

1. Quais são os dois tipos de serviços de transporte que a Internet provê às suas aplicações? Cite algumas características de cada um desses serviços. Indique, exemplifique e justifique que tipo de aplicação usa que tipo de serviço de transporte. [1,5 pontos]

R: TCP e UDP. O serviço de transporte TCP é orientado a conexão, com transferência confiável fim-a-fim, recuperação de erros através de retransmissões, controle de fluxo e controle de congestionamento. Aplicações que não toleram perdas de pacotes, como por exemplo aplicações de transferência de arquivos (FTP), utilizam o serviço TCP. Já o serviço de transporte UDP é um serviço não-orientado a conexão, com transferência não confiável, sem controle de fluxo e sem controle de congestionamento. Aplicações que toleram um certo nível de perdas de pacotes, porém que não toleram grandes variações no atraso fim-a-fim, utilizam tipicamente o serviço de transporte UDP, por exemplo aplicações multimídia como VoIP e streaming de áudio e vídeo.

2. Descreva a funcionalidade de cada camada da pilha de protocolos da Internet. Indique quais camadas estão tipicamente implementadas em roteadores e quais camadas estão implementadas nos sistemas finais. [1,0 ponto]

R: Camada de Aplicação: Onde residem as aplicações. Inclui protocolos como HTTP, SMTP, FTP entre outros. Camada de Transporte: transporta mensagens fim a fim, da origem ao destino. Camada de Rede: roteia e encaminha pacotes em direção ao destino. Camada de enlace: transmite quadros em enlaces conectando cada elemento de rede. Camada Física: Transmissão de bits individuais codificados de acordo com o meio de transmissão do enlace. Todas as camadas estão implementadas nos sistemas finais enquanto que nos roteadores apenas as camadas física, de enlace e de rede estão implementadas.

3. Qual é a vantagem de uma rede de comutação de circuitos em relação a uma de comutação de pacotes? E quais são as desvantagens? Comente sobre TDM e FDM em uma rede de comutação de circuitos. [1,5 pontos]

R: Em redes de comutação de circuitos, através de pacotes de sinalização durante o estabelecimento da chamada, reserva-se um canal dedicado para a comunicação. A reserva de canal pode ser feita através de multiplexação por divisão no tempo (TDM) ou na frequência (FDM). No TDM um slot de tempo por ciclo é alocado para a transmissão periódica de cada usuário. Já no FDM, a faixa de frequência de transmissão é dividida para transmissão contínua em subcanais para cada usuário. As vantagens da comutação de pacotes estão no fato de que, após estabelecido o canal, a comunicação de dados é efetuada sem risco de congestionamento e com garantias de qualidade de serviço. Em redes de comutação de circuitos, a rota alocada funciona como um fio, não

havendo a necessidade de armazenar e re-encaminhar pacotes a cada roteador intermediário na rota. Todos os pacotes da conexão seguem a mesma rota. No entanto, recursos alocados porém não utilizados não podem ser utilizados por nenhum outro usuário do sistema.

Já em comutação de pacotes, não é necessário se estabelecer uma rota. Não há reserva de recursos e cada pacote pode seguir uma rota diferente em direção ao destinatário. O endereço do destinatário é presente no cabeçalho de cada pacote e o roteamento e encaminhamento é feito de forma independente em cada roteador intermediário. Roteadores intermediários precisam armazenar e re-encaminhar pacotes em cada salto até o destino. Como não há reserva de recursos, todos os usuários do sistema compartilham os recursos, e uma melhor utilização da rede ocorre devido à multiplexação estatística. No entanto, redes de comutação de pacotes estão sujeitas a congestionamentos.

4. Cite seis tecnologias de acesso. Classifique cada uma delas nas categorias acesso residencial, acesso corporativo ou acesso móvel. [1,0 ponto]

R: Acesso residencial: acesso via DSL, acesso via cabo (HFC) e acesso discado (via linha telefônica); Acesso móvel: acesso via celular, acesso via satélite ou acesso via WiFi; Acesso corporativo: acesso via canal dedicado (T1, E1, ISDN (RDSI), ...), acesso via rádio, acesso via WiFi ou acesso via WiMax.

5. Comente sobre o desempenho do protocolo HTTP em modo não persistente, persistente sem pipelining e persistente com pipelining. [1,0 ponto]

R: O HTTP não persistente abre uma conexão TCP a cada requisição e fecha a conexão após o envio de cada resposta. O HTTP persistente mantém a conexão TCP aberta aguardando por novas requisições. O HTTP persistente com pipelining é capaz de transmitir os objetos requisitados em "paralelo". Com isso, o HTTP não persistente tende a ser o com maior tempo de resposta, pois existe o custo de estabelecimento e liberação de cada conexão TCP. Em relação aos persistentes, a versão com pipelining tende a ser a mais eficiente já que não há o intervalo de inatividade entre as requisições dos objetos.

6. Porque se afirma que a comutação de pacotes emprega multiplexação estatística? Compare a multiplexação estatística com a multiplexação que ocorre em TDM. [1,0 ponto]

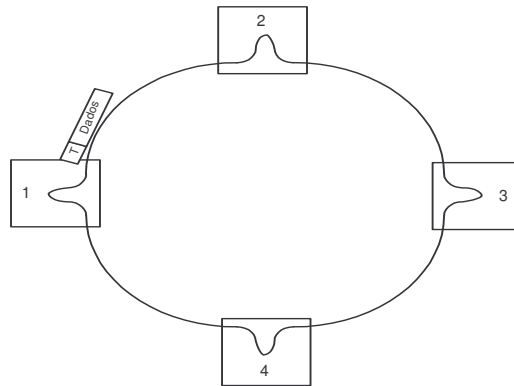
R: Em redes de comutação de circuitos, através de por exemplo multiplexação por divisão no tempo (TDM) reserva-se um canal dedicado para a comunicação. No TDM um slot de tempo por ciclo é alocado para a transmissão periódica de cada usuário. Slots alocados porém não utilizados por nenhum usuário não podem ser utilizados por nenhum outro usuário do sistema. Já em comutação de pacotes não há reserva de recursos. Todos os usuários do sistema compartilham os recursos, e uma melhor utilização da rede ocorre devido à multiplexação estatística dos pacotes de cada usuário.

7. Afirma-se que controle de fluxo e controle de congestionamento são equivalentes. Isso é válido para o serviço orientado a conexões da Internet? Os objetivos do controle de fluxo e do controle de congestionamento são os mesmos? [1,0 ponto]

R: Não são equivalentes. O controle de fluxo visa impedir que um receptor fique sobrecarregado por estar recebendo pacotes a uma taxa superior à que este possa

consumi-los. Já controle de congestionamento visa proteger a rede de uma carga de pacotes superior a sua capacidade.

8. Considere uma rede local com topologia em anel de fibra ótica uni-direcional de 12 km operando a uma velocidade de 25 Mbps conforme ilustrado na figura. Considere que cada estação pode reter um *token* (permissão) para transmissão de dados (excluindo o *token*) por no máximo 1 msec, e logo em seguida deve transmitir o *token* para a estação vizinha. Considere que o *token* é um pacote de dados de comprimento 125 bytes. Considere que a propagação no canal é de 5 μ s/km. Considere que apenas estações que desejam transmitir retiram o *token* do anel e estações que não possuem dados a transmitir não retiram o *token* do anel. [2,0 pontos]



- a. Qual o tamanho máximo de um pacote (em bits) que uma estação pode transmitir?

Ra: 25Kbits. (em 1 msec, já que a velocidade de transmissão no anel é de 25Mbps)

- b. Assumindo que apenas uma estação no anel possua sempre dados a transmitir, qual é o intervalo de tempo entre o início duas transmissões consecutivas desta estação?

Rb: 1,1 msec. (= 1 + 0,04 + 0,06 msec)

- c. E qual a vazão obtida por esta estação?

Rc: 22,7 Mbps. (= 25Kbits / 1,1 msec)

- d. Assumindo que N estações igualmente espaçadas no anel possuam sempre dados a transmitir, qual é o intervalo de tempo entre o início de duas transmissões consecutivas de cada estação (função de N)?

Rd: $1,04 N + 0,06$ msec. (= $N*1 + N*0,04 + 0,06$ msec)

- e. E qual a vazão obtida por cada estação (função de N)?

Re: $25 / (1,04N + 0,06)$ Mbps. (= $25\text{Kbits} / (1,04N + 0,06 \text{ msec})$)