

Chương 1: Khái quát về tín hiệu và hệ thống

Trần Văn Hưng

Bộ môn: Kỹ thuật điện tử (P502-A6)

Email: hungtv_ktdt@utc.edu.vn

Nội dung

- 1.1 Một số định nghĩa
- 1.2 Tín hiệu và phân loại tín hiệu
- 1.3 Năng lượng và công suất tín hiệu
- 1.4 Một số dạng tín hiệu cơ bản
- 1.5 Quá trình rời rạc hóa tín hiệu
- 1.6 Các phép toán cơ bản trên tín hiệu
- 1.7 Khái quát về hệ thống

Nội dung

1.1 Một số định nghĩa

- 1.2 Tín hiệu và phân loại tín hiệu
- 1.3 Năng lượng và công suất tín hiệu
- 1.4 Một số dạng tín hiệu cơ bản
- 1.5 Quá trình rời rạc hóa tín hiệu
- 1.6 Các phép toán cơ bản trên tín hiệu
- 1.7 Khái quát về hệ thống

1.1 Một số định nghĩa

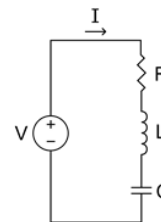
❖ Định nghĩa về tín hiệu và hệ thống

Mạch điện là hệ thống (**system**)

Các điện trở, tụ điện, cuộn dây tạo nên hệ thống được gọi là thành phần của hệ thống (**system component**).

Điện áp và dòng điện biến thiên theo thời gian trong mạch gọi là tín hiệu (**signal**).

Xét mô hình sau



- **Hệ thống** là tập hợp các đối tượng vật lý có quan hệ nào đó với nhau. Các đối tượng vật lý đó được gọi là **các thành phần** của HT.
- **Tín hiệu** là các đại lượng vật lý biến thiên có trong HT. Tùy vị trí của tín hiệu trong HT, có: **tín hiệu vào, tín hiệu trung gian hay tín hiệu nội bộ và tín hiệu ra**.
- Để phân tích về TH&HT cần phải mô hình hóa hệ thống, thường sử dụng mô hình toán học để biểu diễn. Từ mô hình toán cho phép phân tích TH&HT một cách định lượng, từ đó có thể so sánh và đánh giá HT.

1.1 Một số định nghĩa

Ví dụ: Hệ thống chiếu sáng hành lang toà nhà gồm 03 bóng điện được mắc song song với nhau

Mô hình tín hiệu vào điện áp:

$$u(t) = 220\sqrt{2} \cos(2\pi \cdot 50t) \text{ (V)}$$

Mô hình của một thành phần HT (bóng đèn):

$$i(t) = \frac{u(t)}{R}$$

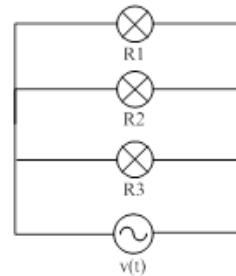
Mô hình toán của tín hiệu ra:

$$i_a(t) = \frac{u(t)}{R_1} + \frac{u(t)}{R_2} + \frac{u(t)}{R_3} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) u(t)$$

Giả sử các điện trở là: $R_1 = R_2 = R_3 = 100\Omega$ thì:

$$i_a(t) = 9.33 \cos(2\pi \cdot 50t) \text{ (A)}$$

Mô hình này chỉ ra dạng sóng của dòng yêu cầu bởi hệ thống là dạng sin với biên độ là 9.33A.



Nội dung

1.1 Một số định nghĩa

1.2 Tín hiệu và phân loại tín hiệu

1.3 Năng lượng và công suất tín hiệu

1.4 Một số dạng tín hiệu cơ bản

1.5 Quá trình rời rạc hóa tín hiệu

1.6 Các phép toán cơ bản trên tín hiệu

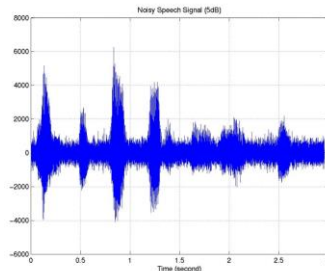
1.7 Khái quát về hệ thống

1.2 Tín hiệu và phân loại tín hiệu

❖ **Tín hiệu:** là biểu diễn vật lý của thông tin

Ví dụ:

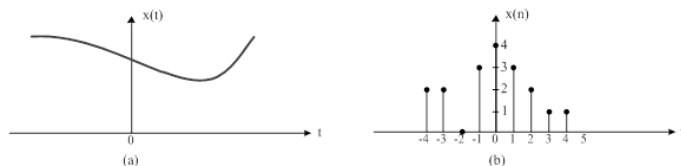
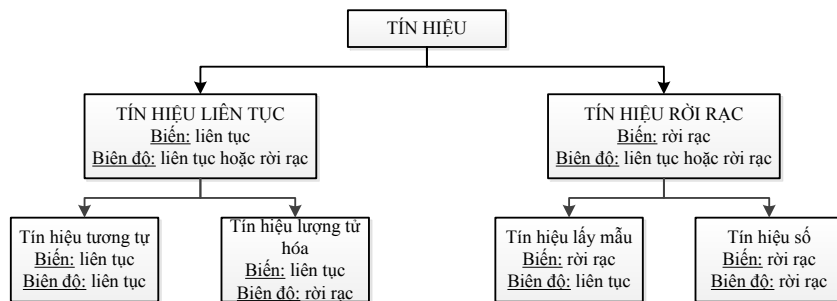
- Tín hiệu nhìn thấy là các sóng ánh sáng mang thông tin đến mắt
- Tín hiệu nghe thấy là các sự biến đổi của áp suất không khí truyền thông tin đến tai
- Tín hiệu $x(t) = 20t^2$ là tín hiệu biến thiên theo thời gian
- Tín hiệu $s(x,y) = 3x+5xy+y^2$ biểu diễn tọa độ trong mặt phẳng
- Tín hiệu tiếng nói:



1.2 Tín hiệu và phân loại tín hiệu

❖ **Phân loại tín hiệu:** Có 2 cách phổ biến

➤ Căn cứ vào **biên độ** và **biến độc lập** của tín hiệu



Tín hiệu liên tục (a) và tín hiệu rời rạc (b)

1.2 Tín hiệu và phân loại tín hiệu

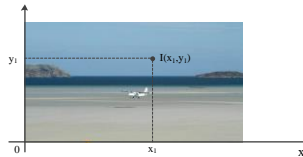
❖ **Phân loại tín hiệu:** Có 2 cách phổ biến

➤ **Căn cứ và các đặc điểm của tín hiệu**

1) Tín hiệu nhiều hướng và tín hiệu nhiều kênh

- ✓ Tín hiệu có thể được mô tả là hàm theo **một** hoặc **nhiều** biến độc lập. Nếu tín hiệu là hàm theo **một biến**, ta gọi đó là các **tín hiệu một hướng** (one-dimension signal), như tín hiệu điện áp, tiếng nói, ECG, EEG. Ngược lại ta gọi là tín **hiệu nhiều hướng** (multi-dimension signal)

VD1: Tín hiệu hình ảnh màu (2 hướng, 3 kênh)



Độ sáng $I(x_1, y_1)$ ở mỗi một điểm là hàm theo 2 biến không gian độc lập, độ sáng này lại phụ thuộc vào độ sáng của 3 màu cơ bản Red, Green và Blue

VD2: Tín hiệu ảnh TV màu là tín hiệu 3 hướng - 3 kênh:
$$I(x, y, t) = \begin{bmatrix} I_r(x, y, t) \\ I_g(x, y, t) \\ I_b(x, y, t) \end{bmatrix}$$

- Trong môn học này, ta tập trung xét tín hiệu **một hướng, một kênh, biến là biến thời gian** (mặc dù thực tế không phải lúc nào biến cũng là biến thời gian).

1.2 Tín hiệu và phân loại tín hiệu

❖ **Phân loại tín hiệu:** Có 2 cách phổ biến

➤ **Căn cứ và các đặc điểm của tín hiệu**

2) Tín hiệu xác định và tín hiệu ngẫu nhiên

- ✓ **Tín hiệu xác định:** có duy nhất 1 cách biểu diễn toán học rõ ràng: phương trình, đồ thị, bảng dữ liệu
- ✓ **Tín hiệu ngẫu nhiên:** không biểu diễn chính xác được bằng 1 công thức toán học, không đoán trước được sự biến thiên của các tín hiệu, ví dụ nhiễu

3) Tín hiệu thực và tín hiệu phức

Tín $x(t)$ có dạng tổng quát như sau :

$$x(t) = x_1(t) + j x_2(t)$$

$x(t)$ được gọi là thực nếu giá trị của nó là số thực

$x(t)$ là tín hiệu phức nếu giá trị của nó là số phức

1.2 Tín hiệu và phân loại tín hiệu

❖ **Phân loại tín hiệu:** Có 2 cách phổ biến

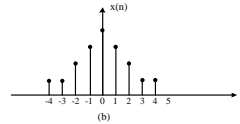
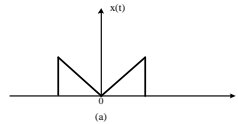
➤ Căn cứ và các đặc điểm của tín hiệu

4) Tín hiệu chẵn và tín hiệu lẻ

Tín hiệu chẵn (Even)

$$x(-t) = x(t)$$

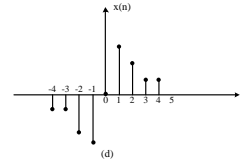
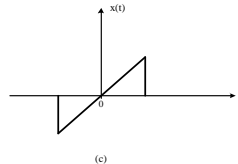
$$x(-n) = x(n)$$



Tín hiệu lẻ (Odd)

$$x(-t) = -x(t)$$

$$x(-n) = -x(n)$$



$$x(t) = x_e(t) + x_o(t)$$

$$x_e(t) = \frac{1}{2} [x(t) + x(-t)] = x_e(-t)$$

$$x_o(t) = \frac{1}{2} [x(t) - x(-t)] = -x_o(-t)$$

$$x(n) = x_e(n) + x_o(n)$$

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

$$x_o(n) = \frac{1}{2} [x(n) - x(-n)]$$

1.2 Tín hiệu và phân loại tín hiệu

❖ **Phân loại tín hiệu:** Có 2 cách phổ biến

➤ Căn cứ và các đặc điểm của tín hiệu

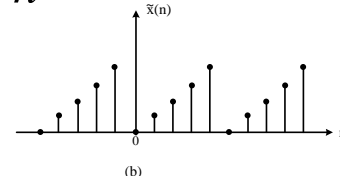
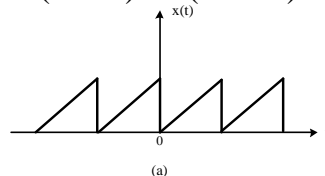
5) Tín hiệu tuần hoàn và không tuần hoàn

$$x(t+T_0) = x(t) \quad \forall t$$

Chu kỳ

$$x(n) = x(n+N) = x(n+kN) \quad \forall n$$

Chu kỳ



✓ **Dãy có chiều dài hữu hạn:** Một dãy tín hiệu rời rạc $x(n)$ được coi là có chiều dài hữu hạn nếu dãy được xác định với số hữu hạn N mẫu (có N điểm trên trục hoành). Khi đó N được gọi là chiều dài dãy. Ký hiệu: $L[x(n)] = N$

6) Tín hiệu đơn hàm và đa hàm

$$x(t) = t^2 - 1$$

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

$$x(t) = e^{-|t|} = \begin{cases} e^{-t} & t \geq 0 \\ e^t & t < 0 \end{cases} \quad x(t) = \begin{cases} 1 - \frac{n}{4} & 0 \leq n \leq 4 \\ 0 & n \neq \end{cases}$$

Nội dung

1.1 Một số định nghĩa

1.2 Tín hiệu và phân loại tín hiệu

1.3 Năng lượng và công suất tín hiệu

1.4 Một số dạng tín hiệu cơ bản

1.5 Quá trình rời rạc hóa tín hiệu

1.6 Các phép toán cơ bản trên tín hiệu

1.7 Khái quát về hệ thống

1.3 Năng lượng và công suất tín hiệu

Năng lượng tín hiệu:

$$E_x = \lim_{T \rightarrow \infty} \int_{-T}^T |x(t)|^2 dt \qquad E_x = \sum_{n=-\infty}^{\infty} |x(n)|^2$$

Dãy năng lượng: dãy có năng lượng hữu hạn

Công suất tín hiệu:

$$P_x = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^T |x(t)|^2 dt \qquad P_x = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{2N+1} \sum_{n=-N}^N |x(n)|^2$$

Dãy công suất: dãy có công suất hữu hạn

Ví dụ: Tính năng lượng và công suất của các tín hiệu sau

$$x(t) = \begin{cases} e^{-3t} & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases} \qquad x(n) = \begin{cases} 1 & 0 \leq n \leq M-1 \\ 0 & n \neq \end{cases}$$

Nội dung

1.1 Một số định nghĩa

1.2 Tín hiệu và phân loại tín hiệu

1.3 Năng lượng và công suất tín hiệu

1.4 Một số dạng tín hiệu cơ bản

1.5 Quá trình rời rạc hóa tín hiệu

1.6 Các phép toán cơ bản trên tín hiệu

1.7 Khái quát về hệ thống

1.4.1 Cách biểu diễn tín hiệu

3 phương
pháp biểu
diễn

- Biểu thức toán học
 - Biểu diễn bằng đồ thị
 - Biểu diễn bằng dãy số
- } $x(t)$ và $x(n)$
- $x(n)$

Biểu diễn bằng biểu thức toán học:

$$x(t) = \begin{cases} f_1(t) & \text{Khoảng giá trị 1 của } t \\ f_2(t) & \text{Khoảng giá trị 2 của } t \end{cases}$$

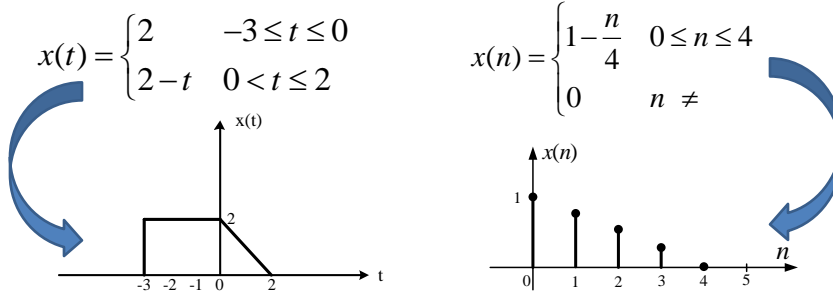
$$x(n) = \begin{cases} \text{Biểu thức toán} & N_1 \leq n \leq N_2 \\ 0 & n \text{ còn lại} \end{cases}$$

$$x(t) = \begin{cases} 2 & -3 \leq t \leq 0 \\ 2-t & 0 < t \leq 2 \end{cases} \quad x(n) = \begin{cases} 1 - \frac{n}{4} & 0 \leq n \leq 4 \\ 0 & n \neq \end{cases}$$

1.4.1 Cách biểu diễn tín hiệu

Biểu diễn bằng đồ thị:

Ưu điểm: biểu diễn trực quan tín hiệu



Biểu diễn bằng dãy số:

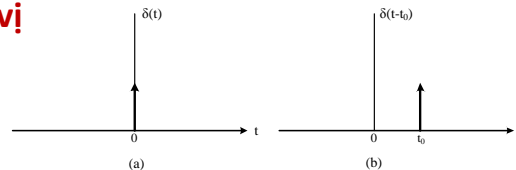
Dùng cho tín hiệu rời rạc: $x(n) = \{\dots, x(n-1), x(n), x(n+1), \dots\}$

Để chỉ ra vị trí của $x(n)$ ta dùng ký hiệu: \vec{n} hay $\underset{\uparrow}{n}$

1.4.2 Một số tín hiệu liên tục cơ bản

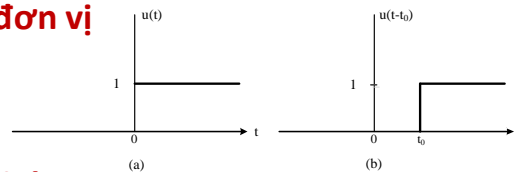
1) Tín hiệu xung đơn vị

$$\delta(t) = \begin{cases} \infty & t = 0 \\ 0 & t \neq 0 \end{cases}$$



2) Tín hiệu nhảy bậc đơn vị

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

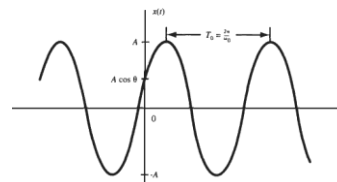


3) Tín hiệu hàm mũ phức

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

4) Tín hiệu hình sin

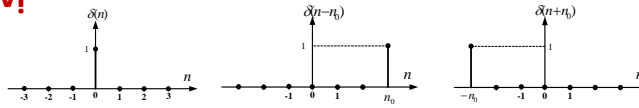
$$x(t) = A \cos(\omega_0 t + \theta)$$



1.4.2 Một số tín hiệu rời rạc cơ bản

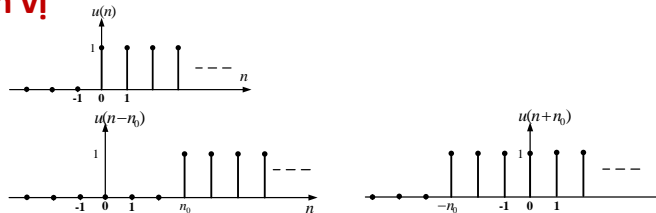
1) Dãy xung đơn vị

$$\delta(n) = \begin{cases} 1 & n = 0 \\ 0 & n \neq 0 \end{cases}$$



2) Dãy nháy đơn vị

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



2) Dãy chữ nhật

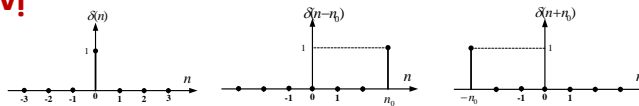
$$rect_N(n) = \begin{cases} 1 & 0 \leq n \leq N-1 \\ 0 & n \neq \end{cases}$$



1.4.2 Một số tín hiệu rời rạc cơ bản

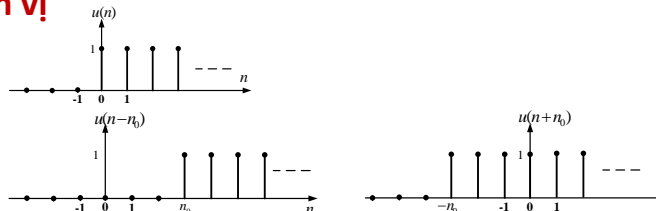
1) Dãy xung đơn vị

$$\delta(n) = \begin{cases} 1 & n = 0 \\ 0 & n \neq 0 \end{cases}$$



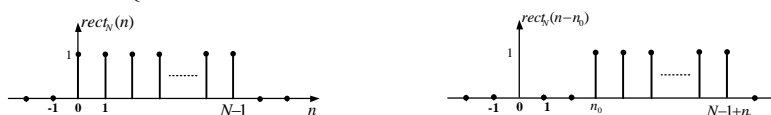
2) Dãy nháy đơn vị

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



3) Dãy chữ nhật

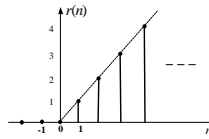
$$rect_N(n) = \begin{cases} 1 & 0 \leq n \leq N-1 \\ 0 & n \neq \end{cases}$$



1.4.2 Một số tín hiệu rời rạc cơ bản

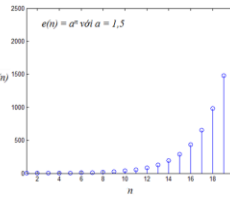
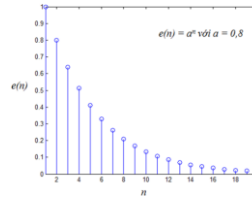
4) Dãy dốc đơn vị

$$r(n) = \begin{cases} n & n \geq 0 \\ 0 & n < 0 \end{cases}$$



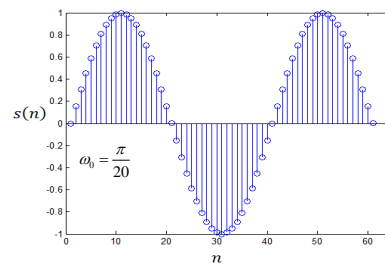
5) Dãy hàm mũ thực

$$e(n) = \begin{cases} a^n & n \geq 0 \\ 0 & n < 0 \end{cases}$$



6) Dãy Sin

$$s(n) = \sin(\omega_0 n)$$



7) Dãy mũ phức

$$x(n) = \exp[(\delta + j\omega)n] = e^{(\delta + j\omega)n}$$

$$x(n) = e^{\delta n} [\cos(\omega n) + j \sin(\omega n)]$$

Nội dung

1.1 Một số định nghĩa

1.2 Tín hiệu và phân loại tín hiệu

1.3 Năng lượng và công suất tín hiệu

1.4 Một số dạng tín hiệu cơ bản

1.5 Quá trình rời rạc hóa tín hiệu

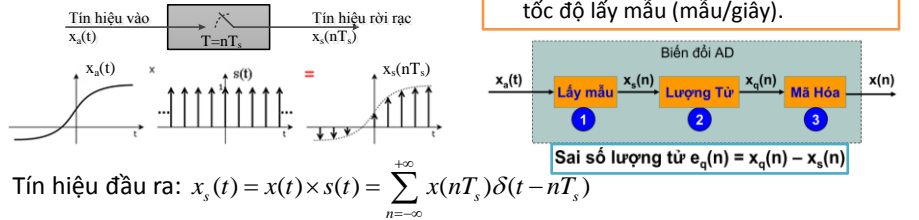
1.6 Các phép toán cơ bản trên tín hiệu

1.7 Khái quát về hệ thống

1.5 Quá trình rời rạc hóa tín hiệu

1) Nguyên lý lấy mẫu tín hiệu

- T_s : là chu kỳ lấy mẫu (sec).
- $F_s = 1/T_s$: là tần số lấy mẫu (Hz) hay tốc độ lấy mẫu (mẫu/giây).

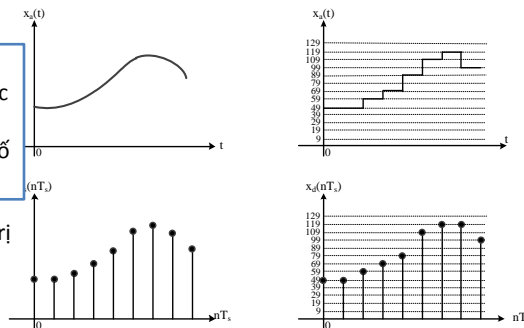


2) Định lý lấy mẫu

Một tín hiệu tương tự có bề rộng phổ hữu hạn trong khoảng $[-F_a, +F_a]$ được xác định một cách hoàn toàn chính xác bởi tập hợp các mẫu $x(nT_s)$ của nó nếu tần số lấy mẫu thỏa mãn điều kiện $F_s \geq 2F_a$.

Tần số Nyquist: Tần số lấy mẫu lấy giá trị $2F_a$ được gọi là tần số Nyquist.

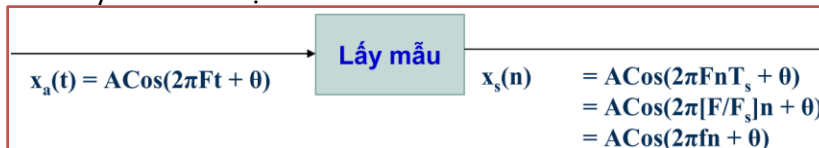
$$F_{sNy} = 2F_a = 2F_M$$



1.5 Quá trình rời rạc hóa tín hiệu

Lấy mẫu tín hiệu

- ❖ Lựa chọn tần số lấy mẫu F_s là vấn đề quan trọng:
 - F_s phải đủ lớn để biểu diễn đầy đủ tính chất của tín hiệu; đảm bảo khôi phục lại tín hiệu ban đầu.
 - F_s quá lớn dẫn tới yêu cầu cao về phần cứng, tốn dung lượng bộ nhớ, ...
- ❖ Tần số lấy mẫu phải được chọn lớn hơn ít nhất là hai lần tần số tín hiệu cực đại, tức là $F_s \geq 2F_M$.
- ❖ Xét lấy mẫu tín hiệu cơ bản:



- ❖ Quan hệ giữa tần số F_a của tín hiệu tương tự và tần số f của tín hiệu rời rạc: $f = F_a/F_s$. Ràng buộc: $-1/2 < f < 1/2$

1.5 Quá trình rời rạc hóa tín hiệu

Giới hạn trên của F_s : ❖ Giả sử:

- T_p : Thời gian để xử lý mỗi mẫu dữ liệu (tùy thuộc vào phần cứng)
- $f_p = 1/T_p$: Tốc độ xử lý mỗi mẫu

❖ Để các mẫu không chồng lên nhau thì: $F_s \leq f_p$

Giá trị của F_s : $2F_M \leq F_s \leq f_p$

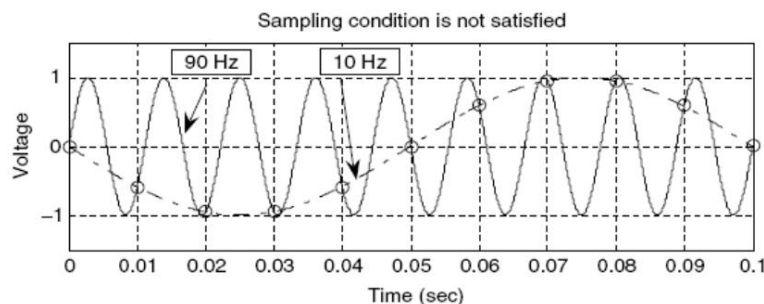
Tốc độ lấy mẫu đặc trưng của một vài ứng dụng:

Lĩnh vực	f_M	f_s
Thoại	4 KHz	8 KHz
Audio	20 KHz	40 KHz
Video	4 Mhz	8 Mhz

1.5 Quá trình rời rạc hóa tín hiệu

- Hiện tượng Alias (Chồng lấn phổ)
 - Xảy ra khi định lý lấy mẫu Nyquist không thỏa mãn, tức là: $F_s < 2F_M$
 - Các tín hiệu có tần số khác nhau được biểu diễn bởi các mẫu như nhau, do đó không phân biệt được

Ví dụ: Hai tín hiệu có tần số lần lượt là: 10 Hz và 90Hz được lấy mẫu ở tốc độ $f_s = 100$ Hz sẽ cho tập mẫu như nhau.

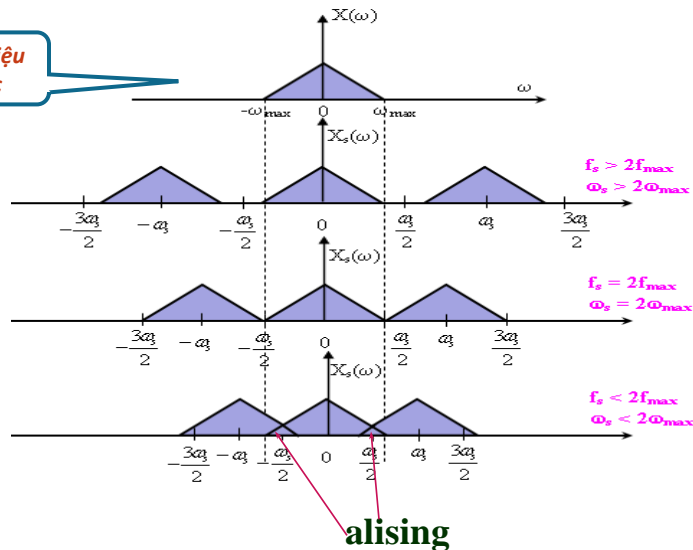


1.5 Quá trình rời rạc hóa tín hiệu

- Hiện tượng Alias (Chồng lấn phổ):

Phổ tín hiệu liên tục

Phổ tín hiệu rời rạc



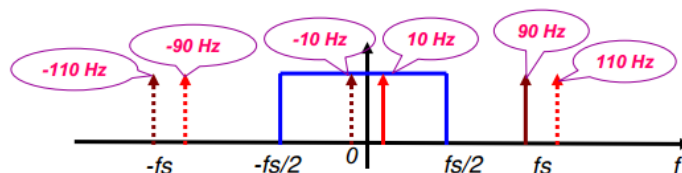
1.5 Quá trình rời rạc hóa tín hiệu

- Ảnh hưởng của hiện tượng alias được thể hiện khi khôi phục.
 - Giả sử bộ khôi phục là bộ lọc thông thấp lý tưởng, tần số cắt $f_c = f_s/2$.
- Khi đó, tần số khôi phục:

$$f_a = f \bmod f_s = f \pm m f_s; m=0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad (*)$$

(chọn m sao cho thành phần tần số nằm trong khoảng Nyquist: $[-f_s/2; f_s/2]$)

Ví dụ: Hai tín hiệu có tần số lần lượt là $f_1 = 10 \text{ Hz}$ và $f_2 = 90 \text{ Hz}$ được lấy mẫu ở tốc độ $f_s = 100 \text{ Hz}$ sẽ có phổ như sau. Sau khi khôi phục, ta thu được hai thành phần tần số: 10 Hz và -10 Hz .



Kết quả có được dùng công thức (*), như sau:

$$f_{1a} = f_1 \bmod f_s = 10 \bmod 100 = 10 - 0 \times 100 = 10 \text{ Hz}$$

$$f_{1a} = f_2 \bmod f_s = 90 \bmod 100 = 90 - 1 \times 100 = -10 \text{ Hz}$$

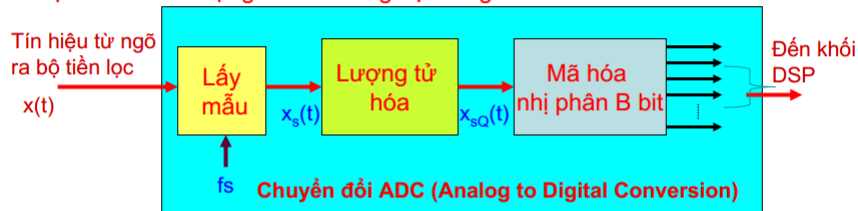
Quá trình lấy mẫu và phục hồi tín hiệu được phân tích kỹ hơn trong các phần sau (biến đổi Fourier)

1.5 Quá trình rời rạc hóa tín hiệu

❖ Quá trình lượng tử hóa:

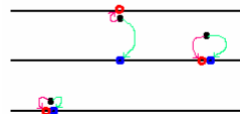
➤ quá trình xấp xỉ giá trị các mẫu rời rạc → chuyển một tập các mẫu rời rạc có số giá trị rất lớn thành một tập có số giá trị ít hơn.

❖ Vị trí của khối lượng tử hóa trong hệ thống:



❖ Hai kiểu lượng tử hóa:

- Kiểu làm tròn (rounding)
- Kiểu cắt bớt (truncation)



1.5 Quá trình rời rạc hóa tín hiệu

❖ Mã hóa

- Là phép gán một con số cho mỗi mức lượng tử
- Nếu mỗi mức biểu diễn bởi b bit nhị phân thì:
 $2^b \geq L$

Hay: $b \geq \text{ceil}(\log_2 L)$

ceil: hàm lấy số nguyên cận trên (matlab)

Ví dụ: $L=100$ thì $b \geq 7$

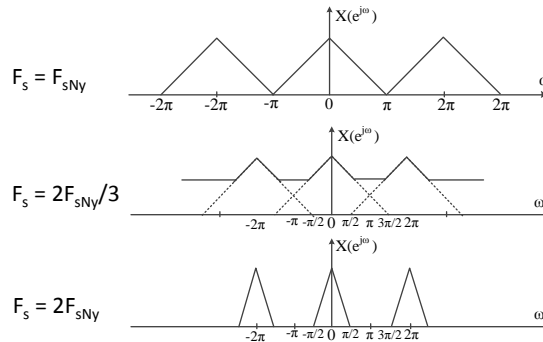
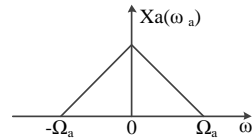
$L=256$ thì $b \geq 8$

1.5 Quá trình rời rạc hóa tín hiệu

Ví dụ 1:

Cho tín hiệu tương tự có phổ như sau:
Hãy vẽ phổ của các tín hiệu lấy mẫu khi:

a) $F_s = F_{sNy}$ b) $F_s = 2F_{sNy}/3$ c) $F_s = 2F_{sNy}$



Ví dụ 2: Cho tín hiệu tương tự

$x_a(t) = 3\cos 50\pi t + 10\sin 300\pi t + 30\cos 100\pi t$. Hãy xác định tốc độ lấy mẫu Nyquist đối với tín hiệu này?

$$\begin{aligned} F_1 &= 25\text{Hz}, F_2=150\text{ Hz}, F_3 =50\text{Hz} \\ F_{\max} &= 150\text{Hz} \\ F_s &\geq 2F_{\max} = 300\text{ Hz} \\ F_{sNy} &= 2F_{\max} = 300\text{Hz} \end{aligned}$$

Nội dung

1.1 Một số định nghĩa

1.2 Tín hiệu và phân loại tín hiệu

1.3 Năng lượng và công suất tín hiệu

1.4 Một số dạng tín hiệu cơ bản

1.5 Quá trình rời rạc hóa tín hiệu

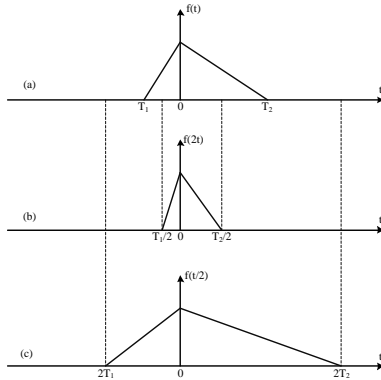
1.6 Các phép toán cơ bản trên tín hiệu

1.7 Khái quát về hệ thống

1.6.1 Các phép toán trên tín hiệu liên tục

a) Phép tỉ lệ theo thời gian

- Thay đổi thang thời gian hoặc nén, giãn tín hiệu theo trục thời gian



Tín hiệu $x(bt)$ là một phiên bản nén thời gian của $x(t)$ nếu $b > 1$ và là phiên bản giãn thời gian của $x(t)$ nếu $b < 1$.

❖ Ví dụ:

$$f(t) = \begin{cases} 2 & -1.5 \leq t < 0 \\ 2e^{-t/2} & 0 \leq t < 3 \\ 0 & t \neq \end{cases}$$

Hãy biểu diễn tín hiệu khi nén theo thời gian với tỉ lệ 3 và giãn tín hiệu theo tỉ lệ 2

- Nén theo thời gian với tỉ lệ 3

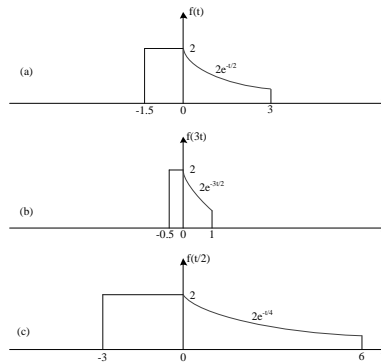
$$f_1(t) = f(3t) = \begin{cases} 2 & -1.5 \leq 3t < 0 \text{ hay } -0.5 \leq t < 0 \\ 2e^{-3t/2} & 0 \leq 3t < 3 \text{ hay } 0 \leq t < 1 \\ 0 & t \neq \end{cases}$$

- Giãn tín hiệu theo tỉ lệ 2

$$f_2(t) = f\left(\frac{t}{2}\right) = \begin{cases} 2 & -1.5 \leq \frac{t}{2} < 0 \text{ hay } -3 \leq t < 0 \\ 2e^{-t/4} & 0 \leq \frac{t}{2} < 3 \text{ hay } 0 \leq t < 6 \\ 0 & t \neq \end{cases}$$

1.6.1 Các phép toán trên tín hiệu liên tục

a) Phép tỉ lệ theo thời gian



$$f(t) = \begin{cases} 2 & -1.5 \leq t < 0 \\ 2e^{-t/2} & 0 \leq t < 3 \\ 0 & t \neq \end{cases}$$

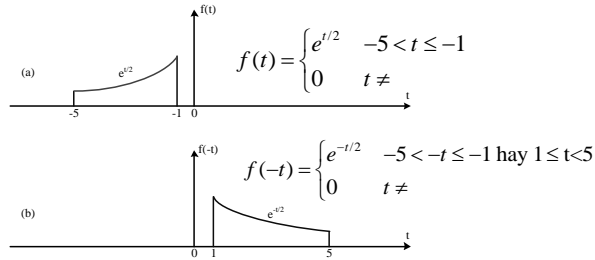
$$f_1(t) = f(3t) = \begin{cases} 2 & -1.5 \leq 3t < 0 \text{ hay } -0.5 \leq t < 0 \\ 2e^{-3t/2} & 0 \leq 3t < 3 \text{ hay } 0 \leq t < 1 \\ 0 & t \neq \end{cases}$$

$$f_2(t) = f\left(\frac{t}{2}\right) = \begin{cases} 2 & -1.5 \leq \frac{t}{2} < 0 \text{ hay } -3 \leq t < 0 \\ 2e^{-t/4} & 0 \leq \frac{t}{2} < 3 \text{ hay } 0 \leq t < 6 \\ 0 & t \neq \end{cases}$$

1.6.1 Các phép toán trên tín hiệu liên tục

b) Phép đảo thời gian

➤ Đảo ngược tín hiệu trên trục thời gian



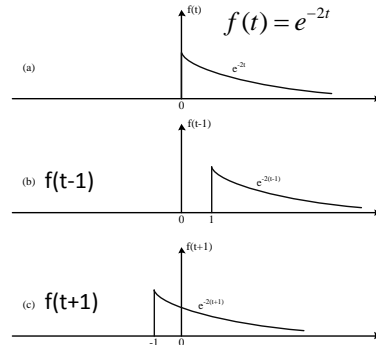
c) Phép dịch thời gian

➤ Dịch tín hiệu sang phải hoặc trái một khoảng thời gian nào đó

d) Kết hợp

➤ Ta có thể kết hợp nhiều phép toán với nhau trên cùng một tín hiệu. Tín hiệu kết quả sẽ không phụ thuộc vào thứ tự thực hiện các phép toán.

VD: Cho tín hiệu $f(t)$, hãy vẽ dạng tín hiệu $f(2t - 6)$.



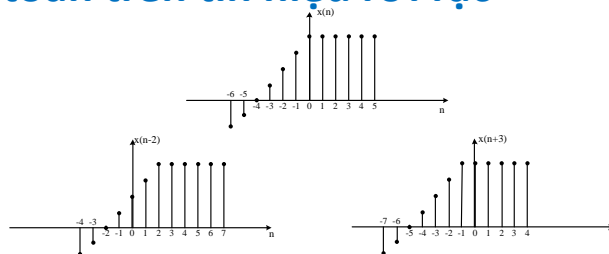
1.6.2 Các phép toán trên tín hiệu rời rạc

a) Phép dịch tín hiệu

$$y(n) = x(n - n_0]$$

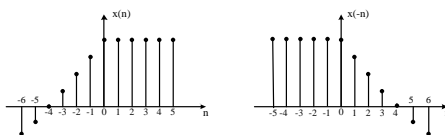
Ví dụ:

Cho tín hiệu $x(n]$, hãy xác định $x(n-2)$ và $x(n+3)$



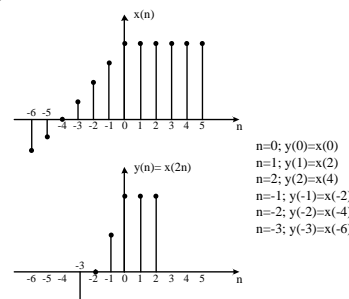
b) Phép phản xạ

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



c) Phép lấy tỉ lệ theo thời gian

$$y(n) = x(M.n)$$



1.6.2 Các phép toán trên tín hiệu rời rạc

d) Phép lấy tỉ lệ biên độ tín hiệu

$$y(n) = A.x(n) \quad x_1(n) = [1, 2, 0, 4, 6, 0, 5];$$

$$x(n) = 2.x_1(n) = [2, 4, 0, 8, 12, 0, 10];$$

e) Tổng hai tín hiệu

$$x(n) = x_1(n) + x_2(n)$$

f) Tích hai tín hiệu

$$x(n) = x_1(n).x_2(n)$$

➤ Nhờ có các phép tổng, tích và trễ, chúng ta có thể biểu diễn một dãy dưới dạng tổng sau đây.

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

$\delta(n-k)$ là dãy xung đơn vị trễ

Nội dung

1.1 Một số định nghĩa

1.2 Tín hiệu và phân loại tín hiệu

1.3 Năng lượng và công suất tín hiệu

1.4 Một số dạng tín hiệu cơ bản

1.5 Quá trình rời rạc hóa tín hiệu

1.6 Các phép toán cơ bản trên tín hiệu

1.7 Khái quát về hệ thống

1.7 Khái quát về hệ thống

Phương pháp biểu diễn hệ thống:

- Biểu diễn bằng sơ đồ
- Biểu diễn bằng phương trình sai phân

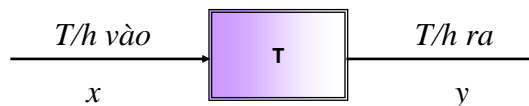
Các đặc điểm của hệ thống:

- Hệ có thông số tập trung và thông số phân tán
- Hệ có nhớ và hệ không nhớ
- Hệ nhân quả và hệ không nhân quả
- Bậc của hệ thống
- Hệ thống tuyến tính
- Hệ thống bất biến
- Hệ thống ổn định

1.7 Khái quát về hệ thống

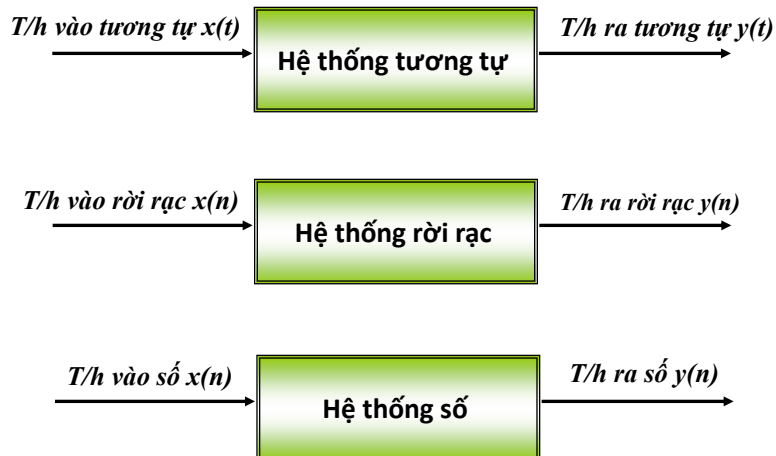
Hệ thống xử lý tín hiệu

- **Xử lý tín hiệu:** là quá trình thực hiện các tác động hay các phép toán lên tín hiệu nhằm đạt một mục đích nào đó.
Ví dụ: lọc nhiễu, mã hoá, khuếch đại, điều chế tín hiệu, ...
- **Hệ thống xử lý tín hiệu:** là các mạch điện, các thiết bị hay hệ thống dùng để xử lý tín hiệu.
- Hệ xử lý tín hiệu thực hiện tác động lên tín hiệu theo một qui luật nhất định: $y = T[x]$



1.7 Khái quát về hệ thống

❖ Phân loại hệ thống xử lý tín hiệu



1.7 Khái quát về hệ thống

❖ Mô hình xử lý tín hiệu trong thực tế



LPF: Low Pass Filter

ADC: Analog to Digital Conversion

DSP: Digital Signal Processing

DAC: Digital to Analog Conversion

1.7 Khái quát về hệ thống

Ứng dụng của hệ thống xử lý tín hiệu:

- **Xử lý ảnh:** nhận dạng ảnh, cải thiện chất lượng ảnh, nén ảnh, các kỹ xảo về hình ảnh, ...
- **Xử lý tiếng nói:** mã hoá, nhận dạng, tổng hợp tiếng nói, kỹ thuật âm thanh số MP3, MP4, ...
- **Viễn thông:** xử lý tín hiệu thoại, hình, truyền dữ liệu, truyền hình số, ...
- **Đo lường điều khiển:** phân tích phổ, điều khiển vị trí và tốc độ, ...
- **Quân sự:** truyền thông bảo mật, xử lý tín hiệu rada, ...
- **Y học:** điện não, điện tim, chụp X quang, CT, ...