

Licenciatura em Engenharia Informática  
Exame de Recurso – Redes de Computadores  
1º Semestre, 2017/2018 (18/Janeiro/2018)

Duração: 2 horas e 30 minutos de tolerância

REF-A-RC-ER-2017-2018

**NOTAS:**

1. Leia com atenção cada questão antes de responder. A interpretação do enunciado é da sua inteira responsabilidade.
2. Não pode usar calculadora, nem tablet nem telemóvel.
3. Pode usar uma folha A4 manuscrita por si próprio com notas sobre a matéria.
4. O enunciado contém 12 questões em 10 páginas, que devem ser entregues agrafadas.
5. As respostas erradas nas questões de escolha múltipla descontam.

NOME: \_\_\_\_\_ Nº Aluno: \_\_\_\_\_

**COPIE NO FIM PARA ESTE QUADRO AS SUAS RESPOSTAS ÀS QUESTÕES QUE NÃO TÊM CAIXA PARA RESPOSTA – NESSAS, SÓ AS RESPOSTAS ABAIXO SERÃO CONSIDERADAS PARA A SUA CLASSIFICAÇÃO:**

1)	2)	3)
4 a)	4 b)	4 c)
5)		
6 a)	6 b)	6 c)
7)	8)	9)
10)		
11a)	11b)	11c)
12)		



- 1) O computador **A** está ligado diretamente ao computador **S** através de um canal **C** ponto a ponto. O canal **C** é *full-duplex* e tem 10 metros de comprimento.

Em **A**, um utilizador está usar o programa PING para testar o tempo de trânsito de **A** para **S** (ida e volta, o chamado RTT). Os pacotes usados pelo programa PING para fazer o teste têm 1000 bits. O resultado final mostrado pelo programa PING é o seguinte:

--- B ping statistics ---

100 packets transmitted, 100 packets received, 0% packet loss

round-trip min/avg/max/stddev = 200.004 / 200.019 / 200.051 / 0.001 ms

Quais das seguintes hipóteses corresponde ao débito do canal **C**?

**A** – 1 Kbps   **B** – 10 Kbps   **C** – 100 Kbps   **D** – 1 Mbps

**E** – 10 Mbps   **F** – 100 Mbps   **G** - 1 Gbps   **H** – Nenhuma destas

Indique, na página de rosto do teste, de entre as opções acima indicadas, o valor mais próximo da resposta certa

- 2) Nos anos 90 do século passado foi introduzida uma arquitetura de rede com circuitos designada ATM (*Asynchronous Transfer Mode*), assim caracterizada quando usada para a comunicação direta entre dois computadores:

- Para que os dois computadores possam comunicar é necessário criar previamente um caminho único para o fluxo de pacotes entre os mesmos, chamado circuito ATM, e
- instalar, antes da comunicação começar, identificadores do circuito em todos os computadores que o fluxo atravessa, de forma que o caminho do circuito passa a ser pré-definido enquanto estiver ativo;
- Quando os dois computadores cessam de comunicar, o caminho estabelecido para o circuito é removido de todos os computadores por que passava.

Marque, das afirmações abaixo, as que correspondem a consequências diretas das opções dessa arquitetura (como podem haver várias respostas certas, poderá ter de assinalar mais do que uma opção):

1. Com circuitos ATM **existe estado** nas tabelas de encaminhamento ou *forwarding* (FIBs) nos computadores para cada circuito entre dois computadores e não só para cada destino ou grupo de destinos (e.g. prefixos IP) como nas redes IP.
2. Com circuitos ATM quando um canal atravessado por um circuito falha, não há necessidade de modificar o estado da rede.
3. Com circuitos ATM os pacotes deixam de poder chegar acidentalmente fora da ordem de emissão.
4. Com circuitos ATM é mais fácil controlar como e quando cada computador pode usar a rede.
5. Com circuitos ATM se um computador tiver um *crash*, tal não tem nenhum impacto nas comunicações em curso.
6. Com circuitos ATM basta sempre um único circuito para um servidor DNS *caching only* responder a uma *query* DNS.

Indique, na página de rosto do teste, o número da ou das opções que escolheu

3) Indique quais das seguintes afirmações são verdadeiras. (como podem ser 0,1 ou mais, poderá ter de assinalar mais do que uma opção):

1. O protocolo TCP inicializa o número de sequência de cada conexão sempre com o mesmo valor.
2. O protocolo TCP assegura que a dimensão da janela do emissor é constantemente a máxima possível por forma a maximizar o débito extremo a extremo da rede.
3. Os protocolos de janela deslizante não conseguem funcionar quando as dimensões da janela de emissão e receção são diferentes.
4. O protocolo TCP tem no cabeçalho um campo designado *window size* que permite indicar à outra parte o espaço ocupado na janela de receção.
5. Se num protocolo de transporte do tipo janela deslizante se usar um valor errado de *timeout* no emissor dos dados (por exemplo um valor muito curto ou demasiado elevado), corre-se o risco de os dados chegarem com erros ou faltas ao recetor.
6. O protocolo TCP usa segmentos com cabeçalhos de formato especial para abrir e fechar as conexões.

Indique, na página de rosto do teste, o número da ou das opções que escolheu

4) Um canal de dados **ponto a ponto e full-duplex** liga diretamente dois computadores A e B e tem uma **taxa de erros nula**. O débito do canal é de **5 Mbps** e o tempo de propagação do mesmo é de **4 milissegundos**.

O computador A está a emitir dados para B através de **protocolos de janela deslizante**. As mensagens de confirmação usadas (ACK) têm um tempo de transmissão desprezável e pode desprezar o tempo de processamento em ambos os computadores assim como a dimensão dos cabeçalhos. As mensagens com **blocos de dados** têm sempre a **dimensão de 10.000 bits**.

a) Qual a **taxa de utilização** desse canal usando um protocolo em que a janela de emissão e a janela de receção tem dimensão 1? (escolha a % que na sua opinião mais se aproxima da solução certa):

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15	18	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125

Indique, na página de rosto do teste, a % que mais se aproxima da que calculou

- b) Mesmo cenário que em a) mas o computador A está a usar uma janela de emissão com a dimensão de **3 blocos de dados**, B continua a usar uma janela de receção com a dimensão de um bloco de dados. Qual o tempo total aproximado em segundos que leva a **transmitir um ficheiro com 30.000.000 bits de A para B**?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15	18	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
130	135	140	145	150	155	160	165	170	180	190	200

Indique, na página de rosto do teste, o valor em segundos que mais se aproxima do que calculou

- c) Idem a b) mas agora B usa uma janela de **receção com a dimensão de 10 blocos** de dados:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15	18	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
130	135	140	145	150	155	160	165	170	180	190	200

Indique, na página de rosto do teste, o valor em segundos que mais se aproxima do que calculou

- 5) Dois utilizadores A e B estão a realizar uma **conversa telefónica** usando a tecnologia Voz sobre IP. Os pacotes de A para B têm de **atravessar 4 comutadores IP (routers IP)** interligados por canais bidirecionais, full-duplex todos com o débito de **5 Mbps** e com **tempo de propagação desprezável**. Em cada *router* e no emissor as filas de espera de **pacotes à espera de serem transmitidos** acomodam até um máximo de **20.000 bits**. Qual é o valor mais baixo possível que deveria ser escolhido para *playout delay* neste cenário?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15	18	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
130	135	140	145	150	155	160	165	170	180	190	200

Indique, na página de rosto do teste, o valor em milissegundos que mais se aproxima do que calculou

6) O computador A abriu uma conexão TCP para o computador B. Os dois computadores estão ligados a 100 Mbps a uma rede cujo tempo de transito entre os dois é estável e quase constante, igual a 20 ms em cada sentido (40 ms de RTT). A rede tem uma grande capacidade interna e não perde pacotes.

A está a transmitir continuamente um ficheiro de dados para B. Ambos têm uma grande velocidade de processamento e as aplicações que estão a usar a conexão TCP leem e escrevem dados em tempo desprezável. A e B usam um MSS (Maximum Segment Size) de 10.000 bits.

B tem uma janela de receção máxima (Max Receiving Window) de 200.000 bits.

a) Qual a dimensão máxima possível da *Congestion Window* (CW) de A em múltiplos do MSS?

1      5      10      15      20      25      30      35      40      45      50      55

Indique, na página de rosto do teste, o valor que mais se aproxima do que calculou

b) Quantos RTTs são necessários para que o valor da CW de A atinja esse valor máximo após a inicialização da conexão TCP? Admita que A usa como valor inicial CW = 1 MSS.

1      2      3      4      5      6      7      8      9      10      11      RTTs

Indique, na página de rosto do teste, o valor que mais se aproxima do que calculou

c) Quando a CW de A estabilizar, qual o débito extremo a extremo de A para B em Mbps?

1      2      3      4      5      6      7      8      9      10      15  
20      25      30      35      40      45      50      55      60      75      100 Mbps

Indique, na página de rosto do teste, o valor que mais se aproxima do que calculou

7) O tempo médio para um computador na FCT/UNL executar uma interação *request / reply* com o servidor DNS *caching-only* da FCT/UNL é desprezável. Mas o tempo para esse servidor executar uma interação com um servidor DNS externo é em média:

100 ms se o servidor DNS estiver em Portugal,  
200 ms se o servidor DNS estiver na Europa, e  
300 ms nos outros casos.

Na cache do servidor DNS *caching-only* da FCT/UNL existe **apenas** a seguinte informação sobre os servidores de DNS de **.com, shop.com e www.shop.com**:

com	NS	dns1.com
com	NS	dns1.com
com	A	200.100.10.10
com	A	200.100.20.20
shop.com	NS	dns2.shop.com
shop.com	NS	dns1.shop.com
dns1.shop.com	A	88.10.1.24
dns2.shop.com	A	88.10.1.56
<a href="http://www.shop.com">www.shop.com</a>	CNAME	server1.shop.com

sabe-se ainda que o prefixo IP 200.100.0.0/16 está situado no Canadá, que o prefixo IP 88.10.1.0/24 está situado na Alemanha e que o servidor **server1.shop.com** está situado em Portugal.

Qual o tempo mínimo necessário para um computador na FCT/UNL a utilizar o servidor DNS *caching-only* da FCT/UNL, obter o endereço IP de [www.shop.com](http://www.shop.com)?

negligenciável, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100,

1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000, nenhum destes valores

Indique, na página de rosto do teste, de entre as opções acima indicadas, o valor mais próximo da resposta certa
--

8) Um cliente HTTP (por exemplo um *Browser WEB*) acede a uma página HTML num servidor. Depois de obter essa página, o cliente deduz que a mesma tem 8 imagens e que as mesmas devem ser obtidas igualmente, a partir desse mesmo servidor, para mostrar o conteúdo total ao utilizador.

O tempo de trânsito ida e volta (RTT) entre o cliente e o servidor é de 100 milissegundos. O cliente não tem nenhuma conexão aberta para o servidor antes de começar a aceder à página, mas já conhece o endereço IP do servidor.

O tempo necessário para transmitir os pacotes com o ou os comandos, a página ou as imagens são negligenciáveis e cada mensagem HTTP (*Request ou Reply*) é transmitida de uma só vez dado caber sempre num só segmento TCP.

Qual o menor tempo necessário (**em milissegundos**) para o cliente obter a página e as imagens usando o protocolo HTTP com *pipelining* sabendo que o cliente está parametrizado para abrir no máximo 4 conexões em paralelo para cada servidor? (indique o valor em milissegundos que mais se aproxima da resposta certa):

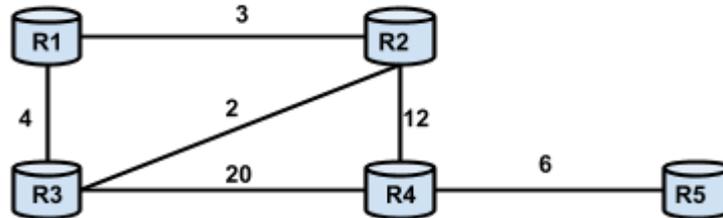
negligenciável, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100,

1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000, nenhum destes valores

Indique, na página de rosto do teste, de entre as opções acima indicadas, o valor mais próximo da resposta certa
--



11) Considere a rede modelizada pelo seguinte grafo que interliga os *routers* R1, R2, R3, R4 e R5, com os custos indicados nos arcos. Nesta rede opera um protocolo de encaminhamento com base no algoritmo do tipo vetor de distâncias (*Distance-Vector* ou *Bellman-Ford*), no qual os *routers* anunciarão periodicamente os seus vetores de distâncias. Suponha que, no instante t1 o protocolo de encaminhamento estabilizou, tendo todos os *routers* calculado corretamente as tabelas de encaminhamento ótimas.



a) Indique as tabelas de encaminhamento dos *routers* R1, R2 e R4:

Router R1 Para Destino	Next-hop	Custo	Router R2 Para Destino	Next-hop	Custo	Router R4 Para Destino	Next-hop	Custo
R1			R1			R1		
R2			R2			R2		
R3			R3			R3		
R4			R4			R4		
R5			R5			R5		

b) Num certo instante  $t_1 + t_2$ , o *router* R5 falha. Após R4 detetar essa falha, que anúncios deve fazer? Considere que os *routers* **NÃO** estão a usar o mecanismo "*Poisoned Reverse / Split Horizon*". Na tabela a seguir, cada linha conterà um vetor de distâncias com na 1ª coluna o identificador do vizinho a que o vetor é destinado e nas seguintes a distancia a cada destino segundo na visão do *router* R4.

Router para que R4 envia	Distancia a R1	Distancia a R2	Distancia a R3	Distancia a R4	Distancia a R5

c) Questão idêntica à alínea b) mas agora os *routers* **ESTÃO** a usar o mecanismo "*Poisoned Reverse / Split Horizon*".

Router para que R4 envia	Distancia a R1	Distancia a R2	Distancia a R3	Distancia a R4	Distancia a R5

12) Um comutador de pacotes recebeu o pacote  $p$  pela interface  $i$  está a usar o algoritmo de encaminhamento por inundação com deteção e supressão de duplicados visto que pode ser usado numa rede com ciclos.

O *router* tem as interfaces  $i_1, i_2, \dots, i_N$ .  $p.origin$  e  $p.destination$  dão acesso aos endereços origem e destino do pacote.  $p.ttl$  ao seu TTL.  $MySelf$  designa o endereço do *router*.

**boolean PacketTable.register(p)** regista o endereço origem do pacote e um seu identificador numa tabela de pacotes já vistos e devolve **true** se o pacote foi registado porque não era conhecido, ou **false**, se o registo do pacote foi ignorado pois este já era conhecido antes.

$p.transmit ( interface i )$  transmite o pacote  $p$  pela interface  $i$  e  $p.flood ( interface i )$  transmite o pacote  $p$  por todas as interfaces excepto  $i$ .

Apresente em *pseudo* código o tratamento realizado pelo comutador para encaminhar  $p$  recebido pela interface  $i$ :

```
void routePacket ( packet p, interface i ) {
```

```
}
```