



# **BÀI 3**

## **TÍN HIỆU RỜI RẠC**

TS. Nguyễn Hồng Quang,  
PGS. TS. Trịnh Văn Loan,  
TS. Đoàn Phong Tùng  
Khoa Kỹ thuật máy tính

## ❏ Nội dung bài học

---

1. Các dạng biểu diễn tín hiệu rời rạc
2. Các tín hiệu rời rạc cơ bản
3. Các phép toán với tín hiệu rời rạc

## ❏ Mục tiêu bài học

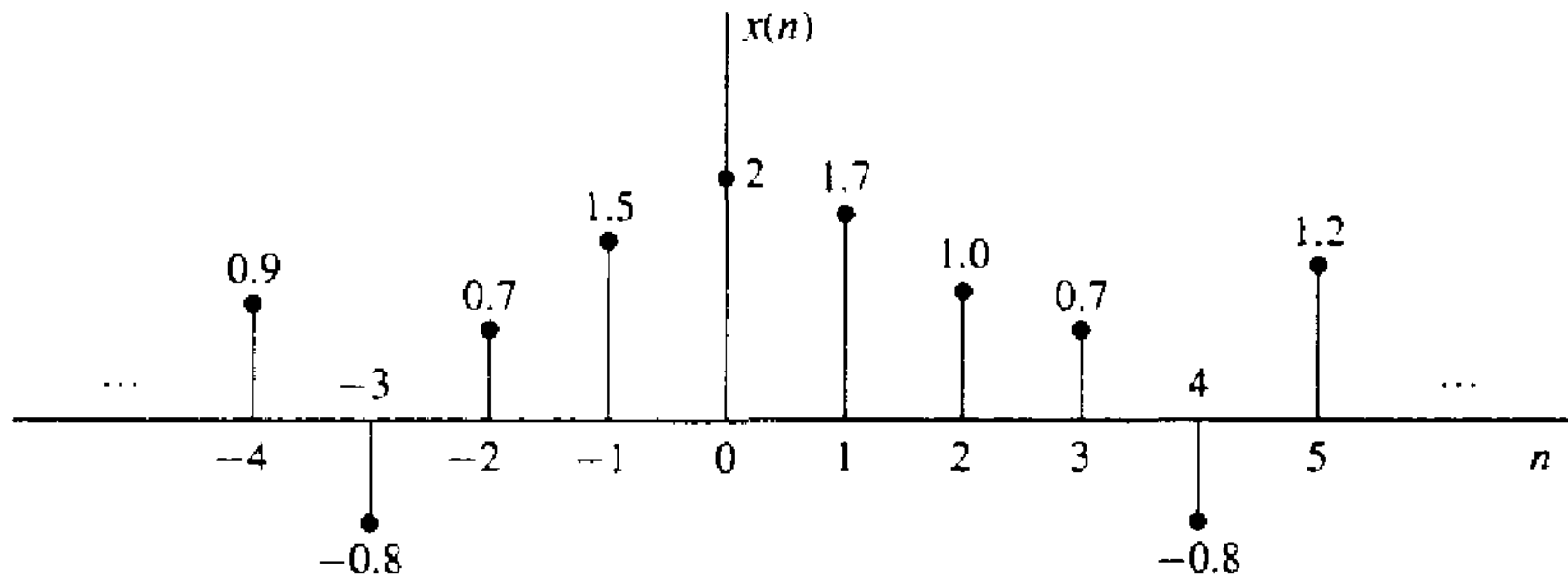
---

Sau khi học xong bài này, các em sẽ nắm được những vấn đề sau:

- Phương pháp biểu diễn tín hiệu rời rạc.
- Một số tín hiệu rời rạc cơ bản
- Năng lượng và công suất của tín hiệu.
- Các phép toán cơ bản đối với tín hiệu rời rạc.

# 1. Các dạng biểu diễn tín hiệu rời rạc

- Tín hiệu rời rạc  $x(n]$ : chỉ xác định với giá trị  $n$  nguyên
- Biểu diễn đồ thị



# Các dạng biểu diễn tín hiệu rời rạc

- Biểu diễn hàm số

$$x(n) = \begin{cases} 1, & \text{for } n = 1, 3 \\ 4, & \text{for } n = 2 \\ 0, & \text{elsewhere} \end{cases}$$

- Biểu diễn bằng bảng số

| n    | ... | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ... |
|------|-----|----|----|---|---|---|---|---|---|-----|
| x(n) | ... | 0  | 0  | 0 | 1 | 4 | 1 | 0 | 0 | ... |

- Biểu diễn bằng dãy số

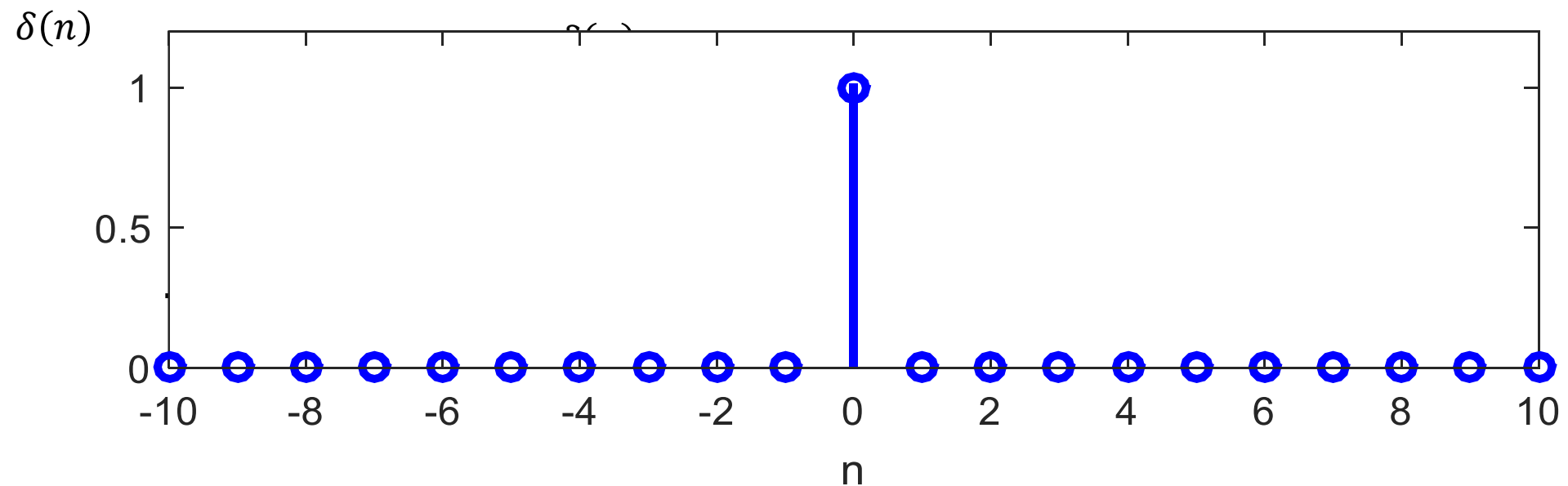
$$x(n) = \{ \dots 0, 0, 1, 4, 1, 0, 0, \dots \}$$

↑

## 2. Một số tín hiệu rời rạc cơ bản

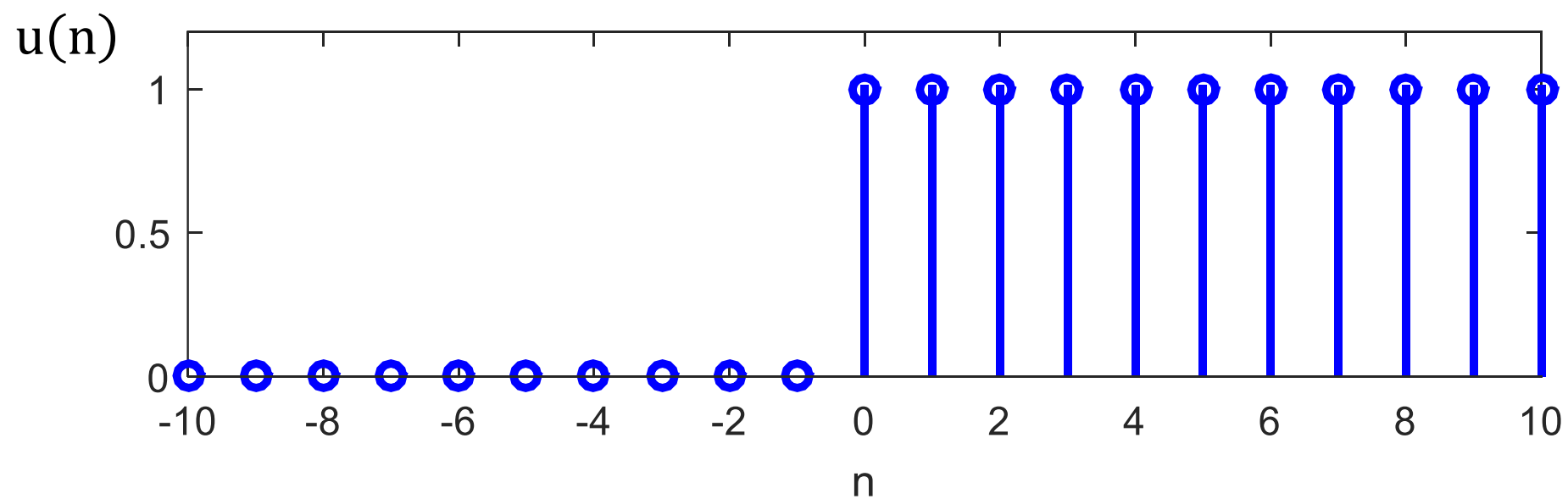
- Xung đơn vị

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



# Dãy xung nhảy bậc đơn vị

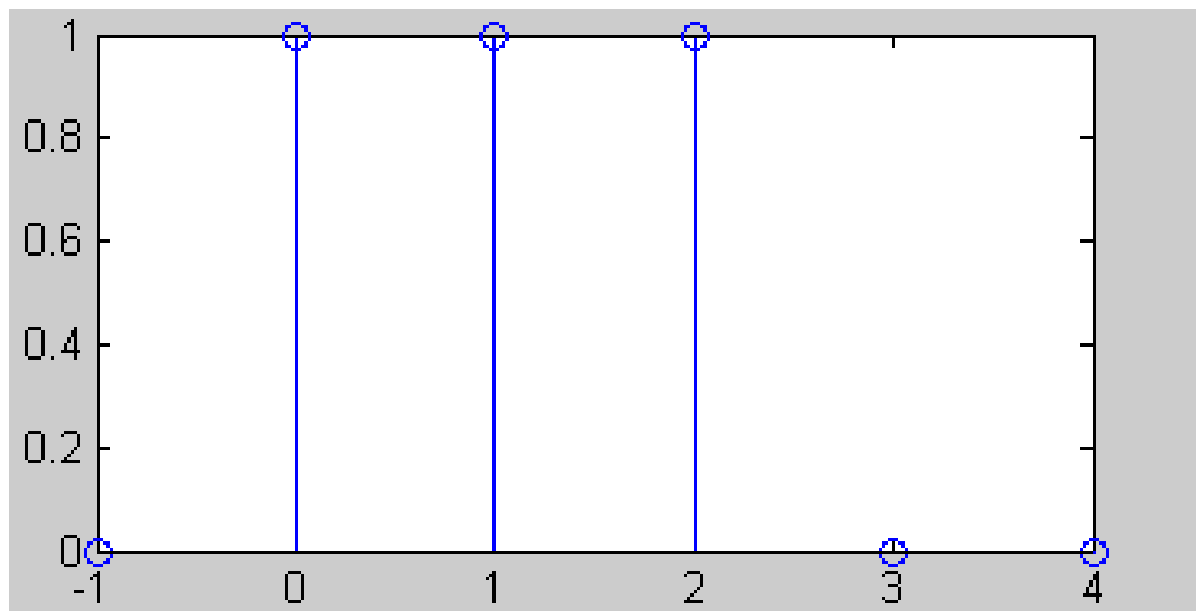
$$u(n) = \begin{cases} 1, & n \geq 0 \\ 0, & n < 0 \end{cases}$$



# Dãy xung chữ nhật

$$\text{rect}_N(n) = \begin{cases} 1, & 0 \leq n \leq N - 1 \\ 0, & n < 0 \end{cases}$$

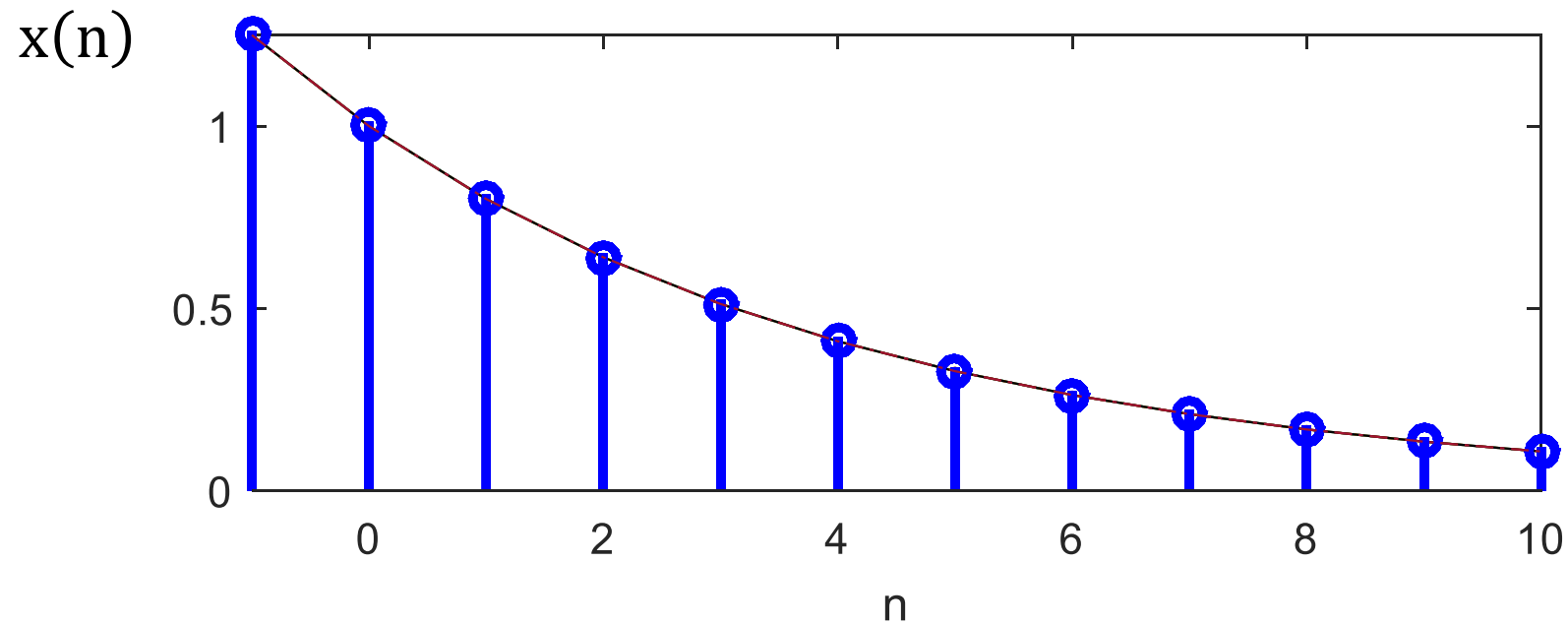
$$\text{rect}_3(n) = \begin{cases} 1, & 0 \leq n \leq 2 \\ 0, & n < 0 \end{cases}$$





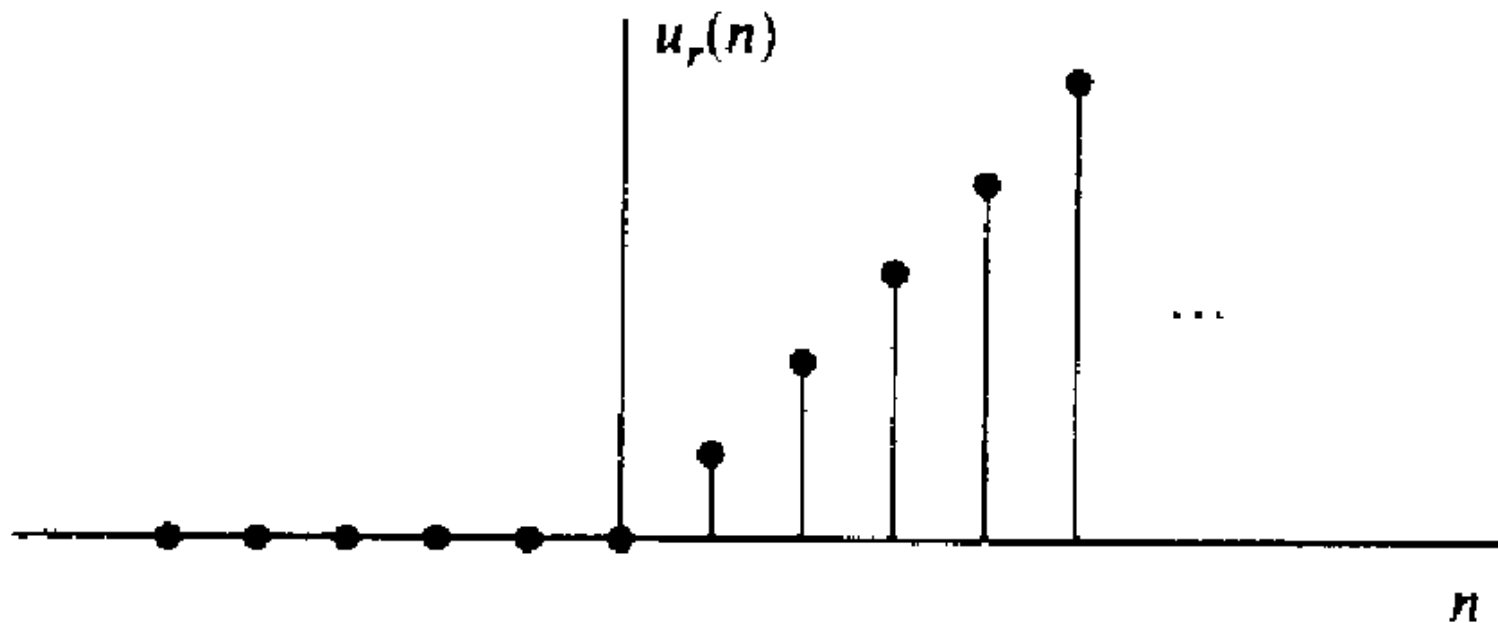
# Tín hiệu hàm mũ

$$\text{rect}_N(n) = \begin{cases} a^n, & n \geq 0 \\ 0, & n < 0 \end{cases}$$



# Dãy dốc đơn vị (ramp signal)

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



# Năng lượng và công suất của tín hiệu

- Năng lượng của tín hiệu  $x(n)$

$$E = \sum_{n=-\infty}^{\infty} |x(n)|^2$$

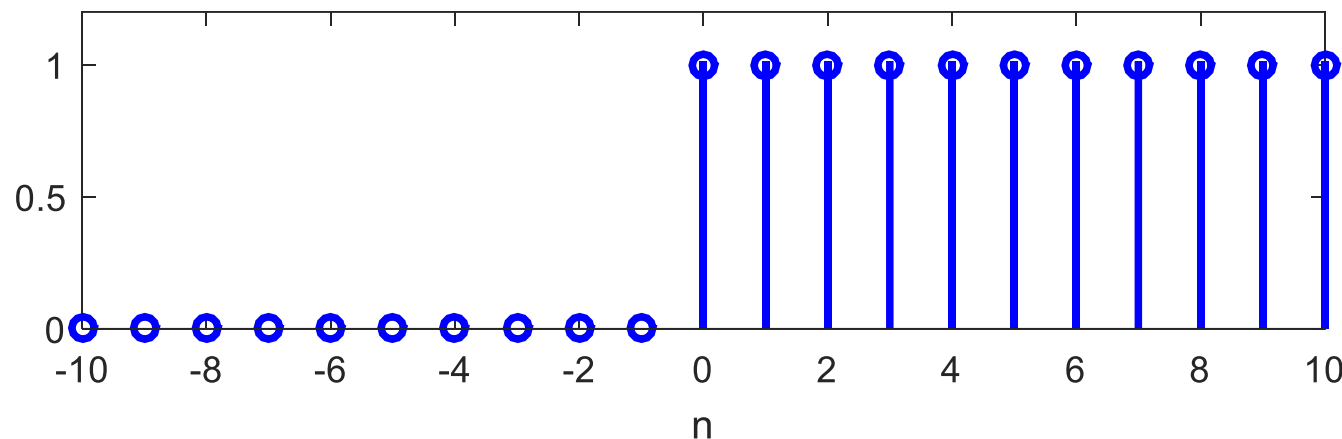
- Tín hiệu năng lượng: có năng lượng hữu hạn  $0 < E < \infty$
- Công suất của tín hiệu  $x(n)$

$$P = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{2N + 1} \sum_{n=-N}^N |x(n)|^2$$

- Tín hiệu công suất: có công suất hữu hạn  $0 < P < \infty$

## Ví dụ

- Tính năng lượng và công suất của tín hiệu  $u(n)$



$$E = \sum_{n=0}^{\infty} u(n)^2 = \infty$$

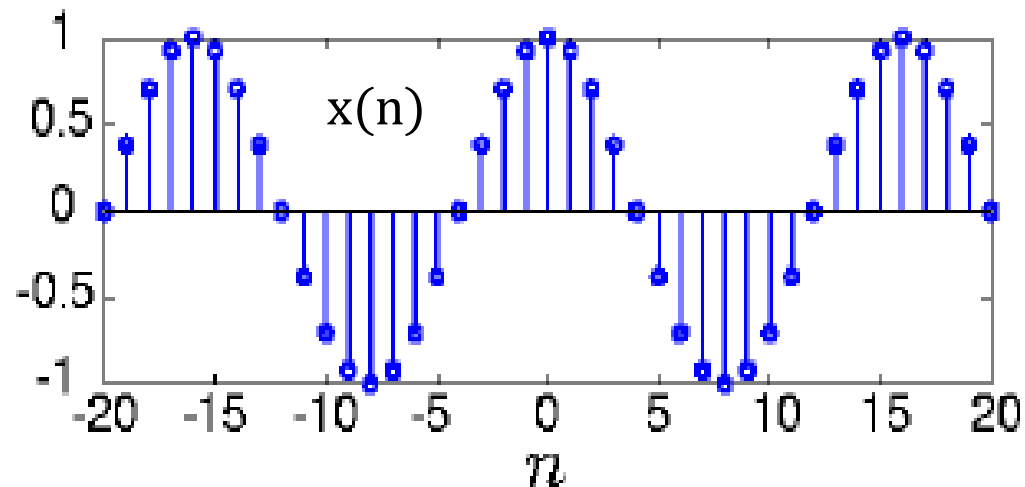
$$P = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{2N+1} \sum_{n=0}^N u(n)^2 = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{N+1}{2N+1} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1 + 1/N}{2 + 1/N} = \frac{1}{2}$$



Tín hiệu  $u(n)$  có công suất hữu hạn  
nhưng có năng lượng vô hạn

# Tín hiệu tuần hoàn

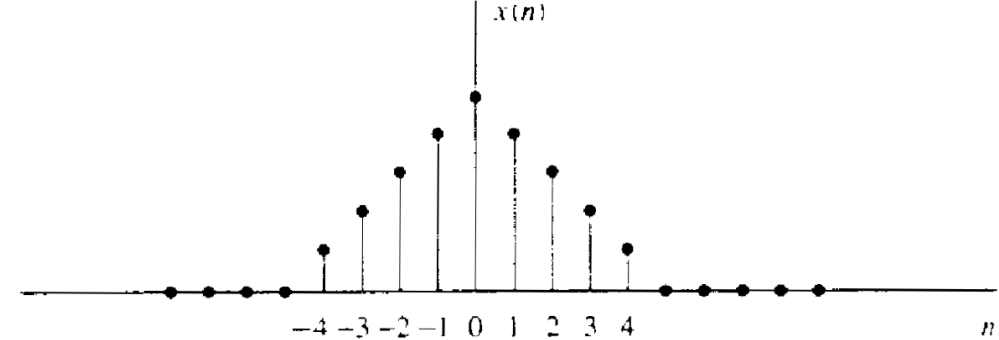
- $x(n)$  tuần hoàn với chu kỳ  $N$  ( $N > 0$ ) khi và chỉ khi
$$x(n + N) = x(n) \quad \forall n$$
- $N$  nhỏ nhất: chu kỳ cơ bản (fundamental period)



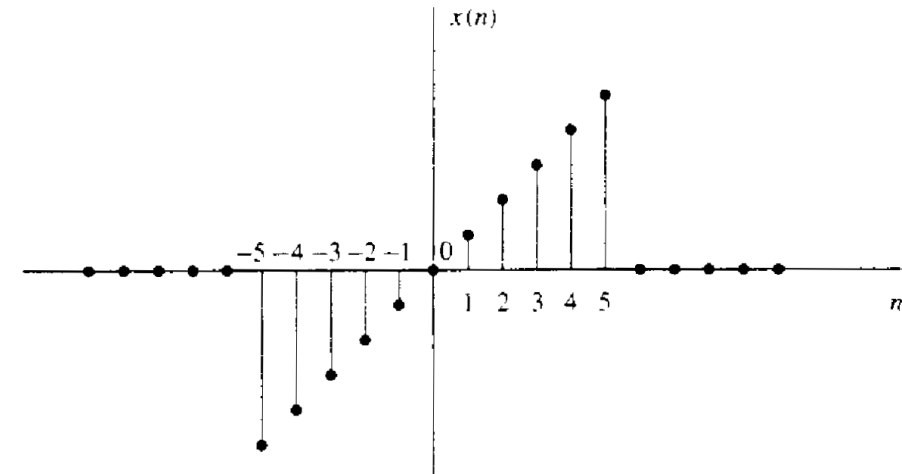
- Tín hiệu không tuần hoàn (*nonperiodic or aperiodic*)

# Tín hiệu chẵn và tín hiệu lẻ

- Tín hiệu chẵn:  $x(-n) = x(n)$



- Tín hiệu lẻ:  $x(-n) = -x(n)$



- Phân tích tín hiệu:

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

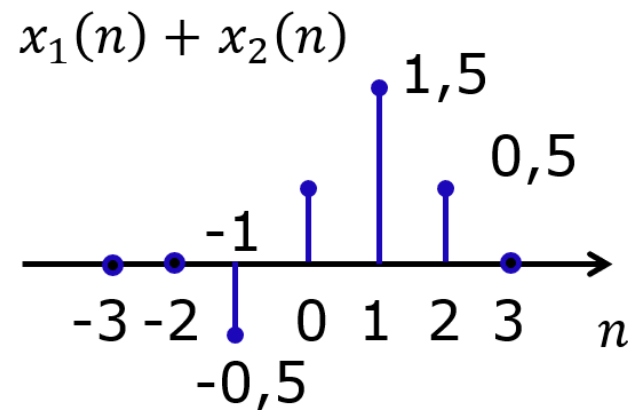
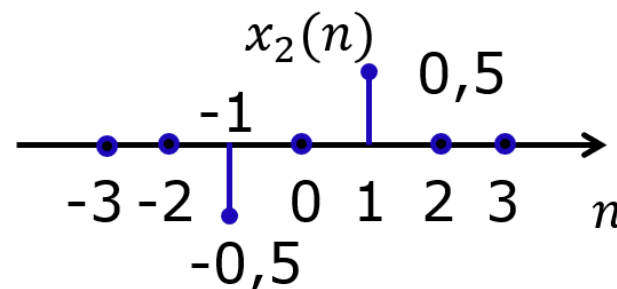
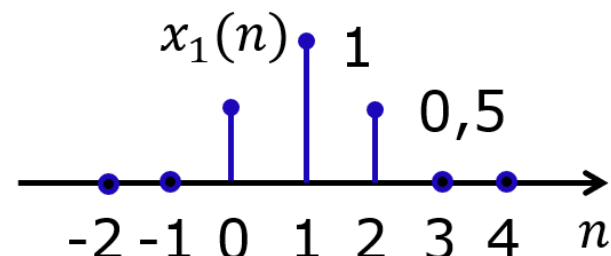
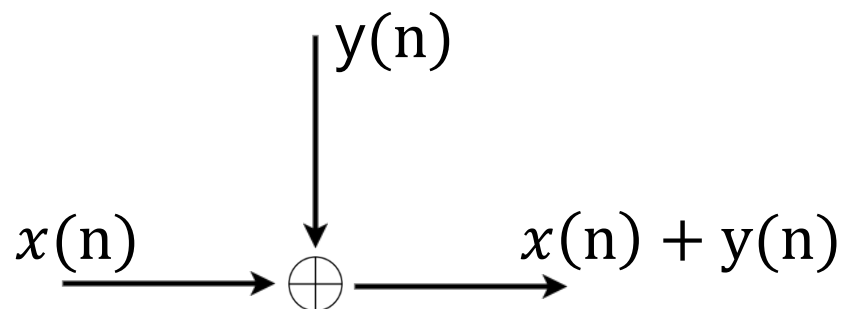
$$x_o(n) = \frac{1}{2} [x(n) - x(-n)]$$



$$x(n) = x_e(n) + x_o(n)$$

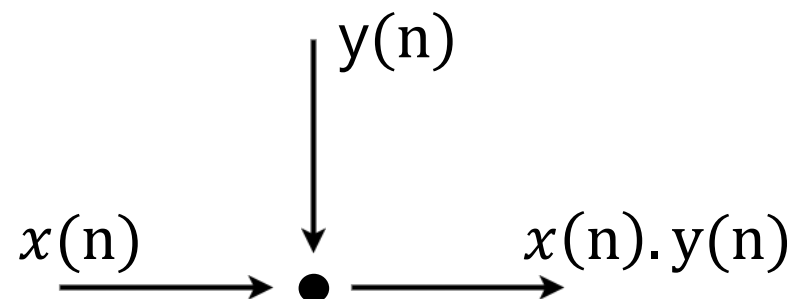
### 3. Các phép toán cơ bản với tín hiệu rời rạc

- Phép cộng hai tín hiệu

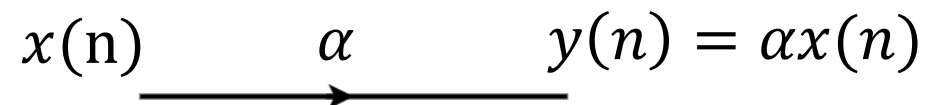


# Các phép toán cơ bản với tín hiệu rời rạc

- Phép nhân hai tín hiệu rời rạc



- Phép nhân tín hiệu rời rạc với hệ số





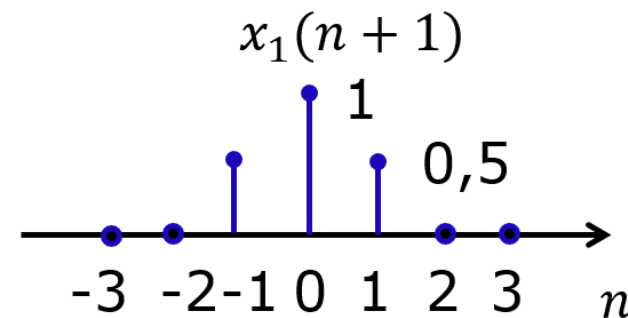
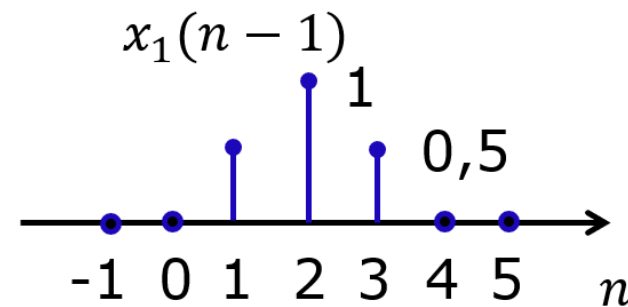
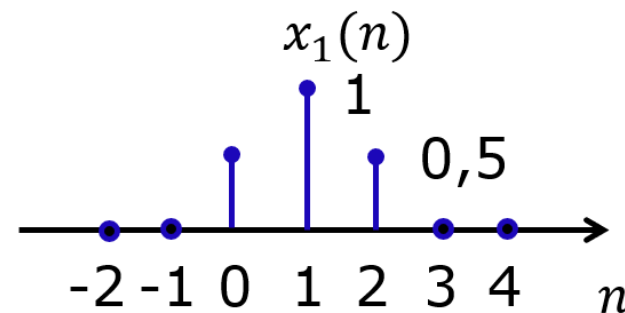
# Phép dịch tín hiệu

- Dịch phải  $n_0$  mẫu:

$$y(n) = x(n - n_0)$$

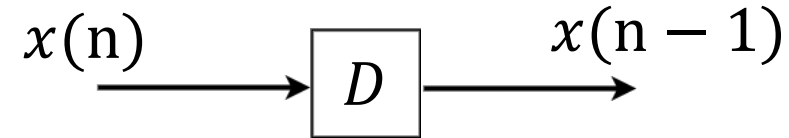
- Dịch trái  $n_0$  mẫu:

$$y(n) = x(n + n_0)$$



# Phép trễ và phân tích tín hiệu

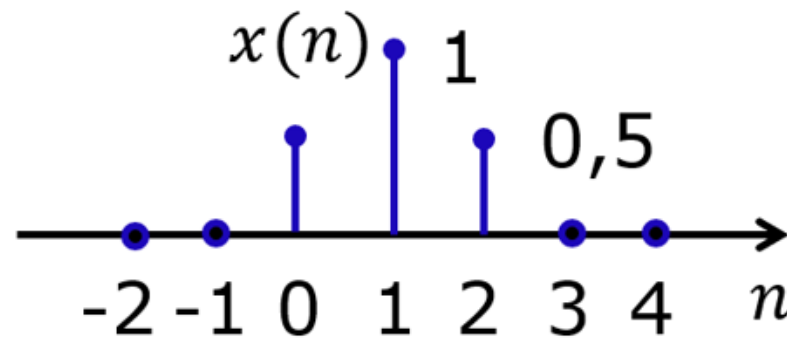
- Phép trễ:



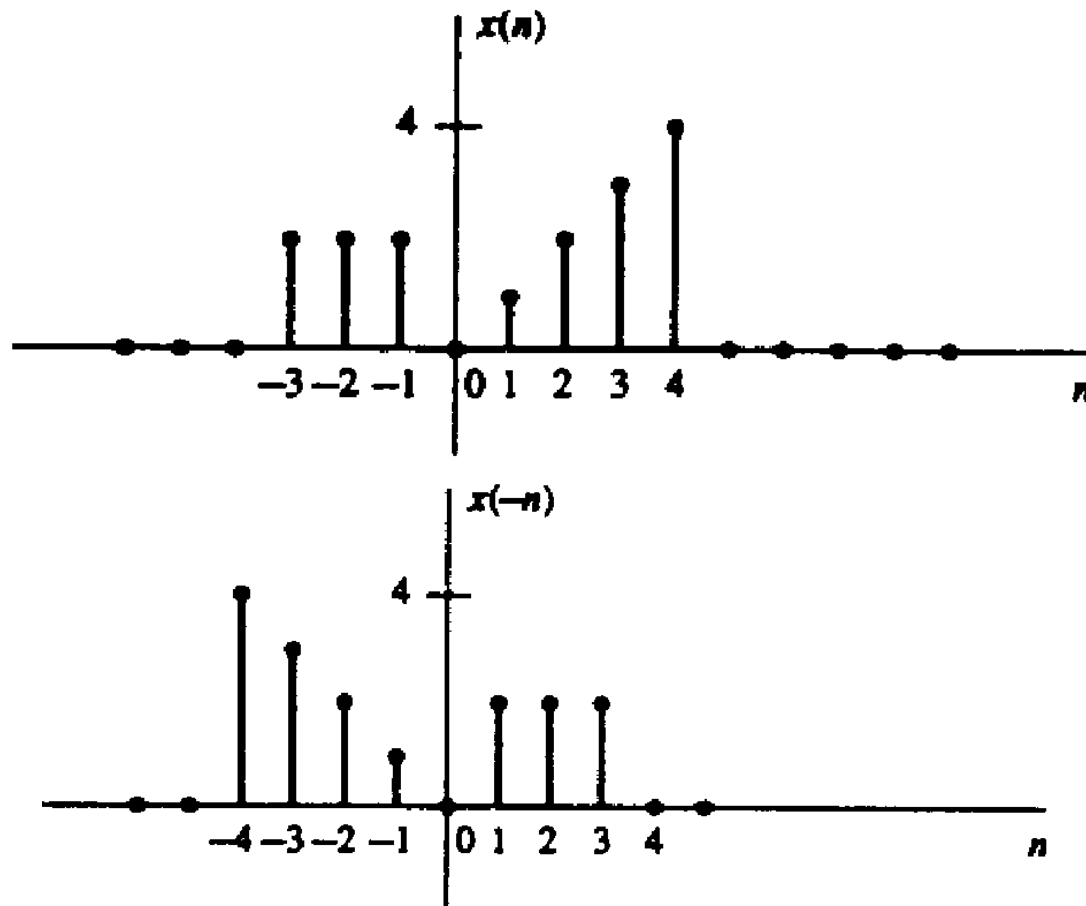
- Phép phân tích: một tín hiệu rời rạc bất kì  $x(n]$  luôn có thể được biểu diễn:

$$x(n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(k) \delta(n - k)$$

- Ví dụ:  $x(n] = 0.5 \delta(n] + 1. \delta(n - 1] + 0.5 \delta(n - 2]$



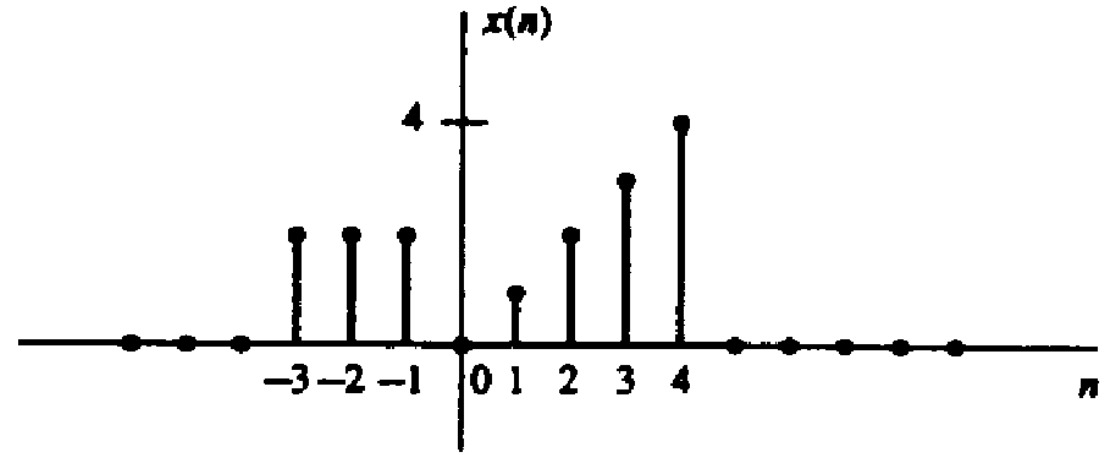
## Phép đảo trục: $y(n) = x(-n)$



## 4. Tổng kết

- Tín hiệu rời rạc có thể được biểu diễn bằng đồ thị, hàm số, bảng số hoặc dãy số.
- Một số tín hiệu rời rạc cơ bản bao gồm xung đơn vị, dãy xung nhảy bậc đơn vị, dãy xung chữ nhật, tín hiệu hàm mũ và dãy dốc đơn vị.
- Một số phép toán cơ bản trên tín hiệu rời rạc.

# 5. Bài tập

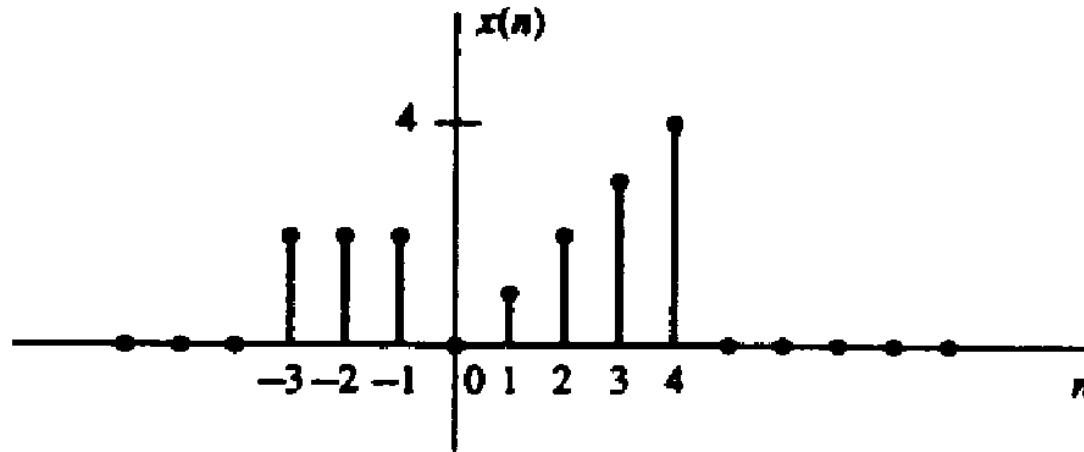


## ● Bài tập 1

- Thực hiện phép trể 2 mẫu trên tín hiệu  $x(n)$ , ta thu được tín hiệu  $x_1(n)$ , sau đó thực hiện phép đảo trục trên tín hiệu  $x_1(n)$  để thu được tín hiệu  $x_2(n)$ . Hãy xác định và vẽ tín hiệu  $x_1(n)$  và  $x_2(n)$ .
- Thực hiện phép đảo trục trên tín hiệu  $x(n)$ , ta thu được tín hiệu  $x_3(n)$ , sau đó thực hiện phép trể 2 mẫu trên tín hiệu  $x_3(n)$  để thu được tín hiệu  $x_4(n)$ . Hãy xác định và vẽ tín hiệu  $x_3(n)$  và  $x_4(n)$ .
- Hãy so sánh hai tín hiệu  $x_2(n)$  và  $x_4(n)$ .

# Bài tập về nhà

- Bài tập 2
  - Cho tín hiệu  $x(n]$  như sau:



- Hãy xác định và vẽ các tín hiệu sau, từ đó hãy nhận xét vai trò của từng phép toán:
  - $x_1(n) = x(n - 2)$
  - $x_2(n) = x(-n)$

*Bài học tiếp theo. BÀI* **4**

# **HỆ THỐNG TUYẾN TÍNH BẤT BIẾN RỜI RẠC**

**Tài liệu tham khảo:**

- **Nguyễn Quốc Trung (2008), Xử lý tín hiệu và lọc số, Tập 1, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Chương 1 Tín hiệu và hệ thống rời rạc.**
- **J.G. Proakis, D.G. Manolakis (2007), Digital Signal Processing, Principles, Algorithms, and Applications, 4<sup>th</sup> Ed, Prentice Hall, Chapter 1 Introduction.**



TRƯỜNG CÔNG NGHỆ THÔNG  
TIN VÀ TRUYỀN THÔNG

*Chúc các bạn học tốt!*