

**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 Ótimo e Adaptativo**

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

Ano | Semestre: 1 | S2

Tipo: Obrigatória; Interação: Presencial; Código: 37787

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**

Aplicar técnicas de controlo avançado, nomeadamente, as técnicas de controlo mais utilizados no controlo MIMO (Multivariável) e as abordagens em espaço de estados; Adquirir capacidade de analisar e de concepção através de estimativas usando Filtro de Kalman; e Projetar sistemas ótimos e adaptativos.

**Conteúdos Programáticos**

Estimativa de Estados; Filtro de Kalman; Controlo Ótimo; Estimação óptima; Sistemas de Controlo Adaptativo; Sistema de Controlo Optimizantes; Estimativa de parâmetros; Técnicas de Identificação de Sistemas.

**Conteúdos Programáticos (detalhado)**

1 - Introdução e Revisões: Controlabilidade; Observabilidade; Controlo por realimentação das variáveis de estado: Fórmula de Ackermann.

2 - Regulação e Seguimento: Controlador com Observador de Estado, Observadores Preditor e

Corrente. Entrada de referência em sistemas de realimentação completo; Entrada de referência com estimadores; Entrada de referência com comando no erro da saída; Comparação da estrutura com estimador e métodos clássicos.

3 - Perturbações e Controlo com Modelo Aumentado: Estimação de perturbações; Controlador com o modelo aumentado, incluindo o modelo do processo; Controlador com o modelo aumentado, incluindo o modelo das perturbações; Ação integral.

4 - Controlo Adaptativo: Método dos Mínimos Quadrados; Estimativa de parâmetros.

5 - Sistemas MIMO e Controlo Ótimo: Controlo ótimo variável no tempo; Controlo ótimo com regulador linear quadrático (LQR); Estimação ótima baseada no Filtro Kalman; Projeto de controladores MIMO.

6 - Introdução à identificação de sistemas.

### **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**

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

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

Os conteúdos programáticos definidos cobrem um largo espectro de assuntos e permitem aos alunos apreender e desenvolver os principais conceitos propostos nos objetivos. Estes centram-se no conhecimento e compreensão dos mecanismos do Controlo Ótimo e Adaptativo. 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 Ótimo e Adaptativo. 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 Ótimo e Adaptativo. 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 autocritica 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;
  - 8 - Promover o crescimento económico inclusivo e sustentável, o emprego pleno e produtivo e o trabalho digno para todos;
  - 9 - Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação;
  - 12 - Garantir padrões de consumo e de produção sustentáveis;
  - 17 - Reforçar os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável;
- 

Docente responsável

**Paulo  
Coelho**

---

Assinado de  
forma digital por  
Paulo Coelho

