



TRABALHO DE REDES

UNIVERSIDADE CATÓLICA DO SALVADOR
CURSO: BACHARELADO EM INFORMÁTICA
PROF.: MARCO ANTÔNIO C. CÂMARA
COMPONENTES:

ALUNO: Orlando dos Reis Júnior

~~Hugo Vinagre~~

João Ricardo

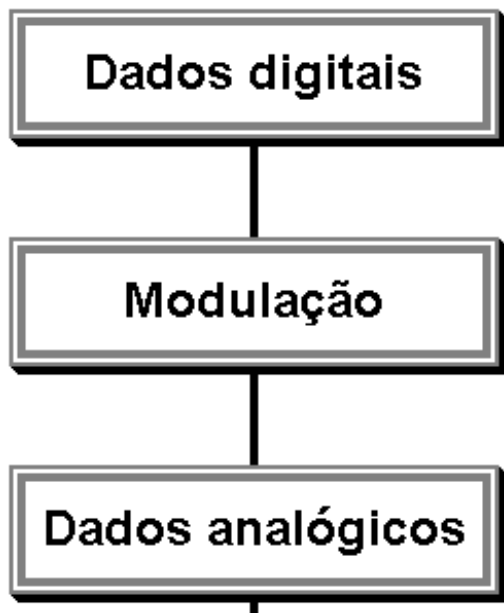
Codificação e modulação

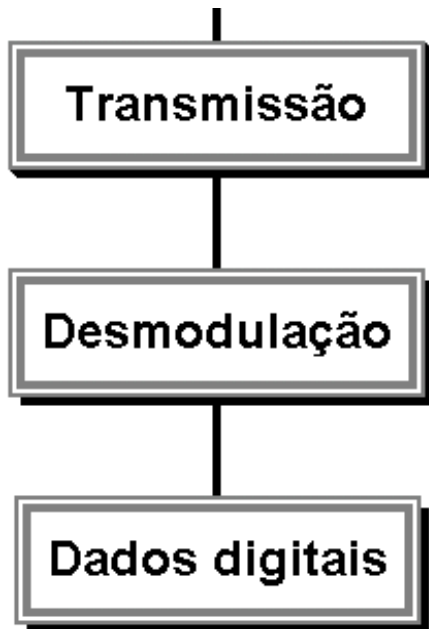
Mesmo que os dados sejam transmitidos de um computador para outro totalmente em formato digital, há que definir, ao nível físico, que formatos devem assumir esses bits (zeros e uns), em termos de sinais físicos (elétricos ou outros) - nisso consiste a **codificação**. Os dados, para serem transmitidos, têm que estar sob forma de ondas. Uma onda usada para transportar dados chama-se de **onda portadora** ou **carrier**. A este nível, a **codificação** refere-se ao modo como os sinais são introduzidos no meio físico de transmissão e ao formato como eles são transmitidos na portadora. Os interfaces que ligam os computadores às redes (placas ou outros dispositivos), têm de possuir circuitos capazes de codificar os sinais a emitir e decodificar os sinais recebidos.

Nos casos em que os sinais a transmitir tenham de ser convertidos do formato digital para o formato analógico, há que proceder a operações de **modulação** e **desmodulação**.

Os dispositivos que realizam estas operações são, como é conhecido, os modems. A **modulação** consiste na conversão de sinais digitais para sinais analógicos. A operação inversa, ou seja, a reconversão dos sinais digitais, é chamada **desmodulação**.

Esquematicamente:





Formas de modulação

Modulação por amplitude (AM Amplitude Modulation)

Com esta técnica de modulação variam de amplitude (tamanho da onda). Uma amplitude codifica o sinal que representa os bits 1 e outra amplitude codifica os sinais que representamos bits 0.

Modulação por frequência (FM - Frequency Modulation)

Nesta técnica de modulação, faz-se com que as ondas variem em frequência, ou seja no número de ciclos que a onda tem por segundo (hertz). Uma frequência representa os bits 1 e outra representa os bits 0.

Modulação por fase (PM - Phase Modulation)

Com este método de modulação, varia-se o sentido ou sinal da onda. Cada variação de



fase pode codificar vários (bits).

MODEMS DIGITAIS

Os MODEMS BANDA BASE, ou MODEMS DIGITAIS, ou DATA SETS, transformam o sinal digital em sinal digital codificado, para que este possa ser transmitido a maiores distâncias através do meio de comunicação.

Os circuitos utilizados são dedicados, ou seja, não utilizam os serviços da Rede Pública de Telefonia. Nos circuitos urbanos, utilizam LPCDs (Linhas Privativas de Comunicação de Dados) do tipo B (Banda de Base) e nos circuitos interurbanos são utilizados apenas nos trechos urbanos.

O MODEM BANDA BASE é utilizado apenas em distâncias curtas (alguns quilômetros), pois a faixa de frequência disponível nos meios de comunicação é limitada

(ocupam um espectro de frequência muito maior que 4 KHz, disponíveis em um canal de voz), devendo ser mantido em uma faixa de frequência com pouca DC (corrente contínua).

Outros aspectos importantes são:

- Utilizam como suporte de transmissão apenas par de fios, portanto não utilizam canal de rádio, multiplex etc.

- Devido as características dos sinais dos modems banda base, seu custo é muito menor que os modems analógicos.

- Não são padronizados pelo ITU, possuindo diversos tipos de codificação, de acordo com o fabricante.

Estes modems só podem ser utilizados em distâncias curtas (poucos quilômetros) e em linhas de boa qualidade, sem pupinização e/ou dispositivos eletrônicos (também chamadas de [*linhas tipo B*](#)). Isto se deve ao fato de que a faixa de frequência disponível nos meios de transmissão geralmente é limitada, fazendo com que o sinal sofra bastante distorção ao se propagar pelo meio.

LPCD Tipo B (Banda Base)

Este tipo de linha possibilita a transmissão de sinais de dados em banda base, consistindo de par físico sem pupinização e sem qualquer dispositivo eletrônico (por exemplo, extensor de enlace, repetidor de voz, etc). Uma **LPCD** (Linha Privativa de Comunicação de Dados) depende da velocidade de transmissão do circuito. Sendo seus valores e parâmetros definidos pela *Prática Telebrás No. 225-540-713*.

Os valores limites e parâmetros de transmissão estabelecidos para este tipo de LPCD dependem dos limites de alcance especificados para os modems digitais. Existe um valor de alcance associado a cada uma das velocidades de transmissão (em bits/s) em que o modem pode operar. Na prática, o alcance é um comprimento de cabo para o qual a curva de atenuação de um par físico é tal que ainda pode ser compensada pelo equalizador do modem para uma determinada velocidade de transmissão.

Como os valores limites dependem da velocidade transmissão, deve-se sempre mencionar a velocidade a que se destina a linha tipo B.

A principal vantagem dos modems digitais é que, devido ao fato destes realizarem apenas a codificação do sinal, eles são mais simples a nível de circuitos e, portanto, possuem preços mais acessíveis que os modems analógicos.

Alcance dos Modems Digitais

O alcance dos modems digitais diminui conforme aumenta a velocidade de transmissão (**bps**), sendo esta uma das características mais importantes em um modem digital.

Define-se alcance de um modem digital como sendo a distância máxima em que ele consegue funcionar mantendo a taxa de erro abaixo de um valor pré-determinado.

A *Tabela 1* contém a relação entre o alcance e a velocidade do modem digital, enquanto a *Tabela 2* mostra as principais características das linhas de bitolas mais comuns: a constante de equivalência (**K**), que depende da resistência de enlace (**R**) e da capacitância (**C**), conforme prática TELEBRÁS No. 225-540-713.

VELOCIDADE (bps)	1200	2400	4800	9600	19200
ALCANCE (Km)	30	18	13	9	6

Tabela 1. Alcance x velocidade modem digital.

Bitola (mm)	R (Ohm/km)	C (nF/km)	K (km)
0,40	288	49	1
0,50	184	51	0,811
0,65	106	51	0,621
0,90	56	51	0,451

Tabela 2. Equivalência de Condutores.

O comprimento equivalente (E) será:

$E = K \times L$; onde K = Extraído da tabela 2.

L = Comprimento da Linha

Exemplo

Seja uma linha com trechos de 5Km de bitola 0,65mm; 8Km de bitola 0,90mm; e 5Km de bitola 0,40mm. A velocidade máxima para a utilização de um modem digital é de:

$$E = 5 \times 0,621 + 8 \times 0,451 + 5 \times 1 = 11,713 \text{ Km}$$

Isto significa que esta linha equívale a 11,713Km de linha com bitola 0,40mm, portanto, pode-se transmitir até 4800Kbps.

Embora a maioria dos fabricantes de modems digitais forneça tabelas de Alcance x Velocidade, na prática fica muito difícil utilizá-las, pois normalmente as concessionárias de telecomunicações não informam as características dos trechos das linhas para comunicação de dados.

Existem diversas **técnicas de codificação** do sinal digital, mas todas elas procuram gerar o sinal codificado com muitas transições com o objetivo de facilitar a recuperação do sincronismo no modem receptor. Estas técnicas procuram, ainda, concentrar o espectro de transmissão do sinal codificado dentro de uma faixa de frequência com a componente DC (corrente contínua) pequena.

Os sinais digitais transmitidos entre elementos de um mesmo circuito são normalmente tratados na forma NRZ (não retorna zero) ou RZ (retorna zero) conforme ilustra a figura FIG AUX 1. Quando o objetivo é no entanto externar os sinais transmitindo-os de um equipamento para o outro, algumas considerações devem ser feitas:

- Componente DC presente nos sinais digitais;
- Sincronismo entre relógios TX e RX.

A componente DC, inconveniente aos circuitos acopladores, pode ser evitada de forma simples pela adoção de sinais AMI (inversão alternada da marca) que consiste em inverter a polaridade dos bits de conteúdo lógico 1. Desde modo ao longo de uma sequência de transmissão a resultante DC deste sinal será nula.

Outro fator determinante na transmissão de sinais digitais é a necessidade de manutenção de sincronismo entre as cadências de transmissão dos pulsos e instantes de interpretação na recepção. Estas cadências são definidas por circuitos de relógio (clock). A ausência deste sincronismo provocará perda de informação pelo salto de bit ou leitura

duplicada no momento da interpretação do seu conteúdo conforme podemos observar na figura FIG AUX 2.

Para garantir o sincronismo de frequência e fase entre os relógios de transmissão e recepção é necessário que estes relógios tenham pelo menos a mesma referencia. O arranjo da figura FIG AUX 3 poderá atender esta necessidade porém existem inconvenientes de ordem prática que dificultam sua adoção. Uma solução simples e eficiente consiste na recuperação da cadencia de relógio extraído do próprio sinal de informação recebido garantindo portanto perfeito sincronismo entre os relógios de transmissão e recepção. Apesar de irregular, o sinal digital de informação contém componentes espectrais de frequências iguais e harmônicas à cadencia do relógio de transmissão. A extração da frequência do relógio de transmissão pode ser feita pela filtragem desta componente utilizando-a como referencia para determinação do relógio de recepção como mostra a figura FIG AUX 4.

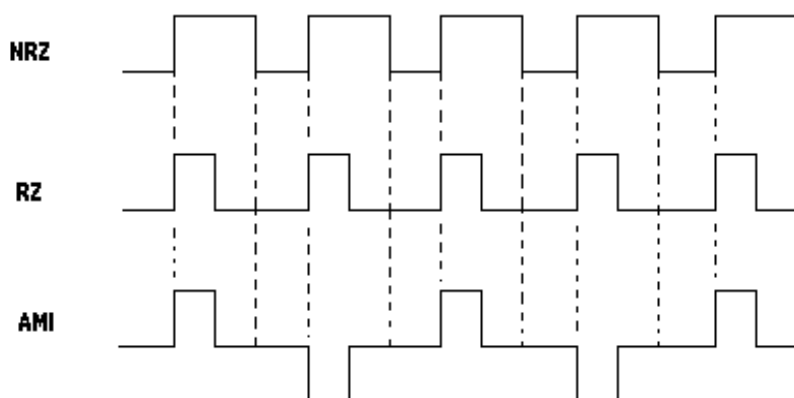


FIG AUX 1

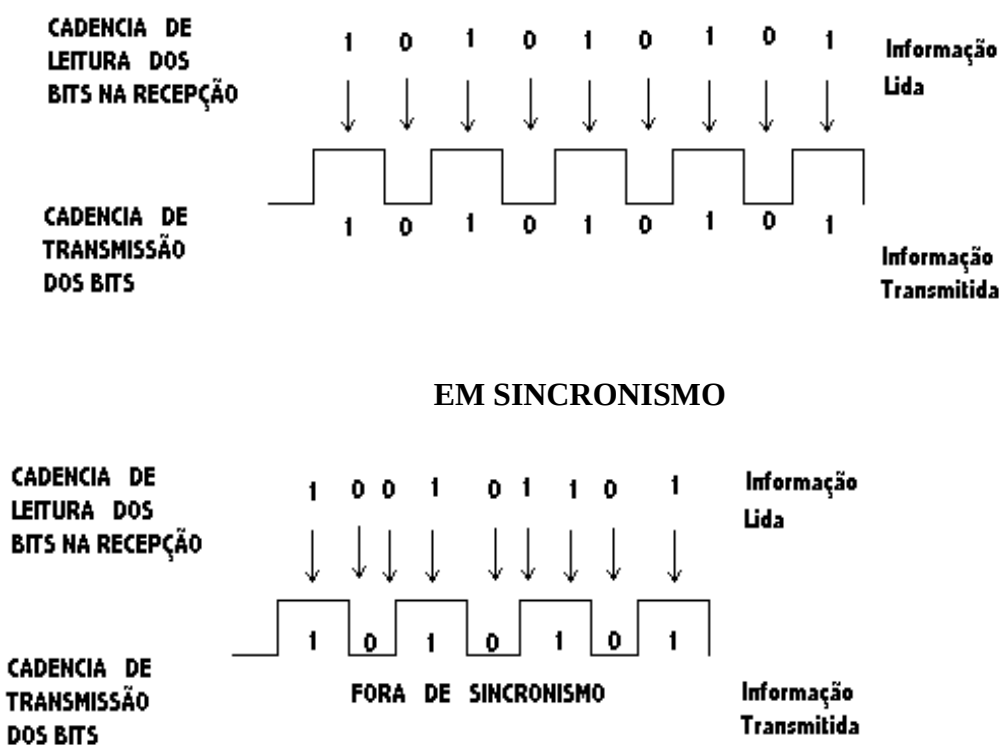


FIG AUX 2

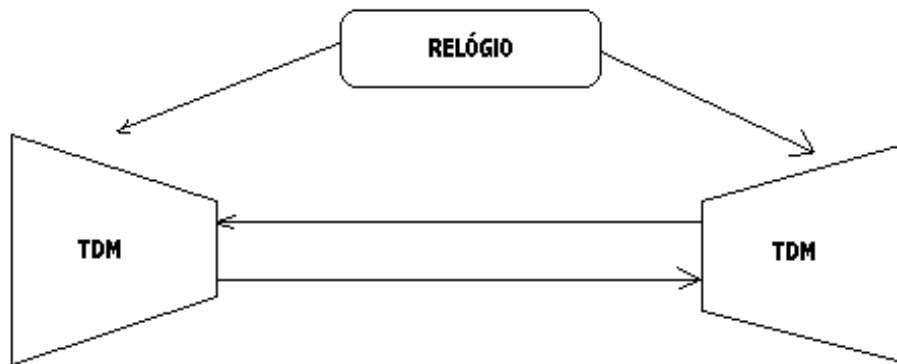


FIG AUX3.

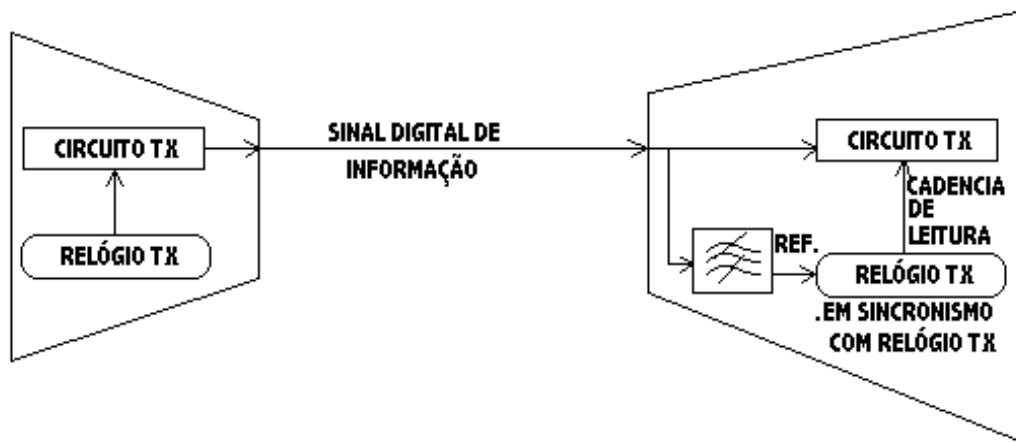


FIG AUX4.

Existe porém uma condição para viabilidade do arranjo de recuperação do relógio do sinal recebido. Uma seqüência demasiadamente longa de bits zeros reduziria significativamente o nível das componentes espectrais do relógio de transmissão fazendo perder a referência para o relógio de recepção. Para superar este problema foram propostos códigos alternativos ao AMI e dentre estes o código de **alta densidade bipolar - HDB** (high density bipolar) se tornou preferencialmente utilizado. Este código prevê a introdução de falsos bits 1 de forma a limitar o número de zeros dentro de uma seqüência. Vários ensaios demonstraram uma seqüência máxima de três zeros consecutivos como limite ótimo para facilitar o processo de recuperação de relógio do sinal de informação. Desde modo o código de alta densidade bipolar ficou conhecido como código **HDB-3**.

O código **HDB-3** é obtido a partir de uma evolução do código **AMI** e se diferencia pelas seguintes regras adicionais:

- Numa seqüência de quatro zeros consecutivos o último zero será substituído por um pulso **V** (violação da regra AMI) de mesma polaridade do pulso anterior.
- Os pulsos de violação também alternarão polaridade entre si de forma a prevenir surgimento de componente DC.

- Para assegurar a simultaneidade das duas regras anteriores poderão ser adicionados pulsos **MF** (marca falsa) no primeiro zero da sequência em que haja pulso de violação **V**.
- Na decodificação **HDB-3** a informação pode ser separada dos pulsos **V** e **MF** pela observação:
 - Os pulsos com polaridade idêntica a do anterior serão desprezados pois tratam-se de pulsos de **violação**;
 - Os pulsos anteriores a violação de apenas 2 zeros consecutivos também serão desprezados pois tratam-se de pulsos **marca falsa**;
 - Pulsos de informação sempre terão polaridade inversa a do pulso anterior e sempre estarão anteriormente afastados da violação por uma sequência de 3 zeros consecutivos.

A figura FIG AUX 5 mostra o exemplo de conversão de uma sequência de sinal com código **AMI** em código **HDB-3**.

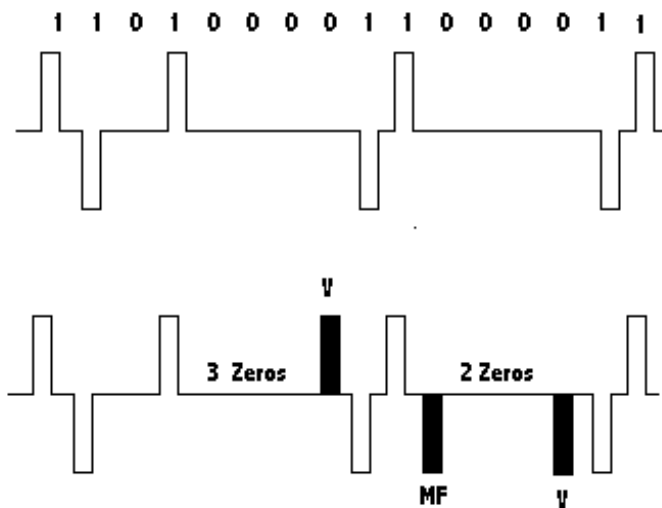


FIG AUX 5

Outra vantagem do código **HDB-3** seria a facilidade de detecção de erros de transmissão pela observação da obediência das regras de codificação estabelecidas.

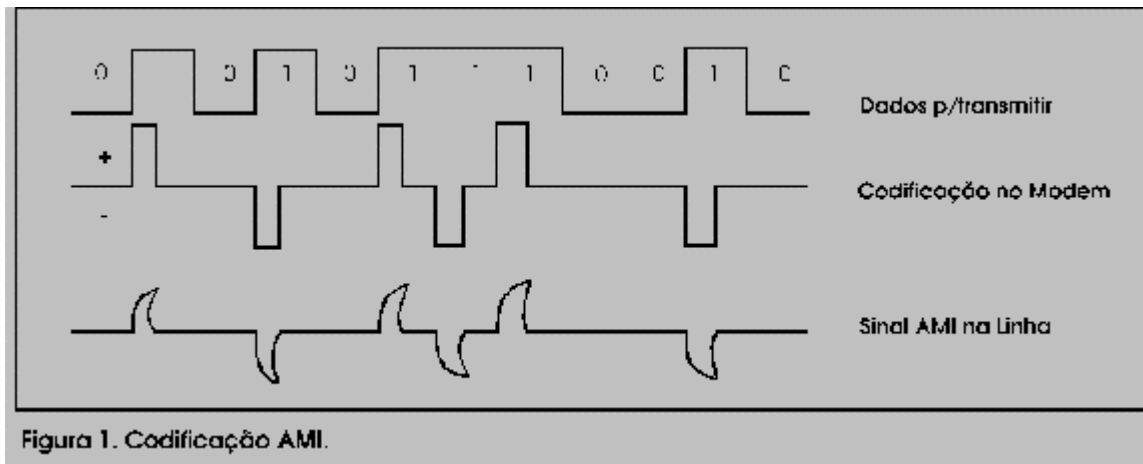
Técnicas de Codificação

A seguir estão listadas as técnicas de codificação digital mais comuns:

- [Codificação AMI](#)
 - [Codificação HDB-3](#)
 - [Codificação Miller](#)
 - [Código NRZ](#)
 - [Código Unipolar RZ](#)
 - [Código Manchester ou Bifase](#)
 - [Código CMI](#)
-

Codificação AMI

O método bipolar AMI (*Alternate Mark Inversion*) utiliza três níveis de sinal (+, 0, -) para codificar a informação binária a ser transmitida. O bit '0' é representado pelo nível 0 (nulo), enquanto o bit '1' corresponde a pulsos retangulares com metade duração do dígito e polaridade alternada (+ ou -), como pode ser visto na figura abaixo.



Com essas alternâncias de marcas, consegue-se garantir a ausência de nível DC no sinal codificado, entretanto, enquanto ocorrer uma sequência longa de zeros, o sinal codificado fica muito tempo sem transições na linha, o que dificulta a obtenção do relógio de sincronismo (cadência).

Codificação HDB-3

Para assegurar um número mínimo de transições no sinal codificado, é necessário limitar as longas seqüências de nível '0' no sinal. Isso é feito violando-se a regra bipolar (polaridades alternadas para os bits '1') através da **codificação HDB-3** (*High Density Bipolar With 3 zero maximum tolerance prior to zero substitution* - código com alta densidade de pulsos).

Nesse tipo de codificação, o sinal digital a ser transmitido é analisado e, cada vez que é detectada uma seqüência de quatro zeros consecutivos, esta seqüência é substituída por uma outra seqüência padronizada. Para isso, é utilizado o recurso da "violação", que consiste no uso de um pulso que tenha a mesma polaridade que o pulso anterior (o que viola o princípio básico do AMI).

No HDB-3, os quatro zeros consecutivos são substituídos pela seqüência **000V** ou **V00V**, onde "V" é a violação, e a substituição dependerá do último pulso transmitido, observando sempre o princípio da alternância de pulsos. Caso o último pulso transmitido não seja uma violação e tenha polaridade oposta à polaridade da violação anterior, transmitirá

Essa escolha entre **000V** e **V00V** faz com que violações sucessivas sejam de polaridades opostas, o que garante a não existência de sinal DC na linha.

Na codificação HDB-3 são contornados os problemas do aparecimento do nível DC e da falta de transições para recuperação do sinal de relógio.

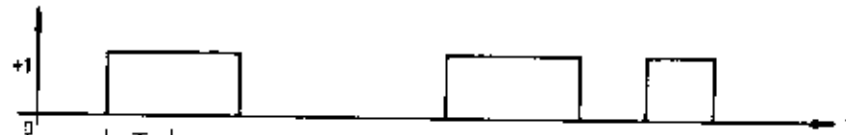
O código Miller apresenta boa imunidade a ruído.

O Código Miller também utiliza as transições do sinal para representar os bits de informação. O bit 1 corresponde a uma transição no meio do intervalo significativo do bit, enquanto o bit 0 corresponde a uma transição no fim do intervalo significativo do bit se o próximo bit for um 0. Caso contrário, isto é, quando o bit 0 é imediatamente seguido por um bit 1, nenhuma transição é usada no final do seu intervalo significativo. O comportamento do Sinal de Miller é mostrado na [Figura 1\(i\)](#).

Bits

1 0 1 1 0 0 0 1 1 0 1 0

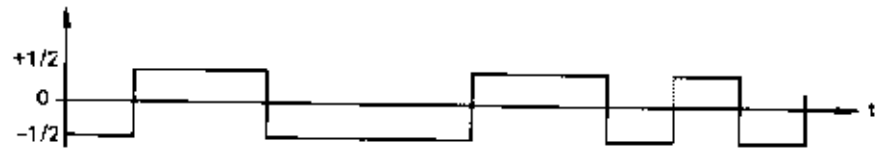
(a) Sinal "ON-OFF"



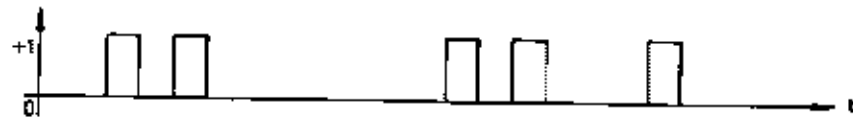
(b) Onda de Relógio



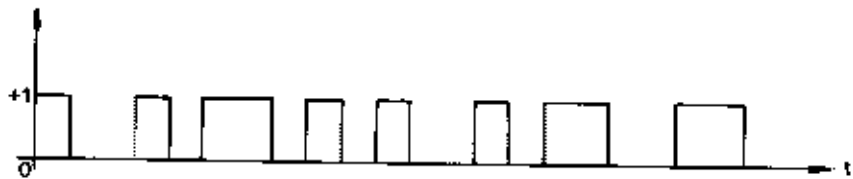
(c) Polar NRZ



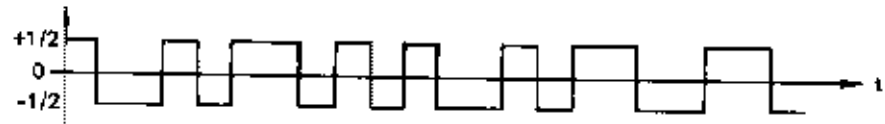
(d) Unipolar RZ



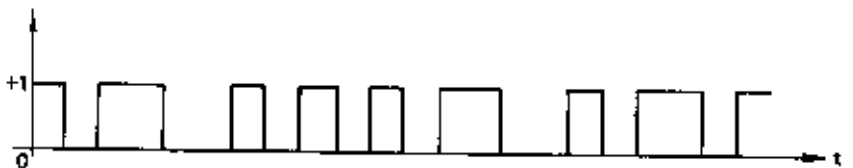
(e) Manchester



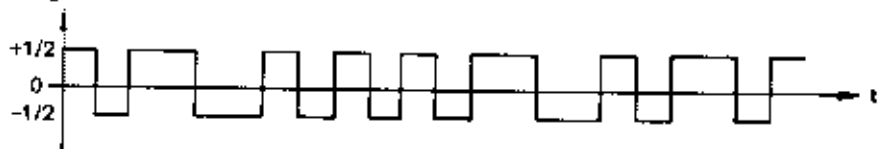
(f) Bifase



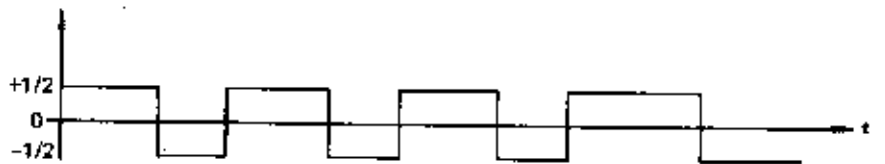
(g) Manchester Diferencial



(h) Bifase Diferencial



(i) Miller



(j) CMI

