação do professor e dos alunos com a nova metodologia.

IX. ATIVIDADES PRÁTICAS

Não há

X. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO E CONTROLE DE FREQUÊNCIA

Pretende-se fazer a avaliação com provas síncronas e listas de exercícios. Não está descartada a consideração da participação dos alunos na nota final. Em relação às provas síncronas, 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). 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. 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 o dia da respectiva prova.

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

| Aulas | Data | C H | |
|----------------|---------------------|----------------|--|
| 1 e 2 | Semana 1 (março) | 4h | - Apresentação da disciplina: objetivos, programa, avaliação e bibliografia. - Revisão: Sinais senoidais, fasores e equações de Maxwell. |
| 3 e 4 | Semana 2 (março) | 4h | A ONDA PLANA UNIFORME (OPU): - dedução das equações básicas e interpretação dos parâmetros. |
| 5 e 6 | Semana 3 | 4h | - Apresentação das diretrizes das aulas remotas, métodos de avaliação, etc. - Recapitulação dos conceitos vistos nas duas primeiras semanas. |
| 7 e 8 | Semana 4 | | - Potência associada à OPU: o vetor de Poynting. - Propagação das OPU em meios sem perda. |
| 9 e 10 | Semana 5 | | - Propagação das OPU em bons condutores. - Reflexão de ondas: coeficientes de transmissão e reflexão. - Reflexão total; ondas estacionárias. |
| 11 e 12 | Semana 6 | | - Impedância de entrada e casamento de impedâncias. - Polarização de onda. |
| 13 e 14 | Semana 7 | | - Entrega da primeira lista de exercícios. - Primeira prova. - Apresentação da resolução da prova. |
| 15 e 16 | Semana 8 | 2h | LINHAS DE TRANSMISSÃO: - Teoria de circuitos versus teoria de LTs. - Equações e parâmetros básicos. |
| 17 e 18 | Semana 9 | | - Forma hiperbólica das equações de LTs. - Népers e decibéis. |
| 19 e 20 | Semana 10 | | - Reflexão e casamento de impedâncias. - Linhas de transmissão de sinais: tipos; cálculo dos parâmetros. |
| 21 e 22 | Semana 11 | | - Entrega da segunda lista de exercícios. - Segunda prova. - Apresentação da resolução da prova. |
| 23 e 24 | Semana 12 | | 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) |
| 25 e 26 | Semana 13 | | - Excitação de guias de onda. - Cavidades ressonantes: definição; modos ressonantes; fator de qualidade e seletividade. - Aplicações. |
| 27 e 28 | Semana 14 | | ANTENAS: - Definição e antena isotrópica. - Região dos campos. - Parâmetros principais. |
| 29 e 30 | Semana 15 | 2h | - Parâmetros principais. - Tipos e aplicações. |
| 31 e 32 | Semana 16 | 2h | - Tipos e aplicações. - Cálculo básico de radioenlaces (fórmula de Friis). |
| 33 e 34 | Semana 17 | | - Entrega da terceira lista de exercícios. - Terceira prova. - Apresentação da resolução da prova. |
| 35 e 36 | Semana 18 | | Recuperação |