

Unidade Curricular	Opção I - Dinâmica e Controlo de Processos	Área Científica	Física
Mestrado em	Energias Renováveis e Eficiência Energética	Escola	Escola Superior de Tecnologia e de Gestão de Bragança
Ano Letivo	2023/2024	Ano Curricular	1
Tipo	Semestral	Semestre	1
Horas totais de trabalho	162	Horas de Contacto	T - , TP 60 , PL - , TC - , S - , E - , OT - , O -
		Nível	2-1
		Créditos ECTS	6.0
		Código	6793-475-1101-01-23

T - Ensino Teórico; TP - Teórico Prático; PL - Prático e Laboratorial; TC - Trabalho de Campo; S - Seminário; E - Estágio; OT - Orientação Tutoria; O - Outra

Nome(s) do(s) docente(s) Rolando Carlos Pereira Simões Dias

### Resultados da aprendizagem e competências

No fim da unidade curricular o aluno deve ser capaz de:

1. Reconhecer as motivações para o estudo da dinâmica e do controlo de processos.
2. Aplicar técnicas de linearização a sistemas com uma ou mais variáveis.
3. Usar equações de conservação para obter funções de transferência e fazer a sua aplicação na análise dinâmica em ciclo aberto.
4. Quantificar o comportamento dinâmico de sistemas de primeira ordem e identificar exemplos típicos associados a diferentes tipos de processos.
5. Quantificar o comportamento dinâmico de sistemas de segunda ordem e ordens superiores e identificar exemplos típicos associados a diferentes tipos de processos.
6. Quantificar o comportamento dinâmico de sistemas controlados por realimentação. Identificar processos típicos controlados por realimentação.
7. Analisar e quantificar a estabilidade de sistemas controlados por realimentação.
8. Aplicar MATLAB na análise de sistemas dinâmicos no domínio real (resolução numérica de IVP). Usar MATLAB e SIMULINK na análise da dinâmica de ciclo aberto e no controlo de sistemas em ciclo fechado.

### Pré-requisitos

Antes da unidade curricular o aluno deve ser capaz de:

1. Conhecer e quantificar fenómenos de transferência de calor, massa e momento.
2. Estabelecer e resolver equações de conservação.
3. Possuir conhecimentos sobre processos de transferência de massa, calor e momento.

### Conteúdo da unidade curricular

Motivações para o controlo de processos. Linearização de sistemas e transformadas de Laplace. Funções de transferência. Dinâmica de sistemas de primeira e de segunda ordem. Sistemas de ordem superior. Comportamento dinâmico e estabilidade de sistemas controlados por realimentação.

### Conteúdo da unidade curricular (versão detalhada)

1. Motivações para o controlo de processos
  - Influência de perturbações externas, estabilidade do processo, otimização de processos.
  - Leis de conservação de momento, energia e massa.
  - Controlo de tanque agitado, otimização de reator instável. Exemplos transversais em engenharia.
2. Linearização de sistemas e transformadas de Laplace
  - Linearização de sistemas com múltiplas variáveis.
  - Transformadas de Laplace: propriedades e aplicações.
  - Função de transferência: propriedades e aplicações.
  - Polos e zeros da função de transferência. Estabilidade.
3. Comportamento dinâmico de sistemas de primeira ordem
  - Perturbações de sistemas dinâmicos.
  - Modelos de tempo real. Função de transferência e parâmetros associados.
  - Sistemas com capacidade para armazenar massa e energia.
  - Sistemas puramente capacitivos.
  - Características da resposta dinâmica de sistemas de primeira ordem. Exemplos de aplicação.
4. Comportamento dinâmico de sistemas de segunda ordem
  - Modelos de tempo real. Função de transferência e parâmetros associados.
  - Caracterização da resposta de um sistema de segunda ordem. Efeito do fator de amortecimento.
  - Sistemas dinâmicos de segunda ordem resultantes de dois sistemas de primeira ordem em série.
  - Sistemas dinâmicos inerentemente de segunda ordem.
  - Casos de estudo.
5. Comportamento dinâmico de sistemas de ordem superior
  - N sistemas de primeira ordem em série.
  - Sistemas dinâmicos com tempo morto.
  - Sistemas dinâmicos com resposta inversa.
6. Comportamento dinâmico de sistemas controlados por realimentação
  - Dinâmica em ciclo fechado. Objetivos de controlo, perturbações, variáveis controladas, set-point.
  - Diagrama de blocos e álgebra de ciclos de controlo. Quantificação da resposta em ciclo fechado.
  - Problemas servo e problemas reguladores. Controladores de realimentação.
  - Análise de casos de estudo com controlo por realimentação.
7. Estabilidade de sistemas controlados por realimentação
  - Definição de estabilidade e sua aplicação à resposta em ciclo fechado.
  - Polos da função de transferência de ciclo fechado. Equação característica.
  - Critério de estabilidade de Routh-Hurwitz. Método do lugar de raízes.
  - Análise em frequência da resposta. Razão de amplitude e desfasamento de fase, domínio complexo.
  - Diagramas de Bode e traçado de Nyquist.
  - Critério de estabilidade de Bode. Sintonia de controladores. Margem de fase e margem de ganho.
  - Técnica de sintonia de Ziegler-Nichols. Critério de estabilidade de Nyquist.

### Bibliografia recomendada

1. Process Dynamics and Control, D. E. Seborg, T. F. Edgar, D. A. Mellichamp, F. J. Doyle III, 4th Ed, Wiley, 2016
2. Modern Control Engineering, K Ogata, Pearson, 5 edition, 2010
3. Principles and Practice of Automatic Process Control, C. A. Smith, A. Corripio, 3ª Ed. , Wiley, 2006
4. Process Dynamics and Control: Modeling for Control and Prediction, B Roffel, B Betlem, John Wiley & Sons, 2006
5. Elementos de Dinâmica e Controlo de Processos, Rolando Dias, ESTIG, IPB, 2019

**Métodos de ensino e de aprendizagem**

A unidade curricular será lecionada com recurso a aulas expositivas, auto-aprendizagem guiada pelo docente e aulas práticas de resolução de exercícios. Será fornecido um guia de estudo e material de suporte sendo também utilizada a plataforma de e-learning.

**Alternativas de avaliação**

1. Alternativa 1 - (Ordinário, Trabalhador) (Final, Recurso, Especial)
  - Trabalhos Práticos - 20%
  - Prova Intercalar Escrita - 25%
  - Prova Intercalar Escrita - 25%
  - Exame Final Escrito - 30%
2. Alternativa 2 - (Ordinário, Trabalhador) (Especial)
  - Exame Final Escrito - 100%
3. Alternativa 3 - (Trabalhador) (Final, Recurso)
  - Exame Final Escrito - 100%

**Língua em que é ministrada**

1. Português
2. Inglês

**Validação Eletrónica**

Rolando Carlos Pereira Simões Dias	Hélder Teixeira Gomes	Luís Manuel Frolen Ribeiro	José Carlos Rufino Amaro
08-10-2023	25-10-2023	25-10-2023	31-10-2023