



Teoría de sistema lineales

Laboratorio 04: Convolución de señales en Matlab

Escuela de Ciencias exactas e Ingeniería

Código: LST2021I_LAB04

Profesor: Marco Teran

Deadline: 19 de abril

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.