



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

Mestrado em Engenharia Informática
Teste de Arquitetura e Protocolos de Redes de Computadores
Ano letivo: 2015-2016 – 11 de Dezembro de 2015

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

A duração do teste é 2 horas com 10 minutos de tolerância.

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

O enunciado contém 9 questões e 7 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 _____

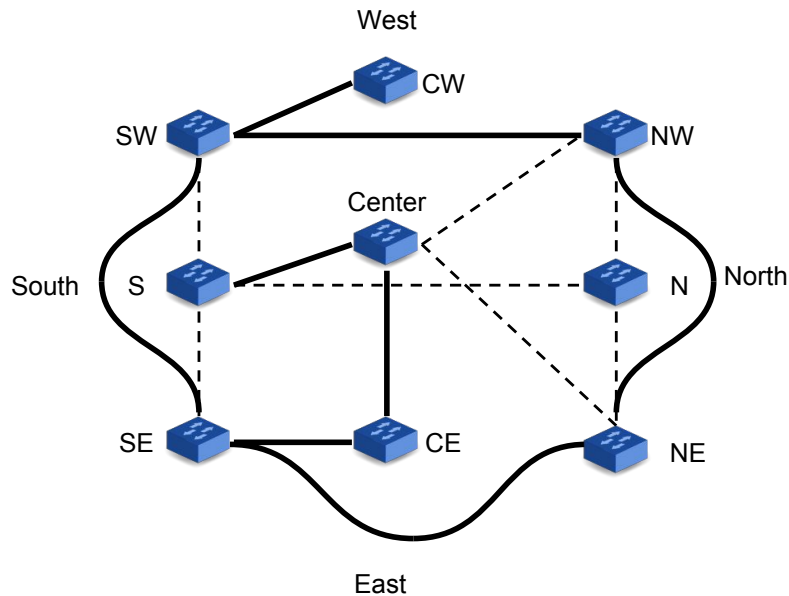
1) No protocolo IGMP o *router* que assegura o encaminhamento dos pacotes IP *multicast* para a rede global difunde periodicamente um *request* (IGMP QUERY) a solicitar que os computadores interessados em subscreverem grupos IP Multicast respondam com um IGMP REPORT diferente por cada grupo.

- a) Numa sub-rede IP existem diversos computadores a subscreverem um único grupo IP Multicast. Que acontece se alguns IGMP REPORTs se perderem?

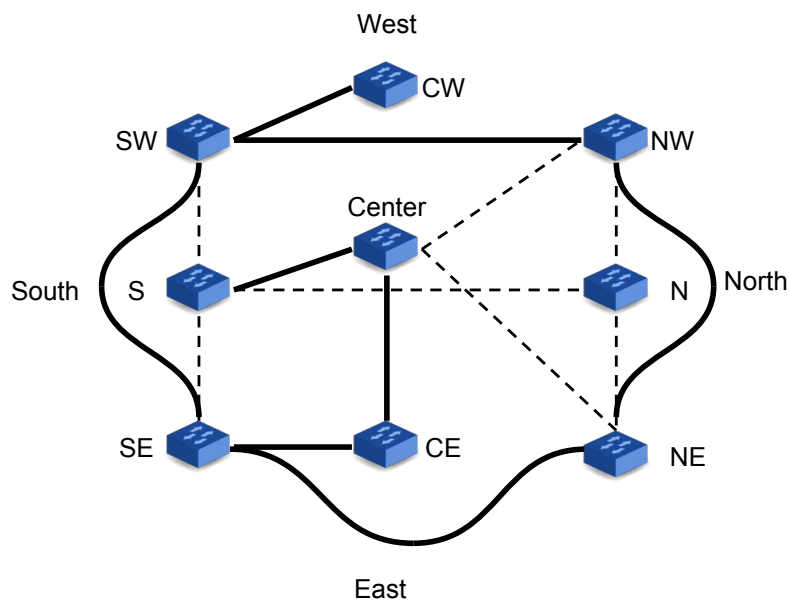
- b) Na versão 2 do IGMP quando um computador deixa de estar interessado num grupo IP Multicast faz o envio de um pacote IGMP especial. Para que serve essa mensagem e que acontece a seguir?

2) O grafo abaixo modeliza uma rede que interliga vários *routers* IP através de canais. Os canais a tracejado têm a capacidade de 10 Mbps. Os a negrito têm a capacidade de 20 Mbps. Todos os canais têm tempo de propagação igual a 5 milissegundos. O protocolo de encaminhamento é OSPF e o débito de referência para cálculo do custo dos canais foi parametrizado para 100 Mbps.

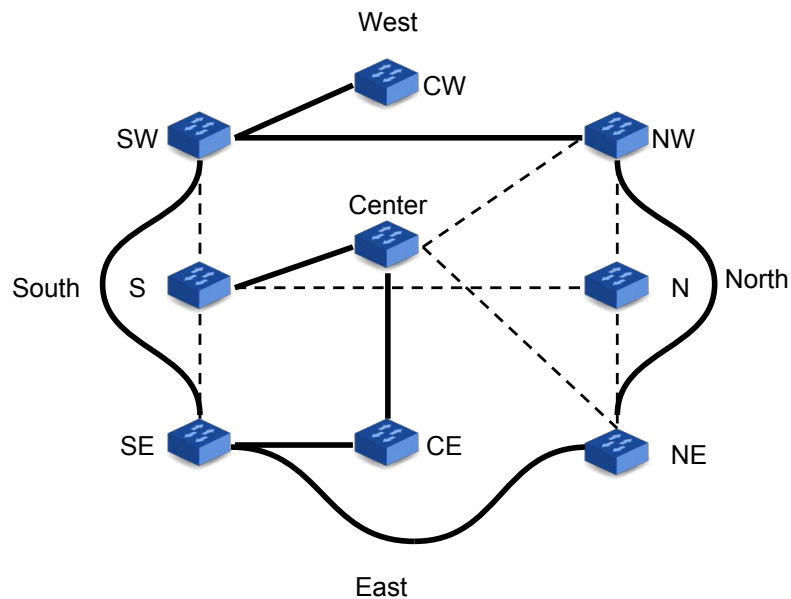
a) Use o diagrama abaixo para indicar os custos dos diferentes canais.



b) Admita que o protocolo de encaminhamento IP *multicasting* é **PIM-SM** com o “*rendez-vous point*” no nó **South East - SE** (ip **pim rp-address 192.168.0.6**) e todos os *routers* têm a parametrização **ip pim spt threshold infinity**. Desenhe a árvore construída por omissão pelo protocolo PIM-SM (árvore de caminhos mais curtos com raiz no *rendez-vous point*) para encaminhamento de tráfego IP *multicasting* admitindo que existem recetores em todos os nós.



c) Admita que tinha um grupo IP *multicast* com recetores em todos os *routers* e com um emissor no router **North - N** que emite um fluxo UDP com 5 Mbps de débito. Como referido, o tempo de trânsito em todos os canais é igual a 5 milissegundos. Pretende-se arranjar uma solução para fazer o *multicasting* com a árvore mais adequada à situação. Indique na figura a árvore *multicast* que devia ser usada.



d) Que parametrizações Cisco IOS de *multicasting* dos tipos **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):

3) Um canal com o débito de 10 Mbps, é atravessado por 10 fluxos de tráfego UDP e 10 fluxos de tráfego TCP. Cada fluxo UDP é de 1 Mbps (na origem). Os emissores dos fluxos TCP não têm, neste contexto, limite do débito máximo que podem usar a não ser o limite imposto por este canal e têm RTTs semelhantes. Justifique as respostas.

- a)** Com uma política de gestão da fila de espera do canal 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
Cada fluxo TCP usa em média no total:	bps
Justificação:	

- b)** Pretende-se tornar a utilização do canal C o mais equitativa possível entre os diferentes fluxos e resolveu-se adotar um mecanismo de gestão da fila de espera do tipo *fair queueing*. O mesmo não pode usar mais do que 32 filas de espera. Como fica a distribuição de capacidades entre os fluxos? Justifique a resposta.

Cada fluxo UDP usa em média no total:	bps
Cada fluxo TCP usa em média no total:	bps
Justificação:	

- c)** Idem **b)** mas com um máximo de 10 filas de espera e uma distribuição aleatória perfeita dos fluxos pelas filas de espera. Estaremos mais próximos da situação da **a)** ou da situação da **b)**? Justifique a resposta.

--	--

- d) Pretende agora 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*. Justifique a resposta.

Qual o débito máximo que pode ser usado pela classe TCP?

Qual o débito máximo que pode ser usado pela classe UDP?

Justificação:

- 4) Faz sentido usar os mecanismos de controlo da saturação ECN e RED se o protocolo dominante na Internet fosse o UDP? Justifique.

ECN:

Justificação:

RED:

Justificação:

- 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 distância à FCT/UNL do computador externo. As conexões dos computadores próximos da FCT/UNL tinham débito superior às dos computadores mais afastados. Explique o que se passa.

6) Suponha que um *router* tem um *shaper* associado a uma interface de transmissão com a seguinte parametrização do fluxo que pode atravessar a interface: o débito médio admitido é 10^7 bytes por segundo, o tamanho máximo do contador é 10^6 bytes e a velocidade de transmissão ou débito da interface é de $5 \cdot 10^7$ bytes por segundo. Os pacotes têm 1000 bytes e um pacote fora da especificação do fluxo é suprimido.

a) Qual o débito médio em pacotes admitido pelo shaper?

b) Qual a duração do *burst* máximo?

c) Qual o atraso mínimo de um pacote introduzido pelo shaper?

d) Qual o atraso máximo de um pacote introduzido pelo shaper?

7) Os *labels* MPLS têm 20 bits. Quer isso dizer que numa rede MPLS não podem existir mais do que $2^{20} - 1$ LSPs (Label Switch Paths) distintos?

8) Verdadeiro ou falso? A motivação principal para a introdução do MPLS foi permitir acelerar o funcionamento dos routers pois o LDP (Label Distribution Protocol) instala sempre LSPs (Label Switch Paths) que seguem o caminho mais curto.

9) Quais os principais desafios do ponto de vista da escalabilidade que se apresenta à abordagem Software Defined Networking?