

---

## Table of Contents

Laboratório 2 - Operações com Sequências Discretas .....	1
Exercício 1 - Geração da Função Impulso Unitário .....	1
Exercício 2 - Geração da Função Degrau Unitário .....	4
Exercício 3 - Adição de Sinais .....	7
Exercício 4 - Multiplicação de Sinais .....	8
Exercício 5 - Deslocamento no Tempo .....	9
Exercício 6 - Rebatimento (Folding) .....	11
Exercício 7 - Combinação de Operações .....	12
a) $x_1[n] = 3x[n+2] + x[n-4] - 2x[n]$ .....	12
b) $x_2[n] = 5x[n+5] + 4x[n+4] + 3x[n]$ .....	13
c) $x_3[n] = x[n+4]x[n-1] + x[2-n]x[n]$ .....	14

## Laboratório 2 - Operações com Sequências Discretas

**Disciplina:** Processamento Digital de Sinais **Professor:** Marcelo Eduardo Pellenz **Alunos:** Francisco Bley e Stefan Rodrigues -----

```
clear; clc; close all;
```

### Exercício 1 - Geração da Função Impulso Unitário

Usando a função  $[x,n] = \text{impseq}(n_0, n_1, n_2)$

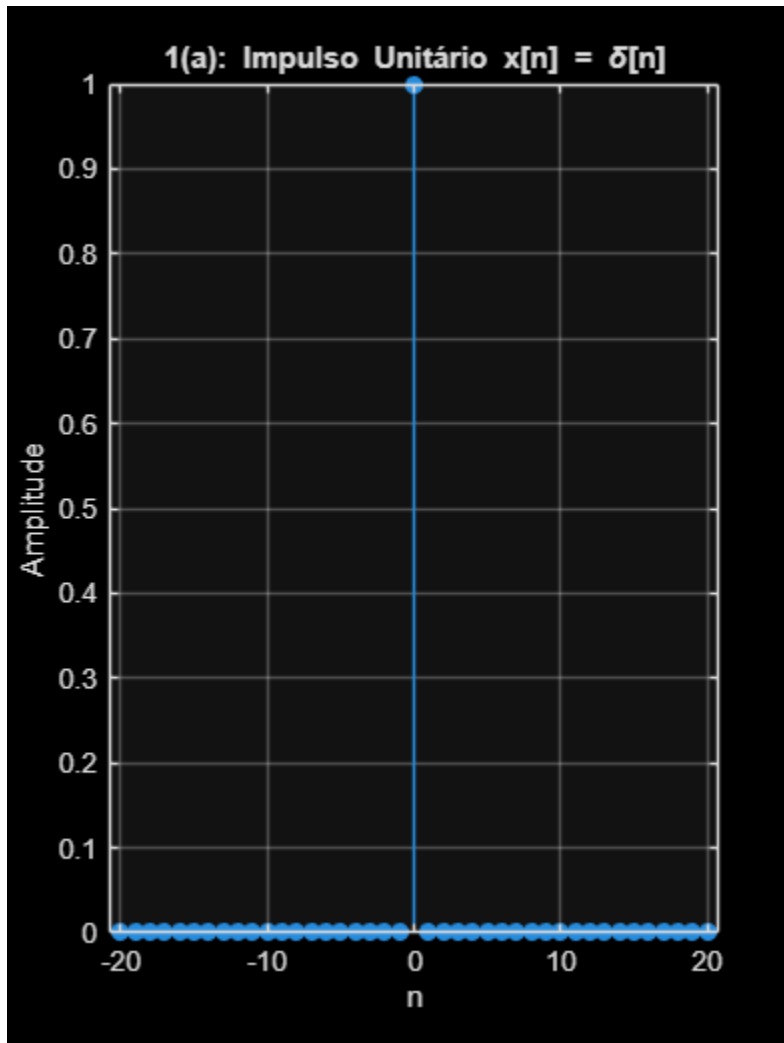
```
% a) x[n] = delta[n]
[x_a, n_a] = impseq(0, -20, 20);
figure;
stem(n_a, x_a, 'filled');
title('1(a): Impulso Unitário x[n] = \delta[n]');
xlabel('n');
ylabel('Amplitude');
grid on;

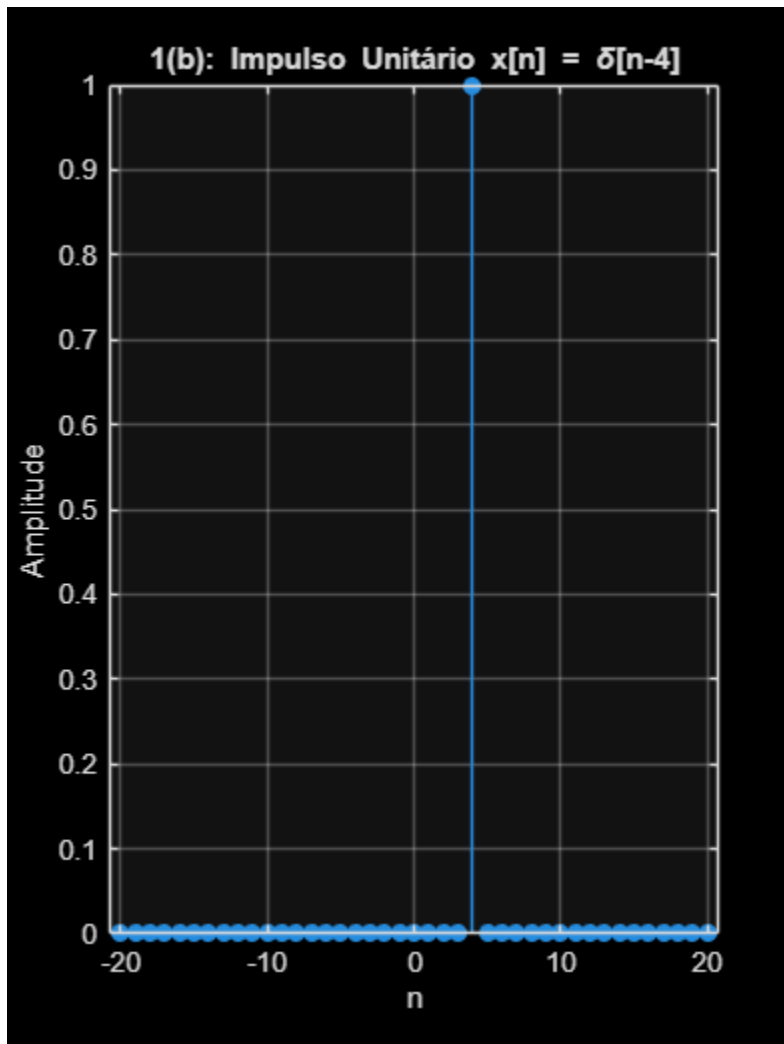
% b) x[n] = delta[n - 4]
[x_b, n_b] = impseq(4, -20, 20);
figure;
stem(n_b, x_b, 'filled');
title('1(b): Impulso Unitário x[n] = \delta[n-4]');
xlabel('n');
ylabel('Amplitude');
grid on;

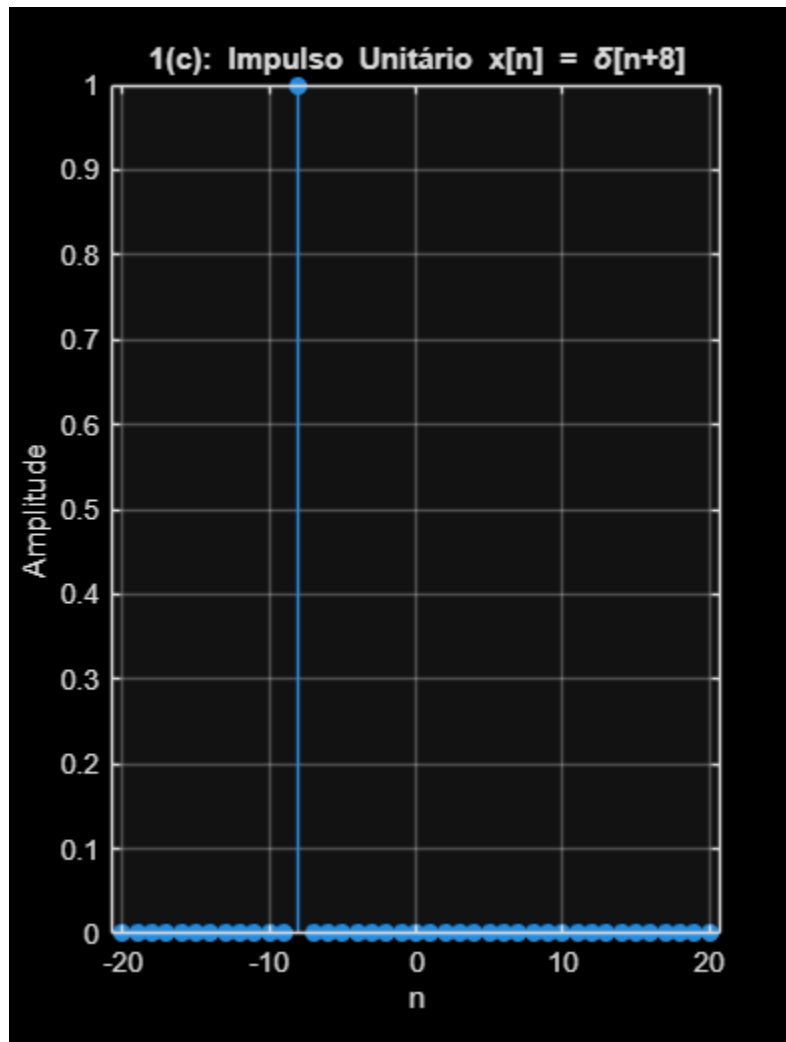
% c) x[n] = delta[n + 8]
[x_c, n_c] = impseq(-8, -20, 20);
figure;
```

---

```
stem(n_c, x_c, 'filled');  
title('1(c): Impulso Unitário  $x[n] = \delta[n+8]$ ');  
xlabel('n');  
ylabel('Amplitude');  
grid on;
```







## Exercício 2 - Geração da Função Degrau Unitário

Usando a função  $[x,n] = \text{stepseq}(n0, n1, n2)$

```
% a)  $x[n] = u[n]$ 
[x_a, n_a] = stepseq(0, -20, 20);
figure;
stem(n_a, x_a, 'filled');
title('2(a): Degrau Unitário  $x[n] = u[n]$ ');
xlabel('n');
ylabel('Amplitude');
grid on;

% b)  $x[n] = u[n - 4]$ 
[x_b, n_b] = stepseq(4, -20, 20);
figure;
stem(n_b, x_b, 'filled');
title('2(b): Degrau Unitário  $x[n] = u[n-4]$ ');
```

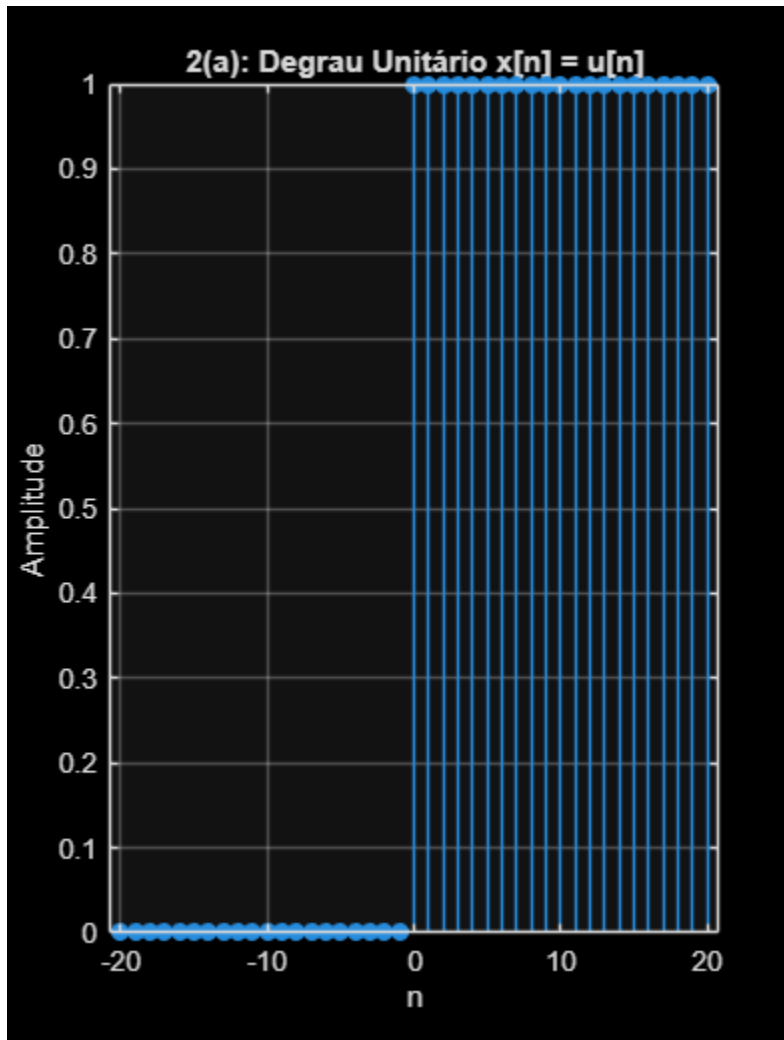
---

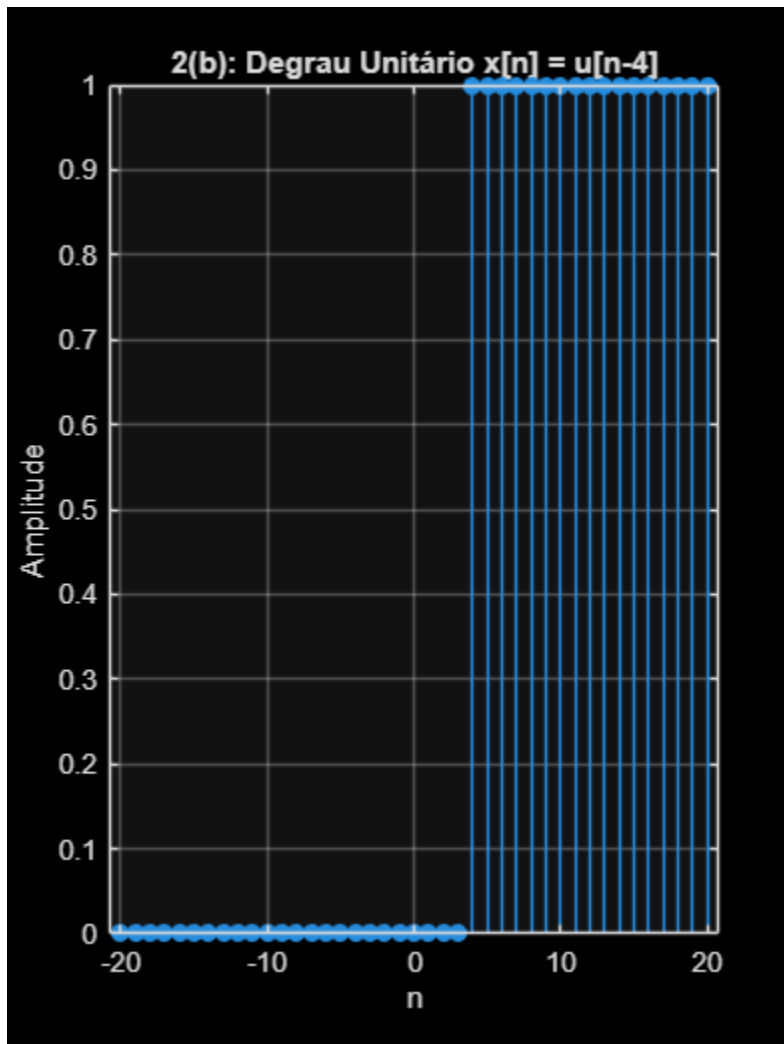
```

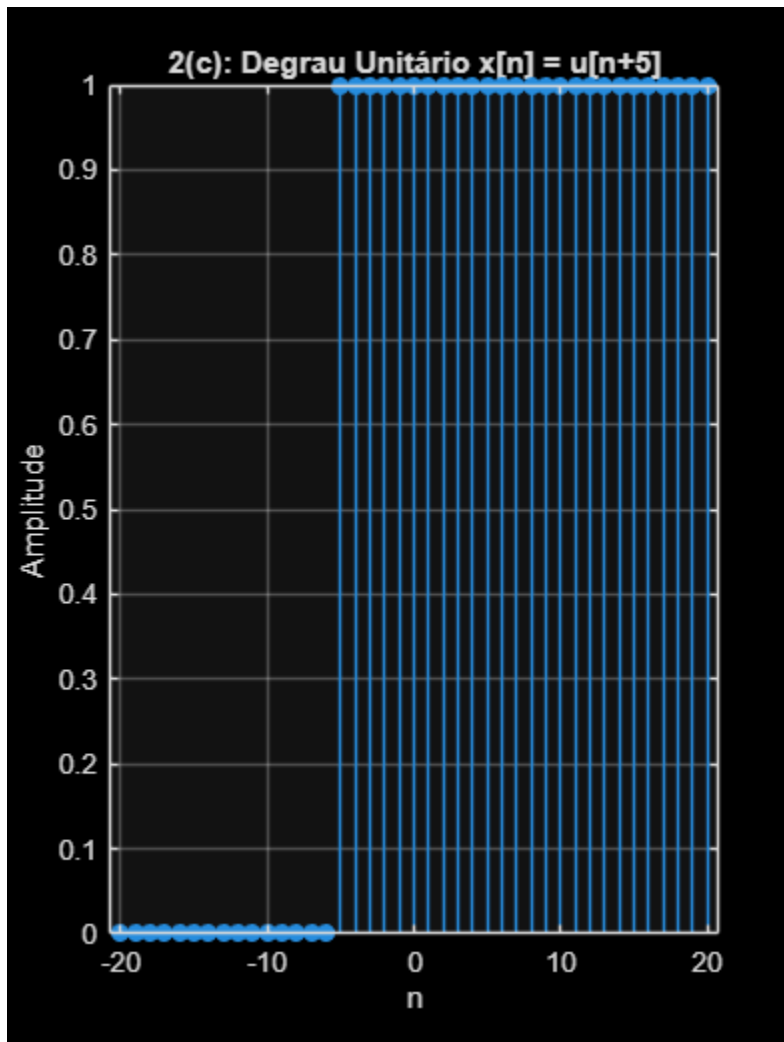
xlabel('n');
ylabel('Amplitude');
grid on;

% c)  $x[n] = u[n + 5]$ 
[x_c, n_c] = stepseq(-5, -20, 20);
figure;
stem(n_c, x_c, 'filled');
title('2(c): Degrau Unitário  $x[n] = u[n+5]$ ');
xlabel('n');
ylabel('Amplitude');
grid on;

```







## Exercício 3 - Adição de Sinais

$$y[n] = x_1[n] + x_2[n]$$

```
% Definição do sinal x1[n], com n=0 no quarto elemento
x1 = [3, 0, 2, 1, 5, 7, 0, 0, 1, 1, 10];
n1 = -3:7;

% Definição do sinal x2[n], com n=0 no primeiro elemento
x2 = [-4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4];
n2 = 0:8;

% Adição dos sinais usando a função sigadd
[y, n] = sigadd(x1, n1, x2, n2);

% Visualização dos resultados
figure;
subplot(3, 1, 1);
stem(n1, x1, 'filled');
title('Sinal x_1[n]');
```

---

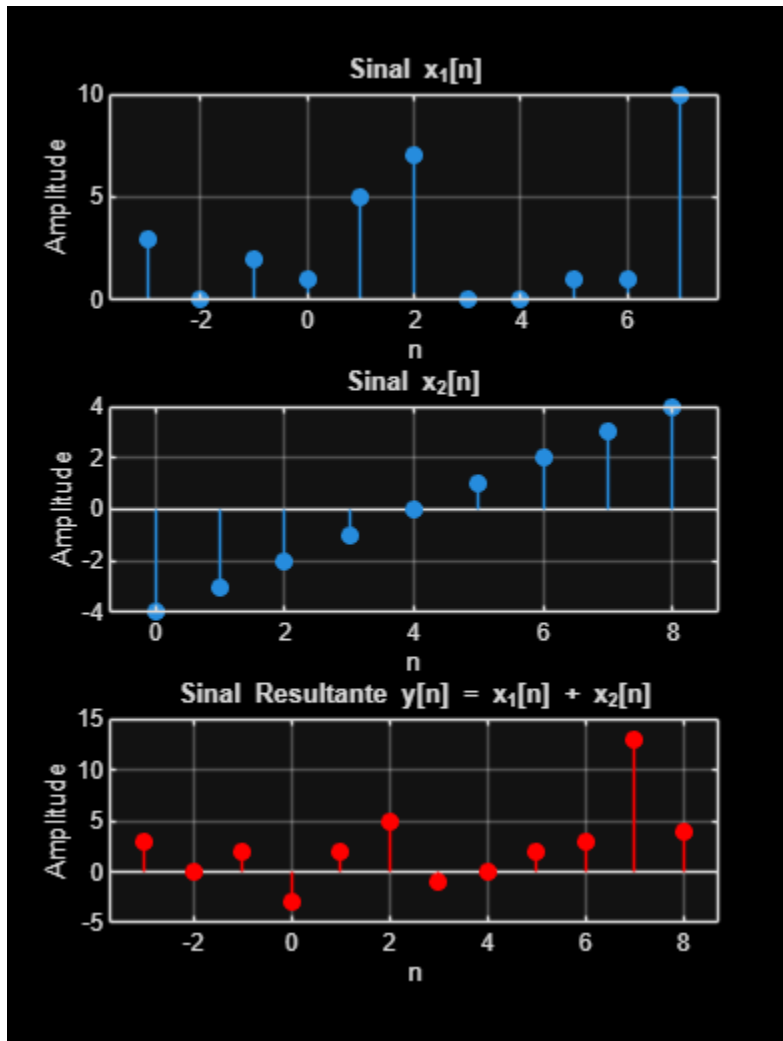
```

xlabel('n'); ylabel('Amplitude'); grid on;

subplot(3, 1, 2);
stem(n2, x2, 'filled');
title('Sinal x_2[n]');
xlabel('n'); ylabel('Amplitude'); grid on;

subplot(3, 1, 3);
stem(n, y, 'filled', 'r');
title('Sinal Resultante y[n] = x_1[n] + x_2[n]');
xlabel('n'); ylabel('Amplitude'); grid on;

```



## Exercício 4 - Multiplicação de Sinais

$y[n] = x_1[n] * x_2[n]$

```

% Multiplicação dos mesmos sinais do exercício anterior
[y, n] = sigmult(x1, n1, x2, n2);

% Visualização dos resultados

```



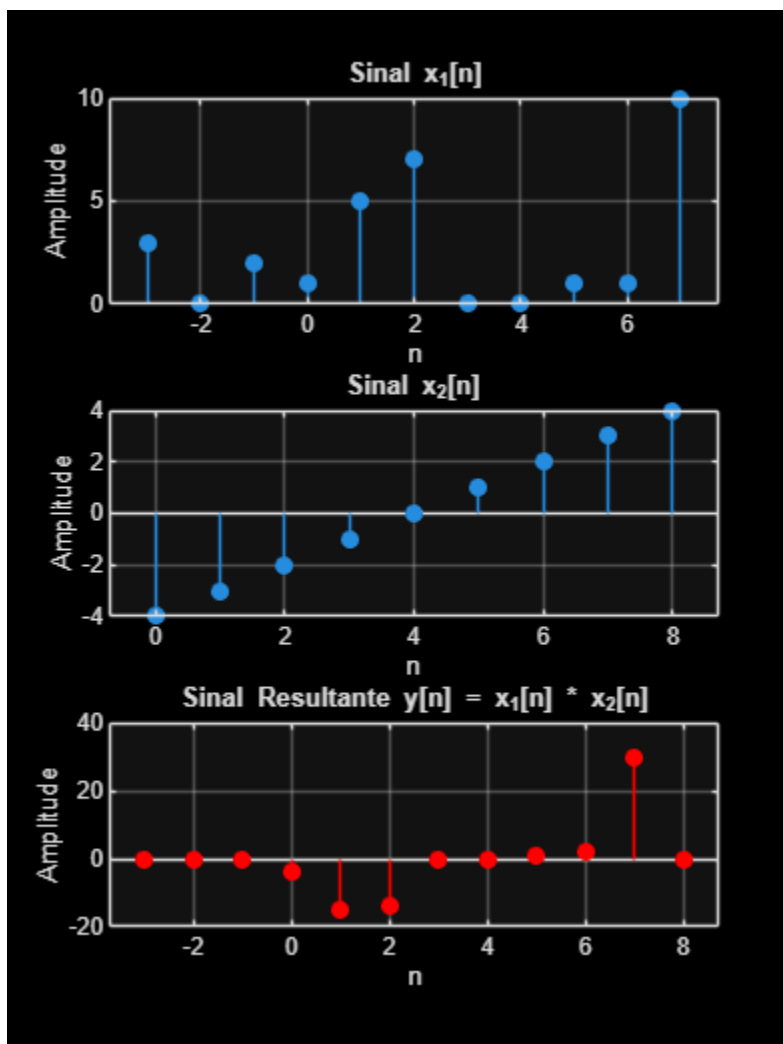
```

figure;
subplot(3, 1, 1);
stem(n1, x1, 'filled');
title('Sinal x_1[n]');
xlabel('n'); ylabel('Amplitude'); grid on;

subplot(3, 1, 2);
stem(n2, x2, 'filled');
title('Sinal x_2[n]');
xlabel('n'); ylabel('Amplitude'); grid on;

subplot(3, 1, 3);
stem(n, y, 'filled', 'r');
title('Sinal Resultante y[n] = x_1[n] * x_2[n]');
xlabel('n'); ylabel('Amplitude'); grid on;

```



## Exercício 5 - Deslocamento no Tempo

Sinal base para os exercícios 5 e 6

---

```
x_base = [3, 0, 2, 1, 5, 7, 0, 0, 1, 1, 10];
m = -3:7;

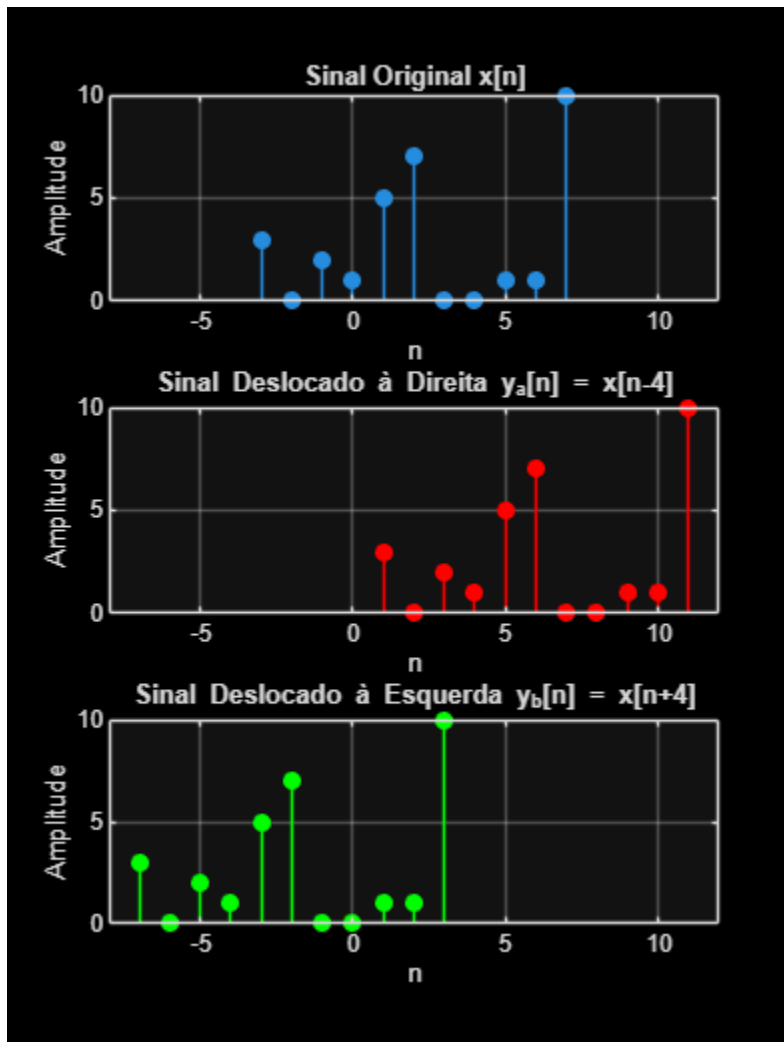
% a) y[n] = x[n-4] (Atraso de 4 amostras)
[ya, na] = sigshift(x_base, m, 4);

% b) y[n] = x[n+4] (Avanço de 4 amostras)
[yb, nb] = sigshift(x_base, m, -4);

% Visualização dos resultados
figure;
subplot(3, 1, 1);
stem(m, x_base, 'filled');
title('Sinal Original x[n]');
xlabel('n'); ylabel('Amplitude'); grid on; xlim([-8 12]);

subplot(3, 1, 2);
stem(na, ya, 'filled', 'r');
title('Sinal Deslocado à Direita y_a[n] = x[n-4]');
xlabel('n'); ylabel('Amplitude'); grid on; xlim([-8 12]);

subplot(3, 1, 3);
stem(nb, yb, 'filled', 'g');
title('Sinal Deslocado à Esquerda y_b[n] = x[n+4]');
xlabel('n'); ylabel('Amplitude'); grid on; xlim([-8 12]);
```



## Exercício 6 - Rebatimento (Folding)

$y[n] = x[-n]$

```
[y, n_out] = sigfold(x_base, m);
```

```
% Visualização dos resultados
```

```
figure;
```

```
subplot(2, 1, 1);
```

```
stem(m, x_base, 'filled');
```

```
title('Sinal Original x[n]');
```

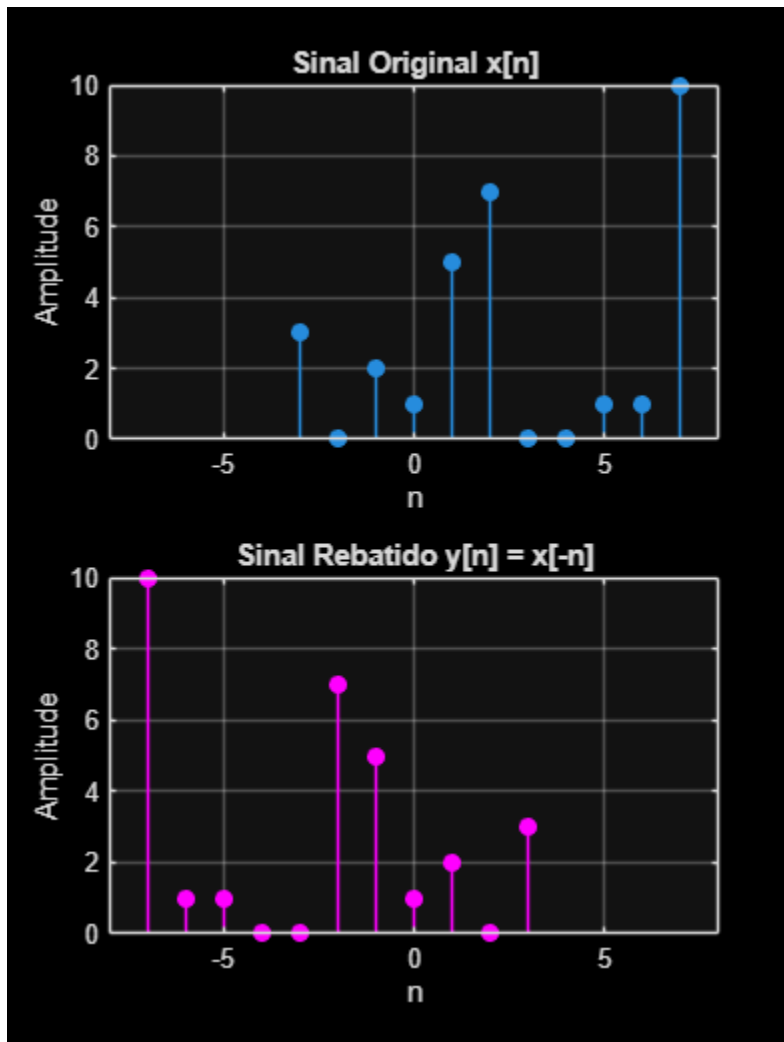
```
xlabel('n'); ylabel('Amplitude'); grid on; xlim([-8 8]);
```

```
subplot(2, 1, 2);
```

```
stem(n_out, y, 'filled', 'm');
```

```
title('Sinal Rebatido y[n] = x[-n]');
```

```
xlabel('n'); ylabel('Amplitude'); grid on; xlim([-8 8]);
```



## Exercício 7 - Combinação de Operações

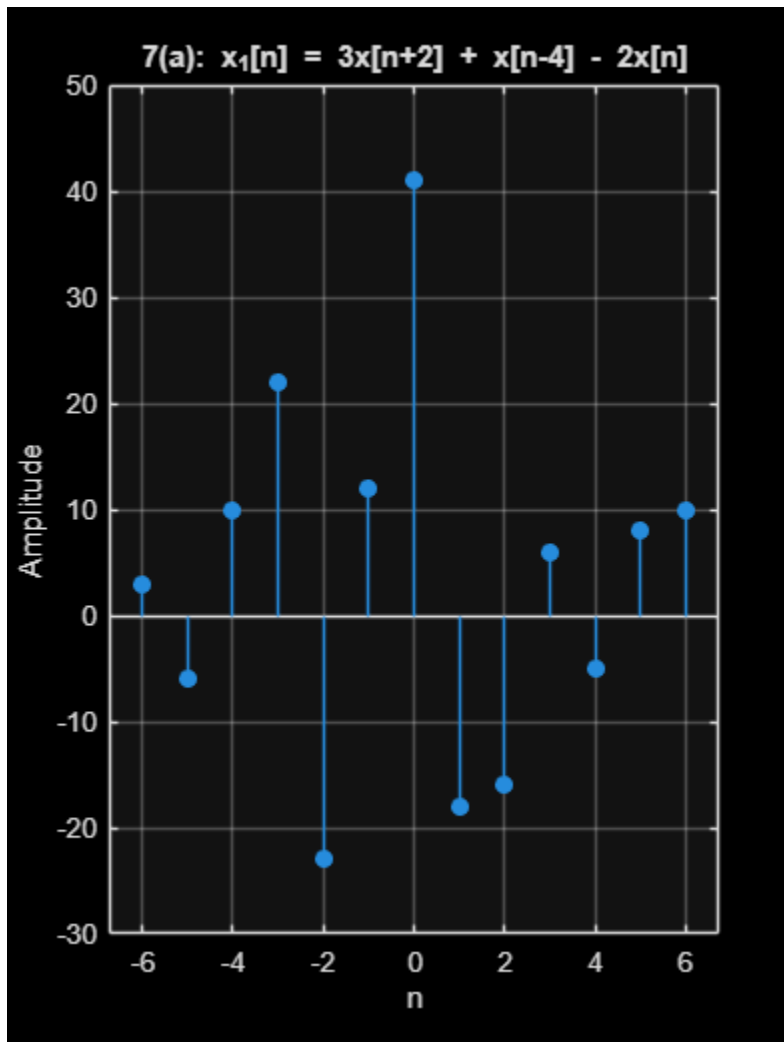
Sinal base:  $x = \{1, -2, 4, 6, -5, 8, 10\}$ , com  $n=0$  no primeiro elemento

```
x = [1, -2, 4, 6, -5, 8, 10];
n = -4:2;
```

**a)  $x_1[n] = 3x[n+2] + x[n-4] - 2x[n]$**

```
[x_p2, n_p2] = sigshift(x, n, -2); % Componente x[n+2]
[x_m4, n_m4] = sigshift(x, n, 4); % Componente x[n-4]
[temp, n_temp] = sigadd(3*x_p2, n_p2, x_m4, n_m4);
[x1, n1] = sigadd(temp, n_temp, -2*x, n);

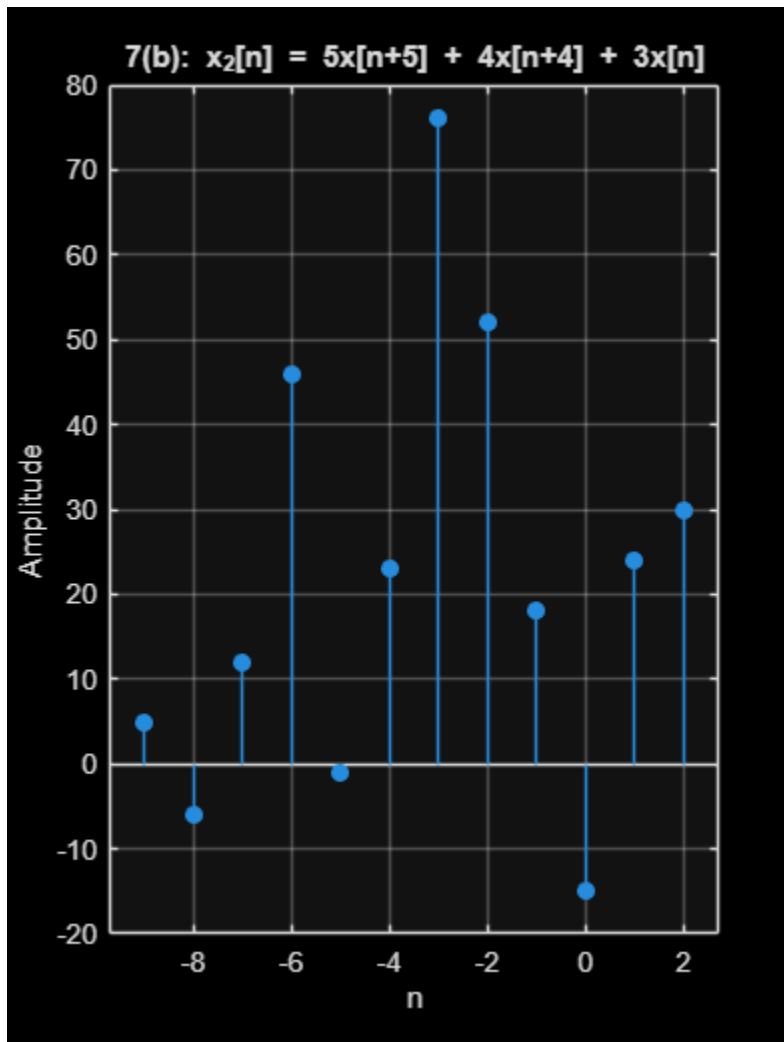
figure;
stem(n1, x1, 'filled');
title('7(a): x_1[n] = 3x[n+2] + x[n-4] - 2x[n]');
xlabel('n'); ylabel('Amplitude'); grid on;
```



**b)  $x_2[n] = 5x[n+5] + 4x[n+4] + 3x[n]$**

```
[x_p5, n_p5] = sigshift(x, n, -5); % Componente x[n+5]
[x_p4, n_p4] = sigshift(x, n, -4); % Componente x[n+4]
[temp, n_temp] = sigadd(5*x_p5, n_p5, 4*x_p4, n_p4);
[x2, n2] = sigadd(temp, n_temp, 3*x, n);
```

```
figure;
stem(n2, x2, 'filled');
title('7(b):  $x_2[n] = 5x[n+5] + 4x[n+4] + 3x[n]$ ');
xlabel('n'); ylabel('Amplitude'); grid on;
```



**c)  $x_3[n] = x[n+4]*x[n-1] + x[2-n]*x[n]$**

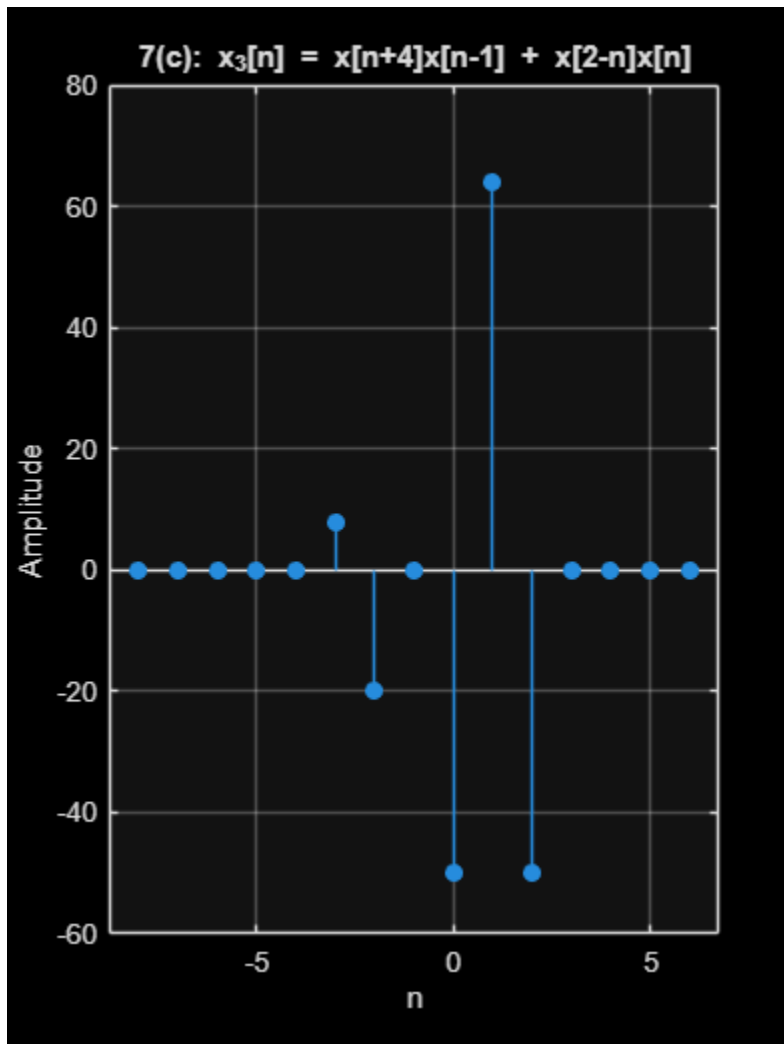
Primeiro termo:  $x[n+4]*x[n-1]$

```
[x_p4, n_p4] = sigshift(x, n, -4);
[x_m1, n_m1] = sigshift(x, n, 1);
[term_A, n_A] = sigmult(x_p4, n_p4, x_m1, n_m1);

% Segundo termo: x[2-n]*x[n]
[x_folded, n_folded] = sigfold(x, n); % Gera x[-n]
[x_2mn, n_2mn] = sigshift(x_folded, n_folded, 2); % Gera x[2-n]
[term_B, n_B] = sigmult(x_2mn, n_2mn, x, n);

% Soma final
[x3, n3] = sigadd(term_A, n_A, term_B, n_B);

figure;
stem(n3, x3, 'filled');
title('7(c):  $x_3[n] = x[n+4]x[n-1] + x[2-n]x[n]$ ');
xlabel('n'); ylabel('Amplitude'); grid on;
```



*Published with MATLAB® R2025a*