

# Segunda Prova de Teleprocessamento

UFES 2022/1

Todas questões tem igual valor (1,0 ponto)

*Dionatas Santos Brito*

## Questão 1

Considere um sistema de comunicação com protocolo *Stop-and-Wait* ARQ, onde a largura de banda é 1 Mbps e o tempo de que 1 *bit* leva para ir e voltar é de 30 ms.

a) Calcule o produto largura de banda-retardo? O que isso significa?

*O produto de atraso de largura de banda:  $1 \times 10^6 \times 30 \times 10^{-3} = 30,000$  bits. Esse produto significa que o sistema enviar 30.000 bits durante o tempo necessário para os dados irem do transmissor para o receptor e depois de volta, ou seja, define o número de bits capaz de preencher o enlace*

b) Qual o percentual de utilização do enlace, caso os quadros de dados tenham 3000 *bits* de comprimento?

*Percentual de utilização do enlace:  $3000/30,000$  ou 10%*

c) Caso um outro protocolo possa enviar até 4 quadros antes de parar e esperar os ACKs, qual é o percentual de utilização do enlace?

*Com o produto de largura de banda igual a 30.000 bits, cada quadro é composto por 3000 bits, logo 4 quadros são equivalentes a 12 000 bits ( $4 \times 3000$ ) e o percentual de utilização do enlace é igual a  $12000/30000$  ou 40%*

## Questão 2

Para os protocolos dados a seguir, qual é o tamanho máximo das janelas no transmissor e no receptor, quando se utiliza números de sequência de 7 *bits*?

a) Stop-and-Wait ARQ

*transmissor: 1 janela*

*receptor: 1 janela*

**b) Go-Back-N ARQ**

*transmissor:  $(2^n) - 1 = (2^7) - 1 = 127$  janelas*

*receptor: 1 janela*

**c) Selective Repeat ARQ**

*transmissor:  $(2^n)/2 = (2^7)/2 = 64$  janelas*

*receptor:  $(2^n)/2 = (2^7)/2 = 64$  janelas*

*Questão 3*

Calcule *throughput* (número de quadros que são efetivamente transmitidos por segundo) em uma rede ALOHA puro apresentando quadros de 500 *bits* em um canal compartilhado com taxa de 200 kbps. Considere que o sistema (todas as estações em conjunto) gerem:

*Intervalo de transmissão de quadros:  $T_{fr} = 500 \text{ bits} / 200 \text{ kbps}$  ou 2.5 ms*

*G: (N quadros por segundo) \* (Intervalo de transmissão de quadros)*

*Throughput: Quadros por segundo \* S*

$$S = G \times e^{-2G}$$

**a) 1000 quadros por segundo**

*G:  $1000 * 2.5 \text{ ms}$*

*G: 2.5 ou 5/2*

*S:  $2.5 * e^{-2*2.5}$*

*S: 0.0168 ou 1.68%*

*Throughput:  $1000 * 0.0168 = 16.8$*

*Throughput: Aproximadamente 17 quadros a cada 1000*

**b) 500 quadros por segundo**

*G:  $500 * 2.5 \text{ ms}$*

*G: 1.25 ou 5/4*

*S:  $1.25 * e^{-2*1.25}$*

*S: 0,1026 ou 10.26%*

*Throughput:*  $500 * 0,1026 = 51.3$

*Throughput:* Aproximadamente 51 quadros a cada 500

**c) 250 quadros por segundo**

*G:*  $250 * 2.5 \text{ ms}$

*G:* 0.625 ou 5/8

*S:*  $0.625 * e^{(-2*0.625)}$

*S:* 0.1790 ou 17.90%

*Throughput:*  $250 * 0,1790 = 44.75$

*Throughput:* Aproximadamente 45 quadros a cada 250.

Questão 4

**Considere o tempo máximo de propagação de 30  $\mu\text{s}$  em uma rede CSMA/CD com largura de banda de 10 Mbps. Qual será o tamanho mínimo, em octetos (*bytes*), do quadro? Explique.**

*Largura de banda:* 10Mbps

*Tempo máximo de propagação:*  $30 \mu\text{s} = T_p$

*Tempo mínimo de transmissão do quadro:*  $T_{tr} = 2 \times T_p$

*Tamanho mínimo do quadro:*  $T_{mq} = \text{Largura de banda} * T_{tr}$

*Ttr:*  $2 \times T_p \Rightarrow T_{tr} = 2 \times 30 \mu\text{s}$

$T_{tr} = 60 \mu\text{s}$

*Tmq:*  $\text{Largura de banda} * T_{tr} \Rightarrow T_{mq} = 10\text{Mbps} * 60 \mu\text{s}$

$T_{mq} = (10 * 10^6) * (60 * 10^{-6})$

$T_{mq} = 600 \text{ bits ou } 75 \text{ bytes}$

*Ou seja, com uma velocidade de transmissão de 10Mbps, o tempo para a transmissão de um quadro de*

75 octetos (bytes) é de 60  $\mu$ s

#### Questão 5

Considere uma subcamada MAC Ethernet 10BaseT que recebe da camada superior um pacote de dados com 2000 bytes.

a) Estes dados podem ser encapsulados em apenas um quadro?

*Não, o limite é de 1500 bytes*

b) Em caso negativo, qual o total de quadros que precisam ser enviados?

*Seria necessário enviar um total de dois quadros.*

c) Qual é o tamanho, em octetos, do campo de dados em cada um dos quadros? *O campo de dados do primeiro quadro seria de 1500 bytes (máximo) e o do segundo 500 bytes, aproximadamente*

#### Questão 6

Um sistema tem uma hierarquia de protocolos com  $n$  camadas. As aplicações geram mensagens com  $M$  bytes de comprimento. Em cada uma das camadas, é acrescentado um cabeçalho com  $h$  bytes. Qual a fração da largura de banda da rede é preenchida pelos cabeçalhos?

*Mensagem:  $M$  bytes de comprimento*

*Camadas:  $n$  camadas*

*Cabeçalho:  $h$  bytes*

*Bytes de cabeçalho por camadas:  $h * n$  (espaço desperdiçado)*

*Tamanho total da mensagem:  $M + (n * h)$*

*Fração da largura de banda de rede preenchida/desperdiçada em cabeçalhos é igual a  $hn / (M + (h * n))$*

#### Questão 7

Queremos enviar uma sequência de imagens de tela de computador por fibra óptica. A tela tem 480×640 pixels, e cada pixel tem 24 bits. Há 60 imagens de tela por segundo. Qual é a largura de banda necessária, e quantos micra de comprimento de onda são necessários para essa banda a 1,30 micra?

*Suposição: 1 bps por Hz*

$\Delta f = \text{Taxa de dados} = 480 * 640 * 24 * 60 = 442\,368\,000 = 442\text{ M bps aproximadamente}$

$\lambda = 1.30 * 10^{-3} = 1,30 \text{ micra}$

$\lambda^2 = 1,69 * 10^{-6} = 1.6 \text{ micra}$

$c = 3 * 10^8$

$$\Delta f = c * \Delta / \lambda^2 \Rightarrow \Delta \lambda = \Delta f * \lambda^2 / c$$

$$\Delta \lambda = (4.42 * 10^8) * (1,69 * 10^{-6}) / 3 * 10^8;$$

$$\Delta \lambda = 2,5 * 10^{-6} \text{ micra}$$

*Conclusão: Intervalos de comprimento de onda que foi utilizado ( $2,5 * 10^{-6}$  micra) é curto.*

#### Questão 8

**Um diagrama de constelação de um modem tem pontos de dados nas seguintes coordenadas de seu diagrama fasorial: (1,1), (3,1), (3,3), (1,3), (1,-1), (3,-1), (3,-3), (1,-3), (-1,1), (-3,1), (-3,3), (-1,3), (-1,-1), (-3,-1), (-3,-3), (-1,-3). Qual é o tipo de modulação que está sendo feita? Quantos bps um modem com esses parâmetros pode alcançar a uma taxa de transmissão de 1.200 bauds?**

*Tipo de modulação: QAM-16*

*(Quadrature Amplitude Modulation — modulação por amplitude de quadratura)*

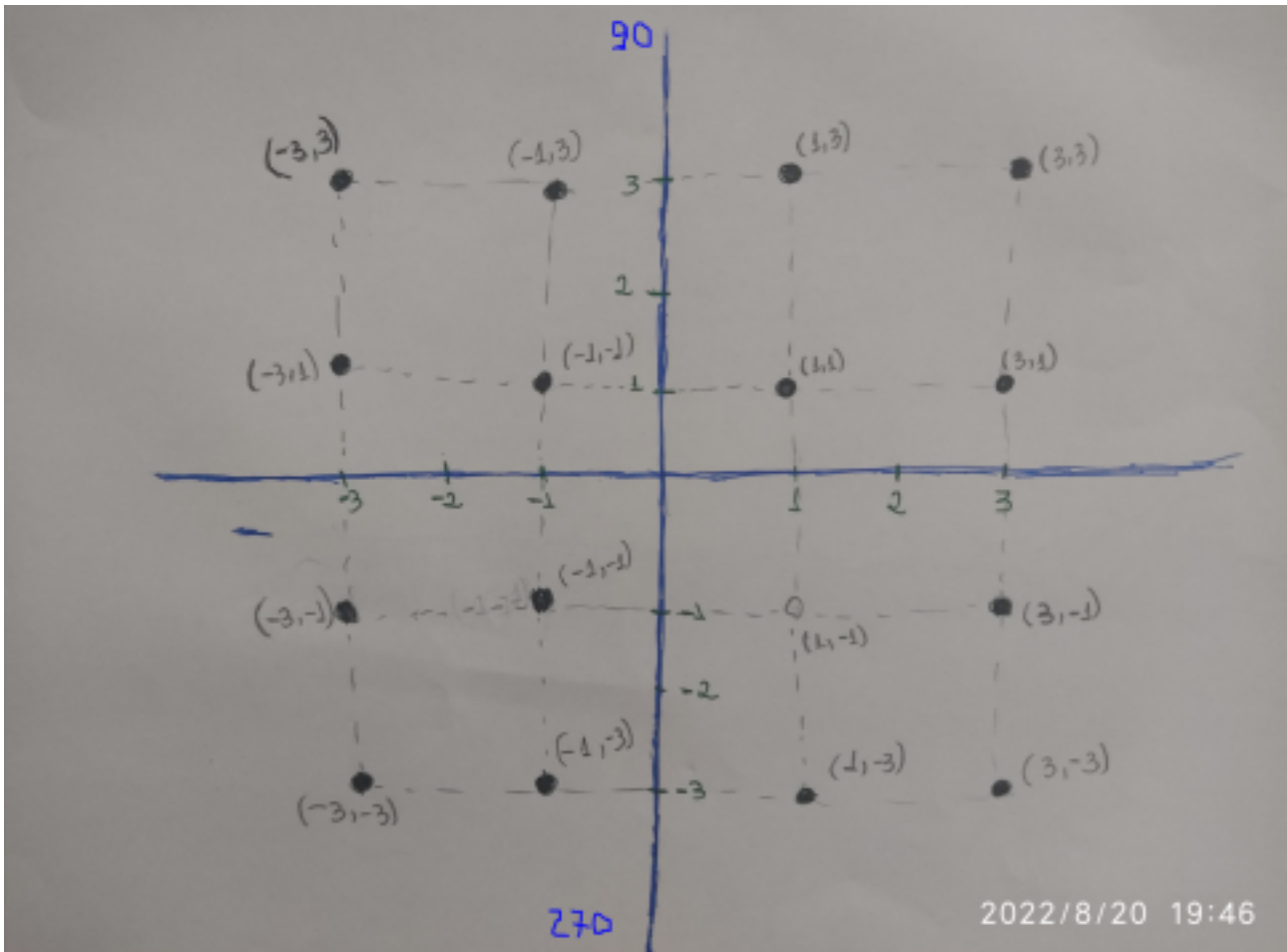
*São usadas quatro amplitudes e quatro fases, dando um total de 16 combinações diferentes. Esse esquema de modulação pode ser usado para transmitir quatro bits por símbolo.*

*Taxa de transmissão = 1200 bauds*

*Número de bits por transmissão = (bits/símbolos) = 4*

*Taxa de bits = taxa de transmissão \* número de bits por transmissão*

*Taxa de bits = 1200 bauds \* 4 = 4800 bps*



### Questão 9

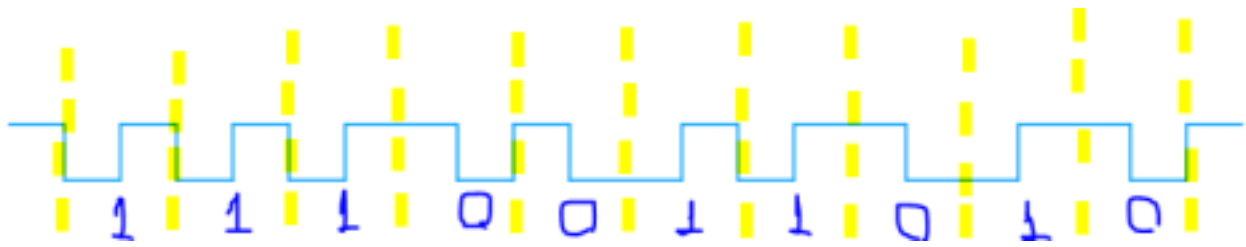
A forma de onda da figura abaixo pertence a um fluxo de dados binários codificado em Manchester. Determine o início e o fim dos períodos de *bits* (ou seja, extraia as informações do relógio) e forneça a sequência de dados.

*Transição: No meio do período*

*Subida de borda: 1*

*Descida de borda: 0*

*Resposta codificada: 1 1 1 0 0 1 1 0 1 0*



#### Questão 10

Um código de Hamming de 12 *bits* cujo valor hexadecimal é 0xE4F chega a um receptor. Qual era o valor original em hexadecimal? Suponha que não exista mais de 1 *bit* com erro.

*Supondo que não exista mais de 1 bit com erro, devemos enumerar os bits começando do bit 1 da esquerda para a direita, seguindo dessa forma, o segundo bit que é o bit de paridade, será o incorreto (tendo apenas 1 bit com erro) e após a configuração do código de Hamming o valor transmitido de 12 bits em hexadecimal é o 0xA4F, sendo assim o valor original de dados (de 8 bits) igual a 0xAF.*