

## 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.

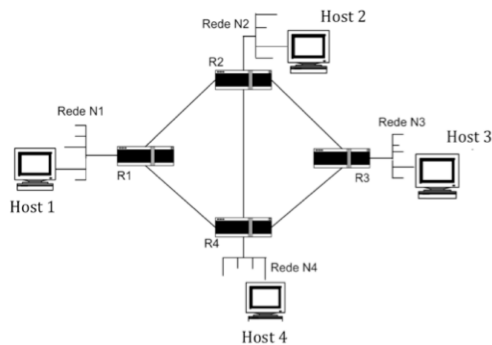
2) Considere um sinal de áudio com banda passante de [15, 25KHz]. Considerando que a taxa de Nyquist é usada no processo de digitalização deste sinal e que cada quadro de áudio contenha informação de 2048 amostras, calcule a duração de cada trecho de áudio digitalizado em um quadro.

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.

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).

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)



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)

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)