



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

Licenciatura em Engenharia Informática
Exame de Recurso – Redes de Computadores
2015/2016 (11 de Janeiro de 2016)

REF-A-RC-RECURSO-2015-2016

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

A duração do teste é 2 hora e 15 minutos com 15 minutos de tolerância.

Não pode usar calculadoras, *tablets*, computadores ou telemóveis.

O enunciado contém 16 questões em 8 páginas, incluindo a de rosto, que devem ser entregues agrafadas como resposta ao teste.

Pode usar uma folha A4 manuscrita com anotações suas feitas durante o seu estudo.

As **respostas erradas** em questões de resposta múltipla **descontam**, podendo resultar numa cotação nula com várias respostas certas e erradas.

NOME: _____ Nº Aluno: _____

Copie no fim para este quadro as suas respostas – só estas respostas serão consideradas para a sua classificação, exceto as indicadas para responder numa caixa.

1) 2) A) B) C) D) E) F) G)

3) A) B) C) D) 4) 5)

6) A) B) C) D) E) F) G) H)

7) 8) respostas nas caixas indicadas 9) A) B) C) D)

10) 11) 12) 13 a) 13 b)

14) resposta na caixa indicada

15) A) B) C) D) E)

16 a) a g) resposta nas caixas indicadas.

- 1) O computador **A** está ligado diretamente ao computador **S** através de um canal **C** ponto a ponto. O canal **C** é dedicado e *full-duplex*, tem 10 metros de comprimento, mas cujo débito você desconhece. 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 à velocidade de transmissão do canal **C**? (escolha a opção que na sua opinião mais se aproxima da solução.

A – 1 Kbps **B** – 10 Kbps **C** – 100 Kbps **D** – 1 Mbps **E** – 10 Mbps **F** – 100 Mbps **G** - 1 Gbps

- 2) Numa rede de computadores os canais podem ser partilhados por vários fluxos de dados, trocados entre computadores distintos. Estas trocas podem ser feitas através das técnicas de comutação de circuitos ou alternativamente por técnicas de comutação de pacotes.

Neste contexto, indique qual ou quais das seguintes afirmações são verdadeiras.

- A** - Com comutação de pacotes o débito médio e o tempo de trânsito dos dados dos diferentes fluxos de dados são garantidos
- B** - Com comutação de circuitos o tempo de trânsito dos pacotes é sempre menor.
- C** - Com comutação de pacotes o tempo de trânsito dos pacotes é constante
- D** - Com comutação de circuitos a dimensão dos cabeçalhos dos pacotes é sempre maior
- E** - Com a comutação de pacotes a distribuição da capacidade dos canais pelos diferentes fluxos de dados é mais flexível pois não há reserva a priori de capacidade para cada fluxo
- F** - Com comutação de circuitos o caminho seguido pelos dados da origem até ao destino é sempre o mesmo
- G** - Com comutação de circuitos não se formam filas de espera nos comutadores.

- 3) Qual ou quais das seguintes afirmações sobre a estrutura das redes TCP/IP são verdadeiras ?

- A** - Um sistema extensível permite a introdução de novas funcionalidades através da composição e extensão de funcionalidades já existentes. O seu desenho deve facilitar este processo, disponibilizando funcionalidades de mais baixo nível que suportem o desenvolvimento futuro de necessidades ainda não antecipadas. É neste princípio que se baseia a divisão de responsabilidades entre os computadores e as redes IP.
- B** - Uma funcionalidade equivalente à do protocolo TCP, se não estivesse disponível nos sistemas de operação, não poderia ser implementada noutra nível da rede.
- C** - O protocolo TCP tem de necessariamente ser implementado sobre o protocolo UDP pois existe uma hierarquia estrita entre os diferentes protocolos de transporte.
- D** - O protocolo IP disponibiliza informação aos computadores que o usam sobre o funcionamento interno da rede, dando acesso a informação sobre a taxa de erros extremo a extremo, ou a velocidade de transferência extremo a extremo.

- 4) Um canal de dados ponto a ponto, dedicado, bidirecional e *full-duplex*, que interliga dois computadores, tem a velocidade de transmissão (*bit rate*) de 1 Mbps e uma taxa de erros desprezável. O tempo de propagação de uma extremidade à outra é de 25 milissegundos. Qual o tamanho mínimo do pacote de dados a usar que permite uma taxa de utilização do canal com um protocolo *stop & wait* de pelo menos 50%.

Para os seus cálculos admita que as mensagens de confirmação (ACK) têm um tempo de transmissão desprezável e que o tempo de processamento também é desprezável.

(escolha a opção que na sua opinião mais se aproxima da solução certa, notando que os tamanhos indicados para a sua escolha estão expressos em bits).

25 50 100 250 5.000 1.000 2.500 5.000
10.000 25.000 50.000 100.000 250.000 500.000

- 5) Os computadores **A** e **B** estão a usar o protocolo de janela deslizante com uma janela de 2 blocos de dados de 20.000 bits cada um para a transmissão de dados de **A** para **B**. O tempo de transmissão de cada bloco de dados é de 10 milissegundos e o tempo de propagação entre **A** e **B** é de 50 milissegundos.

Admitindo que não há erros e desprezando o tempo de processamento e o tempo de transmissão dos ACKs, qual o tempo total aproximado em segundos que leva a transmitir um ficheiro com 4.000.000 bits através desse protocolo? (escolha a opção que na sua opinião mais se aproxima da solução certa):

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 18 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | segundos |

- 6) Qual ou quais das seguintes afirmações sobre o protocolo TCP são verdadeiras:

- A** - Numa conexão TCP, o *timeout* do emissor é apenas ativado no fim da transmissão de toda a janela.
- B** - Num pacote IP são encapsulados um ou mais segmentos TCP.
- C** - Numa conexão TCP, o valor do *timeout* do emissor é quase sempre constante.
- D** - Numa conexão TCP, quando não se está a usar a opção SACK do protocolo, a janela do recetor tem sempre a dimensão do MSS.
- E** - Numa conexão TCP, o mecanismo *FAST RETRANSMIT* foi introduzido porque se pressupõe que a janela do recetor tem sempre a dimensão do MSS.
- F** - Numa conexão TCP o valor inicial do número de sequência é escolhido usando um mecanismo pseudo-aleatório para combater a possibilidade de haverem ataques do tipo *SYN-FLOOD*.
- G** - Numa conexão TCP o valor inicial do número de sequência é escolhido usando um mecanismo pseudo-aleatório para identificar o momento em que a conexão foi aberta.
- H** - Numa conexão TCP o valor inicial do número de sequência é escolhido usando um mecanismo pseudo-aleatório para tentar evitar que um segmento antigo seja confundido com um segmento da nova conexão.

- 7) Um servidor de *on-demand streaming* envia um fluxo contínuo, com débito constante de 2 Mbps de informação, para um cliente por TCP. O tempo de trânsito entre o servidor e o cliente é de 120 ms. Sabe-se que o cliente tem um *playback buffer* com 4 Mbytes que momentaneamente está cheio.

Admitindo que o TCP do emissor pára de enviar dados devido a um episódio de saturação momentânea da rede, quanto tempo máximo pode durar essa paragem?

(Escolha a opção que mais se aproxima da solução certa. As opções indicadas estão expressas em segundos.)

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 15 |
| 18 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | segundos | |

8) A regulação do valor dos alarmes (*timeouts*) usados pelo emissor de segmentos TCP é particularmente delicada.

a) Indique os inconvenientes de um alarme cuja duração é demasiado curta.

b) Indique os inconvenientes de um alarme cuja duração é demasiado longa.

c) Indique resumidamente como é que no protocolo TCP se calcula a duração do alarme usado pelo emissor.

- 9) O computador **A** tem uma ligação TCP a um servidor **S** pelo que lhe envia mensagens contendo segmentos TCP. **A** e **S** estão ligados através de vários computadores e diversos canais Ethernet. **A** tem o endereço IP 10.0.1.12 no prefixo 10.0.1.0/24 e **S** tem o endereço IP 10.10.100.64 no prefixo 10.10.100.0/24. Quer na emissão, quer na receção, essas mensagens trocadas entre **A** e **S** têm três cabeçalhos (cabeçalho do *frame* Ethernet, cabeçalho IP e cabeçalho TCP).

Repare que durante o transporte de uma dessas mensagens de **A** para **S** alguns cabeçalhos **podem eventualmente** ser alterados. Qual ou quais das seguintes afirmações são verdadeiras ?

- A** – Os três cabeçalhos da mensagem recebida por **S** contendo um segmento TCP são geralmente os mesmos que os da mensagem transmitida por **A** (formada por *frame* Ethernet + pacote IP + segmento TCP)
- B** – Os cabeçalhos do *frame* Ethernet e o cabeçalho IP da mensagem recebida por **S** são exatamente os mesmos que os da mensagem transmitida por **A** mas o cabeçalho TCP é diferente
- C** – Os cabeçalhos do *frame* Ethernet e o cabeçalho IP da mensagem recebida por **S** são diferentes dos da mensagem transmitida por **A** mas o cabeçalho TCP é igual
- D** – O cabeçalho do *frame* Ethernet da mensagem recebida por **S** é exatamente o mesmo que o da mensagem transmitida por **A** mas os cabeçalhos IP e TCP são diferentes.
- 10) O servidor de *caching* DNS local da FCT/UNL leva em média 30 milissegundos para executar um pedido e receber a resposta de um servidor DNS externo à FCT/UNL. Em contrapartida, um computador na rede da FCT/UNL leva um tempo desprezável para consultar esse servidor DNS local. O tempo de processamento pelos servidores é desprezável.

Num determinado momento, na *cache* do servidor DNS local da FCT/UNL apenas estão os endereços IP dos servidores DNS da *root*. Quanto tempo leva um computador na FCT/UNL a obter, através do servidor DNS local, o endereço IP necessário para poder aceder ao URL <http://www.wikipedia.org:80/pt> ?
(Indique de entre as opções seguintes o valor em milissegundos que mais se aproxima da resposta certa)

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 120 | 150 | 180 | 200 |
| 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 1000 | ms |

- 11) Um cliente HTTP (por exemplo um *WEB Browser WEB*) acede a uma página HTML num servidor. Depois de obter essa página, o cliente deduz que a mesma tem 6 imagens e que as mesmas devem ser obtidas igualmente, a partir desse mesmo servidor, para mostrar o conteúdo total 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 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):

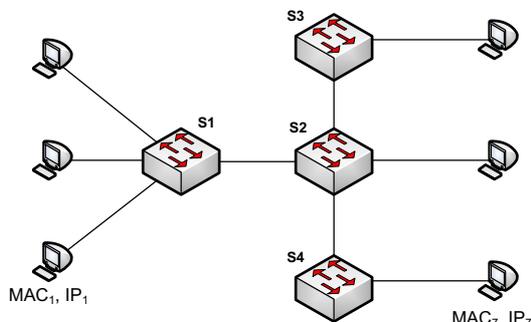
| | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 |
| 1100 | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 | 2000 |

- 12) Quantos prefixos IP de comprimento /24 existem dentro do prefixo 87.103.0.0/17? (indique o valor que mais se aproxima da resposta certa):

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|----|----|----|-----|-----|-----|------|------|
| 1 | 2 | 4 | 8 | 16 | 32 | 64 | 128 | 256 | 512 | 1024 | 2048 |
|---|---|---|---|----|----|----|-----|-----|-----|------|------|

13) Considere a rede de computadores Ethernet descrita na figura abaixo.

Inicialmente os computadores não conhecem nenhum endereço dos computadores que lhe estão ligados. O computador com o endereço nível rede IP_1 envia um pacote para o computador com o endereço de nível rede IP_7 e este depois respondeu-lhe com outro pacote IP. O envio de cada um dos dois pacotes IP é antecedido de ARP requests para se obter o endereço nível canal (os chamados *MAC addresses*) do computador com um dado endereço IP. (Recorde-se que os ARP requests são perguntas como por exemplo: quem tem o endereço IP_7 ? pergunta o computador de endereço nível rede IP_1 antes de poder enviar um pacote ao computador de endereço rede IP_7).



a) No final desta troca de pacotes entre os dois computadores quantas inundações houve nesta rede?

- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

b) No final desta troca de pacotes quais dos seguintes endereços ficou o switch S3 a conhecer?

- 1 - IP_1 2 - IP_7 3 - MAC_1 4 - MAC_7

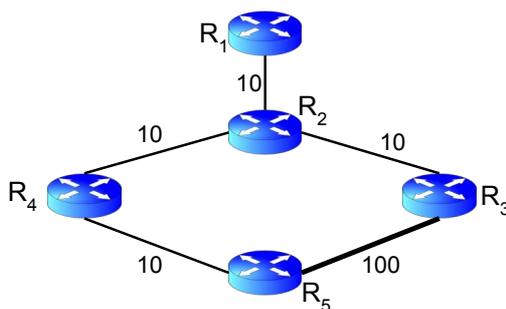
14) [Pergunta difícil cuja cotação é um bônus] Invente e descreva uma forma de introduzir um mecanismo de prioridades nos canais de difusão Ethernet baseados em fios. Há alguma razão para a sua proposta não ter sido adotada neste tipo de canais? Justifique as suas respostas.

15) Um computador cliente recebeu uma oferta DHCP (*DHCP offer*) do servidor DHCP da rede da FCT/UNL. Nesta rede há muitos computadores mas um só servidor DHCP. O cliente, depois de receber esta mensagem, enviou um *DHCP request* com o mesmo endereço IP e finalmente o servidor respondeu com o *ACK* final. Pouco depois o servidor DHCP teve um *crash* e foi abaixo antes da *lease* do cliente expirar. O servidor DHCP não recuperou da avaria senão 24 horas depois e não havia mais nenhum servidor DHCP disponível na rede da faculdade durante esse tempo.

Qual ou quais das seguintes afirmações são de certeza verdadeiras?

- A - O cliente perdeu a conectividade com a Internet porque o servidor DHCP deixou de encaminhar os seus pacotes para a Internet.
- B - O cliente apercebeu-se do *crash* do servidor DHCP quando a *lease* expirou.
- C – Outros clientes deixaram de conseguir obter endereços IP na rede da FCT/UNL.
- D – O cliente deixou de conseguir aceder a sites WEB porque deixou de resolver *queries* DNS na FCT/UNL.
- E – O cliente deixou de ter atualizações da sua tabela de encaminhamento.

16) 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). Neste algoritmo os *routers* anunciarão, periodicamente e sempre que necessário, os seus vetores de distâncias, e guardam os vetores de distâncias recebidos de cada um dos seus vizinhos após o seu processamento. Suponha que, atingido o instante t1, o protocolo de encaminhamento estabilizou, tendo todos os *routers* calculado corretamente as suas tabelas de encaminhamento.



a) Indique os vetores de distância enviados periodicamente por R3 aos seus vizinhos quando a rede está estável e admitindo que NÃO se está a usar a técnica de POISON REVERSE:

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

b) Indique os vetores de distância enviados periodicamente por R5 aos seus vizinhos quando a rede está estável e admitindo que NÃO se está a usar a técnica de POISON REVERSE:

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

- c) Indique os vetores de distância enviados periodicamente por R₃ aos seus vizinhos quando a rede está estável e admitindo que se está a usar a técnica de POISON REVERSE:

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

- d) Indique os vetores de distância enviados periodicamente por R₅ aos seus vizinhos quando a rede está estável e admitindo que se está a usar a técnica de POISON REVERSE:

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

- e) Mais tarde o canal entre R₁ e R₂ avaria e R₂ faz uma anúncio de que a distância a R₁ passou a ser infinita. Admitindo que NÃO se está a usar a técnica de POISON REVERSE é possível entrar-se num ciclo COUNT TO INFINITY nesta rede? Justifique

- f) Mais tarde o canal entre R₁ e R₂ avaria e R₂ faz uma anúncio de que a distância a R₁ passou a ser infinita. Admitindo que se está a usar a técnica de POISON REVERSE é possível entrar-se num ciclo COUNT TO INFINITY nesta rede? Justifique

- g) Perante a mesma avaria de canal, caso a rede utilizasse um protocolo do tipo LINK-STATE é possível a mesma entrar num ciclo COUNT TO INFINITY? Justifique