

Ficha de Unidade Curricular – (Versão A3ES 2018-2023)

1. Caracterização da Unidade Curricular.

- 1.1. **Designação da unidade curricular** (1.000 carateres).
Sistemas Eletrónicos de Telemetria (substitui -> Sistemas Eletrónicos de Acondicionamento de Sinal)
- 1.2. **Sigla da área científica em que se insere** (100 carateres).
AE
- 1.3. **Duração**¹ (100 carateres).
Semestral
- 1.4. **Horas de trabalho**² (100 carateres).
162
- 1.5. **Horas de contacto**³ (100 carateres).
Total = 67,5 ; T = 30 ; TP = 15 ; PL = 22,5
- 1.6. **ECTS** (100 carateres).
6
- 1.7. **Observações**⁴ (1.000 carateres).
Unidade curricular optativa.
- 1.7. **Remarks** (1.000 carateres).
Optional course.

2. **Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular** (preencher o nome completo) (1.000 carateres).
Miguel Pinto Campilho Gomes / 45 h

3. **Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular** (1.000 carateres).
Luís Miguel Tavares Fernandes / 22,5 h

4. **Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes).** (1.000 carateres).

Compreender e discutir os componentes típicos de um sistema eletrónico genérico de telemetria, com foco na eletrónica de acondicionamento de sinal para sensores e atuadores, nas interfaces de interligação de circuitos integrados e no transporte de informação de média e longa distância (em redes com e sem fios).

No final da unidade curricular os alunos deverão ser capazes de compreender e usar:

- os circuitos de acondicionamento de sinal abordados;
- topologias de acondicionamento de sinal, adequando-as ao caso concreto de um sensor ou atuador;
- circuitos de acondicionamento de sinal adequados às especificações de sensores e atuadores;
- as interfaces mais comuns de interligação de circuitos integrados: SPI, I2C, I2S, etc., testando-as em casos concretos em laboratório;
- redes com fios do tipo RS-485 e CAN bus, bem como redes sem fios de baixa potência (LPWAN) do tipo LoRa, Sigfox, NB-IoT;
- os componentes típicos de um sistema SCADA e ter noções básicas de redes para domótica.

4. **Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students).** (1.000 characters).

Understand and discuss the typical components of a generic electronic telemetry system, focusing on signal conditioning electronics for sensors and actuators, integrated circuit interconnection interfaces and transport of medium and long distance information (in networks with and without wires).

At the end of the course unit students should be able to understand and use:

- all signal conditioning circuits addressed;
- signal conditioning topologies, adapting them to the concrete case of a sensor or actuator;
- signal conditioning circuits suitable for sensor and actuator specifications;

- the most common interfaces for the interconnection of integrated circuits: SPI, I2C, I2S, etc., testing them in concrete cases in the laboratory;
- RS-485 and CAN bus type networks, as well as LoRa, Sigfox, NB-IoT low power wireless (LPWAN) networks;
- the typical components of a SCADA system and have the basics of networking for home automation.

5. Conteúdos programáticos (1.000 carateres).

- Características estáticas e dinâmicas em sistemas de medida.
- Conceitos gerais de acondicionamento de sinal.
- Estudo de sensores e atuadores e respetivos circuitos de acondicionamento de sinal.
- Interligação de circuitos integrados: interface em série e em paralelo. Restrições de frequência e distância. Aplicações de interfaces comuns, tais como SPI, I2C, I2S.
- Redes de transporte de dados usadas em telemetria: características, restrições e contexto de aplicação. Estudo de algumas redes com e sem fios: especificações elétricas e protocolos.
- Arquitetura de um sistema SCADA: especificações, contexto de aplicação e segurança.
- Tipos de redes usadas em domótica: especificações elétricas e protocolos.

5. Syllabus (1.000 characters).

- Static and dynamic characteristics in measurement systems.
- General concepts of signal conditioning.
- Study of sensors and actuators and their signal conditioning circuits.
- Interconnection of integrated circuits: serial and parallel interface. Clock and distance restrictions. Applications of common interfaces, such as SPI, I2C, I2S.
- Data transport networks used in telemetry: characteristics, constraints and application context. Study of some wired and wireless networks: electrical specifications and protocols.
- Architecture of a SCADA system: specifications, application context and security.
- Networks for home automation: electrical specifications and protocols.

6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular (1.000 carateres).

A unidade curricular inicia-se com uma introdução e uma panorâmica geral dos sistemas de telemetria, subdividindo-se o estudo em 3 tópicos: acondicionamento, interfaces e transporte.

Nos pontos I, II e III é abordado o tópico do acondicionamento de sinal para sensores e atuadores, não só do ponto de vista dos sistemas de medida mas também dos circuitos utilizados para acondicionamento, sendo dado o princípio físico de funcionamento de vários sensores e atuadores. O tópico das interfaces é abordado no ponto IV, com exemplos concretos aplicados aos trabalhos laboratoriais em curso. O tópico do transporte de dados é concretizado no estudo de algumas redes mais usadas em telemetria, sendo estudadas redes com fios e sem fios (ponto V). Ainda neste tópico são também abordadas as redes usadas em domótica (ponto VII). Os sistemas do tipo SCADA são abordados no ponto VI.

Nas aulas são realizados trabalhos laboratoriais que acompanham os conteúdos programáticos definidos.

6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes (1.000 characters).

The course begins with an introduction and an overview of telemetry systems, subdividing the approach into 3 topics: signal conditioning, i.c. common interfaces, and transport.

Points I, II and III address the topic of signal conditioning for sensors and actuators, not only from the point of view of generic measurement systems but also with circuit topologies used for signal conditioning, and the physical principles of operation of various sensors and actuators are also addressed. The topic of i. c. interfaces is addressed in section IV, with concrete examples applied to ongoing laboratory work. The topic of data transport is addressed studying some networks used in telemetry: both wired and wireless networks examples are studied (point V). In this topic are also addressed some of the networks used in home automation (point VII). SCADA systems are covered in section VI.

In the classes, laboratory work is carried out by the students that follow the defined programmatic contents.

7. Metodologias de ensino (avaliação incluída) (1.000 carateres).

Exposição e discussão dos conceitos teóricos; discussão de opções teóricas e experimentais de projeto para os trabalhos laboratoriais.

Realização de exercícios e discussão de exemplos reais no contexto dos sistemas de telemetria.

Os conceitos teóricos são aprofundados e aplicados através da realização e estudo experimental de sistemas de

telemetria, exequíveis no período de funcionamento da unidade curricular, dedicados à resolução de problemas concretos.

Os resultados de aprendizagem são avaliados individualmente através da discussão de um único trabalho realizado durante o semestre, sobre o qual é obrigatória a entrega de um relatório.

7. Teaching methodologies (including assessment) (1.000 characters).

Exposition and discussion of theoretical concepts; discussion of theoretical and experimental design options for laboratory work.

Exercises and discussion of real examples in the context of telemetry systems.

Theoretical concepts are deepened and applied through the implementation and experimental study of simple telemetry systems, feasible in the time frame of operation of the curricular unit, dedicated to solving concrete problems.

The learning assessment is accomplished individually through the discussion of work carried out during the semester.

8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular (3.000 carateres).

Nas aulas teóricas e teórico-práticas são lecionados e exercitados todos os conteúdos teóricos compreendidos nos objetivos da unidade curricular, sendo também discutidas questões relacionadas com as opções de topologia dos sistemas a realizar nos trabalhos laboratoriais. As competências indicadas nos objetivos são desenvolvidas através da realização de trabalhos laboratoriais com acompanhamento por parte do docente, sendo realizada no final do semestre uma apresentação entre todos os alunos para que fiquem com conhecimento dos trabalhos laboratoriais realizados na unidade curricular.

8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes (3.000 characters).

In theoretical and theoretical-practical classes, all theoretical content included in the objectives of the course is presented and practiced with exercises done in class, and questions related to the topology options of the systems to be performed in the laboratory work are also discussed. The competences indicated in the objectives are developed through laboratory work with follow-up by the teacher, and at the end of the semester a presentation among all the students is made to let all students know the laboratory work carried out in the course.

9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória (1.000 carateres).

J. Fraden, "Handbook of Modern Sensors : Physics, Designs, and Applications, 5th Ed.", Springer Verlag, 2015.

Stephen Horan, "Introduction to PCM Telemetry Systems", 3rd Ed., CRC Press, 2017.

R. P. Areny e J. G. Webster, "Sensors and Signal Conditioning, 2nd Ed.", John Wiley & Sons, 2000.

¹ Anual, semestral, trimestral, ...

² Número total de horas de trabalho.

³ Discriminadas por tipo de metodologia adotado (T - Ensino teórico; TP - Ensino teórico-prático; PL - Ensino prático e laboratorial; TC - Trabalho de campo; S - Seminário; E - Estágio; OT - Orientação tutorial; O - Outro).

⁴ Assinalar sempre que a unidade curricular seja optativa.