

[◀ VOLTAR](#)

# Codificação de Linha

Conhecer os diversos métodos de codificação de linha para transmissão digital.

NESTE TÓPICO



Marcar  
tópico



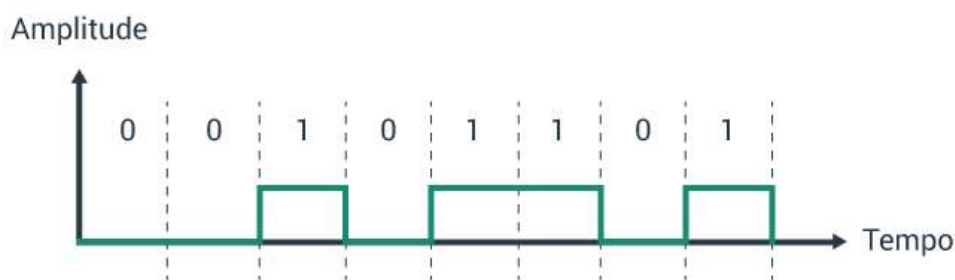
Chamamos de transmissão digital o envio de sinais digitais do computador diretamente na linha de transmissão e para que isto aconteça é necessário representar o bit 1 e o bit 0. Este esquema de codificação é dividido em três grupos: unipolar, polar e bipolar. Cada um deles apresenta vantagens e desvantagens. Entre as propriedades desejadas para esses códigos, pode-se enunciar:

- Largura de banda de transmissão: deve ser tão pequena quanto possível.
- Detecção de erro: deve ser possível detectar erros de transmissão. No caso bipolar, por exemplo, um erro causará violação da regra bipolar e pode ser facilmente detectado.
- Conteúdo de temporização adequado: deve ser possível extrair informação de sincronização do próprio sinal.
- Transparência: deve ser possível transmitir um sinal digital corretamente, independente dos padrões de 1's e 0's na sequência. Se um sinal codificado é recebido de forma confiável, independente dos padrões de bits transmitidos, então o sinal é dito transparente.



Codificação de linha

O método de codificação de linha unipolar é muito simples e primitivo, porque os níveis 1 são representados por uma tensão positiva, e os níveis 0 são codificados por meio do 0 volt.



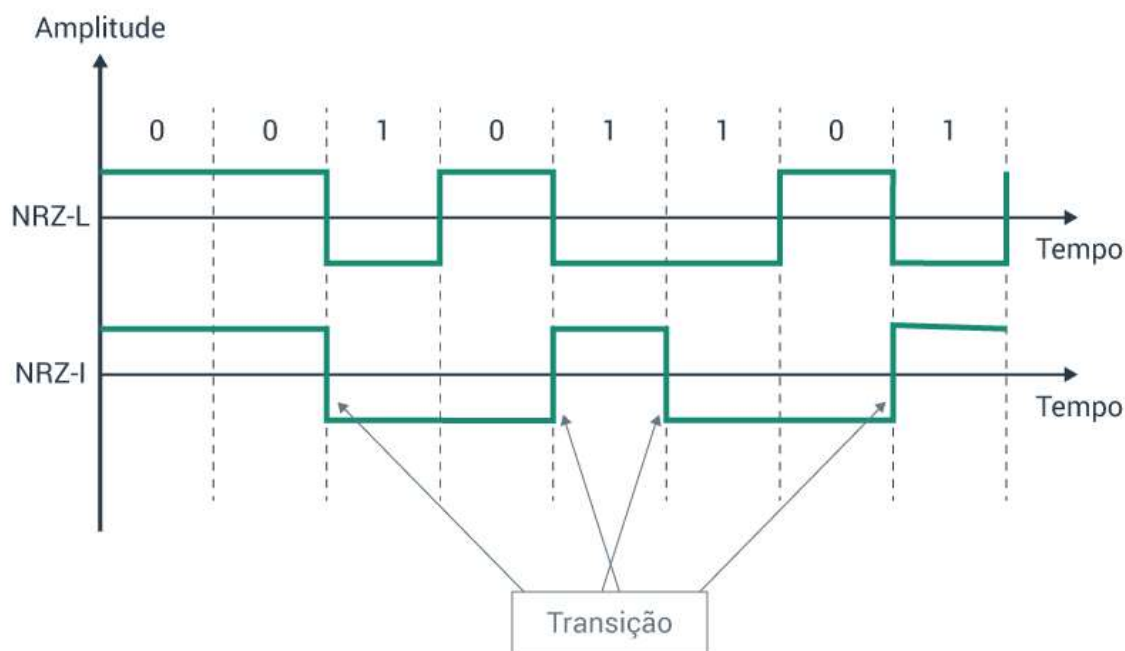
Codificação de linha unipolar

Já na codificação de linha polar, os níveis de tensão se encontram em ambos os lados do eixo do tempo para representar os dados. São exemplos de codificação polar os esquemas NRZ, RZ, Manchester e Manchester Diferencial.

Na codificação NRZ (Non Return to Zero, Não Retorna à Zero), o valor do sinal sempre é positivo ou negativo. Existem duas formas de codificação NRZ, o esquema NRZ-L e o NRZ-I.

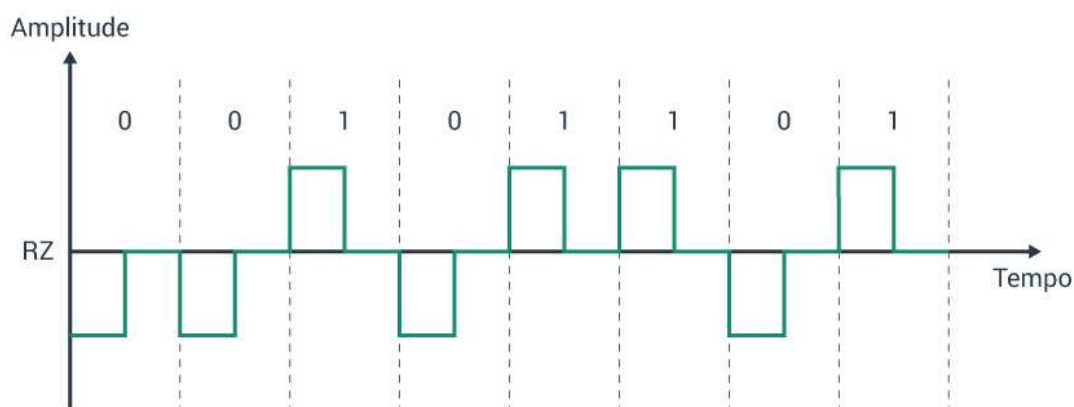
Na codificação NRZ-L (Non Return to Zero-Level, Não Retorna à Zero por Nível), o nível do sinal depende do bit que ele deve representar. Uma tensão positiva geralmente representa o bit 0 e, consequentemente, uma tensão negativa representa o bit 1.

Já na codificação NRZ-I (Non Return to Zero-Invert, Não Retorna à Zero por Inversão), o bit 1 é caracterizado pela presença de transição no início do período, e o bit 0 pela ausência de transição no início do período.



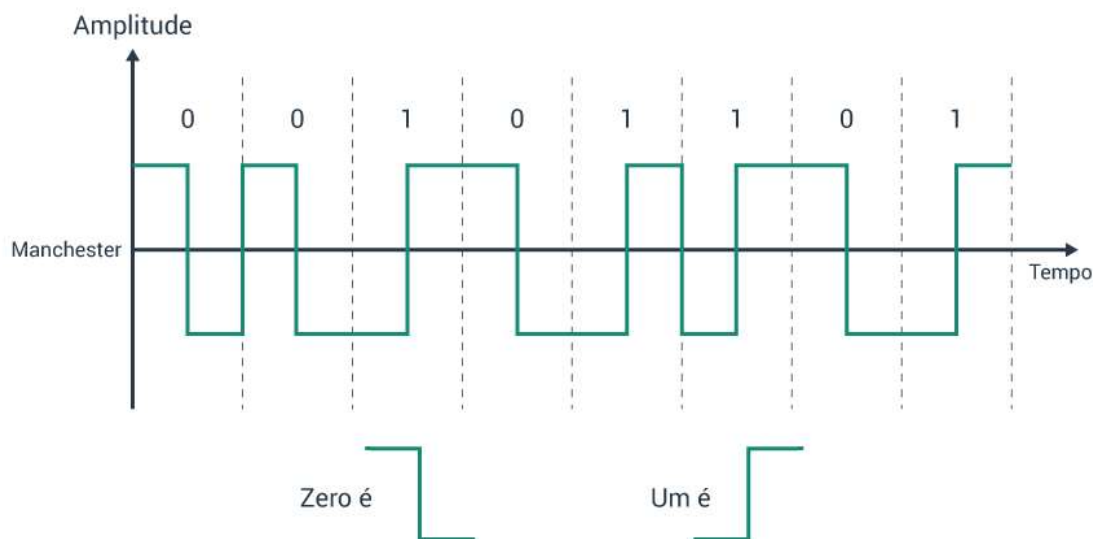
Codificação de linha NRZ-L e NRZ-I

Na codificação de linha RZ (Return to Zero, Retorna à Zero), são usados três valores de tensão, positivo, zero e negativo. Na codificação RZ, o sinal muda não entre bits, mas sim durante o bit; a desvantagem é que essa codificação requer duas mudanças de sinal para codificar um bit, assim necessitando de uma maior largura de banda. Se a mudança de tensão for do positivo para o zero durante o bit, o valor do bit é 1, se a mudança de tensão for do negativo para o zero durante o bit, o valor do bit é 0.



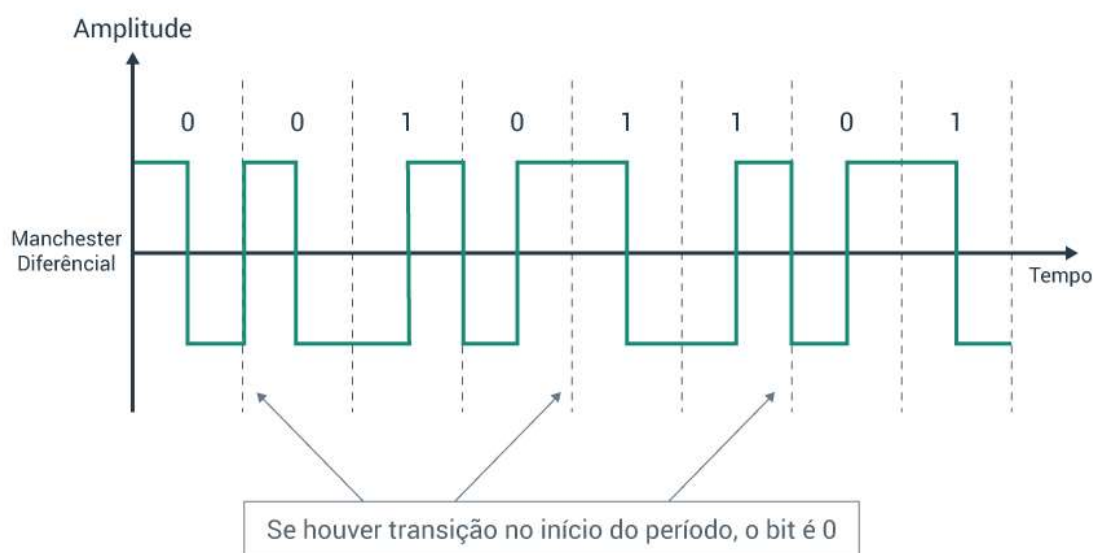
Codificação de linha RZ

Na codificação de linha Manchester, o bit 1 é enviado como tensão negativa por meio período, seguida de tensão positiva por mais meio período; já o bit 0 é enviado como tensão positiva por meio período, seguida de tensão negativa por mais meio período. Diferente da codificação RZ, na Manchester só são utilizados os níveis de tensão positiva e negativa.



Codificação de linha Manchester

A codificação de linha Manchester Diferencial é parecida com a codificação Manchester, porém nessa codificação a interpretação da transição depende do período anterior. Se há transição de tensão no início de um período, o bit é 0. Se não tem transição no início do período, o bit é 1.



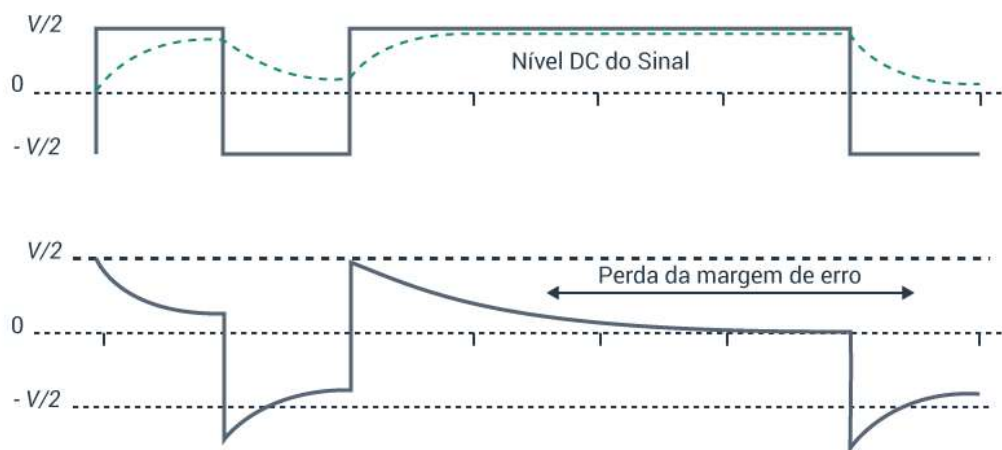
Codificação de linha Manchester Diferencial

A técnica Manchester é utilizada no padrão IEEE 802.3 – Norma que define a rede Ethernet e o modo de acesso CSMA/CD. (Tanenbaum, A.S. 2003). Como na codificação de linha Manchester, o bit 0 é representado como uma

transição positiva (subida) no meio do intervalo de sinalização do bit, e com o bit 1 ocorre o contrário, uma transição negativa (descida). Assim, comparada com o NRZ, facilita a recuperação da informação digital, porque o sinal Manchester apresenta transições a cada ciclo de referência. As codificações NRZ são mais simples que as Manchester; em compensação, a NRZ tem dificuldades no sincronismo, enquanto nas Manchester o sinal carrega seu próprio pulso de relógio, o que facilita o sincronismo.

As NRZ utilizam dois canais na transmissão síncrona, um para dados e outro para o relógio. Já no caso das codificações Manchester, apenas um canal é utilizado na transmissão síncrona, o que evita o aumento do custo de transmissão.

Quando a probabilidade de ocorrência de símbolos 1s e 0s é igual, não existe componente DC. Entretanto, tratando-se de longas sequências de 1s ou 0s, surge um componente DC:



Margem de erro na codificação de linha

Isso ocasiona grandes problemas em redes, porque o resultado disso é que o sinal se desloca para o nível 0, em longos períodos de 0s, ocasionando aumento da taxa de erro de bit, que pode ser evitado por meio do uso do código Manchester, que é empregado em Redes Locais de Computadores (LANs).

A transmissão de dados digitalizados está condicionada à velocidade do canal de comunicação (bps). Uma das maneiras encontradas para diminuir o tempo de transmissão de arquivos de dados foi reduzir o tamanho deles por meio da compressão. Ou seja, com a compressão, pode-se enviar mais dados em menos tempo. Utiliza-se duas técnicas:

- A primeira é a compactação, que faz uma nova representação de dados, utilizando um novo alfabeto, menor que o utilizado no original.

- A segunda é a compressão, que não transforma os dados em outro alfabeto, mas codifica a mensagem. Esses códigos são tabelados e informados ao equipamento de destino.

Ex.: AATTTT = \*4T

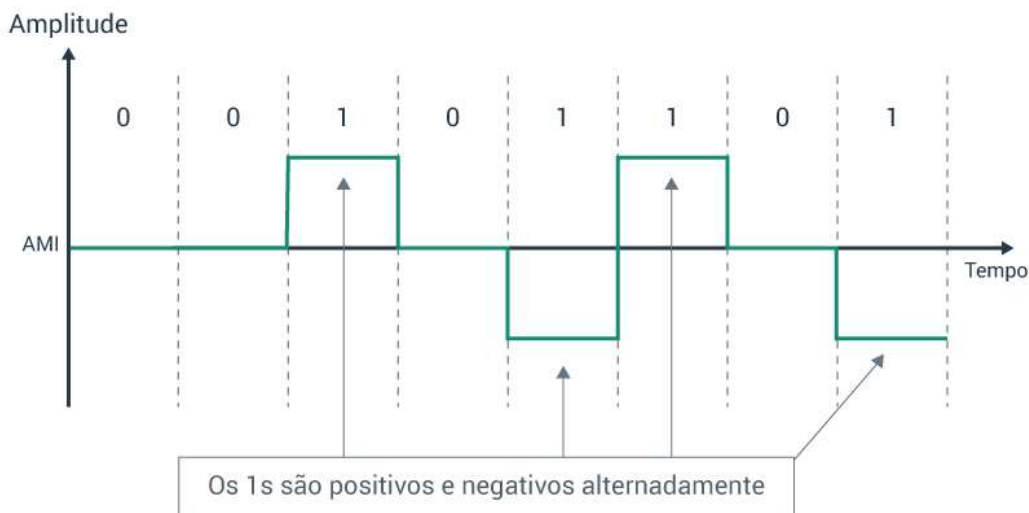
Em que: \* = AA

4T = TTTT

### Codificação de linha Bipolar

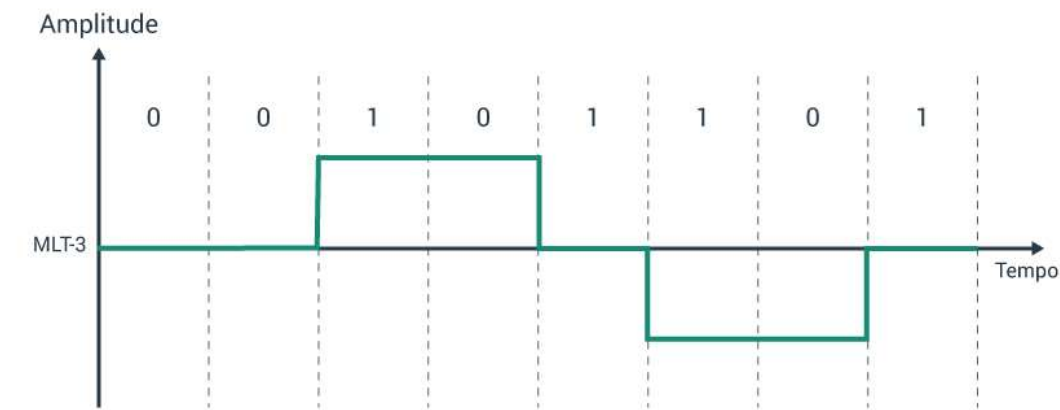
Na codificação de linha bipolar, são utilizados três níveis de tensão: positivo, zero e negativo. São exemplos de codificação bipolar os esquemas AMI, MLT-3 e 2B1Q. O nível de tensão para um elemento de dados se encontra em zero, ao passo que o nível de voltagem para o outro elemento fica alternando entre valores positivos e negativos.

Na codificação de linha AMI (Alternate Mark Inversion, Inversão de Marca Alternada), o termo marca vem da telegrafia e significa 1, assim AMI significa inversão de 1 alternado. Uma tensão neutra (em zero) representa o bit 0; já os bits 1s são representados alternando-se a tensão positiva e a negativa.



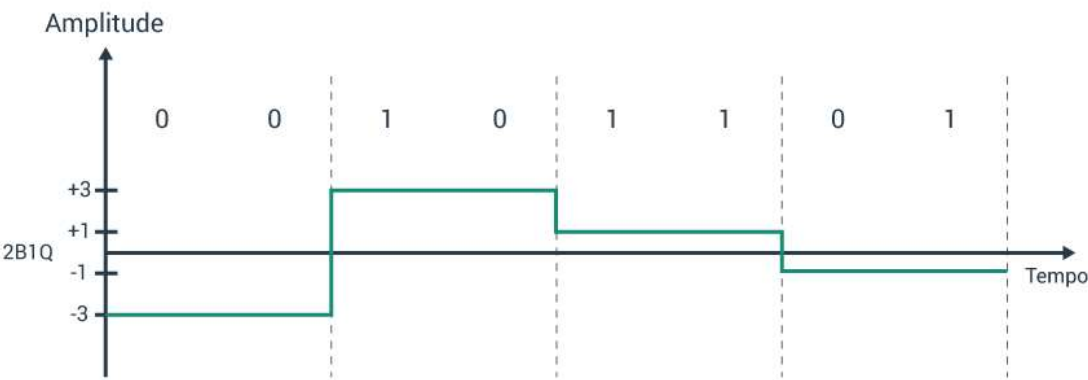
Codificação de linha AMI

A codificação de linha MLT-3 (*Multiline Transmission, Three Level*, Transmissão de Múltiplas Linhas por Três Níveis) é bastante semelhante à codificação NRZ-I, mas utiliza três níveis de tensão: positivo, zero e negativo. O bit 1 é caracterizado pela presença de transição de nível de tensão no início do período, e o bit 0 pela ausência de transição no início do período.



Codificação de linha MLT-3 (Multiline Transmission, Three level)

Na codificação de linha 2B1Q (2 binários e 1 quaternário) são utilizados quatro níveis de tensão, de tal modo que cada pulso é capaz de representar dois bits por vez, tornando-o assim mais eficiente.



Primeiro Bit	Segundo Bit	Símbolo quaternário
1	0	+3
1	1	+1
0	1	-1
0	0	-3

Codificação de linha 2B1Q (2 binários e 1 quaternário)

A codificação de blocos foi desenvolvida para melhorar o desempenho da codificação de linha, tendo em vista que é necessário algum tipo de redundância que assegure a sincronização. A codificação de blocos pode satisfazer esses dois objetivos.

Nesse método, existem basicamente três passos a serem seguidos: divisão, substituição e codificação de linha.

### 1º Passo: Divisão

Nesta etapa, a sequência de bits é dividida em grupos de m-bits de tamanho. Na codificação 4B/5B, a sequência de bits original é dividida em grupos de 4 bits.

### 2º Passo: Substituição

O principal dessa técnica de codificação de blocos é a etapa de substituição. Nela, realiza-se a substituição de um código de m-bits por um grupo de n-bits. Na codificação 4B/5B, substituí-se a sequência de 4-bits, que pode representar até 16 possibilidades, por um código de 5-bits, que pode representar até 32 possibilidades. Isso significa que alguns dos elementos do código de 5-bits podem ser mapeados dentro do grupo de 4-bits. É claro que muitos dos elementos do código de 5-bits não terão nenhuma correspondência no grupo de 4-bits. Entretanto, pode-se aplicar uma estratégia ou política para escolher os elementos do código de 5-bits que assegurem os mecanismos que facilitem a sincronização e a detecção de erros no receptor.

Para obter sincronização, pode-se utilizar o código de 5-bits de um modo tal que, por exemplo, não tenhamos mais que três 0s ou 1s consecutivos na sequência.

A codificação de blocos pode resolver o problema de detecção de erros, em que o receptor talvez detecte um erro de transmissão, visto que foi acrescentado apenas um bit.

### 3º Passo: Codificação de linha

Após a etapa da substituição, pode-se utilizar qualquer um dos esquemas de codificação de linha para criar um sinal codificado. Normalmente é escolhido um esquema de codificação de linha muito simples, porque o procedimento de codificação em bloco proporciona bastante complexidade ao esquema de codificação de linha.

Como descrito, no código 4B/5B cada conjunto de 4-bits de dados é mapeado num código de 5-bits. A seleção do código de 5-bits é feita de forma tal que cada possibilidade contenha não mais que um 0 isolado e não mais que dois 0s agrupados. Logo, quando esses códigos de 5-bits são enviados em sequência, não mais que três 0s consecutivos são encontrados no bloco. A tabela a seguir mostra o mapeamento 4B/5B. As sequências codificadas para os caracteres de controle (terceira coluna) não seguem as regras de codificação 4B/5B.

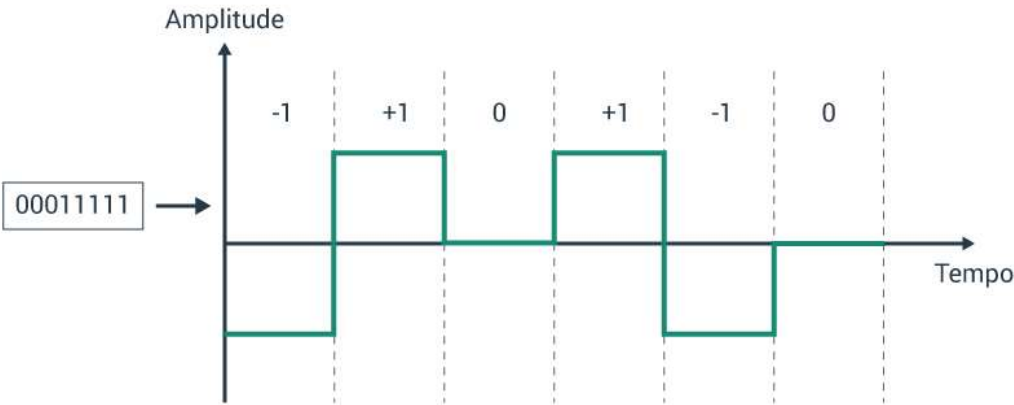


Dados	Dados Codificados	Controle	Controle Qualificado
0000	11110	Q (Silencioso)	00000
0001	01001	I (Ocioso)	11111
0010	10100	H (Parada)	00100
0011	10101	J (Delimitador de início)	11000
0100	01010	K (Delimitador de início)	10001
0101	01011	T (Delimitador de fim)	01101
0110	01110	S (Configurar)	11001
0111	01111	R (Reset)	00111
1000	10010		
1001	10011		
1010	10110		
1011	10111		
1100	11010		
1101	11011		
1110	11100		
1111	11101		

Mapeamento 4B/5B

A codificação 4B/5B proporciona sincronização e capacidade de detecção de erro, porém ela tem um preço: requer uma largura de banda maior, e às vezes não há essa largura de banda extra.

A codificação 8B/6T foi criada para substituir um grupo de 8-bits, que pode representar até 256 possibilidades, por um código com seis períodos de tempo, em que em cada período é possível ter um de três níveis de tensão (+1, 0 e -1), que pode representar até 729 possibilidades. A codificação é escolhida de modo a facilitar o sincronismo e a capacidade de detecção de erro. A figura a seguir ilustra um exemplo de codificação 8B/6T.



Codificação 8B/6T

Agora que você conheceu os principais métodos de codificação de linha, exercite seus conhecimentos.

## Quiz

Exercício

Codificação de Linha

INICIAR ➤

## Quiz

Exercício Final

Codificação de Linha

INICIAR ➤

## Referências

TANENBAUM, A. S. Redes de computadores. 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2003.



Avalie este tópico



ANTERIOR  
Meios físicos



Índice

Biblioteca  
(<https://www.uninove.br/conhec-a-uninove/biblioteca/sobre-a-biblioteca/apresentacao/>)  
Portal Uninove  
(<http://www.uninove.br>)  
Mapa do Site

Ajuda?  
PRÓXIMO  
(<https://ava.uninove.br/cursos/>)

Modulação e Multiplexação

© Todos os direitos reservados

