



Laboratorio de Análisis de sistemas y señales

Clave(7443)

— Práctica N° 5 —

Transformada de Fourier

Apellidos y nombres:			
Grupo:		Profesor:	Calificación:
Semestre:	2		
Año:	2018	Fecha de ejecución:	

CONTROL DE MODIFICACIONES

Rev.	Descripción	Elaborado por	Revisado por	Fecha
0	Primera versión	M.I. Natanael Vieyra	Dr. Paul Maya Ortiz	07.01.2017



I. Objetivos

- ☞ El alumno entenderá el concepto de transformada de Fourier así como de sus propiedades.
- ☞ El alumno conocerá las aplicaciones más comunes de la transformada de Fourier en la ingeniería.
- ☞ El alumno aprenderá a emplear la transformada de Fourier para resolver problemas comunes en el análisis de sistemas.

II. Recursos

1. Software

a) *Matlab* de versión 2008 o superior

2. Equipos, instrumentos, herramientas y accesorios

a) Computadora con 2GB RAM min.

III. Seguridad en la ejecución de la actividad

	Peligro o fuente de energía	Riesgo asociado	Medidas de control	Verificación
1 ^o	Voltaje alterno 	Electrocución 	Identificar los puntos energizados antes de realizar la actividad y evitar contacto	<input type="checkbox"/>
2 ^o	Voltaje continuo 	Daño a equipo 	Verificar polaridad y nivel antes de realizar la conexión del equipo o dispositivo	<input type="checkbox"/>
Apellidos y nombres:				

IV. Fundamento teórico

En análisis de Fourier permite determinar la amplitud y la fase de cada una de las componentes de frecuencia que tiene una señal. Las series de Fourier son útiles para el estudio de señales periódicas, en ocasiones las señales de análisis no cumplen esta característica, por dicha razón es importante el desarrollo de una herramienta matemática que facilite el análisis de este tipo de señales.

La transformada de Fourier es una herramienta matemática que lleva una función, sea periódica o no, del dominio del tiempo al dominio de la frecuencia. Así mismo, la transformada de Fourier hace corresponder a una función F con valores complejos y definidos en la recta, otra función f definida de la siguiente manera

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-j\omega t} dt \quad (1)$$

donde ω es la frecuencia y t el tiempo. De igual manera que la transformada de Laplace, la transformada de Fourier presenta propiedades matemáticas intrínsecas de la transformación, dichas propiedades son

- Linealidad.

- Desplazamiento en el tiempo.

$$\mathfrak{F}\{f(t - t_0)\} = e^{-j\omega t_0} F(\omega) \quad (2)$$

- Desplazamiento en la frecuencia

$$\mathfrak{F}\{e^{j\omega_0 t} f(t)\} = F(\omega - \omega_0) \quad (3)$$

- Escalamiento

$$\mathfrak{F}\{f(at)\} = \frac{1}{|a|} F\left(\frac{\omega}{a}\right) \quad (4)$$

Pero, ¿Para que aplicación tiene la transformada de Fourier?, en la rama de la física se emplea en :

- Analizar el contenido frecuencial de las señales.



- Determinar como cambia la amplitud y la fase de señales senoidales al ser fuentes excitadores de sistemas lineales e invariantes en el tiempo (SLI).
- Generar ondas de corriente y voltaje por medio de superposición.
- Analizar el contenido armónico de una señal.
- Reforzar señales.

De acuerdo a lo anterior, las principales ramas de la ingeniería en donde se emplean transformada de Fourier para resolver problemas son

- Comunicaciones
- Ingeniería eléctrica.
- Ingeniería en control.
- Ingeniería mecánica.
- Procesamiento digital de imágenes y sonido.

El poder extraordinario y la flexibilidad de las series y transformadas de Fourier se ponen de manifiesto en la gran cantidad de aplicaciones que se tienen ya sea en el ramo de las matemáticas o de la ingeniería.

V. Cuestionario Previo

1. ¿Existe alguna relación entre la transformada de Fourier y la transformada de Laplace?
2. Mencione las diferencias entre la transformada de Fourier y la serie de Fourier.
3. ¿Cómo se representa la transformada de Fourier de una señal periódica?
4. Si se desea analizar la respuesta total de un sistema ¿Qué herramienta brinda más facilidades, la transformada de Fourier o la Transformada de Laplace?

VI. Desarrollo de la actividad

1. Ejecute el programa proporcionado llamado *Basearmónicos.vi*, una vez ejecutado se abrirá una pantalla principal como la que se muestra en la Figura 1
2. El programa proporcionado consta de cinco señales senoidales a las cuales se les puede modificar la amplitud, la frecuencia y la fase.
3. Como primer paso, coloque la señal **señal senoidal 1** con una amplitud de cinco y una frecuencia de $250[Hz]$ y una fase de 0. ¿Qué sucede en la gráfica adjunta?.



Figura 1. Experimento 1

4. Modifique la fase, ¿Qué puede notar en la gráfica?, modifique la amplitud y posteriormente la frecuencia, ¿qué observa con lo anterior?, ¿qué puede concluir con base en el comportamiento de la gráfica?.

5. Ahora presione el boton con la leyenda *Agregar senoidal dos*, ¿Qué observa en la gráfica adjunta?

6. ¿Qué sucede con el número de componentes en la transformada de Fourier?

7. Compruebe su respuesta anterior aumentando la suma de señales senoidales presionado el boton *Agregar senoidal 3*.¿Qué podría

P5

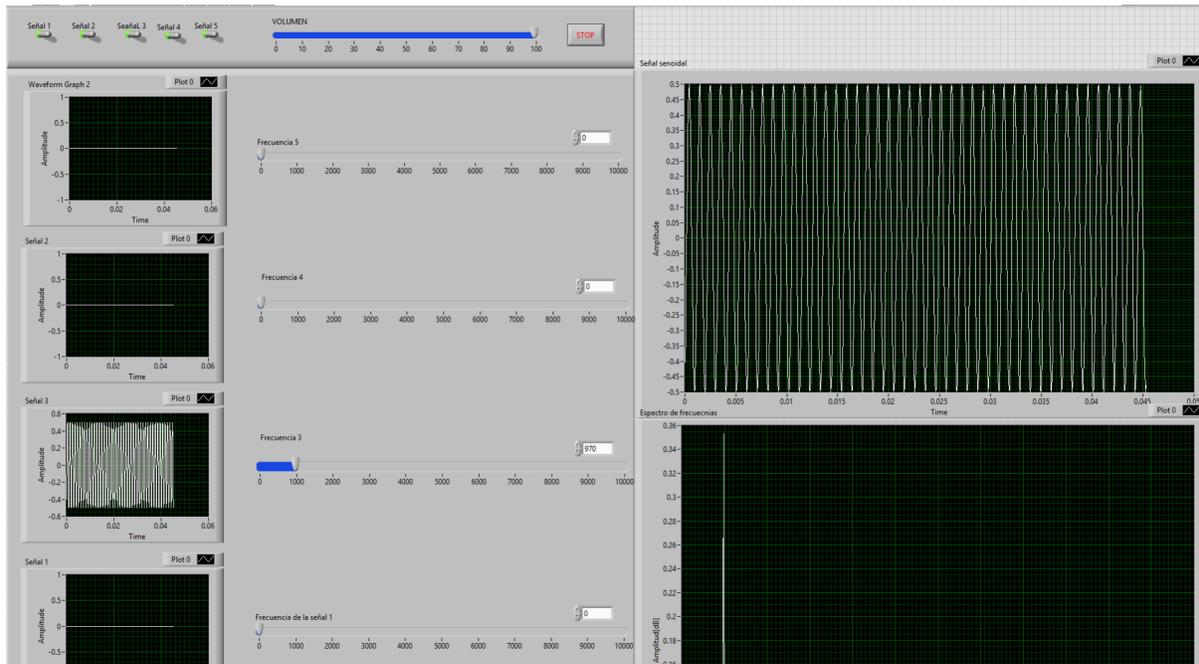


Figura 2. Experimento 2

concluir?, ¿qué sucede al agregar más componentes senoidales?, ¿qué puede concluir de este ejercicio?

8. Como ejercicio adicional, ¿que sucedería si las funciones sumadas no fueran senoidales?, ¿Aún sería cierta su conclusión anterior?, de no ser así ¿Que puede agregar para completar su resultado?

1.

9. Ahora considere el programa proporcionado llamado *Música.vi*, dicho programa posee el panel frontal mostrado en la Figura 2

¹Pruebe con señales fundamentales como escalón unitario o rampa

P5



Tema:

Transformada de Fourier

Profesor:

Práctica N° 5



Figura 3. Selección de señal

- 10. Este ejercicio emplea como salida la tarjeta de sonido de la computadora. Coloque la primera señal senoidal a una frecuencia de 311.127[Hz], la segunda señal senoidal a una frecuencia de 493.88[Hz], la tercera señal a 261.626, la cuarta a 987.767[Hz] y la quinta a 739.989[Hz]. Con los controles mostrados en la Figura 3
- 11. Quite una a una las señales, lo que observa ¿es lo que esperaba?,¿por qué?.

- 12. Ahora coloque el cable de sonido a la salida del conector de audífonos de su computadora y dicho cable coloquelo en el modulo elvys. Seleccione el espectro de frecuencia y repita el proceso del paso anterior. ¿Ambas gráficas corresponden?. Varie la frecuencia de cada una de las señales y observe su comportamiento en el instrumento de medición. ¿Qué puede concluir?

- 13. Ahora, considere el sistema, masa-resorte-amortiguador mostrado en la Figura 4 caracterizado por la siguiente ecuación diferencial

$$M \frac{d^2}{dt^2}y(t) + D \frac{d}{dt}y(t) + Ky(t) = x(t) \tag{5}$$

- 14. Encuentre la función de transferencia. ¿De que manera se relaciona la transformada de Laplace con la Transformada de Fourier?¿Cuál es la principal diferencia entre ambas?.

P5

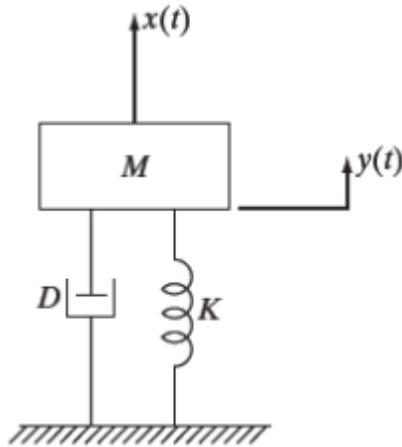


Figura 4. Masa-resorte-amortiguador

- 15. Obtenga la gráfica de la transformada de Fourier de la función de transferencia.².
- 16. Se sabe que la respuesta de un sistema mediante la integral de convolución de

$$x(t) = u(t) - u(t - 1) \tag{6}$$

$$h(t) = u(t - 1) - u(t - 2) \tag{7}$$

se encuentra determinada por la siguiente expresión

$$y(t) = h(t) * x(t) = r(t - 1) - 2r(t - 2) + r(t - 3) \tag{8}$$

utilice la propiedad de la transformada de Fourier para determinar la salida del sistema y compruebe que es la misma que la obtenida en la ecuación anterior.

VII. OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

²Recuerde que dicha gráfica se caracteriza por $|H(\omega)|$ vs ω



Tema:

Transformada de Fourier

Profesor:

Práctica N° 5

Referencias

[Chi-Tsong, 2004] Chi-Tsong, C. (2004). *Signals and systems*. Oxford University Press. (Not cited.)

[Gwinstek,] Gwinstek. *Digital Storage Oscilloscope*. Gwinstek. (Not cited.)