

Redes de Computadores

Folha de exercícios sobre protocolos de transporte em geral

(Versão de 12/10/2015)

Nos exercícios que se seguem, salvo indicação em contrário, considere que todos os canais são ponto a ponto, bidirecionais, *full-duplex* (isto é, transmitem nos dois sentidos simultaneamente), e considere o tempo de processamento e o tempo de transmissão de eventuais mensagens de ACK desprezáveis. Assuma igualmente que a velocidade de propagação do sinal nos canais é de $2 * 10^5$ Km por segundo. Finalmente, despreze nos pacotes o espaço ocupado pelos cabeçalhos.

- 1) Considere um canal de dados com o débito de 1 Mbit/s e tempo de propagação de uma extremidade à outra de 100 milissegundos.
 - a. Suponha que se utiliza um protocolo *stop&wait* e segmentos com 1.0000 bits. Qual é a taxa de utilização do canal?
 - b. Usando o mesmo protocolo pretende-se aumentar a taxa de utilização para próximo de 100%. O que pode ser feito? A ou as soluções escolhidas têm inconvenientes? Se sim, quais são?
 - c. Suponha que se substitui o protocolo *stop&wait* por um protocolo de janela deslizante e que se continuam a usar segmentos com 10.000 bits. Para se tirar um rendimento de pelo menos 90% do canal de dados, qual deveria ser a dimensão mínima da janela em número de pacotes?

- 2) Considere uma situação em que dois computadores A e B estão ligados através de uma rede. Os pacotes que transitam de A para B atravessam 2 comutadores de pacotes diretamente ligados em série um ao outro (o comutador R1 está ligado a R2). O canal entre os comutadores de pacotes tem a dimensão de 1 Km e tem o débito de 1 M bps. O computador A está ligado a R1 por um canal e o computador B está ligado a R2 por outro canal. Estes dois canais têm o débito de 1 Mbps e um tempo de propagação de 35 mili segundos.
 - a. Diga qual é o tempo de trânsito de A para B de pacotes com 10^4 bits de comprimento quando a rede só transmite pacotes de A para B.
 - b. Calcule a taxa máxima de utilização da ligação entre A e B por um protocolo *stop&wait* que utiliza pacotes com 10^4 bits de comprimento. Esta taxa pode ser definida como o quociente do débito utilizado pelo protocolo sobre o débito máximo possível entre A e B se A estivesse sempre a emitir pacotes para B.
 - c. Calcule o tempo de transferência de A para B de um ficheiro com 10^7 bits nas condições da alínea anterior.

- 3) No cabeçalho do protocolo TCP existe um campo designado por "*Receiver Advertised Window Size*" com 16 bits e que permite a uma extremidade da conexão TCP, indicar à outra, a dimensão em bytes do espaço livre no seu "*buffer*" de recepção, ou mais precisamente, a parte da sua janela de recepção livre para receber dados. Considere a opção "*window scale*" do protocolo TCP, negociada durante a abertura da conexão, e justifique a sua introdução. Sugestão: considere qual seria, na ausência desta opção, o débito extremo a extremo de uma conexão TCP sobre um canal de dados com RTT de 100 ms e débito de 1 Gbps.
- 4) Um computador A tem uma ligação TCP para um computador B tal que o canal *bottleneck* atravessado pelos pacotes disponibiliza para essa conexão o débito de 100 Mbps de A para B. O RTT médio entre A e B é de 100 ms (milissegundos). A tem sempre dados para transmitir para B e a aplicação em B consome quase instantaneamente esses dados pelo que a janela do TCP em A só é limitada pelo algoritmo Reno de controlo da saturação. O protocolo TCP acabou de transitar da fase *slow start* para a fase *congestion avoidance*. O valor da janela de emissão em A nesse momento é tal que A só usa 50% da capacidade disponível.
- Estime o valor, aproximado e em número de bits, da dimensão da janela de emissão de A no momento referido?
 - Quanto tempo leva essa janela a aumentar na fase de *congestion avoidance* até ao valor que permitiria utilizar toda a capacidade disponível entre A e B admitindo que não se perdem pacotes, nem os mesmos chegam fora de ordem e que o MSS (*Maximum Segment Size*) é de 10.000 bits?
- 5) Um computador A está a transmitir continuamente um ficheiro de grande dimensão para um computador B através do protocolo TCP. Indique, de forma justificada, qual o débito médio conseguido pelo TCP de A para B nas condições indicadas a seguir.
- A e B estão ligados através de um canal direto *full-duplex*, dedicado exclusivamente à transferência, com o débito de V_t bps e um tempo de propagação desprezável (RTT ≈ 0). A tem sempre dados para transmitir para B e a aplicação de B consome esses dados atempadamente pelo que o emissor nunca está limitado pela *Receiver Advertised Window*.
 - A e B estão ligados através da Internet, ambos estão ligados à rede através de canais com o débito de V_t bps, a janela de recepção máxima do *socket* de B tem J bits, o tempo de ida e volta entre A e B são RTT segundos, $V_t \gg J/RTT$ e verifica-se que não se perdem pacotes entre A e B. O valor do campo *Receiver Advertised Window* determina o tamanho da janela de emissão a qual toma quase sempre o valor J .
 - A e B estão ligados à Internet através de um canais com o débito de V_t bps, no interior da rede o canal mais saturado só disponibiliza em média $V_{bottleneck}$ bps para esta conexão TCP, verifica-se que $V_t \gg V_{bottleneck}$, que não existem limites devido à janela do receptor e que os únicos segmentos que se perdem são detectados por *Fast Retransmit* e devem-se à dimensão da fila de espera que se forma no *router* que dá acesso ao canal mais saturado entre A e B.