

1. **(3 pontos)** Dois computadores, A e B, se comunicam a uma distância de 800Km através de um link bi-direcional full duplex de 10 Mbits/seg. A propagação do sinal no link é de 200000 Km/seg. O computador A envia pacotes de 500 bytes para B à taxa máxima até receber um pacote de STOP. O computador A volta a transmitir pacotes somente quando receber um pacote GO. O tamanho dos pacotes STOP e GO é de 50 bytes. O computador B possui um buffer de 4.000 bytes e sua aplicação está configurada para ler o buffer inteiro a cada 20 msec e enviar um pacote GO para o computador A.
- 1.1. Qual o tempo de transmissão de um pacote de 500 bytes pelo computador A?
Resposta: $D_{trans1} = L / R = 500 * 8 / 10M = 0,4 \text{ mseg}$
- 1.2. Qual o tempo de transmissão de um pacote de 50 bytes pelo computador B?
Resposta: $D_{trans2} = L / R = 50 * 8 / 10M = 0,04 \text{ mseg}$
- 1.3. Quanto tempo leva para o último bit de um pacote ser propagado do computador A para o computador B?
Resposta: $D_{prop} = M / S = 800K / 200000K/s = 4 \text{ mseg}$
- 1.4. Quanto tempo leva para o último bit de um pacote ser propagado do computador B para o computador A?
Resposta: $D_{prop} = M / S = 4 \text{ mseg}$
- 1.5. Qual o número máximo de pacotes de 500 bytes que pode estar no link A-B?
Resposta: $N = D_{prop} / D_{trans1} = 10$
- 1.6. Quanto tempo leva para o buffer em B encher a partir do início da transmissão pelo computador A?
Resposta: $T6 = D_{prop} + 8 * D_{trans1} = 7,2 \text{ mseg}$
- 1.7. Após o início da transmissão pelo computador A, quanto tempo leva para o computador A receber o último bit de um pacote de STOP?
Resposta: $T7 = T6 + D_{prop} + D_{trans2} = 7,2 + 4 + 0,04 = 11,24 \text{ mseg}$
- 1.8. Qual a taxa média de utilização do link A-B em Mbit/seg? (Dica: Pense em quantos pacotes de tamanho máximo o computador A transmite a cada 20 msec).
Resposta: $V_{link} = T7 / 20 * 10M = 5,62 \text{ Mbps}$
- 1.9. Qual a vazão percebida pela aplicação do computador B em Mbit/seg? (Dica: Pense em quantos pacotes a aplicação do computador B lê a cada 20 msec).
Resposta: $V_{app} = 4000 * 8 / 20m = 1,6 \text{ Mbps}$

2. **(1,0 ponto)** Porque se afirma que a comutação de pacotes emprega multiplexação estatística? Compare a multiplexação estatística com a multiplexação que ocorre em TDM.

Resposta: A comutação de pacotes emprega multiplexação estatística porque a multiplexação é feita **pacote a pacote**. Em redes de comutação de circuitos, através de por exemplo multiplexação por divisão no tempo (TDM) reserva-se um canal dedicado para a comunicação de **cada usuário**. 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 todos os usuários.

3. **(1,0 ponto)** Cite seis tecnologias de acesso. Classifique cada uma delas nas categorias acesso residencial, acesso corporativo ou acesso móvel.

Resposta:

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.

4. **(1,0 ponto)** Descreva as razões que levam um desenvolvedor escolher executar sua aplicação sobre UDP e não sobre o TCP.

Resposta:

A escolha do UDP, como o protocolo da camada de transporte, é baseada em:

- **A aplicação não necessita da transferência de dados confiável:** Algumas aplicações suportam que certo percentual de dados sejam perdidos e, portanto, o uso do UDP é indicado.
- **Taxa de envio não regulada:** O desenvolvedor da aplicação não quer sua aplicação fique sujeita ao controle de congestionamento realizado pelo TCP que pode, em tempo de congestionamento, reduzir a taxa de transmissão da aplicação. No TCP existem os mecanismos de controle de congestionamento e de fluxo que regulam a taxa de envio de segmentos, sem a interferência da aplicação transmissora. Este controle na taxa de envio de segmentos pode ser crítica para aplicações que requisitam uma taxa de transmissão mínima e que são tolerantes a perda de pacotes até um certo nível.
- **Não há estabelecimento de conexão:** No TCP existe o *three way handshake* antes que a transferência de dados seja iniciada.
- **Não há estado de conexão:** O TCP mantém o estado de conexão nos sistemas finais de origem e destino. Esse estado inclui *buffers* de envio e recepção, parâmetros de controle de congestionamento e parâmetros numéricos de sequência e de reconhecimento, desta forma esta manutenção do estado tem custos de processamento e espaço alocado.
- **Pequeno overhead no cabeçalho do pacote:** O segmento TCP tem 20 *bytes* de cabeçalho, enquanto o do UDP tem somente 8 *bytes*.

5. **(1,0 ponto)** É possível que uma aplicação que executa sobre UDP, desfrute da transferência de dados confiável? Se sua resposta é sim, explique como isso é feito.

Resposta:

Sim, desde que seja implementada na própria aplicação código do protocolo que realiza a transferência de dados confiável. Sem isso é impossível garantir a transferência de dados confiável, já que o UDP não oferece esse serviço.

6. **(1,5 ponto)** Uma confirmação TCP perdida não necessariamente força uma retransmissão. Explique por quê.

Resposta:

Por causa do uso da confirmação cumulativa. Ou seja, o recebimento da confirmação n pelo transmissor TCP, indica que todos $n - 1$ bytes anteriores do fluxo de bytes, foram recebidos no receptor TCP. Essa confirmação n pode estar confirmando bytes contidos em um ou mais segmentos, cujas confirmações foram perdidas (ou não enviadas).

7. **(1,5 pontos)** Na Internet, os objetivos do controle de fluxo e do controle de congestionamento são os mesmos? Explique sua resposta.

Resposta:

Não. O TCP provê um serviço de controle de fluxo para as aplicações para eliminar a possibilidade de o remetente saturar o buffer do receptor. Isto é, trata-se de um serviço de compatibilização de velocidades que compatibiliza a taxa à qual o remetente está enviando com a que aplicação receptora está lendo. Já o controle de congestionamento tem como alvo a infra-estrutura de comunicação da Internet que interliga os dois hospedeiros, e tem como objetivo evitar um colapso de comunicação dentro da rede IP. Embora as ações executadas pelo controle de fluxo e pelo controle de congestionamento sejam similares, fica evidente que elas são executadas por razões muito diferentes.