

Aluno: _____

Assinatura: _____

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. Ana, Beto e Carlos são colegas de turma e fizeram uma viagem de férias juntos. Cada um possui um conjunto de fotografias da viagem. Ana compactou todas as suas fotos em um arquivo A , cujo tamanho é 4 GB. Beto fez o mesmo processo que Ana e seu arquivo B possui 6 GB. Carlos também compactou suas fotos e obteve um arquivo C com 16 GB. Agora, os três irão enviar os três arquivos para um diretório compartilhado por eles em um servidor de arquivos S . Assuma que existe um Caminho 1 dedicado entre Ana e S , um Caminho 2 dedicado entre Beto e S e um Caminho 3 dedicado entre Carlos e S . Nos três caminhos, é empregada a técnica de comutação de pacotes. O Caminho 1 é composto por dois enlaces L_{11} e L_{12} , cujas taxas de transmissão são, respectivamente, iguais a 1 Gb/s e 64 Mb/s. O Caminho 2 é composto por três enlaces L_{21} , L_{32} e L_{33} , cujas taxas de transmissão são, respectivamente, iguais a 100 Mb/s, 16 Mb/s e 10 Gb/s. O Caminho 3 é composto por quatro enlaces L_{31} , L_{32} , L_{33} e L_{34} , cujas taxas de transmissão são, respectivamente, iguais a 1 Gb/s, 100 Gb/s, 10 Gb/s e 20 Gb/s. Ana inicia a transmissão do arquivo A para S no mesmo instante de tempo t em que Beto inicia a transmissão de B para S e Carlos inicia a transmissão de C para S . Assuma que os atrasos de propagação e processamento são zero e que os *buffers* de todos os roteadores dos três caminhos são infinitos. Com base nessas informações, responda

quanto tempo após t os três arquivos foram recebidos por S ? Justifique sua resposta. (1,5 pontos)

Resposta: O primeiro passo é determinar a vazão de cada uma dos três caminhos. Portanto,

a vazão do Caminho 1 é dada por $V_1 = \min(L_{11}, L_{12}) = 64 \text{ Mb/s}$ (0,2 pontos),

a vazão do Caminho 2 é dada por $V_2 = \min(L_{21}, L_{22}, L_{23}) = 16 \text{ Mb/s}$ (0,2 pontos) e

a vazão do Caminho 3 é dada por $V_3 = \min(L_{31}, L_{32}, L_{33}, L_{34}) = 1 \text{ Gb/s}$ (0,2 pontos).

O próximo passo é calcular o tempo de transmissão de cada arquivo. Logo,

O tempo de transmissão do Arquivo A é dado por $t_A = \text{tamanho do arquivo } A / V_1 = (4 \times 8 \times 10^9 \text{ bits}) / (64 \times 10^6 \text{ bits/s}) = 0,5 \times 10^3 \text{ s} = 500 \text{ s}$ (0,2 pontos),

O tempo de transmissão do Arquivo B é dado por $t_B = \text{tamanho do arquivo } B / V_2 = (6 \times 8 \times 10^9 \text{ bits}) / (16 \times 10^6 \text{ bits/s}) = 3 \times 10^3 \text{ s} = 3000 \text{ s}$ (0,2 pontos) e

O tempo de transmissão do Arquivo C é dado por $t_C = \text{tamanho do arquivo } C / V_3 = (16 \times 8 \times 10^9 \text{ bits}) / (1 \times 10^9 \text{ bits/s}) = 128 \text{ s}$ (0,2 pontos).

Como os três arquivos são enviados para S simultaneamente e por caminhos distintos, os três arquivos terão sido recebidos por S após $t + \max(t_A, t_B, t_C) \text{ s}$, ou seja, $t + 3000 \text{ s}$ (0,3 pontos).

2. Descreva sucintamente as técnicas de comutação de circuitos e comutação de pacotes e cite as principais vantagens e desvantagens de cada uma. (1,5 pontos)

Resposta: Na comutação de circuitos, antes do envio dos dados, é necessário estabelecer uma conexão. Através do envio de pacotes de sinalização, recursos são reservados e, assim, constrói-se um canal dedicado para a comunicação. Dessa forma, os dados da conexão seguem o mesmo caminho (0,5 pontos). Por outro lado, na comutação de pacotes, cada fluxo de dados fim-a-fim é dividido em pacotes e não é necessário estabelecer previamente uma conexão. Assim, não há reserva de recursos e cada pacote pode seguir um caminho diferente entre a origem e o destino. Entretanto, a cada pacote é adicionado um cabeçalho que contém, entre outras informações, o endereço do destinatário, para que o pacote possa ser entregue. O encaminhamento de cada pacote é feito com base no cabeçalho e de forma independente em cada elemento intermediário, que precisam armazenar e reencaminhar pacotes em cada salto até o destino (0,5 pontos). A principal vantagem da comutação de circuitos é que, uma vez estabelecido o canal, a comunicação de dados é efetuada sem risco de congestionamento e sem a necessidade de armazenar e reencaminhar os dados a cada elemento intermediário no caminho entre origem e destino. Porém, se um usuário não envia dados, a fatia reservada do canal fica ociosa (0,2 pontos). A principal vantagem

da comutação de pacotes é que o uso da banda passante é mais eficiente porque pacotes de diferentes usuários compartilham os recursos da rede. Porém, pelo mesmo motivo, existe a possibilidade de congestionamento e, assim, pacotes são enfileirados e esperam para usar o enlace (0,3 pontos).

3. Sobre arquiteturas em camadas e protocolos de comunicação:

a. Defina o que é um protocolo de comunicação. (0,5 pontos)

Resposta: Um protocolo de comunicação é um conjunto de regras e procedimentos que definem o formato e a ordem das mensagens trocadas entre duas ou mais entidades comunicantes. Um protocolo também define as ações realizadas na transmissão e/ou no recebimento de uma mensagem ou outro evento (0,5 pontos).

b. Explique como é o relacionamento entre as camadas. (0,5 pontos)

Resposta: Na arquitetura em camadas, uma camada provê um serviço para as camadas superiores (0,3 pontos) e “esconde” das camadas superiores como o serviço é implementado (0,2 pontos).

c. Como é feita a comunicação entre camadas do mesmo nível em diferentes sistemas finais? (0,5 pontos)

Resposta: Camadas de mesmo nível em diferentes sistemas finais se comunicam através de um protocolo de comunicação (0,5 pontos).

d. Cite uma das vantagens das arquiteturas em camadas e explique porque você considera essa uma vantagem. (0,5 pontos)

Resposta: Uma vantagem do uso da arquitetura em camadas é reduzir a complexidade do projeto de uma rede de comunicação, uma vez que cada camada provê um serviço para as camadas superiores e “esconde” das camadas superiores como esse serviço é implementado. Assim, uma mesma camada pode ser implementada de diferentes formas pelos sistemas finais/roteadores, desde que os serviços oferecidos não sejam alterados. Por isso, diz-se que a arquitetura em camadas é modular (0,5 pontos).

4. Cite quais são as camadas da pilha de protocolos da Internet e suas principais funcionalidades. (1,0 ponto)

Resposta: As cinco camadas são: aplicação, transporte, rede, enlace e física (0,2 pontos). A camada de aplicação representa os sistemas finais na pilha de protocolos da Internet e contém uma série de protocolos usados pelos usuários, por exemplo, para envio e recebimento de mensagens de correio eletrônico. A camada de transporte provê um serviço fim-a-fim que permite a comunicação entre sistemas finais de origem e destino. A camada de rede é responsável por determinar o melhor caminho

para o envio dos pacotes, por encaminhar os pacotes até o destino e por interconectar redes de diferentes tecnologias. A camada de enlace é responsável por transmitir sobre o meio físico os datagramas provenientes da camada de rede salto-a-salto. A camada física é responsável por transmitir os bits individuais codificados de acordo com o meio de transmissão do enlace (0,8 pontos).

5. Suponha que Ana envie uma mensagem para Beto através de uma conta de email da Web e que Beto acesse seu email por seu servidor de correio usando POP3. Descreva como a mensagem vai da estação de Ana até a estação de Beto, citando os protocolos da camada de aplicação usados neste procedimento. Além disso, diga o que acontece com a mensagem de Ana caso Beto use o modo ler-e-apagar ou o modo ler-e-guardar do POP3 e cite uma desvantagem de cada modo. (1,0 ponto)

Resposta: A mensagem é enviada da estação de Ana para o seu servidor de email usando o HTTP. Em seguida, o servidor de email de Ana envia a mensagem para o servidor de email de Beto usando o SMTP. Beto, então, ao abrir seu cliente de email e solicitar o recebimento de novas mensagens, transfere a mensagem de Ana do seu servidor para a sua estação usando o POP3 (0,5 pontos). Se Beto usa o modo ler-e-apagar, após receber a mensagem de Ana do servidor POP3, essa mensagem é apagada do servidor. Isso é uma desvantagem caso Beto acesse suas mensagens de diferentes estações, uma vez que a mensagem só estará disponível na estação da qual foi solicitada. Por sua vez, se Beto usa o modo ler-e-guardar, a mensagem não será apagada do servidor e poderá ser recuperada cada vez que Beto desejar. A desvantagem desse modo é que Beto toda vez que solicitar suas mensagens de uma nova estação receberá todas as mensagens não apagadas, incluindo as mais antigas (0,5 pontos).

6. Sobre o protocolo HTTP considere as seguintes afirmativas:
- Se um *cache* Web envia para um servidor uma mensagem de requisição com a linha de cabeçalho `If-Modified-Since: Sun, 20 Sep 2015 10:00:00 GMT` e recebe uma resposta com a linha de cabeçalho `HTTP/1.1 200 OK`, isso significa que a versão do objeto armazenada pelo *cache* Web é a mais atual.
 - O HTTP é um protocolo da camada de aplicação que funciona baseado no modelo cliente-servidor. O cliente HTTP armazena e envia objetos em resposta às solicitações recebidas. Por outro lado, o servidor HTTP solicita, recebe e exibe objetos.

- c. O HTTP é considerado um protocolo complexo porque é necessário manter a consistência entre os estados do servidor e do cliente, caso um dos dois fique fora de operação.
- d. Para funcionamento correto, o mecanismo de *cookies* definido pelo HTTP apenas armazena um arquivo na estação do usuário que é gerenciado pelo próprio navegador do usuário.
- e. Se um navegador implementa apenas a versão HTTP/1.0 e uma página Web hospedada em um servidor possui 7 objetos referenciados, a página completa será exibida no mínimo após 16 RTTs (*Round-Trip Time*).

Diga se cada uma das afirmativas é VERDADEIRA ou FALSA. Justifique suas respostas. (1,5 pontos)

Resposta: A afirmativa “a” é FALSA (0,1 pontos). Se a resposta contém a linha HTTP/1.1 200 OK, isso significa que o pedido do cliente foi bem-sucedido e que, nesse caso, o servidor enviou um objeto mais recente para o cliente (0,2 pontos). A afirmativa “b” é FALSA (0,1 pontos) porque os papéis do cliente e do servidor HTTP estão invertidos (0,2 pontos). A afirmativa “c” é FALSA (0,1 pontos), pois o HTTP não armazena estados (0,2 pontos). Logo, ele não precisa manter a consistência entre os estados do servidor e do cliente em caso de falha. A afirmativa “d” é FALSA (0,1 pontos). Um *cookie* é composto por quatro elementos: linha de cabeçalho do *cookie* na mensagem de resposta HTTP, linha de cabeçalho do *cookie* na mensagem de requisição HTTP (0,1 pontos), arquivo do *cookie* armazenado na estação do usuário e gerenciado pelo navegador do usuário e um banco de dados de retaguarda no site que usa o cookie (0,1 pontos). A afirmativa “e” é VERDADEIRA (0,1 pontos) porque no modo de operação não-persistente serão necessárias 8 conexões TCP: uma para obter o arquivo HTML base e uma para cada um dos 7 objetos referenciados. Para abrir a conexão, solicitar e receber um objeto são necessários 2 RTTs + tempo de transmissão do objeto (0,2 pontos).

7. Sobre o *HyperText Transfer Protocol* (HTTP):

- a. Explique o funcionamento e compare o desempenho do protocolo com conexões não-persistentes e com conexões persistentes. (0,5 pontos)

Resposta: Quando o HTTP emprega conexões não-persistentes, um cliente tem que estabelecer uma conexão TCP com o servidor, enviar a requisição para um objeto e após a recepção do objeto encerrar a conexão TCP com o servidor. Caso precise requisitar um novo objeto, uma nova conexão TCP com esse mesmo servidor deve ser estabelecida (0,2 pontos). Quando o HTTP emprega conexões persistentes, um cliente tem que estabelecer uma conexão TCP com o servidor, enviar a requisição para um objeto e após a recepção do objeto ele pode enviar

novas requisições de objetos a esse servidor usando a mesma conexão ainda aberta. Nesse caso, a conexão TCP com o servidor é encerrada quando não há mais objetos para serem requisitados (0,2 pontos). Dessa forma, com conexões não persistentes, a cada objeto solicitado são necessários dois tempos de ida-e-volta (*round-trip time* - RTT) entre o estabelecimento da conexão e a recepção dos primeiros bits do objeto, em virtude do *three-way handshake* do TCP (0,2 pontos). Com conexões persistentes, não são gastos 2 RTTs por objeto já que a conexão não é encerrada (0,1 pontos).

b. Em 2005, a Versão 2.0 do HTTP foi padronizada (HTTP/2). Essa nova versão emprega conexões persistentes ou não-persistentes? Emprega paralelismo? Se sim, como isso é feito? (1,0 ponto).

Para ajudar a responder esse item, leia mais sobre o HTTP/2 em <https://developers.google.com/web/fundamentals/performance/http2/?hl=pt-br>

Resposta: O HTTP/2 emprega apenas conexões persistentes e o conceito de multiplexação (0,5 pontos). Com a multiplexação, requisições para objetos diferentes hospedados em um mesmo servidor são enviadas em uma mesma conexão, assim como as respostas a essas requisições. Assim, é estabelecida apenas uma conexão por cliente-servidor (0,5 pontos).