



# PROCESAMIENTO DE SEÑALES

Unidad I

Señales



# SEÑALES

Una **señal** puede ser la variación de una corriente eléctrica u otra magnitud física que se utiliza para transmitir información

## **Tipos (Clasificación):**

- Analógicas
- Digitales
- Continuas
- Discretas



# TEOREMA DE MUESTREO

- Si la frecuencia más alta contenida en una señal analógica  $x(t)$  es  $B$  y la señal se muestrea a una tasa  $2B$ , entonces se puede recuperar totalmente a partir de sus muestras

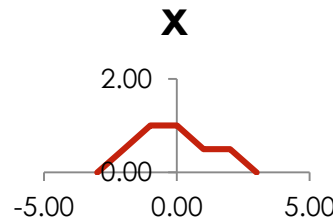
$$F_m \geq 2B$$

*EFEECTO ALIAS*

# CLASIFICACIÓN DE SEÑALES POR DURACIÓN

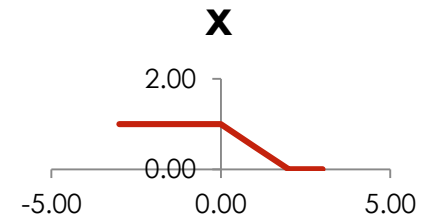
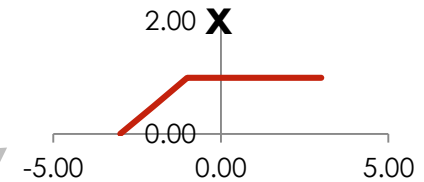
- Finitas

- De tiempo limitado



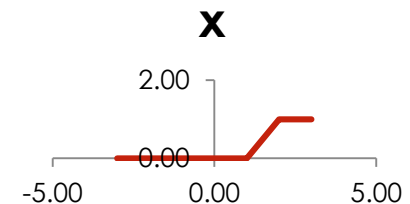
- Semiinfinitas

- De lado derecho (cero para  $t < \alpha$ )
- De lado izquierdo (cero para  $t > \alpha$ )
- Causales (cero para  $t < 0$ )



- Infinitas

- De tiempo ilimitado
  - Periódicas  $x(t) = x(t \pm nt)$   
 $n = \text{entero}$





# ÁREA, ENERGÍA Y POTENCIA

- Área absoluta
  - Finita (Abs. integrable)
- Energía
  - $P_i = P$  instantánea
- Potencia
  - Señales periódicas
    - Valor promedio
    - E promedio por periodo
    - Valor rms

$$\int_{-\infty}^{\infty} |x(t)| dt < \infty$$

$$E = \int_{-\infty}^{\infty} p_i dt = \int_{-\infty}^{\infty} |x(t)|^2 dt$$

$$x_{pro} = \frac{1}{T} \int_T x(t) dt$$

$$P = \frac{1}{T} \int_T |x(t)|^2 dt$$

$$x_{rms} = \sqrt{P}$$

# OPERACIONES EN SEÑALES

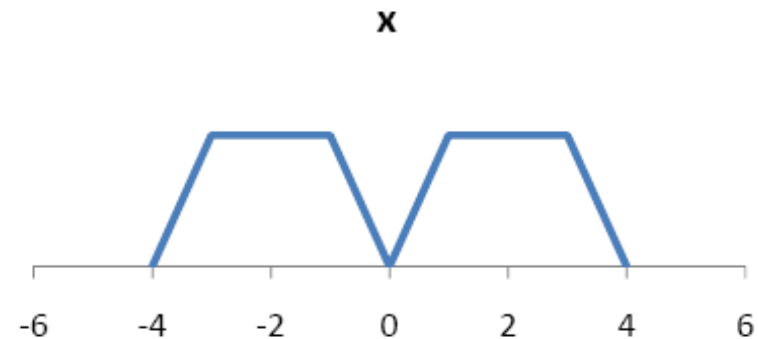
- Escalamiento en amplitud  $x(t) \Rightarrow y(t) = Cx(t)$
- Desplazamiento en amplitud  $x(t) \Rightarrow y(t) = K + x(t)$
- Desplazamiento en tiempo  $x(t) \Rightarrow y(t) = x(t \pm \alpha)$
- Escalamiento en tiempo  $x(t) \Rightarrow y(t) = x(\alpha t)$ 
  - Reflexión  $\alpha = -1$

# SIMETRÍA

- Par

$$x_e(t) = x_e(-t)$$

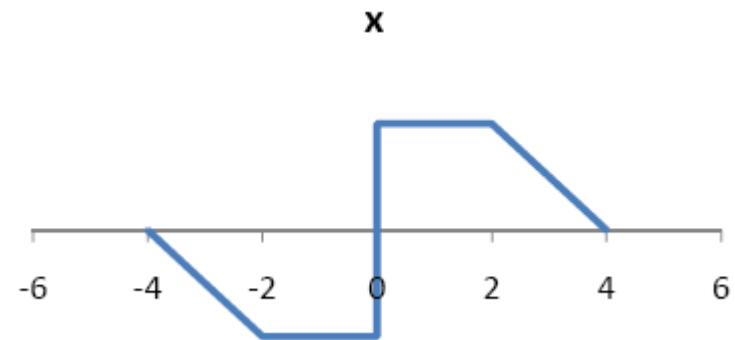
$$\int_{-\alpha}^{\alpha} x_e(t) dt = 2 \int_0^{\alpha} x_e(t) dt$$



- Impar

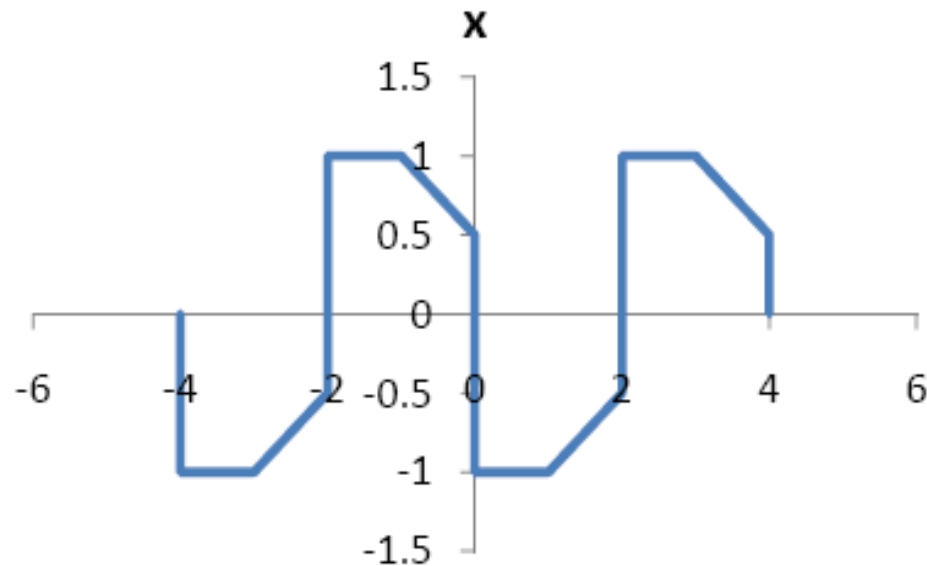
$$x_o(t) = -x_o(-t)$$

$$\int_{-\alpha}^{\alpha} x_o(t) dt = 0$$



# SIMETRÍA

- De media onda
  - Señales periódicas
  - Dos semiciclos por periodo
    - Réplicas invertidas





# SEÑALES ARMÓNICAS

- Periódica para cualquier frecuencia

$$x_p(t) = A \cos(2\pi f_o t + \theta)$$

$$x(t) = Ae^{j(2\pi f_o t + \theta)}$$

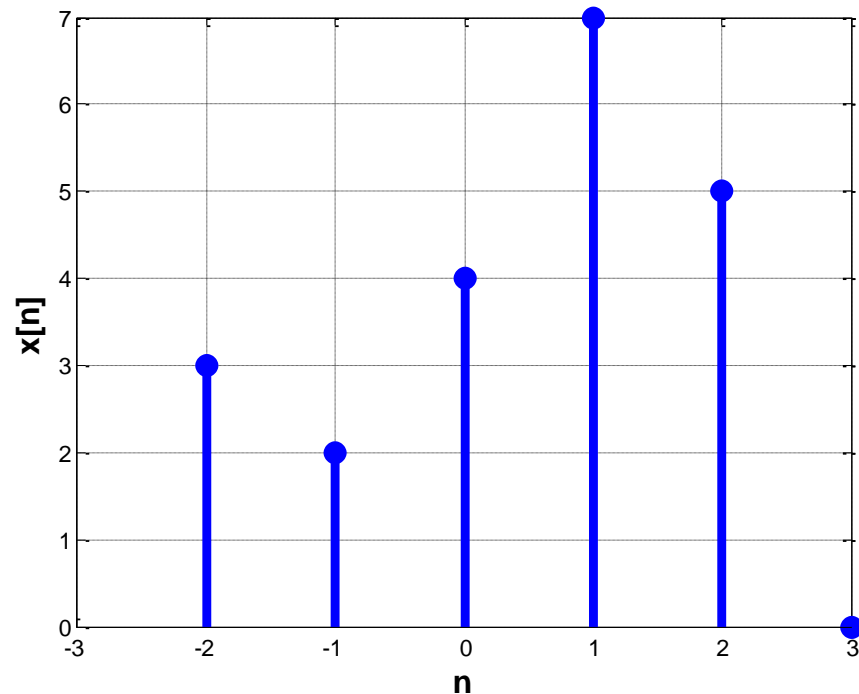
$$x_p(t) = \text{Re}(Ae^{j(2\pi f_o t + \theta)})$$

$$x_p(t) = 0.5Ae^{j(2\pi f_o t + \theta)} + 0.5Ae^{-j(2\pi f_o t + \theta)}$$

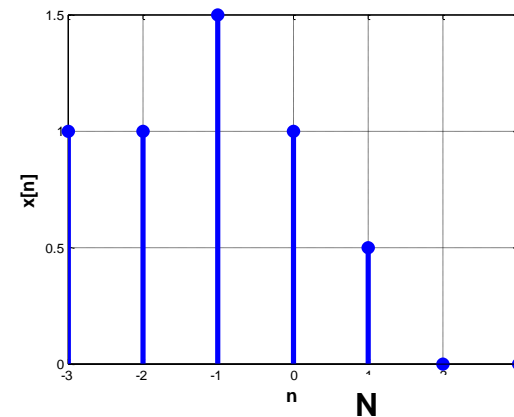
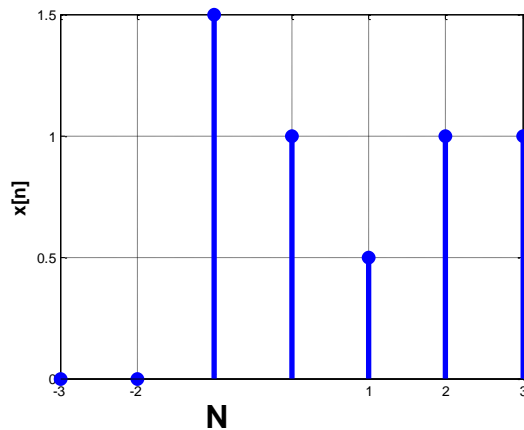
# SEÑALES DISCRETAS

- Resultado de muestrear señales continuas,  $x[n]$ 
  - $n$  es un entero

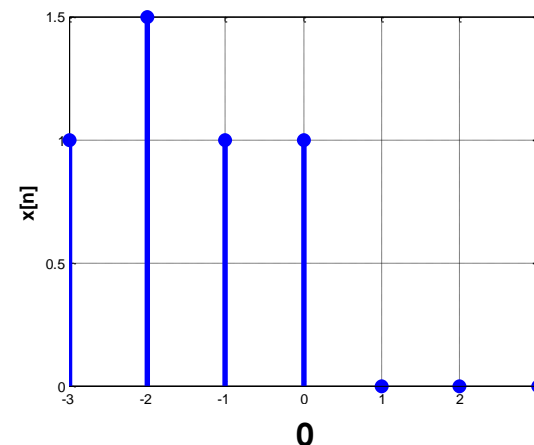
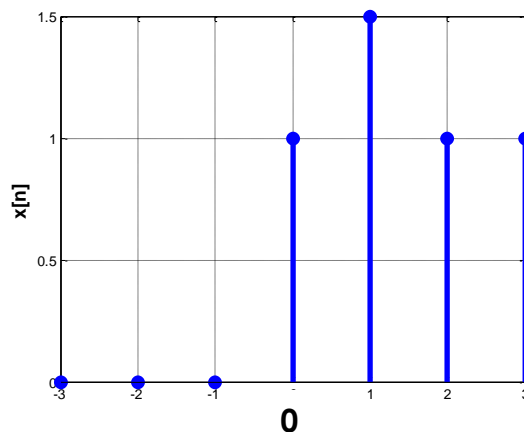
$$x[n] = \{3, 2, 4, 7, 5\}$$



# SEÑALES DISCRETAS (CLASIFICACIÓN)



Lado derecho (cero para  $n < N$ ) Lado izquierdo (cero para  $n > N$ )



Causal (cero para  $n < 0$ )

Anticausal (cero para  $n > 0$ )

# MEDIDAS

- **Sumatoria** – Equivalente en tiempo discreto de la integración

- Suma discreta 
$$S_D = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x[n]$$

- Suma absoluta 
$$S_A = \sum_{n=-\infty}^{\infty} |x[n]|$$

- Suma acumulativa 
$$S_C[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]$$

# ENERGÍA, VALOR PROMEDIO Y POTENCIA

- Energía

$$E = \sum_{n=-\infty}^{\infty} |x[n]|^2$$

- Valor promedio
  - Señal periódica

$$x_{pro} = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x[n]$$

- Potencia
  - Señal periódica

$$P = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} |x[n]|^2$$



# OPERACIONES

- Escalamiento en amplitud
  - Multiplicación
- Desplazamiento en amplitud
  - Suma
- Desplazamiento en tiempo
- Reflexión

$$y[n] = x[n - \alpha]$$

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

# SIMETRÍA

- Par  $x_e[n] = x_e[-n]$
- Impar  $x_o[n] = -x_o[-n]$
- Señal discreta
  - Suma de una parte simétrica par y una simétrica impar

$$x[n] = x_e[n] + x_o[n]$$

$$\begin{cases} x_e[n] = 0.5x[n] + 0.5x[-n] \\ x_o[n] = 0.5x[n] - 0.5x[-n] \end{cases}$$

# ARMÓNICAS

- Muestreo de  $x(t) = \cos(2\pi f_o t)$  a intervalos  $t_s$ 
  - Velocidad de muestreo :  $S = \frac{1}{t_s}$

$$x[n] = \cos(2\pi f n t_s + \theta) = \cos(2\pi n F + \theta)$$

$$F = \frac{f}{S} \quad \text{Frecuencia digital}$$

- Senoidales en tiempo discreto:
  - No siempre son periódicas en el tiempo
  - Siempre son periódicas en la frecuencia