

Plano Analítico: Rádio-Propagação e Antenas

1. Identificação da Unidade Curricular

- **Curso:** Engenharia de Redes e Telecomunicações (ERT)
- **Ano:** 4^o | **Semestre:** 1^o
- **Créditos:** 8.0 UC
- **Carga Horária Total:** 120 Horas
- **Distribuição:**
 - **Teóricas (T):** 30h
 - **Teórico-Práticas (TP):** 30h
 - **Práticas (P):** 30h
 - **Trabalho Autónomo (TA):** 22h
 - **Orientação e Tutoria (OT):** 4h
 - **Avaliação (AV):** 4h

1. Fundamentação

Esta disciplina é fundamental para o engenheiro de ERT, pois aborda a camada física das comunicações móveis, satélite e micro-ondas. O estudo das antenas permite compreender como converter sinais elétricos em ondas eletromagnéticas de forma eficiente. Já o estudo da propagação foca-se nos desafios do mundo real: obstáculos, atmosfera e interferências, permitindo o planeamento correto de coberturas de rede (ex: posicionamento de torres de rádio).

2. Objectivos Instrutivos e Educativos

- **Instrutivos:** Analisar os parâmetros fundamentais de antenas (Ganho, Diretividade, Impedância); estudar mecanismos de propagação (Reflexão, Difração, Espalhamento); aplicar modelos de propagação (Friis, Okumura-Hata); projetar diagramas de radiação para diferentes aplicações.
- **Educativos:** Desenvolver a capacidade de análise crítica sobre o impacto ambiental das radiações; fomentar a precisão nos cálculos de balanço de potência e sensibilizar para a importância das normas internacionais de gestão do espectro radioelétrico.

3. Resultado de Aprendizagem

O estudante será capaz de:

- Calcular o Balanço de Ligação (*Link Budget*) para sistemas de comunicação rádio.
- Selecionar e dimensionar a antena adequada para uma aplicação específica (Wi-Fi, GSM, Satélite).

- Prever perdas de propagação em ambientes urbanos e rurais utilizando modelos matemáticos.
- Utilizar analisadores de redes e de espectro para caracterizar antenas fisicamente.

4. Planeamento Temático (8 UC)

Tema	Horas (T+TP+P)	Conteúdo Programático
I. Fundamentos de Eletromagnetismo	15h	Equações de Maxwell; Ondas planas; Vetor de Poynting; Polarização da onda.
II. Parâmetros de Antenas	25h	Diagramas de radiação; Resistência de radiação; Ganho e Diretividade; Abertura efetiva; Largura de banda.
III. Tipos de Antenas e Arrays	25h	Dipolos; Antenas de fenda; Antenas de refletor (Parabólicas); Antenas de Microfita; Agrupamentos de antenas (<i>Arrays</i>).
IV. Mecanismos de Propagação	25h	Propagação no espaço livre (Equação de Friis); Reflexão no solo; Difração (Zonas de Fresnel); Espalhamento e Multicaminho.
V. Modelos de Perda e Planeamento	30h	Modelos para comunicações móveis; Desvanecimento (<i>Fading</i>); Ruído de antena; Balanço de potência em ligações terra-satélite.

5. Recomendações Metodológicas

- **Laboratório de Antenas (30h):** Medição de ROE (Relação de Onda Estacionária) e levantamento experimental do diagrama de radiação de antenas dipolo e Yagi.
- **Simulação de Campo:** Uso de software como **4NEC2**, **CST Studio Suite** ou **Ansys HFSS** para simulação eletromagnética de antenas.
- **Cálculo de Enlace:** Desenvolvimento de folhas de cálculo (Excel/Python) para automação de *Link Budgets*.

6. Sistema de Avaliação

Conforme a alocação de **4h para AV**:

- **Avaliação Contínua (40%):** Relatórios de ensaios laboratoriais com antenas (20%) e projeto de planeamento de uma ligação rádio ponto-a-ponto (20%).
- **Avaliação Formal (60%):** Exame final escrito abrangendo a teoria de radiação e modelos de propagação.

7. Bibliografia Principal Indicada

1. **BALANIS, Constantine A.** *Antenna Theory: Analysis and Design*. Wiley.
2. **KRAUS, John D. & MARHEFKA, Ronald J.** *Antennas for All Applications*. McGraw-Hill.

3. **SAUNDERS, Simon & ARAGÓN-ZAVALA, Alejandro.** *Antennas and Propagation for Wireless Communication Systems.* Wiley.