

-
1. (1,0 ponto) Os enlaces físicos que conectam um hospedeiro ao primeiro roteador (o roteador de borda) são chamados de enlaces de acesso. A tecnologia HFC (*hybrid fiber coaxial cable*) é um dos modos que implementa acesso à Internet. A largura de banda de um sistema HFC é dedicada ou é compartilhada entre os usuários? É possível haver colisões em um canal HFC na direção da raiz da árvore de distribuição até as residências (*downstream*)? Por quê?

Resposta: Em um sistema HFC, a largura de banda *upstream* é compartilhada entre usuários de uma mesma vizinhança. No canal *downstream*, não há colisões uma vez que o terminal *headend* é o único a transmitir neste canal. (As transmissões *upstream* são enviadas em uma faixa de frequência separada das transmissões *downstream*).

2. (1,0 ponto) Suponha que exista exatamente um roteador (comutador de pacotes) entre um hospedeiro de origem e um hospedeiro de destino. As taxas de transmissão entre o hospedeiro de origem e o roteador e entre o roteador e o hospedeiro de destino são respectivamente R_1 e R_2 bps. Admitindo que o roteador usa comutação de pacotes do tipo armazena e reenvia (*store-and-forward*), qual é o atraso total fim a fim para o envio de um pacote de L bytes? (Desconsidere atraso de enfileiramento, atraso de processamento e atraso de propagação na elaboração da sua solução)

Resposta: No tempo t_0 o hospedeiro que envia o pacote começa a transmitir. No tempo $t_1 = (Lx8)/R_1$ segundos, o hospedeiro termina o envio do pacote que completamente armazenado no roteador (não há atraso de propagação). Dado que o roteador tem todo o pacote no tempo t_1 , este pode começar a transmitir o pacote para o hospedeiro que receberá o pacote no tempo t_1 . No tempo $t_2 = t_1 + (Lx8)/R_2$, segundos, o roteador completa a transmissão do pacote inteiro, que é recebido no hospedeiro destino (novamente, não há atraso de propagação). Desta forma, o atraso total fim a fim para o envio de um pacote de L bytes é igual a $\{(Lx8)/R_1 + (Lx8)/R_2\}$ segundos.

3. (1,0 ponto) Considere o envio de um pacote de um hospedeiro de origem a um hospedeiro de destino através de uma rota fixa. Relacione os

componentes de atrasos que formam o atraso fim a fim. Quais deles são constantes e quais são variáveis.

Resposta (primeira parte):

- **retardo de processamento (d_{proc}):** este retardo inclui o tempo para examinar o cabeçalho do pacote e determinar para qual saída será encaminhado (neste caso, como a rota é fixa, não é despendido tempo nesta parte). Este retardo deve ser considerado porém, pois também inclui o tempo para a verificação do pacote quanto aos possíveis erros introduzidos durante a transmissão no enlace;

- **retardo de transmissão (d_{trans}):** este retardo depende do tamanho do pacote (L) e da taxa de transmissão (R) suportada, e seu valor é L / R ;

- **retardo de propagação (d_{prop}):** é o tempo de propagação de um *bit* de um extremo do enlace até o outro e depende da velocidade de propagação do sinal no meio utilizado (S) e do comprimento do enlace (D) e seu valor é D / S ; e

- **retardo de fila (d_{fila}):** tempo que o pacote aguarda na fila de entrada para ser encaminhado à fila de saída do roteador e o tempo de espera na fila de saída até que este seja o próximo pacote a ser transmitido na interface de saída.

Resposta (segunda parte):

- retardo de processamento: constante;

- retardo de transmissão: constante, para um dado valor de L e R;

- retardo de propagação: constante, para um dado valor de D e S; e

- retardo de fila: variável, depende do nível de congestionamento da rede.

4. (1,0 ponto) Quanto tempo um pacote de 1000 bytes leva para se propagar através de um enlace que tem 2500 km de comprimento, com a velocidade de propagação de $2,5 \times 10^8$ m/s e uma taxa de transmissão de 2 Mbps?

Resposta: O tempo de propagação não depende do comprimento do pacote, mas sim da distância e da velocidade de propagação, portanto: $2500 \text{ Km} = 2,5 \times 10^6 \text{ m} \rightarrow 2,5 \times 10^6 \text{ m} / 2,5 \times 10^8 \text{ m/s} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ s}$ ou 0,01 s ou 10 ms.

5. (1,0 ponto) Quanto tempo um pacote de L bytes leva para se propagar através de um enlace de comprimento d km, velocidade de propagação s m/s, e taxa de transmissão de R bps? Esse atraso depende do tamanho do pacote? Esse atraso depende da taxa de transmissão?

Resposta: 1ª: d/s segundos. 2ª: O atraso de propagação, não depende do comprimento do pacote, mas sim da distância e da velocidade de propagação no meio. 3ª: O atraso de propagação não depende da taxa de transmissão.

6. (1,0 ponto) Descreva a funcionalidade de cada camada da pilha de protocolos da Internet. Indique quais camadas estão presentes em roteadores e quais camadas estão implementadas nos hospedeiros.

Resposta: **Camada de Aplicação:** Onde executam as aplicações. Inclui protocolos como HTTP, SMTP, FTP, entre outros. **Camada de Transporte:** transporta mensagens fim a fim, do processo origem ao destino. **Camada de Rede:** roteia um datagrama por uma série de roteadores entre o hospedeiro origem e o hospedeiro destino. **Camada de Enlace:** como vimos a camada de rede, roteia um datagrama por uma série de roteadores entre o hospedeiro origem e o hospedeiro destino. Para levar um quadro (ou *frame*) do hospedeiro até o primeiro roteador, de um roteador para o seguinte da rota e do último roteador até o hospedeiro de destino, a camada de rede depende da camada de enlace, que transmite quadros em enlaces conectando cada elemento de rede (lembre-se que cada enlace da rota pode ser implementado de modo diferente: cabo coaxial, fibra ótica, enlace de rádio...). **Camada Física:** É responsável pela transmissão de *bits* individuais codificados de acordo com o meio de transmissão do enlace. Todas as cinco camadas estão implementadas nos hospedeiros enquanto que nos roteadores apenas as camadas física, de enlace e de rede estão implementadas.

7. (1,0 ponto) Que informação é usada por um processo que está executando em um hospedeiro para identificar um processo que executa em outro hospedeiro?

Resposta: A porta vinculada ao outro processo e o endereço IP do outro hospedeiro.

8. (1,0 ponto) Comente sobre o desempenho do protocolo HTTP em modo não persistente, persistente sem *pipelining* e persistente com *pipelining*.

Resposta: No HTTP não persistente o cliente abre uma conexão TCP a cada requisição e o servidor fecha a conexão após o envio do objeto solicitado pelo servidor. No HTTP persistente a conexão TCP é mantida aberta aguardando por novas requisições. Com isso, conexões TCP persistentes tendem a permitir uma melhor utilização da rede, quando várias requisições de objetos precisam ser feitas pelo cliente e atendidas pelo servidor. O HTTP persistente com *pipelining* permite ainda que requisições de objetos pelo cliente sejam feitas sem que o objeto anteriormente requisitado tenha sido recebido do servidor. Com isso, é possível dizer que o HTTP não persistente, tende a ter maior tempo de resposta, pois existe o custo de estabelecimento e liberação de uma conexão TCP para cada objeto transferido. Em relação ao HTTP persistente, a versão com *pipelining* é mais eficiente já que não há intervalo de inatividade entre as requisições dos diversos dos objetos que o cliente necessita.

9. (1,0 ponto) Por que se diz que o FTP envia informações de controle fora de banda?

Resposta:

Isto ocorre porque no FTP, os comandos e os dados da transmissão dos arquivos usam duas conexões distintas. Os comandos FTP são enviados e recebidos através de pacotes de controle por uma só conexão persistente na porta 21 que é responsável pela transmissão e recepção dos comandos, bem como pela manutenção dos estados em cada um dos lados da conexão (listas de arquivos, diretórios, diretório corrente, etc.). Já para a transmissão de arquivos, finalidade do FTP, uma conexão específica na porta 20 é criada para este fim e encerrada ao seu término.

10. (1,0 ponto) Considere um cliente HTTP deseja recuperar um documento *Web* em uma URL. O endereço IP do servidor HTTP é inicialmente desconhecido. O documento *Web* tem uma imagem GIF embutida e essa imagem reside no mesmo servidor do documento original. Quais os protocolos das camadas de transporte e aplicação além do HTTP são necessários nesse cenário?

Resposta:

Da camada de aplicação são necessários o HTTP e o DNS.

Da camada de transporte são necessários o TCP e o UDP.