



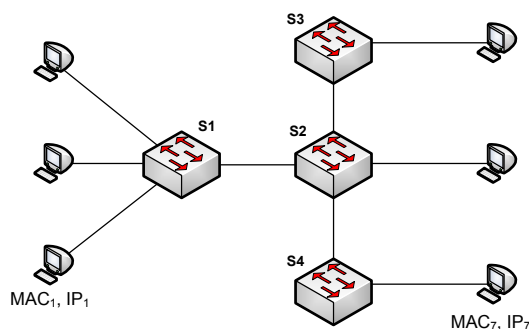
Departamento de Informática
Faculdade de Ciências e Tecnologia
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Mestrado em Engenharia Informática
Teste de Redes de Computadores TCP/IP
Ano lectivo: 2014-2015 – 23 de Outubro de 2014

Teste com 10 páginas e 11 questões, 2h00 de duração e sem consulta. Pode responder a lápis, não pode usar calculadora, tablete ou telefone, não pode “desagrarar” o teste.

Aluno nº _____ Nome: _____

- 1) Abaixo está desenhada uma rede com os *switches* Ethernet $S_1 \dots S_4$. Aos *switches* estão ligados vários computadores com uma só interface à qual estão associados um endereço de nível 2, ou endereço MAC, e um endereço de nível rede, ou endereço IP. O computador com endereço IP_1 enviou dois pacotes IP para o computador com endereço IP_7 e este respondeu com um pacote IP a cada um deles. Cada pacote IP foi encapsulado num único *frame* Ethernet. Repare que cada um dos computadores teve de usar primeiro o protocolo ARP para descobrir os endereços de nível MAC associados aos computadores aos quais necessitou de enviar pacotes IP. Os pedidos ARP são enviados em *broadcast* e as respostas são enviadas em *unicast*.



- a) Os **endereços** de *multicast* e o endereço de *broadcast* de nível MAC são memorizados nas *MAC address tables* dos *switches* $S_1 \dots S_4$? Justifique a sua resposta.

- b) Os endereços IP são memorizados pelos *switches* S_1 S_4 ? Justifique a sua resposta.

- c) No fim destas troca de *frames* que endereços MAC (*MAC address tables*) ficaram nas tabelas de cada um dos *switches* S_1 a S_4 ?

S_1	S_2	S_3	S_4
-------	-------	-------	-------

- d) No fim destas troca de *frames* quantos *frames* atravessaram cada um dos *switches* S_1 a S_4 ?

S_1	S_2	S_3	S_4
-------	-------	-------	-------

2) Num canal sem fios suportado no protocolo IEEE 802.11 (canal WIFI), que é baseado no método CSMA/CA, é utilizado um mecanismo que permite ao emissor de um *frame unicast* saber se o mesmo foi recebido com sucesso ou não, e repetir a emissão até obter sucesso ou decidir abandonar a emissão tendo em consideração que já tentou um certo número de vezes. Descreva esse mecanismo e indique o que conclui o emissor quando a emissão tem sucesso e que conclusões pode tirar quando a emissão não tem sucesso.

O mecanismo é o:

Se o mesmo funciona com sucesso o emissor conclui que:

Se o mesmo não funciona o emissor conclui que:

3) Indique pelo menos duas razões para se usar o mecanismo referido na questão 2). Essas razões não estão presentes nos canais Ethernet com fios em que se utiliza o método CSMA/CD.

4) A utilização de ARP requer o envio de *broadcasts* de *frames* ARP. Tendo em consideração a sua resposta à questão 2), indique como funciona o envio de *frames broadcast* ou *multicast* num canal IEEE 802.11 e quais as repercussões dessa implementação.

5) Para diminuir o impacto negativo da forma como são detectadas as colisões após o início da transmissão num canal sem fios suportado no protocolo IEEE 802.11, foi introduzido um mecanismo designado por RTS/CTS para que o emissor tente “reservar” antecipadamente o canal. Descreva muito sucintamente esse mecanismo e diga se o mesmo dá mais rendimento quando se pretende enviar *frames* de menor ou de maior dimensão ? Risque a opção errada e justifique.

Esse mecanismo consiste em:

Dá mais rendimento se os *frames* forem de pequena / grande dimensão porque:

6) As mensagens do protocolo STP (*Spanning Tree Protocol*) designam-se por BPDUs (Bridge Protocol Data Units) e estão representadas a seguir.

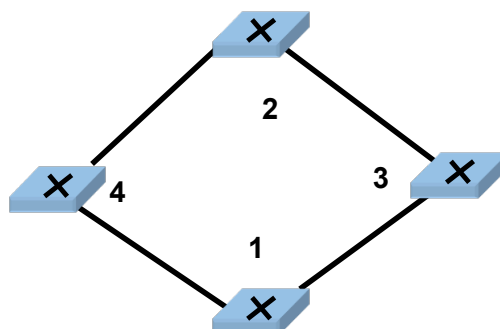
BPDUs format:

Protocol ID	Protocol version ID	BPDUs type	Flags	Root ID	Root path cost	Switch ID	Port ID	Message age	Max age	Hello time	Forward delay
2 bytes	1 byte	1 byte	1 byte	8 bytes	4 bytes	8 bytes	2 bytes	2 bytes	2 bytes	2 bytes	2 bytes

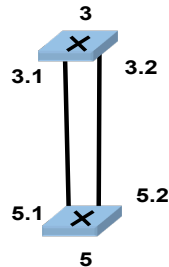
a) Descreva sucintamente o protocolo STP:

b) Quando um *switch* recebe um BPDUs, em que condições exatas ele o vai difundir por todas as suas portas excepto pela porta pela qual ele o recebeu, isto é, faz *flooding* do mesmo:

c) Na rede indicada a seguir existem 4 *switches*. Cada um, por hipótese, tem assinalado o seu Mac Address (que funciona como ID nestes casos). Todos os canais têm a mesma capacidade. Marque a árvore de cobertura calculada pelo STP e justifique.



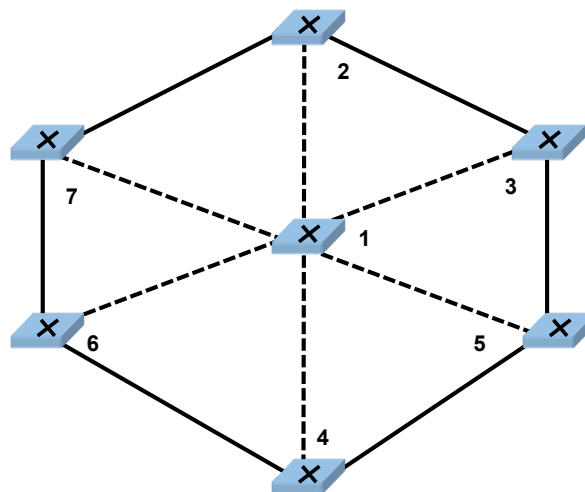
- d) Na rede indicada a seguir existem 2 *switches*. Cada um, por hipótese, tem assinalado o seu Mac Address (que funciona como ID nestes casos). Estão também assinalados os identificadores das portas (3.1 e 3.2 são as portas 1 e 2 de 3, 5.1 e 5.2 são as portas 1 e 2 de 5). Os dois canais têm a mesma capacidade. Marque a árvore de cobertura calculada pelo protocolo STP:



- e) Indique dos seguintes campos quais os que são relevantes para um *switch* calcular qual a sua **Root Port** (faça um círculo sobre cada um dos que são usados na lista abaixo):

Flags	Root ID	Root Path Cost	Switch ID	Port ID	Mess. Age
-------	---------	----------------	-----------	---------	-----------

- 7) Considere a rede da figura abaixo baseada num conjunto de canais Ethernet *full-duplex* (a 100 Mbps os traços fortes e a 10 Mbps os a tracejado leve) interligando um conjunto de *switches* que executam o protocolo STP e em que, por hipótese, cada um tem assinalado o seu Mac Address (que funciona como ID nestes casos). O tráfego principal na rede é o que se passa entre os *switches* 4, 5 e 6 sendo o restante tráfego entre os outros *switches* muito inferior. A rede tem um erro de fundo na sua concepção. Proponha uma solução para o mesmo tendo em consideração que só pode alterar a parametrização do STP.



8) Dois computadores IP estão ligados entre si diretamente através de uma mesma rede Ethernet *switched*, sendo usadas em ambos os computadores apenas as interfaces en0, que foram parametrizadas através dos comandos:

Computador 1: `ifconfig en0 192.168.0.190 / 24` // esta versão do ifconfig não precisa de mais indicações
Computador 2: `ifconfig en0 192.168.0.40 / 28` // para parametrizar completamente as interfaces

Não existe nenhum *router* na rede. Só computadores com uma única interface que foi parametrizada como indicado.

Qual o resultado de executar no computador 1 o comando: `ping 192.168.0.40` ? Justifique a sua resposta.

9) Considere que um *router* **R** encaminha pacotes destinados aos endereços IP indicados da seguinte forma:

Um pacote com o endereço de destino **128.6.4.2** é enviado para o *next hop* **A**

Um pacote com o endereço de destino **128.6.236.16** é enviado para o *next hop* **B**

Um pacote com o endereço de destino **128.6.29.131** é enviado para o *next hop* **C**

Um pacote com o endereço de destino **128.6.228.43** é enviado para o *next hop* **D**

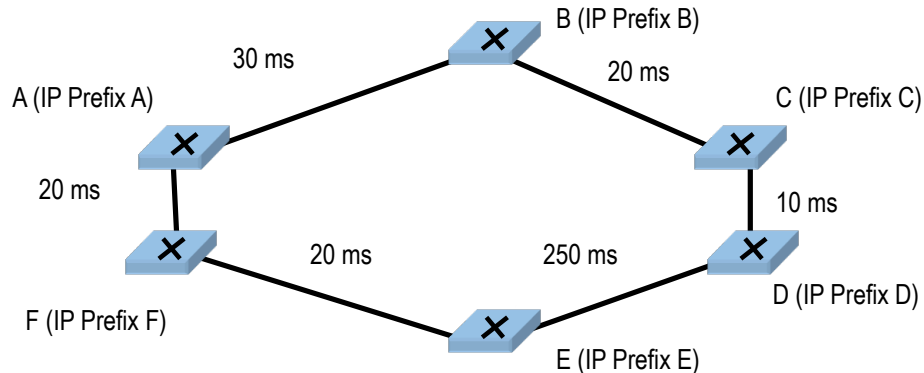
Complete a tabela de encaminhamento do *router* **R** que pode conduzir a esse comportamento de R usando o prefixo mais curto que seja possível em cada uma das entradas a seguir:

Prefixo IP (na notação rede / dimensão do prefixo)	<i>Next hop</i>
	A
	B
	C
	D

Mesma questão mas usando o prefixo mais longo:

Prefixo IP (na notação rede / dimensão do prefixo)	<i>Next hop</i>
	A
	B
	C
	D

10) Considere a rede continental simples da figura abaixo, baseada num conjunto de *routers* (A a F) interligados por canais ponto a ponto com a capacidade de 1 Gbps. Ao lado de cada canal está indicado o tempo de propagação em milissegundos. Repare que um desses canais tem um tempo de propagação muito elevado pois baseia-se em satélite e tem um grande comprimento. Nesta rede, por hipótese, cada *router* dá acesso a uma rede local que usa o prefixo IP indicado ao lado do nome do *router*. Assim, na tabela de encaminhamento desses *routers*, após estabilização, existem 6 prefixos IP, um por cada *router*. Por exemplo, o *router* A anuncia o prefixo 192.168.1.0/24 enquanto que o *router* D anuncia o prefixo 192.168.100.0/24.



A rede indicada usa o protocolo RIP para preencher as tabelas de encaminhamento dos *routers*. Por hipótese, considere desprezável o tempo que os *routers* levam a emitir e processar anúncios RIP e a atualizarem as tabelas de encaminhamento. Alguns dos temporizadores usados no RIP desta rede são os seguintes: faz-se um anúncio de 30 em 30 segundos e o Hold-down Timer vale 60. **Nas alíneas abaixo indique entre os valores indicados qual o mais próximo da resposta correta.**

a) O *router* D passa a anunciar um novo prefixo IP (IP Prefix K). Quanto tempo leva a rede a convergir a partir do primeiro anúncio de K, isto é, a todos os *routers* passarem a encaminhare para K?

A rede converge em: 10, 20, 70, 80, 100, 150, 200, 250, 280, 300, 310, 400, 450, 1000, 2000 ms
ou em: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 ou mais segundos

b) Mais tarde o *router* D passa a anunciar o prefixo IP K à distância 16 pois a respectiva interface foi abaixo. Quanto tempo leva a rede a convergir (todos os *routers* vêm K à distância 16)?

A rede converge em: 10, 20, 70, 80, 100, 150, 200, 250, 280, 300, 310, 400, 450, 1000, 2000 ms
ou em: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 ou mais segundos

c) Passados 30 segundos sobre o anúncio de K à distancia 16 referido na b), o *router* D anuncia o prefixo IP K de novo à distancia de 1 *hop*. Quanto tempo leva a rede a partir daí a convergir (K voltou a estar alcançável em todos os *routers*)? Justifique a sua resposta neste caso.

A rede converge em: 10, 20, 70, 80, 100, 150, 200, 250, 280, 300, 310, 400, 450, 1000, 2000 ms
ou em: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 ou mais segundos

d) Caso o Hold-Down Timer do RIP tenha o valor 0, isto é, este mecanismo deixa de ter efeito, é possível surgir a anomalia “contagem para o infinito” nesta rede nas condições da **b)**? Justifique a sua resposta ilustrando, se for o caso, como o processo poderia ter lugar.

Admita nas alíneas seguintes que a rede passou a ser controlada pelo OSPF com os seguintes temporizadores. Tempo de espera para se fazer um anúncio (envio de um LSA) depois de se detectar uma alteração numa interface = 10 milissegundos (quer a interface venha up ou down). Tempo de espera após se receber um LSA para começar a calcular a nova tabela de encaminhamento = 10 ms. O tempo para calcular a nova tabela de encaminhamento e o tempo de espera para o envio aos vizinhos de um LSA acabado de receber são ambos desprezáveis.

e) O *router* D anuncia um novo prefixo IP (IP *Prefix* K). Quanto tempo leva a rede a convergir a partir do primeiro anúncio de K, isto é, a todos os *routers* passam a encaminharem para K?

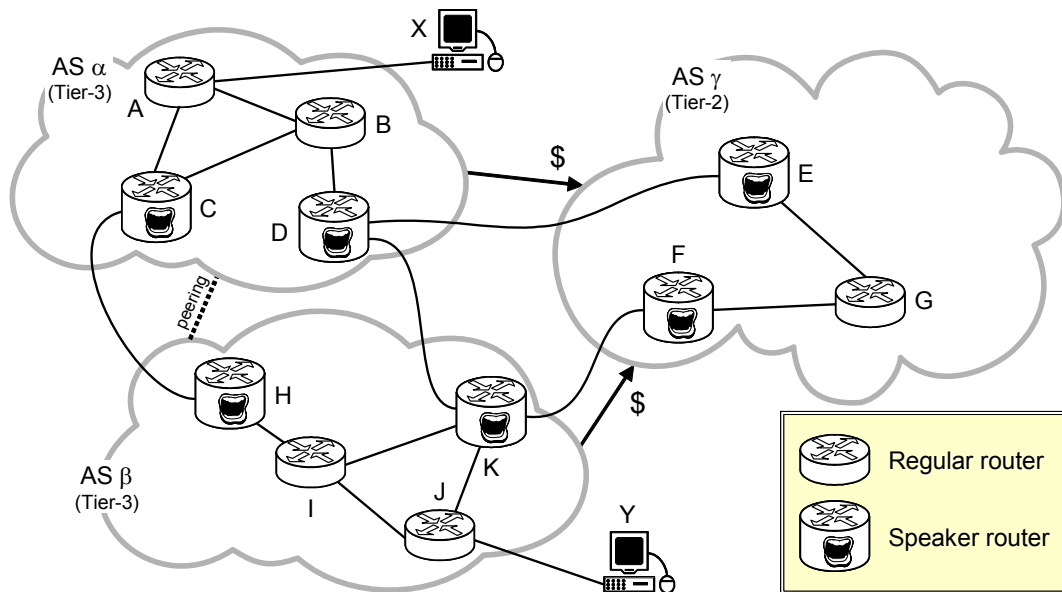
A rede converge em: 10, 20, 70, 80, 100, 150, 200, 250, 280, 280, 300, 310, 400, 450, 1000, 2000 ms
ou em: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 ou mais segundos

f) Mais tarde o *router* D anuncia que o prefixo IP K deixou de estar acessível pois a respectiva interface foi abaixo. Quanto tempo leva a rede a convergir?

A rede converge em: 10, 20, 70, 80, 100, 150, 200, 250, 280, 280, 300, 310, 400, 450, 1000, 2000 ms
ou em: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 ou mais segundos

g) Argumente sobre se o OSPF pode ou não introduzir inundação de anúncios repetidos de mudança de estado (LSAs) na rede (*broadcast storms*), ou pode dar-se alguma situação em que a rede nunca convirja? Justifique as suas respostas.

11) Considere o conjunto de sistemas autónomos Alfa (α), Beta (β), Gama (γ). Alfa e Beta são *peers* e ambos compram trânsito a Gama. Os *speaker nodes* são os *border routers* que falam BGP com os *border routers* do AS vizinho. Em todos os ASs usa-se *hot potato routing* para selecionar a saída mais próxima para o AS vizinho. Os anúncios realizados são os compatíveis com as relações comerciais existentes entre os ASs. Os ASs que são *peers* não fornecem *backup* um ao outro. Todos os *AS Paths* entre ASs vizinhos diretos têm comprimento 1 (o mesmo AS não é repetidos no *AS path*). Todos os caminhos internos a um AS têm o custo OSPF 100.



- a) De quantos *AS Paths* dispõem os clientes de Beta (por exemplo Y) para chegar a clientes de Alfa (por exemplo X) e qual é escolhido?

- b) Porque caminho em termos de *routers* individuais segue o tráfego de X para Y e vice versa?

X para Y:

Y para X:

- c) É possível o tráfego de X para Y e vice-versa seguirem sempre pelo mesmo caminho ? Em que situações isso seria possível?

- d) É possível o tráfego de X para Y e vice-versa seguirem por um *AS Path* que atravessasse o AS Gama? Que seria necessário para que isso acontecesse?

- e) Admita que o AS Gama tem conectividade para o resto da Internet. Como se asseguraria que o tráfego dos clientes de Beta (por exemplo Y) não vá para a Internet via o AS Alfa caso a ligação de Beta a Gama vá abaixo?

- f) Admita que o AS Gama tem conectividade para o resto da Internet. Como se asseguraria que o tráfego dos clientes de Beta (por exemplo Y) vão para a Internet via o AS Alfa caso a ligação de Beta a Gama falhe, mas use sempre a ligação direta a Gama caso a mesma esteja disponível? Ou seja como se assegura que Alfa dê backup a Beta da ligação à Internet.