

---

# VIBRACIONES MECÁNICAS

## (ME4701)

### Cadena de medición

---

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.

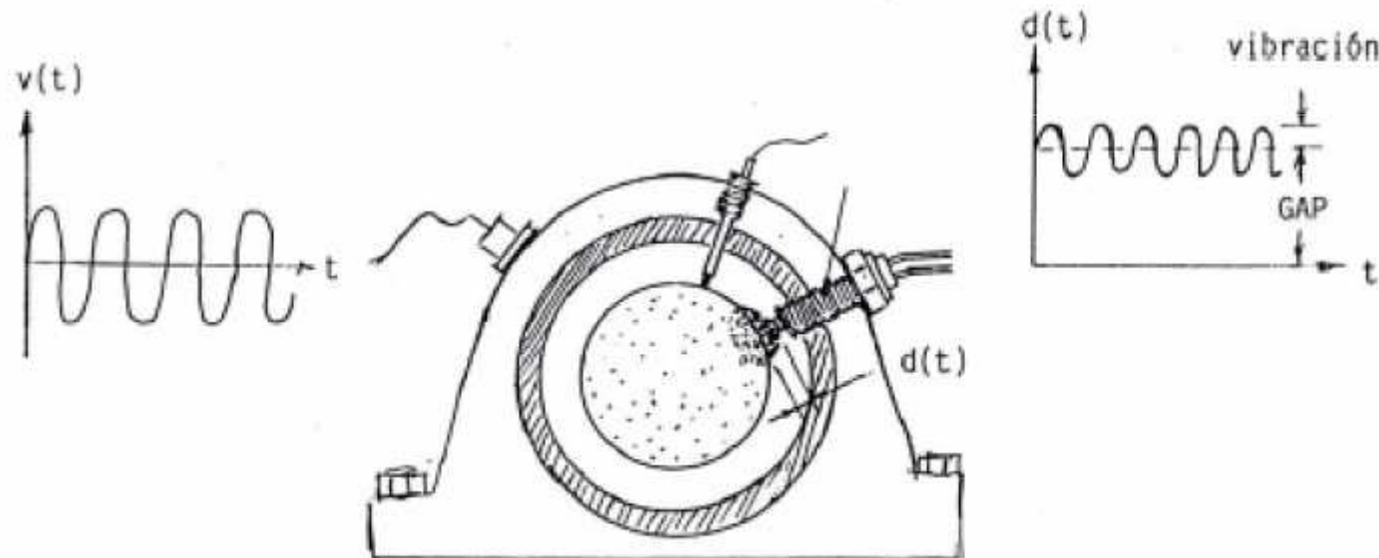
Correo: [eduardosalamanca99@gmail.com](mailto:eduardosalamanca99@gmail.com)

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

# Resumen clase anterior

- Rango de frecuencias típico:

## SENSORES DE VIBRACIONES



# Resumen clase anterior

## □ Rango de frecuencias típico:

Tipo de sensor o transductor	Rango de frecuencias típico (*)	Sensibilidad típica	Precio
Sensor de desplazamiento sin contacto	0-1000 Hz Práctico 0-10000 Hz Teórico	200 mv/mils	US\$50 --
Sensor de desplazamiento con contacto	0-150 Hz (0-9000 cpm)	--	--
Velocímetro sísmico	10-1000 Hz (600-60000 cpm)	500 mv/plg/s	US\$300-600
Velocímetro piezoeléctrico (velometer)	2-5000 Hz (120-300000 cpm)	100-500 mv/g	US\$350-600
Acelerómetro piezoeléctrico de uso general	2-5000 Hz (120-300000 cpm)	100 mv/g	US\$200-400
Acelerómetro piezoeléctrico de baja frecuencia	0.2-1000 Hz (12-60000 cpm)	500-1000 mv/g	US\$600-1500
Acelerómetro resistivo	0-1500 Hz (0-90000 cpm)	0.5 mv/g	--

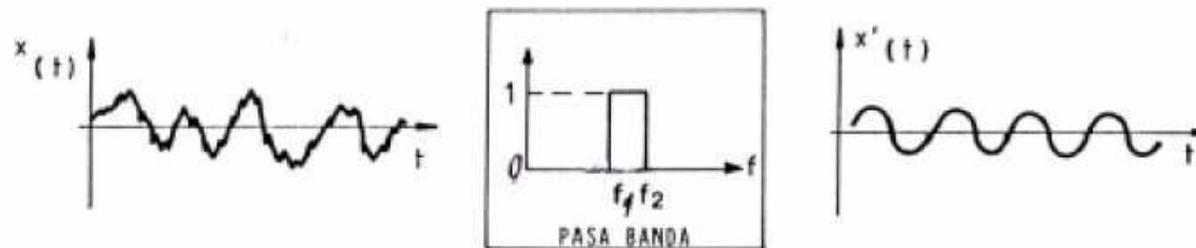
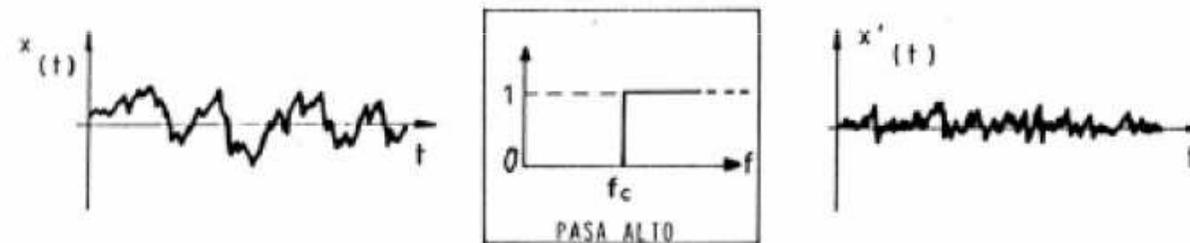
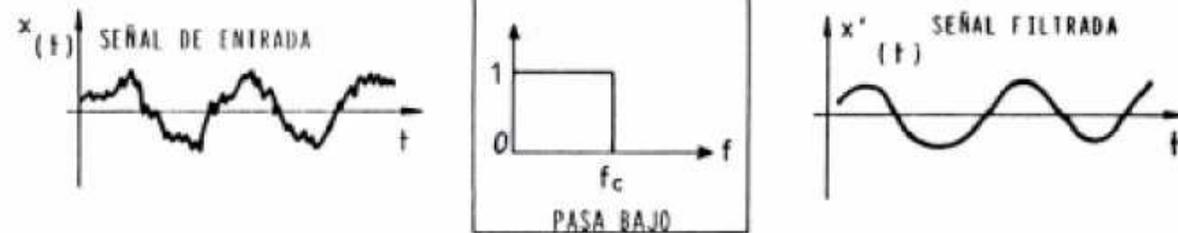
(\*) Los valores considerados son para montaje con espárrago.

# Resumen clase anterior

## ■ Filtros:

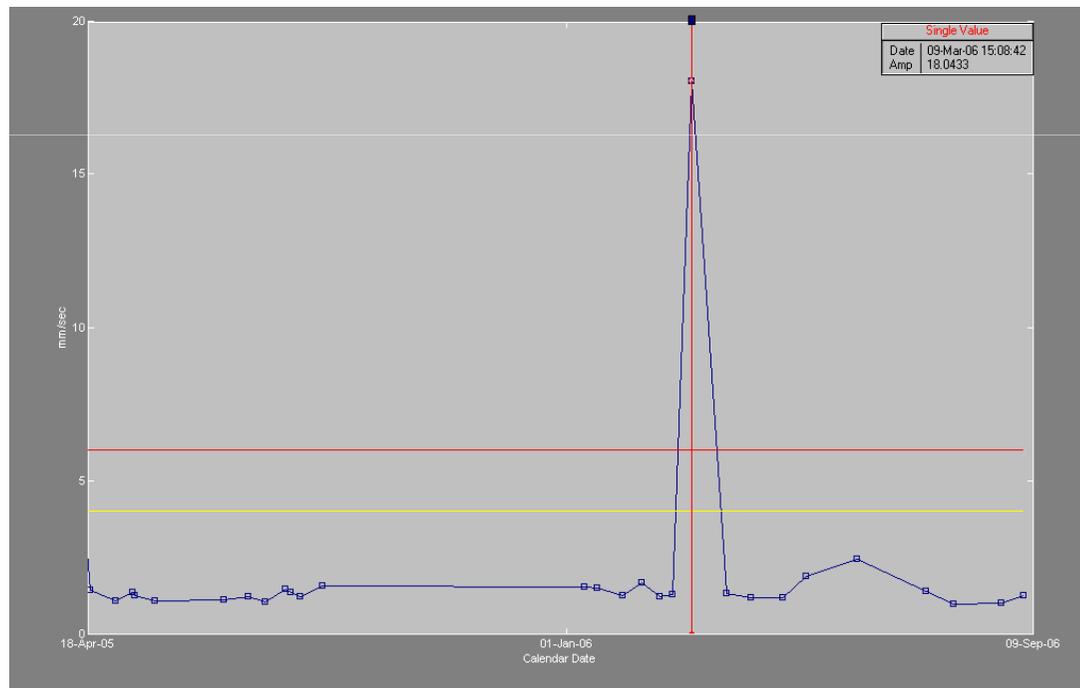
### CARACTERÍSTICAS IDEALES DE LOS FILTROS

#### RESPUESTA EN FRECUENCIA DE FILTRO



# Resumen clase anterior

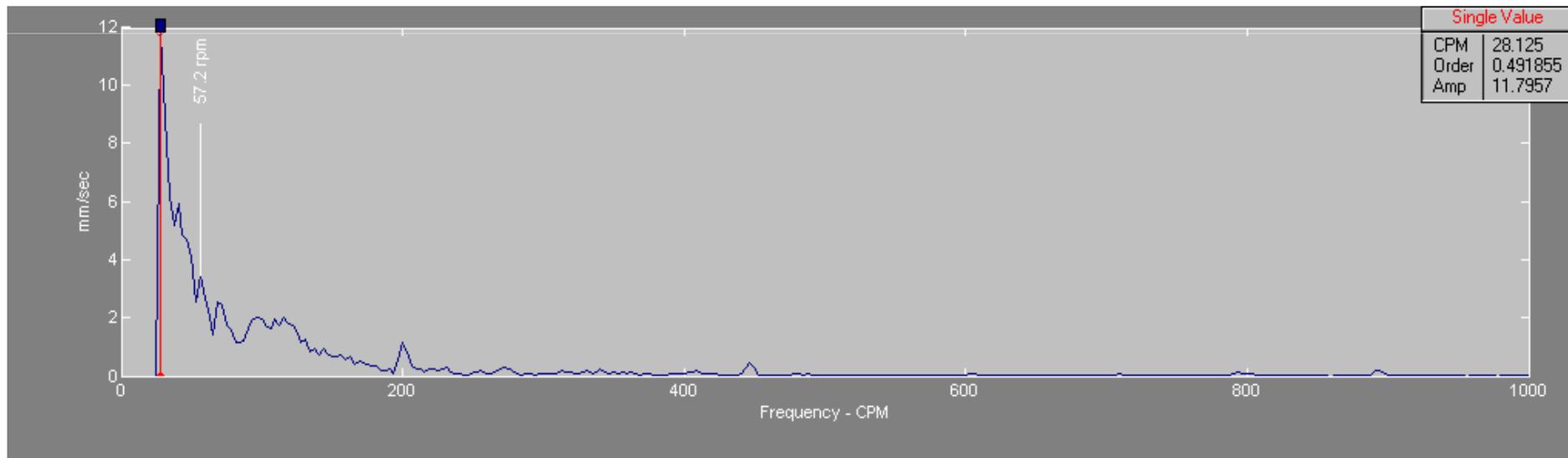
- Pendiente ski:
  - Componentes de baja frecuencia en el espectro generadas por la integración digital del ruido electrónico de la cadena de medición



Tendencia valor RMS  
aumentada por efecto  
pendiente sky

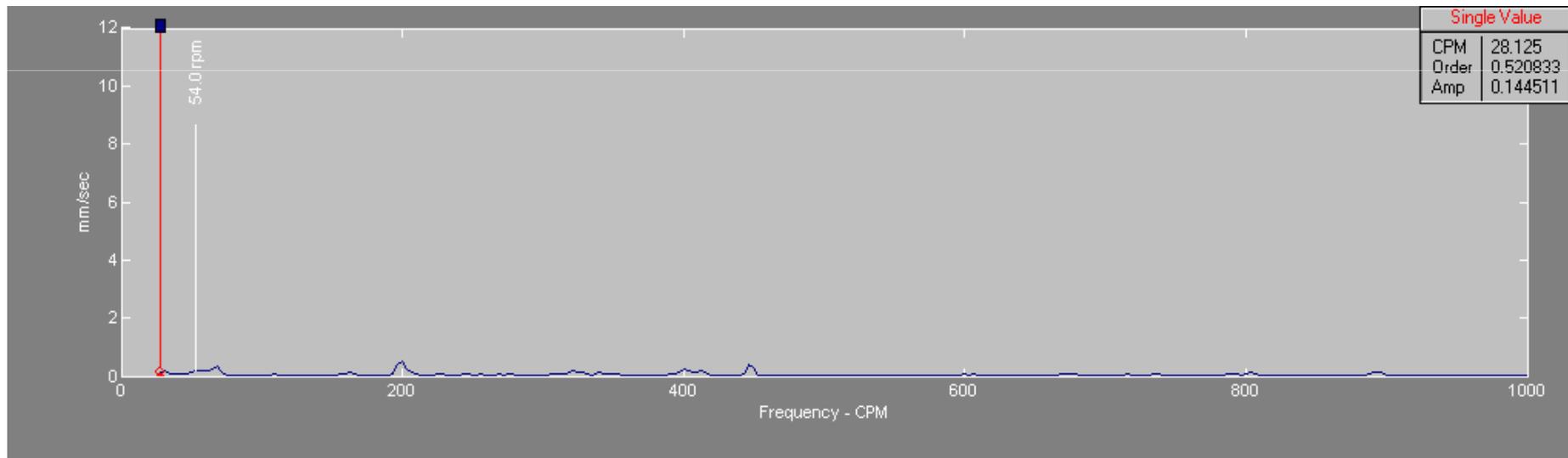
# Resumen clase anterior

- Pendiente ski:
  - Espectro con “pendiente de ski” que hace que se sobrepase el valor de alarma



# Resumen clase anterior

- Pendiente ski:
  - Espectro sin “pendiente ski”



# Resumen clase anterior

- ❑ Etapa de medición y análisis:
  - Ejemplo Medidor de vibraciones
    - ❑ La función de un medidor de vibraciones es proporcionar los valores pico, pico a pico o RMS de la señal vibratoria global, dentro de un determinado rango de frecuencias



- Rango de frecuencias : 180-120.000(cpm)
- Rango de amplitudes : 0-200(mils) pico a pico ,0-200(plg/s) pico 0-200 g pico
- Rango dinámico : 1:200.000

# Resumen clase anterior

- ❑ Etapa de medición y análisis:
  - Recolector-analizador digital de datos:
    - ❑ El recolector de datos fue diseñado para recolectar datos de muchas máquinas cuando se efectúa una ruta de medición.
    - ❑ Es portátil y tiene la capacidad de guardar datos para un posterior análisis en la oficina



# Resumen clase anterior

- Etapa de medición y análisis:
  - Recolector-analizador digital de datos:



CSI 2130



SKF MICROLOG CMXA 51

# Resumen clase anterior

## □ Análisis digital de vibraciones:

### ■ Pasos:

1. Digitalizar la señal analógica a través de la tarjeta análogo/digital
2. Calcular el espectro en frecuencias utilizando la transformada rápida de Fourier, FFT. El número de puntos o valores discretos  $N$  que se toman de la señal analógica son una potencia de 2, por ejemplo  $2^{10} = 1024$  puntos.
3. El espectro de frecuencia calculado consiste de  $N/2.56$  valores discretos. Si en la forma de la onda el recolector toma  $N=1024$  puntos, entrega en el espectro  $N/2.56 = 400$  líneas.
4. Para configurar un espectro es necesario entrar al recolector de datos : 1)  $f_{\text{máx}}$  de análisis, 2) Número de líneas =  $N/2.56$

---

# Análisis digital de vibraciones

- La frecuencia máxima de análisis usada en los espectros de velocidad generalmente es 60.000 cpm según normas ISO.
  - Si la máquina a analizar es de muy baja velocidad (bajo 100 cpm), será necesario disminuir este rango de frecuencias para mejorar la resolución en frecuencias.
  - En una caja de engranajes donde la frecuencia de engrane es 80.000 cpm, es necesario realizar el análisis de espectros hasta 3 veces la frecuencia de engrane, es decir, en este caso sobre 240.000 cpm.
-

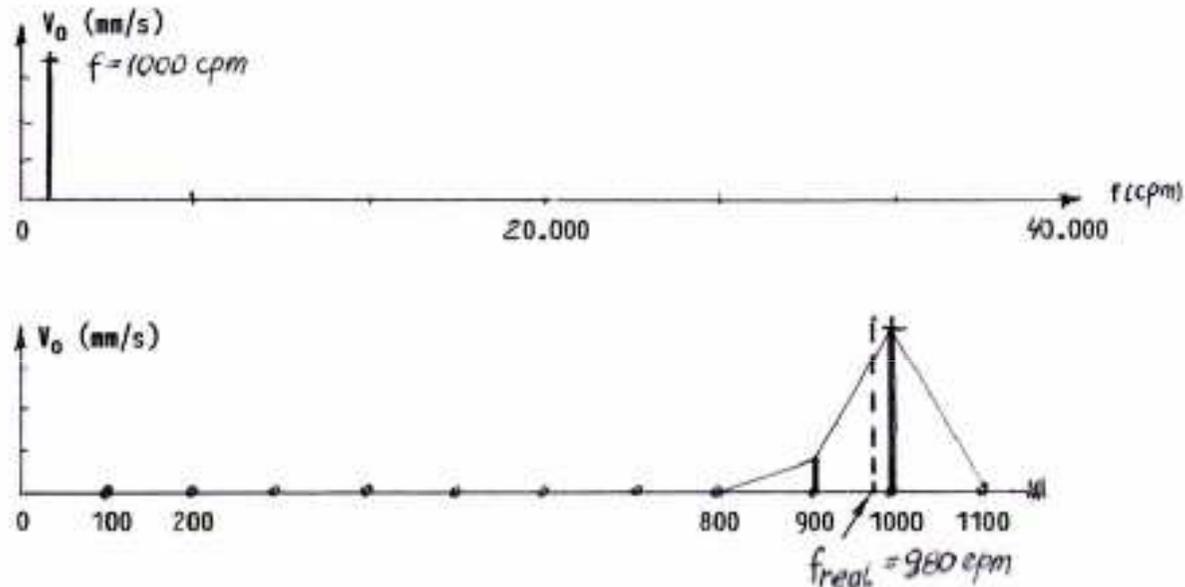
---

# Análisis digital de vibraciones

- Configurada la  $f_{\text{máx}}$  de análisis, por ejemplo 40.000 cpm, el próximo paso es definir el número de líneas con que se quiere que el recolector calcule el espectro.
  - El número de líneas que traen los recolectores normalmente son: 100, 200, 400, 800, 1600, 3200 y 6400.
  - $\Delta f = f_{\text{máx}} / NI$ 
    - $\Delta f$  = Resolución en frecuencias (el analizador sólo entrega valores discretos a múltiplos de  $\Delta f$ ).
    - $f_{\text{máx}}$  = Frecuencia máxima en el espectro =  $NI \cdot \Delta f$
    - $NI$  = Número de líneas.
-

# Análisis digital de vibraciones

- Ejemplo mala resolución en frecuencia:



Si se hubiese configurado el espectro con  $f_{\text{máx}} = 6400$  cpm y 6.400 líneas, es decir, con una resolución en frecuencias  $\Delta f = 6.400/6.400 = 1$  cpm, el analizador en este caso puede dar valores cada 1 cpm, por lo tanto puede dar valor a 980 cpm, y en este caso se obtendrá la frecuencia verdadera de la vibración.

---

# Análisis digital de vibraciones

- ¿Por qué no se trabaja siempre con el mayor número de líneas para obtener la mejor resolución en frecuencias posible?
    - A mejor resolución, más tiempo de adquisición de la vibración.
  - $T_{\text{adquisición}} = \text{Tiempo de toma de señal o tiempo de adquisición} = 1 / \Delta f$
  - $T_{\text{adquisición}}$  , para una resolución  $\Delta f = 100 \text{ cpm}$  es :  
 $1/100 \text{ cpm} = 0.01 \text{ min} = 0.6 \text{ seg}$
  - $T_{\text{adquisición}}$  , para una resolución  $\Delta f = 1 \text{ cpm}$  es :  $1/1 \text{ cpm} = 1 \text{ min} = 60 \text{ seg}$
-

---

## Formas de mejorar la resolución en frecuencia

- Disminuir  $f_{\text{máx}}$ .
  - Aumentar el número de líneas
  - Efectuar un zoom, es decir, concentrar todas las líneas en un rango de frecuencias determinado.
-

---

# VIBRACIONES MECÁNICAS

## (ME4701)

### Cadena de medición

---

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/>