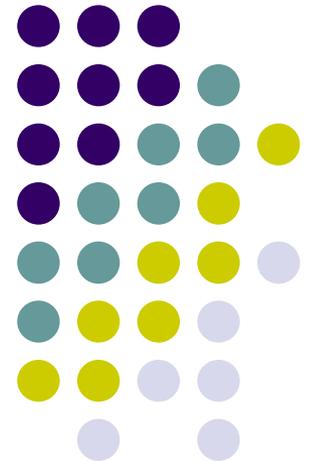
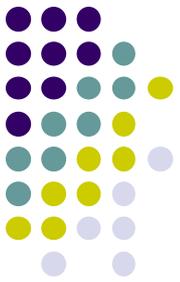


Xử lý số tín hiệu

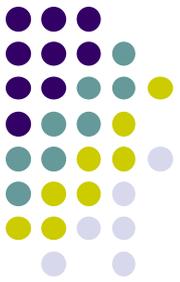
Chương 3: Các hệ thống thời gian rời rạc





Nội dung

1. Quy tắc vào/ra
2. Tuyến tính và bất biến
3. Đáp ứng xung
4. Bộ lọc FIR và IIR
5. Tính nhân quả và ổn định



1. Quy tắc vào/ra

- Xét hệ thống thời gian rời rạc:



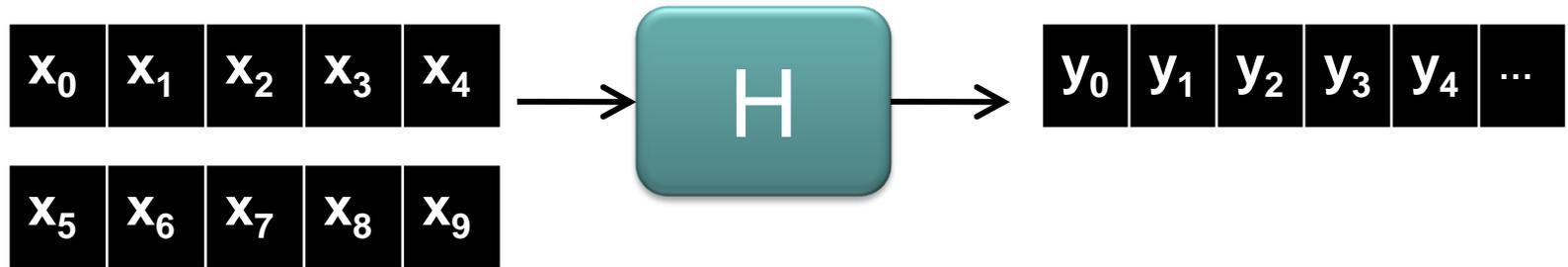
- Quy tắc vào ra: quy tắc biến đổi $x(n) \rightarrow y(n)$
 - PP xử lý sample – by – sample:



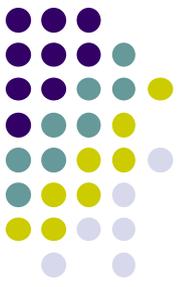
1. Quy tắc vào/ra



- PP xử lý khối



$$x = \begin{bmatrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \\ \vdots \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} y_0 \\ y_1 \\ y_2 \\ \vdots \end{bmatrix} = y$$



1. Quy tắc vào/ra

Ví dụ:

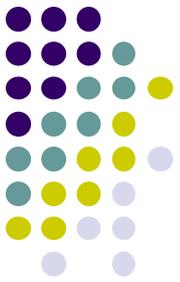
1. Tỷ lệ đầu vào: $y(n) = 3.x(n)$

$$\{x_0, x_1, x_2, x_3, x_4, \dots\} \rightarrow \{2x_0, 2x_1, 2x_2, 2x_3, 2x_4, \dots\}$$

2. $y(n) = 2x(n) + 3x(n-1) + 4x(n-2)$: trung bình cộng có trọng số của các mẫu vào.

3. Xử lý khối

$$y = \begin{bmatrix} y_0 \\ y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \\ y_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 2 & 0 & 0 \\ 4 & 3 & 2 & 0 \\ 0 & 4 & 3 & 2 \\ 0 & 0 & 4 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix}$$



1. Quy tắc vào/ra

4. Xử lý sample – by – sample

Với hệ thống ở VD 2:

- Đặt $w_1(n) = x(n-1)$

- Đặt $w_2(n) = x(n-2)$

⇒ Với mỗi mẫu vào $x(n)$:

$$y(n) = 2x(n) + 3w_1(n) + 4w_2(n)$$

$$w_1(n) = x(n-1)$$

$$w_2(n) = x(n-2)$$



2. Tuyến tính và bất biến

a. Tính tuyến tính

$$x_1(n) \rightarrow y_1(n), \quad x_2(n) \rightarrow y_2(n)$$

Cho

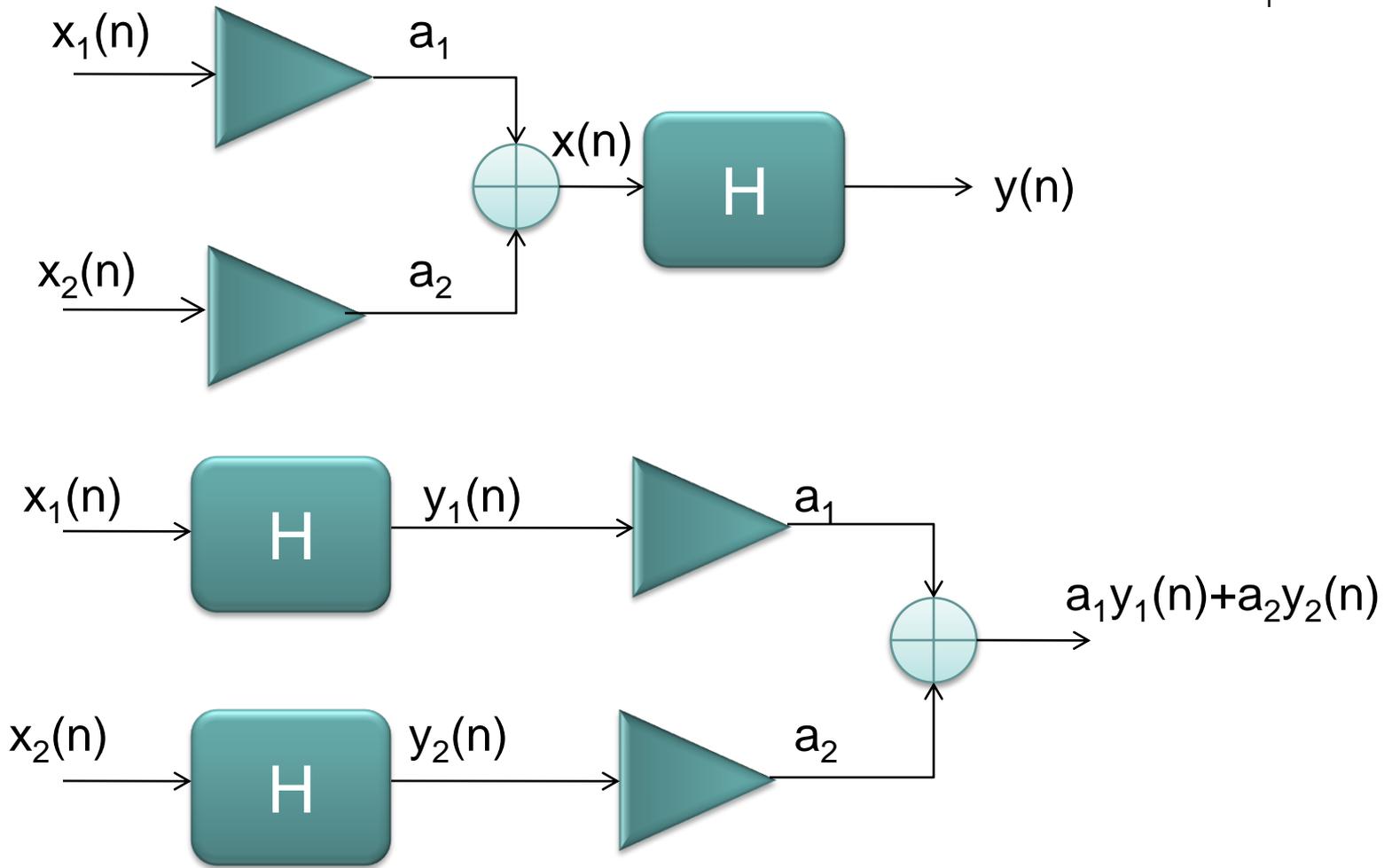
$$x(n) = a_1x_1(n) + a_2x_2(n)$$

Nếu hệ thống có tính tuyến tính

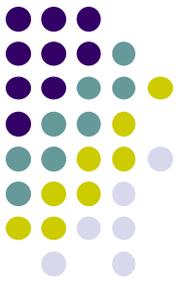
$$\rightarrow y(n) = a_1y_1(n) + a_2y_2(n)$$

Ví dụ: Kiểm tra tính tuyến tính của hệ thống xác định bởi
 $y(n) = 2x(n) + 5$

2. Tuyến tính và bất biến



2. Tuyến tính và bất biến



b. Tính bất biến theo thời gian

- Toán tử trễ

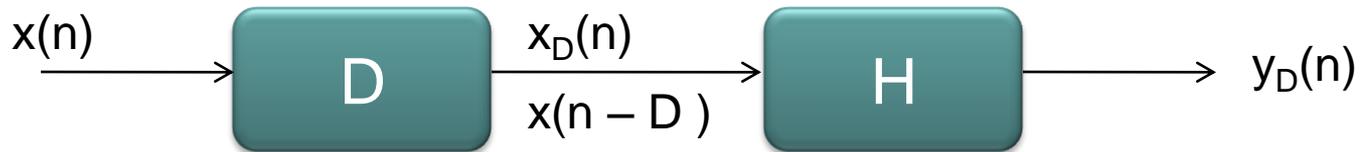
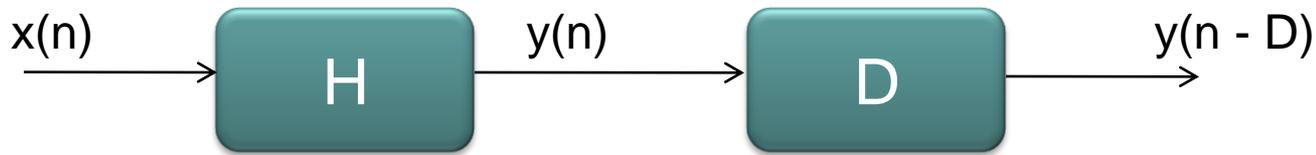


- $D > 0 \rightarrow$ Dịch phải D mẫu
- $D < 0 \rightarrow$ Dịch trái D mẫu



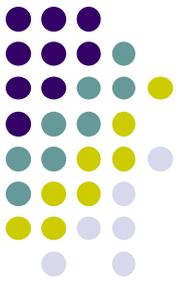
2. Tuyến tính và bất biến

- Tính bất biến theo thời gian
 - $x_D(n) = x(n - D)$



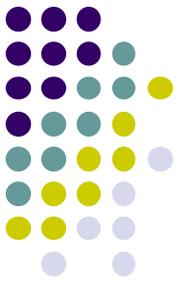
- Hệ thống là bất biến theo thời gian nếu $y_D(n) = y(n-D)$

2. Tuyến tính và bất biến



Ví dụ: Xét tính bất biến của các hệ thống

1. $y(n) = n \cdot x(n)$
2. $y(n) = x(2n)$

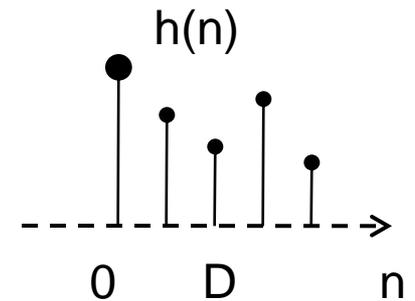
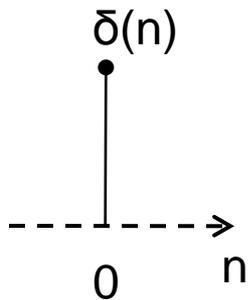


3. Đáp ứng xung

- Xung đơn vị (xung Dirac)

$$\delta_n \Rightarrow \begin{cases} 1 & n = 0 \\ 0 & n \neq 0 \end{cases}$$

- Đáp ứng xung





3. Đáp ứng xung

- Hệ thống tuyến tính bất biến – **L**inear **T**ime-**I**nvariant System (LTI) được đặc trưng bằng chuỗi đáp ứng xung $h(n)$

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

$$\Rightarrow y(n) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} x(k) h(n-k)$$

- Đây là tích chập (convolution) của $x(n)$ và $h(n)$



4. Bộ lọc FIR và IIR

- **Bộ lọc FIR (Finite Impulse Response):** đáp ứng xung $h(n)$ hữu hạn
 - $h(n) = \{h_0, h_1, h_2, h_3, \dots, h_M, 0, 0, 0\dots\}$
 - M : bậc của bộ lọc
 - Chiều dài bộ lọc: $L_h = M + 1$
 - $\{h_0, h_1, \dots, h_M\}$: hệ số lọc (filter coefficients, filter weights, filter taps)
 - Phương trình lọc FIR

$$y(n) = \sum_{m=0}^M h(m) x(n-m)$$



4. Bộ lọc FIR và IIR

- Bộ lọc IIR (Infinite Impulse Response): đáp ứng xung $h(n)$ dài vô hạn

- Phương trình lọc IIR:

$$y(n) = \sum_{m=-\infty}^{+\infty} h(m) x(n-m)$$

- Ví dụ

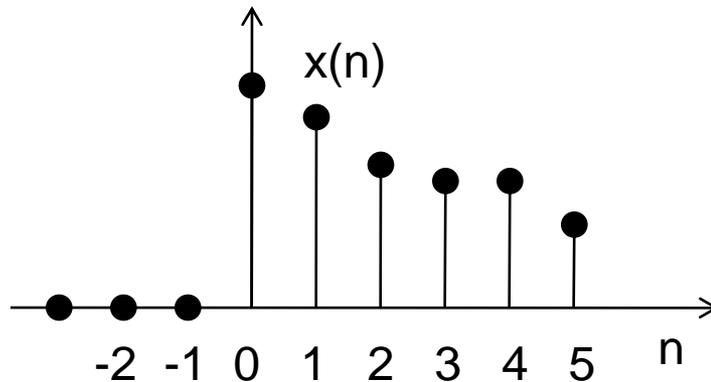
- Xác định đáp ứng xung của bộ lọc FIR

$$y(n) = 2x(n) + 4x(n-1) - 5x(n-2) + 7x(n-3)$$

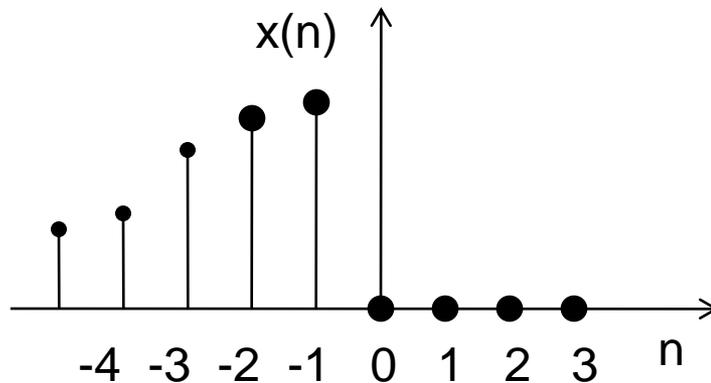
5. Tính nhân quả và tính ổn định



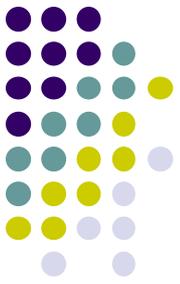
- Tín hiệu nhân quả (causal)



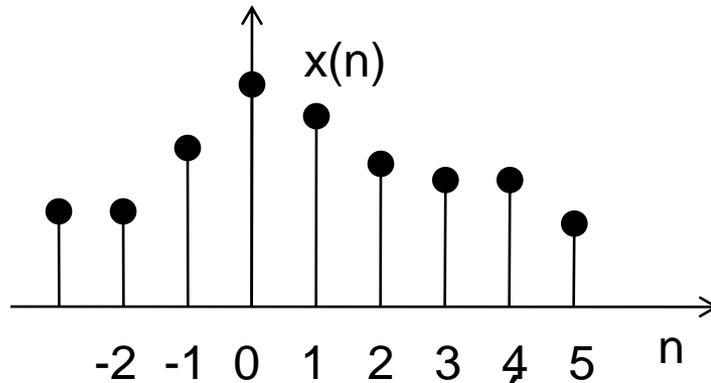
- Tín hiệu phản nhân quả (anti-causal)



5. Tính nhân quả và tính ổn định

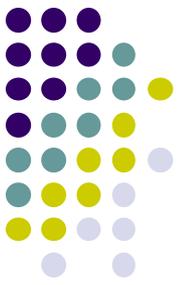


- Tín hiệu không nhân quả (2 phía)



- Tính nhân quả của hệ thống LTI: là tính nhân quả của đáp ứng xung $h(n)$

5. Tính nhân quả và tính ổn định



- Tính ổn định:

- Hệ thống LTI ổn định: đáp ứng xung $h(n)$ tiến về 0 khi $n \rightarrow \infty$
- Điều kiện ổn định:

$$\sum_{n=-\infty}^{+\infty} |h(n)| < \infty$$

- Ví dụ:

$$h(n) = (0.5)^n u(n)$$

ổn định, nhân quả

$$h(n) = -(0.5)^n u(-n-1)$$

không ổn định, không nhân quả

$$h(n) = 2^n u(n)$$

không ổn định, nhân quả

$$h(n) = -2^n u(-n-1)$$

ổn định, không nhân quả