

## Plano Analítico: Sistemas de Comunicação

### 1. Identificação da Unidade Curricular

- **Curso:** Engenharia de Redes e Telecomunicações (ERT)
- **Ano:** 4<sup>o</sup> | **Semestre:** 2<sup>o</sup>
- **Créditos:** 8.0 UC
- **Carga Horária Total:** 120 Horas
- **Distribuição:**
  - **Teóricas (T):** 30h
  - **Teórico-Práticas (TP):** 30h
  - **Práticas/Laboratório (P):** 30h
  - **Trabalho Autónomo (TA):** 22h
  - **Orientação e Tutoria (OT):** 4h
  - **Avaliação (AV):** 4h

---

### 1. Fundamentação

Esta disciplina integra os conceitos de modulação, ruído e largura de banda para projetar sistemas de comunicação eficientes. Para o engenheiro de ERT, é fundamental compreender como otimizar a transmissão de dados em canais ruidosos e limitados em frequência. O estudo das modulações digitais (QAM, OFDM) e das técnicas de multiplexagem é a base para entender as tecnologias 4G/5G, transmissões via satélite e rádio digital.

### 2. Objectivos Instrutivos e Educativos

- **Instrutivos:** Analisar o desempenho de sistemas de modulação analógica (AM, FM) e digital (ASK, FSK, PSK, QAM); estudar o efeito do ruído na recepção e calcular a Taxa de Erro de Bit (BER); compreender as técnicas de acesso múltiplo (FDMA, TDMA, CDMA, OFDMA).
- **Educativos:** Fomentar o rigor analítico no dimensionamento de sistemas; desenvolver a capacidade de escolha da tecnologia mais adequada para cada cenário e promover a consciência sobre o uso eficiente do recurso escasso que é o espectro radioelétrico.

### 3. Resultado de Aprendizagem

O estudante será capaz de:

- Projetar diagramas de blocos de emissores e recetores digitais.
- Avaliar a robustez de uma modulação face ao ruído e interferências (Cálculo de SNR e  $E_b/N_0$ ).
- Implementar algoritmos de codificação de canal e deteção de erros.

- Dimensionar sistemas de comunicação que utilizam multiplexagem avançada para múltiplos utilizadores.

#### 4. Planeamento Temático (8 UC)

Tema	Horas (T+TP+P)	Conteúdo Programático
<b>I. Transmissão em Banda Base</b>	20h	Códigos de linha (NRZ, RZ, Manchester); Interferência Intersimbólica (ISI); Critério de Nyquist; Diagramas de Olho.
<b>II. Modulações Digitais Avançadas</b>	25h	M-ASK, M-FSK, M-PSK e M-QAM; Constelações de sinal; Eficiência espectral; Probabilidade de erro e curvas BER.
<b>III. Teoria do Ruído em Comunicações</b>	25h	Ruído Branco Aditivo Gaussiano (AWGN); Filtro Adaptado ( <i>Matched Filter</i> ); Temperatura de ruído e Figura de ruído em cascata.
<b>IV. Técnicas de Acesso Múltiplo</b>	25h	FDMA e TDMA; Espalhamento espectral e CDMA; Introdução ao OFDM e MIMO (Multiple-Input Multiple-Output).
<b>V. Sistemas de Rádio e Satélite</b>	25h	Arquitetura de transponders; Ligações de subida e descida ( <i>Up/Downlinks</i> ); Orçamento de enlace para sistemas de rádio digital.

#### 5. Recomendações Metodológicas

- **Laboratório de Comunicações (30h):** Uso de kits de comunicação e Software Defined Radio (SDR) para visualizar constelações e modular/desmodular sinais reais.
- **Simulação:** Utilização intensiva de **MATLAB/Simulink** ou **GNU Radio** para simular canais ruidosos e medir a BER de diferentes modulações.
- **Análise Espectral:** Uso do analisador de espectro para verificar a largura de banda ocupada e a emissão de harmónicas.

#### 6. Sistema de Avaliação

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

- **Avaliação Contínua (50%):** Projetos de simulação de sistemas digitais (25%) e relatórios de laboratório com SDR (25%).
- **Avaliação Formal (50%):** Exame final focado no cálculo de desempenho de sistemas e análise de modulações.

#### 7. Bibliografia Principal Indicada

1. **HAYKIN, Simon.** *Sistemas de Comunicação*. Bookman.
2. **LATHI, B. P. & DING, Zhi.** *Modern Digital and Analog Communication Systems*. Oxford University Press.

3. **PROAKIS, John G. & SALEHI, Masoud.** *Digital Communications*. McGraw-Hill.