



## Exercícios 01 - Camada Física

1. O desempenho de um sistema cliente/servidor é influenciado por dois fatores de rede: a largura de banda da rede (quantos bits/s ela pode transportar) e a latência (quantos segundos o primeiro bit leva para ir do cliente até o servidor). De um exemplo de uma rede que exibe alta largura de banda e alta latência. Depois, de um exemplo de uma rede com baixa largura de banda e baixa latência.

*Um link de fibra transcontinental pode ter muitos gigabits/s de largura de banda, mas a latência também será alta devido a velocidade de propagação da luz por milhares de quilômetros. Em contraste, um modem de 56 kbps que chamar um computador no mesmo edifício terá baixa largura de banda e baixa latência.*

2. Uma desvantagem de uma sub-rede de broadcast é a capacidade desperdiçada quando há vários hosts tentando acessar o canal ao mesmo tempo. Como um exemplo simples, suponha que o tempo esteja dividido em slots discretos, com cada um dos  $n$  hosts tentando usar o canal com probabilidade  $p$  durante cada slot. Que fração dos slots é desperdiçada em consequência das colisões?

*Faça a distinção entre  $n+2$  eventos. Os eventos de 1 a  $n$  consistem na tentativa bem-sucedida do host correspondente de usar o canal, isto é, sem uma colisão. A probabilidade de cada um desses eventos é  $p(1-p)^{n-1}$ . O evento  $n+1$  é um canal inativo, com probabilidade  $(1-p)^n$ . O evento  $n+2$  é uma colisão. Tendo em vista que esses  $n+2$  eventos são exaustivos, a soma de suas probabilidades tem de ser a unidade. A probabilidade de uma colisão, que é igual à fração de slots desperdiçados, é então simplesmente:  $1 - np(1-p)^{n-1} - (1-p)^n$ .*

3. Quais são as duas razões para a utilização de protocolos dispostos em camadas? Qual é uma possível desvantagem do uso de protocolos dispostos em camadas?

*Entre outras razões para a utilização de protocolos em camadas, seu emprego conduz à quebra do problema de projeto em fragmentos menores e mais manejáveis; além disso, a divisão em camadas significa que os protocolos podem ser alterados sem afetar protocolos de níveis mais altos ou mais baixos.*

4. O que significa 'negociação' em uma discussão sobre protocolos de rede? Dê um exemplo.

*A negociação significa fazer ambos os lados concordarem sobre alguns parâmetros ou valores a serem usados durante a comunicação. O tamanho máximo do pacote é um exemplo, mas existem muitos outros.*

5. As operadoras da rede de telefonia móvel precisam saber onde os telefones móveis de seus assinantes (logo, seus usuários) estão localizados. Explique por que isso é ruim para os usuários. Agora, dê motivos pelos quais isso é bom para os usuários.

*Um relação de custo benefício entre o usuário ceder os seus dados de localização para garantir uma boa conectividade (tradeoff). Desta forma a empresa consegue caracterizar os seus usuários e conhecer melhor a demanda.*

6. Uma imagem tem  $1.600 \times 1.200$  pixels com 3 bytes/pixel. Suponha que a imagem seja descompactada. Quanto tempo é necessário para transmiti-la por um canal de modem de 56 kbps? E por um modem a cabo de 1 Mbps? E por uma rede Ethernet de 10 Mbps? E pela rede Ethernet de 100 Mbps? E pela gigabit Ethernet?

*Pixels da imagem:  $1.600 \times 1.200 = 1.920.000$  pixels*

*Bytes da imagem:  $1.920.000 \times 3 = 5.760.000$  bytes*

*Bits da imagem:  $= 5.760.000 \times 8 = 46.080.000$  bits*

*-> Considerando a imagem descompactada, a transmissão seria realizada realmente com uma velocidade de 56 kbps: 56000 bits/seg.*

*$46.080.000$  bits/  $x$  seg.  $x = 46.080.000/56000 = 822,85$  segundos*

*-> Modem a cabo de 1Mbps: 1.000.000 bits/seg.*

*$46.080.000$  bits/  $x$  seg.  $x = 46.080.000/1.000.000 = 46,08$  segundos*

*-> Ethernet de 10 Mbps: 100.000.000 bits/seg.*

*$46.080.000$  bits/  $x$  seg.  $x = 46.080.000/100.000.000 = 4,608$  segundos*

*-> Ethernet de 100 Mbps: 1.000.000.000 bits/seg.*

*$46.080.000$  bits/  $x$  seg.  $x = 46.080.000/1.000.000.000 = 0,460$  segundos*

*-> Ethernet Gigabit: 1.000.000.000 bits/seg.*

*$46.080.000$  bits/  $x$  seg.  $x = 46.080.000/1.000.000.000 = 0,0460$  segundos*

7. Um oleoduto é um sistema simplex, um sistema half-duplex, um sistema full-duplex ou nenhum dos anteriores? E um rio ou uma comunicação no estilo walkie-talkie?

*Como uma única linha de estrada de ferro, ele é half-duplex. O óleo pode fluir em qualquer sentido, mas não em ambos os sentidos ao mesmo tempo.*

8. Três redes de comutação de pacotes possuem  $n$  nós cada uma. A primeira rede tem uma topologia em estrela com um switch central, a segunda é um anel (bidirecional) e a terceira é totalmente interconectada, com um fio interligando cada nó. Quais são as opções de caminhos de transmissão em hops no melhor caso, no caso médio e no pior caso?

*As três redes têm as seguintes propriedades:*

*Estrela: Melhor caso = 2, caso médio = 2, pior caso = 2*

*Anel: Melhor caso = 1, caso médio =  $n/4$ , pior caso =  $n/2$*

*Interconexão total: Melhor caso = 1, caso médio = 1, pior caso = 1*

9. Compare o atraso no envio de uma mensagem de  $x$  bits sobre um caminho de  $k$  hops em uma rede comutada por circuitos e em uma rede (levemente carregada) comutada por pacotes. O tempo de configuração de circuitos é de  $s$  segundos, o atraso de propagação é de  $d$  segundos por hop, o tamanho do pacote é de  $p$  bits e a taxa de dados é de  $b$  bps. Sob quais condições a rede de pacotes tem um atraso mais baixo? Além disso, explique as condições sob as quais uma rede de comutação de pacotes é preferível a uma rede de comutação de circuitos.

*Com a comutação de circuitos, em  $t = s$ , o circuito é configurado; em  $t = s + x/b$ , o último bit é enviado; em  $t = s + x/b + kd$ , a mensagem chega. Com a comutação de pacotes, o último bit é enviado em  $t = x/b$ . Para obter o destino final, o último pacote deve ser retransmitido  $k - 1$  vezes pelos roteadores intermediários, cada retransmissão demorando  $p/b$  segundos; assim, o retardo total é  $x/b + (k - 1)p/b + kd$ . A comutação de pacotes é mais rápida se  $s > (k - 1)p/b$ .*