
1. Caracterização da Unidade Curricular

1.1 Designação

[2519] Redes de Comunicações Móveis / Mobile Communication Networks

1.2 Sigla da área científica em que se insere

ET

1.3 Duração

Unidade Curricular Semestral

1.4 Horas de trabalho

162h 00m

1.5 Horas de contacto

Total: 67h 30m das quais TP: 67h 30m

1.6 ECTS

6

1.7 Observações

Unidade Curricular Opcional

2. Docente responsável

[1281] Nuno António Fraga Juliano Cota

3. Docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular

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

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

- (1) Descrever os principais problemas e confrangimentos nas diversas tecnologias de comunicações móveis;
- (2) Explorar as vantagens e limitações das diferentes redes de acesso rádio;
- (3) Explicar os mecanismos de suporte de mobilidade e de gestão de recursos rádio em redes celulares;
- (4) Analisar o desempenho dos diferentes algoritmos de gestão de handover, roaming e actualização de localização utilizados nas redes móveis.
- (5) Desenvolver e propor novas soluções para os problemas registados nas redes móveis através do estudo dos diferentes protocolos e redes de comunicações móveis.

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

The students that successfully finish this curricular unit will be able to:

- (1) Describe the basic issues and problems in current trends of mobile networking;
- (2) Explore the strengths and limitations of different types of RAN;
- (3) Explain the mechanisms for supporting mobility and radio resource management in cellular networks
- (4) Analyse the performance of different handover, roaming, and location update algorithms for cellular networks;
- (5) Develop an attitude to propose solutions with comparisons for problems related to mobile networking through investigation of different protocols and mobile networks.

5. Conteúdos programáticos

1. Conceitos fundamentais em redes de comunicações móveis
2. 2G / GSM - Global System for Mobile communications
3. 2.5G / GPRS - General Packet Radio Service and Enhanced Data rates for Global Evolution (EDGE)
5. 3G / UMTS - Universal Mobile Telecommunications System e aspetos rádio WCDMA
5. 3.5G / HSPA - HSDPA and HSUPA
6. 4G / LTE ? Long Term Evolution e LTE advanced
7. 5G Evolution ? Aspetos da interface radio 5G



5. Syllabus

Fundamental concepts

2. 2G / GSM - Global System for Mobile communications
3. 2.5G / GPRS - General Packet Radio Service and Enhanced Data rates for Global Evolution (EDGE)
5. 3G / UMTS - Universal Mobile Telecommunications System and WCDMA Aspects
5. 3.5G / HSPA - HSDPA and HSUPA
6. 4G / LTE ? Long Term Evolution and LTE advanced
7. 5G Evolution ? 5G Air interface aspects

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

Esta unidade curricular tem por objetivo estudar e compreender as principais tecnologias de comunicações móveis existentes e futuras, dando-se ênfase às soluções adoptadas para suporte das interfaces rádio e funcionamento de rede. Dar a conhecer aos alunos os princípios adoptados nas redes de acesso rádio nas diferentes tecnologias e os parâmetros constituintes dessas mesmas redes. Explicar o funcionamento dos protocolos rádio adoptados e de sinalização para suporte dos diferentes serviços oferecidos aos utilizadores.

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

This course intends to provide the students with the skills needed to understand mobile communication technologies from a system engineering perspective, with emphasis on the solutions adopted to support the radio interfaces and network operation. The 2G to 5G radio interface characteristics, parameters and concepts will be explored. Explain the radio protocols used on different generation of mobile networks supporting different services and profiles.

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

A metodologia de ensino assenta em aulas T e TP, com recurso a exemplos de aplicação e casos práticos. As aulas T fornecem os conceitos teóricos e as ferramentas teóricas para a resolução dos problemas propostos associados a cada um dos sistemas constantes no programa da unidade curricular. A turma é organizada em grupos de trabalho de 2 ou 3 alunos. Nas aulas TP são confrontados com problemas onde procuram a sua solução e implementação. A avaliação da unidade curricular baseia-se na avaliação distribuída com exame final. Os resultados de aprendizagem (1) a (5) são avaliados individualmente através de exame final (NE). Os resultados (2) a (5) um trabalho de desenvolvimento de carácter laboratorial (NL), com duas entregas ao longo do semestre (L1 e L2). $NL = 0.5 * L1 + 0.5 * L2$. A classificação final (NF) é calculada por: $NF = 0.6 * NE + 0.4 * NL$. As componentes NE, L1 e L2 são pedagogicamente fundamentais. Qualquer uma das componentes terá de ter uma classificação superior a 9,5 valores.

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

The teaching methodology is based on T and TP classes, using application examples and practical cases. The T classes provide the theoretical concepts and tools for solving the proposed problems associated with each of the systems on the course programme. The class is organised into working groups of 2 or 3 students. In TP classes they are confronted with problems in which they seek solutions and implement them. Assessment of the course is based on distributed assessment with a final exam. Learning outcomes (1) to (5) are assessed individually through a final exam (NE). Outcomes (2) to (5) are assessed through a laboratory development assignment (NL), with two deliveries during the semester (L1 and L2). $NL = 0.5 * L1 + 0.5 * L2$. The final classification (NF) is calculated by: $NF = 0.6 * NE + 0.4 * NL$. The NE, L1 and L2 components are pedagogically fundamental. Any of the components must have a mark higher than 9.5.

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

Os objetivos de aprendizagem (1) a (5) são obtidos através de aulas interativas e respetivos elementos de apoio. As aulas decorrem sempre com a exposição do problema em concreto e a forma como as diferentes tecnologias o resolveram, dando particular ênfase às soluções de engenharia na componente rádio. Os objetivos (2) a (5) são igualmente desenvolvidos através da realização de um trabalho prático realizado ao longo do semestre. Este trabalho tem por objetivo aumentar a capacidade crítica dos alunos para com as diferentes tecnologias, entendendo as limitações e vantagens de cada tecnologia de redes de comunicações móveis.

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

The learning outcomes 1 to 5 are achieved through interactive lessons, support elements, and exercises. These methods are also used to promote understanding the mobile communications networks issues.

The lessons always come from the exposure of the problem in concrete and the way the different technologies have solved it, with emphasis on engineering solutions in the radio component. Outcomes and skills (2) to (5) are also developed through practical work carried out during the semester. The objective of this work is to increase the student's critical capacity for different technologies, understanding the limitations and advantages of each mobile communications technology.

9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória

Gordon L. Stüber ?Principles of Mobile Communication?. Springer International Publishing. 2001.

Siegmund Redl, Mathias Weber, Malcolm Oliphant . ?GSM and Personal Communications Handbook?

Artech House Books, 1998

Harri Holma, Antti Toskala, Pablo Tapia, ?HSPA+ Evolution to Release 12: Performance and Optimization 1st Edition?, Wiley. 2014

Harri Holma, Antti Toskala, ?LTE for UMTS: Evolution to LTE-Advanced 2nd Edition?, Wiley. 2011

Antti Toskala, Harri Holma, Takehiro Nakamura, ?5G Technology, 3gpp New Radio?, JOHN WILEY AND SONS LTD, 2019

10. Data de aprovação em CTC «INFORMAÇÃO NÃO DISPONIVEL»

11. Data de aprovação em CP «INFORMAÇÃO NÃO DISPONIVEL»