

Unidade Curricular	Controlo de Sistemas		Área Científica	Automação e Controlo	
Licenciatura em	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores		Escola	Escola Superior de Tecnologia e de Gestão de Bragança	
Ano Letivo	2023/2024	Ano Curricular	2	Nível	1-2
Créditos ECTS	6.0				
Tipo	Semestral	Semestre	2	Código	9112-742-2202-00-23
Horas totais de trabalho	162	Horas de Contacto	T 15	TP 15	PL 30
			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) Adriano Manuel Alves Ferreira, Getúlio Paulo Peixoto Igrejas

### Resultados da aprendizagem e competências

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

1. Modelar sistemas físicos, nomeadamente sistemas mecânicos, elétricos, térmicos, entre outros, através do estabelecimento das equações diferenciais e de espaços de estados que regem a sua dinâmica;
2. Determinar a resposta transitória e em regime permanente de sistemas de primeira e de segunda ordem;
3. Analisar e melhorar o comportamento de um sistema recorrendo à análise do Lugar das raízes, Diagramas de Bode e Diagramas de Nyquist;
4. Projectar e implementar controladores PID e compensadores Avanço/Atraso recorrendo a técnicas do domínio temporal e da frequência, no domínio contínuo e discreto;
5. Compreender o modelo de amostragem/retenção ideal e o seu efeito no contexto dos sistemas de controlo;
6. Compreender e aplicar os diversos métodos e ferramentas de modelação de sistemas discretos;
7. Caracterizar matematicamente um sistema de controlo híbrido em malha aberta e em malha fechada no domínio Z e em espaço de estados;
8. Utilizar software de análise, projeto e simulação de sistemas de controlo, MATLAB.

### Pré-requisitos

Antes da unidade curricular o aluno deve ser capaz de:

1. Executar cálculo diferencial e integral;
2. Compreender e calcular a transformada de Laplace e a transformada Z;

### Conteúdo da unidade curricular

Controlo no domínio contínuo: Conceitos básicos: estabilidade, sistema de malha aberta, sistema de malha fechada; Análise e projeto de sistemas de controlo: lugar das raízes, diagramas de Bode e de Nyquist, compensadores avanço/atraso e controladores PID. Controlo no domínio discreto: Amostragem e reconstrução, Transformada Z, Mapeamento plano s para plano Z, Período de amostragem, Análise de sistemas de controlo digitais, Projeto de controladores digitais.

### Conteúdo da unidade curricular (versão detalhada)

1. Controlo no domínio contínuo
  - Conceitos Básicos: Estabilidade, Figuras de Mérito, Critério de Desempenho em Regime Permanente;
  - Especificações no Domínio do Tempo, Especificações no Domínio da Frequência;
  - Sistemas de Primeira Ordem em Malha Aberta, Sistemas de Segunda Ordem em Malha Aberta;
  - Sistemas Realimentados, Sensibilidade em Malha Fechada, Erro em Regime Permanente;
  - Sistemas de Primeira Ordem em Malha Fechada, Sistemas de Segunda Ordem em Malha Fechada;
  - Resposta de Malha Aberta vs. Malha Fechada;
  - Projeto de Sistemas de Controlo: Lugar das Raízes, Diagramas de Bode;
  - Sintonia de Controladores PID, Método de Ziegler e Nichols;
  - Projeto pelos Diagramas de Bode;
  - Projeto de Controladores Avanço e Atraso;
2. Controlo no domínio discreto
  - Processo de Amostragem, Aspectos Relativos à Distorção por Amostragem, Quantificação;
  - Reconstrução, Reconstrução Ideal, Reconstrução Real, Efeito da Dinâmica do ZOH;
  - A Transformada em Estrela e a Transformada Z, Transformada Inversa de Z e Equações às Diferenças;
  - Resposta em Frequência de Sistemas Discretos, Avaliação Geométrica da Resposta em Frequência;
  - Estabilidade de Sistemas Discretos;
  - Discretização de Funções de Transferência Contínuas, Euler Forward e Backward, Transf. Bilinear;
  - Análise de Sistemas de Controlo Digitais: Sistemas Amostrados em Malha Aberta e em Malha Fechada;
  - Análise da Estabilidade, Critério de Routh-Hurwitz para Sistemas Discretos, Critério de Jury.
  - Projeto de Controladores Digitais, Efeito do Retentor de Ordem Zero, Efeito do Filtro Anti-Aliasing

### Bibliografia recomendada

1. K. Ogata, Modern Control Engineering, Prentice-Hall, 2001
2. D'Azzo, J. , Linear Control Systems Analysis and Design: Conventional and Modern, McGraw-Hill, 1975
3. Houpis, C. , Lamont, G. , Digital Control Systems: Theory, Hardware, Software, McGraw-Hill, 1992
4. The Mechatronics Handbook, CRC Press, 2002
5. Kilian, C. , Modern Control Technology, Thomson Delmar Learning, 2006

### Métodos de ensino e de aprendizagem

Aulas teóricas: Exposição dos conceitos teóricos. Apresentação, análise e discussão de exemplos de aplicação. Resolução de exercícios. Execução de casos práticos de simulação em MATLAB. Aulas práticas laboratoriais: Orientação e apoio ao desenvolvimento do projeto. As aulas Teóricas são lecionadas em Português. As aulas Laboratoriais em Português com apoio em Inglês.

### Alternativas de avaliação

1. Exame escrito + Projeto - (Ordinário, Trabalhador) (Final, Recurso, Especial)
  - Trabalhos Práticos - 60% (Consiste num trabalho único a realizar durante o semestre nas aulas laboratoriais);
  - Exame Final Escrito - 40% (É exigido um mínimo de 7 valores nesta componente.)
2. Exame escrito - (Trabalhador) (Final, Recurso, Especial)
  - Exame Final Escrito - 100% (Mínimo de 9,5 valores;)
3. Alunos Mobilidade - (Ordinário, Trabalhador) (Final, Recurso, Especial)
  - Projetos - 100% (Aplica-se apenas a alunos mobilidade de língua oficial não Portuguesa.)

## Língua em que é ministrada

Português

## Validação Eletrónica

Adriano Manuel Alves Ferreira, Getúlio Paulo Peixoto Igrejas	José Augusto de Almeida Pinheiro Carvalho	José Luís Sousa de Magalhaes Lima	José Carlos Rufino Amaro
06-03-2024	06-03-2024	06-03-2024	09-03-2024