



# Análisis de señales

## Laboratorio 04: Convolución de señales en Matlab

Escuela de Ciencias exactas e Ingeniería  
Código: SA2021I\_LAB04

**Profesor:** Marco Teran

**Deadline:** 4 de mayo

**Name:** \_\_\_\_\_

### Abstract

Durante el desarrollo del presente laboratorio se pondrán a prueba las técnicas de Matlab para evaluar las convoluciones. Tanto para tiempo discreto, como aproximaciones para tiempo continuo. Finalmente, se aplican las propiedades de la convolución utilizando Matlab: la linealidad, la invariancia del tiempo y la asociación.

## 1 Desarrollo de la práctica de laboratorio

1. (5 points) **Responda brevemente en la sección de Marco Teórico de su plantilla de laboratorio las siguientes preguntas:**

- (a) Definir qué es la convolución y sus principales propiedades.
- (b) Investigue acerca de la generación de señales aleatorias y las características estocásticas del ruido blanco gaussiano aditivo (AWGN, *ing.* Additive White Gaussian Noise).
- (c) Investigue sobre la generación en Matlab para una relación señal ruido (SNR, *ing.* Signal to noise ratio) predeterminada utilizando la función `out = awgn(in,snr,signalpower)`. Determine cada uno de sus argumentos. Que ocurre cuando el argumento `signalpower` es igual a `'measured'`.
- (d) ¿Que es la desconvolución y como se implementa en Matlab?

2. (5 points) **Convolución con Matlab:**

El paquete matemático Matlab se puede utilizar para encontrar la suma de convolución de dos secuencias. El siguiente código permite encontrar la suma de convolución de dos señales  $x[n]$  y  $h[n]$ :

```
x=[0.2 , 1.4 , 2.6 , 5.1 , 3.4 , 8.4];  
h=[1.0 , 4.2 , 3.7 , 0.8 , 3.9];  
y=conv(x,h);
```

Código 1 – Suma de convolución en Matlab

Realice de forma teórica esta convolución y compare resultados.

3. (5 points) **Convolución de señales discretas:** La respuesta al impulso de un filtro discreto LTI esta dada por:

$$h[n] = \{1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, -1, -1, -1\}.$$

Utilice Matlab para determinar la salida si la entrada es la señal es:

$$x[n] = \cos\left(\frac{\pi n}{2}\right).$$

Represente gráficamente la señal de entrada, su respuesta al impulso y su salida.

4. (5 points) **Convolución de señales continuas:** La siguiente secuencia de comandos de Matlab aproximará una señal  $y(t)$  que es el resultado de la convolución de una señal  $x(t)$  con la señal  $h(t)$ . La señal  $x(t)$  es diferente de cero para los tiempos comprendidos en el intervalo de `gox` a `stopx`; Los valores de la señal

$x(t)$  en este intervalo se almacenan en el vector  $x$ . De manera similar, la señal respuesta al impulso  $h(t)$  es diferente de cero para los tiempos en el intervalo  $degoh$  a  $stopph$ . Los valores de  $h(t)$  en este intervalo se almacenan primero en el vector  $h$ . La convolución es diferente de cero solo para los tiempos comprendidos entre  $gox + goh$  y  $stopx + stoph$ ; Los valores resultados de la convolución se almacenan en el vector  $y$ .

```
ts=.01;
gox=0; stopx=1/2;
goh=0; stoph=2;
tx=gox:ts:stopx;
x=exp(-tx);
th=goh:ts:stoph;
h=exp(-th);
ty=gox+goh:ts:stopx+stoph;
y=ts*conv(x,h);
figure('Convolution')
subplot(311)
plot(tx,x)
xlabel('t'), ylabel('x(t)')
subplot(312)
plot(th,h)
xlabel('t'), ylabel('h(t)')
subplot(313)
plot(ty,y)
xlabel('t'), ylabel('y(t)=x(t)*h(t)')
```

Código 2 – Suma de convolución en Matlab

- Comente cada una de las líneas de código
  - Agregue al informe los resultados arrojados por el código.
  - ¿Qué significado tiene  $ts$  y por qué se multiplica por el resultado de la convolución?
5. (5 points) **Convolución de señales discretas:** Utilice un vector de tiempo discreto descrito por  $n=-50:50$ , para resolver el siguiente problema. Un sistema LTI discreto presenta la siguiente respuesta al impulso:

$$h[n] = (0.6)^n u[n].$$

Con la ayuda de Matlab calcule la respuesta del sistema para una entrada:

$$x[n] = u[n].$$

Dibuje para cada caso, las tres señales que interfieren en el proceso ( $h[n]$ ,  $x[n]$  y la salida  $y[n]$ ).

## References

- [1] A.V. Oppenheim, A.S. Willsky, and S.H. Nawab. *Signals and Systems*. Prentice-Hall signal processing series. Prentice Hall, 1997.
- [2] Steven W. Smith. *The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing*. California Technical Publishing, San Diego, CA, USA, 1997.
- [3] Bassem R. Mahafza. *Radar Systems Analysis and Design Using MATLAB*. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, USA, 2000.
- [4] John G. Proakis and Dimitris G. Manolakis. *Digital Signal Processing (3rd Ed.): Principles, Algorithms, and Applications*. Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ, USA, 1996.

- 
- [5] Alan V. Oppenheim and Ronald W. Schaffer. *Discrete-Time Signal Processing*. Prentice Hall Press, Upper Saddle River, NJ, USA, 3rd edition, 2009.
  - [6] B.P. Lathi and R.A. Green. *Essentials of Digital Signal Processing*. Cambridge University Press, 2014.
  - [7] J.W. Leis. *Digital Signal Processing Using MATLAB for Students and Researchers*. Wiley, 2011.
  - [8] Monson H. Hayes. *Schaum's Outline of Digital Signal Processing*. McGraw-Hill, Inc., New York, NY, USA, 1st edition, 1998.
  - [9] L.W. Couch. *Digital and Analog Communication Systems*. Pearson international edition. Pearson/Prentice Hall, 2007.