

---

**Ano Letivo** 2017-18

---

**Unidade Curricular** SISTEMAS DE CONTROLO II

---

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

---

**Unidade Orgânica** Faculdade de Ciências e Tecnologia

---

**Código da Unidade Curricular** 14811112

---

**Área Científica** ENGENHARIA DE CONTROLO

---

**Sigla**

---

**Línguas de Aprendizagem** Português-PT

---

**Modalidade de ensino** Presencial

---

**Docente Responsável** António Eduardo de Barros Ruano

DOCENTE	TIPO DE AULA	TURMAS	TOTAL HORAS DE CONTACTO (*)
António Eduardo de Barros Ruano	PL; T; TP	T1; TP1; PL1	22.5T; 15TP; 22.5PL
Sérgio Manuel Machado Jesus	PL; T; TP	T1; TP1; PL1	22.5T; 15TP; 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	S1	22.5T; 15TP; 22.5PL	168	6

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

#### Precedências

Sem precedências

#### Conhecimentos Prévios recomendados

TEORIA DE SISTEMAS

SISTEMAS DE CONTROLO I

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

No final da UC, para sistemas LTI amostrados, o aluno terá aprendido:

- a obter modelos discretos utilizando a Transformada de z, e a analisá-los;
- a analisar o processo de amostragem, tanto no tempo como na frequência, e a reconstituir um sinal a partir das suas amostras
- a aplicar as regras de redução de diagramas de blocos (DB) e grafos de fluxo de sinal (FS);
- a obter equivalentes discretos de FT contínuas
- a projetar controladores discretos utilizando o lugar das raízes ou a resposta na frequência;
- a projectar reguladores usando realimentação de variáveis de estado e observadores
- a sintonizar controladores PID e a utilizá-los.

Deste modo terá obtido competências para:

- analisar sistemas LTI amostrados, em termos da sua resposta no tempo e na frequência;
- obter controladores discretos, por equivalência, ou a projetá-los no tempo ou na frequência;
- desenhar reguladores e estimadores em tempo discreto;
- a sintonizar controladores PID e a usar PIDs industriais.

## Conteúdos programáticos

1. Introdução
2. Análise de Sistemas Discretos
  1. Equações diferença e função de transferência discreta
  2. Modelos discretos de sistemas amostrados
  3. Análise de Sinal e resposta dinâmica
  4. Resposta em frequência
  5. Análise de um amostrador de topo plano
3. Amostragem
  1. Espectro de um sinal amostrado
  2. Reconstituição de sinal
  3. First-order holds
  4. Diagramas de blocos e grafos de fluxo de sinal
4. Equivalentes discretos de funções de transferência contínuas
  1. Por integração numérica
  2. Por mapeamento de pólos-zeros
  3. De hold.
5. Projecto usando Funções de transferência
  1. Por emulação
  2. Usando o lugar das raízes
  3. Usando a resposta na frequência
  4. Métodos analíticos de projecto
6. Projecto usando espaço de estados
  1. Lei de controlo
  2. Estimadores
  3. Reguladores:
7. Controladores PID
  1. Os conceitos básicos de auto-sintonia
  2. Controlo PID.
  3. Sintonia de PIDs
  4. O processo de auto-sintonia
  5. Exemplos de PIDs industriais.

### Metodologias de ensino (avaliação incluída)

Nas aulas teóricas proceder-se-á à exposição dos conceitos; nas TP resolver-se-ão problemas; nas P executar-se-ão trabalhos de simulação para melhor consolidação da matéria.

A avaliação é distribuída com exame final

Durante a frequência da disciplina são realizados:

- Problemas para avaliação [1] ( P ).
- Trabalhos de Laboratório ( L ).

No final da disciplina é realizado um exame final ( E ).

A nota final da disciplina é dada por ( F )

$$F=0.7E+0.2L+0.1P$$

Fica aprovado o aluno que obtenha  $F \geq 9.5$

Na época de recurso é realizado um exame ( Er ):

A nota final da disciplina é dada por ( F )

$$F=0.7Er+0.2L+0.1P$$

---

[1] OS PROBLEMAS SERÃO RESOLVIDOS NAS AULAS TEÓRICAS OU TEÓRICO-PRÁTICAS SEM MARCAÇÃO PRÉVIA

---

### Bibliografia principal

1. Apontamentos *on-line*.
2. Franklin, G.F., Powell, J.D., and Workman, M.L., Digital Control of Dynamic Systems, Addison-Wesley (3rd Ed), 1997
3. Wittenmark, B., Åstrom, K.J., Computer Controlled Systems: Theory and Design, Prentice Hall (3rd Ed.), 1997
4. Kuo, B.C., Digital Control Systems, Holt, Rinehart and Wiston Inc. (2nd Ed.), 1997
5. Isermann, R., Digital Control Systems: Fundamentals, Deterministic Control, Springer Verlag, 1989

**Academic Year** 2017-18

**Course unit** CONTROL SYSTEMS II

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

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

**Main Scientific Area** ENGENHARIA DE CONTROLO

**Acronym**

**Language of instruction** Portuguese -PT

**Teaching/Learning modality** In classroom

**Coordinating teacher** António Eduardo de Barros Ruano

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

System Theory

Control System I

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

In the end of this CU, for sampled LTI systems,

the student will have learnt:

- How to obtain discrete models using the Z transform, and how to analyse them;
- How analyse the sampling process, in time and frequency, and how to reconstitute a signal from its samples;
- How to apply the block diagrams (BD) and signal flow graphs reduction rules;
- How to obtain discrete equivalents of continuous transfer functions;
- How to design discrete controllers, using root locus or frequency response techniques;
- How to design regulators using state feedback and observers;
- To tune PID controllers and how to use them.

This way, the student will have competences for:

- Analysing LTI sampled systems, both in terms of its time and frequency response;
- Obtaining discrete controllers, using equivalence methods, or designing them in time or frequency;
- Designing state regulators and observers;
- Tuning PID controllers and using industrial PID controllers.

## Syllabus

1. Introduction
2. Discrete systems analysis
  1. Difference equations and discrete transfer functions
  2. Discrete models of sampled systems
  3. Signal analysis and dynamic response
  4. Frequency response
  5. Analysis of a zero-order-hold
3. Sampling
  1. Sampled signal spectrum
  2. Signal reconstitution
  3. First-order-holds
  4. Block diagrams and signal flow graphs
4. Discrete equivalents of continuous transfer functions
  1. Numerical integration
  2. Poles-zeros mappings
  3. Hold
5. Controller design using transfer functions
  1. Emulation
  2. Using Root Locus
  3. Using frequency response
  4. Analytical method
6. State-space design
  1. Control law;
  2. Observers
  3. Regulators
7. PID controllers
  1. The basic concepts of PID autotuning
  2. PID control
  3. PID tuning
  4. The autotuning process
  5. Examples of industrial PIDs

### Teaching methodologies (including evaluation)

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

#### Assessment rules

The unit assessment is distributed with a final exam:

During the course some problems [1] and lab works are solved resulting a mark P and L, respectively. At the end a final exam is compulsory resulting a mark E .

The final mark is F given by:

$$F=0.7E+0.2L+0.1P.$$

The student will pass if  $F \geq 9.5$  ; otherwise he will have to do another exam  $E_r$  and the final mark is  $F_r$  given by:

$$F_r=0.7E_r+0.2L+0.1P .$$

The student will pass if  $F_r \geq 9.5$ .

[1] these problems are solved into any T or TP class without notifying before.

---

### Main Bibliography

1. On line teacher's book
2. Franklin, G.F., Powell, J.D., and Workman, M.L., Digital Control of Dynamic Systems, Addison-Wesley (3rd Ed), 1997
3. Wittenmark, B., Åstrom, K.J., Computer Controlled Systems: Theory and Design, Prentice Hall (3rd Ed.), 1997
4. Kuo, B.C., Digital Control Systems, Holt, Rinehart and Wiston Inc. (2nd Ed.), 1997
5. Isermann, R., Digital Control Systems: Fundamentals, Deterministic Control, Springer Verlag, 1989