

**Departamento de Eng. Informática da FCTUC**  
**Introdução às Redes de Comunicação**  
**Exame de Época Normal**  
09/Janeiro/2019

**Com Consulta**

**Duração: 2h00m**

**Notas importantes:**

- Apenas é permitida a consulta de materiais em papel.
- Todos os dispositivos eletrónicos têm que permanecer desligados.
- As questões Teóricas devem ser respondidas na folha de resolução.
- As questões Práticas devem ser respondidas na própria folha de enunciado.
- Caso não consiga realizar todos os cálculos indique-os apenas.

O encapsulamento de dados funciona de cima para baixo enquanto as mensagens são enviadas numa rede. Em cada camada superior são considerados dados dentro do protocolo encapsulados. Por exemplo, o segmento TCP é considerado dados dentro do pacote IP.

**QUESTÕES TEÓRICAS**

O desencapsulamento é o processo de desencapsulamento realizado no host receptor e um processo usado por um ou mais cabeçalhos de protocolo. Os dados são desencapsulados à medida de sobrem na pilha em direção à aplicação de utilização final.

**Questão 1**

Em que consistem as operações de encapsulamento e desencapsulamento no contexto dos protocolos de comunicação Internet? Justifique a sua resposta, apresentando um exemplo de aplicação destas técnicas em protocolos da pilha protocolar Internet (TCP/IP).

**Questão 2**

Considere que pretende implementar um servidor de música, cujo objetivo é o de permitir o acesso em *streaming*, por parte de clientes, aos ficheiros de música alojados no servidor. Considere igualmente que o protocolo de transporte a usar nas comunicações entre o servidor e os clientes é o UDP (User Datagram Protocol). De que forma a aplicação servidor deverá usar *sockets* e portos, por forma a garantir que o servidor suporta o acesso simultâneo de vários clientes? Justifique a sua resposta (nota: não é necessário apresentar código).

**Questão 3**

Considere o protocolo TCP. Que mecanismos este protocolo dispõe para garantir desempenho adequado (elevado) nas comunicações através de canais com elevado *delay* de transmissão? Justifique a sua resposta.

O protocolo TCP fornece um serviço de transmissão de dados fiável, resistente às perdas de informação e ao desordenamento que pode ocorrer nas mídias inferiores. Contém ainda mecanismos de retransmissão automática para recuperação de informação perdida e garante o ordenamento da informação desordenada por atrasos e duplicação ocorridas nas mídias inferiores. Tem, com isto, mecanismos de controlo de fluxo para impedir a congestão interna, evitando assim degradação de serviço e consequentes falhas.

Quando se pretende transmitir algo para determinada máquina, tem de se saber o seu endereço físico (MAC Address). Porém quando determinado pacote é enviado o que consta é o endereço IP da máquina destino. Logo é necessário o protocolo ARP que vai transformar o endereço IP no endereço físico da máquina destino. Este protocolo faz uso do sistema Broadcast quando pretende descobrir que endereço físico corresponde a determinado endereço IP.

### Questão 4

Considere um cenário no qual um *router* interliga duas redes, Rede A e Rede B. De que forma o protocolo ARP (Address Resolution Protocol) é utilizado para possibilitar as comunicações entre um *host* na Rede A e outro na Rede B? Justifique a sua resposta.

### Questão 5

Considere o protocolo CSMA (Carrier-sense Multiple Access). O que difere na sua utilização em comunicações Wi-Fi (IEEE 802.11) e Ethernet (IEEE 802.3), no que respeita a lidar com colisões? Justifique a sua resposta.

O CSMA é um protocolo que vai verificar se podem ocorrer colisões de dados. Este é um protocolo fácil de implementar em redes sem fio mas difícil em redes sem fio. Por esta razão o Wi-Fi não utiliza o mesmo algoritmo da Ethernet (CSMA/CD) mas sim CSMA/CA que utiliza uma estratégia de prevenção de colisões.

### Questão 6

Calcule a velocidade teórica máxima de transmissão através de um cabo metálico com uma largura de banda de 100MHz com uma relação sinal ruído de 20 dB. Apresente os cálculos efetuados.

$$V_p = 2 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$B = 100 \text{ MHz} = 10^8 \text{ Hz}$$

$$S/N = 10^{20/10} = 10^2$$

$$C = B \log_2 (1 + S/N)$$

$$C = 10^8 \log_2 (1 + 10^2) = 10^8 \log_2 (101) \quad (\text{bps})$$

Departamento de Eng. Informática da FCTUC  
Introdução às Redes de Comunicação  
Exame de Época Normal  
09/Janeiro/2019

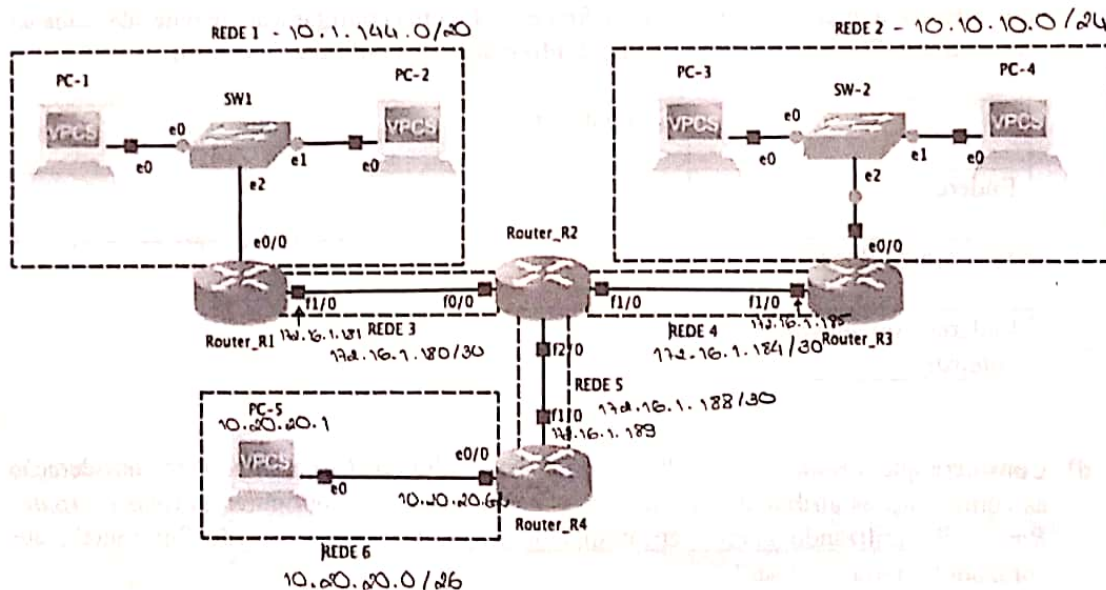
QUESTÕES PRÁTICAS

(Nota: As questões seguintes deverão ser respondidas diretamente na folha de enunciado)

NOME DO ALUNO: \_\_\_\_\_

NÚMERO: \_\_\_\_\_

Cenário: Na resolução das questões seguintes deverá considerar o cenário ilustrado a seguir, no qual as redes "REDE 1", "REDE 2" e "REDE 6" encontram-se interligadas através das redes "REDE 3", "REDE 4" e "REDE 5".



Questão 7

- a) Considerando que a REDE 1 tem o endereço 10.1.144.0/20, que a REDE 2 tem o endereço 10.10.10.0/24 e que a REDE 6 tem o endereço 10.20.20.0/26 indique, para essas redes, a gama de endereços utilizáveis para endereçar *hosts*, o endereço da rede e o endereço de *broadcast*:



Rede:	Gama de endereços:	Endereço da rede:	Endereço de <i>broadcast</i> :
REDE 1	10.1.144.1 a 10.1.159.254	10.1.144.0	10.1.159.255
REDE 2	10.10.10.1 a 10.10.10.254	10.10.10.0	10.10.10.255
REDE 6	10.20.20.1 a 10.20.20.62	10.20.20.0	10.20.20.63

- b) Considere que dispõe da gama de endereços IPv4 172.16.1.176/28 para endereçar as Redes 3, 4 e 5 (as redes de interligação dos *routers* no cenário). Segmente esta gama de forma a que todas as redes fiquem com o mesmo número de endereços disponíveis e indique, para as redes indicadas na tabela seguinte, a seguinte informação:

	REDE 3:	REDE 5:
Endereço da Rede:	172.16.1.180	176.16.1.188
Endereço de <i>broadcast</i> :	172.16.1.183	176.16.1.191
Gama de endereços disponíveis para endereçar <i>hosts</i> :	172.16.1.181 a 172.16.1.182	176.16.1.189 a 176.16.1.190

- c) Utilizando a gama de endereços IPv4 convencionada anteriormente para a REDE 6, atribua um endereço à interface *e0/0* do *router Router\_R4* e uma configuração de rede adequada ao *Computador PC-5*, indicando a seguinte informação de configuração a utilizar:

	Computador PC-5:	Interface <i>e0/0</i> do <i>Router_R4</i> :
Endereço IP:	10.20.20.1	10.20.20.62
Máscara de Rede:	255.255.255.192	
Endereço do <i>default gateway</i> :	10.20.20.62	

- d) Considere que o *router Router\_R2* utiliza o sistema IOS da Cisco. Tendo em consideração as configurações atribuídas anteriormente, caso tivesse que configurar as rotas no *router Router\_R2* utilizando apenas encaminhamento estático e o comando "ip route", que comando(s) teria que usar?

Nota: a sintaxe deste comando é a seguinte:

ip route {destination\_network} {subnet\_mask} {default\_gateway}

```
ip route 10.1.144.0 255.255.240.0 172.16.1.181
ip route 10.10.10.0 255.255.255.0 172.16.1.185
ip route 10.20.20.0 255.255.255.192 172.16.1.189
```

## Questão 8

Considere as comunicações entre os *routers* Router\_R1 e Router\_R3 do cenário, através do *router* Router\_R2. Considere igualmente que os *links* de comunicação apresentam as seguintes características:

Link R1-R2: distância: 10km, velocidade de transmissão: 10Mbps

Link R2-R3: distância: 20km, velocidade de transmissão: 20Mbps

$$\begin{aligned} d &= 10 \text{ km} = 10^4 \text{ m} \\ c &= 10 \text{ Mbps} = 10^7 \text{ bps} \\ d &= 20 \text{ km} = 2 \times 10^4 \text{ m} \\ c &= 20 \text{ Mbps} = 2 \times 10^7 \text{ bps} \end{aligned}$$

- a) Considere que o *delay* total de *queuing* e processamento dos pacotes IP nos *routers* é de 0.05 ms. Calcule o *delay* total das comunicações entre os *routers* Router\_R1 e Router\_R3, considerando a transmissão de um pacote com 10000 bits e a velocidade de propagação de  $2 \times 10^8$  m/s. Deverá considerar igualmente que os *routers* operam no modo *store and forward*.

$$\begin{aligned} d_{\text{queue}} + d_{\text{proc}} &= 0.05 \text{ ms} = 0.05 \times 10^{-3} \text{ s} \\ \text{pacote} &: 10\,000 \text{ bits} \\ v_p &= 2 \times 10^8 \text{ m/s} \end{aligned}$$

R1 → R2	R2 → R3
$T_p = \frac{10^4}{2 \times 10^8} = \frac{1}{2} \times 10^{-4} \text{ s}$	$T_p = \frac{2 \times 10^4}{2 \times 10^8} = 10^{-4} \text{ s}$
$T_x = \frac{10\,000}{10^7} = 10^{-3} \text{ s}$	$T_x = \frac{10\,000}{2 \times 10^7} = \frac{1}{2} \times 10^{-3} \text{ s}$
$T_e = \frac{1}{2} \times 10^{-4} + 10^{-3}$	$T_e = 10^{-4} + \frac{1}{2} \times 10^{-3}$
<b>delay total:</b> $\frac{1}{2} \times 10^{-4} + 10^{-3} + 10^{-4} + \frac{1}{2} \times 10^{-3} + 0.05 \times 10^{-3} \text{ (s)}$	

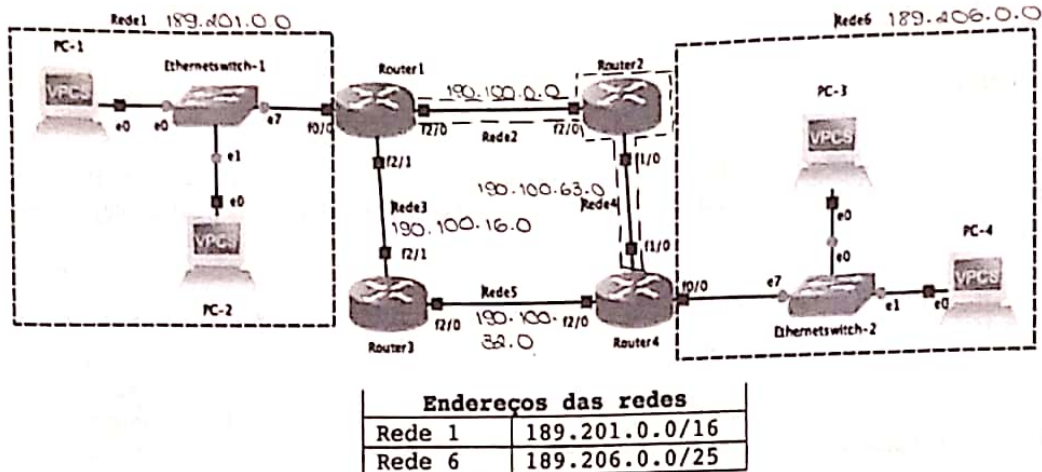
- b) Considere que se pretende transferir 20000 bits de informação entre os *routers* Router\_R1 e Router\_R3, e assuma que não há mais comunicações entre estes *routers*. Qual é a taxa de transmissão máxima para as comunicações entre os dois *routers*?

A taxa de transmissão máxima é igual ao mesmo valor da velocidade de transmissão, portanto, neste caso, é igual a 10 Mbps.

- c) Ignorando agora os *delays* nas comunicações entre os *routers* Router\_R1 e Router\_R3, qual é o tempo total para transmissão dos 20000 bits de informação do *router* Router\_R1 para o Router\_R3? pacote: 20000 bits

R1 → R2	R2 → R3
$T_p = \frac{10^4}{2 \times 10^8} = \frac{1}{2} \times 10^{-4} \text{ s}$	$T_p = \frac{2 \times 10^4}{2 \times 10^8} = 10^{-4} \text{ s}$
$T_x = \frac{20\,000}{10^7} = 2 \times 10^{-3} \text{ s}$	$T_x = \frac{20\,000}{2 \times 10^7} = 10^{-3} \text{ s}$
<b><math>T_e = \frac{1}{2} \times 10^{-4} + 2 \times 10^{-3} + 10^{-4} + 10^{-3} \text{ (s)}</math></b>	





### Questão 8

Suponha que pretende efetuar um *download* de dados entre uma estação terrestre e a Estação Espacial Internacional (EEI). Para cada ligação, a estação terrestre tem no máximo 30s para completar o *download* total dos dados. Supondo que a distância entre a estação terrestre e a EEI é de 400Km, que cada pedido de *download* enviado pela estação terrestre usa um pacote de tamanho total de 500bytes, que a resposta enviada pela EEI é um pacote com tamanho total de 20MB, que o tempo de processamento do pedido na EEI é de 2seg e que o canal usado tem uma largura de banda de 1MHz, qual será o número mínimo de estados de sinalização que teremos de usar para assegurar que a transmissão possa ser realizada no tempo pretendido? Suponha que os dados só poderão começar a ser transmitidos pela EEI após o pedido ter sido completamente recebido e que a velocidade de transmissão é a mesma em ambos os sentidos.

#### Máscaras de rede

Subnet Mask	CIDR	Subnet Mask	CIDR
255.128.0.0	/9	255.255.240.0	/20
255.192.0.0	/10	255.255.248.0	/21
255.224.0.0	/11	255.255.252.0	/22
255.240.0.0	/12	255.255.254.0	/23
255.248.0.0	/13	255.255.255.0	/24
255.252.0.0	/14	255.255.255.128	/25
255.254.0.0	/15	255.255.255.192	/26
255.255.0.0	/16	255.255.255.224	/27
255.255.128.0	/17	255.255.255.240	/28
255.255.192.0	/18	255.255.255.248	/29
255.255.224.0	/19	255.255.255.252	/30

/30	255.255.255.252	0.0.0.3
/29	255.255.255.248	0.0.0.7
/28	255.255.255.240	0.0.0.15
/27	255.255.255.224	0.0.0.31
/26	255.255.255.192	0.0.0.63
/25	255.255.255.128	0.0.0.127
/24	255.255.255.0	0.0.0.255
/23	255.255.254.0	0.0.1.255
/22	255.255.252.0	0.0.3.255
/21	255.255.248.0	0.0.7.255
/20	255.255.240.0	0.0.15.255

/19	255.255.224.0	0.0.31.255
/18	255.255.192.0	0.0.63.255
/17	255.255.128.0	0.0.127.255
/16	255.255.0.0	0.0.255.255
/15	255.254.0.0	0.1.255.255
/14	255.252.0.0	0.3.255.255
/13	255.248.0.0	0.7.255.255
/12	255.240.0.0	0.15.255.255
/11	255.224.0.0	0.31.255.255
/10	255.192.0.0	0.63.255.255
/9	255.128.0.0	0.127.255.255