

**Escola Superior de Tecnologia de Tomar**

**Ano letivo: 2024/2025**

**Mestrado em Engenharia Eletrotécnica**

Mestrado, 2º Ciclo

Plano: Despacho n.º 8500/2020 - 03/09/2020

**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

Tipo: Obrigatória; Interação: Presencial; Código: 37782

Área Científica: Sinais, Controlo e Automação

**Docente Responsável**

Paulo Manuel Machado Coelho

Professor Coordenador

**Docente(s)**

Paulo Manuel Machado Coelho

Professor Coordenador

### **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; Projectos de controladores digitais por aproximação de controladores analógicos; Modelos em espaço de estados; Controlabilidade, atingibilidade e observabilidade; Projecto 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 mínima de 8 em 20 valores no exame e a classificação mínima de 9.5 em 20 valores nos trabalhos práticos. A média das duas componentes tem de ser superior ou igual a 9.5 em 20.

### **Software utilizado em aula**

Matlab / Simulink

### **Estágio**

Não aplicável.

### **Bibliografia recomendada**

- Franklin, G. e Workman, M. e Powell, J. (1998). *Digital Control of Dynamic Systems..* 3, Addison-Wesley. USA
- Ogata, K. (1994). *Discrete-time Control Systems..* 1, Prentice-Hall. USA
- Wittenmark, B. e Astrom, K. (1997). *Computer-controlled systems: theory and design..* 3, Prentice-Hall. USA

### **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 modulo 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

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável:

- 4 - Garantir o acesso à educação inclusiva, de qualidade e equitativa, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos;
- 5 - Alcançar a igualdade de género e empoderar todas as mulheres e raparigas;
- 9 - Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação;
- 12 - Garantir padrões de consumo e de produção sustentáveis;

## Docente responsável

Paulo  
Coelho

Assinado de forma  
digital por Paulo Coelho  
Dados: 2024.10.03  
15:04:18 +01'00'

