
Observações:

1. Prova sem consulta e sem uso de máquina de calcular.
 2. Use caneta para preencher o seu nome e assinar nas folhas de questões e nas folhas de respostas.
 3. Você pode usar lápis para responder as questões.
 4. Ao final da prova devolva as folhas de questões e as de respostas.
 5. Todas as respostas devem ser transcritas nas folhas de respostas. As respostas nas folhas de questões não serão corrigidas.
-

1. Porque não se deve usar um valor fixo para os temporizadores de uma conexão TCP? Comente portanto sobre como é escolhido o valor do temporizador de uma conexão TCP? (1,0 ponto)

Resposta: Não se deve usar um valor fixo pois para o temporizador, pois se um valor muito longo é usado, espera-se muito tempo para retransmitir um pacote perdido e, assim, o atraso de transmissão aumenta (0,3 pontos). Por outro lado, se o temporizador é curto, pacotes que podem estar apenas atrasados são considerados perdidos e retransmissões desnecessárias acontecem (0,2 pontos). O valor do temporizador é escolhido baseado na estimativa da média e do desvio do tempo de ida-e-volta (RTT – *round trip time*) dos segmentos e de seus respectivos reconhecimentos positivos (ACKs), desconsiderando as retransmissões, caso ocorram (0,5 pontos).

2. Suponha que um processo executa em um sistema final C e abre um socket UDP com número de porta 6789. Suponha que dois sistemas finais, A e B, enviem segmentos UDP para a porta de destino 6789 do sistema final C. Responda: Ambos os segmentos serão direcionados para o mesmo socket e mesmo processo no sistema final C? Se sua resposta é sim, como o processo que executa no sistema final C sabe que esses dois segmentos têm origem em dois hospedeiros diferentes? (1,0 ponto)

Resposta: Sim, no caso do protocolo UDP, os dois segmentos serão direcionados para o mesmo socket e mesmo processo no sistema final C (0,5 pontos). O processo diferencia a origem dos segmentos pelo endereço IP de origem (0,5 pontos).

3. O UDP (User Datagram Protocol) também é chamado de protocolo de transporte mínimo. Por quê? Ele é realmente necessário na Internet? Porque algumas aplicações preferem usar UDP e não usar TCP? Justifique suas respostas e cite dois protocolos da camada de aplicação que o utilizam. (2,0 pontos)

Resposta: O UDP é chamado de protocolo de transporte mínimo porque só oferece os serviços mínimos da camada de transporte que são: multiplexação, demultiplexação e verificação de integridade (0,4 pontos). O UDP é necessário por possuir menor latência se comparado ao TCP, não manter estados no transmissor e receptor e por permitir que um transmissor possa enviar dados tão rápido quanto desejado e possível. Isso porque o UDP não exige estabelecimento de conexão, não emprega mecanismos de controle de fluxo e congestionamento e seu cabeçalho tem tamanho reduzido (0,4 pontos). São exemplos de protocolos da camada de aplicação que o utilizam o DNS (*Domain Name System*), o NFS (*Network File System*), o SNMP (*Simple Management Network Protocol*), entre outros (0,1 pontos por cada protocolo citado corretamente – até 0,2 pontos).

4. Sobre os protocolos de transferência confiável responda (1,0 ponto):
- a. Qual a principal deficiência de protocolos que operam no modo pára-e-espera (*stop and wait*)? (0,3 pontos)

Resposta: A principal deficiência é a baixa utilização do meio de transmissão, ou seja, tais protocolos limitam o uso dos recursos físicos. Isso porque um segmento só pode ser enviado pelo transmissor após a recepção do reconhecimento positivo do segmento anterior enviado por esse transmissor. Enquanto isso não ocorre, o transmissor fica ocioso (0,3 pontos).

- b. Qual a solução adotada por alguns protocolos para contornar esse problema? (0,2 pontos)

Resposta: A solução é permitir que um transmissor envie um conjunto de segmentos (janela) consecutivamente sem que antes seja necessário receber a confirmação de recepção dos segmentos anteriores dentro deste conjunto. Essa técnica é chamada de paralelismo (*pipelining*) (0,2 pontos).

- c. Quais são as duas principais modificações que os protocolos que empregam a solução do Item b devem adotar? (0,5 pontos)

Resposta: As duas principais modificações são: (i) aumento da faixa dos números de sequência (0,3 pontos) e (ii) emprego de *buffers* no transmissor e/ou no receptor (0,2 pontos).

5. Descreva o mecanismo de retransmissão rápida empregado pelo TCP. Por que esse mecanismo é necessário? (1,5 pontos)

Resposta: Durante uma transmissão na conexão TCP, alguns segmentos podem ser recebidos no destino fora de ordem. Esta desordem pode ter sido ocasionada

pelo roteamento no percurso entre o hospedeiro de origem e o hospedeiro de destino, e não pela perda de um segmento enviado. Os ACKs relativos aos segmentos recebidos fora de ordem, são enviados, informando ao transmissor a sequência esperada pelo receptor (ou em outras palavras, o número de sequência do segmento faltante). Para evitar o acionamento do mecanismo para de “partida lenta”, o transmissor aguarda para ter a certeza de que o segmento foi realmente perdido (já que o segmento pode não ter sido perdido mas estar atrasado, devido ao roteamento). A certeza da necessidade de transmissão, no caso do TCP, é obtida de duas formas: ou pela recepção do terceiro ACK em duplicata ou pelo timeout no transmissor. No caso da recepção de três ACKs em duplicata o transmissor constata que segmentos estão chegando ao receptor (já que ACKs em duplicata estão sendo recebidos), e por essa razão além de retransmitir o segmento perdido (“retransmissão rápida”, isto é, o transmissor não espera a temporização do segmento), o transmissor, para uma melhor utilização da banda passante, aciona o mecanismo para “evitar congestionamento” e não o de “partida lenta”.

6. Descreva e diferencie os mecanismos de controle de fluxo e de congestionamento do TCP. (2,0 pontos)

Resposta: O objetivo do controle de fluxo é não sobrecarregar o receptor com mais dados do que ele pode receber. Por outro lado, o controle de congestionamento tem como objetivo inferir um congestionamento e não sobrecarregar ainda mais a rede nessa situação. Essa é a principal diferença entre os dois mecanismos (0,4 pontos). O controle de fluxo funciona da seguinte forma. O receptor anuncia o espaço livre em seu buffer para o transmissor através do campo janela de recepção (RcvWindow) presente no cabeçalho de cada segmento enviado. Ao receber essa informação, o transmissor limita sua janela de transmissão, ou seja, a quantidade de dados ainda não reconhecidos, ao tamanho informado no campo. Dessa forma, o receptor não é afogado pelo transmissor (0,8 pontos). O controle de congestionamento também limita a quantidade de dados ainda não reconhecidos, porém, de acordo com o nível de congestionamento da rede. Para tanto, perdas são inferidas através da recepção de três ACKs duplicados e pelo estouro do temporizador de espera de um ACK. Nos dois casos, a medida tomada após o evento de perda é reduzir a janela de congestionamento pela metade ou para 1 segmento e redefinir o valor do `ssthresh`. Também são definidas diferentes formas de crescimento da janela em função do valor atual da janela de congestionamento: partida lenta (crescimento exponencial) e prevenção de congestionamento (crescimento linear) (0,8 pontos).

7. Sobre números de sequência e de reconhecimento do TCP, diga se cada uma das afirmativas a seguir é VERDADEIRA ou FALSA. Justifique sua resposta. (1,5 pontos)

- a. Um sistema final A envia para um sistema final B um arquivo de 10 GB em uma conexão TCP. Nessa situação, se o número de sequência para um segmento dessa conexão for n , então o número de sequência para o segmento subsequente será necessariamente $n+1$.

Resposta: FALSO. O protocolo TCP é orientado a byte.

- b. Suponha que um sistema final A envie a um sistema final B, por uma conexão TCP, um segmento contendo 16 bytes de dados e com número de sequência 60, nesse mesmo segmento, o número contido no campo de confirmação é obrigatoriamente 76?

Resposta: FALSO. O campo de confirmação refere-se ao próximo número de sequência esperado.

- c. Um sistema final A envia para um sistema final B dois segmentos, um logo após o outro, em uma mesma conexão TCP. O primeiro tem número de sequência 100 e o segundo 120. Se o primeiro for perdido e o segundo recebido, o número de reconhecimento enviado no ACK de B para A é 100.

Resposta: VERDADEIRO. O campo de confirmação refere-se ao próximo número de sequência esperado.