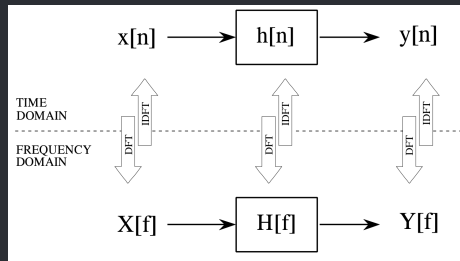


Procesamiento de señales, fundamentos

Maestría en sistemas embebidos
Universidad de Buenos Aires
MSE 5Co2020

Clase 5 - Aplicaciones de DFT

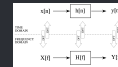
Ing. Pablo Slavkin
slavkin.pablo@gmail.com
wapp:011-62433453



2020-06-02

Procesamiento de señales, fundamentos

- arrancar comentando el repaso de convolucion con otro enfoque
- Recordar el tema de la encuesta
- Dejar espacio al final de la clase para ver numeros Q



Enuestas

Encuesta anónima clase a clase

Propiciamos este espacio para compartir sus sugerencias, criticas constructivas, oportunidades de mejora y cualquier tipo de comentario relacionado a la clase.

Encuesta anónima



<https://forms.gle/1j5dDTQ7qjVfRwYo8>

Link al material de la material

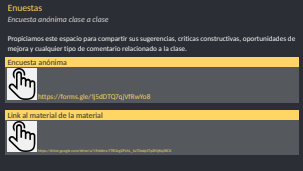


https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1TIR2cgDPchL_4v7DxdpS7pZHtjKq38CK

2020-06-02

Procesamiento de señales, fundamentos

Enuestas



Repaso Convolución

Multiplicacion?!

Algoritmo de Multiplicacion de 2do grado

	1	2
	3	4
<hr/>		
	4	8
3	6	0
<hr/>		
3	10	8

2020-06-02

Procesamiento de señales, fundamentos

Repaso Convolución

- no hay que lanzar nada
- explicar 3 manera de multiplicar un numero
- darle forma de respuesta al impulso y senial

Repaso Convolución

Multiplicacion?!

Algoritmo de Multiplicacion de 2do grado

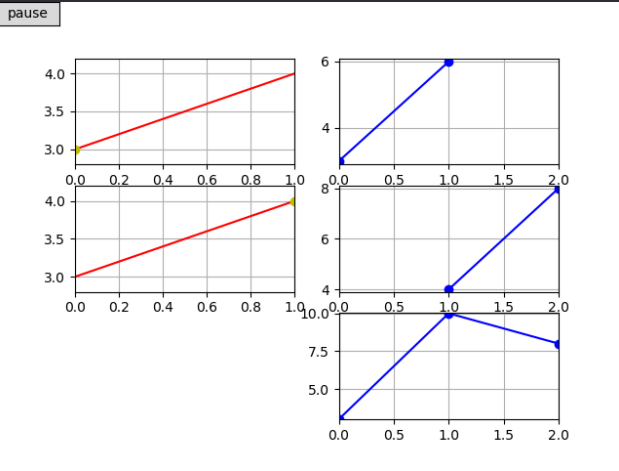
	1	2
	3	4
<hr/>		
	4	8
3	6	0
<hr/>		
3	10	8

Repaso Convolución

Descomposición delta

SUma deltas desplazadas

1	2	0
3	0	0
<hr/>		
3	6	0
<hr/>		
0	1	2
0	4	0
<hr/>		
3	6	0
0	4	8
<hr/>		
3	10	8

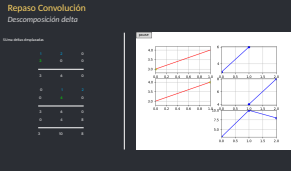


Procesamiento de señales, fundamentos

2020-06-02

Repaso Convolución

- lanzar conv_as_multiply1
- muestro la misma cuenta con señales



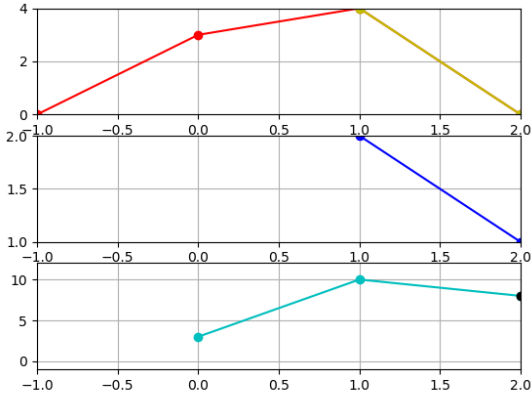
Repaso Convolución

Convolucion formal

Convolucion

2	1	0	0
0	3	4	0
<hr/>			
	3	0	0
<hr/>			
0	2	1	0
0	3	4	0
<hr/>			
	3	10	0
<hr/>			
0	0	2	1
0	3	4	0
<hr/>			
	3	10	8

pause

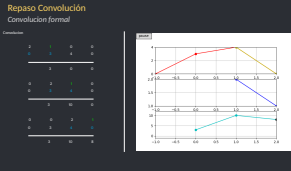


2020-06-02

Procesamiento de señales, fundamentos

Repaso Convolución

- lanzar conv_as_multiply2
- muestro la misma cuenta con señales



Repaso Convolución

Convolucion como producto de polinomios

$$\begin{aligned} (1x10^1 + 2x10^0) * (3x10^1 + 4x10^0) &= \\ (3x10^2 + 4x10^1 + 6x10^1 + 8x10^0) &= \\ (3x10^2 + 10x10^1 + 8x10^0) &= \\ (300 + 100 + 8) &= 408 \end{aligned}$$

2020-06-02

Procesamiento de señales, fundamentos

Repaso Convolución

- comentar que tambien se puede ver como multiplicacion de polinomios
- en el caso de la convolucion, no se trata de $10\hat{x}$ sino que queda expresado en ese orden cada termino

Repaso Convólución
Convolucion como producto de polinomios

$$\begin{aligned} (1x10^1 + 2x10^0) * (3x10^1 + 4x10^0) &= \\ (3x10^2 + 4x10^1 + 6x10^1 + 8x10^0) &= \\ (3x10^2 + 10x10^1 + 8x10^0) &= \\ (300 + 100 + 8) &= 408 \end{aligned}$$

Repaso Convolución

Multiplicacion?!

Algoritmo de Multiplicacion

	1	2
	3	4
<hr/>		
	4	8
3	6	0
<hr/>		
3	10	8

Multiplicacion de polinomios

$$\begin{aligned} (1x10^1 + 2x10^0) * (3x10^1 + 4x10^0) &= \\ (3x10^2 + 4x10^1 + 6x10^1 + 8x10^0) &= \\ (3x10^2 + 10x10^1 + 8x10^0) &= \\ (300 + 100 + 8) &= 408 \end{aligned}$$

SUma deltas desplazadas

1	2	0
3	0	0
<hr/>		
3	6	0
0	1	2
0	4	0
<hr/>		
3	6	0
0	4	8
<hr/>		
3	10	8

Convolucion

2	1	0	0
0	3	4	0
<hr/>			
	3	0	0
0	2	1	0
0	3	4	0
<hr/>			
	3	10	0
0	0	2	1
0	3	4	0
<hr/>			
	3	10	8

2020-06-02

Repaso Convolución

- no hay que lanzar nada
- explicar 3 manera de multiplicar un numero
- darle forma de respuesta al impulso y senial



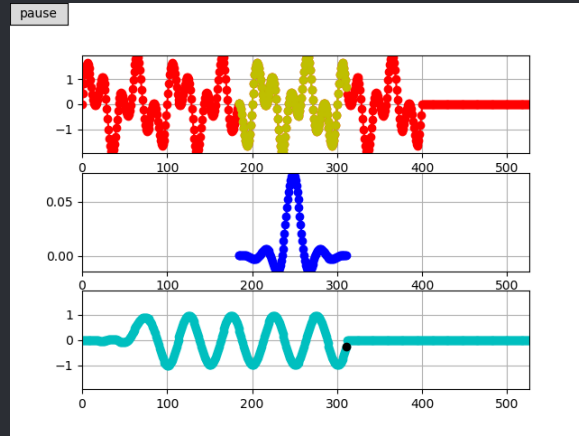
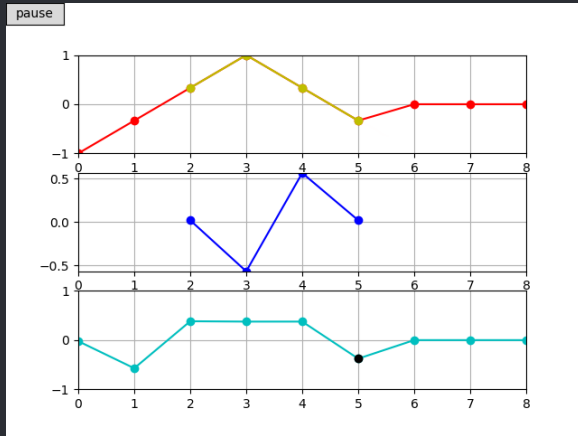
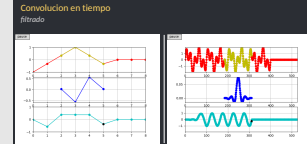
Convolucion en tiempo

filtrado

2020-06-02

Procesamiento de señales, fundamentos

Convolucion en tiempo

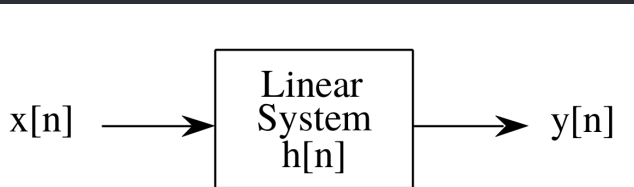


- lanzar conv1 y luego conv2
- comentar lo que ya sabemos hacer con la convolucion en tiempo
- prepara la idea para F

Repaso Convolucion

Propiedades

- Conmutativa
- Distributiva
- Asociativa



$$x[n] * h[n] = y[n]$$

$$y[n] = x[n] * h[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] \cdot h[n - k]$$

2020-06-02

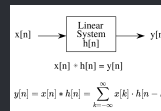
Procesamiento de señales, fundamentos

Repaso Convolucion

Repaso Convolucion

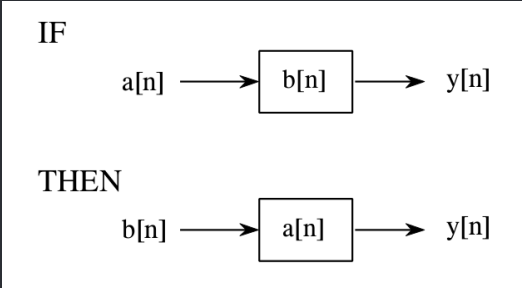
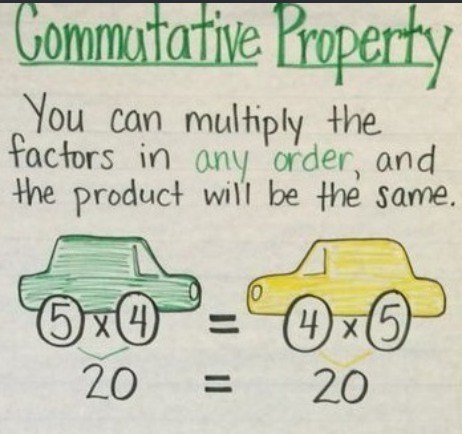
Propiedades:

- Conmutativa
- Distributiva
- Asociativa



Repaso Multiplicacion

Propiedad conmutativa

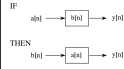
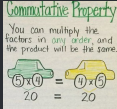


2020-06-02

Procesamiento de señales, fundamentos

Repaso Multiplicacion

Repaso Multiplicacion
Propiedad conmutativa



Repaso Multiplicacion

Propiedad asociativa

Associative Property

You can *group* the factors in different ways, and the product will be the same.

$(3 \times 4) \times 2 = 24$

$3 \times (4 \times 2) = 24$

2020-06-02

Repaso Multiplicacion

IF

$x[n] \longrightarrow h_1[n] \longrightarrow h_2[n] \longrightarrow y[n]$

THEN

$x[n] \longrightarrow h_2[n] \longrightarrow h_1[n] \longrightarrow y[n]$

ALSO

$x[n] \longrightarrow h_1[n] * h_2[n] \longrightarrow y[n]$

Repaso Multiplicacion

Propiedad asociativa

Associative Property

You can *group* the factors in different ways, and the product will be the same.

$(3 \times 4) \times 2 = 24$

$3 \times (4 \times 2) = 24$

IF

$x[n] \longrightarrow h_1[n] \longrightarrow h_2[n] \longrightarrow y[n]$

THEN

$x[n] \longrightarrow h_2[n] \longrightarrow h_1[n] \longrightarrow y[n]$

ALSO

$x[n] \longrightarrow h_1[n] * h_2[n] \longrightarrow y[n]$

Repaso Multiplicacion

Propiedad distributiva

Distributive Property

A multiplication fact can be broken up into the sum of two other multiplication facts.

$23 \times 2 = ?$

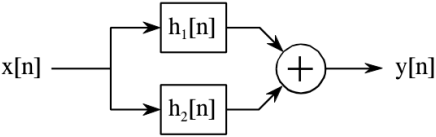
$(20 + 3) \times 2 =$

$(20 \times 2) + (3 \times 2) =$

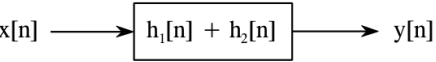
$40 + 6 = 46$

Break it into numbers that are easier to multiply with mental math.

IF



THEN



2020-06-02

Repaso Multiplicacion

Repaso Multiplicacion

Propiedad distributiva

Distributive Property

A multiplication fact can be broken up into the sum of two other multiplication facts.

$23 \times 2 = ?$

$(20 + 3) \times 2 =$

$(20 \times 2) + (3 \times 2) =$

$40 + 6 = 46$

Break it into numbers that are easier to multiply with mental math.

IF

THEN

IF

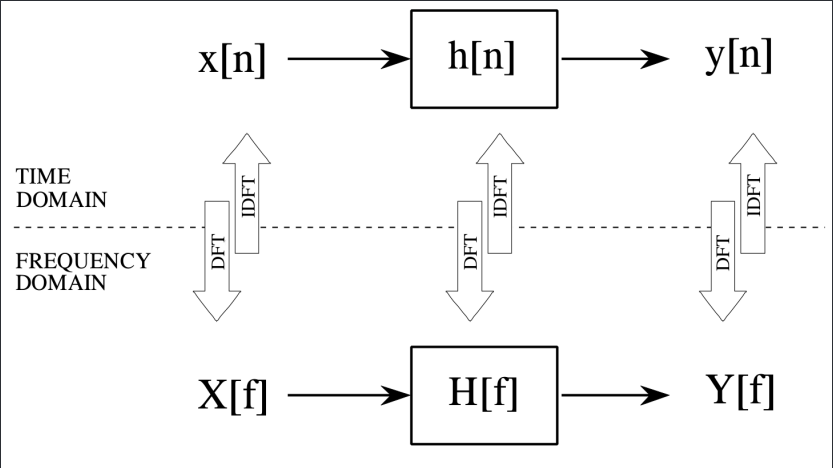
$x[n]$ enters a system with two parallel blocks $h_1[n]$ and $h_2[n]$, whose outputs are summed to produce $y[n]$.

THEN

$x[n]$ enters a single block $h_1[n] + h_2[n]$ to produce $y[n]$.

Convolución vs Multiplicacion

Teorema de la convolucion



2020-06-02

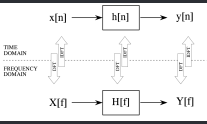
Procesamiento de señales, fundamentos

Convolution vs Multiplicacion

Convolución vs Multiplicacion

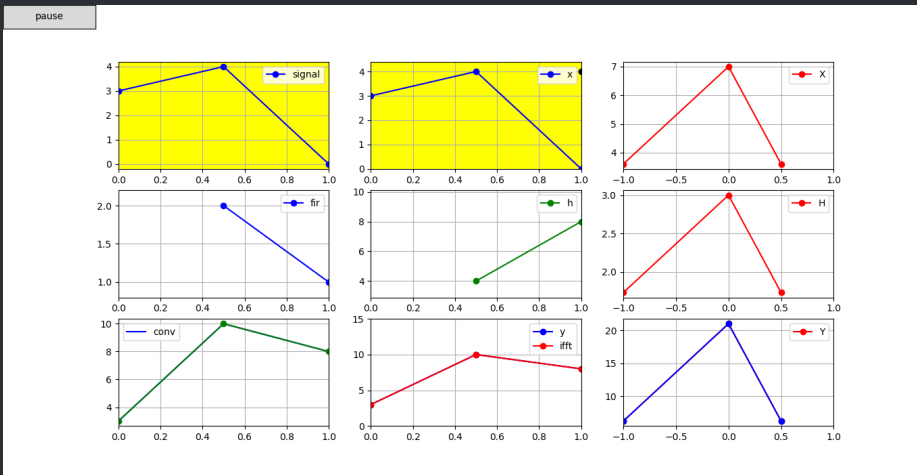
- explicar la conclusion y el teorema de la convolucion

Convolución vs Multiplicacion
Teorema de la convolucion



Multiplicacion con DFT

Tiempo vs Frecuencia



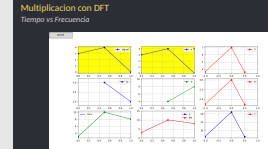
2020-06-02

Procesamiento de señales, fundamentos

└─ Convolucion vs Multiplicacion

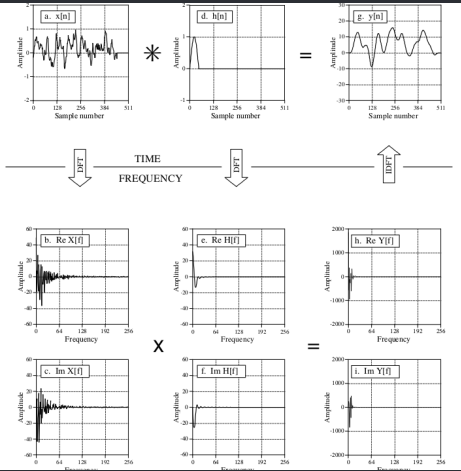
└─ Multiplicacion con DFT

- lanzar conv_vs_dft1
- explicar multiplicacion usando DFT
- hacer notar que hay que estirar las cosas para que la salida tenga $N+M-1$



Convolución vs Multiplicacion

Teorema de la convolucion



2020-06-02

Procesamiento de señales, fundamentos

Convolucion vs Multiplicacion

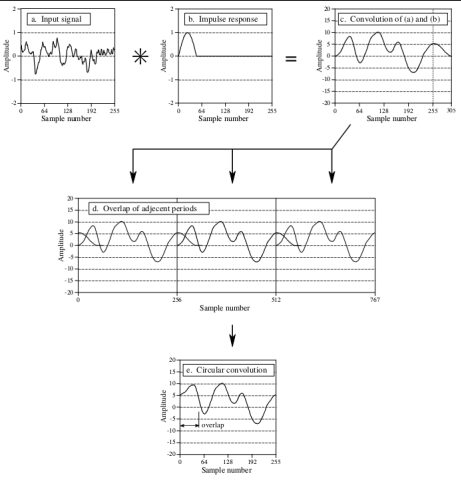
Convolución vs Multiplicacion

- explicar la conclusion y el teorema de la convolucion
- explicar que dado h r y(t) podemos dividir en frec y obtener x()



Convolución vs Multiplicacion

Convolucion circular



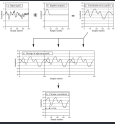
2020-06-02

Procesamiento de señales, fundamentos

Convolucion vs Multiplicacion

Convolución vs Multiplicacion

Convolución vs Multiplicacion
Convolucion circular



- explicar el efecto de la convolucion circular

Filtrado

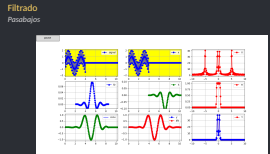
Pasabajos

2020-06-02

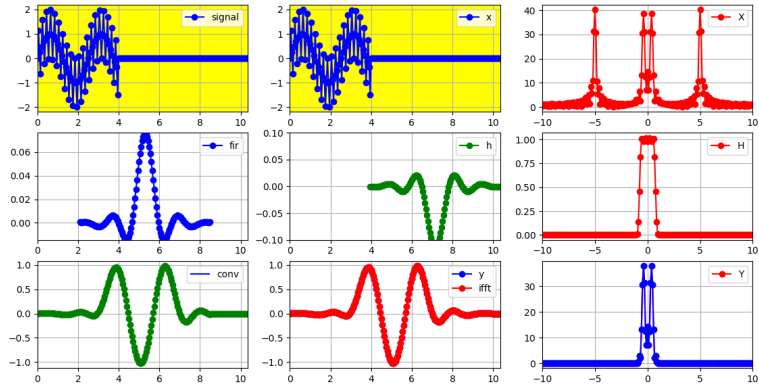
Procesamiento de señales, fundamentos

└─ Convolucion vs Multiplicacion

└─ Filtrado



- explicar ahora el uso de la convolucion en el filtrado
- a partir de 64 puntos de fir conviene FFT, por menos conviene convolucion en tiempo



Filtrado

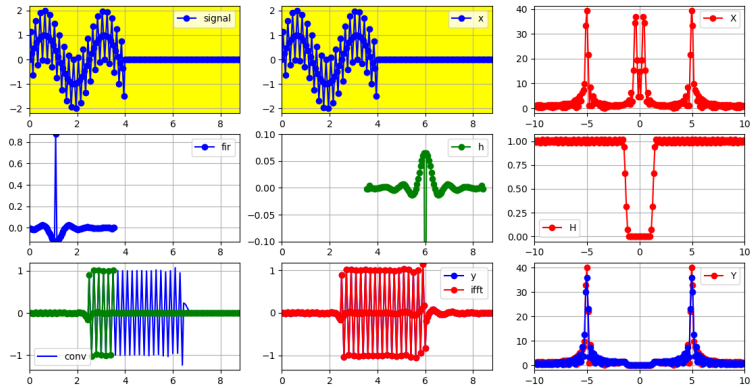
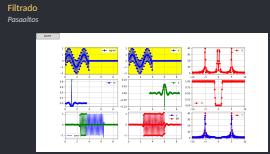
Pasaaltos

2020-06-02

Procesamiento de señales, fundamentos

└─ Convolucion vs Multiplicacion

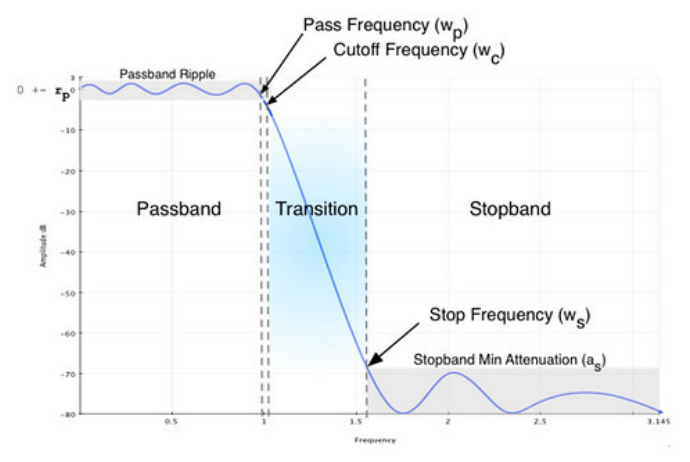
└─ Filtrado



- explicar ahora el uso de la convolucion en el filtrado
- a partir de 64 puntos de fir conviene FFT, por menos conviene convolucion en tiempo

Filtrado

Definicion



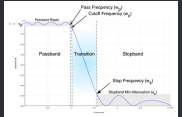
2020-06-02

Procesamiento de señales, fundamentos

- Convolucion vs Multiplicacion
- Filtrado

Filtrado

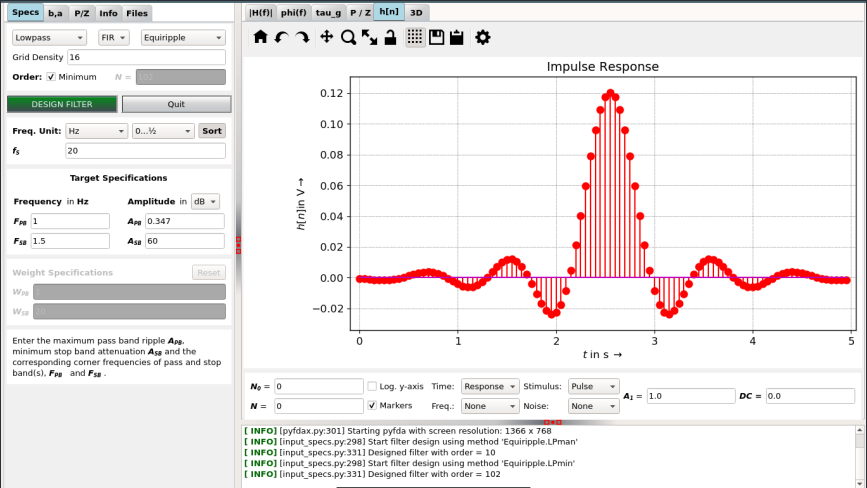
Definicion



- explicar las zonas de los filtros, tipos de filtro
- relacion de compromiso entre ripple y bandas, etc

Filtrado

Pyfda /opt/anaconda3/bin/pyfdax



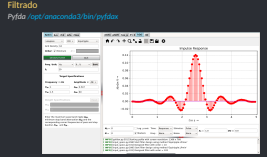
2020-06-02

Procesamiento de señales, fundamentos

Convolucion vs Multiplicacion

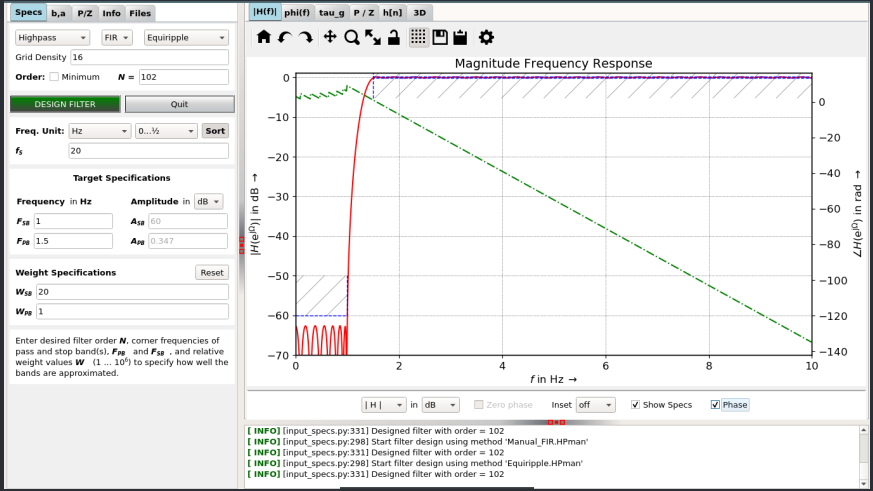
Filtrado

- explicar ahora el uso de la convolucion en el filtrado
- a partir de 64 puntos de fir conviene FFT, por menos conviene convolucion en tiempo



Filtrado

Pyfda /opt/anaconda3/bin/pyfdax



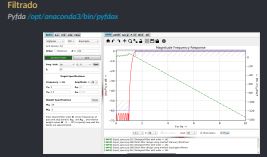
2020-06-02

Procesamiento de señales, fundamentos

Convolucion vs Multiplicacion

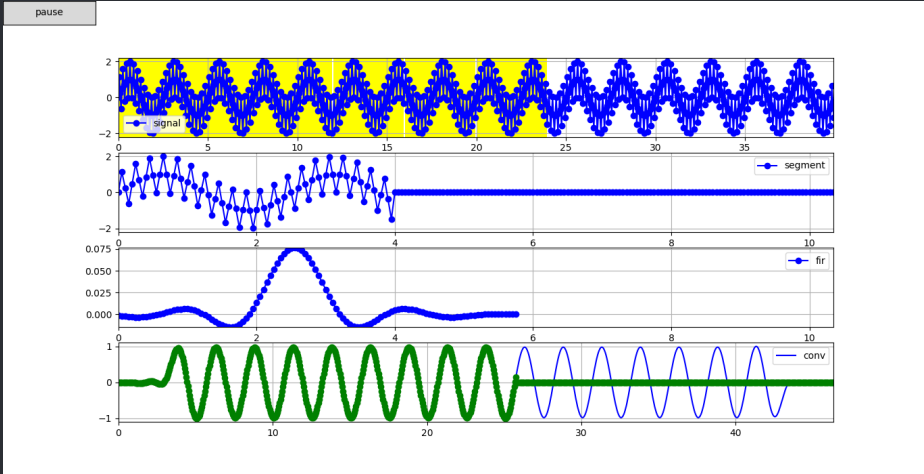
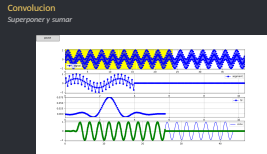
Filtrado

- explicar ahora el uso de la convolucion en el filtrado
- a partir de 64 puntos de fir conviene FFT, por menos conviene convolucion en tiempo



Convolucion

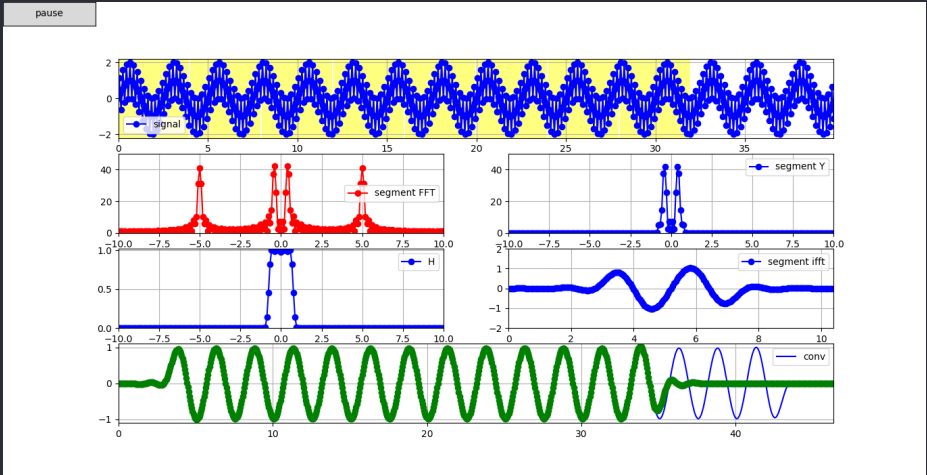
Superponer y sumar



- explicar el detalle de overlap para sumar

Convolucion con FFT

Superponer y sumar



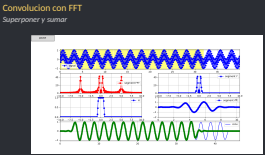
2020-06-02

Procesamiento de señales, fundamentos

└─ Convolucion vs Multiplicacion

└─ Convolucion con FFT

- explicar el detalle de overlap para sumar



Bibliografía

Libros, links y otro material

[1] ARM CMSIS DSP.

https://arm-software.github.io/CMSIS_5/DSP/html/index.html

[2] Steven W. Smith. *The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing*. Second Edition, 1999.

[3] Grant Sanderson

<https://youtu.be/spUNpyF58BY>

[4] *Interactive Mathematics Site Info*.

<https://www.intmath.com/fourier-series/fourier-intro.php>

2020-06-02

- Procesamiento de señales, fundamentos
 - Convolucion vs Multiplicacion
 - Bibliografía

Bibliografía

Libros, links y otro material

[1] ARM CMSIS DSP.
https://arm-software.github.io/CMSIS_5/DSP/html/index.html

[2] Steven W. Smith. *The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing*. Second Edition, 1999.

[3] Grant Sanderson
<https://youtu.be/spUNpyF58BY>

[4] *Interactive Mathematics Site Info*.
<https://www.intmath.com/fourier-series/fourier-intro.php>