CBGD: Trần Quang Việt

Liên hệ : Bộ môn CSKTĐ – P.104 nhà B3

Email : tqviethcmut@gmail.com ; tqviet@hcmut.edu.vn

Tài liệu tham khảo

[1] B. P. Lathi, *Signal Processing and Linear Systems*, Berkeley-Cambridge Press, 1998.

[2] A. V. Oppenheim, *Signals and Systems*, Prentice-Hall, 1983.

[3] Phạm Thị Cư, *Lý Thuyết Tín Hiệu*, Nhà xuất bản Đại Học Quốc Gia TP. Hồ Chí Minh, 2005.

Đánh giá:

❶ Bài tập (Quiz, In-Class) : 20%

- Quiz (15-30 phút): chiếm 80%; 5 bài→chọn 4 max→TB
- In-Class : chiếm 20% ; gọi lên bảng →TB

❷ Kiểm tra giữa kỳ (Mid) : 20%

❸ Thi cuối kỳ : 60%

STT	MSSV	Họ lót	Tên	Tổ	Quiz						In-Class			20%	Mid	40%
47	40503545	Lê Quang	Vinh	D201	4.0	2.0	5.0	3.0	7.0		7.0			**5.2**	6.0	**5.5**
48	40500553	Văn Viết	Đài	D201	7.5	5.0	6.0	5.5	6.5		9.0			**6.9**	6.5	**6.5**
49	40702744	Đỗ Như	Tuấn	D201	2.0	5.0	7.0	3.0	4.0		6.0	8.0		**5.2**	6.5	**6.0**
50	40602503	Trương Xuân Vũ	Tiến	D201	5.0	2.0		3.0	3.0		0.0			**2.6**	3.0	**3.0**
51	40600684	Lê Trung	Hiếu	D201		1.0	6.0	5.0						**3.0**	6.5	**5.0**
52	40501038	Mai Trần Gia	Hội	D201		7.0	9.0	7.0	6.0					**7.3**	7.5	**7.5**

404001 - Tín hiệu và hệ thống

Ch-1: Cơ bản về tín hiệu và hệ thống

Lecture-1

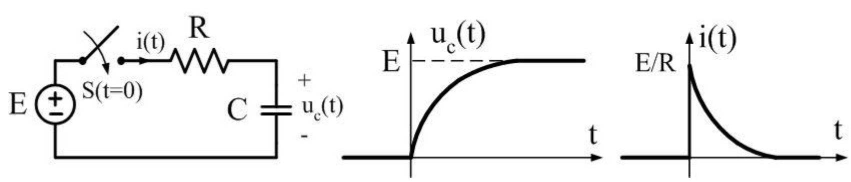
1.1. Cơ bản về tín hiệu

1.1. Cơ bản về tín hiệu

1.1.1. Tín hiệu và ví dụ về tín hiệu
1.1.2. Phân loại tín hiệu
1.1.3. Năng lượng và công suất tín hiệu
1.1.4. Các phép biến đổi thời gian
1.1.5. Các dạng tín hiệu thông dụng

1.1.1. Tín hiệu và ví dụ về tín hiệu

- **Định nghĩa:**
  Tín hiệu là hàm của một hoặc nhiều biến độc lập (thời gian, không gian,…) mang thông tin về hành vi hoặc bản chất của các hiện tượng (vật lý, kinh tế, xã hội,…)
- **Tín hiệu là hàm theo 1 biến thời gian**
  - ***Ví dụ 1***: tín hiệu điện áp $u_c(t)$ và dòng điện i(t) trong mạch RC



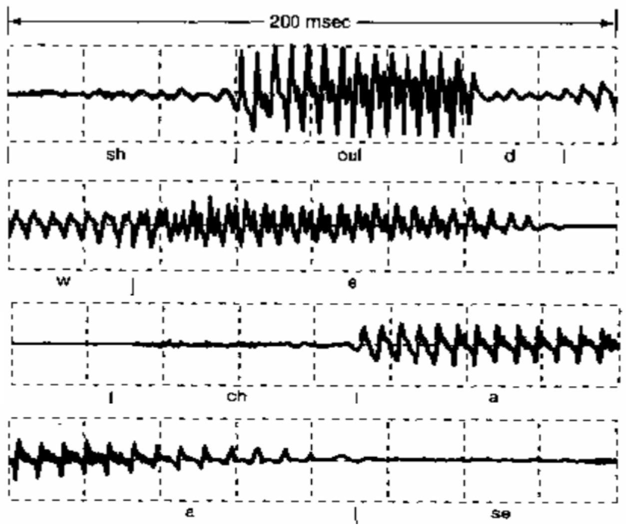
$$u_c(t)=\begin{cases}0; & t<0\\ E(1-e^{-t/RC}); & t\geq 0\end{cases}$$

$$i(t)=\begin{cases}0; & t<0\\ (E/R)e^{-t/RC}; & t\geq 0\end{cases}$$

Signal & Systems - Tran Quang Viet – FEEE, HCMUT – Semester: 02/10-11

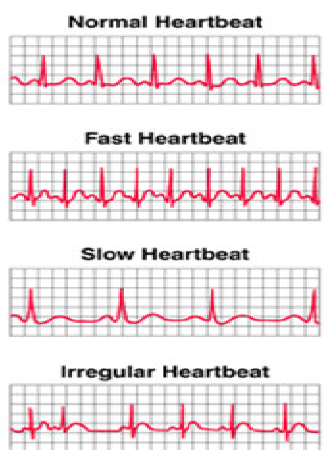
1.1.1. Tín hiệu và ví dụ về tín hiệu

- ***Ví dụ 2***: Tín hiệu thoại ghi lại dưới dạng điện áp u(t)



1.1.1. Tín hiệu và ví dụ về tín hiệu

- ***Ví dụ 3***: Tín hiệu điện tim ghi lại dưới dạng điện áp u(t)



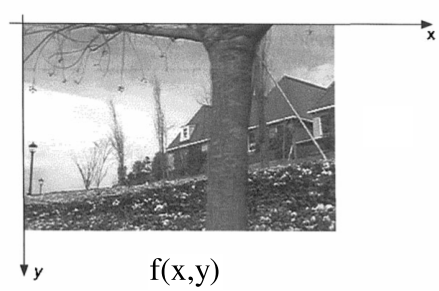
1.1.1. Tín hiệu và ví dụ về tín hiệu

- ***Ví dụ 4***: The weekly Down-Jones stock market index

1.1.1. Tín hiệu và ví dụ về tín hiệu

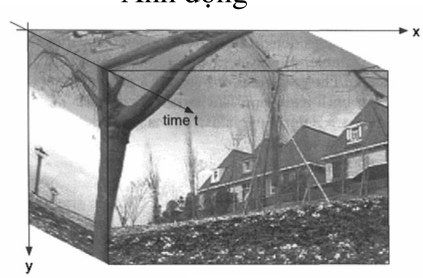
- **Tín hiệu là hàm nhiều biến:**

Ảnh tĩnh



f(x,y)

Ảnh động



f(x,y,t)

Signal & Systems - Tran Quang Viet – FEEE, HCMUT – Semester: 02/10-11

1.1.2. Phân loại tín hiệu

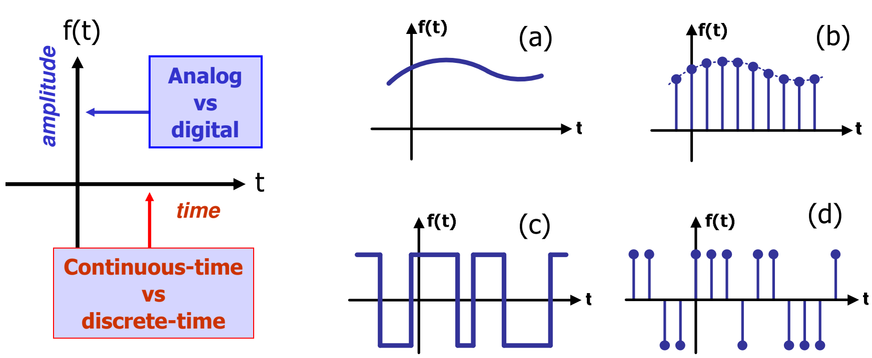
❑ **Có nhiều tiêu chí để phân loại tín hiệu:**

Tín hiệu liên tục	-	Tín hiệu rời rạc
Tín hiệu tương tự	-	Tín hiệu số
Tín hiệu tuần hoàn	-	Tín hiệu không tuần hoàn
Tín hiệu năng lượng	-	Tín hiệu công suất
Tín hiệu xác định	-	Tín hiệu ngẫu nhiên
Tín hiệu nhân quả	-	Tín hiệu không nhân quả
Tín hiệu thực	-	Tín hiệu phức

❑ **Trong đó, cách phân loại tín hiệu liên tục và tín hiệu rời rạc là thông dụng nhất (trong môn học này ta chỉ khảo sát tín hiệu liên tục)**

1.1.2. Phân loại tín hiệu

❑ **Ví dụ:**



1.1.3. Năng lượng và công suất tín hiệu

- Xét tín hiệu điện áp u(t) trên điện trở R:
  - Công suất tức thời trên R: $p(t)=u(t)i(t)=(1/R)u^2(t)$
  - Năng lượng tổn hao trong khoảng thời gian $[t_1 \rightarrow t_2]$:

$$\int_{t_1}^{t_2} p(t)dt = \int_{t_1}^{t_2} \frac{1}{R} u^2(t)dt$$

  - Công suất tổn hao trung bình trong khoảng thời gian $[t_1 \rightarrow t_2]$:

$$\frac{1}{t_2 - t_1}\int_{t_1}^{t_2} p(t)dt = \frac{1}{t_2 - t_1}\int_{t_1}^{t_2} \frac{1}{R} u^2(t)dt$$

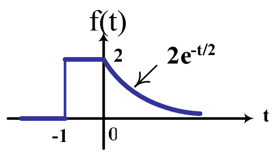
- Nếu R=1Ω → năng lượng & công suất thực tế được xem là năng lượng và công suất của tín hiệu điện áp u(t)
  - Năng lượng tín hiệu trong khoảng $[t_1 \rightarrow t_2]$: $E_u = \int_{t_1}^{t_2} u^2(t)dt$
  - Công suất tín hiệu khoảng thời gian $[t_1 \rightarrow t_2]$: $P_u = \frac{1}{t_2 - t_1}\int_{t_1}^{t_2} u^2(t)dt$

1.1.3. Năng lượng và công suất tín hiệu

- Như vậy năng lượng tín hiệu và công suất tín hiệu không phải là năng lượng và công suất về mặt vật lý (có những tín hiệu không phải là tín hiệu vật lý) mà chỉ đơn thuần là thông số để đánh giá độ lớn của tín hiệu.
- Trên thực tế để xác định độ lớn tín hiệu ta thường xem tổng quát là tín hiệu phức tồn tại trên toàn thang thời gian. Khi đó năng lượng và công suất tín hiệu được viết lại ở dạng tổng quát như sau:
  - Năng lượng: $\boxed{E_f = \int_{-\infty}^{\infty} |f(t)|^2 dt}$
  - Công suất: $\boxed{P_f = \lim_{T\to\infty}\left(\frac{1}{T}\int_{-T/2}^{T/2} |f(t)|^2 dt\right)}$

1.1.3. Năng lượng và công suất tín hiệu

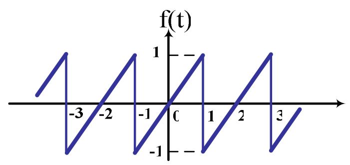
- Ví dụ:



$$E_f = \int_{-1}^{0} 4dt + \int_{0}^{\infty} 4e^{-t} = 8$$

$$P_f = \lim_{T\to\infty} \frac{E_f}{T} = 0$$

$\Rightarrow$ Tín hiệu năng lượng



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

$$P_f = \frac{1}{2}\int_{-1}^{1} |f(t)|^2 dt = \frac{1}{2}\int_{-1}^{1} t^2 dt = \frac{1}{3}$$

$\Rightarrow$ Tín hiệu công suất

1.1.4. Các phép biến đổi thời gian

a) Phép dịch thời gian

b) Phép đảo thời gian

c) Phép tỷ lệ thời gian

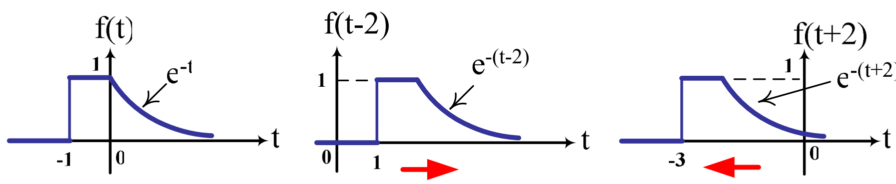
d) Kết hợp các phép biến đổi

Signal & Systems - Tran Quang Viet – FEEE, HCMUT – Semester: 02/10-11

a) Phép dịch thời gian

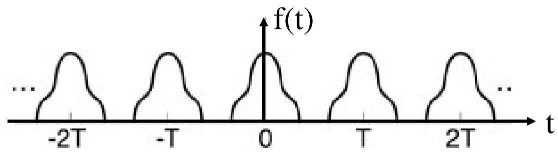
$$\boxed{f(t) \rightarrow \varphi(t)=f(t-T)}$$

- ❑ T>0 → **dịch** sang **phải** (delay)
- ❑ T<0 → **dịch** sang **trái** (advance)
- ❑ Ví dụ 1:



a) Phép dịch thời gian

- ❑ Ví dụ 2: tín hiệu tuần hoàn
  - f(t) là tuần hoàn nếu với T>0 → **f(t) = f(t+T)** với mọi t

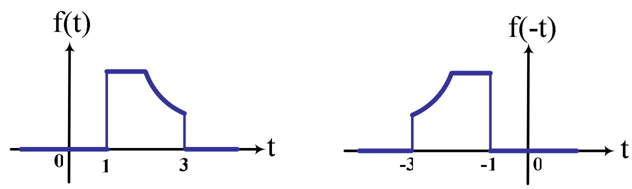


  - Giá trị nhỏ nhất của T được gọi là chu kỳ của f(t)
  - f(t) là tín hiệu không tuần hoàn nếu không tồn tại giá trị của T thỏa tính chất trên

b) Phép đảo thời gian

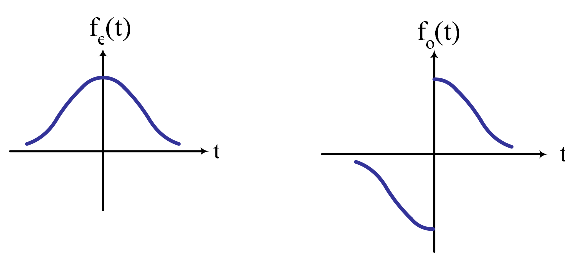
$$\boxed{f(t) \rightarrow \varphi(t)=f(-t)}$$

- Đối xứng f(t) qua trục tung
- Ví dụ 1:



- Ví dụ 2: Tín hiệu chẵn và lẻ
  - Hàm chẵn: **$f_e(-t)=f_e(t)$**; đối xứng qua trục tung
  - Hàm lẻ: **$f_o(-t)=-f_o(t)$**; đối xứng ngược qua trục tung

b) Phép đảo thời gian



- Phân tích tín hiệu thành thành phần chẵn và lẻ

$$f(t)=f_e(t)+f_o(t)$$

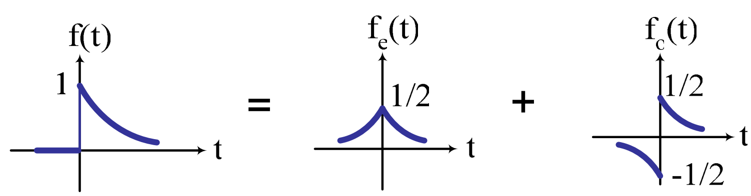
$$\Rightarrow \begin{cases} f_e(t)=\dfrac{1}{2}[f(t)+f(-t)] & \rightarrow \text{Thành phần chẵn} \\ f_o(t)=\dfrac{1}{2}[f(t)-f(-t)] & \rightarrow \text{Thành phần lẻ} \end{cases}$$

Signal & Systems - Tran Quang Viet – FEEE, HCMUT – Semester: 02/10-11

b) Phép đảo thời gian

- Ví dụ 3: $f(t)=\begin{cases} 0; & t<0 \\ e^{-at}; & t \geq 0 \end{cases} (a>0) \; =f_e(t)+f_o(t)$

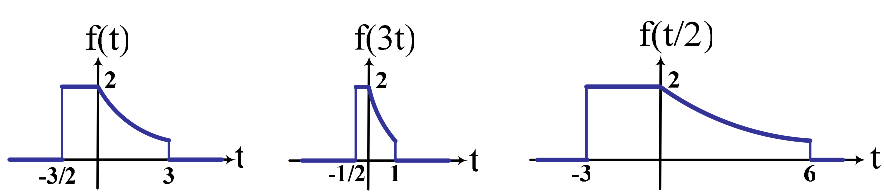
Với: $\begin{cases} f_e(t)=\begin{cases} \frac{1}{2}e^{at}; & t<0 \\ \frac{1}{2}e^{-at}; & t>0 \end{cases} \\ f_o(t)=\begin{cases} -\frac{1}{2}e^{at}; & t<0 \\ \frac{1}{2}e^{-at}; & t>0 \end{cases} \end{cases}$



c) Phép tỷ lệ thời gian

$$\boxed{f(t) \rightarrow \varphi(t)=f(at); \;\; a>0}$$

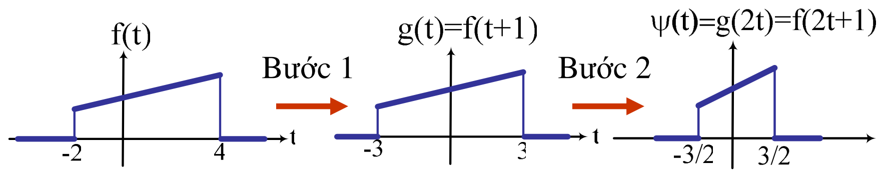
- a>1 : co thời gian bởi một hệ số là a
- 0<a<1 : dãn thời gian bởi hệ số 1/a
- Ví dụ:



d) Kết hợp các phép biến đổi

$$\boxed{f(t) \rightarrow \varphi(t)=f(at-b); a \neq 0}$$

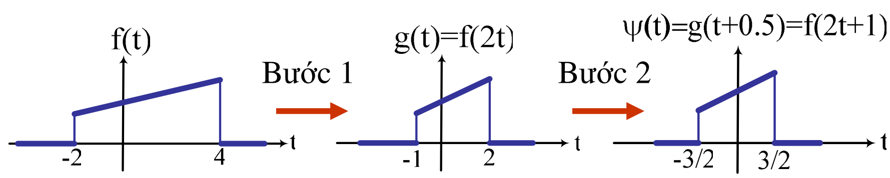
- **Trường hợp a>0:**
  - *Phương pháp 1:*
    - Bước 1: Phép dịch thời gian g(t)=f(t-b)
    - Bước 2: Phép tỷ lệ φ(t)=g(at)
    - Ví dụ: φ(t)=f(2t+1)



d) Kết hợp các phép biến đổi

$$\boxed{f(t) \rightarrow \varphi(t)=f(at-b); a \neq 0}$$

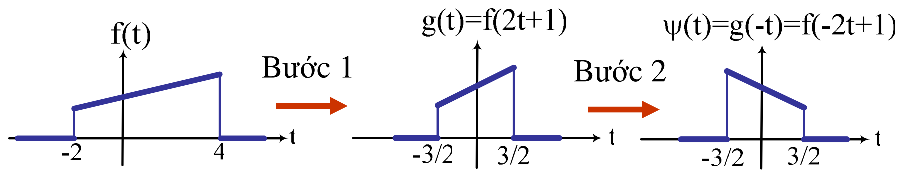
- **Trường hợp a>0:**
  - *Phương pháp 2:*
    - Bước 1: Phép tỷ lệ g(t)=f(at)
    - Bước 2: Phép dịch thời gian φ(t)=g(t-b/a)
    - Ví dụ: φ(t)=f(2t+1)



d) Kết hợp các phép biến đổi

$$\boxed{f(t) \longrightarrow \varphi(t)=f(at-b);a \neq 0}$$

- **Trường hợp a<0:**
  - Bước 1: Xác định g(t)=f(|a|t-b)
  - Bước 2: Dùng phép đảo thời gian φ(t)=g(-t)
  - Ví dụ: φ(t)=f(-2t+1)



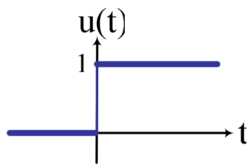
1.1.5. Các tín hiệu thông dụng

a) Hàm bước đơn vị u(t)

b) Xung đơn vị δ(t)

c) Hàm mũ

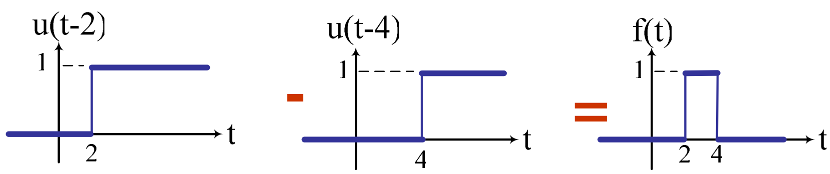
a) Hàm bước đơn vị u(t)



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

- u(t) thông dụng trong việc mô tả một tín hiệu với nhiều mô tả khác nhau trong các khoảng thời gian khác nhau
- Ví dụ 1:

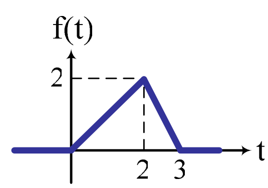
$$f(t)=\begin{cases}1; & 2<t<4\\ 0; & t<2 \text{ or } t>4\end{cases} \;\Rightarrow\; f(t)=u(t-2)-u(t-4)$$



a) Hàm bước đơn vị u(t)

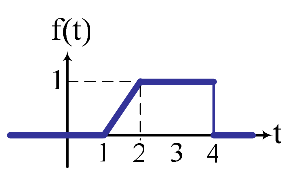
- Ví dụ 2:

$$f(t)=\begin{cases}t; & 0<t<2\\ -2(t-3); & 2<t<3\\ 0; & t<0 \text{ or } t>3\end{cases}$$



$$\Rightarrow f(t)=t[u(t)-u(t-2)]-2(t-3)[u(t-2)-u(t-3)]$$

- Ví dụ 3:

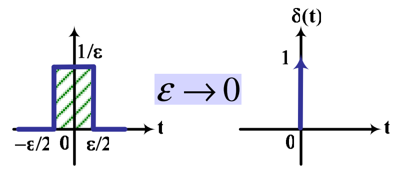


$$\Rightarrow f(t)=(t-1)[u(t-1)-u(t-2)]+[u(t-2)-u(t-4)]$$

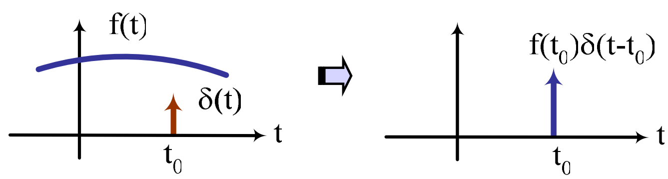
$$\Leftrightarrow f(t)=(t-1)u(t-1)-(t-2)u(t-2)-u(t-4)$$

b) Xung đơn vị δ(t)

- Định nghĩa : $\begin{cases} \delta(t)=0;\ t\neq 0 \\ \int_{-\infty}^{\infty}\delta(t)dt=1 \end{cases}$



- Tính chất 1: Nếu f(t) liên tục tại t_0 thì: $f(t)\delta(t-t_0)=f(t_0)\delta(t-t_0)$



Ví dụ: $\dfrac{\omega^2+1}{\omega^2+9}\delta(\omega-1)=\dfrac{1}{5}\delta(\omega-1)$

b) Xung đơn vị δ(t)

- Tính chất 2: $\int_{-\infty}^{\infty} f(t)\delta(t-t_0)dt=f(t_0)$

Ví dụ: $\int_{-\infty}^{\infty}\sin\left(\dfrac{\pi t}{4}\right)\delta(t-2)dt=\sin\left(\dfrac{\pi t}{4}\right)\Big|_{t=2}=1$

- Tính chất 3:

$$\int_{-\infty}^{\infty}\frac{du(t)}{dt}f(t)dt=u(t)f(t)\Big|_{-\infty}^{\infty}-\int_{-\infty}^{\infty}u(t)f'(t)dt$$

$$=f(\infty)-\int_{0}^{\infty}f'(t)dt\ =f(\infty)-f(t)\Big|_{0}^{\infty}=f(0)=\int_{-\infty}^{\infty}f(t)\delta(t)dt$$

$$\Rightarrow \boxed{\delta(t)=\frac{du(t)}{dt}} \Rightarrow \boxed{\int_{-\infty}^{t}\delta(\tau)d\tau=u(t)}$$

c) Hàm mũ

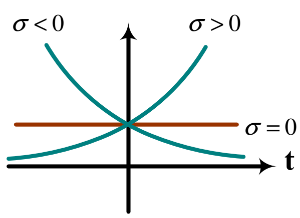
- s=σ+jω : Tần số phức

$$e^{st}=e^{\sigma t}(\cos\omega t+j\sin\omega t)$$

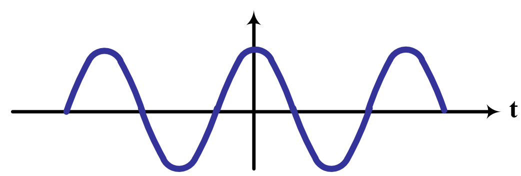
$$e^{s^*t}=e^{\sigma t}(\cos\omega t-j\sin\omega t)$$

- Ví dụ: $\mathrm{Re}\{e^{st}\}=e^{\sigma t}\cos\omega t=\frac{1}{2}(e^{st}+e^{s^*t})$

$a)\ \omega=0$

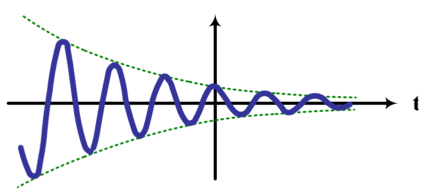


$b)\ \sigma=0$

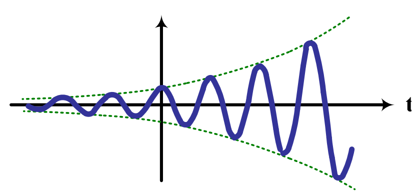


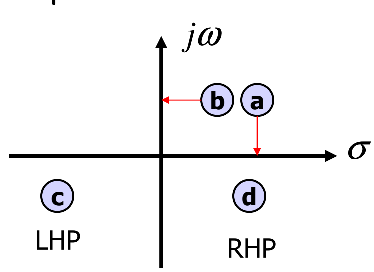
c) Hàm mũ

$c)\ \sigma<0;\omega\neq 0$



$d)\ \sigma>0;\omega\neq 0$

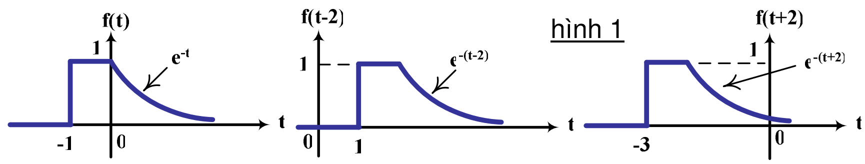




Vị trí của biến phức s=σ+jω trong các ví dụ a, b, c, và d

Bài tập

Bài 1: Tính năng lượng của các tín hiệu như hình 1



Bài 2: Hãy vẽ các hàm f(-2t), f(2t+1), f(-2t-3), sau đó viết hàm mô tả của chúng; với f(t) được cho như hình vẽ dưới đây