



# Mestrado Integrado em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações Licenciatura em Engenharia Aeroespacial

## *Propagação e Radiação de Ondas Eletromagnéticas – PROE*

Ano letivo 2023/24

Prof. Pedro Pinho  
ptpinho@ua.pt

O docente agradece o apoio na elaboração dos diapositivos ao Prof. Armando Rocha

# Apresentação:

---

## ➤ Corpo Docente:

- Prof. Pedro Pinho – Prof. responsável pela UC, pela lecionação da aula teórica (2 H) e pelas turmas práticas P2, P5, P6 e P7;
- Prof. Armando Rocha – Prof. responsável pelas turmas práticas P1, P3 e P4;

## ➤ Página da UC:

- <https://elearning.ua.pt/course/view.php?id=9070>

## ➤ Bibliografia:

- P. Pinho, A. Rocha, “*Propagação Guiada de Ondas Eletromagnéticas*”. GEN, 2014;
- David M. Pozar, *Microwave Engineering*, Wiley, 4<sup>th</sup> Edition, 2012;
- C. Balanis, *Antenna Theory – Analysis and Design*, 4<sup>th</sup> Edition, 2016;
- Diapositivos das aulas de exposição teórica e guiões das aulas práticas.



# Objetivos e Programa:

---

## ➤ Objetivos da UC:

- Esta UC tem como objetivo proporcionar aos alunos os conceitos científicos de base sobre propagação de ondas eletromagnéticas em meios guiados e em espaço livre. De igual forma, pretende-se introduzir os sistemas de adaptação utilizando a carta de Smith e introduzir os fundamentos de radiação e os parâmetros característicos de uma antena;
- Caracterização de linhas de transmissão e antenas utilizando o VNA.

## ➤ Programa resumido:

- Linhas de transmissão;
- Adaptação de impedâncias e Carta de Smith;
- Propagação em espaço livre, em meios com perdas e incidência entre meios distintos;
- Fundamentos de radiação e parâmetros característicos das antenas.



# Plano geral das aulas Teóricas

---

Aula T	Data	Conteúdo
T1	2024-02-15	Apresentação. LT e parâmetros distribuídos
T2	2024-02-22	Tensão e corrente e onda estacionária
T3	2024-02-29	Impedância transformadores e potência
T4	2024-03-07	Carta de Smith
T5	2024-03-14	Carta de Smith. Adaptação
T6	2024-03-21	Carta Smith e introdução ao laboratório
T7	2024-04-04	Propagação de OE em meios com e sem perdas
T8	2024-04-11	Reflexão e transmissão de OE entre meios
T9	2024-04-18	Propagação de OE - geral
T10	2024-05-09	Radiação e Antenas
T11	2024-05-16	Parâmetros fundamentais de antenas
T12	2024-05-23	Exame laboratorial



# Plano geral das aulas Prático Laboratorial

Aula PL	Data	Conteúdo	Proposta de Trabalho
P1	2024-02-19	Parâmetros distribuídos e Equação de onda	3, 4, 5, 7
P2	2024-02-26	Onda estacionária	9, 10, 11
P3	2024-03-04	Onda estacionária	12, 13, 19, 22, 25
P4	2024-03-11	Matlab	Guião de apoio
P5	2024-03-18	Carta de Smith	3, 4, 6, 8, 9
P6	2024-04-08	Carta de Smith	12, 14, 16, 17
P7	2024-04-15	Apresentação Pública	
P8	2024-04-22	Trabalho prático 1	Guia Laboratorial
P9	2024-05-06	Trabalho prático 2	Guia Laboratorial
P10	2024-05-13	Trabalho prático 3	Guia Laboratorial
P11	2024-05-20	Ondas planas	1, 3, 5, 7, 13
P12	2024-05-27	Ondas planas	16, 19, 20, 22
P13	2024-06-03	Antenas	1, 2, 3



# Avaliação:

---

## ➤ Discreta:

- $NF = 50\%(Nota\ T) + 50\%(Nota\ PL);$
- Nota T: Realização de um exame na época de avaliação;
- Nota PL: Avaliação discreta com dois momentos de avaliação:
  - Projeto e simulação em Matlab, em grupo de dois alunos, de diversos sistemas de adaptação [25%];
    - Dimensionamento em papel, simulação da resposta em frequência no Matlab conjuntamente com entrega de script pelo e-learning e utilização do software QUCS (*Quite Universal Circuit Simulator*);
  - Teste escrito, individual, sobre os trabalhos de laboratório realizados [25%];
    - Os trabalhos são realizados de acordo com um guia e os resultados experimentais guardados em ficheiros. Não há relatórios!!
    - Posteriormente podem carregar os dados em Matlab, analisam e interpretam os resultados experimentais;
    - O teste terá um conjunto de gráficos e valores retirados do conjunto de medidas efetuadas no laboratório. As perguntas incidirão sobre as técnicas laboratoriais, equipamento, medidas e dispositivos usados nos trabalhos
- Ambas as componentes exigem nota mínima de 8 valores.

## ➤ Avaliação final:

- Exame com a duração de 3 horas, constituído por uma parte teórica (50%) e por uma parte Prático Laboratorial (50%).



# Avaliação: outras notas

---

## ➤ Na época de recurso:

- Exame teórico com um peso de 50%, para os alunos com nota a PL;
- Exame final, com a duração de 3 horas, constituído por uma parte teórica (50%) e por uma parte Prático Laboratorial (50%), para quem não tem nota PL;

## ➤ Não serão consideradas as notas de PL referentes ao ano letivo transato;

## ➤ Software QUCS:

- <https://qucs-help.readthedocs.io/en/latest/intro.html>
- <https://sourceforge.net/projects/qucs/files/qucs-binary/>



# Porquê PROE?





