

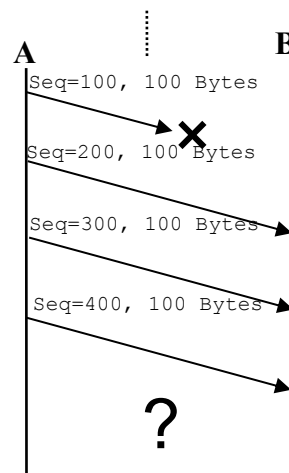
## Mestrado Integrado em Engenharia de Telecomunicações e Informática

### Redes de Computadores II

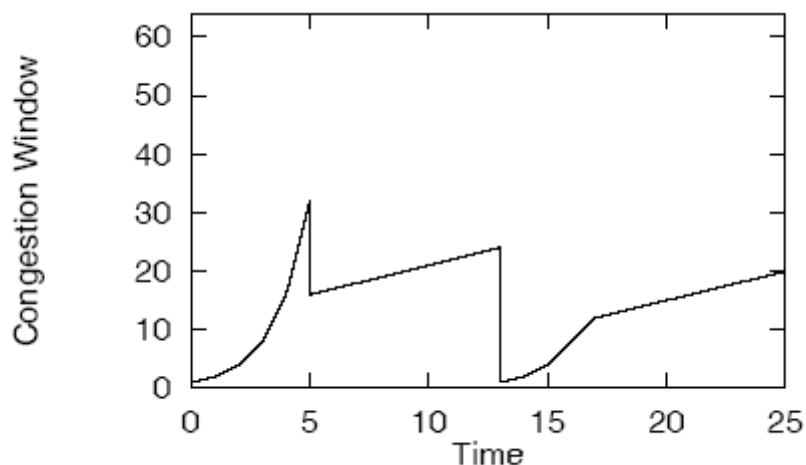
#### Exercício Teórico-Prático 5

- Transporte: os protocolos UDP e TCP -

1. Os processos A e B estabeleceram uma ligação TCP. A figura seguinte representa um diagrama temporal de envio de alguns segmentos TCP entre A e B. No instante anterior ao nosso cenário, A recebeu de B o segmento ( $ACK=100$ , 0 bytes de dados) e pretende transmitir mais 400 bytes de informação.
  - a) Quantos segmentos tipo *acknowledgement* são transmitidos de B para A em resposta a cada um dos segmentos recebidos por B. Indique quais os valores dos campos  $ACK$  de cada um dos segmentos.
  - b) Considere que, após A ter recebido todos os segmentos transmitidos em a), A retransmite o segmento ( $Seq=100$ , 100 bytes). B recebe este segmento e envia um segmento tipo *acknowledgment*. Indique qual o valor do campo  $ACK$  desse segmento.



2. Considere o registo de tamanho da janela de congestão TCP mostrada na Figura abaixo:



- a) Atribua uma designação e descreva o comportamento até ao instante de tempo 5, de 5 a 13, de 13 a 17 e de 17 em diante.
- b) O que poderá ter acontecido nos instantes 5, 13 e 17? Justifique.

3. Suponha que uma aplicação no computador A estabelece uma ligação TCP com uma aplicação no computador B para receber o conteúdo de um ficheiro. O ficheiro tem 8 000 bytes, tendo os segmentos TCP uma dimensão máxima de  $S = 500$  bytes. Os computadores estão ligados por uma linha com débito  $R = 4$  Mbps, com um atraso de ida e volta de  $RTT = 4$  ms, onde não ocorrem erros nem perdas. Considere que todos os cabeçalhos, bem como os pacotes de pedido de ligação e confirmação de ligação, têm dimensão desprezável.
- Qual a dimensão mínima da janela do emissor, em número de segmentos, para que a transmissão seja contínua?
  - Admita que a janela TCP de emissão é apenas limitada pelos mecanismos de controlo de congestionamento, isto é, o mecanismo de controlo de fluxo não intervém (os *buffers* na recepção são ilimitados). Admita que o TCP utilizado é uma versão experimental, em que apenas existe a fase de arranque lento ("slow-start") (ou seja, a janela de congestão cresce indefinidamente) e que nesta implementação do TCP é enviado imediatamente um ACK por cada segmento recebido. Ilustrando a comunicação entre o computador A e o computador B com um diagrama temporal, determine o tempo necessário para o computador A receber o ficheiro (intervalo de tempo desde que a ligação é estabelecida até que recebe completamente todos os bytes do ficheiro).
4. Pretende transmitir-se um ficheiro com 3000 bytes usando segmentos de 200 bytes através de uma única ligação de capacidade 800 Kbps. O tempo de ida e volta da ligação,  $RTT$ , é de 8ms e não há erros nem perdas. Admite-se desprezável o tamanho dos cabeçalhos dos segmentos bem como o tamanho dos segmentos de controlo envolvidos. O receptor tem suficiente memória atribuída à comunicação de forma a não constituir um ponto crítico.
- Determine o tempo que decorre entre o pedido e a recepção de todo o ficheiro se a aplicação de transferência de ficheiros usar o protocolo de transporte UDP?
  - Suponha agora que a aplicação de transferência usa como protocolo de transporte o TCP (versão RENO) em que a fase de arranque lento ("slow-start") se inicia com uma janela de 1 segmento e a fase de "congestion avoidance" (ou seja, a fase em que a janela cresce de forma linear) é iniciada quando a janela atinge o valor 4. Considerando que o pedido de transferência feito pelo cliente segue juntamente com o terceiro segmento do estabelecimento da sessão TCP, apresente um diagrama temporal que ilustre a sequência de segmentos e calcule a latência mínima possível na recepção do ficheiro? (considere que nesta implementação do TCP é enviado imediatamente um ACK por cada segmento recebido)
  - Admita agora que na transmissão anterior o segmento 4 se perde. Assuma que essa perda é detectada por ACKs duplicados e o segmento é retransmitido usando o mecanismo *Fast Retransmit*. Assuma também que, nesta implementação do receptor TCP, todos os segmentos que forem recebidos fora de ordem são aceites pelo receptor. Com o auxílio de um diagrama temporal que ilustre a sequência de segmentos trocados, calcule o tempo necessário até à completa recepção do ficheiro pelo cliente.