Departamento de Informática
Faculdade de Ciências e Tecnologia
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Licenciatura em Engenharia Informática — Exame de Redes de Computadores
Ano lectivo: 2011/2012 –Época Normal — (29 de Junho de 2012)

- **O Exame é composto por 9 questões e respectivas alíneas e está impresso em 9 páginas**
- **Pode-se responder a lápis mas não se podem separar as folhas umas das outras**
- **A interpretação do enunciado é uma componente da avaliação**
- **Não se podem usar calculadores nem telemóveis durante a resolução, sendo distribuídas folhas de rascunho**
- **Em caso de desistência deve entregar-se o exame com a menção "DESISTI".** **Versão A**

Aluno nº _____Nome: _____

Questão 1

Dois computadores **A** e **B** estão ligados através de um conjunto de canais e *routers*. Os pacotes que transitam de **A** para **B** têm todos **N** bits de comprimento, atravessam **R** *routers* e **R+1** canais ponto a ponto *full-duplex* intermédios. Todos os canais têm o tempo de propagação $\mathbf{T_P}$ e o tempo de transmissão dos pacotes é $\mathbf{T_t}$. Diga qual o tempo de transferência de um ficheiro de dimensão $\mathbf{F_P}$ pacotes de **N** bits, em cada uma das situações indicadas abaixo nas alíneas a) e b). Considere que, por hipótese, só existe na ligação entre A e B o tráfego correspondente à transmissão dos ficheiros, não se perdem pacotes e pode-se desprezar o tempo de processamento e o tempo de transmissão dos ACKs.

a) O protocolo de transmissão dos ficheiros é optimista e envia todos os pacotes em sequência.

Resposta:

b) O protocolo de transmissão dos ficheiros é do tipo *stop&wait*: **A** transmite um pacote e só passa ao seguinte depois de ter recebido um **ACK** de **B**.

Resposta:

Questão 2

Um programa de captura dos pacotes de dados (por exemplo o *Wireshark*) que atravessaram a interface Ethernet fixa (ligada a uma rede com fios) do seu computador capturou o pacote indicado a seguir quando usava o seu browser WEB para aceder a uma página disponibilizada por um servidor remoto.

Sabendo que os primeiros bytes da parte de dados indicada acima continha em ASCII a sequência de caracteres "GET" seguida de um URL, indique:

a) A que protocolo correspondem os cabeçalhos CAB1, CAB2 e CAB3 e diga qual o nível (na pilha TCP/IP) que cada um desses protocolos concretiza (entre o nível canal – que por hipótese incluí o nível físico e *data-link*, nível rede, nível transporte e o nível aplicação).

CAB1: é o cabeçalho do protocolo _____que concretiza o nível: _____
CAB2: é o cabeçalho do protocolo _____que concretiza o nível:_____
CAB3: é o cabeçalho do protocolo _____ que concretiza o nível:_____

b) Qual o papel do campo CRC e a que nível da pilha está associado ?

c) Em que cabeçalho viajam os endereços IP do emissor e do destinatário ? _____
d) Em que cabeçalho viajam os portos dos sockets TCP/IP do browser e do servidor WEB ? _____
e) Em que cabeçalho viajam os endereços MAC das interfaces Ethernet que ligam os computadores em causa às redes locais a que se encontrem ligados ? _____
f) O campo TTL dos pacotes IP viaja em que cabeçalho ? _____
g) Onde viajam eventuais condições de erro que resultem do pedido de uma página que não existe do lado do servidor ? _____

Questão 3

Considere o protocolo DNS ("*Domain Resolution Protocol*"). Indique quais das seguintes afirmações são falsas ou verdadeiras (risque a opção que não interessa) e justifique a sua resposta quando as mesmas são falsas.

a) As funções da biblioteca "resolver" abrem sempre um canal TCP para um servidor autoritário para obterem respostas aos pedidos das aplicações.

Verdadeira **Falsa porque:**

b) Quando o servidor primário de um domínio não está disponível, deixa de ser possível conhecer os endereços IP dos computadores do domínio.

Verdadeira

Falsa porque:

c) A informação "*cached*" pelos servidores DNS é descartada quando passa um período de tempo dependente de parâmetros fixados pelo administrador do servidor que fez "cache" da informação.

Verdadeira

Falsa porque:

Questão 4

Admita por hipótese que sempre que o utilizador digita um URL num browser, solicitando que este lhe mostre a página associada ao URL, o browser que está a usar abre imediatamente 4 conexões paralelas para o servidor indicado no URL. Também, por hipótese, o tempo médio para fazer o download de um objecto WEB é de 2 ms se o mesmo estiver num servidor interno à FCT/UNL e de 100 ms se o mesmo estiver num servidor externo à rede da FCT/UNL.

a) Quando o browser acede a páginas WEB **sem** usar um ***proxy*** esta política de abertura de conexões apresenta vantagens ou desvantagens? Justifique.

Vantagens:

Desvantagens:

b) Quando o browser acede a páginas WEB **através de um *proxy*** esta política de abertura de conexões apresenta vantagens ou desvantagens? Justifique.

Vantagens:

Desvantagens:

Questão 5

Um computador **A** está ligado a um computador **B** por um canal com a velocidade de transmissão de 1 Mbps e por hipótese sem erros. O canal tem um tempo de propagação de extremo a extremo de 20 mili segundos. Entre os dois computadores é executado um protocolo de transferência de dados de **A** para **B** do tipo janela deslizante.

Nas seguintes alíneas, **circunde com um círculo** o resultado que considera correcto (ou o mais perto desse).

a) Qual a taxa de utilização máxima do canal entre A e B que o protocolo descrito acima permite obter quando as janelas do emissor e do receptor são ambas iguais a um segmento de 10.000 bits. O resultado deve ser expresso **em percentagem.**

1 2 3 4 5 12 16 18 20 25 28 30 40 50 55 66 74 80 85 92 100 110

b) Qual a taxa de utilização máxima do canal entre A e B que o protocolo descrito acima permite obter quando a janela do emissor é igual a um segmento de 10.000 bits e a do receptor a 2 segmentos de 10.000 bits cada. O resultado deve ser expresso **em percentagem.**

1 2 3 4 5 12 16 18 20 25 28 30 40 50 55 66 74 80 85 92 100 110

c) Qual a taxa de utilização máxima do canal entre A e B que o protocolo descrito acima permite obter quando a janela do emissor é igual a dois segmentos de 10.000 bits cada e a do receptor a 1 segmento de 10.000 bits. O resultado é expresso **em percentagem.**

1 2 3 4 5 12 16 18 20 25 28 30 40 50 55 66 74 80 85 92 100 110

d) Quanto tempo leva a transmitir do emissor para o receptor um ficheiro com a dimensão de 10 segmentos usando a versão do protocolo indicado na c). A transferência só termina quando o emissor receber o último ACK. O resultado deve ser expresso **em mili segundos (ms).**

10 20 30 40 50 100 120 160 180 200 250 280 300 400 500 550 660 740

800 850 920 1000 1100 1200 1300 1500

Questão 6

Num computador ligado à rede da FCT/UNL a 1 Gbps executa um cliente que está a fazer o download de um ficheiro com várias dezenas de M Bytes de um servidor remoto através de uma conexão TCP. A conexão tem um MSS (*Maximum Segment Size*) de 10.000 bits e o RTT estimado entre o cliente e o servidor é de 100 ms. Durante a maior parte da transferência a janela **máxima** do TCP associada ao *socket* do lado do emissor foi de 10 MSSs. A maioria dos eventos que levaram o TCP emissor a reduzir a janela de emissão foram do tipo ***Fast Retransmit*** e a versão do algoritmo de controlo de saturação era a Reno. O emissor nunca esteve limitado na sua capacidade máxima de emissão por falta de dados ou por falta de espaço no *buffer* de recepção do cliente. Em todas as alíneas despreze a dimensão dos cabeçalhos.

Nas seguintes alíneas, **circunde com um círculo** o resultado que considera correcto (ou o mais perto desse).

a) Estime a velocidade máxima de transmissão aproximada do servidor para o cliente que foi atingida sendo essa velocidade **expressa em Mbps.**

0,1 0,2 0,5 0,6 0,8 0,9 1 2 4 5 6 7 9 10 11 12 16 13 15 18 19 21 22

b) Estime a capacidade máxima aproximada, **expressa em Mbps**, que está afectada a esta conexão no ***botleneck link*** (link gargalo ou mais saturado) atravessado pelos segmentos TCP enviados do servidor para o cliente.

0,1 0,2 0,5 0,6 0,8 0,9 1 2 4 5 6 7 9 10 11 12 13 15 16 18 19 21 22

c) Estime aproximadamente a dimensão da janela de emissão do TCP do lado do servidor logo após um evento *Fast Retransmit* **expressa em número de MSSs**.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 21

d) Estime aproximadamente a velocidade de transmissão do servidor para o cliente que foi atingida logo após um evento *Fast Retransmit*, sendo esta velocidade **expressa em Mbps**.

0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,75 0,8 0,9 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

e) Após um evento *Fast Retransmit* quanto tempo levava a janela do emissor a atingir o valor máximo estimado, **expressa em mili segundos**?

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000

f) Estime aproximadamente a velocidade de transmissão média do servidor para o cliente, **expressa em Mbps.**

0,15 0,25 0,35 0,45 0,55 0,65 0,75 0,85 0,95 1,5 2,5 3,5 4,5 5,5 6,5 7,5 8,5

Questão 7

Suponha que indicou no seu browser o URL https://someserver.somedoamin.com, para que este abrisse uma conexão segura para o servidor com o nome DNS: someserver.somedomain.com. Suponha que quando o browser iniciou a conexão e o servidor responde iniciando-se o protocolo de *handshake* da ligação SSL, o *handshake* é interrompido e aparece uma mensagem no browser a comunicar que não é possível comunicar com o servidor devido a uma razão X, indicando esta mensagem que o canal de comunicação resultante da conexão (HTTPS) não é um canal seguro.

Contorne com um círculo as afirmações R1, R2, etc., indicadas a seguir e que considera que SÃO RAZÕES VÁLIDAS que justificam a mensagem do browser. Na selecção das razões, cada razão que assinalar que não esteja correcta, anulará uma selecção correcta.

R1) O certificado da chave pública de someserver.somedomain.com apresentado pelo servidor não estava assinada por nenhuma autoridade de certificação conhecida do browser, tendo o certificado sido assinado com a chave privada correspondente à chave pública que o mesmo certifica.

R2) O endereço IP do servidor não figurava no certificado de chave pública pelo que o servidor podia ser falso.

R3) O servidor recusou a palavra chave e o nome do utilizador apresentado pelo *browser*.

R4) O servidor apresentou um "*cookie*" e o *browser* estava parametrizado para não aceitar "*cookies*" daquele servidor.

R5) O certificado da chave pública de someserver.somedomain.com que foi apresentado pelo servidor estava assinado por uma autoridade de certificação que o browser desconhecia.

R6) O certificado da chave pública de someserver.somedomain.com apresentado pelo servidor tinha uma data de validade ultrapassada.

R7) A chave pública do *browser* não foi reconhecida pelo servidor.

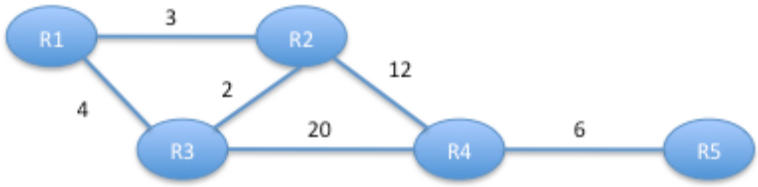
R8) O certificado da chave pública de someserver.somedomain.com apresentado pelo servidor estava numa lista de revogação de certificados emitida pela autoridade de certificação do certificado do servidor.

R9) O certificado da chave pública apresentado pelo servidor de someserver.somedomain.com estava em nome de someserver.somedomain.net.

R10) A página enviada pelo servidor someserver.somedomain.com era diferente da que o *browser* tinha na sua cache local.

Questão 8

Considere a rede representada no seguinte grafo que interliga os routers R1, R2, R3, R4 e R5 com as ligações indicadas e respectivos custos. Nesta rede está-se a processar um protocolo de encaminhamento com base no algoritmo do tipo Vector de Distâncias (Distance-Vector ou Bellman-Ford), no qual os routers anunciarão periodicamente os seus vectores-distância. Suponha que, até um dado instante t1, o processamento decorreu de forma que o protocolo de encaminhamento estabilizou, tendo todos os routers calculado correctamente as tabelas de encaminhamento óptimas.



a) Indique como estabilizam as tabelas de encaminhamento dos routers que se seguem no instante t1.

Tabela do Router R3:

Destino	Via (gateway ou router intermédio)	Métrica (Custo)
R1	R_____	_____
R2	R_____	_____
R3	R_____	_____
R4	R_____	_____
R5	R_____	_____

Tabela do Router R4:

Destino	Via (gateway ou router intermédio)	Métrica (Custo)
R1	R_____	_____
R2	R_____	_____
R3	R_____	_____
R4	R_____	_____
R5	R_____	_____

Tabela do Router R5:

Destino	Via (gateway ou router intermédio)	Métrica (Custo)
R1	R_____	_____
R2	R_____	_____
R3	R_____	_____
R4	R_____	_____
R5	R_____	_____

b) Num certo instante t1 + t2, o router R5 falha. Após R4 detectar essa falha, que anúncios deve fazer? Considere que os routers não estão a usar o mecanismo " *Poisoned Reverse and Split Horizon*". Justifique a resposta.

e) Considere uma estrutura de um anúncio de vector distancia na forma N x (Ri, Custo) em que Ri representa o router destino e o Custo representa a métrica do custo (link) até esse destino. Desta forma, cada router terá que enviar uma sequência de pares para anunciar todos os custos que conhece em cada instante. De acordo com a sua resposta em b), diga concretamente, como será o anúncio que R4 enviará e para quem, quando o router R5 falhar.

R4 envia a _____ o anúncio (R1 ,) (R2 ,) (R3 ,) (R4 ,) (R5 ,)

R4 envia a _____ o anúncio (R1 ,) (R2 ,) (R3 ,) (R4 ,) (R5 ,)

R4 envia a _____ o anúncio (R1 ,) (R2 ,) (R3 ,) (R4 ,) (R5 ,)

d) Se os routers estiverem a usar o mecanismo "*Poisoned Reverse and Split Horizon*", haveria diferenças em relação à sua anterior resposta ? Quais ? Justifique a resposta.

e) De acordo com a sua resposta em d), diga concretamente, como serão os anúncios que R4 enviará e para quem, quando o router R5 falhar.

R4 envia a _____ o anúncio (R1 ,) (R2 ,) (R3 ,) (R4 ,) (R5 ,)

R4 envia a _____ o anúncio (R1 ,) (R2 ,) (R3 ,) (R4 ,) (R5 ,)

R4 envia a _____ o anúncio (R1 ,) (R2 ,) (R3 ,) (R4 ,) (R5 ,)

f) Exactamente no momento t1+t2 em que o router R4 detectou o crash de R5, mas antes de fazer anúncios considerando esse evento, o router R4 recebeu do router R3 um anúncio. Admitindo que os routers estavam a usar "*Poisoned Reverse and Split Horizon*" indique abaixo esse anúncio e argumente se o mesmo poderia ou não introduzir um ciclo de anúncios do tipo *"Bad news travel slowly"*.

R3 envia a R5 o anúncio (R1 ,) (R2 ,) (R3 ,) (R4 ,) (R5 ,)

Discussão:

Questão 9

Suponha que tem uma rede com **N** routers interligados por canais que possibilitam que um pacote possa chegar de qualquer router a todos os outros. Cada router **Ri** recebe e envia os pacotes pelas suas interfaces ***i1, i2, i3, ... in***, tantas quantas as ligações que possui a outros routers. Como sabe, numa rede deste tipo, é possível fazer difusão (*broadcasting*) de pacotes por inundação, de modo que um pacote enviado por um router atinja todos os outros. Não obstante esta técnica apresentar alguns problemas que têm que ser tratados com cuidado, tem a vantagem de ser muito simples. Admitindo que cada *router*, quando recebe um pacote pode usar as seguintes funções:

p.sender() e ***p.receiver()***: dão acesso respectivamente aos endereços origem e destino do pacote.
p.hops-to-travel() permite obter do pacote a informação do tipo TTL, usada da mesma forma como se usa nos cabeçalhos de pacotes IP;
packets.add (p) regista o endereço origem do pacote ***p*** e um identificador único numa tabela de pacotes já vistos.
packets.alreadySeen (p) devolve um booleano indicando se o pacote ***p*** já foi registado na tabela **packets** (true) ou não (false)
p.sendTo (interface i) transmite o pacote ***p*** pela interface ***i***
p.sendAlmostAll (interface i) transmite o pacote ***p*** por todas as interfaces excepto pela interface ***i***.

Apresente em pseudo código o algoritmo que deve ser executado por cada *router, para processar cada* pacote ***p*** que recebeu pela interface ***i***, para poder realizar difusão com base no algoritmo de encaminhamento por inundação.

Processar o pacote ***p*** recebido pela interface ***i:***