

# Camada Física

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

# Camada Física

- ⇒ lida com a transmissão pura de bits
- ⇒ definição do meio físico, níveis de tensão, duração de um bit, taxa de transmissão, comprimento máximo, construção dos conectores

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

## Camada Física Fieldbus Meios Físicos mais usados

- Par trançado
  - padrão RS-485
  - IEC 1158-2
- Cabo coaxial
- Fibra ótica
- Rádio

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**G**CAR

## Par Trançado

- Dois fios são enrolados em espiral de forma a reduzir o ruído e manter constante as propriedades elétricas do meio através de todo o seu comprimento.
- Permite transmissão analógica ou digital
- Desvantagem: susceptibilidade à interferência e ruído (crosstalk) = pode ser melhorado com blindagem

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**G**CAR

## Par Trançado

- Classificados em cinco categorias de acordo com capacidades de utilização e aplicação: frequência máxima, taxas de transmissão
  - categoria 3: 16MHz, 10 Mbps
  - categoria 4: 20 MHz, 16 Mbps
  - categoria 5: 100 MHz, 100Mbps
    - cabos de 100 ohms, 24 AWG, distâncias de no máximo 100 metros

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

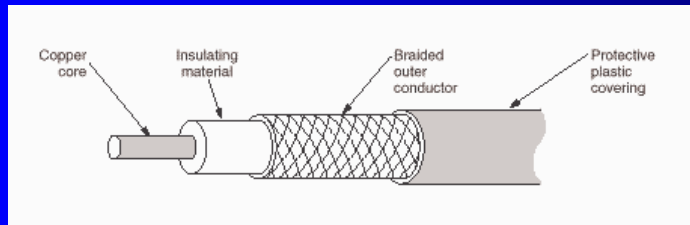
## Par Trançado

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

## Cabo Coaxial

- Condutor interno circundado por condutor externo, tendo um diétrico separando condutores. Condutor externo é ainda circundado por outra camada isolante



Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**G**CAR

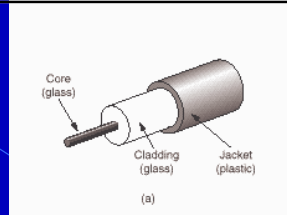
## Cabo Coaxial

- Grande variedade: uns melhores para altra freqüência, outros mais imune a ruídos, etc.
- Cabos de mais alta qualidade tendem a não ser maleáveis e são dífíceis de instalar
- Cabo coaxial mantém uma capacitância constante e baixa, permitindo trabalhar a taxas mais altas

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**G**CAR

## Fibra Ótica



- Transmissão realizada pelo envio de um sinal de luz codificado, dentro do domínio de frequência do infravermelho ( $10^{12}$  a  $10^{14}$  Hz)
- são imunes a interferência eletromagnéticas e a ruídos, permitem isolamento elétrico entre transmissor e receptor
- Problemas: junção de fibras, custo

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

## Camada Física Taxas de Transmissão

- IEC 1158-2: 31.25Kbps
- Profibus: 9600 a 12 Mbps
- Interbus-S 500Kbps
- FastEthernet: 100Mbps

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

## Camada Física Comprimento Máximo

- Depende da frequência de transmissão
- Profibus
  - RS485
    - 12 MBit/s = 100 m; 1.5 MBit/s = 400m;  $\leq 187.5$  kBit/s = 1000 m (com repetidores até 10km)
  - IEC1158-2
    - 31.25KBits/s = 1900 m por segmento (com repetidores até 10 km)

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**G**CAR

## Camada Física: Número Máximo de Elementos na Rede

- **RS485**: (Profibus DP/FMS): 32 por segmento (máximo 127) => devido ao endereçamento
- **IEC-1158-2** (Profibus-PA, Foundation Fieldbus): 10 a 32 por segmento (máximo 127) => depende do consumo de energia

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**G**CAR

	Capacidade de transmissão	Físico	Nós / segmentos
PROFIBUS DP/PA/FMS	12 Mbps (DP)	p.trançado ou fibra	127 n. até 63 seg. (FMS).
WorldFIP	31.25 Kbps (PA)	p.trançado ou fibra	256 nós
Fieldbus Foundation	31.25 Kbps, 1.0 / 2.5 Mbps, 6 Mbps (fibra)	p.trançado ou fibra	240 n., até 65,000 Seg.
IEC/ISA SP50	31.25 Kbps IS+1,	p.trançado, fibra e rádio.	IS 3-7 non IS 12B
Fieldbus DeviceNet	2.6 / 5 Mbps	p. trançado + alimentação	64 nós.
SDS	500/ 250/125 Kbps	p. trançado + alimentação	64 nós, 126 endereços.
INTERBUS-S	1Mbps, 500/ 250/125 Kbps	p. trançado, fibra e slip-ring	256 nós.
Seriplex	500kBits/s, full duplex	Cabo de 4 fios (sinal + alimentação).	500 ou mais dispositivos.
AS-I	200 Mbps	Cabo de 2 fios (sinal e alimentação).	31 escravos.
ARCNET	31.25K to 10M	p.trançado, coax. ou fibra.	255 nós

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

## Transmissão de Informação

livro Soares,Lemos,Colcher

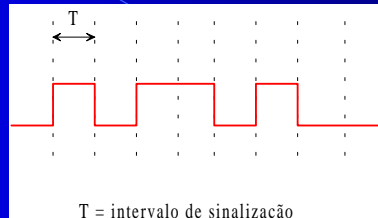
- Codificação de sinais
- Banda Passante
- Taxa de Transmissão Máxima de um Canal
  - Nyquist
  - Relação Sinal/Ruído
- Multiplexação e Modulação

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

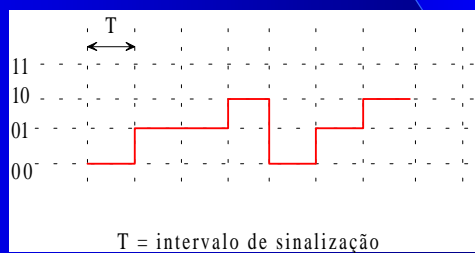
**GCAR**

## Codificação de Sinais

- Sinal Digital  
– dois níveis



- multi-nível



Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

## Codificação de sinais

- 1 baud = número de intervalos de sinalização por segundo
- 1 baud =  $\log_2 L$  bps (L = número de níveis)

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**



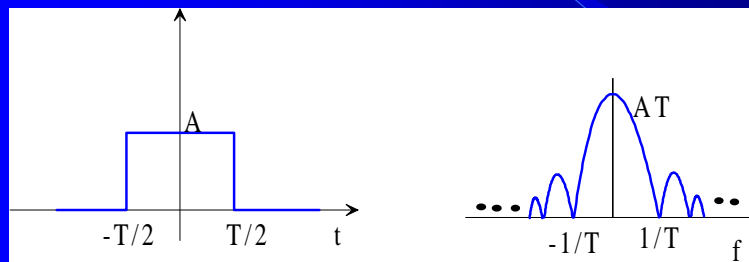
## Banda Passante

- **Série de Fourier:** representação de um sinal como uma soma de senóides e cosenóides (de frequências múltiplas inteiras da fundamental)
- $g(t) = 0.5 a_0 + \sum a_n \text{sen}(2\pi nft) + \sum b_n \text{cos}(2\pi nft)$

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

## Espectro Onda Quadrada



Largura de banda infinita  
Banda 'dominante' depende de T

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

## Curva Característica de uma Linha de Transmissão

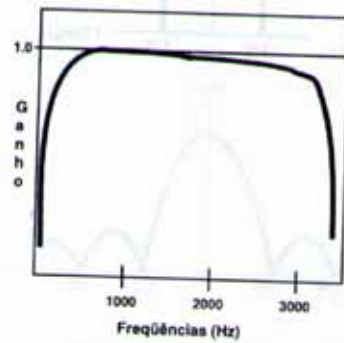
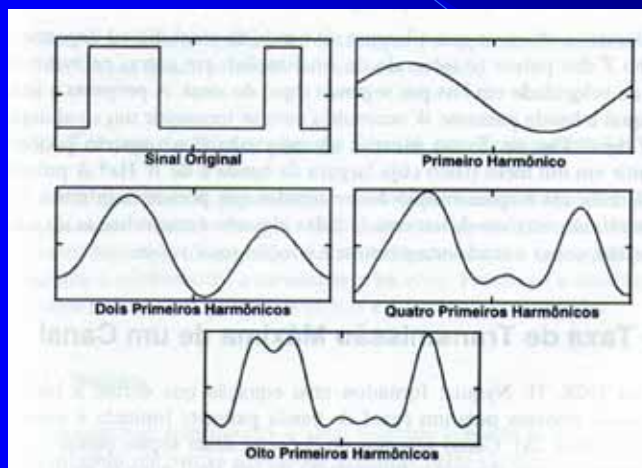


Figura 3.5: Curva característica do ganho para uma linha de transmissão.

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

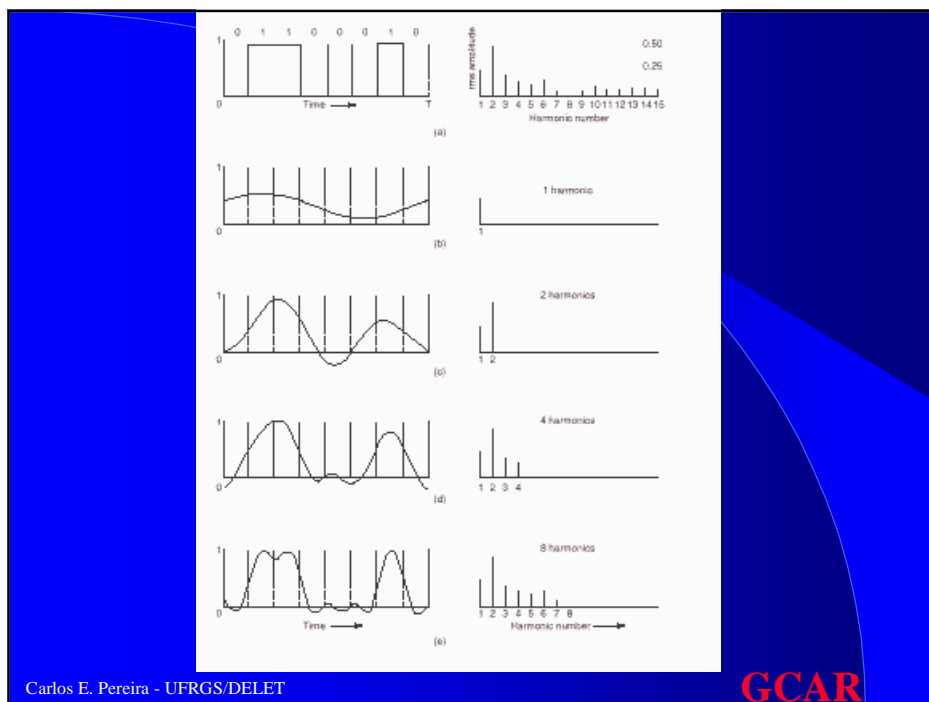
**GCAR**

## Linha de Transmissão como Filtro



Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**



## Taxa de Transmissão Máxima de um Canal

- Qual a banda passante necessária para transmitir-se um sinal digital de  $1/T$  bps ?

## Teorema de Nyquist

- Se um sinal arbitrário é transmitido através de um canal de largura de banda  $W$  Hz, o sinal resultante da filtragem pode ser completamente reconstruído pela amostragem a no mínimo  $2W$
- No caso, amostragens maiores que  $2W$  seriam inúteis, pois frequências que seriam recuperadas não mais existem no sinal transmitido devido à filtragem do canal

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

## Teorema de Nyquist

- Para sinais de digitais, isto corresponde dizer que o número de transições de um nível de amplitude para outro não pode ser maior do que  $2W$  por segundo, ou seja, através de um canal de largura de banda  $W$  Hz, pode-se transmitir no máximo  $2W$  bauds
- ou ainda,

$$C = 2W \text{ bauds} = 2W \log_2 L \text{ bps}$$

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

## Fontes de distorção de sinais na transmissão

- **Ruído:** interferência de sinais indesejáveis

- Lei de Shanon

- $C = W \log_2 (1 + S/N)$  onde S/N relação sinal/ruído

- se ruído = 0,  $C \rightarrow$  infinito (infinitas frequências de 0 a W, para representar infinitos símbolos)

- ex: canal de 3kHz, S/N=30db

- capacidade máxima teórica  $C=30000$  bps

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

## Fontes de distorção de sinais na transmissão

- **Atenuação:** potência de um sinal diminui com a distância percorrida (perdas de energia por calor e radiação)

- geralmente, quanto maior a frequência maiores as perdas

- **Ecos:** toda vez que há mudança de impedância, sinais são refletidos e podem retornar pela linha, corrompendo os sinais sendo transmitidos

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

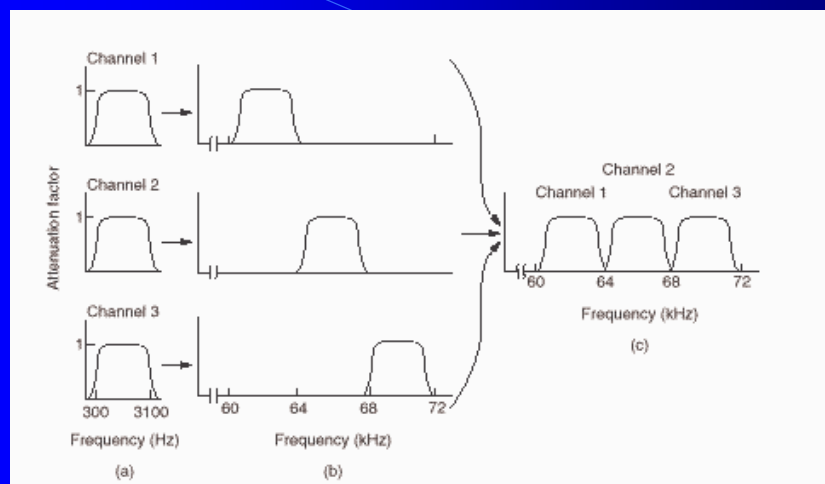
**GCAR**

# Multiplexação e Modulação

- Multiplexação em frequência
  - quando a banda passante do meio é maior que a banda do sinal
  - deslocamento na frequência através de modulação
  - exemplo típico: transmissões de rádio e TV

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**



Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

## Técnicas de Modulação

- Modulação em Amplitude (AM)
- Modulação em Frequência (FM)
- Modulação por Fase (PM)

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

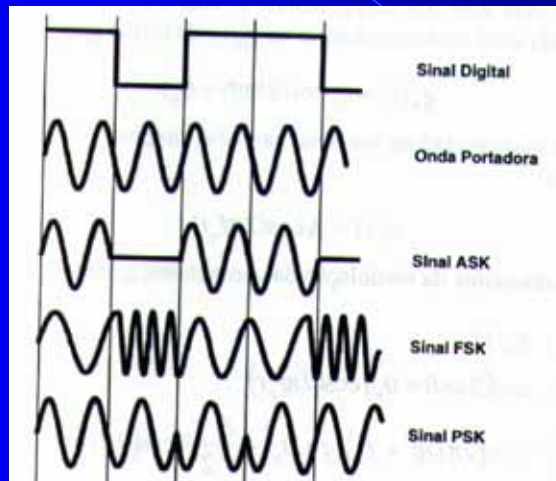
## Técnicas de Modulação de sinais digitais

- Modulação por chaveamento de amplitude (ASK - amplitude shift keying)
- Modulação por chaveamento de frequência (FSK)
- Modulação por chaveamento de fase (PSK)

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

## Técnicas de Modulação de sinais digitais



Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

## Sistemas em banda larga e banda básica

- Sinalização em Banda básica ('baseband'): nenhuma modulação, sinal é colocado diretamente na rede
- Sinalização em Banda Larga ('broadband'): usa multiplexação em frequência

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**



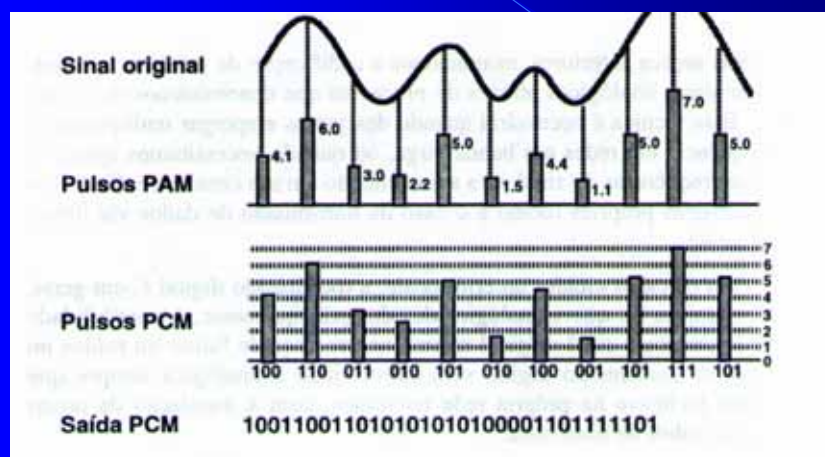
## Pulse Code Modulation (PCM)

- Técnica baseada no teorema da amostragem
- Sinal original é amostrado e a cada amostra é associado um valor proporcional à amplitude do sinal (PAM)
- a partir dos pulsos PAM são gerados os PCMs através da quantização (cada amostra é aproximada a um inteiro de n bits)

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

## Pulse Code Modulation



Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

GCAR

## Pulse Code Modulation (PCM)

- Ex: canal de voz
  - banda passante necessária: 4kHz
  - logo taxa de amostragem de Nyquist = 8k amostras por segundo
  - usando codificação com 8 bits: 64Kbps

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

## Multiplexação no Tempo - TDM síncrono

- Divide o domínio do tempo em intervalos de tamanho fixo  $T$  chamado frames
- Cada frame é subdividido em sub-intervalos, determinados slots ou segmentos
- Canal: conjunto de todos os segmentos de uma dada posição em todos os frames
- Canais podem ser alocados estática ou dinamicamente

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

## Multiplexação no Tempo - TDM síncrono

- Segmentos de tempo dentro de um frame não precisam ter o mesmo tamanho
- geralmente são definidos em função da taxa de transmissão necessária para o canal em questão

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

## Multiplexação no Tempo - TDM assíncrono

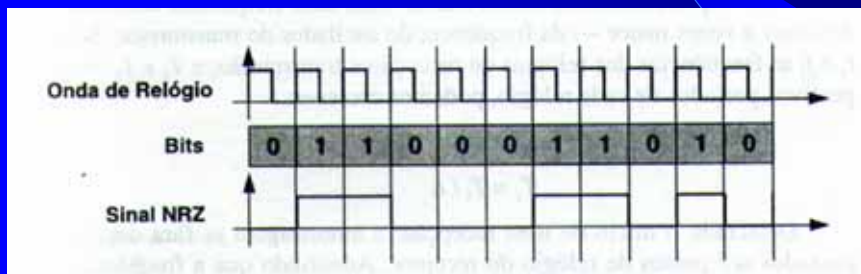
- Visa eliminar o desperdício no TDM síncrono quando uma estação usa menos que a banda do canal a ela alocado
- neste caso, parcelas de tempo são alocadas dinamicamente conforme a demanda
- cada unidade de informação transmitida deve conter cabeçalho com identificação da origem e destino

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

## Codificação e Transmissão de Sinais Digitais em Banda Básica

- Codificação NRZ (non return to zero)

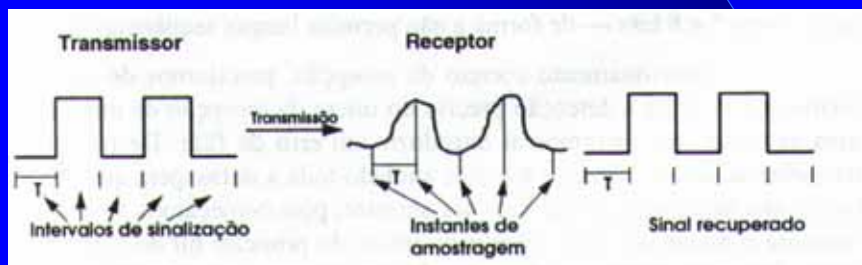


Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

## Codificação NRZ

- Para uma amostragem correta, transmissor e receptor precisam ter relógios ajustados em frequência e fase



Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

## Transmissão assíncrona

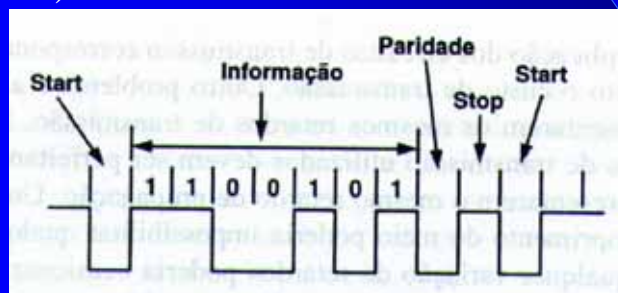
- Neste caso admite-se que a referência de tempo entre transmissor e receptor não é única, apenas próxima
- uso de um relógio no receptor com frequência múltipla da frequência do oscilador do transmissor
- detectado o início da recepção a amostragem se dá a  $n/2$  pulsos do relógio do receptor (quanto maior  $n$ , maior a precisão)

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

## Transmissão assíncrona

- Exige um mecanismo que permita a detecção de um início da recepção (bit de start)



Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

## Transmissão síncrona

- Neste caso procura-se garantir uma referência única de tempo
- 2 modos:
  - 1) transmitindo o relógio em separado, tomando o cuidado que o retardo sofrido pelo relógio seja o mesmo sofrido pelos dados: relógio recebido é usado como base para amostragem
  - 2) envio de dados junto com informação de sincronismo que permitam recuperar o relógio

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

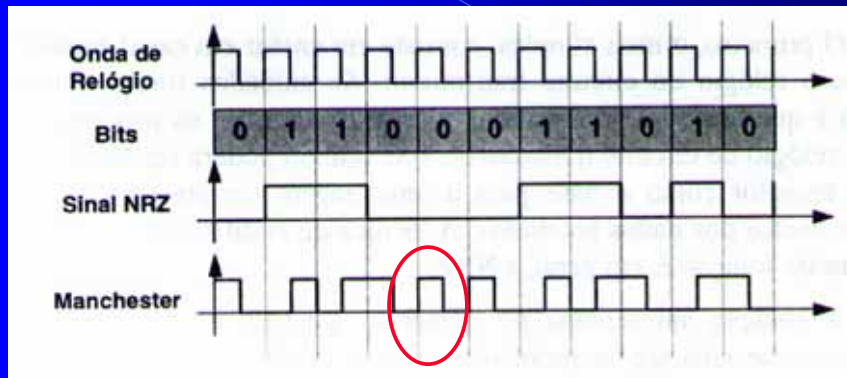
## Técnicas para a Transmissão conjunta de dados e relógio

- Deve-se garantir a existência de transições em qualquer que seja o padrão dos bits transmitidos
- Manchester
  - transição positiva representa o bit 1
  - transição negativa representa o bit 0

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

## Codificação Manchester



- toda transmissão de bits implica em transição, porém nem toda transição caracteriza um bit => dificulta separação de dados e sincronismo

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

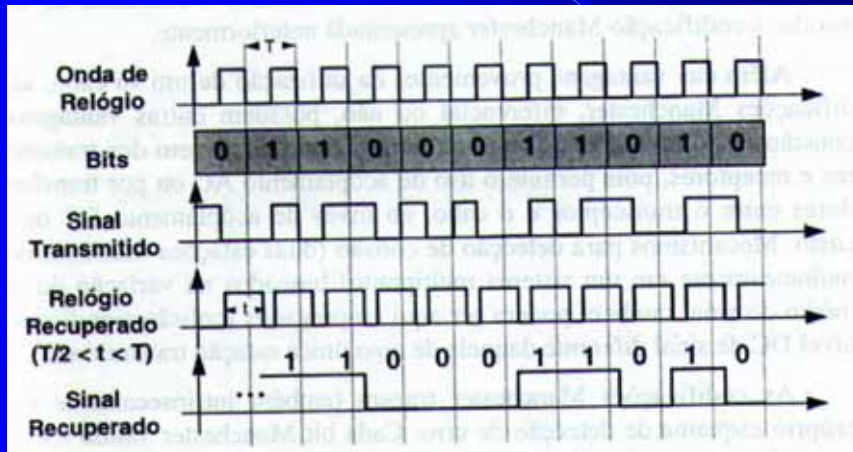
## Codificação Manchester - Recuperação do Relógio

- Uso de um preâmbulo com 0s e 1s alternados permite obter seqüência de transições representativas de transmissões
- A partir de uma transição válida, esperar  $3/4$  do período de sinalização e amostrar o sinal recebido na descida do relógio recuperado (os bits amostrados serão o inverso do valor do sinal amostrado)

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

## Codificação Manchester - Recuperação do Relógio



Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

## Codificação Manchester Diferencial

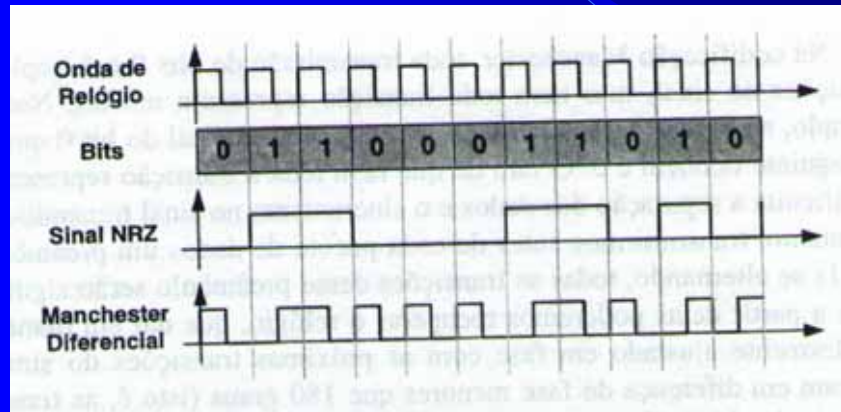
- Cada bit é representado por duas metades, tendo a segunda metade polaridade inversa à da primeira
- bit 0: troca de polaridade no começo da transmissão do bit
- bit 1: não há troca de polaridade

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**



## Codificação Manchester Diferencial



Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

## Vantagens da Codificação Manchester

- Redução do nível DC: diminui o custo do projeto dos transmissores, pois permite acoplamento AC ou por transformador entre transceptor e cabo
- esquema intrínseco de detecção de erro: ruído tende a eliminar a transição no meio da célula de dados
- ausência de transmissão pode ser detectada pela ausência de transições no meio

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

# Exemplos

- 232 e 485

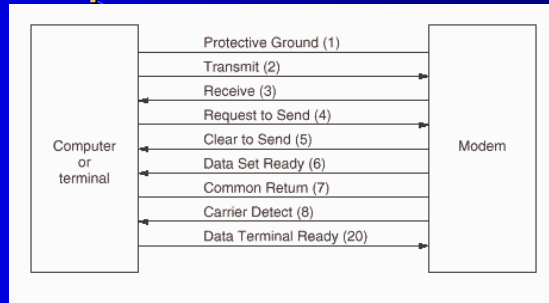
- Ethernet

- Ethernet1

- Ethernet2

- CAN-BUS

- Fieldbus



Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**

RS-232-C			CCITT V.24			RS-449			
Code	Pin	Circuit	Code	Pin	Circuit	Code	Pin	Circuit	
AA	1	Protective ground	101	1	Protective ground		1	Signal ground	
AB	7	Signal ground	102	7	Signal ground	SG	19	Signal ground	
						SC	37	Send common	
						RC	28	Receive common	
BA	2	Transmitted data	103	2	Transmitted data	SD	4, 22	Send data	
BB	3	Received data	104	3	Received data	RD	6, 24	Receive data	
CA	4	Request to send	105	4	Request to send	RS	7, 25	Request to send	
CB	5	Clear to send	106	5	Ready for sending	CS	9, 27	Clear to send	
CC	6	Data set ready	107	6	Data set ready	DM	11, 29	Data mode	
CD	20	Data terminal ready	108	20	Data terminal ready	TR	12, 30	Terminal ready	
CE	22	Ring indicator	125	22	Calling indicator	IC	15	Incoming call	
CF	8	Line detector	109	8	Line detector	RRL	13, 31	Receiver ready	
CG	21	Signal quality	110	21	Signal quality	SQ	33	Signal quality	
CH	23	DTE rate	111	23	DTE rate	SR	16	Signaling rate	
CI	18	DCE rate	112	18	DCE rate	SI	2	Signaling indicators	
			136		New signal	IS	28	Terminal in service	
			126	11	Select frequency	NS	34	New signal	
						SF	16	Select frequency	
DA	24	DTE timing	113	24	DTE timing	TT	17, 25	Terminal timing	
DB	15	DCE timing	114	15	DCE timing	ST	5, 23	Send timing	
DD	17	Receiver timing	115	17	Receiver timing	RT	8, 26	Receive timing	
Secondary Channel	SBA	14	Transmitted data	118	14	Transmitted data	SSD	3	Send data
	SBB	16	Received data	119	16	Received data	SRO	4	Receive data
	SCA	19	Request to send	120	19	Line signal	SRS	7	Request to send
	SCB	13	Clear to send	121	13	Channel ready	SCS	8	Clear to send
	SCF	12	Line detector	122	12	Line detector	SRR	2	Receiver ready
						LL	10	Local loopback	
						RL	14	Remote loopback	
						TM	18	Test mode	
						SS	32	Select standby	
						SB	36	Standby indicator	

Carlos E. Pereira - UFRGS/DELET

**GCAR**