



# Plano de ensino

<b>Disciplina:</b> Eletrônica de Alta Frequência	<b>Código:</b> 127779
<b>Curso:</b> Graduação em Engenharia Eletrônica / Aeroespacial	<b>Semestre:</b> 2019-2
<b>Professor:</b> Sébastien R.M.J. Rondineau	<b>Carga horária:</b> 60h
<b>Pré-requisitos:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. FGA - 193682 - Fund. da Teoria Eletromagnética E</li><li>2. FGA - 206156 - Circuitos Eletrônicos 2 OU</li><li>3. FGA - 119130 - Teoria de Circ. Eletrônicos 2 E</li><li>4. FGA - 119458 - Prática de Circ. Eletrônicos 2</li></ol>	<b>Plataforma “Aprender”:</b> <b>Nome:</b> Eletrônica de Alta Frequência <b>Senha:</b> 09011975
<b>Horário das aulas:</b> Quarta/Sexta-feira: 12h00min às 13h50min. <b>Local:</b> Sala FGA I3	

## 1. Ementa

- 1 - Linhas de transmissão e ondas guiadas.
- 2 - Análise de circuitos.
- 3 - Casamento de impedância com elementos distribuídos.
- 4 - Ressonadores e filtros.
- 5 - Divisores de potência e acopladores.
- 6 - Circuitos ativos.

## 2. Informações gerais

### Propósito:

Dar aos alunos as ferramentas e técnicas básicas necessárias para projetar, construir e testar, através de aulas teóricas e laboratórios, sistemas de comunicação (terrestres e aeroespaciais) e de guerra eletrônica.

### Público:

De preferência alunos de engenharia eletrônica e aeroespacial e que já cursaram com sucesso as disciplinas:

1. FGA - 193682 - Fund. da Teoria Eletromagnética E
2. FGA - 206156 - Circuitos Eletrônicos 2 OU
3. FGA - 119130 - Teoria de Circ. Eletrônicos 2 E
4. FGA - 119458 - Prática de Circ. Eletrônicos 2

### Justificativa:

Que seja na indústria automobilística (radar de proximidade e anticolisão de 77GHz), na indústria das telecomunicações (5G funcionando até 60GHz e todos os front-end-RF, link wireless de alta velocidade 60GHz), na Internet das Coisas / IoT (tecnologia RFID 915MHz), na indústria bélica (radares funcionando



de 900MHz-18GHz, com extensões até 40GHz, guiagem de mísseis a 94GHz), na indústria multimídia por satélite (em bandas L, C, Ku, Ka e V), entre vários, os sinais atuam nas bandas milimétricas e centimétricas.

Para ondas milimétricas e a parte ondas centimétricas curtas, os componentes localizados tais como trilhas, indutores, capacitores e resistores não se comportam mais como tais pois os seus tamanhos respectivos não são mais desprezíveis em frente ao comprimento de onda do sinal que circula. Assim, se torna indispensável o uso de elementos distribuídos e as técnicas de análise e síntese bem específicos.

Consequentemente, o contato com este ramo através de uma disciplina de graduação é de extrema importância para a formação do aluno de engenharia com ênfase em telecomunicações, aumentando a abrangência de sua atuação no mercado de trabalho.

#### **Dinâmica:**

Considerando que se trata de uma matéria prática destinada a futuros engenheiros, os laboratórios estão inseridos nas aulas para usar, sempre que for possível, as ferramentas de cálculo e evitar assim qualquer desconexão entre laboratórios e teoria.

### **3. Conteúdo programático**

1. **Linhas de transmissão e ondas guiadas:** Propagação de ondas na linha, parâmetros da linha, diagrama de Smith, transformador quarto de onda, descasamento no gerador e na carga, linhas com perdas, atenuação, modos TE TM e TEM, ondas de superfície, velocidade de onda, dispersão, ênfase na linha microfita.
2. **Análise de circuitos: Parâmetros S** generalizados, matriz Z, matriz Y, matriz de transmissão ABCD, Signal Flow Graphs, introdução ao analisador de rede vetorial, calibração TRL, *deembedding* e caracterização de circuito/componente.
3. **Casamento de impedância com elementos distribuídos:** Stub simples e duplo, quarto de onda, multisseção binomial, multisseção Tchebychef, linhas não uniformes, Critério de Bode-Fano.
4. **Ressonadores e filtros:** linhas ressonantes, cavidades ressonantes, acoplamento com ressonador, transformação de Richard, identidade de Kuroda, filtros com elementos não localizados, linhas acopladas, ressonadores acoplados.
5. **Divisores de potência e acopladores:** Junção em T, Wilkinson, híbrido em quadratura, linhas acopladas, Lange, híbrido 180, T mágico.
6. **Circuitos ativos:** componentes (pin diode, varicap, transistor e tecnologias), circuitos (defasador, detector, mixador, amplificador, oscilador), introdução às técnicas Load-pull e Source-pull.

### **4. Bibliografia**

- [1] David Pozar, Microwave Engineering, 4th Ed., Wiley, USA, 2012.
- [2] Chris Bowick, RF Circuit Design, 2nd Ed., Newnes, USA, 2007.
- [3] Guillermo Gonzalez, Microwave Transistor Amplifiers, 2nd Ed., Prentice Hall, USA, 1996.



## 5. Avaliações

A avaliação geral do aluno será feita pela avaliação dos conhecimentos teóricos adquiridos, as suas habilidades em aplicá-los em problemas práticos e no seu senso de síntese.

### Nota teoria:

A avaliação teórica dos alunos será feita a partir de três avaliações individuais ( $A1$ ,  $A2$ ,  $A3$ ), sendo que a nota de teoria  $N_T$  é dada pela seguinte fórmula:  $N_T = (A1 + A2 + A3) / 3$ .

O tempo de prova será de duas horas. Os primeiros trinta minutos serão reservados para Prova Teórica, em uma prova escrita, sem consulta. O restante do tempo será para a Prova Prática, no qual, o aluno poderá utilizar de consultas as anotações no caderno, livros e computador (inclusive internet). Entretanto, ressalta-se que a Prova Prática deve ser feita de forma individual.

### Nota projeto:

O projeto consiste em um trabalho sobre um assunto a ser combinado com o professor no primeiro mês letivo da matéria. Um relatório deverá ser encaminhado ao professor em formato PDF e uma apresentação de 15min será feita em frente ao resto da turma no fim do semestre. A nota de projeto  $N_P$  considerará tanto o conteúdo do relatório quanto a qualidade da apresentação.

### Nota final:

A nota final  $N_F$  é dada pela seguinte fórmula:  $N_F = (N_T + N_P) / 2$ .

### Regras para aprovação:

Para obter aprovação, é necessário que todos os seguintes critérios estejam respeitados:

- **critério 1:** a frequência do aluno às aulas seja maior ou igual a 75%;
- **critério 2:**  $N_T \geq 5,0$  e  $N_P \geq 5,0$ .

### Menção:

1. O não respeito do **critério 1** resultará na menção **SR**.
2. Caso o **critério 1** esteja respeitado,
  - 2.1. o não respeito de um elemento do **critério 2** resultará na menção **MI**;
  - 2.2. o não respeito de dois elementos do **critério 2** resultará na menção **II**.
3. Caso o **critério 1** e o **critério 2** estejam respeitados,
  - 3.1. o caso  $5,0 \leq N_F < 7,0$  resultará na menção **MM**;
  - 3.1. o caso  $7,0 \leq N_F < 9,0$  resultará na menção **MS**;
  - 3.1. o caso  $9,0 \leq N_F$  resultará na menção **SS**.

### Pontos Importantes:

- Nenhuma avaliação de substituição será ofertada;
- Alunos pegos colando ou entregado um trabalho copiado ou plagiado serão automaticamente reprovados com a menção **II**.