

Chương 1

TỔNG QUAN VỀ CÁC TÍN HIỆU VÀ HỆ THỐNG THÔNG TIN

1.1 Các khái niệm cơ bản :

1.1.1 Nguồn tin nguyên thủy: là tập hợp những tin tức nguyên thủy chưa qua một phép biến đổi nhân tạo nào ví dụ như: tiếng nói, âm nhạc, hình ảnh v.v. . Như vậy tin tức được sinh ra nhờ các nguồn tin nguyên thủy.

1.1.2 Tín hiệu thông tin: là dạng vật lý chứa đựng tin tức và truyền lan trong hệ thống thông tin từ nơi gửi đến nơi nhận tin. Để cho đơn giản ta sẽ gọi tắt tín hiệu thông tin là tín hiệu. Có thể phân loại tín hiệu như sau :

- **Tín hiệu xác định:** là tín hiệu mà quá trình biến thiên của nó được biểu diễn bằng một hàm thời gian đã hoàn toàn xác định. Biểu thức giải tích hay đồ thị thời gian của tín hiệu xác định là hoàn toàn được biết trước .

Ví dụ : $s(t) = A\sin(\omega t + \varphi)$ là tín hiệu hình sin có biên độ A , tần số góc ω và góc pha φ là 1 tín hiệu xác định.

- **Tín hiệu ngẫu nhiên:** là tín hiệu mà quá trình biến thiên của nó không thể biết trước. Giá trị của tín hiệu ngẫu nhiên ở từng thời điểm là không biết trước.

Ngoài cách phân loại như trên ta còn có thể chia các tín hiệu ra thành 2 nhóm là tín hiệu liên tục và tín hiệu rời rạc: Tín hiệu được gọi là **liên tục** nếu sự thay đổi của nó là liên tục, còn nếu ngược lại tín hiệu là **rời rạc**.

Cụ thể hơn, có thể phân ra 4 loại sau đây:

- Tín hiệu có biên độ và thời gian liên tục gọi là **tín hiệu tương tự (analog)**.

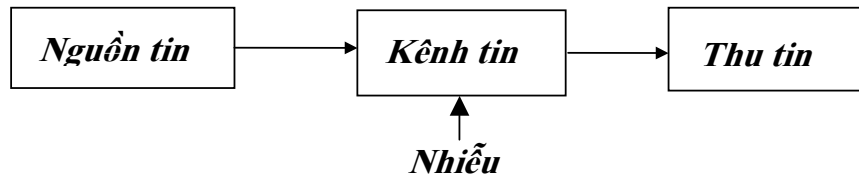
- Tín hiệu có biên độ rời rạc, thời gian liên tục gọi là **tín hiệu lượng tử**.

- Tín hiệu có biên độ liên tục, nhưng thời gian rời rạc gọi là **tín hiệu rời rạc**.

- Tín hiệu có biên độ và thời gian đều rời rạc gọi là **tín hiệu số (digital)**.

1.1.3 Hệ thống thông tin: là tổ hợp các thiết bị kỹ thuật, các kênh tin để truyền tin tức từ nguồn tin đến nơi nhận tin.

Cấu trúc tổng quát nhất của một hệ thống thông tin như sau:



Hình 1.1

trong đó:

Nguồn tin : là tập hợp các tin mà hệ thống thông tin phát ra.

Kênh tin: là nơi hình thành và truyền tín hiệu mang tin đồng thời ở đây xảy ra các tạp nhiễu phá hoại tin tức

Thu tin : Là cơ cấu khôi phục tin tức ban đầu từ tín hiệu lấy ở đầu ra của kênh tin.

1.1.4 Đơn vị thông tin: bit (binary digit) . Một bit là dung lượng của một nguồn tin có 2 trạng thái có thể (thông thường qui ước là 0 hoặc 1). Trong thực tế thường dùng các bội số của bit như:

$$1 \text{ Kbit} = 2^{10} \text{ bit} = 1024 \text{ bit}$$

$$1 \text{ Mbit} = 2^{10} \text{ Kbit} = 1024 \text{ Kbit}$$

$$1 \text{ byte} = 8 \text{ bit}$$

$$1 \text{ Kbyte} = 2^{10} \text{ byte} = 1024 \text{ byte}$$

$$1 \text{ Mbyte} = 2^{10} \text{ Kbyte} = 1024 \text{ Kbyte}$$

$$1 \text{ Gbyte} = 2^{10} \text{ Mbyte} = 1024 \text{ Mbyte}$$

...

1.2 Các đặc trưng cơ bản của tín hiệu xác định:

Ký hiệu $s(t)$ là biểu thức thời gian của tín hiệu xác định.

a/ Độ dài và trị trung bình của tín hiệu:

- Độ dài của tín hiệu $s(t)$ là thời gian tồn tại của tín hiệu đó kể từ lúc nó bắt đầu xuất hiện cho đến khi chấm dứt. Thông số này qui định thời gian mà hệ thống thông tin bị mắc bận trong việc truyền đi tin tức chứa trong tín hiệu .

- Nếu độ dài của một tín hiệu xuất hiện vào thời điểm t_0 là τ , thì trị trung bình của nó theo thời gian bằng

$$\overline{s(t)} = \frac{1}{\tau} \int_{t_0}^{t_0+\tau} s(t) dt \quad (1.1)$$

b/ Năng lượng công suất và trị hiệu dụng của tín hiệu:

- Năng lượng E_s của tín hiệu $s(t)$ là tích phân của bình phương tín hiệu trong suốt thời gian tồn tại của nó:

$$E_s = \int_{t_0}^{t_0+\tau} s^2(t) dt. \quad (1.2)$$

Với định nghĩa của năng lượng như vậy, ta coi tín hiệu có tính chất như điện áp, dòng điện hay các đại lượng tương tự khác.

- Công suất trung bình của tín hiệu:

$$\overline{s^2(t)} = \frac{1}{\tau} \int_{t_0}^{t_0+\tau} s^2(t) dt, \quad (1.3)$$

trong đó biểu thức $s^2(t)$ được gọi là công suất tức thời của tín hiệu. Như vậy công suất trung bình của tín hiệu chính là trị trung bình của công suất tức thời.

- Trị hiệu dụng của tín hiệu là căn bậc hai của công suất trung bình:

$$s_{hd} = \sqrt{\frac{1}{\tau} \int_{t_0}^{t_0+\tau} s^2(t) dt} \quad (1.4)$$

c/ Dải động của tín hiệu: là tỷ số các giá trị cực đại và cực tiểu của công suất tức thời của tín hiệu. Thường thông số này được đo bằng đơn vị lôgarít (ben hay đêxiben):

$$D_{dB} = 10 \lg \frac{s^2(t)_{\max}}{s^2(t)_{\min}} = 20 \lg \left| \frac{s(t)_{\max}}{s(t)_{\min}} \right| \quad (1.5)$$

Thông số này đặc trưng cho khoảng cường độ mà tín hiệu sẽ tác động lên các thiết bị.

d/ Tỷ số S/N (tín hiệu/nhiều) (signal to noise ratio):

$$\xi = \frac{S}{N} = \frac{P_s}{P_N}, \quad (1.6)$$

trong đó P_s : công suất tín hiệu, P_N : công suất nhiễu.

Tỷ số S/N cũng còn có thể viết dưới dạng mức tín hiệu:

$$10 \lg \xi = 10 \lg \frac{P_s}{P_N} (dB). \quad (1.7)$$

e/ Dải thông của tín hiệu (BW - Bandwidth): là hiệu giữa các giới hạn tần số của dải chứa các thành phần tần số hữu ích của 1 tín hiệu.

Ví dụ: Có thể xem tiếng nói con người có dải tần số nằm trong khoảng từ $f_1=300$ Hz đến $f_2=3000$ Hz. Khi đó dải thông: $BW=f_2 - f_1 =3000-300 =2700$ Hz.

Các tín hiệu có dải thông lớn thì rõ ràng là nên được truyền đi ở các tần số cao để có lợi hơn (tránh giao thoa với các tín hiệu khác).

1.3 Phương pháp phổ:

Phương pháp này cho phép xác định cách truyền tín hiệu cùng với độ biến dạng cho phép qua các mạch điện có dải tần số bị giới hạn, ví dụ như các mạch và thiết bị có dải tần số làm việc hẹp, các bộ lọc điện, các bộ khuếch đại, các bộ biến đổi, các kênh tin .v.v...Cơ sở của phương pháp phổ là sự khai triển các hàm số tuần hoàn vào chuỗi Fuariê.

Giả sử có tín hiệu $s(t)$ tuần hoàn với chu kỳ T , ($s(t)=s(t+nT)$ với mọi số nguyên n), đồng thời $s(t)$ thỏa mãn các điều kiện Dirichlê (bị chặn, liên tục từng đoạn, có số hữu hạn các điểm cực trị trong mỗi chu kỳ).

Khi đó tín hiệu $s(t)$ có thể biểu diễn được dưới dạng chuỗi Fuariê phức:

$$s(t) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} A_k e^{jk\omega t}, \quad (1.8)$$

trong đó :

$$\omega = \frac{2\pi}{T} : \text{tần số góc cơ bản}, \quad (1.9)$$

$$A_k = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} s(t) e^{-jk\omega t} dt = c_k e^{j\varphi_k} : \text{biên độ phức}. \quad (1.10)$$

Số hạng $A_k e^{jk\omega t}$ gọi là thành phần điều hòa bậc k của tín hiệu $s(t)$,

c_k : môđun của biên độ phức A_k ,

tập hợp $\{c_k\}_{k=-\infty}^{+\infty}$ gọi là phổ biên độ của tín hiệu $s(t)$,

φ_k : pha ban đầu của biên độ phức A_k ,

tập hợp $\{\varphi_k\}_{k=-\infty}^{+\infty}$ gọi là phổ pha của tín hiệu $s(t)$.

Nếu biết phổ pha và phổ biên độ ta có thể thấy rằng tín hiệu tuần hoàn $s(t)$ hoàn toàn được xác định.

Giả sử tín hiệu $s(t)$ không tuần hoàn, ta có thể xem nó như là một tín hiệu tuần hoàn với chu kỳ $T \rightarrow \infty$. Khi đó nếu $s(t)$ cũng thỏa mãn các điều kiện Dirichlê thì ta cũng có được biểu diễn của tín hiệu không tuần hoàn $s(t)$ dưới dạng tích phân Fuariê:

$$s(t) = \int_{-\infty}^{\infty} S(\omega) e^{j\omega t} d\omega \quad (\text{phép biến đổi Fourier ngược}), \quad (1.11)$$

trong đó:

$$S(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} s(t) e^{-j\omega t} dt \quad (1.12)$$

gọi là phổ của tín hiệu không tuần hoàn $s(t)$ (phép biến đổi Fourier thuận).

Nếu biết phổ $S(\omega)$ ta hoàn toàn có thể xác định được tín hiệu không tuần hoàn $s(t)$. Nói chung phổ $S(\omega)$ là hàm phức:

$$S(\omega) = |S(\omega)| e^{j\varphi(\omega)} = \text{Re} \{S(\omega)\} + j \text{Im} \{S(\omega)\} = P(\omega) + jQ(\omega) \quad (1.13)$$

$P(\omega)$: phổ thực của tín hiệu $s(t)$,

$Q(\omega)$: phổ ảo của tín hiệu $s(t)$,

$|S(\omega)|$: phổ biên độ của tín hiệu $s(t)$,

$$|S(\omega)| = \sqrt{P^2(\omega) + Q^2(\omega)}, \quad (1.14)$$

$\varphi(\omega)$: phổ pha của tín hiệu $s(t)$,

$$\tan \varphi(\omega) = \frac{Q(\omega)}{P(\omega)}, \quad (1.15)$$

$$\sin \varphi(\omega) = \frac{Q(\omega)}{\sqrt{P^2(\omega) + Q^2(\omega)}}, \quad (1.16)$$

$$\cos \varphi(\omega) = \frac{P(\omega)}{\sqrt{P^2(\omega) + Q^2(\omega)}}. \quad (1.17)$$

Từ trên ta nhận thấy các tín hiệu tuần hoàn sẽ có phổ vạch (phổ rời rạc), còn các tín hiệu không tuần hoàn sẽ có phổ liên tục.

1.4 Nhiều trong các hệ thống thông tin :

Nhiều là từ dùng để chỉ tất cả các loại tín hiệu không có ích tác động lên các tín hiệu có ích, gây khó khăn cho việc thu và xử lý tín hiệu này. Nhiều gây nên các sai số cũng như làm biến dạng tín hiệu. Nếu ta truyền 1 tín hiệu $s(t)$ đến đầu vào của kênh tin, thì trên đầu ra ta sẽ thu được nói chung không phải là tín hiệu $s(t)$ mà là

$$x(t) = n(t).s(t) + c(t), \quad (1.18)$$

trong đó: $n(t)$ gọi là nhiễu nhân, $c(t)$ gọi là nhiễu cộng.

Nhiều cộng $c(t)$ không phụ thuộc vào tín hiệu và bị gây ra bởi các trường ngoài (điện trường, từ trường, trường điện từ, trường âm thanh v.v...)

Nhiều nhân bị gây ra bởi sự thay đổi hệ số truyền của kênh tin. Nhiều nhân thường thấy trong khi truyền các tín hiệu vô tuyến ở sóng ngắn.

Theo nguồn gốc, nhiễu có thể được phân ra 2 nhóm: nhiễu khí quyển và nhiễu công nghiệp.

Nhiễu khí quyển (hay có tài liệu còn gọi là nhiễu tự nhiên) gây ra do hoạt động của các hiện tượng trong khí quyển như giông, bão, sấm, chớp..v.v. (thông thường là ở tần số thấp). Trong thời gian giông, bão, sấm, chớp, trong máy thu radio thỉnh thoảng nghe thấy những tiếng lạo xạo mạnh, đặc biệt khi làm việc ở sóng dài. Nhiễu khí quyển không ảnh hưởng đến các dải sóng ngắn là dải sóng được dùng nhiều trong thông tin vô tuyến điện. Ngoài ra nhiễu khí quyển còn sinh ra do bức xạ từ các nguồn ngoài trái đất mà mạnh nhất là do bức xạ của mặt trời. Các bức xạ này làm ảnh hưởng đến lớp iôn hóa trong tầng cao của khí quyển, làm thay đổi điều kiện truyền lan của các sóng ngắn, và do đó ảnh hưởng đến thông tin ở dải sóng này. Hơn nữa phần lớn năng lượng bức xạ nằm trong miền tần số siêu cao (các dải sóng centimet và decimet) và được các máy thu vô tuyến làm việc ở các dải sóng này trực tiếp thu lấy dưới dạng nhiễu.

Nhiễu công nghiệp là nhiễu do các thiết bị điện có thể gây ra như : các động cơ điện có thanh góp, các dụng cụ điện dùng trong gia đình, các thiết bị điện trong y tế, các thiết bị công nghiệp ở tần số cao (lò đúc và tôi cao tần, lò sấy cao tần ..v.v.) Các nhiễu phức tạp nhất do hệ thống đánh lửa trong các động cơ đốt trong gây ra, và cuối cùng các chuông điện (với rôle đóng mở) cũng là nguồn nhiễu mạnh. Bản chất của nhiễu công nghiệp là khi các thiết bị điện kể trên làm việc sẽ sinh ra bức xạ điện từ mạnh. Các bức xạ điện từ này có thể là những kích thích đột biến các dao động tắt dần do sự tạo thành tia lửa gây ra. Chúng cũng có thể tạo ra các dao động cao tần không suy giảm (ví dụ như trong các lò nhiệt cao tần). Để chống lại các nhiễu công nghiệp, cần phải dùng các bộ phận khử các bức xạ điện từ, dập tắt các tia lửa sinh ra trong các thiết bị mà trong đó chúng không giữ nhiệm vụ chủ yếu. Các thiết bị tần số cao phải được chế tạo đúng đắn để giảm sự bức xạ đến cực tiểu và nếu cần phải bọc kim thiết bị.

Nhiễu khí quyển và nhiễu công nghiệp được gọi là nhiễu ngoài hay can nhiễu. Ngoài ra còn có nhiễu trong là nhiễu ngay trong bản thân hệ thống thông tin do bản thân các thiết bị sinh ra trong quá trình làm việc, như do hiệu ứng nhiệt, do sự thăng giáng của các đại lượng vật lý v.v...Nhiễu trong còn được gọi là tạp âm.

Chất lượng của tín hiệu có thể được đo bằng tỷ số S/N (tín hiệu/nhiễu) biểu diễn bởi đơn vị dB.