



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**Departamento de Informática**

**Mestrado Integrado em Engenharia Informática**  
**2º TESTE – Redes de Computadores**  
1º Semestre, 2014/2015 (10 de Dezembro de 2014)

REF-A-RC-T2-2014-2015

NOTAS: Leia com atenção cada questão antes de responder. A interpretação do enunciado é da inteira responsabilidade do estudante.

A duração do teste é 1 hora e 50 minutos com 5 minutos de tolerância.

O enunciado contém 10 questões, em 8 páginas, que devem ser entregues agrafadas como resposta ao teste.

As respostas erradas descontam até um máximo de 25% da cotação de toda a questão.

Não pode usar calculadora, nem telemóvel nem outros dispositivos de computação ou entretenimento. Apenas pode usar papel de rascunho e a sua folha A4 manuscrita auxiliar de memória.

NOME: \_\_\_\_\_ Nº Aluno: \_\_\_\_\_

Transcrever para este espaço as suas respostas excepto nas perguntas que devem ser respondidas nas caixas do enunciado. Excepto nesses casos, apenas as respostas abaixo serão consideradas.

1 a)

1 b)

2 a)

2 b)

5)

6)

8)

3) responder na caixa do enunciado

4) responder na caixa do enunciado

7) responder na caixa do enunciado

9) responder nas caixas do enunciado

10) responder nas caixas do enunciado

1) Um cliente tem de fazer o download de um objecto **Ob** com 100 M bytes a partir de um servidor. O cliente usa uma única conexão TCP e como corre num pequeno computador tem um *buffer* de recepção TCP com a dimensão de 10.000 bits. O tempo de trânsito de ida e volta (RTT) entre o cliente e o servidor é de 200 milissegundos. Entre o cliente e o servidor o canal de *bottleneck* tem a capacidade máxima (débito máximo) de 1 Mbps e é equitativamente partilhado por 10 conexões TCP de diferentes clientes.

a) Qual o débito médio máximo com que o servidor consegue enviar o objeto **Ob** para o cliente? (selecione a opção que mais se aproxima da resposta certa. ATENÇÃO: os valores são em K bps - K bits por segundo)

5 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 150 200 250 300 350 400 450 500  
600 700 800 900 1.000 1.250 1.500 2.000 2.000 3.000 4.000 5.000  
outro valor

b) Admita agora que o *buffer* de recepção TCP do cliente aumentou 10 vezes. Qual o novo débito médio máximo com que o servidor consegue enviar o objeto **Ob** para o cliente? (selecione a opção que mais se aproxima da resposta certa. ATENÇÃO: os valores são em **K bps** - K bits por segundo)

5 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 150 200 250 300 350 400 450 500  
600 700 800 900 1.000 1.250 1.500 2.000 2.000 3.000 4.000 5.000  
outro valor

2) Um cliente HTTP tem de fazer o *download* de um objeto **Ob** com 14000 bytes. O servidor só aceita transmitir de cada vez um máximo de 1400 bytes, pelo que o cliente tem de fazer 10 pedidos HTTP usando o mecanismo de downloads parciais por segmentos ("Range: bytes=1400-2799" por exemplo). O RTT (ida e volta) entre cliente e servidor é igual a 100 ms. O cliente já conhece o endereço IP do servidor mas não tem nenhuma conexão aberta para o mesmo antes de começar a fazer o download. O tempo de transmissão dos pacotes é negligenciável e cada mensagem HTTP (*Request* ou *Reply*) cabe num só segmento TCP de 1460 bytes no máximo.

a) Qual o tempo necessário para o cliente obter o objeto **Ob** usando a versão 1.0 do protocolo HTTP? (selecione a opção que mais se aproxima da resposta certa, a unidade são **milissegundos**)

negligenciável, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200,  
1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000, 2100, 2200, 2300, 2400, 2500,  
outro valor

b) Idem como na a) mas o cliente agora usa a versão 1.1 do protocolo HTTP SEM usar *pipelining* ? (selecione a opção que mais se aproxima da resposta certa, a unidade são **milissegundos**)

negligenciável, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200,  
1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000, 2100, 2200, 2300, 2400, 2500,  
outro valor

3) Uma empresa com milhões de clientes, espalhados por todo o mundo, tem um serviço acessível através do URL: <https://omnipresente.com>. Dada a sua dimensão, a empresa tem servidores espalhados pelos diferentes continentes (África, Europa, América e Ásia) com 10 servidores em cada continente. Você foi contratado pela empresa para melhorar o desempenho do serviço. Ao testar as respostas dos servidores de DNS da empresa à pergunta: “qual o endereço IP do servidor com o nome ‘omnipresente.com’ ” deparou-se com a seguinte resposta:

omnipresente.com	IN	A	193.10.10.1
omnipresente.com	IN	A	193.10.10.2
.....			
omnipresente.com	IN	A	193.10.10.10
omnipresente.com	IN	A	193.20.20.1
....			

em que a ordem pela qual os endereços eram listados variava constantemente para distribuir a carga. Que sugestão, se alguma existe, daria para melhorar o serviço ?

4) No último encontro que tiveram, a Alice e o Bob trocaram as respectivas chaves públicas  $K_{pubA}$  e  $K_{pubB}$ . Descreva um protocolo que permita à Alice interagir com o Bob nos seguintes termos:

- 1) A Alice quer enviar uma mensagem em claro ao Bob, assinada por ela. Ou seja, o conteúdo da mensagem não é confidencial, mas o Bob deverá poder comprovar que foi a Alice que a enviou.
- 2) A Alice pretende, no seguimento da mensagem anterior, receber uma resposta do Bob, confidencial, que deverá, ainda, dar provas que o Bob leu a mensagem anterior e que foi o Bob que respondeu.

Utilize a notação apropriada para indicar o formato das mensagens trocadas pelo protocolo que desenvolveu e para além das chaves  $K_{pubA}$  e  $K_{pubB}$  indique o significado dos outros símbolos que usar.

Alice envia ao Bob a mensagem:

Bob devolve à Alice a mensagem:

5) Segundo a norma, num canal multi-ponto partilhado *half-duplex*, do tipo Ethernet clássica, com a velocidade de transmissão de 10 Mbps, e com o comprimento máximo de 2500 metros, o *collision slot* tem duração de 51,2 microssegundos, equivalente à transmissão de 512 bits. Pretende-se introduzir uma variante da norma para canais a funcionarem a 20 Mbps mas de tal forma que o *frame* mínimo continue a ter 512 bits. Com quais das formas a seguir indicadas é isso possível? Repare que pode haver mais do que uma ou várias equivalentes.

- 1 - Aumentava-se o comprimento máximo para 5.000 metros
- 2 - Diminuíam-se o comprimento máximo para 100 metros
- 3 - Diminuíam-se o comprimento máximo para 1.250 metros
- 4 - Mudava-se o *collision slot* para ter a duração de 25,6 microssegundos
- 5 - Mudava-se o *collision slot* para ter a duração de 5,2 microssegundos

6) Os RFCs relacionados com o DHCP recomendam que um servidor DHCP faça um ARP sobre o endereço que vai afectar antes de fazer uma *offer* do mesmo. Quais das seguintes afirmações podem justificar esta recomendação?

- 1 - O servidor DHCP não sabe que endereços IP afetou antes de um seu anterior *crash*.
- 2 - O utilizador de algum computador pode utilizar um endereço livre mesmo sem o mesmo ter sido afectado pelo servidor DHCP.
- 3 - O servidor DHCP foi reinicializado.
- 4 - Desta forma os *switchs* da rede passam a conhecer o MAC *address* do servidor DHCP e optimizam a sua localização pelos clientes.

7) Um *router* tem uma interface Ethernet com o endereço IP 10.171.124.1/24 e recebe um pacote com endereço de destino 10.171.124.124. A tabela de ARP do *router* tem o seguinte conteúdo:

10.171.124.1	23:45:A0:4F:67:CD
10.171.124.120	23:45:AB:2F:67:AD
10.171.124.124	23:45:AB:2F:60:CD
10.171.124.13	23:45:CD:4A:67:2D

Que *frame(s)* Ethernet deve o *router* enviar para encaminhar o pacote IP até ao seu destino final (podem ser 1, 2 ou 3 *frames* distintos)?

Tipo ou conteúdo do *frame* 1:

Endereço MAC origem:

Endereço MAC destino:

Tipo ou conteúdo do *frame* 2:

Endereço MAC origem:

Endereço MAC destino:

Tipo ou conteúdo do *frame* 3:

Endereço MAC origem:

Endereço MAC destino:

8) Um *router* recebe por uma das suas interfaces um *frame* ethernet contendo um pacote IP. Para processar o *frame* recebido, o *router* executa várias operações, algumas das quais estão indicadas a seguir. As mesmas estão desordenadas, indique a ordem certa listando os números:

- 1 - determina qual a interface para que deve enviar o **packet** e qual o endereço IP do **next-hop**
- 2 - se não há entrada na tabela de encaminhamento para o endereço **packet.destination-IP** descarta **packet** e termina o processamento
- 3 - desencapsula o pacote IP retirando-o do *frame* e colocando-o na variável **packet**
- 4 - se descartou **packet** por o TTL ser 0 envia um pacote ICMP "time exceeded" para a origem de **packet** e termina o processamento
- 5 - encapsula **packet** num *frame*, envia-o para **next-hop** encapsulado no *frame* adequado e termina o processamento
- 6 - calcula o novo checksum do cabeçalho de **packet**
- 7 - decreenta o TTL de **packet** e se TTL ficar com o valor 0 descarta **packet**

9) Considere a rede IP abaixo. O *router* R1 tem 4 interfaces (en0 a en3) com os endereços IP indicados. O computador H1 tem uma interface com o endereço IP indicado. O *router* de cima dá acesso à Internet e anuncia a *default route* (0.0.0.0/0). O *router* da direita dá acesso ao prefixo 60.60.60.0/24 e o da esquerda ao prefixo 70.70.70.0/24. Os canais que ligam o *router* R1 aos outros dispositivos usam endereços com prefixos IP da forma /24: 20.20.20.0/24, 30.30.30.0/24, 40.40.40.0/24 e 50.50.50.0/24. As interfaces dos *routers* vizinhos do *router* R1 têm os endereços IP indicados. Indique a tabela de encaminhamento do *router* R1 na tabela abaixo.

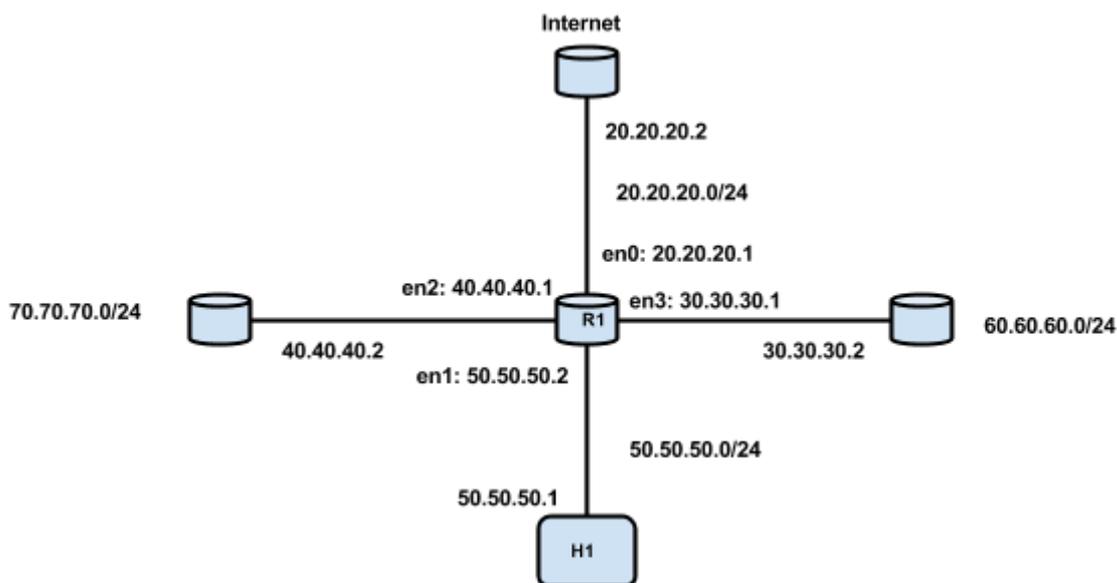
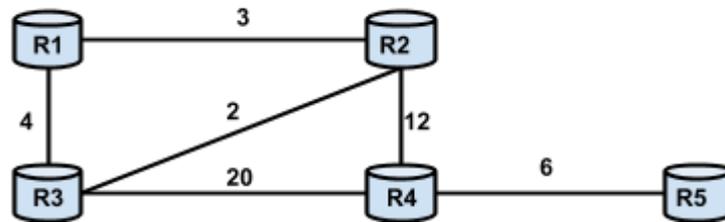


Tabela do *router* R1

Prefixo IP de destino	Direto para a interface local indicada ou indireto	Endereço IP do <i>next-hop</i> se indireto
20.20.20.0/24		
30.30.30.0/24		
40.40.40.0/24		
50.50.50.0/24		
60.60.60.0/24		
70.70.70.0/0		
0.0.0.0/0		

10) Considere a rede modelizada pelo seguinte grafo que interliga os *routers* R1, R2, R3, R4 e R5, com os custos indicados. 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, atingido o instante t1, o protocolo de encaminhamento estabilizou, tendo todos os *routers* calculado corretamente as tabelas de encaminhamento óptimas.



a) Indique as tabelas de encaminhamento dos *routers* R2, R4 e R5:

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

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

Router R5: Destino	Next-hop	Custo
R1		
R2		
R3		
R4		
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 conterá 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

d) Os *routers* **ESTÃO** a usar o mecanismo “*Poisoned Reverse / Split Horizon*” mas depois de R4 detetar que R5 falha, mas antes de enviar os anúncios aos vizinhos, recebe um anúncio de R3 correto mas que desencadeia o fenómeno “*Bad news travel slowly*”. Indique que anúncio seria esse.

Distancia a R1	Distancia a R2	Distancia a R3	Distancia a R4	Distancia a R5