
1. Caracterização da Unidade Curricular

1.1 Designação

[2592] Sensores e Atuadores / Sensors and Actuators

1.2 Sigla da área científica em que se insere

CS

1.3 Duração

Unidade Curricular Semestral

1.4 Horas de trabalho

148h 30m

1.5 Horas de contacto

Total: 45h 00m das quais TP: 45h 00m

1.6 ECTS

5.5

1.7 Observações

Unidade Curricular Obrigatória

2. Docente responsável

[1418] Mário José Gonçalves Cavaco Mendes

3. Docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular [1218] Joaquim José Rodrigues Monteiro | Horas Previstas: 90 horas

[1418] Mário José Gonçalves Cavaco Mendes | Horas Previstas: 90 horas

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

Estudar e conhecer diferentes conceitos metrológicos.

Identificar cadeias e sistemas de medida e os seus componentes essenciais.

Identificar e conhecer diferentes tipos de sensores e actuadores.

Seleccionar os sistemas de medida mais indicados para determinadas situações.

Reconhecer e conhecer elementos de controlo final.

Compreender o funcionamento e analisar a resposta no tempo de diversos sensores industriais.

Analisar e compreender a utilização das diversas características metrológicas dos sensores/transdutores.



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

- To study and to know the different Metrologic concepts.
- To identify systems and chains of measure and its essential components.
- To identify and to know different types of sensors and actuators.
- To select the most correct measurement systems for determined situations.
- To recognize and to know elements of final control.
- To understand the functioning and to analyze the behaviour, in the time, of diverse industrial sensors.
- To analyze and to understand the use of the different Metrologic characteristics of the sensors/transducers.

5. Conteúdos programáticos

1. Definições Fundamentais: Sensores/Transdutores: ativos e passivos. Sistemas de medida. Análise estatística na medida. Características estáticas e dinâmicas de um instrumento de medida.
Fundamentos e calibrações de:
2. Sensores de Deslocamento e Posição: Potenciómetros. Extensómetros. LVDT (Linear Variable Differential Transformer). Indutivos e Capacitivos. Piezoeléctricos. Ópticos.
3. Sensores de Temperatura: Expansão Térmica. Termopares. Termoresistências. Radiação. Fluxo de Calor. Medição de temperatura em fluidos em movimento.
4. Sensores de Pressão: Manómetros Elásticos. Manómetros Metálicos. Manómetros de Coluna de Líquido. Sensores de alta pressão. Sensores de baixa pressão. Efeitos dinâmicos.
5. Sensores de Caudal: Transdutores de velocidade local. Direção e amplitude. Área Constante. Pressão Diferencial. Transdutores de caudal mássico.
6. Actuadores: A sua importância na cadeia de medida, controlo e atuação.



5. Syllabus

1. Basic definitions: Sensors/Transducers: Active and passive. Measurement systems. Statistical Analysis in Measurement. Static and dynamic characteristics of a measurement instrument.

Beddings and Calibrations of:

2. Displacement and Position Sensors: Potentiometers. Strain gauge. LVDT (Linear Variable Differential Transformer). Inductive and Capacitive. Piezoelectric. Optics.
3. Temperature Sensors: Thermal expansion. Thermocouples. Termoresistances. Radiation. Heat Flow. Temperature measurement in fluids dynamic.
4. Pressure Sensors: Elastic manometers. Metallic manometers. Liquid Column Manometer. High-pressure sensors. Low pressure sensors. Dynamic effects.
5. Flow Sensors: Transducers of local speed. Direction and amplitude. Constant area. Differential pressure. Transducers of mass flow.
6. Actuators: Its importance in the measure, control and actuations chain.

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

Os objetivos da unidade curricular são atingidos fazendo uma exposição oral dos conteúdos programáticos, com principal destaque nos conceitos, princípios físicos e diferentes técnicas de medição. Os alunos aprendem, ao longo do semestre, a cadeia de medição e atuação, assim como os conceitos metroológicos fundamentais que são utilizados pelos sensores/transdutores que permitem medir diferentes grandezas.

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

The curricular unit objectives are achieved by making an oral presentation of the syllabus, with main emphasis on the concepts, principles and different physical measurement techniques. Students learn throughout the semester, the measurement and actuation chain, as well as the fundamental metrological concepts that are used by the sensors/transducers to measure different variables.

7. Metodologias de ensino (avaliação incluída)

Metodologias de ensino : Expositiva; Demonstrativa; Ativa.

Método de avaliação : Avaliação por exame final

Exame Final : realização de um exame escrito, classificado de 0 a 20 valores. Os alunos têm de obter uma classificação mínima de 9,5 valores no exame.

**7. Teaching methodologies
(including assessment)**

Teaching methodologies : Expository; Demonstrative; Active.

Assessment method : Final exam

Final exam : a written exam, graded from 0 to 20. Students must obtain a minimum mark of 9.5 in the exam.

**8. Demonstração da coerência
das metodologias de ensino
com os objetivos de
aprendizagem da unidade
curricular**

A lecionação desta unidade curricular é realizada combinando aulas de carácter teórico com exercícios práticos no quadro branco. Nalgumas aulas os alunos utilizam alguns sensores, fornecidos pelo docente, e sobre os quais elaboram curvas de calibração e verificam alguns dos conceitos estudados. Para além da exposição oral, apresentam-se exemplos de aplicação das matérias, estimulando-se a participação e discussão dos assuntos. O aluno é sempre incentivado ao estudo prévio e análise das matérias a abordar proximamente. Um exame final avalia individualmente a aquisição de competências teóricas/práticas das matérias lecionadas.

**8. Evidence of the teaching
methodologies coherence with
the curricular unit's intended
learning outcomes**

The curricular unit teaching is accomplished by combining theoretical lessons with practical exercises on the whiteboard. In some classes students use several sensors, provided by the teacher, and on which elaborate calibration curves and verify some of the studied concepts. In addition to the oral presentation, application examples are given and the students are stimulated to participate and discuss the issues. Students are always encouraged to previous study and to analyze the matters to be addressed soon. A final exam assesses individual theoretical and practical skills acquisition of the matters taught.

**9. Bibliografia de
consulta/existência obrigatória**

- Balbinot , A. e Brusamarello , V. J., Instrumentação e Fundamentos de Medidas ,Volumes I e II, 3ª Edição, Editora LTC - Livros Tecnicos e Cientificos Editora, 2019.
- Silva, G. M. S., Basic Metrology for ISO 9000 Certification, Butterworth-Heinemann, 2002.
- Almeida, G., Sistema Internacional de Unidades (SI), Grandezas e Unidades Físicas, terminologia, símbolos e recomendações ,2ª Edição, Plátano Editora, S.A., 1997.
- Johnson, C. D., Controlo de Processos: Tecnologia da Instrumentação, Fundação Calouste Gulbenkian, 1990.
- Wilson, J. S., Sensor Technology Handbook, Elsevier, 2005.
- Webster, J. G., The Measurement, Instrumentation, and Sensors Handbook, CRC Press, 1999.
- Doebelin, E., Measurements Systems Applications and Design, McGraw-Hill Editions, 1990.
- Pallás-Areny, R. e Webster J. G., Sensors and signal Conditioning, John Wiley & Sons, Inc , 1991.
- Nawrocki, W., Measurement Systems and Sensors, Artech House, 2005.



Ficha de Unidade Curricular A3ES
Sensores e Atuadores
Mestrado em Engenharia Mecânica
2024-25

10. Data de aprovação em CTC 2024-07-17 2024-07-17

11. Data de aprovação em CP 2024-06-26 2024-06-26