



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 – 27 de Novembro de 2014

Teste com 8 páginas, 7 questões, 2 horas de duração. Sem consulta. Não pode usar calculadora ou telemóvel.

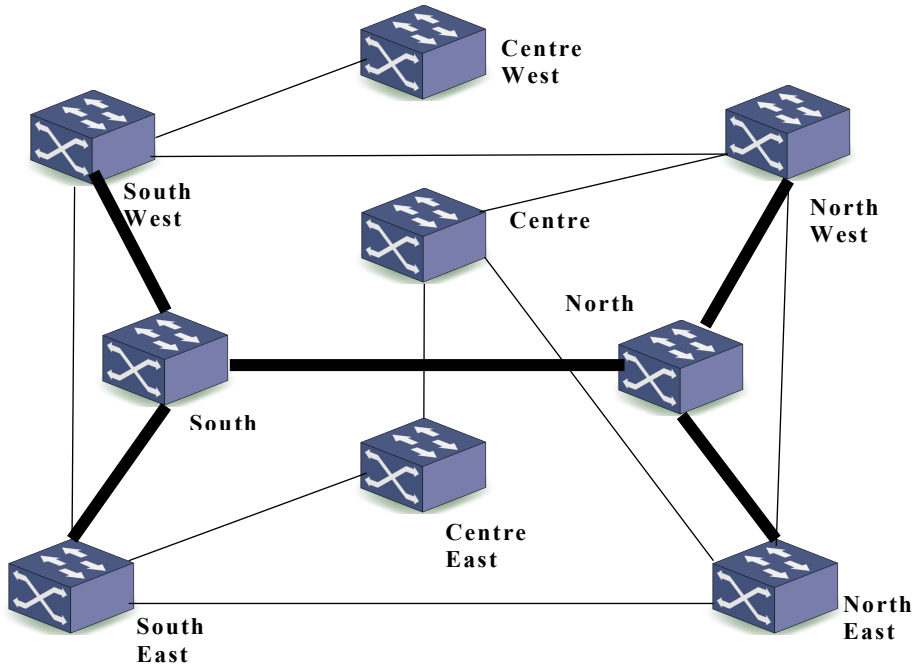
Aluno nº _____ Nome: _____

NÃO ESCREVER NESTE ESPAÇO

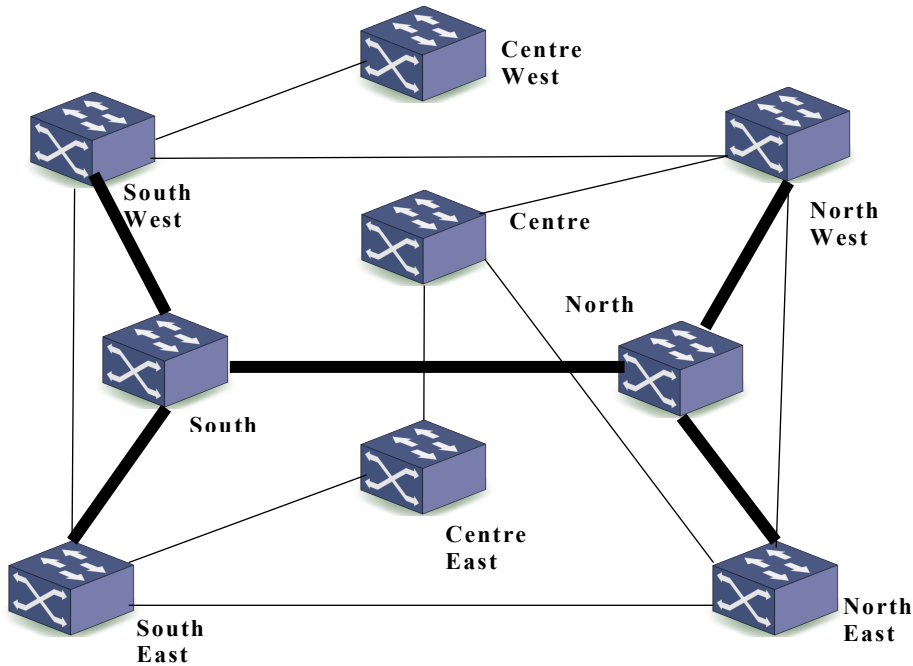
- 1) a) b) c) d)
- 2) a) b)
- 3) a) b) c) d)
- 4) a) b) c)
- 5)
- 6)
- 7)

1) O grafo abaixo modeliza uma rede que interliga vários *routers* IP através de canais. Os canais desenhados com uma linha fina têm a capacidade de 10 Mbps. Os desenhados com uma linha grossa têm a capacidade de 100 Mbps.

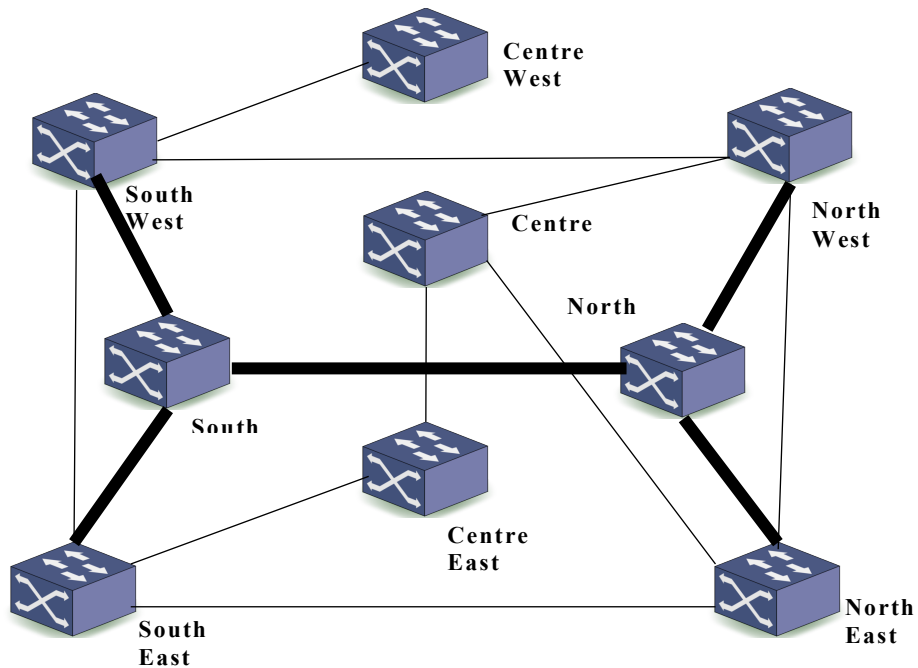
a) Admita que o protocolo de encaminhamento é **RIP** e que o protocolo de encaminhamento *multicasting* é **PIM-SM** com o “*rendez-vous point*” no nó **South West** (**ip pim rp-address 192.168.0.4**) e todos os *routers* têm a parametrização **ip pim spt threshold infinity**. Desenhe a árvore construída por defeito pelo protocolo PIM-SM (árvore de caminhos mais curtos com raiz no *rendez-vous point*) para encaminhamento de tráfego IP *multicasting* admitindo que existem receptores em todos os nós.



b) Situação idêntica à da alínea a) mas o protocolo de encaminhamento **ponto a ponto** é **OSPF**.



c) Admita que na mesma rede, gerida com OSPF e IP PIM-SM, tinha um grupo IP *multicast* com receptores em todos os *routers* e com 2 emissores, respectivamente nos nós **Centre** e **North**. Cada um deles emite um *stream* CBR (Constant Bit Rate) UDP com 4,5 Mbps de débito. Pretende-se arranjar uma solução de fazer o *multicasting* que consiga ser óptima do ponto de vista de carregar o menos possível os canais da rede. Pode usar uma ou duas árvores. Indique na figura a árvore ou árvores *multicast* que acha que deviam ser usadas.



d) Que parametrizações Cisco IOS de *multicasting* das seguintes: **ip pim spt threshold** e **ip pim rp-address** deveria dar aos diferentes *routers* da rede (para além do encaminhamento IP multicasting nos routers e em todas as diferentes interfaces que já estão ativados por hipótese):

Router NW:

Router N:

Router NE:

Router SW:

Router S:

Router SE:

Router C:

Router CE:

Router CW:

2) No paper de Y. Dalal and R. Metcalf, “Reverse Path Forwarding of Broadcast Packets”, é proposta uma técnica de realizar a difusão de um pacote para o conjunto dos nós da rede. O *paper* propõe duas versões do algoritmo, uma mais simples, semelhante a *flooding* otimizado, e outra, a estendida, que é um melhoramento do *flooding*.

a) Suponha que a mesma rede é gerida por **RIP** para o IP unicasting e **IP PIM Sparse Mode** para o IP multicasting. O rendez-vous point é o nó N e todos os *routers* da rede estão na árvore de difusão de que N é a raiz. Existe um grupo IP Multicast G com membros em todos os *routers*. Se o nó N começar a emitir pacotes dirigidos ao grupo G, são enviados no total no conjunto da rede mais pacotes com IP PIM Sparse Mode ou com o algoritmo apresentado no *paper* na sua versão mais simples? Justifique a sua resposta.

O encaminhamento com IP Multicasting PIM Sparse Mode gasta(escolha uma das opções: menos, os mesmos ou mais) pacotes para fazer a difusão do que se a mesma for baseada no algoritmo proposto no *paper* na sua versão mais simples.

Justificação da resposta:

b) Responda à mesma questão que a da a) mas supondo agora que a versão do algoritmo do *paper* é a versão estendida e otimizada? Justifique a sua resposta.

O encaminhamento com IP Multicasting PIM Sparse Mode gasta(escolha uma das opções: menos, os mesmos ou mais) pacotes para fazer a difusão do que se a mesma for baseada no algoritmo proposto no *paper* na sua versão otimizada.

Justificação da resposta:

c) Como sabe o protocolo RIP usa o mecanismo de “*poison reverse*”. Como pode este mecanismo ser usado para realizar uma implementação simples da versão estendida e mais eficiente do protocolo proposto no *paper* acima citado.

3) O canal C, com a capacidade de 6 Mbps, é atravessado por 12 fluxos de tráfego UDP de 500 Kbps (na origem) cada um, e 12 fluxos de tráfego TCP, cujos emissores podem emitir ao débito máximo de 2 Mbps.

a) Com uma política de gestão da fila de espera do canal C do tipo FIFO (First In First Out) qual a potencial divisão da capacidade disponível entre fluxos ?

Cada fluxo UDP usa em média no total:	bps do canal C (pode indicar uma fracção apenas)
Cada fluxo TCP usa em média no total:	bps do canal C (pode indicar uma fracção apenas)
Justificação:	

b) Pretende-se tornar a utilização do canal C o mais equitativa possível entre os diferentes fluxos e resolveu-se adoptar um mecanismo de gestão da fila de espera do tipo *fair queueing*. O mesmo não pode usar mais do que 24 filas de espera. Como fica a distribuição de capacidades entre os fluxos?

Cada fluxo UDP usa em média no total:	bps do canal C (pode indicar uma fracção apenas)
Cada fluxo TCP usa em média no total:	bps do canal C (pode indicar uma fracção apenas)
Justificação:	

c) Pretende-se tornar a utilização do canal C o mais equitativa possível entre os diferentes fluxos através de um mecanismo de gestão da fila de espera do tipo *fair queueing*. O problema é que não se podem usar mais do que 12 filas de espera. Com uma distribuição aleatória dos fluxos pelas filas de espera pode ou não ser impossível conseguir equidade entre fluxos? Se não, que se pode fazer para assegurar essa equidade?

--

d) Pretende-se sujeitar a utilização do canal C a uma política de gestão da fila de espera do tipo *class based fair queueing*. Definiram-se 3 classes. A classe TCP que fica com 33% da capacidade do canal, a classe UDP que fica com 33% da capacidade do canal e a classe OUTROS que fica com a parte residual disponível e é gerida igualmente por *fair queueing*. O canal C, com a capacidade de 6 Mbps, é atravessado por 12 fluxos de tráfego UDP de 500 Kbps (na origem) cada um, e 12 fluxos de tráfego TCP, cujos emissores podem emitir ao débito máximo de 2 Mbps. Como é a distribuição da capacidade do canal pelos fluxos?

Cada fluxo UDP usa em média no total:	bps do canal C (pode indicar uma fracção apenas)
Cada fluxo TCP usa em média no total:	bps do canal C (pode indicar uma fracção apenas)
Justificação:	

4) O protocolo TCP admite um mecanismo opcional de controlo da saturação dito ECN (Explicit Congestion Notification). O mesmo corresponde a uma colaboração entre o nível rede (os *routers* analisam pacotes e modificam eventualmente o seu cabeçalho, nomeadamente ao nível do campo TOS – Type of Service) e o nível transporte que usa a noção de conexão para transportar informação sobre o estado da rede entre ambas as extremidades da conexão.

a) Descreva brevemente em que consiste este mecanismo.

--

b) O mesmo poderia ser usado com o protocolo de transporte UDP? Justifique.

--

5) Na rede da FCT/UNL foi introduzido à entrada da rede um equipamento de controlo do tráfego TCP que utiliza uma técnica intrusiva que consiste em modificar o cabeçalho de todos os segmentos TCP. Isso é realizado alterando o campo *receiver window size* sempre para o valor de 1 K byte em todos os segmentos TCP que o atravessam. O resultado desta política é que a janela máxima de cada emissor TCP (de e para computadores da FCT/UNL) fica limitada a 1 K byte no máximo.

Como resultado da presença deste equipamento, verificou-se que o débito médio das conexões TCP que atravessavam a fronteira da rede baixaram muito, mas que a penalização era diretamente proporcional à distancia à FCT/UNL do computador externo. As conexões dos computadores próximos da FCT/UNL tinham desempenho superior às dos computadores mais afastados. Explique o que se passava.

6) Suponha que um *router* tem um *shaper* associado a uma interface de transmissão. O *shaper* é incrementado ao ritmo de 1 *token* por segundo e admite no máximo 10 *tokens* no contador. O *shaper* só aceita pacotes para o qual existam *tokens* e cada pacote consome um *token*, isto é, se um pacote chega e não pode consumir um *token* do *shaper*, é suprimido. Cada pacote leva 0,1 s a transmitir. Qual o débito médio do canal e qual o tamanho do *burst* máximo (em pacotes). Quando um pacote chega ao *router* e é aceite, calcule o tempo máximo que medeia entre este chegar ao *router* e começar a ser transmitido. Qual o *jitter* máximo que um pacote que chega ao destino pode sofrer neste *router*? Justifique.

Débito médio em pacotes por segundo:

Dimensão em pacotes do *burst* máximo:

Atraso mínimo introduzido pelo *shaper* a um pacote:

Atraso máximo:

7) PERGUNTA DE DESENVOLVIMENTO. Como sabe as redes IP não comportam mecanismos de controlo explícito da saturação, salvo o mecanismo opcional ECN para conexões TCP. De qualquer forma, sabe-se que o rendimento da rede é superior quando os computadores ou os equipamentos da periferia ajustam o seu débito de emissão de pacotes à capacidade disponível na rede até ao destino dos mesmos. Por outro lado, o rendimento da rede e o combate a fenómenos de saturação é mais efetivo se a supressão dos pacotes em excesso tiver lugar tão cedo quanto possível, de preferência à entrada da rede. Desta forma, evita-se suprimir pacotes que já consumiram mais recursos da rede. Numa rede em que a periferia apenas usa IP mas em que o core utiliza MPLS, é possível introduzir um conjunto de mecanismos que melhoram o combate à saturação da rede, aumentam o rendimento que é possível extrair da mesma, e torna-se mais fácil implementar mecanismos suplementares para notificar os computadores da periferia, que só conhecem IP, de que devem diminuir o seu ritmo de emissão quando o mesmo está exagerado. Explique porquê e como isso se pode fazer neste quadro.