

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
IF678 – Infraestrutura de Comunicação (Turma EC)
1ª Avaliação Escrita (26/07/2022)
Prof. José Augusto Suruagy Monteiro

1) (1 ponto) O que são **protocolos** de comunicação?

RESP.: Protocolos são regras (linguagem) de comunicação que definem os formatos das mensagens (sintaxe) e as ações que são tomadas quando do envio e da recepção das mensagens.

2) (1 ponto) **Redes de acesso:** Apresente três alternativas de redes de acesso para o usuário residencial. Para cada uma, apresente o meio físico utilizado, a largura de banda típica e se esta é dedicada ou compartilhada com outras residências até o provedor.

RESP.:

- *Acesso por fibra óptica: fibra óptica, 100's de Mbps ou 1Gbps, dedicada.*
- *TV a cabo: cabo coaxial, 100's de Mbps, compartilhada (com as residências que usam o mesmo acesso).*
- *ADSL: par trançado, 10's de Mbps, dedicado.*
- *Sem fio: ondas de rádio, 100's de Mbps, compartilhada*

3) (2 pontos) **Comutação de Circuitos e de Pacotes:** Apresente sucintamente em que consistem (características principais), vantagens e desvantagens das seguintes tecnologias de comutação:

a) (1 ponto) Comutação de circuitos

RESP.:

- *Características principais: alocação prévia de circuitos dedicados para a chamada antes da transferência de dados.*
- *Vantagens: desempenho garantido; bom para tráfegos constantes.*
- *Desvantagens: canais alocados não são compartilhados o que pode gerar possível ociosidade; tempo gasto com o estabelecimento do circuito dedicado.*

b) (1 ponto) Comutação de pacotes

RESP.:

- *Características principais: não há reserva prévia dos meios de comunicação; os pacotes ocupam os canais apenas durante a sua transmissão.*
- *Vantagens: melhor aproveitamento da banda (sem ociosidades); bom para tráfego em surtos.*

- *Desvantagens: possibilidade de congestionamento e perdas durante a transferência de dados.*

4) (2 pontos) **Atrasos em Redes:** Considere um pacote de comprimento L que sai de um sistema final de origem e percorre três enlaces até um sistema final de destino. Esses três enlaces estão conectados por dois comutadores de pacotes. Suponha que d_i , s_i , e R_i , representem o comprimento, a velocidade de propagação e a taxa de transmissão do enlace i , sendo $i = 1, 2, 3$. Suponha ainda que o tempo de processamento por pacote em cada comutador seja de d_{proc} .

a) (1 ponto) Tendo em mente que cada comutador usa comutação de pacotes do tipo armazenar-e-reenvia e considerando que não haja nenhum atraso de enfileiramento, em relação a d_i , s_i , R_i , ($i=1, 2, 3$), d_{proc} e L , qual seria o atraso fim a fim total para o pacote? *DICA: represente os tempos gastos num diagrama de tempo para não esquecer nenhum deles.*

RESP.:

- *Diagrama de tempo semelhante ao exercício realizado em aula apenas sem apresentar o atraso de enfileiramento.*
- *Atraso dado pela expressão:*

$$Atraso = \left[\frac{L}{R_1} + \frac{L}{R_2} + \frac{L}{R_3} \right] + 2d_{proc} + \left(\frac{d_1}{s_1} + \frac{d_2}{s_2} + \frac{d_3}{s_3} \right)$$

b) (0,6 ponto) Suponha que o pacote tenha 1.500 bytes, a velocidade de propagação em todos os enlaces seja $2,5 \times 10^8$ m/s, as taxas de transmissão dos três enlaces sejam 1 Gbps, o atraso de processamento do comutador de pacotes seja de 3 milissegundos, o comprimento do primeiro enlace seja 100 m, o comprimento do segundo enlace seja 2.500 km e do último seja 250m. Dados esses valores qual seria o atraso fim a fim?

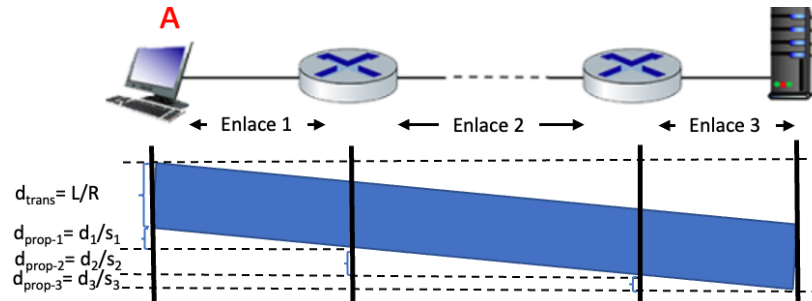
RESP.:

- $L = 1.500 \text{ bytes} = 8 \times 1500 = 12.000 \text{ bits}$
- $s_1 = s_2 = s_3 = 2,5 \times 10^8 \text{ m/s}$
- $R_1 = R_2 = R_3 = 1 \text{ Gbps} = 10^9 \text{ bps}$
- $D_{proc} = 3 \text{ mseg}$
- $d_1 = 100 \text{ m}; d_2 = 2.500 \text{ km} = 2,5 \times 10^6 \text{ m}; d_3 = 250 \text{ m}$
- $Atraso = 3 \times (12 \times 10^3) / 10^9 + 2 \times 3 \times 10^{-3} + (100 + 2,5 \times 10^6 + 250) / 2,5 \times 10^8 \text{ m/s}$
- $Atraso = 36 \times 10^{-6} + 6 \times 10^{-3} + 10,0014 \times 10^{-3} = 16,0374 \text{ mseg}$

c) (0,4 ponto) Suponha agora que $d_{proc}=0$ e que os comutadores de pacotes não armazenam e enviam pacotes, mas transmitem imediatamente cada bit recebido antes de esperar o pacote chegar. Qual seria o atraso fim a fim?

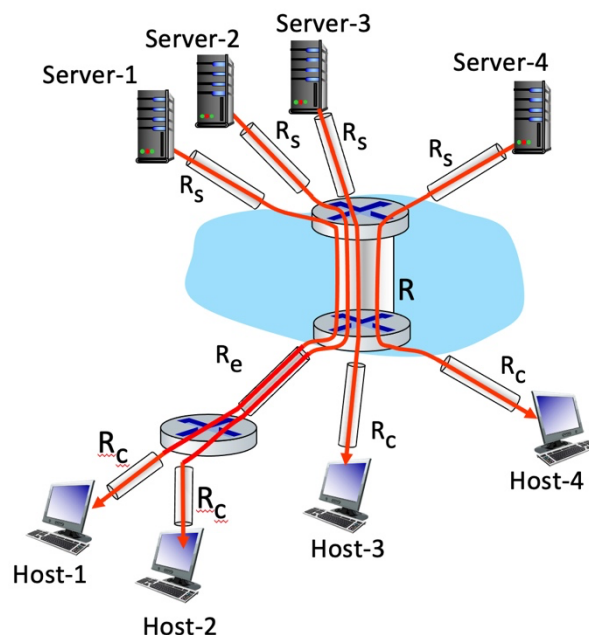
RESP.:

- Estritamente falando os comutadores só conseguiriam repassar os pacotes após identificar o endereço do destino, mas ignorando este detalhe, teríamos algo semelhante ao que está apresentado na figura abaixo.



- Portanto, para o atraso, contabilizaríamos apenas um tempo de transmissão (ao invés de 3, um em cada etapa da questão anterior) e adicionaríamos o atraso total de propagação (sem atraso de processamento).
- Ou seja, $Atraso = 12 \times 10^{-6} + 10,0014 \times 10^{-3} = 10,0134 \text{ mseg.}$

- 5) (2 pontos) **Vazão máxima fim-a-fim:** Considere o cenário apresentado abaixo, onde 4 transmissores TCP estão conectados a 4 receptores. Os servidores transmitem para os hosts receptores à taxa máxima possível (ou seja, à taxa na qual o enlace gargalo entre o servidor e o seu destino esteja trabalhando com 100% de sua utilização e esteja compartilhado de modo justo entre as conexões que passam através daquele enlace). $R = 1\text{Gbps}$, $R_c = 300\text{Mbps}$ e $R_s = 400\text{Mbps}$ e todos os quatro transmissores têm dados para enviar.



- a) (1 ponto) Qual seria o valor mínimo de R_e que garantirá que as conexões para os Hosts 1 e 2 não sejam limitadas pelos enlaces com capacidade R_c ou R_e ? Justifique sua resposta.

RESP.:

- Vemos na figura quatro fluxos de dados entre os quatro servidores e os quatro hosts.
- No canal entre cada servidor e o roteador de cima, há apenas um fluxo e a taxa disponível é de $R_s=400$ Mbps.
- No “enlace” entre os dois roteadores, há uma taxa $R=1$ Gbps que deve ser compartilhada de modo justo entre os 4 fluxos. Desse modo, cada um teria direito a $R/4$, ou seja, 250 Mbps.
- O canal com taxa R_e está compartilhado por dois fluxos e deve dar conta da taxa transferida pelos mesmos para que ele não seja o gargalo.
- Já a taxa para cada cliente é de $R_c = 300$ Mbps
- Nessas condições, o gargalo é o link de 1 Gbps que aloca um quarto dessa taxa para cada fluxo. E como o enlace de taxa R_e acomoda dois fluxos, $R_e > 2 \times 250$ Mbps = 500 Mbps. Ou seja, deve ser estritamente maior do que 500 Mbps.

- b) (1 ponto) Para o valor de R_e encontrado acima, quais seriam as utilizações dos enlaces R_s , R , R_e e R_c , respectivamente?

RESP.:

- A utilização de um enlace é dada pela relação entre a taxa utilizada e a taxa máxima do enlace, portanto:
 - $U_s = 250/400 = 0,625$
 - $U_R = 1000/1000 = 1,0$
 - $U_e < 500/500 = 1,0$
 - $U_c = 250/300 = 0,833$

6) (2 pontos) **Camadas:**

- a) (0,3 ponto) Quais são as cinco camadas da pilha de protocolos da Internet?

RESP.: Aplicação, Transporte, Rede, Enlace e Física

- b) (0,7 ponto) Quais são os serviços fornecidos por cada uma destas camadas?

RESP.:

- Aplicação: dá suporte às aplicações de rede.
- Transporte: faz a transferência de dados processo a processo de forma confiável ou não confiável.
- Rede: encaminha os pacotes da máquina origem à máquina destino.
- Enlace: faz a transferência de dados entre elementos vizinhos de rede.
- Física: transferência dos bits no meio físico.

- c) (0,5 ponto) Cite cinco tarefas que uma camada pode executar.

RESP.:

- *Transferência de dados*
- *Controle de erro*
- *Controle de fluxo*
- *Controle de congestionamento*
- *Endereçamento*

d) (0,5 ponto) É possível que uma (ou mais) dessas tarefas seja(m) realizada(s) por duas (ou mais) camadas? Explique/exemplifique.

RESP.: Tendemos a ver as camadas como tendo papéis diferenciados, mas há algumas tarefas que podem ser replicadas:

- *Transferência de dados: em todas as camadas*
- *Controle de erro: camadas de aplicação, transporte e de enlace*
- *Controle de fluxo: camadas de transporte e de enlace*
- *Controle de congestionamento: camadas de aplicação e de transporte, podendo ser feita também na camada de rede*
- *Endereçamento: camadas de rede e de enlace (endereços diferentes para a mesma interface, inclusive).*