

TÍN HIỆU VÀ HỆ THỐNG

Chương 1: Giới thiệu về tín hiệu và hệ thống

Phần 2: HỆ THỐNG

Trần Thị Thúy Quỳnh



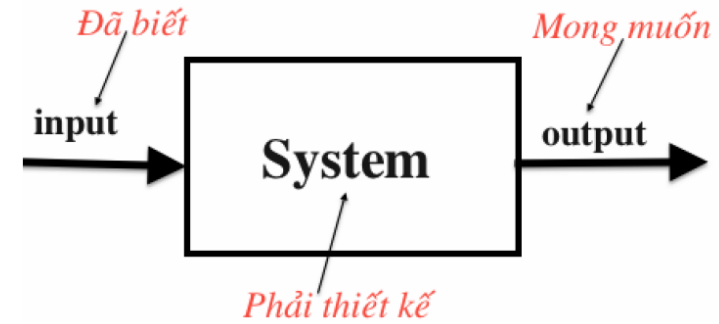
HỆ THỐNG

- Khái niệm
- Phân loại



KHÁI NIỆM

HỆ THỐNG LÀ:



Sự liên kết các thao tác nhằm biến đổi tín hiệu vào thành tín hiệu ra.

Nói cách khác, một hệ thống được đặc trưng bởi mối quan hệ giữa tín hiệu vào và tín hiệu ra $y(t) = \mathbf{H}\{x(t)\}$ hoặc $y(t) = \mathbf{T}\{x(t)\}$, trong đó $x(t)$ là tín hiệu vào, $y(t)$ là tín hiệu ra, và \mathbf{H} hay \mathbf{T} là hàm biến đổi.

Mối quan hệ giữa tín hiệu vào và tín hiệu ra của hệ thống, hay hành vi của hệ thống, có thể mô tả được bằng một mô hình toán học.

Các mô hình toán học được sử dụng để giải hệ thống: xác định tín hiệu ra khi biết tín hiệu vào.

Các mô hình toán học còn được sử dụng cho việc phân tích và thiết kế hệ thống.

KHÁI NIỆM



(a)

(a) Hệ thống thời gian liên tục



(b)

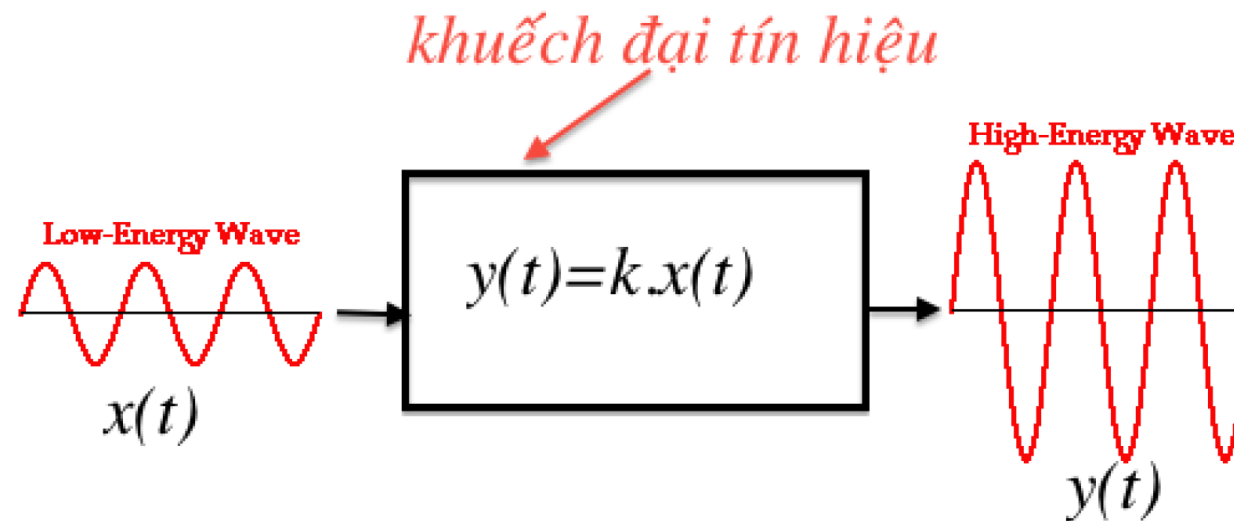
(b) Hệ thống thời gian rời rạc

Hệ thống liên tục theo thời gian: tín hiệu vào, tín hiệu ra, và các tín hiệu trung gian đều là tín hiệu **liên tục** theo thời gian.

Hệ thống rời rạc theo thời gian: tín hiệu vào, tín hiệu ra, và các tín hiệu trung gian đều là tín hiệu **rời rạc** theo thời gian.

VÍ DỤ

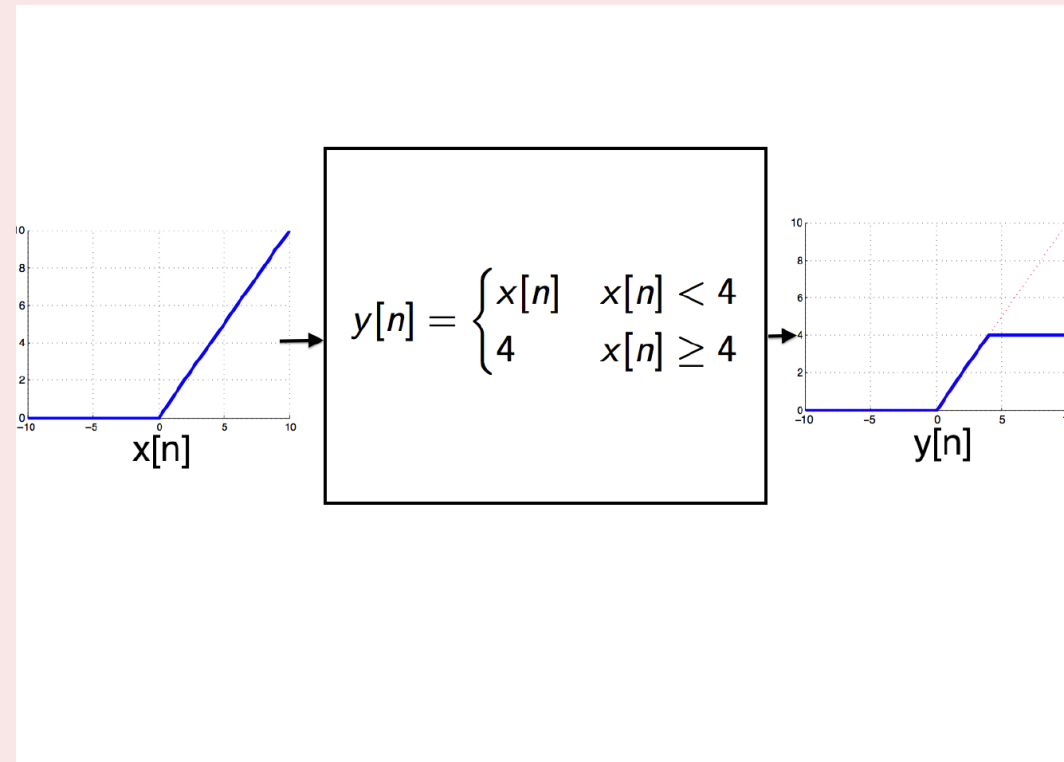
Bộ khuếch đại



Hình 1: Ví dụ hệ thống có tác dụng khuếch đại tín hiệu

VÍ DỤ

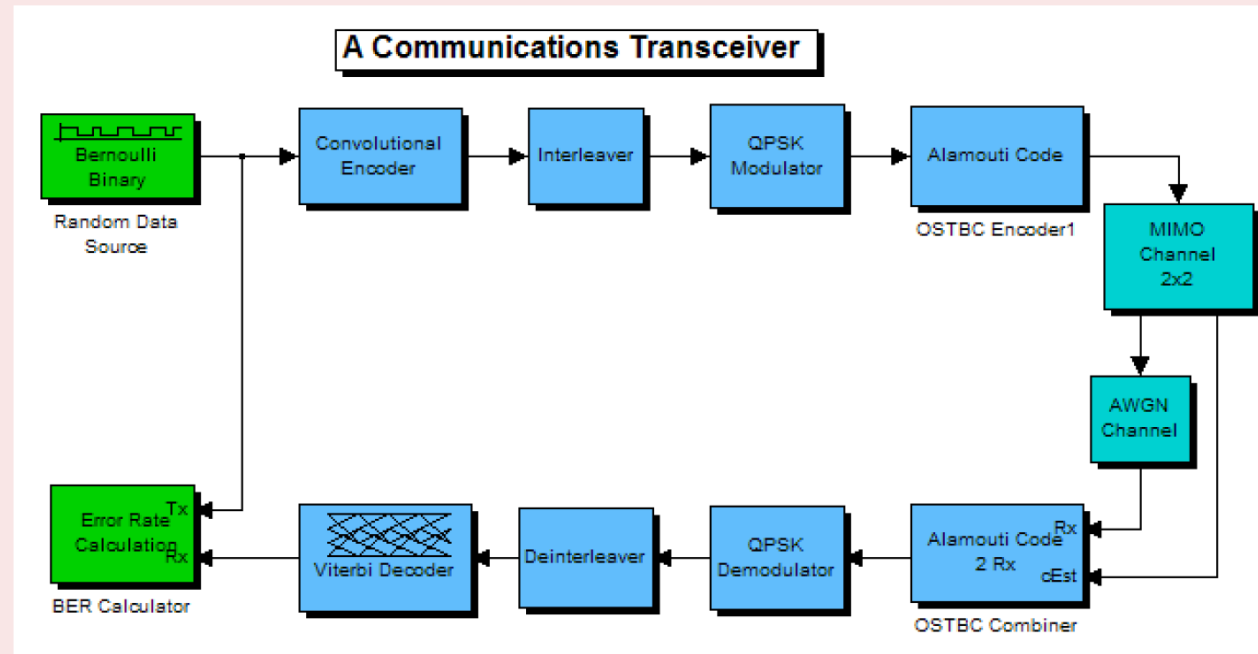
Bộ giới hạn biên độ:



Hình 2: Ví dụ hệ thống có tác dụng giới hạn biên độ của tín hiệu

VÍ DỤ

Các hệ thống phức tạp hơn được coi như gồm nhiều hệ thống đơn giản đặt nối tiếp nhau



Hình 3: VD: Sơ đồ hệ thống thu phát trong truyền thông số.

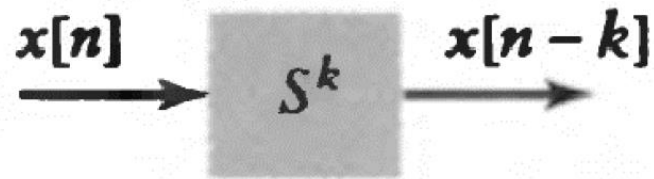
PHÂN LOẠI HỆ THỐNG

- Ổn định
- Có nhớ
- Nhân quả
- Tuyến tính
- Bất biến
- Có thể nghịch đảo

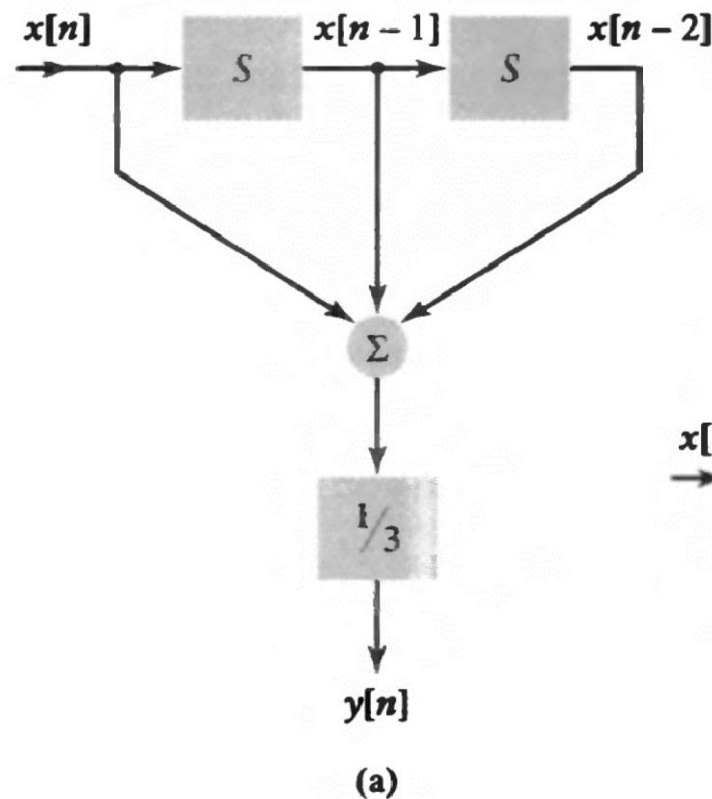


HỆ THỐNG - TẬP HỢP CÁC PHÉP TÍNH

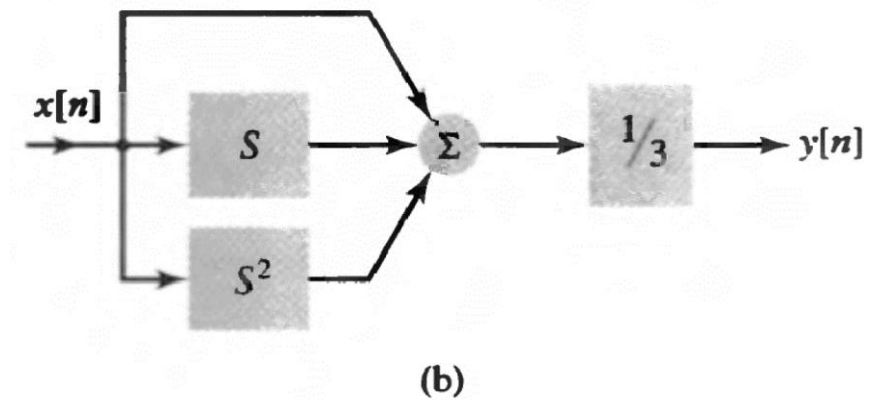
$$y[n] = \frac{1}{3}(x[n] + x[n-1] + x[n-2])$$



$$H = \frac{1}{3}(1 + S + S^2)$$



Thực thi hệ thống
(a) Nối tiếp (b) Song song



HỆ THỐNG ỔN ĐỊNH

$$|x(t)| \leq M_x < \infty \quad \text{for all } t.$$

\Rightarrow

$$|y(t)| \leq M_y < \infty \quad \text{for all } t$$

Ví dụ: Assume that

$$|x[n]| < M_x < \infty \quad \text{for all } n.$$

Hệ thống $y[n] = \frac{1}{3}(x[n] + x[n-1] + x[n-2]),$

$$\begin{aligned} |y[n]| &= \frac{1}{3}|x[n] + x[n-1] + x[n-2]| \\ &\leq \frac{1}{3}(|x[n]| + |x[n-1]| + |x[n-2]|) \\ &\leq \frac{1}{3}(M_x + M_x + M_x) \\ &= M_x. \end{aligned}$$

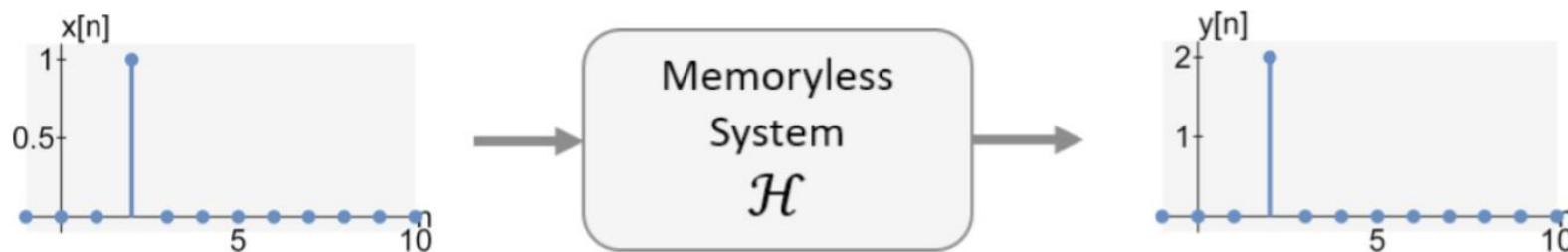
\Rightarrow Hệ thống ổn định



HỆ THỐNG CÓ NHỚ

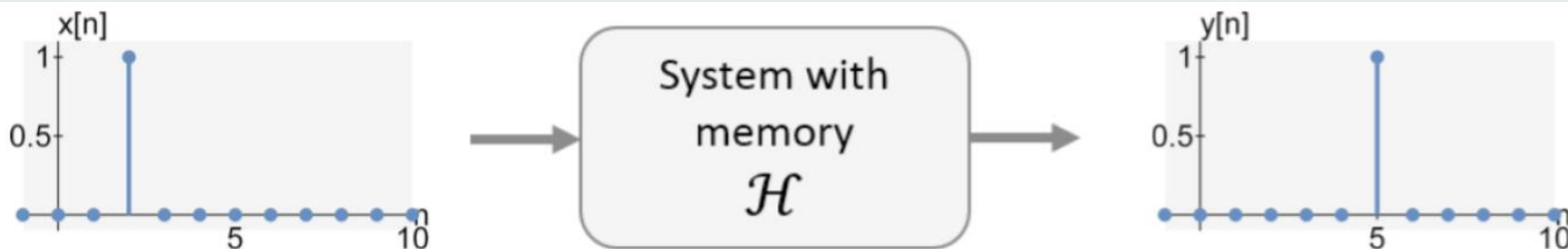
- Hệ thống gọi là không nhớ (hệ thống tĩnh) nếu đầu ra của tín hiệu chỉ phụ thuộc vào thời điểm đo.

Ví dụ: $y(t) = \sin(\pi t)x(t)$



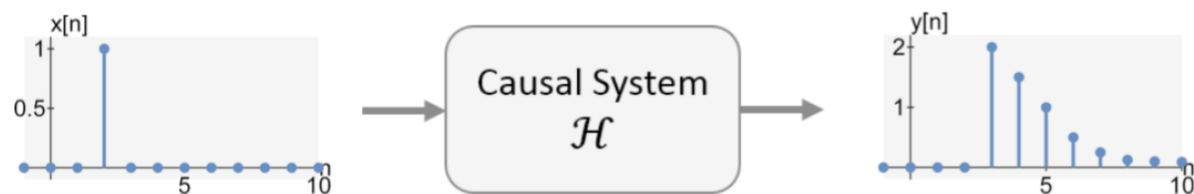
- Ngược lại, hệ thống gọi là hệ thống có nhớ (hệ thống động).

Ví dụ: $y(t) = x(t) + x(t - 1)$

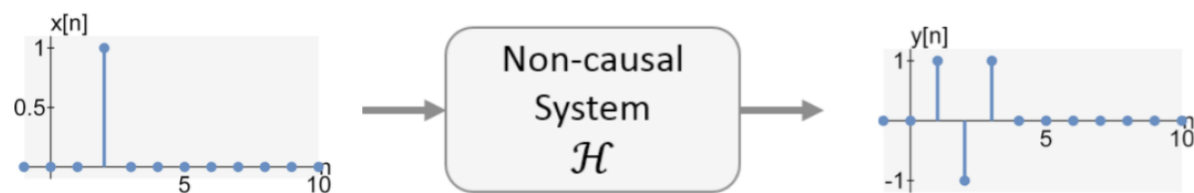


HỆ THỐNG NHÂN QUẢ

- Hệ thống nhân quả nếu tín hiệu đầu ra chỉ xuất hiện sau khi có tín hiệu đầu vào.
Điều này có nghĩa là: tín hiệu ra chỉ phụ thuộc vào tín hiệu vào ở thời điểm hiện tại và quá khứ. $y(t_0)$ chỉ phụ thuộc vào $x(t)$ với $t \leq t_0$.
- Ngược lại, hệ thống gọi là phi nhân quả.



Block diagrams illustrating input and output for a causal system.



Block diagrams illustrating input and output for a non-causal system.

HỆ THỐNG TUYẾN TÍNH

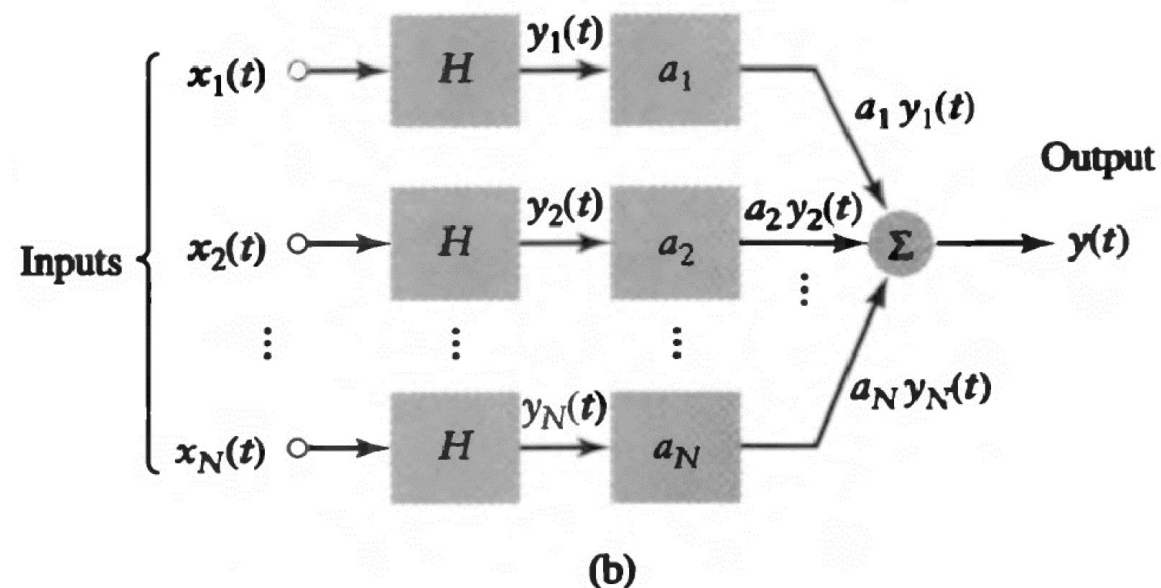
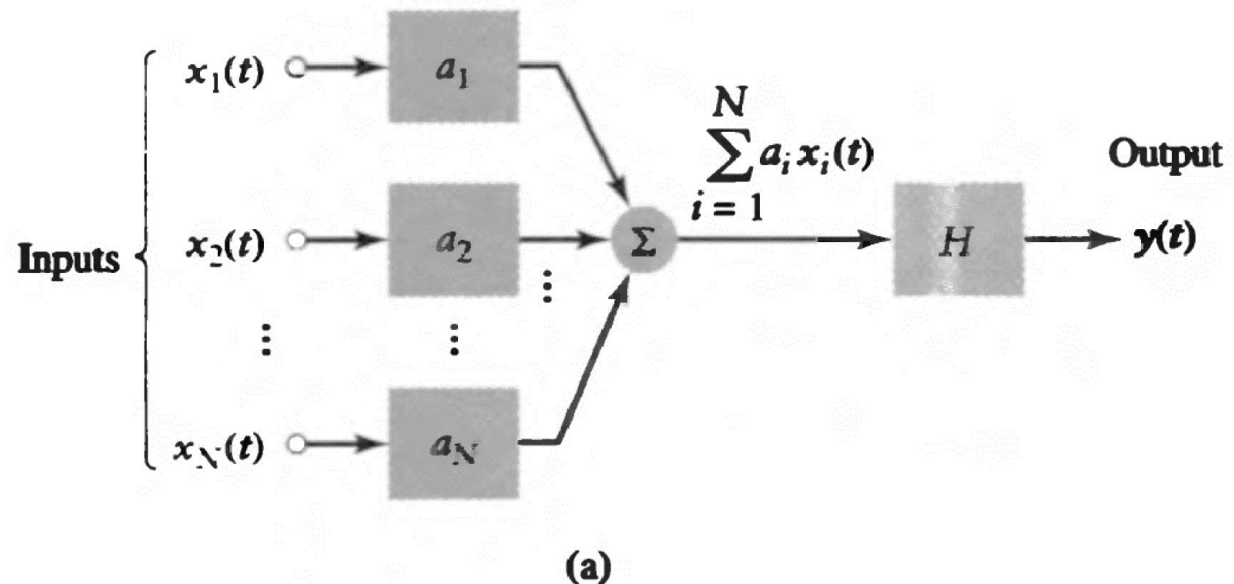
$$x(t) = \sum_{i=1}^N a_i x_i(t)$$

$$y(t) = H\{x(t)\}$$

$$= H\left\{\sum_{i=1}^N a_i x_i(t)\right\}$$

$$y(t) = \sum_{i=1}^N a_i y_i(t)$$

$$y_i(t) = H\{x_i(t)\}, \quad i = 1, 2, \dots, N$$



HỆ THỐNG BẤT BIẾN

Phép dịch thời gian trên tín hiệu vào sẽ dẫn tới việc dịch thời gian của tín hiệu ra với cùng khoảng cách dịch.

⇒ Quan hệ vào – ra của hệ thống không phụ thuộc vào mốc thời gian.

$$\begin{aligned}y(t) = T(x(t)) \text{ thì } T(x(t - t_0)) &= y(t - t_0) \\y(n) = T(x(n)) \text{ thì } T(x(n - n_0)) &= y(n - n_0)\end{aligned}$$

HỆ THỐNG BẤT BIẾN

Phép dịch thời gian trên tín hiệu vào sẽ dẫn tới việc dịch thời gian của tín hiệu ra với cùng khoảng cách dịch.

⇒ Quan hệ vào – ra của hệ thống không phụ thuộc vào mốc thời gian.

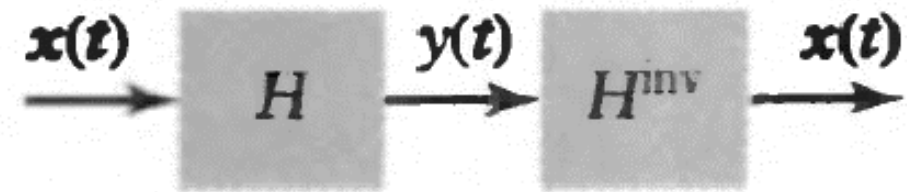
$$\begin{aligned}y(t) &= T(x(t)) \text{ thì } T(x(t - t_0)) = y(t - t_0) \\y(n) &= T(x(n)) \text{ thì } T(x(n - n_0)) = y(n - n_0)\end{aligned}$$

HỆ THỐNG CÓ THỂ NGHỊCH ĐẢO

Hệ thống được gọi là có thể nghịch đảo nếu lối vào của hệ thống được khôi phục từ lối ra và phép ánh xạ này là duy nhất.

$$\begin{aligned} H^{\text{inv}}\{y(t)\} &= H^{\text{inv}}\{H\{x(t)\}\} \\ &= H^{\text{inv}}H\{x(t)\}, \end{aligned}$$

$$H^{\text{inv}}H = I,$$



HỆ THỐNG CÓ THỂ NGHỊCH ĐẢO

VÍ DỤ: Hệ thống nào sau đây có thể nghịch đảo? Xác định H^{inv} của hệ thống có thể nghịch đảo đó.

$$(1) \quad y(t) = x(t - t_0)$$

$$(2) \quad y(t) = x^2(t)$$



HỆ THỐNG CÓ THỂ NGHỊCH ĐẢO

Tìm hàm truyền nghịch đảo H^{inv} của hệ thống

$$y(t) = x(t - t_0)$$

$$\begin{aligned} S^{-t_0}\{y(t)\} &= S^{-t_0}\{S^{t_0}\{x(t)\}\} \\ &= S^{-t_0}S^{t_0}\{x(t)\}. \end{aligned}$$

$$S^{-t_0}S^{t_0} = I,$$

$$H^{inv} = S^{-t_0}$$

ÔN TẬP CHƯƠNG 1

Các loại bài tập cơ bản

- Tín hiệu năng lượng, tín hiệu công suất.
- Tín hiệu tuần hoàn, không tuần hoàn.
- Các phép toán trên tín hiệu
- Phân loại hệ thống và các tính chất của hệ thống.
- Xác định đầu ra của một hệ thống



BÀI TẬP CHƯƠNG 1

Textbook: 1.43, 1.44, 1.46, 1.54, 1.64, 1.75, 1.77.

Xác định tính chất của hệ thống, xác định tín hiệu đầu ra:

Cho hệ thống rời rạc mô tả bằng phương trình toán học như sau:

$y(n) = (-1)^n \cdot x(n) + 2 \cdot x(n)$. Hệ thống trên là:

- Nhân quả hay phi nhân quả?
- Tuyến tính hay phi tuyến?
- Bất biến với thời gian hay biến đổi theo thời gian?
- Ổn định hay không ổn định

Vẽ tín hiệu ra khi tín hiệu vào có dạng như hình dưới

