

Aluno: _____

Observação:

A avaliação à distância é individual. Caso seja constatado que avaliações de alunos distintos são cópias uma das outras ou de gabaritos anteriormente publicados na plataforma, a estas será atribuída a nota ZERO. As soluções para as questões podem sim ser buscadas por meio da análise de respostas anteriormente publicadas ou por grupos de alunos, mas a redação final de cada avaliação tem que ser individual.

1. Dois sistemas finais A e B querem se comunicar. Suponha que a camada de rede executada em A aceita receber da camada de transporte também executada em A segmentos de até 1200 bytes e o endereço de destino de cada segmento, nesse caso o endereço do sistema final B. A camada de rede garante também que encaminha os segmentos para a camada de transporte executada em B. Suponha que existem muitos processos da camada de aplicação em execução no sistema final B. Com base nessas informações:

- a. Diga a principal funcionalidade da camada de transporte e no que ela se diferencia da camada de rede. (0,2 pontos)

Resposta: A principal funcionalidade da camada de transporte é prover um canal lógico de comunicação fim-a-fim entre processos em diferentes sistemas finais (0,1 ponto). Por sua vez, a camada de rede provê um canal lógico de comunicação entre sistemas finais (0,1 ponto).

- b. Defina de forma sucinta as funções do lado transmissor e do lado receptor de um protocolo da camada de transporte que levará os dados do processo transmissor de uma aplicação em A para o processo receptor na camada de aplicação em B. Suponha que o sistema operacional de B define um número de porta de 4 bytes para cada processo em execução. (1,0 ponto)

Resposta: É preciso definir o lado transmissor e o lado receptor do protocolo de transporte. Como 1200 bytes é o tamanho máximo aceito pela camada de rede do exercício, o lado transmissor do protocolo de transporte executado em A aceita do processo de envio da camada de aplicação não mais do que 1196 bytes de dados, o endereço do sistema final de destino e o número de porta de destino. O

lado transmissor, então, adiciona um cabeçalho de 4 bytes aos 1196 bytes de dados, formando um segmento de 1200 bytes. Esse cabeçalho contém o número de porta de destino (0,5 pontos). O segmento e o endereço de destino, são então transferidos para a camada de rede que, por sua vez, entrega o segmento corretamente ao sistema final de destino, nesse caso B. É a vez do lado receptor do protocolo de transporte entrar em ação. Do lado receptor executado em B, o protocolo de transporte examina o número de porta no cabeçalho do segmento, extrai os dados do segmento e os encaminha para o processo da camada de aplicação identificado pelo número de porta (0,5 pontos).

- c. Modifique as funções dos lados transmissor e receptor do protocolo definido no item anterior para que ele forneça um “endereço de retorno” para o processo em execução na camada de aplicação do sistema final B (1,0 pontos)

Resposta: A mudança em relação ao item anterior é que agora o cabeçalho inserido pelo protocolo de transporte a cada segmento possui dois campos: o número de porta de origem e o número de porta de destino (0,5 pontos). No lado transmissor, o protocolo de transporte aceita do processo de envio da camada de aplicação os dados, o endereço do sistema final de destino e os números de porta de origem e destino. O lado transmissor, então, adiciona um cabeçalho aos dados que contém os número de porta de origem e de destino, formando, assim um segmento (0,2 pontos). O segmento e o endereço de destino são então transferidos para a camada de rede que, por sua vez, entrega o segmento corretamente ao sistema final de destino. Do lado receptor, o protocolo de transporte examina o cabeçalho do segmento, extrai os dados do segmento e o número de porta de origem e os encaminha para o processo da camada de aplicação identificado pelo número de porta de destino (0,3 pontos).

- d. Nos protocolos de transporte definidos nos itens anteriores é preciso modificar o núcleo da rede? Justifique sua resposta. (0,3 pontos)

Resposta: Não (0,1 pontos). A camada de transporte não precisa alterar o núcleo da rede, uma vez que é executada apenas por sistemas finais (0,2 pontos).

2. Sobre o UDP (*User Datagram Protocol*) e o TCP (*Transmission Control Protocol*), defina o princípio de funcionamento e cite quais os serviços oferecidos por cada um dos protocolos. (2,0 pontos)

Resposta: O UDP é um protocolo não orientado a conexão, ou seja, não há conexão entre remetente e o receptor antes do envio dos dados, portanto, segmentos UDP podem ser perdidos e entregues à aplicação fora de ordem, uma vez que cada segmento é tratado de forma independente (0,5 pontos). O UDP oferece os serviços mínimos da camada de transporte: multiplexação e demultiplexação e verificação de integridade (0,5 pontos). Por sua vez, o TCP é um protocolo orientado a conexão, ou seja, antes do envio dos dados, segmentos

de sinalização são trocados entre transmissor e receptor para definir parâmetros e estabelecer a conexão lógica entre os sistemas finais. É um protocolo ponto-a-ponto e *full-duplex* (0,5 pontos). O TCP oferece outros serviços além dos mínimos, como entrega confiável, controle de fluxo e controle de congestionamento (0,5 pontos).

3. Sobre os *sockets* UDP e TCP, considere as seguintes situações.

- a. Um sistema final C possui um *socket* UDP com número de porta 8967. Outros dois sistemas finais, A e B, enviam um segmento UDP cada para C número de porta de destino 8967. Esses dois segmentos serão encaminhados para o mesmo *socket* em C? Se sim, como o processo em execução em C consegue identificar que os dois segmentos foram enviados por sistemas finais diferentes? (1,0 ponto)

Resposta: Sim, os dois segmentos serão encaminhados para o mesmo *socket* identificado pela porta 8967 (0,5 pontos). Para cada segmento recebido pelo *socket*, o sistema operacional fornece ao processo em execução em C os endereços IP de A e B para que este processo seja capaz de determinar a origem de cada segmento (0,5 pontos).

- b. Um sistema final C executa em servidor Web na porta 80. Esse servidor emprega conexões persistentes e recebe simultaneamente requisições de outros dois sistemas finais, A e B. As requisições de A e B estão sendo enviadas para o servidor através do mesmo *socket* em C? Caso estejam sendo enviadas por *sockets* diferentes, estes *sockets* possuem a mesma identificação de porta, no caso 80? Justifique suas respostas. (1,0 ponto)

Resposta: Não, as requisições de A e B estão sendo enviadas para o servidor através de *sockets* diferentes (0,3 pontos). Para cada conexão persistente, o servidor Web em C cria um *socket* diferente identificado pela quádrupla: endereço IP de origem, número de porta de origem, endereço IP de destino, número de porta de destino. Quando, C recebe um pacote IP, ele examina esses quatro campos contidos nos cabeçalhos da camada de transporte e rede para determinar para qual *socket* ele deve encaminhar os dados contidos no segmento. Como as requisições de A e B possuem, ao menos, endereços IP e origem diferentes, elas serão encaminhadas para *sockets* diferentes (0,5 pontos). Os *sockets* em C associados a esse servidor Web possuem o mesmo identificador de porta de destino, 80, mas as quádruplas que identificam os sockets são diferentes, uma vez que os endereços IP de origem são diferentes (0,2 pontos).

4. Defina os números de sequência e reconhecimento do TCP. (1,0 ponto)

Resposta: O TCP usa números de sequência e reconhecimento orientados a bytes (0,2 pontos). O número de sequência é definido pelo primeiro byte de dados de um segmento enviado do transmissor para o receptor (0,4 pontos). O número de

reconhecimento, por sua vez, é dado pelo número de sequência do próximo byte esperado pelo receptor (0,4 pontos).

5. Sobre o controle de fluxo e de congestionamento do TCP:

a. Diferencie os objetivos dos dois mecanismos. (0,5 pontos)

Resposta: O objetivo do controle de fluxo é não sobrecarregar o receptor com mais dados do que ele pode receber (0,2 pontos). Por outro lado, o controle de congestionamento tem como objetivo inferir um congestionamento e não sobrecarregar ainda mais a rede nessa situação (0,3 pontos).

b. Descreva sucintamente o funcionamento do mecanismo de controle de fluxo do TCP. (1,0 ponto)

Resposta: 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 (0,5 pontos). 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 (0,5 pontos). Dessa forma, o receptor não é afogado pelo transmissor.

c. Descreva sucintamente o funcionamento do mecanismo de controle de congestionamento do TCP. (1,0 ponto)

Resposta: 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 (0,4 pontos). 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` (0,4 pontos). 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) (0,2 pontos).