

---

# Fundamentos de Redes de Computadores

## Aula 05

Prof. Dr. Jéferson Campos Nobre

# Sinais

---

🔵 **Sinal** é um termo usado para representar a transmissão de alguma informação

🔵 **Exemplos:**

- ♁ Corrente elétrica que circula entre o aparelho de DVD e a TV
- ♁ Corrente elétrica gerada por um microfone quando alguém fala próximo a ele
- ♁ Bits de um arquivo que precisa ser transmitido pela rede

# Tipos de Sinais

---

🔵 Os sinais podem ser **analógicos** ou **digitais**

🔵 Sinal analógico

♟ Informação que varia de forma **contínua** no tempo

♟ Não é possível identificar quantos níveis de variação existem  
(embora seja possível identificar os limites superior e inferior)

♟ Exemplo: o som de uma sirene

🔵 Sinal digital

♟ Informação que varia de forma **discreta** no tempo

♟ É possível identificar um número finito de estados possíveis

♟ Exemplo: código Morse

# Modulação

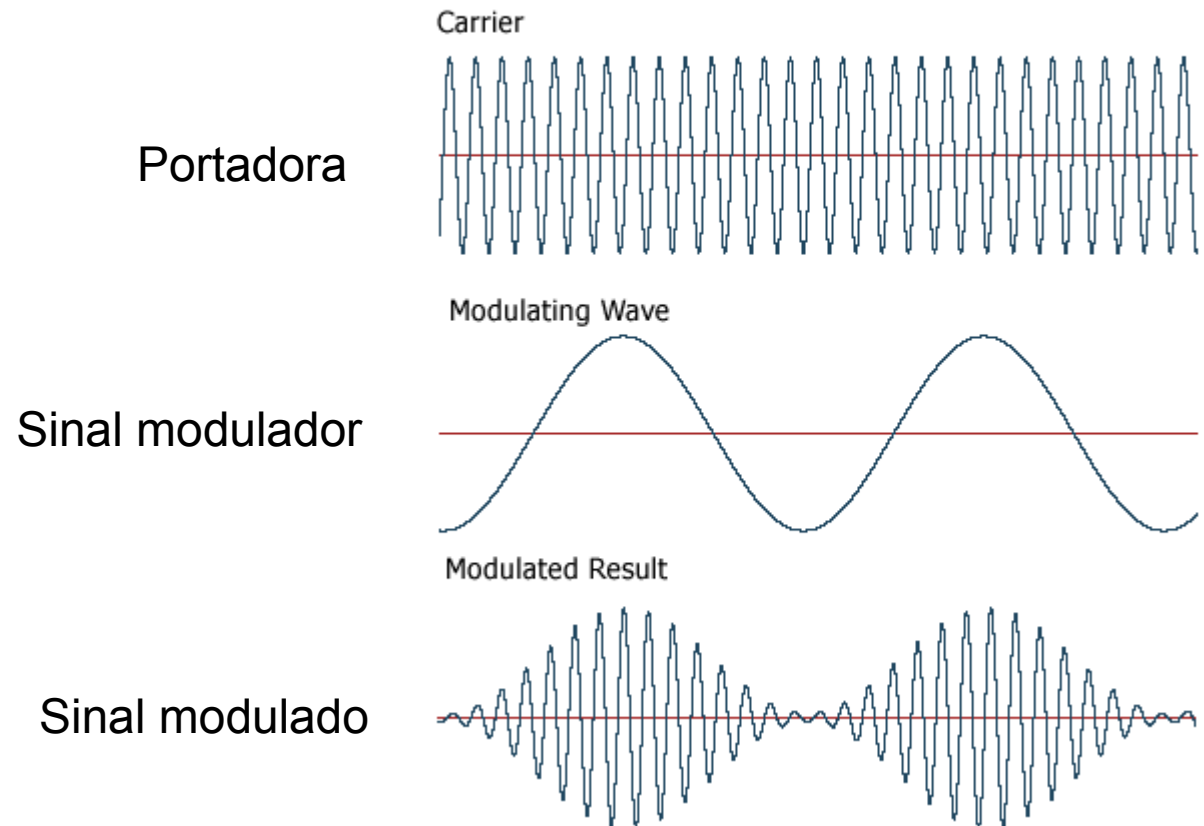
---

- A transmissão de um sinal normalmente exige o emprego de alguma técnica de **modulação**
- A modulação consiste na inserção do sinal a ser transmitido *em outro sinal*, de intensidade e frequência mais adequadas ao meio de transmissão
- Analogia
  - ♟ Pessoas precisam ser transportadas de uma cidade para outra
  - ♟ Pode-se usar um ônibus para isso → é um veículo mais adequado para esse transporte

# Exemplo de Modulação

● Exemplo de modulação AM (sinal modulador analógico, portadora também analógica)

From Computer Desktop Encyclopedia  
© 2007 The Computer Language Co., Inc.



# Modulação Digital - Digital

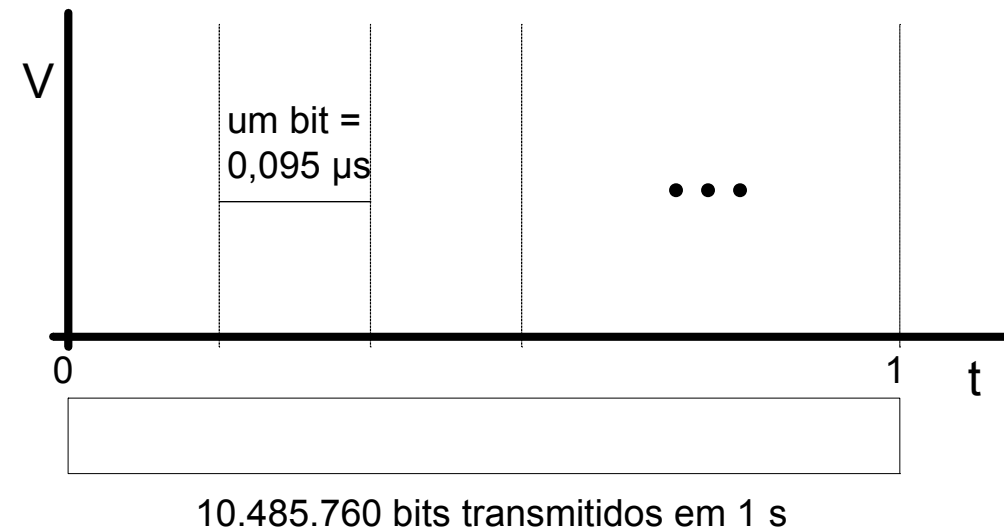
## Introdução

---

- Transmissão de bits através de corrente elétrica é feita através de algum esquema de **modulação**
  - ♙ Técnica de codificação dos dados apropriada para o meio de transmissão
  - ♙ Modulação digital-digital = dados digitais, meio digital
- Níveis de voltagem, ausência/presença de sinal, inversão de polaridade, etc. são usados para representar os bits 0 e 1
- Fatores de influência
  - ♙ Ruídos/interferências
  - ♙ Distâncias máximas (atenuação)
  - ♙ Complexidade do equipamento
  - ♙ Custo do equipamento e do meio físico

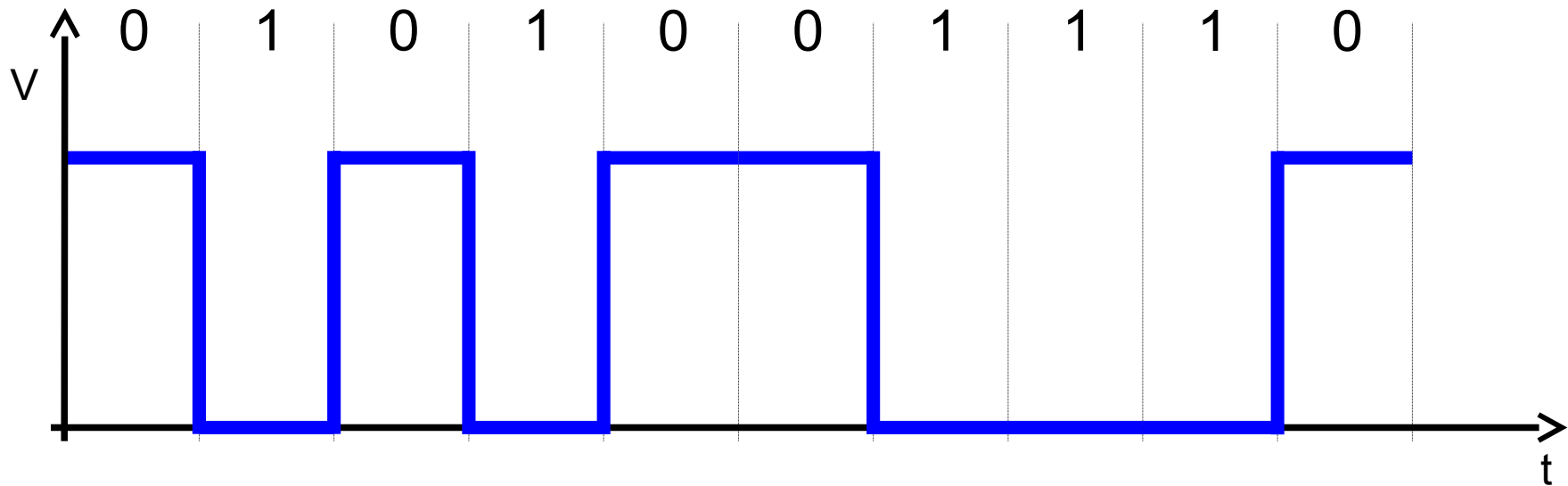
# Período de 1 bit

- Cada tecnologia oferece uma determinada vazão máxima
  - ♁ Ex.: Ethernet original → 10 Mb/s
- Ao analisar a evolução do sinal no tempo, percebemos a definição de **períodos que correspondem à transmissão de um bit**
- Ex.: 10 Mb/s = 10485760 bits por segundo



# NRZ-L

- *Non-Return to Zero - Level*
- Forma mais simples de codificação
- Um bit corresponde a um nível de voltagem, o outro bit a outro nível de voltagem





# Características do NRZ-L

---

- Equipamento bastante simples

  - ♟ Ex.: portas seriais nos PCs (RS-232)

- Polaridade bem definida

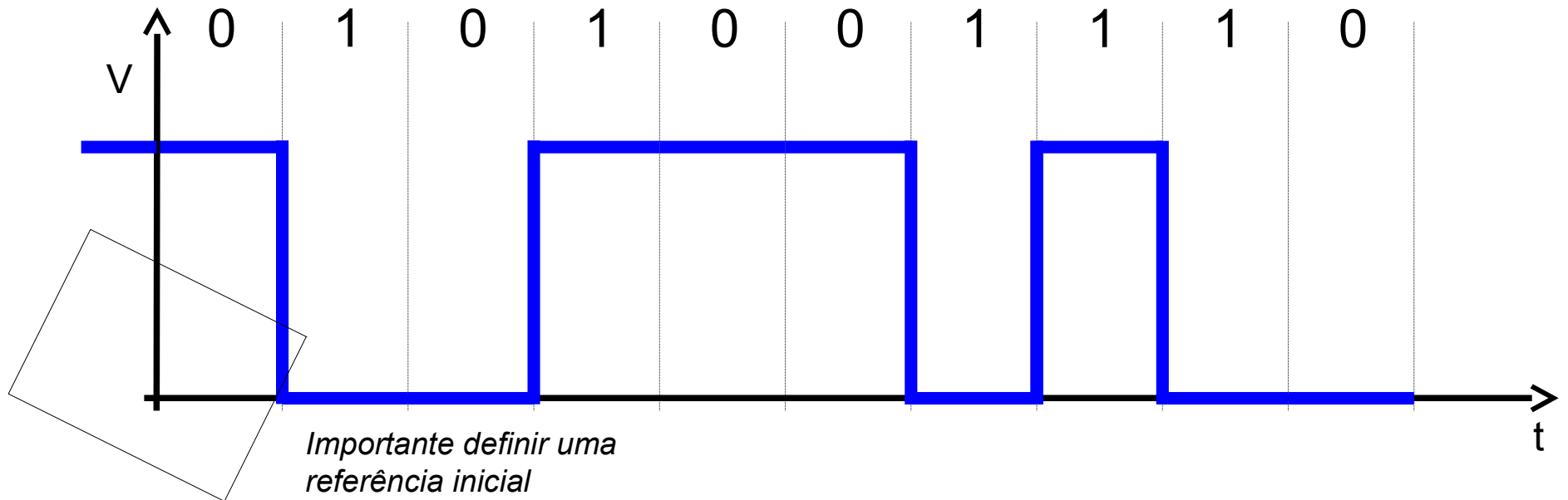
  - ♟ Inversão dos fios inverte todos os bits

- Problema: sequência longa do mesmo bit implica em voltagem constante → possível *perda de sincronismo* entre transmissor e receptor

  - ♟ Desejável haver mais transições entre nível baixo e nível alto no sinal

# NRZI

- *Non-Return to Zero - Invert on ones*
- Bit 0 → manter o nível do sinal em relação ao período anterior
- Bit 1 → inverter o nível do sinal (transição de nível)



# Características do NRZI

● É um exemplo de **codificação diferencial**

♟ Polaridade não afeta a representação dos dados

● Vantagens

♟ Apresenta mais transições de nível

♟ Em toda ocorrência de bit 1

♟ Mais imune a ruídos

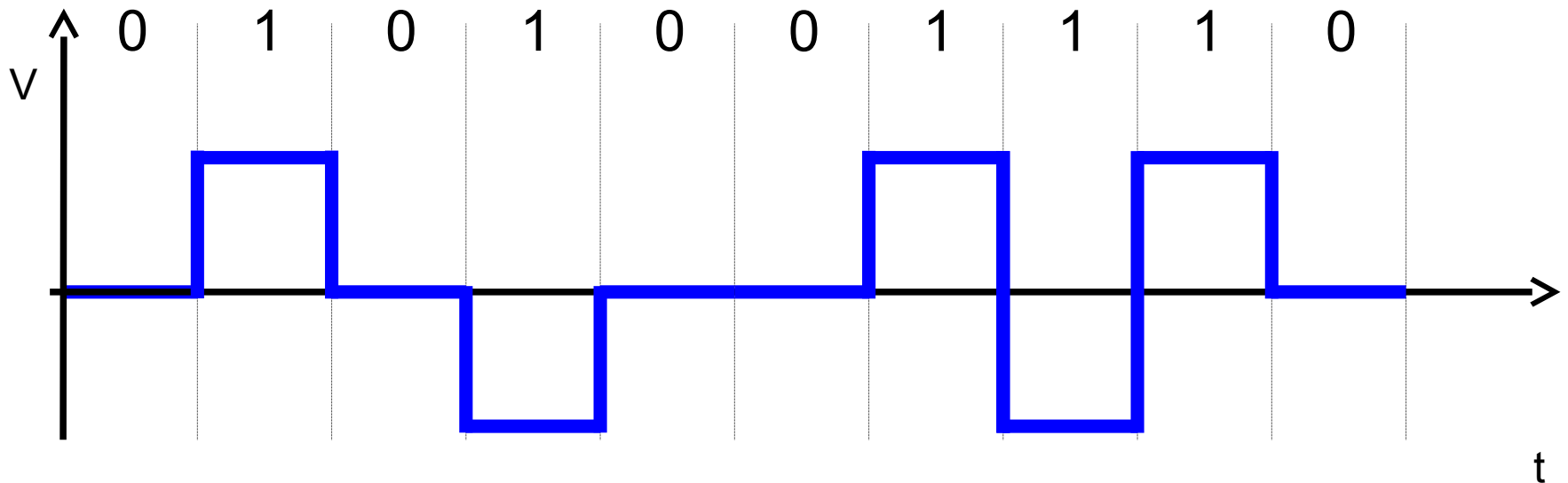
♟ Mudanças de nível só são consideradas no início dos períodos

♟ Manutenção facilitada (polaridade)

● Ainda pode ocasionar perda de sincronismo na ocorrência de uma sequência longa de bits 0

# AMI-bipolar

- Forma que procura **equilibrar** o nível médio de sinal em torno de zero
- ♙ Três níveis de sinal
- Bit 0 corresponde ao nível de tensão 0 V
- Bit 1 corresponde a uma transição, **que se alterna, a cada ocorrência**, entre alto e baixo

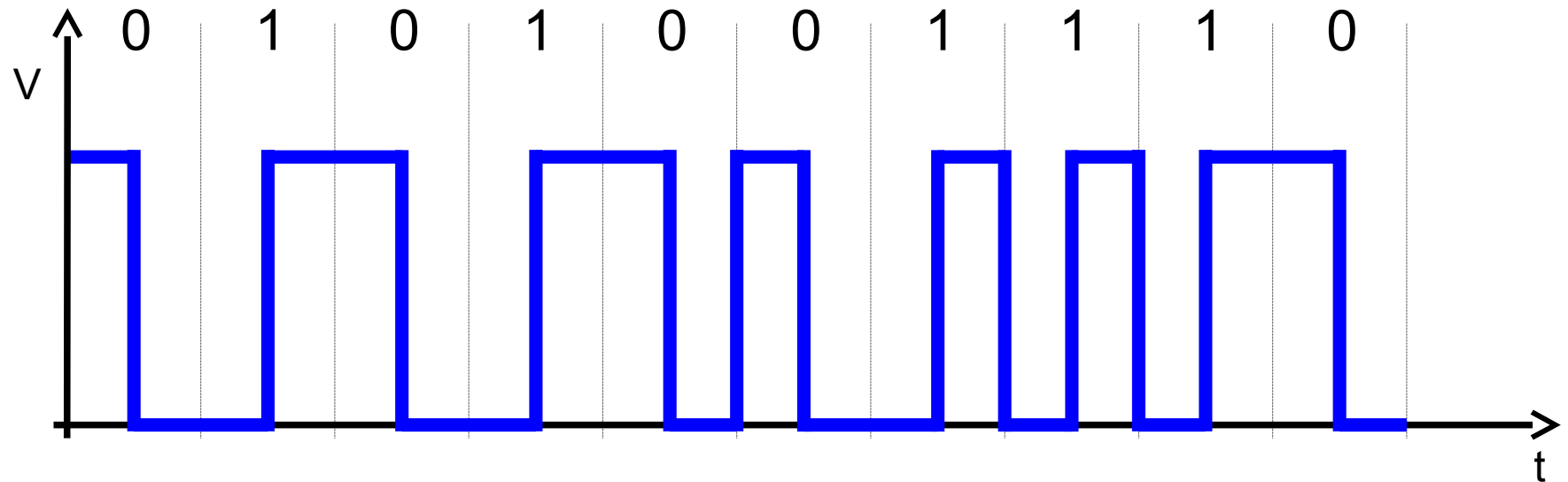


# Características do AMI-bipolar

- Evita perda de sincronismo mesmo quando de uma longa sequência de 1's
  - ♟ Ainda possível no caso de 0's
- Equilibra níveis de tensão entre positivo e negativo (evita efeito de “constante DC” na linha)
- Permite detecção de erros de transmissão
  - ♟ Por exemplo, se forem recebidos dois pulsos negativos ou positivos em sequência → chamado de **violação de código**
- Equipamento mais complexo

# Manchester

- Codificação usada na Ethernet original
- Bits são representados por **transições** de voltagem **no meio do período**
  - ♁ Bit 0 = transição de nível **alto para baixo**
  - ♁ Bit 1 = transição de nível **baixo para alto**
  - ♁ Se necessário, o sinal é **ajustado no início do período**



# Características da codificação Manchester

- Sempre há transições, independentemente dos bits transmitidos
  - ♁ Evita perda de sincronismo
- Permite detecção de erros → no meio do período sempre deve haver uma transição
- Exige maior largura de banda
  - ♁ Sequência do mesmo bit → sinal “quadrado” com frequência  $f$  (onde  $f = 1/\text{período de um bit}$ )
  - ♁ Sequência de bits alternados → sinal com frequência  $f/2$  ( $1/(2 * \text{período de um bit})$ )
  - ♁ Demais casos → variação de frequências intermediárias

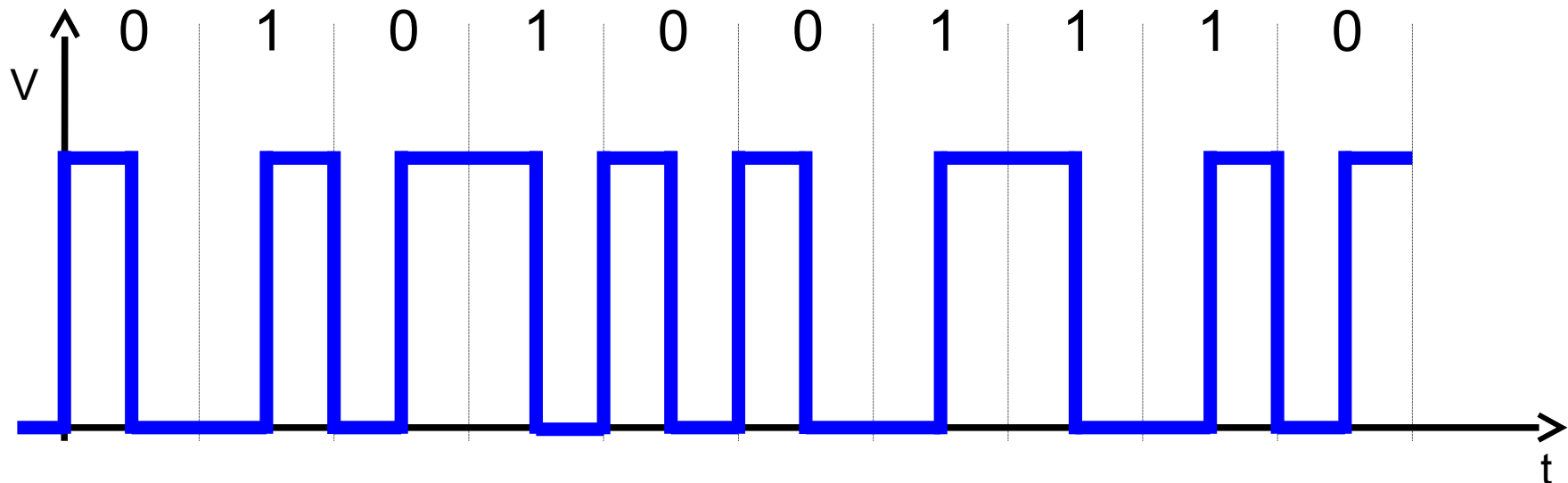
# Manchester Diferencial

● Transição no meio do período do bit sempre existe, para prover sincronismo

● Pode haver transição no **início do período**

♟ Bit 0 = **existe** transição

♟ Bit 1 = **não existe** transição





# Características do Manchester diferencial

- Herda as características do Manchester
  - ♁ Sempre há transições → sincronismo
  - ♁ Sequência de bits 0 =  $f$
  - ♁ Sequência de bits 1 =  $f/2$
  - ♁ Demais casos = frequências intermediárias
- Possui ainda o benefício de ser diferencial
  - ♁ Facilita manutenção

# Referências

---

🌐 Baseado em material dos Professores Rafael Ávila e Márcio Martini