

Introducción a la Teoría del Procesamiento Digital de Señales de Audio

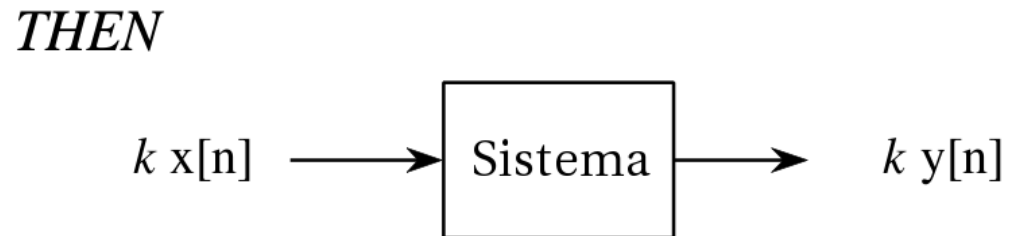
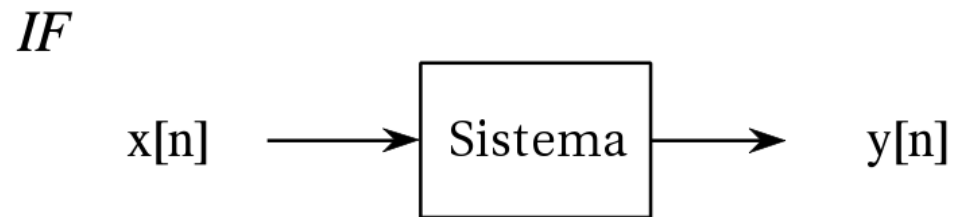
clase 2

sistemas



sistema lineal

- homogéneo (propiedad de escalado)



sistema lineal

- aditivo

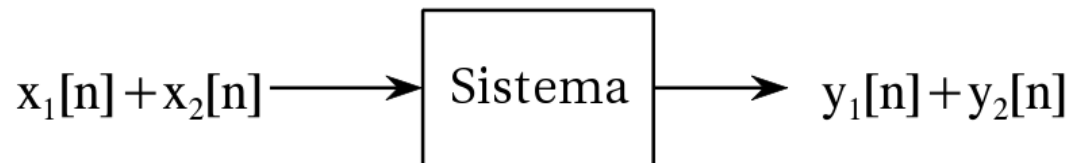
IF



AND IF



THEN



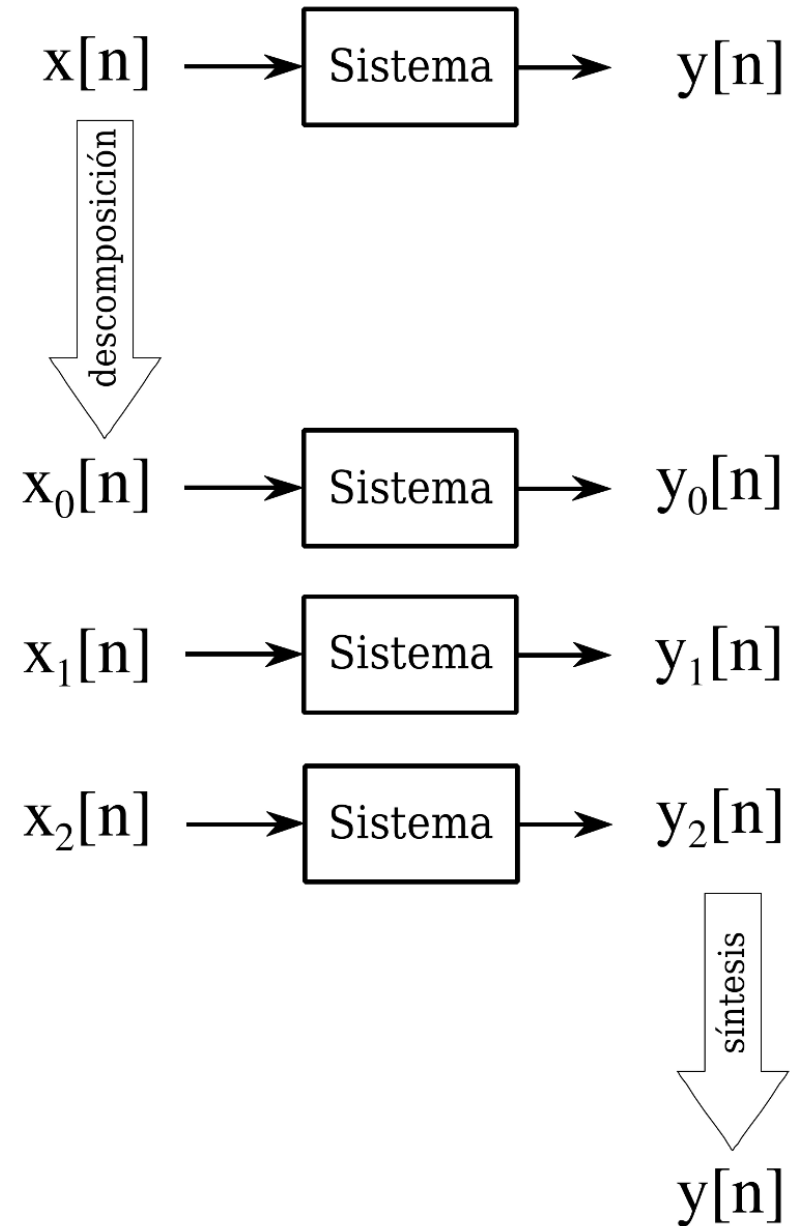
sistema lineal

- propiedad de superposición

$$x_i[n] \longrightarrow y_i[n]$$

$$\sum_i k_i x_i[n] \longrightarrow \sum_i k_i y_i[n]$$

- propiedad de superposición



sistema lineal invariante en el tiempo (LTI)

- invariante en el tiempo

IF



THEN



propiedades de un LTI

- linealidad estática

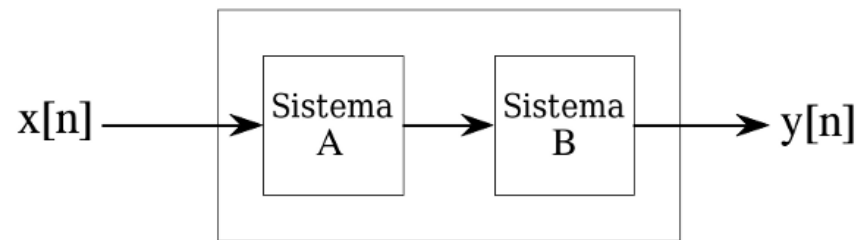
propiedades de un LTI

- linealidad estática
- fidelidad sinusoidal

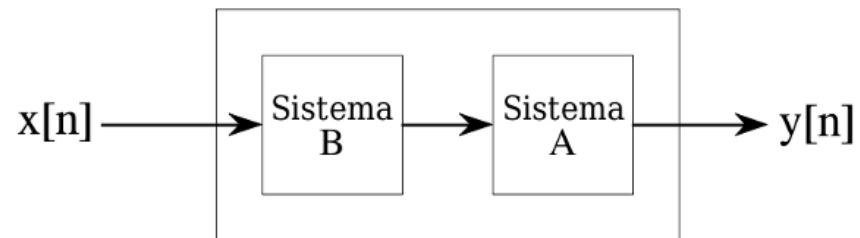
propiedades de un LTI

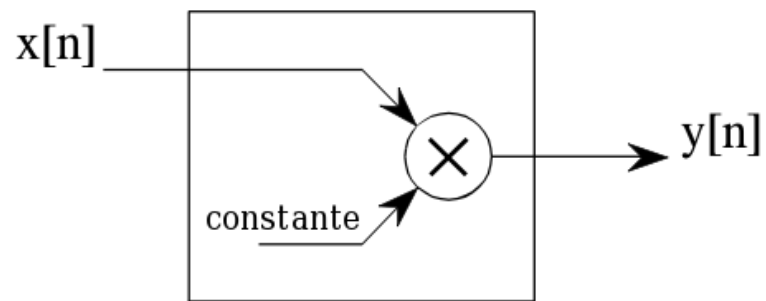
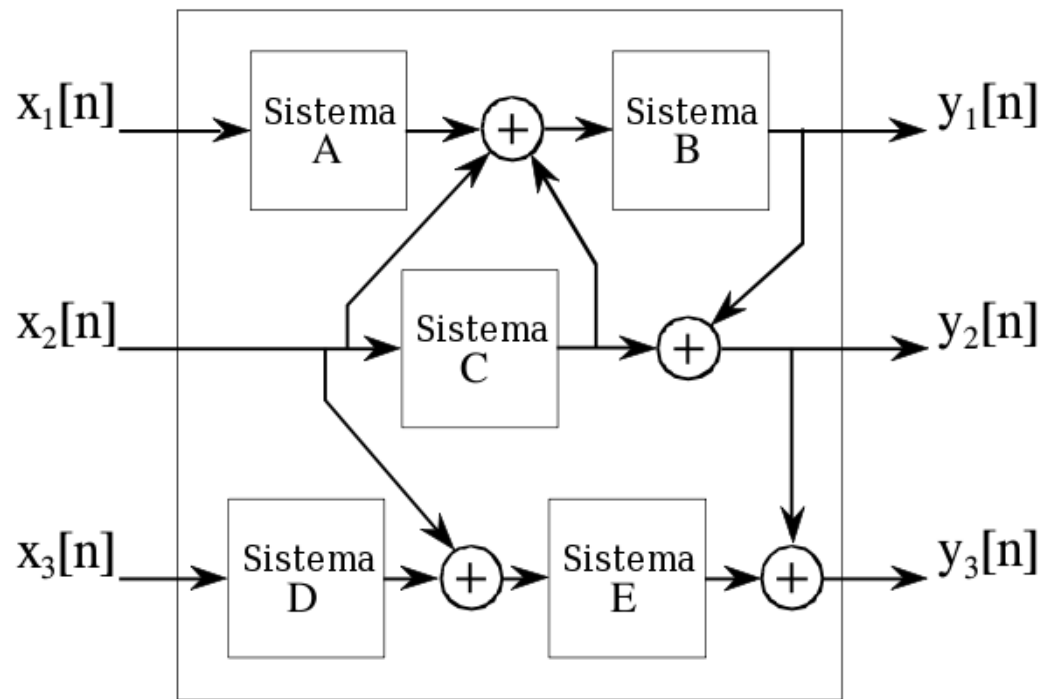
- linealidad estática
- fidelidad sinusoidal
- propiedad conmutativa:

IF



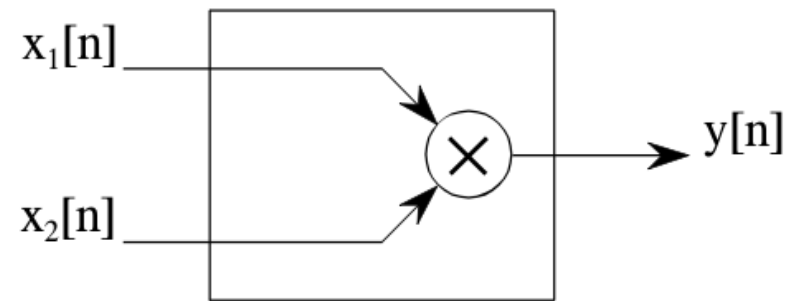
THEN





Lineal

a. Multiplicación por una constante



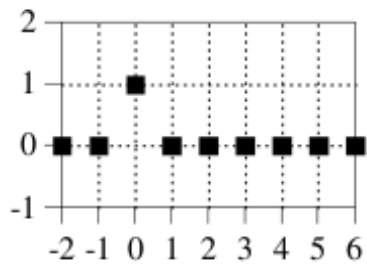
No lineal

b. Multiplicación de dos señales

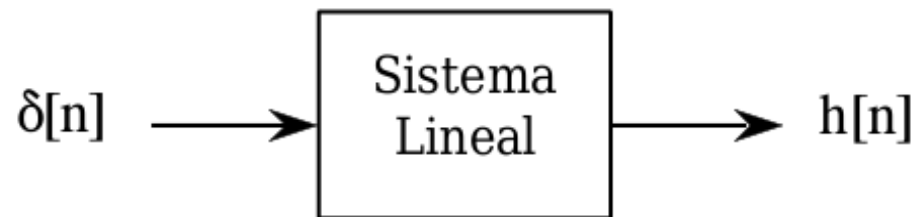
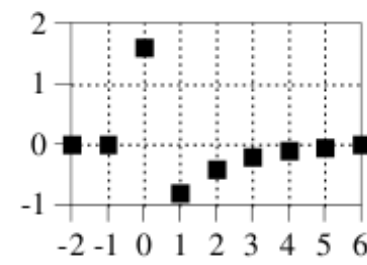
respuesta de un sistema lineal

respuesta al impulso

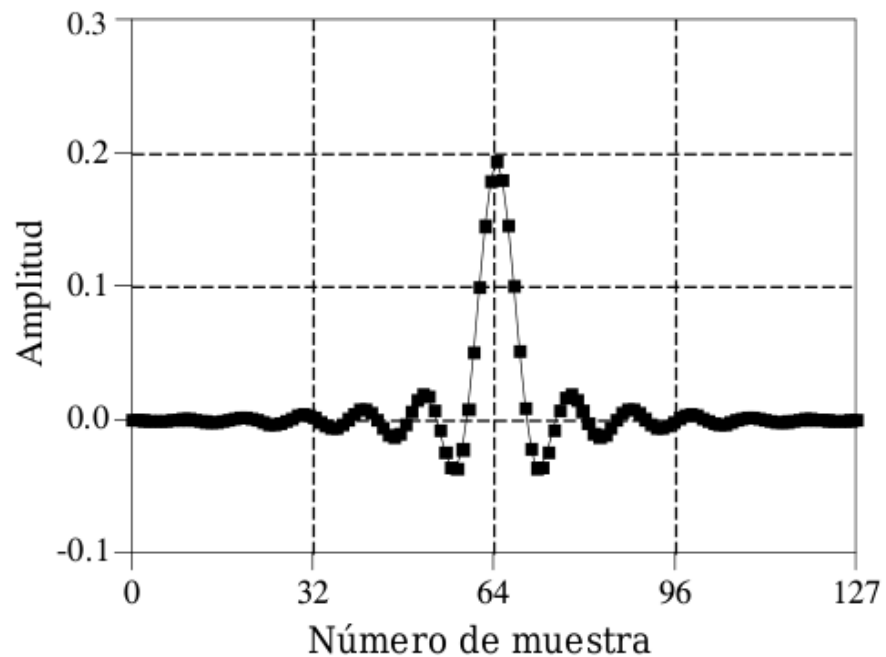
Función
Delta



Respuesta
al Impulso

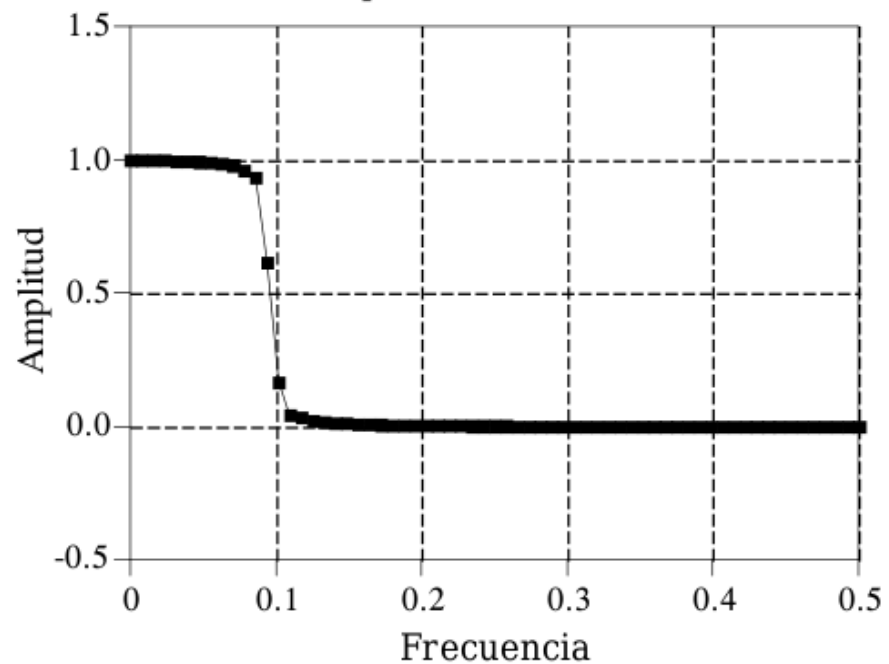


a. Respuesta al Impulso



FFT
➔

b. Respuesta en Frecuencia



digitalización de señales analógicas

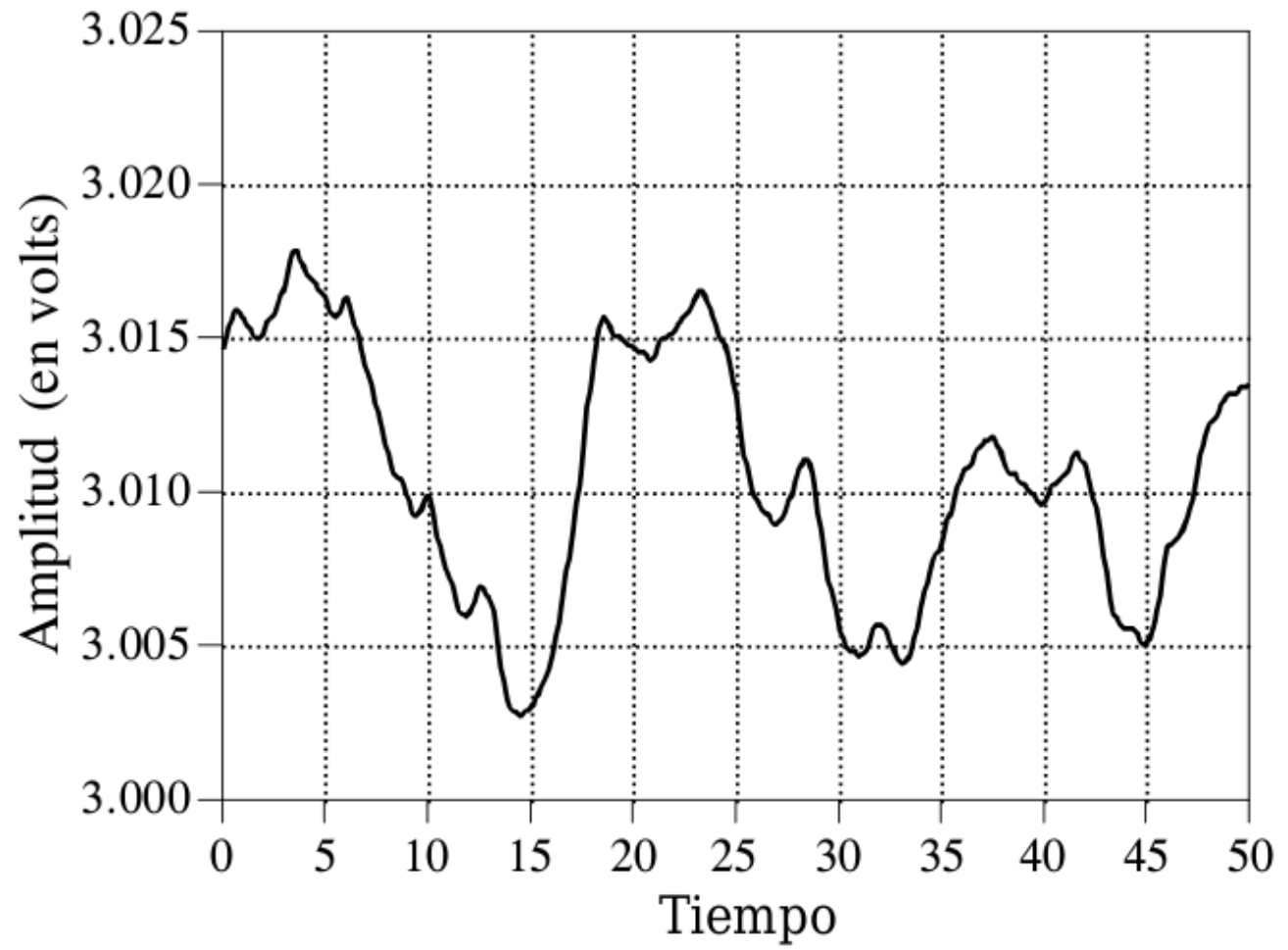
digitalización de señales analógicas

- **muestreo** (pasar de dominio continuo a dominio discreto)

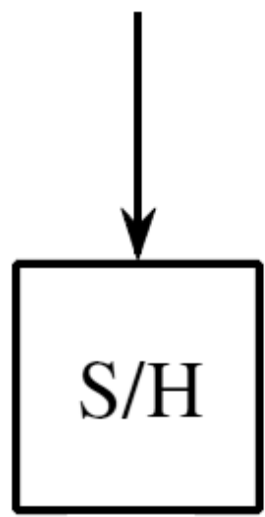
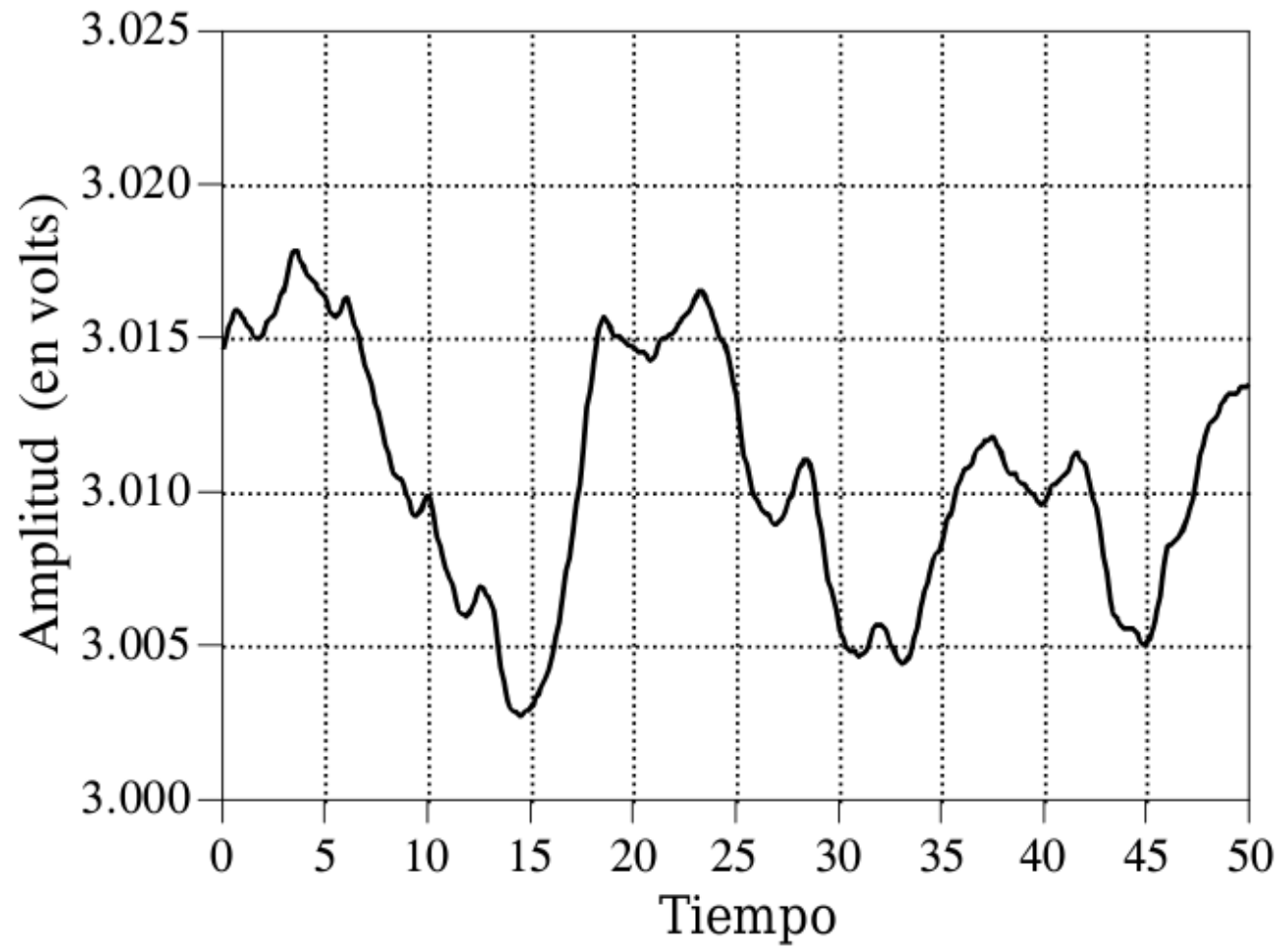
digitalización de señales analógicas

- **muestreo** (pasar de dominio continuo a dominio discreto)
- **cuantización** (pasar de valores continuos a valores discretos de la señal)

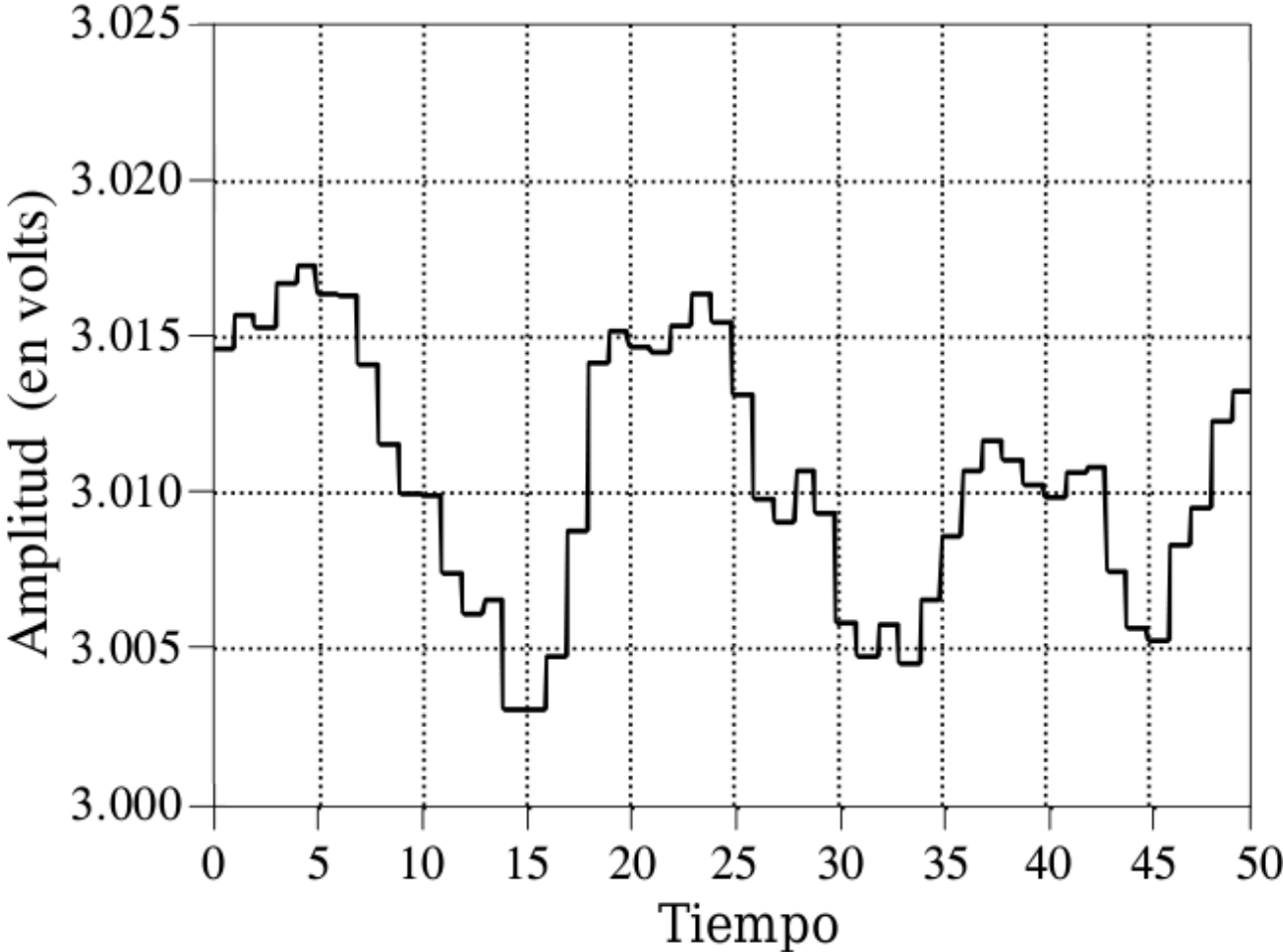
Señal analógica original



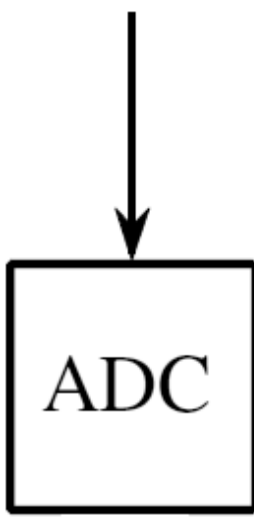
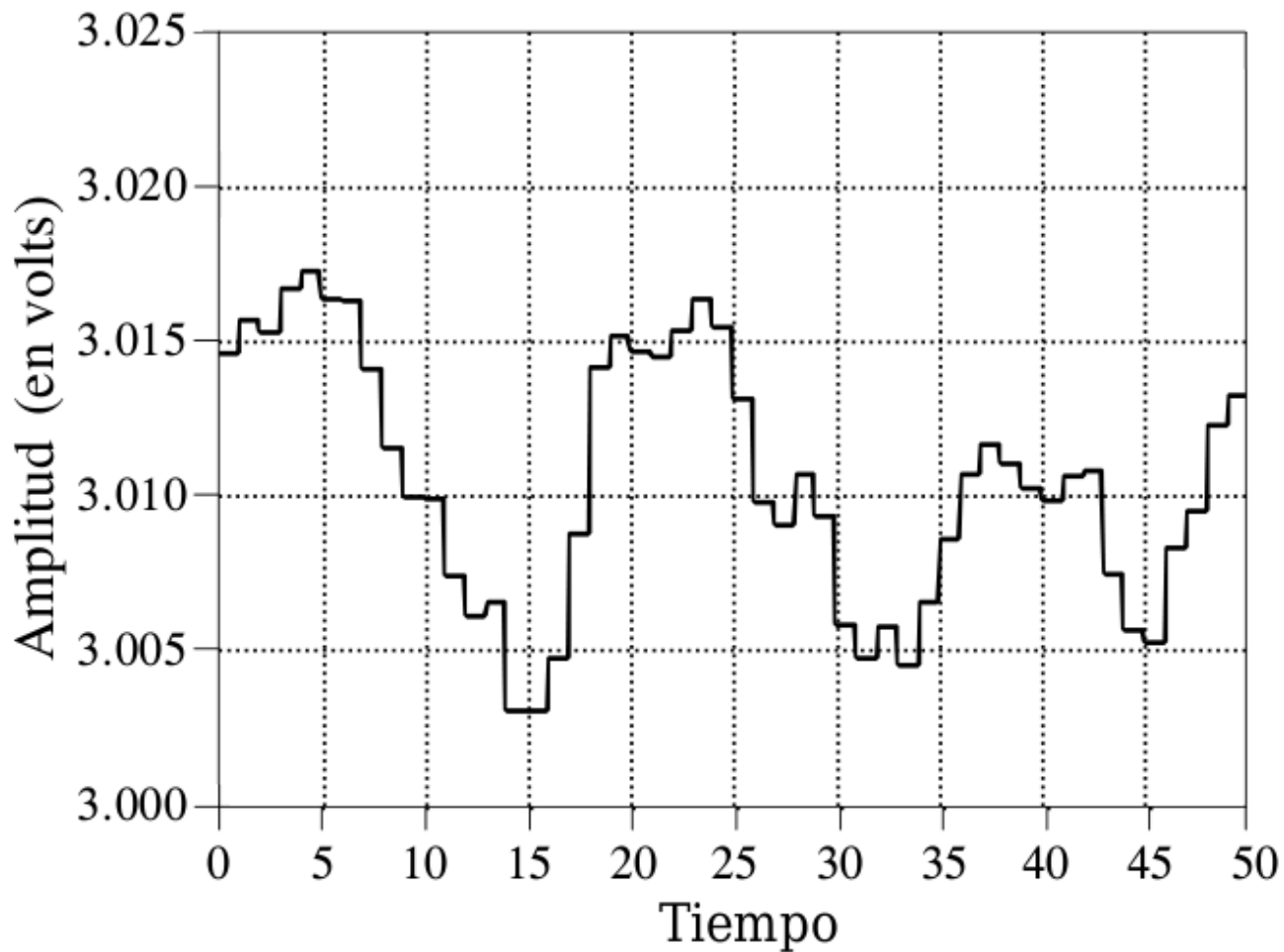
Señal analógica original



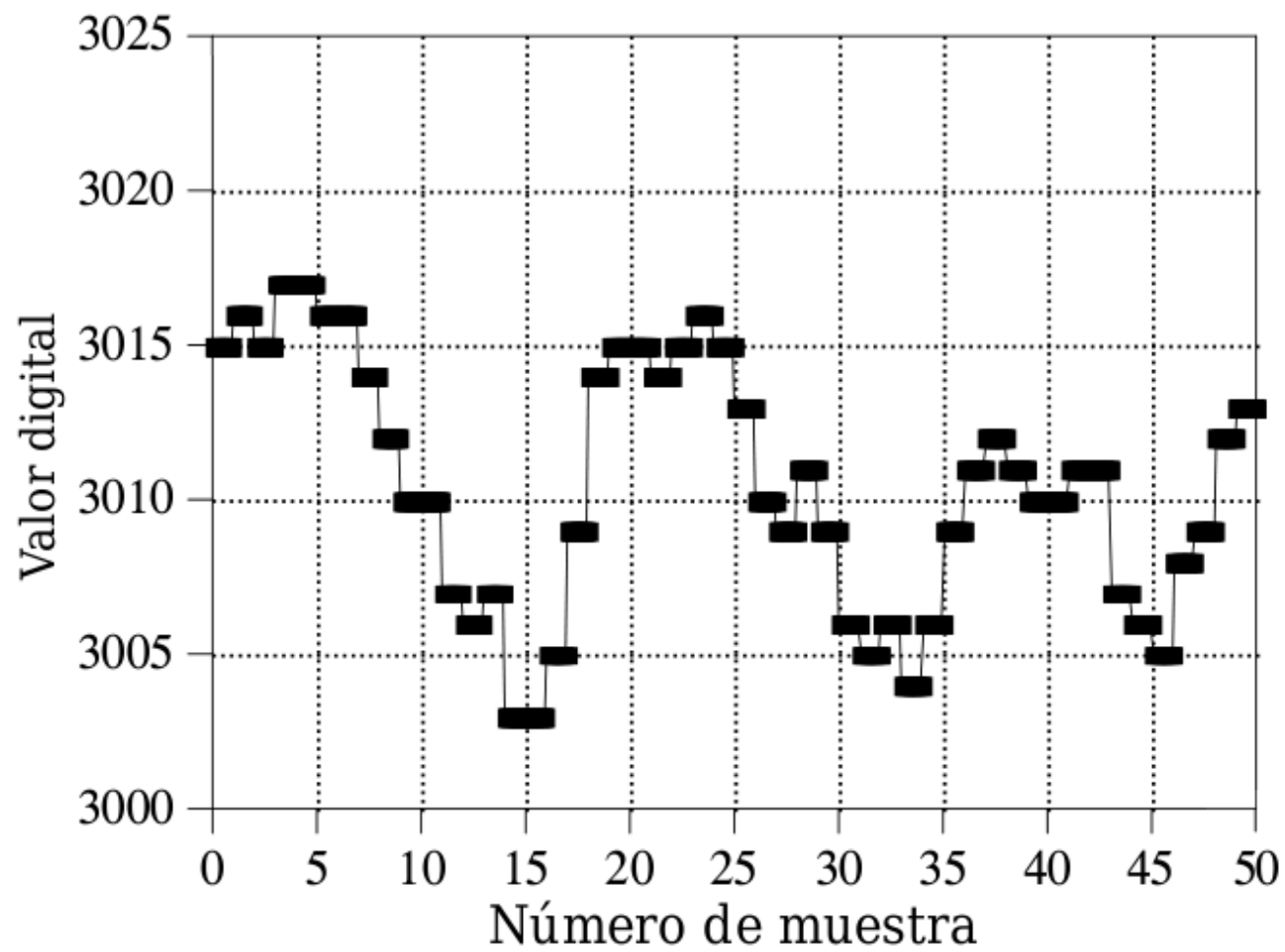
Señal analógica muestreada

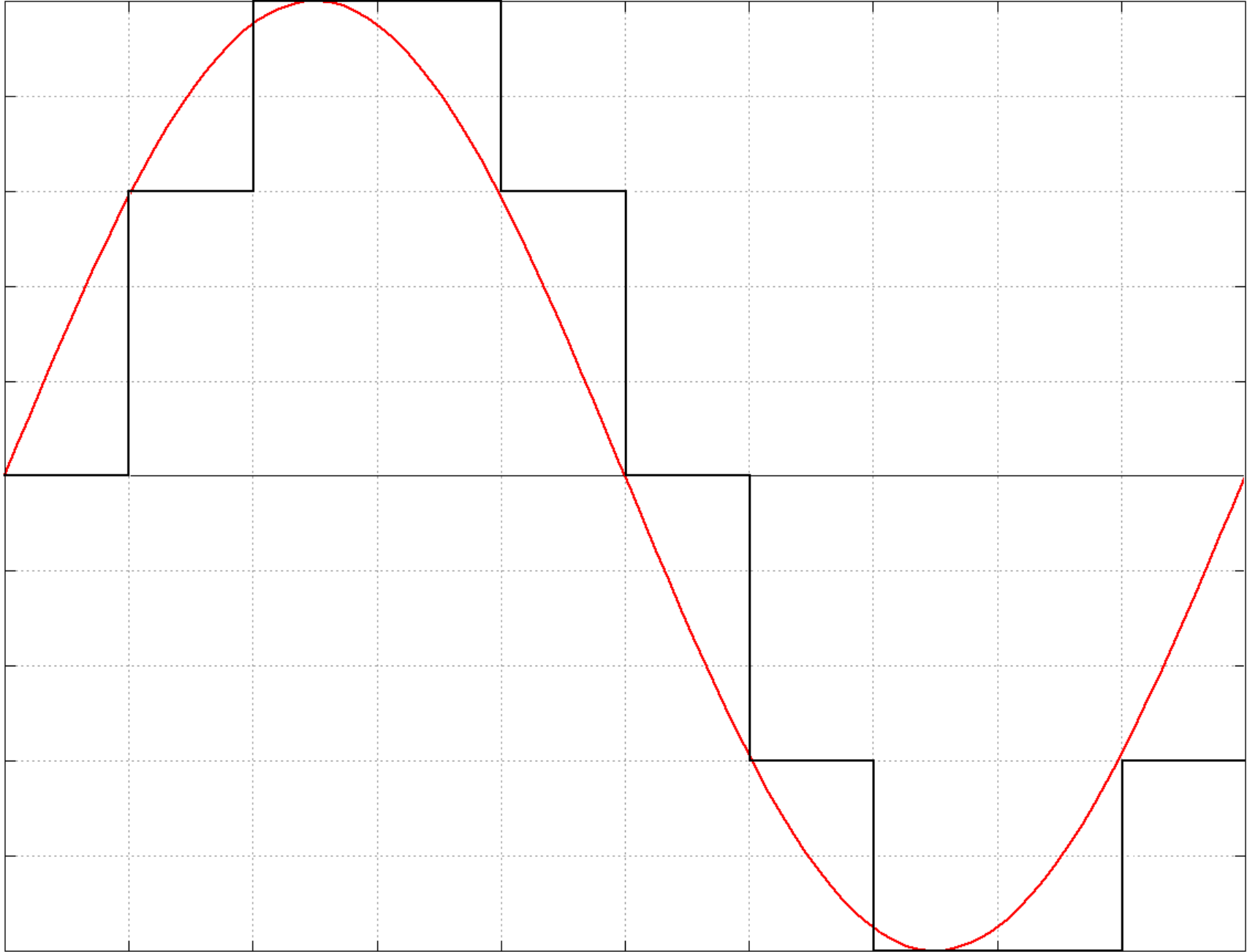


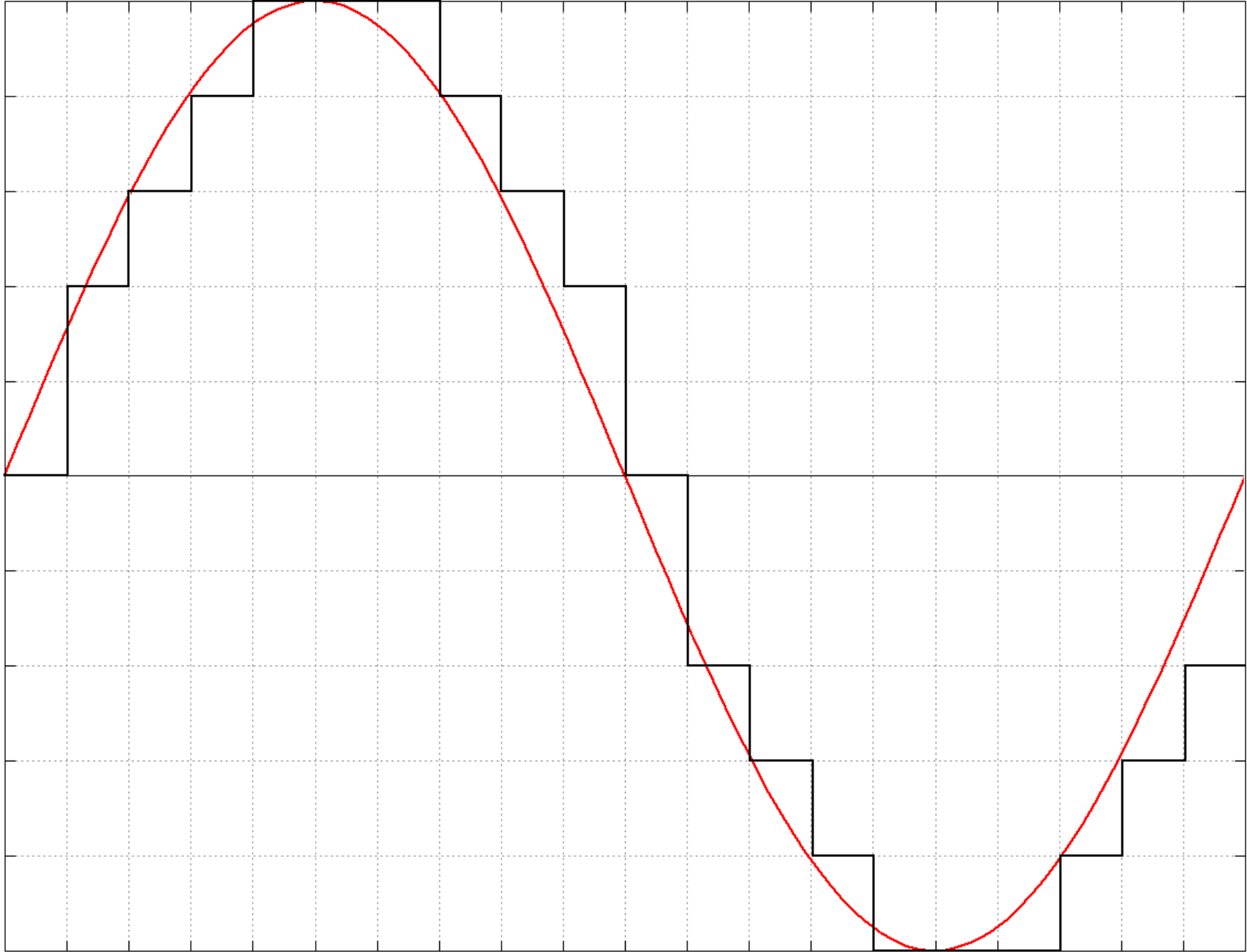
Señal analógica muestreada



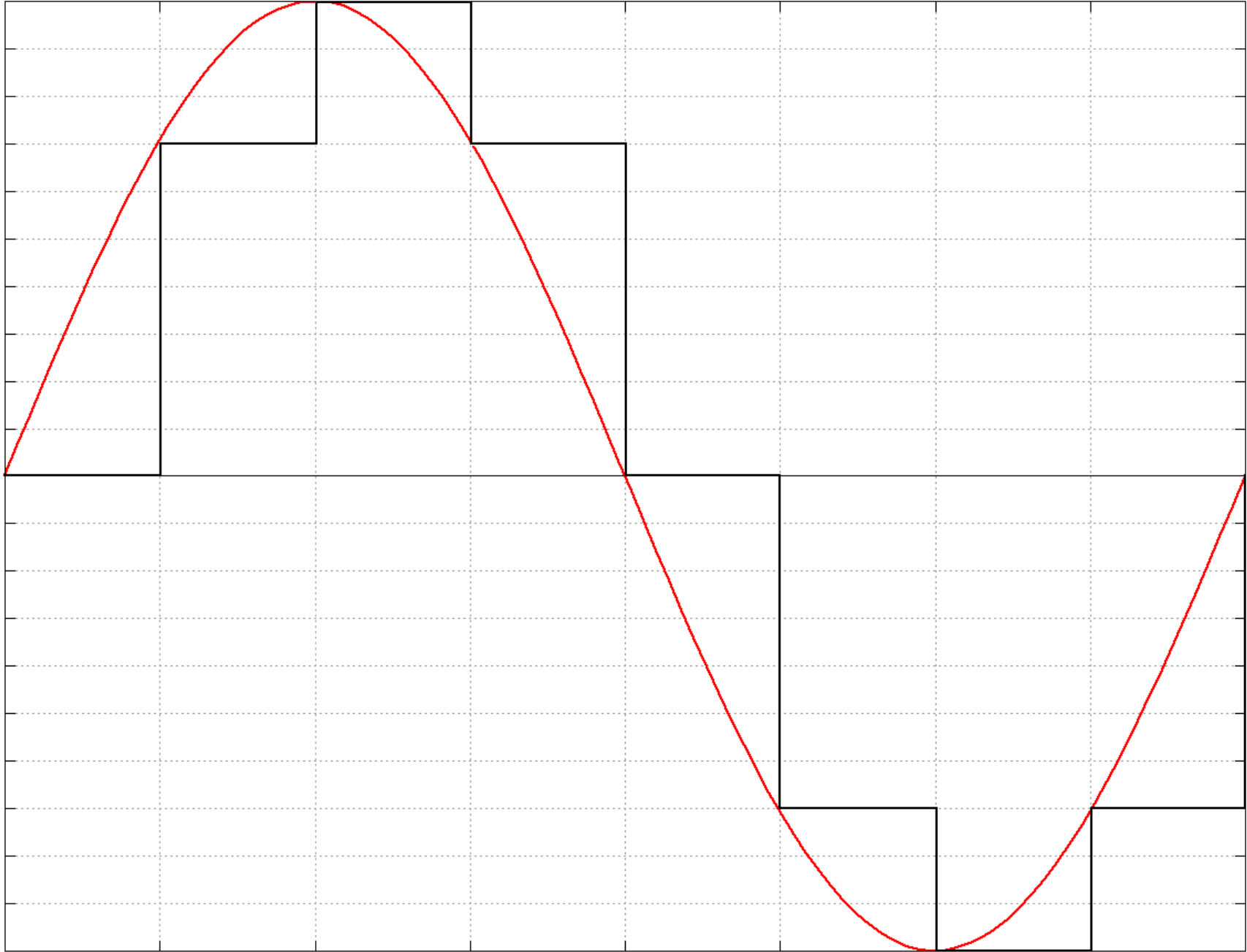
Señal digitalizada

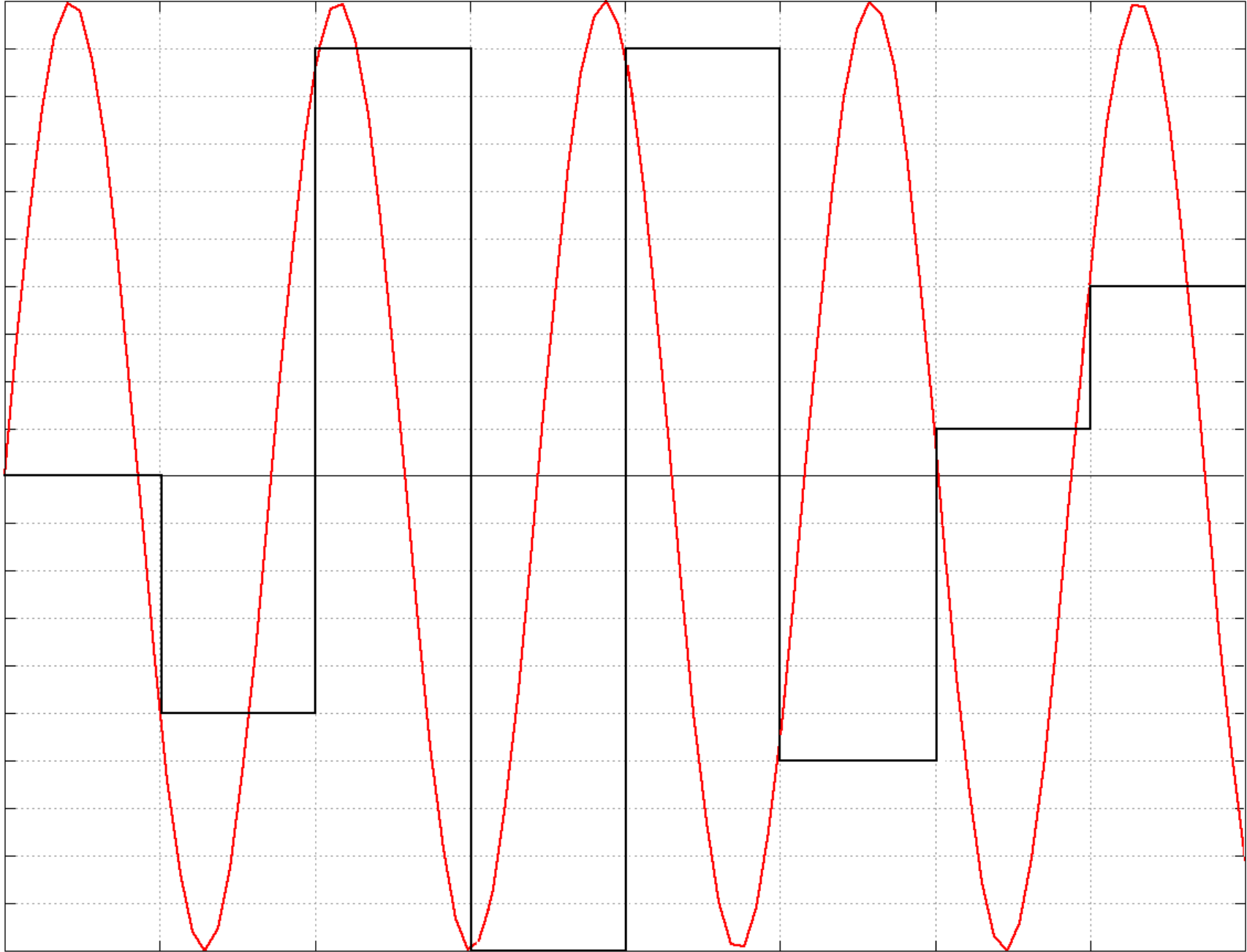


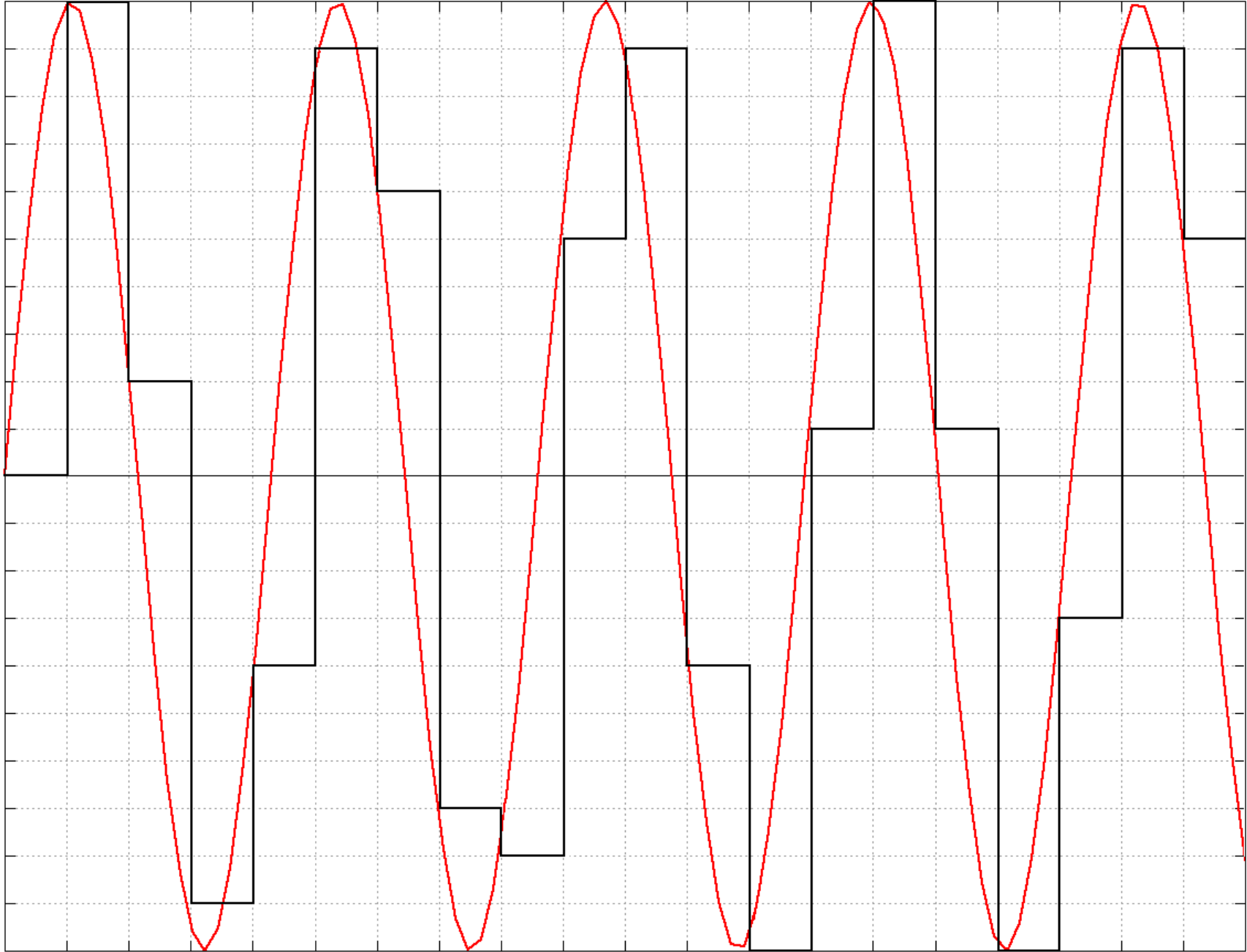




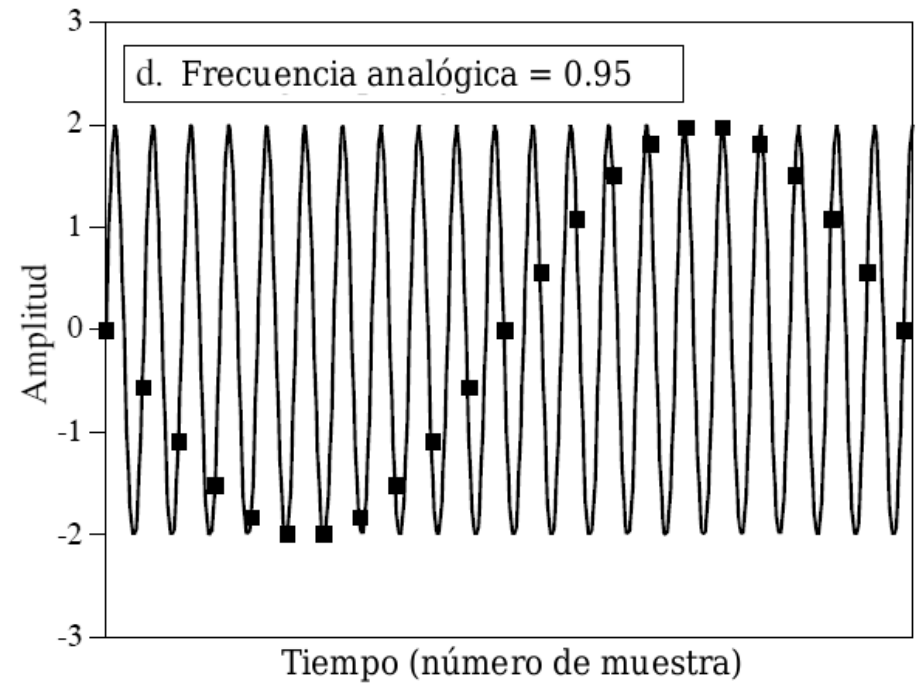
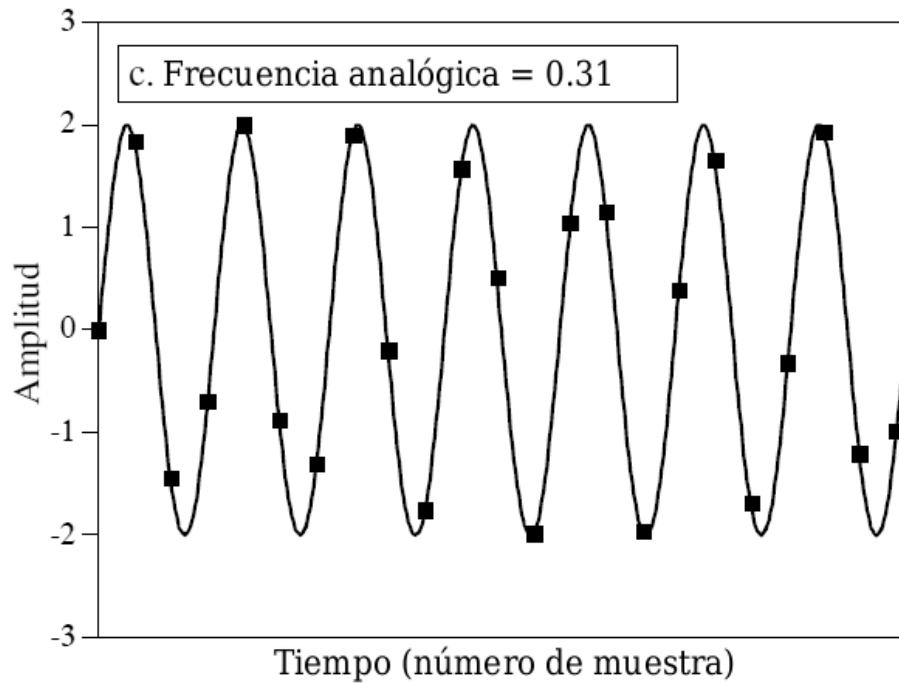
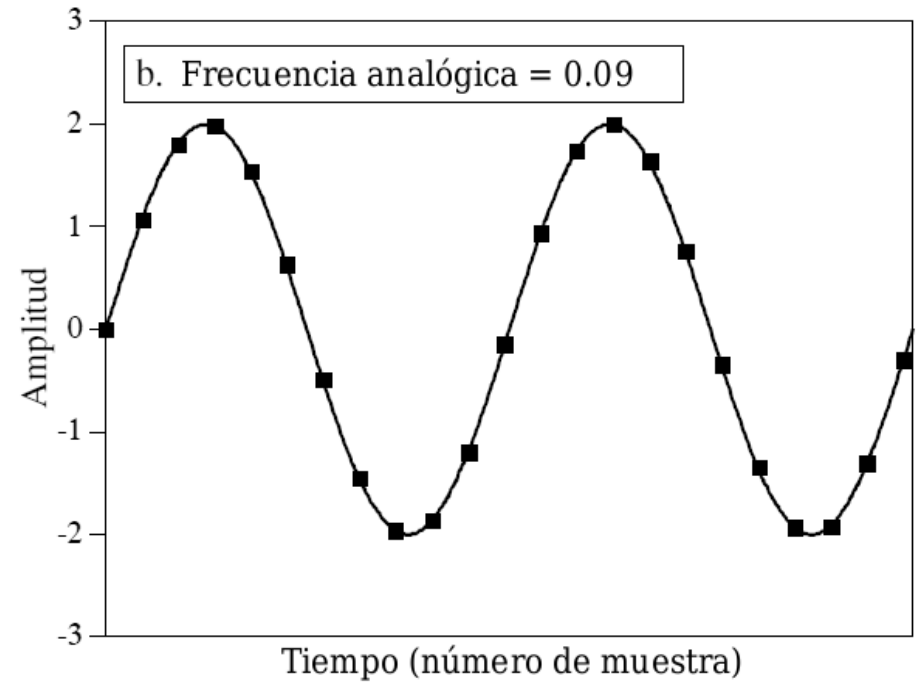
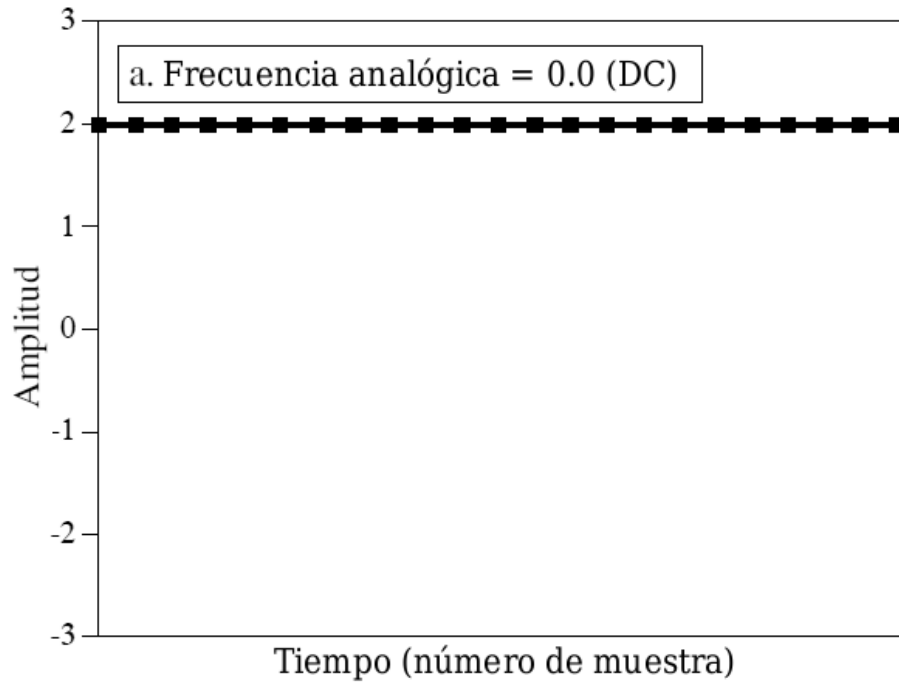


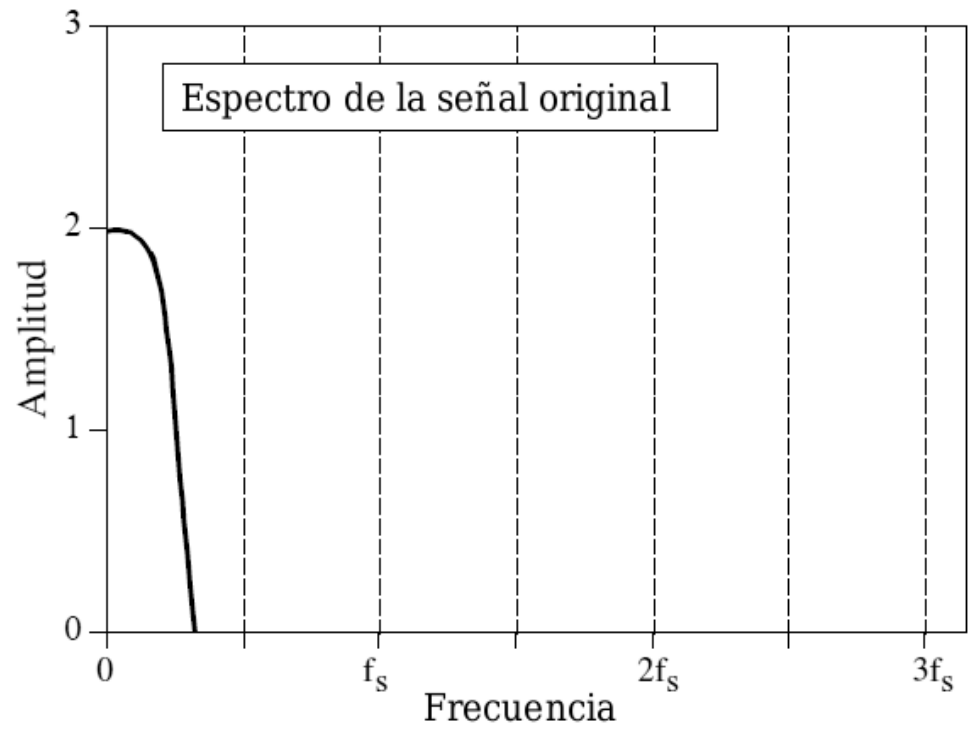
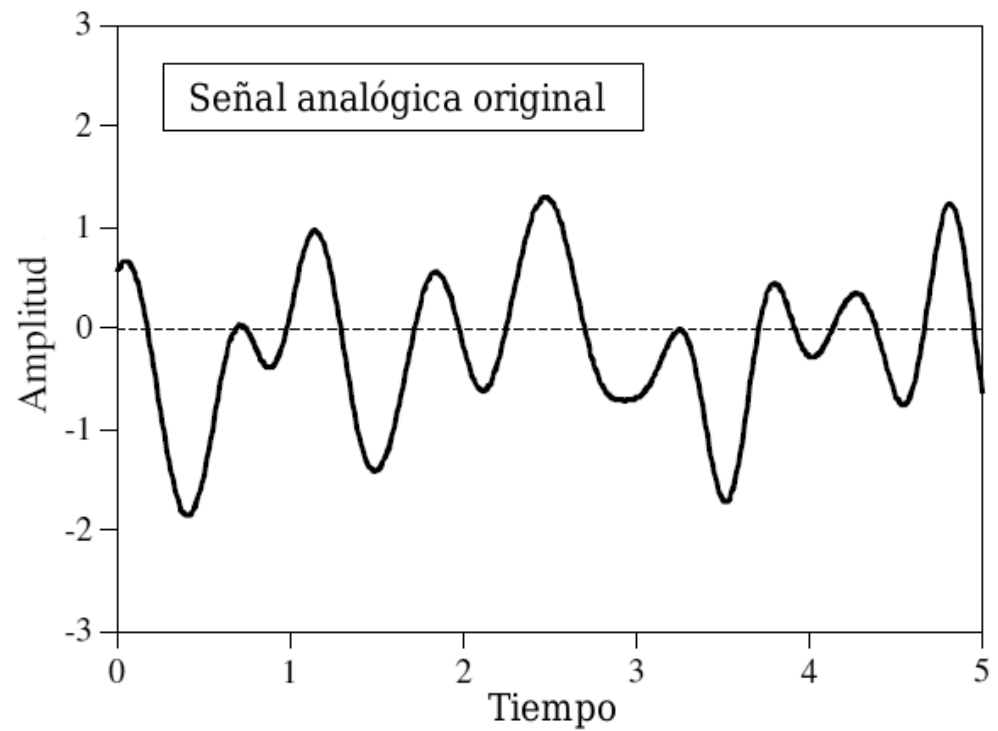


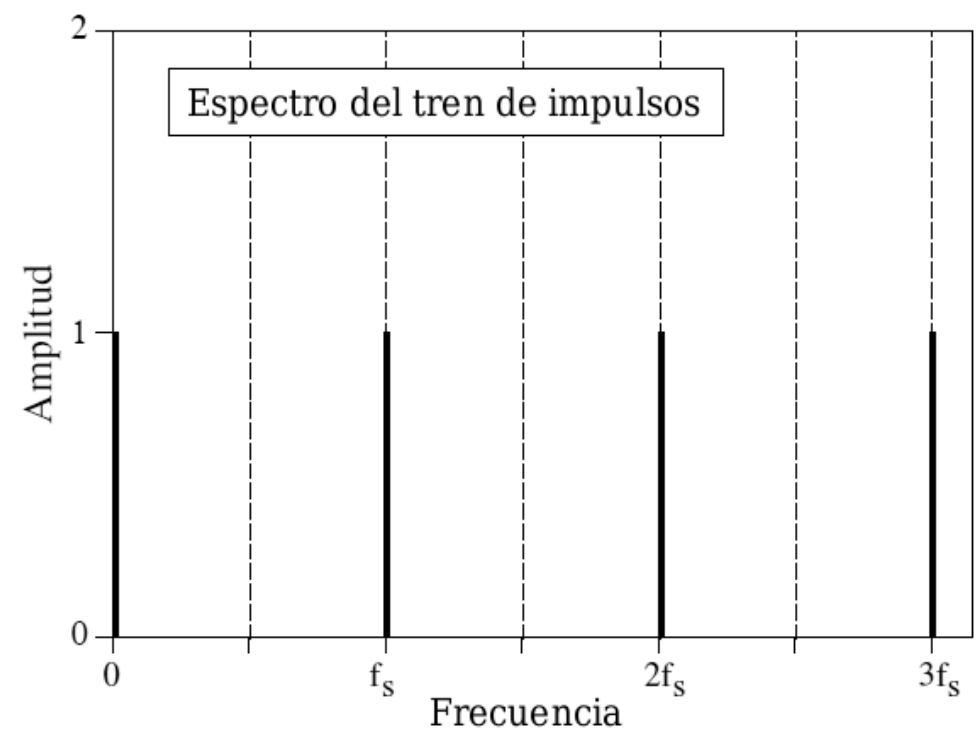
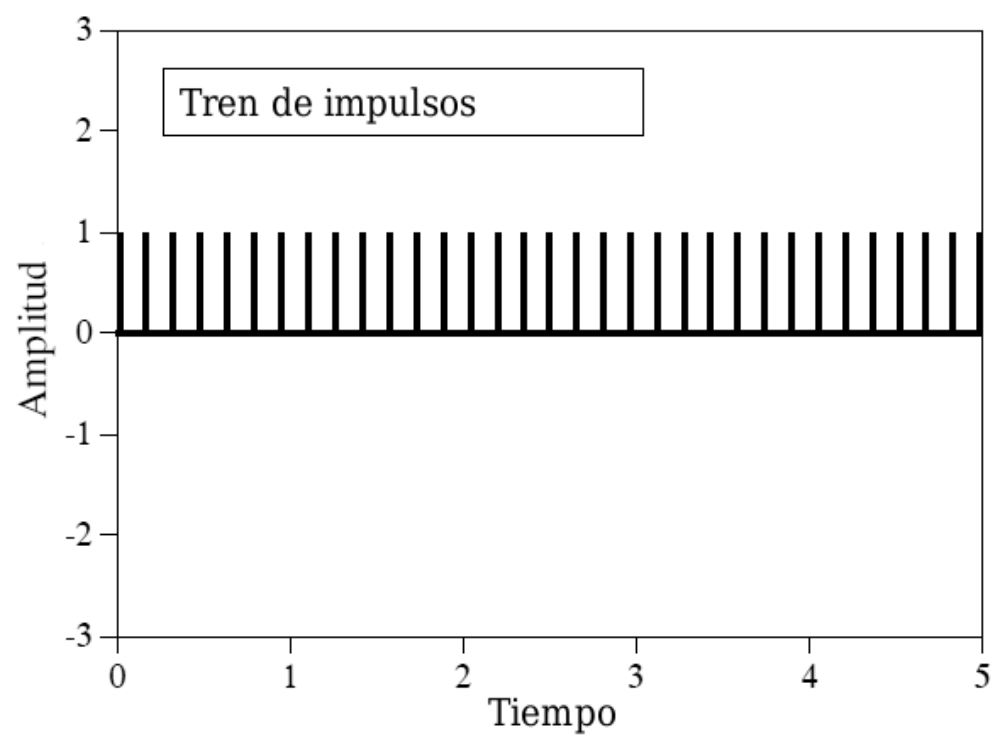
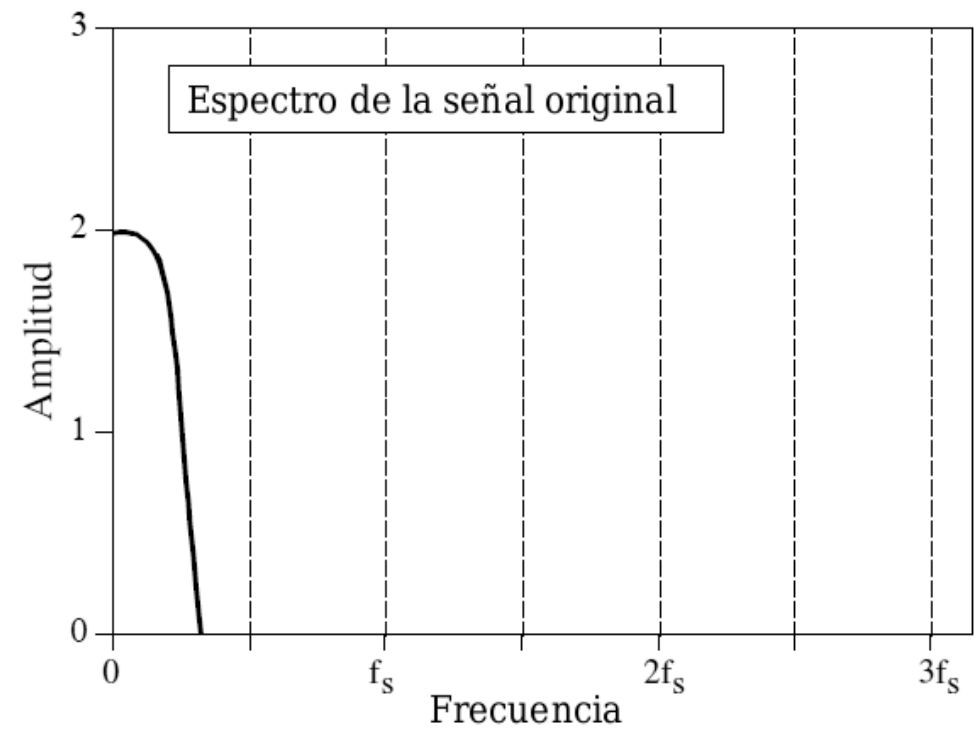
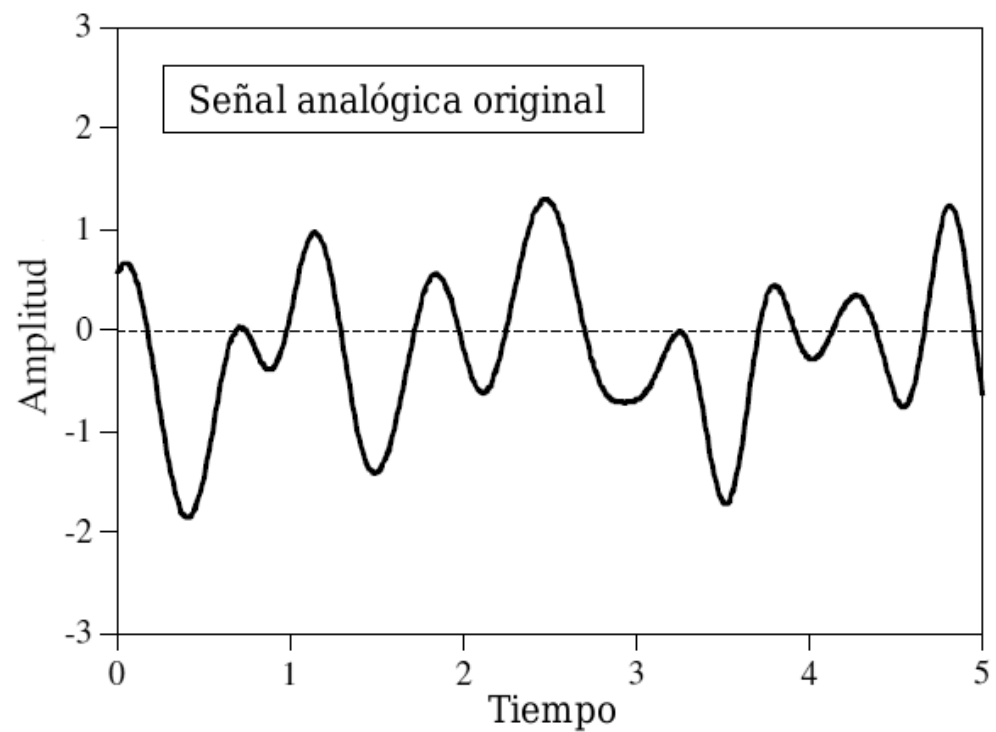


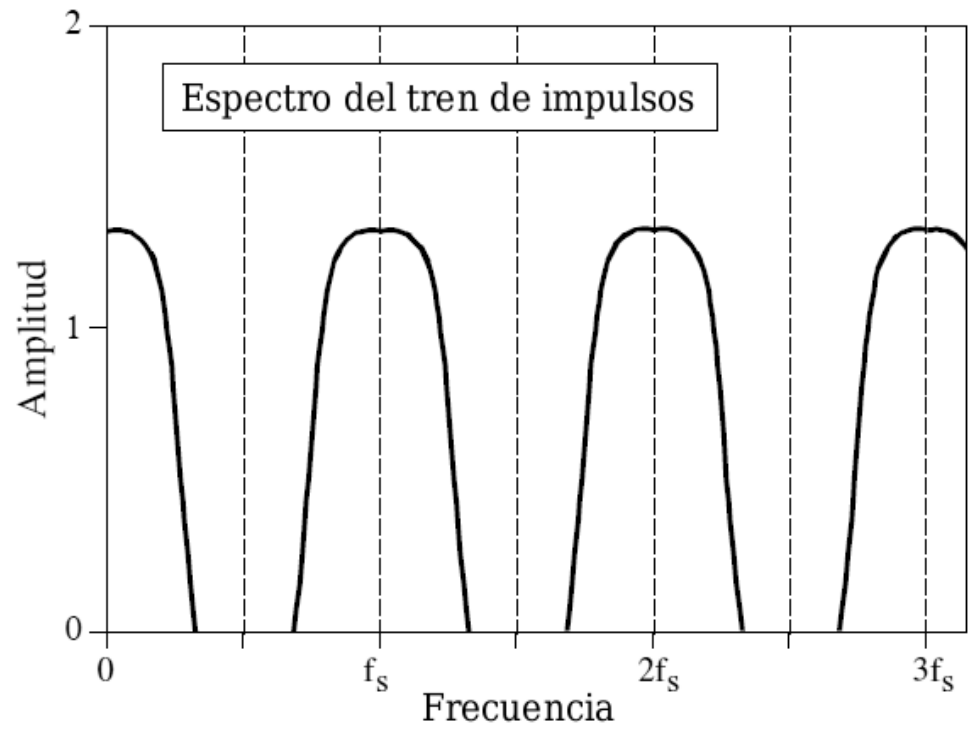
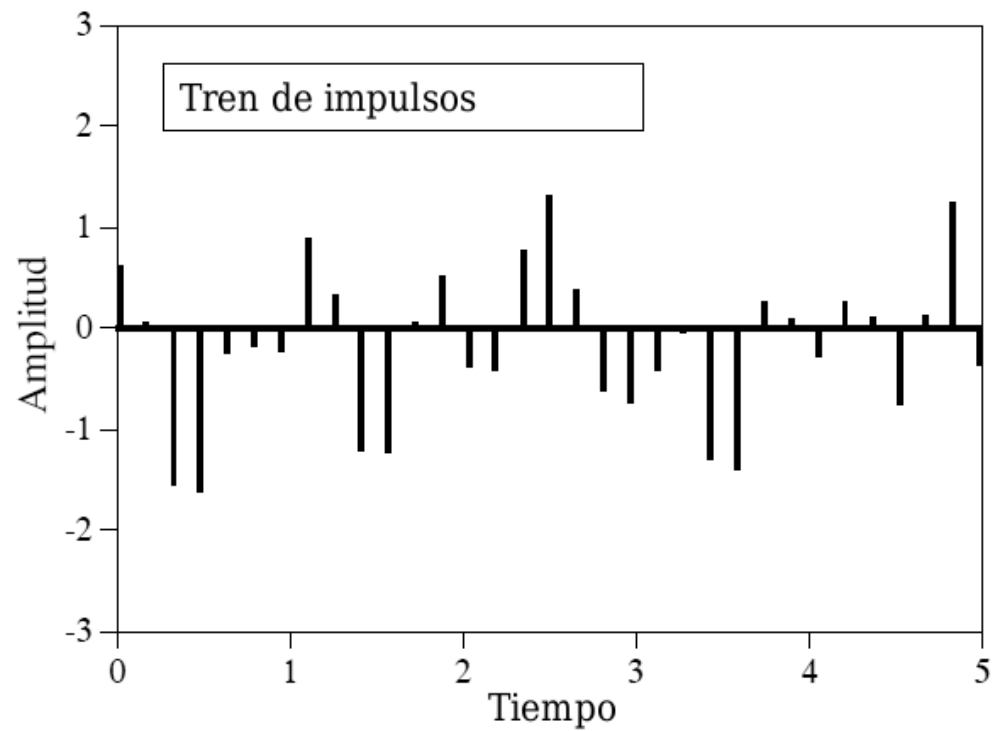


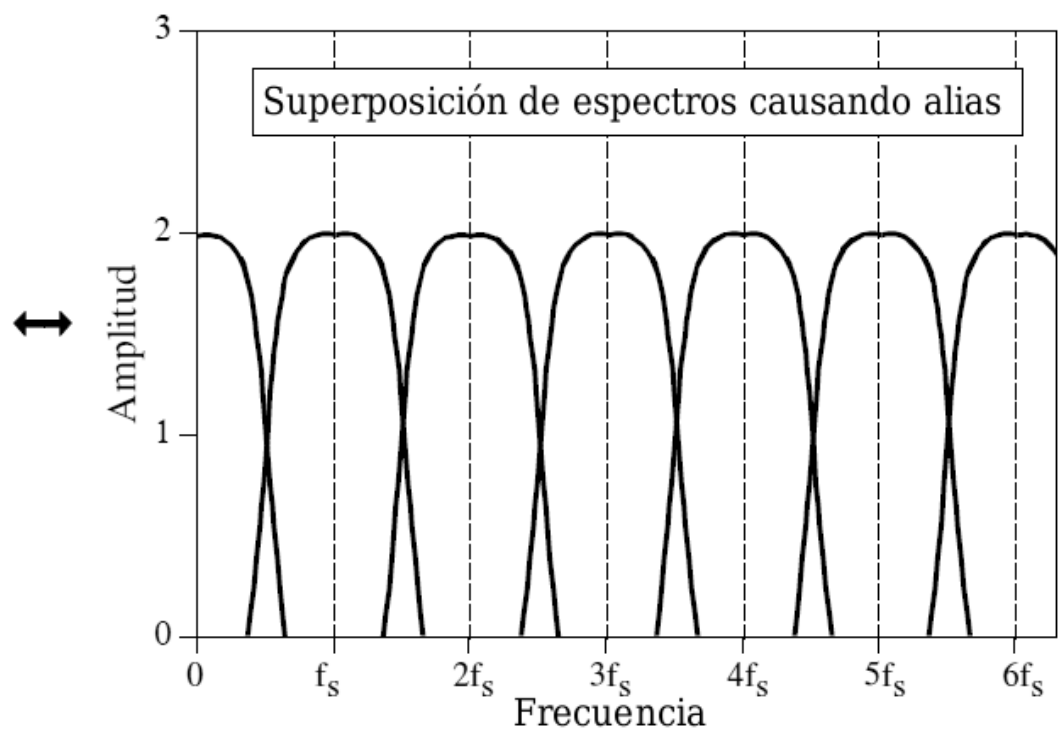
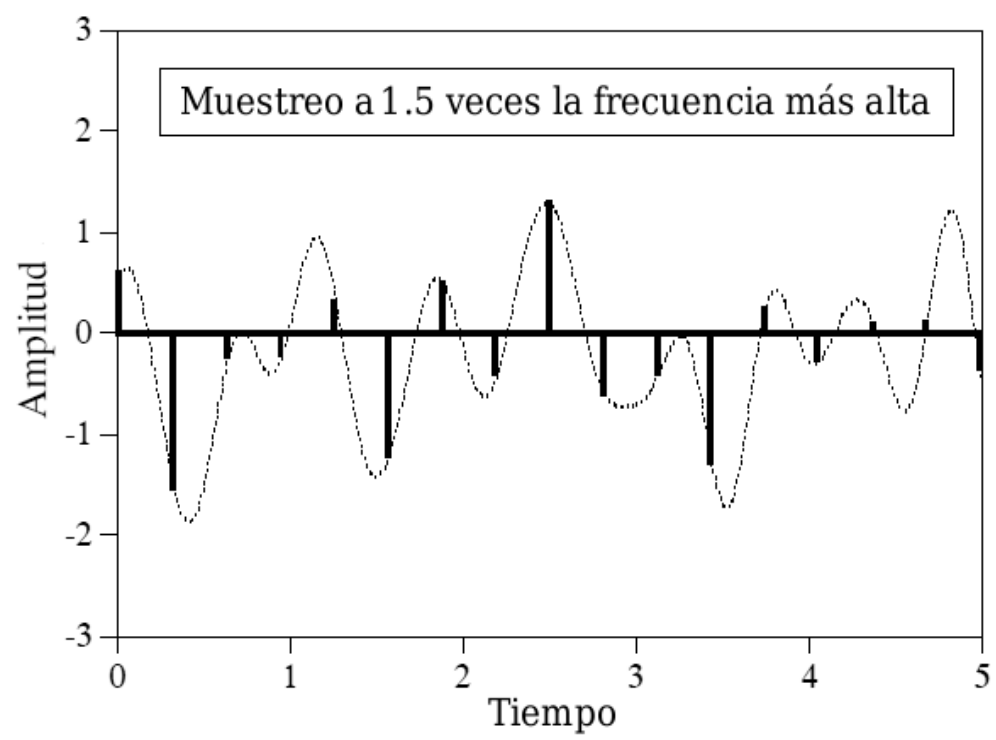
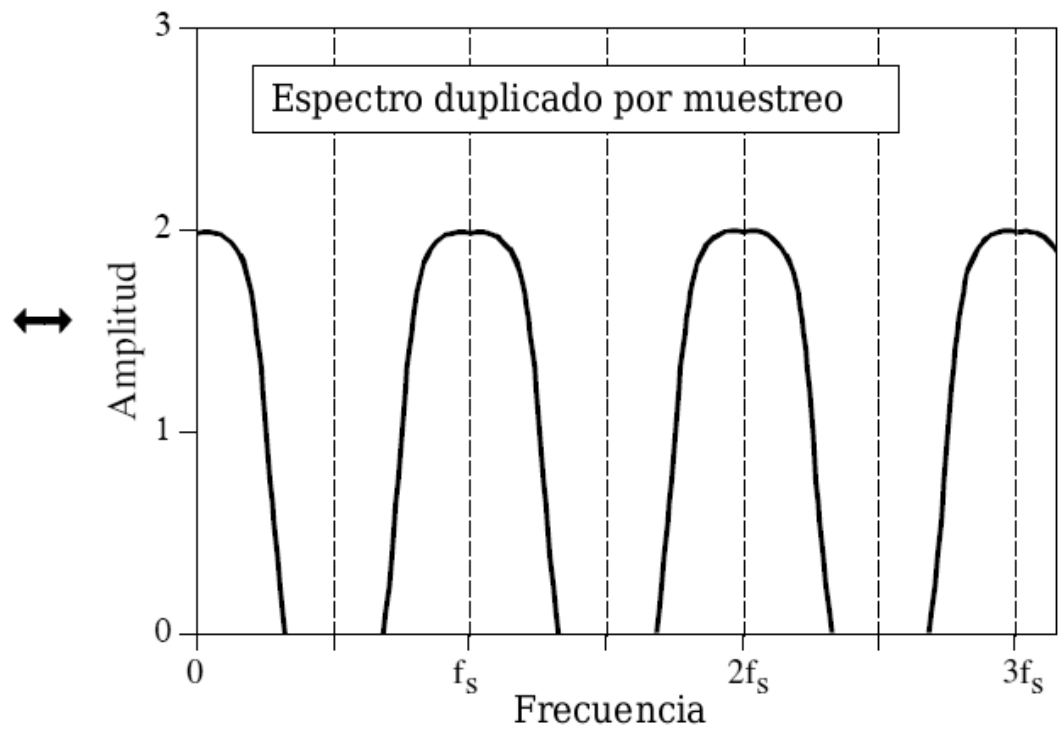
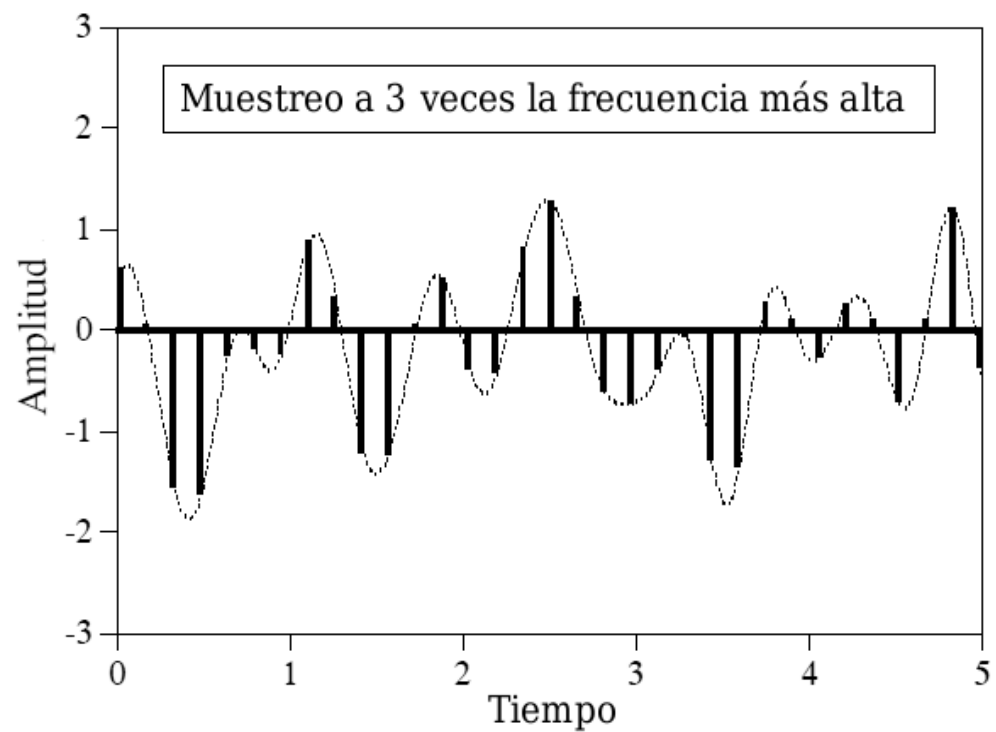
Frecuencia analógica en porcentaje de la frecuencia de muestreo











Teorema del muestreo de Nyquist-Shannon

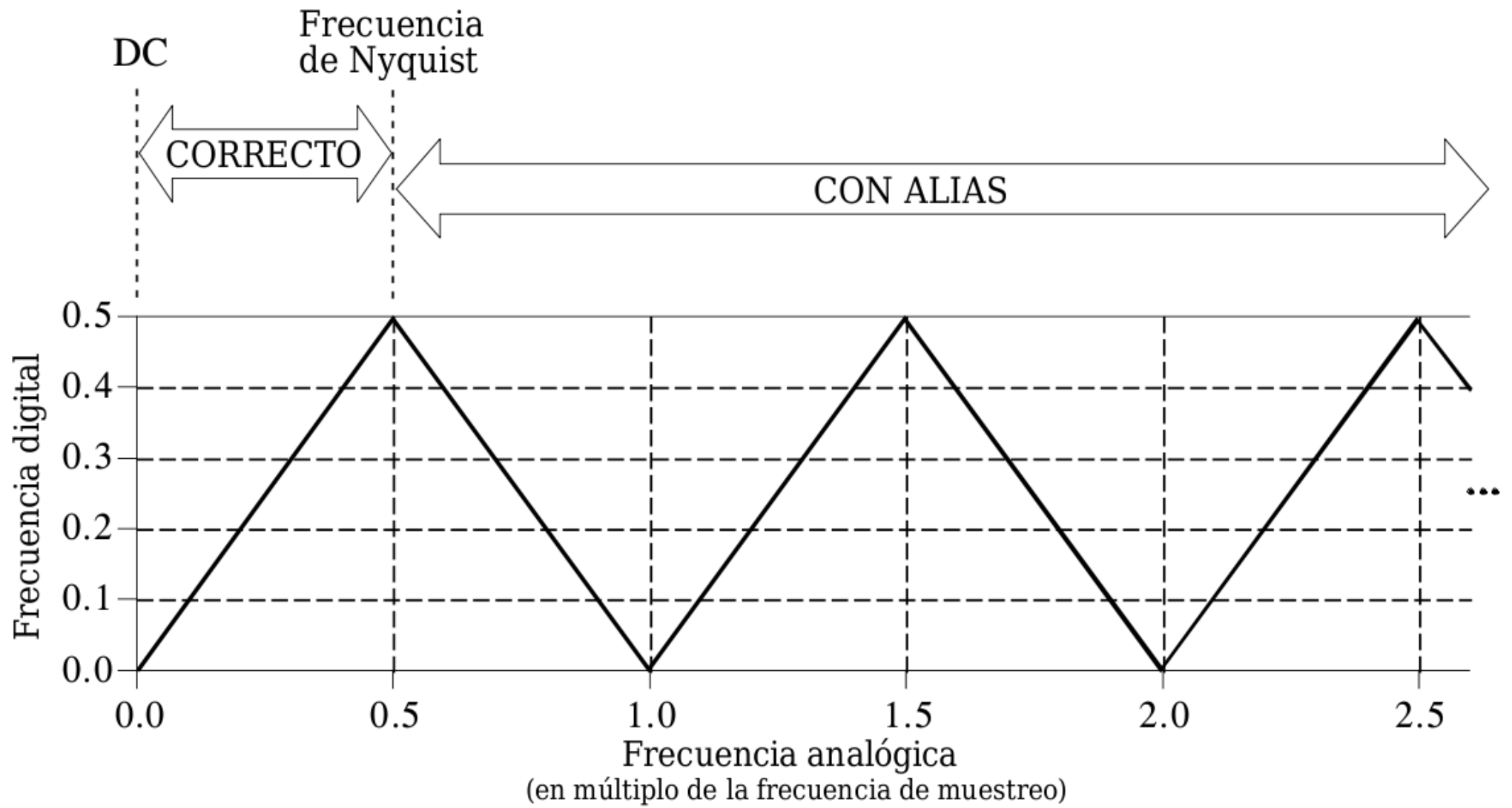
si una señal continua $s(t)$ tiene un ancho de banda limitado F_L , puede ser representada unívocamente por una secuencia de muestras discretas, si la frecuencia de muestreo $F_S > 2F_L$

frecuencia de Nyquist – frecuencias alias

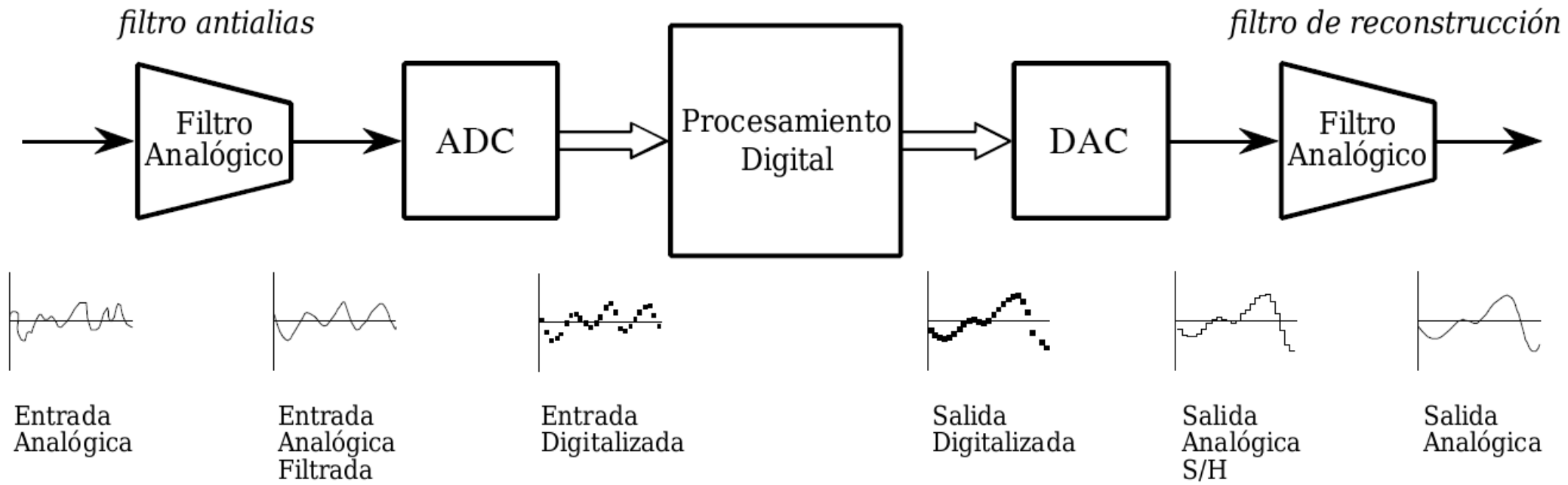
- $F_N = F_S/2$

frecuencia de Nyquist – frecuencias alias

- $F_N = F_S/2$
- si la señal analógica tiene frecuencias F_B que superen la frecuencia de Nyquist, éstas generarán frecuencias alias
 $F_A = F_S - F_B$



proceso de conversión AD/DA



cuantización

cuantización

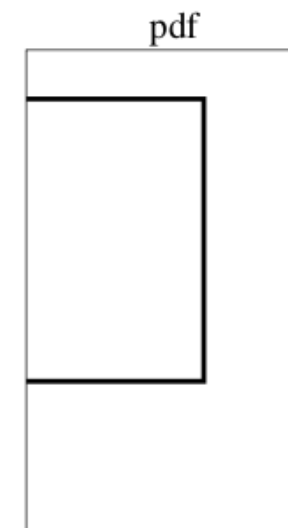
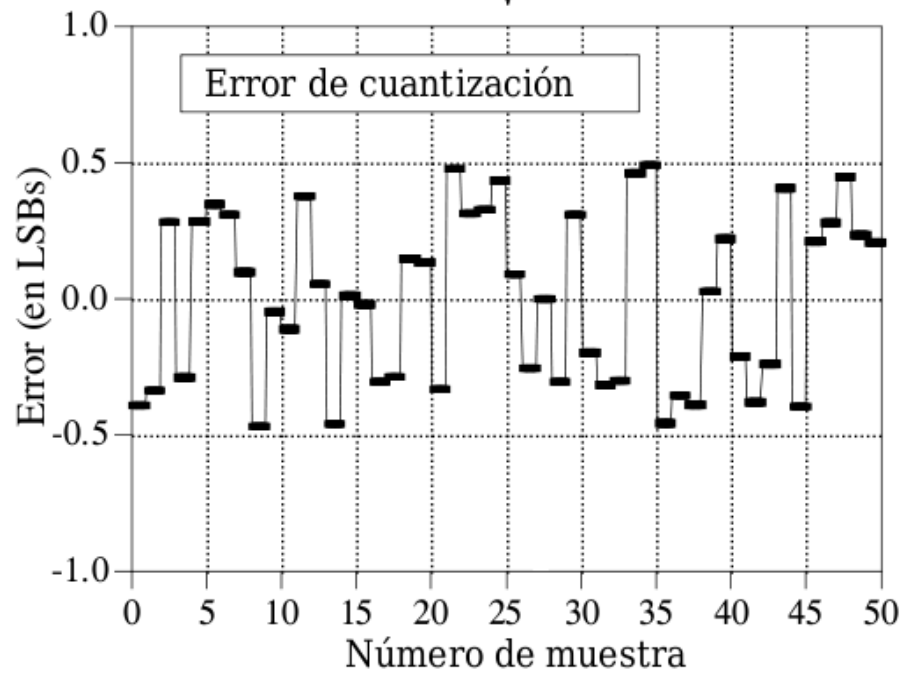
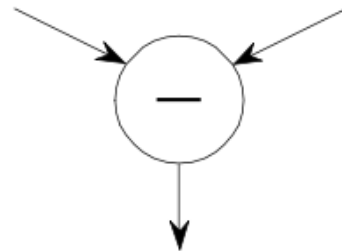
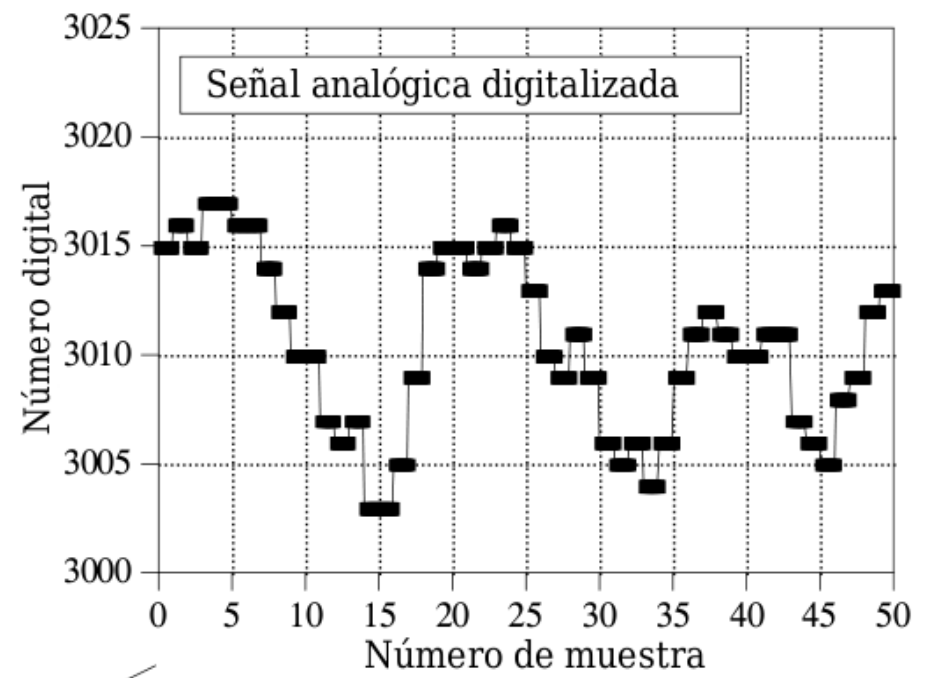
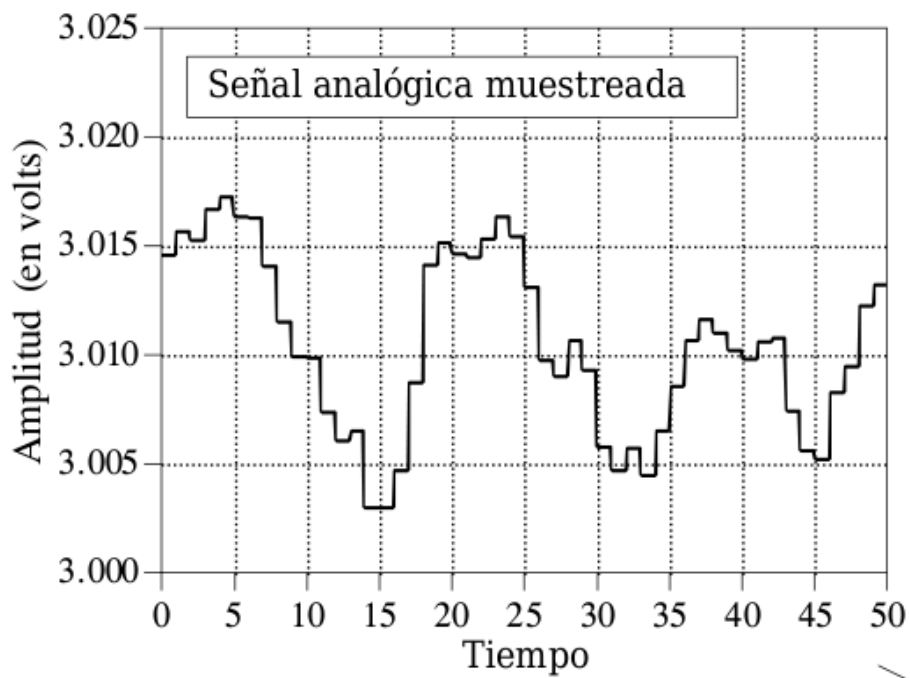
- con n bits se pueden representar 2^n valores diferentes

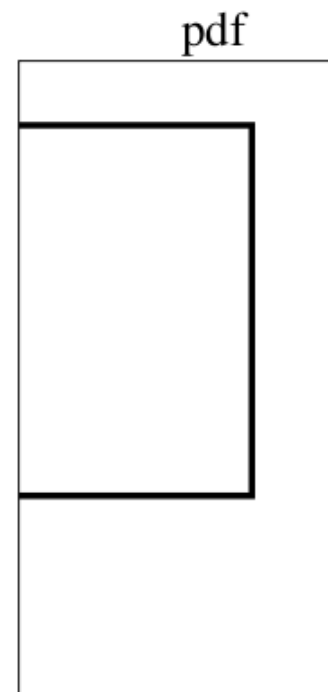
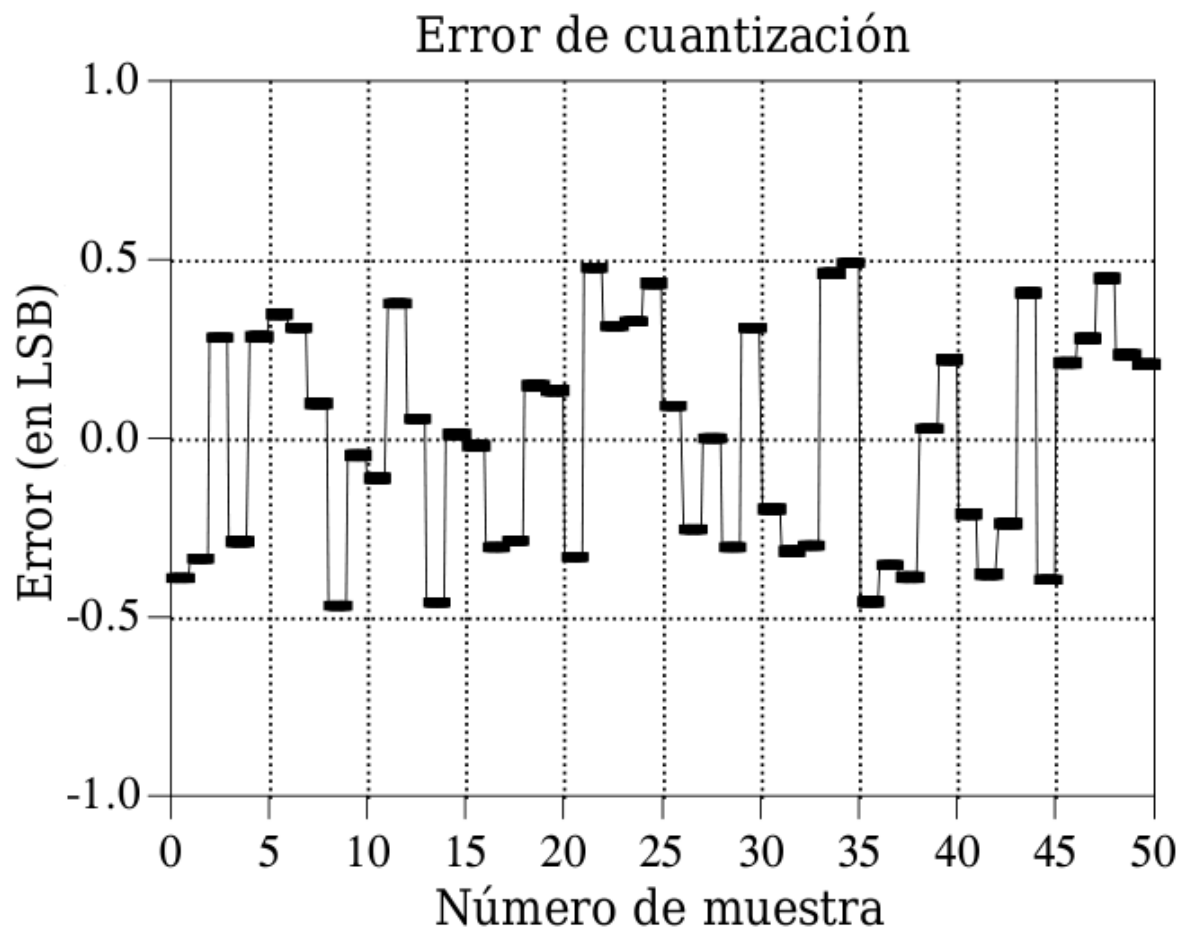
cuantización

- con n bits se pueden representar 2^n valores diferentes
16 bits \rightarrow 65.536 valores (de -32.768 a 32.767)

cuantización

- con n bits se pueden representar 2^n valores diferentes
16 bits \rightarrow 65.536 valores (de -32.768 a 32.767)
24 bits \rightarrow 16.777.216 valores (de -8388608 a 8388607)





relación señal ruido (SNR)

la relación señal-ruido de una señal digital está determinada por la cantidad de bits de las muestras

SNR de una señal de distribución uniforme, muestras de n bits en números enteros:

$$SQNR = 20n \log(2)$$

$$SQNR \approx 6,0206n$$

SNR máximo ideal (para una senoide de amplitud máxima) de una señal, muestras de n bits en números enteros:

$$SQNR = 20n \log(2) + 20 \log \left(\frac{\sqrt{6}}{2} \right)$$

$$SQNR \approx 6,0206n + 1,7609$$

SNR de una señal de distribución uniforme, muestras de n bits en números enteros:

- 8 bits \rightarrow 48,16544
- 12 bits \rightarrow 72,24816
- 16 bits \rightarrow 96,33088
- 24 bits \rightarrow 144,49632

resumen

- la frecuencia de muestreo determina el ancho de banda que puede representar la señal muestreada

resumen

- la frecuencia de muestreo determina el ancho de banda que puede representar la señal muestreada
- la cantidad de bits de las muestras determina la relación señal-ruido, y por tanto el rango dinámico que se puede representar