

# Xử lý tín hiệu

## Chương 2. Tín hiệu và hệ thống rời rạc

### 2.1. Tín hiệu rời rạc

---

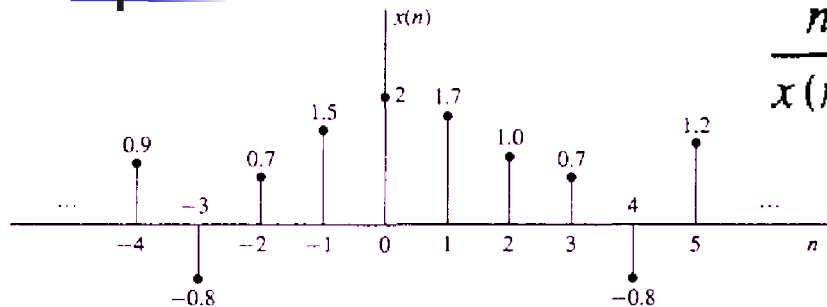
**TS. Nguyễn Hồng Quang**

Viện Công nghệ thông tin và Truyền thông  
Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

# Các dạng biểu diễn tín hiệu

## Các tín hiệu rời rạc cơ bản

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



$n$	$\dots$	-2	-1	0	1	2	3	4	5	$\dots$
$x(n)$	$\dots$	0	0	0	1	4	1	0	0	$\dots$

$$\text{rect}_N(n - n_0) = \begin{cases} 1 & n_0 \leq n \leq N - 1 + n_0 \\ 0 & n \text{ còn lại} \end{cases}$$

$$r(n - n_0)$$

$$x(n) = 2 \sin \left[ \frac{2\pi}{10}(n+1) \right]$$

$$u_r(n) \equiv \begin{cases} n, & \text{for } n \geq 0 \\ 0, & \text{for } n < 0 \end{cases}$$

$$x(n) = \{3, -1, -2, 5, 0, 4, -1\}$$



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



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



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



$$e(n) = \begin{cases} a^n & n \geq 0 \\ 0 & n < 0 \end{cases}$$

$$\delta(n - n_0) \text{ và } \delta(n + n_0)$$

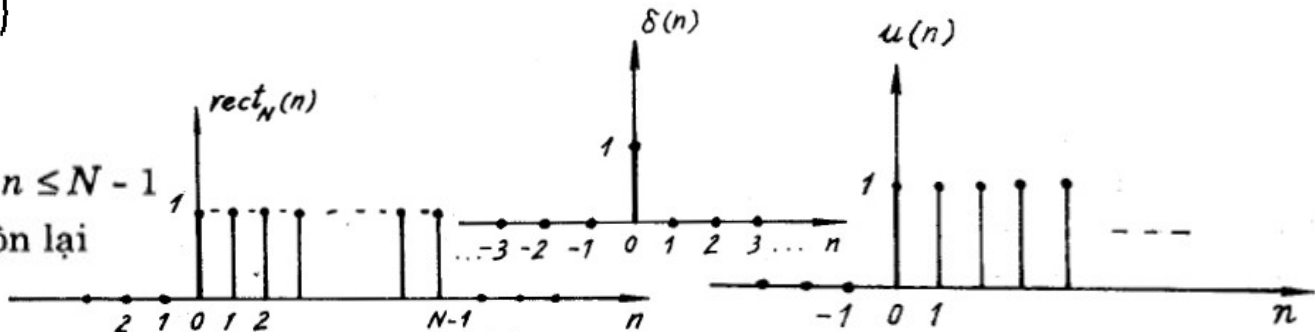
$$u(n - n_0) \text{ và } u(n + n_0)$$

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

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

$$\text{rect}_N(n) = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0 \leq n \leq N - 1 \\ n \text{ còn lại} \end{cases}$$



# Phân lớp các tín hiệu rời rạc

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

Năng lượng của tín hiệu  $\delta(n)$ ,  $\text{rect}_3(n)$ ,  $u(n)$

Tín hiệu năng lượng

Công suất  $u(n)$

$$s(n) = \sin(2\pi n/8)$$

$$x(n) = Ae^{j\omega_0 n}$$

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

Tín hiệu công suất

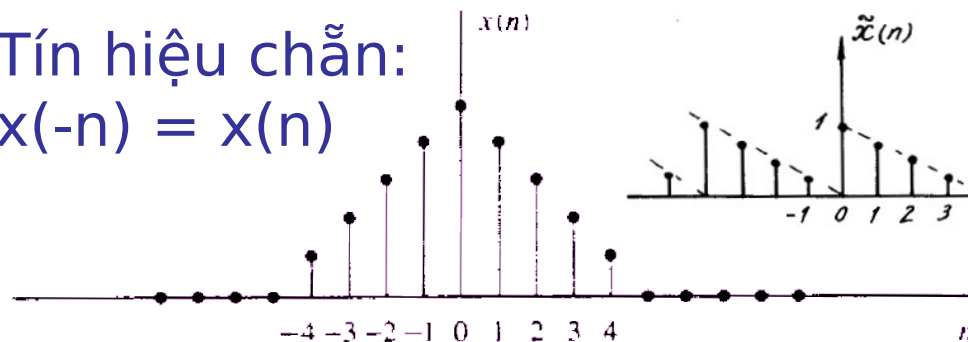
năng lượng và công suất của  $r(n)$

$x(n)$  tuần hoàn với chu kỳ  $N$  ( $N > 0$ )  $\Leftrightarrow x(n+N) = x(n) \forall n$

Chu kỳ cơ bản (fundamental period)  $x(n) = Ae^{j\omega_0 n} \mid f_0 = \frac{k}{N}$   
 Tín hiệu không tuần hoàn (*nonperiodic or aperiodic*)

Tín hiệu chẵn:

$$x(-n) = x(n)$$

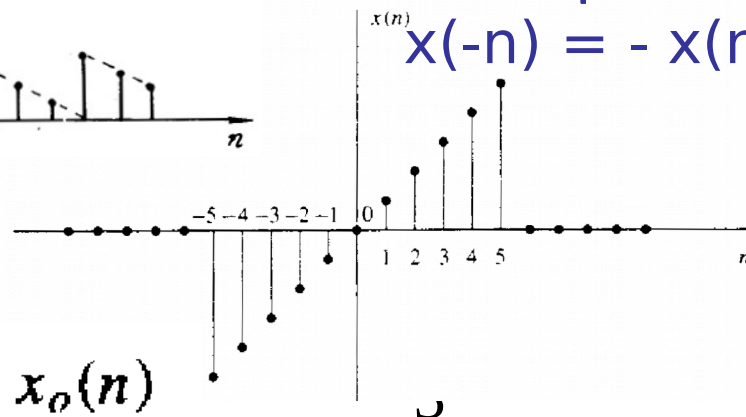


$$x_e(n) = \frac{1}{2} [x(n) + x(-n)]$$

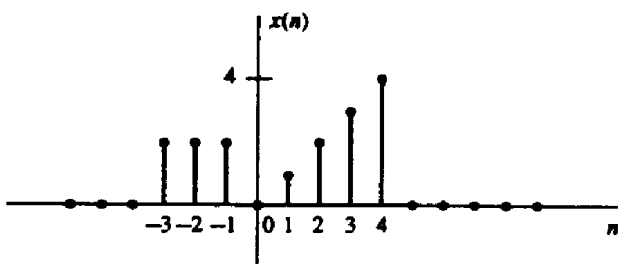
$$x_o(n) = \frac{1}{2} [x(n) - x(-n)] \quad x(n) = x_e(n) + x_o(n)$$

Tín hiệu lẻ:

$$x(-n) = -x(n)$$



# Các phép toán với tín hiệu rời rạc



Trễ 2 mẫu :  $x(n-2)$

Đảo trục :  $x(-n)$

Amplitude scaling:  $y(n) = Ax(n)$

Time scaling or down-sampling:  $x(2n)$

A discrete-time signal  $x(n)$  is defined as

## **Bài tập 2.1.**

$$x(n) = \begin{cases} 1 + \frac{n}{3}, & -3 \leq n \leq -1 \\ 1, & 0 \leq n \leq 3 \\ 0, & \text{elsewhere} \end{cases}$$

- (a) Determine its values and sketch the signal  $x(n)$ .
- (b) Sketch the signals that result if we:
  - 1. First fold  $x(n)$  and then delay the resulting signal by four samples.
  - 2. First delay  $x(n)$  by four samples and then fold the resulting signal.
- (c) Sketch the signal  $x(-n + 4)$ .
- (d) Compare the results in parts (b) and (c) and derive a rule for obtaining the signal  $x(-n + k)$  from  $x(n)$ .
- (e) Can you express the signal  $x(n)$  in terms of signals  $\delta(n)$  and  $u(n)$ ?

## Bài tập 2.2

A discrete-time signal  $x(n]$  is shown in Fig. P2.2. Sketch and label carefully each of the following signals.

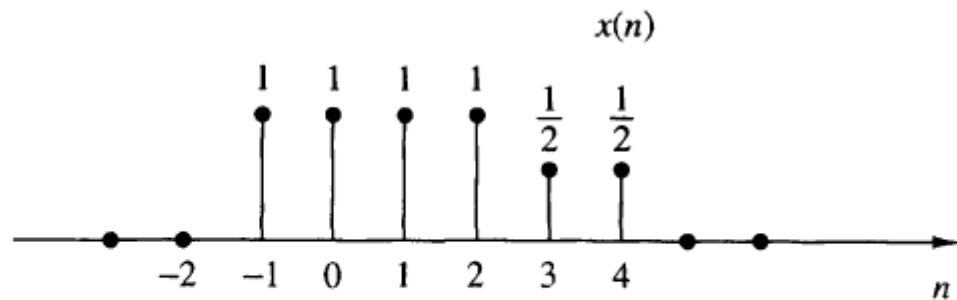


Figure P2.2

- (a)  $x[n - 2]$  (b)  $x[4 - n]$  (c)  $x[n + 2]$  (d)  $x[n]u[2 - n]$  (e)  $x[n - 1]\delta[n - 3]$   
 (f)  $x[n^2]$  (g) even part of  $x[n]$  (h) odd part of  $x[n]$

**Bài tập 2.4.** Show that any signal can be decomposed into an even and an odd component. Is the decomposition unique? Illustrate your arguments using the signal:  $x[n] = \{2, 3, 4, 5, 6\}$

**Bài tập 2.5.** Show that the energy (power) of a real-valued energy (power) signal is equal to the sum of the energies (powers) of its even and odd components.



# Tiếp theo

---

## 2.2. Hệ thống rời rạc