

# Laboratorio 2: Convolución

Maximiliano Sáez - maximiliano.saez@mail.udp.cl

Diego Aguilera - diego.aguilera@mail.udp.cl

**Resumen**—En este informe se analizará y mostrará el efecto de convolución de señales, para lo cual se usará la combinación de distintas señales aperiódicas junto con otras señales periódicas para luego mostrar gráficamente su resultado y su posterior análisis. Se ejecutará el procesamiento de señales utilizando el lenguaje Python y gracias a las librerías numpy y scipy mostraremos de forma gráfica la convolución de las distintas señales.

## I. INTRODUCCIÓN

Convolución es una operación matemática que combina dos señales para producir una tercera, esto para efecto más prácticos permite obtener la señal de salida de un sistema a partir de la señal de entrada y la respuesta al impulso.

Para este laboratorio se utilizarán las librerías Numpy y Scipy de Python para generar gráficos que muestren los efectos de convolución generados en distintos tipos de señales periódicas y aperiódicas que serán combinadas para facilitar el análisis de su comportamiento.

## II. ALGORITMOS UTILIZADOS

Para mayor legibilidad en este informe, se intentó reducir la complejidad de los códigos empleados intentando simplificarlos por señal y actividad, omitiendo librerías, funciones de muestreo gráfico y convolución, dado que es similar para todas las actividades realizadas y serán adjuntas en la entrega.

### A. Actividad 3: Senoidal

```
t=np.linspace(0,0.5,50)
f0=7
x= 10*np.sin(2*np.pi*f0*t)

#Exponencial
s=np.linspace(5,6.5,10)
h = np.exp(-s)

#Sin(x)/x
s = np.linspace(-10,10,50)
h= np.sin(s)/s

#Escalon
s = np.arange(0,10,0.5)
h = np.pieceswise(s,s>=5,[1,0])

#Impulso
s = np.linspace(0,10,50)
h = np.zeros(len(s))
h[36]=1
```

### B. Actividad 3: Cuadrada

```
x = np.repeat([0,1,0,1],50)

#Exponencial
s=np.linspace(0,1.5,10)
h = np.exp(s)

#Sin(x)/x
s = np.linspace(-10,10,50)
h= np.sin(s)/s

#Escalon
s = np.arange(0,10,0.1)
h = np.pieceswise(s,s>=5,[1,0])

#Impulso
s = np.linspace(0,10,50)
h = np.zeros(len(s))
h[10]=1;
```

### C. Actividad 3: Triangular

```
fs= 5
simetria=0.5
t = np.linspace(0,1,100)
x = signal.sawtooth(2 * np.pi * 5* t,0.5)

#Exponencial
s=np.linspace(0,1.5,10)
h = np.exp(-s)

#Sin(x)/x
s = np.linspace(-10,10,50)
h= np.sin(s)/s

#Escalon
s = np.arange(0,10,0.5)
h = np.pieceswise(s,s>=5,[1,0])

#Impulso
s = np.linspace(0,10,50)
h = np.zeros(len(s))
h[13]=1;
```

### D. Actividad 4: Senoidal Modificada

```
#Corrimiento ( tran ) y proporcionalidad ( prop )
tran = 4
prop = 5

#Exponencial
s=np.linspace(5,6.5,10)
h = np.exp(+s)

#Sin(x)/x
s = np.linspace(-10,10,50)
h= np.sin(s-tran)/(s-tran)

#Escalon
s = np.arange(0,10,0.5)
h = np.pieceswise(s-tran,s-tran >=5,[1,0])
```

```
#Impulso
s = np.linspace(0,10,50)
h = np.zeros(len(s))
h[10+tran]=1

h = h*prop
```

```
esc = np.piecewise(es, es >= 5, [1,0])

#Impulso
i = np.linspace(0,10,50)
imp = np.zeros(len(i))
imp[36]=1
```

#### E. Actividad 4: Cuadrada Modificada

```
#Corrimiento ( tran ) y proporcionalidad ( prop )
tran = 4
prop = 5

#Exponencial
s=np.linspace(5,6.5,10)
h = np.exp(tran-s)

#Sin(x)/x
s = np.linspace(-10,10,50)
h= np.sin(s-tran)/(s-tran)

#Escalon
s = np.arange(0,10,0.5)
h = np.piecewise(s+tran, s+tran >= 5, [1,0])

#Impulso
s = np.linspace(0,10,50)
h = np.zeros(len(s))
h[10+tran]=1

h = h*prop
```

#### F. Actividad 4: Triangular Modificada

```
#Corrimiento ( tran ) y proporcionalidad ( prop )
tran = 4
prop = 5

#Exponencial
s=np.linspace(5,6.5,10)
h = np.exp(-s+tran)

#Sin(x)/x
s = np.linspace(-10,10,50)
h= np.sin(s-tran)/(s-tran)

#Escalon
s = np.arange(0,10,0.5)
h = np.piecewise(s+tran, s+tran >= 5, [1,0])

#Impulso
s = np.linspace(0,10,50)
h = np.zeros(len(s))
h[10+tran]=1

h = h*prop
```

#### G. Actividad 5

```
#Exponencial
e=np.linspace(0,5,10)
exp = np.exp(e)
nexp = np.exp(-e)

#Sin(x)/x
s = np.linspace(-10,10,50)
sin = np.sin(s)/(s)

#Escalon
es = np.arange(0,10,0.5)
```

### III. RESULTADOS: CONVOLUCIÓN ACTIVIDAD 3

#### A. Senoidal-Exponencial Decreciente

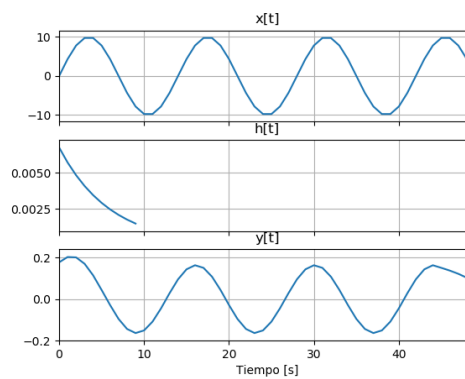


Figura 1. Gráfico convolución senoidal-exponencial decreciente

#### B. Senoidal-Exponencial Creciente

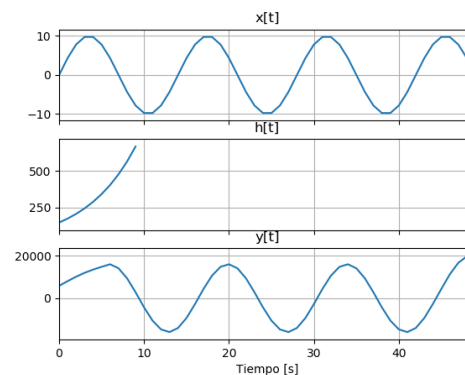


Figura 2. Gráfico convolución senoidal-exponencial creciente

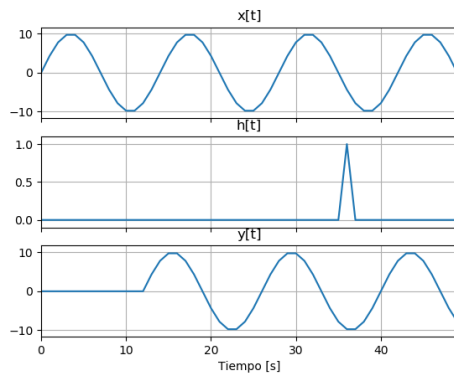
*C. Senoidal-Impulso*

Figura 3. Gráfico convolución senoidal-impulso

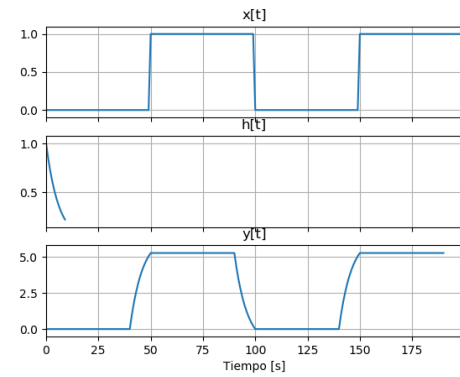
*F. Cuadrada-Exponencial Decreciente*

Figura 6. Gráfico convolución cuadrada-exponencial decreciente

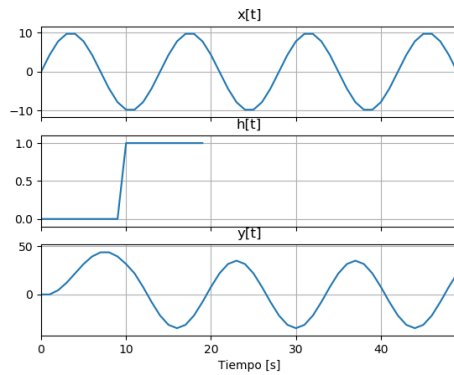
*D. Senoidal-Escalón*

Figura 4. Gráfico convolución senoidal-escalón

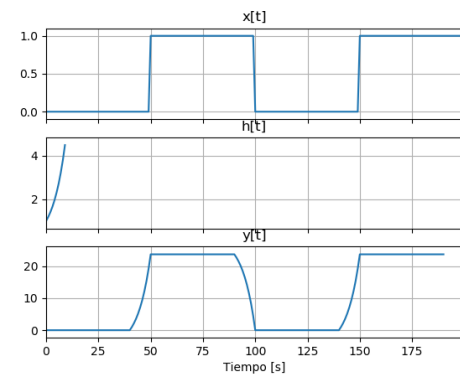
*G. Cuadrada-Exponencial Creciente*

Figura 7. Gráfico convolución cuadrada-exponencial creciente

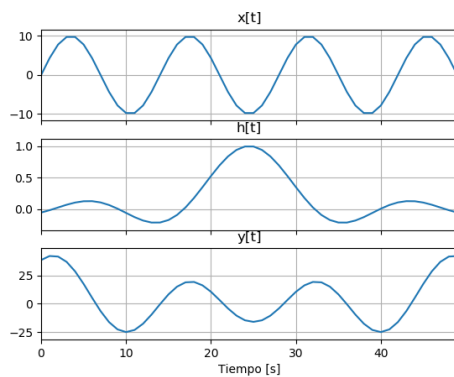
*E. Senoidal-Sin(x)/x*

Figura 5. Gráfico convolución senoidal-sin(x)/x

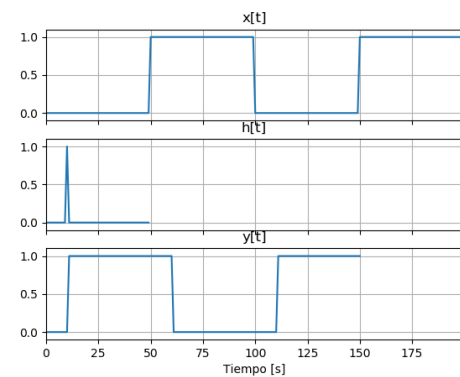
*H. Cuadrada-Impulso*

Figura 8. Gráfico convolución cuadrada-impulso

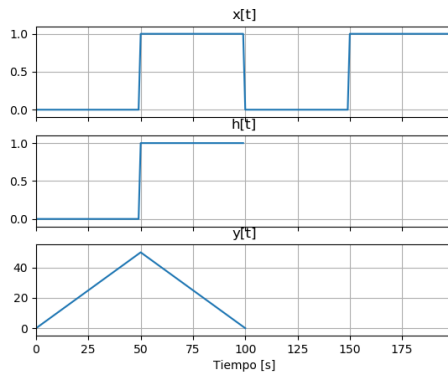
*I. Cuadrada-Escalón*

Figura 9. Gráfico convolución cuadrada-escalón

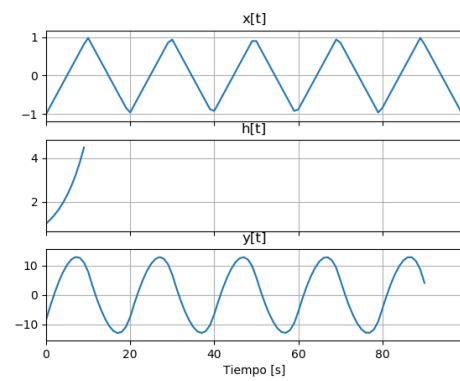
*L. Triangular-Exponencial Creciente*

Figura 12. Gráfico convolución triangular-exponencial creciente

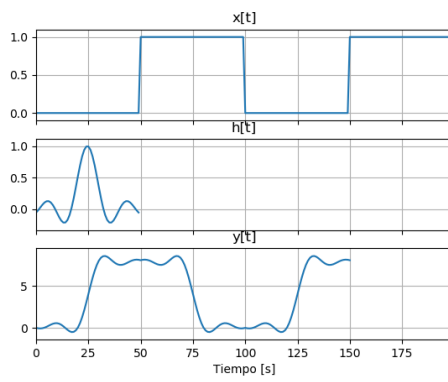
*J. Cuadrada-Sin(x)/x*

Figura 10. Gráfico convolución cuadrada-sin(x)/x

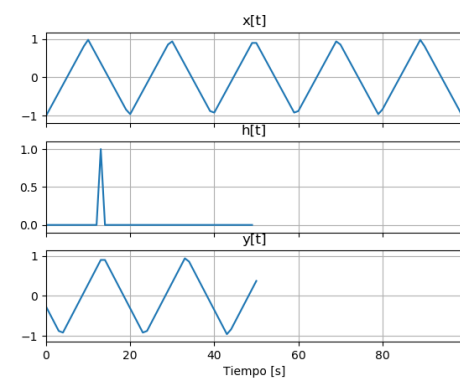
*M. Triangular-Impulso*

Figura 13. Gráfico convolución triangular-impulso

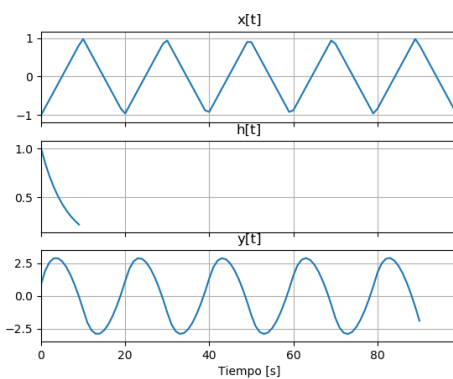
*K. Triangular-Exponencial Decreciente*

Figura 11. Gráfico convolución triangular-exponencial decreciente

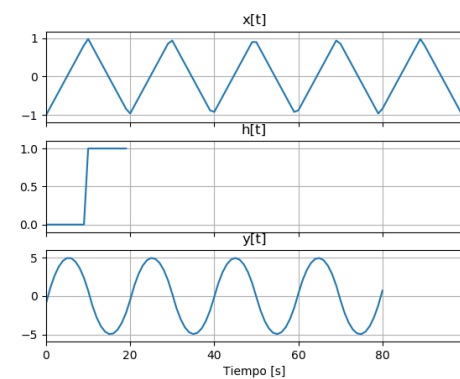
*N. Triangular-Escalón*

Figura 14. Gráfico convolución triangular-escalón

### $\tilde{N}$ . Triangular-Sin(x)/x

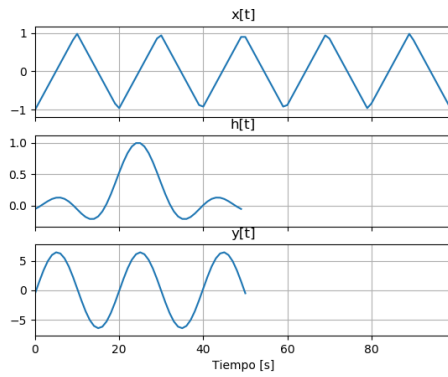


Figura 15. Gráfico convolución triangular-sin(x)/x

### C. Senoidal-Impulso

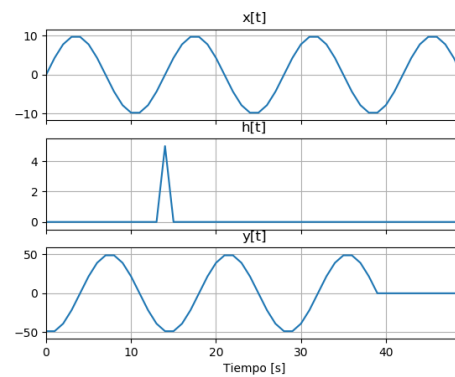


Figura 18. Gráfico convolución modificada senoidal-impulso

## IV. RESULTADOS: CONVOLUCIÓN ACTIVIDAD 4

### A. Senoidal-Exponencial Decreciente

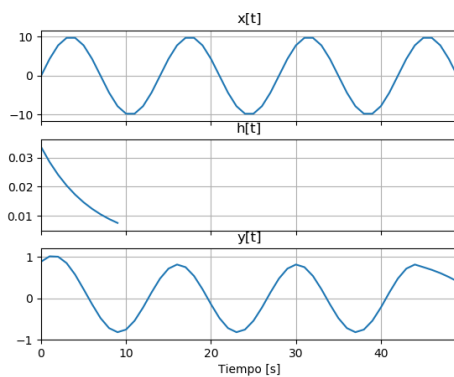


Figura 16. Gráfico convolución modificada senoidal-exponencial decreciente

### D. Senoidal-Escalón

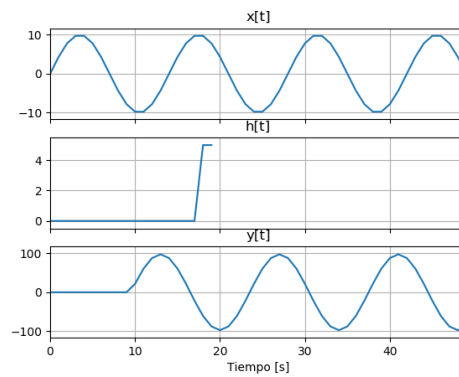


Figura 19. Gráfico convolución modificada senoidal-escalón

### B. Senoidal-Exponencial Creciente

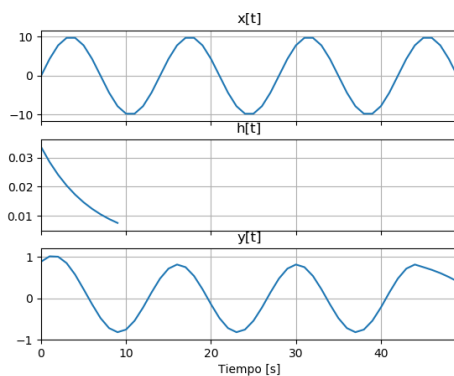


Figura 17. Gráfico convolución modificada senoidal-exponencial creciente

### E. Senoidal-Sin(x)/x

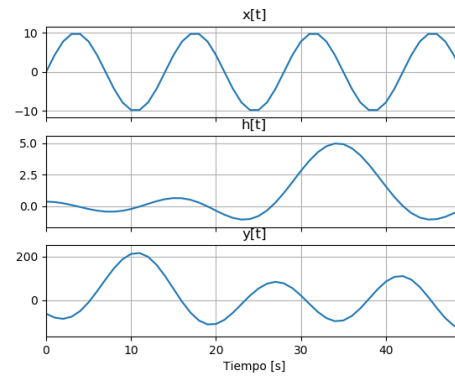


Figura 20. Gráfico convolución modificada senoidal-sin(x)/x

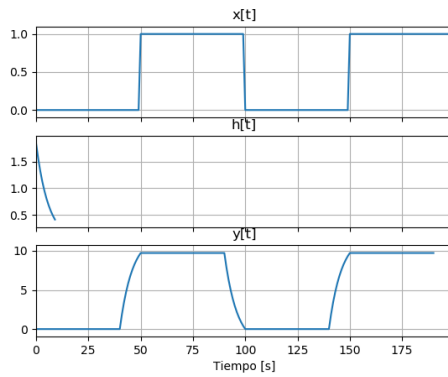
*F. Cuadrada-Exponencial Decreciente*

Figura 21. Gráfico convolución modificada cuadrada-exponencial decreciente

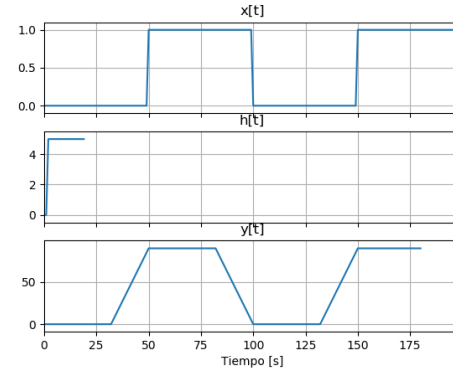
*I. Cuadrada-Escalón*

Figura 24. Gráfico convolución modificada cuadrada-escalón

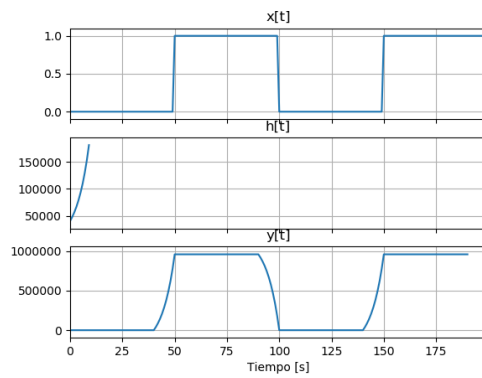
*G. Cuadrada-Exponencial Creciente*

Figura 22. Gráfico convolución modificada cuadrada-exponencial creciente

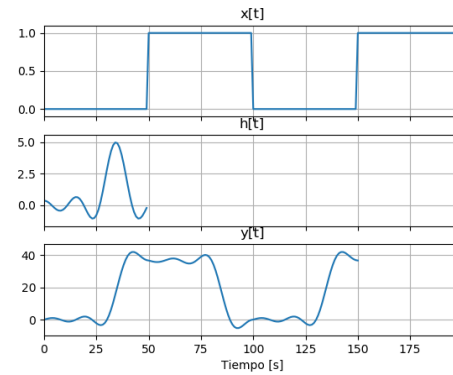
*J. Cuadrada-Sin(x)/x*

Figura 25. Gráfico convolución modificada cuadrada-sin(x)/x

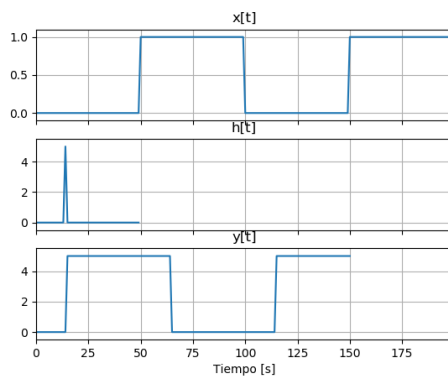
*H. Cuadrada-Impulso*

Figura 23. Gráfico convolución modificada cuadrada-impulso

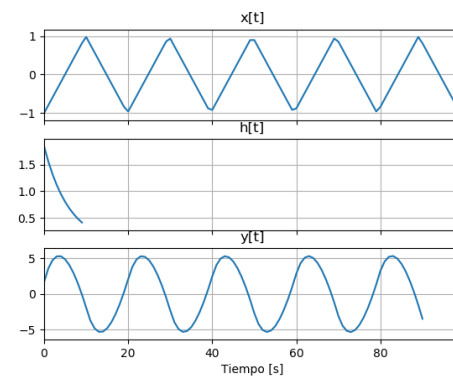
*K. Triangular-Exponencial Decreciente*

Figura 26. Gráfico convolución modificada triangular-exponencial decreciente

*L. Triangular-Exponencial Creciente*

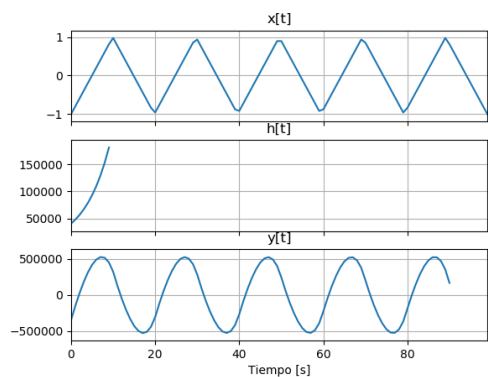


Figura 27. Gráfico convolución modificada triangular-exponencial creciente

*Ñ. Triangular-Sin(x)/x*

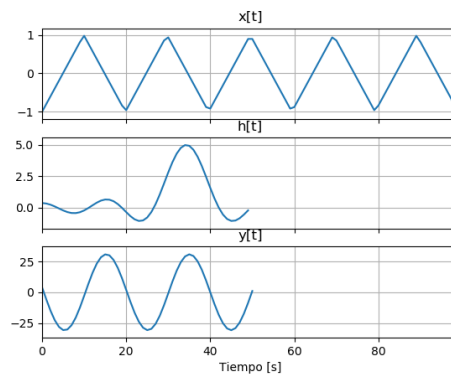


Figura 30. Gráfico convolución modificada triangular-sin(x)/x

*M. Triangular-Impulso*

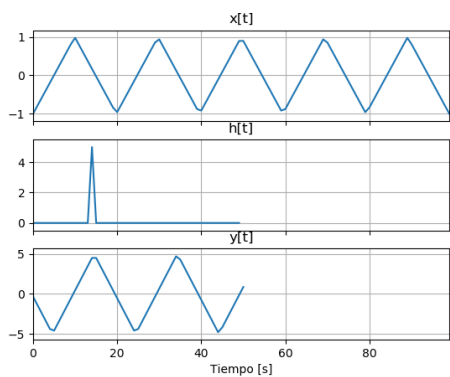


Figura 28. Gráfico convolución modificada triangular-impulso

V. RESULTADOS: CONVOLUCIÓN ACTIVIDAD 5

*A. Exponencial Creciente-Exponencial Decreciente*

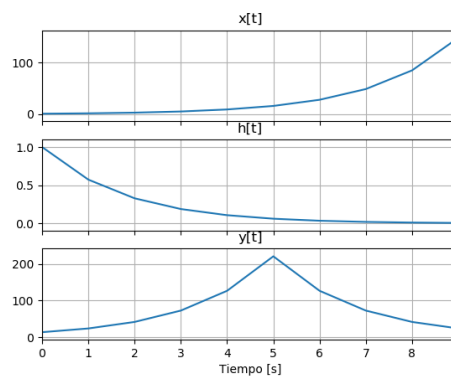


Figura 31. Gráfico convolución exponencial decreciente-exponencial creciente

*N. Triangular-Escalón*

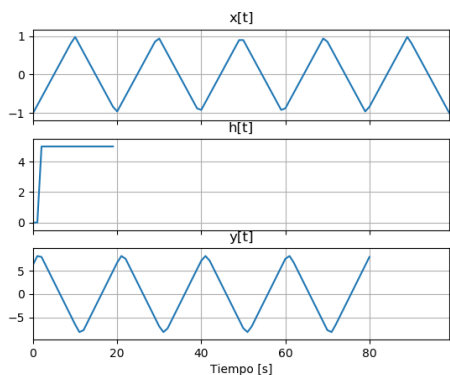
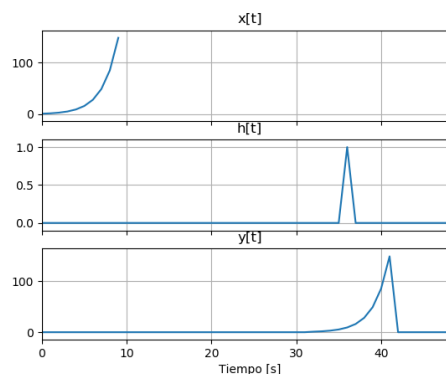


Figura 29. Gráfico convolución modificada triangular-escalón

*B. Exponencial Creciente-Impulso*



(5).png

Figura 32. Gráfico convolución senoidal-impulso

## C. Exponencial Creciente-Escalón

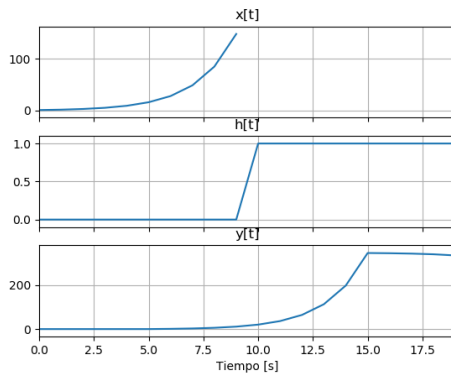


Figura 33. Gráfico convolución exponencial creciente-escalón

## F. Impulso-Exponencial Creciente

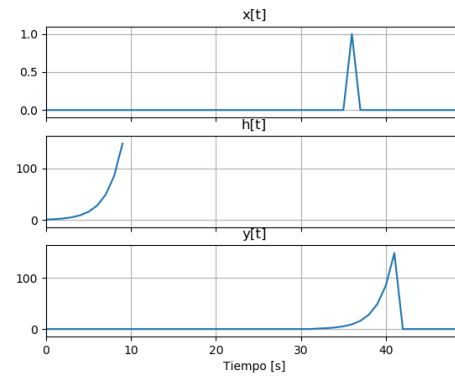


Figura 36. Gráfico convolución impulso-exponencial creciente

## D. Exponencial Creciente-Sin(x)/x

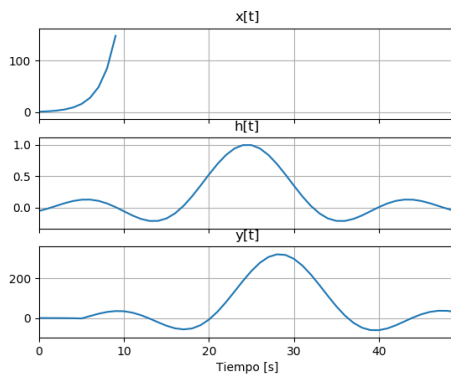


Figura 34. Gráfico convolución exponencial creciente-sin(x)/x

## G. Impulso-Escalón

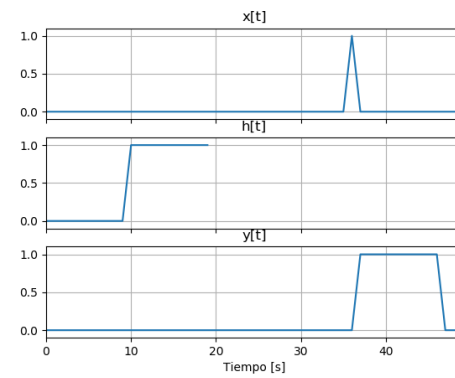


Figura 37. Gráfico convolución impulso-escalón

## E. Impulso-Exponencial Decreciente

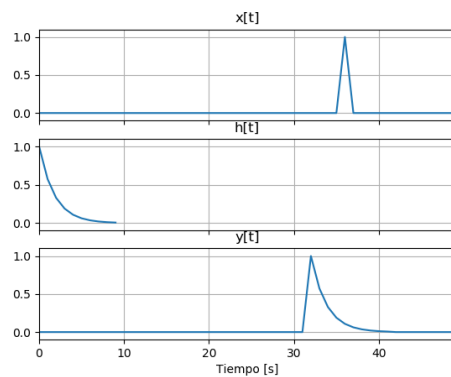


Figura 35. Gráfico convolución impulso-exponencial decreciente

## H. Impulso-Sin(x)/x

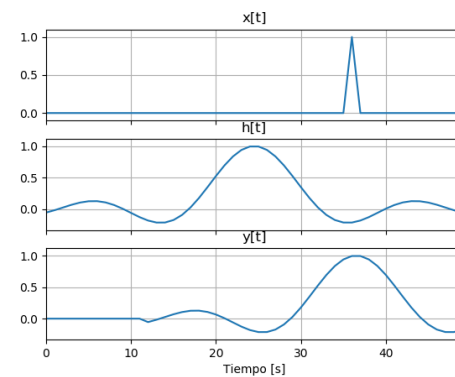


Figura 38. Gráfico convolución impulso-sin(x)/x0



### I. Escalón-Exponencial Decreciente

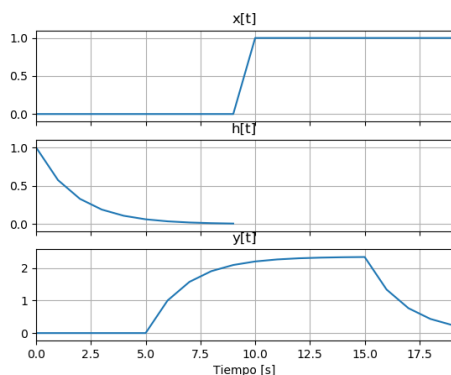


Figura 39. Gráfico convolución escalón-exponencial decreciente

### L. Escalón-Sin(x)/x

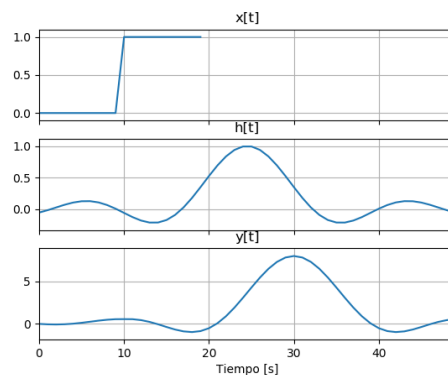


Figura 42. Gráfico convolución escalón-sin(x)/x

### J. Escalón-Exponencial Creciente

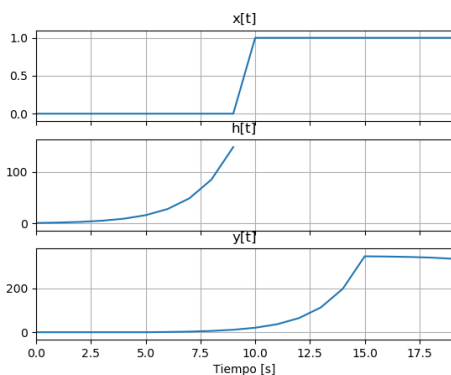


Figura 40. Gráfico convolución escalón-exponencial creciente

### K. Escalón-Impulso

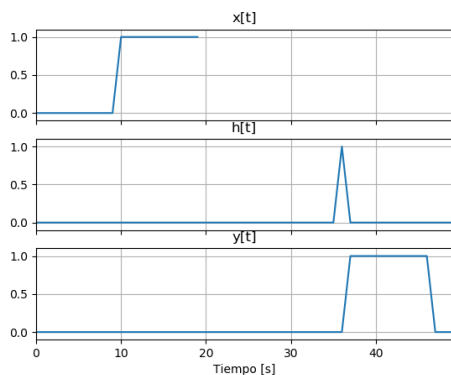


Figura 41. Gráfico convolución escalón-impulso

## VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Gracias a las distintas actividades desarrolladas y como se pudo observar en los gráficos anteriores, los resultados obtenidos de la convolución entre dos señales varía significativamente según la forma en que se realice esta técnica ya sea en el orden en que se combinen las señales o el desfase que pueda tener la señal con respecto a la original, por esto antes de aplicar una convolución se debe entender cual será el efecto que el 'inyectar cierto impulso' provoque en la señal original y como se comportará esta señal resultante para así manipularla correctamente según sea necesario.

## VII. CONCLUSIÓN

Como se ha podido aprender en este laboratorio, una señal es posible modificarla de distintas formas, pero para el correcto entendimiento y aplicación de esta técnica es necesario entender cual será el efecto que provocara en la señal original, además de las consideraciones antes de aplicar estas modificaciones. El análisis visual de estos efectos, mostrados en este informe, ayuda para una mejor comprensión de estos fenómenos, pero también se debe considerar que los resultados mostrados corresponden a simulaciones y que en un ambiente real son mayores las perturbaciones dado los factores externos existentes que puedan afectar al sistema. Una de las dificultades encontradas en este laboratorio fue el uso de las distintas librerías necesarias para el procesamiento de las señales, además que se mostrara correctamente los resultados gráficos que se buscaba entregar de forma que las distintas modificaciones sobre las señales en las distintas actividades fueran entendibles a simple vista.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

[1] Alan V. Oppenheim y Alan S. Willsky: "Señales y Sistemas".

[2] <https://ramaucsa.wordpress.com/2013/12/17/convolucion-procesamiento-de-senales>