

Processamento Digital de Sinais - PDS

LAB002 - Python em PDS:

Exercícios:

1. Suponha que um sistema H do tipo LTI com resposta impulso $h[n]$ é aplicado um sinal $x[n]$.

$$h[n] = \begin{cases} 1, & 0 \leq n \leq 2 \\ 0, & \text{caso contrario} \end{cases} \quad x[n] = \begin{cases} 0.5, & n = 0 \\ 2, & n = 1 \\ 0, & \text{caso contrario} \end{cases}$$

Apresente um programa que apresente a resposta $y[n]$.

(Utilize a função ***convolve*** do *numpy*)

2. Suponha que a um sistema H do tipo LTI com resposta impulso $h[n]$ é aplicado um sinal $x[n]$.

$$h[n] = u[n] - u[n-10] \quad x[n] = u[n-2] - u[n-7]$$

Crie um programa que apresente graficamente a resposta de $y[n]$.

Utilize o intervalo de $n = -10$ a 100 para gerar os sinais de entrada e resposta ao impulso.

Cuidado com o intervalo de amostras n da resposta $y[n]$

Cuidado com a resposta da função *convolve*.

- ✓ O início do tempo de $y[n]$ é dado pela soma dos inícios dos tempos dos sinais em convolução $h[n]$ e $x[n]$.
 - $ny[0] = nh[0] + nx[0]$
 - ex.:
 - Se $x = [1, 2, -1, 2]$ e $nx = [1, 2, 3, 4]$
 - Se $h = [1, 2, 0, 0]$ e $nh = [0, 1, 2, 3]$
 - Então a resposta de y vai iniciar em $1(\text{de } x) + 0(\text{de } h) = 1$;
 - ficando $ny = [1, 2, 3, \dots]$
- ✓ Cuidado também com o tamanho da resposta, pois o comprimento total da resposta pode não corresponder a resposta que os sinais que vc queria, pois eles foram truncados. O próximo exercício irá demonstrar este problema.

Processamento Digital de Sinais - PDS

3. Suponha que a um sistema H do tipo LTI com resposta impulso $h[n]$ é aplicado um sinal $x[n]$.

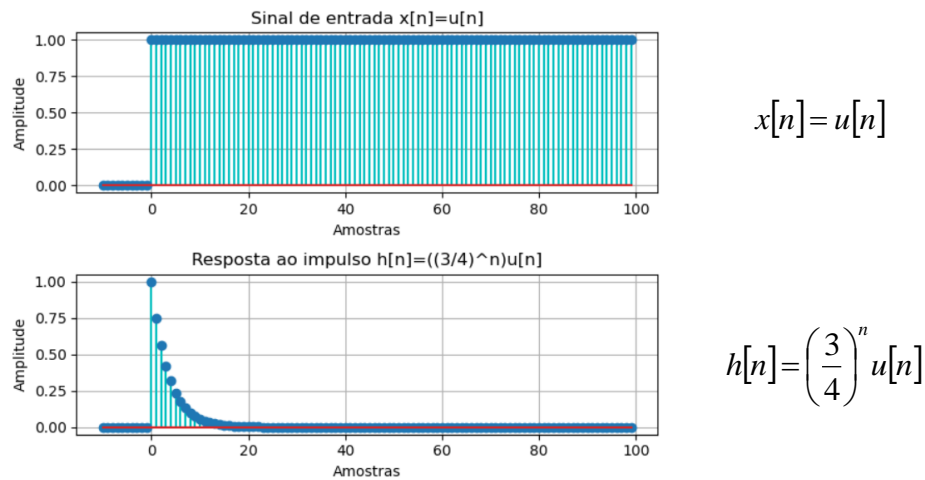


Figura 1 – Sinais do exercício 2

Ao usarmos o função `convolve` e ajustarmos o início de $(ny = nx(0) + nh(0))$ obtemos um sinal mostrado na figura 2. Esta não é a resposta correta para os sinais apresentados.

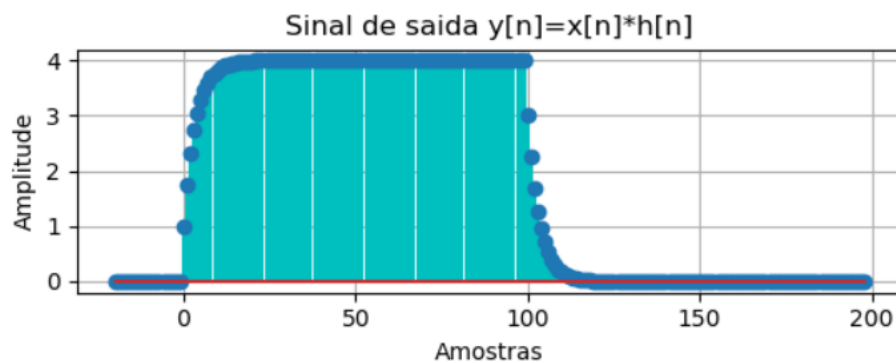


Figura 2 – Resposta completa da função convolve

A forma correta é apresentada abaixo

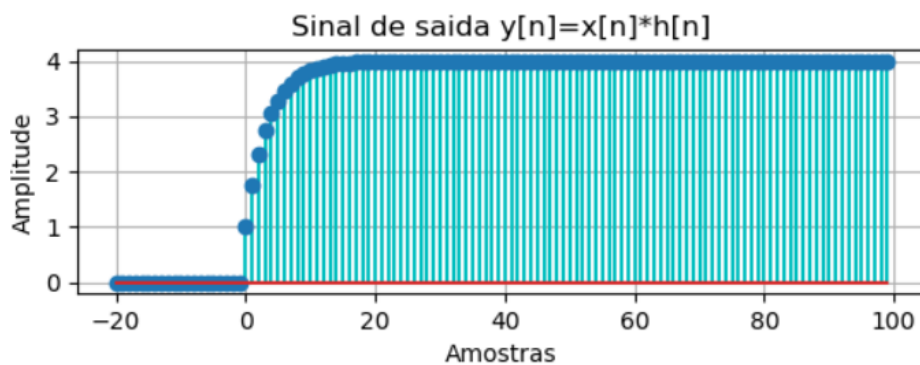


Figura 3 – Resposta valida para a convolução entre os sinais envolvidos

Processamento Digital de Sinais - PDS

O problema ocorre porque tanto o sinal de $x[n]$ e como de $h[n]$ são definidos com valores até o infinito, mas como isso não pode ser representado no computador eles são truncados a partir da amostra 100. E a função convolve retorna um vetor de tamanho de $(N+M-1)$, sendo N a quantidade de amostras de $x[n]$ e M a quantidade de amostras de $h[n]$. Para isso ele precisa que $x[n]$ e $h[n]$ tenham esse tamanho $(N+M-1)$ de amostras, o que ele faz preenchendo os valores de $x[n]$ e $h[n]$ que ela não conhece com zeros.

Assim em vez de $x[n]$ ser um função degrau unitário ele vira um pulso retangular de 0 até 100. Não é um problema muito complexo para ser resolvido, geralmente só precisa de uma boa análise dos limites dos sinais envolvidos na convolução.

- Então agora crie um programa que apresente graficamente $x[n]$, $h[n]$ e a resposta $y[n]$, sendo que

$$h[n] = 0.96^n \text{sen}\left(\frac{\pi}{16}n\right) [u[n] - u[n - 10]]$$

$$x[n] = u[n - 2]$$

Utilize o intervalo de -10 a 100 para n .

Deixe bem claro qual intervalo do sinal $y[n]$ é valido.

4. Apresente o programa em Python que esboce a resposta ao degrau dos sistemas abaixo:
(Os gráficos devem estar no intervalo $[-2 \leq n \leq 20]$)

- $h[n] = \left(\frac{1}{2}\right)^n u[n]$
- $h[n] = \delta[n] - \delta[n - 1]$
- $h[n] = (-1)^n [u[n + 2] - u[n - 3]]$
- $h[n] = u[n]$
- $h[n] = (-n)u[n]$
- $h[n] = \text{sen}\left[\frac{1}{12}\pi n\right] u[n - 3]$