

## Plano Analítico: Matemática Aplicada às Telecomunicações

### 1. Identificação da Unidade Curricular

- **Curso:** Engenharia de Redes e Telecomunicações (ERT)
  - **Ano:** 3<sup>o</sup> | **Semestre:** 1<sup>o</sup>
  - **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 o pilar analítico para as comunicações modernas. Ela introduz a **Teoria da Informação** e a **Análise Espectral** avançada. Para o engenheiro de ERT, é fundamental dominar o cálculo de capacidade de canal (Shannon), a representação de sinais em espaços vetoriais e as ferramentas estatísticas para o tratamento de ruído. Sem esta base, é impossível compreender a fundo como funcionam as modulações complexas (como OFDM) usadas no 5G e na Fibra Ótica.

### 2. Objectivos Instrutivos e Educativos

- **Instrutivos:** Aplicar a Análise de Fourier e a Transformada Z a sistemas discretos; calcular a entropia e a capacidade de canais ruidosos; modelar a propagação de ondas através de equações diferenciais parciais.
- **Educativos:** Fomentar a precisão no cálculo de métricas de desempenho; desenvolver a capacidade de abstração para converter fenómenos físicos em modelos matemáticos e promover o rigor na análise de eficiência espectral.

### 3. Resultado de Aprendizagem

O estudante será capaz de:

- Calcular a taxa máxima de transmissão de dados num canal com ruído (Limite de Shannon).
- Realizar a conversão de sinais entre os domínios do tempo, frequência e plano-Z.
- Modelar matematicamente as perdas de propagação e o desvanecimento (*fading*) em canais rádio.
- Utilizar software de simulação para analisar a densidade espectral de potência de diferentes sinais.

#### 4. Planeamento Temático (8 UC)

Tema	Horas (T+TP+P)	Conteúdo Programático
<b>I. Análise Espectral Avançada</b>	20h	Transformada de Fourier Discreta (DFT/FFT); Densidade Espectral de Potência; Convolução e Correlação de sinais.
<b>II. Teoria da Informação</b>	20h	Medida de Informação e Entropia; Codificação de fonte; Capacidade de Canal e Teorema de Shannon-Hartley.
<b>III. Sistemas Lineares e Transformada Z</b>	20h	Análise de sinais em tempo discreto; Função de transferência; Estabilidade e resposta em frequência de filtros digitais.
<b>IV. Modelação de Canais e Ruído</b>	15h	Processos Estocásticos aplicados: Ruído Branco (AWGN); Modelos de canal (Rayleigh e Rice).
<b>V. Vetores e Espaços de Sinais</b>	15h	Ortogonalidade; Representação geométrica de modulações; Espaço de Hilbert aplicado a comunicações.

#### 5. Recomendações Metodológicas

- **Laboratório de Computação (30h):** Uso intensivo de **MATLAB** ou **Python** (**NumPy/Matplotlib**) para visualização de espectros e simulação de taxas de erro de bit (BER).

- **Foco em Problemas de Engenharia:** Substituir exercícios puramente teóricos por cenários reais (ex: "Calcular a largura de banda necessária para uma transmissão de vídeo 4K").
- **Uso de Ferramentas de Visualização:** Demonstrar o efeito da Transformada Z no posicionamento de polos e zeros para estabilidade de sistemas de rede.

## 6. Sistema de Avaliação

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

- **Avaliação Contínua (40%):** Projetos de simulação computacional (20%) e mini-testes de resolução analítica (20%).
- **Avaliação Formal (60%):** Exame final focado na integração entre a teoria da informação e a análise de sinais.

## 7. Bibliografia Principal Indicada

1. **HAYKIN, Simon.** *Communication Systems*. Wiley.
2. **LATHI, B. P.** *Modern Digital and Analog Communication Systems*. Oxford University Press.
3. **SHANNON, Claude.** *A Mathematical Theory of Communication*. (Texto clássico de referência).