

Controlo Industrial

Ocorrência: 1.º Ano, 2.º Semestre

Carga Horária: TP: 30,0

Área Científica: Engenharia Química e Industrial

Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Pretende-se que os estudantes sejam capazes de:

- Compreender as diferenças entre os sistemas em anel aberto e fechado e de identificar os vários componentes que podem constituir uma cadeia de controlo.
- Analisar e caracterizar sistemas, com base na sua resposta no tempo e na frequência.
- Compreender as noções de estabilidade absoluta/relativa.
- Compreender as ações básicas de controlo Proporcional (P), Integral (I) e Derivativa (D) e a sua influência no desempenho e estabilidade de uma cadeia de controlo.
- Analisar sistemas e dimensionar controladores, utilizando o Root-Locus, as regras de sintonia de controladores PID e as estratégias de controlo antecipativo, controlo de razão, controlo em cascata e de Controlo do Modelo Interno (IMC) e de controlo multivariável.
- Saber usar o programa Matlab/Simulink para analisar e dimensionar sistemas de controlo.

Conteúdos programáticos:

1. Revisão de modelação e representação de sistemas: equações diferenciais, função de transferência. Pólos e zeros. Diagramas de blocos. Modelação matemática de processos químicos.
2. Comportamento dinâmico de sistemas: resposta temporal de sistemas de 1.ª e 2.ª ordem. Pólos dominantes. Atrasos. Erro em regime estacionário.
3. Introdução aos sistemas de controlo: constituintes, o processo, os medidores, transmissores e transdutores, controlador, elemento final de controlo.
4. Estabilidade: Noção de estabilidade. Estabilidade absoluta e relativa.
5. Diagrama do Lugar Geométrico das Raízes (Root-Locus).
6. Resposta no domínio da frequência.
7. Controladores PID: As ações básicas de controlo: Proporcional (P), Integral (I) e Derivativa (D). O controlador PID.

8. Outros tipos de configuração de controlo.
9. Controlo Multivariável: Emparelhamentos de variáveis manipuladas e controladas em anéis múltiplos SISO em estado estacionário.

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

Os conteúdos programáticos estão em coerência com os objetivos da unidade curricular, uma vez que:

- As secções, revisão de modelação e representação de sistemas e Introdução aos sistemas de controlo introduzem os conhecimentos que permitem aos estudantes compreender as diferenças entre os sistemas em anel aberto e fechado e identificar os vários componentes que podem constituir uma cadeia de controlo.
- As secções. Comportamento dinâmico de sistemas e Resposta no domínio da frequência conferem aos estudantes os conhecimentos para analisar e caracterizar sistemas.
- As secções. Estabilidade, Diagrama do Lugar Geométrico das Raízes e Resposta no domínio da frequência permitem aos estudantes compreender as noções de estabilidade absoluta/relativa e aplicar alguns métodos de análise de estabilidade.
- Com base nos conhecimentos adquiridos nas secções. Estabilidade, Lugar Geométrico das Raízes, Resposta no domínio da frequência e Controladores PID dos conteúdos programáticos, os estudantes devem compreender as ações básicas de controlo Proporcional (P), Integral (I) e Derivativa (D) e a sua influência no desempenho e estabilidade de uma cadeia de controlo, assim como fazer a afinação dos controladores.
- As duas últimas secções do conteúdo programático conferem os conhecimentos necessários para dimensionar controladores.

Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas os conceitos fundamentais são lecionados por exposição, utilizando meios audiovisuais, sendo resolvidos alguns problemas ilustrativos, para estimular o raciocínio e o espírito crítico dos estudantes. Nestas mesmas aulas os estudantes também resolvem individualmente e de forma autónoma exercícios propostos.

Avaliação:

- a) Contínua - 2 testes de 1,5 h; nota mínima de 9,5 valores em 20, a realizar durante o período letivo, com peso de 35% cada na avaliação final. Os alunos terão ainda de resolver um conjunto de problemas fora das aulas com um peso de 30% na avaliação final.
- b) Por exame: Exame final com nota mínima de 9,5 valores em 20 e peso de 100% na avaliação final.

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

Os conteúdos programáticos da unidade curricular serão explorados principalmente através de uma metodologia expositiva nas aulas teórico/práticas, apoiadas pela resolução de problemas que permitem aos alunos obter conhecimentos sobre os conceitos fundamentais dos sistemas de controlo. Para que os conhecimentos sejam consolidados é necessário que um número apreciável de exercícios e problemas aplicados sejam realizados pelo docente e individualmente pelos estudantes, sendo esta a razão para que um número significativo de aulas de natureza prática seja concretizado. O regime de avaliação foi concebido para medir até que ponto as competências foram adquiridas.

Bibliografia:

1. B.W. Bequette, "Process Control - Modeling, Design and Simulation", Prentice Hall, (2003), ISBN: 0-13—353640-8.
2. Dale E. Seborg, Duncan A. Mellichamp, Thomas F. Edgar, Francis J. Doyle III, "Process Dynamic and Control", John Wiley & Sons, 3.ª Edição (2010), ISBN: 0470128674.
3. Carlos A. Smith, "Automated Continuous Process Control", John Wiley & Sons, (2002), ISBN: 0471215783.
4. Harold L. Wade, "Basic and advanced regulatory control: system design and application", ISA—The Instrumentation, Systems, and Automation Society, 2.ª Edição (2004), ISBN: 1-55617-873-5.

Industrial Control

Calendar: 1st Year, 2nd Semester

Contact Hours: TP: 30.0

Scientific Area: Industrial and Chemical Engineering

Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Students should be able to:

- Understand the difference between open loop and closed loop (feedback) systems and identify the components of a feedback control system.
- Analyze the transient response and steady state behavior of linear systems.
- Understand the concept of stability of control system and methods of stability analysis.
- Understand basic applications of proportional, integral and derivative feedbacks in control systems and their effects on the system performance and stability.
- Apply the root locus method, PID tuning rules, Feedforward control, Cascade control, Ratio Control. Internal model control (IMC) and multivariable control methods to analyze and design linear feedback systems.
- Analyze and design control systems using Matlab/Simulink software.

Syllabus:

1. Mathematical modeling of physical systems: Differential equations. Examples of mathematical models for chemical processes. Transfer function. Poles and zeros. Block diagram reduction techniques.
2. Dynamic behaviour: time response of first and second order systems. Types and order of systems, generalized error coefficients and steady state errors.
3. Scope of control, parts of a control system: the process, sensors, transmitters, controller and final control element.
4. Control system.
5. Root-Locus Analysis.
6. Frequency Response Analysis.
7. PID Controllers: proportional, integral and differential elements. Effects on system response. Ziegler-Nichols and Cohen and Coon PID tuning rules. Reset-windup.

8. Control different structures.
9. Multivariable Control: pairing controlled and manipulated variables. Interaction and stability. Tuning feedback controllers for interacting systems. Decoupling.

Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The curricular unit's content is consistent with the objectives of the course because:

- Sections. Mathematical modelling of physical systems and scope of control, parts of a control system of the syllabus allow students to understand the differences between the systems in open and closed loop and identify the various components that may constitute a control loop.
- Sections. Dynamic behavior and response in the frequency domain provide students with the knowledge to analyze and characterize systems.
- Sections. Scope of control, Root-Locus analysis and frequency response analysis of the syllabus allow students to understand the concept of stability of control system and methods of stability analysis.
- Based on the knowledge acquired in sections, stability of control system, root-locus analysis, frequency response analysis and PID controllers of the syllabus, students should understand the basic actions Proportional control (P), integral (I) and derivative (D) and its influence on the performance and stability of a control loop as do the tuning of the controllers.
- The last two sections of the syllabus provide the necessary knowledge for the design of controllers

Teaching methodologies (including evaluation):

In the classes, fundamental concepts are exposed, using audio-visual techniques. Illustrative applications of these concepts are solved, stimulating rational thinking and fostering a more critical spirit amongst students. In these same classes the students also solve application exercises, individually and independently.

Evaluation:

- a) Continuous – 2 tests with 1.5 h duration each and with minimum of 9.5 values (0 to 20 values). Each test has a 50% weight in the final evaluation. The students must solve several sets of problems with a weight of 30% in the final evaluation.
- b) By exam – Final exam with a minimum of 9.5 values (0 to 20 values) and 100% weight in the final evaluation.

Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus of the curricular unit will be operated mainly by an expository methodology (theoretical classes) supported by problem-solving classes that allow to obtain skills about the basic concepts of Control Systems. The acquired knowledge must be consolidated by solving a relevant amount of exercises and practical problems, either by the teacher or by the student which explains the significant number of practical classes.

The student assessment was designed to measure the extent to which competencies were acquired.

Bibliography:

1. B.W. Bequette, "Process Control - Modeling, Design and Simulation", Prentice Hall, (2003), ISBN: 0-13—353640-8.
2. Dale E. Seborg, Duncan A. Mellichamp, Thomas F. Edgar, Francis J. Doyle III, "Process Dynamic and Control", John Wiley & Sons, 3rd Edition (2010), ISBN: 0470128674.
3. Carlos A. Smith, "Automated Continuous Process Control", John Wiley & Sons, (2002), ISBN: 0471215783.
4. Harold L. Wade, "Basic and advanced regulatory control: system design and application", ISA—The Instrumentation, Systems, and Automation Society, 2nd Edition (2004), ISBN: 1-55617-873-5.