

**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. Diga se as seguintes afirmativas sobre as técnicas de comutação de circuitos e comutação de pacotes são verdadeiras ou falsas. Justifique suas respostas. Respostas sem justificativas não serão consideradas.

- a. Na comutação de circuitos, antes do envio dos dados, é necessário estabelecer uma conexão. (0,2 pontos)

**Resposta: Verdadeiro. É necessário enviar pacotes de sinalização antes do envio de dados para reservar os recursos em cada enlace do caminho entre o emissor e o receptor.**

- b. Na comutação de pacotes, os dados da conexão seguem sempre o mesmo caminho e os recursos não são reservados durante a comunicação. (0,2 pontos)

**Resposta: Falsa. Na comutação de pacotes, não há estabelecimento de conexão e, portanto, não há reserva de recursos. Porém, o encaminhamento de cada pacote é feito de forma independente em cada um dos elementos intermediários, ou seja, cada pacote pode seguir um caminho diferente entre a origem e o destino, uma vez que não existe canal de comunicação dedicado.**

- c. Na comutação de circuitos, os elementos intermediários precisam necessariamente armazenar e reencaminhar pacotes em cada salto até o destino. (0,2 pontos)

Resposta: Falsa. Não há necessidade de armazenamento para encaminhar os pacotes, uma vez que os recursos são alocados durante o estabelecimento de conexão e ficam dedicados a essa conexão.

- d. Na comutação de pacotes, cada fluxo de dados fim-a-fim é dividido em pacotes e a cada pacote é adicionado um cabeçalho que contém entre outras informações o endereço do destino. (0,2 pontos)

Resposta: Verdadeira. O fluxo é dividido em pacotes para aumentar a eficiência do uso dos recursos entre os diferentes usuários. Uma vez que não existe estabelecimento prévio de um canal de comunicação, os pacotes precisam carregar informações para que os elementos intermediários possam tomar as decisões de encaminhamento.

- e. Na comutação de circuitos não há risco de congestionamento, uma vez estabelecida a conexão. Por outro lado, na comutação de pacotes, existe a possibilidade de congestionamento. (0,2 pontos)

Resposta: Verdadeira. Na comutação de circuitos, os recursos estão reservados após o estabelecimento de conexão. Na comutação de pacotes, por sua vez, pacotes de diferentes usuários compartilham os recursos da rede e, assim, existe a possibilidade de congestionamento, pois pacotes são enfileirados e esperam para usar o enlace.

2. Defina o que é um protocolo de comunicação e diga qual a principal vantagem do uso da arquitetura em camadas nas redes de comunicação. (1,0 ponto)

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). Por sua vez, a principal 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).

3. Um sistema de comunicação é composto por  $n$  camadas. As aplicações que usam esse sistema geram mensagens de tamanho fixo e igual a  $l$  bytes. Todas as camadas possuem um cabeçalho de tamanho fixo e igual a  $h$  bytes. Com base nessas informações, calcule a sobrecarga de controle introduzida por esse sistema de comunicação. Justifique sua resposta. (1,0 ponto)

Resposta: Em um sistema de comunicação em camadas, um cabeçalho é adicionado às mensagens por cada uma das camadas. Assim, a quantidade de bytes enviados será

$l + nh$  [tamanho da mensagem + número de camadas\*tamanho do cabeçalho] (0,8 pontos).

A sobrecarga de controle é definida como a razão entre a carga útil de dados (*payload*), ou o tamanho da mensagem gerada pelas aplicações, e a quantidade de bytes enviados. Logo:  $sobrecarga = l/l+nh =$  (0,2 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. Assuma que  $n$  usuários compartilhem um enlace de 27 Mb/s e cada usuário transmita dados a uma taxa constante de 3 Mb/s. Com base nessas informações calcule o valor de  $n$  para que as DUAS afirmativas abaixo sejam VERDADEIRAS. Justifique sua resposta. (1,0 ponto)

- Até  $n$  usuários podem usar o enlace simultaneamente caso a técnica de comutação de circuitos seja empregada no enlace.
- NÃO haverá atraso de fila antes do enlace se  $n$  ou menos usuários transmitirem dados simultaneamente, supondo o uso da técnica de comutação por pacotes no enlace.

Resposta: Para que as duas afirmativas sejam verdadeiras, tem-se  $n = 27/3 = 9$ . Para cada conexão estabelecida, é reservada uma banda de 3 Mb/s que só é usada por um usuário. Como a capacidade do enlace é de 27 Mb/s, logo é possível ter 9 conexões simultâneas. Também não há atraso de fila quando 9 ou menos usuários transmitem simultaneamente, pois a taxa de transmissão agregada não irá ultrapassar a capacidade do enlace.

6. O Brasil lançou um satélite geoestacionário que se comunica com sua estação-base na Terra através de um enlace de microondas de 18 Mb/s. A cada minuto o satélite tira uma foto de parte do território nacional e envia à estação-base. Assuma que a (i) velocidade de propagação é de  $2,4 \times 10^8$  m/s, (ii) que o satélite

orbita em uma distância fixa de 36.000 km acima do nível do mar no plano do equador da Terra e que (iii) cada foto tirada pelo satélite tem tamanho  $f$  bits. Com base nessas informações, calcule:

- a. O atraso de propagação no enlace. (0,1 pontos)

Resposta:  $d_{\text{prop}} = (36.000 \times 1000)/2,4 \times 10^8 = 150 \text{ ms. (0,3 pontos)}$

- b. O produto largura de banda-atraso. (0,2 pontos)

Resposta:  $B = (18 \times 10^6) \times 0,15 = 2,7 \text{ Mb. (0,2 pontos)}$

- c. O valor mínimo de  $f$  para que dados sejam transmitidos ininterruptamente no enlace de microondas. (0,7 pontos)

Resposta: Como uma foto é tirada a cada minuto, o tempo de transmissão de uma foto deve ser de 60 s para que o enlace esteja sempre em uso. Logo,

$$d_{\text{trans}} = 60 = f/(18 \times 10^6) \rightarrow f = 60 \times (18 \times 10^6) = 1,08 \text{ Gb. (0,7 pontos)}$$

7. As aplicações par-a-par (P2P) são mais escaláveis do que as aplicações cliente-servidor, pois quanto mais participantes, maior é a capacidade do sistema. Diga se a afirmativa anterior é verdadeira ou falsa e justifique sua resposta. (1,0 ponto)

Resposta: Verdadeira. As aplicações par-a-par são mais escaláveis do que as aplicações cliente-servidor, uma vez que os próprios pares participantes colaboram para o funcionamento e manutenção do sistema, compartilhando seus recursos, como banda passante, processamento e armazenamento. Por outro lado, na arquitetura cliente servidor, somente o servidor atende a requisições de outras estações.

8. 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 nesse 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).

9. Diferencie, em termos de desempenho, os modos de operação não-persistente, persistente e persistente com paralelismo (*pipelining*) do HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*). (1,0 ponto)

Resposta: O modo não-persistente do HTTP abre uma conexão TCP a cada requisição de um objeto e fecha a conexão após o envio de cada objeto. Os modos persistentes mantêm a conexão TCP aberta aguardando por novas requisições de objetos. Assim, conexões TCP de longa duração podem tornar o uso da rede mais eficiente, pois empregam uma janela de congestionamento maior. Além disso, no modo persistente com paralelismo, as requisições por objetos podem ser feitas consecutivamente sem ter de esperar por repostas a requisições pendentes. Portanto, o modo não-persistente tende a ter o maior tempo de resposta, pois existe o custo de estabelecimento e liberação de cada conexão TCP. Em relação aos persistentes, o modo com paralelismo tende a ser a mais eficiente já que não há o intervalo de inatividade entre as requisições dos objetos.

10. Um usuário solicita três páginas Web diferentes hospedadas em um mesmo servidor, por exemplo, [www.cederj.edu.br/index.html](http://www.cederj.edu.br/index.html), [www.cederj.edu.br/alunos.html](http://www.cederj.edu.br/alunos.html) e [www.cederj.edu.br/professores.html](http://www.cederj.edu.br/professores.html), e as recebe em uma mesma conexão. Em qual modo de operação deve operar o protocolo HTTP para que isso seja possível? Justifique sua resposta explicando sucintamente como funciona tal modo de operação. (1,0 ponto)

Resposta: O HTTP deve operar no modo persistente. Nesse modo, o HTTP mantém uma conexão TCP aberta entre o cliente e o servidor aguardando por novas requisições de objetos. Assim, conexões TCP de longa duração podem tornar o uso da rede mais eficiente, pois empregam uma janela de congestionamento maior.