



Universidade Federal do Ceará (UFC)  
Centro de Ciências (CC)  
Departamento de Computação (DC)  
Disciplina de Transmissão de Dados (CK170)  
Prof: Emanuel Bezerra Rodrigues

## 2.<sup>a</sup> Lista de Exercícios

- 1) Dois dispositivos de comunicação estão usando uma verificação de paridade uniforme de bit único para detecção de erros. O transmissor envia o byte 10101010 e, por causa do ruído do canal, o receptor recebe o byte 10011010. O receptor detectará o erro? Por que ou por que não?
- 2) Para  $P = 110011$  e  $M = 11100011$ , encontre o CRC.
- 3) Um CRC é construído para gerar um FCS de 4 bits para uma mensagem de 11 bits. O polinômio gerador é  $X^4 + X^3 + 1$ .
  - a) Codifique a sequência de bits de dados 10011011100 (o bit mais à esquerda é o menos significativo) usando o polinômio gerador e forneça a palavra-código.
  - b) Agora suponha que o bit 7 (contando a partir do LSB) na palavra-código esteja com erro e mostre que o algoritmo de detecção detecta o erro.
- 4) Responda as questões abaixo.
  - a) Em um esquema de detecção de erro CRC, escolha  $P(x) = x^4 + x + 1$ . Codifique os bits 10010011011.
  - b) Suponha que o canal introduza um padrão de erro 1000100000000000 (i.e., um *flip* de 1 para 0 ou de 0 para 1 na posição 1 e 5). O que é recebido? O erro pode ser detectado?
  - c) Repita a parte (b) com um padrão de erro 1001100000000000.
- 5) Na Figura 1 quadros são gerados no nó A e enviados para o nó C através do nó B. Determine a taxa de dados mínima necessária entre os nós B e C para que os *buffers* do nó B não sejam inundados, com base no seguinte:
  - A taxa de dados entre A e B é de 100 kbps.
  - O atraso de propagação é de 5 ms/km para ambas as linhas.
  - Existem linhas *full duplex* entre os nós.
  - Todos os quadros de dados têm 1000 bits de comprimento; Os quadros *ACK* são quadros separados de comprimento insignificante.
  - Entre A e B, um protocolo de janela deslizante com um tamanho de janela de 3 é usado.

- Entre B e C, *stop-and-wait* é usado.
- Não há erros.

**Dica:** Para não sobrecarregar os *buffers* de B, o número médio de quadros que entram e saem de B deve ser o mesmo em um longo intervalo.

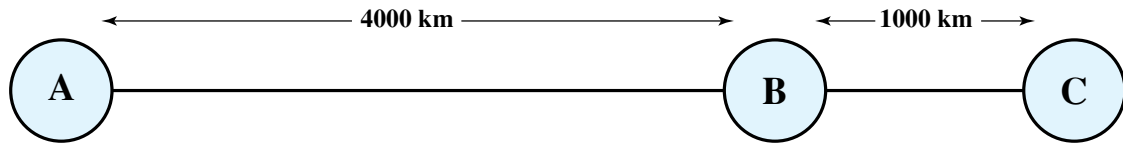


Figure 1: Configuração para pergunta 5.

- 6) Dois nós vizinhos (A e B) usam um protocolo de janela deslizante com um número de sequência de 3 bits. O mecanismo *ARQ*, *go-back-N* é usado com um tamanho de janela de 4. Supondo que A está transmitindo e B está recebendo, mostre as posições da janela para a seguinte sucessão de eventos:
  - a. Antes de A enviar qualquer quadro.
  - b. Depois que A envia os quadros 0, 1, 2 e recebe a confirmação de B para 0 e 1.
  - c. Depois que A envia os quadros 3, 4 e 5 e B confirma 4 e o ACK é recebido por A.
- 7) Dez sinais, cada um exigindo 4000 Hz, são multiplexados em um único canal utilizando FDM. Qual é a largura de banda mínima exigida para o canal multiplexado? Suponha que as bandas de proteção tenham 400 Hz de largura.
- 8) As informações em quatro sinais analógicos devem ser multiplexadas e transmitidas por um canal de telefone que possui um passa-banda de 400 a 3100 Hz. Cada um dos sinais de banda base analógica é limitado em banda a 500 Hz. Projete um sistema de comunicação (diagrama de blocos) que permitirá a transmissão dessas quatro fontes pelo canal telefônico usando:
  - a) Multiplexação por divisão de frequência com subportadoras SSB (banda lateral única).
  - b) Multiplexação por divisão de tempo usando PCM; assumir amostras de 4 bits.

Mostre os diagramas de blocos do sistema completo, incluindo as partes de transmissão, canal e recepção. Incluir também as larguras de banda dos sinais nos vários pontos dos sistemas.

- 9) Vinte e quatro sinais de voz devem ser multiplexados e transmitidos por par trançado. Qual é a largura de banda necessária para FDM? Supondo uma eficiência de largura de banda (proporção da taxa de dados para largura de banda de transmissão) de 1 bps/Hz, qual é a largura de banda necessária para TDM usando PCM?

- 10) Desenhe um diagrama de blocos semelhante à Figura 2, para um sistema TDM PCM que acomodará quatro entradas digitais síncronas de 300 bps e uma entrada analógica com largura de banda de 500 Hz. Suponha que as amostras analógicas serão codificadas em palavras PCM de 4 bits.

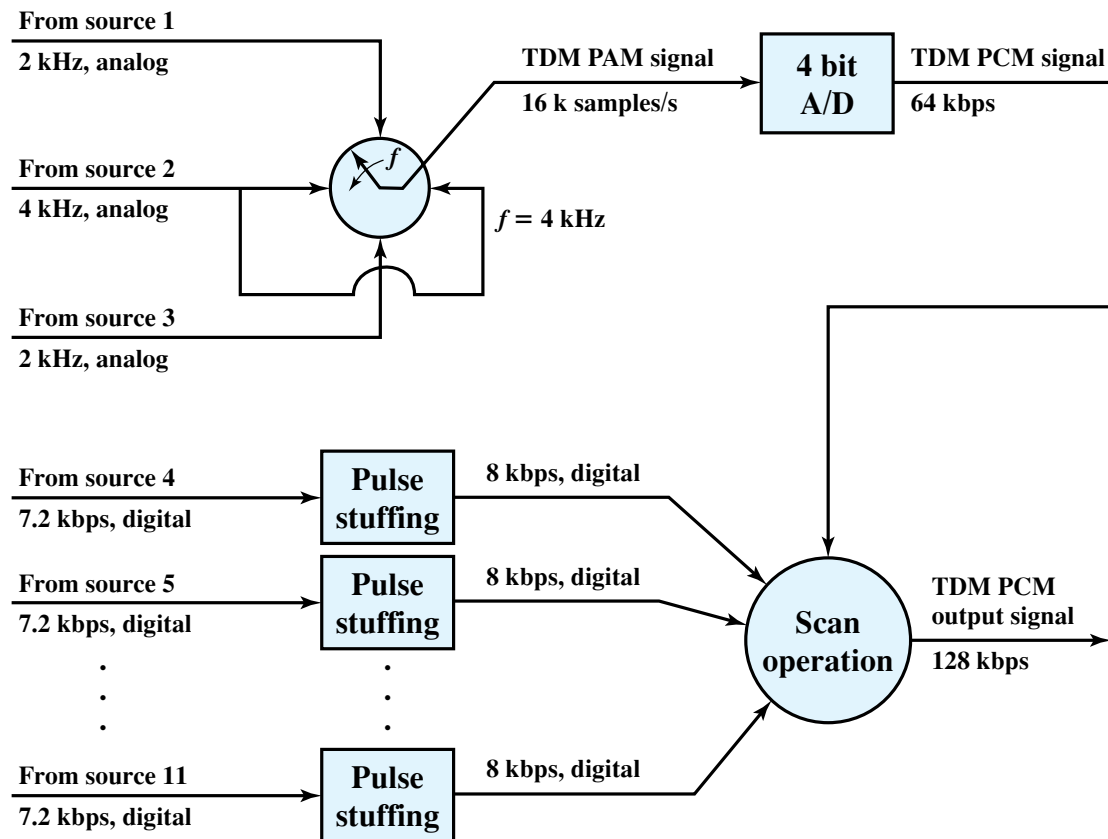


Figure 2: TDM de fontes analógicas e digitais

## References

- [1] STALLINGS, W.; “Data and Computer Communications”; 8.<sup>a</sup> edição; 2007.
- [2] TANENBAUM, A. S. e WETHERALL, D.; “Redes de Computadores”; 5.<sup>a</sup> edição; 2011.
- [3] KUROSE, J. e ROSS, K.; “Redes de Computadores e a Internet: Uma Abordagem Top-Down”; 6.<sup>a</sup> edição; 2013.