

INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR  
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DE TOMAR

|              |                                               |                    |           |
|--------------|-----------------------------------------------|--------------------|-----------|
| <b>CURSO</b> | Mestrado em Controlo e Electrónica Industrial | <b>ANO LECTIVO</b> | 2013/2014 |
|--------------|-----------------------------------------------|--------------------|-----------|

| UNIDADE CURRICULAR                | ANO | SEM | ECTS | HORAS TOTAIS | HORAS CONTACTO         |
|-----------------------------------|-----|-----|------|--------------|------------------------|
| Processamento e Análise de Sinais | 1   | 2   | 6    | 162          | T:28; PL:28; OT:5; O:2 |

|                 |                                                            |
|-----------------|------------------------------------------------------------|
| <b>DOCENTES</b> | Manuel Fernando Martins de Barros<br>Gabriel Pereira Pires |
|-----------------|------------------------------------------------------------|

## OBJETIVOS E COMPETÊNCIAS A DESENVOLVER

O principal objectivo desta unidade curricular é fornecer aos alunos os conceitos e princípios fundamentais do processamento e análise de sinal, em especial as técnicas de processamento e análise digital.

Explorar e utilizar as técnicas de processamento digital, os seus instrumentos e ferramentas básicas e as suas aplicações fundamentais nomeadamente, a utilização das transformadas de sinais discretos, filtros digitais e análise espectral.

Projeto, simulação, implementação e teste de algoritmos de processamento de sinal em tempo-real usando microprocessadores de sinal.

## CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS (TEÓRICA)

### 1. Introdução

- 1.1 Apresentação do programa e organização da disciplina
- 1.2 Definição de sinais e sistemas.
- 1.3 Sinais e sua representação.
- 1.4 Classificação de sinais. Sinais básicos contínuos e discretos.
- 1.5 Sistemas contínuos e discretos.
- 1.6 Processamento digital de sinal.
- 1.7 Exemplo.

### 2. Sinais e Sistemas Discretos

- 2.1 Sinais discretos. Definições, propriedades e operações.
- 2.2 Convolução discreta.
- 2.3 Sistemas discretos recursivos e não recursivos.
- 2.4 Análise temporal de sistemas discretos no tempo. Frequência de um sinal discreto.
- 2.5 Sistemas discretos causais e Sistemas discretos estáveis.
- 2.6 Resposta em frequência de um sistema discreto.
- 2.7 Análise de Fourier de sinais discretos no tempo. Exemplos.
- 2.8 Cálculo da Transformada discreta de Fourier, suas propriedades e suas aplicações.
- 2.9 Equação às diferenças e resposta em frequência.

### **3. Amostragem de Sinais Contínuos e Discretos no tempo**

- 3.1 Teorema da Amostragem.
- 3.2 Reconstrução do Sinal. Aliasing.
- 3.3 Amostragem na frequência e Amostragem de sinais discretos.
- 3.4 Interpolação e Decimação.
- 3.5 A Transformada de Z. Propriedades.
- 3.6 Análise de Sistemas discretos usando a transformadas de Z.

### **4. DFT - Transformada Discreta de Fourier Discreta**

- 4.1 DFS - Série de Fourier discreta.
- 4.2 DFT - Transformada de Fourier discreta.
- 4.3 Propriedades da DFT.
- 4.4 Relação com a transformada Z.
- 4.5 Convolução linear utilizando a DFT.
- 4.6 FFT - Transformada rápida de Fourier.
- 4.7 Transformada discreta de Fourier inversa.

### **5. Filtros Digitais**

- 5.1 Resposta em frequência e Filtros Digitais.
- 5.2 Processamento multi-ritmo e bancos de filtros.
- 5.3 Filtros digitais do tipo FIR.
- 5.4 Filtros digitais do tipo IIR.
- 5.5 Transformações no domínio das frequências.
- 5.6 Sinais digitais Aleatórios.

### **6. Realização de Sistemas Discretos**

- 6.1 Gráficos de fluência.
- 6.2 Formas diretas.
  - 6.2.1 Filtros FIR.
  - 6.2.2 Filtros IIR.
- 6.3 Projeto de Filtros Digitais.

### **7. Introdução aos processadores de sinais**

- 7.1 Introdução ao processamento digital de sinal (dsPIC) .

### **Aulas Práticas:**

- resolução de Fichas práticas laboratoriais com uma componente de exercícios teórico-práticos e uma componente de projeto e simulação em ambiente Matlab/Simulink (Fichas Práticas Laboratoriais: Série e Transformada de Fourier; Conversão A/D e filtragem anti-aliasing; Análise estatística de séries temporais; Transformada Discreta de Fourier; Filtros FIR; Filtros IIR);
- Um ou dois Projetos envolvendo a conceção e/ou análise completa de um sistema de processamento digital de sinal. Os projetos poderão ser realizados em ambiente Matlab/Simulink ou com microcontroladores PIC/dsPIC.



## BIBLIOGRAFIA

### Obrigatória:

- [1] – Sebenta de “Processamento e Análise de Sinal” (IPT) – de Manuel Barros
- [2] – Sebenta de “Introdução às Telecomunicações” (IPT) – de Pedro Correia e Gabriel Pires
- [3] - Signal Processing and Linear Systems – B.P. Lathi.

### Complementar:

- [4] - Signal Processing for Communications, by Paolo Prandoni & Martin Vetterli. Online: <http://www.sp4comm.org/getit.html> (gratuito)
- [5] – “The Scientist & Engineer's Guide to Digital Signal Processing”, by Steven W. Smith Online: <http://www.DSPguide.com> (gratuito)

## MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

A avaliação de conhecimentos consistirá nas seguintes componentes de avaliação:

| Componente de Avaliação | Trabalhos  | Prova escrita |
|-------------------------|------------|---------------|
| TPCs                    | 2 valores  | 8 valores     |
| Trab1                   | 3 valores  |               |
| Trab2                   | 4 valores  |               |
| Trab3 (teórica)         | 3 valores  |               |
| <b>Total</b>            | 20 valores |               |

### Notas Adicionais:

- a) A entrega dos relatórios dos trabalhos práticos é feita no mesmo dia em que se realiza o trabalho ou em data a determinar.
- b) Os pontos sem apreciação favorável podem ser melhorados (para aprovação ou melhoria) nas épocas definidas pelo regulamento geral de exames.
- c) Os alunos têm acesso ao laboratório, exceptuando nas horas em que o laboratório se encontra ocupado com aulas.

### E-learning:

Os enunciados dos trabalhos de grupo, trabalhos laboratoriais, templates, slides das aulas teóricas e outros recursos pedagógicos adicionais estão disponíveis online na plataforma de e-learning do IPT.

Link: <http://www.e-learning.ipt.pt/course/category.php?id=78>

O docente (responsável),

  
(Prof. Adjunto Manuel Fernando Martins de Barros)

O docente,

  
(Prof. Adjunto Gabriel Pereira Pires)