

# **EEL 7053 - Ondas Eletromagnéticas**

**Professor:** Walter Pereira Carpes Jr.

**Horário:** 4ª 8h20 2 / 6ª 8h10 2

**Carga horária semanal:** 4 horas-aula

**Pré-requisitos:** EEL 7041 (Eletromagnetismo) e EEL 7045 (Circuitos Elétricos A)

**Disciplina oferecida para os cursos das Engenharias Elétrica, Produção Elétrica e Eletrônica**

**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.

## **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.

## **CONTEÚDO PROGRAMÁTICO:**

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

### **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;
- 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 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).

#### **AVALIAÇÃO:**

- Três (03) provas de mesmo peso:
- Prova 1: Capítulos 1, 2 e 3;
  - Prova 2: Capítulo 4;
  - Prova 3: Capítulos 5 e 6.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

- 1 - **Electromagnetics**. J.D. Kraus, McGraw-Hill, 1991;
- 2 - **Elements of Electromagnetics**. M. Sadiku, Saunders College Publishing, 1994;
- 3 - **Fields and Waves in Communication Electronics**. Ramo, Whinnery and Van Duzer, 1965.