

Ficha da unidade curricular (versão A3ES)

6.2.1.1. Unidade curricular

Redes Avançadas / Advanced Networks

6.2.1.2. Docente responsável e respetivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo)

Vítor Jesus Sousa de Almeida, 67,5 horas de contacto

6.2.1.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular

Other academic staff and lecturing load in the curricular unit

6.2.1.4. 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 as diversas tecnologias, protocolos e aspetos relevantes das redes multisserviços de banda larga dos operadores que fornecem serviços de Internet (ISP), incluindo *triple play* (TV, telefone e dados)
2. Entender engenharia de tráfego, políticas de QoS, segurança e outros temas no contexto das redes multisserviço.
3. Conceber (planear, implementar e configurar os equipamentos) redes multisserviços.

Learning outcomes of the curricular unit

Students who successfully complete this course will be able to:

1. Describe the various technologies, protocols and relevant aspects of multiservice broadband networks of the operators that provide Internet services (ISP), including triple play (TV, phone and data).
2. Understand policies of QoS, traffic engineering, security and others, used in the context of multiservice networks.
3. Do the conception of (plan, implement and configure the equipment) multiservice networks.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos

Redes multisserviços nas suas várias componentes.

Modelos de referência do ETSI e ITU-T.

Introdução às tecnologias utilizadas nas redes dos operadores e de acesso

- TDM – Hierarquia TDM. PDH.
- SDH/SONET - "IP over SDH".
- xDSL (ADSL/ADSL2+/VDSL).
- DOCSIS - Transmissão de dados a alta velocidade sobre redes CATV.
- ATM - Modelo de referência, topologia e interfaces UNI e NNI. ATM Adaptation Layers (AAL). Qualidade de Serviço (QoS). Classes de tráfego e AAL: AAL tipo 1, 2, 3/4 e QoS em ATM. IP over ATM.

Introdução às redes de fibra óptica

- WDM. Variantes DWDM e CWDM. Uso em PON. IP over WDM. *Internetworking* IP/WDM.
- AON e PON - Redes ópticas activa e passiva (EPON, GPON, WDM-PON)
- Carrier Ethernet - Ethernet nas redes de longa distância (WAN).

MPLS

- MP-BGP, OSPF-TE
- MPLS (LDP, RSVP-TE, T-LDP). Engenharia de tráfego. Resiliência. Qualidade de serviço.
- Redes baseadas em serviços – IES, VPN (VPWS, VPLS, VPRN).
- *Multicast* VPN - Protocolos de *multicast*, utilização em, por exemplo, VPLS e IPTV.

SDN

- NFV
- OpenFlow

Syllabus

Multiservice networks in its various components.
Reference models of ETSI and ITU-T.
Introduction to technologies used in operators' and access networks.

- TDM - TDM hierarchy. PDH.
- SDH / SONET - "IP over SDH".
- xDSL (ADSL / ADSL2 + / VDSL).
- DOCSIS - high-speed data transmission on CATV networks.
- ATM - Reference Model, topology and UNI and NNI interfaces. ATM Adaptation Layer (AAL). Quality of Service (QoS). Traffic classes and AAL: AAL type 1, 2, 3/4 and QoS in ATM. IP over ATM.

Introduction to fiber optic networks

- WDM. DWDM and CWDM variants. Use in PON. IP over WDM. Internetworking IP / WDM.
- AON and PON - active and passive optical networks (EPON, GPON, WDM-PON)
- Carrier Ethernet

MPLS

- MP-BGP, OSPF-TE
- MPLS (LDP, RSVP-TE, T-LDP). Traffic engineering. Resilience. Quality of service.
- Network-based services - IES, VPN (VPWS, VPLS, VPRN).
- VPN Multicast - Multicast Protocols, utilization in, for example, VPLS and IPTV.

MPLS vs SDN vs NFV

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos da unidade curricular

As redes dos operadores (ISP – *Internet Service Providers*) têm de fornecer serviços de qualidade elevada aos seus clientes, quer domésticos, quer empresariais. Estas redes têm vindo a evoluir a partir das redes telefónicas tradicionais (POTS) usando xDSL, passando pelas redes de cabo coaxial dos operadores tradicionais de televisão (CATV) usando DOCSIS, até às que são suportadas por fibra ótica até casa do cliente (FTTH) ou quase, usando sobretudo redes óticas passivas (PON). A evolução tem sido constante e a um ritmo elevado.

O futuro tende para as redes de serviços baseadas em MPLS com a oferta de serviços de acesso à Internet (IES), de suporte de vários tipos de VPN (ex: ePipe, VPLS, VPRN) e de outros serviços avançados.

O SDN e as tecnologias que lhe dão suporte são o próximo passo evolutivo das redes.

Pretende-se que o aluno que termine esta unidade curricular fique a conhecer as tecnologias envolvidas neste tipo de redes e consiga trabalhar com elas, quer a definir as topologias necessárias, quer a configurar os equipamentos de rede que lhe dão suporte.

Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives

Operators' networks (ISP - Internet Service Providers) have to provide high quality services to its customers, whether domestic or business. These networks have evolved from traditional telephone networks (POTS) using xDSL, through the coaxial cable networks from traditional television operators (CATV) using DOCSIS, to those that are supported by optical fiber to the home (FTTH), or almost, using mainly passive optical networks (PON). The evolution has been steady and at a high rate.

The future tends to networks and services based on MPLS to offer Internet Access Services (IES), support various types of VPN (eg ePipe, VPLS, VPRN) and other advanced services.

The SDN, and the technologies that support it, are the next evolutionary step of networks.

It is intended that the students who complete this course know the technologies involved in this type of network and can work with them, either to define the necessary topologies, either to configure the network equipments that support it.

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída)

Ensino teórico-prático, estando previstas 30 aulas a que correspondem 67,5 horas de contacto (15 aulas de 3 horas e 15 de 1,5 horas). O tempo total de trabalho do estudante é de 160 horas. As aulas de carácter teórico destinam-se à exposição e discussão dos principais conteúdos programáticos, incentivando a interatividade e colocação de questões. Os tópicos principais são ainda explorados através da realização de projetos baseados em computador e na conceção e implementação de redes físicas através de *routers* (aprendizagem baseada na resolução de problemas). Os resultados de aprendizagem (1)-(3) são avaliados individualmente através de testes escritos ou de exame final, de fichas laboratoriais durante o semestre e de um trabalho de definição de uma rede de serviços e configuração da mesma em laboratório.

Teaching methodologies (including evaluation)

Theoretical and practical teaching along 30 lectures that correspond to 67.5 contact hours (15 lectures of 3 hours and 15 of 1.5 hours). The total time for student work is 160 hours. The theoretical lectures serve to discuss the topics of the main syllabus, encouraging interactivity and asking questions. The main topics are further explored by performing computer-based projects and the design and implementation of physical networks through routers (problem-based learning). Learning outcomes (1) - (3) are individually assessed through written tests or final exam, laboratory assignments during the semester.

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

O objetivo (1) da unidade curricular é obtido através de aulas teóricas e respetivos elementos de apoio (*slides*) e outra bibliografia, da realização de exercícios práticos e de casos de estudo selecionados pelo docente. Os objetivos (2)-(3) são alcançados através de trabalhos laboratoriais, em que os alunos configuram os equipamentos de redes de serviços. A realização dos trabalhos de laboratório é acompanhada pelo docente durante as horas de contacto para assegurar o correto desenvolvimento dos conhecimentos e das competências dos estudantes.

Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes

The objective (1) of the course unit is achieved through lectures and the support material (slides and other bibliography), by performing practical exercises and case studies selected by the teacher. The objective (2) and (3) are achieved through laboratory work, where students do the configuration of the network equipment. The completion of the laboratory work is accompanied by the teacher during the contact hours to ensure correct knowledge and that the skills of the students are achieved.

6.2.1.9. Bibliografia principal

- Folhas da disciplina
- “Alcatel-Lucent Network Routing Specialist II (NRS II) Self-Study Guide: Preparing for the NRS II Certification Exams”, Glenn Warnock, Amin Nathoo, Wiley, 2011
- “Alcatel-Lucent Service Routing Architect (SRA) Self-Study Guide: Preparing for the BGP, VPRN and Multicast Exams”, Glenn Warnock, Mira Ghafary, Ghassan Shaheen, John Wiley & Sons, 2015
- “Designing and Implementing IP-MPLS-Based Ethernet Layer 2 VPN Services”, Zhou Xu, Wiley Publishing Inc / Alcatel Lucent, 2009
- “Connection-oriented networks: SONET/SDH, ATM, MPLS and optical networks”, Harry G Perros, Wiley, 2005
- “Alcatel-Lucent Scalable IP Networks Self-Study Guide: Preparing for the Network Routing Specialist I (NRS I) Certification Exam”, 2009