

CODIFICAÇÃO DE LINHA

CODIFICAÇÃO DE LINHA

Sinal digital → 

- Em certas situações os sinais digitais podem ser enviados diretamente (em banda base) através do meio de transmissão;
- Ocorre principalmente na transmissão através de meios guiados. Exemplos: conexão USB, RS-232 (porta serial), conexões internas de computadores, redes locais, etc.;
- Alguns pontos importantes devem ser observados na transmissão do sinal digital.

CODIFICAÇÃO DE LINHA

Sinal digital

- Fatores relevantes na transmissão de sinais digitais:
 - componente contínua;
 - largura de banda;
 - informação de *clock*;
 - detecção de erros.
- O processo de **codificação de linha** consiste em representar o sinal digital de uma forma mais adequada a transmissão.

CODIFICAÇÃO DE LINHA

CÓDIGOS DE TRANSMISSÃO EM BANDA BASE

As características desses sistemas estão intimamente relacionadas com o código utilizado para representar e transmitir a informação. A escolha do código a ser adotado pelo sistema de comunicação banda base é baseado em quatro critérios:

1. menor banda de frequência ocupada pelo espectro de energia do sinal;
2. facilidade de recuperação do sincronismo;
3. não possuir componentes de baixa frequência (facilita o acoplamento indutivo);
4. robustez (em relação ao ruído) e simplicidade de implementação.

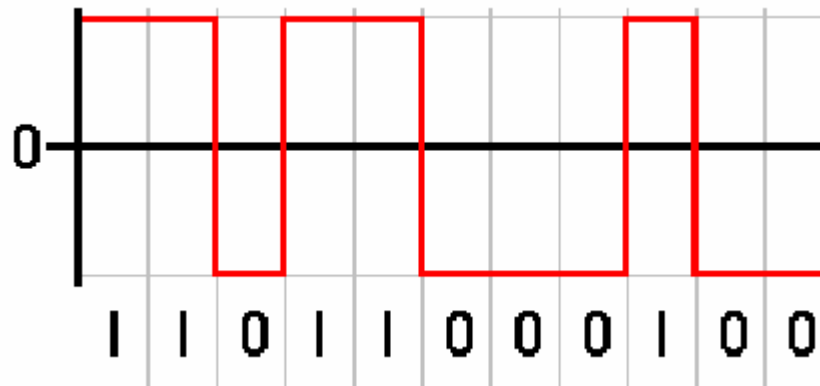
CODIFICAÇÃO DE LINHA

NRZ – Non Return Zero

O código NRZ é usado como referência, por ser extremamente simples. Nele, o sinal fica totalmente em “1” ou “0” durante todo o tempo de bit, como mostra a figura.

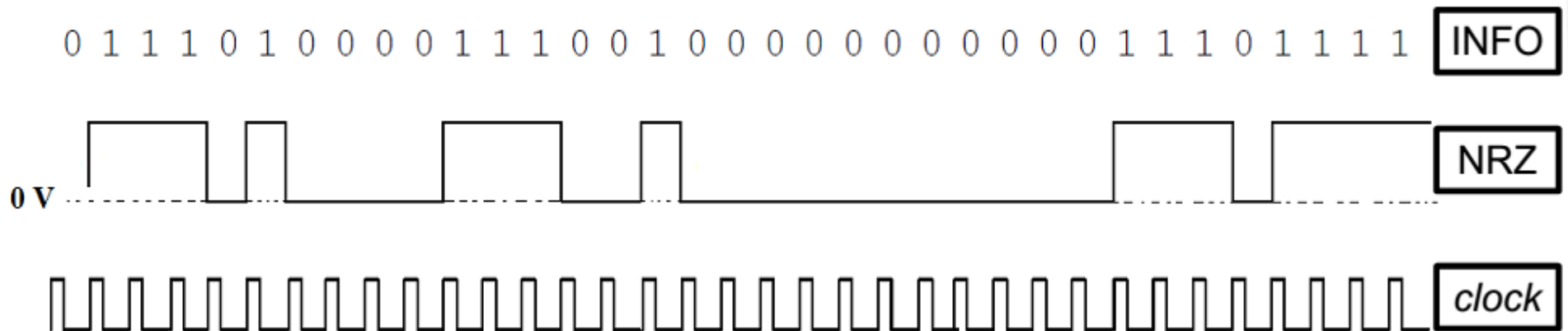
O problema deste código é que um excessivo número de “0”s ou “1”s faz com que o receptor perca o sincronismo com o transmissor, necessitando uma linha adicional de sincronismo externo.

NRZ é utilizado na interface RS-232, que é a linha de comunicação serial dos computadores com modems, por exemplo. É também utilizado no giga ethernet baseado em fibra ótica. O código NRZ necessita metade da frequência do codificação Manchester.

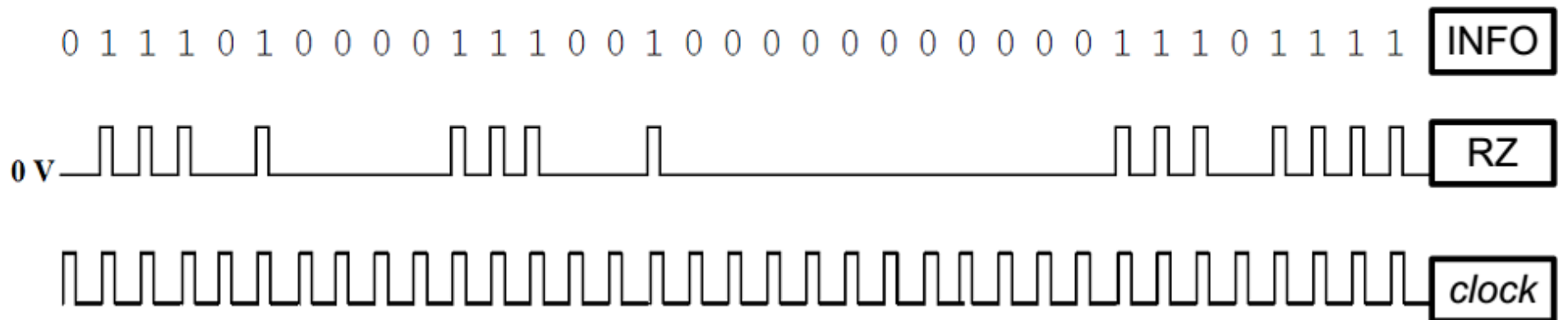


CODIFICAÇÃO DE LINHA

- NRZ – não retorna a zero:



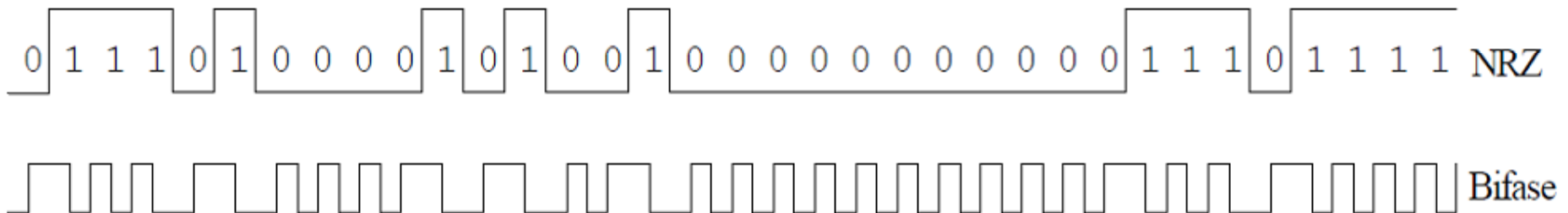
- RZ – retorna a zero:



CODIFICAÇÃO DE LINHA

- Bifase ou Manchester

- Semelhante a uma PSK (com uma portadora digital):



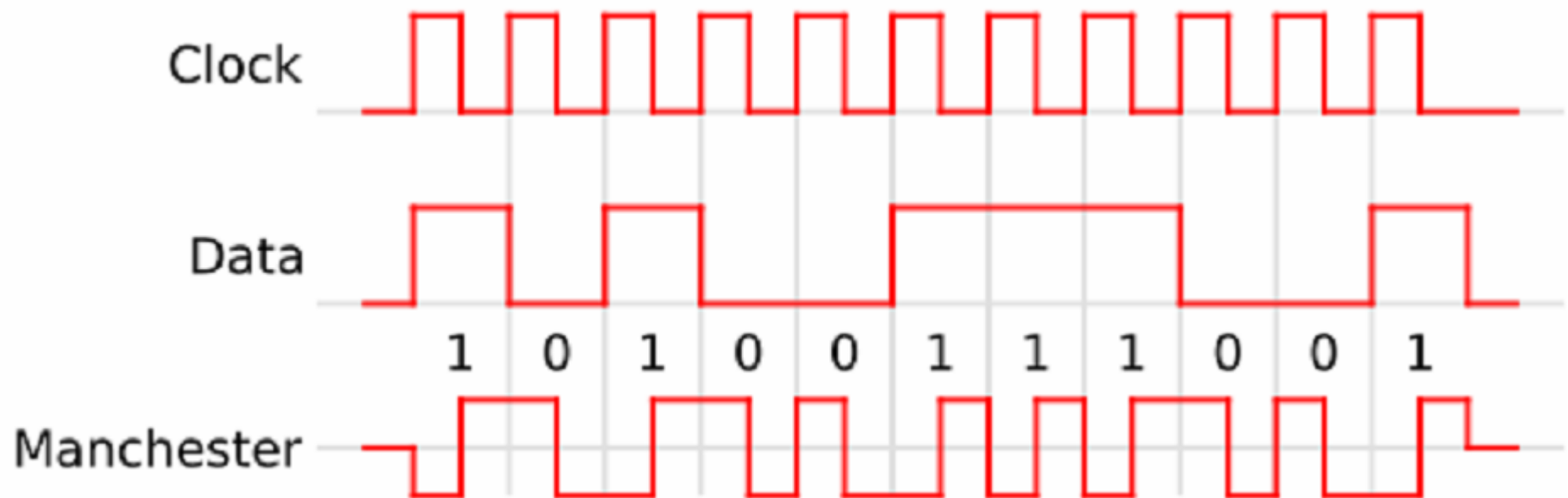
- Sempre existe transição na linha – forte componente do relógio;
- Usado em redes Ethernet.

CODIFICAÇÃO DE LINHA

Manchester (bifase)

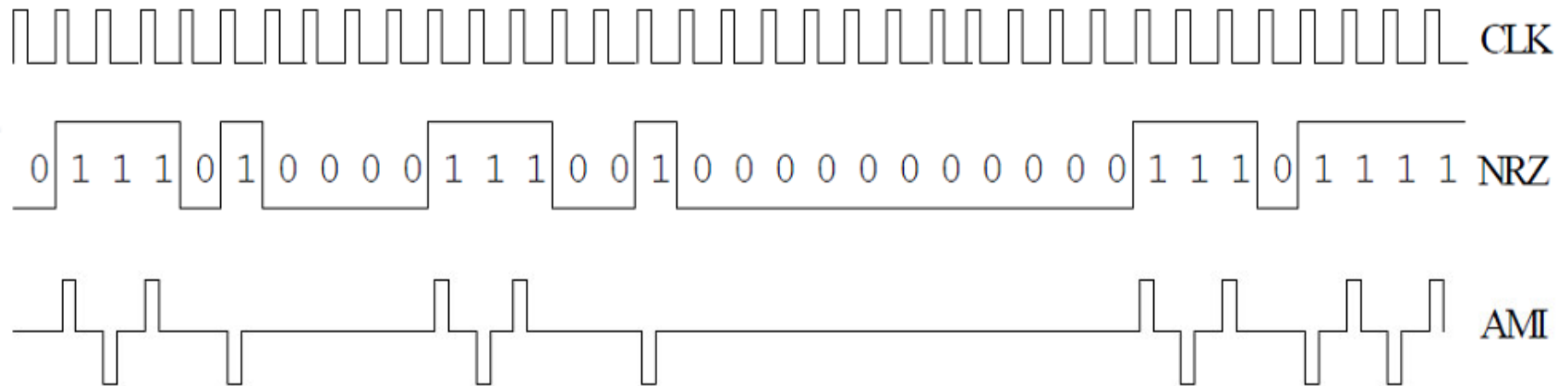
O código bifase, o código bifase diferencial, e o código Miller são todos códigos de dois níveis, codificam essencialmente a transição (fase) do sinal entre os dois níveis de tensão. Esses códigos, devido à sua simplicidade de implementação, são largamente empregados em redes locais, como a Ethernet e Token Ring, e também na gravação magnética de dados em discos rígidos ou flexíveis.

O código bifase associa a cada bit “zero” uma transição negativa do sinal no meio do bit, e para o bit "um" é codificado uma transição positiva no meio do bit. Já o código bifase diferencial associa a cada bit "zero" uma transição no início do bit enquanto os “ums” não tem transição no início do bit.



CODIFICAÇÃO DE LINHA

- AMI – *alternate mark inversion*:

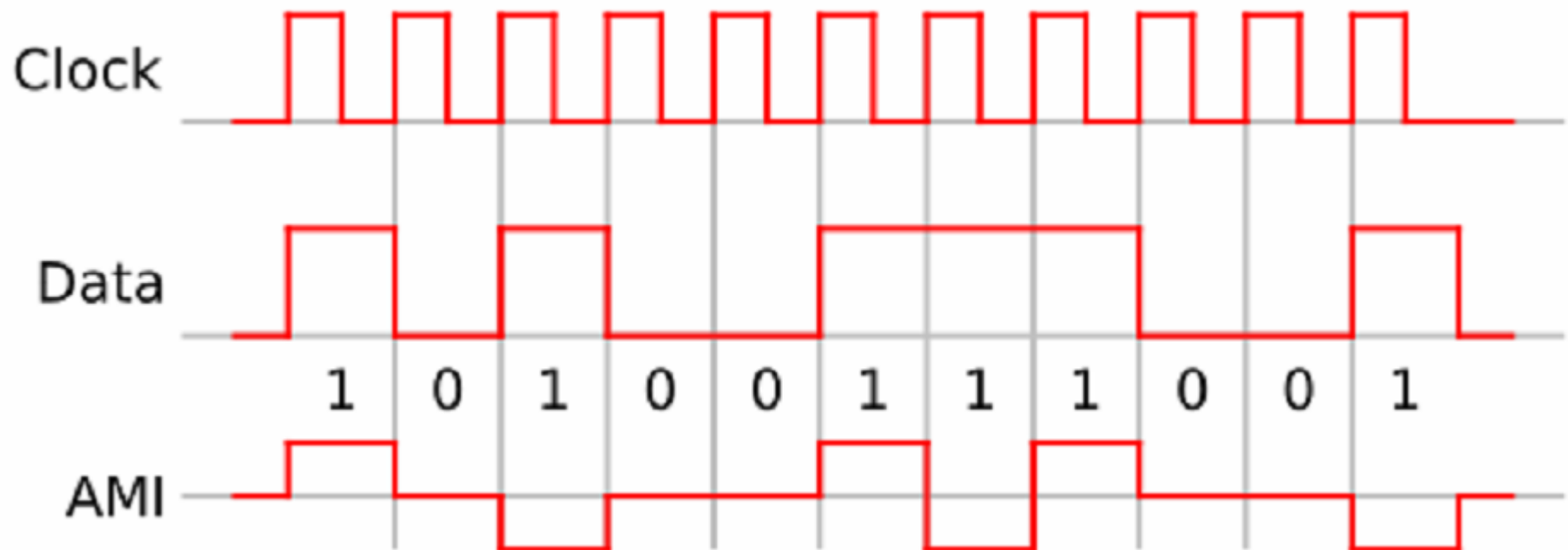


- Elimina CC;
- Problemas com longas sequências de zero (pode ser usado com um *scrambler*);
- Largura de banda maior do que um NRZ.

CODIFICAÇÃO DE LINHA

AMI ou bipolar

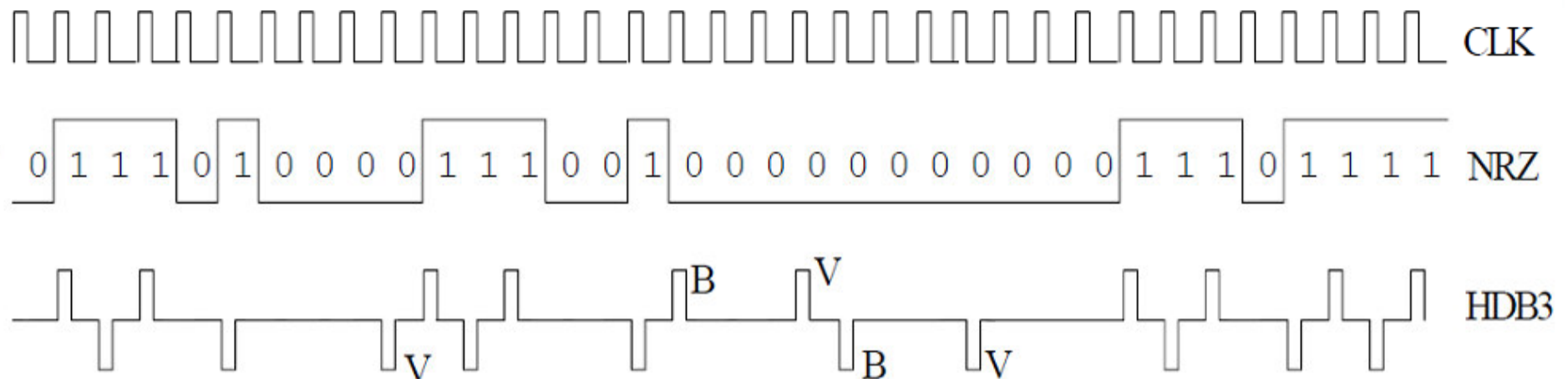
A lei de formação do AMI (*Alternate Mark Inversion*), ou também conhecido por código bipolar, associa a cada bit 1 (*marca*) um pulso com largura de $0,5 T_b$ (tempo de bit), alternando pulsos positivos e negativos para minimizar as componentes de DC no espectro. Esse código foi originalmente desenvolvido na década de 60 pela Bell americana para Sistemas PCM (*Pulse Code Modulation*). A principal limitação do código AMI é a ausência de informação de relógio com longas seqüências de zeros. Por esse motivo é comum o código AMI ser usado em conjunto com um embaralhador de bits, ou *scrambler*. A figura a seguir ilustra o código .



CODIFICAÇÃO DE LINHA

- HDBn

- HDBn – *high density bipolar* de ordem 'n':



- Elimina problemas de sincronismo do AMI;
- O HDB3 é utilizado em equipamentos de telefonia.

CODIFICAÇÃO DE LINHA HDB-3

É um código semelhante ao AMI, mas que evita as seqüências de mais de “n” zeros sucessivos, através da substituição do zero “n+1” por uma marca de violação (V). A violação consiste em um pulso com a mesma polaridade do pulso anterior.

Assim, nesse código, ao serem detectados quatro zeros consecutivos, serão codificados blocos do tipo 000V ou B00V, em que B é um pulso bipolar normal e V corresponde a um pulso de violação (mesma polaridade do anterior). A codificação de um ou outro bloco é feita de tal forma que o número de pulsos B entre duas violações V seja sempre ímpar. Esse código é recomendado pelo ITU-T.

As seguintes regras devem ser obedecidas em uma seqüência de 4 zeros:

- O 2º e 3º zeros são sempre representados pela ausência de pulsos
- O 4º zero é sempre uma violação
- O 1º zero será substituído por B se o pulso que o precede tem a mesma polaridade da última violação
- O 1º zero será substituído por B se o pulso que o precede é uma violação

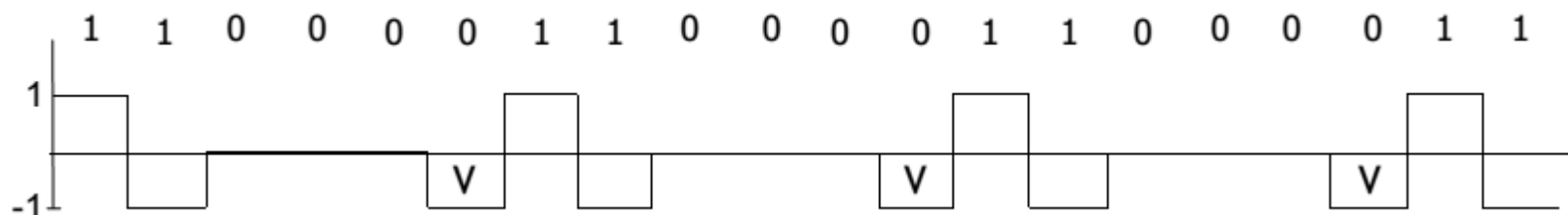
Temos de introduzir os chamados impulsos “B” (**B**alanceamento) em concordância com as regras AMI:

Se um impulso V tiver a mesma polaridade do impulso V precedente introduz-se um impulso B no primeiro dos quatro bits “0”.

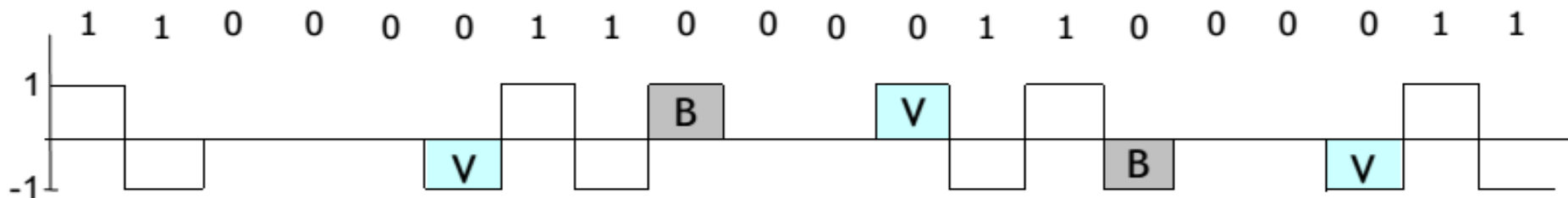
Se os impulsos V tiverem polaridades contrárias não é preciso anteceder o segundo de um impulso B.

CODIFICAÇÃO DE LINHA HDB-3

Codificação apenas com impulsos de violação:



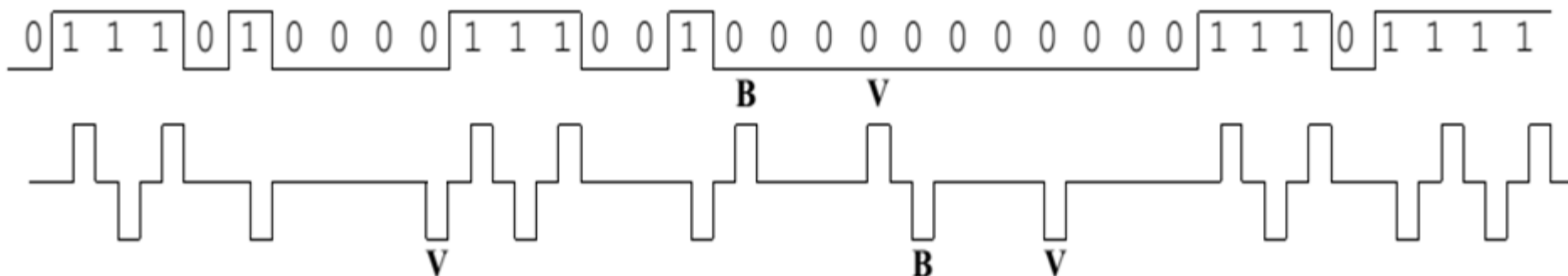
Neste exemplo há um desequilíbrio no número de impulsos positivos e negativos, daí a necessidade de se introduzirem os impulsos de balanceamento:



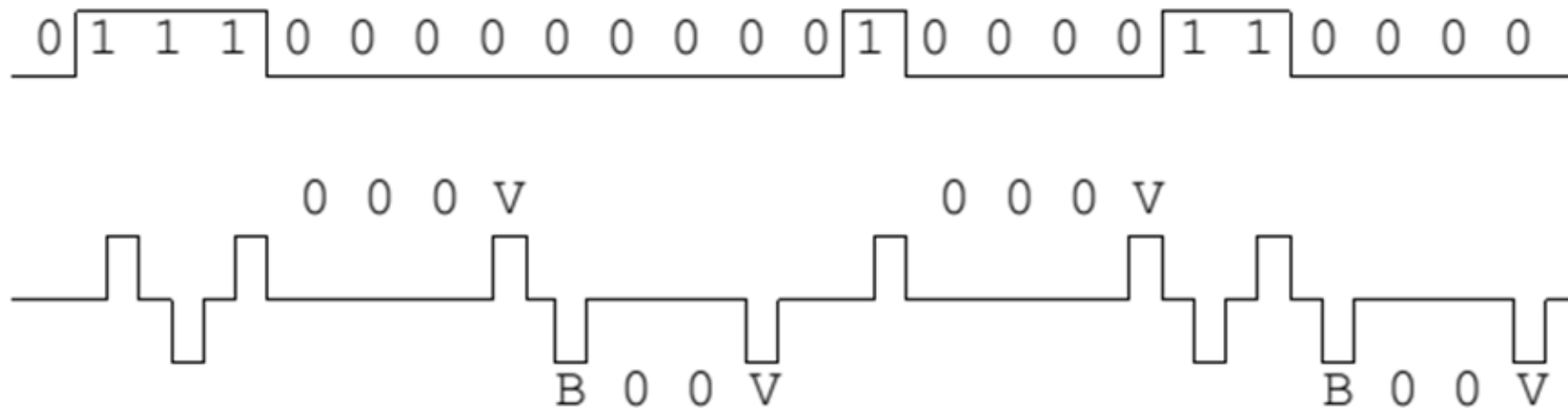
CODIFICAÇÃO DE LINHA

Código HDB3

Exemplo 1

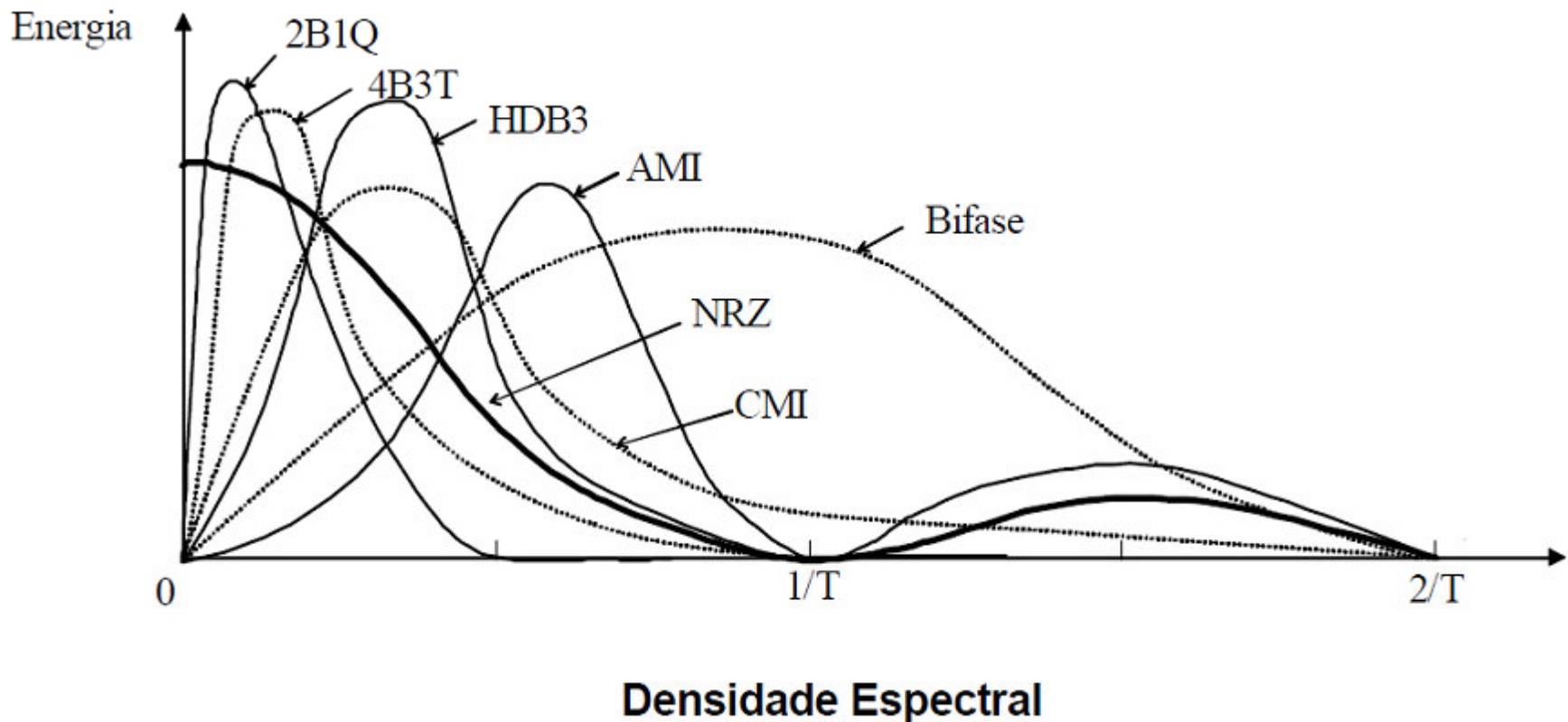


Exemplo 2



CODIFICAÇÃO DE LINHA

- Densidade espectral dos sinais codificados



CODIFICAÇÃO DE LINHA

