



SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

GIÁO TRÌNH

Kỹ thuật số và mạch logic

DÙNG TRONG CÁC TRƯỜNG TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP



NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI

SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

KS. CHU KHẮC HUY (*Chủ biên*)

KS. NGUYỄN THỊ THU THỦY

GIÁO TRÌNH **KỸ THUẬT SỐ VÀ MẠCH LOGIC**

(Dùng trong các trường THCN)

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 2006

Lời giới thiệu

Nước 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, Ủyban 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 đông 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

Cùng với sự phát triển mạnh mẽ của các ngành kỹ thuật khác, kỹ thuật điện tử cũng có những bước tiến nhảy vọt trong những năm gần đây, đặc biệt là kỹ thuật điện tử số. Hiện nay các thiết bị số đã có mặt trong nhiều lĩnh vực. Vì vậy để hiểu, vận hành và sửa chữa được các thiết bị số, cần đào tạo được đội ngũ cán bộ kỹ thuật có kiến thức vững vàng về điện tử số.

Nhằm phục vụ cho việc dạy và học ở các trường Trung học chuyên nghiệp môn kỹ thuật số và mạch logic, chúng tôi đã tiến hành biên soạn giáo trình Kỹ thuật số và mạch logic. Giáo trình gồm 11 chương như sau:

Chương 1. Hệ thống đếm và mã

Chương 2. Đại số logic

Chương 3. Bộ cộng, trừ và so sánh

Chương 4. Bộ dồn kênh và phân kênh

Chương 5. Các bộ mã hoá và giải mã

Chương 6. Các phần tử nhớ cơ bản

Chương 7. Bộ đếm

Chương 8. Bộ ghi dịch

Chương 9. Bộ nhớ

Chương 10. Chuyển đổi tín hiệu

Chương 11. Các vi mạch số thông dụng và một số sơ đồ thực tế

Trong mỗi chương chúng tôi đã cố gắng đưa những nội dung và lượng kiến thức phù hợp với đối tượng sử dụng. Phân tích kỹ những mạch cơ bản và đưa ra những gợi ý sâu sắc cho học sinh trong phần câu hỏi và bài tập cuối chương.

Trong quá trình biên soạn giáo trình, chúng tôi đã nhận được sự đóng góp ý kiến nhiệt tình, sâu sắc của các nhà chuyên môn, các giảng viên giảng dạy ở các trường Đại học, các đồng nghiệp đang công tác tại trường với chúng tôi và đặc biệt là Tiến sĩ Nguyễn Văn Thuấn, giảng viên Học viện Kỹ thuật Quân sự, Thạc sĩ Dương Văn Phương và Thạc sĩ Nguyễn Hoàng Dũng, giảng viên của trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Chúng tôi xin chân thành cảm ơn.

Mặc dù đã cố gắng, song trong quá trình biên soạn chắc chắn không tránh khỏi những sai sót. Mong nhận được những ý kiến đóng góp phê bình của bạn đọc.

TÁC GIẢ

Bài mở đầu

ĐỐI TƯỢNG, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU MÔN HỌC

1. Đối tượng của môn học

Kỹ thuật số và mạch logic là môn học nghiên cứu những kiến thức cơ bản về các mạch tổ hợp logic và mạch tuần tự. Trên cơ sở đó, giúp cho người cán bộ kỹ thuật có sự hiểu biết đầy đủ về nguyên lý làm việc của các mạch điện tử số như các mạch cộng, trừ, so sánh, mạch dồn kênh, phân kênh, mạch mã hóa, giải mã, các loại mạch đếm, mạch ghi dịch, bộ nhớ và các mạch chuyển đổi tín hiệu tương tự sang số và số sang tương tự. Đây là cơ sở để người cán bộ kỹ thuật tiếp cận vào các thiết bị điện tử số.

2. Nội dung của môn học

Giáo trình *Kỹ thuật số và mạch logic* ngoài việc đề cập tới những nội dung cơ bản về mạch số như sơ đồ, nguyên lý hoạt động của các mạch, còn giới thiệu một loạt các kiến thức khác như phương pháp thiết kế mạch tổ hợp, một số mạch số ứng dụng trong thực tế. Với nội dung như vậy, giáo trình không những giúp cho người học có được kiến thức để tiếp cận các môn học chuyên ngành, có khả năng khai thác, sử dụng và khắc phục được những sự cố trong các thiết bị số mà còn là tài liệu tham khảo bổ ích cho đội ngũ cán bộ kỹ thuật đang làm việc trong các lĩnh vực có liên quan đến kỹ thuật điện tử số.

Môn học được bố trí thành 11 chương, nhằm cung cấp cho học sinh những kiến thức:

- Nguyên lý hoạt động của các phần tử cơ bản trong kỹ thuật số như các cổng logic, các mạch tổ hợp, các mạch dãy, cấu trúc và hoạt động của bộ nhớ ROM, RAM và các kiểu chuyển đổi tín hiệu tương tự sang số, số sang tương tự.

- Phương pháp thiết kế được các mạch tổ hợp đơn giản như các mạch mã hoá, giải mã, dồn kênh, phân kênh.

- Phân tích đặc điểm và hoạt động của các mạch ứng dụng trong thực tế như mạch tạo xung, mạch chia tần, mạch đếm có hiển thị kết quả đếm bằng đèn 7 thanh, mạch điều khiển các đối tượng thông qua xử lý số v.v.

Qua môn học, rèn luyện cho học sinh ý thức tích cực sáng tạo, khả năng tư duy logic, nhiệt tình và yêu thích nghề nghiệp.

3. Phương pháp nghiên cứu môn học

Kỹ thuật số và mạch logic rất cần cho các cán bộ kỹ thuật và người lao động khi làm các công việc liên quan đến kỹ thuật điện tử. Đây là môn học bắt buộc đối với học sinh theo học các ngành, nghề liên quan đến kỹ thuật điện tử. Để có thể nắm bắt được nội dung của môn học, học sinh cần phải có các kiến thức của các môn khác như Vật liệu điện tử, Kỹ thuật mạch điện tử và Thực hành điện tử cơ bản... Trong quá trình học tập, học sinh cần phải kết hợp giữa học lý thuyết ở trên lớp với việc làm các bài tập. Trước khi làm bài tập cần nắm vững kiến thức lý thuyết cơ bản. Ngoài kiến thức được nêu trong giáo trình, người học cần phải thường xuyên cập nhật các thông tin mới thông qua các giáo trình tham khảo. Các kiến thức trình bày trong giáo trình mặc dù chỉ là kiến thức cơ bản, song để có thể lĩnh hội được nhanh chóng thì người học cần phải tuân thủ theo kết cấu của giáo trình và cần có sự hướng dẫn của các giáo viên chuyên ngành.

Tóm lại, để có thể học tốt môn học, người học cần phải xác định rõ mục đích và yêu cầu của môn học. Luôn luôn kết hợp chặt chẽ giữa học lý thuyết với học thực hành. Đồng thời tích cực ôn luyện theo sự hướng dẫn của các giáo viên, đặc biệt là ghi nhớ những kết luận rút ra từ các kết quả thực hành, thực tập trên các thiết bị thật hoặc trên các mô hình đã có sẵn trong các phòng thực hành.

Chương 1

HỆ THỐNG ĐẾM VÀ MÃ

Mục tiêu

- Hiểu và làm được các bài tập về chuyển đổi số giữa các hệ đếm, chuyển đổi giữa các mã.

- Thực hiện thành thạo các phép toán cộng, trừ ở hệ đếm 2, hệ đếm 8 và hệ đếm 16.

- Rèn luyện tính tư duy logic và sáng tạo trong công việc chuyên môn.

Nội dung trọng tâm

- Giới thiệu về các hệ đếm và các mã thông dụng trong kỹ thuật số.

- Các phương pháp chuyển đổi số giữa các hệ đếm và chuyển đổi các mã.

- Phương pháp thực hiện các phép toán cộng và phép toán trừ trong hệ đếm hai, tám và mười sáu.

1. BIỂU DIỄN SỐ TRONG CÁC HỆ THỐNG ĐẾM

1. Các khái niệm cơ bản

Đối với các thiết bị số (*digital*), việc xử lý thông tin được thực hiện thông qua những con số đặc biệt, biểu diễn dưới những dạng mã khác nhau, nằm trong các *hệ thống đếm* khác nhau. Để hiểu rõ vấn đề hơn, ta xét một số khái niệm cơ bản sau đây:

+ Hệ thống đếm: Hệ thống đếm là tổ hợp các quy tắc gọi và biểu diễn các con số có giá trị xác định.

+ Chữ số: Chữ số là những ký hiệu dùng để biểu diễn một con số.

+ Phân loại hệ thống đếm: Tùy theo phương pháp biểu diễn các con số mà hệ thống đếm có thể chia ra thành hai loại là *hệ thống đếm theo vị trí* và *hệ thống đếm không theo vị trí*.

- Hệ thống đếm theo vị trí là hệ thống đếm mà trong đó giá trị về mặt số lượng của mỗi chữ số phụ thuộc vào vị trí của chữ số đó nằm trong con số.

Ví dụ: Trong hệ thống đếm mười (thập phân) theo chữ số Ả rập thông thường, xét chữ số 4 ở hai con số sau, rõ ràng là chúng có giá trị khác nhau:

1234: chữ số 4 biểu diễn giá trị 4 đơn vị.

4321: chữ số 4 biểu diễn giá trị $4 \cdot 10^3$ đơn vị.

- Hệ thống đếm không theo vị trí là hệ thống đếm mà giá trị về mặt số lượng của chữ số không phụ thuộc vào vị trí của nó nằm trong con số.

Ví dụ: Trong hệ thống đếm theo chữ số La mã, xét hai con số sau:

XXIII = 23 đơn vị

XXXIX = 39 đơn vị

Rõ ràng là giá trị của các chữ số X ở cả hai con số trên không phụ thuộc vào vị trí của nó nằm trong con số.

Hệ thống đếm không theo vị trí (mà tiêu biểu là hệ thống đếm theo chữ số La mã) trở nên cồng kềnh khi cần biểu diễn các con số có giá trị lớn, do đó hiện nay người ta ít dùng.

Để thuận tiện, từ đây trở đi trong toàn bộ cuốn sách này chúng tôi gọi tắt một hệ thống đếm theo vị trí là một *hệ đếm* và trong nhiều trường hợp gọi tắt là *hệ* như "hệ hai", "hệ mười", v.v...

2. Các hệ đếm thông dụng

2.1. Hệ mười

Hệ mười là hệ đếm thường dùng nhất trong sinh hoạt và công việc của chúng ta. Trong hệ đếm này có 10 chữ số, được ký hiệu là 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 và 9 để mã hoá số 0 và 9 số tự nhiên đầu tiên. Cơ số của hệ đếm là 10. Từ số lớn hơn 9, nhờ cách ghi số theo vị trí, trong đó số có vị trí bất kỳ có trọng số gấp 10 lần số có vị trí bên phải liền kề. Ta có thể dùng 10 chữ số trong hệ đếm để biểu diễn mọi con số.

Ví dụ: $243,65 = 2 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 3 \times 10^0 + 6 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2}$

hay $901,78 = 9 \times 10^2 + 0 \times 10^1 + 1 \times 10^0 + 7 \times 10^{-1} + 8 \times 10^{-2}$

2.2. Hệ hai

Hệ hai được dùng rộng rãi nhất trong mạch số. Trong hệ hai, mỗi vị trí số chỉ có hai khả năng lấy giá trị là 0 và 1. Cơ số đếm của hệ hai là 2. Ví dụ về việc biểu diễn các số ở hệ hai như sau:

$101,11 = 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$

$01100,010 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$

2.3. Hệ tám

Hệ tám, có tám ký hiệu như ở hệ mười, bắt đầu từ ký hiệu 0 và kết thúc là ký hiệu 7 để biểu diễn các số ở hệ đếm này. Cơ số của hệ đếm là 8. Ví dụ về biểu diễn số ở hệ tám như sau:

$$513,26 = 5 \times 8^2 + 1 \times 8^1 + 3 \times 8^0 + 2 \times 8^{-1} + 6 \times 8^{-2}$$

$$\text{hoặc } 703,41 = 7 \times 8^2 + 0 \times 8^1 + 3 \times 8^0 + 4 \times 8^{-1} + 1 \times 8^{-2}$$

2.4. Hệ mười sáu

Ở hệ đếm này sử dụng 16 ký hiệu để biểu diễn 16 con số của hệ đếm. Từ giá trị 1 đến 9 biểu diễn như ở hệ đếm mười, từ 10 đến 15, mỗi số được ký hiệu bằng một chữ cái tương ứng A, B, C, D, E và F.

Ví dụ về biểu diễn số ở hệ mười sáu: 3C2; 4FF; 516,4A.

Tương tự như các hệ đếm trên, số 516,4A trong hệ đếm mười sáu chính là:

$$(516,4A)_{16} = 5 \times 16^2 + 1 \times 16^1 + 6 \times 16^0 + 4 \times 16^{-1} + 10 \times 16^{-2}$$

II. CHUYỂN ĐỔI SỐ GIỮA CÁC HỆ ĐẾM

1. Chuyển các số từ hệ mười sang hệ hai và ngược lại

1.1. Chuyển từ hệ mười sang hệ hai

Để chuyển số từ hệ mười sang hệ hai ta phải tiến hành theo hai bước: chuyển đổi phần trước dấu phẩy và chuyển đổi phần sau dấu phẩy (phần lẻ) theo hai quy tắc khác nhau.

1.1.1. Chuyển các số trước dấu phẩy

Quy tắc chuyển đổi phần trước dấu phẩy: Chia liên tiếp số hệ mười và các thương số của mỗi lần chia cho 2, tới khi kết quả chia bằng 0 thì dừng. Phần dư của mỗi lần chia chính là giá trị các bit của số hệ hai cần tìm, bắt đầu từ bit có trọng số nhỏ nhất tới bit có trọng số lớn nhất.

Ví dụ 1: Chuyển đổi số 21 hệ mười sang hệ hai, ta làm như sau:

$$21: 2 = 10 \text{ dư } 1 \text{ (số dư 1 ở đây là bit có trọng số nhỏ nhất)}$$

$$10: 2 = 5 \text{ dư } 0$$

$$5: 2 = 2 \text{ dư } 1$$

$$2: 2 = 1 \text{ dư } 0$$

$$1: 2 = 0 \text{ dư } 1 \text{ (số dư 1 ở đây là bit có trọng số lớn nhất).}$$

$$\Rightarrow (21)_{10} = (10101)_2$$

Ví dụ 2: Chuyển đổi số 37 ở hệ mười sang hệ hai, ta thực hiện như sau: