Chương I:
Giới thiệu về Tín hiệu và Hệ thống

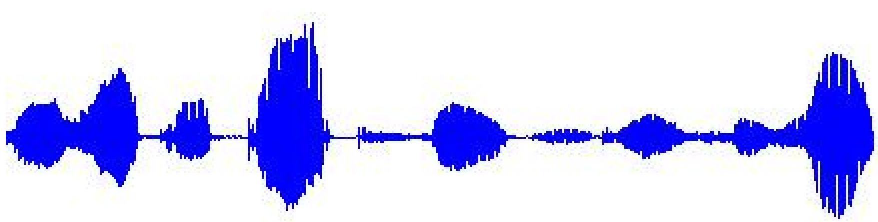
1. **Giới thiệu về Tín hiệu**
2. *Phân loại Tín hiệu*
3. *Một số phép toán trên Tín hiệu*
4. *Một số mô hình Tín hiệu*
5. *Hệ thống và phân loại Hệ thống*
6. *Mô hình Hệ thống*

Created and edited by: **Nguyen Phuoc Bao Duy**
HCMC University of Technology

Tín hiệu

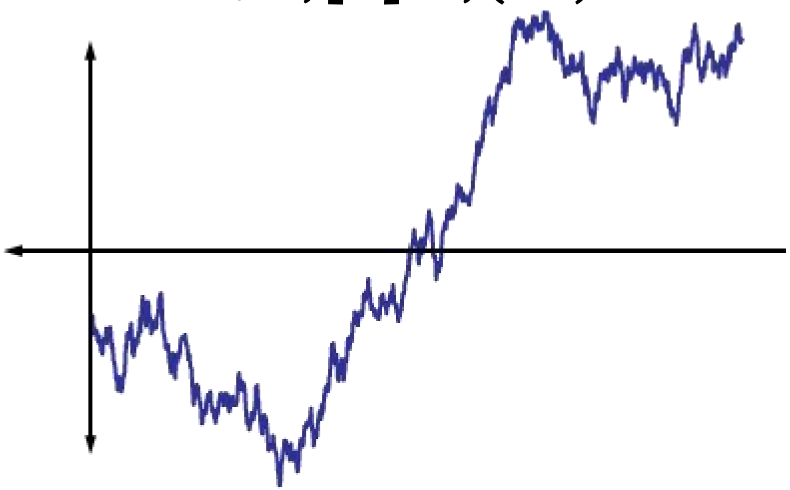
Tín hiệu là một hàm theo các biến độc lập (không gian, thời gian…) có chứa thông tin. Một số ví dụ:

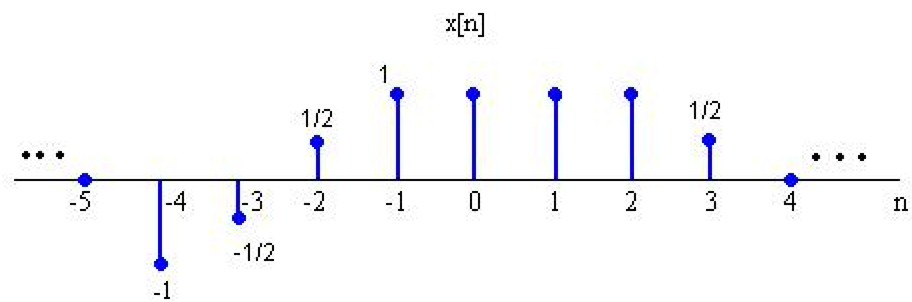
- Tín hiệu điện: điện áp và dòng điện trong mạch.
- Tín hiệu âm thanh, tiếng nói.
- Tín hiệu video: độ sáng và màu sắc của hình ảnh.
- Tín hiệu sinh học: chuỗi gen, ADN…
- Tín hiệu tài chính: giá cổ phiếu, lãi suất …



Các biến độc lập

- Có thể liên tục hoặc rời rạc.
- Có thể 1-D, 2-D, 3-D,…
- Trong môn học này: tập trung vào một biến độc lập duy nhất là biến thời gian (t).
  - Tín hiệu liên tục theo thời gian (continuous time - CT), ký hiệu $f(t)$ với t là biến liên tục.
  - Tín hiệu rời rạc theo thời gian(discrete time - DT), ký hiệu $f[n] = f(nT)$ với n là các số nguyên.



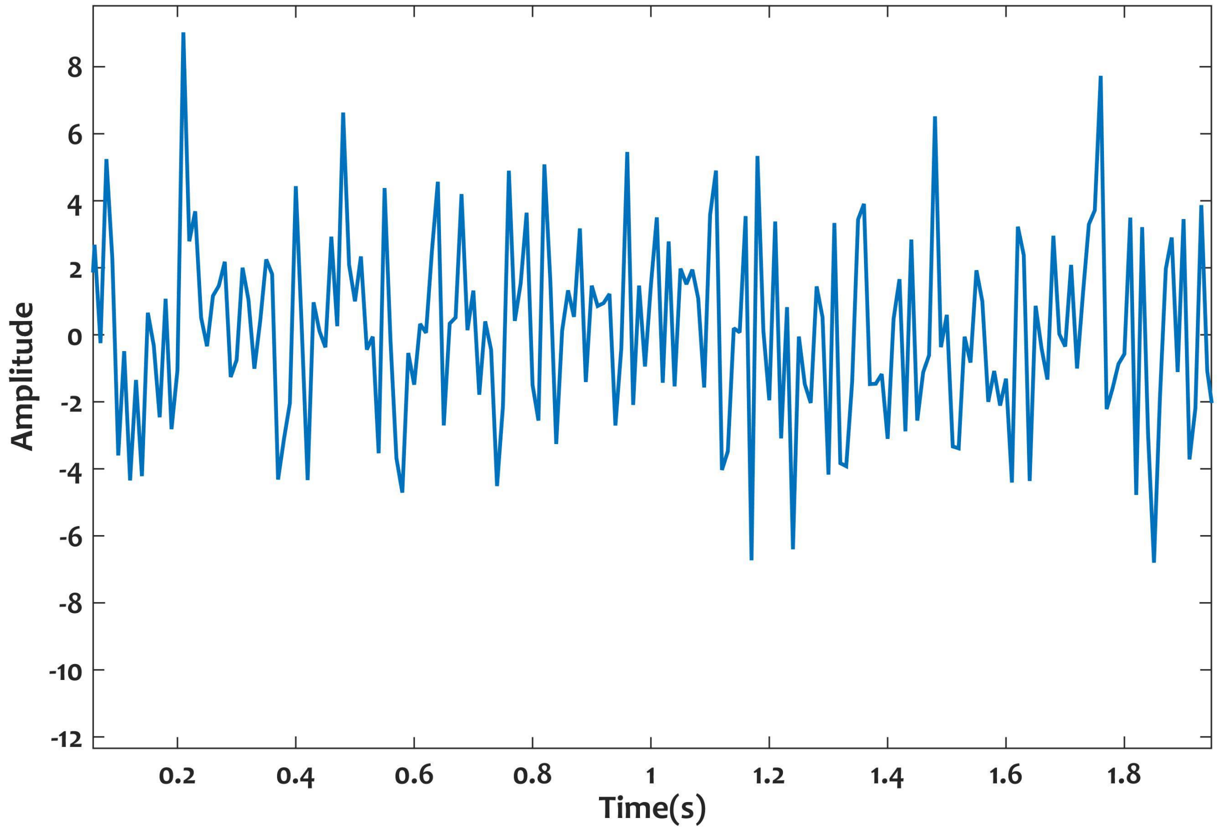


Biểu diễn tín hiệu

- Trong miền thời gian $f(t)$
  - Tín hiệu là một chuỗi giá trị theo thời gian, một các biểu diễn đơn giản nhất.
  - Thuận tiện trong việc mô tả các giá trị tại một thời điểm nhất định nào đó.
  - Không thuận tiện trong việc mô tả các đặc trưng của tín hiệu.
  - Khó khăn trong việc giải một số bài toán.

Biểu diễn tín hiệu

- Trong miền thời gian $f(t)$

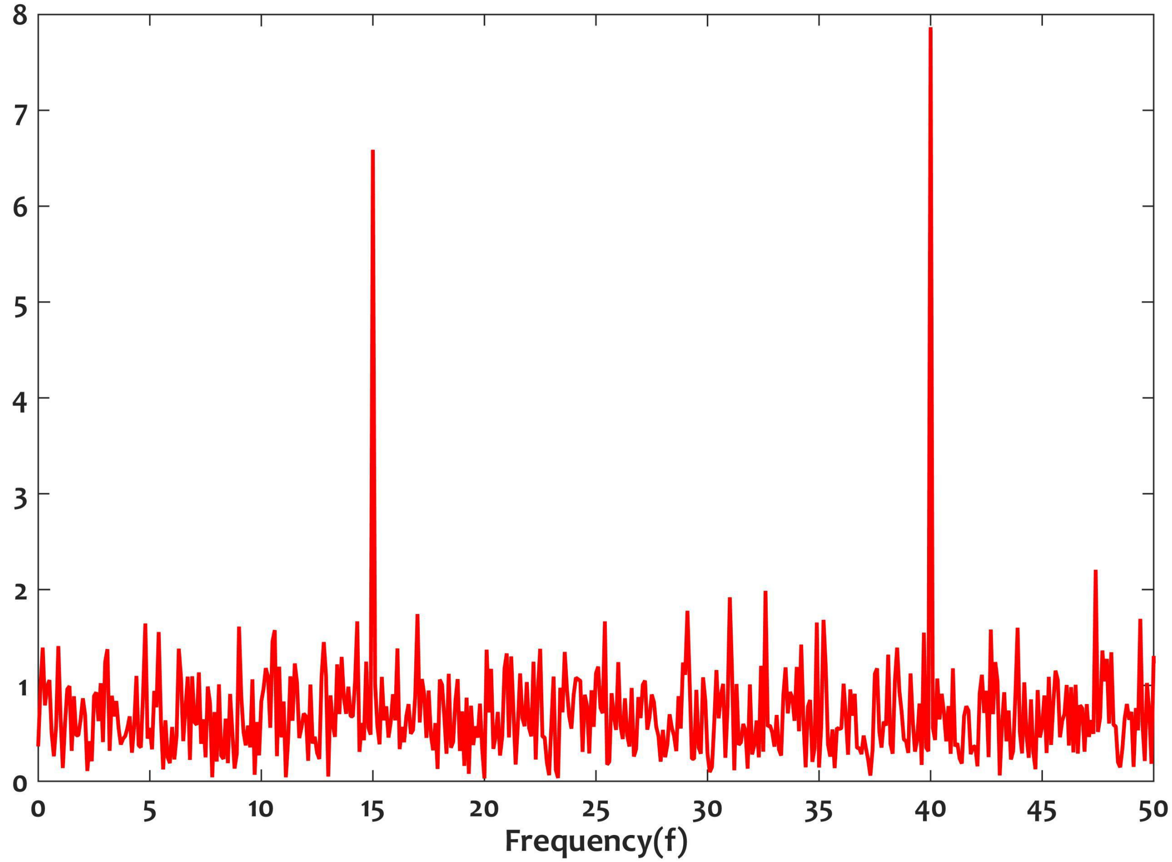


Biểu diễn tín hiệu

- Trong miền tần số $F(\omega)$
  - Đơn giản hơn trong việc biểu diễn một vài kiểu tín hiệu đặc biệt.
  - Thể hiện được đặc trưng cơ bản của một tín hiệu hoặc một hệ thống.
  - Nhiều hệ thống sẽ dễ dàng phân tích hơn khi sử dụng các biểu diễn này (đặt biệt là các hệ thống tuyến tính).

Biểu diễn tín hiệu

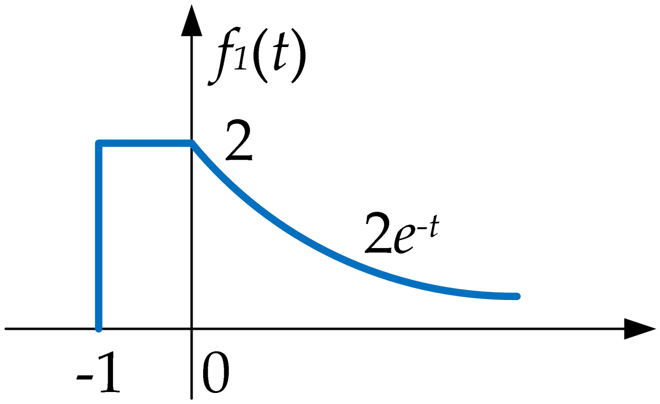
- Trong miền tần số:

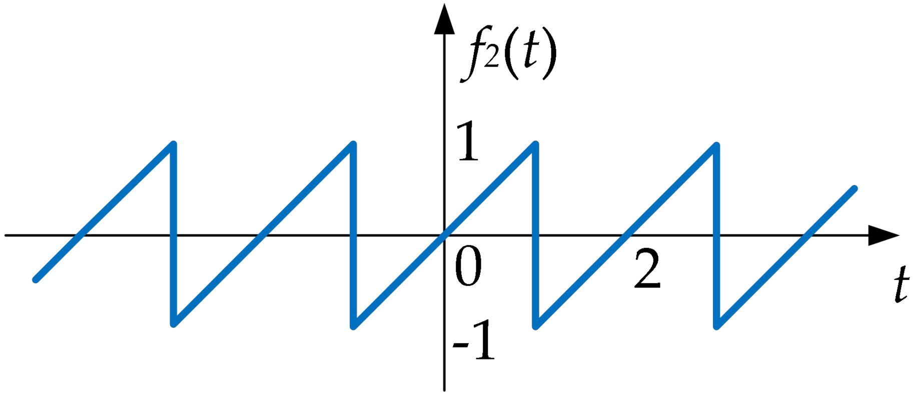


Năng lượng của tín hiệu *f*(*t*):

$$E_f = \int_{-\infty}^{\infty} \left| f(t) \right|^2 dt$$

- *Ví dụ 1.01:* Tính năng lượng của các tín hiệu sau:

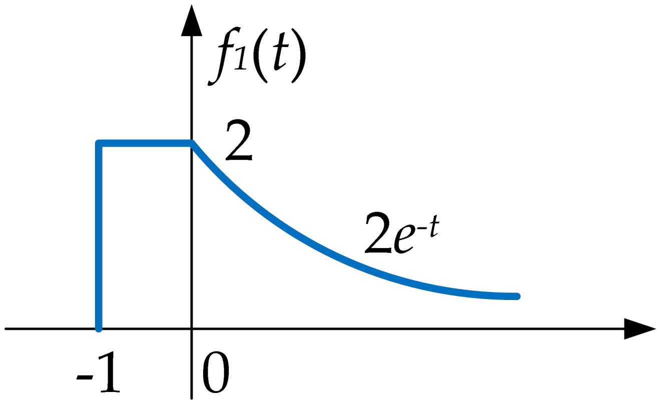


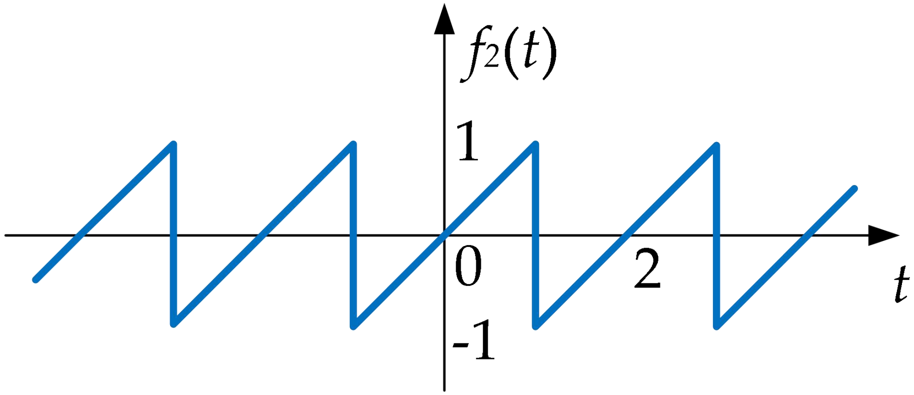


<u>Công suất của tín hiệu $f(t)$:</u>

$$P_f = \lim_{T\to+\infty}\left[\frac{1}{T}\int_{-T/2}^{T/2}\left|f(t)\right|^2 dt\right] = \frac{1}{T}\int_{-T/2}^{T/2}\left|f(t)\right|^2 dt \ \text{(for periodic signal)}$$

- *<u>Ví dụ 1.02:</u>* Tính công suất của các tín hiệu sau:





Chapter I:

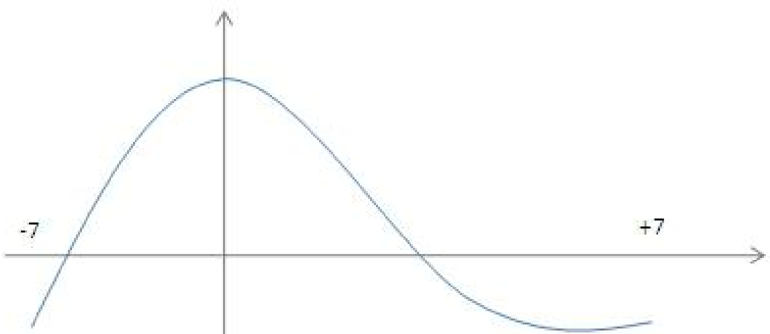
Giới thiệu về Tín hiệu và Hệ thống

1. *Giới thiệu về Tín hiệu*
2. ***Phân loại Tín hiệu***
3. *Một số phép toán trên Tín hiệu*
4. *Một số mô hình Tín hiệu*
5. *Hệ thống và phân loại Hệ thống*
6. *Mô hình Hệ thống*

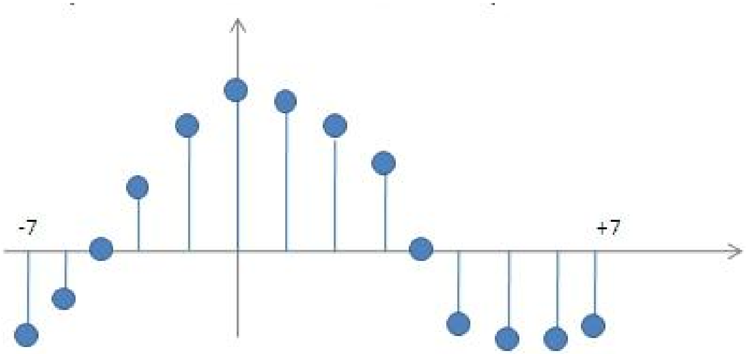
Created and edited by: **Nguyen Phuoc Bao Duy**
HCMC University of Technology

<u>Tín hiệu liên tục (CT) và rời rạc (DT) theo thời gian:</u>

- Tín hiệu **liên tục theo thời gian**:
  - Xác định tại **mọi giá trị** của ***t***.
  - Hầu hết các tín hiệu vật lý trong thực tế đều là tín hiệu liên tục theo thời gian: điện áp & dòng điện, áp suất, nhiệt độ, vận tốc...



Continuous Signal

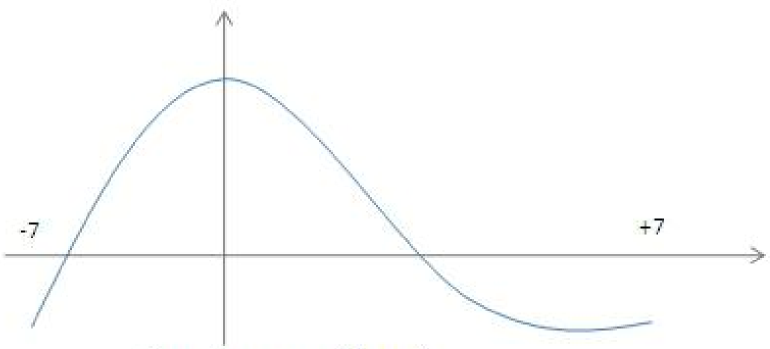


Discrete Signal

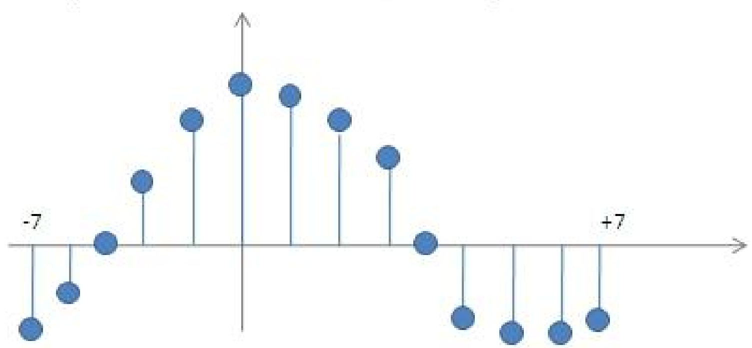
Created and edited by: **Nguyen Phuoc Bao Duy**
HCMC University of Technology

Tín hiệu liên tục (CT) và rời rạc (DT) theo thời gian:

- Tín hiệu **rời rạc theo thời gian**:
  - Chỉ xác định tại các **giá trị rời rạc** của ***t***.
  - Thường được dùng để xử lý bằng máy tính hoặc các bộ vi điều khiển.



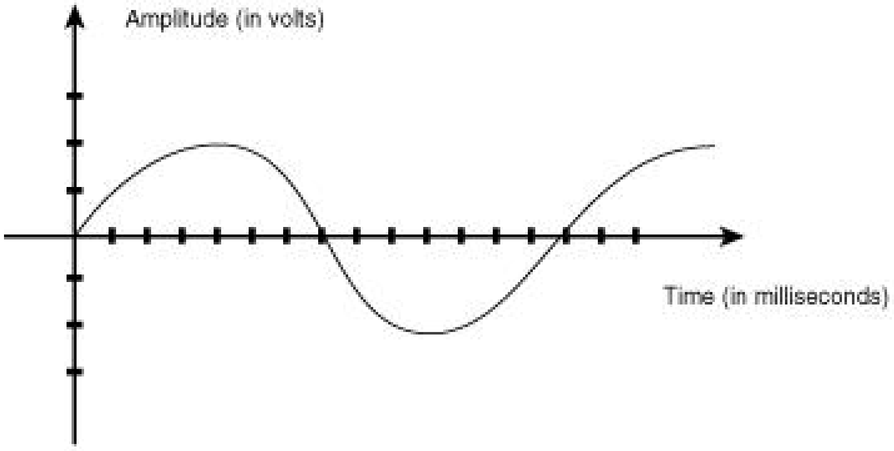
Continuous Signal

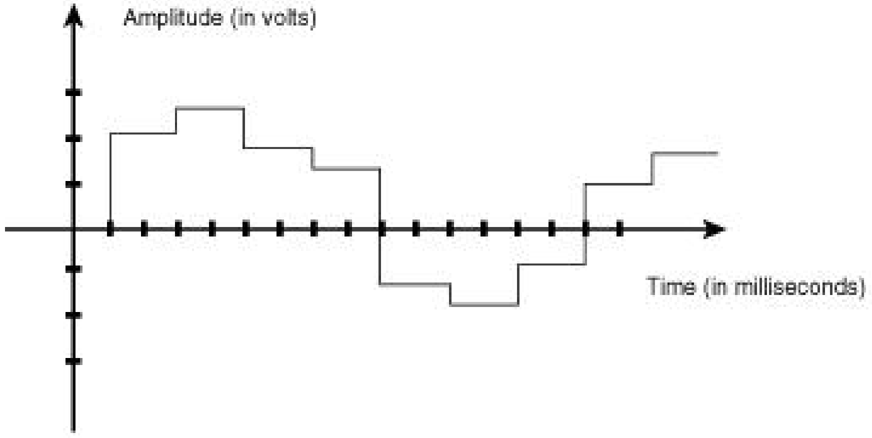


Discrete Signal

Tín hiệu analog và tín hiệu số:

- Tín hiệu **analog**: **độ lớn** của tín hiệu nằm trong một khoản **liên tục**.
- Tín hiệu **số**: **độ lớn** của tín hiệu chỉ có một số giá trị hữu hạn **rời rạc**.



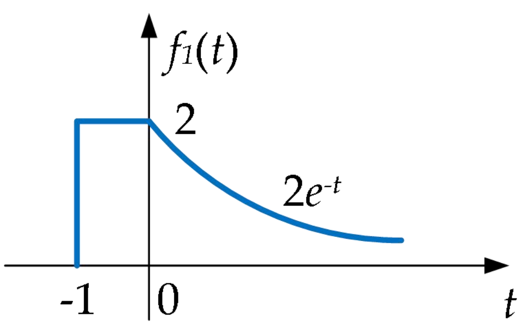


Tín hiệu tuần hoàn và không tuần hoàn:

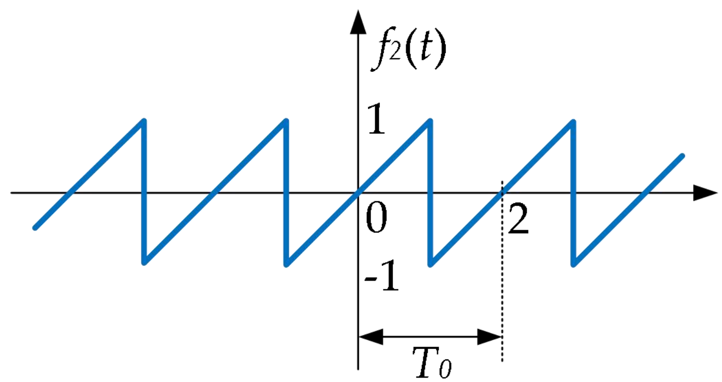
- Tín hiệu $f(t)$ là **tuần hoàn** nếu:

$$f(t) = f(t + T_0), \text{ với mọi giá trị } t$$

- Giá trị nhỏ nhất của T_0 gọi là chu kỳ của $f(t)$.
- Một tín hiệu tuần hoàn phải bắt đầu tại $t = -\infty$ và tồn tại mãi mãi.
- Nếu không tồn tại T_0 để $f(t) = f(t + T_0)$, với mọi giá trị t, thì tín hiệu đó là **không tuần hoàn**.



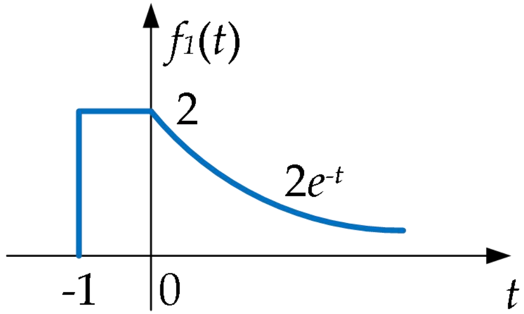
aperiodic



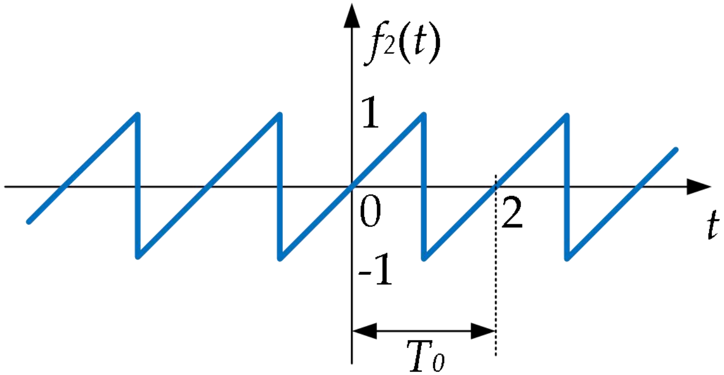
periodic

Tín hiệu công suất và tín hiệu năng lượng:

- Tín hiệu có **năng lượng hữu hạn** là **tín hiệu năng lượng**.
- Tín hiệu có **công suất hữu hạn và khác 0** là **tín hiệu công suất**.
- Một tín hiệu không thể vừa là tín hiệu năng lượng vừa là tín hiệu công suất.
- Tín hiệu tuần hoàn là một loại tín hiệu công suất.
- Có những tín hiệu không phải tín hiệu năng lượng cũng không phải tín hiệu công suất.



energy signal

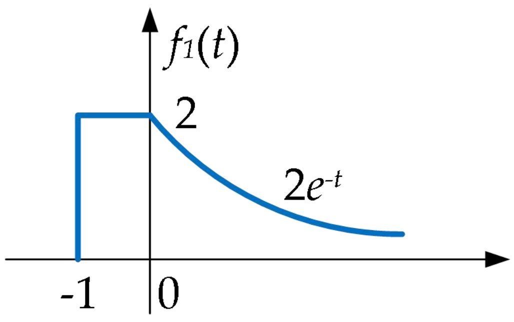


power signal

Created and edited by: **Nguyen Phuoc Bao Duy**
HCMC University of Technology

Tín hiệu xác định và tín hiệu ngẫu nhiên:

- Tín hiệu mà có thể **được mô tả đầy đủ** (bằng hàm số, bảng số ...) là một **tín hiệu xác định**.
- Tín hiệu mà các giá trị của nó **không thể dự đoán trước** mà chỉ có thể **mô tả bằng các đại lượng xác suất** được gọi là một **tín hiệu ngẫu nhiên**.
- Môn học này chỉ nghiên cứu các tín hiệu xác định.

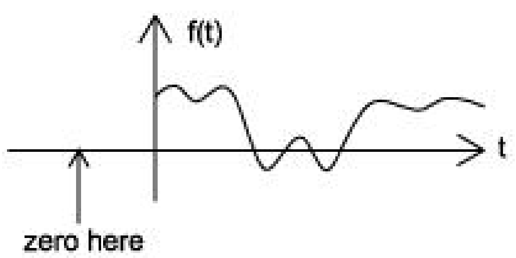


deterministic signal

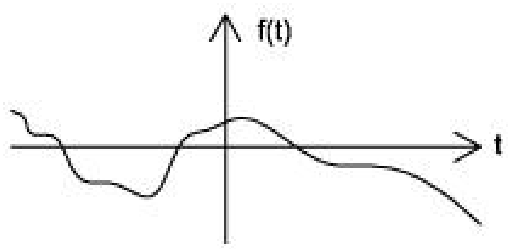
random signal

Tín hiệu nhân quả và không nhân quả:

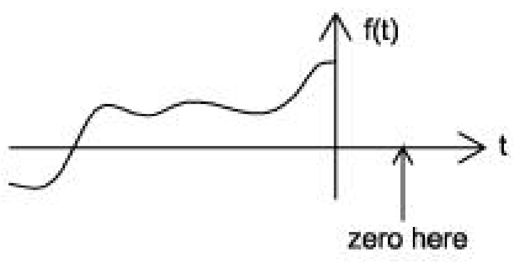
- Một tín hiệu **không xuất hiện trước** thời điểm **$t = 0$** là một tín hiệu **nhân quả**.
- Một tín hiệu **xuất hiện trước** thời điểm **$t = 0$** là một tín hiệu **không nhân quả**.
- Một tín hiệu có giá trị bằng 0 với mọi $t \geq 0$ là một tín hiệu **phản nhân quả**.



causal



noncausal



anticausal

Created and edited by: **Nguyen Phuoc Bao Duy**
HCMC University of Technology

<u>*Chapter I:*</u>

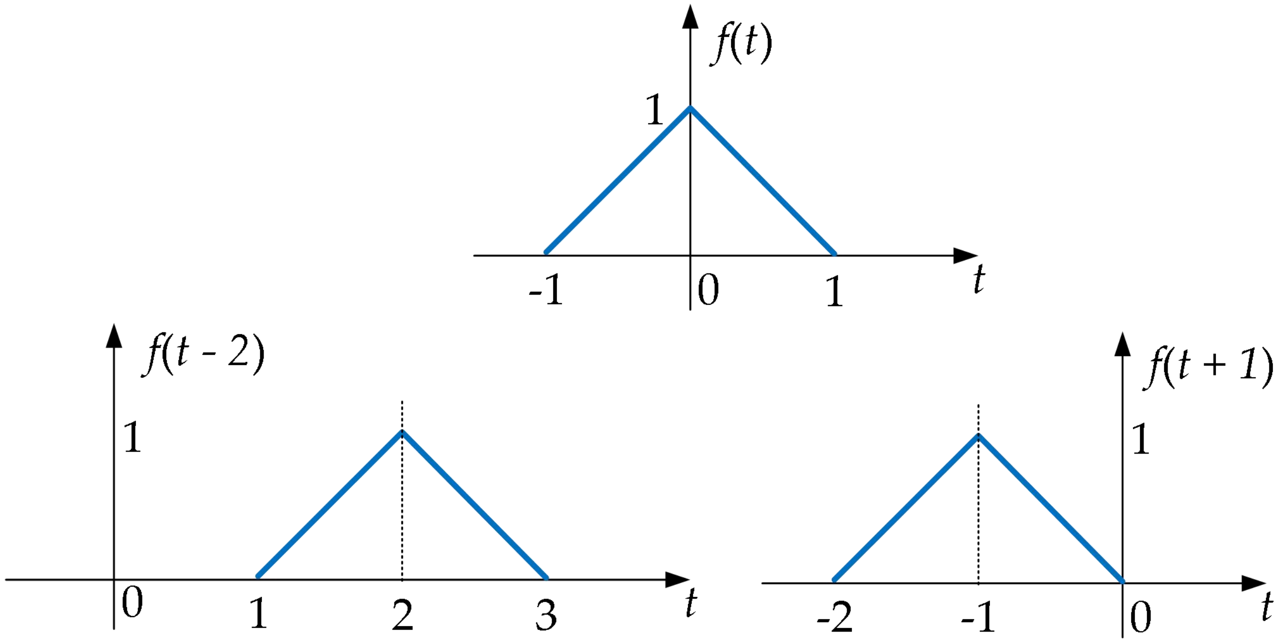
Giới thiệu về Tín hiệu và Hệ thống

1. *Giới thiệu về Tín hiệu*
2. *Phân loại Tín hiệu*
3. ***Một số phép toán trên Tín hiệu***
4. *Một số mô hình Tín hiệu*
5. *Hệ thống và phân loại Hệ thống*
6. *Mô hình Hệ thống*

Created and edited by: **Nguyen Phuoc Bao Duy**
HCMC University of Technology

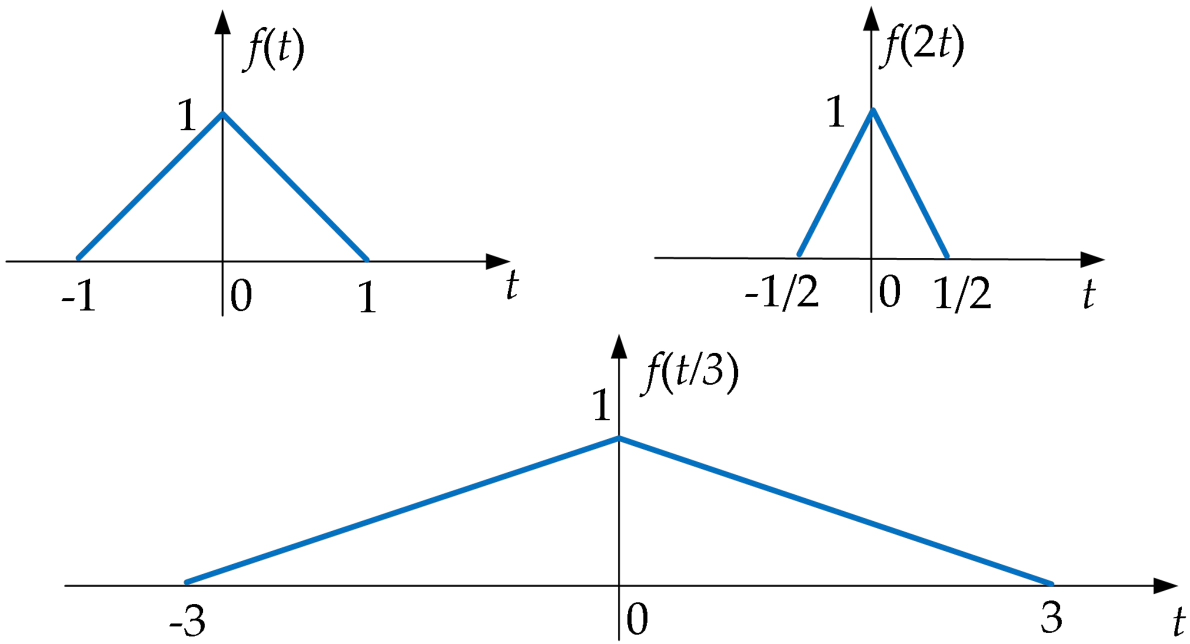
Dời theo thời gian (time-shifting):

- Với $f(t)$ là một tín hiệu liên tục, T là hằng số, khi đó:
  - Nếu $T > 0$: $f(t + T)$ là tín hiệu được dời sang trái.
  - Nếu $T < 0$: $f(t + T)$ là tín hiệu được dời sang phải.



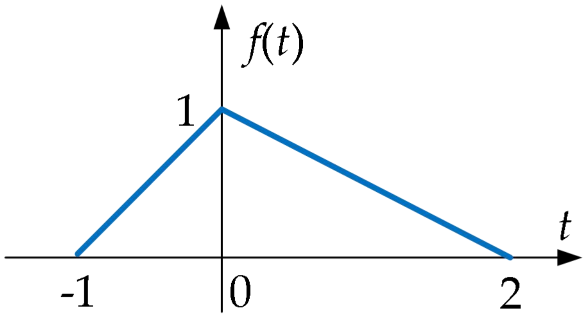
Co dãn theo thời gian (time-scaling):

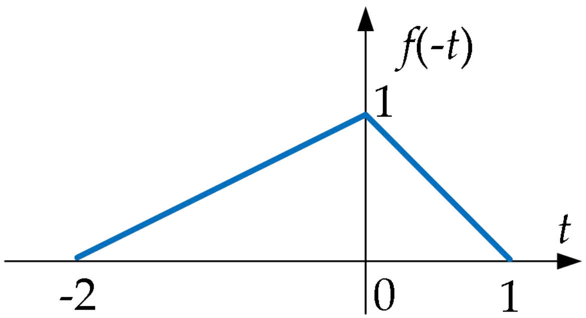
- Với $f(t)$ là một tín hiệu liên tục, b là hằng số dương.
  - $0 < b < 1$: $f(bt)$ là tín hiệu được dãn ra.
  - $b > 1$: $f(bt)$ là tín hiệu được co lại.



Đảo thời gian (time-inversion):

- Tín hiệu liên tục: thay t bởi $-t$ (chính là phép co dãn theo thời gian với b = -1).

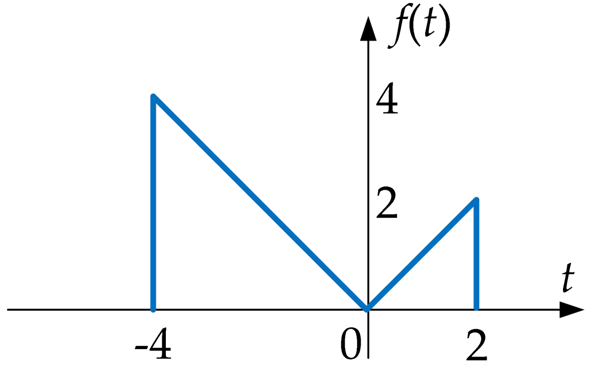




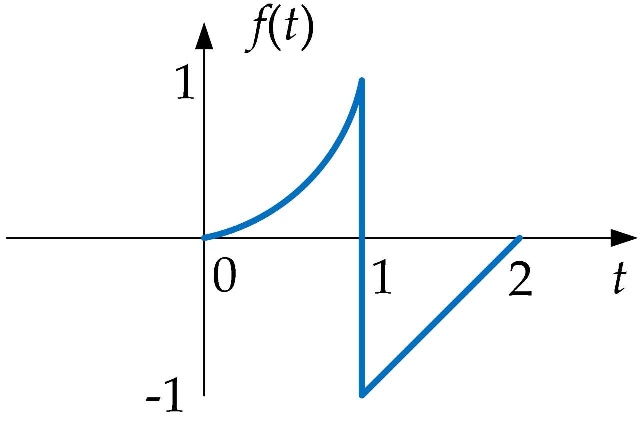
Kết hợp các phép toán:

Ví dụ 1.03: Với tín hiệu $f(t)$ cho ở hình bên dưới, hãy vẽ các tín hiệu sau:

a. $f(t-4)$
b. $f(t/2)$
c. $f(2t-4)$
d. $f(2-t)$

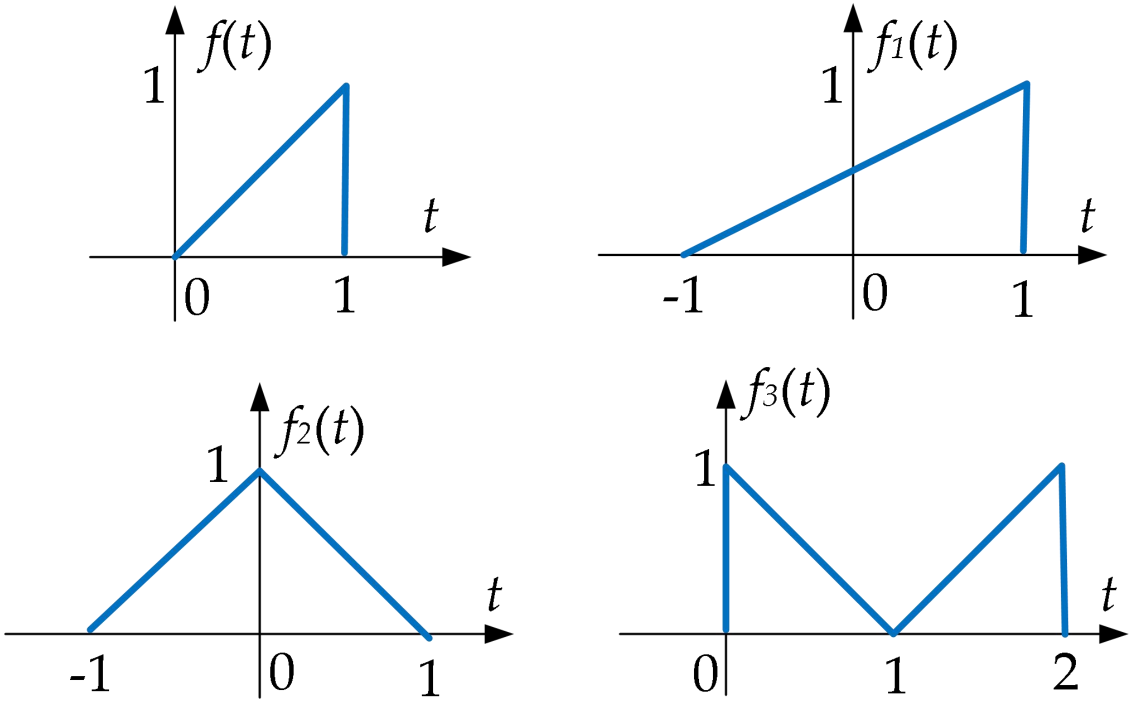


Ví dụ 1.04: Lặp lại ví dụ 1.03 với tín hiệu cho bởi hình sau:



Kết hợp các phép toán:

Ví dụ 1.05: Biểu diễn các tín hiệu $f_1(t)$, $f_2(t)$, và $f_3(t)$ theo tín hiệu $f(t)$ và $f(-t)$:



Chapter I:

Giới thiệu về Tín hiệu và Hệ thống

1. Giới thiệu về Tín hiệu
2. Phân loại Tín hiệu
3. Một số phép toán trên Tín hiệu
4. **Một số mô hình Tín hiệu**
5. Hệ thống và phân loại Hệ thống
6. Mô hình Hệ thống

Created and edited by: **Nguyen Phuoc Bao Duy**
HCMC University of Technology

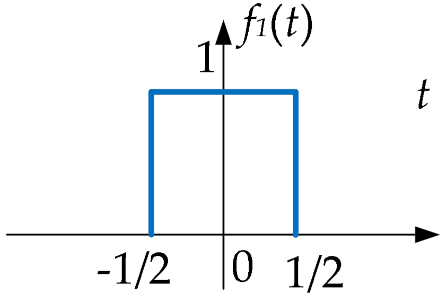
Tín hiệu bước đơn vị $u(t)$:

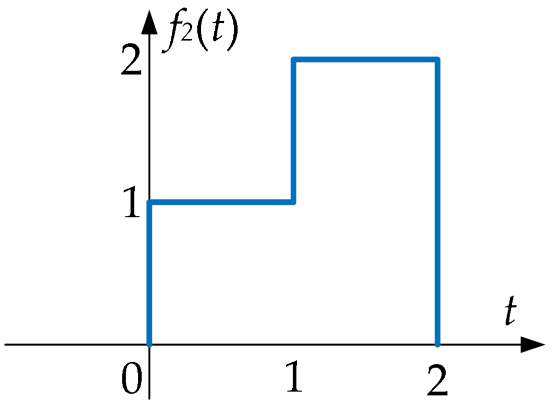
- Định nghĩa:

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

- Có thể kết hợp các hàm bước để tạo nên các tín hiệu khác.
- Sử dụng $u(t)$ để tách một phần tín hiệu.

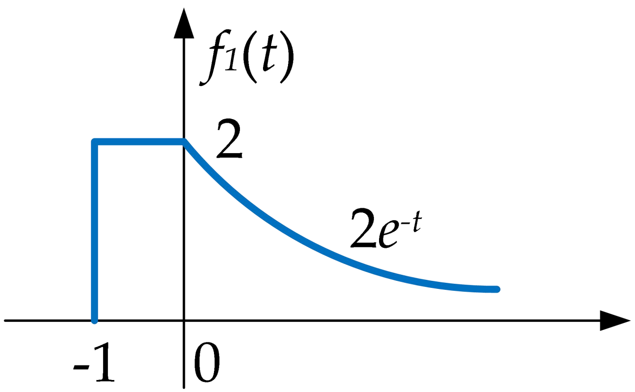
Ví dụ 1.06: Biểu diễn $f_1(t)$ và $f_2(t)$ theo các hàm bước.

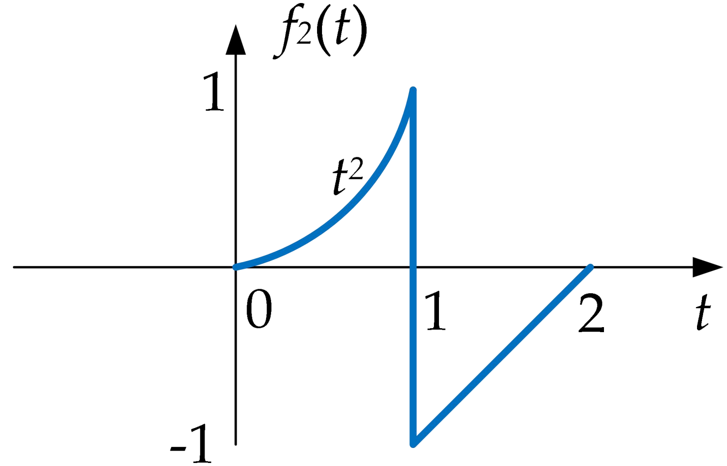




Tín hiệu bước đơn vị *u*(*t*):

Ví dụ 1.07: Biểu diễn các tín hiệu $f_1(t)$ và $f_2(t)$ bằng một biểu thức duy nhất theo biến t.

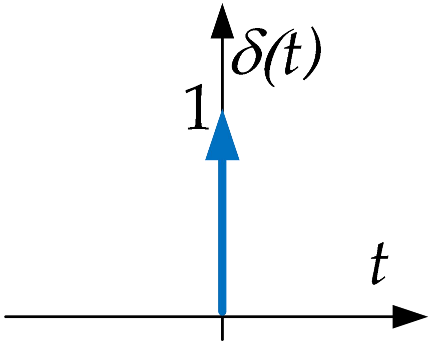




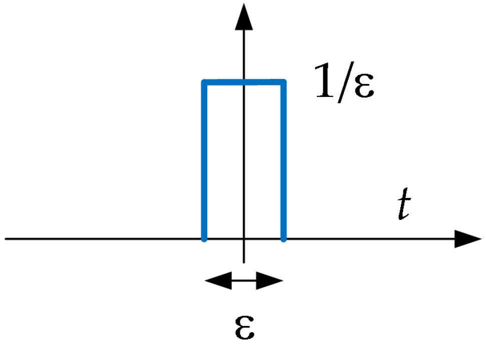
Tín hiệu xung đơn vị (xung Dirac) $\delta(t)$:

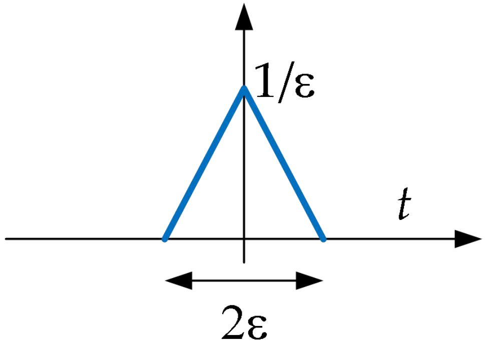
- Xung đơn vị (hay còn gọi lại xung Dirac) được định nghĩa bởi:

$$\delta(t) = \begin{cases} \infty, & t = 0 \\ 0, & t \neq 0 \end{cases} \quad \text{and} \quad \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t)dt = 1$$



- Trong thực tế không có tín hiệu nào như vậy!
- Người ta thường xấp xĩ xung đơn vị bằng các tín hiêu sau:

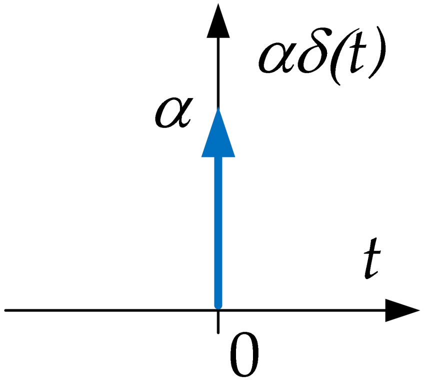




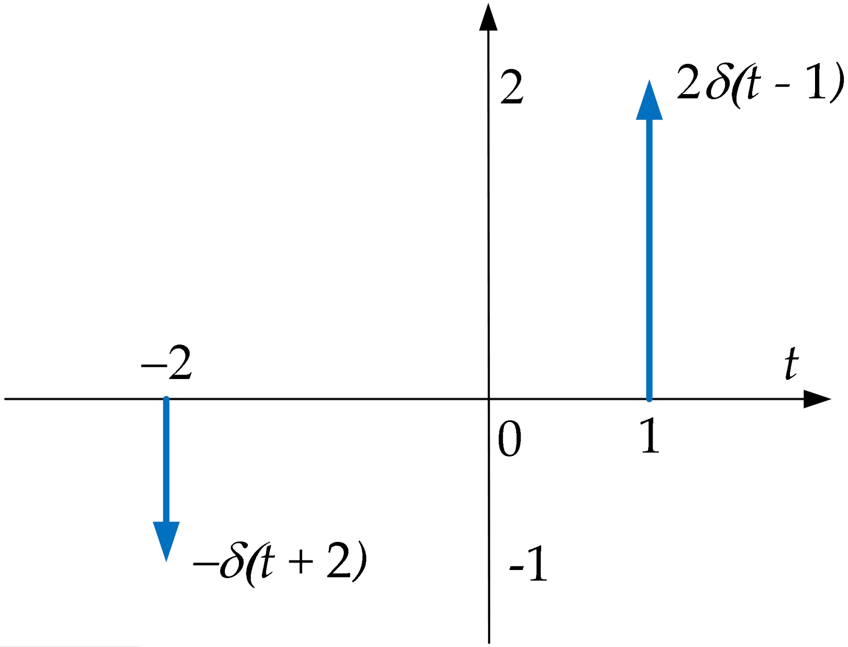
Tính chất của $\delta(t)$:

- Nhân với một số thực:

$$\alpha\delta(t) = \begin{cases} \infty, & t = 0 \\ 0, & t \neq 0 \end{cases} \text{ and } \int_{-\infty}^{\infty} \alpha\delta(t)dt = \alpha$$



- Dời theo thời gian: $\delta(t - T)$ là xung tại $t = T$.



Tính chất của $\delta(t)$:

- Phép nhân một hàm với một xung:
  - $f(t)\delta(t) = f(0)\delta(t)$ - nếu $f(t)$ liên tục tại 0
  - $f(t)\delta(t - T) = f(T)\delta(t - T)$ - nếu $f(t)$ liên tục tại T

- Lấy mẫu:

$$\int_a^b f(t)\delta(t)dt = \begin{cases} f(0) & \text{if } a < 0 < b \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\int_a^b f(t)\delta(t-T)dt = \begin{cases} f(T) & \text{if } a < T < b \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

Tính chất của $\delta(t)$:

- Tính đối xứng
  - $\delta(t) = \delta(-t)$
  - $\delta(t - T) = \delta(T - t)$
- Tích phân:

$$\int_{-\infty}^{t} \delta(\tau)d\tau = u(t)$$

$$\int_{-\infty}^{t} \delta(\tau - T)d\tau = u(t - T)$$

- Đạo hàm của $u(t)$:

$$\frac{du(t)}{dt} = \delta(t); \qquad \frac{du(t-T)}{dt} = \delta(t-T)$$

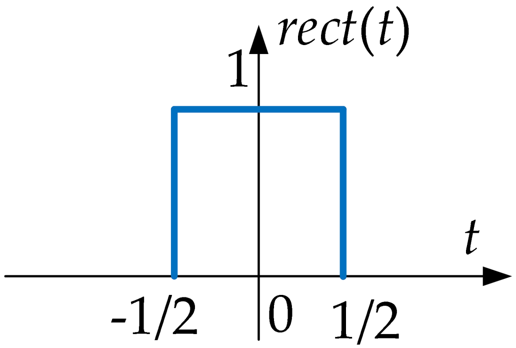
Tính chất của $\delta(t)$:

Ví dụ 1.08: Tính đạo hàm của các hàm sau:

a. $f(t) = t^2u(t)$

b. $g(t) = e^{-2t}u(t)$

c. $y(t) = \text{rect}(t)$



Ví dụ 1.09: Đơn giản các biểu thức sau:

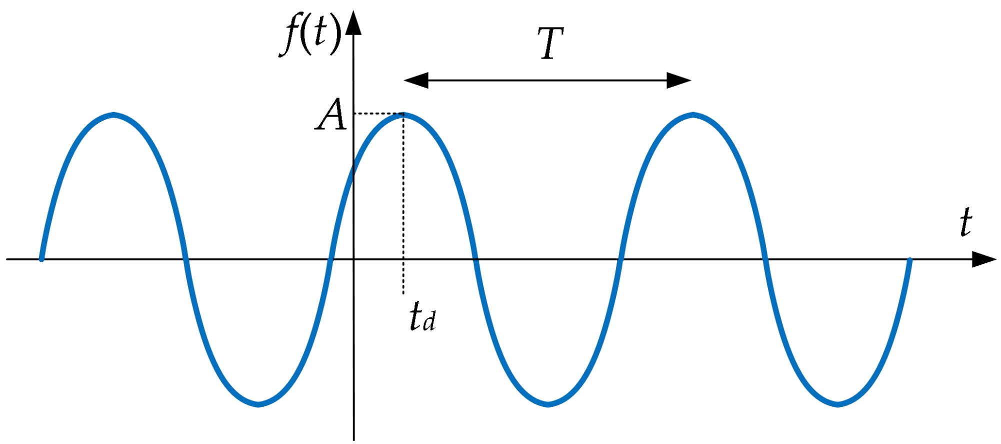
$$a.\ f(t) = (1+t^2)\left[\delta(t) - 2\delta(t-4)\right]$$

$$b.\ z(t) = \int_{-\infty}^{t} \delta(\tau+1)d\tau$$

$$c.\ y(t) = \int_{-\infty}^{\infty} \delta(\tau)f(t-\tau)d\tau$$

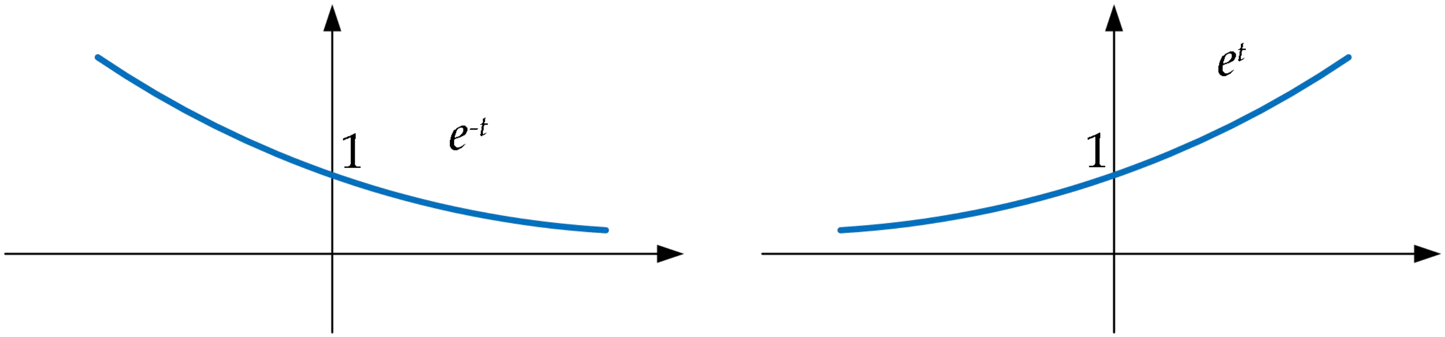
Tín hiệu sin $f(t) = A\cos(\omega_0 t + \varphi)$:

- A = biên độ
- ω_o = tần số, đơn vị là rads/second
- φ = pha, đơn vị là radians
- $t_d = -\varphi/\omega_o$.

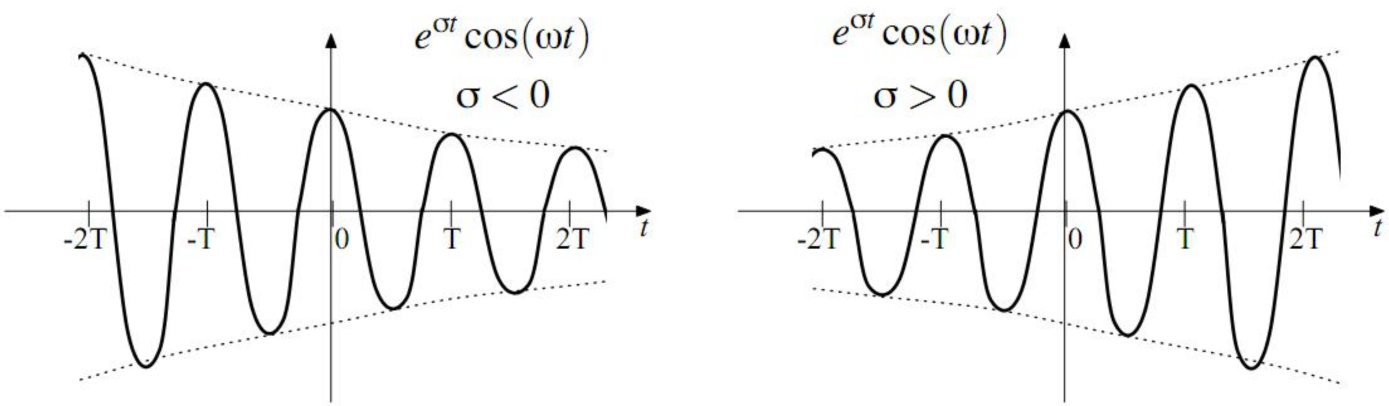


Tín hiệu hàm mũ $f(t) = e^{\sigma t}$:

- $\sigma < 0$: hàm mũ tăng.
- $\sigma > 0$: hàm mũ giảm.

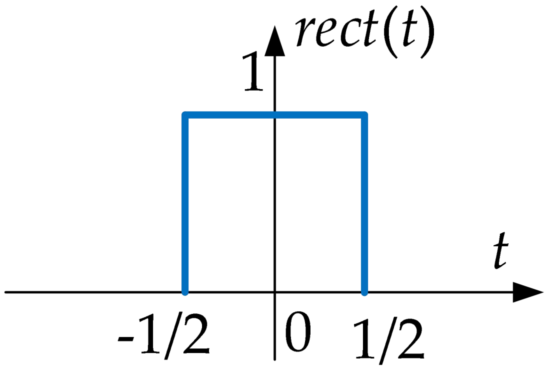


Tín hiệu sin có biên độ thay đổi $f(t) = e^{\sigma t}\cos(\omega_0 t)$:



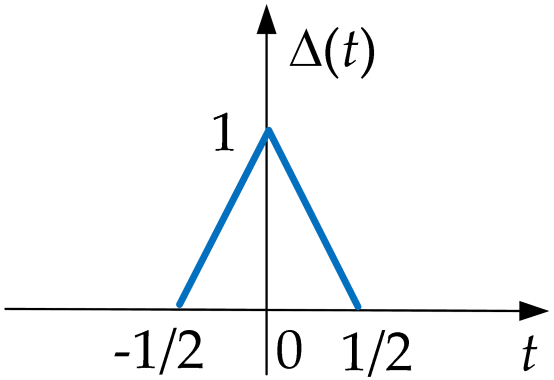
Tín hiệu Rectangle:

$$\mathrm{rect}(t) = \begin{cases} 1 & \text{if } |t| \le 1/2 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$



Tín hiệu Triangle

$$\Delta(t) = \begin{cases} 1-2|t| & \text{if } |t| \le 1/2 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$



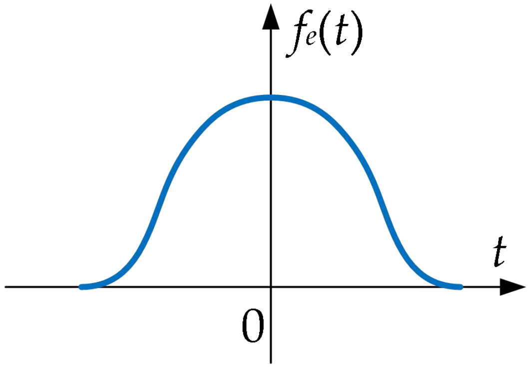
Tín hiệu chẵn và tín hiệu lẻ:

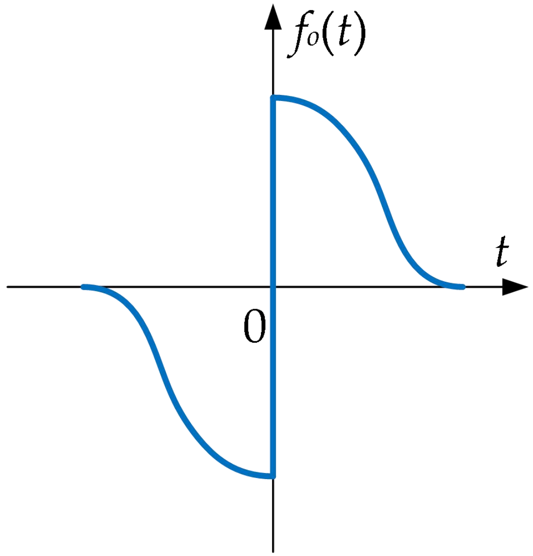
- Tín hiệu chẵn là tín hiệu đối xứng qua trục tung:

$$f(t) = f(-t)$$

- Tín hiệu lẻ là tín hiệu đối xứng qua gốc tọa độ:

$$f(t) = -f(-t)$$





Tín hiệu chẵn và tín hiệu lẻ:

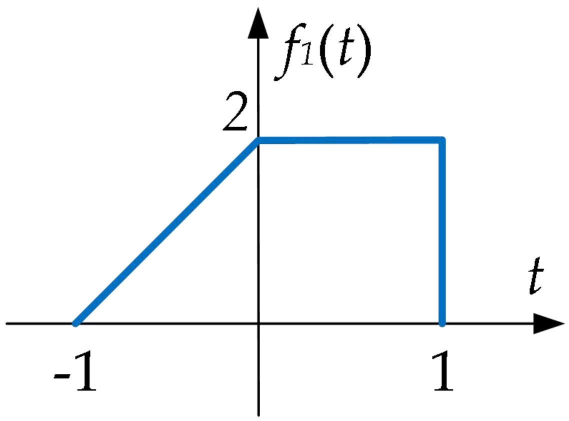
Một vài tính chất của tín hiệu chẵn và lẻ:

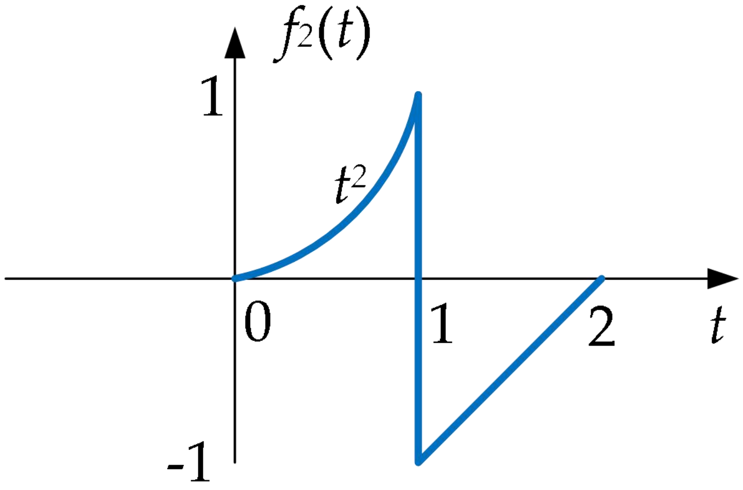
- Tín hiệu chẵn x Tín hiệu chẵn = Tín hiệu chẵn
- Tín hiệu lẻ x Tín hiệu lẻ = Tín hiệu chẵn
- Tín hiệu chẵn x Tín hiệu lẻ = Tín hiệu lẻ
- Tích phân: $\int_{-a}^{a} f_e(t)dt = 2\int_{0}^{a} f_e(t)dt; \qquad \int_{-a}^{a} f_o(t)dt = 0$
- Bất kỳ tín hiệu nào cũng có thể phân tích thành thành phần chẵn và thành phần lẻ.

$$f(t) = f_e(t) + f_o(t) \quad \text{with} \quad \begin{cases} f_e(t) = \dfrac{1}{2}\left[f(t) + f(-t)\right] \\ f_o(t) = \dfrac{1}{2}\left[f(t) - f(-t)\right] \end{cases}$$

Tín hiệu chẵn và tín hiệu lẻ:

Ví dụ 1.10: Xác định thành phần chẵn và lẻ của các tín hiệu sau:





Chapter I:

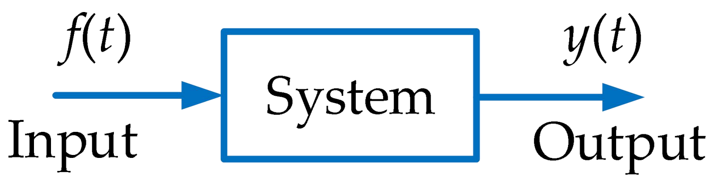
Giới thiệu về Tín hiệu và Hệ thống

1. *Giới thiệu về Tín hiệu*
2. *Phân loại Tín hiệu*
3. *Một số phép toán trên Tín hiệu*
4. *Một số mô hình Tín hiệu*
5. ***Hệ thống và phân loại Hệ thống***
6. *Mô hình Hệ thống*

Created and edited by: **Nguyen Phuoc Bao Duy**
HCMC University of Technology

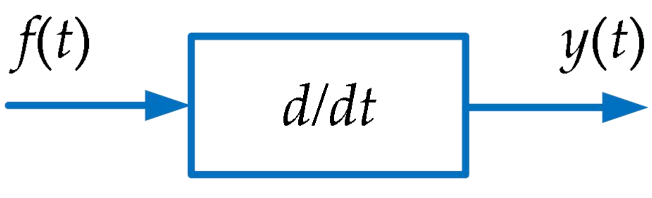
Hệ thống:

- Hệ thống biến đổi tín hiệu ngõ vào thành tín hiệu ngõ ra.
- Chúng ta chỉ tập trung vào hệ thống có một ngõ vào và một ngõ ra (Single-Input, Single-Output – SISO).
- Hệ thống thường được mô tả bởi sơ đồ khối:

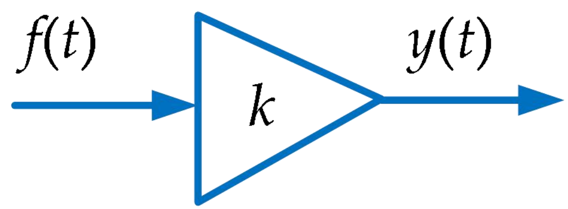


$$y(t) = S\left[f(t)\right]$$

- Ví dụ:

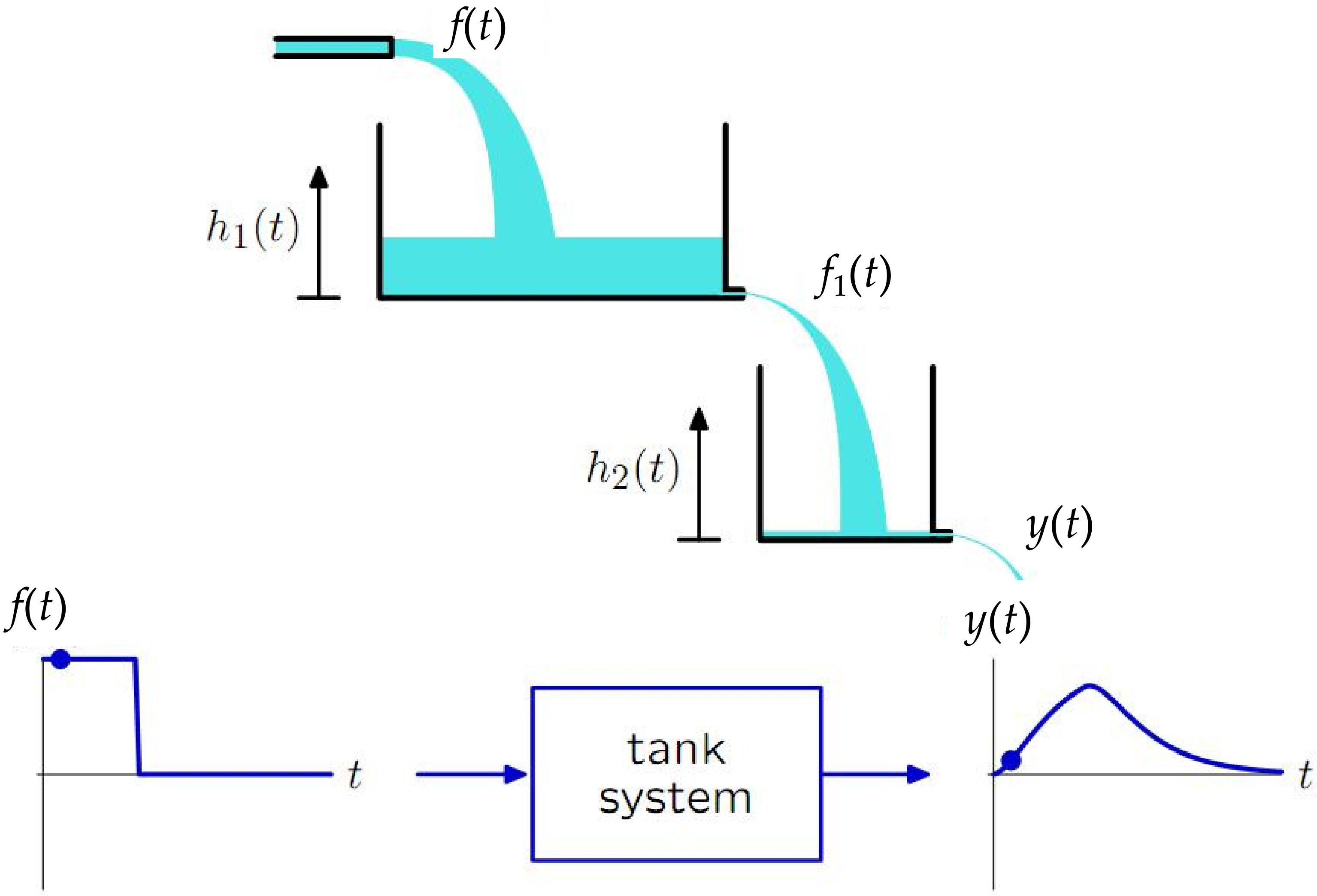


$$y(t) = \frac{df(t)}{dt} = f'(t)$$

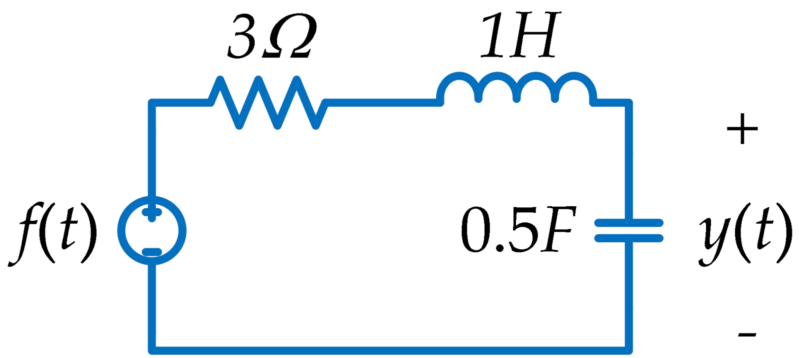


$$y(t) = k.f(t)$$

Ví dụ 1.11: Hệ thống bồn nước đôi



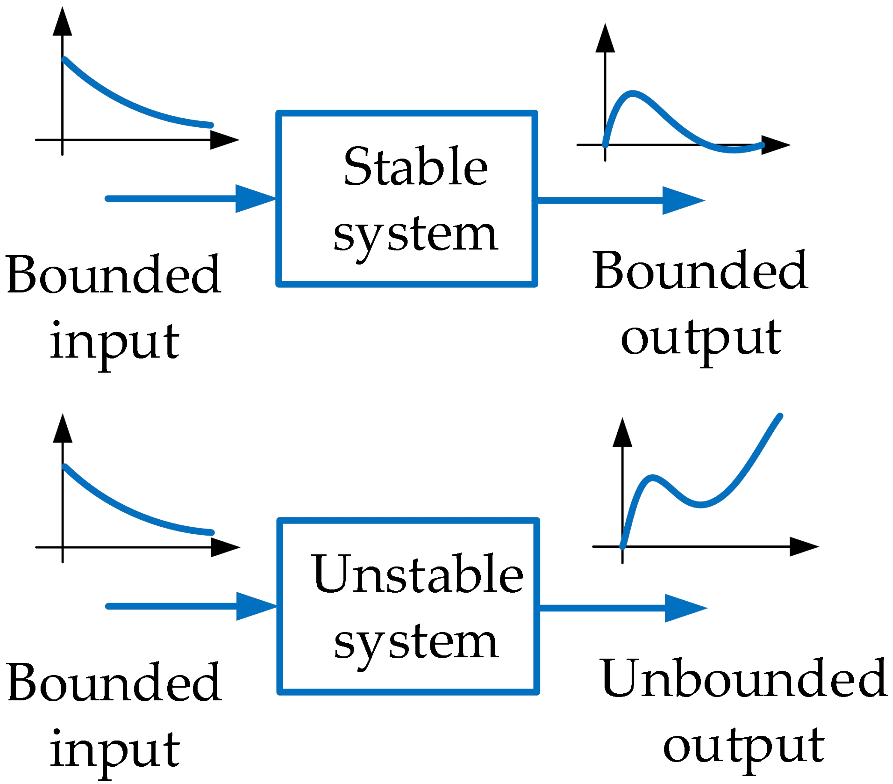
<u>Ví dụ 1.12:</u> Xác định mối quan hệ giữa ngõ vào và ngõ ra của hệ thống (mạch điện) sau:



Với $f(t) = e^{-3t}u(t)$, xác định $y(t)$ khi $t \geq 0$.

Tính ổn định của hệ thống:

Khái niệm ổn định: Một **hệ thống ổn định** là một hệ thống động có ngõ ra bị chặn khi ngõ vào là một tín hiệu bị chặn (bounded input - bounded output - BIBO).

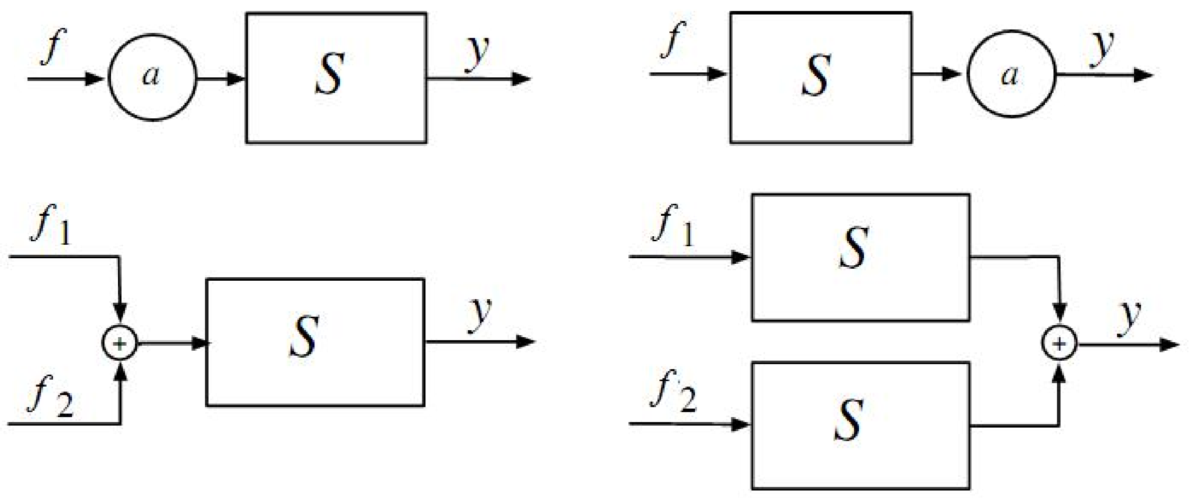


Hệ thống tuyến tính và hệ thống phi tuyến:

Một hệ thống S là **tuyến tính** (linear) nếu có hai tính chất sau đây:

- Tính tỉ lệ: $S(af) = aS(f)$; a là hằng số.
- Tính xếp chồng: $S(f_1 + f_2) = S(f_1) + S(f_2)$

Nếu S là hệ thống tuyến tính thì hai sơ đồ khối sau là tương đương



Created and edited by: **Nguyen Phuoc Bao Duy**
HCMC University of Technology

Hệ thống tuyến tính và hệ thống phi tuyến:

- Một định nghĩa khác của **hệ thống tuyến tính**: S là tuyến tính nếu:

$$S(a_1 f_1 + a_2 f_2) = a_1 S(f_1) + a_2 S(f_2)$$

Ví dụ:

- Hệ thống khuếch đại, tích phân, vi phân ...
- Hệ thống mô tả bởi phương trình vi phân hệ số hằng:

$$a_n y^{(n)}(t) + \ldots + a_1 y'(t) + a_o y(t) = b_m f^{(m)}(t) + \ldots + b_1 f'(t) + b_o f(t)$$

- **Hệ thống phi tuyến** (nonlinear) là hệ thống không tuyến tính.

Ví dụ: $y(t) = f^2(t)$

Hệ thống tuyến tính và hệ thống phi tuyến:

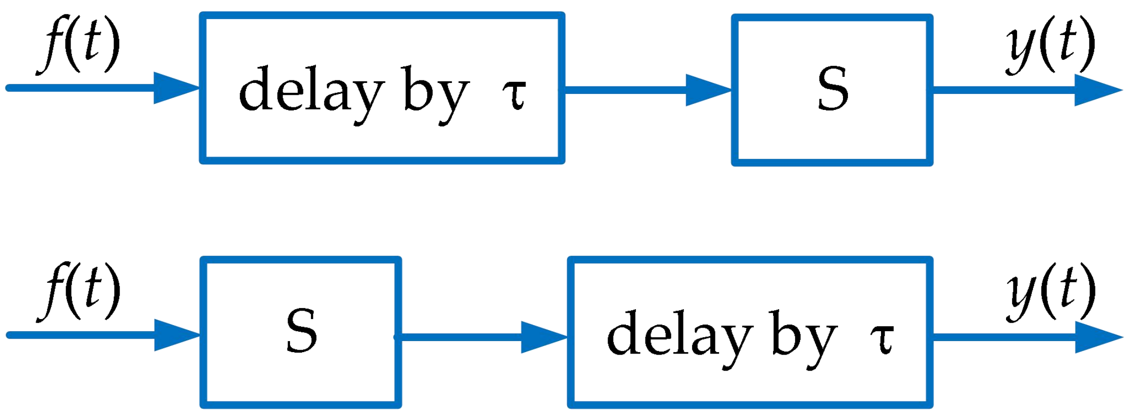
Ví dụ 1.13: Tuyến tính hay phi tuyến?

$$a)\ \frac{dy}{dt} + t^2 y(t) = (2t+3) f(t)$$

$$b)\ y(t)\frac{dy}{dt} + 3y(t) = f(t)$$

Hệ thống bất biến và hệ thống thay đổi theo thời gian:

- Hệ thống **bất biến** (time-invariant) khi nếu ngõ vào bị dời một đoạn τ thì ngỏ ra cũng bị dời một đoạn τ tương ứng: $y(t) = S[f(t)] \leftrightarrow y(t-\tau) = S[f(t-\tau)]$
- Hệ thống S là **bất biến** nếu hai sơ đồi khối sau là tương đương:



Hệ thống bất biến và hệ thống thay đổi theo thời gian:

- Hệ thống mô tả bởi phương trình vi phân:

$$a_n y^{(n)}(t) + \ldots + a_1 y'(t) + a_0 y(t) = b_m f^{(m)}(t) + \ldots + b_1 f'(t) + b_0 f(t)$$

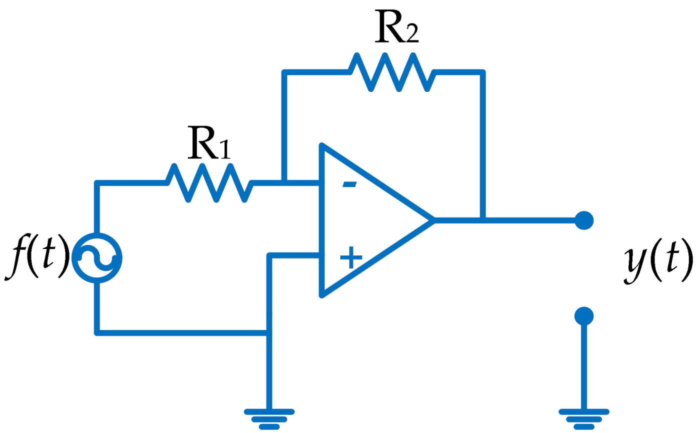
  - là tuyến tính bất biến (Linear Time-Invariant - LTI) nếu a_i và b_i là các hằng số theo thời gian.
  - là tuyến tính nhưng không bất biến nếu a_i, b_i là các hàm số theo thời gian.

- Một số hệ thống **thay đổi theo thời gian**:

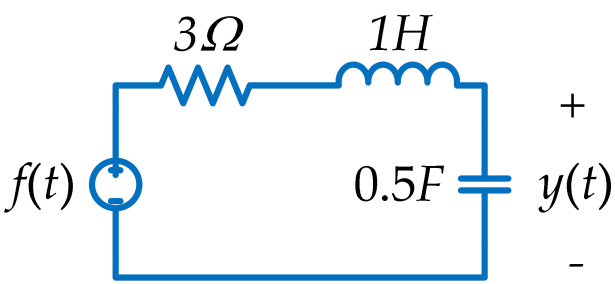
$$y(t) = f(at),\ y(t) = f(T - t),\ y(t) = (\sin t)f(t - 2)\ldots$$

Hệ thống có nhớ và hệ thống không nhớ:

- Một hệ thống là không nhớ (instantaneous or memoryless) nếu ngõ ra chỉ phụ thuộc vào ngõ vào tại thời điểm hiện tại.
- Hệ thống là có nhớ (dynamic) nếu ngõ ra phụ thuộc vào cả tín hiệu vào trong quá khứ.



instantaneous system



dynamic system

Hệ thống nhân quả và không nhân quả:

- Một hệ thống **nhân quả** là hệ thống có ngõ ra phụ thuộc vào ngõ vào hiện tại và quá khứ.

Ví dụ: Các mạch điện, hệ thống cơ khí.

- Một hệ thống có ngõ ra phụ thuộc vào ngõ vào trong tương lai là hệ thống **không nhân quả**.

Ví dụ: nhân quả hay không nhân quả?

- $y(t) = f^2(t - 1)$
- $y(t) = f(t + 1)$

Hệ thống tập trung và hệ thống phân bố:

- Hệ thống với các tín hiệu vào ra đều là hàm chỉ theo một biến thời gian được gọi là **hệ thống tập trung**.
  Ví dụ: Các hệ thống điện với kích thước vật lý nhỏ hơn nhiều so với bước sóng lan tỏa của tín hiệu.

- **Hệ thống phân bố** là hệ thống với các tín hiệu vào ra không chỉ phụ thuộc vào thời gian mà còn phụ thuộc vào không gian.

Hệ thống liên tục và hệ thống rời rạc theo thời gian:

- **Hệ thống liên tục** theo thời gian là hệ thống có tín hiệu vào và tín hiệu ra đều là tín hiệu liên tục (theo thời gian).
- **Hệ thống rời rạc** là hệ thống có ngõ vào và ngõ ra đều là tín hiệu rời rạc (theo thời gian).

Hệ thống analog và hệ thống số:

- **Hệ thống analog** là hệ thống có tín hiệu vào và ra đều là tín hiệu analog.
- **Hệ thống số** là hệ thống có tín hiệu vào và tín hiệu ra đều là tín hiệu số.

Một số lưu ý:

- Trong môn học này, chỉ khảo sát hệ thống liên tục và analog, có nghĩa là hệ thống với ngõ vào và ngõ ra đều là các tín hiệu analog và liên tục theo thời gian.
- Một hệ thống có thể có nhiều tiêu chí để phân loại, tuy nhiên chỉ tập trung vào 4 tính chất: tuyến tính, bất biến, nhân quả và ổn định.

Chapter I:
Giới thiệu về Tín hiệu và Hệ thống

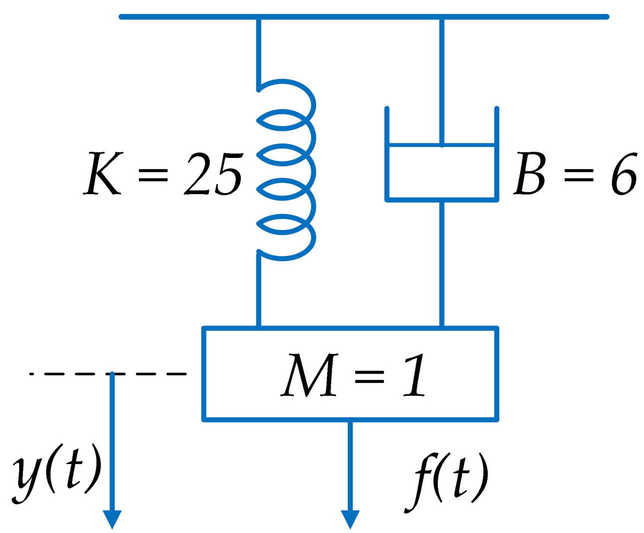
1. *Giới thiệu về Tín hiệu*
2. *Phân loại Tín hiệu*
3. *Một số phép toán trên Tín hiệu*
4. *Một số mô hình Tín hiệu*
5. *Hệ thống và phân loại Hệ thống*
6. ***Mô hình Hệ thống***

Created and edited by: **Nguyen Phuoc Bao Duy**
HCMC University of Technology

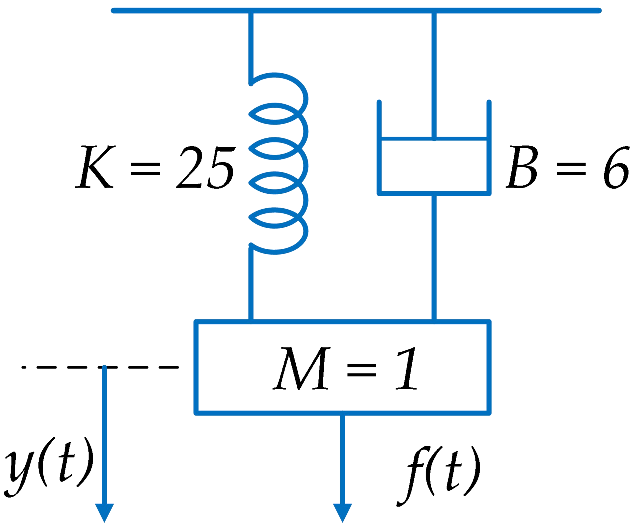
Mô hình hệ thống:

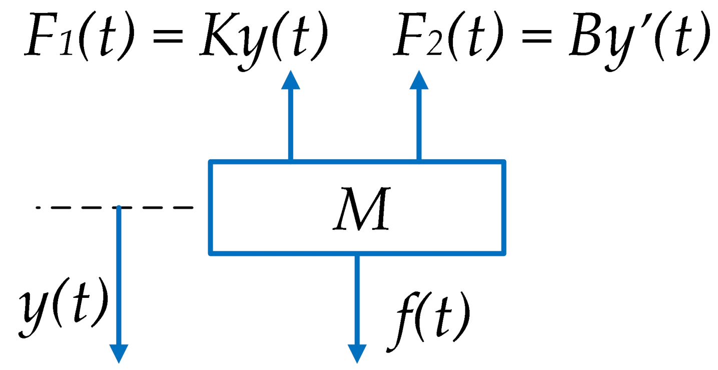
- Để xây dựng mô hình của một hệ thống, chúng ta phải nghiên cứu mối quan hệ giữa các tín hiệu vào ra của hệ thống đó.
- Thông thường một hệ thống được mô tả bởi một phương trình vi phân.

Ví dụ 1.14:



<u>Ví dụ 1.14:</u>





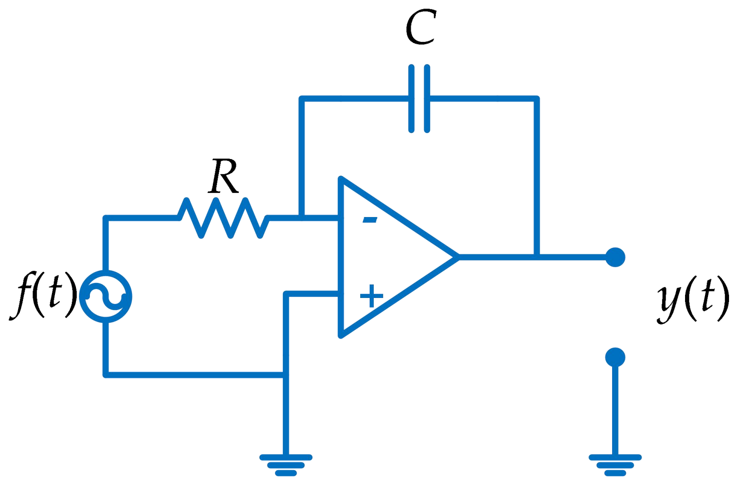
<u>*Đáp án:*</u> dùng định luật Newton:

$$My''(t) = f(t) - F_1(t) - F_2(t)$$

$$\Leftrightarrow My''(t) = f(t) - Ky(t) - By'(t)$$

$$\Leftrightarrow My''(t) + By'(t) + Ky(t) = f(t)$$

Ví dụ 1.15:



Đáp án:

$$y'(t) = -\frac{1}{RC} f(t)$$

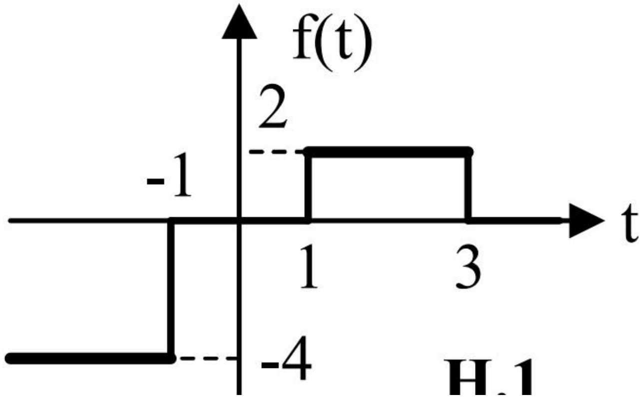
Bài tập

Bài 1: Kiểm tra tính tuyến tính, bất biến, nhân quả và ổn định của các hệ thống sau:

a. $y(t) = \cos[f(t)]$ b. $y(t) = f(1-2t)$ c. $y(t) = \int_{-\infty}^{t/2} f(\tau)d\tau$

d. $y(t) = f(t)\cos(100t)$

Bài 2: Cho hệ thống tuyến tính bất biến có ngõ vào $f(t)$, ngõ ra $y(t)$, biết khi ngõ vào hệ thống bằng $u(-t)$ thì ngõ ra bằng $1 - (1+t)u(t+1) + tu(t)$. Xác định ngõ ra khi ngõ vào là $f(t)$ ở hình bên dưới.



H.1