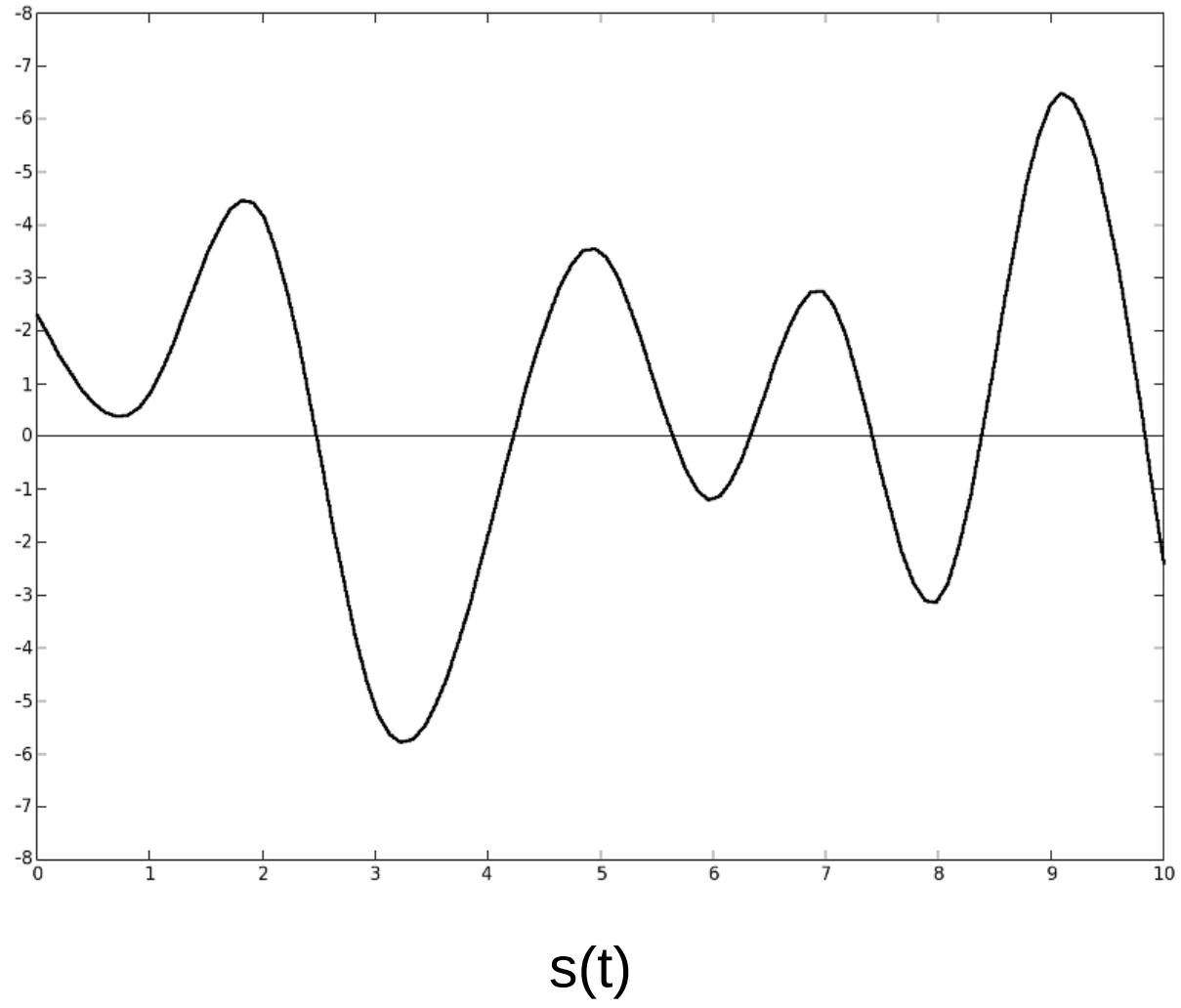


Introducción a la Teoría del Procesamiento Digital de Señales de Audio

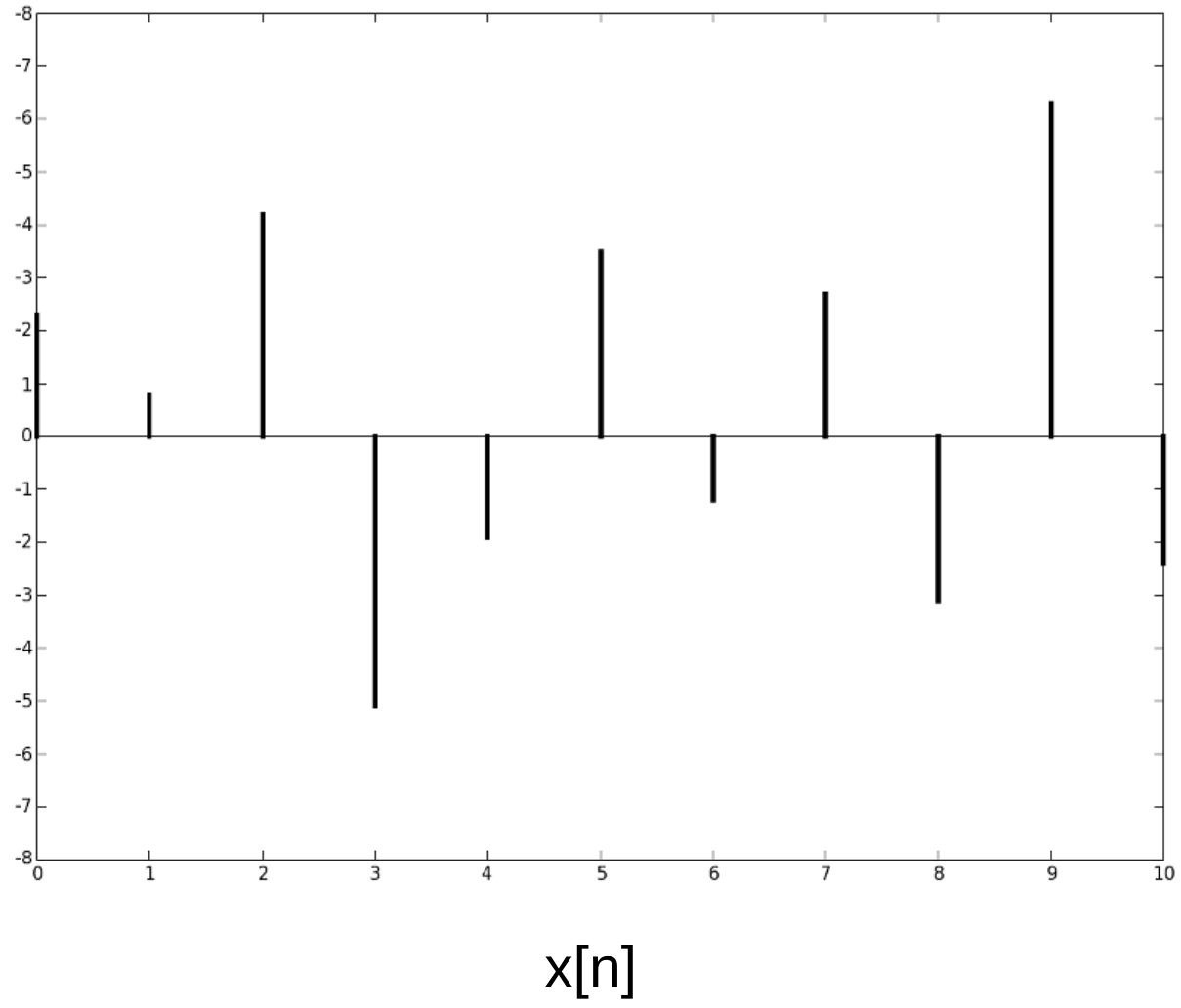
señales

- definición de señal
- variable(s) independiente(s) – dominio
- señales continuas y discretas – muestreo

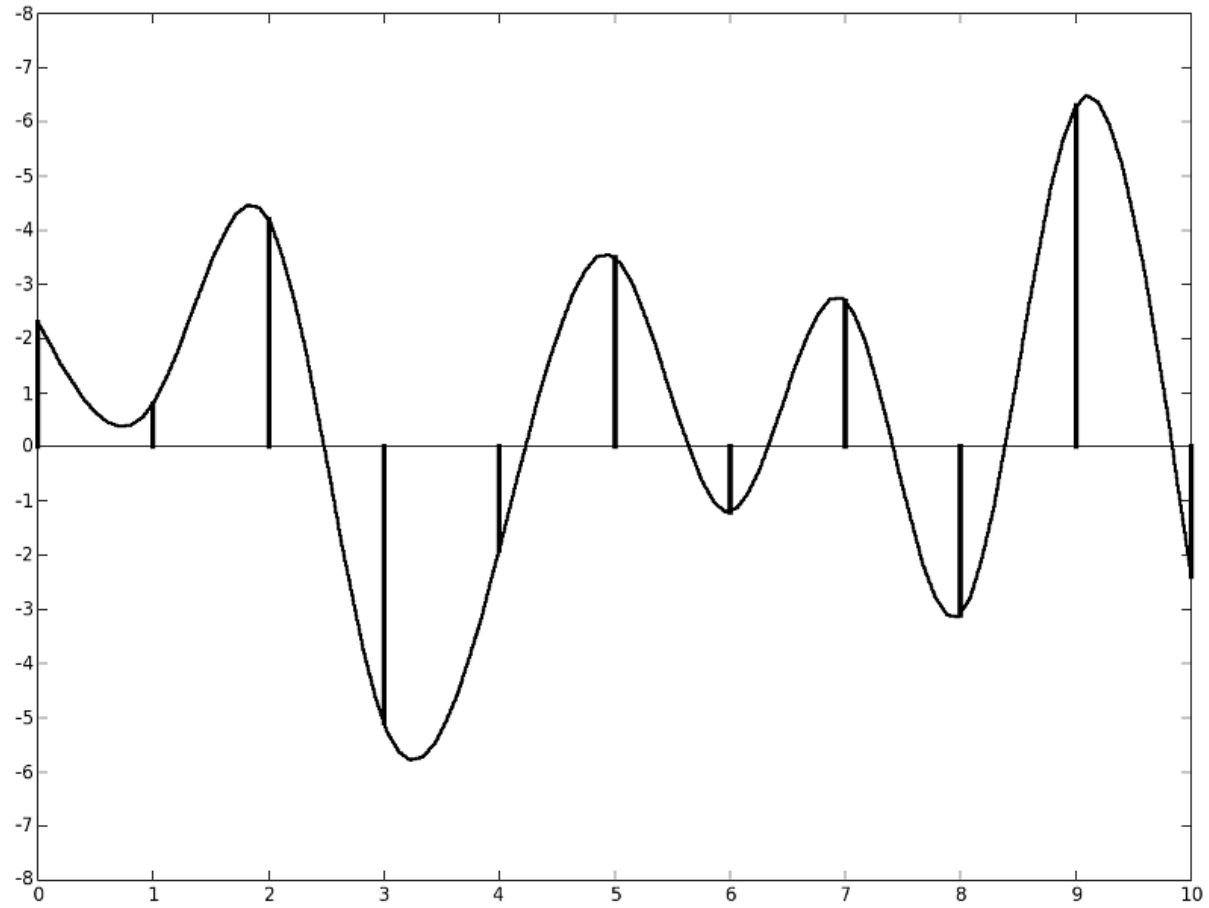
señales continuas

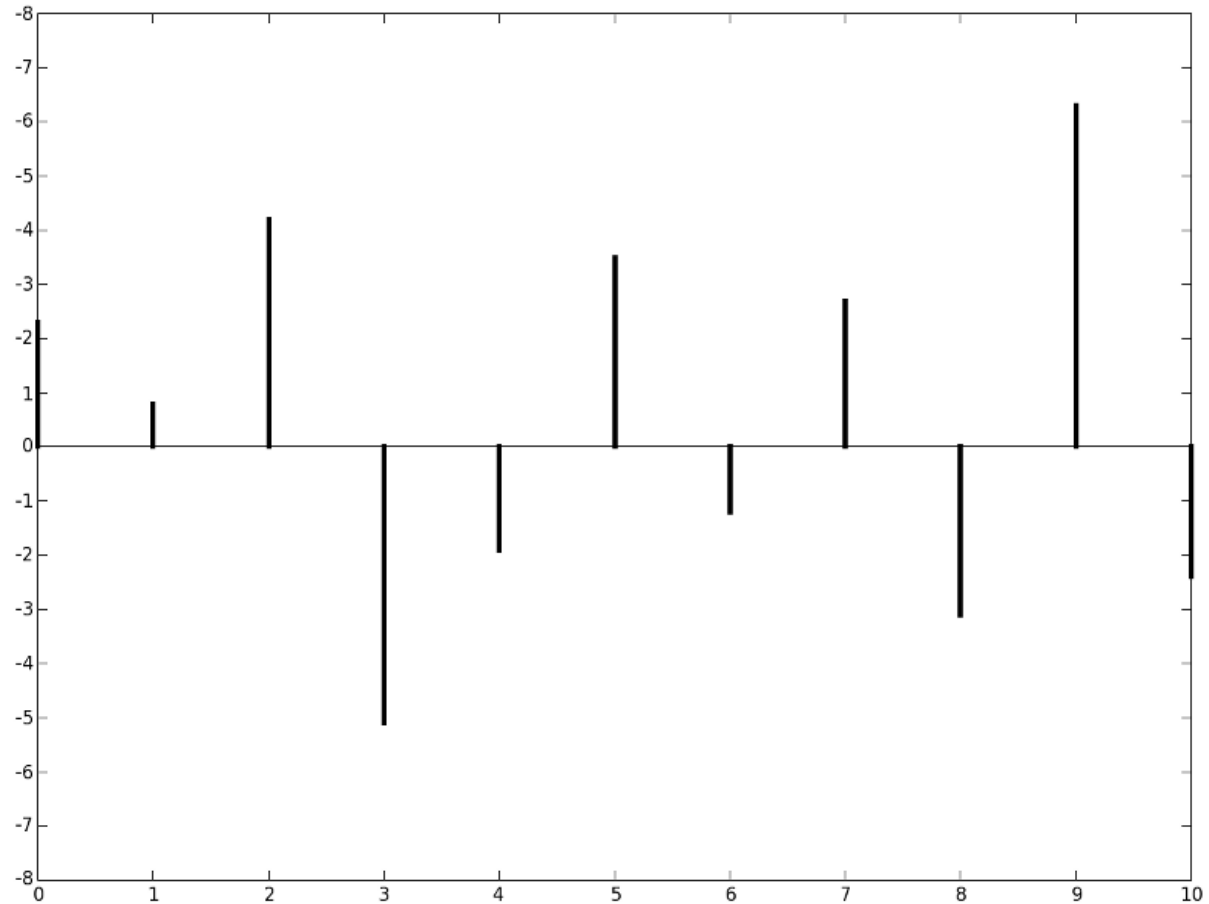


señales discretas

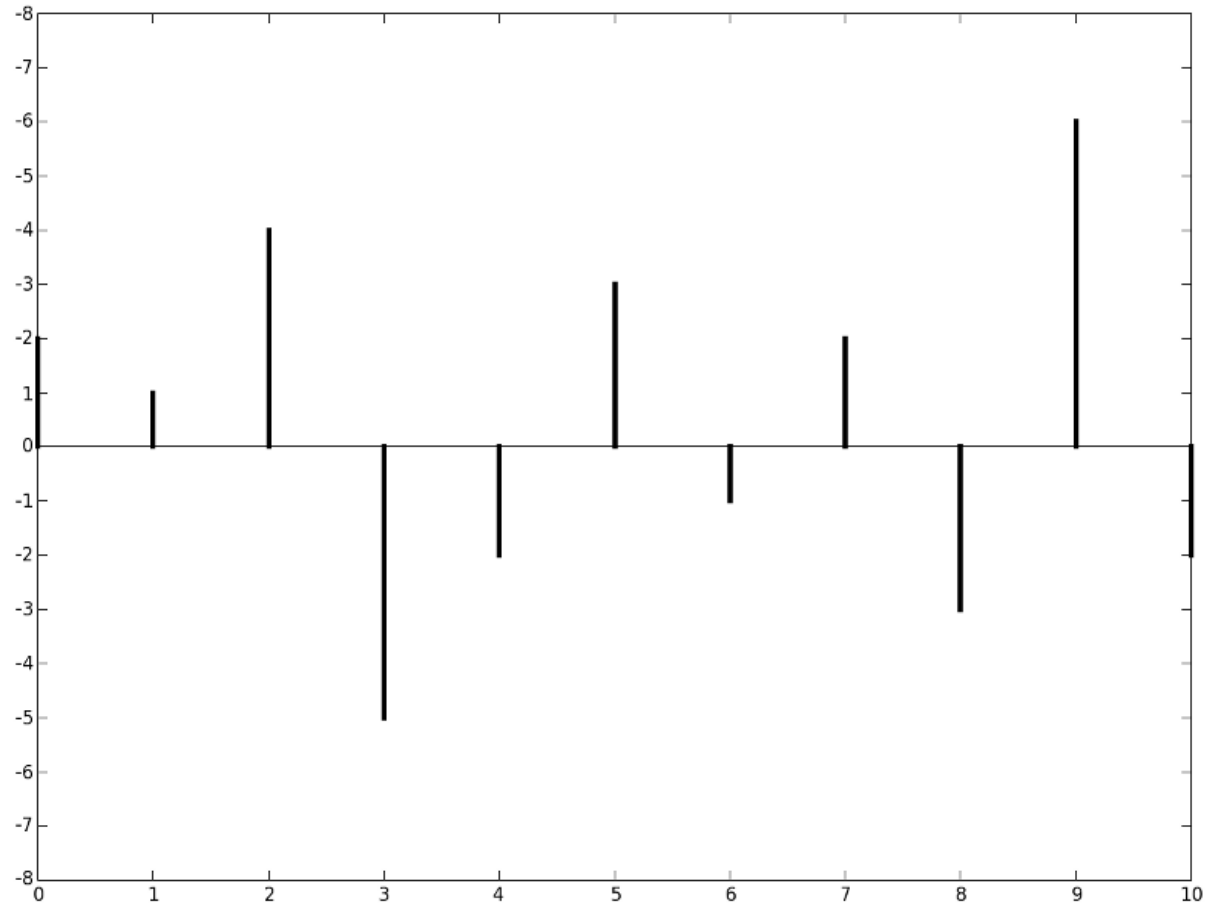


muestreo





$x[n]$



señal cuantizada

señal ← proceso



estadística

probabilidad

media o promedio (DC)

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} x_i$$

desviación

- desviación

$$|x_i - \mu|$$

- desviación promedio

$$\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} |x_i - \mu|$$

varianza (σ^2) y desviación estándar (σ)

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (x_i - \mu)^2$$

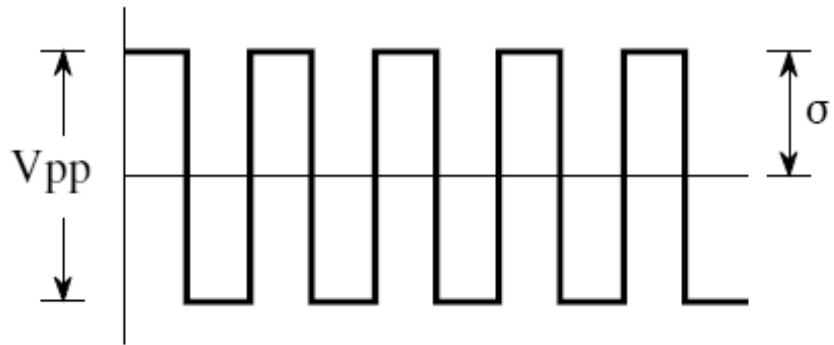
$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (x_i - \mu)^2}$$

σ^2 y σ muestrales

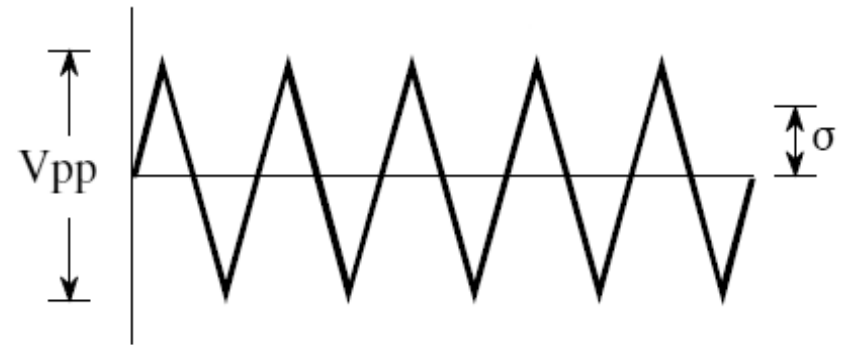
$$\sigma^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=0}^{N-1} (x_i - \mu)^2$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=0}^{N-1} (x_i - \mu)^2}$$

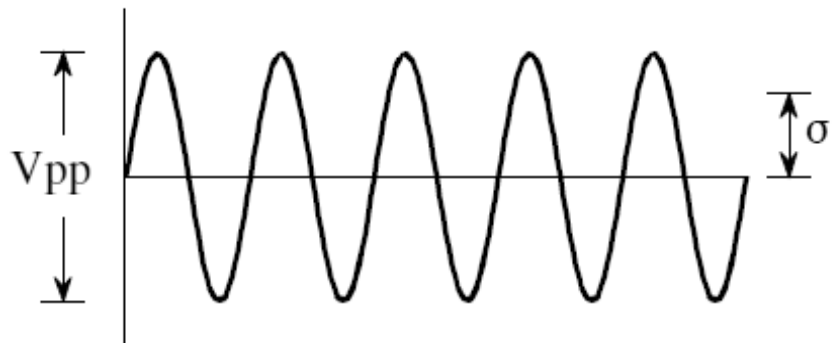
a. Onda cuadrada, $V_{pp} = 2\sigma$



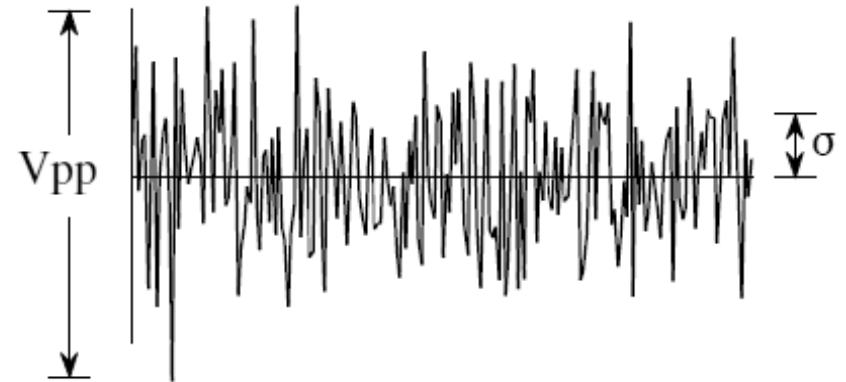
b. Onda triangular, $V_{pp} = \sqrt{12}\sigma$



c. Onda Seno, $V_{pp} = 2\sqrt{2}\sigma$



d. Ruido aleatorio, $V_{pp} \approx 6-8\sigma$

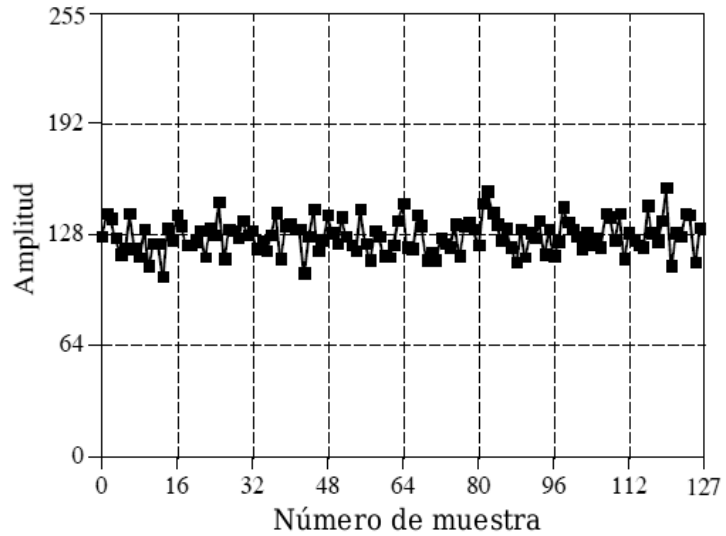


RMS (root mean square)

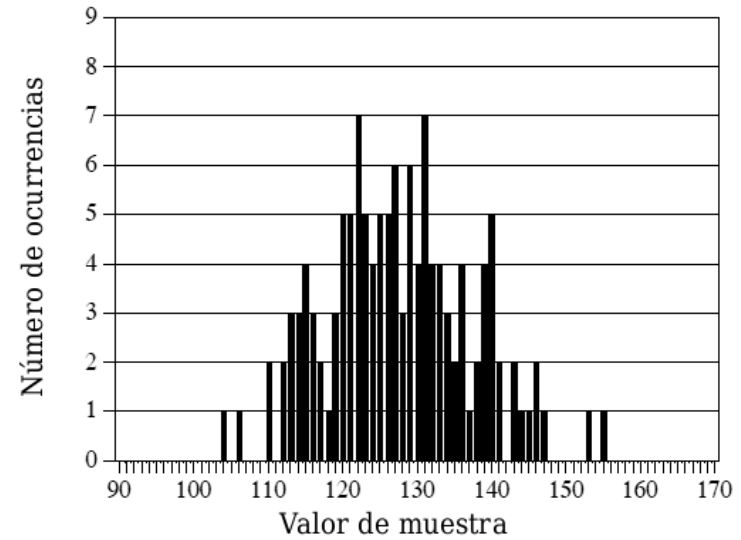
$$RMS = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (x_i)^2}$$

histograma

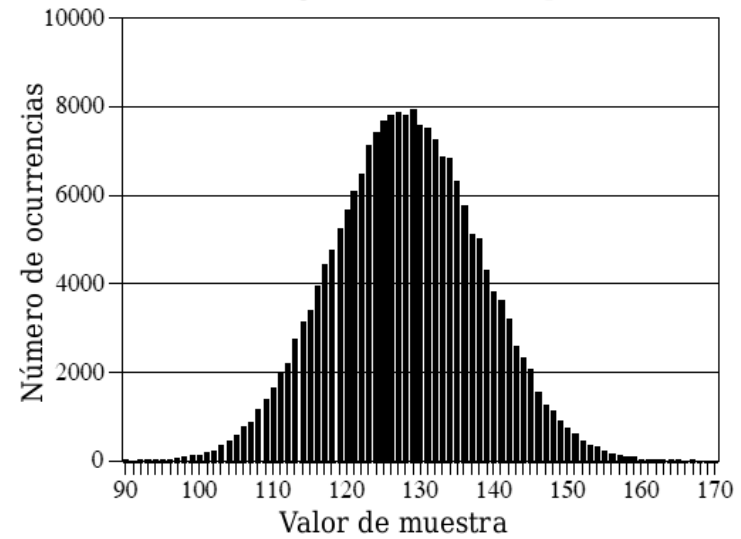
a. 128 muestras de una señal de 8 bits



b. Histograma de 128 puntos



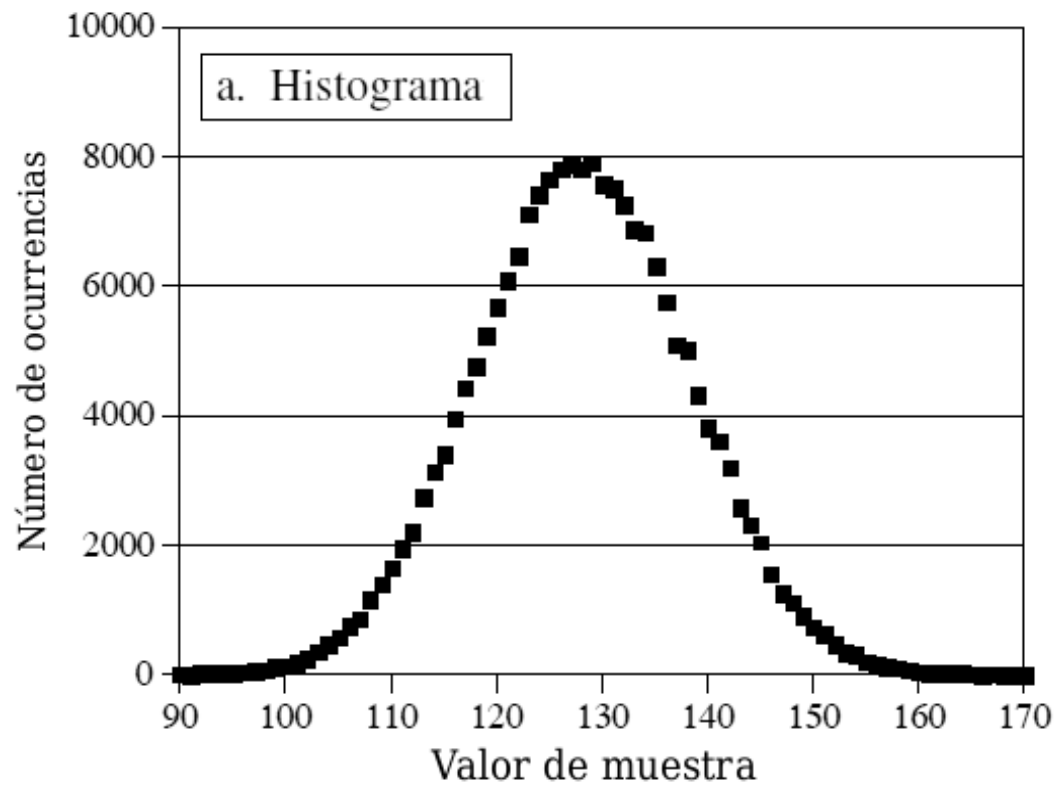
c. Histograma de 256.000 puntos



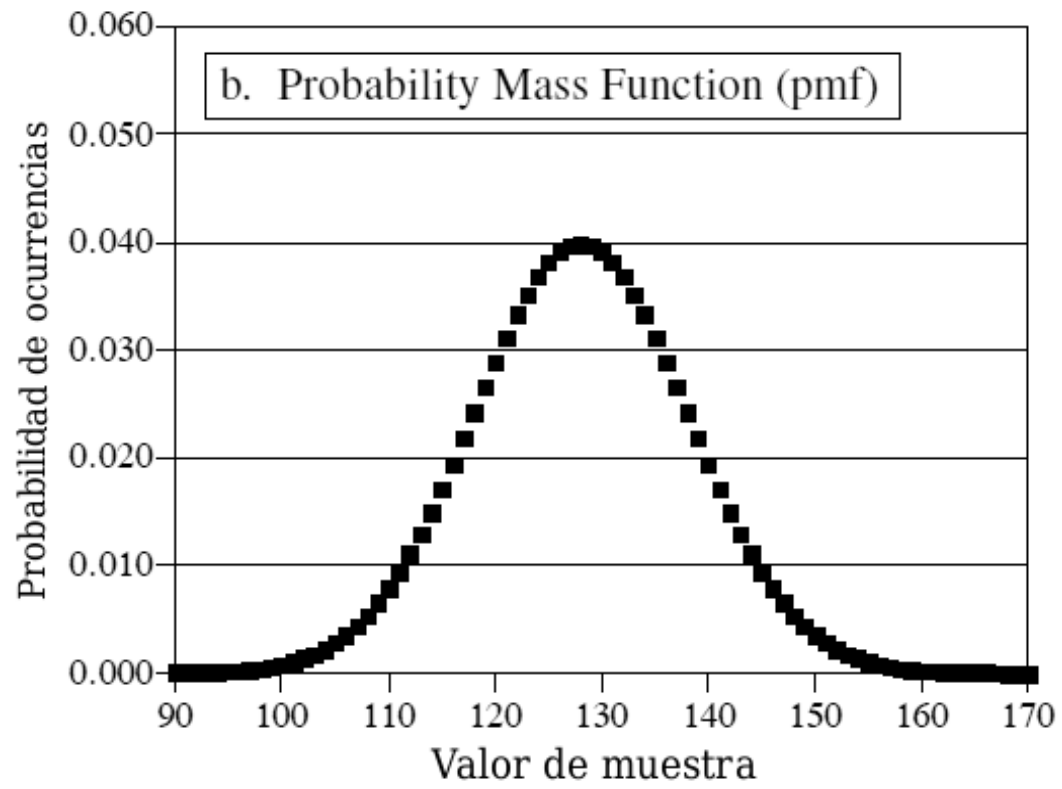
μ y σ a partir del histograma

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{M-1} i H_i$$

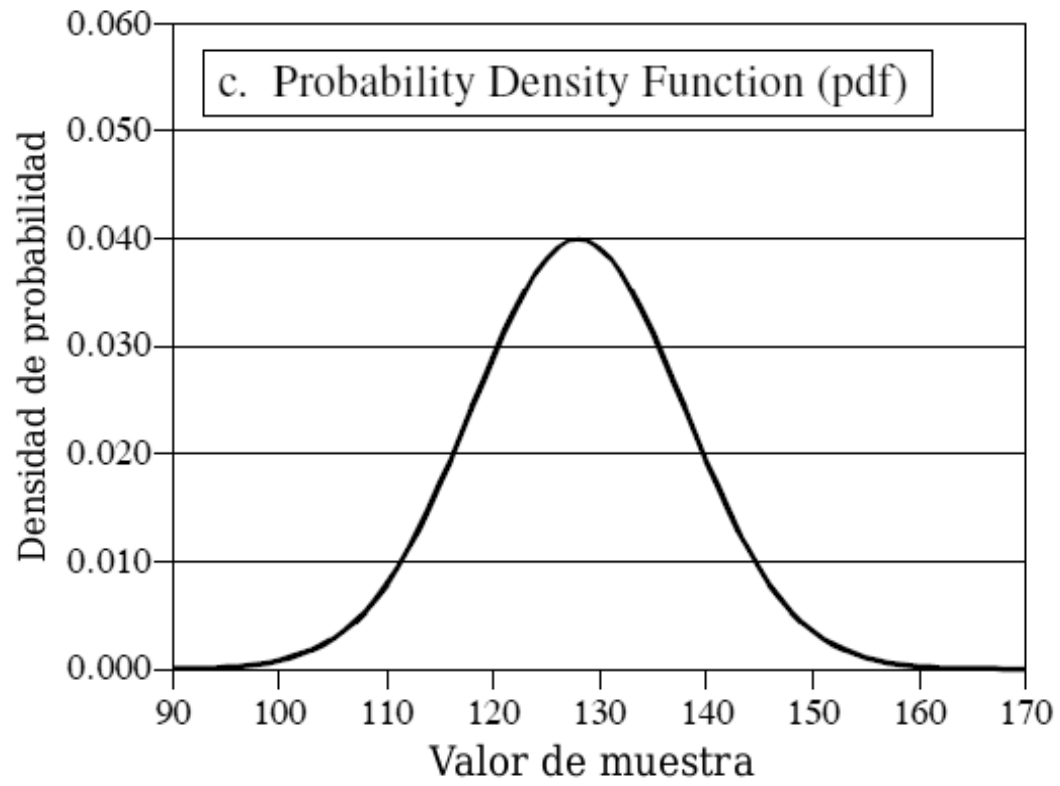
$$\sigma^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=0}^{M-1} (i - \mu)^2 H_i$$



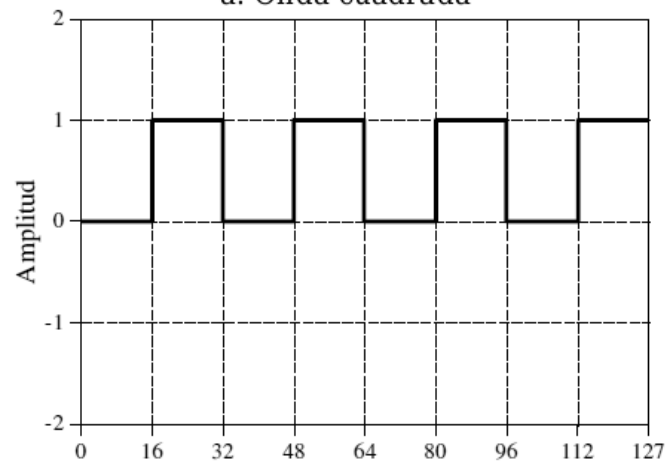
pmf



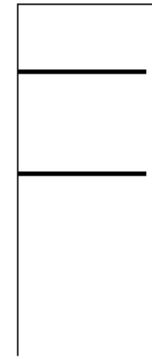
pdf



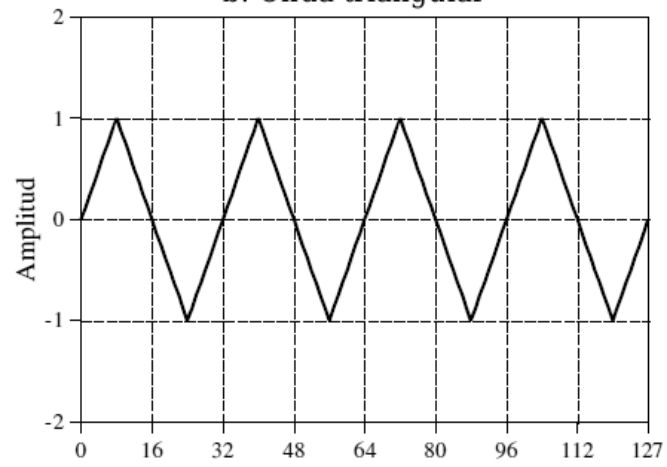
a. Onda cuadrada



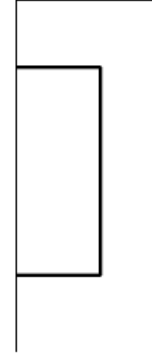
pdf



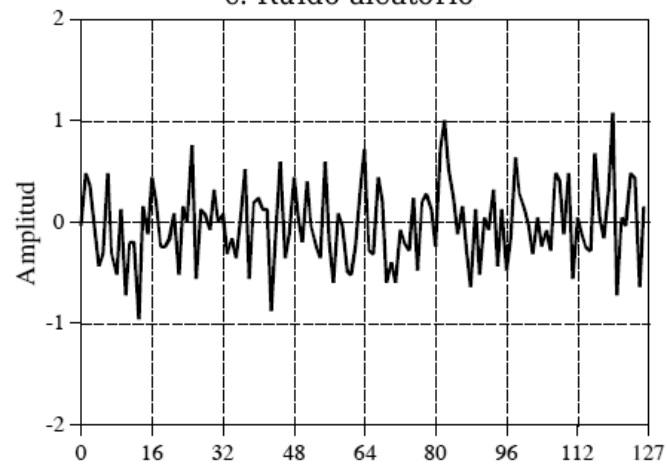
b. Onda triangular



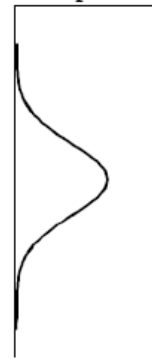
pdf



c. Ruido aleatorio



pdf



decibel (dB)

$$B = \log_{10} \frac{P_2}{P_1}$$

$$\text{dB} = 10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1}$$

$$\text{dB} = 20 \log_{10} \frac{A_2}{A_1}$$

relación señal-ruido (SNR)

- cociente entre la potencia P_s de una señal (información significativa) y la Potencia P_r del ruido (señal no deseada)

relación señal-ruido (SNR)

- cociente entre la potencia P_s de una señal (información significativa) y la Potencia P_r del ruido (señal no deseada)
- expresado en dB:

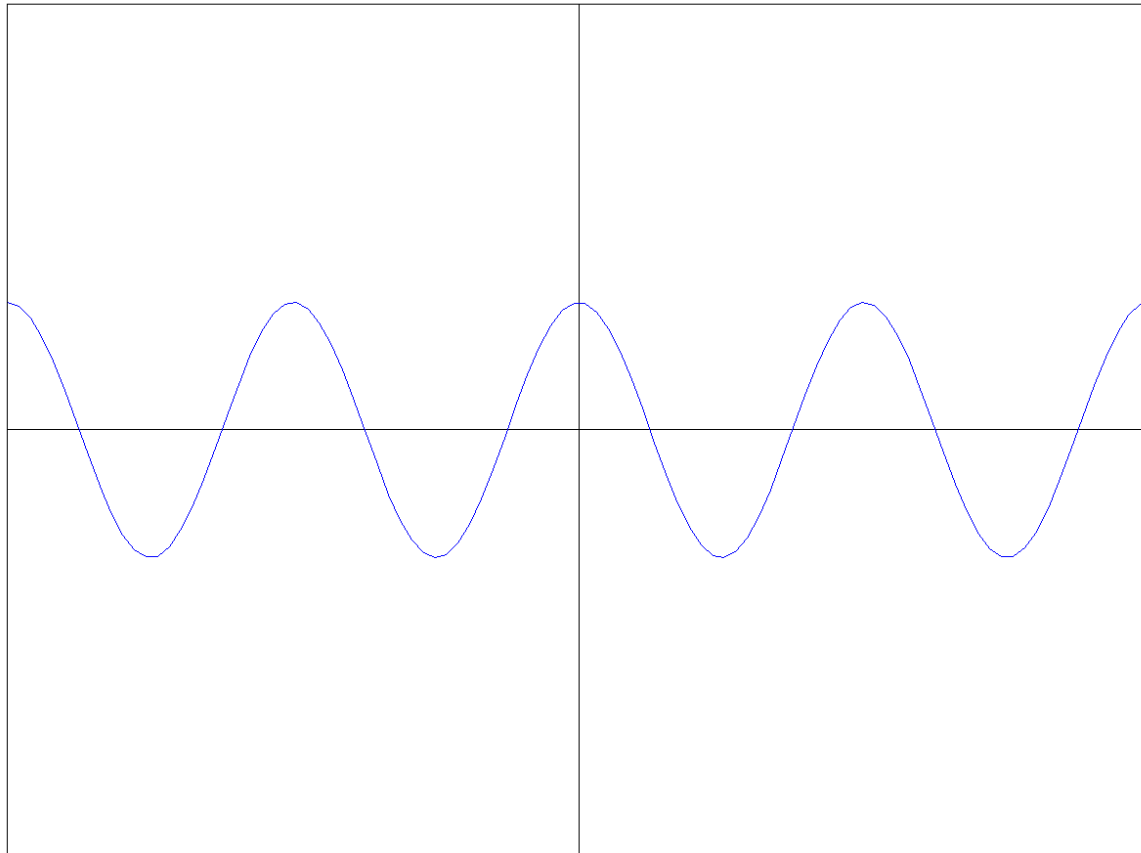
$$SNR_{dB} = 20 \log \left(\frac{A_s}{A_r} \right)$$

señales especiales

señales pares / impares

- señal par (simétrica)

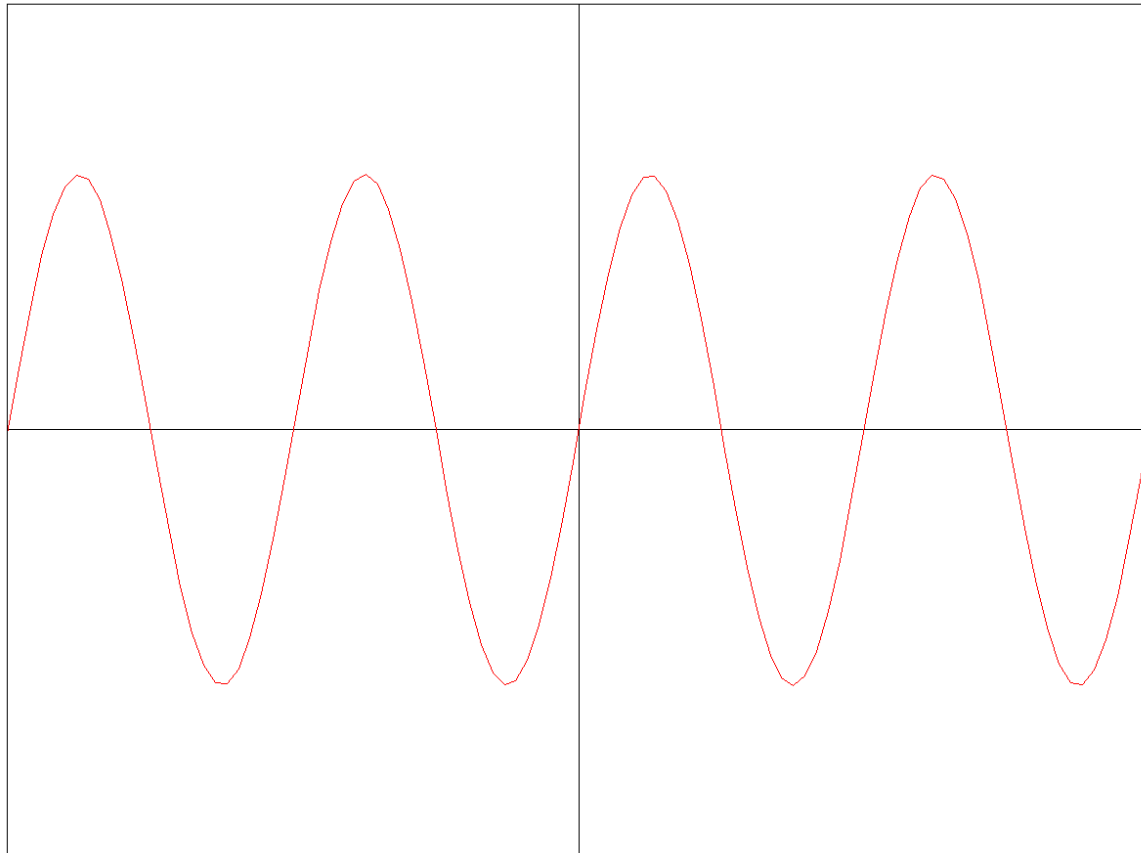
$$x[-n] = x[n]$$



señales pares / impares

- señal impar (antisimétrica)

$$x[-n] = -x[n]$$

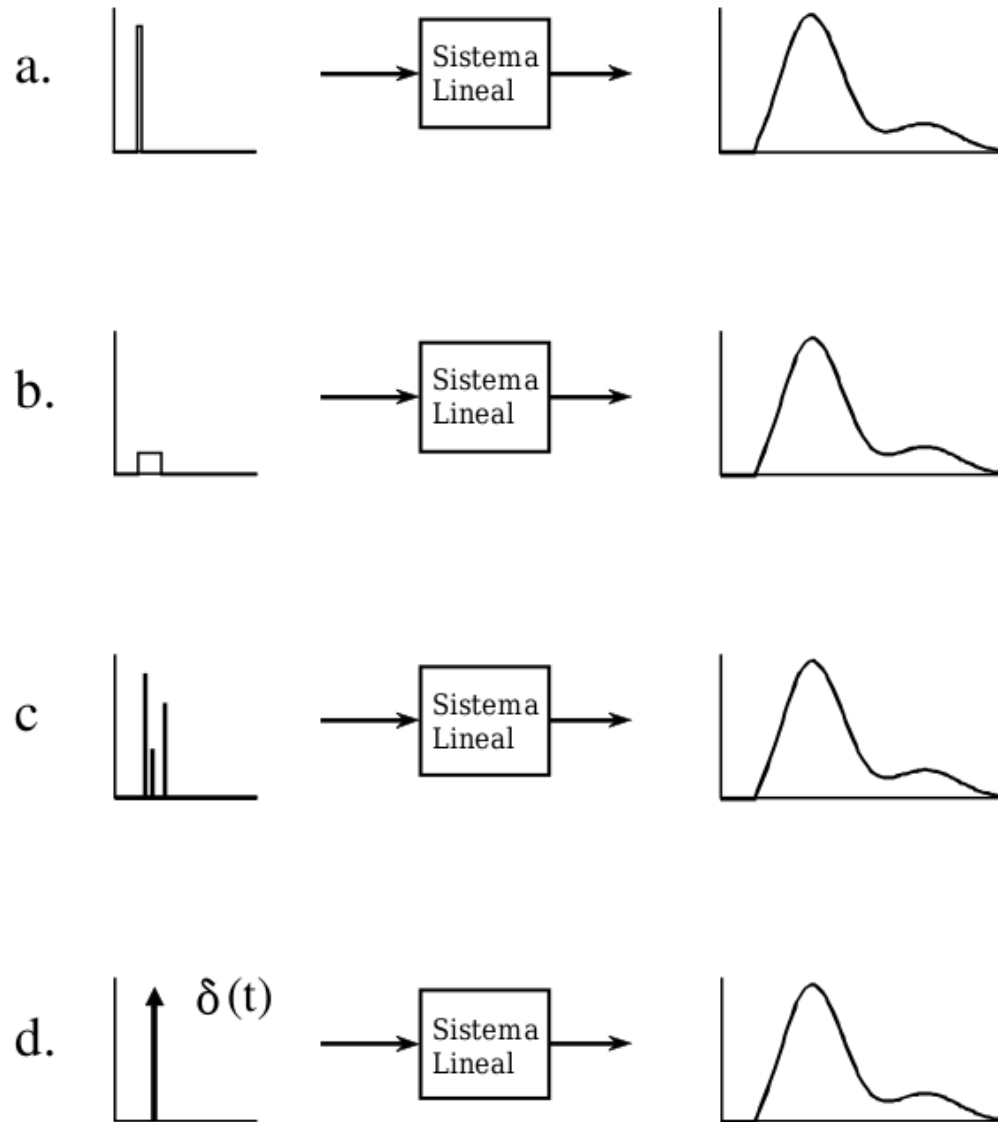


señales periódicas

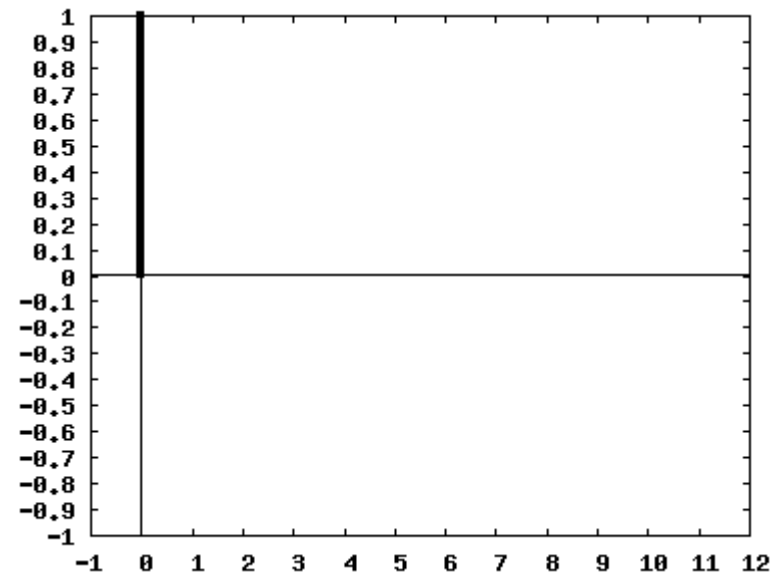
$$x(t) = x(t + T)$$

$$x[n] = x[n + N]$$

impulsos

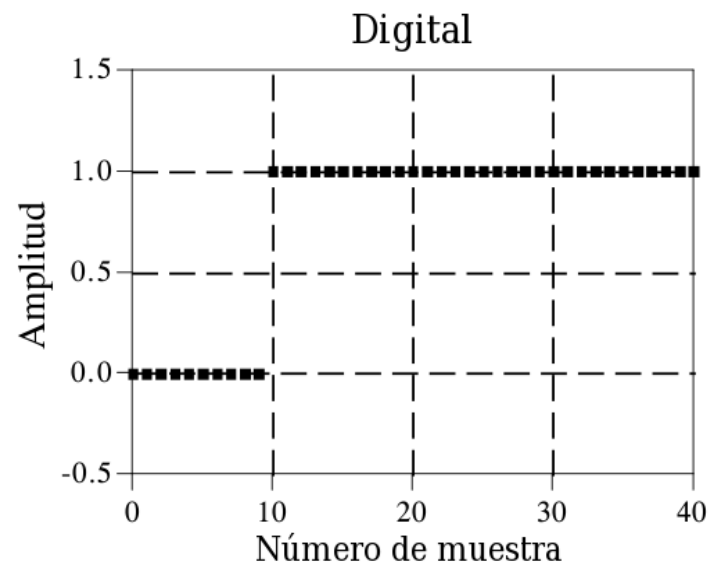
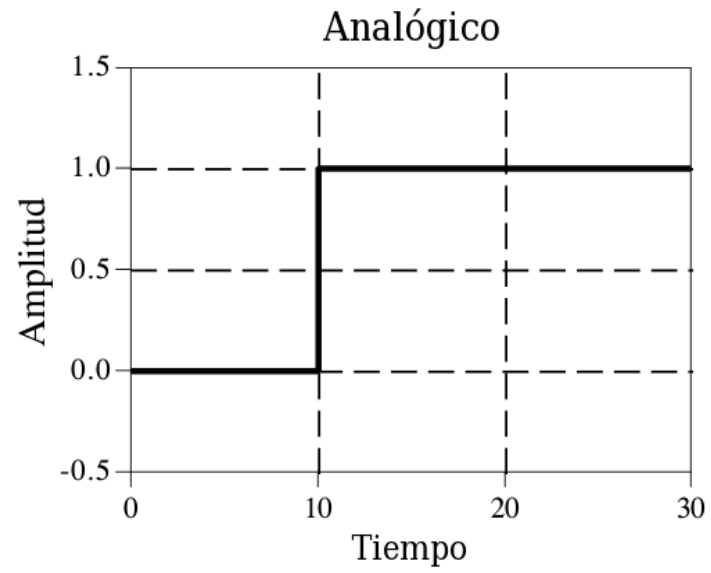


δ - impulso delta



$$\delta(n) = \begin{cases} 1, & \text{para } n = 0 \\ 0, & \text{para } n \neq 0 \end{cases}$$

escalón



descomposición de señales

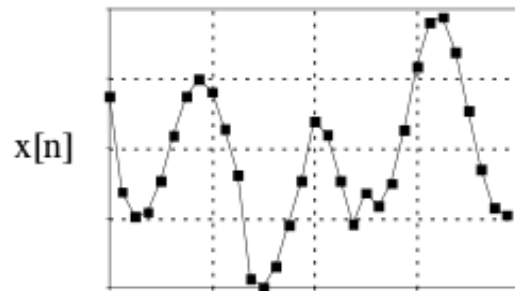
descomposición de señales

descomposición de una señal compleja en señales simples

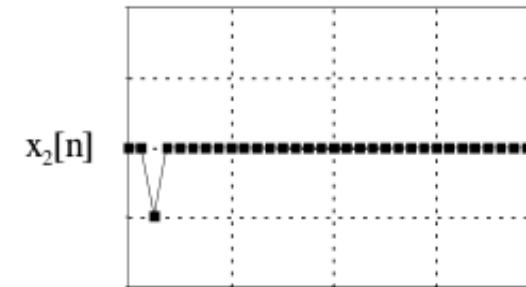
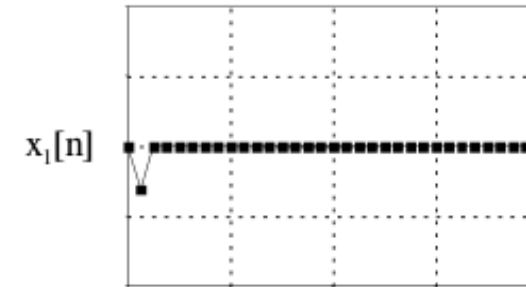
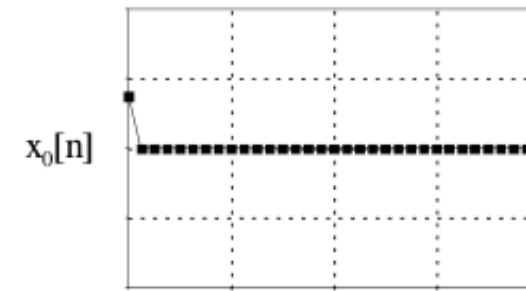
$$x[n] \longrightarrow x_0[n], x_1[n], x_2[n], x_3[n], \dots x_N[n]$$

tal que

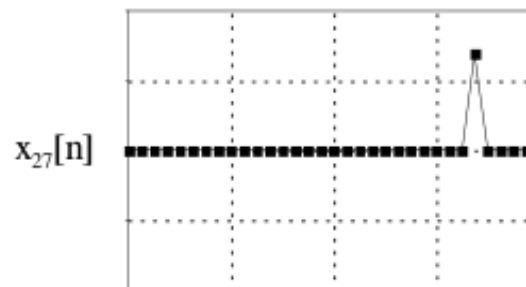
$$x_0[n] + x_1[n] + x_2[n] + x_3[n] + \dots x_N[n] = x[n]$$



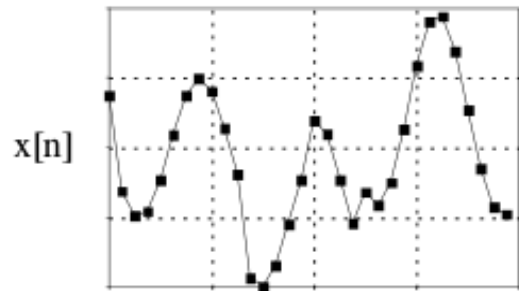
Descomposición
en Impulsos



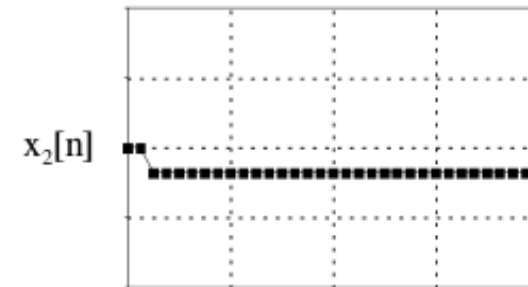
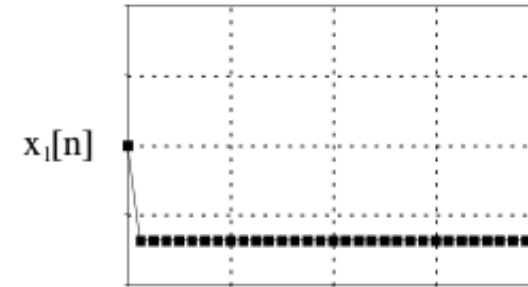
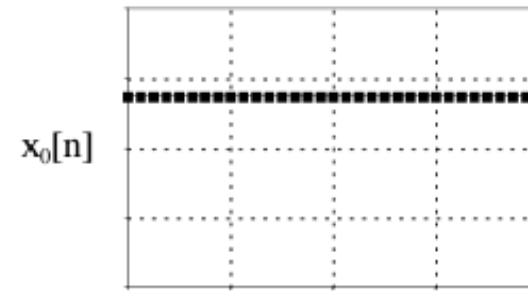
⋮



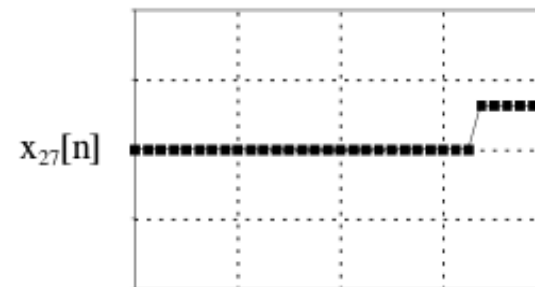
⋮



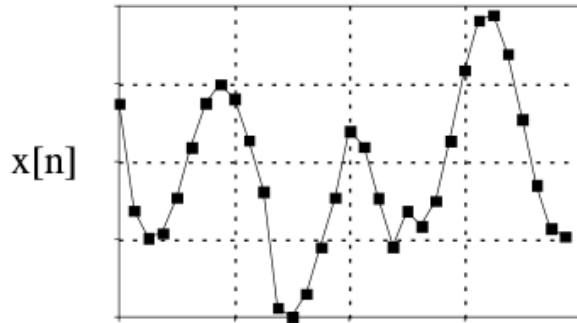
Descomposición
en Escalones



⋮



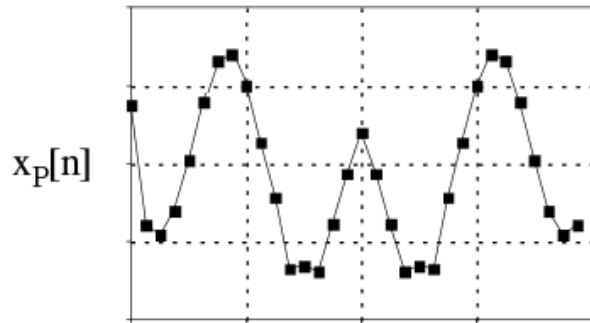
⋮



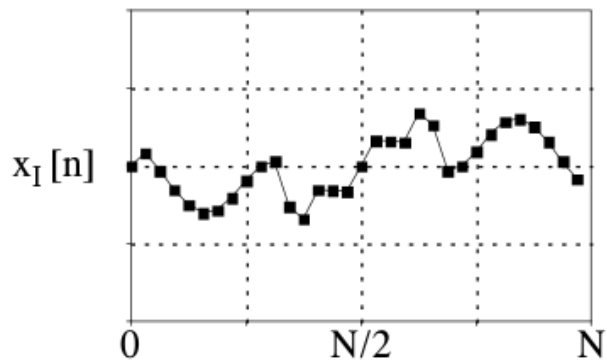
Descomposición
Par/Impar



simetría par

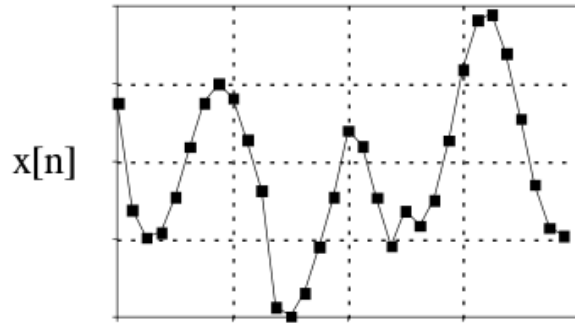


simetría impar



$$x_P[n] = \frac{x[n] + x[N-n]}{2}$$

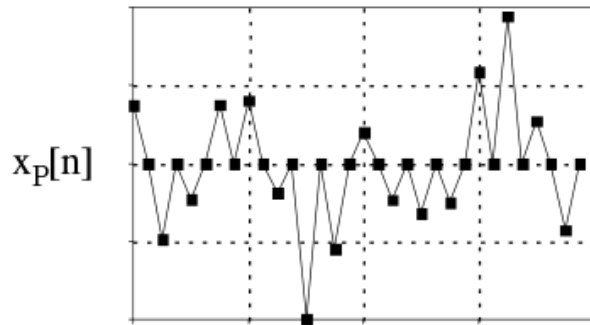
$$x_I[n] = \frac{x[n] - x[N-n]}{2}$$



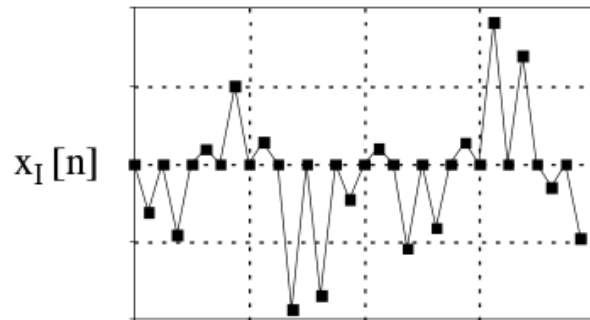
Descomposición
Interlaceada

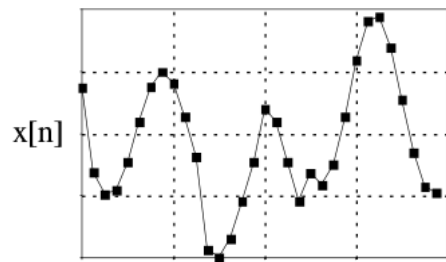


muestras pares



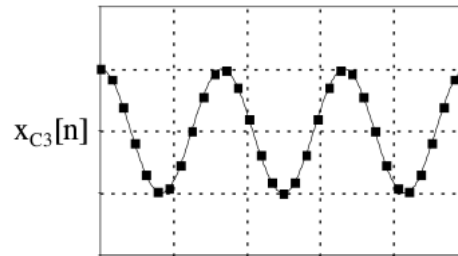
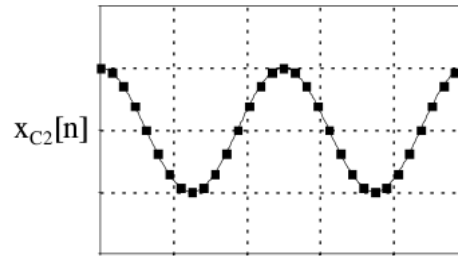
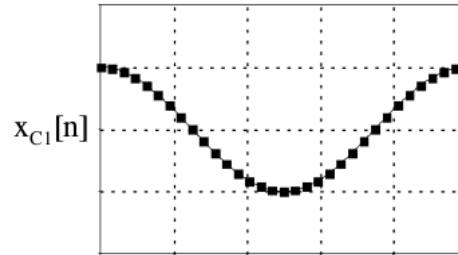
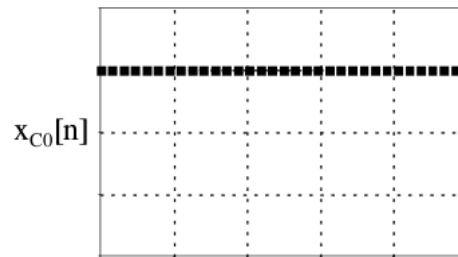
muestras impares



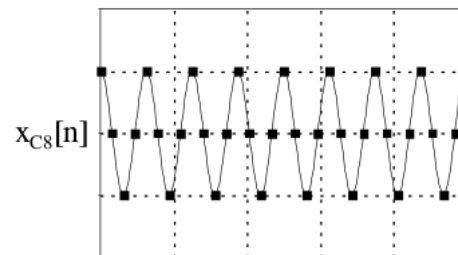


Descomposición de Fourier

cosenos

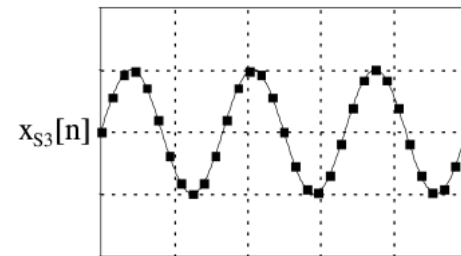
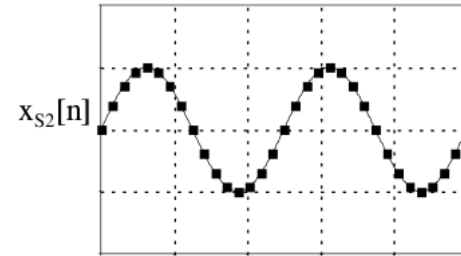
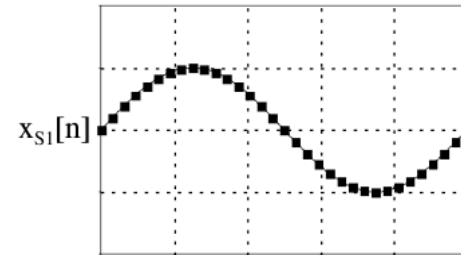
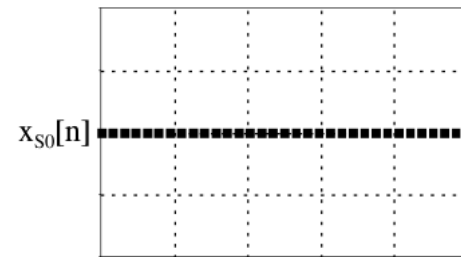


⋮

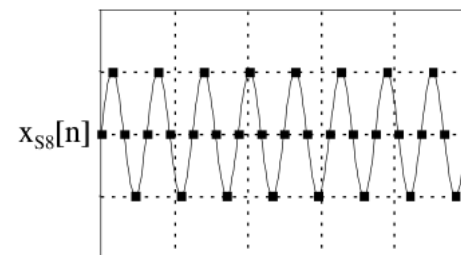


⋮

senos



⋮



⋮

ancho de banda de una señal

- la diferencia entre las frecuencias mínima y máxima presentes en una señal

ancho de banda

- la diferencia entre las frecuencias mínima y máxima presentes en una señal
- se mide en Hz

ancho de banda

- la diferencia entre las frecuencias mínima y máxima presentes en una señal
- se mide en Hz
- mide el rango de frecuencias que ocupa la señal en el espectro

ancho de banda

- la diferencia entre las frecuencias mínima y máxima presentes en una señal
- se mide en Hz
- mide el rango de frecuencias que ocupa la señal en el espectro
- si la frecuencia mínima = 0, el ancho de banda coincide con la frecuencia más alta presente en la señal

ancho de banda

- la diferencia entre las frecuencias mínima y máxima presentes en una señal
- se mide en Hz
- mide el rango de frecuencias que ocupa la señal en el espectro
- si la frecuencia mínima = 0, el ancho de banda coincide con la frecuencia más alta presente en la señal
- el ancho de banda de una señal puede estar limitado, o ser infinito