

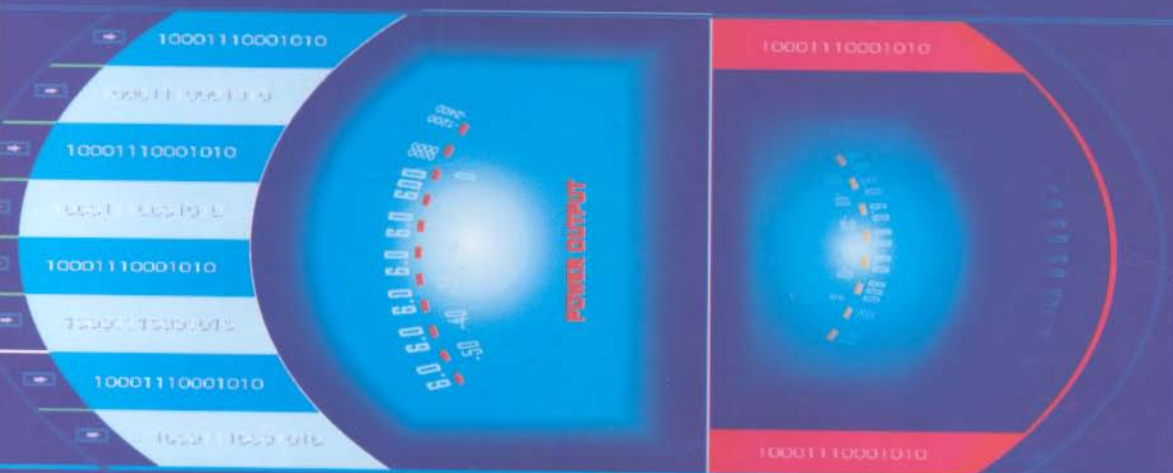


SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

GIÁO TRÌNH

Đo lường điện tử?

DÙNG TRONG CÁC TRƯỜNG TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP



NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI

SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

VŨ XUÂN GIÁP

GIÁO TRÌNH
ĐO LƯỜNG ĐIỆN TỬ

(Dùng trong các trường THCN)

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 2005

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI
4 - TỔNG DUY TÂN, QUẬN HOÀN KIẾM, HÀ NỘI
ĐT: (04) 8252916, 8257063 - FAX: (04) 8257063

GIÁO TRÌNH
ĐO LƯỜNG ĐIỆN TỬ
NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 2005

Chịu trách nhiệm xuất bản
NGUYỄN KHẮC OÁNH

Biên tập

PHẠM QUỐC TUẤN

Bìa

TRẦN QUANG

Kỹ thuật vi tính

LIU NGỌC TRÂM

Sửa bản in

PHẠM QUỐC TUẤN

Mã số: $\frac{373 - 373.7}{\text{HN} - 05}$ 61/407/05

In 1.660 cuốn, khổ 17x24cm, tại Nhà in Hà Nội
Giấy phép xuất bản số: 61GT/407 CXB
In xong và nộp lưu chiểu tháng 5 năm 2005.

Lời giới thiệu

*N*ước ta đang bước vào thời kỳ công nghiệp hóa, hiện đại hóa nhằm đưa Việt Nam trở thành nước công nghiệp văn minh, hiện đại.

Trong sự nghiệp cách mạng to lớn đó, công tác đào tạo nhân lực luôn giữ vai trò quan trọng. Báo cáo Chính trị của Ban Chấp hành Trung ương Đảng Cộng sản Việt Nam tại Đại hội Đảng toàn quốc lần thứ IX đã chỉ rõ: “Phát triển giáo dục và đào tạo là một trong những động lực quan trọng thúc đẩy sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa, là điều kiện để phát triển nguồn lực con người - yếu tố cơ bản để phát triển xã hội, tăng trưởng kinh tế nhanh và bền vững”.

Quan triệt chủ trương, Nghị quyết của Đảng và Nhà nước và nhận thức đúng đắn về tầm quan trọng của chương trình, giáo trình đối với việc nâng cao chất lượng đào tạo, theo đề nghị của Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội, ngày 23/9/2003, Ủy ban nhân dân thành phố Hà Nội đã ra Quyết định số 5620/QĐ-UB cho phép Sở Giáo dục và Đào tạo thực hiện đề án biên soạn chương trình, giáo trình trong các trường Trung học chuyên nghiệp (THCN) Hà Nội. Quyết định này thể hiện sự quan tâm sâu sắc của Thành ủy, UBND thành phố trong việc nâng cao chất lượng đào tạo và phát triển nguồn nhân lực Thủ đô.

Trên cơ sở chương trình khung của Bộ Giáo dục và Đào tạo ban hành và những kinh nghiệm rút ra từ thực tế đào tạo, Sở Giáo dục và Đào tạo đã chỉ đạo các trường THCN tổ chức biên soạn chương trình, giáo trình một cách khoa học, hệ

thống và cập nhật những kiến thức thực tiễn phù hợp với đối tượng học sinh THCS Hà Nội.

Bộ giáo trình này là tài liệu giảng dạy và học tập trong các trường THCS ở Hà Nội, đồng thời là tài liệu tham khảo hữu ích cho các trường có đào tạo các ngành kỹ thuật - nghiệp vụ và đồng đảo bạn đọc quan tâm đến vấn đề hướng nghiệp, dạy nghề.

Việc tổ chức biên soạn bộ chương trình, giáo trình này là một trong nhiều hoạt động thiết thực của ngành giáo dục và đào tạo Thủ đô để kỷ niệm "50 năm giải phóng Thủ đô", "50 năm thành lập ngành" và hướng tới kỷ niệm "1000 năm Thăng Long - Hà Nội".

Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội chân thành cảm ơn Thành ủy, UBND, các sở, ban, ngành của Thành phố, Vụ Giáo dục chuyên nghiệp Bộ Giáo dục và Đào tạo, các nhà khoa học, các chuyên gia đầu ngành, các giảng viên, các nhà quản lý, các nhà doanh nghiệp đã tạo điều kiện giúp đỡ, đóng góp ý kiến, tham gia Hội đồng phản biện, Hội đồng thẩm định và Hội đồng nghiệm thu các chương trình, giáo trình.

Đây là lần đầu tiên Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội tổ chức biên soạn chương trình, giáo trình. Dù đã hết sức cố gắng nhưng chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót, bất cập. Chúng tôi mong nhận được những ý kiến đóng góp của bạn đọc để từng bước hoàn thiện bộ giáo trình trong các lần tái bản sau.

GIÁM ĐỐC SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

Lời nói đầu

Để đáp ứng nhu cầu giảng dạy và học tập của học sinh hệ kỹ thuật viên chuyên ngành điện tử, tin học và viễn thông trong nhà trường, Khoa học công nghệ thông tin của Trường TH Điện tử - Điện lạnh Hà Nội đã biên soạn Giáo trình Đo lường Điện tử.

Giáo trình Đo lường Điện tử giới thiệu một số nội dung cơ bản về đo lường tín hiệu điện giúp học sinh nắm được công dụng, tính năng kỹ thuật và cách sử dụng những dụng cụ, thiết bị đo cơ bản trong đo lường điện tử, nhằm trang bị cho học sinh những kiến thức cơ bản về đo lường để học sinh có thể áp dụng trong quá trình học thực hành sửa chữa hệ thống máy tính hoặc các thiết bị điện tử khác trong thực tế.

Giáo trình Đo lường Điện tử được chia làm 2 chương.

Chương 1: Khái niệm chung về kỹ thuật đo lường điện tử.

Chương 2: Một số thiết bị đo thông dụng.

Giáo trình Đo lường Điện tử có thể sử dụng làm tài liệu tham khảo giảng dạy và học tập trong các đào tạo lớp nhân viên kỹ thuật chuyên ngành điện tử, tin học và viễn thông.

Trong quá trình biên soạn giáo trình có thể còn nhiều thiếu sót. Khoa CNTT trường TH Điện tử - Điện lạnh rất mong nhận được nhiều ý kiến đóng góp của các độc giả để giáo trình môn học Đo lường Điện tử được bổ sung sửa đổi hoàn thiện hơn nhằm phục vụ có ích cho việc giảng dạy và học tập đạt hiệu quả tốt.

Nhân dịp này chúng tôi xin chân thành cảm ơn các nhà khoa học:

TS. Nguyễn Thế Truyền - Viện Điện tử - Tin học tự động hóa, Đại tá KS. Đặng Ngọc Kiệm - Cục đo lường quân đội, Thạc sĩ Vũ Hoàng Hoa - Trường ĐH Giao thông vận tải, Kỹ sư Lê Thị Bách Khoa - Công ty EMICO, Thạc sĩ Chu Công Cảnh - Trường ĐH Giao thông vận tải, cùng các nhà khoa học khác đã nhiệt tình giúp đỡ chúng tôi trong quá trình biên soạn giáo trình này.

KHOA CNTT

TRƯỜNG TH ĐIỆN TỬ - ĐIỆN LẠNH HÀ NỘI

Chương 1

KHÁI NIỆM CHUNG VỀ KỸ THUẬT ĐO LƯỜNG ĐIỆN TỬ

I. KHÁI NIỆM

1. Định nghĩa về đo lường

Đo lường là một khoa học về phép đo, phương tiện đo nhằm đảm bảo tính thống nhất để đạt được mức độ chính xác cần thiết. Như vậy đo lường là quá trình thu nhận và đánh giá giá trị về các thông số kỹ thuật đặc trưng của các đối tượng cần đo bằng thực nghiệm nhờ các phương tiện kỹ thuật đặc biệt. Các thông số kỹ thuật này thường được đánh giá bằng các đại lượng vật lý và so sánh với các đơn vị cơ bản của nó. Thông qua đo lường người ta đánh giá được chất lượng, giá trị của các đối tượng được đo, vì vậy việc đo lường chính xác bao nhiêu thì việc đánh giá đối tượng đo sẽ chính xác bấy nhiêu. Các phương tiện kỹ thuật đặc biệt sử dụng trong đo lường gọi chung là phương tiện đo lường (viết tắt là: PTD).

Đặc trưng cơ bản của đo lường là bảo đảm tính thống nhất vì độ chính xác cao. Trong kỹ thuật điện và điện tử vấn đề, được quan tâm đầu tiên về đo lường là đo lường các tín hiệu điện.

2. Vai trò, nhiệm vụ của kỹ thuật đo lường điện tử

Đo lường các tín hiệu điện có ý nghĩa rất quan trọng trong khoa học kỹ thuật và đời sống chúng ta. Nhờ kết quả và những thông tin về các giá trị của các đại lượng đo được mà con người đã tạo ra được rất nhiều thiết bị kỹ thuật phục vụ cho nghiên cứu và đời sống. Đồng thời nhu cầu phát triển khoa học kỹ thuật và đời sống đã tác động trở lại đối với các thiết bị, dụng cụ đo lường làm cho nó ngày càng hoàn thiện, càng đi sâu vào chuyên môn hoá. Các PTD có các chức năng chỉ báo (hiển thị) kết quả đo, tự động xử lý kết quả đo, lưu giữ trong khoảng thời gian cần thiết, thực hiện tự động điều khiển. Trong kỹ

thuật điện tử, những tín hiệu điện rất đa dạng có độ chính xác cao, kích thước gọn nhẹ. Chúng ta có thể nhờ các thiết bị, PTD này tiến hành đo một cách trực tiếp hoặc gián tiếp từ xa, đo kiểm tra liên tục hoặc đo kiểm tra theo chương trình đã được định ra từ trước. Các thiết bị đo lường tín hiệu ngày nay đã tham gia rất tích cực vào công việc tự động hoá các quá trình sản xuất và các hệ thống điều khiển từ đơn giản đến phức tạp.

Các dụng cụ, thiết bị đo lường tín hiệu điện không những đo và chỉ thị các giá trị đặc trưng của tín hiệu điện mà còn có những khả năng khác lớn hơn như tạo ra được hình dáng của tín hiệu theo một tỷ lệ nhất định nào đó so với tín hiệu, so sánh được những thay đổi khi tín hiệu qua một mạch điện, vẽ được những đặc tuyến của mạch điện hoặc phần tử mạch điện và tham gia tích cực vào việc đo lường cả những đại lượng không điện bằng điện.

Việc đo lường các tín hiệu điện có rất nhiều mục đích khác nhau. Có thể là đo lấy kết quả để phục vụ việc sửa chữa, hiệu chỉnh các thiết bị, máy móc điện tử khác. Có thể là đo lấy kết quả để nghiên cứu chế tạo các thiết bị máy móc mới. Có thể là đo lấy kết quả điều chỉnh, điều khiển một hệ thống thiết bị phục vụ nghiên cứu, sản xuất và đời sống...

Để đo lường các tín hiệu điện và xử lý các kết quả đo một cách có hiệu quả, đầu tiên chúng ta hãy tìm hiểu các đặc tính và thông số cơ bản của tín hiệu điện.

II. CÁC ĐẶC TÍNH VÀ THÔNG SỐ CỦA CÁC LOẠI TÍN HIỆU VÀ MẠCH ĐIỆN

1. Các đặc tính và thông số tín hiệu điện

Trong trường hợp tổng quát, một tín hiệu được biểu diễn bởi hàm số của nhiều biến số $S = s(Q_1, Q_2, \dots, Q_n)$ trong đó các Q_i là thông số của các tín hiệu. Thực tế tín hiệu có rất nhiều dạng cho nên hàm số biểu diễn nó gồm rất nhiều thông số. Việc khảo sát các tín hiệu một cách đầy đủ là phải tiến hành khảo sát tất cả các thông số, thực ra chúng ta không thể và cũng không cần thiết phải khảo sát hết mọi thông số của tín hiệu mà chỉ cần khảo sát một số thông số nhất định, các thông số cần thiết đủ để đặc trưng cho tín hiệu đồng thời những tín hiệu phức tạp cũng được phân tích thành tập hợp của những tín hiệu đơn giản tác động đồng thời để thuận tiện cho việc khảo sát chúng. Các tín hiệu đơn giản mà từ đó ta có thể tổng hợp thành các tín hiệu phức tạp được gọi là tín hiệu mẫu hay tín hiệu đo lường.

Các tín hiệu được qui định là tín hiệu đo lường có số lượng tối thiểu nhưng đủ để đại biểu cho mô hình đơn giản của tín hiệu cần khảo sát. Trong kỹ thuật điện - điện tử việc khảo sát các dạng tín hiệu được tiến hành thông qua việc khảo sát tín hiệu mẫu cơ bản gồm: Tín hiệu dao động hình sin, tín hiệu xung, tín hiệu tuần hoàn dạng bất kỳ, tín hiệu điều chế, tạp âm...

1.1. Các thông số của tín hiệu dao động hình sin

Tín hiệu dao động hình sin là một dạng tín hiệu có biên độ biến đổi liên tục, lặp đi lặp lại theo một quy luật ổn định, đó là quy luật biến đổi của hàm số sin. Tín hiệu điều hoà là một dạng tín hiệu phổ biến nhất trong các dạng tín hiệu, nó đặc trưng được cho các dạng âm thanh, tiếng nói. Tín hiệu điều hoà được biểu diễn bằng một hàm số của thời gian có dạng:

$$S(t) = A_m \sin(\omega_0 t + \varphi_0). \quad (1-1)$$

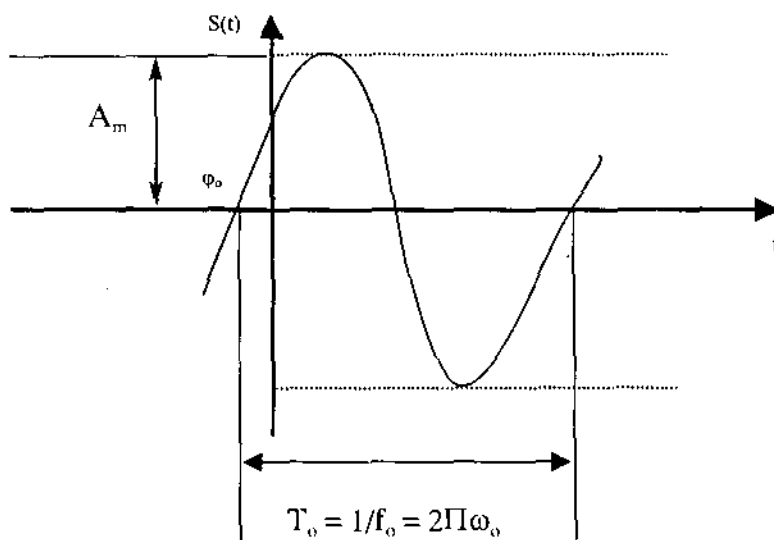
Trong đó có các tham số:

+ A_m là biên độ của dao động hình sin, có thứ nguyên là von (V) nếu $S(t)$ là điện áp, còn nếu $S(t)$ là dòng điện thì thứ nguyên là ampe (A).

+ ω_0 là tần số góc của dao động hình sin đặc trưng cho góc quay của dao động trong một đơn vị thời gian.

+ φ_0 là độ lệch pha ban đầu của dao động điều hoà tại thời điểm $t = 0$.

Trong thực tế người ta còn hay dùng các tham số khác nữa để đặc trưng cho tín hiệu đó là:



Hình 1.1. Dạng tín hiệu dao động hình sin

- Giá trị hiệu dụng của biên độ $A = A_m / \sqrt{2}$

Các PTĐ phổ biến là chỉ thị giá trị này và việc khắc độ thang đo cũng được tiến hành khắc độ theo giá trị hiệu dụng:

$$A = 0,707 A_m$$

- Tần số của dao động điều hòa f_0 đặc trưng cho số lần dao động hình sin được lặp lại trong một đơn vị thời gian. Nó có quan hệ với tần số góc của dao động theo biểu thức: $\omega_0 = 2\pi f_0$.

- Bước sóng của dao động điều hòa λ_0 đặc trưng cho quãng đường truyền trong thời gian một chu kỳ dao động. Nó có mối quan hệ với tần số theo biểu thức:

$$\lambda_0 = \frac{C}{f_0} \quad (1-2)$$

Trong đó $C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ là tốc độ sóng điện từ

- T_0 là chu kỳ lặp lại của dao động, T_0 có mối quan hệ với dao động theo biểu thức $T_0 = 1/f_0$ đặc trưng cho thời gian ngắn nhất dao động điều hòa lặp lại giá trị ban đầu.

1.2. Các thông số của tín hiệu xung

Tín hiệu xung là tín hiệu tác động lên mạch một cách rời rạc theo một quy luật nào đó. Xung điện là những điện áp hoặc dòng điện tồn tại trong một thời gian ngắn có thể so sánh được với quá trình quá độ trong mạch điện mà chúng tác dụng. Thông thường hay gặp là những dạng xung có chu kỳ lặp lại là T_x . Khi đó các dãy xung được đặc trưng bằng các tham số như: tần số lặp lại F_x , độ rộng Q_x và hệ số lấp đầy η .

Độ rộng của dãy xung là tỷ số giữa chu kỳ lặp lại của xung T_x với độ rộng xung t_x . $Q_x = T_x / t_x$, trị số nghịch đảo của Q_x được gọi là hệ số lấp đầy của xung:

$$\eta = 1 / Q_x \quad (1-3)$$

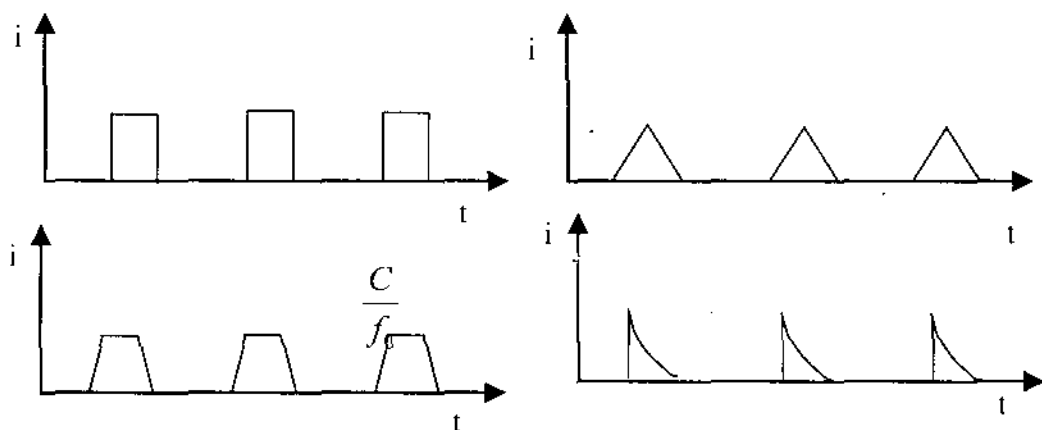
Tần số lặp lại của xung được đo bằng Hz tức là số xung có trong một giây và có mối quan hệ:

$$F_x = 1 / T_x = 1 / Q_x \times t_x \quad (1-4)$$

Ngoài ra tín hiệu xung còn được chia thành xung đơn, nhóm xung cốt.

Xung đơn là giá trị của dòng điện, điện áp khác 0 trong khoảng thời gian $t < x < \infty$, mà khoảng thời gian đó có thể so sánh với quá trình quá độ trong mạch điện mà nó tác dụng. Xung đơn có thể là xung vuông góc, xung răng cưa, xung hình thang, xung hàm mũ (xung nhọn)...

Nhóm xung là tập hợp một số xác định xung cùng dạng cách đều nhau. Nhóm xung có các thông số: số xung trong nhóm k , chu kỳ lặp lại xung T , độ rộng xung t_x và thời hạn xung $T_n = (k-1) T + t_x$ (1-5)



Hình 1.2. Các dạng tín hiệu xung

Nhóm xung cốt là nhóm xung có các xung có thể không đồng dạng, chu kỳ lặp lại xung T không đồng đều nhưng độ rộng xung, dạng xung và thông số các xung đều đã biết.

Để đặc trưng cho dạng của tín hiệu xung, người ta thường dùng một số tham số cơ bản sau:

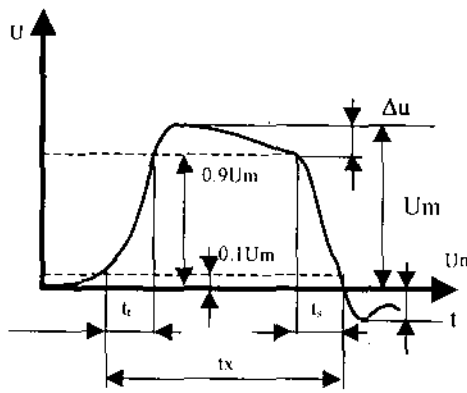
- t_x độ rộng xung là khoảng thời gian tồn tại của xung (thứ nguyên là giây).
- U_m biên độ xung là giá trị cực đại của xung (V).
- t_{st} độ rộng sườn trước là khoảng thời gian tăng của xung (giây).
- t_{ss} độ rộng sườn sau là khoảng thời gian giảm của xung. Đôi khi để thay cho tham số về độ rộng sườn xung, người ta dùng tham số độ dốc sườn xung.

$$s = \frac{U_m}{t_x} \quad (1-6)$$

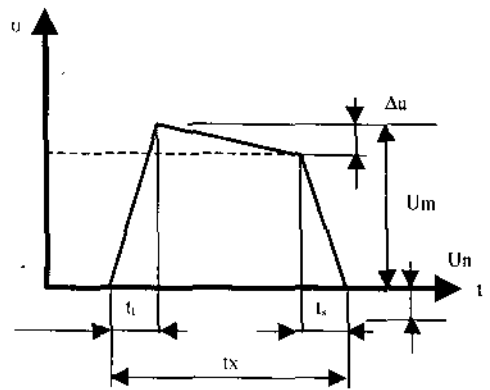
- Độ sụt đỉnh xung (còn gọi là hướu dương), Δu là độ giảm biên độ xung ở phần đỉnh xung. Trong thực tế thường dùng độ sụt đỉnh xung tương đối

$$\delta_u = \frac{\Delta u}{U_m} \quad (1-7)$$

để dễ dàng so sánh mức sụt đỉnh xung so với biên độ của nó. Thực tế dạng xung không phải là dạng lý tưởng cho nên các tham số của xung được quy ước tính một cách gần đúng so với dạng lý tưởng (hình 1.3b).



Hình 1.3a. Dạng xung tổng quát



Hình 1.3b. Dạng xung lý tưởng

1.3. Các thông số của tín hiệu tuần hoàn có dạng bất kỳ

Tín hiệu tuần hoàn có dạng bất kỳ được biểu diễn bằng một hàm số có dạng.

$$S(t) = S(T + nt)$$

Trong đó T là chu kỳ lặp lại có giá trị:

$$-\infty < T < \infty \text{ và } F \text{ (F là tần số lặp lại).}$$

Tín hiệu loại này gồm có thành phần một chiều S_0 và thành phần biến thiên theo thời gian.

$$S(t) = S_0 + S_t(t) \quad (1-8)$$

Thành phần một chiều S_0 là giá trị trung bình của $S(t)$, trong một chu kỳ nó chính là biên độ xung vuông có độ rộng t_x .

Với tín hiệu này những giá trị cần xác định là biên độ thành phần một chiều, biên độ thành phần xoay chiều (tức là giá trị tức thời), giá trị trung bình, giá trị hiệu dụng. Các giá trị này được gọi chung là các thông số về cường độ.

Còn có thể đo các thông số đặc tính của tín hiệu này bằng cách tách nó thành hai thành phần là biên độ và pha theo chuỗi Fourier. Từ phân tích đó ta có các thành phần biên độ A_i và các góc pha tương ứng φ_i theo tần số cơ bản F và các hài của nó ứng với các tần số n.F. Từ đây ta vẽ được phổ, biên độ và phổ pha theo tần số. Phổ biên độ tần số cho phép, ta định lượng các biên độ khi biên độ đạt tới trị số m.S (m tùy chọn cho từng trường hợp) thì người ta gọi khoảng tần số từ 0 tới tần số đó là miền phổ của tín hiệu hay là độ rộng của phổ tín hiệu Δf . Độ rộng phổ tín hiệu có liên quan rất mật thiết đến việc bố trí các kênh thông tin liên lạc để khỏi ảnh hưởng đến nhau. Phổ pha tần số cho ta biết thành phần nào có di pha lớn nhất, từ đó có phương hướng tác động đạt hiệu quả điều chế lớn nhất.

1.4. Tín hiệu dao động điều chế

Thực chất của điều chế là chuyển phổ năng lượng rộng của tín hiệu mang tin tức từ miền tần số thấp lên miền tần số cao để có thể truyền tin tức đó đi được những khoảng cách lớn. Như vậy bản thân trong dao động điều chế có hai loại tín hiệu là tín hiệu tải tin và tín hiệu tin tức (điều chế).

Về ý nghĩa vật lý việc điều chế là việc tác động làm biến đổi một thông số nào đó của tín hiệu tải tin (thường là dao động hình sin). Do đó tín hiệu tải tin có bao nhiêu tham số thực hiện được bấy nhiêu cách điều chế.

+ Tín hiệu điều chế biên độ: Tín hiệu mang tin tác động làm biến đổi biên độ của tín hiệu tải tin. Nếu biên độ tín hiệu mang tin là U , biên độ của tín hiệu tải tin là U_m ta có thông số cơ bản là hệ số điều chế m . Hệ số điều chế nói lên mức độ thâm nhập của tín hiệu và tải tin. Có thể sử dụng máy đo điều chế hoặc ôxylô để đo tham số này:

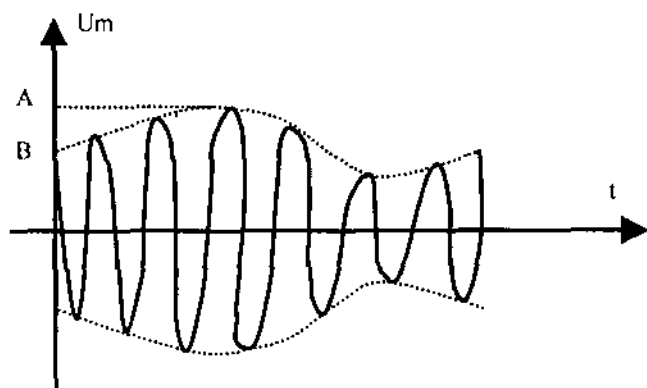
$$m = [(A-B)/(A+B)].100\% \quad (1-9)$$

Trong đó: A là biên độ cực đại U_{max}

B là biên độ cực tiểu U_{min}

(Công thức 1-9 dùng với tín hiệu điều chế đối xứng).

Khi tín hiệu điều chế không phải là tín hiệu điều hòa thì phải tiến hành điều chế trên và điều chế dưới.



Hình 1.4a. Dạng tín hiệu điều biên

Phổ của tín hiệu điều chế được xác định bằng hai lần độ rộng phổ của tín hiệu chứa tin tức ở hai bên của tần số cơ bản của tín hiệu tải tin đối với tín hiệu điều chế là tín hiệu điều hòa. Với tín hiệu mang tin là tiếng nói và tiếng nhạc thông thường, độ rộng phổ tín hiệu điều chế trong khoảng $\Delta f = 30 \div 40$ KHz.

+ Tín hiệu điều chế tần số: Tín hiệu mang tin tác động làm biến đổi tần số của tín hiệu tải tin.

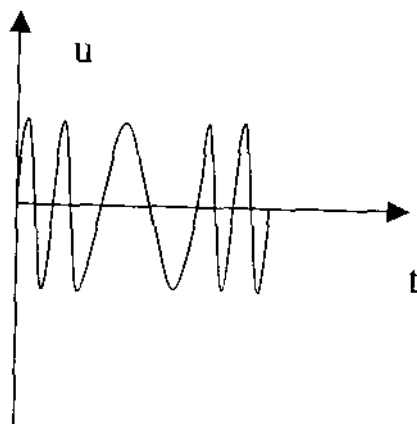
$$U = U_m (\cos\omega_0 t + m_f \sin\Omega t) \quad (1-10)$$

Ở đây U_m là biên độ của điện áp có tần số điều chế $\omega_0 = 2\pi f_0$ với f_0 tần số của điện áp bị điều chế.

$\Omega = 2\pi F$ là tần số của điện áp điều chế

$$m_f = (\Delta\omega / \Omega) = (\Delta f / F) \quad (1-11)$$

Δf là độ lệch tần số khi điều chế tần số, tức là độ đi tần.



Hình 1.4b. Dạng tín hiệu điều tần

Thông số cơ bản của tín hiệu điều chế loại này là hệ số điều chế nói lên mức độ dịch chuyển tần số của tín hiệu tải tin khi có tác động của tín hiệu mang tin. Ngoài ra còn có một thông số đáng được quan tâm nữa là độ rộng phổ của tín hiệu.

+ Tín hiệu điều chế pha: Tín hiệu mang tin tác động làm biến đổi pha của tín hiệu tải tin. Thông số cơ bản cũng là hệ số điều chế pha và phổ của tín hiệu điều chế pha.

1.5. Tín hiệu tạp âm (còn gọi là nhiễu tạp âm)

Tạp âm bao gồm các loại tín hiệu không chứa đựng tin tức gây ảnh hưởng tới quá trình truyền và thu thập tin tức. Tạp âm có thể do các tín hiệu từ bên ngoài, cũng có thể do bản thân thiết bị gây nên. Chính vì thế mà các thông số của tạp âm khá nhiều. Việc đo thông số của tạp âm thường được quan tâm nhiều là cường độ tạp âm tương ứng với các dải tần số cố định nào đó trong một không gian xác định. Ta cũng có thể tiến hành đo hàm tương quan và phổ

năng lượng của tạp âm, trên cơ sở đó ta xác định cấu trúc thời gian của tạp âm và có những biện pháp tích cực chống các tác động của tạp âm.

2. Các đặc tính và thông số của mạch điện

Mạch điện được tổ hợp bởi các linh kiện điện - điện tử, các linh kiện này có loại là linh kiện tuyến tính, có loại là linh kiện phi tuyến tính.

Tổ hợp mạch chỉ gồm các phần tử tuyến tính cho ta một mạch tuyến tính.

Tổ hợp mạch mà trong đó có một phần tử phi tuyến trở lên cho ta một mạch phi tuyến. Các linh kiện nói riêng, các phần tử mạch nói chung có giá trị không phụ thuộc vào dòng điện đi qua nó được gọi là phần tử tuyến tính. Các phần tử điện trở, điện cảm, điện dung trong mạch được coi là phần tử tuyến tính. Các đèn điện tử và tranzito làm việc ở đoạn thẳng của đặc tính Von - Ampe được coi là phần tử tuyến tính. Mạch tuyến tính được cấu tạo từ các phần tử tuyến tính nên dòng điện qua nó không làm biến đổi giá trị bản thân nó. Đối với mạch tuyến tính người ta có thể tác động cùng một lúc của nhiều tín hiệu cũng giống như phản ứng của mạch khi tổng cộng các tín hiệu tác động riêng lẻ lần lượt. Tổ hợp các phần tử tuyến tính thường tạo thành mạch tuyến tính 2 cực hoặc 4 cực. Tùy thuộc vào tần số tín hiệu thông qua mạch mà người ta phân ra làm hai nhóm là nhóm mạch có phần tử tập trung và nhóm mạch có phần tử phân bố. Mạch có phần tử tập trung dùng biến đổi các tín hiệu có tần số nhỏ hơn vài chục MHz, giá trị của các phần tử khi đó được coi là hằng số và lấy nó làm giá trị đặc trưng cho thông số của mạch hai cực.

Tổ hợp mạch 4 cực có thông số đặc trưng là trở kháng Z_{0} phụ thuộc vào tần số. Trường hợp đặc biệt của mạch 4 cực là mạch dao động, nó có thêm hai thông số đặc trưng nữa là hệ số phẩm chất Q và trở kháng đặc tính ρ

$$Q = S/R ; \quad \rho = (L/C)^{1/2} \quad (1-12)$$

các thông số đó có liên hệ với đặc tuyến tần số của mạch.

Mạch phi tuyến có giá trị linh kiện phụ thuộc đầu vào cường độ dòng điện chạy qua nó, nên các linh kiện phi tuyến không dùng trị số của bản thân nó. Khi sử dụng, tính toán các linh kiện, mạch điện phi tuyến phải sử dụng các đặc tuyến của linh kiện. Trên cơ sở này người ta thực hiện các phép biến đổi điều chế, tách sóng, nhân tần số, chia tần số, tạo dao động, hạn chế...

III. SAI SỐ ĐO LƯỜNG VÀ CÁC BIỆN PHÁP HẠN CHẾ

1. Nguyên nhân gây ra sai số

Ngoài sai số của dụng cụ đo, việc thực hiện quá trình đo cũng gây nhiều sai số. Nhưng sai số này gây ra bởi những yếu tố sau đây:

- Phương pháp đo được chọn.
- Mức độ cẩn thận khi đo.

Do vậy mà kết quả đo lường không đúng với giá trị chính xác của đại lượng đo mà có sai số. Đó là sai số của phép đo.

Nhưng giá trị chính xác (giá trị đúng) của đại lượng đo thường không biết trước, cho nên khi đánh giá sai số của phép đo thường ta sử dụng giá trị thực X_{th} là giá trị đại lượng đo xác định được với một độ chính xác nào đó. Tức là ta chỉ có sự đánh giá gần đúng về kết quả của phép đo mà thôi.

Xác định sai số của phép đo tức là xác định độ tin tưởng của kết quả đó là một trong những nhiệm vụ cơ bản của đo lường học.

Ta có thể phân loại sai số của phép đo như sau:

2. Phân loại theo cách thể hiện bằng số:

Có thể chia thành:

2.1. Sai số tuyệt đối

Là hiệu giữa giá trị đại lượng đo X và giá trị thực X_{th} .

$$\Delta X = X - X_{th} \quad (1-13)$$

2.2. Sai số tương đối γ_x

Được tính bằng phân trăm của tỷ số sai số tuyệt đối và giá trị thực

$$\gamma_x = (\Delta X / X_{th}) \cdot 100 \approx (\Delta X / X) \cdot 100 \quad (1-14)$$

Vì X_{th} và X gần bằng nhau.

Sai số tương đối đặc trưng cho chất lượng của phép đo. Sai số tính được có dấu dương (+) nghĩa là kết quả đo được vượt quá giá trị thực. Độ chính xác của phép đo được định nghĩa là một đại lượng nghịch đảo của môđun sai số tương đối.

$$\varepsilon = 1 / \gamma_x \quad (1-15)$$

Từ giá trị sai số biết trước ta tính được giá trị thực của phép đo.

Sai số của phép đo bằng 10^{-5} thì độ chính xác bằng 10^5 .

3. Phân loại theo nguồn gây ra sai số

Có thể chia thành các loại sai số như sau:

3.1. Sai số phương pháp

Là sai số sinh ra do sự không hoàn thiện của phương pháp đo và sự không chính xác của biểu thức lý thuyết cho ta kết quả của đại lượng đo. Sai số phương pháp bao gồm sai số do sự tác động của dụng cụ đo lên đối tượng đo, sai số liên quan đến sự không xác định của các thông số của đối tượng đo...

3.2. Sai số thiết bị

Là sai số của thiết bị do sử dụng trong phép đo, nó liên quan đến cấu trúc và mạch đo của dụng cụ đo không được hoàn chỉnh, tình trạng của dụng cụ đo.

3.3. Sai số chủ quan

Là sai số gây ra do người sử dụng. Ví dụ: do mắt kém, do đọc chệch, do sự lơ đãng, do cấu thả... Khi sử dụng dụng cụ đo chỉ thị số, sai số này hầu như không mắc phải.

3.4. Sai số bên ngoài (hay sai số khách quan)

Là sai số gây ra do ảnh hưởng của điều kiện bên ngoài lên đối tượng đo cũng như dụng cụ đo. Ví dụ: sự biến động của nhiệt độ bên ngoài, áp suất, độ ẩm... vượt quá điều kiện tiêu chuẩn.

Vì vậy, để hạn chế sai số thì phải sử dụng TBD có độ chính xác cao, tác phong đo chuẩn xác, phương pháp đo thích hợp.

4. Phân loại theo quy luật xuất hiện của sai số

Có thể chia thành các loại sai số sau

4.1. Sai số hệ thống

Là thành phần sai số của phép đo luôn không đổi hay là thay đổi có quy luật khi đo nhiều lần một đại lượng đo. Quy luật thay đổi có thể là một phía (dương hay âm), có chu kỳ hay theo một quy luật phức tạp nào đó.

Sai số hệ thống không đổi bao gồm sai số do khắc độ thang đo, sai số do hiệu chỉnh dụng cụ đo không chính xác (chỉnh "0" không đúng), sai số do nhiệt độ tại thời điểm đo...

Sai số hệ thống thay đổi có thể là sai số do sự biến động của nguồn cung cấp (pin bị yếu đi), do ảnh hưởng của các trường điện từ hay những yếu tố khác.

Phân tích các nguyên nhân có thể xuất hiện sai số hệ thống tức là tìm phương pháp phát hiện và loại trừ chúng là một trong những nhiệm vụ cơ bản của mỗi phép đo chính xác.

Phát hiện sai số hệ thống là phức tạp, nhưng nếu đã phát hiện được thì việc đánh giá và loại trừ nó sẽ không khó khăn.

Loại trừ sai số hệ thống có thể tiến hành bằng cách: Phân tích lí thuyết; kiểm tra dụng cụ đo trước khi sử dụng nó; chuẩn trước khi đo; chỉnh “0” trước khi đo; tiến hành nhiều phép đo bằng các phương pháp khác nhau; sử dụng phương pháp thế; sử dụng cách bù sai số ngược dấu (cho một lượng hiệu chỉnh với dấu ngược lại); trong trường hợp sai số hệ thống không đổi thì có thể loại được bằng cách đưa vào một lượng hiệu chỉnh hay một hệ số hiệu chỉnh.

Lượng hiệu chỉnh là giá trị cùng loại với đại lượng đo, được đưa thêm vào kết quả đo nhằm loại sai số hệ thống.

Hệ số hiệu chỉnh là số được nhân với kết quả đo nhằm loại sai số hệ thống.

Trong thực tế không thể loại hoàn toàn sai số hệ thống. Việc giảm ảnh hưởng sai số hệ thống có thể thực hiện bằng cách chuyển thành sai số ngẫu nhiên.

4.2. Sai số ngẫu nhiên

Là thành phần sai số của phép đo thay đổi không theo một quy luật nào cả mà ngẫu nhiên khi nhắc lại phép đo nhiều lần một đại lượng duy nhất. Giá trị và dấu của sai số ngẫu nhiên không thể xác định được, vì sai số ngẫu nhiên gây ra do những nguyên nhân mà tác động của chúng không giống nhau trong mỗi lần đo cũng như không thể xác định được. Để phát hiện sai số ngẫu nhiên người ta nhắc lại nhiều lần cùng một đại lượng và vì thế, để xét ảnh hưởng của nó đến kết quả, người ta sử dụng lí thuyết thống kê và lí thuyết xác suất.

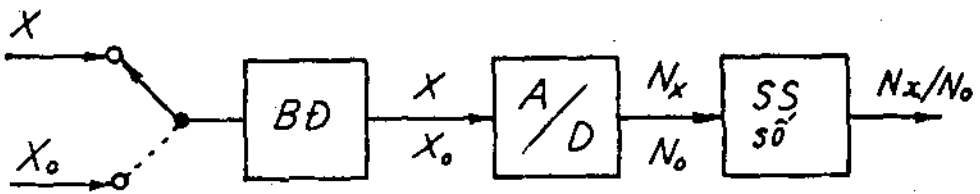
IV. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐO LƯỜNG CƠ BẢN

Trong đo lường điện tử có thể đo theo các phương pháp khác nhau tùy thuộc vào độ chính xác yêu cầu, điều kiện thí nghiệm và thiết bị hiện có v.v...

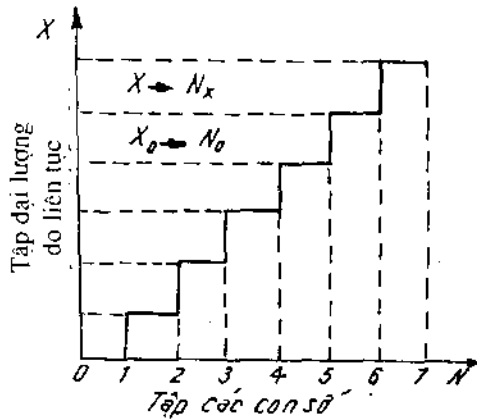
Ta có thể phân loại các phương pháp đo như sau :

1. Phương pháp đo biến đổi thẳng

Là phương pháp đo có sơ đồ cấu trúc theo kiểu biến đổi thẳng, nghĩa là không có khâu phản hồi (h.1-5a).



Hình 1.5a. Sơ đồ khối



Hình 1-5b. Đồ thị quá trình khắc độ theo mẫu

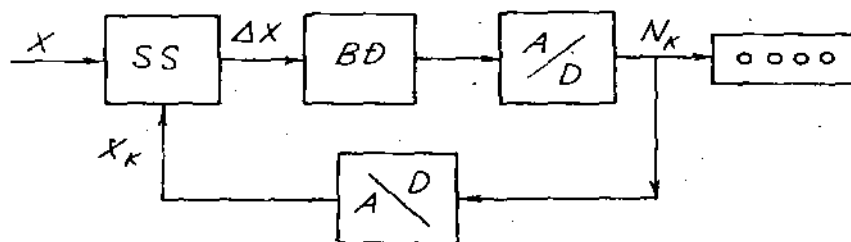
Trước tiên, đại lượng cần đo X được đưa ra qua một hay nhiều khâu biến đổi và cuối cùng được biến đổi thành số N_x . Còn đơn vị của đại lượng đo X_0 , cũng được biến đổi thành số N_0 (ví dụ: khắc độ trên mặt dụng cụ đo tương tự). Quá trình này được gọi là quá trình khắc độ theo mẫu. Nó được ghi nhớ lại (h.1-5b). Sau đó diễn ra quá trình so sánh giữa đại lượng cần đo với đơn vị của chúng. Quá trình này được thực hiện bằng một phép chia N_x/N_0 .

$$X = \frac{N_x}{N_0} X_0 \quad (1-16)$$

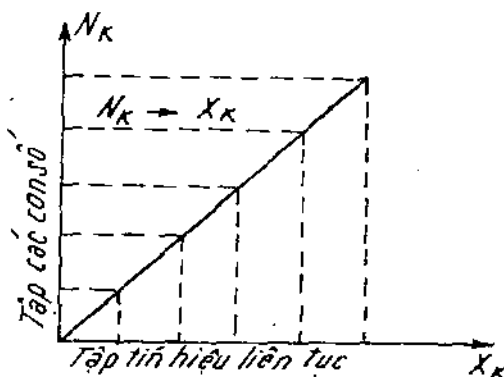
Quá trình đo như vậy được gọi là quá trình biến đổi thẳng. Thiết bị đo thực hiện quá trình này gọi là thiết bị đo biến đổi thẳng. Trong thiết bị này tín hiệu đo X và X_0 sau khi qua khâu biến đổi BD (có thể là một, hay nhiều khâu nối tiếp) đưa đến bộ biến đổi tương tự số A/D (analog-digital convertor) ta có N_x và N_0 . Sau khi qua bộ so sánh ta nhận được tỉ số N_x/N_0 . Sau khi nhân với đơn vị X_0 , ta nhận được kết quả đo như ở biểu thức trên. Dụng cụ đo biến đổi thẳng thường có sai số tương đối lớn vì tín hiệu qua các khâu biến đổi sẽ có sai số bằng tổng các sai số của các khâu thành phần. Vì thế độ chính xác không cao lắm.

2. Phương pháp đo kiểu so sánh

Là phương pháp đo có sơ đồ cấu trúc theo kiểu mạch vòng nghĩa là có khâu phản hồi (h-1-6a).



Hình 1.6a. Sơ đồ khối cấu trúc theo mạch vòng



Hình 1.6b. Đồ thị quá trình so sánh

Trước tiên đại lượng đo X và đại lượng mẫu X_0 được biến đổi thành một đại lượng vật lý nào đó (ví dụ dòng hay áp chẳng hạn) thuận tiện cho việc so sánh. Quá trình so sánh được diễn ra suốt trong quá trình đo. Khi hai đại lượng bằng nhau ta đọc kết quả ở mẫu sẽ suy ra giá trị đại lượng cần đo. Quá trình đo như vậy được gọi là quá trình đo kiểu so sánh. Thiết bị đo thực hiện quá trình này gọi là thiết bị đo kiểu so sánh (hay thiết bị bù). Hình 1-6b là đồ thị quá trình so sánh của một thiết bị đo:

Tín hiệu đo X được so sánh với một tín hiệu X_k tỉ lệ với đại lượng mẫu X_0 , qua bộ biến đổi số tương tự D/A tạo ra tín hiệu X_k : Qua bộ so sánh ta có:

$$X - X_k = \Delta x \quad (1-17)$$

Tùy thuộc vào cách so sánh mà ta có các phương pháp sau đây:

2.1. So sánh cân bằng

Là phép so sánh mà đại lượng cần đo X và đại lượng mẫu X_0 sau khi biến đổi thành X_k được so sánh với nhau sao cho luôn có $\Delta x = 0$, tức là :