

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT MÁY TÍNH



THỰC HÀNH MÔN XỬ LÝ TÍN HIỆU SỐ - CO2036

Bài thực hành tuần số 1:

"LAB 1 & LAB 2"

Giảng viên hướng dẫn: Phạm Công Thái

Sinh viên thực hiện: Lê Đức Cường - 2210423

Lê Phú Cường - 2210425



Mục lục

1	Tổng quan	2
2	Mục tiêu	2
3	Phương pháp	2
4	Nội dung bài thực hành	2
4.1	Bài tập Lab 1	2
4.1.1	Bài tập số 1.1	2
4.1.2	Bài tập số 1.2	4
4.2	Bài tập Lab 2	6
4.2.1	Bài tập 2.1	6
4.2.2	Bài tập 2.2	8
4.2.3	Bài tập 2.3	9
4.2.4	Bài tập 2.4	11
4.2.5	Bài tập 2.5	11
4.2.6	Bài tập 2.6	13
4.2.7	Bài tập 2.7	14
4.2.8	Bài tập 2.8	15

1 Tổng quan

Trên cơ sở nền tảng lý thuyết đã được học ở những tuần vừa qua như tín hiệu và hệ thống rời rạc, quy trình chuyển đổi ADC, nhóm chúng em áp dụng để thực hiện các bài tập ở Lab 1 và Lab 2.

2 Mục tiêu

Báo cáo này nhằm mục tiêu khám phá và nâng cao hiểu biết về cách sử dụng Scilab trong việc giải quyết các bài toán toán học và trực quan hóa tín hiệu dưới dạng biểu đồ. Đồng thời, đây cũng là cơ hội để ôn tập, củng cố kiến thức đã học trên lớp và áp dụng vào thực tiễn thông qua các thử nghiệm, kiểm tra kết quả trực tiếp trên Scilab.

3 Phương pháp

Công cụ chính được sử dụng là Scilab bởi sự đa năng của nó trong giải các bài toán về tín hiệu cũng như hiện thực các tín hiệu qua biểu đồ để dễ dàng theo dõi. Ngoài các phương pháp dựa vào những hàm, công cụ trong Scilab, còn có sự kết hợp với các kiến thức đã học để kiểm chứng các hàm hoặc tạo ra những hàm mới thuận tiện hơn.

4 Nội dung bài thực hành

4.1 Bài tập Lab 1

Using Scilab to do the following exercises.

4.1.1 Bài tập số 1.1

Dịch đề bài:

Sử dụng các phép toán trên vector và ma trận để thực hiện các yêu cầu sau:

1. Tạo một vector có dạng:

$$(x_1 + 1, x_2 + 1, x_3 + 1, x_4 + 1)$$

trong đó x_1, x_2, x_3, x_4 là các phần tử của vector $x = (1, 2, 3, 4)$.

2. Tạo một vector có dạng:

$$(x_1y_1, x_2y_2, x_3y_3, x_4y_4)$$

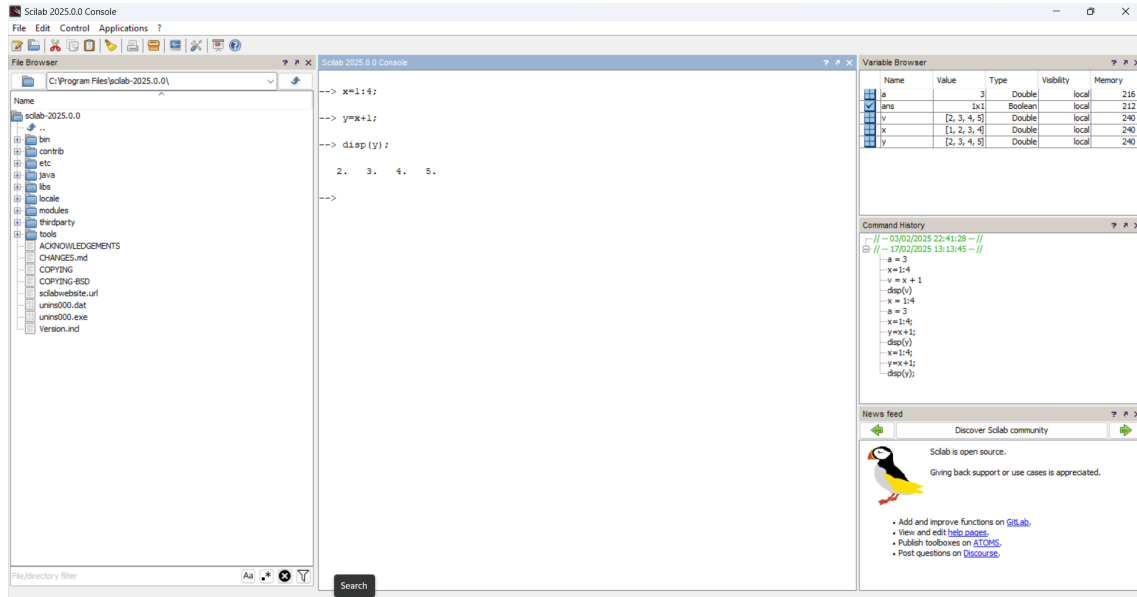
trong đó x_1, x_2, x_3, x_4 và y_1, y_2, y_3, y_4 là các phần tử của các vector $x = (1, 2, 3, 4)$ và $y = (5, 6, 7, 8)$ tương ứng.

3. Tạo một vector có dạng:

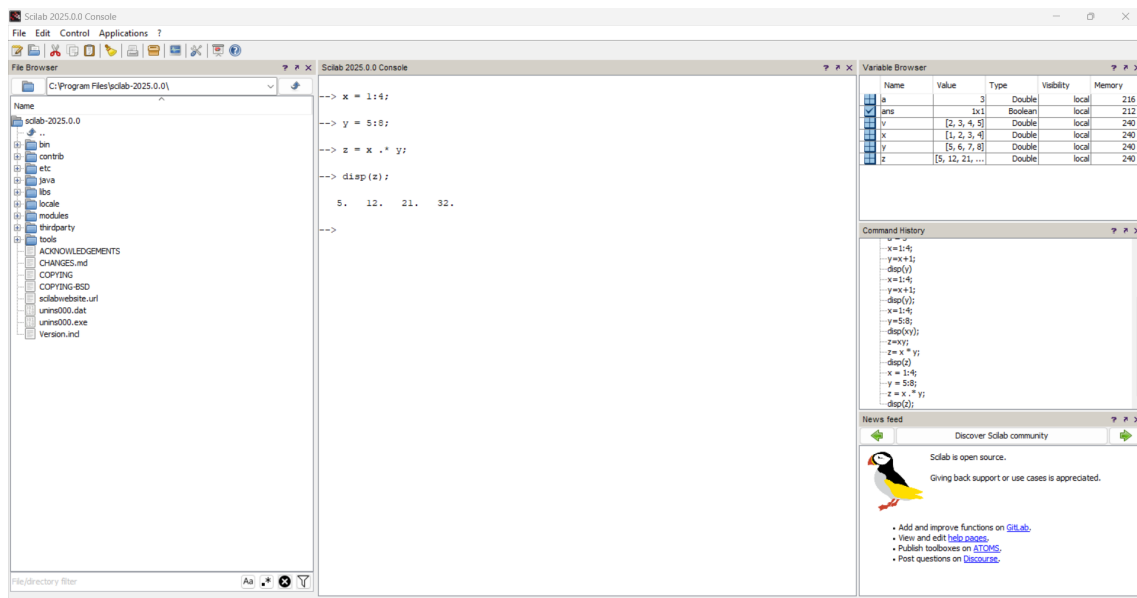
$$(\sin(x_1), \sin(x_2), \dots, \sin(x_{10}))$$

trong đó x là một vector gồm 10 giá trị được chọn tuyến tính trong khoảng $[0, \pi]$.

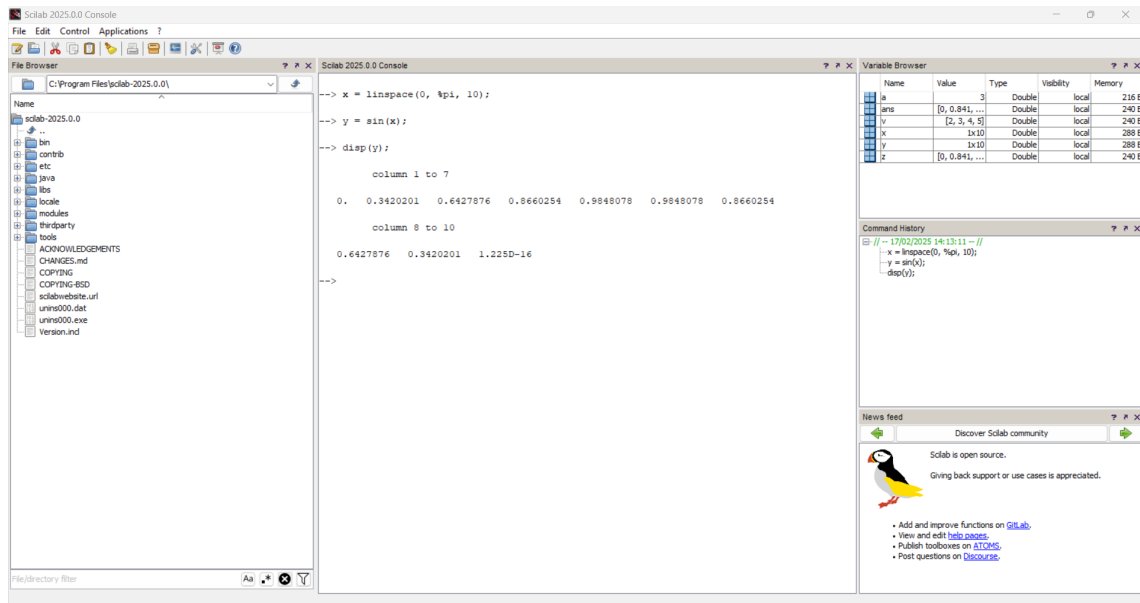
Bài làm:



Hình 1: Câu 1



Hình 2: Câu 2



Hình 3: Câu 3

4.1.2 Bài tập số 1.2

Dịch đề bài:

Xét tín hiệu tương tự sau:

$$x_a(t) = 3 \sin(100\pi t)$$

Yêu cầu:

- Sử dụng **Scilab** để vẽ đồ thị của tín hiệu $x_a(t)$ trong 5 chu kỳ.
- Xác định tín hiệu rời rạc $x(n)$ của tín hiệu $x_a(t)$ khi được lấy mẫu với tần số $F_s = 300$ mẫu/giây.
- Xác định tín hiệu rời rạc $x(n)$ và kiểm tra tính chất chu kỳ của nó. Nếu $x(n)$ là một tín hiệu tuần hoàn, xác định chu kỳ và tần số của nó. Sau đó, sử dụng **Scilab** để vẽ đồ thị của $x(n)$ trong 5 chu kỳ.
- Xác định tín hiệu lượng tử hóa $x_q(n)$ với $\Delta = 0.1$ bằng phương pháp cắt bớt (*truncated method*). Sau đó, vẽ đồ thị của $x_q(n)$ trong 5 chu kỳ.
- Lưu ý:** Tất cả các đồ thị của $x_a(t)$, $x(n)$ và $x_q(n)$ phải được hiển thị trên cùng một cửa sổ.

Bài làm:

Bước 1: Vẽ tín hiệu tương tự $x_a(t)$ trong 5 chu kỳ

Tín hiệu tương tự được cho là: $x_a(t) = 3 \sin(100\pi t)$

- Tần số của tín hiệu: $f = \frac{100\pi}{2\pi} = 50$ Hz
- Chu kỳ của tín hiệu: $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 0.02$ giây
- Thời gian để vẽ 5 chu kỳ: $t_{\text{end}} = 5T = 0.1$ giây

Chúng em sẽ sử dụng Scilab để vẽ tín hiệu này.

Bước 2: Xác định tín hiệu rời rạc $x(n)$ với tần số lấy mẫu $F_s = 300$ mẫu/giây

- Tần số lấy mẫu: $F_s = 300$ Hz
- Khoảng thời gian giữa các mẫu: $T_s = \frac{1}{F_s} = \frac{1}{300}$ giây
- Tín hiệu rời rạc: $x(n) = x_a(nT_s) = 3 \sin(100\pi nT_s)$

Bước 3: Xác định tính tuần hoàn của $x(n)$

- Tần số của tín hiệu rời rạc: $f_d = \frac{f}{F_s} = \frac{50}{300} = \frac{1}{6}$
- Chu kỳ của tín hiệu rời rạc: $N = \frac{F_s}{f} = \frac{300}{50} = 6$ mẫu

Vậy $x(n)$ là tín hiệu tuần hoàn với chu kỳ $N = 6$.

Bước 4: Vẽ tín hiệu rời rạc $x(n)$ trong 5 chu kỳ

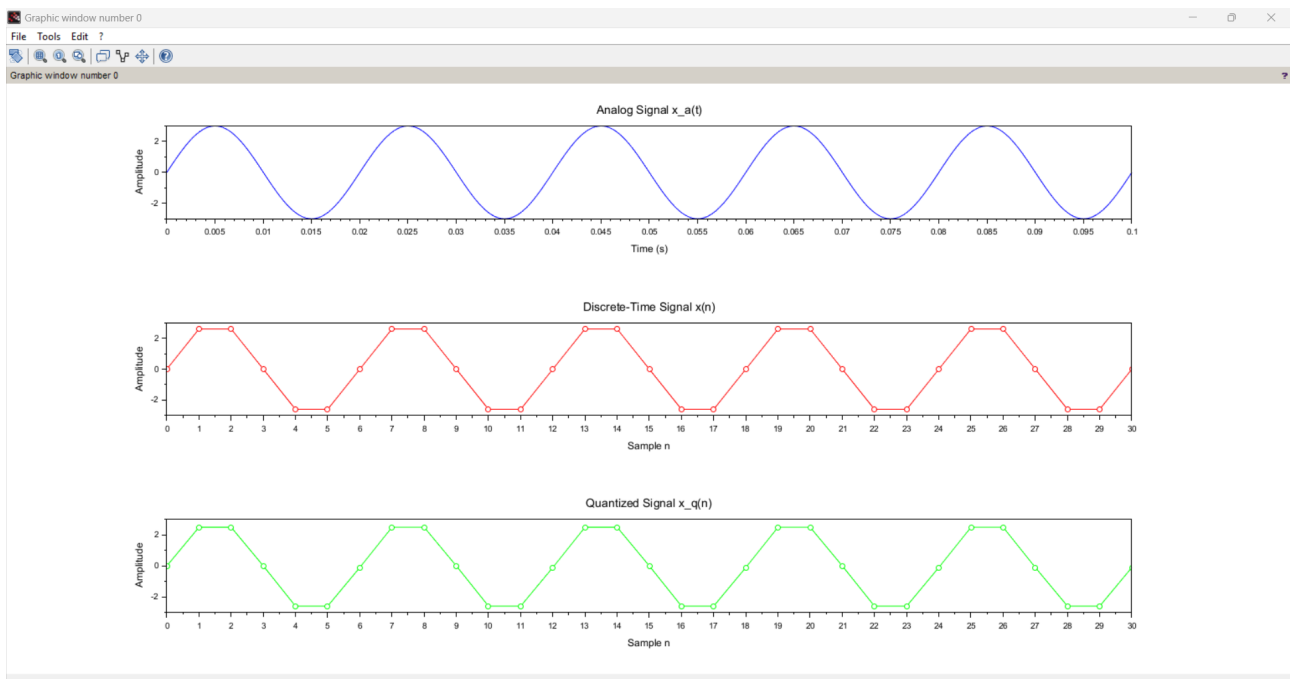
Chúng em sẽ vẽ $x(n)$ trong 5 chu kỳ, tức là $5 \times 6 = 30$ mẫu.

Bước 5: Xác định tín hiệu lượng tử hóa $x_q(n)$ với $\Delta = 0.1$ sử dụng phương pháp cắt bớt (truncated)

- Bước lượng tử: $\Delta = 0.1$
- Tín hiệu lượng tử hóa: $x_q(n) = \Delta \times \text{floor}\left(\frac{x(n)}{\Delta}\right)$

Bước 6: Vẽ tín hiệu lượng tử hóa $x_q(n)$ trong 5 chu kỳ

Bước 7: Hiển thị tất cả các hình ảnh trong một cửa sổ duy nhất



Hình 4: $x_a(t)$, $x(n)$ và $x_q(n)$

Giải thích:

1. Tín hiệu tương tự $x_a(t)$:

- Được vẽ từ $t = 0$ đến $t = 0.1$ giây (5 chu kỳ).
- Tín hiệu là một sóng sin với biên độ 3 và tần số 50 Hz.

2. Tín hiệu rời rạc $x(n)$:

- Được lấy mẫu với tần số $F_s = 300$ Hz.
- Tín hiệu này tuần hoàn với chu kỳ $N = 6$ mẫu.

3. Tín hiệu lượng tử hóa $x_q(n)$:

- Được lượng tử hóa với bước lượng tử $\Delta = 0.1$ sử dụng phương pháp cắt bớt.
- Tín hiệu này có giá trị được làm tròn xuống bội số gần nhất của Δ .

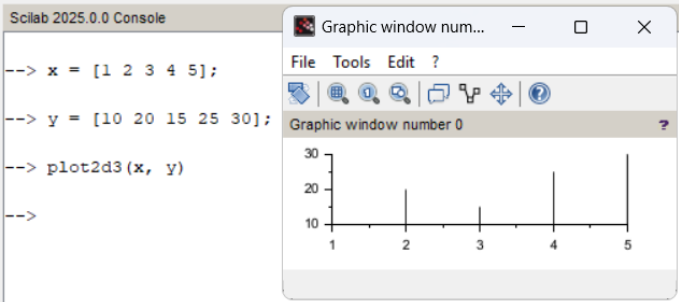
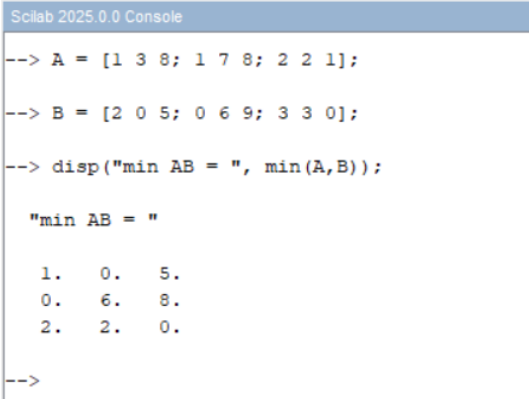
4. Hiển thị:

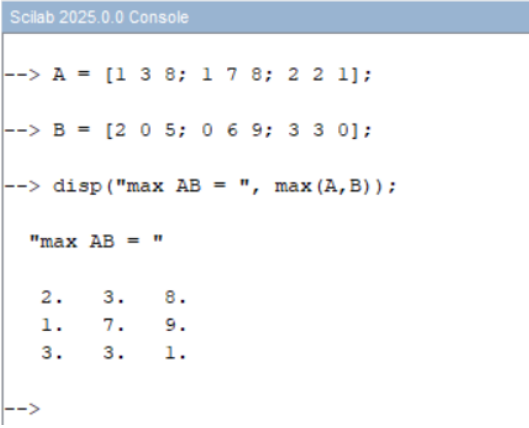
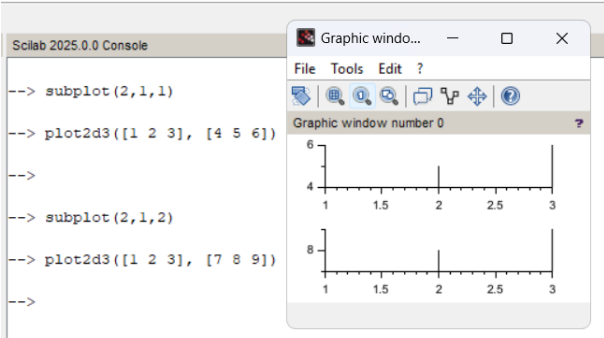
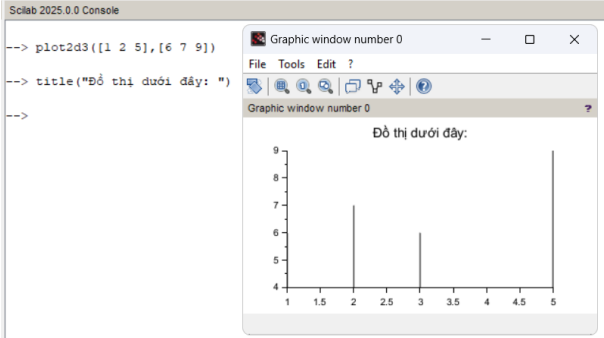
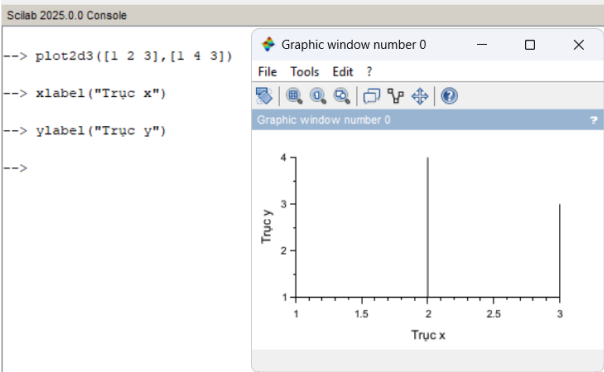
- Các tín hiệu được hiển thị trong một cửa sổ duy nhất với 3 subplot: tín hiệu tương tự, tín hiệu rời rạc, và tín hiệu lượng tử hóa.

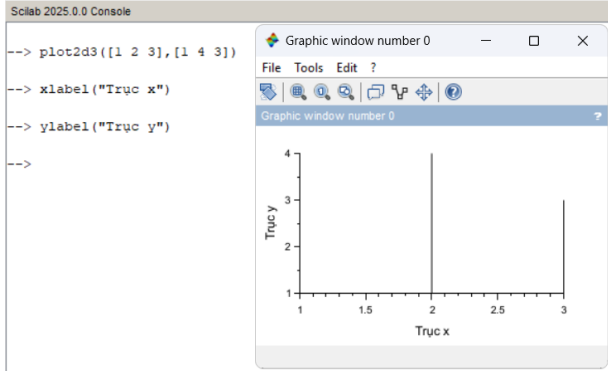
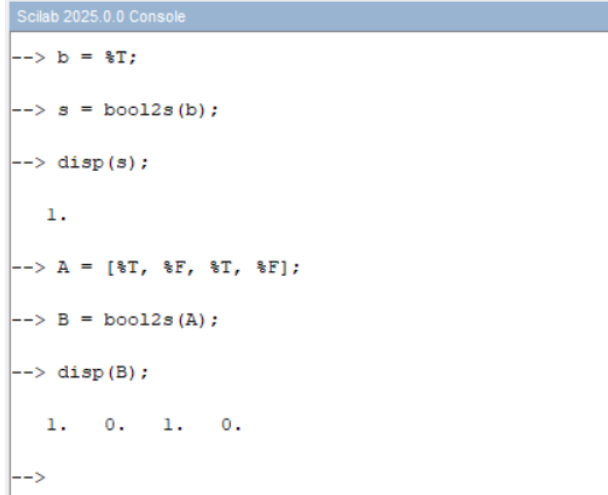
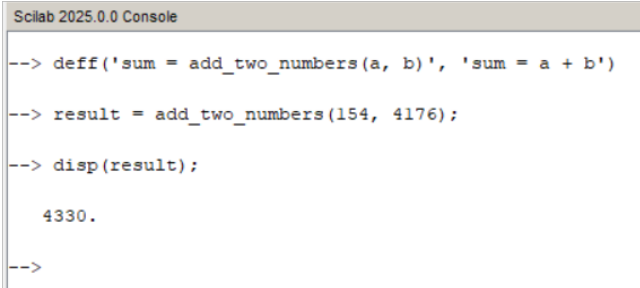
4.2 Bài tập Lab 2

4.2.1 Bài tập 2.1

Dịch đề bài: Hãy tìm hiểu các hàm sau trong Scilab và báo cáo ngắn gọn về chức năng cũng như cách sử dụng của chúng.

Hàm	Mô tả
plot2d3(...)	<p>Vẽ đồ thị 2D với các điểm được nối bằng đường thẳng.</p>  <p>Giúp hiển thị dữ liệu một cách trực quan</p>
min(...)	<p>Trả về giá trị nhỏ nhất của một vector hoặc trả về vector nhỏ nhất theo hàng khi đưa vào 2 ma trận.</p> 

<p>max(...)</p>	<p>Trả về giá trị lớn nhất của một vector hoặc trả về vector lớn nhất theo hàng khi đưa vào 2 ma trận.</p>  <pre> Scilab 2025.0.0 Console --> A = [1 3 8; 1 7 8; 2 2 1]; --> B = [2 0 5; 0 6 9; 3 3 0]; --> disp("max AB = ", max(A,B)); "max AB = " 2. 3. 8. 1. 7. 9. 3. 3. 1. --> </pre>
<p>subplot(...)</p>	<p>Chia cửa sổ đồ thị thành nhiều vùng để vẽ nhiều biểu đồ trên cùng một hình.</p>  <pre> Scilab 2025.0.0 Console --> subplot(2,1,1) --> plot2d3([1 2 3], [4 5 6]) --> --> subplot(2,1,2) --> plot2d3([1 2 3], [7 8 9]) --> </pre>
<p>title(...)</p>	<p>Đặt tên cho biểu đồ</p>  <pre> Scilab 2025.0.0 Console --> plot2d3([1 2 5], [6 7 9]) --> title("Đồ thị dưới đây: ") --> </pre>
<p>xlabel(...)</p>	<p>Đặt tên trục X cho biểu đồ</p>  <pre> Scilab 2025.0.0 Console --> plot2d3([1 2 3], [1 4 3]) --> xlabel("Trục x") --> ylabel("Trục y") --> </pre>

<p>ylabel(...)</p>	<p>Đặt tên trục Y cho biểu đồ, tương tự xlabel</p> 
<p>bool2s(...)</p>	<p>Chuyển đổi giá trị boolean (true/false) thành chuỗi ký tự. Cụ thể, hàm này chuyển giá trị boolean %T (True) thành chuỗi "T" và %F (False) thành chuỗi "F"</p> 
<p>deff(...)</p>	<p>Định nghĩa một hàm mới mà không cần phải tạo một tệp .sci riêng biệt.</p> 

4.2.2 Bài tập 2.2

Dịch đề bài: Hãy thử chạy các đoạn mã sau trên Scilab và báo cáo những gì bạn hiểu sau khi quan sát đầu ra.

```
scilab:> n = -5:5;
scilab:> msignal = bool2s (n >= 0);
scilab:> plot2d3(n, msignal)
```

Bài làm:

Phân tích mã lệnh:

- `n = -5:5` → Tạo một dãy số từ -5 đến 5.

- `msignal = bool2s(n >= 0)` → Với mỗi phần tử trong n , kiểm tra nếu $n \geq 0$ thì nhận giá trị %T (True), ngược lại nhận %F (False). `bool2s()` chuyển kết quả Boolean thành chuỗi "T" (1) và "F" (0).

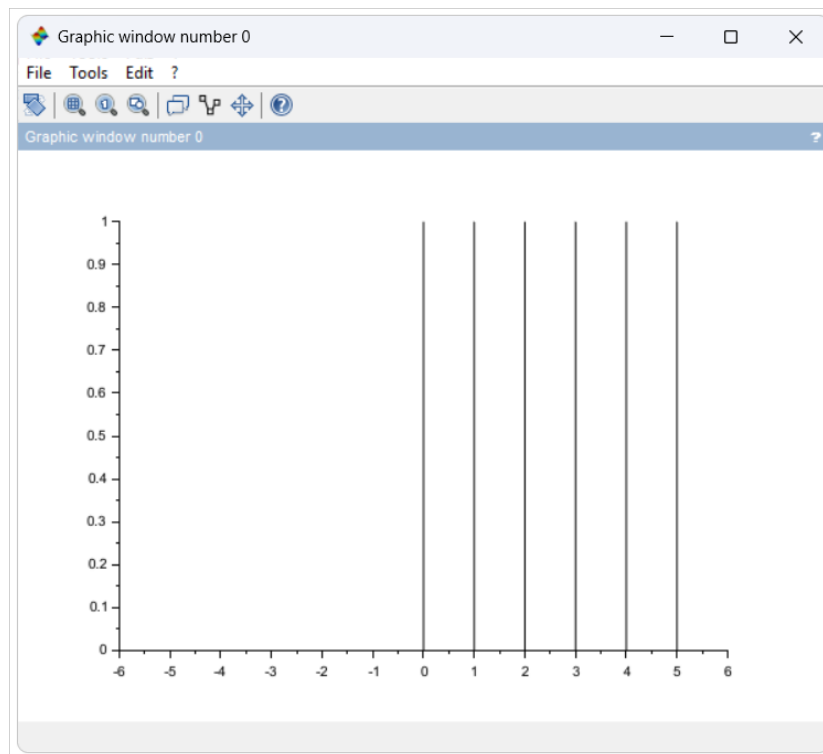
- `plot2d3(n, msignal)` → Vẽ đồ thị của `msignal` theo n .

Kết quả quan sát được:

Tín hiệu thu được là một tín hiệu bước (unit step signal), nhận giá trị 0 khi $n < 0$ và 1 khi $n \geq 0$.

Công thức:

$$u(n) = \begin{cases} 1, & n \geq 0 \\ 0, & n < 0 \end{cases}$$



Hình 5: Unit step signal

4.2.3 Bài tập 2.3

Dịch đề bài: Hãy thử chạy các đoạn mã sau trên Scilab và báo cáo những gì bạn hiểu sau khi quan sát đầu ra.

```
scilab:> n = -5:5;
scilab:> msignal = bool2s (n == 0);
scilab:> plot2d3(n, msignal)
```

Bài làm:

Phân tích mã lệnh:

- `n = -5:5` → Tạo một dãy số từ -5 đến 5 .

- `msignal = bool2s(n >= 0)` → Biến đổi n thành giá trị Boolean:

1 khi $n = 0$,

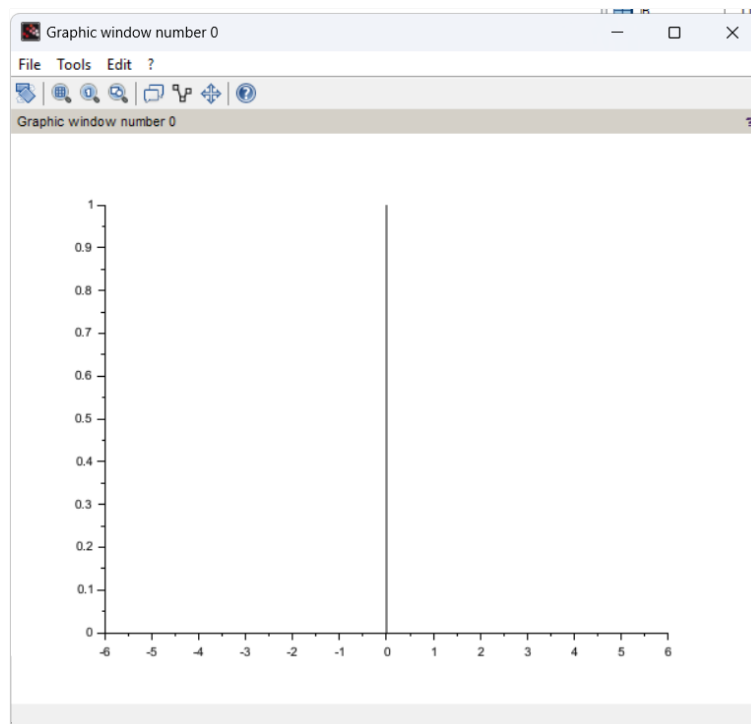
0 khi $n \neq 0$.

- `plot2d3(n, msignal)` → Vẽ đồ thị của `msignal` theo n .

Đây là tín hiệu xung đơn vị (unit impulse signal), còn gọi là Hàm Delta Dirac, có công thức:

$$\delta(n) = \begin{cases} 1, & n = 0 \\ 0, & n \neq 0 \end{cases}$$

Kết quả quan sát được:

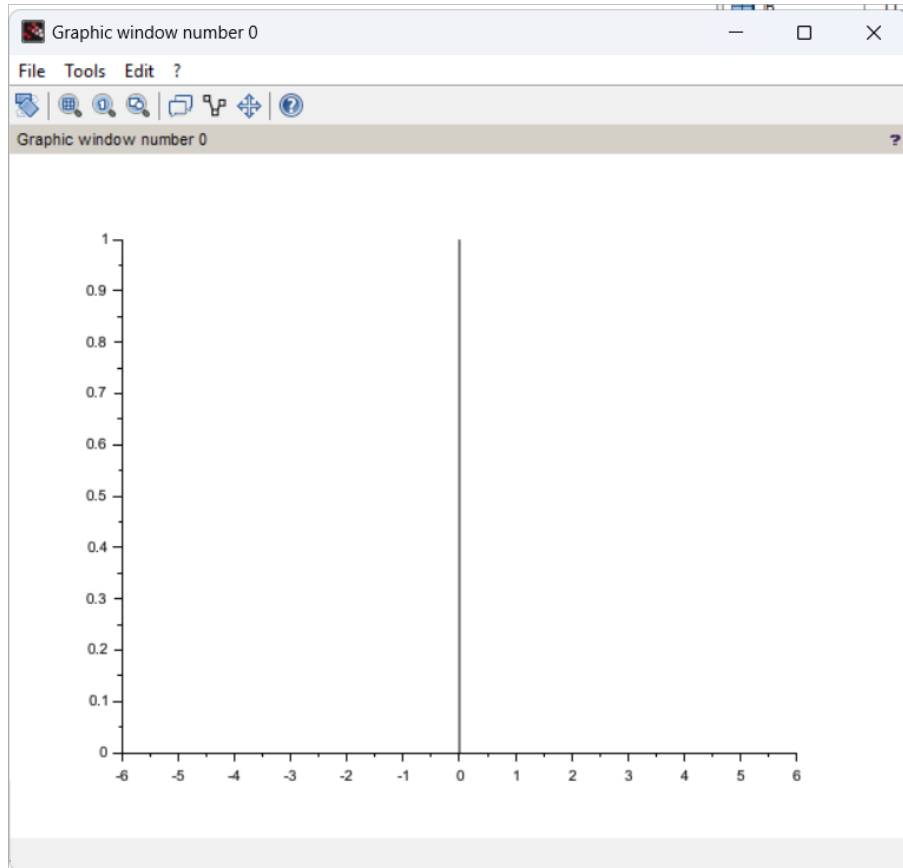


Hình 6: Unit impulse signal

4.2.4 Bài tập 2.4

Dịch đề bài: Sử dụng Scilab để vẽ tín hiệu ramp đơn vị $u_r(n)$ cho $n = -5 : 5$.

Bài làm:



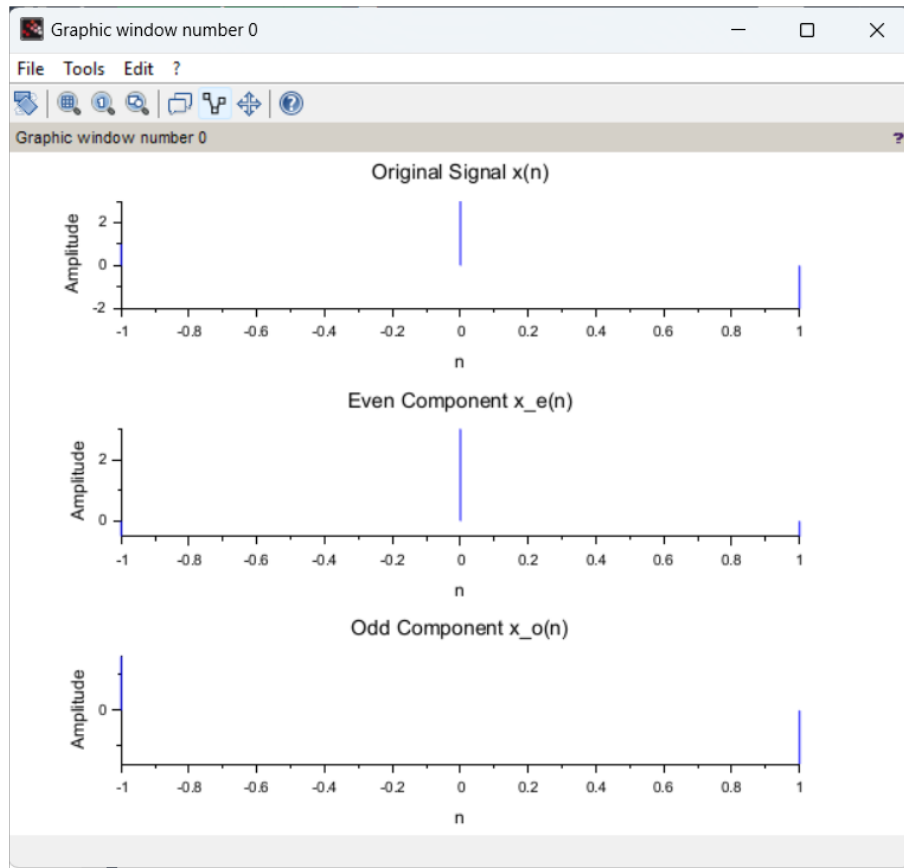
Hình 7: Unit ramp signal

4.2.5 Bài tập 2.5

Dịch đề bài: Cho tín hiệu rời rạc $x(n) = \{1, 3, -2\}$.

Sử dụng Scilab để vẽ tín hiệu $x(n)$, thành phần tín hiệu lẻ $x_o(n)$, và thành phần tín hiệu chẵn $x_e(n)$. Mỗi tín hiệu sẽ được vẽ trong một đồ thị riêng biệt nhưng tất cả sẽ được hiển thị trong cùng một cửa sổ. Hãy sử dụng các hàm `title()`, `xlabel()`, và `ylabel()` để đặt tên cho mỗi đồ thị.

Bài làm:



Hình 8: Thành phần tín hiệu lẻ và chẵn

$n = [-1, 0, 1]$ là trục thời gian.

$$x = [1, 3, -2]$$

Tương đương với:

$$x(-1) = 1, \quad x(0) = 3, \quad x(1) = -2$$

Phân tích thành phần lẻ:

$$x_o(n) = \frac{1}{2}[x(n) - x(-n)]$$

$$x_o = \frac{1}{2}([1, 3, -2] - [-2, 3, 1])$$

$$= \frac{1}{2}[3, 0, -3] = [1.5, 0, -1.5]$$

$$x_o(-1) = 1.5, \quad x_o(0) = 0, \quad x_o(1) = -1.5$$

Phân tích thành phần chẵn:

$$x_e(n) = \frac{1}{2}[x(n) + x(-n)]$$

$$x_e = \frac{1}{2}([1, 3, -2] + [-2, 3, 1])$$

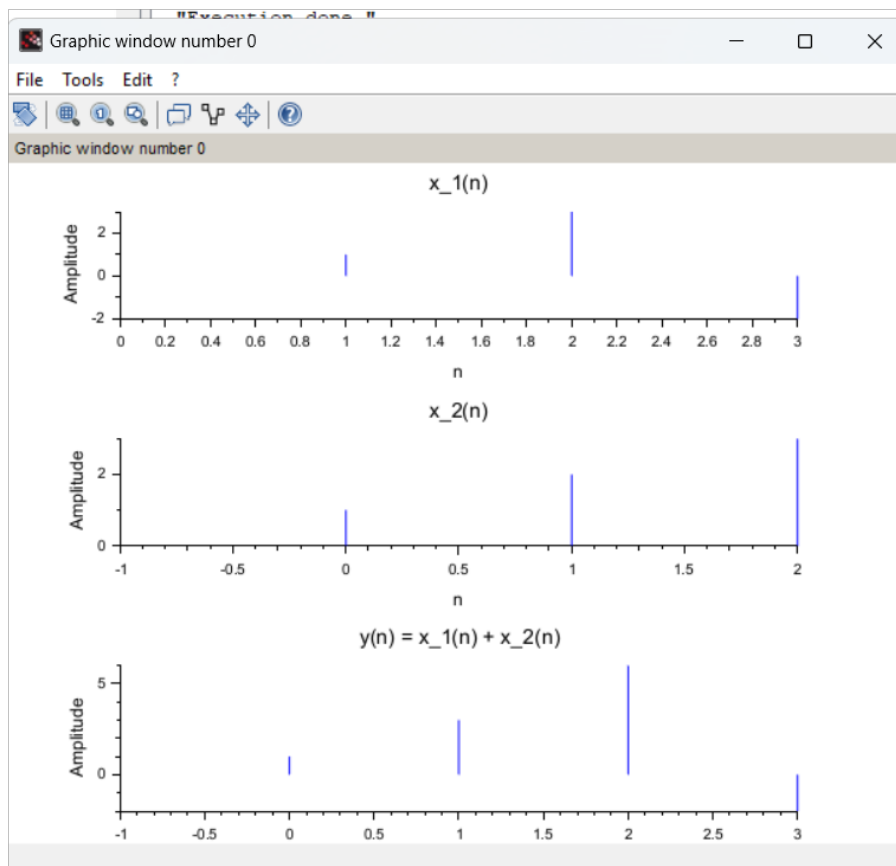
$$= \frac{1}{2}[-1, 6, -1] = [-0.5, 3, -0.5]$$

$$x_e(-1) = -0.5, \quad x_e(0) = 3, \quad x_e(1) = -0.5$$

4.2.6 Bài tập 2.6

Dịch đề bài: Cho hai tín hiệu rời rạc: $x_1(n) = \{0 \uparrow, 1, 3, -2\}$ và $x_2(n) = \{0, 1 \uparrow, 2, 3\}$. Xác định $y(n) = x_1(n) + x_2(n)$. Sau đó, sử dụng Scilab để vẽ $x_1(n)$, $x_2(n)$ và $y(n)$. Mỗi tín hiệu sẽ được vẽ trên một đồ thị riêng nhưng hiển thị chung trong một cửa sổ duy nhất. Hãy sử dụng các hàm `title()`, `xlabel()` và `ylabel()` để biểu diễn tên của từng đồ thị.

Bài làm:



Hình 9: $y(n) = x_1(n) + x_2(n)$

Giải thích:

Cho hai tín hiệu rời rạc:

$$x_1(n) = \{0 \uparrow, 1, 3, -2\}, \quad x_2(n) = \{0, 1 \uparrow, 2, 3\}$$

Từ tín hiệu, ta chọn miền giá trị chung là $n = -1 : 3$, do đó:

$$x_1 = [0, 0, 1, 3, -2]$$

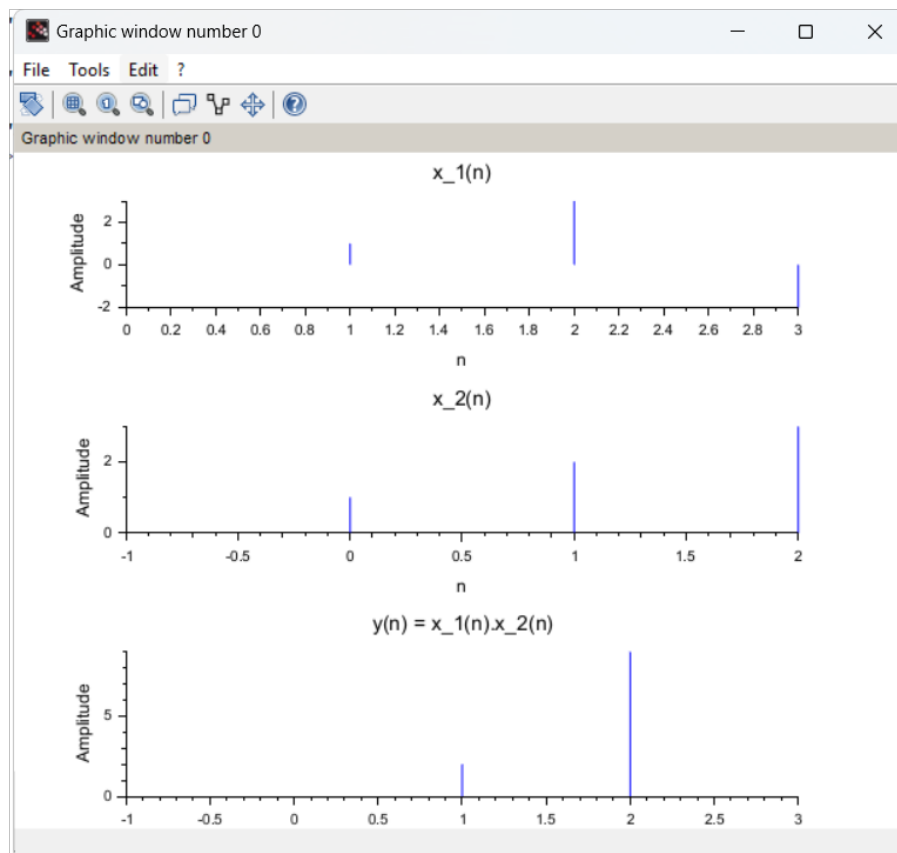
$$x_2 = [0, 1, 2, 3, 0]$$

$$x_1 + x_2 = [0, 1, 3, 6, -2]$$

4.2.7 Bài tập 2.7

Dịch đề bài: Cho hai tín hiệu rời rạc: $x_1(n) = \{0 \uparrow, 1, 3, -2\}$ và $x_2(n) = \{0, 1 \uparrow, 2, 3\}$. Xác định $y(n) = x_1(n).x_2(n)$. Sau đó, sử dụng Scilab để vẽ $x_1(n)$, $x_2(n)$ và $y(n)$. Mỗi tín hiệu sẽ được vẽ trên một đồ thị riêng nhưng hiển thị chung trong một cửa sổ duy nhất. Hãy sử dụng các hàm `title()`, `xlabel()` và `ylabel()` để biểu diễn tên của từng đồ thị.

Bài làm:



Hình 10: $y(n) = x_1(n).x_2(n)$

Giải thích:

Cho hai tín hiệu rời rạc:

$$x_1(n) = \{0 \uparrow, 1, 3, -2\}, \quad x_2(n) = \{0, 1 \uparrow, 2, 3\}$$

Từ tín hiệu, ta chọn miền giá trị chung là $n = -1 : 3$, do đó:

$$x_1 = [0, 0, 1, 3, -2]$$

$$x_2 = [0, 1, 2, 3, 0]$$

$$x_1 \cdot x_2 = [0, 0, 2, 9, 0]$$

4.2.8 Bài tập 2.8

Dịch đề bài: Cho tín hiệu rời rạc $x(n) = \{1, -2, 3 \uparrow, 6\}$. Xác định các tín hiệu sau và sử dụng Scilab để vẽ tín hiệu gốc $x(n)$ cùng với từng tín hiệu đã biến đổi $y_i(n)$. Mỗi cặp đồ thị sẽ được hiển thị trong cùng một cửa sổ. Hãy sử dụng `title()`, `xlabel()` và `ylabel()` để đặt tên cho từng đồ thị.

Các tín hiệu cần xác định:

- a. $y_1(n) = x(-n)$
- b. $y_2(n) = x(n+3)$
- c. $y_3(n) = 2x(-n-2)$

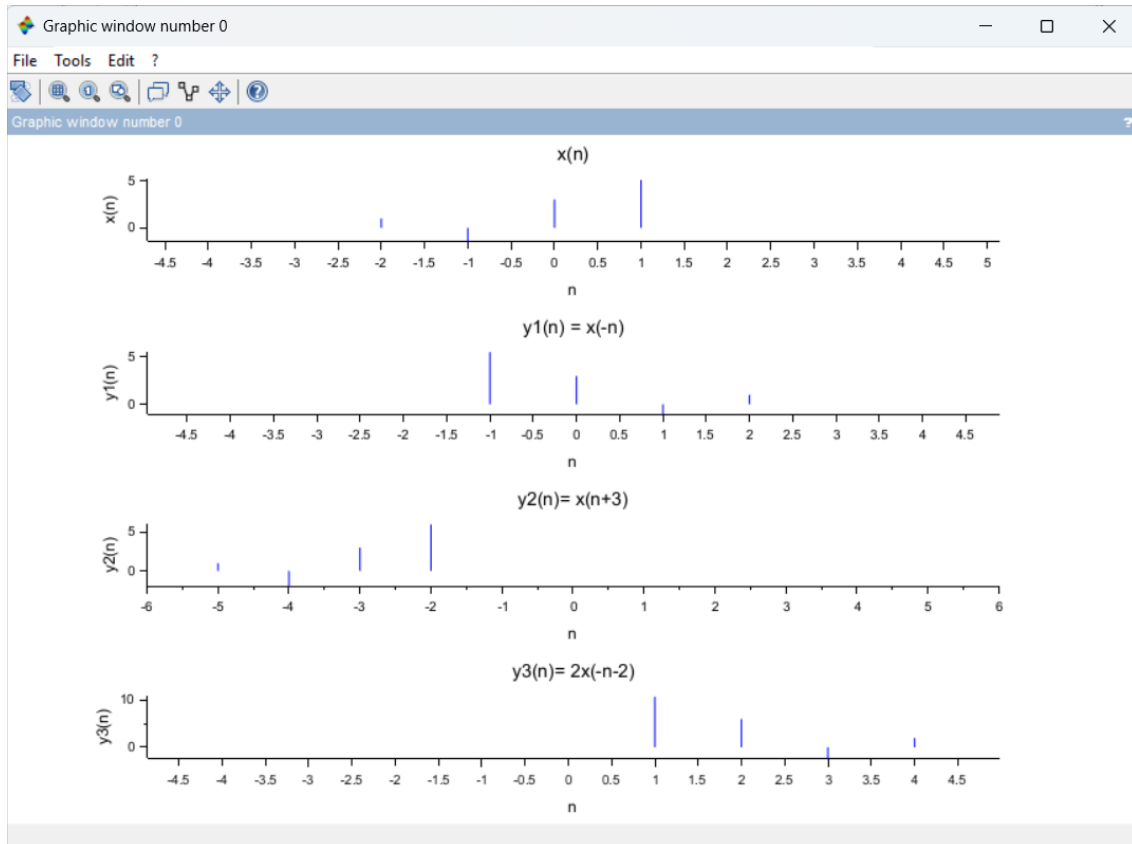
Bài làm:

a. $y_1(n) = x(-n)$: Đây là phép đảo ngược thời gian của tín hiệu $x(n)$. $y(n)$ là một phép folding của tín hiệu quanh điểm gốc thời gian $n = 0$.

b. $y_2(n) = x(n+3)$: Đây là phép dịch chuyển thời gian của tín hiệu $x(n)$. $y(n)$ là kết quả của phép dịch thời gian, làm tín hiệu được dịch sớm lên k đơn vị thời gian. Về mặt đồ thị, dịch tín hiệu sang trái trên trục thời gian.

c. $y_3(n) = 2x(-n-2)$: Đây là phép biến đổi kết hợp giữa đảo ngược thời gian, dịch chuyển thời gian và nhân biên độ.

Dưới đây là kết quả mô phỏng trên Scilab:



Hình 11: Các tín hiệu biến đổi $y_i(n]$



Tài liệu tham khảo

- [1] Digital Signal Processing: Principles, Algorithms, and Applications (4th Edition), John G. Proakis, Dimitris G. Manolakis, Prentice Hall.