
Ano Letivo 2019-20

Unidade Curricular CONTROLO AUTOMÁTICO

Cursos ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETRÓNICA (1.º ciclo)
- RAMO DE SISTEMAS DE ENERGIA E CONTROLO (1.º ciclo)

Unidade Orgânica Instituto Superior de Engenharia

Código da Unidade Curricular 15241233

Área Científica ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

Sigla

Línguas de Aprendizagem Português-PT

Modalidade de ensino Presencial/Blended Learning

Docente Responsável Ana Beatriz da Piedade de Azevedo

DOCENTE	TIPO DE AULA	TURMAS	TOTAL HORAS DE CONTACTO (*)
Ana Beatriz da Piedade de Azevedo	OT; PL; T; TP	T1; TP1; PL1; OT1	15T; 30TP; 15PL; 34OT

* 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	S1	15T; 30TP; 15PL; 20OT	140	5

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

Precedências

Sem precedências

Conhecimentos Prévios recomendados

Conhecimentos elementares de equações diferenciais , de Cinemática e Dinâmica , de Análise de Circuitos e de Transformada de Laplace . O que se traduz na necessidade de ter obtido aprovação em (ou ter frequentado seriamente e até ao fim) as seguintes UCs: **Física II (mód1)**, **Matemática Aplicada à Eletrotécnia e Sinais e Sistemas**.

Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências)

Pretende-se desenvolver as capacidades de representação de sistemas artificiais simples e de utilização de técnicas para a análise e compensação de Sistemas de Controlo, no contexto do Controlo Clássico.

No final, o aluno deve ser capaz de:

- 1 - Descrever os elementos dum sistema de controlo;
- 2 - Elaborar modelos de processos físicos simples e representá-los por função de transferência e formas gráficas;
- 3 - Aplicar métodos de análise da resposta no tempo e na frequência, recolher as medidas de análise mais comuns e explicar a sua relevância e significado físico;
- 4 - Descrever os compensadores ideais, enunciando vantagens, desvantagens, usos privilegiados e considerações sobre a sua aplicação prática;
- 5 - Descrever e executar os diversos passos envolvidos num projeto de controlo;
- 6 - Identificar um sistema a partir de medidas reais.
- 7 - Utilizar o MATLAB para realizar as operações pertinentes referidas acima.
- 8 - Aplicar técnicas básicas para sintonizar controladores PID

Conteúdos programáticos

- A - Introdução. Retrospectiva histórica.
- B - Modelos Matemáticos de Sistemas Físicos. Sistemas elétricos, mecânicos e de nível.
- C - Representação de Sistemas. Função de transferência, diagramas de blocos ou de fluxo de sinal.
- D - Características dos Sistemas de Controlo. Resposta transitória e estacionária. Estabilidade.
- E - Análise de Sistemas pelo Lugar das Raízes.
- F - Análise de Sistemas pela Resposta na Frequência. Diagrama de Bode. Resposta em malha fechada.
- G - Compensação e Controladores. Controladores P, PI, PD e PID. Compensadores avanço e atraso. Características, vantagens e aplicações. Considerações práticas de implementação.
- H - Projeto de Sistemas de controlo.
- I - Identificação de processos.
- J - O ambiente de simulação MATLAB e sua utilização (Conteúdo transversal e introduzido paralelamente aos conteúdos C a H)
- K - Sintonia de controladores PID.

Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

O conteúdo A visa realizar o objetivo 1, mas para além disso visa familiarizar o aluno com o contexto histórico e científico da utilização Controlo Automático, bem como com as suas utilizações no dia-a-dia. Ou seja, serve principalmente para gerar um clima de integração com o real e o palpável, e extirpar logo no início a ideia de que se trata de mais uma UC cheia de matemática e *coisas chatas*.

Os conteúdos B e C cobrem o objetivo 2; os conteúdos D, E e F, o objetivo 3; e o conteúdo G, o objetivo 4.

Os objetivos 5 e 7 são transversais e paralelos aos restantes e como tal vão sendo desenvolvidos ao mesmo tempo que os outros, sendo expressamente descritos e fundamentados pelos conteúdos H e J.

Os objectivos 6 e 8 são cobertos pelos conteúdos I e K.

Metodologias de ensino (avaliação incluída)

1 - Avaliação por frequência:

a) **Componente Teórica** : Um teste (40%)

b) **Componente Prática**:

i) **Laboratorial (Obrigatória)** : 3 trabalhos de laboratório com relatório e apresentação (15%)

ii) **Simulação**: Um teste prático (30%)

c) **Participação nas aulas e no Moodle e TPCs** (15%).

2 - Exame final: (70%). Com partes teórica e prática separadas.

3 - Aprovação: A subcomponente prática **1b) i)** é obrigatória e o aluno tem de obter classificação igual ou superior a dez valores. O aluno é aprovado se obtiver uma classificação total por frequência (ponto **1**) ou no conjunto **1b) i)+1c) + 2** igual ou superior a dez valores.

4 - Dispensa de exame : Os alunos podem dispensar total ou parcialmente de exame.

Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

Como se disse acima o conteúdo A visa realizar o objetivo 1, mas para além disso visa familiarizar o aluno com o contexto histórico e científico do Controlo Automático, bem como com as suas utilizações no dia-a-dia. Como tal abordam-se desde os marcos históricos até exemplos do dia-a-dia como um aparelho de ar condicionado ou um autoclismo.

Para o objetivo 2, começa-se por rever os conhecimentos já adquiridos em UCs de Física e de Matemática Aplicada à Electrotecnia. Seguidamente, trabalha-se numa pragmática que é transversal a todos os tipos de sistemas, fazendo possível analisar sistemas mecânicos e de nível usando leis elementares da electricidade. Alerta-se ainda para as limitações dos modelos, para consciencializar os alunos para os cuidados a ter ao tentar representar um sistema físico por um modelo linear.

Para os objetivos 3 a 5, os conceitos principais são apresentados nas aulas T, onde para além de definições, deduções e apresentação de convenções, se acompanha com exemplos práticos e de utilização, contextualização das convenções, ligação de métodos aos princípios matemáticos necessários para os entender e saber utilizar, considerações etimológicas e/ou históricas sobre definições. Para além disso, salienta-se sempre os conteúdos que são ditos terminais e aqueles que serão ampliados e desenvolvidos em UCs posteriores. Os métodos são experimentados nas aulas TP e desenvolvidos em grupo nas aulas PL ou individualmente através de trabalhos para casa e/ou outras tarefas na Tutoria Electrónica. Este grupo de objetivos é avaliado em dois testes escritos (onde são medidas as dimensões do conhecer, compreender e avaliar). O objetivo 6 é desenvolvido em paralelo com os 3 a 5 e são avaliados num teste de simulação em MATLAB (onde são medidas as dimensões do aplicar, analisar e sintetizar).

A aferição da carga de trabalho associada a cada atividade é feita informalmente, por observação do tempo passado na plataforma Moodle e na realização de trabalhos de casa, prevendo-se implementar no corrente ano letivo mecanismos de certificação da carga de trabalho através de inquéritos montados no Moodle.

Bibliografia principal

[1] Apontamentos teóricos e fichas de exercícios, disponibilizados na plataforma Moodle.

[2] Nise, Norman S. - [Control Systems Engineering](#). 6th ed. S.I.: John Wiley & Sons, 2011

[Student Companion Site](#)

[3] Golnaraghi, Farid e B.C. Kuo - **Automatic Control Systems** . 9th ed. S.I.: John Wiley & Sons, 2010

[Student Companion Site](#)

[4] Philips, C.L. R.D. Harbor. **Feedback Control Systems** . 4th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2000.

[5] D'Azzo, J.J. C.M. Houpis. **Linear Control Systems Analysis and Design** . 2nd ed. [s.l]: McGraw-Hill, 1981

[6] D'Azzo, J.J. C.M. Houpis. **Análise e Projeto de Sistemas de Controlo Lineares** . 2^a ed. Traduzido por Bernardo Silva Filho. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1984.

[7] Ogata, K. - **Engenharia do Controle Moderno** . 3^a ed. São Paulo: Prentice-Hall, 2003

Sitografia: A disponibilizar na Tutoria Electrónica

Academic Year 2019-20

Course unit AUTOMATIC CONTROL

Courses ELECTRIC AND ELECTRONICS ENGINEERING
- BRANCH SPECIALISATION IN ENERGY AND CONTROL SYSTEMS

Faculty / School INSTITUTE OF ENGINEERING

Main Scientific Area ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

Acronym

Language of instruction Portuguese - PT

Teaching/Learning modality Presential / Blended Learning

Coordinating teacher Ana Beatriz da Piedade de Azevedo

Teaching staff	Type	Classes	Hours (*)
Ana Beatriz da Piedade de Azevedo	OT; PL; T; TP	T1; TP1; PL1; OT1	15T; 30TP; 15PL; 34OT

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

Contact hours

T	TP	PL	TC	S	E	OT	O	Total
15	30	15	0	0	0	20	0	140

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

Elementary knowledge of differential equations, of Kinematics and Dynamics, of Circuit Analysis and of Laplace transform. What translates into the need to have passed (or have attended seriously until the end) the following CUs: Physics II (mod1), Mathematics Applied to Electrical Engineering, and Signals and Systems classes.

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

This CU aims to develop the capacities of artificial systems of representation and use of simple techniques for analyzing compensation and Control Systems in the context of Control Classic.

By the end of this CU, students should be able to:

- 1 - Describe the elements of a control system;
- 2 - Develop models of simple physical processes and represent them by transfer function and graphical forms (block diagram and/or signal flow graph);
- 3 - Apply methods of response analysis in time and frequency, collecting the most common measures of analysis and explain their relevance and physical meaning;
- 4 - Describe and perform the various steps involved in a control project;
- 5 - Describe the ideal compensators, stating advantages, disadvantages, privileged uses and considerations on their practical application;
- 6 - Using MATLAB to perform the relevant operations aforementioned.

Syllabus

A - Introduction. Historical retrospective.

B - Mathematical Models of Physical Systems. Electrical, mechanical and of level.

C - Systems Representation. Transfer function, block diagrams and signal flow graphs.

D - Characteristics of Control Systems. Stationary and transient response. Stability.

E - Systems Analysis by Root Locus.

F - Analysis of the Response Systems in Frequency. Bode diagram. Closed loop response.

G - Compensation and Controllers. Controllers P, PI, PD and PID. Lead and lag compensators. Features, advantages and applications. Practical considerations for implementation.

H - Design of Control Systems.

I - The MATLAB simulation environment and its use (cross content introduced in parallel from C to H)

Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives

The content A is intended to achieve the objective 1, but beyond that aims to familiarize the student with the historical and scientific use of Automatic Control, as well as their uses in day-to-day. It mainly serves to generate a climate of integration with the real and palpable, and get early rid of the idea that this is another CU full of math and boring stuff.

The contents B and C cover the objective 2; contents D, E and F, the objective 3; and content G, the goal 4.

The objectives 5 and 6 are transversal and parallel to the other and as such are developed as the same time as the others; and are expressly described and substantiated by the contents H and I.

Teaching methodologies (including evaluation)

1 - Continuous assessment:

a) **Theoretical component** : A test (40%)

b) **Practical component**:

i) **Laboratorial (Compulsory)**: 3 lab works with written report and oral presentation (15%)

ii) **Simulation**: A MatLAB test (30%)

c) **Classes and Moodle attendance, and homeworks** (15%).

2 - Exam: (70%).

3 - Passing: The 1b) i) is mandatory and a student must get at least 10 (out of 20). A student passes the CU by getting at least a 10 (out of 20) average over **1** or over the set **1b) i)+1c) + 2**.

4 - Excuse from exam - Students may be partially or totally excused from exam.

Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes

As stated above, content A is intended to achieve the objective 1, but beyond that aims to familiarize the student with the historical context of Automatic Control, as well as their uses in day-to-day; as such, it deals with examples from history and from everyday items as an air conditioner or a toilet flush.

For goal 2, it is started by reviewing knowledge already acquired in CUs of Physics and Applied Mathematics for Electrical Engineering. Then, working within a framework that embarks all types of systems, making it possible to analyze mechanical systems using basic laws of electricity. Students are alerted for the limitations of models, to raise their consciousness of the precautions to take when trying to represent a physical system by a linear model.

For goals 3-5, key concepts are presented in T-classes, where definitions, deductions and presentation of conventions, are accompanied with practical examples, contextualization of conventions, the connection of methods with mathematical principles needed for understanding and usage, etymological considerations and/or on historical settings. In addition, contents are identified either as terminal, or as to be expanded and developed in subsequent CUs. The methods are tested and developed in TP-classes in group work and used at PL-classes or individually through homework and/or other assignments on the Moodle. This group of objectives is assessed in two written tests (where the dimensions of knowing, understanding and evaluating are measured). The goal 6 is developed in parallel with 3 to 5 and are all evaluated in two tests of simulation in MATLAB (where measures of the dimensions apply, analyze and synthesize are made).

The evaluation of workload associated with each activity is done informally, by witnessing the time spent on the Moodle platform and on the completion of homework; and it is expected to implement this school year certification mechanisms through surveys on the Moodle platform.

Main Bibliography

[1] Apontamentos teóricos e fichas de exercícios, disponibilizados na plataforma Moodle.

[2] Nise, Norman S. - [Control Systems Engineering](#). 6th ed. S.I.: John Wiley & Sons, 2011

[Student Companion Site](#)

[3] Golnaraghi, Farid e B.C. Kuo - **Automatic Control Systems** . 9th ed. S.I.: John Wiley & Sons, 2010

[Student Companion Site](#)

[4] Philips, C.L. R.D. Harbor. **Feedback Control Systems** . 4th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2000.

[5] D'Azzo, J.J. C.M. Houpis. **Linear Control Systems Analysis and Design** . 2nd ed. [s.l]: McGraw-Hill, 1981

[6] D'Azzo, J.J. C.M. Houpis. **Análise e Projeto de Sistemas de Controlo Lineares** . 2^a ed. Traduzido por Bernardo Silva Filho. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1984.

[7] Ogata, K. - **Engenharia do Controle Moderno** . 3^a ed. São Paulo: Prentice-Hall, 2003

Sitografia: A disponibilizar na Tutoria Electrónica