

Redes de Computadores II
Lista de Exercícios

1) Considere um sinal digital com taxa de 160 Kbps. Suponha que um canal de transmissão tenha razão sinal-ruído de 30dB. Qual deve ser a largura de banda mínima desse canal para transmitir 3 sinais deste tipo usando FDM - *Frequency Division Multiplexing*?

$$1\text{dB} \Rightarrow 10\log_{10}(S/N)$$

$$30\text{dB} = 10\log_{10}(S/N)$$

$$S/N = 10^3 = 1000$$

$$\text{Lei de Shannon: } C = W \log_2 (1 + S/N)$$

$$160 \times 10^3 = W \log_2 (1001)$$

$$\log_2 (1001) \sim 10$$

$$160 \times 10^3 = 10W$$

$$W = 16\text{KHz}$$

$$3 \text{ sinais} \Rightarrow 3 \times 16\text{KHz} = 48\text{KHz}$$

R.: 48KHz

2) Deseja-se enviar o conteúdo de um arquivo contendo $(10^8 - 150)$ bits de uma estação para outra, interligadas por um enlace ponto a ponto. Supondo que:

- a arquitetura possui 3 camadas (física, enlace e aplicação);
- a camada de aplicação não faz segmentação, mas acrescenta um overhead de 150 bits;
- a camada de enlace realiza segmentação, sendo o tamanho máximo da PDU de enlace 1150 bits;
- cada PDU da camada de enlace possui um cabeçalho de 110 bits e um fecho de 40 bits;
- para cada 4 bits entregues pela camada de enlace, a camada física acrescenta 1 bit de overhead à transmissão; e
- os quadros de enlace são transmitidos sem erro

a. Quantas PDUs de enlace são necessárias para a transferência do arquivo?

$$\text{PDU de aplicação: } 10^8 - 150 + 150 \text{ (overhead)} = 10^8 \text{ bits}$$

$$\text{Número de bits de dados na PDU de enlace} = 1150 - (110 + 40) = 1000$$

$$\text{Número de PDUs de enlace} = 10^8 / 1000 = 10^5$$

R.: 10^5 PDUs de enlace

b. Quantos bits são transmitidos no nível físico?

Número de bits transmitidos pelo enlace 1150×10^5

Número de bits acrescentados pelo nível físico = $1150 \times 10^5 / 4 = 287,5 \times 10^5$

Número de bits transmitidos = $(1150 + 287,5) \times 10^5 = 1437,5 \times 10^5$

R.: $1437,5 \times 10^5$ bits

3) Em um enlace ponto-a-ponto full-duplex, dado que a taxa de transmissão é de 2 Mbps, o tempo de propagação é de 13 ms e o tamanho de um quadro é de 1000 bytes, se o protocolo de controle de erro e fluxo usado no enlace fosse o stop-and-wait, qual seria a eficiência na utilização do enlace por uma estação transmissora? Considere que o tempo para processamento do quadro recebido e transmissão do reconhecimento é de 2 ms.

Tempo de transmissão do quadro = $(1000 \times 8) / 2 \times 10^6 = 4000 \times 10^{-6} \text{ s} = 4 \times 10^{-3} \text{ s} = 4 \text{ ms}$

Tempo de chegada do ACK = $13 + 13 + 2 = 28 \text{ ms}$

Eficiência => $4 / (28+4) = 0,125 \Rightarrow 12,5 \%$

R.: 12,5 %

4) Na questão 3, se o protocolo de controle de erro e fluxo fosse baseado em janela deslizante, qual seria o tamanho mínimo da janela de transmissão para que uma estação transmissora tivesse eficiência máxima no uso do enlace? Suponha que os quadros são reconhecidos um a um.

Eficiência máxima (número de quadros) => $32 / 4 = 8$ quadros

R.: 8 quadros

5) Na questão 4, quantos bits seriam necessários no cabeçalho de enlace para realizar a numeração dos quadros se o protocolo de controle de erro fosse GO BACK N? E se fosse SELECTIVE REPEAT?

Go Back N: Janela = 8 => 9 números de seqüência (0 a 8) => 4 bits

Selective Repeat:

janela = $(\text{max_seq} + 1) / 2$

para janela = 8 => $\text{max_seq} = 15$ (0 a 15) => 4 bits

R.: 4 bits

6) Sabendo que o protocolo de acesso ao meio em uma rede em barra operando a 10 Mbps é o CSMA/CD, qual o tamanho mínimo do quadro transmitido em bytes sabendo que:

- a barra é formada por dois segmentos de cabo coaxial grosso de 400m, e um segmento de cabo coaxial fino de 100m de comprimento interligados por repetidores;
- o retardo introduzido por cada repetidor é de 1 bit;
- a velocidade de propagação no cabo coaxial grosso é de $0.77c$ e no cabo coaxial fino de $0.65c$ (onde c é a velocidade da luz no vácuo, 300.000 km/s)

Tempo de propagação no segmento coaxial grosso:

$$S = v \times t$$

$$400 = 0,77 \times 3 \times 10^8 \times t$$

$$t = 1,73 \times 10^{-6} \text{ s}$$

Tempo de propagação no segmento coaxial fino:

$$S = v \times t$$

$$100 = 0,65 \times 3 \times 10^8 \times t$$

$$t = 0,51 \times 10^{-6} \text{ s}$$

Retardo de cada repetidor $\Rightarrow r = 1/(10^7) = 0,1 \times 10^{-6} \text{ s}$

$$M \geq 2 C t_p$$

$$M \geq 2 \times 10 \times 10^6 \times (1,73 + 1,73 + 0,51 + 0,1 + 0,1) \times 10^{-6}$$

$$M \geq 83,4 \text{ bits}$$

$$M \geq 84 \text{ bits} / 8$$

$$M \geq 10,5 \text{ bytes}$$

R.: 11 bytes

7) Em uma rede Token Ring/Multiple Token calcule o retardo máximo de acesso ao meio de 1 estação, dado que:

- a taxa de transmissão é de 16Mbps
- o anel tem 2km de extensão
- a velocidade de propagação no meio é de $0.6c$ (onde c é a velocidade da luz no vácuo, 300.000 km/s)
- existem 11 estações no anel
- o tamanho máximo do quadro transmitido é de 5Kbytes
- o retardo em cada estação é de 1 bit
- o tempo de transmissão do token é desprezível.

Número de estações = n

Retardo de acesso (multiple token) \Rightarrow latência + $(n - 1)$ (tempo de transmissão do quadro + tempo de transmissão do token)

Latência do anel = tempo de propagação + retardos

$$L = 2000 / (0,6 \times 3 \times 10^8) + 11 \times (0,0625 \times 10^{-6})$$

$$L = 11,80 \times 10^{-6}$$

tamanho do quadro = $5 \times 1024 \times 8 \text{ bits} = 40960 \text{ bits}$

tempo de transmissão de 1 quadro $\Rightarrow 40960 / (16 \times 10^6) = 2560 \times 10^{-6} \text{ s}$

Retardo de acesso (multiple token) $\Rightarrow 11,80 \times 10^{-6} + 10 \times 2560 \times 10^{-6}$

Retardo de acesso (multiple token) $\Rightarrow 25,612 \text{ ms}$

R.: 25,612 ms

Retardo de acesso (single packet) $\Rightarrow \text{latência} + (n - 1)(\text{tempo de transmissão do quadro} + \text{latência} + \text{tempo de transmissão do token})$

Retardo de acesso (single token) $\Rightarrow \text{latência} + (n - 1)(\text{maior}(\text{latência}, \text{tempo de transmissão do quadro}) + \text{tempo de transmissão do token})$

8) Em uma rede com topologia em barra usando a técnica de passagem de permissão como protocolo de acesso ao meio, quantos quadros de tamanho igual a 1Kbyte, uma estação pode transmitir cada vez que recebe a permissão, considerando que:

- a taxa de transmissão é de 20 Mbps e
- tempo máximo que uma estação pode ter a posse da permissão é de 1ms

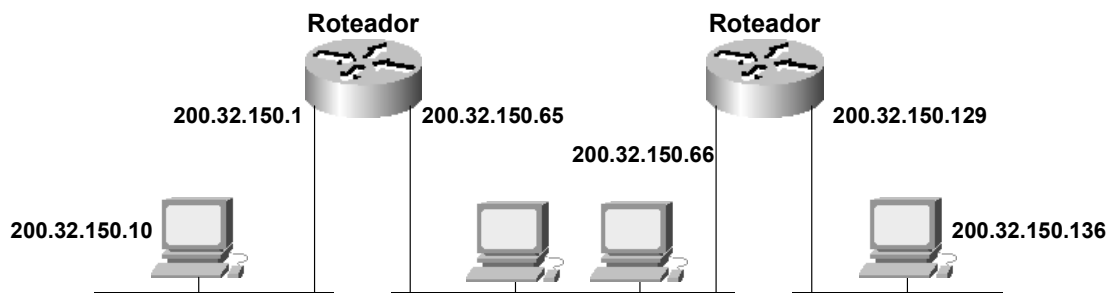
tamanho do quadro = $1024 \times 8 \text{ bits} = 8192 \text{ bits}$

tempo de transmissão de 1 quadro $\Rightarrow 8192 / (20 \times 10^6) = 409,6 \times 10^{-6} \text{ s}$

número de quadros = $1 \times 10^{-3} / (0,4096 \times 10^{-3}) = 2,44$

R.: 2 quadros

9) Quantas requisições e respostas do protocolo ARP são necessárias para enviar um datagrama IP do host 200.32.150.10 para o host 200.32.150.136 na topologia abaixo, considerando que a máscara de rede é 255.255.255.192 (supor que a tabela ARP está vazia em todas as máquinas e que os roteadores conhecem a rota adequada até o destino)?

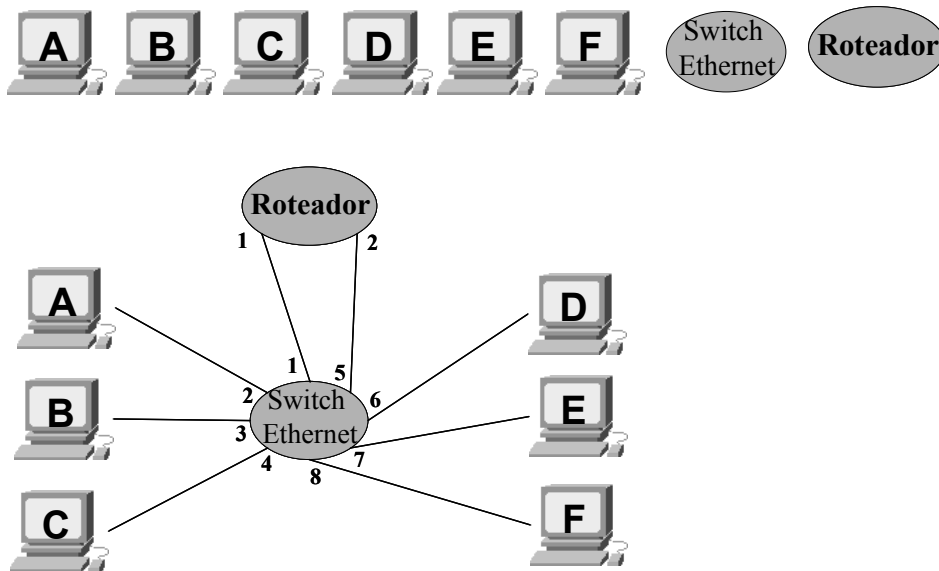


São necessárias 3 requisições e 3 respostas ARP:

- A primeira da origem para o primeiro roteador (200.32.150.1)
- A segunda do primeiro roteador para o segundo roteador (200.32.150.66)

- A terceira do segundo roteador para o destino (200.32.150.136)

10) Considere que uma pequena empresa tem os seguintes equipamentos: 6 estações de trabalho (A, B, C, D, E e F), um switch Ethernet de 8 portas que implementa VLAN e um roteador IP com 2 portas Ethernet. O profissional de redes da empresa deseja configurar duas redes IP distintas (uma com as estações A, B e C e outra com as estações D, E e F) interligadas pelo roteador. O endereço IP que a empresa possui é 200.32.150.0, máscara 255.255.255.240. Ilustre a topologia da rede da empresa, comente como será feita a configuração de VLANs do switch e indique os endereços IP e máscaras de sub-rede de cada rede IP, de cada estação de trabalho e das interfaces do roteador.



VLAN1: portas 1, 2, 3 e 4 do switch Ethernet VLAN2: portas 5, 6, 7 e 8 do switch Ethernet

VLAN1: sub-rede 1: Endereço: 200.32.150.0 – máscara: 255.255.255.248

Interface 1 do roteador: 200.32.150.1

Estação A: 200.32.150.2

Estação B: 200.32.150.3

Estação C: 200.32.150.4

VLAN2: sub-rede 2: Endereço: 200.32.150.8 – máscara: 255.255.255.248

Interface 2 do roteador: 200.32.150.9

Estação D: 200.32.150.10

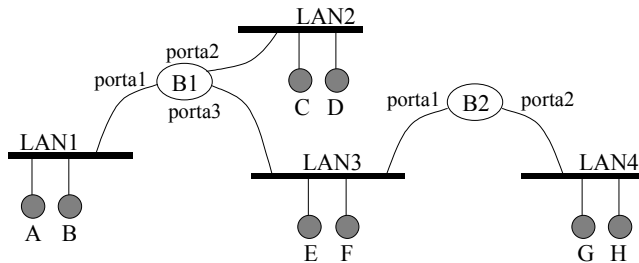
Estação E: 200.32.150.11

Estação F: 200.32.150.12

11) Na topologia abaixo, considerando que as redes estão interligadas através de pontes transparentes, indique as informações armazenadas em cache nas tabelas de

endereços/portas das pontes B1 e B2, depois que os quadros especificados forem transmitidos, e para cada um dos quadros indique em que redes locais ele é transmitido (inicialmente as tabelas estavam vazias):

- Quadro 1: estação E transmitiu para a estação F;
- Quadro 2: estação A transmitiu para a estação E;
- Quadro 3: estação F transmitiu para a estação E;
- Quadro 4: estação C transmitiu para a estação A;



Quadro 1 => transmitido nas redes LAN3, LAN4, LAN2, LAN1

Quadro 2 => transmitido nas redes LAN1, LAN3

Quadro 3 => transmitido na rede LAN3

Quadro 4 => transmitido nas redes LAN2, LAN1

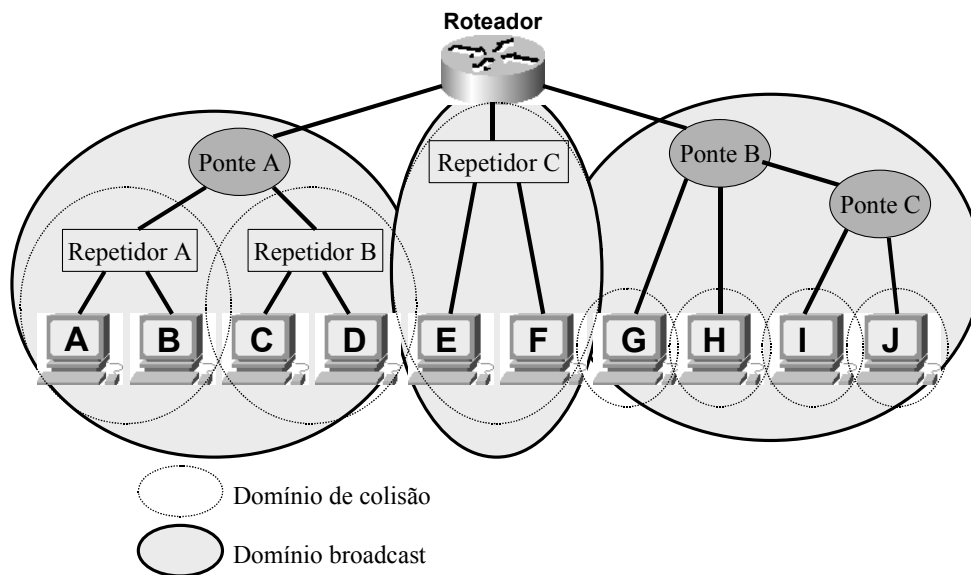
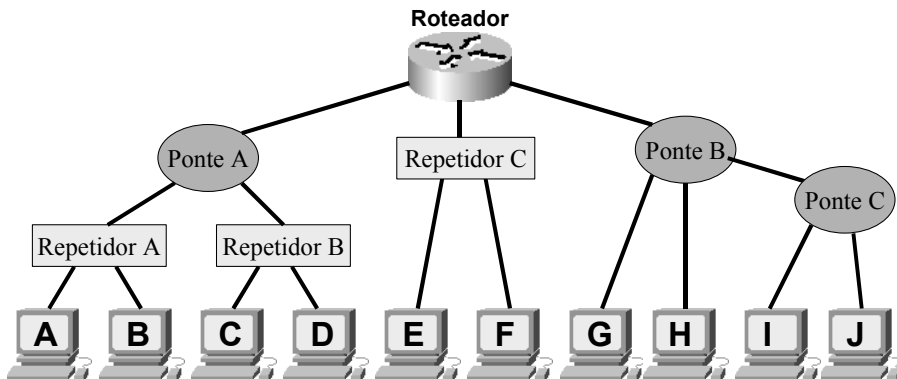
Tabela da Ponte B1

Endereço MAC	porta
E	3
A	1
F	3
C	2

Tabela da Ponte B2

Endereço MAC	porta
E	1
A	1
F	1

12) Na topologia abaixo, indique os domínios de colisão e os domínios broadcast, citando as estações contidas em cada domínio, supondo que todos os repetidores são hubs Ethernet e as pontes são switches Ethernet.



Existem 7 domínios de colisão contendo estações:

- Domínio de colisão 1: formado pelas portas do repetidor A (estações A e B)
- Domínio de colisão 2: formado pelas portas do repetidor B (estações C e D)
- Domínio de colisão 3: formado pelas portas do repetidor C (estações E e F)
- Domínio de colisão 4: formado por uma porta da Ponte B (estação G)
- Domínio de colisão 5: formado por outra porta da Ponte B (estação H)
- Domínio de colisão 6: formado por uma porta da Ponte C (estação I)
- Domínio de colisão 7: formado por outra porta da Ponte C (estação J)

Existem 3 domínios broadcast contendo estações:

- Domínio broadcast 1: formado pela ponte A e repetidores A e B (estações A, B, C e D)
- Domínio broadcast 2: formado pelo repetidor C (estações E e F)
- Domínio broadcast 3: formado pelas pontes B e C (estações G, H, I e J)