

# Medidas Electricas en Ingeniería de Procesos

Clase 8

**EJEMPLO DE ANALIS DE FOURIER**



# Temas de la clase de hoy:



## Ejemplo de Análisis de Fourier

- Repaso señales en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia
- Ejemplo vibración de una cuerda de guitarra
- Programa de visualización de señales en el dominio del tiempo y frecuencia
- Observar la frecuencia fundamental para cada cuerda
- Observar como cambia cuando se tensa la cuerda
- Observar armonicos



# Representación de una señal en el dominio de la frecuencia.

Queremos representar una señal sinusoidal, sabemos que su expresión matemática es:

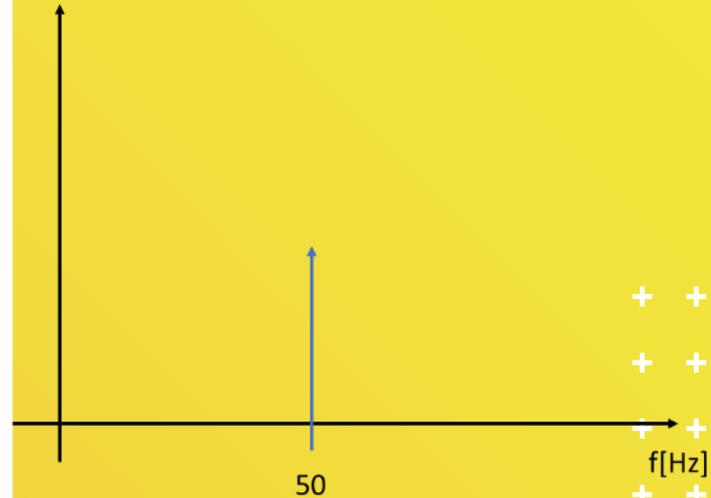
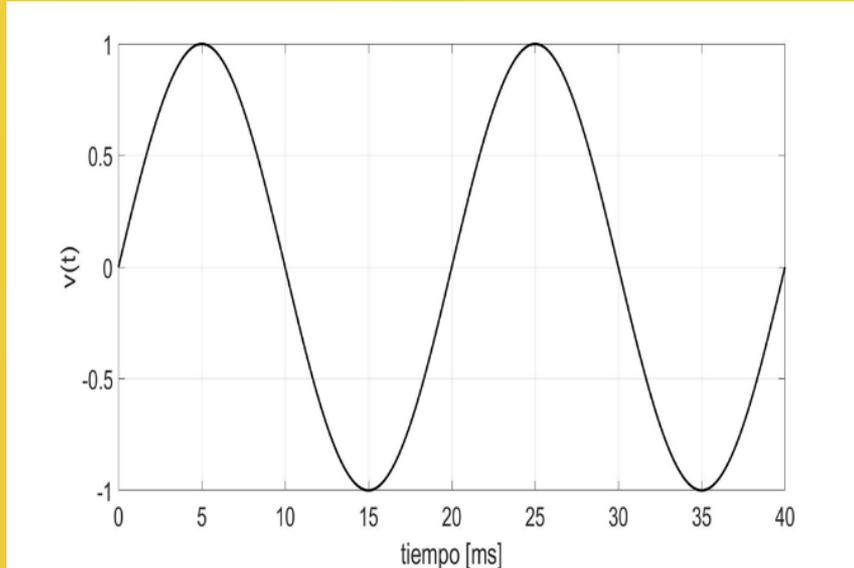
$$v(t) = A \sin(\omega_0 t + \varphi)$$



# Representación de una señal en el dominio de la frecuencia.

Si quiero escribir los valores de la función  $v$  en forma de tabla tengo dos posibilidades, hago una tabla con los valores de  $v$  para cada instante de tiempo, debo elegir una discretización, o hago una tabla con los valores de  $A$  y  $\varphi$  para todos los valores de  $\omega$ , también debo elegir una discretización.

# Representación de una señal en el dominio de la frecuencia.



+ + +

+ + +

+ + +

+ + +

+ + +

+ + +



# Transformada de Fourier

El análisis anterior es válido cuando las señales son periódicas. En general puede definirse una transformación que da el espectro de una señal arbitraria. Esta es la llamada Transformada de Fourier. En este caso se utiliza una base de funciones exponenciales para desarrollar la transformada.

+ + +

+ + +

+ + +

+ + +

+ + +

+ + +



+ + +

# + + Transformada de Fourier

+ + +

+ + +

+ + +

+ + +

En Matlab y en Octave la Transformada de Fourier se calcula con el algoritmo FFT (fast Fourier transform)

Esto nos da un vector con la amplitud de cada componente de frecuencia.

Como las señales son en tiempo discreto están formadas por una serie de puntos adquiridos en tiempos iguales.

+ + +

+ + +

+ + +

+ + +

+ + +

+ + +



# Transformada de Fourier

La frecuencia de muestreo  $f_s = \frac{1}{\Delta t}$

Pudo representar en el espectro desde la frecuencia cero (DC) hasta  $f_s/2$

En el lab veremos cómo se hace la escala de frecuencias y como se grafica el módulo de la fft para obtener los armónicos.

# Ejemplo vibración en una cuerda

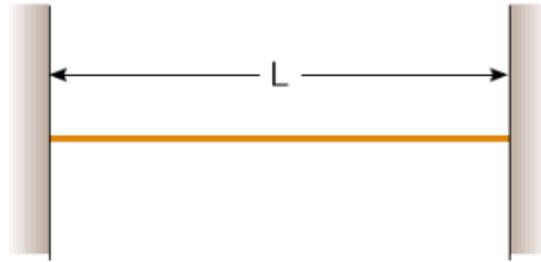
La velocidad de propagación en una cuerda depende de la densidad lineal de masa  $\mu$  (kg/m) y de la fuerza que la

mantiene tensionada  $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$

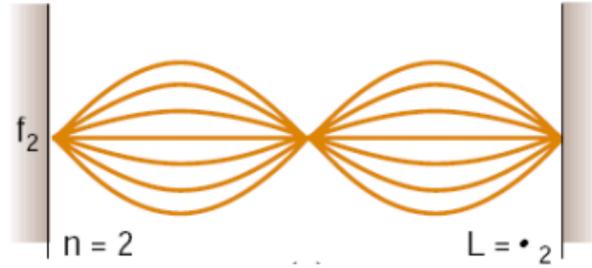
Con la velocidad puedo obtener la frecuencia del modo

fundamental de la cuerda  $f_0 = \frac{v}{2L}$

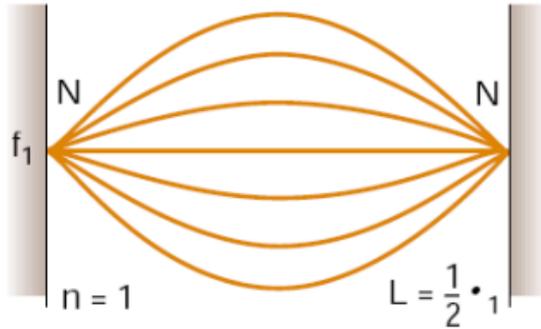
# Ejemplo vibración en una cuerda



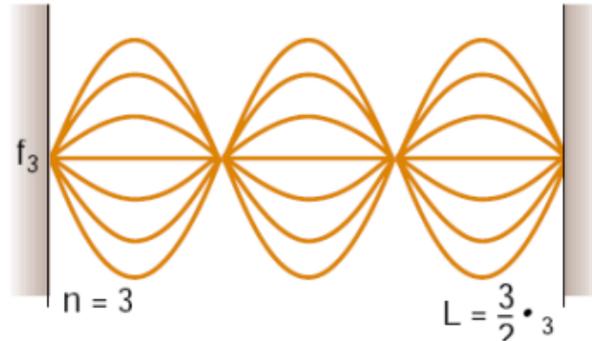
(a)



segundo armónico



modo fundamental de vibración  
o primer armónico



tercer armónico



# Ejemplo vibración en una cuerda

De esta forma los armónicos quedan

$$f_n = n \frac{\sqrt{\frac{T}{\mu}}}{2L}$$

Cuando aumento la tensión de la cuerda aumenta la frecuencia de la fundamental

Cuando aumento la masa, disminuye la frecuencia

# Temas de la clase de hoy:



## Ejemplo de Análisis de Fourier

- Repaso señales en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia
- Ejemplo vibración de una cuerda de guitarra
- Programa de visualización de señales en el dominio del tiempo y frecuencia
- Observar la frecuencia fundamental para cada cuerda
- Observar cómo cambia cuando se tensa la cuerda
- Observar armónicos



# Laboratorio 4

## Analisis de Fourier

**Objetivo 1)** Observar el espectro vibración de un motor

**Objetivo 2)** Determinar la velocidad de giro a partir del espectro

**Objetivo 3)** Detectar cambios en el motor analizando el espectro



# + + + + + + Deberes + + + + +

**Ver informaicón sobre el desarrollo de monitoreo de maquinas por vibración**



**Video 1) Vibration Analysis for beginners 1**

[https://www.youtube.com/watch?v=BPMjYJ\\_HoWk](https://www.youtube.com/watch?v=BPMjYJ_HoWk)

**Video 2) Vibration Analysis for beginners 2**

<https://www.youtube.com/watch?v=QnHI1Le2OXA>

**Video 3) Vibration Analysis for beginners 3**

<https://www.youtube.com/watch?v=4fDqll7ut6Y>



+ + + + +  
+ + + + +

