

---

# VIBRACIONES MECÁNICAS

## (ME4701)

### Análisis de Fourier

---

Teoría: Lunes y Viernes 8:30 – 10:00 (SEM. ME)

Práctica: Miércoles 16:15 – 17:45 (SEM. ME)

Profesor: Dr MSc Ing Eduardo Salamanca H.

Correo: [eduardosalamanca99@gmail.com](mailto:eduardosalamanca99@gmail.com)

Blog: <http://blogs.shen-re.cl/esh/>

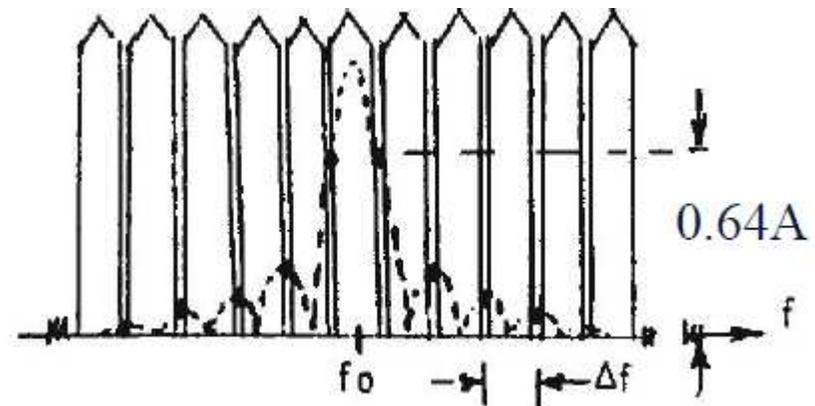
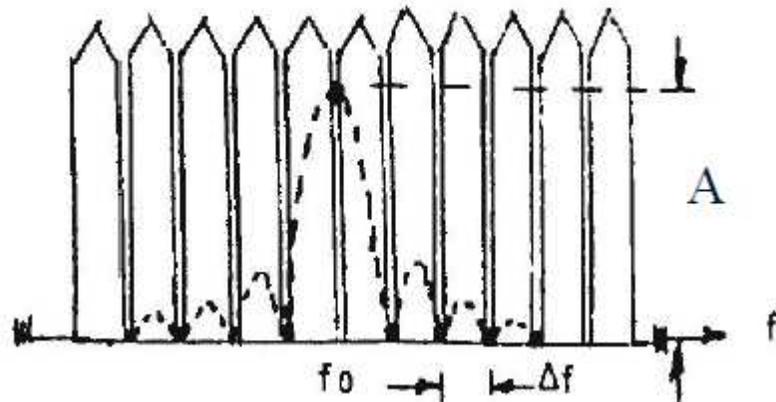
# Resumen clase anterior

- Análisis de Fourier:

- Efecto de rendija:

- para poder mostrar una componente a  $f_0 = 1/T_0$  es necesario que

$$\Delta f = \frac{1}{T} \quad \frac{f_0}{\Delta f} \text{ sea entero}$$



# Resumen clase anterior

- Análisis de Fourier:
  - Ruido:

## DYNAMIC PERFORMANCE

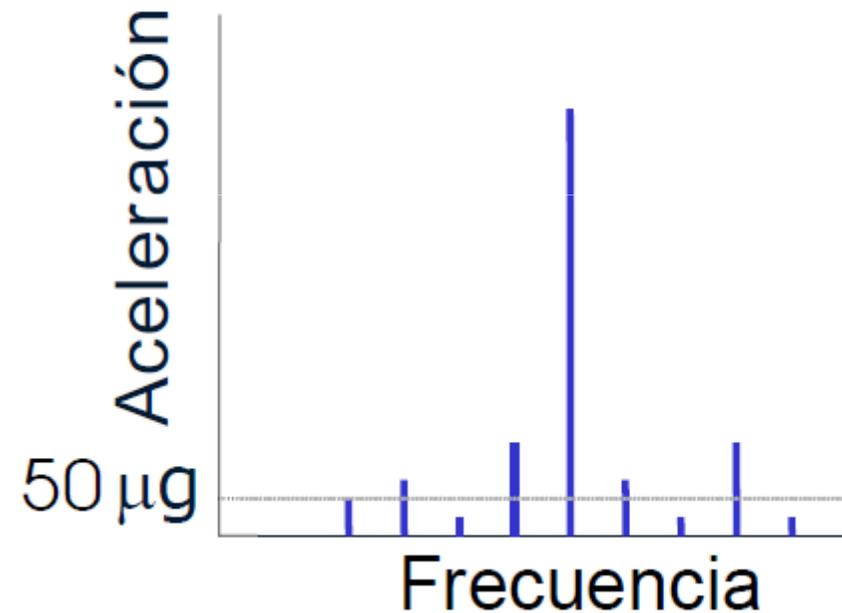
Sensitivity ( $\pm 20\%$ )	SI 10,2 mV/(m/s <sup>2</sup> )
Measurement Range	$\pm 490$ m/s <sup>2</sup>
Frequency Range: ( $\pm 5\%$ )	46 - 240 000 cpm
( $\pm 10\%$ )	34 - 300 000 cpm
( $\pm 3$ dB)	16 - 600 000 cpm
Mounted Resonant Frequency	960 kcpm
Amplitude Linearity	$\pm 1\%$
Transverse Sensitivity	$\leq 5\%$

## ENVIRONMENTAL

Shock Limit	49 050 m/s <sup>2</sup> pk
Temperature Range	-54 to +121 °C
Temperature Response	See Graph

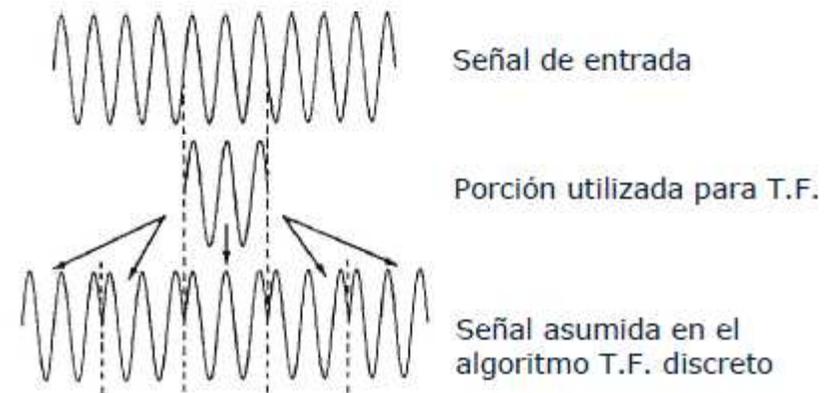
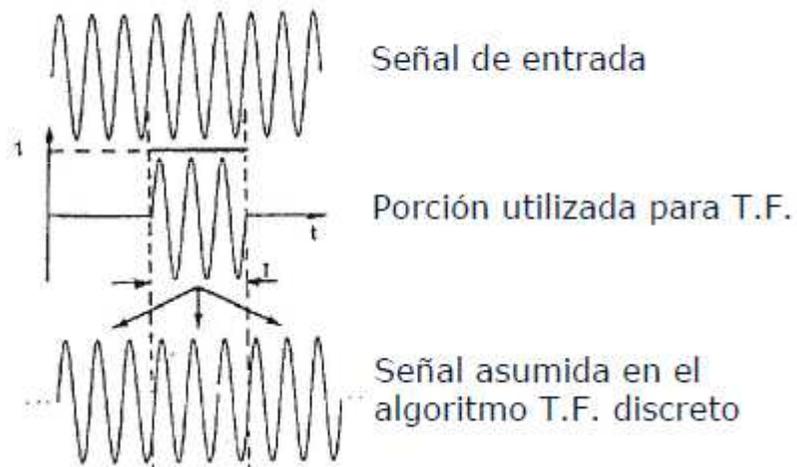
## ELECTRICAL

Settling Time (within 1% of bias)	$\leq 4,0$ sec
Discharge Time Constant	$\geq 0,6$ sec
Excitation Voltage	18 to 28 VDC
Constant Current	2 to 20 mA
Output Impedance	$< 150$ ohms
Output Bias	8 to 12 VDC
Broadband Electrical Noise (1-10 kHz)	491 $\mu\text{m/s}^2$



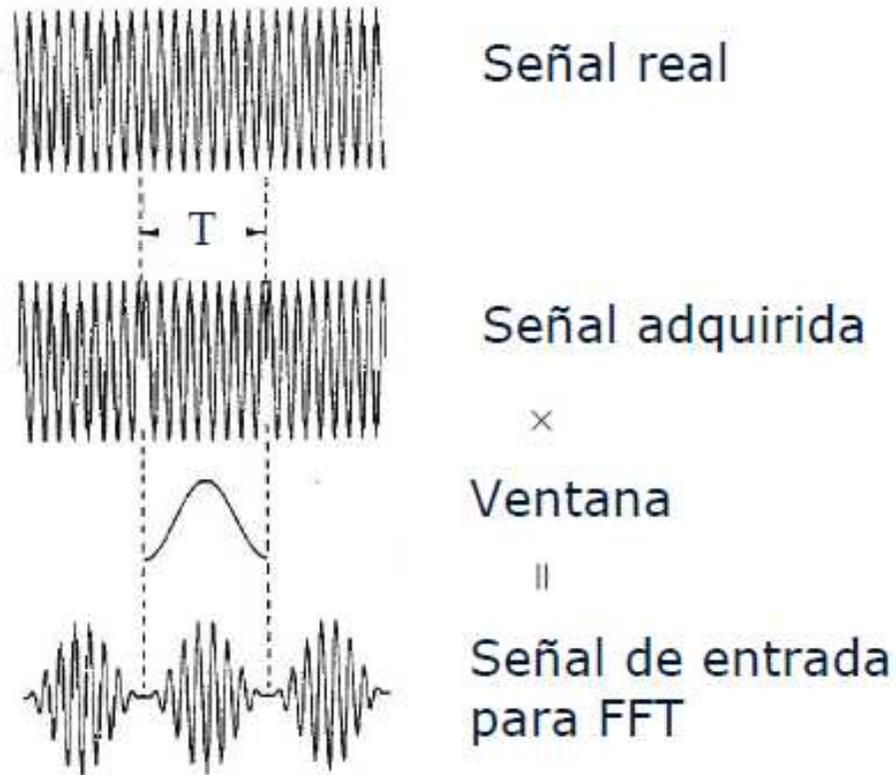
# Resumen clase anterior

- Análisis de Fourier:
  - Efecto de fuga:



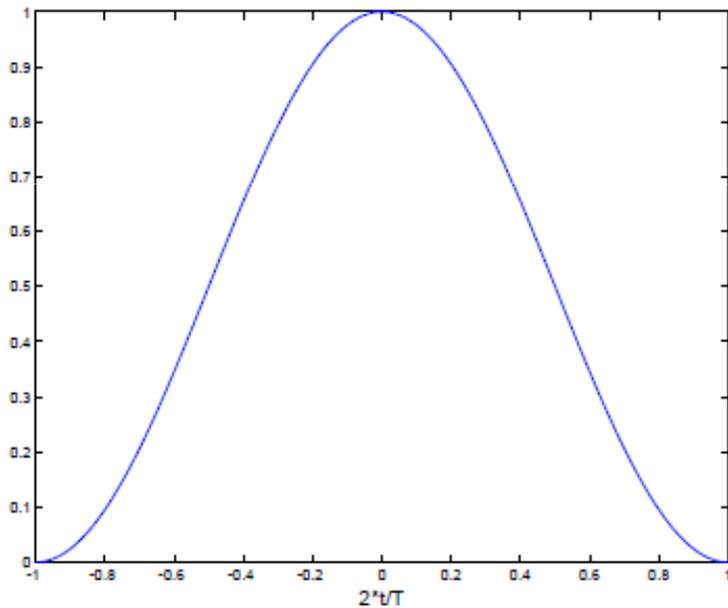
# Resumen clase anterior

- Análisis de Fourier:
  - Ventanas:



# Resumen clase anterior

- Análisis de Fourier:
  - Ventana de Hanning:

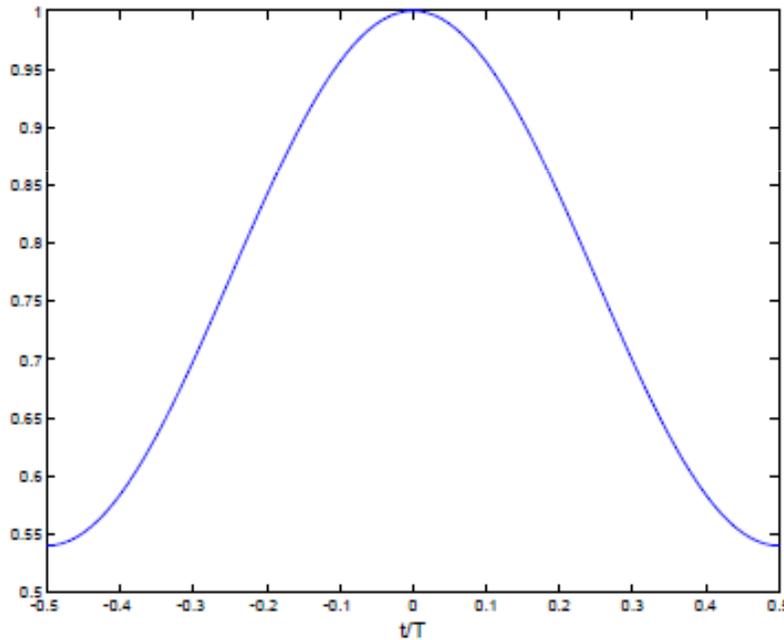


$$h(t) = \cos^2 \left( \frac{\pi t}{2T} \right)$$

$$t \in (-T, T)$$

# Resumen clase anterior

- Análisis de Fourier:
  - Ventana de Hamming:



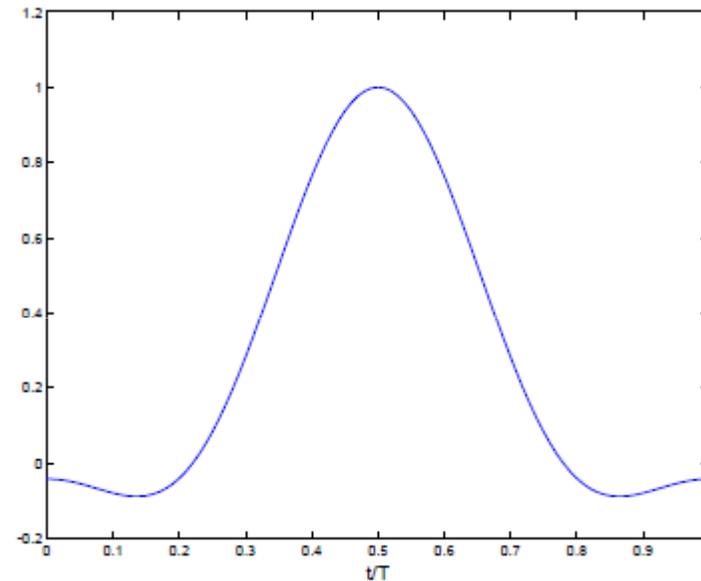
$$y(t) = 0,54 + 0,46 \cos^2 \left( \pi \frac{t}{T} \right)$$

$$t \in (-T/2, T/2)$$

---

# Resumen clase anterior

- Análisis de Fourier:
  - Ventana Flat Top:



$$y(t) = 0,2810639 - 0,5208972 \cos\left(2\pi\frac{t}{T}\right) + 0,1980399 \cos\left(4\pi\frac{t}{T}\right)$$

$$t \in (0, 1)$$

---

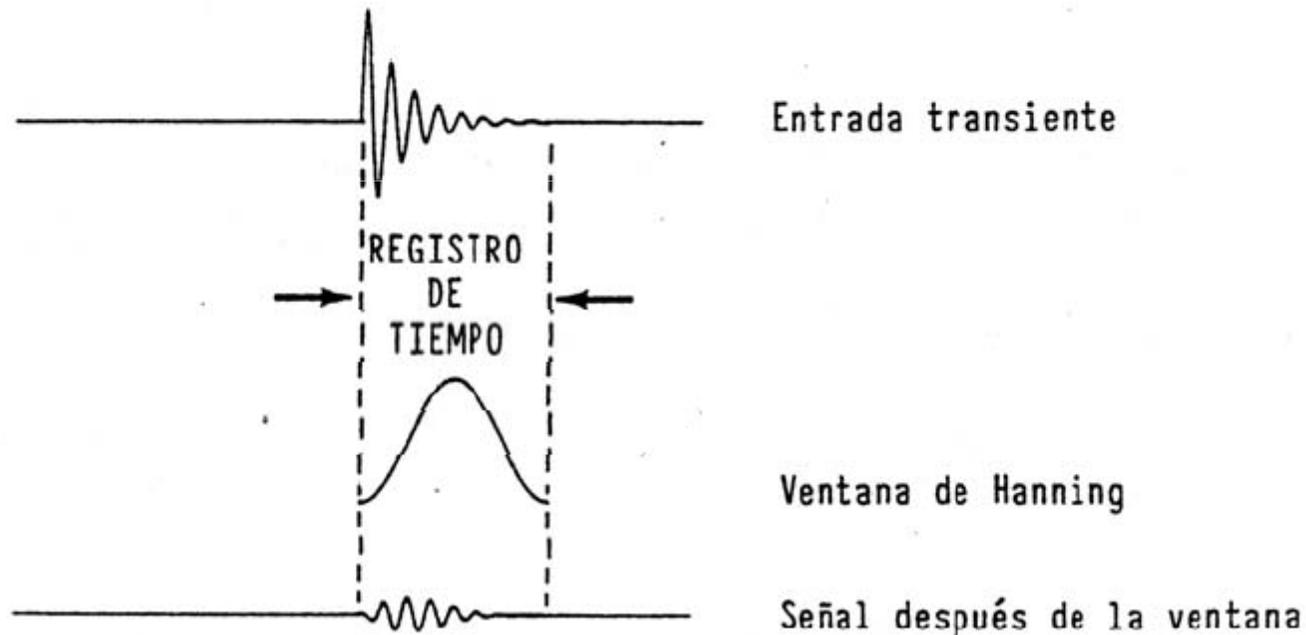
# Resumen clase anterior

- Análisis de Fourier:
  - Qué Ventana utilizar?

Utilizar la ventana de Hanning para todos los análisis	Debido a un compromiso entre exactitud en amplitud y resolución en frecuencias
Utilizar la ventana Uniforme o Rectangular en :  1.En los ensayos para determinar frecuencias naturales  2.Para analizar una vibración transiente	Debido que aquí interesa exactitud en frecuencia y no en amplitud  Para no perder información al inicio del transiente.
Utilizar la ventana Flat Top para el análisis de otras magnitudes(no vibraciones) en la que solo interesa su valor y no su frecuencia	Debido a que esta ventana es la que tiene mayor exactitud en amplitud

# Resumen clase anterior

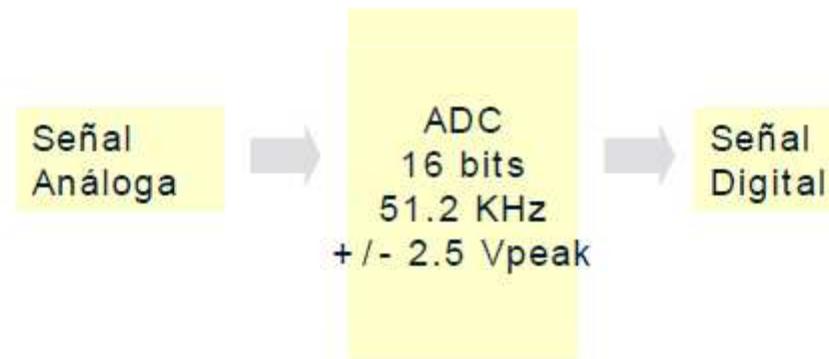
- ❑ Análisis de Fourier:
  - Qué Ventana utilizar?
    - ❑ Pérdida de información al utilizar ventana de Hanning



---

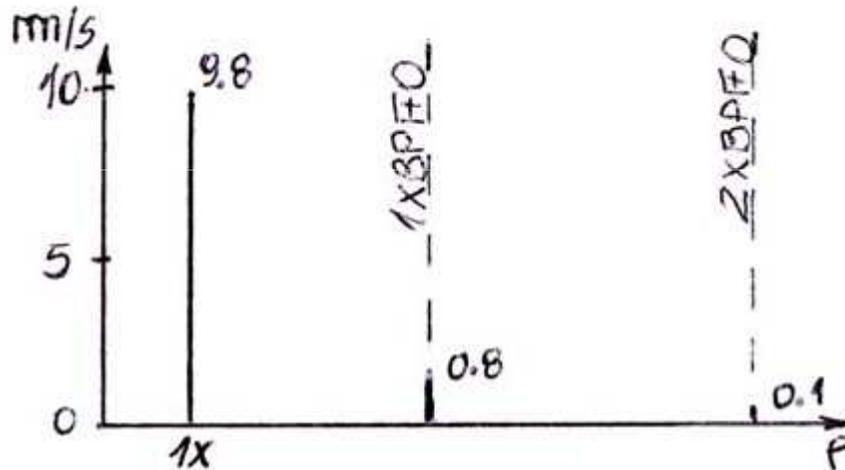
# Resumen clase anterior

- Análisis de Fourier:
  - Discretización:
    - La señal puede tomar  $2^n - 1$  valores distintos (n nro de bits)



# Resumen clase anterior

- Análisis de Fourier:
  - Discretización: Espectros tomados con tarjetas con diferentes números de bits



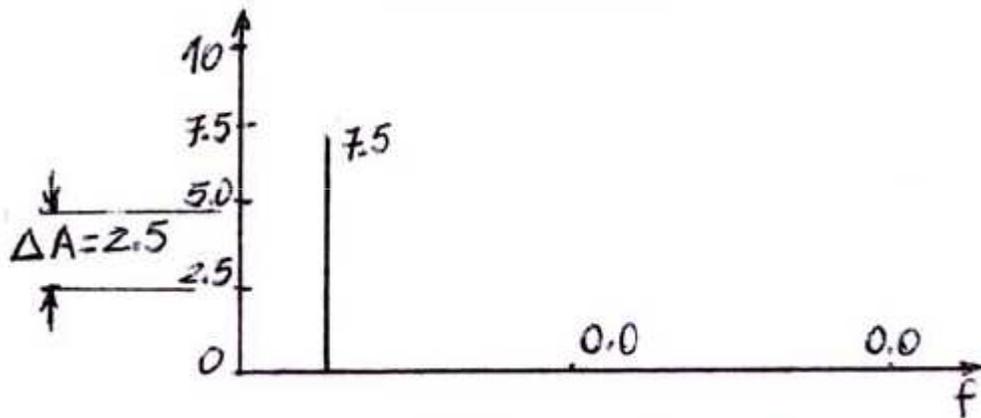
Componentes a:

- 1XRPM valor=9.8 mm/s
- BPFO valor= 0.8 mm/s
- 2BPFO valor=0.1 mm/s

Espectro Real

# Resumen clase anterior

- Análisis de Fourier:
  - Discretización: Espectros tomados con tarjetas con diferentes números de bits



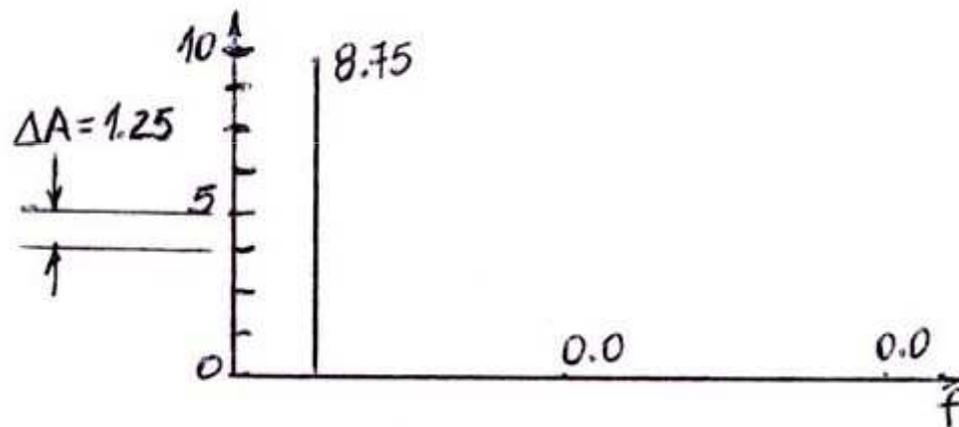
A/D de 3 bits:

- 1 bit para el signo
  - 2 bits para  $4=2^2$  valores:  
00 ; 01 ; 10 ; 11
- $\Delta A = 10/2^2 = 2.5$

A/D de 3 bits

# Resumen clase anterior

- Análisis de Fourier:
  - Discretización: Espectros tomados con tarjetas con diferentes números de bits



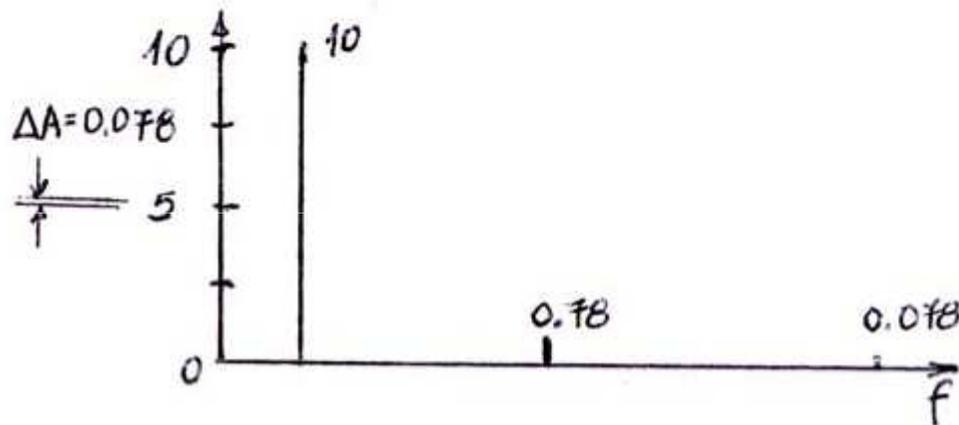
A/D de 4 bits:

- 1 bit para el signo
  - 3 bits para  $8=2^3$  valores:  
000 ; 001 ; 010 ; 011;  
100; 101; 110; 111
- $\Delta A = 10/2^3 = 1.25$

A/D de 4 bits

# Resumen clase anterior

- Análisis de Fourier:
  - Discretización: Espectros tomados con tarjetas con diferentes números de bits



A/D de 8 bits:

- 1 bit para el signo
  - 7 bits para  $128=2^7$  valores
- $\Delta A = 10/2^7 = 0.078$

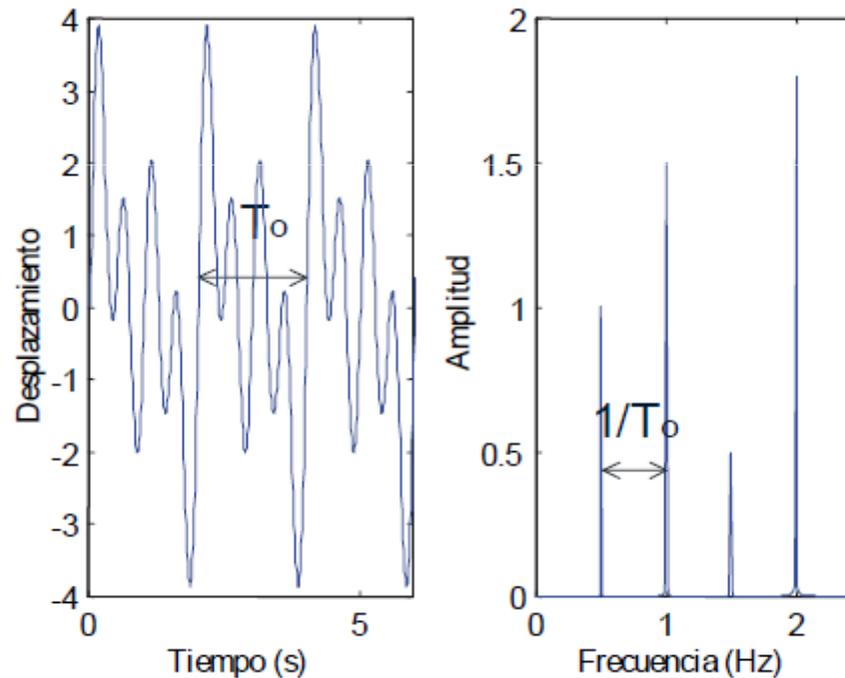
**$\Delta A$  = Resolución en amplitud = Fondo escala /  $2^{(n-1)}$**

n = Número de bits

A/D de 8 bits

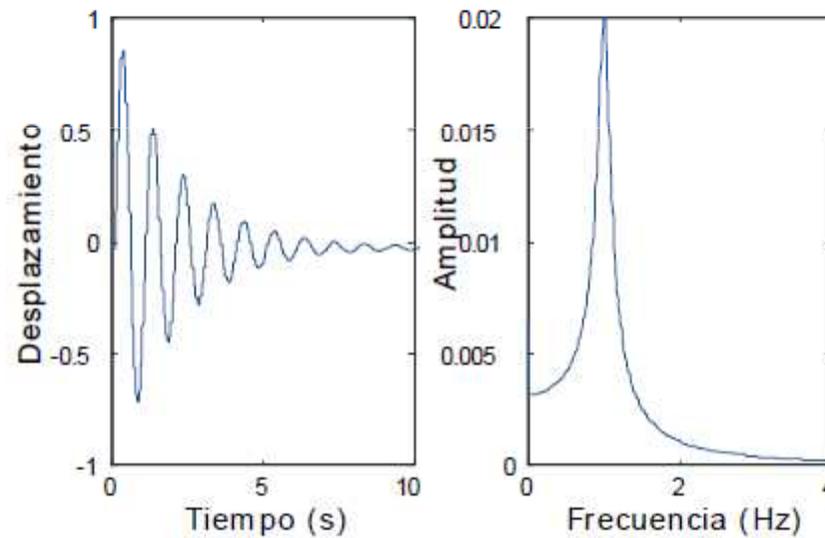
# Resumen clase anterior

- Análisis de Fourier:
  - Espectros usuales:
    - Señal periódica:



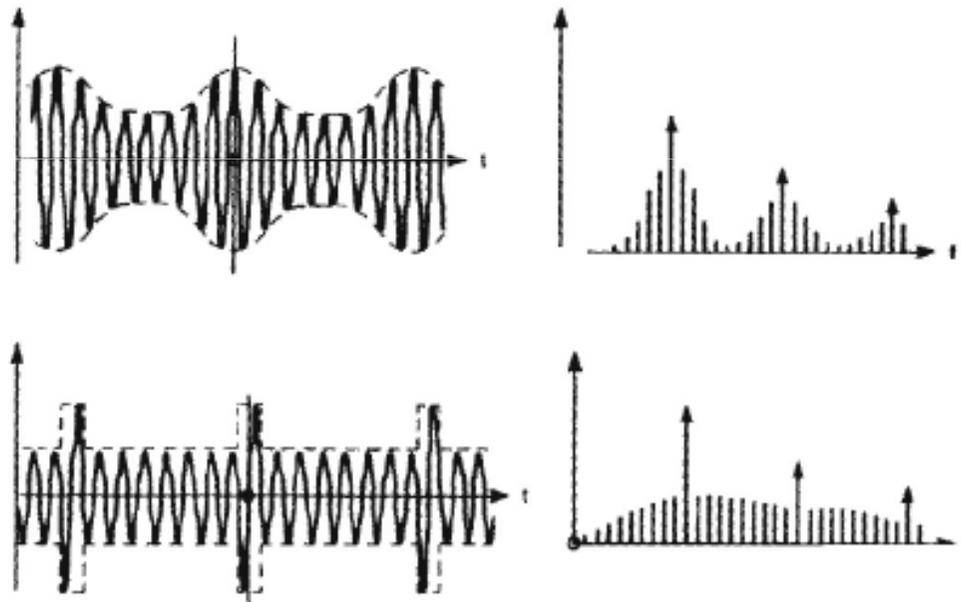
# Resumen clase anterior

- Análisis de Fourier:
  - Espectros usuales:
    - Señal transiente:



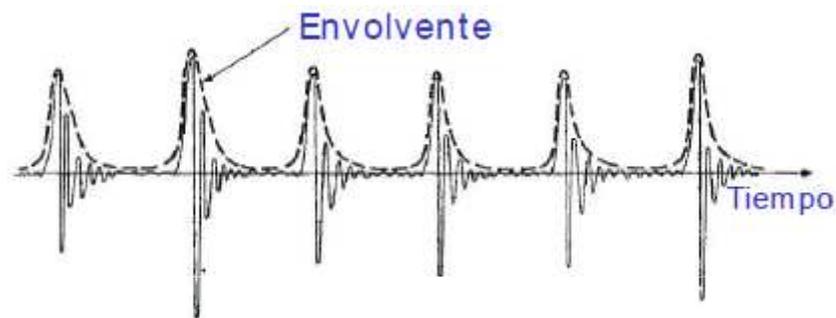
# Resumen clase anterior

- Análisis de Fourier:
  - Modulación :



# Resumen clase anterior

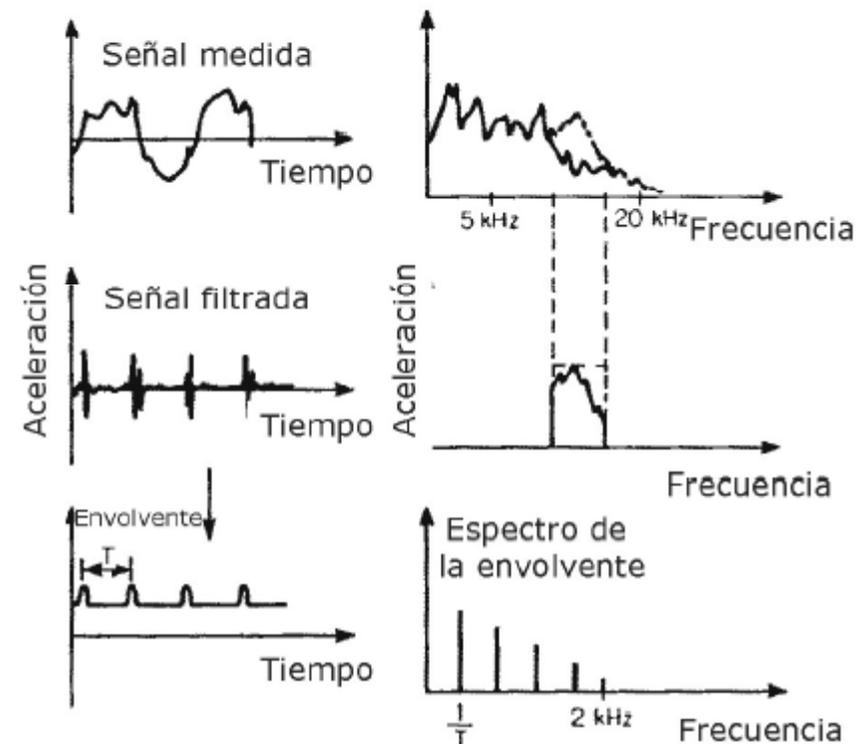
- Análisis de Fourier:
  - Demodulación :



Rodamientos dañados: frecuencias asociadas a picaduras son moduladas por frecuencias naturales a alta frecuencia

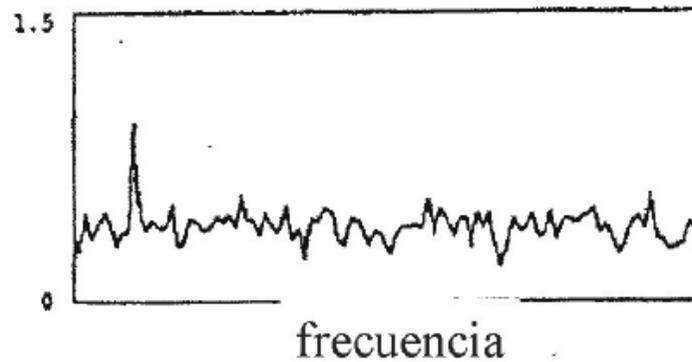
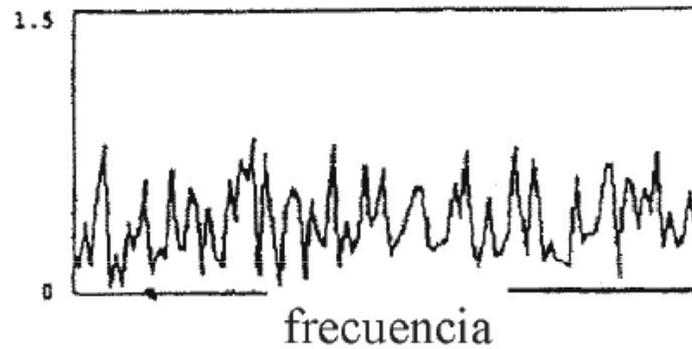
Engranajes: frecuencias de engrane y frecuencias naturales

Motores eléctricos



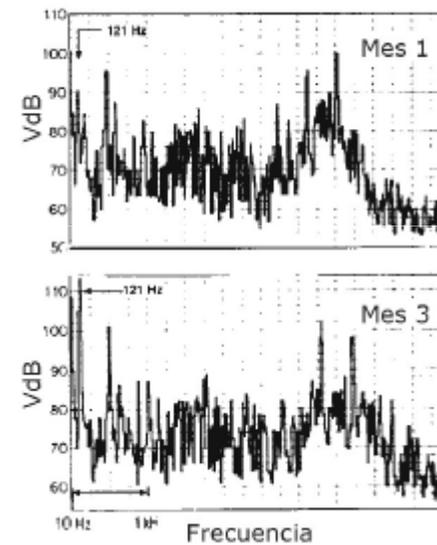
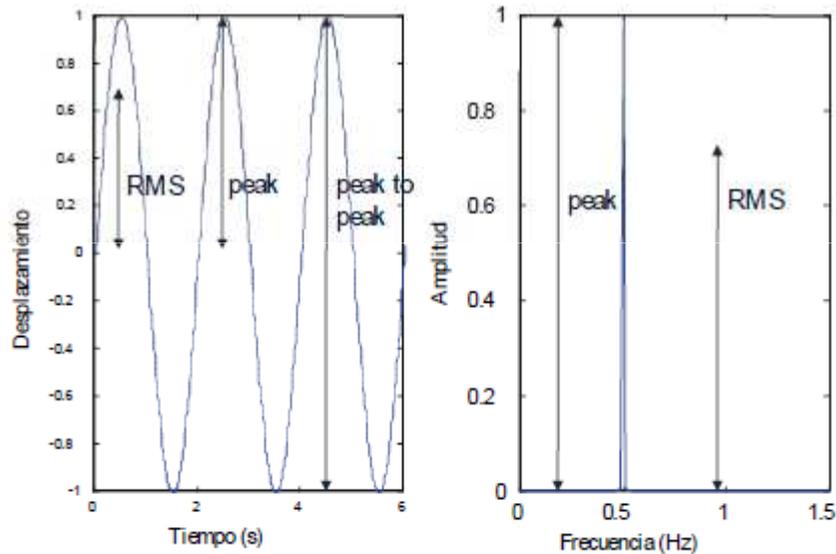
# Resumen clase anterior

- Análisis de Fourier:
  - Ruido en la señal :

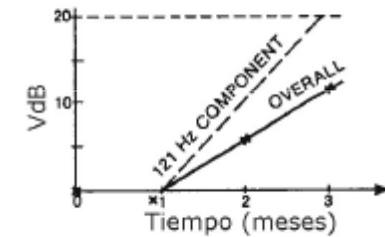


# Resumen clase anterior

- Análisis de Fourier:
  - Tipo de valor mostrado :



Caja Reductora



$$V_{RMS} = \sqrt{(V_1^2 + V_2^2 + \dots + V_N^2)/N}$$

$V_1, V_2, \dots, V_N$  : valores de la vibración en N puntos de la forma de onda

---

# VIBRACIONES MECÁNICAS

## (ME4701)

### Análisis de Fourier

---

Teoría: Lunes y Viernes 8:30 – 10:00 (SEM. ME)

Práctica: Miércoles 16:15 – 17:45 (SEM. ME)

Profesor: Dr MSc Ing Eduardo Salamanca H.

Correo: [eduardosalamanca99@gmail.com](mailto:eduardosalamanca99@gmail.com)

Blog: <http://blogs.shen-re.cl/esh/>