

Redes de Computadores II

Lista de Exercícios – Parte 2

1) Um vídeo digital com resolução de 720x480 pixels e sistema de cor RGB está codificado com 8 bits por componente de cor e resolução temporal de 30 quadros por segundo. Sabendo que, na compressão deste vídeo digital, a taxa média de compressão no formato utilizado é de 15:1 para cada quadro, calcule a taxa média de bits por segundo do vídeo comprimido.

Tamanho de cada componente de cor: $720 \times 480 \times 8 = 2764800$

Tamanho do quadro de vídeo: $2764800 \times 3 = 8294400$

Tamanho com taxa de compressão de 15:1 $\Rightarrow 8294400/15 = 552960$

Taxa média para 30 quadros/segundo $\Rightarrow 552960 \times 30 = 16588800\text{bps} \sim 16,6\text{Mbps}$

2) Considere um sinal de áudio com banda passante de [15, 25KHz]. Considerando que a taxa de Nyquist é usada no processo de digitalização deste sinal e que cada quadro de áudio contenha informação de 2048 amostras, calcule a duração de cada trecho de áudio digitalizado em um quadro.

Taxa de Nyquist = $2 \times 25\text{KHz} = 50\text{KHz}$

50000 amostras _____ 1 segundo

2048 amostras _____ T

$T = 2048/50000 = 40,96 \text{ ms}$

3) Uma aplicação VoIP (Voz sobre IP) utiliza o padrão G.711 para codificação de voz e transmite continuamente pacotes com amostras referentes a trechos de 25ms de voz. Os pacotes de voz são transmitidos com o uso do protocolo RTP no nível de aplicação, UDP na camada de transporte, IP no nível de rede e Ethernet nas camadas de enlace e física. Quantas amostras de voz são enviadas pela aplicação em cada pacote? Quantos pacotes são transmitidos em 10 minutos de fala? Calcule a quantidade total de bits necessária para realizar a transmissão de 10 minutos de fala. Qual o overhead de controle (em %) na transmissão de voz? (2,0 pontos)

- O G.711 digitaliza o sinal de voz a uma taxa de amostragem de 8KHz com 8 bits por amostra.
- O cabeçalho RTP (*Real Time Protocol*) tem 12 bytes.
- O cabeçalho UDP (*User Datagram Protocol*) tem 8 bytes.
- O cabeçalho IP (*Internet Protocol*) tem 20 bytes.
- O cabeçalho Ethernet tem 20 bytes.

Áudio G.711 $\Rightarrow 8\text{KHz} \times 8\text{bits} = 64\text{Kbps}$

Quantas amostras de voz são enviadas pela aplicação em cada pacote?

8000 amostras _____ 1 segundo

NA _____ 25×10^{-3} segundos

NA = 200 amostras enviadas em cada pacote de áudio

Quantos pacotes são transmitidos em 10 minutos de fala?

10 minutos = $10 \times 60 = 600$ segundos

25×10^{-3} segundos _____ 1 pacote

600 segundos _____ NP

NP = 24000 pacotes são transmitidos em 10 minutos de fala

Calcule a quantidade total de bits necessária para realizar a transmissão de 10 minutos de fala.

Cada pacote = 200 amostras de 8 bits = 1600 bits = 200 bytes

Tamanho do pacote incluindo os cabeçalhos = $200 + 12 + 8 + 20 + 20 = 260$ bytes = 2080 bits

2080×24000 pacotes = 49920000 bits são transmitidos de 10 minutos de fala

Qual o overhead de controle (em %) na transmissão de voz?

60 bytes de controle em 260 bytes transmitidos

Overhead = $60/260 = 0,23 \Rightarrow 23\%$ de overhead

4) Considere o endereço IP multicast 230.20.10.100. Qual o endereço MAC multicast correspondente em hexadecimal? Lembre-se que o prefixo dos endereços MAC multicast é 01:00:5E (em hexadecimal).

IP 230.20.10.100

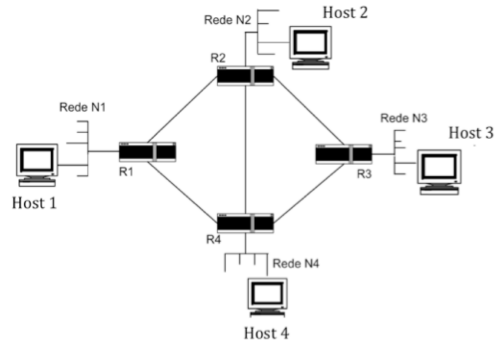
IP binário 11100110.00010100.00001010.01100100

MAC multicast 48 bits 01:00:5E + 23 bits finais do IP

MAC multicast em binário 00000001 00000000 01011110 00010100 00001010 01100100

MAC multicast em hexadecimal 01:00:5E:14:0A:64

5) Considerando a topologia de sub-redes IP ilustrada ao lado, suponha que o protocolo de roteamento multicast utiliza árvore baseada na origem (*source-based tree*) e técnica de inundação e poda. Se o Host 4 enviar um pacote ao grupo formado pelos Hosts 1 e 3, que roteadores enviarão mensagens de poda em que enlaces da árvore multicast gerada após a fase de inundação? (1,0 ponto)



R2 enviará poda para R1, R4 e R3
 R1 enviará poda para R2
 R3 enviará poda para R2

6) Suponha o *streaming* de um fluxo multimídia com a transmissão de 10 pacotes (PKT) conforme indicado a seguir, considerando seus instantes de transmissão e de recepção e os respectivos atrasos da rede:

- PKT1 Transmissão em $t = 1.0$ s, recepção em $t = 3.0$ s: atraso de 2.0 s
- PKT2 Transmissão em $t = 2.0$ s, recepção em $t = 4.0$ s: atraso de 2.0 s
- PKT3 Transmissão em $t = 3.0$ s, recepção em $t = 6.0$ s: atraso de 3.0 s
- PKT4 Transmissão em $t = 4.0$ s, recepção em $t = 7.5$ s: atraso de 3.5 s
- PKT5 Transmissão em $t = 5.0$ s, recepção em $t = 7.5$ s: atraso de 2.5 s
- PKT6 Transmissão em $t = 6.0$ s, recepção em $t = 9.0$ s: atraso de 3.0 s
- PKT7 Transmissão em $t = 7.0$ s, recepção em $t = 10.5$ s: atraso de 3.5 s
- PKT8 Transmissão em $t = 8.0$ s, recepção em $t = 12.0$ s: atraso de 4.0 s
- PKT9 Transmissão em $t = 9.0$ s, recepção em $t = 14.0$ s: atraso de 5.0 s
- PKT10 Transmissão em $t = 10.0$ s, recepção em $t = 14.5$ s: atraso de 4.5 s

Qual deve ser o retardo de reprodução mínimo para que nenhum dos 10 pacotes seja perdido? Explique sua resposta. (1,0 ponto)

Atraso máximo = 5.0s; atraso mínimo 2,0s => variação do atraso 3 segundos

Retardo de reprodução de 3 segundos

7) Considere um roteador que utiliza o mecanismo de escalonamento de pacotes baseado em WFQ (*Weighted Fair Queuing*) e o mecanismo de policiamento baseado em *token bucket*. Considerando que a taxa de transmissão de uma das interfaces de saída do roteador seja de 10 Gbps e uma das filas de pacotes receba 25% de utilização desta banda, qual o tamanho do balde desta fila em bytes para que o retardo máximo seja de 2 ms? (1,0 ponto)

$25\% \text{ de } 10\text{Gbps} = 2.5\text{Gbps}$

$b/\text{taxa} = \text{retardo}$

$$b/2.5 \times 10^9 = 2 \times 10^{-3}$$

$$b = 5 \times 10^6 \text{ bits} = 625000 \text{ bytes}$$