

Princípios de Telecomunicações

AULA 1

Elementos de um sistema de comunicações

Prof. Eng. Alexandre Dezem Bertozzi, Esp.

COMUNICAÇÃO



TRANSMISSÃO DE INFORMAÇÃO DE
UM PONTO A OUTRO, ATRAVÉS DE
UMA SUCESSÃO DE PROCESSOS.

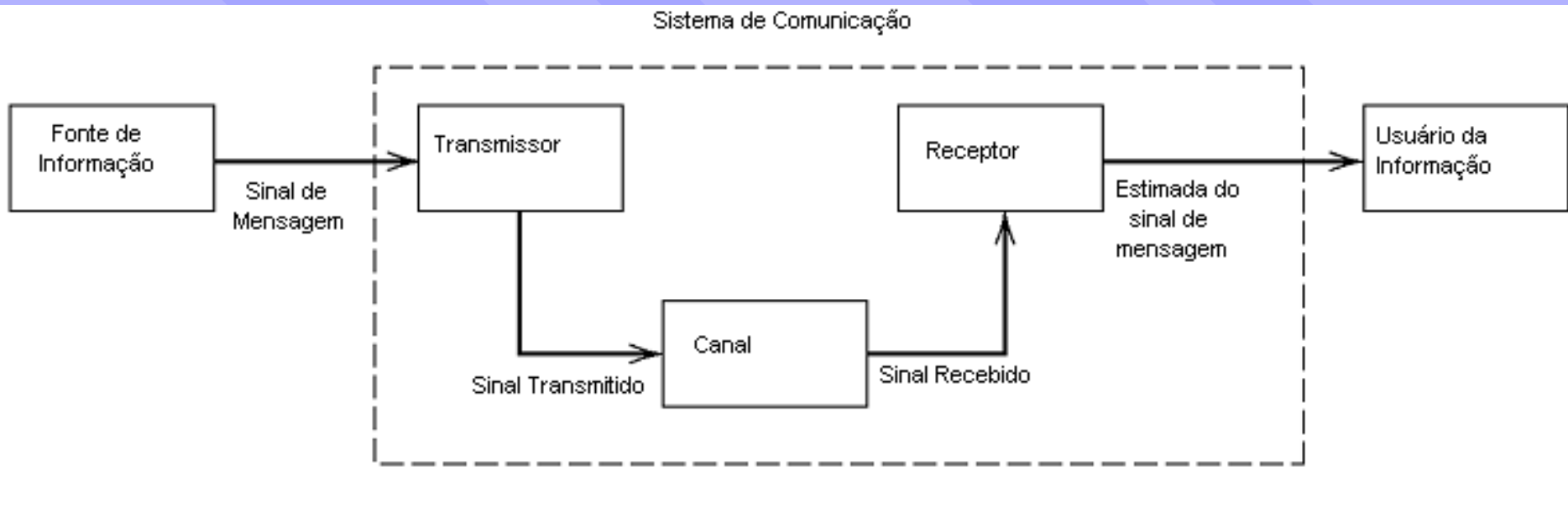
Processos de Comunicação

- Geração de sinais de mensagem: voz, música, imagens ou informações de computadores;
- A descrição do sinal de mensagem com precisão adequada, através de um conjunto de símbolos: elétricos, auditivos ou visuais;
- A codificação destes símbolos de forma que possa ser possível a sua transmissão através de um meio físico de interesse;

Processos de Comunicação

- A transmissão deste código ao destino desejado;
- A decodificação e reprodução dos símbolos originais;
- A recriação da mensagem original, com um nível de degradação aceitável, degradação esta, devido às imperfeições do sistema.

Elementos básicos de um sistema de comunicação



Modos de Comunicação

- “*Broadcasting*” – Utilização de um único transmissor e vários receptores. A informação flui em um único sentido.
- Comunicação ponto a ponto – A comunicação acontece entre um único emissor e um único receptor. Normalmente o fluxo é bidirecional.

Recursos primários dos sistemas de comunicação

■ Dois recursos primários são empregados:

A) Largura de faixa do canal – Banda de frequências alocadas para a transmissão do sinal da mensagem;

B) Potência Transmitida – Potência média transmitida do sinal.

Objetivo → Utilizar estes dois recursos da forma mais eficiente possível.

Classificação dos canais de comunicação

- “*Power Limited*” – Sistemas cuja limitação é a potência do sinal transmitido. Ex.: canal de satélite.
- “*Band Limited*” – Sistemas cuja limitação é a faixa de frequência alocada. Ex.: circuitos de telefonia.

Ruído

- Ondas eletromagnéticas que tendem a perturbar a transmissão e o processamento de sinais de mensagem em um sistema de comunicação.
- Suas fontes podem ser internas ou externas ao sistema.
- Medida quantitativa do ruído é SNR(*Signal Noise Ratio*).

$$\text{SNR} = 10 \cdot \log \frac{\text{Potência do sinal}}{\text{Potência do ruído}}$$

Fontes de Informação

- Quatro tipos fundamentais de fontes de informação: Fala, Música, Imagens e sinais de computadores.
- Sinal é definido como uma função do tempo que faz o papel de variável independente, cujo valor em cada instante de tempo é único.
- Pode ser:
 - a) unidimensional no caso de fala, música ou sinais de computadores;
 - b) bidimensional no caso de imagens;
 - c) Tridimensional – Vídeo;

Fontes de Informação

- Fala – O espectro de frequência é formatado pela seletividade em frequência do trato vocal. O espectro de potência indica potências praticamente nulas para para frequências próximas do zero, atingindo um pico para algumas centenas de Hertz. Ex.: A telefonia utiliza uma largura de faixa de 300 Hz a 3100 Hz.

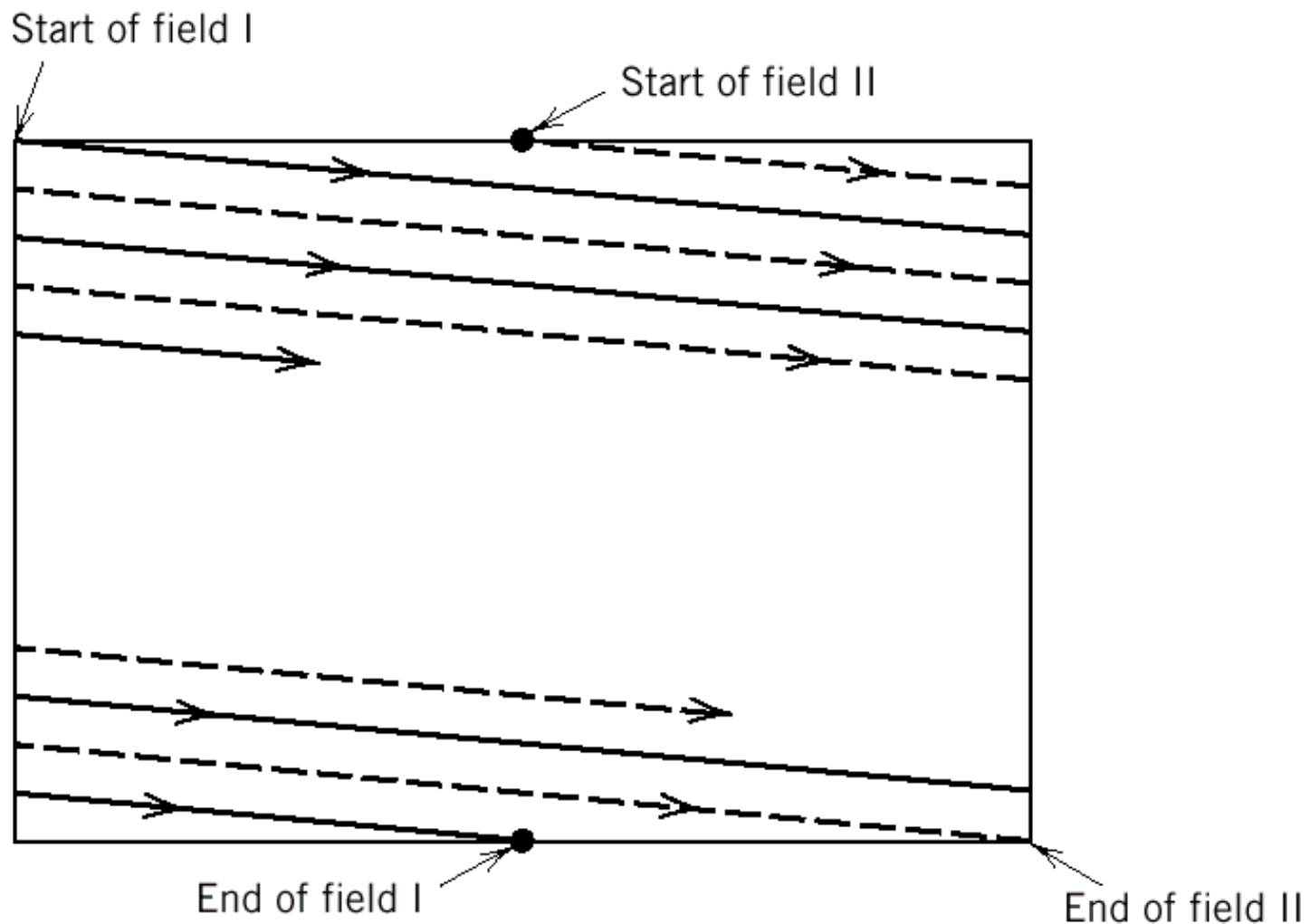
Fontes de Informação

- Música – Origina-se de instrumentos musicais. Possui estrutura melódica (seqüência de sons) e harmônica (sons simultâneos). A diferença entre a música e a fala é que a última ocupa uma largura de faixa muito maior, podendo-se estender acima de 15 KHz.

Fontes de Informação

- Imagens – Podem ser dinâmicas (vídeo) ou estáticas(fotografias). As imagens a fim de serem transmitidas, devem ser convertidas em sinais elétricos. Para tal devem ser escaneadas seqüencialmente.
- Desta forma um sinal bidimensional é convertido em um sinal unidimensional.

PROCESSO DE ESCANEAMENTO



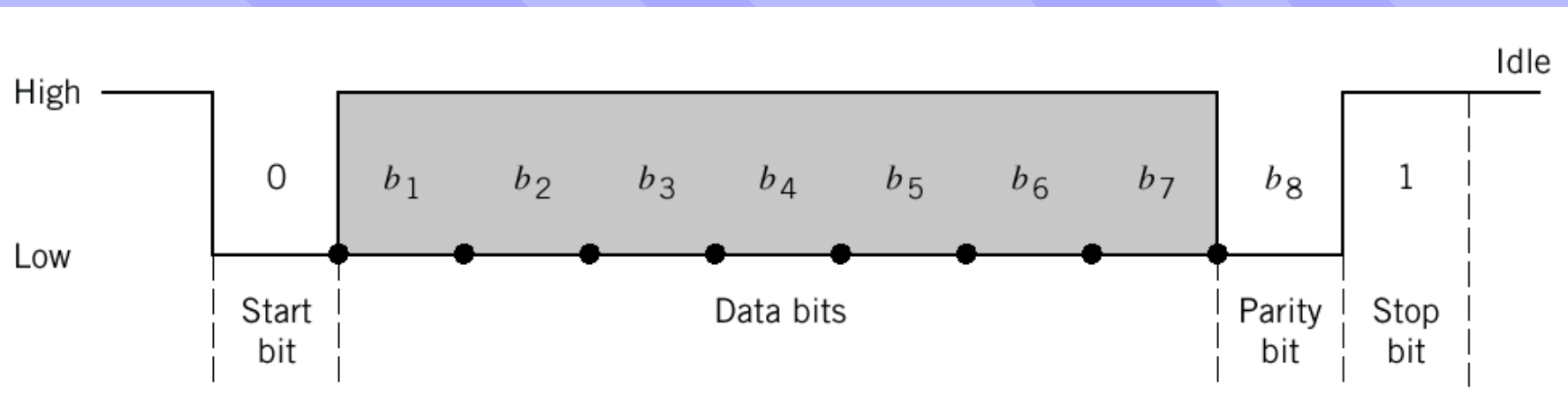
Fatores limitantes da qualidade de reprodução da TV

- Número de linhas disponíveis (limita resolução vertical);
- Largura de Faixa para a transmissão do sinal de vídeo (limita resolução horizontal),

Fontes de Informação

- Sinais de Computadores – Textos transmitidos, utilizando o ASCII (American Standard Code for Information Interchange).
- Cada caracter do ASCII é representado por sete bits. Assim é possível obter-se $2^7 = 128$ caracteres diferentes.
- Esses bits são enviados deste o menos significativo b_1 , até o mais significativo b_7 .

Representação do envio de um bit através do padrão RS-232



Fontes de Informação - Computadores

- “*Bursting nature*” – Períodos de atividade, entremeado por períodos de silêncio.
- Computadores são utilizados para download de arquivos comprimidos. Há dois tipos de compressão de arquivos:
 - a) Compressão sem perdas (*Lossless compression*)
Remove informações redundantes, porém é possível reconstruir exatamente a informação original;
 - b) Compressão com perdas (*Lossy compression*) Há uma perda controlada de informações.

Compressão de áudio e vídeo

- Padrões standard de compressão:
 - a) JPEG image coding standard (Joint Photographic experts group) – os pixels são agrupados em blocos de 8X8, aplica-se a transformada de Fourier cosseno discreta, obtendo-se 64 coeficientes, esses coeficientes são codificados em 8 bits, passam por uma compressão tipo *lossless* e finalmente são decodificados através do processo inverso no outro computador.

Compressão de áudio e vídeo

- B) MPEG-1/*video coding standard* (*Motion Photographic Experts Group*) A compressão neste padrão utiliza-se de redundâncias, tais como: redundâncias entre frames, redundâncias entre pixels.

Compressão de áudio e video

- c) MPEG-1/Audio coding standard – A amplitude em função do tempo do sinal original se aproxima bastante da forma de onda original, sem alterar substancialmente sua qualidade, pois leva em consideração o sistema de percepção do ouvido humano.

Sinais

- Classificação:

- a) Real ou complexo: Sinais podem ser representados por funções ou valores reais ou complexos.

$$f(t) = A \cos(2\pi f_0 t) \rightarrow \text{sinal real}$$

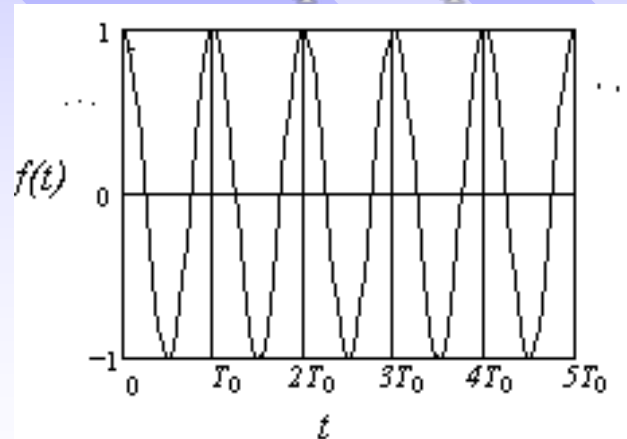
$$f(t) = A \exp(j2\pi f_0 t) = A \cos(2\pi f_0 t) + jA \sin(2\pi f_0 t) \rightarrow \text{sinal complexo}$$

Sinais

■ Classificação:

b) Periódico e aperiódico:

1) Periódico: Um sinal é periódico se $f(t) = f(t + nT_o)$, onde n é um inteiro qualquer.



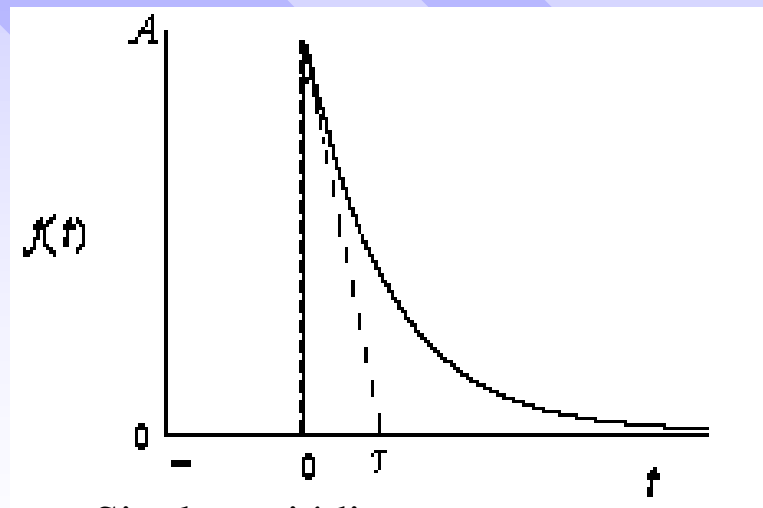
Sinal periódico

Sinais

■ Classificação:

b) Periódico e aperiódico:

1) Aperiódico: Sinais aperiódicos são que não possuem T_0 que satisfaça a condição de periodicidade.



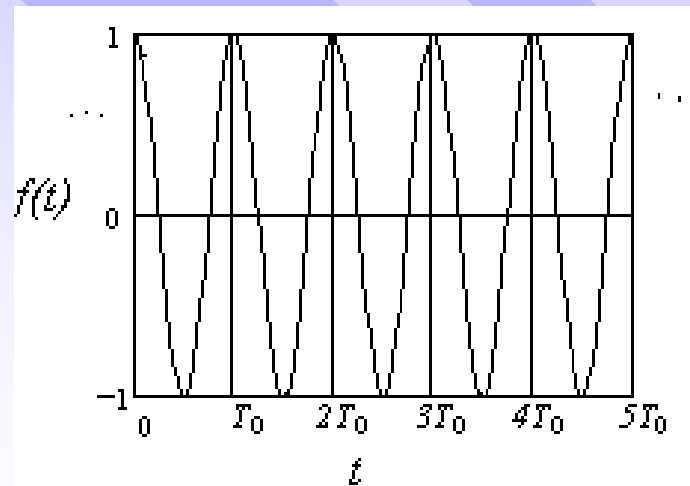
Sinal aperiódico

Sinais

■ Classificação:

c) Analógicos, discretos e digitais:

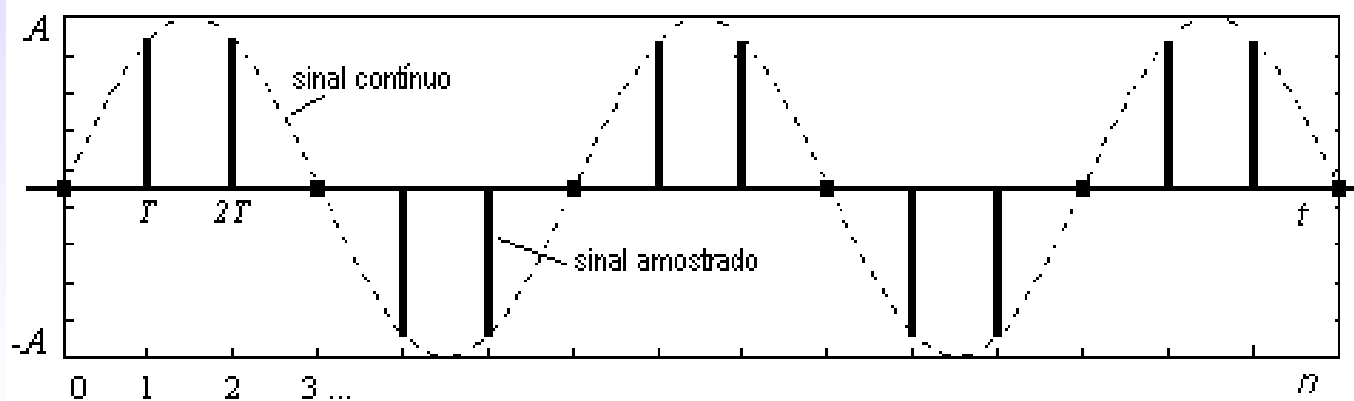
1) Analógicos: Podem assumir qualquer valor em amplitude no tempo.



Sinais

- Classificação:
- c) Analógicos, discretos e digitais:

2) Discretos: São sinais definidos a intervalos regulares de tempo e representáveis por seqüências de números .



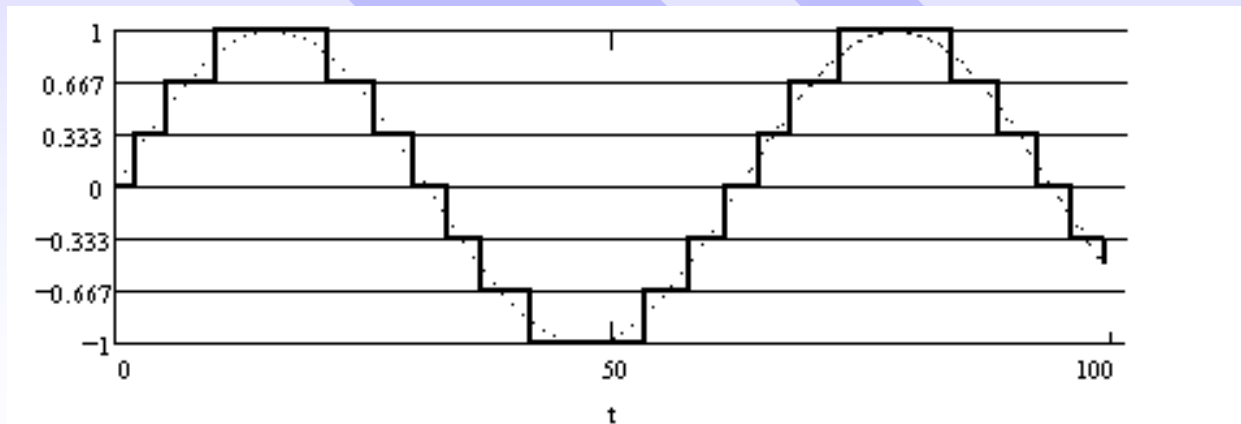
Sinal discreto: senóide amostrada, de amplitude A e (sinal contínuo em pontilhado)

Sinais

■ Classificação:

c) Analógicos, discretos e digitais:

3) Digitais: São sinais discretos no tempo e em amplitudes, **com estas codificadas numericamente.**



Sinais

■ Classificação:

d) Determinísticos e aleatórios

1) Determinísticos: Não há incerteza quanto ao seu valor em nenhum instante de tempo. Tais sinais podem ser representados no tempo através de fórmulas matemáticas.

$$f(t) = A \cos(2\pi f_0 t)$$

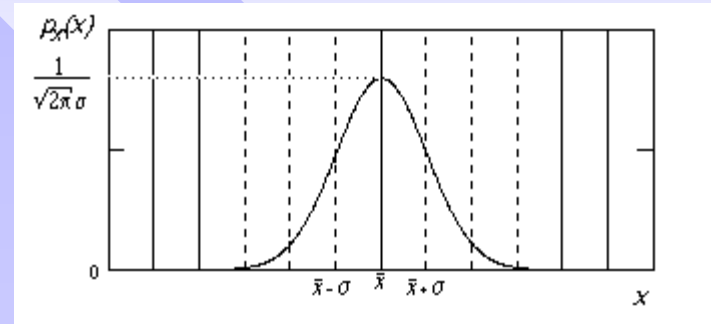
Sinais

■ Classificação:

d) Determinísticos e aleatórios

2) Aleatórios: É aquele cujo valor é desconhecido até o instante da sua manifestação. Este tipo de sinal é caracterizado através de médias estatísticas.

$$p_x(x) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x - \bar{x})^2}{2\sigma_x^2}\right], \text{ onde } \begin{cases} \bar{x} & \text{é o valor médio} \\ \sigma_x^2 & \text{é a varância ou dispersão} \\ \sigma_x & \text{é o desvio padrão} \end{cases}$$



Sinais

- Classificação:
- e) Energia e Potência

A potência de um sinal $f(t)$ é definida, supondo-se a resistência normalizada igual a 1Ω . Assim, a sua Energia e potência média são dadas por:

$$E = \lim_{T \rightarrow \infty} \int_{-T}^T f^2(t) dt$$

$$P = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-T}^T f^2(t) dt$$

Sinais

- Classificação:

- e) Energia e Potência:

Um sinal é dito de energia se $0 < E < \infty$

Um sinal é dito de potência se $0 < P < \infty$

Regra geral: sinais periódicos e os aleatórios são sinais de potência. (*power signal*) e os determinísticos aperiódicos são sinais de energia (*energy signal*).

Modulação e Codificação

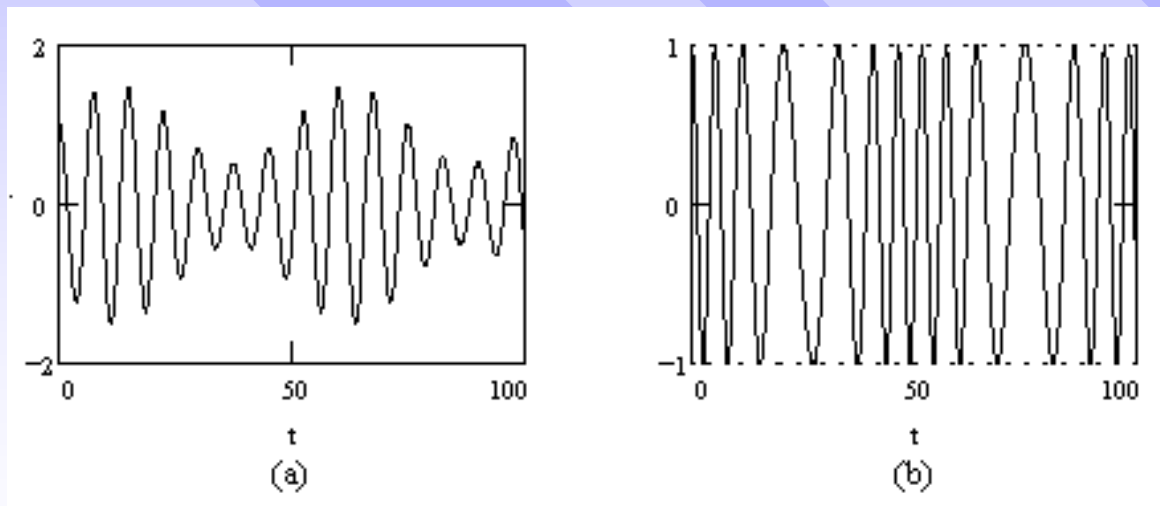
- São processos efetivados no transmissor, visando uma transmissão eficiente e confiável.
- Modulação – Tratamento dado ao sinal que se quer transmitir para melhor adequá-lo ao canal desejado ou disponível.

Modulação

■ Classificação:

A) de acordo com a portadora:

1) *CW – Continuous wave*



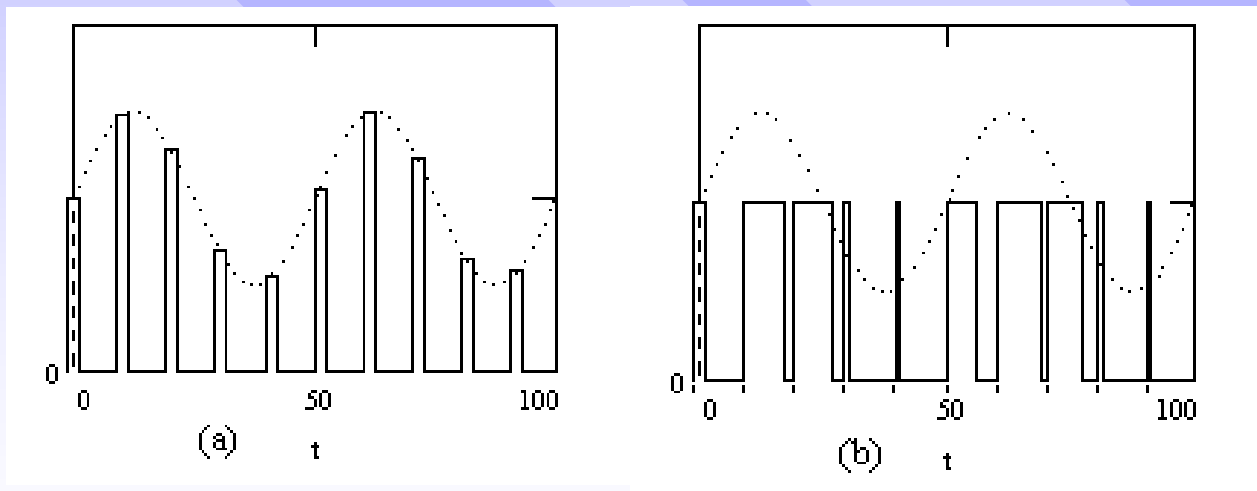
Modulação cw (a) em amplitude: AM; (b) em frequência: FM

Modulação

■ Classificação:

A) de acordo com a portadora:

2) Pulsos



Modulação de pulsos (a) amplitude (PAM); (b) duração (PWM)

Modulação

- Classificação:

B) de acordo com o sinal modulador:

- 1) Sinal modulador analógico ou contínuo
- 2) Sinal modulador pulsado, modulação PSK, FSK ou ASK

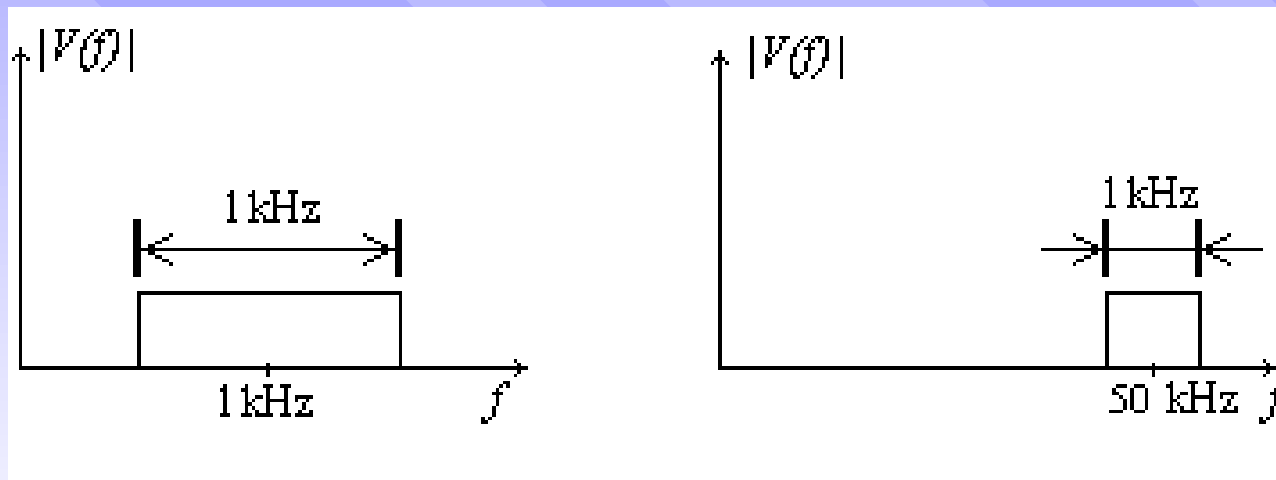
Os diversos tipos de modulação podem ser utilizados em combinação. Ex.: sinal de TV.

Por que Modular?

- Transmissão eficiente;
- Reduzir problemas de Hardware;
- Para reduzir efeitos de interferência e ruído;
- Para alocação de frequências;
- Para multiplexagem em frequência.

Por que Modular?

- Reduzir problemas de Hardware;



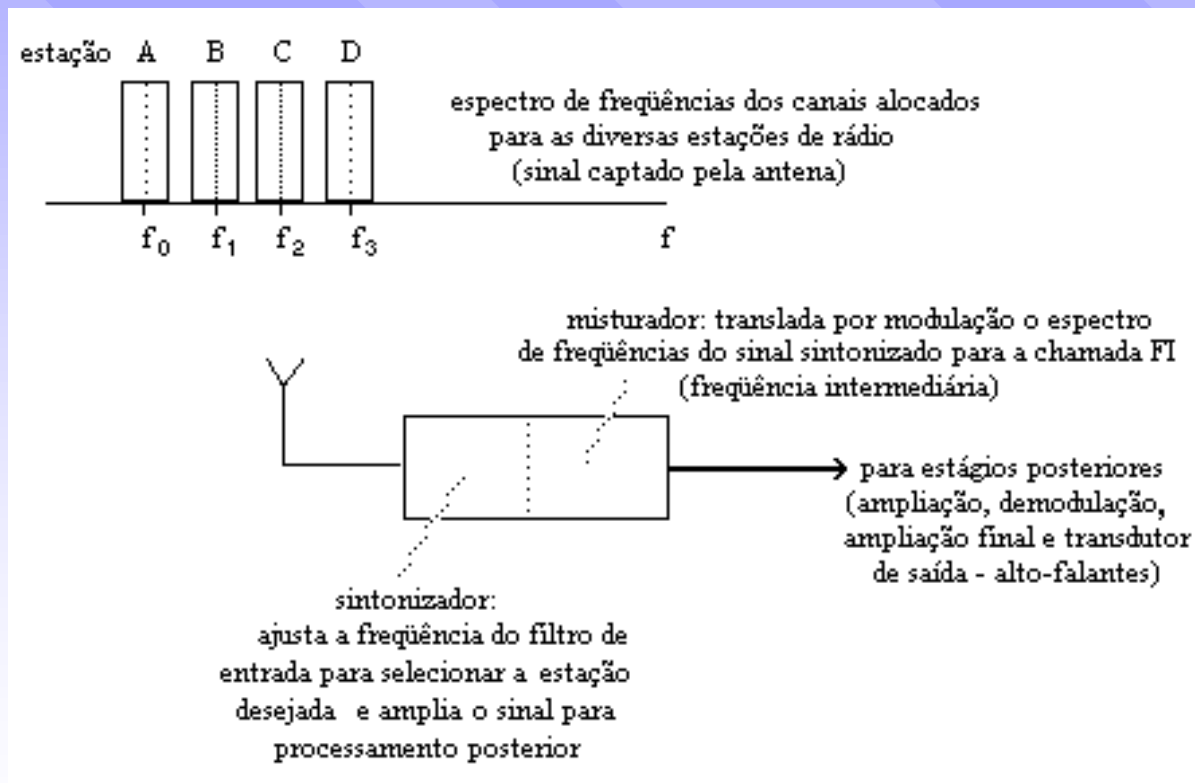
Dois sinais de mesma largura de faixa, mas largura de faixa fracionária diferentes (fora de escala)

Por que Modular?

- Para reduzir efeitos de interferência e ruído;
- Para alocação de frequências;

Por que Modular?

- Para multiplexagem em frequência.



Lei de Hartley-Shannon

- A capacidade de um canal é dada por:

$$C = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) \quad \text{bits/s}$$

B – largura de Faixa

S/N é a relação sinal ruído

Conclusão – Quanto maior a relação sinal ruído, maior é a capacidade do canal.