

---

**Ano Letivo** 2016-17

---

**Unidade Curricular** SISTEMAS DE CONTROLO I

---

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

---

**Unidade Orgânica** Faculdade de Ciências e Tecnologia

---

**Código da Unidade Curricular** 14811107

---

**Área Científica** ENGENHARIA DE CONTROLO

---

**Sigla**

---

**Línguas de Aprendizagem** Português-PT

---

**Modalidade de ensino** Presencial

---

**Docente Responsável** João Miguel Gago Pontes de Brito Lima

DOCENTE	TIPO DE AULA	TURMAS	TOTAL HORAS DE CONTACTO (*)
João Miguel Gago Pontes de Brito Lima	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
3º	S2	22.5T; 15TP; 22.5PL	168	6

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

### Precedências

Sem precedências

### Conhecimentos Prévios recomendados

TEORIA DOS SISTEMAS

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

Concluindo esta UC, para SLIT contínuos o aluno deverá saber:

- . Analisar um sistema utilizando a resposta na frequência.
- . Projectar compensadores avanço e atraso.
- . Determinar se um sistema em espaço de estados, é observável ou controlável.
- . Compensar um sistema, aplicando realimentação de variáveis de estado.
- . Projectar observadores de ordem total ou reduzida.

Estas competências são necessárias para o aproveitamento na UC Sistemas de Controlo II

### Conteúdos programáticos

1. Análise da resposta na frequência

Diagramas de Bode

Sistemas de fase mínima

Relação entre a resposta ao degrau e a resposta na frequência

Identificação de sistemas

Diagramas de Nyquist

Traçados de Nichols

Crítério de Estabilidade de Nyquist

Margens de ganho e de fase

Resposta em malha fechada

Análise em regime estacionário

Círculos de ganho e de fase constantes

Ajuste de ganho

2. Projecto de Sistemas

Especificações de Desempenho

Modelo Entrada-Saída

Topologias de Compensação

Síntese de compensadores atraso e avanço; no plano  $s$  e usando diagramas de Bode

Modelos de espaço de estados

Controlabilidade e Observabilidade

Forma canónica de Kalman-Gilbert

Transformações Lineares

Realimentação de variáveis de estado

Projecto por equação de estado

Comportamento em regime estacionário

Realimentação da saída

Rejeição de perturbações

Controlo feedforward para perturbações mensuráveis

Realimentação de estado, controlo feedforward, controlo integral

Observadores

---

### Metodologias de ensino (avaliação incluída)

A UC é leccionada com aulas T, TP e P. Nas aulas T a matéria é exposta recorrendo-se, sempre que necessário, a exemplos.

Nas aulas TP o professor e os alunos resolvem problemas; haverá tempo para esclarecimento de todas as questões relativas à matéria em geral, a problemas propostos, aconselhados para resolução individual ou apenas iniciados.

As aulas P destinam-se à resolução de problemas mais longos que exigem um estudo mais demorado da matéria; recorrendo a meios de simulação numérica e gráfica.

Avaliação:

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** )

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

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

---

(1)Os problemas serão resolvidos nas aulas T ou TP sem marcação

---

### Bibliografia principal

- M. I. Ribeiro, *Análise de Sistemas Lineares*, IST Press
- John J. D'Azzo e Constantine H. Houpis, *Linear Control Systems Analysis and Design*, McGraw-Hill
- Katsuhiko Ogata, *Solving Control Engineering Problems using Matlab*, Prentice-Hall, 1994
- B. Shahian, M. Hassul, *Control System Design using Matlab*, Prentice Hall, 1993
- Lourtie, *Sinais e Sistemas*, Escolar Editora, 2002
- Richard C. Dorf and Robert H. Bishop, *Modern Control Systems*, 7ª ed., Addison Wesley, 1995
- Katsuhiko Ogata, *Modern Control Engineering*, 2ª ed., Prentice-Hall, 1990

**Academic Year** 2016-17

**Course unit** CONTROL SYSTEMS I

**Courses** ELECTRONIC ENGINEERING AND TELECOMMUNICATIONS (Integrated Master's)

**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** João Miguel Gago Pontes de Brito Lima

Teaching staff	Type	Classes	Hours (*)
João Miguel Gago Pontes de Brito Lima	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

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

In the end of this unit, for continuous LTI systems, the student will have learnt:

How to analyse a system using the frequency response.

How to design a lag compensator and a lead compensator.

How to test the controllability and observability of a system.

How to compensate a system by pole placement using state feedback.

How to design a full-order observer and a reduced-order observer.

These competences are needed for a successful outcome in the next unit, Control Systems II.

### Syllabus

#### 1. Frequency response analysis

Bode diagrams

Minimum phase systems

Relation between step response and frequency response

Systems identification

Nyquist diagrams

Nichols plots

Nyquist's stability criterion

Gain and phase margins

Closed-loop response  
Steady state analysis  
Constant gain and phase contours  
Gain adjustment  
2. Systems design  
Performance specification  
Input-output model  
Topologies of compensation  
Design of lag and lead compensators, in the s-plane and using the Bode diagram  
State-space models  
Controllability and Observability  
Kalman-Gilbert canonical  
Linear transformations  
State-variable feedback  
State equation design  
Steady-state behavior  
Output feedback  
Disturbance rejections  
Feedforward control for measurable disturbances  
State feedback, feedforward control, integral control  
Observers

### Teaching methodologies (including evaluation)

This unit has theoretical lectures, theoretical-practical lectures and practical lectures. In the theoretical lectures the concepts will be exposed, if needed, it will be used same examples.

In the theoretical-practical lectures the professor and students solve some problems; the students are encouraged to solve suggested problems by them self, it will have time to clarify any doubt related with this unit.

In the practical lectures it will be solved more extensive problems that need a previous study; this kind of lectures uses computational means.

The unit assessment is distributed with a final exam.

During the class period 2 components will be employed:

Assessment problems(1) (P)

Lab works (L)

At final a normal exam takes place ( **E** ).

The final mark is:

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

The student will pass if  $F \geq 9.5$

If needed the student have an extra exam ( **Er** ); in this case the final mark will be:

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

---

(1) This problems are solved in T or TP classes without marking.

---

### Main Bibliography

- M. I. Ribeiro, *Análise de Sistemas Lineares*, IST Press
- John J. D'Azzo e Constantine H. Houpis, *Linear Control Systems Analysis and Design*, McGraw-Hill
- Katsuhiko Ogata, *Solving Control Engineering Problems using Matlab*, Prentice-Hall, 1994
- B. Shahian, M. Hassul, *Control System Design using Matlab*, Prentice Hall, 1993
- Lourtie, *Sinais e Sistemas*, Escolar Editora, 2002
- Richard C. Dorf and Robert H. Bishop, *Modern Control Systems*, 7<sup>a</sup> ed., Addison Wesley, 1995
- Katsuhiko Ogata, *Modern Control Engineering*, 2<sup>a</sup> ed., Prentice-Hall, 1990