



# Tópicos em Sistemas de Energia Elétrica

## IT309

1º Semestre - 2025

- Prof. Dr. José Pissolato Filho  
[pisso@unicamp.br](mailto:pisso@unicamp.br)
- Prof. Dr. Ricardo Augusto de Araujo (UFLA)  
[ricardo.araujo@ufla.br](mailto:ricardo.araujo@ufla.br)
- Prof. Dr. Diego Andres Parada Rozo (UFLA)  
[diego.rozo@ufla.br](mailto:diego.rozo@ufla.br)
- Palestrante: Dr. Carlos David Morales Peña

# Tópicos em Sistemas de Energia Elétrica – IT309

## EMC

Fundamentos de EMC.

Propriedades de componentes passivos.

Crosstalk.

Blindagem.

Distúrbios impulsivos.

Topologia de fontes e cabos no ambiente aeronáutico.

Aplicação da filtragem em aeronaves.

Sistema HV em aeronaves.

# Tópicos em Sistemas de Energia Elétrica – IT309

## Eletromagnetismo aplicado nas comunicações

Métodos numéricos aplicados a problemas de eletromagnetismo: classificação de problemas de eletromagnetismo, métodos numéricos no domínio da frequência e no domínio do tempo.

Método das Diferenças Finitas (FD).

Método dos Momentos (MoM).

Método das Diferenças Finitas no Domínio do Tempo (FDTD).

Método dos Elementos Finitos (FEM).

Métodos de equações parabólicas aplicados em predição de cobertura e análise de interferências de bandas aeronáuticas: contexto de sistemas de comunicações 5G e 6G, modelo de Equações Parabólicas.

Método Split-Step Fourier (SSF - PE) aplicado em predição de cobertura, análise de interferência usando SSF - PE.

Análise de projeto de antenas para aplicações aeronáuticas e satelitais: parâmetros de antenas, tipos e aplicações de antenas em comunicações aeronáuticas e satelitais.

# Tópicos em Sistemas de Energia Elétrica – IT309

## Palestra

Dr. Carlos David Morales Peña

**HIRF - High Intensity Radiated Fields**  
(Campos Radiados de Alta Intensidade)

# Tópicos em Sistemas de Energia Elétrica – IT309

## Metodologia

- As aulas serão expositivas
- Materiais disponibilizados na página  
<https://s-drupal.fee.unicamp.br/dse/pisso>
- Atividades de simulação e listas de exercícios
- Palestra

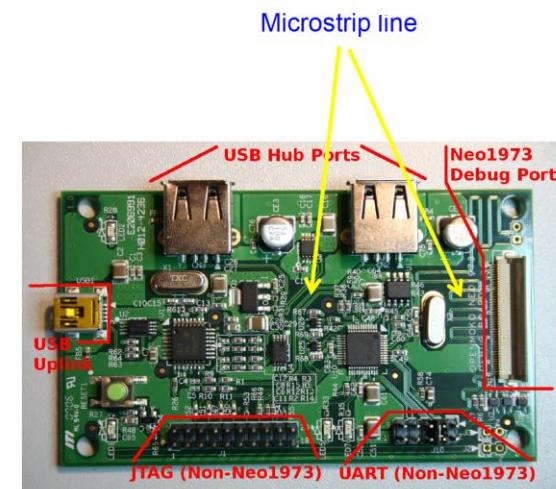
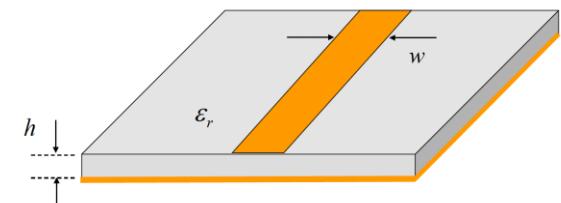
# Tópicos em Sistemas de Energia Elétrica – IT309

Calendário de aulas	
14/03	16/05
21/03	23/05
28/03	30/05
04/04	06/06
11/04	13/06
25/04	20/06
09/05	27/06

# LINHAS DE TRANSMISSÃO TRANSITÓRIOS E SINAIS SENOIDAIS.

## Linhas de Transmissão

- Teoria de Linhas de Transmissão,  $Z_0$ ,  $V_p$ , parâmetros distribuídos
- Equações diferenciais Análise de circuitos
- Função de propagação
- Parâmetros de impedância, velocidade de propagação, etc
- Ondas Viajantes em Linhas de Transmissão.
- Análise transitória, reflexões em junções, casamento de impedância
- Diagrama de Lattice.
- Exemplos



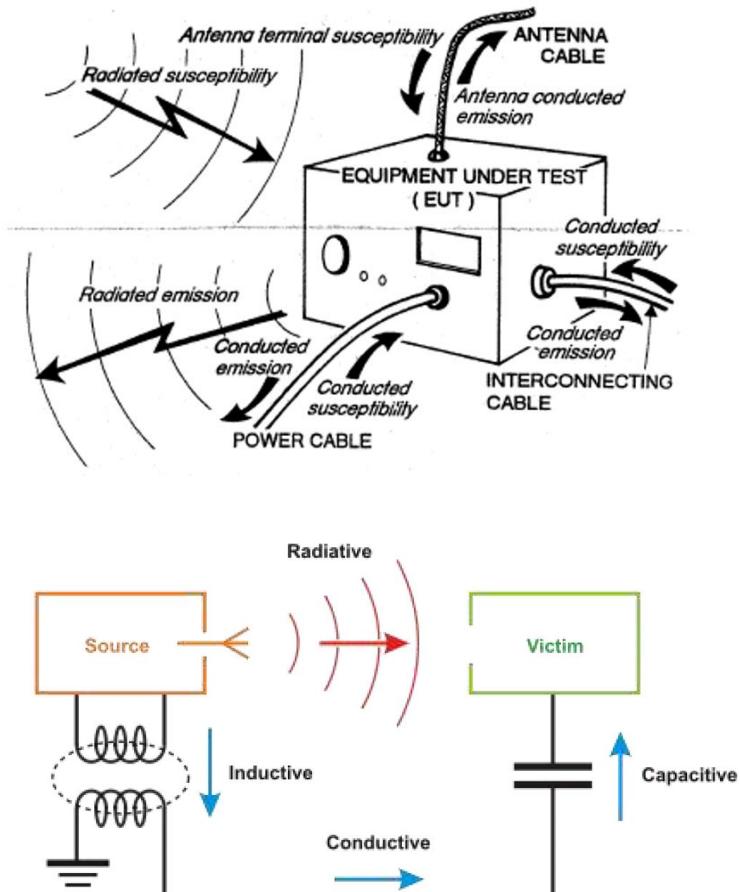
# LINHAS DE TRANSMISSÃO TRANSITÓRIOS E SINAIS SENOIDAIS.

## Sinal Senoidal

- Análise no tempo e na frequência (análise fasorial).
- Equações diferenciais e impedância característica
- Constante de propagação ( $\gamma$ ), atenuação do sinal e desvio de fase
- Equação diferencial fasorial, solução na frequência e no tempo
- Reflexões e coeficientes de reflexão de tensão e corrente
- Velocidade de fase
- Onda estacionária e casamento de impedância

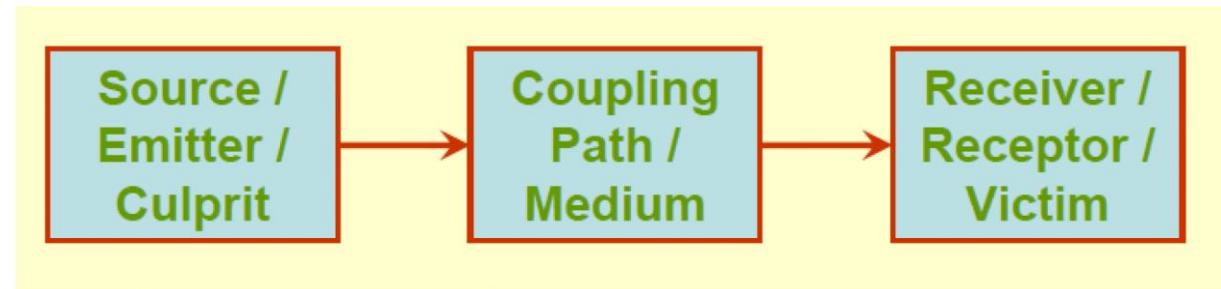
# Fundamentos de EMC

- Compatibilidade Eletromagnética EMC/EMI
- Conceituação de EMI e EMC: terminologia aplicáveis aos conceitos e grandezas de EMC
- Terminologia
- Emissão de radio frequência.
- Representação de grandezas em dB
- Dimensão física versus dimensão elétrica
- Relação sinal-ruído
- Forma de Onda e espectro



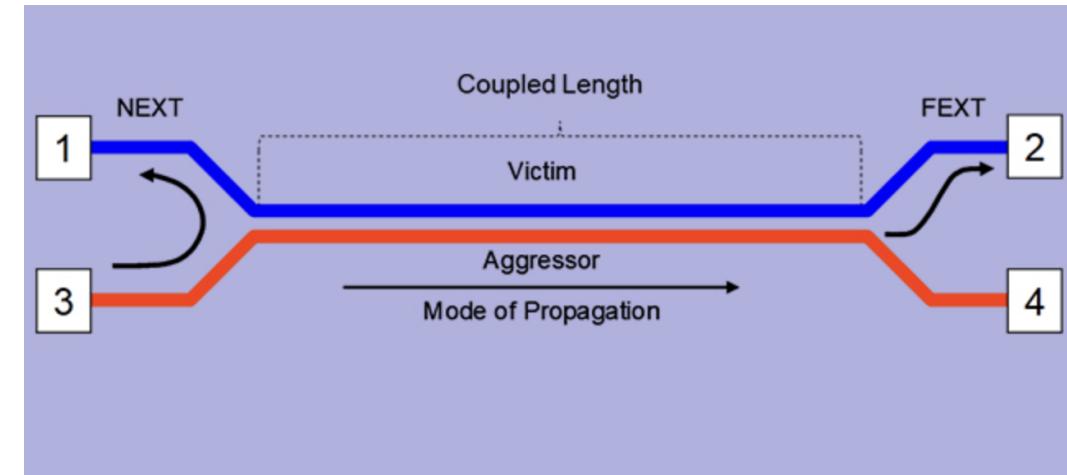
# PROPRIEDADES DE COMPONENTES PASSIVOS

- Comportamentos não ideais.
- Condutores, skin effect e impedância interna.
- Capacitores. Circuito equivalente de um capacitor.
- Indutores. Diagrama de um circuito equivalente de um indutor.
- Resistor. Circuito equivalente de um resistor.
- Transformador. Circuito equivalente e efeitos parasitas



# CROSSTALK

- Crosstalk via impedância comum. Circuito equivalente
- Capacitivo crosstalk
- Indutivo crosstalk
- Capacitivo e indutivo crosstalk combinado
- Redução do crosstalk via impedância comum
- Redução do crosstalk capacitivo

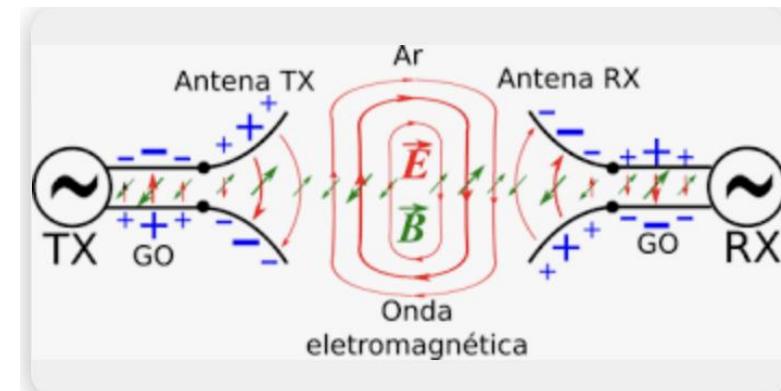
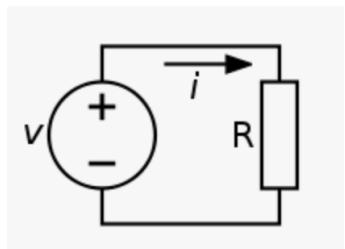


# CROSSTALK

- Redução do crosstalk indutivo
- Discussão de topologia em aeronaves.
- Aterramento e referência.
- Blindagem
- Distúrbios impulsivos.
- Topologia de fontes, cabos no ambiente aeronáutico.
- Aplicação da Filtragem em aeronaves

# MOTIVAÇÃO

CIRCUITOS ELÉTRICOS X CIRCUITOS DE LINHA X CIRCUITOS DE ANTENAS



# Referências

1. Site <https://www.s-drupal.fee.unicamp.br/dse/pisso>
2. Apostila Linhas de Transmissão – 2012 – Jose Pissolato
3. Guias de Onda – 2014 – Apostila Jose Pissolato
4. High Voltage Engineering M.S.Naidu 1995
5. High Voltage Engineering C.L.Wadhwa 2000
6. Electrical Transients in Power Systems - Allan Greenwood; Wiley 1991
7. High Voltage Engineering – E. Kuffel, Zaengl – 1986
8. Electromagnetic Compatibility – Henry Ott- 2009
9. Jasper J. Goedbloed, "Electromagnetic compatibility", ISBN-0-13-249293-8, 1990
10. Tim Williams, "EMC for product designers, Paraninfo", ISBN-0-12-55710-0, 1997.
11. Clayton R. Paul, "Introduction to Electromagnetic Compatibility", NY, Wiley Interscience, ISBN-0-471-54927-4, 1992.

# Referências

12. PARADA ROZO, Diego Andrés, et al. Parabolic equation and ray tracing formulations for the development of radiowave propagation models in non-homogeneous media. 2023.
13. APAYDIN, G.; SEVGI, L. Radio Wave Propagation and Parabolic Equation Modeling. : John Wiley & Sons, 2017.
14. BALANIS, Constantine A. Antenna Theory: Analysis and Design. John wiley & Sons, 2016.
15. SEVGI, Levent. Complex Electromagnetic Problems and Numerical Simulation Approaches. John Wiley & Sons, 2003.
16. RAPPAPORT, T. S. et al. Overview of millimeter wave communications for fifth-generation (5G) wireless networks - with a focus on propagation models. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, IEEE, v. 65, n. 12, p. 6213 - 6230, 2017
17. SERGHIOU, Demos, et al. Terahertz channel propagation phenomena, measurement techniques and modeling for 6G wireless communication applications: A survey, open challenges and future research directions. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 2022, vol. 24, no 4, p. 1957-1996.