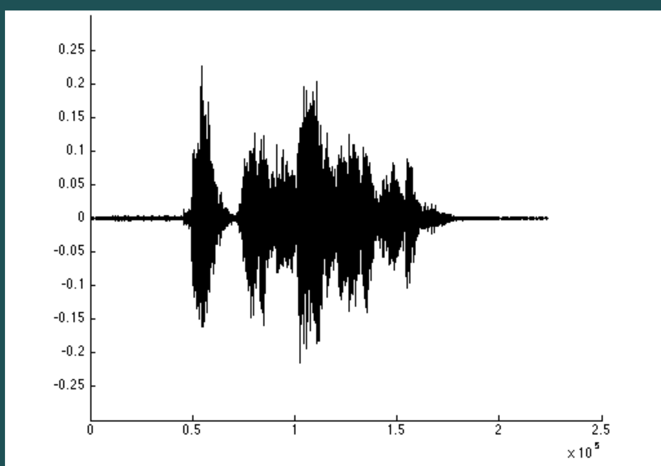
Aula 2
Definição e classificação de sinais e operações básicas

EA614 ANÁLISE DE SINAIS

Sinais: Definição e Exemplos

Sinais são funções de uma ou mais variáveis independentes, que contêm informações sobre o comportamento ou natureza de algum fenômeno.

Oppenheim, Willsky e Nawab (2010)



Unidimensional

$$f(t)$$

Bidimensional

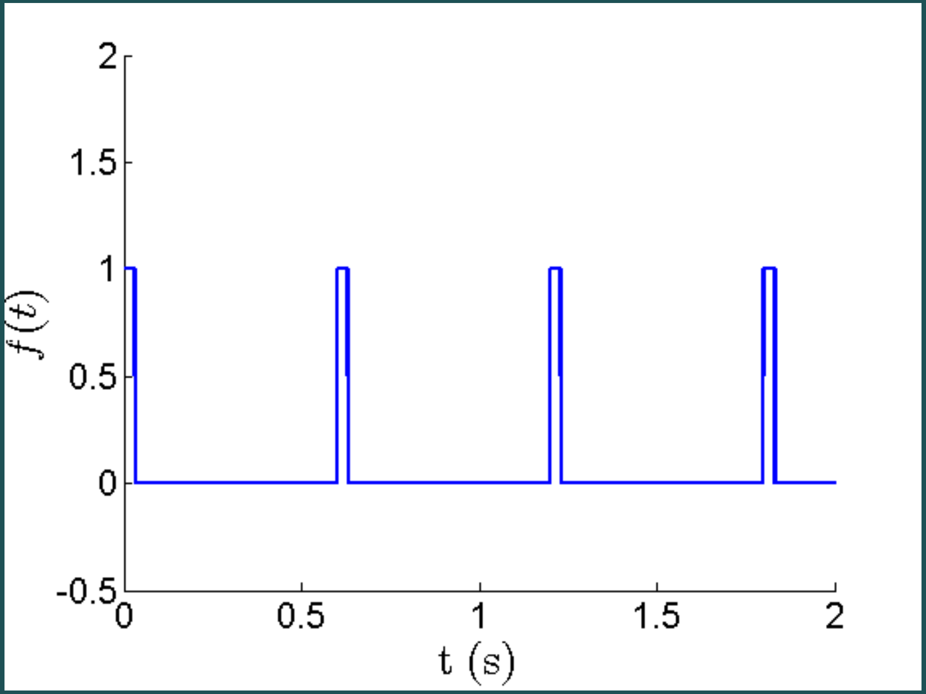
$$f(x, y)$$

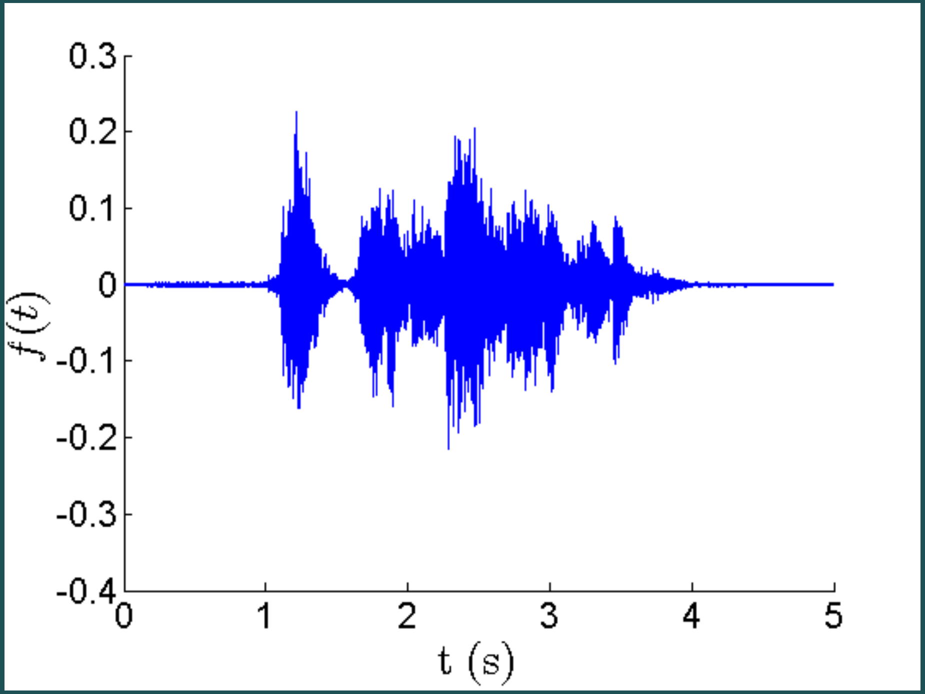
Tridimensional

$$f(x, y, t)$$

Sinais de Tempo Contínuo

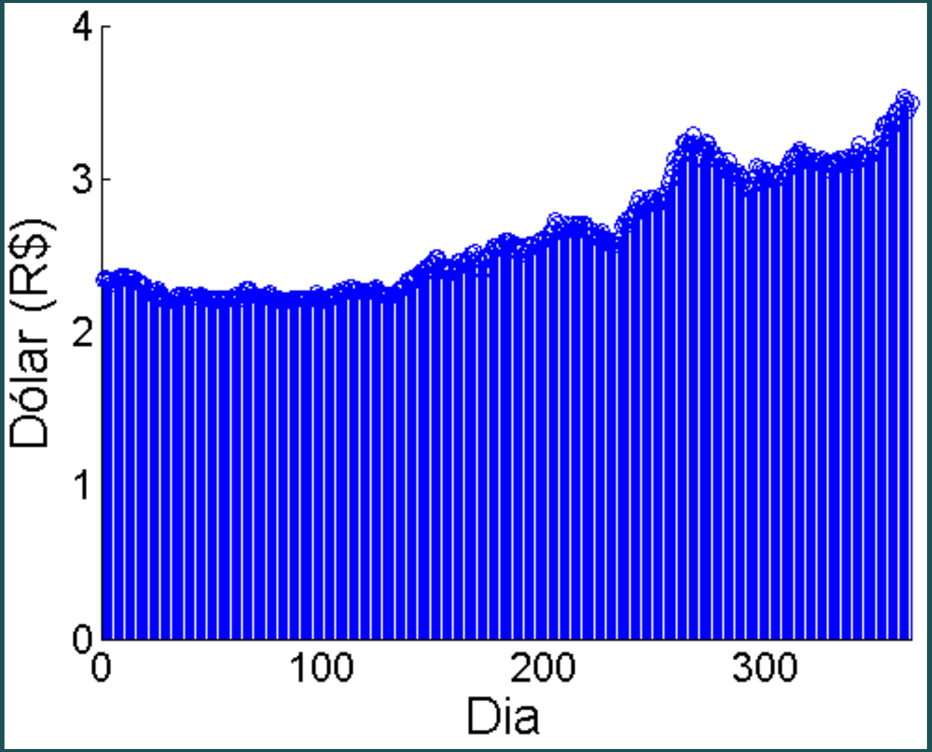
- Definição: $f(t), t \in \mathbb{R}$

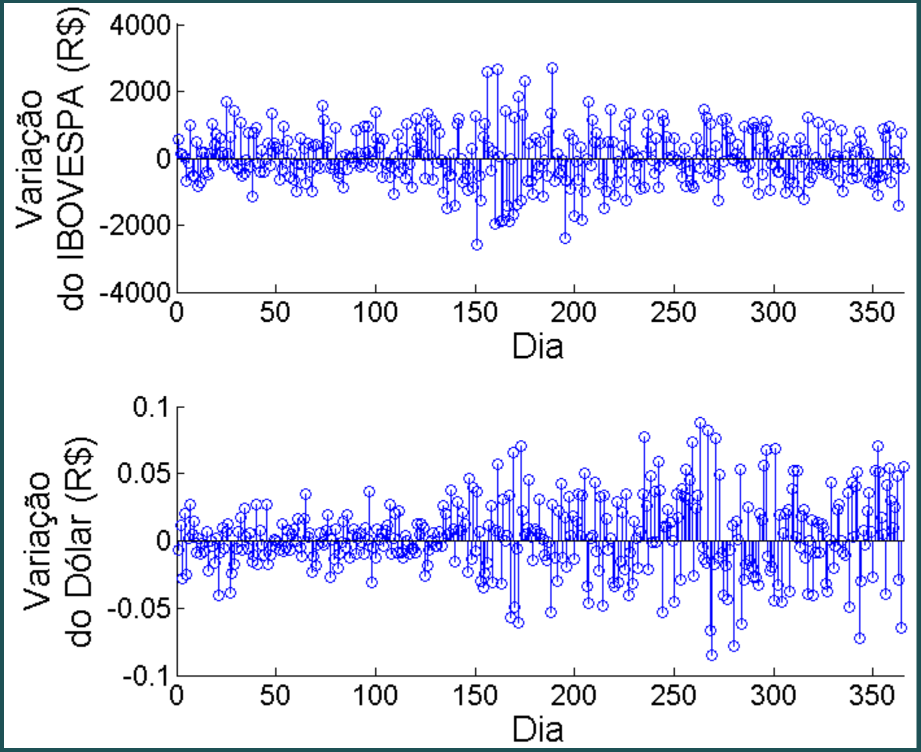




Sinais de Tempo Discreto

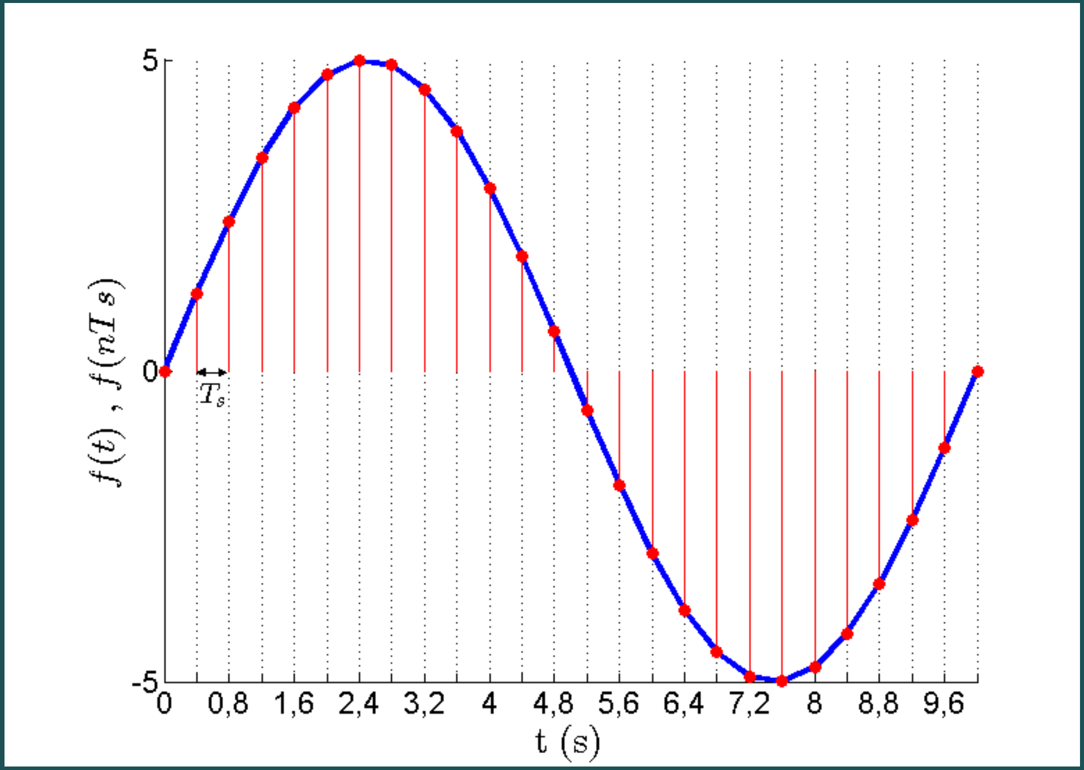
- Definição: $f[n], n \in \mathbb{Z}$





Sinais de Tempo Discreto

- Amostragem: $f[n] = f(nT_s), n \in \mathbb{Z}$

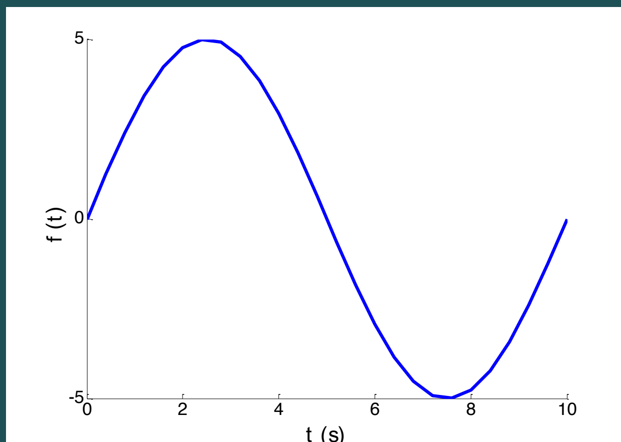


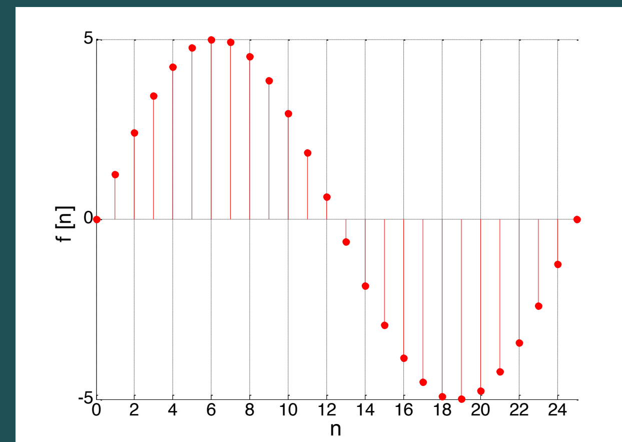
Sinais Analógicos e Digitais

Tempo Contínuo

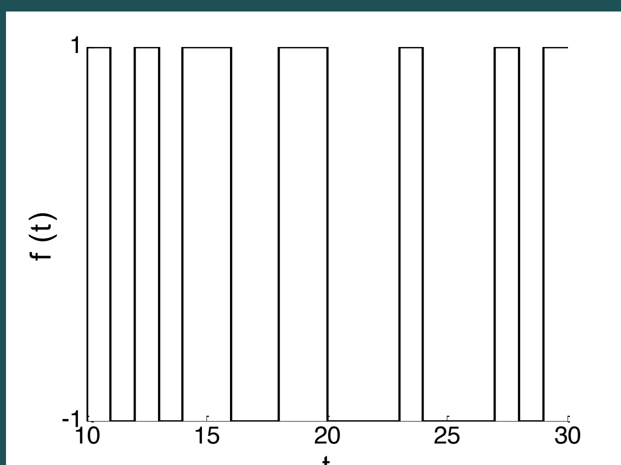
Tempo Discreto

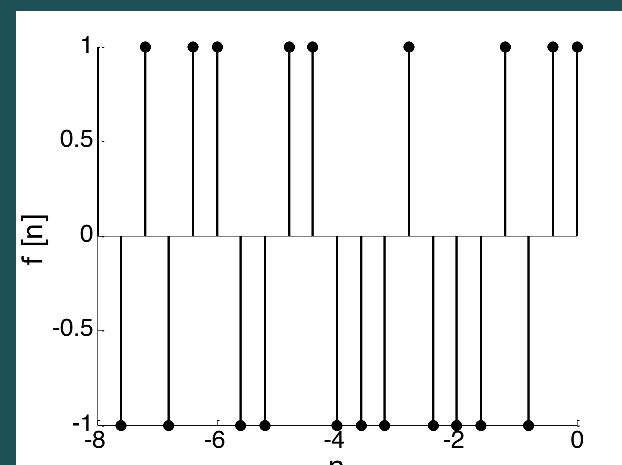
Analógico





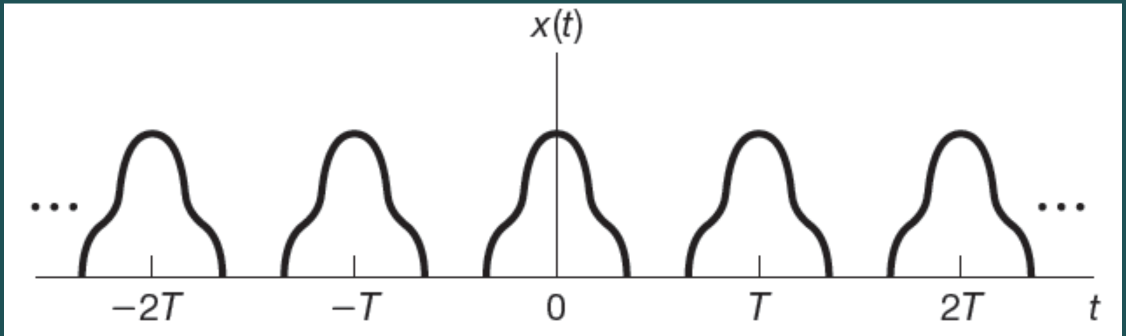
Digital





Sinais Periódicos e Aperiódicos

- Um sinal $f(t)$ é periódico se, e somente se, existir um valor T, tal que: $f(t) = f(t + T)$



Oppenheim, Willsky e Nawab (2010)

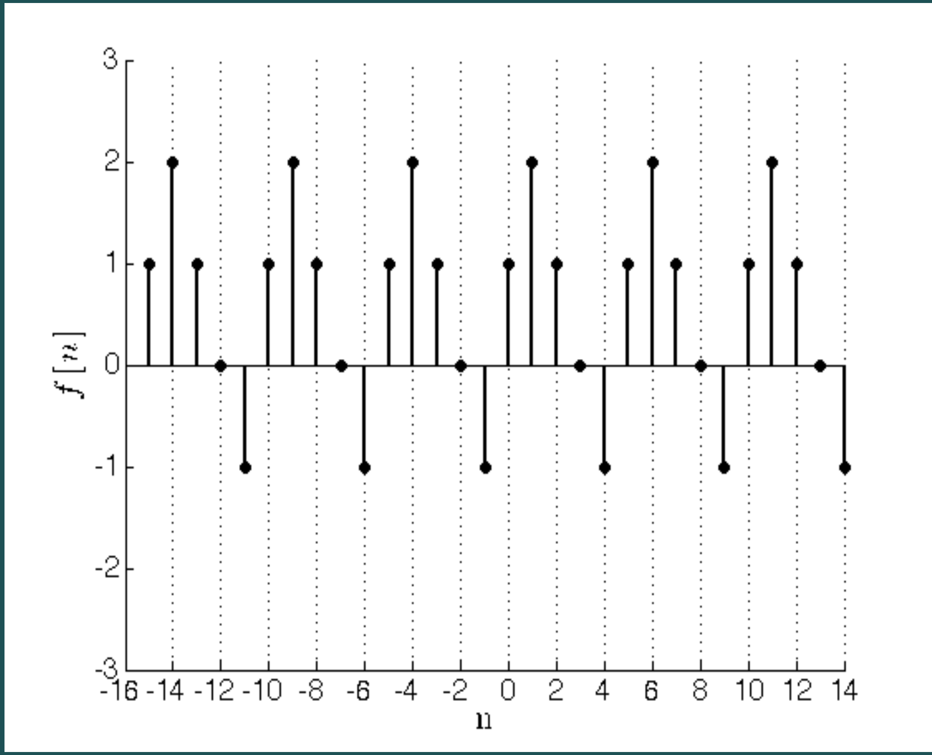
- Em um caso geral, $f(t) = f(t + mT), m \in \mathbb{Z}$

sendo que, o menor valor de T é conhecido como período fundamental do sinal de tempo contínuo (T_0).

Sinais Periódicos e Aperiódicos

- Para sinais em tempo discreto, temos:

$$f[n] = f[n + mN], m \in \mathbb{Z}$$



Sinais de Energia

- A energia de um sinal complexo $f(t)$ ou $f[n]$ é definida como:

$$E_\infty = \int_{-\infty}^{\infty} |f(t)|^2 dt \text{ ou } E_\infty = \sum_{-\infty}^{\infty} |f[n]|^2$$

- **Regra Geral:**
  - Uma condição necessária (não é suficiente!) para que um sinal tenha energia finita é que a sua magnitude convirja para 0 à medida que $|t| \to \infty$.

Sinais de Potência

- A potência média em um intervalo de duração infinita para um sinal complexo $f(t)$ ou $f[n]$ é definida como:

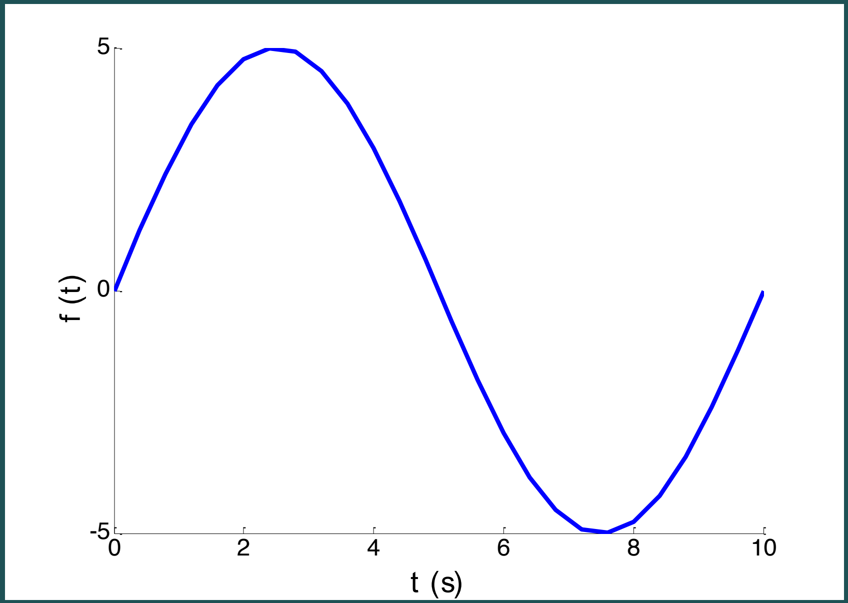
$$P_\infty = \lim_{T \to \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^{T} |f(t)|^2 dt$$

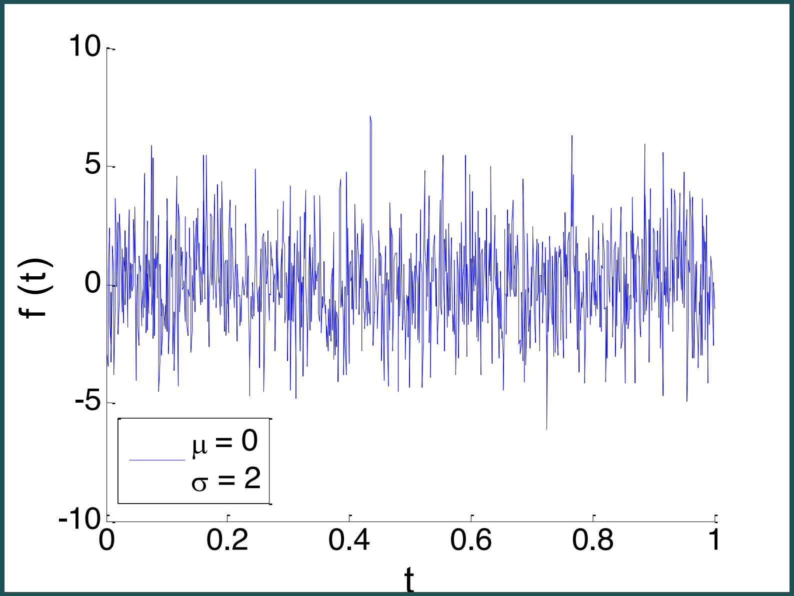
ou

$$P_\infty = \lim_{N \to \infty} \frac{1}{2N+1} \sum_{n=-N}^{N} |f[n]|^2$$

- Podemos notar que (para TC): $P_\infty = \lim_{T \to \infty} \frac{E_\infty}{2T}$
  - Desta forma, se $E_\infty < \infty$, então $P_\infty = 0$. Agora, se $P_\infty > 0$, $E_\infty = \infty$, necessariamente. Isso implica que um sinal não será ao mesmo tempo de Energia e de Potência.

Sinais Determinísticos e Estócásticos



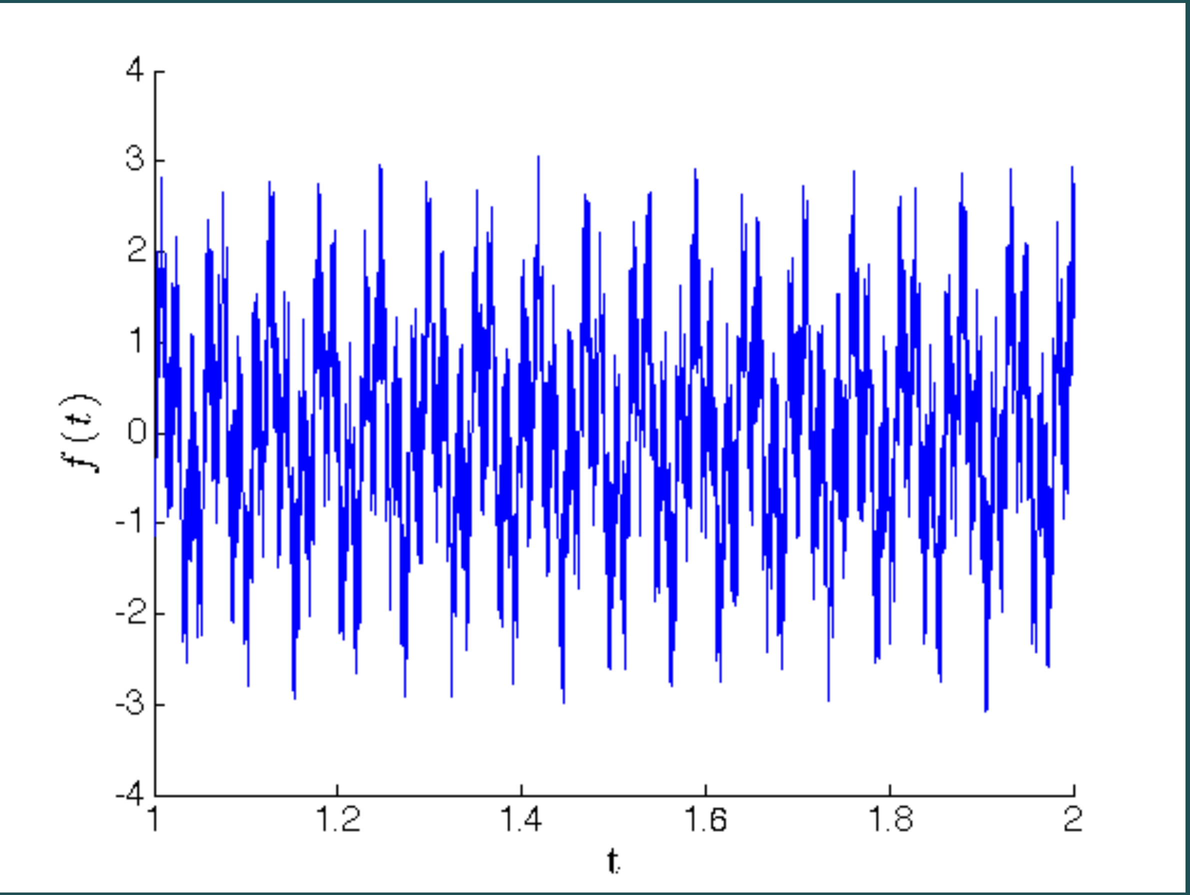


$$f(t) = 5sen\left(\frac{\pi}{5}t\right)$$

Definição em termos probabilísticos

- Média
- Desvio-padrão (ou Variância)
- ...

Sinais Determinísticos e Estócásticos



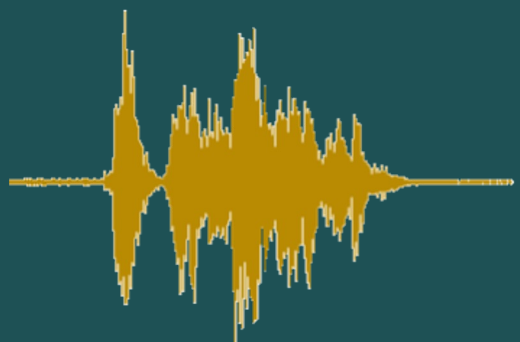
$$f(t) = \cos\left(2\pi 239t + \frac{\pi}{5}\right) + 0{,}1\cos(2\pi 132{,}5t + 2\pi) + \cos\left(2\pi 58{,}45t + \frac{\pi}{9}\right) + \cos(2\pi 17{,}3t + \pi)$$

Operações Básicas com Sinais

Intuição...

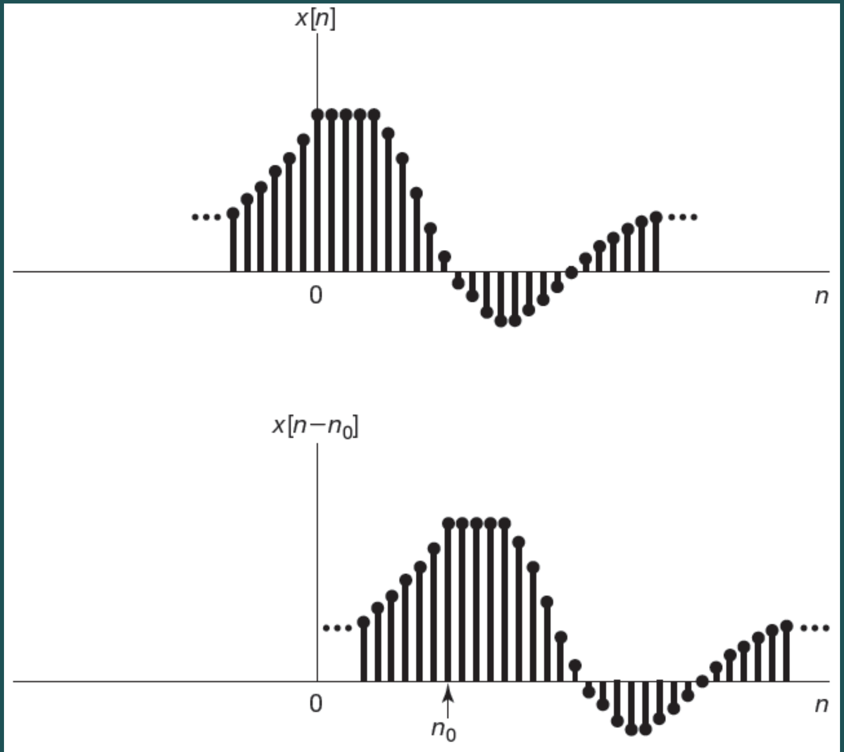
Quais destes sons representam a transformação da variável independente t descrita nas respectivas equações?

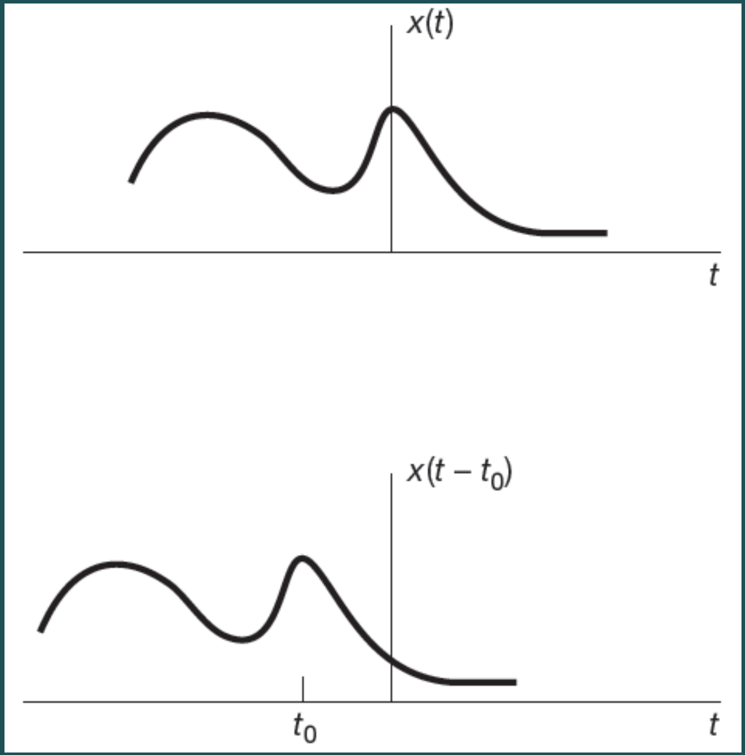
Som original, chamaremos de $f(t)$



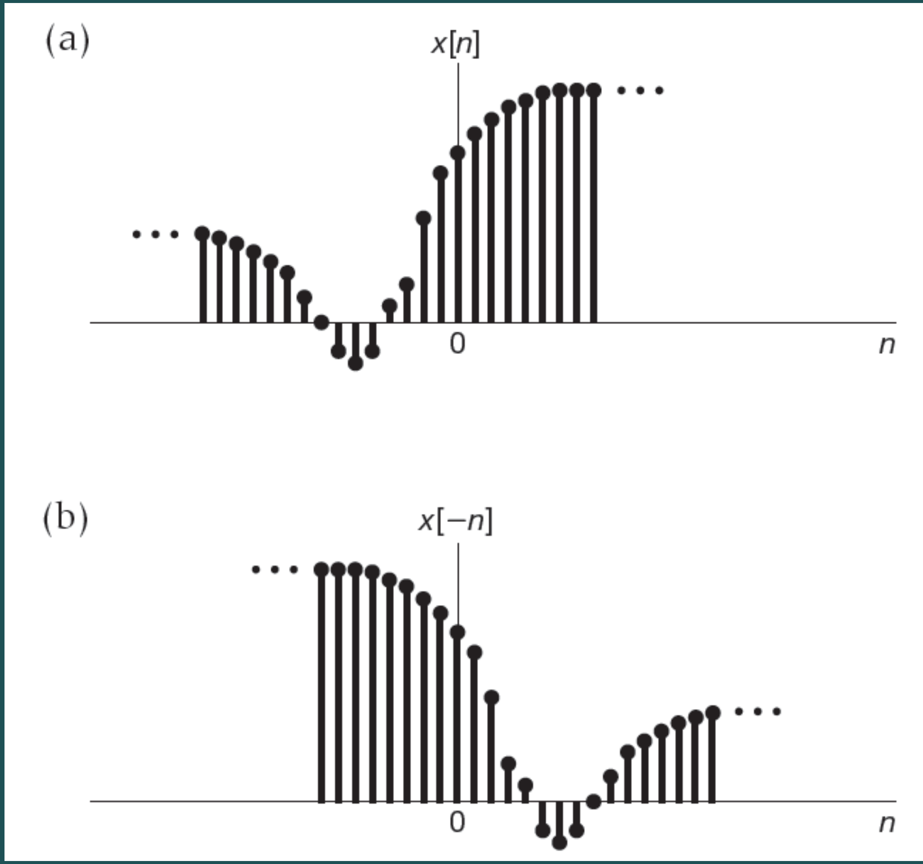
a ✓	b ✗	c ✓	d ✗
$f(2t)$	$-f(t)$	$0{,}1f(t)$	$f(2t)$

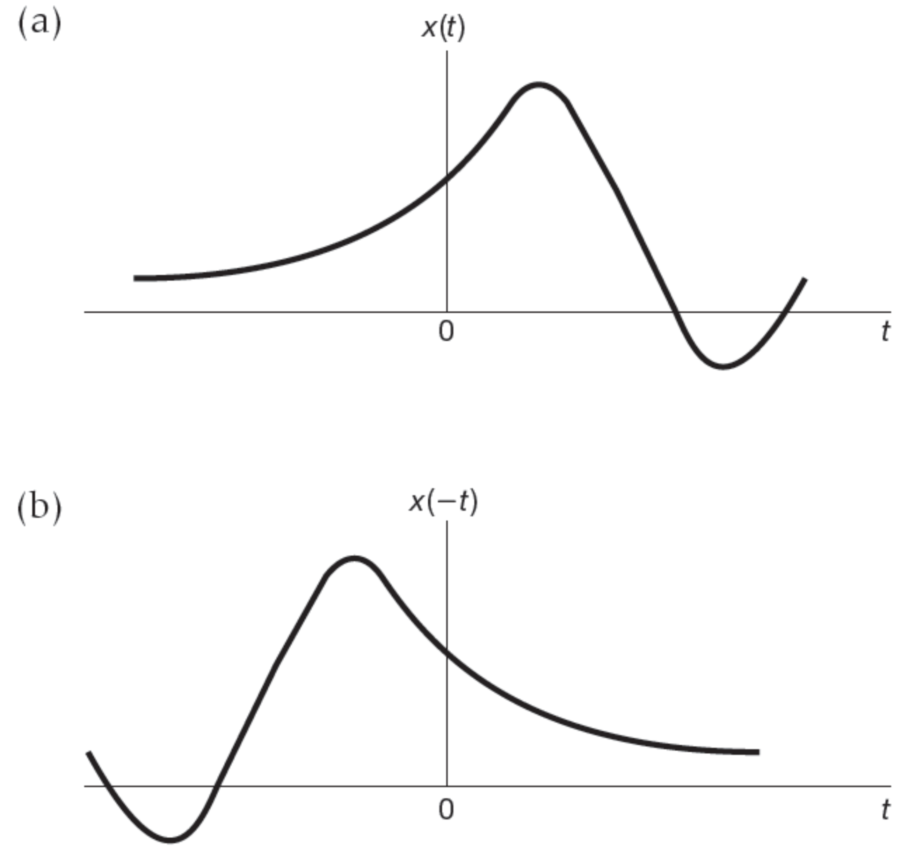
Deslocamento no Tempo



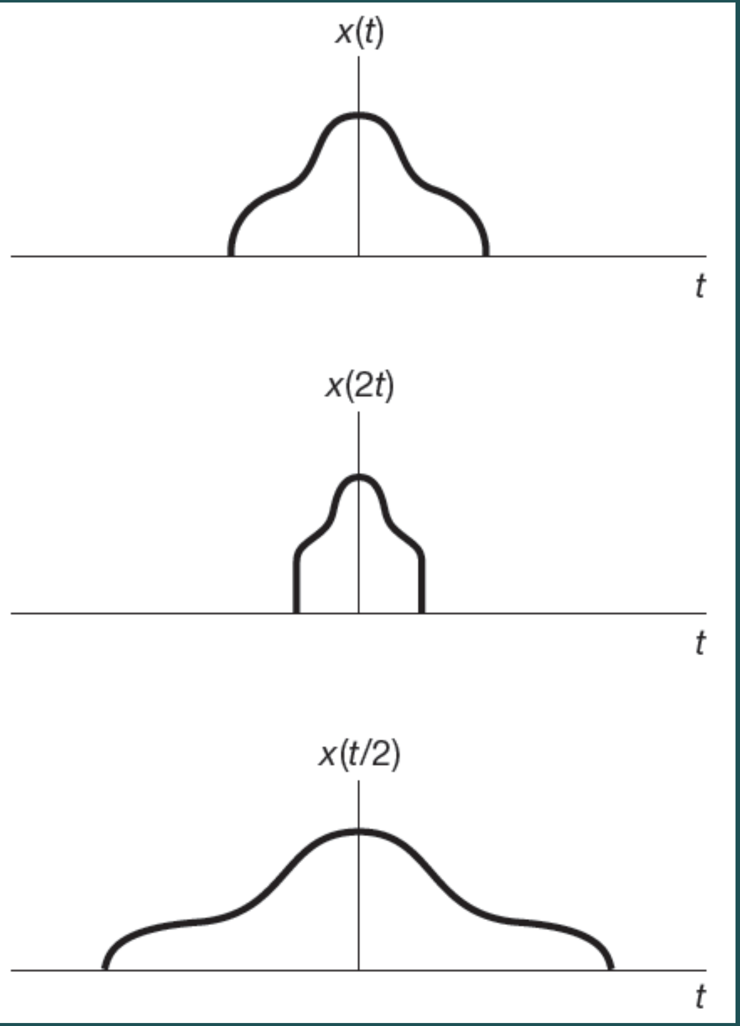


Reflexão no Tempo





Mudança de Escala no Tempo



Generalização

- Suponha agora que um sinal $y(t)$ é obtido a partir de $x(t)$ com as seguintes transformações:

$$y(t) = x(at + b)$$

em que, a e b são números reais fornecidos.

1. Se $a < 0$, o sinal estará refletido no tempo
2. Se $|a| > 1$, o sinal será comprimido no tempo
3. Se $|a| < 1$, o sinal será expandido no tempo
4. Se $b \neq 0$, o sinal estará deslocado no tempo