instituto superior de engenharia de lisboa

Ficha de Unidade Curricular A3ES
Instrumentação e Controlo de Processos
Licenciatura em Engenharia Química e Biológica

2025-26

1. Designação da unidade curricular

[4424] Instrumentação e Controlo de Processos / Instrumentation and Process Control

2. Sigla da área científica em que se insere	CEE
3. Duração	Unidade Curricular Semestral
4. Horas de trabalho	135h 00m
5. Horas de contacto	Total: 60h 00m das quais T: 30h 00m | TP: 26h 00m | P: 4h 00m
6. % Horas de contacto a distância	Sem horas de contacto à distância
7. ECTS	5
8. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular	[1075] Rui Manuel Gouveia Filipe | Horas Previstas: 180 horas
9. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular	[1294] Sérgio Jorge Pereira da Costa | Horas Previstas: 480 horas

10. Objetivos de aprendizagem e a sua compatibilidade com o método de ensino (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes).

Após a aprovação na unidade curricular, o estudante deverá possuir a capacidade de:

1. Dominar vocabulário e conceitos de instrumentação e controlo que lhe permitam conviver em ambientes industriais.
2. Interpretar, analisar e conceber P&IDs na sua qualidade de engenheiro de processo.
3. Utilizar metodologias de instrumentação e controlo de processos, nos seus diferentes níveis de abstracção, para simular, projectar e supervisionar a operação de sistemas de controlo de baixa e média complexidade.
4. Prever quantitativamente o comportamento dinâmico e o desempenho de sistemas em malha fechada, bem como analisar a sua estabilidade e sintonizar controladores.

10. Intended Learning objectives and their compatibility with the teaching method (knowledge, skills and competences by the students).

Upon approval, the student should be able to:

1. Understand basic control and instrumentation concepts and vocabulary for a good practice in industrial environment.
2. Understand, analyze, and design P&IDs in a process engineer perspective.
3. Be able to use instrumentation and control methodologies to simulate, design and run low and intermediate complexity control systems.
4. Predict and quantify closed loop dynamical behavior and performance stressing stability issues and controller tuning.

11. Conteúdos programáticos

1. Introdução. Definições e conceitos básicos. Vantagens do controlo de processos. Componentes da malha de controlo. A hierarquia do controlo de processos. P&IDs. Diagramas de blocos.
2. Comportamento dinâmico de sistemas. Modelos matemáticos. Sistemas lineares. Transformada de Laplace e função de transferência. Resposta. Tipo de sistemas. Sistemas de 1ª, 2ª ordem e ordem mais elevada. Atrasos. Modelos empíricos.
3. Malha fechada. Controlador PID. Análise da estabilidade. Projecto e sintonização de controladores.
4. Instrumentação industrial para controlo de processos: sensores e transmissores, controladores, elementos finais de controlo.

11. Syllabus

1. Introduction. Basic concepts. Advantages of process control. Process control hardware. Process control hierarchy. P&IDs. Block diagrams.
2. Dynamic behavior. Fundamental models. Linear systems. Laplace Transform and transfer Function. System Response: first and second order systems, high-order systems and delays. Empirical models.
3. Closed loop control. PID controller. Stability analysis. PID controller tuning.
4. Industrial instrumentation for process control: sensors and transmitters, controllers, and actuators.

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

O programa cobre os diferentes tópicos necessários para que os objectivos da UC sejam atingidos. Com a introdução dos conceitos básicos, terminologia e diagramas P&ID, são parcialmente atingidos o objectivos 1 e 2. O desenvolvimento de modelos dinâmicos, tendo em vista o estudo do comportamento dinâmico e o controlo de processos químicos, permite atingir parcialmente os objectivos 3 e 4. Com a introdução das principais estruturas de controlo, seus componentes, comportamento em cadeia fechada e da instrumentação utilizada em processos químicos, bem como dos critérios a considerar para a sua selecção, são atingidos os objectivos propostos.

12. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit´s intended learning outcomes

The syllabus includes the topics that are required to attain curricular unit objectives. After introducing the basic concepts, the need for process control, terminology and P&ID, the objectives 1 and 2 are partially attained. The development of dynamic models, used to study the dynamic behaviour and control of chemical processes, contributes to partially attain objectives 3 and 4. The objectives are fully attained after addressing the main control structures, its components (the main instrumentation used in chemical processes and the criteria for its selection) and closed loop dynamic behaviour.

13. Metodologias de ensino e de aprendizagem específicas da unidade curricular articuladas com o modelo pedagógico

Nas aulas teóricas são apresentados os conceitos teóricos acompanhados de exemplos ilustrativos. Nas aulas teórico-práticas são realizados exercícios de aplicação, com recurso ao software MATLAB para análise dinâmica e desenvolvimento de controladores. Na sessão laboratorial aplicam-se alguns dos conceitos estudados.

13. Teaching and learning methodologies specific to the curricular unit articulated with the pedagogical model

The theoretical concepts are introduced in the lectures, complemented by illustrative examples. TP classes are used for problem solving and MATLAB is extensively used. In the laboratory, students apply some of the concepts previously addressed.

14. Avaliação	Avaliação distribuída com exame final, que engloba duas fichas de trabalho (FT1 e FT2) e um trabalho de grupo laboratorial pedagogicamente fundamental (TL). Para obter aprovação, a classificação mínima do exame final (EF) e do TL é de 8,00 valores. TF1 e TF2 sem classificação mínima. A classificação final mínima (CF) para aprovação é de 9,50 valores e é obtida pela aplicação da fórmula: CF = 0,65 EF + 0,15 TL + 0,10 FT1 + 0,10 FT2. Classificação numa escala de 0 a 20 valores.
14. Assessment	Knowledge assessment is carried out through distributed assessment with a final exam, and includes two assignments (FT1 and FT2), and one laboratorial work, considered pedagogically fundamental (TL). To obtain approval, a minimum of 8,00 points is required in the final exam (EF) and TL. No minimum grade is required for FT1 and FT2. The final grade is obtained through : CF = 0,65 EF + 0,15 TL + 0,10 FT1 + 0,10 FT2. A minimum of 9,50 is required for approval.
15. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular	Nas sessões teóricas são leccionados os conteúdos programáticos, com apresentação de exemplos práticos. Nas sessões teórico-práticas é feita a resolução de exercícios complementares sobre cada um dos tópicos abordados. O software MATLAB, incluindo o Simulink e a Control System Toolbox, é introduzido na sua vertente de análise da dinâmica e controlo de processos, facilitando a obtenção e análise de respostas dinâmicas e a síntese de controladores. Nas sessões de laboratório são realizados trabalhos práticos de calibração de sensores, análise da resposta dinâmica (ex: sistema de tanques em série) e obtenção de modelos empíricos, promovendo-se ainda o contacto com alguma instrumentação industrial. A utilização do MATLAB e os trabalhos laboratoriais facilitam a compreensão dos tópicos abordados, enquanto promovem a aplicação prática dos conceitos expostos nas aulas teóricas. A conjugação das componentes teórica, teórica-prática e prática de uma forma integrada, expõe os alunos aos conceitos que se pretende que apreendam em diferentes circunstâncias, de forma a atingir os objectivos propostos para a unidade curricular.

15. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit´s intended learning outcomes

Lectures are used to introduce the theoretical concepts and illustrative examples. TP classes are used for additional problem solving using MATLAB software. MATLAB, Simulink and the Control System Toolbox are introduced and used to study dynamic behaviour and controller design. The laboratory sessions are used to address sensor calibration, dynamic behaviour (e.g. tanks in series) and empirical model development. The contact with some industrial instrumentation is also promoted.
TP classes and lab sessions are intended to facilitate the understanding of the topics addressed while promoting the application of the topics taught in the theoretical lectures. The combined use of lectures, TP and lab sessions in an integrated manner exposes the students to the topics under different circumstances, aiming to attain the proposed objectives.

16. Bibliografia de consulta/existência obrigatória

1. Seborg, D., Edgar, T., Mellichamp, D., Doyle III, F. (2016). Process Dynamics and Control, Wiley.
2. Bequette, B. W. (2003). Process Control - Modeling, Design and Simulation, Prentice Hall.
3. Svrcek, W., Mahoney, D. Young, B. (2013). A real-time approach to process control, John Wiley & Sons.
4. Niu, S., Xiao, D. (2022). Process Control - Engineering Analyses and Best Practices, Springer.
5. Blevins, T, Nixon, M (2011), Control loop foundation : batch and continuous processes, International Society of Automation.
6. Bequette, B. W. (1998). Process Dynamics, Prentice Hall.
7. Silva, G. (2004). Instrumentação Industrial, Gustavo da Silva.
8. P. Chau (2002). Process Control: A First Course with MATLAB, Cambridge University Press.

17. Observações

Unidade Curricular Obrigatória

Data de aprovação em CTC: 2025-07-30

Data de aprovação em CP: 2025-07-29