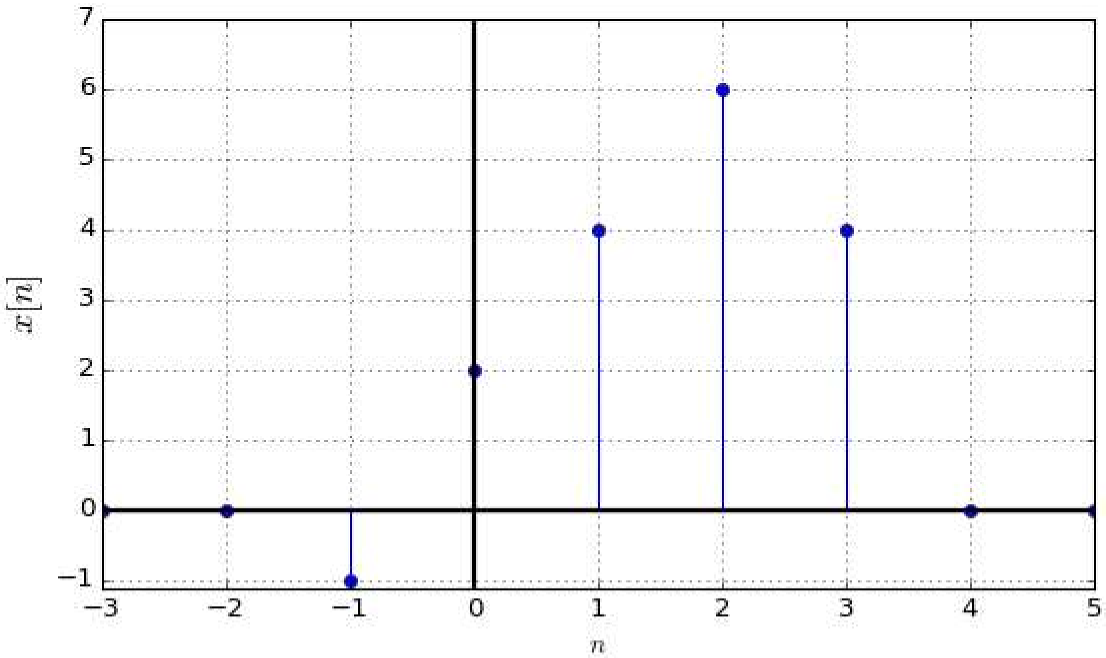
1 - Considere o sinal discreto de entrada x[n] representado na fig.:



Para este sinal de entrada, obtenha o sinal de saída y[n] do filtro causal finito de média móvel de 3 pontos.

Represente graficamente y[n].

Apresente o cálculos efectuados.

2 - Seja o FIR com coeficientes $\{b_k\} = \{3, -1, 2, 1\}$

Preencha os espaços a amarelo na tabela.

n	n<0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	n>8
x[n]	0	2	4	6	4	2	0	0	0	0	0
y[n]	0	6	10	18				8	2	0	0

3 - Considere o sinal:

$$x[n] = \begin{cases} 1.02^n + 0.5\cos\left(\dfrac{2\pi n}{8} + \dfrac{\pi}{4}\right) & , \quad 0 \le n \le 40 \\ 0 \quad , \quad \text{otherwise} \end{cases}$$

Utilize filtros FIR média móvel de 3 e 7 pontos para alisar o sinal de modo a detectar claramente a sua tendência exponencial.

4 - Seja o sinal discreto:

$$x[-1]=-1,\ \ x[0]=2,\ \ x[1]=4,\ \ x[2]=6,\ \ x[3]=4,\ \ x[4]=2 \text{ e zero cc}$$

Escreva este sinal em termos do impulso unitário e represento-o graficamente.

5 - Determine e represente graficamente a resposta impulsional do filtro de média móvel de 3 pontos.

6 - Determine e represente graficamente a resposta impulsional do filtro FIR.

$$y[n]=\sum_{k=0}^{10} kx[n-k]$$

7 - Determinar os coeficientes do filtro FIR que produz um atraso de 3 pontos no sinal x[n]=[-1,2,4,6,4,2].

8 - Determine a convolução do sinal $x[n]$ com $h[n]$

$$x = [2, 4, 6, 4, 2] \qquad h = [3, -1, 2, 1]$$

9 - Use o algorítmo da convolução para determinar o sinal de saida y[n] para o filtro de ordem 3 de coeficientes $\{b_k\} = \{1, -2, 2, -1\}$ e sinal de entrada $x = [2, 4, 6, 4, 2]$

10 - Usando a convolução, calcule o seguinte produto de polinómios:

$$p(x) = \left(1 + 2x + 3x^2 + 5x^4\right)\left(1 - 3x - x^2 + x^3 + 3x^4\right)$$

11 -

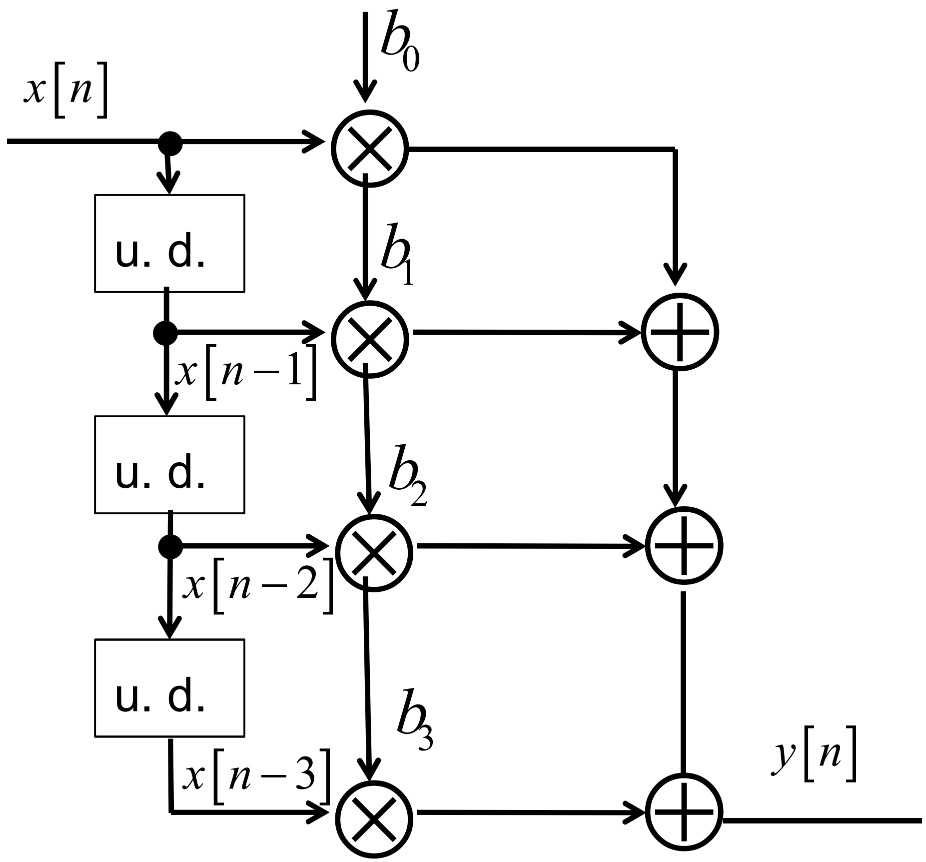
Em Python os sistemas FIR são implementados com np.convolve().
Considere o seguinte excerto de script Python que permite calcular a convolução de hh que é a resposta impulsional do sistema da média móvel 11 pontos, com o sinal sinusoidal xx de 51 pontos

```
import numpy as np
from matplotlib import pyplot as plt

n=np.arange(0,51)
xx=np.sin(0.07*np.pi*n)
hh=np.ones(11)/11.
yy=np.convolve(xx,hh,mode='full')
```

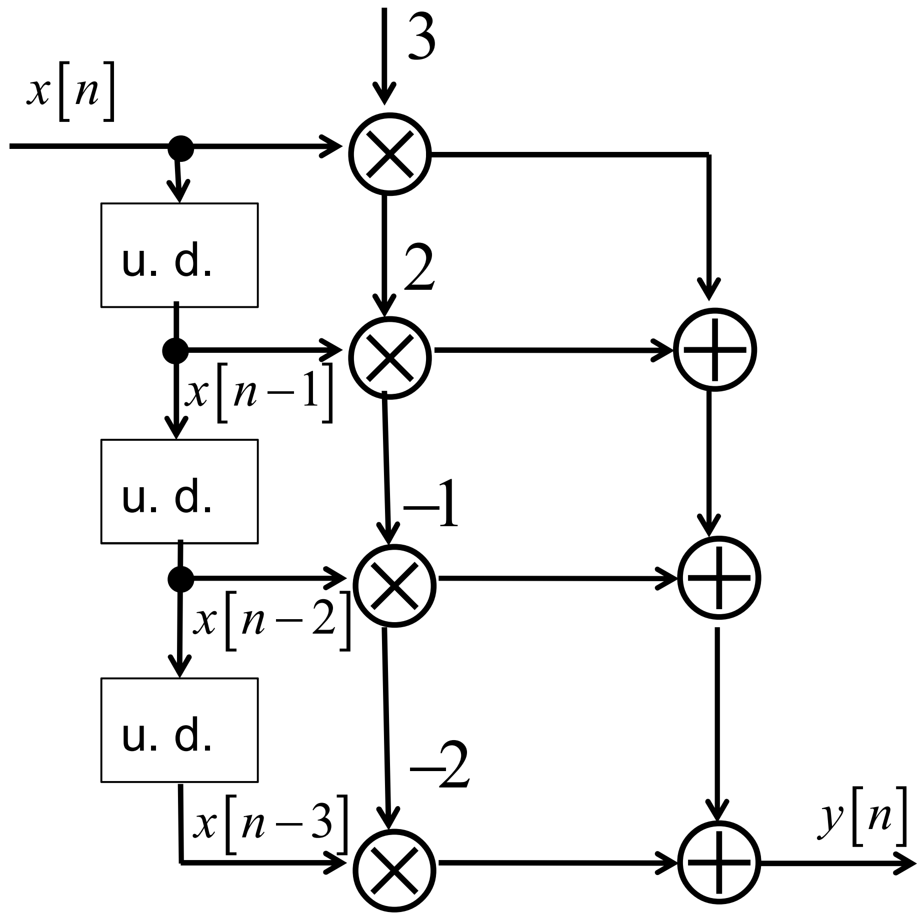
Determine o comprimento do sinal de saída yy

12 - Considere o seguinte diagrama de blocos.
Obtenha uma equação às diferenças que traduza o seu conteúdo.



13 -

Determine a equação às diferenças para o seguinte diagrama de blocos e escreva os coeficientes do filtro.



14 - Verifique se o sistema dado é linear $y[n] = 2x[n] - x[n-1]$

15 - Verifique se o sistema dado é linear $y[n] = x[n] + 1$

16 - Verifique se o sistema dado é linear $y[n] = \left(x[n]\right)^2$

17 - Averigue a invariância no tempo de: $y[n] = \left(x[n]\right)^2$

18 - Averigue a invariância no tempo de: $y[n] = x[-n]$

19 - Averigue a invariância no tempo de: $y[n] = nx[n]$

20 - Considere o SLIT em série (em cascata), formado por:

- Média móvel de 4 pontos
- Diferença regressiva

Determine a resposta impulsional do sistema resultante e desenhe o respectivo diagrama de blocos.

21 - Considere o SLIT formado por dois sistema SLIT em série (em cascata) definidos por:

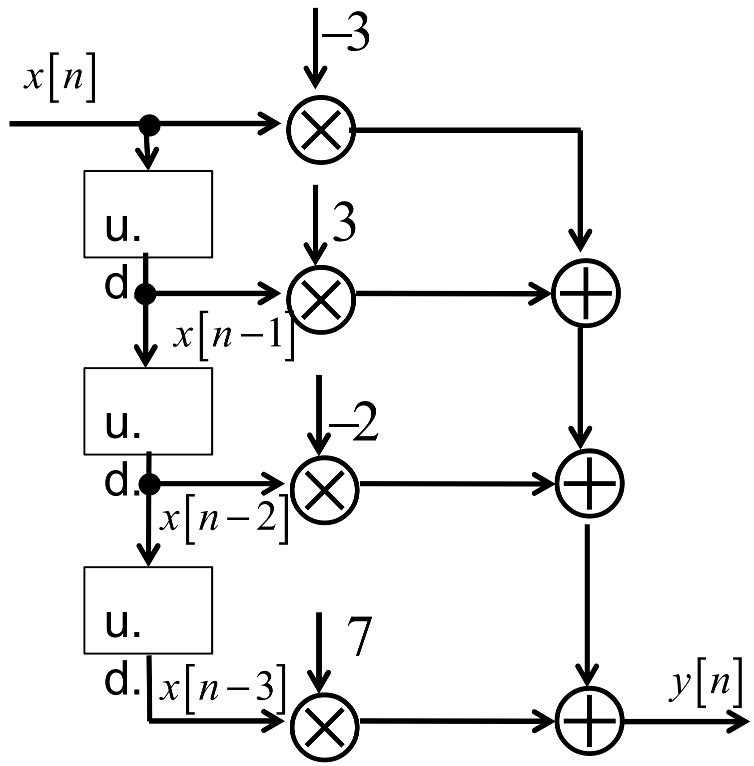
$$h_1[n] = \begin{cases} 1 & 0 \leq n \leq 3 \\ 0 & \text{cc} \end{cases} \qquad h_2[n] = \begin{cases} 1 & 0 \leq n \leq 2 \\ 0 & \text{cc} \end{cases}$$

Determine a resposta impulsional do sistema resultante.

22 - Determine a resposta impulsional $h[n]$ de um sistema causal de média móvel de 51 pontos.

23 - O seguinte diagrama de blocos define um SLIT.

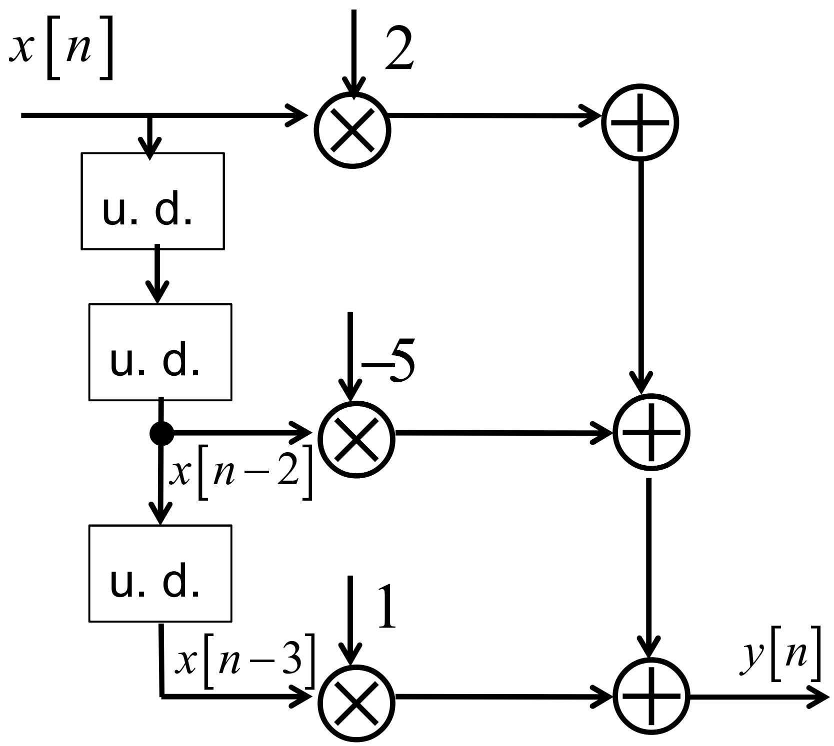
a) Determine a equação às diferenças para este sistema



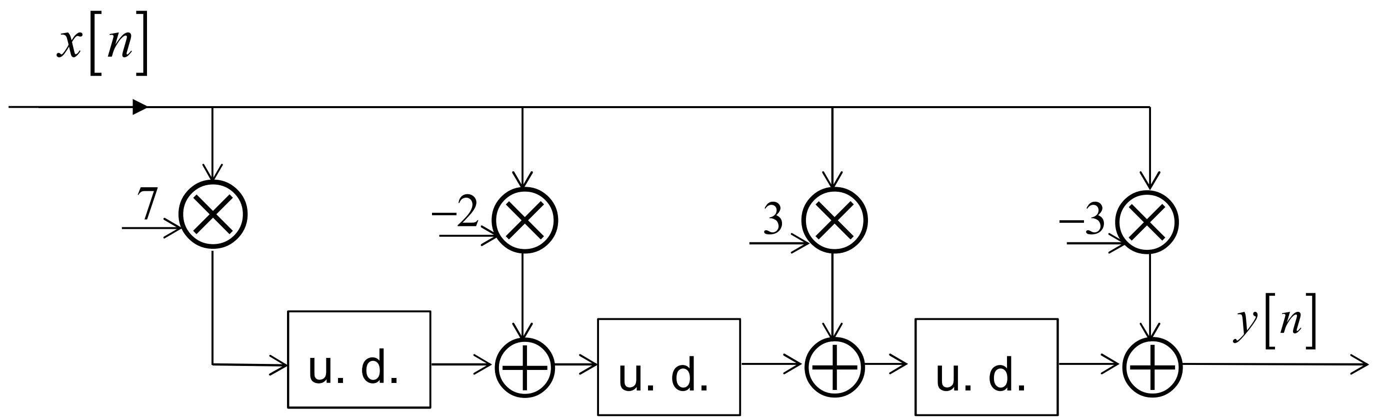
b) Desenhe o diagrama de blocos que representa o sistema cuja equação às diferenças é:

$$y[n] = 2x[n] + 4x[n-1] - 3x[n-2] + 3x[n-3] - 4x[n-4] - 2x[n-5]$$

24 - O seguinte diagrama de blocos define um SLIT.
Determine a equação às diferenças para este sistema



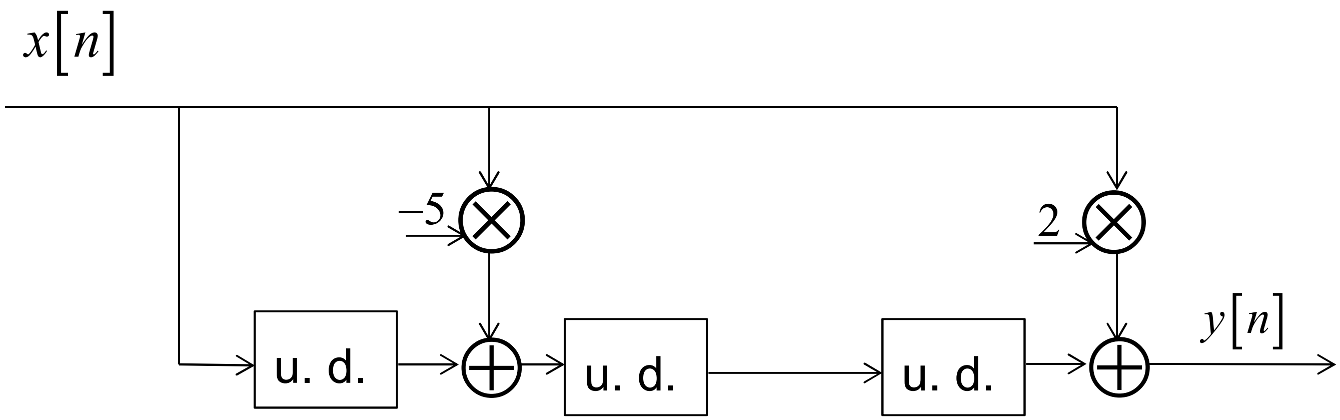
25 - O seguinte diagrama de blocos define um SLIT.



a) Escreva a equação às diferenças para este sistema.
b) Desenhe o diagrama de blocos para a seguinte equação às diferenças:

$$y[n] = 2x[n] + 4x[n-1] - 3x[n-2] + 3x[n-3] - 4x[n-4] - 2x[n-5]$$

26 - O seguinte diagrama de blocos define um SLIT.



Escreva a equação às diferenças para este sistema.

27 -

Um filtro FIR é descrito pela equação às diferenças:

$$y[n]=3x[n]+2x[n-3]-3x[n-5]$$

a) Determine e represente graficamente a sua resposta impulsional.

b) Seja o sinal de entrada:

$$x[n]=3e^{j\left(0.4\pi n-\pi/2\right)} \qquad \forall n$$

Nestas condições o sinal de saída é da forma:

$$y[n]=Ae^{j\left(2\pi \hat{f}_0 n+\phi\right)}$$

Determine os valores de $A,\phi,\hat{f}_0$

28 -

Seja S um SLIT cuja forma é desconhecida.

Para testar esse SLIT foi usado um sinal de entrada e obteve-se o sinal de saída:

$$x[n] = \delta[n] - \delta[n-1] \rightarrow y[n] = \delta[n] - \delta[n-1] + 2\delta[n-3]$$

a) Represente graficamente o sinal:

$$y[n] = \delta[n] - \delta[n-1] + 2\delta[n-3]$$

b) Use a linearidade e a invariância no tempo para obter o sinal de saída quando o de entrada é:

$$x[n] = 7\delta[n] - 7\delta[n-2]$$

29 -

Para determinado SLIT, quando o sinal de entrada é: $x_1[n] = 4u[n] = \begin{cases} 0, n < 0 \\ 4, n \geq 0 \end{cases}$

O respectivo sinal de saída é:

$$y_1[n] = \delta[n] + 2\delta[n-1] + 3\delta[n-2] + 4u[n-3] = \begin{cases} 0 & , \quad n < 0 \\ 1 & , \quad n = 0 \\ 2 & , \quad n = 1 \\ 3 & , \quad n = 2 \\ 4 & , \quad n \geq 3 \end{cases}$$

a) Usando a linearidade e a invariância no tempo, determine a resposta ao impulso unitário do sistema.
b) Sabendo que o sistema é um FIR, determine os coeficientes e o comprimento do filtro.
c) Estabeleça um procedimento geral para obter a resposta ao impulso unitário de um SLIT a partir de medidas da sua resposta ao escalão unitário.
d) Determine o sinal de saída do SLIT, quando o sinal de entrada é

$$x_2[n] = 7u[n-1] - 7u[n-4]$$

30 -

Para determinado SLIT, quando o sinal de entrada é:

$$x_1[n] = u[n] = \begin{cases} 0, n < 0 \\ 1, n \geq 0 \end{cases}$$

o respectivo sinal de saída é:

$$y_1[n] = \delta[n] - 2\delta[n-1] + \delta[n-2] = \begin{cases} 0 \quad , \quad n < 0 \\ 1 \quad , \quad n = 0 \\ -2 \quad , \quad n = 1 \\ 1 \quad , \quad n = 2 \\ 0 \quad , \quad n \geq 3 \end{cases}$$

Usando a linearidade e a invariância no tempo, determine a resposta do sistema quando o sinal de entrada é :

$$x_2[n] = 3u[n-2] - 3u[n-4]$$

31 -

Para determinado SLIT, quando o sinal de entrada é:

$$x_1[n] = u[n] = \begin{cases} 0, n < 0 \\ 1, n \geq 0 \end{cases}$$

o respectivo sinal de saída é:

$$y_1[n] = nu[n] = \begin{cases} 0 & , & n < 0 \\ n & , & n \geq 0 \end{cases}$$

Determine a resposta do sistema quando n=10 e o sinal de entrada é :

$$x_2[n] = 2u[n-2] - 2u[n-6]$$