



## **GUIA DE VERIFICAÇÃO DE COMPETÊNCIAS**

### **OBJECTIVOS**

Indicam-se neste documento os principais tópicos que o estudante deverá abordar no estudo para exame. Embora um pequeno número de questões concretas possam apelar a conhecimentos transversais ou complementares, a maioria das questões de exame incidirá diretamente sobre estes tópicos.

### **COMPETÊNCIAS A AVALIAR**

#### **1 Introdução**

- Distinguir diferentes configurações de comunicação e apresentar exemplos
- Caracterizar as diferentes classes de serviços de comunicação
- Distinguir acessos analógico e digital
- Caracterizar os diferentes tipos de redes e serviços de comunicações eletrónicas e apresentar exemplos
- Caracterizar o conceito de serviço universal de telecomunicações
- Distinguir os diferentes tipos de acesso de utilizador

#### **2 Rede Fixa de Telecomunicações**

- Caracterizar os modos de transferência da informação: circuito e pacote (datagrama e circuitos virtuais)
- Caracterizar as diferentes topologias de rede (interligação total, estrela, hierárquica e emalhada)
- Distinguir topologia física e lógica
- (a secção "Áreas funcionais da rede" corresponde a uma visão de síntese dos capítulos posteriores)
- Caracterizar cenários de convergência com redes de dados – evolução do acesso à Internet e do transporte de voz

#### **3 Multiplexagem Digital**

##### **3.1 Multiplexagem digital síncrona**

- Caracterizar o modo de multiplexagem TDM – princípio de multiplexagem
- Definir o conceito de trama
- Efetuar cálculos de débitos de canais em tramas (relacionar débito de canal, débito do multiplex, período de trama, número de bits de canal e de trama)
- Distinguir entrelaçamento de palavras e bits
- Definir palavra de alinhamento de trama e justificar a sua importância
- Caracterizar estratégias de alinhamento de trama face a objetivos de robustez da função e representá-las em diagramas de estados
- Distinguir alinhamento série e paralelo e compará-los; aplicar em sequências concretas
- Identificar critérios para a escolha de uma palavra de alinhamento
- Definir multitrama e justificar a sua importância
- Analisar uma dada especificação de um sistema de multiplexagem síncrona
- Definir o princípio de funcionamento de um sistema de multiplexagem com CRC e justificar a sua importância para a função de alinhamento de trama e monitoração da qualidade de transmissão.

##### **3.2 Multiplexagem digital assíncrona**

- Definir o conceito de escorregamento de bits



- Caracterizar os princípios de operação da justificação (inserção/remoção de bits ou octetos com controlo através de bits de indicação de tipo de justificação ou através de apontadores; inserção variável de bandeiras/tramas nulas de preenchimento)
- Representar um formato de trama hipotético com justificação

### **3.3 Hierarquia de multiplexagem síncrona (SDH)**

- Caracterizar o modo de multiplexagem SDH – princípio de multiplexagem e vantagens e limitações desta hierarquia
- Identificar a arquitetura de camadas funcionais SDH: caminho, secção de multiplex e secção de regenerador
- Definir o conceito de contentor virtual, unidade tributária/administrativa e módulo STM
- Explicar o mecanismo de multiplexagem inversa utilizado em SDH de nova geração
- Explicar princípios de alinhamento (baseado em apontadores) e multiplexagem síncrona em módulos STM
- Explicar a operação com apontadores e justificar a sua importância
- Caracterizar os conceitos de anomalia, defeito e falha
- Explicar a capacidade dos sistemas SDH para suportar ações preventivas e corretivas para manter a qualidade de serviço
- Caracterizar as funções dos diversos elementos de rede SDH
- Representar topologias ponto-a-ponto, ponto a multiponto, em anel e em malha
- Explicar a capacidade de proteção automática das diferentes topologias

### **3.4 Generic Framing Procedure (GFP)**

Este tema foi introduzido no programa como exemplo de um sistema atual de multiplexagem digital – as eventuais questões de exame serão de interpretação com a disponibilização do adequado contexto.

### **3.5 Optical Transport Network (OTN)**

A tecnologia OTN surge na sequência do SDH e no contexto das redes de transporte sobre fibra ótica. As eventuais questões de exame incidirão nos aspetos básicos associados ao OTN e na sua comparação com o SDH no que toca às principais diferenças e benefícios introduzidos.

## **4 Sistemas de Transmissão**

### **4.1 Sistemas de longa distância**

- Caracterizar a estrutura de um sistema de transmissão por fibra ótica
- Explicar a constituição de uma fibra ótica
- Caracterizar sucintamente os modos de propagação numa fibra ótica
- Caracterizar as limitações de um sistema de fibra ótica: atenuação e dispersão (modal, cromática e de modo de polarização)
- Comparar características de fibras óticas monomodo e multimodo
- Identificar as áreas de evolução tecnológica de comunicações óticas e justificar a sua importância
- Caracterizar a estrutura de um sistema por feixe hertziano
- Definir o conceito de plano de frequência
- Identificar diferentes tipos de planos: simples, alternado e sobreposto
- Caracterizar a estrutura de um sistema por satélite
- Caracterizar diferentes tipos de órbita e relacionar cada uma das vantagens e desvantagens com as respetivas características
- Definir o conceito de acesso simples e acesso múltiplo (FDMA, TDMA e CDMA)

### **4.2 Multiplexagem por divisão de comprimento de onda (WDM)**

- Caracterizar o princípio de multiplexagem por divisão de comprimento de onda (WDM)
- Distinguir multiplexagem esparsa de comprimento de onda (CWDM, Coarse WDM) e multiplexagem densa de comprimento de onda (DWDM, Dense WDM)



Universidade do Porto  
Faculdade de Engenharia

**FEUP**

**Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores**

**Área de Telecomunicações, Eletrónica e Computadores**

**Sistemas de Telecomunicações**

4ºano - 2º Semestre

Ano Letivo - 2020-21

- Caracterizar as funções dos diversos elementos de rede WDM
- Identificar topologias ponto-a-ponto, em anel e em malha e explicar o modo de operação de configurações de redes WDM

## **5 Redes de Acesso no Lacete Local**

- Distinguir sistema a 2 fios e a 4 fios; caracterizar o papel do circuito híbrido
- Caracterizar a configuração de acesso telefónico analógico
- Caracterizar o efeito local
- Descrever o funcionamento do circuito híbrido do equipamento terminal
- Identificar as limitações intrínsecas do canal telefónico e respetivas medidas de proteção – em especial, atenuação e distorção de amplitude, interferências NEXT e FEXT, ecos, interferências de radiofrequências e ruído impulsivo
- Explicar os princípios de operação das técnicas de entrelaçamento de dados e correção de erros baseada em FEC
- Descrever as técnicas de transmissão bidirecional baseadas em TCM/TDD e FDM/FDD
- Explicar o princípio de operação do cancelamento de eco
- Descrever as características gerais da tecnologia SHDSL
- Descrever as características gerais da tecnologia ADSL
- Caracterizar as opções de ADSL baseadas em FDM e em cancelamento de eco
- Caracterizar a técnica de modulação DMT, destacando as suas vantagens
- Identificar as configurações de instalação de ADSL no assinante e central
- Descrever as características gerais da tecnologia VDSL

## **6 Protocolos de Sinalização**

- Identificar as funções básicas de sinalização
- Caracterizar o sistema de sinalização decádica e multifrequência
- Identificar exemplos de serviços suplementares de assinante analógico e caracterizar o suporte de transmissão associado
- Descrever as características gerais de um sistema de sinalização por canal comum e destacar as suas vantagens
- Analisar sequências de mensagens de sinalização SS7
- Caracterizar a configuração de acesso a serviços de rede inteligente
- Caracterizar as funções de mensagens DSS1 (sistema utilizado na RDIS), no contexto de uma sequência concreta
- Caracterizar a arquitetura de uma rede SIP e descrever as funcionalidades gerais dos respetivos elementos de rede
- Explicar como se processa o encaminhamento de um pedido de chamada numa rede SIP
- Caracterizar os conceitos de transação, diálogo e chamada no contexto do protocolo SIP
- Descrever como se processa a autenticação em acessos SIP
- Caracterizar as funções de mensagens SIP e SDP no contexto de uma sequência concreta de um registo de uma chamada
- Identificar as funções dos elementos de rede de uma configuração com interoperação entre PSTN e SIP e explicar sequências de mensagens nesse contexto

## **7 Sistemas de Comutação**

- Caracterizar o funcionamento de matrizes de comutação de circuitos de andar único e de andares múltiplos
- Identificar as etapas históricas de desenvolvimento de comutadores de circuitos
- Descrever o funcionamento de matrizes de comutação temporal e espacial



- Identificar a constituição de um comutador de pacotes e caracterizar as respetivas funções
- Mostrar que a comutação de pacotes de comprimento arbitrário pode ser assegurada por matrizes elementares de comutação de unidades de comprimento fixo (células)
- Comparar as principais características funcionais de comutadores de circuitos e de pacotes
- Descrever o funcionamento e comparar os diversos tipos de matrizes de comutação de pacotes baseadas em memórias
- Descrever as características gerais e o funcionamento de matrizes de comutação baseadas em redes de interligação de andares múltiplos

## **8 Passive Optical Fibre Access Network (PON)**

- Identificar e comparar diferentes arquiteturas de acesso por fibra ótica
- Explicar os princípios básicos de funcionamento das redes óticas passivas (tráfego ascendente e descendente), justificando as principais opções.
- Estabelecer o balanço de potência de um acesso numa rede ótica passiva e calcular o respetivo alcance
- Identificar as diversas opções de proteção em redes óticas passivas
- Identificar os mecanismos de multiplexagem de ligações lógicas nas ligações ascendente e descendente
- Explicar em linhas gerais o mecanismo de atribuição de largura de banda na ligação ascendente
- Analisar os formatos de trama das ligações ascendente e descendente, relacionando os campos definidos com os respetivos mecanismos funcionais

## **9 Aspetos de Qualidade de Serviço**

- Caracterizar os conceitos de SLA, KQI e KPI e estabelecer relações entre estes
- Identificar características e formas de estabelecimento de especificações e objetivos de indicadores de disponibilidade, precisão e eficiência
- Identificar técnicas de obtenção de medidas de qualidade em redes de telecomunicações
- Identificar objetivos de desempenho de indicadores de desempenho de elementos de rede nas fases de projeto, aceitação e operação do sistema
- Identificar exemplos de indicadores de desempenho em sistemas VoIP

## **10 Redes de Data Centers**

- Caracterizar o conceito de virtualização e respetivas vantagens/benefícios
- Identificar e caracterizar modelos de interligação de servidores em *data centres* (EoR, ToR e suas combinações), bem como as vantagens e desvantagens associadas a cada um deles
- Caracterizar a arquitetura Leaf-Spine e as suas principais vantagens
- Identificar os principais desafios na extensão das redes locais para o domínio das redes de *Data Centers*
- Caracterizar as principais soluções de virtualização de rede em *Multi-tenant Data Centers* (ex.: NVGRE, VXLAN)

## **11 Software Defined Networking e Network Functions Virtualization**

- Caracterizar os conceitos de SDN e NFV
- Identificar as principais motivações e vantagens da utilização de SDN e NFV
- Caracterizar a relação entre SDN e NFV no contexto das redes de data centres e de telecomunicações
- Identificar casos de uso de SDN e NFV