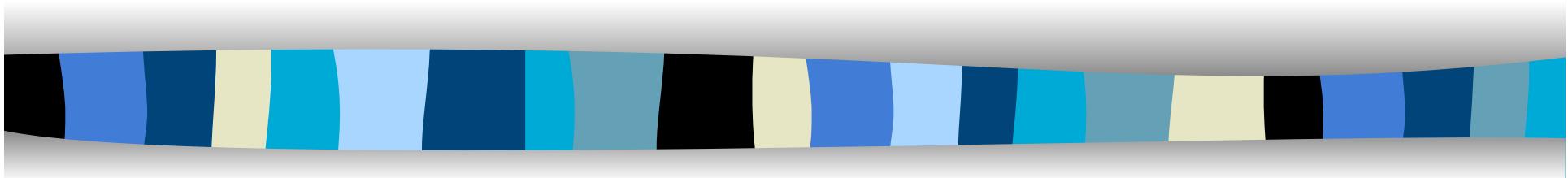
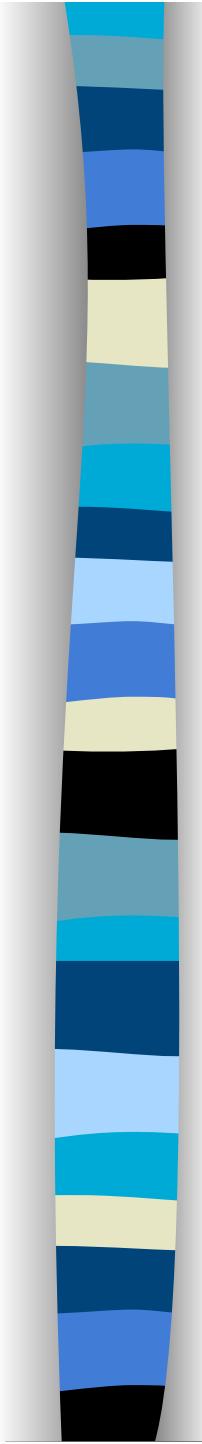


Camada Física



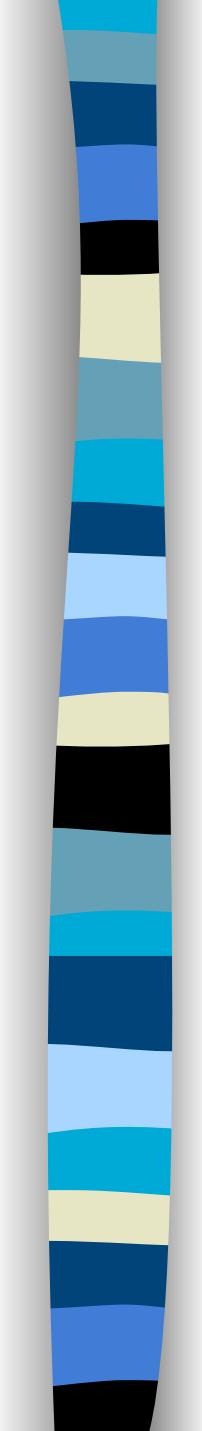
Meios Físicos de Transmissão

Profa. Dra. Kalinka Regina Lucas Jaquie Castelo Branco



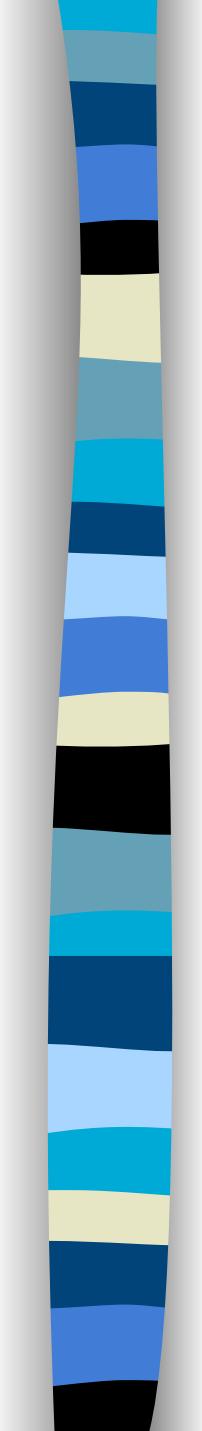
Teorema de Nyquist

- Relativo a um canal sem ruído com largura de banda finita (canal idealizado, pois não existe canal sem ruído)
- Velocidade máxima de transmissão de um Canal segundo Nyquist
 - $2W\log_2 L$ bits/seg
- Onde W – largura máxima da banda
L – Número de níveis discretos



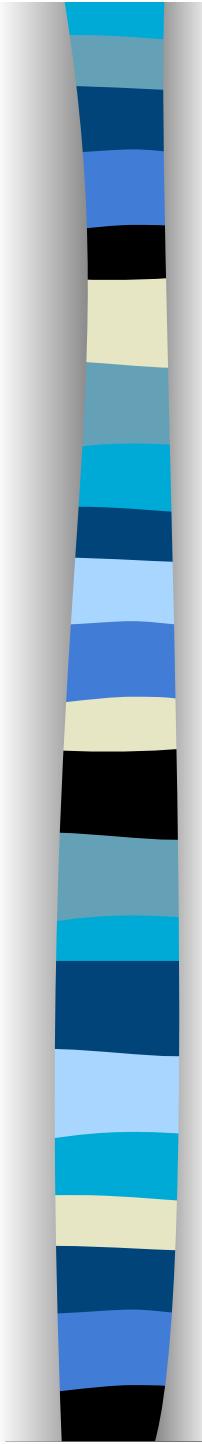
Teorema de Shannon

- Relação sinal/ruído
 - Potência do sinal(S)/potência do ruído(N)
- Decibel (dB): $10 \log_{10} (S/N)$
 - 10 dB significa $S/N=10$
 - 20 dB significa $S/N=100$
 - 30 dB significa $S/N = 1000$
- Teorema de Shannon – referente a um canal com ruído
 - Velocidade máxima – $W\log_2(1+S/N)$
 - Onde W- largura máxima de banda
 - Independente do número discreto de níveis



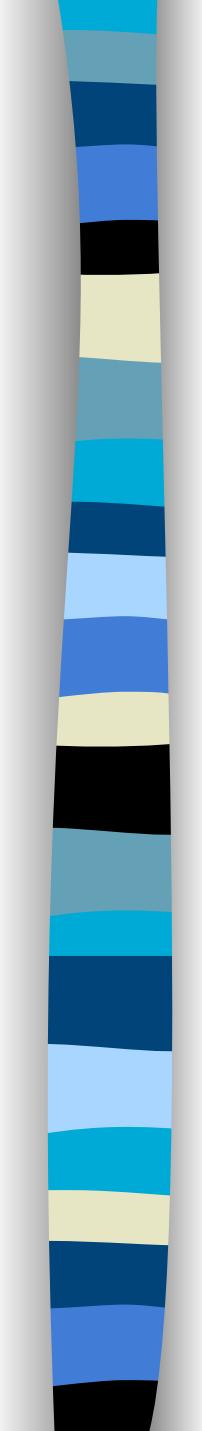
Teorema de Shannon

- $H=3000\text{HZ}$ sinal/ruído de 30 dB (típico do sistema telefônico)
 - Velocidade máxima = 30000 b/s
- Conclusão – janela poderá transmitir mais de 30Kbps independentemente da quantidades de níveis de sinal utilizado e da frequência com que as amostras são obtidas. Entretanto deve-se considerar que este é apenas um limite máximo, raramente alcançado pelos canais reais.



Banda Base e Banda Larga

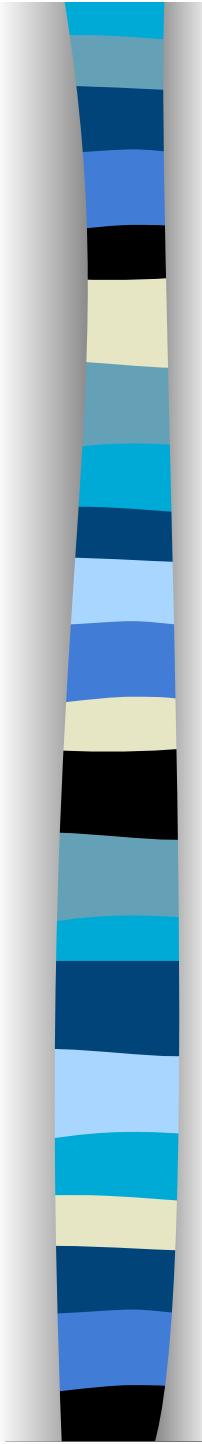
- O termo **largura de banda** é definido na comunicação de dados como sendo a quantidade máxima de transmissão de diferentes sinais em um meio físico (como um cabo ótico/coaxial).



Banda Base e Banda Larga

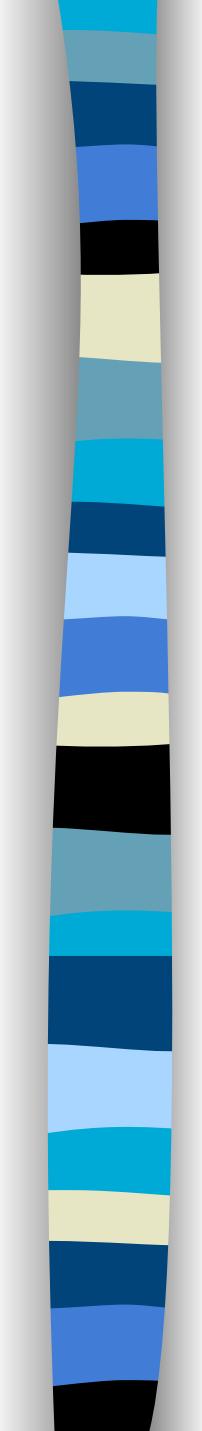
- Qual a diferença entre:
 - Largura de banda e taxa de transmissão?

A largura de banda é medida em MHz e
a taxa de transmissão em MBPS



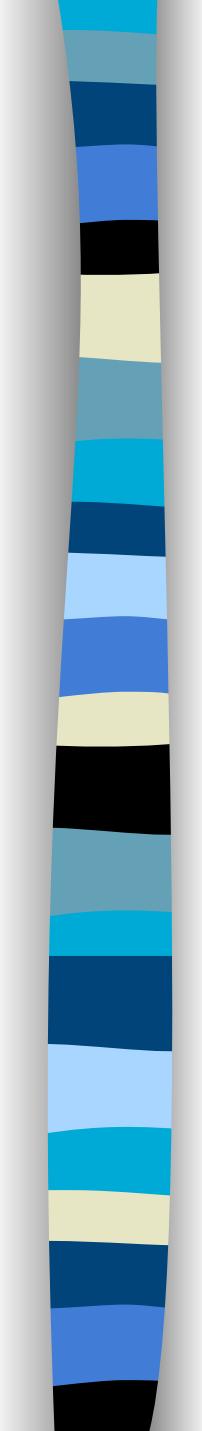
Banda Base e Banda Larga

- A largura de banda de um cabo pode ser dividida em *canais*. As duas formas de utilizar a capacidade de um meio físico são:
 - Banda base e Banda Larga



Banda Base e Banda Larga

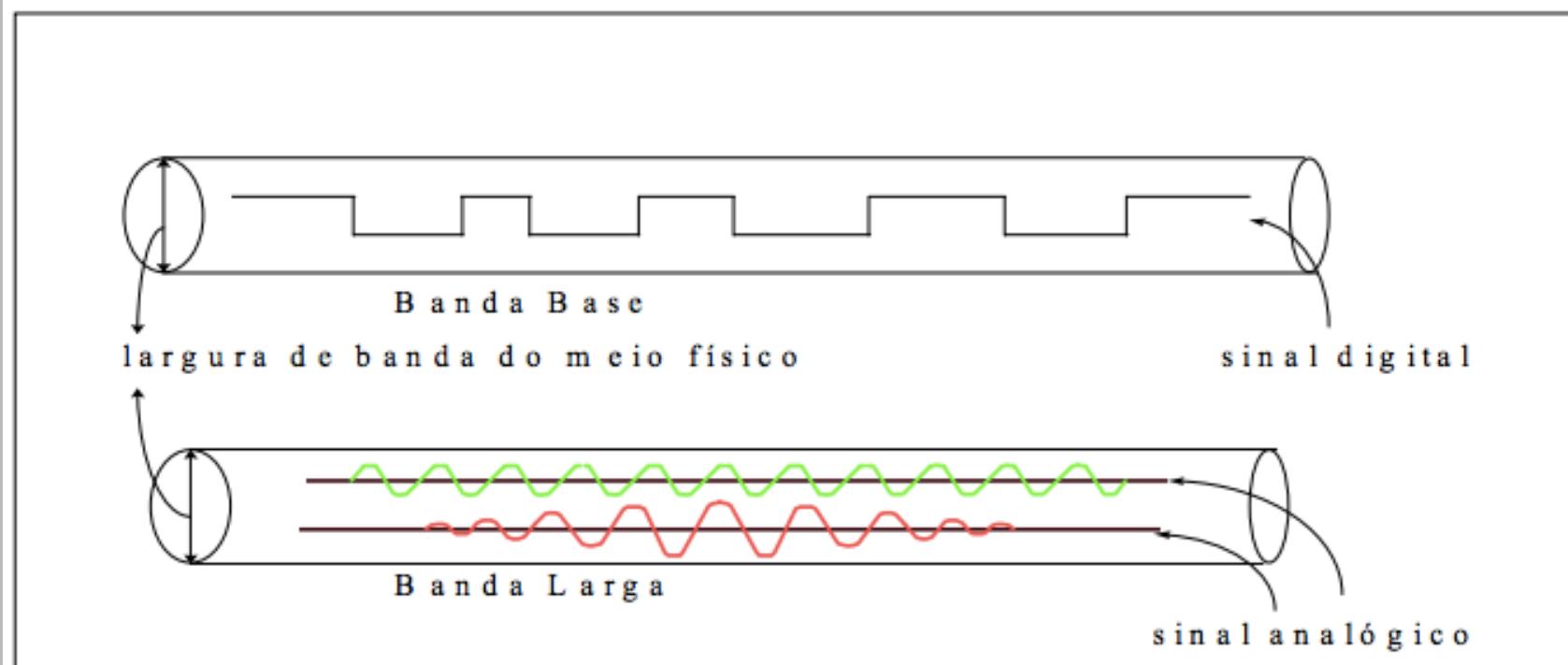
- **Banda Base:** neste tipo de transmissão toda a largura de banda é usada por um único canal.
- Esta tecnologia é frequentemente usada para transmissão digital, por esta razão, a maioria das redes de computadores adotam essa técnica.



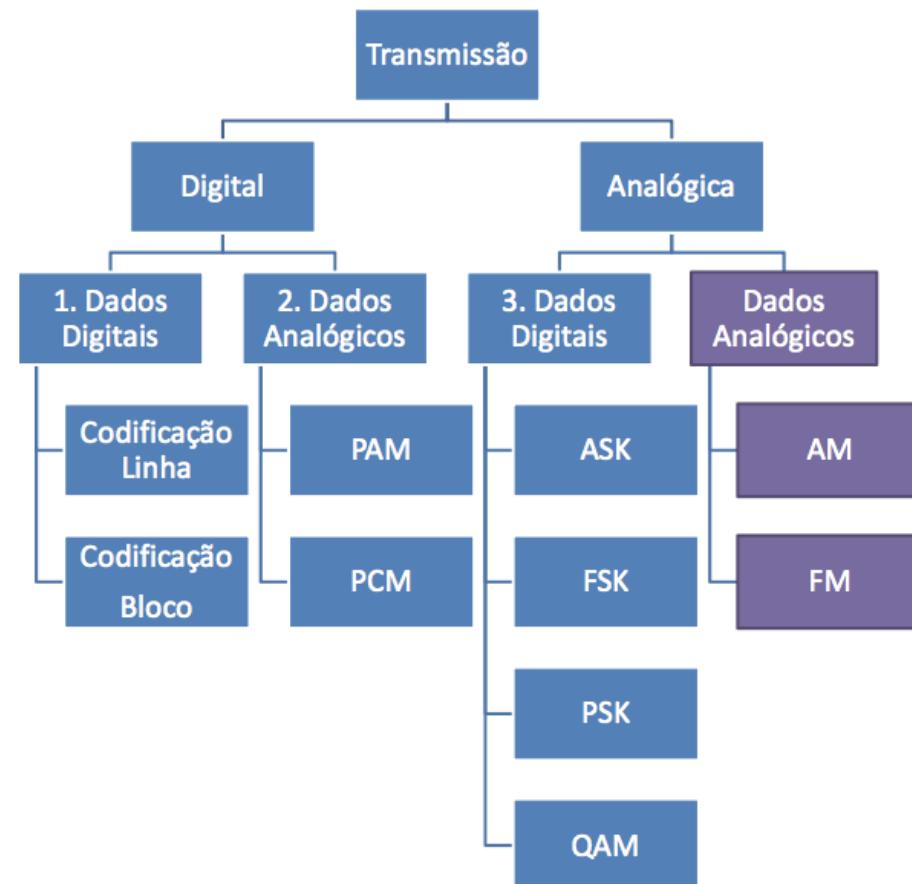
Banda Base e Banda Larga

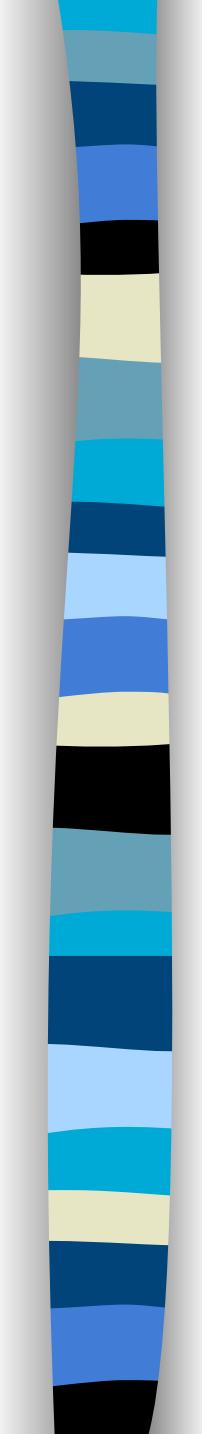
- **Banda Larga:** Este modelo de transmissão é caracterizado pela divisão da largura de banda em múltiplos canais.
- Podendo cada canal transmitir diferentes sinais analógicos. Por essa razão, redes de banda larga podem transmitir múltiplos sinais simultaneamente.

Banda Base e Banda Larga



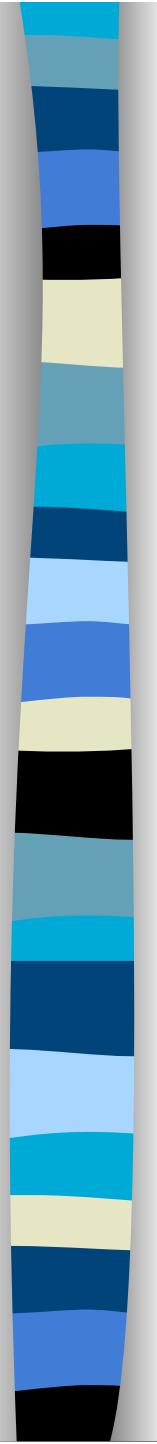
Transmissão





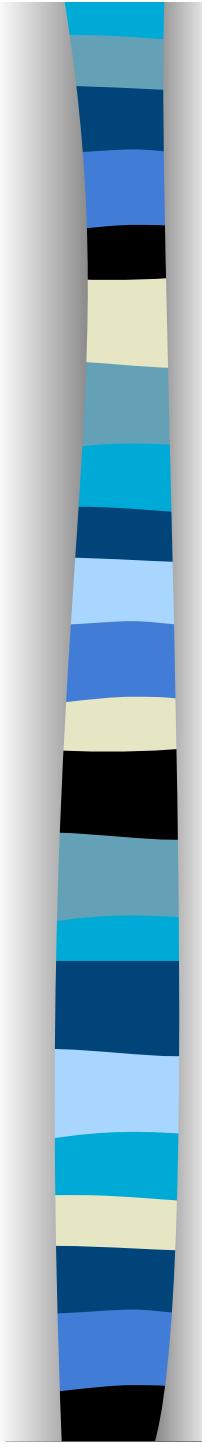
Transmissão Analógica

- O desafio aqui é transformar os dados digitais em analógicos para prover a comunicação.
- Técnica de converter sinais analógicos em digitais em um sinal analógico com uma faixa de frequência escolhida é chamado de modulação.



Transmissão com Modulação

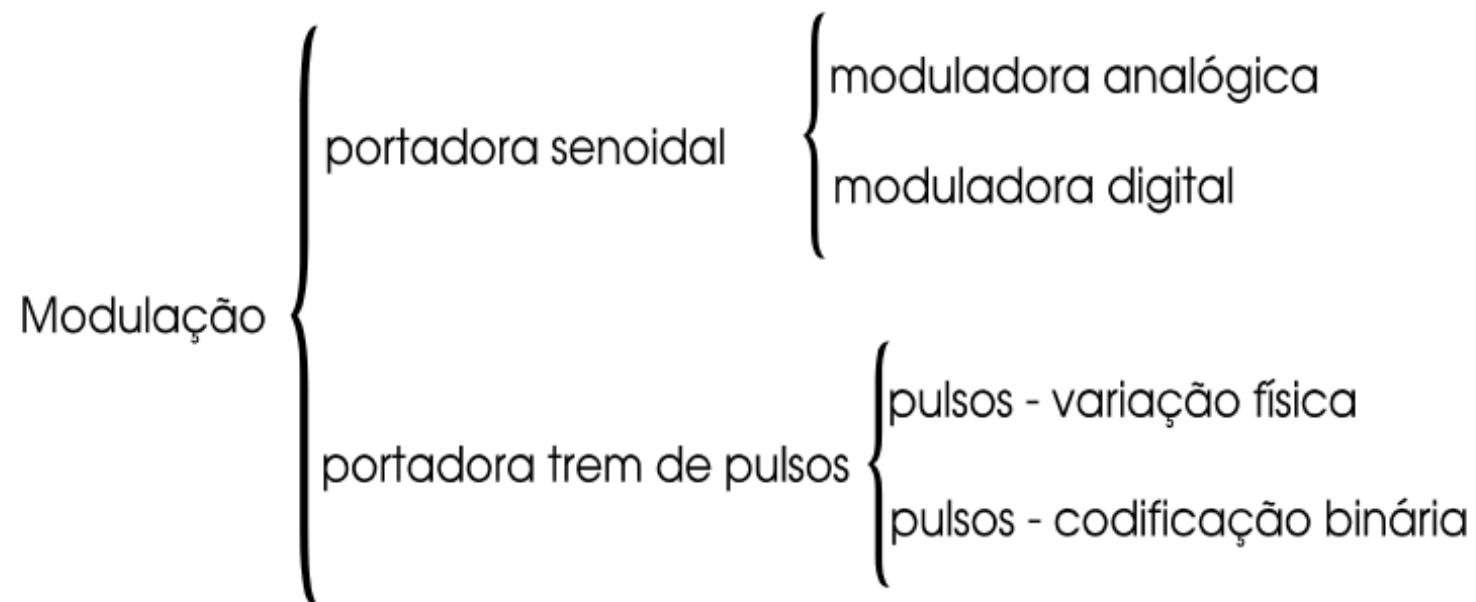
- A **modulação** é a variação das características de uma onda (**denominada portadora**) de acordo com outra onda ou sinal (**denominado sinal modulador**).
- O objetivo do processo de modulação é imprimir uma informação em uma onda portadora, para permitir que esta informação seja transmitida no meio de comunicação.



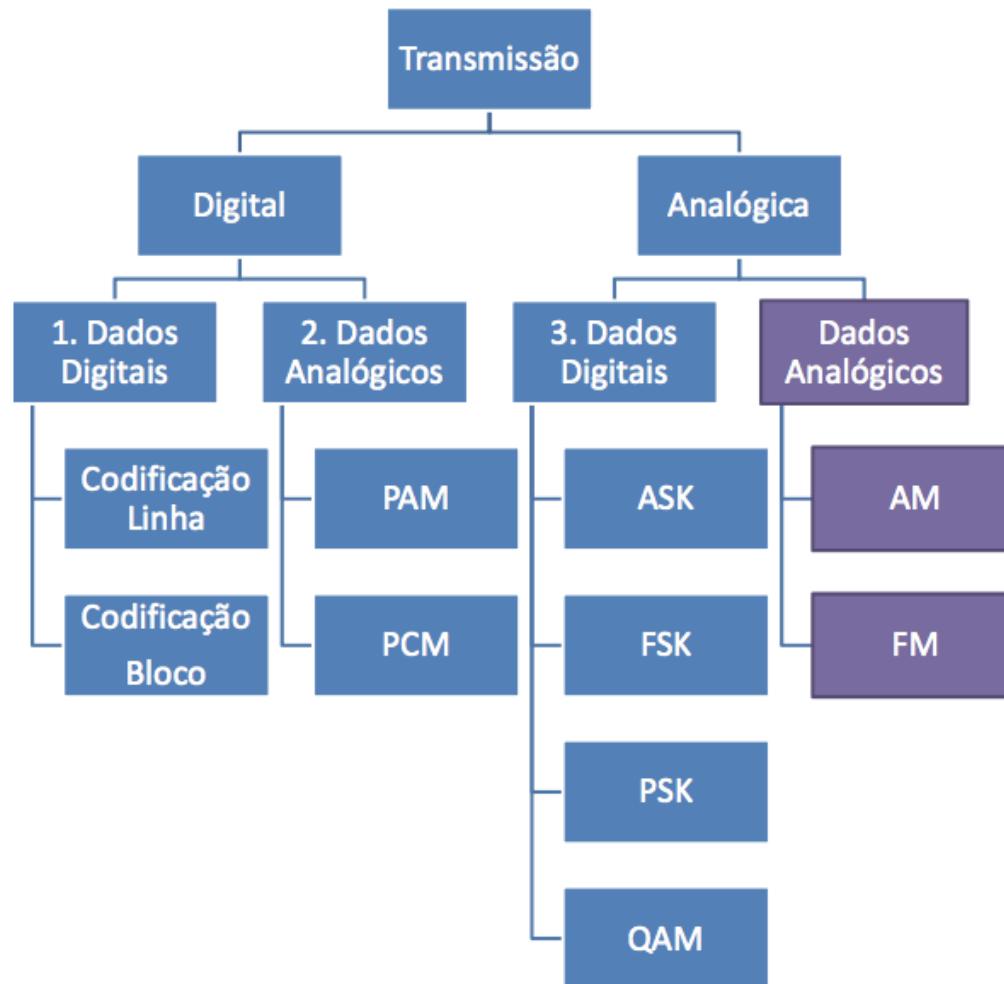
Transmissão com Modulação

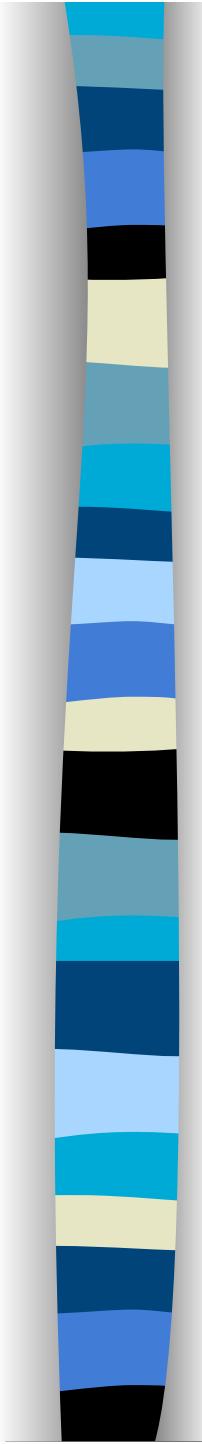
- Na tecnologia atual existem dois tipos de portadoras: portadora analógica (senóide) e a portadora digital (trem de pulso). O sinal modulador pode ser analógico (voz) ou digital (dados).

Transmissão com Modulação



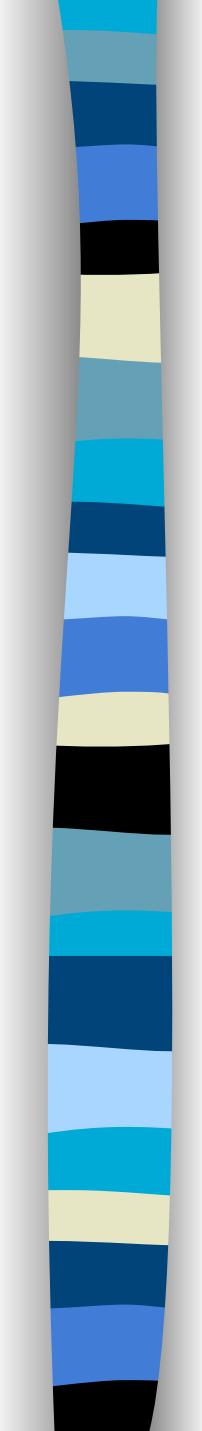
Transmissão





Transmissão Analógica – Dados Analógicos

- Aqui é transformar os sinais analógicos em um sinal analógico com uma faixa de frequência escolhida para prover a comunicação.



Modulação Analógica

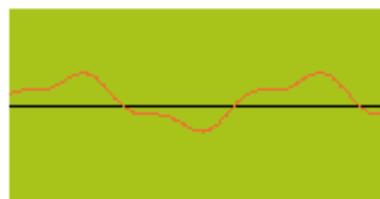
- AM (*Amplitude Modulation*) ou modulação em amplitude;
- FM (*Frequency Modulation*) ou modulação em frequencia; e
- PM (*Phase Modulation*) ou Modulação em fase.

Modulação Analógica - AM

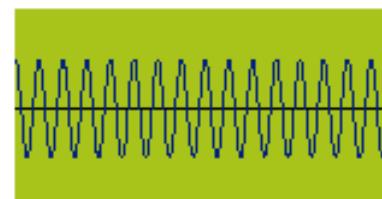
- Nesta técnica, o sinal a transmitir, $s(t)$, é veiculado na amplitude de uma portadora de frequência f_p , que pode ser elétrica, eletromagnética ou óptica, isto é, a amplitude da portadora varia de forma diretamente proporcional à amplitude do sinal a transmitir. O sinal modulado, $sm(t)$, é descrito por:

$$sm(t) = [s(t) + K] \times A \times \cos(2\pi f_p t)$$

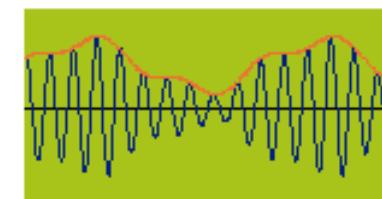
onde K é uma constante adicionada ao sinal a transmitir para que a amplitude da portadora nunca seja negativa e A é a amplitude da portadora.



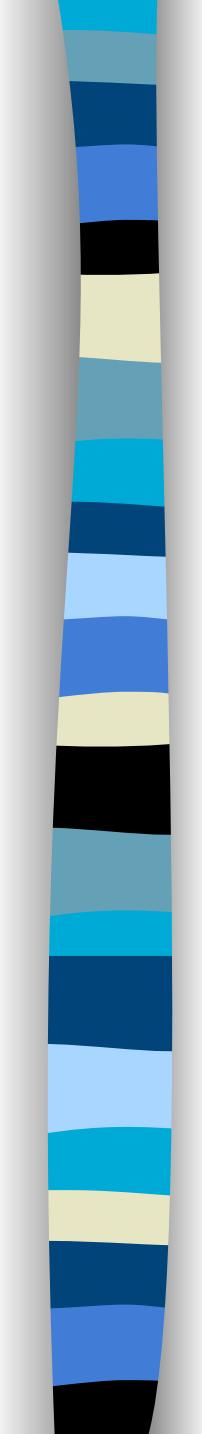
Sinal a transmitir



Portadora

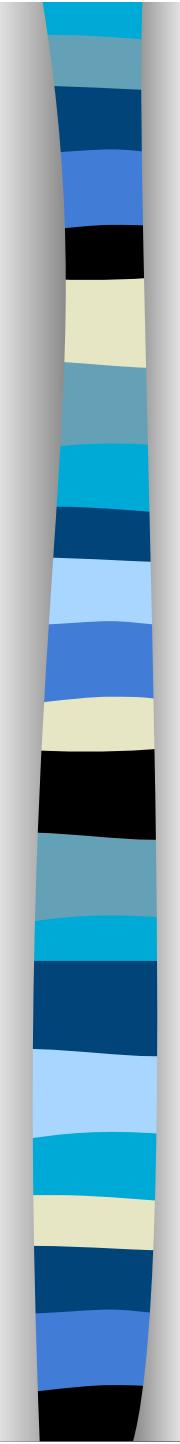


Sinal modulado



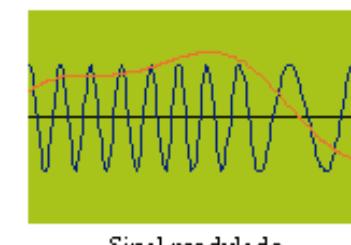
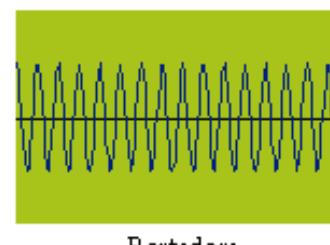
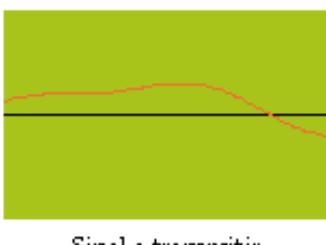
Modulação Analógica - AM

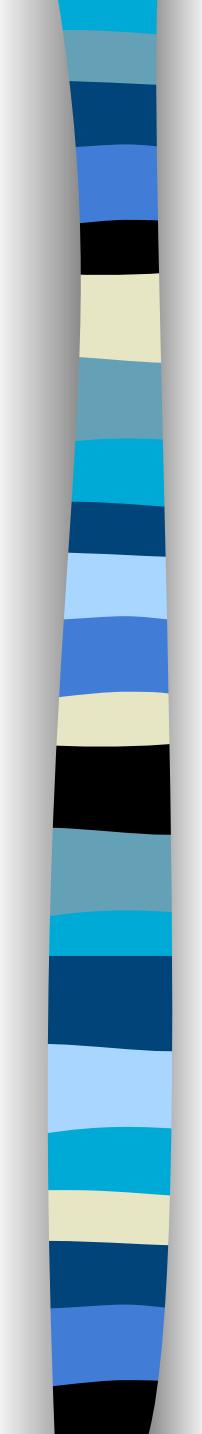
- O espectro do sinal modulado ocupa duas vezes mais largura de banda que o mesmo sinal em banda base. Uma vez que o espectro é simétrico relativamente à frequência da portadora, é possível aumentar a eficiência espectral.
- Os sinais modulados em AM são muito sensíveis ao ruído e interferência aditivos, uma vez que a informação é transportada pela amplitude da portadora.



Modulação Analógica - FM

- A modulação em frequência consiste em fazer variar a frequência de uma portadora de forma directamente proporcional à amplitude do sinal a transmitir. O sinal modulado, $sm(t)$, pode ser representado por:
- onde A representa a amplitude da portadora, fp é a frequência da portadora e m é o índice de modulação. O índice de modulação determina a amplitude da variação da frequência do sinal modulado. Quanto maior for o índice de modulação, maior será a variação de frequência para o mesmo sinal a transmitir e mais largo será o espectro do sinal modulado

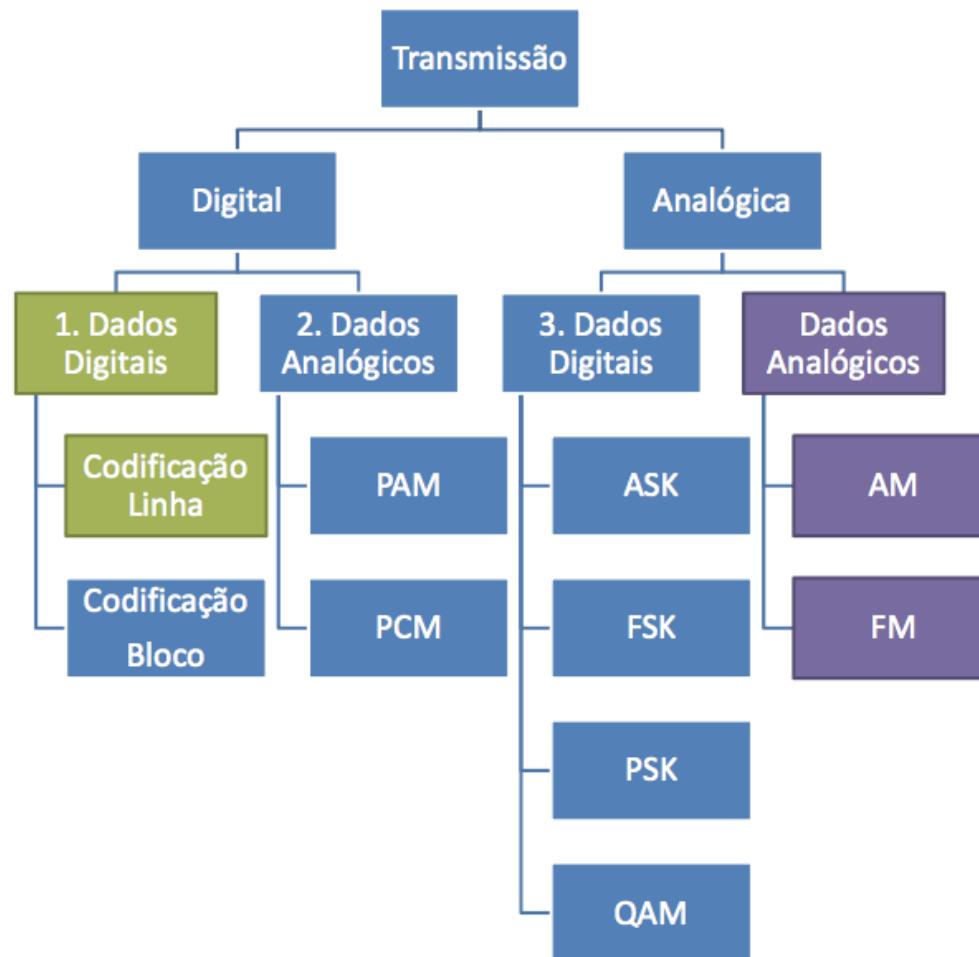




Modulação Analógica - FM

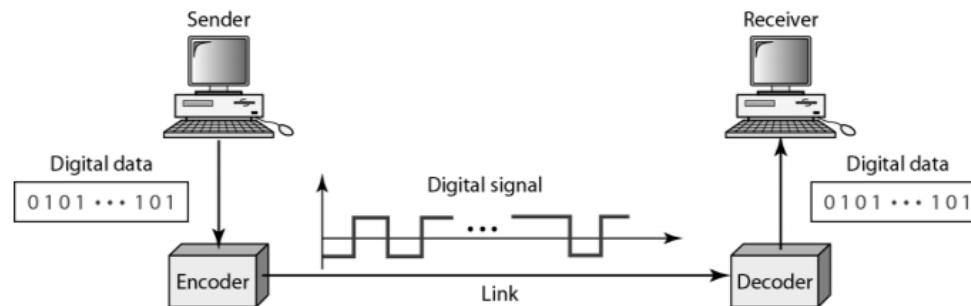
- O espectro de um sinal modulado em FM não é simétrico em torno da frequência da portadora, pelo que não é possível eliminar um dos lobos tal como no caso dos sinais AM. Assim, o espectro de um sinal modulado em FM é mais largo que o espectro do sinal AM equivalente.
- Os sinais modulados em FM são mais imunes ao ruído e à interferência aditivos que os sinais AM, uma vez que a informação é transportada pela frequência instantânea do sinal modulado e não pela amplitude da portadora. Assim, os sistemas de transmissão em que é necessária uma maior qualidade do sinal (relação sinal-ruído) é utilizada normalmente a modulação em frequência.
-

Transmissão Digital – Dados Digitais



Transmissão Digital

- Nosso problema é que temos que fazer uma transmissão digital para enviar dados digitais....
 - Mas se tudo é digital, porque preciso converter?
 - Arquivos, músicas, fotos e vídeos são armazenados apenas como uma sequência de bits...





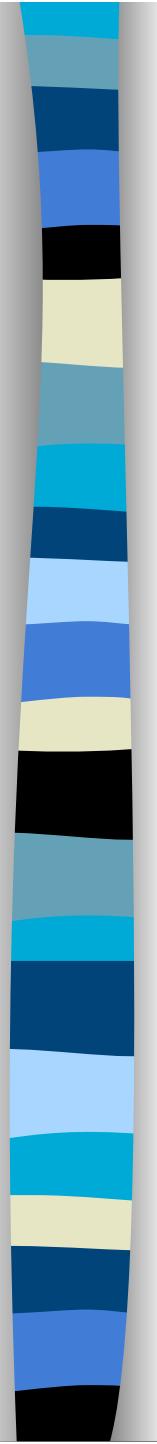
Transmissão Digital – Dados digitais

- Existem fatores relevantes na transmissão de sinais digitais:
 - Componente contínua;
 - Largura de banda;
 - Informação de clock;
 - Detecção de erros.
- Codificação em Linha – é o processo que consiste em apresentar o sinal digital de uma forma mais adequada à transmissão.



Modulação Digital

- Canais com ou sem fio transportam sinais analógicos;
- Como utilizar estes meios para enviar informações digitais?
- **Modulação Digital:**
 - Processo de conversão entre bits e sinais que os representam;
 - Esquemas transmissão em banda base:
 - NRZ (*Non-Return-to-Zero*);
 - NRZI (*Non-Return-to-Zero Inverted*);
 - Manchester;
 - Codificação 4B/5B;
 - Esquemas transmissão em banda passante:
 - ASK (*Amplitude Shift Keying*);
 - FSK (*Frequency Shift Keying*);
 - PSK (*Phase Shift Keying*);
 - QAM (*Quadrature Phase Shift Keying*).

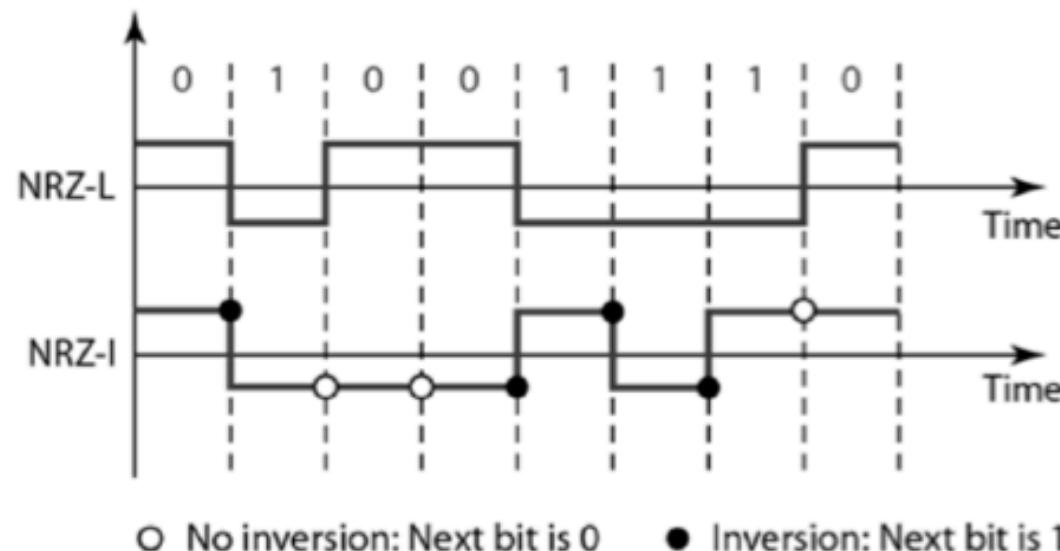


Modulação Digital

- Dois níveis de tensão diferentes para bits 0 e 1, por exemplo: nível alto para o bit 1 e nível baixo para o bit 0;
- As tensões são constantes durante o tempo de duração do bit;
- O tempo de duração do bit deve ser o mesmo para ambos os tipos de pulso.

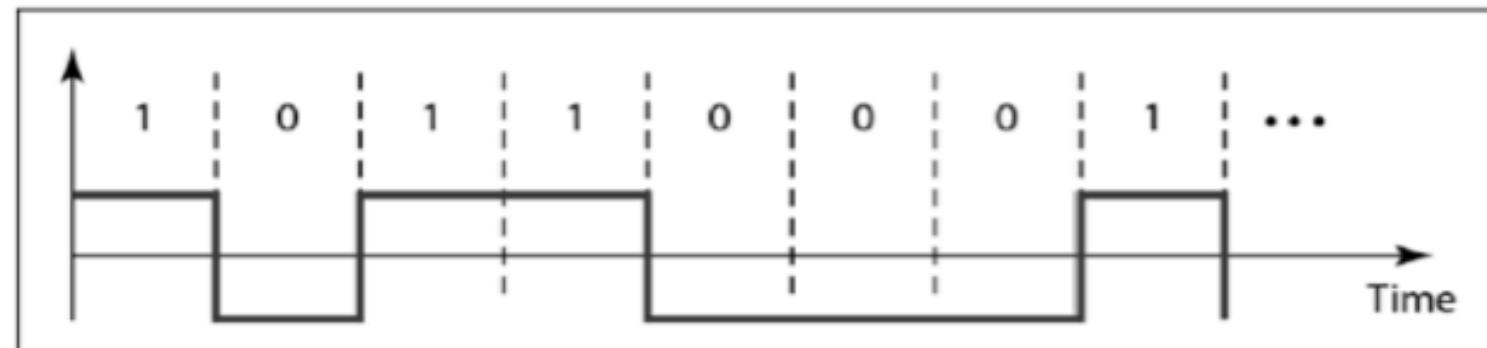
Modulação Digital

- NRZ (*Non-Return-to-Zero*):
 - Codificação depende apenas do estado do bit;
 - Tensão positiva representa “1”, tensão negativa representa “0”;
 - Presença de luz representa “1”, ausência de luz representa “0”;
- NRZI (*Non-Return-to-Zero Inverted*):
 - Codificação depende do estado anterior;
 - Quando ocorre bit “1” o sinal é invertido e quando ocorre bit “0” nada acontece (**ou vice-versa**).

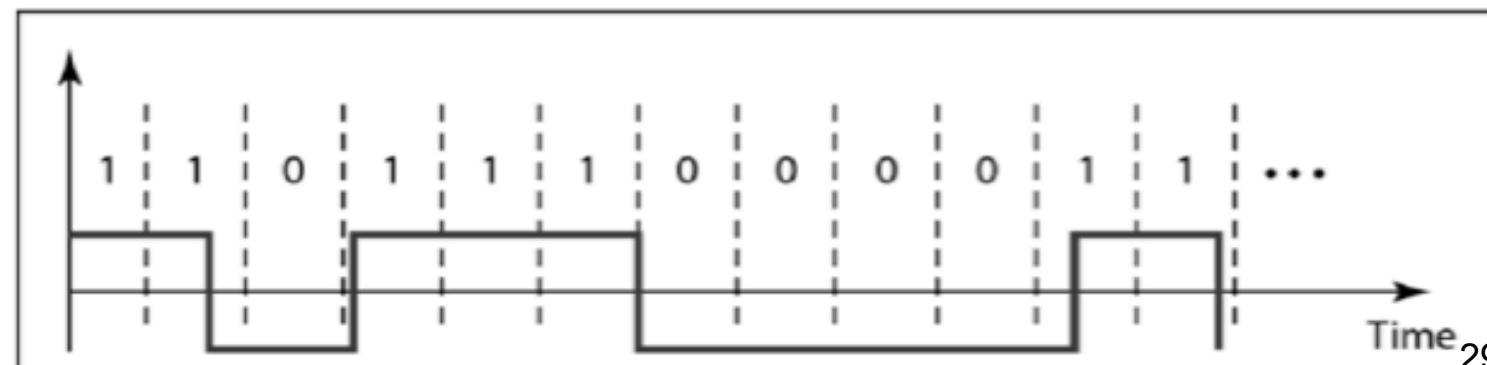


Modulação Digital

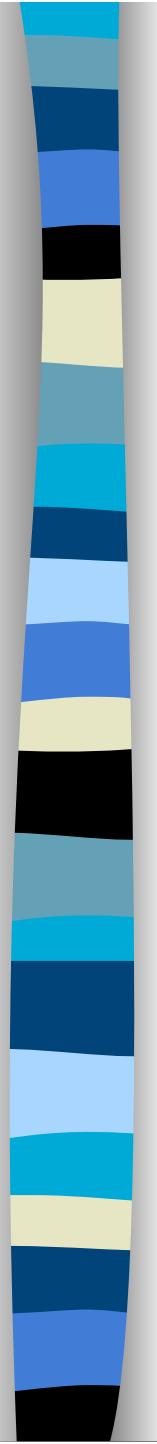
- **NRZ e NRZI** possuem problemas de sincronização:
 - No NRZ para longas sequências de “0” e “1”;
 - No NRZI apenas para sequências de “0” (ou de “1”).



a. Sent

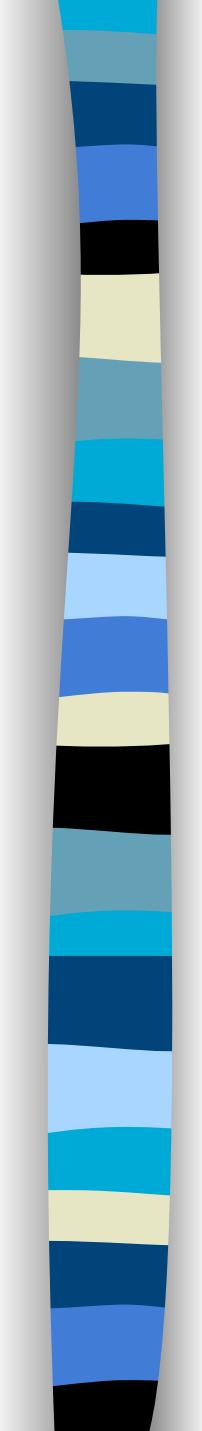


b. Received



Modulação Digital

- A codificação NRZ apresenta prós e contras em sua utilização:
 - Vantagem: conceito simples e facilidade de implementação;
 - Desvantagem: é o seu nível DC, que impede seu isolamento com a utilização de transformadores, e para longas sequências de um tipo de bit o código não tem capacidade de sincronização.



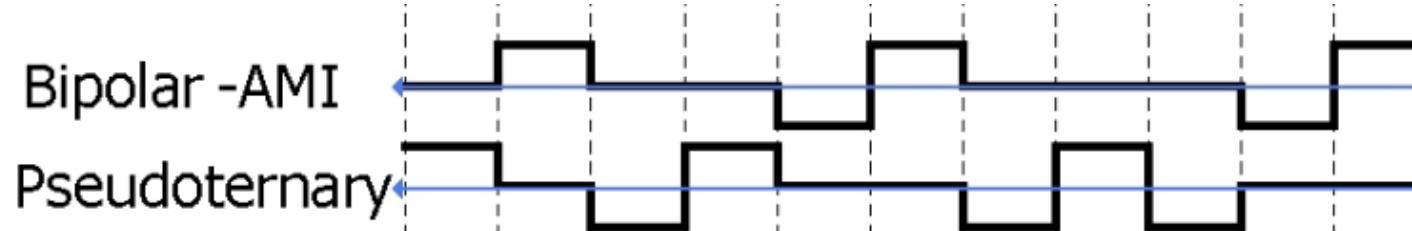
Modulação Digital

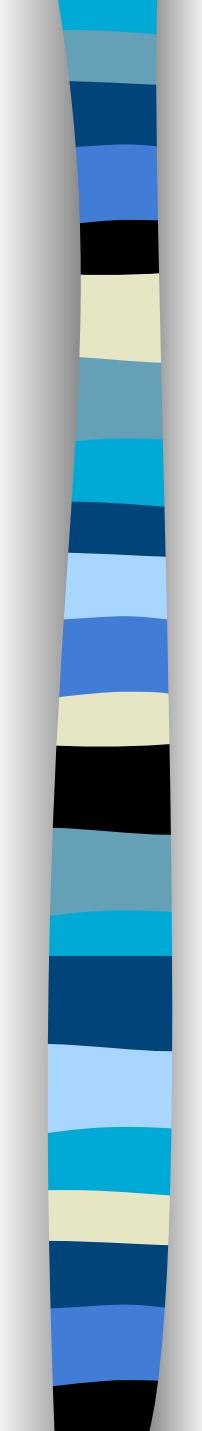
- Codificação multinível binária
 - Mais do que dois níveis para a codificação dos dados. Dois tipos: Bipolar *Alternate Mark Inversion* (AMI) e Pseudoternário.
- AMI:
 - O binário 0 é representado pela ausência de sinal;
 - O bit 1 é representado por pulso negativo ou positivo;
 - Os pulsos para o bit 1 têm polaridade alternada.

Modulação Digital

■ Pseudoternário

- Bit 1 representado pela ausência do sinal;
- Bit 0 representado pela alternância entre polaridade;
- Nenhuma vantagem ou desvantagem sobre o AMI.





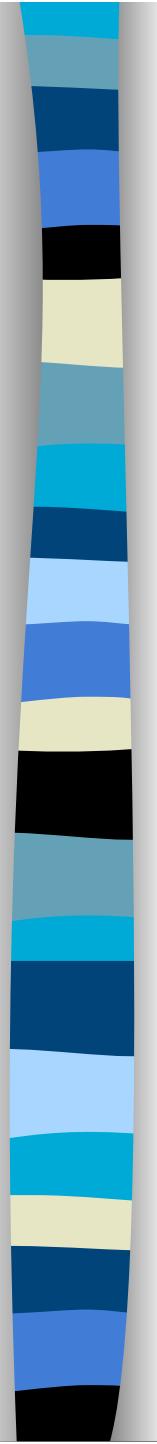
Modulação Digital

- Prós

- Sem perda de sincronismo se a sequência de bits 1 ocorrer (o zero ainda é um problema);
 - Sem componente DC: pode-se usar transformador para isolar a linha de transmissão;
 - Pequena Largura de banda;
 - Fácil detectar erros.

- Contras

- Com a codificação binária multinível o sinal de linha pode assumir 1 de 3 níveis, mas cada elemento de sinal suporta apenas 1 bit de informação ao invés de $\log_2 3 = 1.58$ bits.
 - Receptor deve distinguir entre 3 níveis (+A, -A, 0);
 - Requer aproximadamente 3dB mais de potência de sinal para a mesma probabilidade de erro de bit.



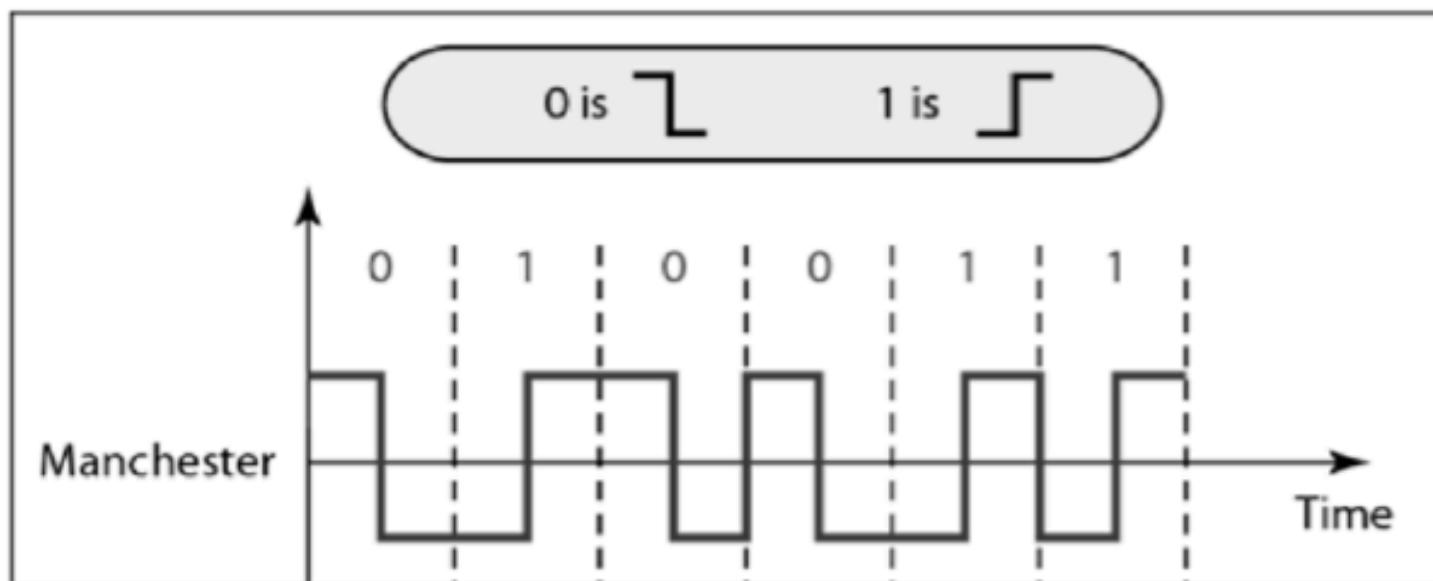
Modulação Digital

- Codificação Manchester
 - Apresenta codificação no meio do tempo do bit. São consideradas as codificações Manchester e Manchester diferencial.
- Manchester
 - Transição no meio de cada período de bit;
 - Transição serve como clock e dado;
 - Pode-se adotar: transição alto para baixo representa 0, Transição baixo para alto representa 1;
 - Usada pelo IEEE 802.3 (Ethernet).

Modulação Digital

- **Manchester:**

- Realiza uma inversão no meio de cada estado para a representação e sincronização da transmissão:
 - Bit “1”: realiza uma transição positiva;
 - Bit “0”: realiza uma transição negativa;

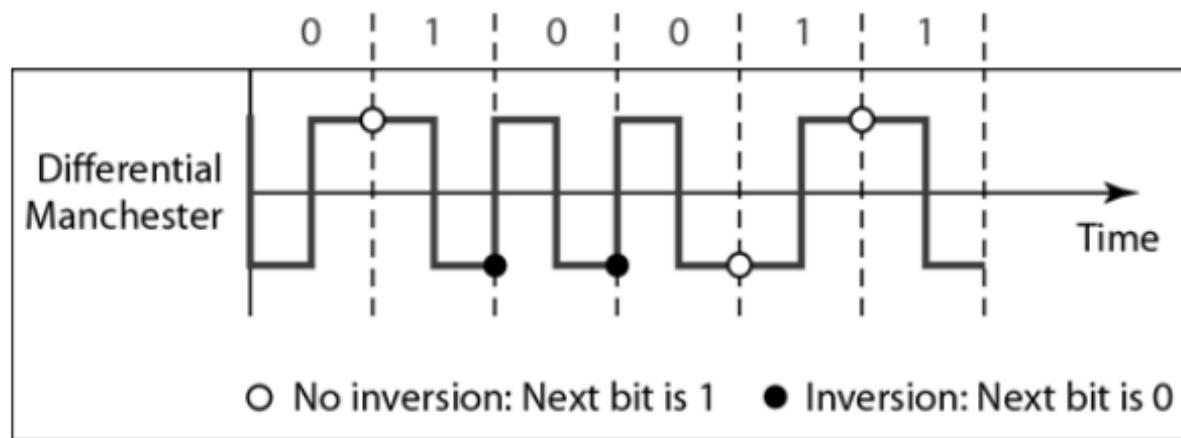


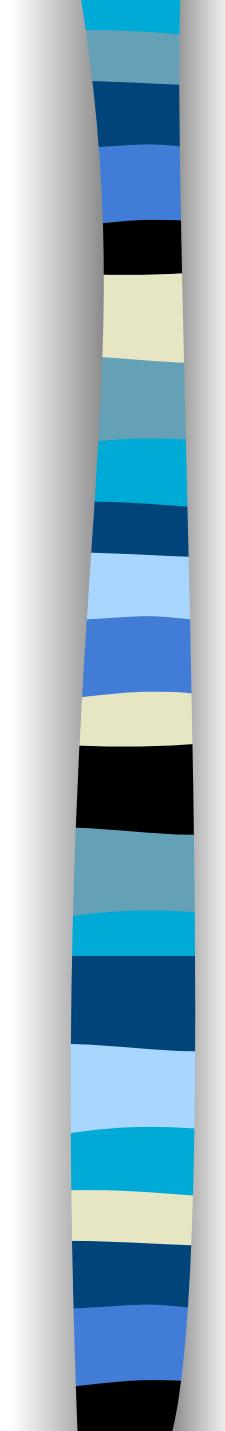
- **Problema:** exige largura de banda duas vezes maior que o NRZ.

Modulação Digital

■ Manchester Diferencial

- Transição no meio do período de bit apenas clock;
- Transição no meio do período de bit representa 0;
- Nenhuma transição representa 1;
- Usado pelo IEEE 802.5 (Token Ring);
- Em resumo: se não houver inversão na transição do bit é 1, caso contrário é 0.

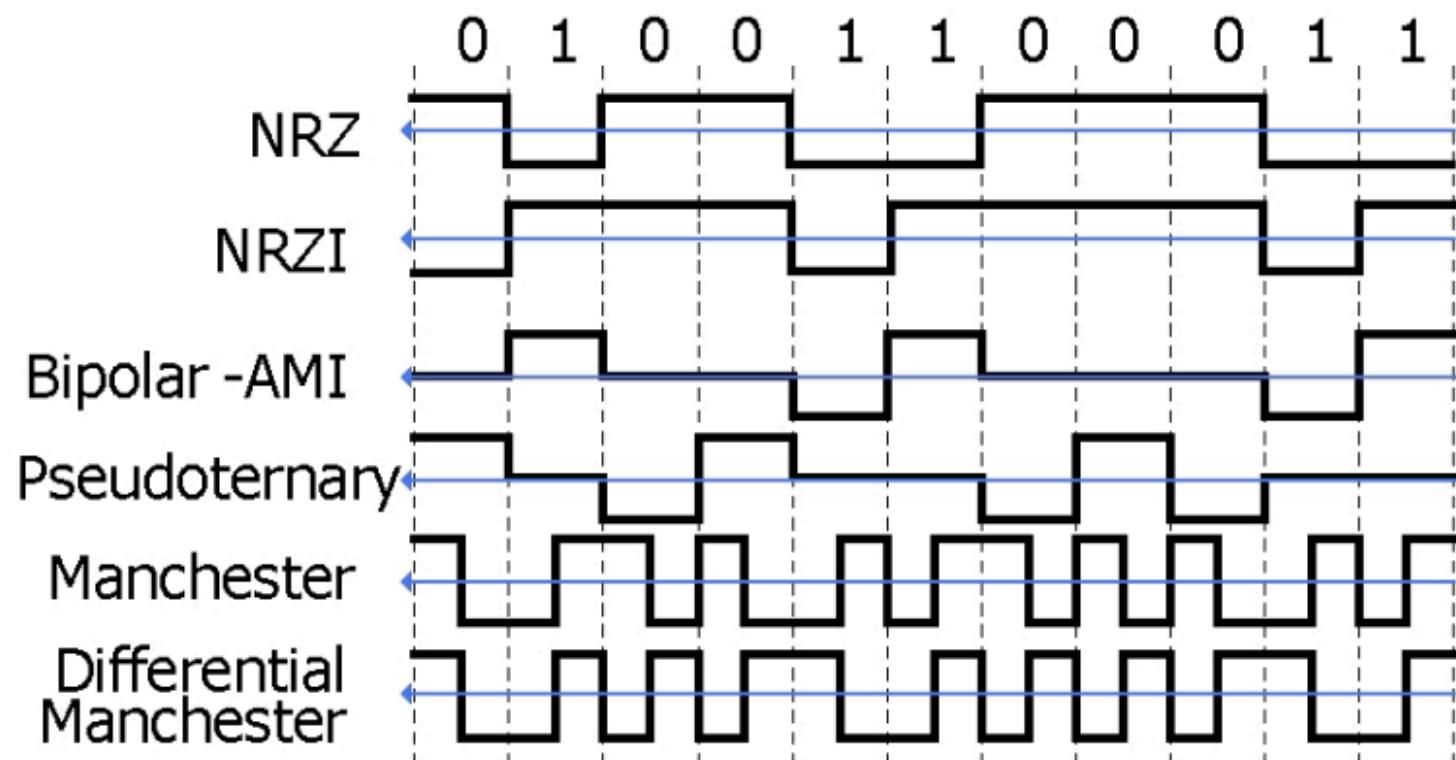


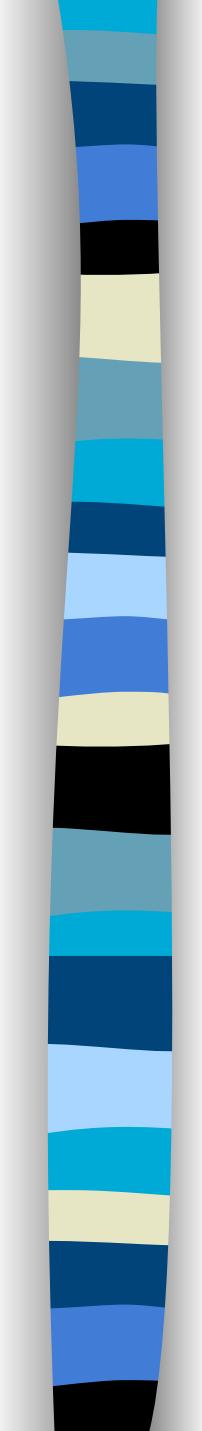


Modulação Digital

- Ao contrário da Codificação de Manchester que nos permite saber qual é o sinal enviado simplesmente acompanhando uma transição, a Codificação de Manchester Diferencial é um pouco mais complexa. Para descobrirmos no Manchester Diferencial qual é o sinal transmitido, precisamos saber também qual era o estado anterior do sinal.
- **Um "1" é representado fazendo a primeira metade do sinal igual à última metade do sinal anterior e um "0" é representado fazendo a primeira metade do sinal ser diferente da segunda metade do sinal anterior.** Ou, em outras palavras, se no começo do sinal houve mudança de sinal, é 0 e se não houve, é 1.
- Perceba que mesmo que o sinal seja invertido, por meio desta codificação, os nós poderão se comunicar sem problemas. Afinal, o que importa é a transição, não a polaridade.

Modulação Digital





Modulação Digital

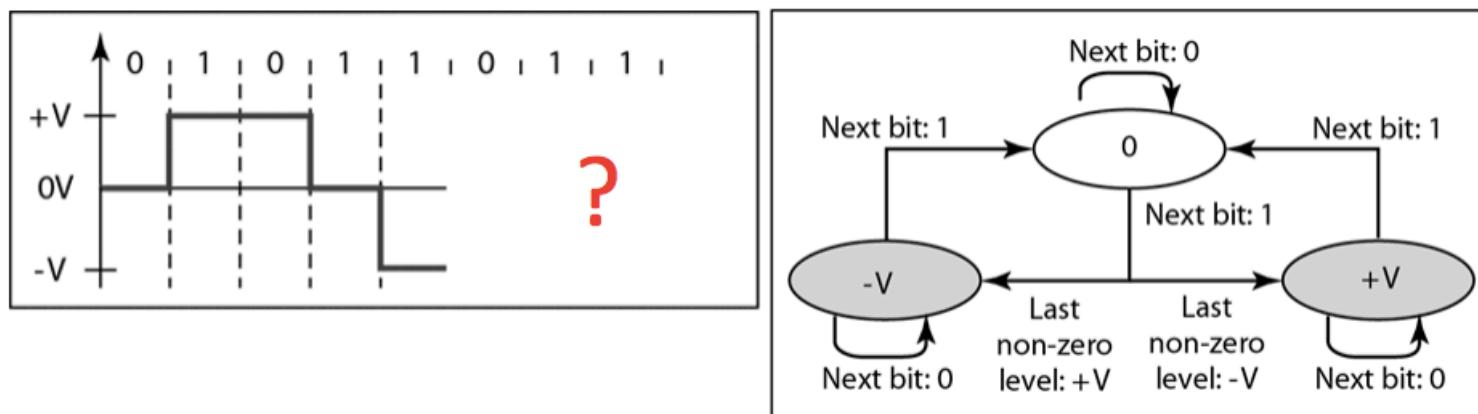
■ Vantagens e Desvantagens

- No mínimo uma transição por tempo de bit e possivelmente duas;
- Taxa de modulação máxima é duas vezes a do NRZ;
- Requer maior largura de banda;
- Sincronismo no meio da transição de bit (self clocking);
- Nenhum componente DC;
- Detecção de erro: ausência de uma transição pode permitir a deteção de erros.

Modulação Digital

■ MLT-3 (*Multiline Transmission Three Level*)

- Parce com o NRZ-I, mas utiliza 3 níveis
- A ideia é simples
 - Quando o bit zero aparece, nada acontece
 - Quando o bit 1 aparece
 - Quando o bit 1 não-zero anterior foi positivo, subtraia V
 - Quando o bit 1 não-zero anterior foi negativo, some V



Modulação Digital

■ MLT-3 (*Multiline Transmission Three Level*)

- Parce com o NRZ-I, mas utiliza 3 níveis
- A ideia é simples
 - Quando o bit zero aparece, nada acontece
 - Quando o bit 1 aparece
 - Quando o bit 1 não-zero anterior foi positivo, subtraia V
 - Quando o bit 1 não-zero anterior foi negativo, some V

