



SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

GIÁO TRÌNH

Đo lường điện tử?

DÙNG TRONG CÁC TRƯỜNG TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP



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”.

Quán 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, PTĐ 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:

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

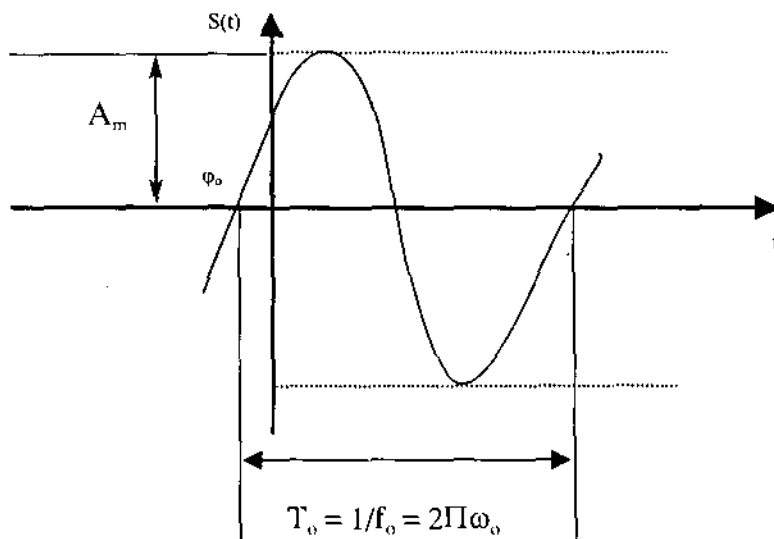
Trong đó có các tham số:

+ 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)...