

Princípios de Telecomunicações

PRT60806

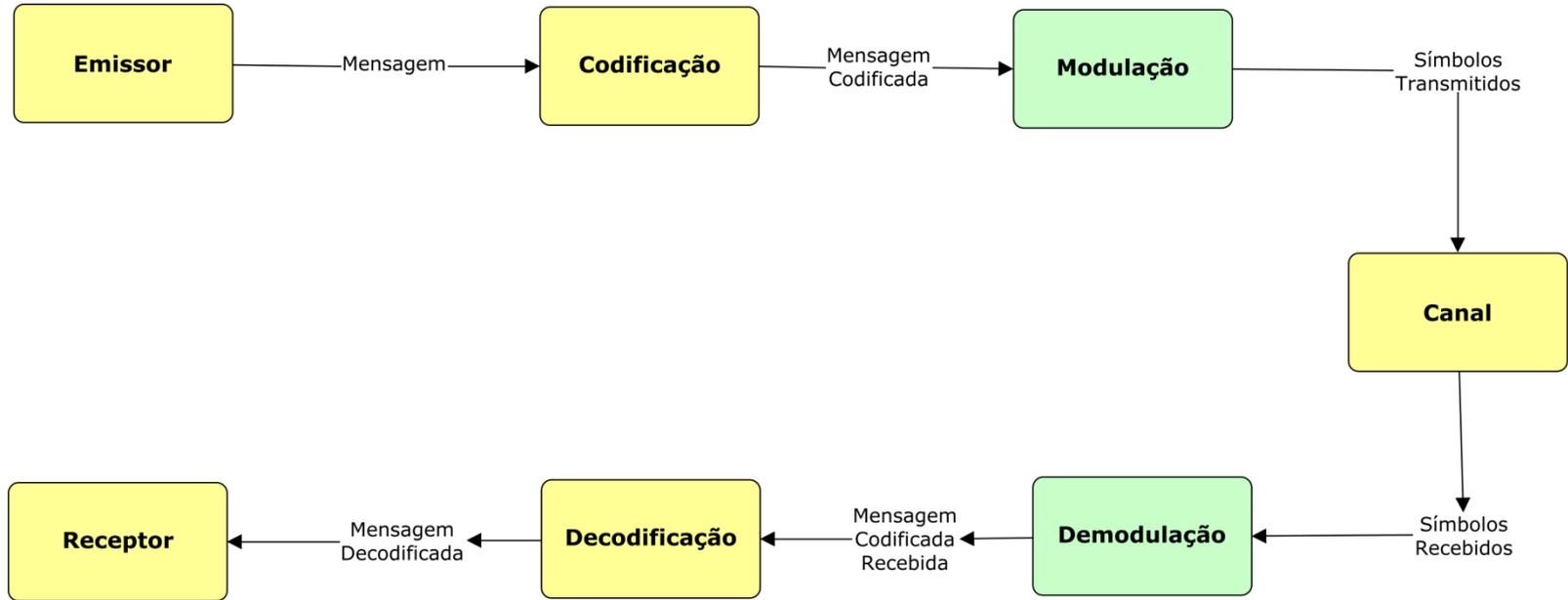
Aula 20: Códigos de Linha

Professor: Bruno Fontana da Silva

2014



Bloco de Comunicação Genérico



Mensagem: sinais digitais (binários)

Codificador de Linha

A fonte do sistema de comunicação possui uma mensagem digital (uma **sequência de bits**) para ser transmitida.

O processo de codificar essa sequência de bits em **pulsos elétricos** (formas de onda) para **transmissão** através do canal de comunicação é chamado **codificação de linha** (ou codificação de transmissão).

Propriedades desejáveis em Códigos de Linha

Banda de transmissão: ocupar a menor banda de transmissão possível.

Eficiência energética: para uma dada banda e probabilidade de detecção de erro, a potência de transmissão deve ser a menor possível.

Deteção de erros e capacidade de correção: deve ser possível detectar e preferencialmente corrigir erros.

Propriedades desejáveis em Códigos de Linha

Densidade espectral de potência: é desejável densidade espectral de potência nula em $\omega = 0$ (**valor DC nulo**), pois acoplamento AC (capacitivo) e transformadores (indutivo) são utilizados em alguns repetidores.

Sincronismo: deve ser possível extrair informação de tempo ou clock do sinal codificado.

Transparência: deve ser possível transmitir o sinal digital corretamente independentemente do padrão de zeros e uns. Se os dados são codificados para que qualquer possível sequência de dados, seja possível decodificar o sinal com fidelidade, o código é transparente.

Tipos de Códigos de Linha Binários

Unipolares (On/Off, Liga-Desliga)

É o código mais simples. Um bit **1** é transmitido com um pulso positivo, e um bit **0** é transmitido sem nenhum pulso (sinal nulo).

Polar

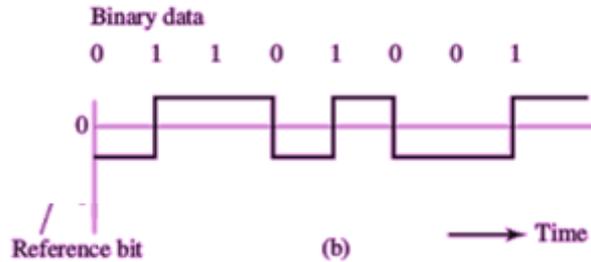
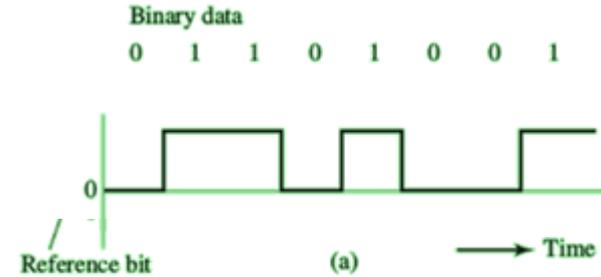
O bit **1** é transmitido com um pulso positivo e o bit **0** é transmitido com um pulso negativo.

Bipolares (AMI ou Pseudoternário)

O bit **0** é codificado sem pulso e o bit **1** alterna entre pulsos positivos ou negativos, sempre diferenciando do último bit **1** transmitido.

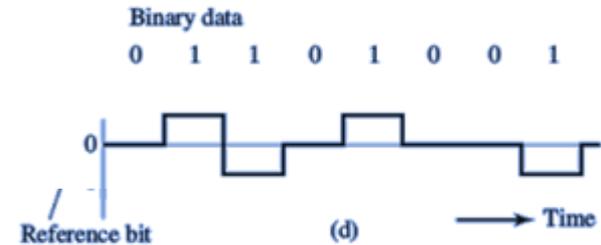
Tipos de Códigos de Linha Binários

Unipolares (On/Off, Liga-Desliga)



Polar

Bipolares (AMI ou Pseudoternário)



Tipos de Códigos de Linha Binários

Não Retorna a Zero (NRZ)

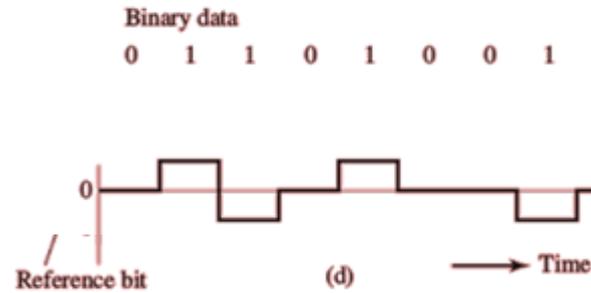
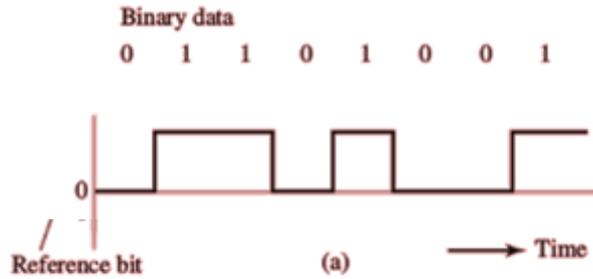
A amplitude do pulso é mantida constante durante todo o bit (1). Ou seja, o pulso não retorna a zero durante o período de bit. Também é chamado de pulso de largura cheia.

Retorna a Zero (RZ)

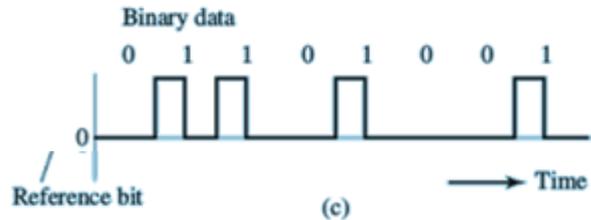
Consiste de pulsos de meia-largura, que retornam ao nível zero na metade do período de bit (1).

Tipos de Códigos de Linha

Não Retorna a Zero (NRZ)



Retorna a Zero (RZ)



Tipos de Códigos de Linha Binários

Manchester (Split-phase ou Bifase)

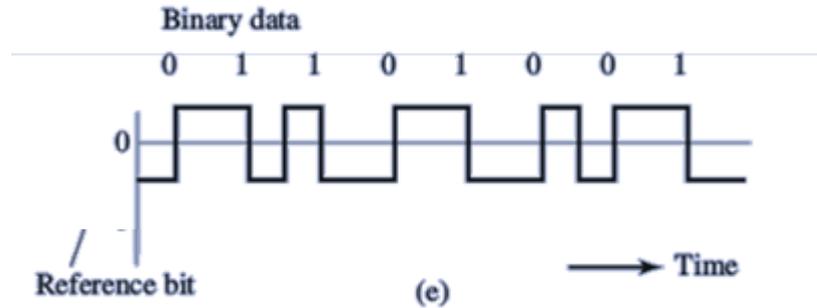
O bit 1 é representado por um pulso positivo seguido de um pulso negativo, ambos de mesma amplitude e largura.

Para o bit 0, a polaridade desses pulsos é invertida.

O código Manchester suprime a componente DC e suas componentes de baixa frequência são relativamente insignificantes, independente da estatística da sequência de dados transmitida. A informação de relógio (clock) também está sempre presente no sinal codificado.

Tipos de Códigos de Linha Binários

Manchester (Split-phase ou Bifase)



Tipos de Códigos de Linha Binários

HDBn (exemplo: HDB3)

É uma família de códigos com as características da codificação bipolar (AMI), entretanto com uma modificação: sequências de mais de "n" bits nulos sucessivos são evitadas.

No código HDB3, a regra de codificação é substituir toda sequência de **quatro zeros consecutivos** por uma sequência B00V ou 000V.

B = pulso respeitando a regra AMI (polaridade diferente do último pulso)

V = pulso violando a regra AMI (mesma polaridade do último pulso)

Tipos de Códigos de Linha Binários

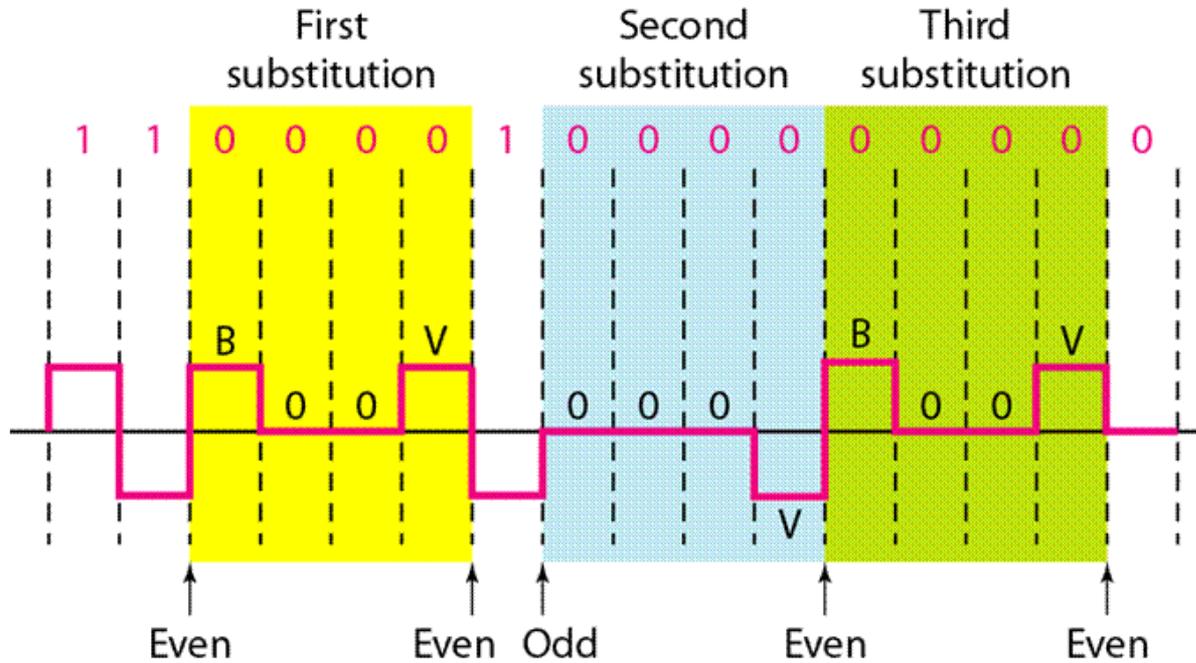
HDBn (exemplo: HDB3)

Paridade de pulsos (+/-) desde a última violação V	Padrão de Substituição	Pulso anterior	Código
Ímpar	000V	+	000 +
		-	000 -
Par	B00V	+	-00 -
		-	+00 +

A regra tenta eliminar o valor DC da sequência. A polaridade de dois pulsos violados (V) consecutivos deve ser diferente. A substituição sempre tenta tornar o # total de pulsos (+/-) par.

Tipos de Códigos de Linha Binários

HDBn (exemplo: HDB3)



Tipos de Códigos de Linha Binários

Multiníveis

São utilizados quando a banda do canal é limitada e necessita-se aumentar a taxa de transmissão sem ocupar mais banda.

Cada nível do pulso representa mais de um bit.

Um código com L níveis carrega informação de $\log_2(L)$ bits por nível.

Exemplos: PAM-5 (Gigabit Ethernet), 2B1Q (RDSI)

Banda dos Sinais Codificados

Características de cada tipo de código de linha

