

**Mestrado em Engenharia Eletrotécnica - Especialização em Controlo e Eletrónica Industrial**

Mestrado, 2º Ciclo

Plano: Despacho n.º 2827/2014 de 19 de fevereiro de 2014

**Ficha da Unidade Curricular: Controlo Digital**

ECTS: 6; Horas - Totais: 162.0, Contacto e Tipologia, T:28.0; PL:28.0; OT:5.0; O:2.0;

Ano|Semestre: 1|S1; Ramo: Tronco comum;

Tipo: Obrigatória; Interação: Presencial; Código: 30192

Área Científica: Sinais, Controlo e Automação

**Docente Responsável**

Paulo Manuel Machado Coelho

**Docente e horas de contacto**

Paulo Manuel Machado Coelho

Professor Adjunto, T: 28; PL: 28; OT: 5.0;

**Objetivos de Aprendizagem**

Desenvolver conhecimentos sobre as várias estruturas dos sistemas de controlo digitais, e capacidade de conceção e análise de projetos de Controlo Digital. Discretizar processos contínuos no tempo de modo a projetar sistemas de controlo digital.

**Conteúdos Programáticos**

Análise de Sistemas discretos; Transformada em Z; Análise de Sistemas discretos usando a transformada de Z; Amostragem; Projetos de controladores digitais por aproximação de controladores analógicos; Modelos em espaço de estados; Controlabilidade, atingibilidade e observabilidade; Projeto em espaço de estados; Estimadores;

**Conteúdos Programáticos (detalhado)**

- 1 – **Análise de sistemas discretos:** resposta a entrada nula; resposta a estado zero e resposta a impulso. Estabilidade.
- 2 – **Transformada em Z:** pares de transformadas; propriedades e transformada inversa.
- 3 – **Análise de sistemas discretos usando a transformada em Z:** função de transferência; resposta em regime permanente e resposta na frequência.
- 4 – **Amostragem:** amostrador ideal; mapeamento de pólos entre os planos "s" e "z"; extrapolador de ordem zero; discretização de sistemas contínuos.
- 5 – **Métodos indiretos:** projeto de controladores digitais por aproximação de controladores analógicos; PID discreto modificado.
- 6 – **Modelos em espaço de estados:** relação entre a representação em espaço de estados e a representação por função de transferência; formas canónicas em espaço de estados; obtenção da equação de estado discreta a partir da equação de estado em tempo contínuo; solução da equação de estado contínua e discreta; amostragem de sistemas com atraso de transporte.

**7 – Aspectos práticos:** escolha do período de amostragem; esforço de comando. Oscilações escondidas.

**8 – Controlabilidade, atingibilidade e observabilidade:** noções, teoremas, aplicabilidade; perda de controlabilidade completa.

**9 – Projeto em espaço de estados (regulação):** generalidades; perturbações; critérios de controlo; controlo por realimentação das variáveis de estado; fórmula de Ackermann.

**10 – Breve introdução aos Estimadores.**

### **Metodologias de avaliação**

Exame (50%) e trabalhos práticos (50%). O aluno tem de obter uma classificação no exame superior ou igual a 8 em 20 valores e tem de obter uma classificação mínima de 9.5 em 20 valores nos trabalhos práticos, para além disso, de modo a obter aprovação na disciplina, a média da classificação (Exame + Trabalhos Práticos) tem de ser superior ou igual a 9.5 em 20 valores.

### **Software utilizado em aula**

Matlab / Simulink

### **Estágio**

Não aplicável.

### **Bibliografia recomendada**

- Wittenmark, B. e Astrom, K. (1997). *Computer-controlled systems: theory and design*. USA: Prentice-Hall

- Ogata, K. (1994). *Discrete-time Control Systems*. USA: Prentice-Hall

- Franklin, G. e Workman, M. e Powell, J. (1998). *Digital Control of Dynamic Systems*. USA: Addison-Wesley

### **Coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos**

Os conteúdos programáticos definidos cobrem um largo espectro de assuntos e permitem aos alunos ter a oportunidade de apreender e desenvolver os principais conceitos propostos nos objetivos. Estes centram-se no conhecimento e compreensão dos mecanismos do Controlo Digital. Será desenvolvida uma abordagem metodológica sistemática que permite ao aluno reconhecer os diversos casos e o seu contexto técnico e científico.

Serão apresentadas as ferramentas essenciais, para projetar, simular, implementar e testar Sistemas de Controlo Digital. Cada ponto do programa será abordado considerando todos os aspetos descritos nos objetivos. Os diferentes tipos de aulas definidos têm como objetivo proporcionar aos alunos diferentes perspetivas na abordagem dos conteúdos programáticos expostos. Privilegiou-se uma abordagem mais orientada para a prática, na medida em que fomenta a participação dos alunos reduzindo a sua passividade e encorajando o estudo independente e a aquisição de competências.

### **Metodologias de ensino**

Aulas teóricas em que se descrevem e exemplificam os conceitos inerentes aos conteúdos leccionados, e aulas teórico-práticas em que são propostos exercícios de aplicação dos conceitos ministrados.

### **Coerência das metodologias de ensino com os objetivos**

No quadro do processo de Bolonha pretende-se que os alunos adquiram capacidades de estudo e trabalho autónomos. O método de trabalho expositivo permite transmitir ao estudante a informação, científica e técnica, necessária para a compreensão das situações que surgem no estudo do Controlo Digital. Serão apresentados aos alunos nas aulas teóricas um conjunto de temas, que terão como suporte uma apresentação em power-point, ilustrando de uma maneira objetiva as matérias em análise. Serão apresentadas imagens, tabelas e textos como suporte de comunicação entre alunos e docente. Nas aulas práticas-laboratoriais são



realizadas aplicações práticas (exercícios) que englobam os diferentes conteúdos programáticos de modo a dotar os alunos das valências descritas nos objetivos. A aquisição das competências contempladas nos objetivos da disciplina apoia-se ainda na apresentação, implementação e discussão de exemplos práticos nas aulas práticas-laboratoriais e nos trabalhos propostos aos alunos. Finalmente, a interatividade é fundamental para manter a atenção do estudante e para o docente perceber como a mensagem está a ser recebida ("feedback"), de modo a dotar os alunos das valências descritas nos objetivos da unidade curricular. A aplicação desta metodologia pedagógica em cada módulo abordado visa desenvolver no aluno as competências que o permitam pesquisar e interpretar informação de forma autónoma e desenvolver as capacidades de reflexão e autocrítica na avaliação dos problemas que lhe são propostos. Entende-se assim que a metodologia proposta permite que os alunos desenvolvam capacidades para aplicar e integrar os conhecimentos adquiridos na resolução de problemas em novas situações, dotando-os com capacidade para entrar no mercado de trabalho.

**Língua de ensino**

Português

**Pré requisitos**

Não aplicável.

**Programas Opcionais recomendados**

Não aplicável.

**Observações**

Não aplicável.

---

**Docente Responsável****Diretor de Curso, Comissão de Curso****Conselho Técnico-Científico**