

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

### 1. Caracterização da Unidade Curricular.

- 1.1. **Designação da unidade curricular** (1.000 carateres).  
Sistemas Embebidos para a Internet das Coisas / Embedded Systems for Internet of Things
- 1.2. **Sigla da área científica em que se insere** (100 carateres).  
IC
- 1.3. **Duração**<sup>1</sup> (100 carateres).  
Semestral
- 1.4. **Horas de trabalho**<sup>2</sup> (100 carateres).  
162 h
- 1.5. **Horas de contacto**<sup>3</sup> (100 carateres).  
Total – 67,5 h  
T – 22,5 h  
TP – 15 h  
PL – 30 h
- 1.6. **ECTS** (100 carateres).  
6
- 1.7. **Observações**<sup>4</sup> (1.000 carateres).  
Optativa. Comum com outros cursos.
- 1.7. **Remarks** (1.000 carateres).  
Elective. Common with other courses.

2. **Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular** (preencher o nome completo) (1.000 carateres).  
Pedro Miguel Fernandes Sampaio

3. **Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular** (1.000 carateres).  
Não aplicável.

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

Os estudantes que terminam com sucesso esta unidade curricular serão capazes de:

- (1) Utilizar e configurar um sistema operativo conforme o hardware e as necessidades da aplicação.
- (2) Integrar periféricos, desenvolvendo os respetivos gestores (device drivers).
- (3) Utilizar e integrar pacotes de software (exemplos: interface gráficas, sistema de ficheiros, pilha de protocolos de comunicação).
- (4) Desenvolver aplicações ancoradas no sistema operativo.

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

Students who successfully complete this course unit will be able to:

- (1) Use and configure an operating system according to the hardware and application needs.
- (2) Integrate peripherals, developing the respective device drivers.
- (3) Use and integrate software packages (examples: GUI, file system, communication protocol stack).
- (4) Develop applications anchored in the operating system.

5. **Conteúdos programáticos** (1.000 carateres).

I. Os sistemas embebidos na Internet das Coisas (IoT): conceitos, definições e tendências da IoT, requisitos e aplicações de sistemas embebidos na IoT.

- II. Sistemas operativos para sistemas embebidos: tarefas, escalonamento, sincronização, gestão de recursos (partilhados) e gestores de periféricos.
- III. Tecnologias de acesso sem fios para IoT: Wi-Fi/IEEE802.11, Bluetooth, Zigbee/IEEE802.15.4.
- IV. Protocolos de comunicação sem fios para IoT: HTTP, COAP, MQTT e NTP.
- V. Desenvolvimento de aplicações para comunicação com a WEB: projeto e conceção com sistema operativo, gestão de energia e segurança.

**5. Syllabus (1.000 characters).**

- I. Embedded systems for the Internet of Things (IoT): concepts, fundamentals and trends of IoT, requirements and applications of embedded systems in IoT;
- II. Operating systems for embedded systems: tasks, scheduling, synchronization, resource management (shared resources) and peripheral managers;
- III. Wireless technologies for IoT: Wi-Fi/IEEE802.11, Bluetooth, Zigbee/IEEE802.15.4.
- IV. Wireless communication protocols for IoT: HTTP, COAP, MQTT e NTP.
- V. Development of applications for communication with the WEB: design and development with operating system, energy and security management.

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

Para atingir o objetivo 4 é necessário conhecer o modelo computacional oferecido pelo sistema operativo, nomeadamente suporte à programação concorrente e serviços (ponto III. a.).  
O estudo de protocolos de comunicação e respetivos controladores de hardware (ponto IV) assim como o estudo do modelo computacional oferecido pelo sistema operativo para a integração de periféricos, permitem atingir o objetivo 3.  
A integração de pacotes de software (objetivo 3) requerem o conhecimento dos dispositivos que os suportam (ponto V) assim como os serviços oferecidos pelo sistema operativo (ponto III.a.).

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

In order to reach goal 4 it is necessary to know the computational model offered by the operating system, namely support for concurrent programming and services (point III a).  
The study of communication protocols and respective hardware controllers (point IV) as well as the study of the computational model offered by the operating system for the integration of peripherals allow us to reach goal 3.  
Integration of software packages (objective 3) requires knowledge of the devices that support them (point V) as well as the services offered by the operating system (section III.a.).

**7. Metodologias de ensino (avaliação incluída) (1.000 caracteres).**

Nas aulas teóricas os alunos são incentivados a participar colocando questões ou resolvendo os problemas propostos durante as aulas teórico-práticas. Na parte prática são utilizados módulos que permitem a montagem de sistemas de prototipagem. As práticas são focadas no estudo de elementos isolados (gestores de periféricos, biblioteca TCP/IP, biblioteca gráfica, etc) que conduzem à execução do projeto apresentado no início da UC. Os objetivos são avaliados em teste escrito individual e durante as aulas práticas. Todos os objetivos são avaliados em discussão final, com base nos relatórios das atividades práticas e do projeto, com atribuição de nota individual. A classificação final resulta de uma média aritmética ponderada das três componentes de avaliação, em que o teste escrito individual tem um peso de 40%, o trabalho de projeto tem um peso de 40% e a discussão final tem um peso de 20%. A classificação mínima exigida no teste escrito individual é de 10 valores.

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

In the theoretical classes the students are encouraged to participate by asking questions or to solve problems. In the practical part, modules are used that allow the assembly of prototyping systems. The practices are focused on the study of isolated elements (peripheral managers, TCP / IP library, graphic library, etc.) that lead to the execution of the project presented at the beginning of the semester. The objectives are evaluated in individual written exam and during practical classes. All objectives are evaluated in the final discussion, based on the reports of the practical activities and the project, with individual note assignment. The final classification results from a weighted arithmetic mean of the three evaluation components, in which the individual written

exam has a weight of 40%, the design work has a weight of 40% and the final discussion has a weight of 20%. The minimum grade required in the individual written test is 10 points.

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

As aulas teórico-práticas são compostas pela exposição e discussão dos conceitos teóricos, seguidas da aplicação desses conceitos na resolução de problemas concretos.

Algumas atividades práticas consistem na realização de gestores de periféricos e na elaboração dos respetivos programas de teste, baseados em soluções estudadas nas aulas teórico-práticas. Estas atividades permitem atingir os objetivos 1 e 2.

Algumas atividades práticas consistem na integração e teste de bibliotecas de uso genérico. Por exemplo: gráficas microWindows; stack TCP/IP uIP; decodificação de áudio; entre outros.

O projeto consiste na realização de um sistema completo e autónomo dada uma especificação. Exemplos: leitor de MP3; sistema de relógio de ponto; controlador doméstico.

O FreeRTOS tem sido o sistema operativo utilizado, mas outros podem ser utilizados, como por exemplo, o TNKernel ou o uC/OS.

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

The theoretical-practical classes are composed by the exposition and discussion of the theoretical concepts, followed by the application of these concepts in the resolution of concrete problems.

Some practical activities consist of the accomplishment of peripheral managers and the elaboration of the respective test programs, based on solutions studied in the theoretical-practical classes. These activities achieve objectives 1 and 2.

Some practical activities are the integration and testing of generic libraries. For example: microWindows graphs; stack TCP / IP uIP; audio decoding; among others.

The project consists in the realization of a complete and autonomous system given a specification. Examples: MP3 player; clock system; home automation controller.

FreeRTOS has been the operating system used, but others can be used, like TNKernel or uC / OS.

**9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória (1.000 caracteres).**

Klaus Elk, *Embedded Software for the IoT*, 1st edition, De|G Press, 2018. ISBN 9781547417155

J. Yiu, *The Definitive Guide to ARM® Cortex®-M3 and Cortex®-M4 Processors*, 3rd edition, Newnes, 2013. ISBN 9780124080829

M. Wolf, *Computers as Components*, 3rd edition, Morgan Kauffman, 2012. ISBN 9780123884367

I. Bertolotti, *Real-Time Embedded Systems: Open-Source Operating Systems Perspective*, CRC Press, 1<sup>st</sup> edition, 2012. ISBN 9781439841549

Q. Li, C. Yao, *Real-time concepts for embedded systems*, Routledge, 2003. ISBN 9781578201242

R. Barry, *Using the FreeRTOS Real Time Kernel - a Practical Guide - NXP LPC17xx Edition*, FreeRTOS Tutorial Books, 2010. ISBN 9781446169971

---

<sup>1</sup> Anual, semestral, trimestral, ...

<sup>2</sup> Número total de horas de trabalho.

<sup>3</sup> 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).

<sup>4</sup> Assinalar sempre que a unidade curricular seja optativa.