

## **Ficha de Unidade Curricular – (Versão A3ES 2018-2023)**

### **1 Caracterização da Unidade Curricular.**

#### **1.1 Designação da unidade curricular (1.000 carateres).**

Controlo de Sistemas (CS - 2320)

#### **1.2 Sigla da área científica em que se insere (100 carateres).**

EE

#### **1.3 Duração (100 carateres).**

Semestral

#### **1.4 Horas de trabalho (100 carateres).**

189h

#### **1.5 Horas de contacto (100 carateres).**

90h; T: 45h; TP: 22,5h; PL: 22,5h.

#### **1.6 ECTS (100 carateres).**

7

#### **1.7 Observações (1.000 carateres).**

#### **1.7 Remarks (1.000 carateres).**

### **2 Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo) (1.000 carateres).**

Luís José Lamy Rocha Encarnação

12h

### **3 Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular (1.000 carateres).**

Américo Simões da Silva

4,5h

Carla Solange Pires Correia Viveiros

1,5h

### **4 Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes). (1.000 carateres).**

Esta disciplina aborda a temática da modelização de sistemas físicos, técnicas de controlo, bem como a análise e o comportamento estático e dinâmico dos mesmos.

Pretende-se dotar os alunos com conhecimentos sobre modelização de sistemas físicos e técnicas de controlo. Analisar o comportamento dinâmico e projetar sistemas de controlo avançado. Ensaia sistemas de controlo utilizando equipamento industrial (sensores e controladores) e simulá-los analógica e digitalmente.

### **4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students). (1.000 characters).**

This curricular unit deals with the modeling of physical systems, control techniques, as well as with system dynamic behavior and steady state.

It aims to provide students with knowledge on physical system modeling and control techniques, dynamic behavior analysis and design advanced control systems. In the laboratory, testing control systems using industrial equipment (sensors and controllers) and simulate them analogically and digitally.

#### **5. Conteúdos programáticos (1.000 carateres).**

Programa Teórico e Teórico-Prático

1) Conceitos de Controlo;

2) Modelização de sistemas por Modelos de Estados, Funções de Transferência, polos e zeros. Teoria de sistemas contínuos em espaço de estados: Observabilidade e Controlabilidade. Diagramas de blocos e diagramas de fluxo de sinal.

3) Características dos sistemas de controlo com retroação. Variação de parâmetros, sensibilidade, exatidão. Resposta dinâmica;

4) Controladores industriais: Descontínuos: Tudo ou nada sem e com histerese. Contínuos: proporcional (P), integral (I), derivativo (D), PI, PD e PID. Dimensionamento de Controladores lineares. Controlo antecipado (*feedforward*). Sintonização Ziegler-Nichols.

5) Estabilidade de sistemas pelos critérios: *Routh-Hurwitz*, Diagrama do Lugar Geométrico das Raízes (*Root locus*), *Bode* (*Diagramas de Amplitude e de Fase*) e *Nyquist* (*Diagrama de Nyquist*).

Programa dos trabalhos de laboratório

TP1 – Controlo de Posição e Velocidade; TP2 – Controlo de Nível; TP3 – Controlo de Temperatura; TP4 – Simulação de Sistemas.

#### **5. Syllabus (1.000 characters).**

Theoretical and theoretical-practical program

1) Introduction to control systems;

2) Systems Modeling by State-Space Models. Transfer Functions. Poles and zeros. State-space continuous systems theory: Observability and Controllability. Block diagrams and signal flow diagrams;

3) Control systems characteristics. Parameter variation, sensitivity, steady-state error. Dynamic response;

4) Industrial Controllers: Discontinuous: ON/OFF, ON/OFF with hysteresis. Continuous: proportional (P), integral (I), and derivative (D). The PI and PID controllers. Dimensioning of linear controllers. Feedforward control. Ziegler-Nichols tuning rules.

5) Stability criterion: Routh Hurwitz, Root locus, Bode (Amplitude and Phase Diagrams) and Nyquist (Nyquist Diagram).

Laboratory work program

PE1 – Position and Speed Control; PE2 – Level Control;

PE3 – Temperature Control; PE4 – Simulation Systems.

**6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular (1.000 caracteres).**

Sendo o objetivo desta unidade curricular a introdução dos alunos na temática do controlo de sistemas, aproximando-os ao projeto dos mesmos, começa-se por introduzir os conceitos de sistemas passando-se à sua modelização. Com a modelização são utilizadas técnicas de análise em sistemas, permitindo ao aluno compreender aplicações concretas através de simulações em computador. O culminar dos temas abordados vem com a sua aplicação prática nos ensaios laboratoriais que se realizam utilizando maioritariamente equipamento industrial aproximando o aluno ao meio fabril.

**6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes (1.000 characters).**

Since the purpose of this course is to present to the students to the introductory topics of control systems. It begins by introducing the concepts of systems and their modeling, bringing them closer to their design. With the systems models, different techniques are used to analyze systems, leading the student to understand the most convenient option for a concrete application. The culmination of the of the themes comes to its practical application in laboratory tests that are performed using mostly industrial equipment, bringing the student closer to the factory environment.

**7. Metodologias de ensino (avaliação incluída) (1000 caracteres).**

O método de ensino consta de Aulas teóricas (T) com 2 sessões de 1,5h semanais onde é exposta a matéria com recurso a apresentações em PowerPoint; Aulas teórico-práticas (T/P), com uma sessão de 1,5h semanal, onde são resolvidos exercícios; Aulas laboratoriais (P), com uma sessão de 1,5h semanal, onde são realizados 4 trabalhos laboratoriais. Nestes três módulos de aulas (T, T/P e P), é utilizado o software *Matlab/Simulink* e diverso material didático de apoio é disponibilizado na plataforma Moodle.

1. A nota final, *NF*, é a média aritmética das classificações obtidas nas partes teórica *T* e prática,  $P$ :  $NF=(T+P)/2 \geq 9.5$

2. A nota teórica *T* é a nota obtida no teste final, ou no exame de época normal ou no exame de época de recurso ou no exame de 2ª época, devendo ser igual ou superior a 10 valores para que o aluno possa ter aprovação na disciplina.

3. A nota prática  $P$  é a média ponderada da classificação atribuída às três componentes (F, I e D): média das notas das 3 fichas de avaliação contínua (F); informação pessoal fornecida pelo docente da parte laboratorial (I) e nota da discussão final sobre os trabalhos laboratoriais (D).  
 $P=(2F+I+2D)/5 \geq 10$

**7. Teaching methodologies (including assessment) (1.000 characters).**

The teaching method consists of theoretical classes (T) with 2 weekly sessions of 1.5h where the themes are presented using PowerPoint presentations; Theoretical-practical classes (T/P), with a session of 1.5h weekly, where exercises are solved; Laboratory classes (P), with a weekly session of 1.5h, where four laboratory works performed. In these three class modules (T, T/P and P), the MATLAB / Simulink software is used, and a variety of support material is available on the Moodle platform.

1. The unit final grade, FG, is the arithmetical mean of the grades obtained in the summative theoretical evaluation T and summative practical evaluation, P:  $FG=(T+P)/2 \geq 9.5$

2. The theoretical grade T is obtained in the final test, or in one of the final exams (normal or complementary period). This grade T must be equal to greater than 10 (ten) in a 20-point grading scale, in order to obtain approval at the curricular unit.

3. The practical grade P is the weighted arithmetic mean of the classification given to the three components (F, I and D): grade point average of the 3 exercise sets (F); formative evaluation assigned by the laboratory class teacher (I) and grade given in final discussion of laboratory work (D):  $P=(2F+I+2D)/5 \geq 10$

**8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular (3.000 caracteres).**

As diferentes componentes da unidade curricular Controlo de Sistemas: aulas teóricas (T), teórico-práticas (T/P) e de laboratório (P), permite aos alunos perceberem e interligarem os conceitos teóricos com os práticos, através de ferramentas de simulação como o *Matlab* e o *Simulink* e principalmente com a realização dos vários trabalhos laboratoriais, os quais proporcionam ao aluno uma boa aprendizagem e interiorização da temática da engenharia de controlo, traduzindo-se numa futura boa integração no mercado de trabalho.

**8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes (3.000 characters).**

The different components of the Course Control Systems: theoretical (T), practical (T / P) and laboratory classes (P), allow students to understand and relate theoretical and practical concepts through simulation tools such as MATLAB and Simulink and mainly with the accomplishment of the various laboratory works (educational equipment), which provide the

student with a good learning and internalization of the control engineering theme, resulting in a future good integration in the working market.

**9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória (1.000 caracteres).**

- Slides de apoio às aulas teóricas, teórico-práticas e laboratoriais: Luís Encarnação, Joaquim Soares, 2019 (slides disponíveis na página de CS no Moodle);
- Controlo de Sistemas (Manual): Joaquim Soares, 2007 (disponível na reprografia do ISEL);
- Engenharia de Controlo Moderno, 5ª edição: K. Ogata, 2011, Pearson.
- Automatic Control Systems, 10th Edition: Benjamin C. Kuo, 2017, Mc Graw Hill.
- Modern Control Systems, 12th Edition: R. C. Dorf, R. H. Bishop, 2011, Pearson.
- Análise de Sistemas Lineares: Maria Isabel Ribeiro, 2002, IST Press.