

---

**Ano Letivo** 2017-18

---

**Unidade Curricular** COMPLEMENTOS DE SISTEMAS DE CONTROLO

---

**Cursos** ENGENHARIA ELETRÓNICA E TELECOMUNICAÇÕES (Mestrado Integrado) (\*)

(\*) Curso onde a unidade curricular é opcional

---

**Unidade Orgânica** Faculdade de Ciências e Tecnologia

---

**Código da Unidade Curricular** 14811167

---

**Área Científica** SISTEMAS DE CONTROLO

---

**Sigla**

---

**Línguas de Aprendizagem** Português - PT

---

**Modalidade de ensino** Presencial

---

**Docente Responsável** Sérgio Manuel Machado Jesus

DOCENTE	TIPO DE AULA	TURMAS	TOTAL HORAS DE CONTACTO (*)
Sérgio Manuel Machado Jesus	PL; T; TP	T1; TP1; PL1	15T; 22.5TP; 22.5PL
António Eduardo de Barros Ruano	PL; T; TP	T1; TP1; PL1	15T; 22.5TP; 22.5PL

\* Para turmas lecionadas conjuntamente, apenas é contabilizada a carga horária de uma delas.

ANO	PERÍODO DE FUNCIONAMENTO*	HORAS DE CONTACTO	HORAS TOTAIS DE TRABALHO	ECTS
4º	S2	15T; 22.5TP; 22.5PL	168	6

\* A-Anual;S-Semestral;Q-Quadrimestral;T-Trimestral

#### Precedências

Sem precedências

#### Conhecimentos Prévios recomendados

Aprovação às disciplinas de sistemas de controlo obrigatórias

**Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências)**

No final da UC, o aluno terá aprendido:

- a obter a função descrição (DF) de não-linearidades;
- a aplicar a DF, bem como os critérios de Popov e derivados para determinar a estabilidade de um sistema e ciclos limite;
- técnicas de minimização restringida e não restringida, e a sua aplicação na sintonia de controladores;
- o conceito de programação quadrática, e a sua aplicação em reguladores lineares com função objetivo quadrática;
- a estimar, em tempo real, os parâmetros de uma função de transferência, com especial incidência em modelos ARX;
- a desenhar sistemas adaptativos com base em modelo de referência;
- a desenhar reguladores auto-sintonizados, diretos e indiretos

Deste modo terá obtido competências para:

- Analisar sistemas não-lineares utilizando a DF;
- Projetar controladores usando técnicas de controlo ótimo, bem como projetar reguladores quadráticos lineares;
- Estimar em tempo real os parâmetros de uma função de transferência;
- Projetar reguladores auto-sintonizados e MRAS.

### Conteúdos programáticos

1. Introdução a controlo não-linear:
    - a. Introdução
    - b. O plano de fase
    - c. A função descrição
    - d. Ciclos limite e estabilidade absoluta
    - e. Linearização de realimentação
  2. Introdução a controlo óptimo:
    - a. Optimização não-restringida
    - b. Optimização restringida
    - c. Programação quadrática
  3. Introdução a control adaptativo:
    - a. O que é controlo adaptativo?
    - b. Porquê controlo adaptativo?
    - c. Estimção em tempo real
    - d. Sistemas adaptativos baseados em modelo de referência
    - e. Reguladores auto-sintonizados
- 

### Metodologias de ensino (avaliação incluída)

Nas aulas teóricas proceder-se-á à exposição dos conceitos; nas TP resolver-se-ão problemas com o objetivo de permitir uma melhor compreensão dos conceitos introduzidos nas aulas teóricas.

A última semana de aulas é destinada a revisões.

A avaliação da disciplina é com exame final. Se a nota do exame da época normal for igual ou superior a 9.5, o aluno é aprovado à disciplina. Caso contrário o aluno deverá submeter-se a exame de recurso.

---

### Bibliografia principal

1. Apontamentos *on-line*.
2. Optimal control - linear quadratic methods, Brian Anderson, Dover, 2007
3. Optimal, predictive, and adaptive control, Eduardo Mosca, Englewood Cliffs, 1995
4. Nonlinear and adaptive control design, Miroslav Krstic, John Wiley & Sons, 1995
5. Nonlinear control systems, 3<sup>rd</sup> Ed., Alberto Isidori, Springer-Verlag, 1995
6. Adaptive control, 2<sup>nd</sup> Ed., Karl Astrom, Bjorn Wittenmark, Addison Wesley, 2008
7. Adaptive control systems, Rolf Isermann, Prentice Hall, 1991

**Academic Year** 2017-18

**Course unit** COMPLEMENTOS DE SISTEMAS DE CONTROLO

**Courses** ELECTRONIC ENGINEERING AND TELECOMMUNICATIONS (Integrated Masterçs) (\*)

(\*) Optional course unit for this course

**Faculty / School** Faculdade de Ciências e Tecnologia

**Main Scientific Area** SISTEMAS DE CONTROLO

**Acronym**

**Language of instruction** Português - PT

**Teaching/Learning modality** Presencial

**Coordinating teacher** Sérgio Manuel Machado Jesus

Teaching staff	Type	Classes	Hours (*)
Sérgio Manuel Machado Jesus	PL; T; TP	T1; TP1; PL1	15T; 22.5TP; 22.5PL
António Eduardo de Barros Ruano	PL; T; TP	T1; TP1; PL1	15T; 22.5TP; 22.5PL

\* For classes taught jointly, it is only accounted the workload of one.

**Contact hours**

T	TP	PL	TC	S	E	OT	O	Total
15	22.5	22.5	0	0	0	0	0	168

T - Theoretical; TP - Theoretical and practical ; PL - Practical and laboratorial; TC - Field Work; S - Seminar; E - Training; OT - Tutorial; O - Other

**Pre-requisites**

no pre-requisites

**Prior knowledge and skills**

The student should have passed the mandatory lecture courses of control systems

**The students intended learning outcomes (knowledge, skills and competences)**

In the end of this CU, the student will have learnt:

- How to obtain the describing function (DF) of nonlinearities;
- How to apply the DF, as well as Popov's and related criteria to determine the system stability and limit cycles;
- Techniques of unconstrained and constrained minimization, and their application in controller tuning;
- The concept of quadratic programming, and its application in linear regulators, with quadratic objective function;
- To estimate, in real-time, the transfer function parameters, with a special focus on ARX models;
- To design model reference adaptive systems;
- To design direct and indirect self-tuning regulators.

### Syllabus

1. Introduction to nonlinear control
    - a. Introduction
    - b. The Phase Plane
    - c. The Describing Function
    - d. Limit cycle and absolute stability
    - e. Feedback linearization
  2. Introduction to optimal control
    - a. Unconstrained optimization
    - b. Constrained optimization
    - c. Dynamic Programming
  3. Introduction to adaptive control
    - a. What is adaptive control?
    - b. Why adaptive control?
    - c. Real-time parameter estimation
    - d. Model-reference adaptive systems
    - e. Self-tuning regulators
- 

### Teaching methodologies (including evaluation)

In the theoretical lectures the concepts will be exposed; in the theoretical and practical units exercises will be solved and simulations will be executed, with the view of allowing a better understanding of the concepts introduced in the theoretical lectures.

The unit assessment has a final exam in the normal period; if the mark is higher or equal to 9.5, the student will pass. Otherwise, he/she will have to do another exam (recurso).

---

### Main Bibliography

1. On line teacher's book
2. Optimal control - linear quadratic methods, Brian Anderson, Dover, 2007
3. Optimal, predictive, and adaptive control, Eduardo Mosca, Englewood Cliffs, 1995
4. Nonlinear and adaptive control design, Miroslav Krstic, John Wiley & Sons, 1995
5. Nonlinear control systems, 3<sup>rd</sup> Ed., Alberto Isidori, Springer-Verlag, 1995
6. Adaptive control, 2<sup>nd</sup> Ed., Karl Astrom, Bjorn Wittenmark, Addison Wesley, 2008
7. Adaptive control systems, Rolf Isermann, Prentice Hall, 1991