

---

**Ano Letivo** 2020-21

---

**Unidade Curricular** REDES DE SENSORES

---

**Cursos** ENGENHARIA ELETROTÉCNICA E DE COMPUTADORES (2.º Ciclo)  
ÁREA DE ESPECIALIZAÇÃO EM TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E TELECOMUNICAÇÕES

---

**Unidade Orgânica** Instituto Superior de Engenharia

---

**Código da Unidade Curricular** 14771122

---

**Área Científica** ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

---

**Sigla**

---

**Línguas de Aprendizagem** Português e Inglês

---

**Modalidade de ensino** Aulas presenciais e/ou à distância

---

**Docente Responsável** Jânio Miguel Evangelista Ferreira Monteiro

DOCENTE	TIPO DE AULA	TURMAS	TOTAL HORAS DE CONTACTO (*)
Jânio Miguel Evangelista Ferreira Monteiro	PL; T; TP	T1; TP1; PL1	14T; 4TP; 24PL

\* Para turmas lecionadas conjuntamente, apenas é contabilizada a carga horária de uma delas.

ANO	PERÍODO DE FUNCIONAMENTO*	HORAS DE CONTACTO	HORAS TOTAIS DE TRABALHO	ECTS
1º	S2	14T; 4TP; 24PL	195	7.5

\* A-Anual;S-Semestral;Q-Quadrimestral;T-Trimestral

#### Precedências

Sem precedências

#### Conhecimentos Prévios recomendados

Conhecimentos de Programação

#### Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências)

Pretende-se que o aluno com esta UC:

1. Conheça os protocolos que servem de suporte à comunicação entre dispositivos embebidos sobre redes IP.
2. Conheça os protocolos utilizados nas principais redes de sensores.
3. Conheça os protocolos de routing utilizados nas redes de sensores.
4. Conheça os principais sistemas operativos de redes de sensores.
5. Conheça os protocolos de aplicação mais relevantes em diversas aplicações de redes de sensores.
6. Conheça as principais redes de comunicação de dados utilizadas em redes de sensores.
7. Conheça as principais plataformas de armazenamento e análise de dados de redes de sensores.

## **Conteúdos programáticos**

### **1. Introdução**

- Conceitos Fundamentais
- Microcontroladores e módulos de programação SoC: MSP430, Arduino, STM32 Nucleo, ESP8266, etc.
- Sistemas Operativos Contiki OS, TinyOS e FreeRTOS

### **2. Comunicação IP em Redes de Sensores**

- Arquiteturas utilizadas para comunicação de dados IP em redes de sensores
- Internet Protocol, versões 4 e 6.
- Protocolos suporte: UDP, TCP, DHCP, HTTP, mDNS
- Protocolos XMPP, CoAP, MQTT, AMQP e CoAP
- WebSocket e Rest APIs
- Protocolos 6LoWPAN
- Algoritmos e Protocolos de Routing em redes de sensores ad hoc
- Qualidade de Serviço

### **3. Tecnologias de Comunicação em Redes de Sensores Sem Fios**

- Curtas Distâncias: Bluetooth, ANT, Zigbee, WirelessHART, EnOcean
- Médias Distâncias: Wi-Fi HaLow, DASH7
- Longas Distâncias: Long Term Evolution-Machine, NARROWBAND-IOT, EC-GSM-IoT, Sigfox, WeightLess, RPMA, LoRa e LoRaWAN

### **4. Análise da especificação LoraWAN**

- Camada Física LoRa
- Camada MAC
- Comunicações para redes Backhaul

### **5. Plataformas IoT para armazenamento e análise de dados**

---

### **Metodologias de ensino (avaliação incluída)**

#### **Métodos de Ensino Aprendizagem**

- Aulas Teóricas
- Aulas de Tutoria.
- Estudo individualizado.
- Trabalhos individuais.

#### **Modo de Avaliação**

A classificação final será obtida considerando as seguintes percentagens e componentes:

Componente Teórica: 65%

Componente Prática: 35%

Os alunos terão que obter uma classificação mínima de 9 valores em cada uma das componentes.

A Componente Teórica será avaliada através de uma Frequência única ou um Exame. Na Componente Prática os alunos terão que realizar vários trabalhos e/ou relatórios das atividades realizadas durante as aulas. De entre eles destaca-se um trabalho final com um peso superior aos restantes.

---

### **Bibliografia principal**

1. Ibrahim M. M. El Emary S. Ramakrishnan, Wireless Sensor Networks - From Theory to Applications, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2014
2. Nandini Mukherjee, Sarmistha Neogy, Sarbani Roy, Building Wireless Sensor Networks - Theoretical & Practical Perspectives, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2016
3. Shuang-Hua Yang, Wireless Sensor Networks, Principles, Design and Applications, Springer-Verlag London 2014
4. Jean-Philippe Vasseur, Adam Dunkels, Interconnecting Smart Objects with IP, The Next Internet, Morgan Kaufman Publishers, 2010
5. João M. F. Rodrigues, Pedro J. S. Cardoso, Jânio Monteiro, Célia Ramos, Smart Systems Design, Applications, and Challenges, IGI Global, February 2020. ISBN13: 9781799821120. DOI: 10.4018/978-1-7998-2112-0.
6. Documentação e Artigos científicos disponibilizados pelo docente

---

**Academic Year** 2020-21

---

**Course unit**

---

**Courses** ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERING

---

**Faculty / School** INSTITUTE OF ENGINEERING

---

**Main Scientific Area**

---

**Acronym**

---

**Language of instruction** Portuguese and English

---

**Teaching/Learning modality** Classroom-based and/or distance learning

---

**Coordinating teacher** Jânio Miguel Evangelista Ferreira Monteiro

---

Teaching staff	Type	Classes	Hours (*)
Jânio Miguel Evangelista Ferreira Monteiro	PL; T; TP	T1; TP1; PL1	14T; 4TP; 24PL

\* For classes taught jointly, it is only accounted the workload of one.

---

#### Contact hours

T	TP	PL	TC	S	E	OT	O	Total
14	4	24	0	0	0	0	0	195

T - Theoretical; TP - Theoretical and practical ; PL - Practical and laboratorial; TC - Field Work; S - Seminar; E - Training; OT - Tutorial; O - Other

---

#### Pre-requisites

no pre-requisites

---

#### Prior knowledge and skills

Knowledge of programming.

---

#### The students intended learning outcomes (knowledge, skills and competences)

The objectives of this course are to allow students to:

1. Know the protocols that support the communication between devices embedded over IP networks,
2. Know the protocols used in the main sensor networks.
3. Know the routing protocols used in the sensor networks.
4. Know the main operating systems of sensor networks.
5. Know the most relevant application protocols in several sensor network applications.
6. Know the main data communication networks used in sensor networks.
7. Learn about the main platforms for data storage and analysis of sensor networks.

## Syllabus

### 1. Introduction

- Fundamental Concepts
- Microcontrollers and SoC programming modules: MSP430, Arduino, STM32 Nucleo, ESP8266, etc.
- Contiki OS, TinyOS and FreeRTOS Operating Systems
- IoT platforms for data storage and analysis

### 2. IP Communication in Sensor Networks

- Architectures used for communicating IP data on sensor networks
- Internet Protocol, versions 4 and 6.
- Supporting protocols: UDP, TCP, DHCP, HTTP, mDNS
- XMPP, CoAP, MQTT, AMQP and CoAP protocols
- WebSocket and Rest APIs
- 6LoWPAN protocols
- Routing Algorithms and Protocols in ad hoc sensor networks
- Service quality

### 3. Communication Technologies in Wireless Sensor Networks

- Short Distances: Bluetooth, ANT, Zigbee, WirelessHART, EnOcean
- Medium distances: Wi-Fi HaLow, DASH7
- Long Distances: Long Term Evolution-Machine, NARROWBAND-IOT, EC-GSM-IoT, Sigfox, WeightLess, RPMA, LoRa and LoRaWAN

### 4. Analysis of the LoraWAN specification

- LoRa Physical Layer
- MAC layer
- Communications for Backhaul networks

---

## Teaching methodologies (including evaluation)

### Teaching Methods

- Theoretical classes;
- Tutoring classes;
- Individual study;
- Individual work.

### Evaluation Mode

The final classification will be obtained considering the following percentages and components:

- Theoretical component: 65%
- Practical Component: 35%

Students must obtain a minimum grade of 9 values in each of the components.

Theoretical components will be assessed through a single frequency or an exam. In the Practical Component, students will have to do various assignments and / or reports on the activities carried out during classes. Among them, a final work will be assigned with a weight greater than the other works.

---

## Main Bibliography

1. Ibrahim M. M. El Emary S. Ramakrishnan, Wireless Sensor Networks - From Theory to Applications, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2014
2. Nandini Mukherjee, Sarmistha Neogy, Sarbani Roy, Building Wireless Sensor Networks - Theoretical & Practical Perspectives, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2016
3. Shuang-Hua Yang, Wireless Sensor Networks, Principles, Design and Applications, Springer-Verlag London 2014
4. Jean-Philippe Vasseur, Adam Dunkels, Interconnecting Smart Objects with IP, The Next Internet, Morgan Kaufman Publishers, 2010
5. João M. F. Rodrigues, Pedro J. S. Cardoso, Jânio Monteiro, Célia Ramos, Smart Systems Design, Applications, and Challenges, IGI Global, February 2020. ISBN13: 9781799821120. DOI: 10.4018/978-1-7998-2112-0.
6. Documentation and Scientific articles made available by the teacher