

Unidade Curricular	Análise e Controlo de Sistemas Biomédicos		Área Científica	Instrumentação Biomédica	
Mestrado em	Tecnologia Biomédica - Instrumentação e Sinais Médicos		Escola	Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Bragança	
Ano Letivo	2018/2019	Ano Curricular	1	Nível	2-1
Tipo	Semestral	Semestre	2	Créditos ECTS	6.0
Código		5025-422-1201-00-18			
Horas totais de trabalho		162	Horas de Contacto		
		T	30	TP	30
		PL	-	TC	-
		S	-	E	-
		OT	-	O	-

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:

- Desenvolver modelos dinâmicos no domínio real usando leis de conservação de energia, massa e momento. Analisar aplicações transversais a ciências da engenharia e a sistemas biológicos/biomédicos.
- Fazer a análise e quantificação no domínio de Laplace da dinâmica de sistemas em ciclo aberto.
- Analisar e projetar ciclos de controlo. Quantificar sistemas dinâmicos em ciclo fechado. Reconhecer aplicações do controlo de sistemas em ciências da engenharia e em sistemas biológicos/biomédicos.
- Analisar e quantificar, usando diferentes técnicas, a estabilidade de sistemas de controlo. Reconhecer a sua importância em ciências da engenharia e em sistemas biológicos/biomédicos.
- 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:

- Conhecer e quantificar fenómenos de transferência de momento, calor e massa.
- Estabelecer e resolver equações de conservação.
- Conhecer técnicas de linearização e resolução de equações diferenciais ordinárias.

### Conteúdo da unidade curricular

Motivações para o controlo de sistemas. Linearização de sistemas e transformadas de Laplace. Comportamento dinâmico de sistemas de primeira ordem. Comportamento dinâmico de sistemas de segunda ordem. Comportamento dinâmico de sistemas de ordem superior. Comportamento dinâmico de sistemas controlados por realimentação. Estabilidade de sistemas controlados por realimentação. Casos de estudo com aplicações em engenharia biomédica.

### Conteúdo da unidade curricular (versão detalhada)

- Motivações para o controlo de sistemas em diferentes áreas da engenharia e em engenharia biomédica
  - Influência de perturbações externas na dinâmica de sistemas.
  - Leis de conservação de energia, massa e momento.
  - Exemplos de aplicação em engenharia e em sistemas biomédicos.
  - Dinâmica de difusão e metabolismo celular.
  - Regulação da glicose: diabetes do tipo 1 e diabetes do tipo 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.
  - Mecânica pulmonar.
  - Modelo fisiológico dos músculos esqueléticos.
- 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.
  - Farmacocinética.
- 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.
  - Dinâmica da pressão alveolar.
  - Metabolismo celular com modelo de dois compartimentos: mitocôndrias e citoplasma.
- Comportamento dinâmico de sistemas de ordem superior
  - N sistemas de primeira ordem em série.
  - Sistemas dinâmicos com tempo morto.
  - Sistemas dinâmicos com resposta inversa.
  - Sistema farmacocinético de terceira ordem.
  - Modelo dinâmico para o movimento neuromuscular por reflexo.
- 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.
  - Controladores para libertação de fármacos.
- 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. Margem de fase e margem de ganho.
  - Técnica de sintonia de Ziegler-Nichols. Critério de estabilidade de Nyquist.
  - Análise de estabilidade do reflexo da luz nas pupilas.
  - Análise da estabilidade da respiração através do modelo de Cheyne-Stokes.

**Bibliografia recomendada**

1. Seborg, D. E. , Edgar, T. F. , Mellichamp, D. A. , Process Dynamics and Control, 2nd ed, John Wiley & Sons, 2004
2. Northrop, R. B. , Endogenous and Exogenous Regulation and Control of Physiological Systems, Taylor & Francis, 1999
3. Khoo, M. C. K. , Physiological Control Systems: Analysis, Simulation, and Estimation, Wiley-IEEE Press, 1999
4. Ogata, Modern Control Engineering, Prentice-Hall, 2001
5. Elementos de Análise e Controlo de Sistemas Biomédicos, Rolando Dias, ESTIG, IPB, 2013

**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**

Português

**Validação Eletrónica**

Rolando Carlos Pereira Simões Dias	Maria Filomena Filipe Barreiro	Fernando Jorge Coutinho Monteiro	Nuno Adriano Baptista Ribeiro
04-03-2019	04-03-2019	13-03-2019	14-06-2019