

Hệ thống

Khái niệm cơ
bản

Tính chất của
hệ thống

Kết nối hệ
thống

Ôn tập
chương 1

Bài 2: Hệ thống

Nguyễn Hồng Thịnh
Lâm Sinh Công

Bài 2: Hệ thống

Hệ thống

Khái niệm cơ bản

Tính chất của hệ thống

Kết nối hệ thống

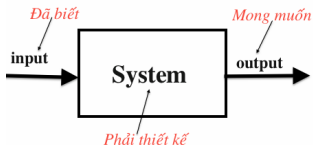
Ôn tập chương 1

Nội dung

- Các khái niệm cơ bản về hệ thống
- Ví dụ về hệ thống.
- Phân loại và các thuộc tính của hệ thống.
- Bài tập chương 1.

Khái niệm Hệ thống

Hệ thống



Khái niệm cơ bản

Tính chất của hệ thống

Kết nối hệ thống

Ôn tập chương 1

Định nghĩa

Một hệ thống đặc trưng bởi các mối quan hệ giữa tín hiệu đầu vào và tín hiệu đầu ra.

Về mặt toán học: hệ thống là **tổ hợp các phép toán** trên tín hiệu đầu vào để thu được tín hiệu đầu ra mong muốn.

Biểu diễn

$$y(t) = T[x(t)] \text{ hoặc } y(n) = T[x(n)]$$

Với $x(t)$ (hoặc $x(n)$) là tín hiệu đầu vào, $y(t)$ (hay $y(n)$) là tín hiệu đầu ra, T là hàm biến đổi.

Ví dụ về hệ thống.

Hệ thống

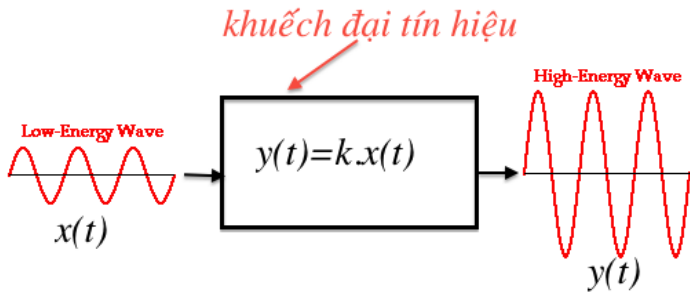
Bộ khuếch đại

Khái niệm cơ bản

Tính chất của hệ thống

Kết nối hệ thống

Ôn tập chương 1



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

Ví dụ về hệ thống.

Hệ thống

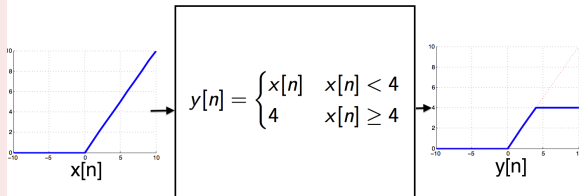
Khái niệm cơ bản

Tính chất của hệ thống

Kết nối hệ thống

Ôn tập chương 1

Bộ giới hạn biên độ:



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

Ví dụ về hệ thống.

Hệ thống

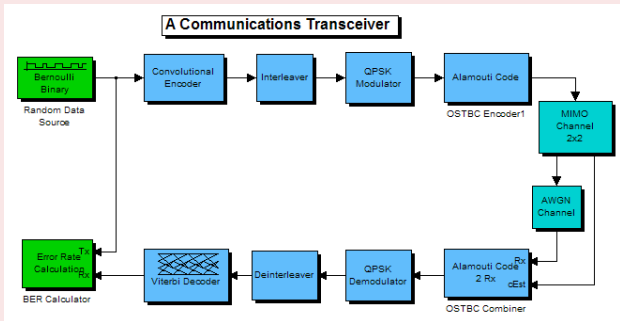
Khái niệm cơ bản

Tính chất của hệ thống

Kết nối hệ thống

Ôn tập chương 1

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.

Các tính chất của hệ thống

Hệ thống

Khái niệm cơ bản

Tính chất của hệ thống

Hệ thống có nhớ/không nhớ

Hệ thống nhân quả

Hệ thống tuyến tính/phi tuyến

Hệ thống ổn định

Hệ thống bất biến với thời gian

Kết nối hệ thống

Ôn tập chương 1

Hệ thống liên tục và hệ thống rời rạc

- Hệ thống liên tục theo thời gian nếu tín hiệu vào, tín hiệu ra và các tín hiệu trung gian liên tục theo thời gian.
- Hệ thống rời rạc theo thời gian nếu tín hiệu vào, tín hiệu ra và các tín hiệu trung gian rời rạc theo thời gian.

Ví dụ

Hệ thống liên tục theo thời gian:

- $y(t) = x(t)^2$
- $y(t) = \begin{cases} \sin(t) & 0 < t < 2\pi \\ 0 & \text{Otherwise} \end{cases}$

Hệ thống rời rạc theo thời gian:

- $y(n) = u(n) + r(n-1)$

Các tính chất của hệ thống

Hệ thống

Khái niệm cơ bản

Tính chất của hệ thống

Hệ thống có nhớ/không nhớ

Hệ thống nhân quả

Hệ thống tuyến tính/phí tuyến

Hệ thống ổn định

Hệ thống bất biến với thời gian

Kết nối hệ thống

Ôn tập chương 1

Hệ thống một hoặc nhiều đầu vào ra.

- Hệ thống có thể có một hoặc nhiều đầu vào, một hoặc nhiều đầu ra:
- SISO: Single Input Single Output
- MISO: Multiple Input Single Output
- SIMO: Single Input Multiple Output
- MIMO: Multiple Input Multiple Output

Các tính chất của hệ thống

Hệ thống

Khái niệm cơ bản

Tính chất của hệ thống

Hệ thống có nhớ/không nhớ

Hệ thống nhân quả

Hệ thống tuyến tính/phí tuyến

Hệ thống ổn định

Hệ thống bất biến với thời gian

Kết nối hệ thống

Ôn tập chương 1

Hệ thống có nhớ và hệ thống không nhớ

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

$$\text{Ví dụ: } y(t) = \sin(\pi t)x(t)$$

$$y(n) = 2^n x(n)$$

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

$$\text{Ví dụ: } y(t) = x(t) + x(t-1)$$

$$y(n) = x(n+1)$$

Ví dụ

Hệ thống

Khái niệm cơ bản

Tính chất của hệ thống

Hệ thống có nhớ/không nhớ

Hệ thống nhân quả

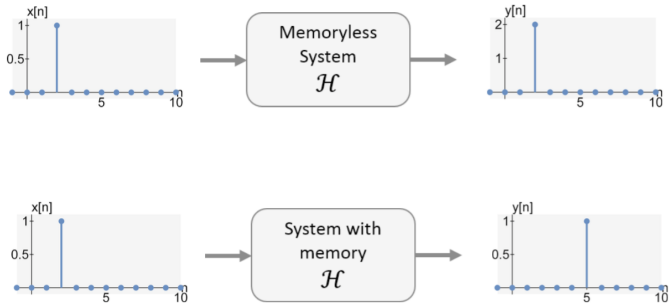
Hệ thống tuyến tính/phi tuyến

Hệ thống ổn định

Hệ thống bất biến với thời gian

Kết nối hệ thống

Ôn tập chương 1



Bài tập

Hệ thống

Khái niệm cơ bản

Tính chất của hệ thống

Hệ thống có nhớ/không nhớ

Hệ thống nhân quả

Hệ thống tuyến tính/phi tuyến

Hệ thống ổn định

Hệ thống bất biến với thời gian

Kết nối hệ thống

Ôn tập chương 1

Hệ thống có nhớ, hệ thống không nhớ

Các hệ thống sau là có nhớ hay không có nhớ:

a) $y(n) = x(n) + y(n-1)$

b) $y(n) = 2^{(n-1)}x(n)$

c) $y(n) = (n-1).x(n)$

Các tính chất của hệ thống

Hệ thống

Khái niệm cơ bản

Tính chất của hệ thống

Hệ thống có nhớ/không nhớ

Hệ thống nhân quả

Hệ thống tuyến tính/phi tuyến

Hệ thống ổn định

Hệ thống bất biến với thời gian

Kết nối hệ thống

Ôn tập chương 1

Hệ thống nhân quả, hệ thống phi 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.

Ví dụ

- $y(t) = x(t + 1)$ là hệ thống phi nhân quả
- $y(n) = x(n - 1) + x(n - 2)$ là hệ thống nhân quả

Ví dụ

Hệ thống

Khái niệm cơ bản

Tính chất của hệ thống

Hệ thống có nhớ/không nhớ

Hệ thống nhân quả

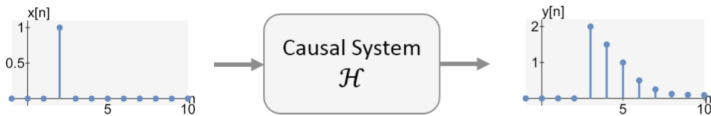
Hệ thống tuyến tính/phi tuyến

Hệ thống ổn định

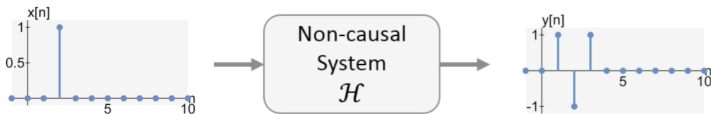
Hệ thống bất biến với thời gian

Kết nối hệ thống

Ôn tập chương 1



Block diagrams illustrating input and output for a causal system.



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

Ví dụ về hệ thống.

Hệ thống

Khái niệm cơ bản

Tính chất của hệ thống

Hệ thống có nhớ/không nhớ

Hệ thống nhân quả

Hệ thống tuyến tính/phi tuyến

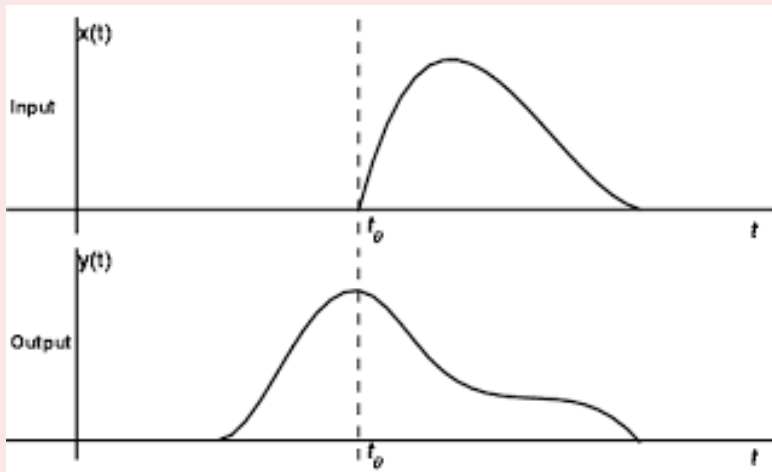
Hệ thống ổn định

Hệ thống bất biến với thời gian

Kết nối hệ thống

Ôn tập chương 1

Hệ thống sau có nhân quả không?



Bài tập

Hệ thống

Khái niệm cơ bản

Tính chất của hệ thống

Hệ thống có nhớ/không nhớ

Hệ thống nhân quả

Hệ thống tuyến tính/phi tuyến

Hệ thống ổn định

Hệ thống bất biến với thời gian

Kết nối hệ thống

Ôn tập chương 1

Hệ thống nhân quả, hệ thống phi nhân quả

Các hệ thống sau là có nhân quả hay phi nhân quả:

a) $y(n] = x(n] + y(n - 3)$

b) $y(n] = 2^{n+1}x(n]$

c) $y(n] = x(n] + x(n + 1) + x(n - 1)$

Các tính chất của hệ thống

Hệ thống

Khái niệm cơ bản

Tính chất của hệ thống

Hệ thống có nhớ/không nhớ

Hệ thống nhân quả

Hệ thống tuyến tính/phi tuyến

Hệ thống ổn định

Hệ thống bất biến với thời gian

Kết nối hệ thống

Ôn tập chương 1

Hệ thống tuyến tính, hệ thống phi tuyến

- Hệ thống tuyến tính nếu nó thoả mãn nguyên lý đồng nhất và xếp chồng.
 - Tín hiệu đầu vào là tổ hợp tuyến tính của các tín hiệu vào thì đầu ra cũng là tổ hợp tuyến tính của các tín hiệu ra tương ứng.
 - Hệ thống T : $y(t) = T(x(t))$ (hoặc $y(n) = T(x(n))$) là hệ thống tuyến tính khi và chỉ khi:
$$T(\alpha x_1 + \beta x_2) = \alpha T(x_1) + \beta T(x_2) \text{ với } \alpha, \beta \neq 0$$

Ví dụ

$y[n] = nx[n]$ là hệ thống tuyến tính vì:

$$T(\alpha x_1 + \beta x_2) = n(\alpha x_1 + \beta x_2) = \alpha nx_1 + \beta nx_2 = \alpha T(x_1) + \beta T(x_2)$$

Các tính chất của hệ thống

Hệ thống

Khái niệm cơ bản

Tính chất của hệ thống

Hệ thống có nhớ/không nhớ

Hệ thống nhân quả

Hệ thống tuyến tính/phi tuyến

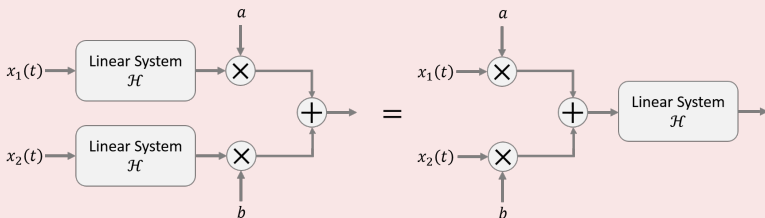
Hệ thống ổn định

Hệ thống bất biến với thời gian

Kết nối hệ thống

Ôn tập chương 1

Hệ thống tuyến tính



Hệ thống tuyến tính, hệ thống phi tuyến

- Hệ thống không thỏa mãn tính chất của hệ thống tuyến tính thì là hệ thống phi tuyến

Bài tập

Hệ thống

Khái niệm cơ bản

Tính chất của hệ thống

Hệ thống có nhớ/không nhớ

Hệ thống nhân quả

Hệ thống tuyến tính/phi tuyến

Hệ thống ổn định

Hệ thống bất biến với thời gian

Kết nối hệ thống

Ôn tập chương 1

Hệ thống tuyến tính, hệ thống phi tuyến

Các hệ thống sau là có tuyến tính hay không:

a) $y(t) = x(t)^2$

b) $y(n) = 2^n \cdot x(n)$

c) $y(n) = \begin{cases} 1 & x(n) \geq 0 \\ 0 & x(n) < 0 \end{cases}$

d) $y(t) = \cos(x(t))$

e) $y(n) = x(2 - n)$

Các tính chất của hệ thống

Hệ thống

Khái niệm cơ bản

Tính chất của hệ thống

Hệ thống có nhớ/không nhớ

Hệ thống nhân quả

Hệ thống tuyến tính/phân tuyến

Hệ thống ổn định

Hệ thống bất biến với thời gian

Kết nối hệ thống

Ôn tập chương 1

Hệ thống ổn định

- Hệ thống ổn định nếu tín hiệu đầu vào có biên độ hữu hạn thì đầu ra cũng có biên độ hữu hạn.
- Tính chất ổn định của hệ thống còn gọi là BIBO (Bounded Input Bounded Output).
- Về mặt toán học:
 - Với hệ thống liên tục: $\exists M_x < \infty : \forall t : |x(t)|^2 < M_x$ thì hệ thống là ổn định nếu xác định được $M_y < \infty$

$$|y(t)|^2 < M_y < \infty, \forall t$$

- Với hệ thống rời rạc: $\exists M_x < \infty : \forall n : |x(n)|^2 < M_x$ thì hệ thống là ổn định nếu xác định được $\exists M_y < \infty$

$$|y(n)|^2 < M_y < \infty, \forall n$$

Hệ thống

Khái niệm cơ bản

Tính chất của hệ thống

Hệ thống có nhớ/không nhớ

Hệ thống nhân quả

Hệ thống tuyến tính/phi tuyến

Hệ thống ổn định

Hệ thống bất biến với thời gian

Kết nối hệ thống

Ôn tập chương 1

Ví dụ

1 $y(n] = x(n] + x(n - 1)$ hệ thống ổn định.

2 $y(n] = k^n x(n]$ hệ thống ổn định với $k \leq 1$ và bất ổn định với $k > 1$.

Bài tập

Hệ thống

Khái niệm cơ bản

Tính chất của hệ thống

Hệ thống có nhớ/không nhớ

Hệ thống nhân quả

Hệ thống tuyến tính/phi tuyến

Hệ thống ổn định

Hệ thống bất biến với thời gian

Kết nối hệ thống

Ôn tập chương 1

Hệ thống ổn định

Các hệ thống sau có ổn định không?

a) $y(t) = \cos(x(t))$

b) $y(n) = x(n)u(n)$ trong đó $u(n) = \begin{cases} 1 & n \geq 0 \\ 0 & n < 0 \end{cases}$

c) $y(t) = x(t)x(t-1)$

d) $y(n) = \sum_{k=-\infty}^n x(k)$

e) $y(n) = nx(n)$

Các tính chất của hệ thống

Hệ thống

Khái niệm cơ bản

Tính chất của hệ thống

Hệ thống có nhớ/không nhớ

Hệ thống nhân quả

Hệ thống tuyến tính/phi tuyến

Hệ thống ổn định

Hệ thống bất biến với thời gian

Kết nối hệ thống

Ôn tập chương 1

Hệ thống bất biến với thời gian

- Hệ thống là bất biến với thời gian nếu tín hiệu ra chỉ phụ thuộc vào tín hiệu đầu vào mà không phụ thuộc vào thời điểm quan sát.
- $y(t) = T(x(t))$ thì $T(x(t - t_0)) = y(t - t_0)$
- $y(n) = T(x(n))$ thì $T(x(n - n_0)) = y(n - n_0)$
- Ngược lại: hệ thống gọi là phụ thuộc với thời gian.

Ví dụ+

Hệ thống

Khái niệm cơ bản

Tính chất của hệ thống

Hệ thống có nhớ/không nhớ

Hệ thống nhân quả

Hệ thống tuyến tính/phí tuyến

Hệ thống ổn định

Hệ thống bất biến với thời gian

Kết nối hệ thống

Ôn tập chương 1

Ví dụ

Hệ thống bất biến với thời gian

- $y(t) = x(t)^2$

- $y(t) = \cos(x(t))$

Hệ thống không bất biến (phụ thuộc) với thời gian:

- $y(n) = nx(n)$ vì $T(x(n - n_0)) = n.x(n - n_0) \neq y(n - n_0)$

Ví dụ về hệ thống.

Hệ thống

Khái niệm cơ bản

Tính chất của hệ thống

Hệ thống có nhớ/không nhớ

Hệ thống nhân quả

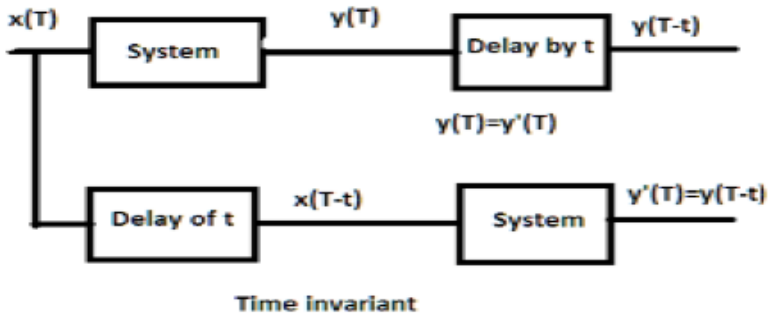
Hệ thống tuyến tính/phi tuyến

Hệ thống ổn định

Hệ thống bất biến với thời gian

Kết nối hệ thống

Ôn tập chương 1



Kết nối hệ thống

Hệ thống

Khái niệm cơ bản

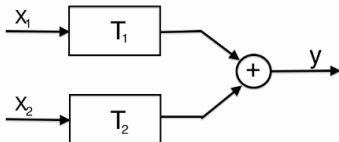
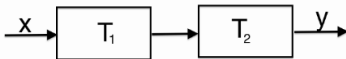
Tính chất của hệ thống

Kết nối hệ thống

Ôn tập chương 1

Các hệ thống đơn giản có thể kết nối với nhau để tạo thành một hệ thống phức tạp hơn.

Có 2 kiểu kết nối là: Kết nối nối tiếp và kết nối song song.



- $y = T_2(T_1(x)) \neq T_1(T_2(x))$

- Chỉ khi T_1, T_2 là tuyến tính và bất biến: $y = T_2(T_1(x)) = T_1(T_2(x))$

$$y = T_1(x_1) + T_2(x_2)$$

Những tính chất quan trọng nhất của hệ thống

Hệ thống

Khái niệm cơ bản

Tính chất của hệ thống

Kết nối hệ thống

Ôn tập chương 1

Chúng ta thường mong muốn thiết kế hệ thống có tính chất:

- Ổn định
- Tuyến tính
- Bất biến

Bài tập ôn tập chương 1

Hệ thống

Khái niệm cơ bản

Tính chất của hệ thống

Kết nối hệ thống

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 ôn tập

Hệ thống

Khái niệm cơ bản

Tính chất của hệ thống

Kết nối hệ thống

Ôn tập chương 1

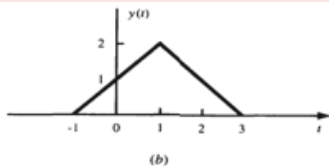
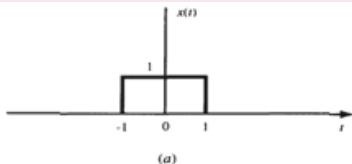
Từ tính chất của hệ thống, xác định tín hiệu đầu ra:

Cho tín hiệu đầu vào $x(t)$ và đầu ra $y(t)$ của hệ thống tuyến tính bất biến như hình 28. Xác định đầu ra của hệ thống khi đầu vào là:

a) $x(t - 2)$

b) $0.5 \cdot x(t)$

c) $x(t - 2) + 0.5x(t)$



Bài tập ôn tập

Hệ thống

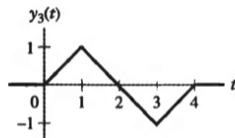
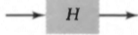
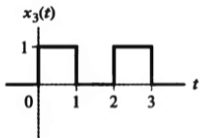
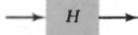
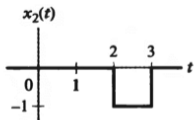
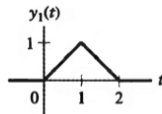
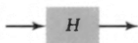
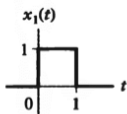
Khái niệm cơ bản

Tính chất của hệ thống

Kết nối hệ thống

Ôn tập chương 1

Một hệ thống H có cặp vào/ra như hình dưới. Xác định tính chất nhớ/nhân quả/tuyến tính/bất biến của hệ thống trên:



Bài tập ôn tập

Hệ thống

Khái niệm cơ bản

Tính chất của hệ thống

Kết nối hệ thống

Ôn tập chương 1

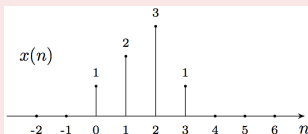
Xác định tính chất của hệ thống, xác định tín hiệu đầu ra:

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



Kiểm tra 15 phút

Hệ thống

Khái niệm cơ bản

Tính chất của hệ thống

Kết nối hệ thống

Ôn tập chương 1

Quan sát một hệ thống TTBB người ta thấy:



Hình 3:

Xác định tín hiệu ta tương ứng khi tín hiệu vào có dạng như hình vẽ bên dưới.



Hình 4:

và:

