



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS ARARANGUÁ-ARA

**1ª. Lista de Redes de Computadores - Respostas**

1. Afirma-se que controle de fluxo e controle de congestionamento são equivalentes. Isso é válido para o serviço orientado para conexão da Internet? Os objetivos do controle de fluxo e de controle de congestionamento são os mesmos?

*Não é válido. Os objetivos destes controles são diferentes. O controle de fluxo está relacionado com o fato do emissor não enviar mais dados que a capacidade do receptor. O controle de congestionamento está relacionado com a diminuição da taxa de transmissão para evitar congestionamento na rede, ou seja, está relacionado com as condições da rede como um todo.*

2. Suponha que exista exatamente um comutador de pacotes entre um computador de origem e um de destino. As taxas de transmissão entre a máquina de origem e o comutador e entre esse e a máquina de destino são  $R_1$  e  $R_2$ , respectivamente. Admitindo que um roteador use comutação de pacotes do tipo armazena e reenvia, qual é o atraso total fim a fim para enviar um pacote de comprimento  $L$ ? (desconsidere formação de fila, atraso de propagação e atraso de processamento).

$$\text{atraso} = \frac{L}{R_1} + \frac{L}{R_2}$$

3. Considere o envio de um pacote de  $F$  bits por um caminho de  $Q$  enlaces. Cada enlace transmite a uma velocidade de  $R$  bps. A rede está levemente carregada, portanto não há atrasos de fila. O atraso de propagação é desprezível.

- a) Suponha que a rede seja de comutação de pacotes por circuitos virtuais. Designe o tempo de estabelecimento de CV em  $tx$  segundos. Suponha que as camadas de envio agregam um total de  $h$  bits de cabeçalho a cada pacote. Quando tempo demoraria para enviar o arquivo de origem ao destino?

$$\text{Atraso} = tx + Q(F+h)/R$$

- b) Suponha que a rede seja de datagramas por comutação de pacotes e que o serviço utilizado é o não orientado para conexão. Agora suponha que cada pacote tenha  $2h$  bits de cabeçalho. Quanto tempo demora para enviar o pacote?

$$\text{atraso} = Q * \frac{(F + 2 * h)}{R}$$

- c) Finalmente, suponha que a rede seja de comutação de circuitos e que a velocidade de transmissão do circuito entre origem e destino seja  $R$  bps. Admitindo tempo de conexão  $tx$ , e  $h$  bits de cabeçalho anexados ao pacote, quanto tempo levará para enviar esse pacote?

$$\text{atraso} = tx + \frac{(F + h)}{R}$$

4. Este problema elementar começa a explorar atrasos de propagação e transmissão, dois conceitos centrais em redes de computadores. Considere dois computadores, A e B, conectados por um único enlace de taxa  $R$  bps. Suponha que esses computadores estejam separados por  $m$  metros e que a velocidade de propagação ao longo do enlace seja de  $s$  metros/segundos. O computador A tem que enviar um pacote de  $L$  bits ao computador B.

- a) Expresse o atraso de propagação,  $d_{prop}$ , em termos de  $m$  e  $s$ .

$$d_{prop} = \frac{m}{s}$$

- b) Determine o tempo de transmissão do pacote,  $d_{trans}$ , em termos de  $L$  e  $R$ .

$$d_{trans} = \frac{L}{R}$$

- c) Ignorando os atrasos de processamento e de fila, obtenha uma expressão para o atraso fim-a-fim.

$$\text{atraso} = d_{prop} + d_{trans}$$

- d) Suponha que o computador A comece a transmitir o pacote no instante  $t = 0$ . No instante  $t = d_{trans}$ , onde estará o último bit do pacote?

*Saindo do computador A.*

- e) Suponha que  $d_{prop}$  seja maior que  $d_{trans}$ . Onde estará o primeiro bit do pacote no instante  $t = d_{trans}$ ?

*entre A e B.*

- f) Suponha  $s = 2,5 \times 10^8$ ,  $L = 100$  bits e  $R = 28$  kbps. Encontre a distância  $m$  de forma que  $d_{\text{prop}}$  seja igual a  $d_{\text{trans}}$ .

*A distância é de aproximadamente 893 km.*

5. Uma companhia implementou um protocolo para transmissão de arquivos que usa UDP e o IP. Sabendo que o cabeçalho do UDP é de 8 bytes, o cabeçalho do IP é de 20 bytes, que o protocolo de enlace adotado possui um cabeçalho de 32 bytes e que o Maximum Segment Size (MSS) da camada de transporte é de 1000 bytes.

- Neste protocolo, quando é transferido um arquivo de 10.000 (10 mil) bytes, quantos bytes de cabeçalhos de todos os protocolos são transferidos?

$$\frac{10000}{992}$$

*10,08  $\rightarrow$  logo teremos 11 pacotes.  $11 \times 60 = 660$  bytes.*

6. Suponha que dois computadores, A e B, estejam separados por uma distância de 20 mil quilômetros e conectados por um enlace direto de 1 Mbps. Suponha que a velocidade de propagação do enlace seja  $2,5 \times 10^8$  metros por segundo.

- a) Derive uma expressão geral para um comprimento de um bit em termos de velocidade de propagação ( $s$ ), velocidade de transmissão ( $R$ ) e do comprimento do enlace ( $m$ ).

$$\text{atraso} = l/R + m/s$$

- b) Considere o envio de um arquivo de 800 mil bits do computador A para o computador B. Quanto tempo demora para enviar o arquivo, admitindo que ele seja enviado continuamente?

$$\text{Tempo} = 0,88 \text{ seg}$$

- c) Suponha que o arquivo (800 mil bits) seja fragmentado em 20 pacotes e que cada pacote contenha 40 mil bits. Suponha que cada pacote seja verificado pelo receptor e que o tempo de transmissão de uma verificação de pacote seja desprezível. Finalmente, admita que o emissor não possa enviar um pacote até que o anterior tenha sido reconhecido. Quanto tempo demorará para enviar o arquivo?

*Tempo=2.4 seg*

- d) Compare os resultados de “b” e “c”.

*O tempo para enviar os pacotes fragmentados é maior neste caso. Porém, deve-se observar que não está sendo utilizado paralelismo, o que diminuiria este tempo. Além disso, quando se utiliza fragmentação há vantagens no caso de falhas de envio, sendo necessário enviar somente a parte que falhou.*

7. Cite as principais características de 4 meios físicos utilizados por tecnologias de redes.

*Ver páginas 16-17 – Livro do Kurose.*

8. Quais as vantagens da tecnologia DSL sobre o acesso discado?

*Na tecnologia DSL o modem restringe a distância entre o usuário e o modem ISP, permitindo velocidades altas nas taxas de transmissão. A DSL usa multiplexação por divisão de frequência, sendo que há três faixas de frequências sem sobreposições: alta velocidade na direção do usuário, velocidade média na direção do provedor e canal telefônico comum de duas vias. Com isso, o usuário terá o serviço sempre disponível, ou seja, ao ligar o computador ele permanecerá constantemente conectado ao seu ISP e, ao mesmo tempo, poderá efetuar chamadas telefônicas.*

*Os modems de DSL em comparação aos de acesso discado não precisam converter os sinais digitais para analógico e vice-versa, já que o sinal é sempre digital, o que diminui o tempo para transferência dos dados.*

9. Defina atraso e vazão em redes de computadores.

*Ver páginas 26 -27 – Livro do Kurose.*

10. Qual é a taxa de transmissão de LANs Ethernet? Para uma dada taxa de transmissão, cada usuário da LAN pode transmitir continuamente a essa taxa?

*10 Mbps, 100 Mbps, 1Gbps e 10Gbps.*

*Depende do equipamento que está sendo utilizado. No caso de HUB, o meio é compartilhado e neste caso, o usuário pode transmitir continuamente a uma taxa de X Mbps (onde  $X = 10, 100, 1000$  ou  $10000$ ), somente se ele for o único que está a transmitir.*

11. Cite alguns meios físicos utilizados para instalar a Ethernet.

*Par de fio trançado, fibra óptica, cabo coaxial.*

12. Modems discados, HFC e ADSL são usados para acesso residencial. Para cada uma dessas tecnologias de acesso, cite uma faixa de taxas de transmissão e comente se a largura de banda é compartilhada ou dedicada.

*Ver páginas 21 - 22 – Livro do Kurose*

*modems dial-up: até 56 Kbps, largura de banda é dedicado; ISDN: até 128 kbps, a largura de banda é dedicado; ADSL: canal downstream é 0,5-8 Mbps, canal upstream é de até 1 Mbps, largura de banda é dedicado; HFC, canal downstream é de 10-30 Mbps e canal upstream é geralmente menos do que alguns Mbps, largura de banda é compartilhada.*

13. Descreva as tecnologias de acesso sem fio mais populares atualmente. Faça uma comparação entre elas.

- *IEEE 802.11 ou WiFi: permite acesso a internet através de dispositivos remotos. Os usuários sem fio transmitem/recebem pacotes de/para uma estação base (Access Point), o qual normalmente está ligado à rede cabeada.*
- *Bluetooth: mais utilizado para dispositivos eletrônicos à pequenas distâncias. Visa agilidade na comunicação entre os dispositivos que possuem tal tecnologia.*

14. Qual é a vantagem de uma rede de comutação de circuitos em relação a uma de comutação de pacotes?

*A comunicação entre sistemas finais através da comutação de circuitos é reservada pelo período da sessão de comunicação. Já na comunicação de pacotes a sessão ocorre por demanda, o que pode implicar em filas.*

15. Por que se afirma que a comutação de pacotes emprega multiplexação estatística? Compare a multiplexação estatística com a multiplexação que ocorre em TDM.

*Ver página 23 – Livro do Kurose*

*Em um pacote de rede comutada, os pacotes de diferentes fontes que fluem em um link não seguem qualquer, padrão pré-definido fixo. Em TDM a comutação de circuitos, cada host recebe o mesmo slot em um quadro TDM rotativo*

16. Qual é a principal diferença que distingue ISPs de nível 1 e de nível 2?

*Ver página 25 – Livro do Kurose*

*Um ISP de nível-1 se conecta a todos os outros ISPs de nível-1; um ISP de nível-2 conecta-se apenas alguns dos ISPs de nível-1. Além disso, um ISP nível-2 é um cliente de um ou mais ISPs de nível-1*

17. Suponha que usuários compartilhem um enlace de 2 Mbps e que cada usuário transmita continuamente a 1 Mbps, mas cada um deles transmite apenas 20 por cento do tempo.

- a) Quando a comutação de circuitos é utilizada quantos usuários podem usar o enlace?

*No máximo 2 usuários*

- b) Para o restante desse problema suponha que seja utilizada a comutação de pacotes. Por que não haverá atraso de fila antes de um enlace se dois ou menos usuários transmitirem ao mesmo tempo? Por que haverá atraso de fila se três usuários transmitirem ao mesmo tempo?

*Não haverá fila no caso de 2 ou menos usuários porque a soma dos bytes que estão sendo transmitidos pelos 2 usuários (2 Mbps) não excede a capacidade do canal.*

- c) Determine a probabilidade de um dado usuário estar transmitindo.

*20%*

- d) Suponha agora que haja três usuários. Determine a probabilidade de, a qualquer momento, os três usuários transmitirem simultaneamente. Determine a fração de tempo durante o qual a fila cresce.

*$(0,2)^3 = 0,008$ . A fila cresce quando todos os usuários estão transmitindo, a fração de tempo que a fila cresce (que é igual a probabilidade de todos os 3 usuários estarem transmitindo simultaneamente) é 0.008.*

18. Quanto tempo um pacote de 1.000 bytes leva para se propagar através de um enlace de 2.500 km de distância, com uma velocidade de propagação de  $2,5 \times 10^8$  m/s e uma taxa de transmissão de 2 Mbps? Geralmente, quanto tempo um pacote de comprimento  $L$  leva para

se propagar através de um enlace de distância  $d$ , velocidade de propagação  $s$ , e taxa de transmissão de  $R$  bps? Esse atraso depende do comprimento do pacote? Esse atraso depende da taxa de transmissão?

*O tempo de propagação é igual a 0,01 seg. O tempo de propagação é igual a  $d/s$ . Este atraso não depende do comprimento do pacote, dependendo exclusivamente da distância e da velocidade de propagação.*

19. Considere uma aplicação que transmita dados a uma taxa constante (por exemplo, a origem gera uma unidade de dados de  $N$  bits a cada  $k$  unidades de tempo, onde  $k$  é pequeno e fixo) Considere também que, quando essa aplicação começa, continuará em funcionamento por um período de tempo relativamente longo. Responda às seguintes perguntas, dando uma breve justificativa para suas respostas:

- a) O que seria mais apropriado para essa aplicação: uma rede de comutação de circuitos ou uma rede de comutação de pacotes? Por quê?

*Comutação de circuitos, pois, de acordo com as informações apresentadas a taxa de transmissão é constante e o meio de transmissão é utilizado de forma contínua. A comutação de pacotes é mais adequada nos casos de tráfego em rajadas.*

- b) Suponha que seja usada uma rede de comutação de pacotes e que o único tráfego dessa rede venha de aplicações como a descrita anteriormente. Além disso, admita que a soma das velocidades de dados da aplicação seja menor do que a capacidade de cada um dos enlaces. Será necessário algum tipo de controle de congestionamento? Por quê?

*Neste caso não é necessário nenhum mecanismo de controle de congestionamento, pois, há capacidade suficiente do enlace para suportar todo o tráfego.*

20. Qual é a diferença entre um hospedeiro e um sistema final? Cite os tipos de sistemas finais. Um servidor Web é um sistema final?

*Ver páginas 4 –5 Livro do Kurose.*

21. Cite seis tecnologias de acesso. Classifique cada uma delas nas categorias acesso residencial, acesso corporativo ou acesso móvel.

*Acesso residencial -> modem discado, DSL – Linha Digital de Assinante, HFC – Cabo, Híbrido Coaxial/Fibra.*

*Acesso corporativo -> Ethernet (tecnologia LAN)*

*Acesso móvel -> LANs sem fim e redes sem fio de acesso a longa distância*

22. Quais são as cinco camadas da pilha de protocolo da Internet? Quais as principais responsabilidades de cada uma dessas camadas?

*As cinco camadas são:*

- *Aplicação → residem as aplicações de rede e seus protocolos*
- *Transporte → transporta mensagens da camada de aplicação entre os lados do cliente e servidor de uma aplicação*
- *Rede → é responsável pela movimentação, de uma máquina para outra, dos datagramas (pacotes da camada de rede).*
- *Enlace → é responsável por encapsular o datagrama em um quadro e pelo envio até o nó adjacente. Por exemplo, da placa de rede Ethernet até o Switch.*
- *Física → movimenta os bits individuais que estão dentro do quadro de um nó para o seguinte.*

23. Qual é a vantagem de uma rede de comutação de circuitos em relação a uma de comutação de pacotes? Quais são as vantagens da TDM sobre a FDM em uma rede de comutação de circuitos?

*A comutação de circuitos é mais adequada a serviços de tempo real, é um circuito dedicado. Numa rede de comutação de pacotes, cada pacote tem que ser recebido integralmente por cada comutador antes de ser retransmitido, o que provoca atraso. No TDM a transmissão é digital (bits). Portanto pode haver correção de erros a cada estágio da transmissão (em cada comutador ou multiplexador TDM). Na TDM, como são alocados fatias de tempo para cada elemento que transmite, quando há silêncio em um determinado elemento, a fatia de tempo alocada a ele pode ser usada por outro, o que não é o caso no FDM onde a frequência está alocada todo o tempo a cada elemento.*

24. O que é uma mensagem de camada de aplicação? Um segmento de camada de transporte? Um datagrama de camada de rede? Um quadro de camada de enlace?

- *Uma mensagem da camada de aplicação é o conjunto de dados que uma aplicação deseja enviar;*
- *Um segmento de camada de transporte é um pacote gerado pela camada de transporte, ou seja, a mensagem acrescida do cabeçalho da camada de transporte;*
- *Um datagrama de camada de rede é um pacote gerado pela camada de rede. Ele é gerado pelo “encapsulamento” do segmento de camada de transporte com o cabeçalho de camada de rede;*
- *Um quadro da camada de enlace é um pacote gerado pela camada de enlace. Ele é gerado pelo “encapsulamento” de um datagrama da camada de rede com o cabeçalho da camada de enlace.*