

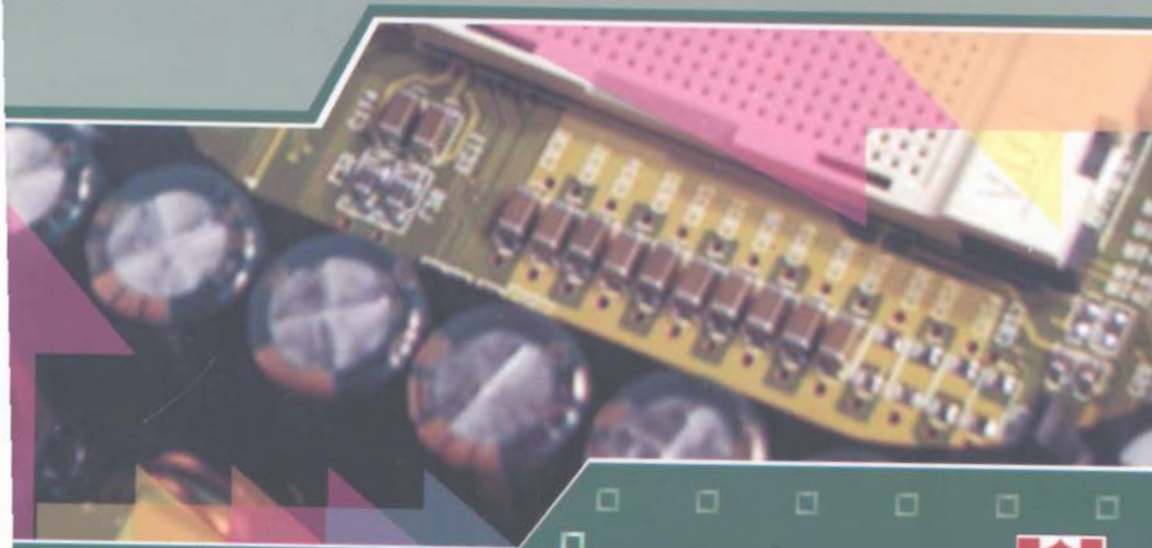


SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

GIÁO TRÌNH

MẠCH ĐIỆN TỬ CƠ BẢN

DÙNG TRONG CÁC TRƯỜNG TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP



SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

KS. NGUYỄN VĂN ĐIỂM

GIÁO TRÌNH
MẠCH ĐIỆN TỬ CƠ BẢN

(Dùng trong các trường THCN)

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 2005

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, 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 THPT Hà Nội.

Bộ giáo trình này là tài liệu giảng dạy và học tập trong các trường THPT 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

Mạch điện tử cơ bản là giáo trình được biên soạn theo đề cương do Sở Giáo dục và Đào tạo thành phố Hà Nội xây dựng và thông qua. Đây là giáo trình dành cho chuyên ngành đào tạo hệ kỹ thuật viên trung cấp ngành kỹ thuật viễn thông. Nội dung biên soạn theo tinh thần ngắn gọn, dễ hiểu. Các kiến thức trong toàn bộ giáo trình có mối liên hệ logic chặt chẽ. Giáo trình được biên soạn sau khi đã tham khảo rất nhiều tài liệu về mạch điện tử tương tự, đồng thời cũng được sự giúp đỡ nhiệt tình của các đồng nghiệp.

Giáo trình gồm 5 chương:

Chương 1: Những kiến thức chung.

Chương 2: Mạch khuếch đại cơ bản.

Chương 3: Mạch khuếch đại chuyên dụng.

Chương 4: Mạch tạo dao động.

Chương 5: Điều chế và giải điều chế.

Giáo trình này có thể được dùng làm tài liệu tham khảo cho học sinh trung cấp, sinh viên hệ cao đẳng các ngành kỹ thuật điện tử khác.

Trong quá trình biên soạn giáo trình, tác giả đã nhận được sự đóng góp ý kiến của tiến sĩ Nguyễn Văn Thuấn, khoa Tự động hóa và thạc sĩ Nguyễn Mạnh Hiệp, khoa Đảm bảo kỹ thuật - Học viện Kỹ thuật quân sự. Tác giả xin chân thành cảm ơn về sự giúp đỡ quý báu đó.

Mặc dù tác giả đã rất cố gắng nhưng giáo trình chắc chắn không tránh khỏi khiếm khuyết. Chúng tôi rất mong nhận được những ý kiến đóng góp của người sử dụng để giáo trình hoàn chỉnh hơn.

TÁC GIẢ

Chương 1

NHỮNG KIẾN THỨC CHUNG

I. KHÁI QUÁT CHUNG VỀ TÍN HIỆU

1. Tín hiệu tương tự và các đại lượng đặc trưng

Tín hiệu là điện áp (hay dòng điện) biểu hiện dạng vật lý của tin tức, nó mang tin tức. Còn tin tức là thông báo về trạng thái, về sự kiện của một hệ vật chất nào đó được sắp xếp theo một quy luật bắt buộc. Dạng biểu diễn cụ thể hay gặp nhất của tin tức là tín hiệu âm thanh và tín hiệu hình ảnh. Nhờ các thiết bị như micro, camera mà các tin tức đó được biến đổi thành tín hiệu điện. Các tín hiệu điện này là các tín hiệu tương tự, là các hàm liên tục theo thời gian. Tín hiệu tương tự có các dạng sau:

1.1. Tín hiệu điều hoà

Tín hiệu điều hoà là dạng điển hình của tín hiệu tương tự có chu kỳ, tín hiệu điều hoà thường được biểu diễn bằng biểu thức toán học sau:

$$S(t) = S_m \sin(\omega t + \varphi)$$

Trong đó:

- Biên độ S_m là giá trị biên độ lớn nhất mà hàm số có thể đạt được.
- Tần số góc ω (rad/s), với $\omega = 2\pi f$. Trong đó f là tần số, là số dao động toàn phần trong trong thời gian một giây và có đơn vị đo là Hec (viết tắt là Hz).

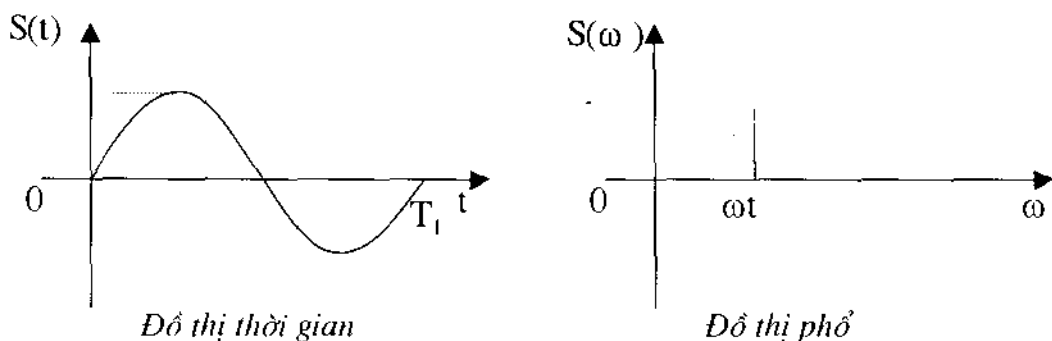
Nghịch đảo của tần số f là chu kỳ T :

$$T = \frac{1}{f} (s)$$

- Góc pha đầu φ .

Tín hiệu là một hàm số được biểu diễn theo thời gian thì được gọi là dạng tín hiệu hay dạng sóng tín hiệu. Nếu biểu diễn tín hiệu đó dưới dạng một hàm số theo tần số thì được gọi là phổ của tín hiệu. Đồ thị biểu diễn hàm số tín hiệu hình sin $S(\omega)$ được gọi là phổ của tín hiệu hình sin.

Vì tín hiệu hình sin $S(t) = S_m \sin \omega_1 t$ chỉ có một tần số ω_1 ứng với chu kỳ T_1 , nên hàm phổ của nó chỉ có một giá trị tại ω_1 , đồ thị phổ của tín hiệu sin chỉ có một vạch như ở hình vẽ sau:



Hình 1.1. Đồ thị thời gian và đồ thị phổ của tín hiệu hình sin

Việc chuyển hàm $S(t)$ sang hàm $S(\omega)$ giúp cho việc nghiên cứu tín hiệu một cách dễ dàng hơn.

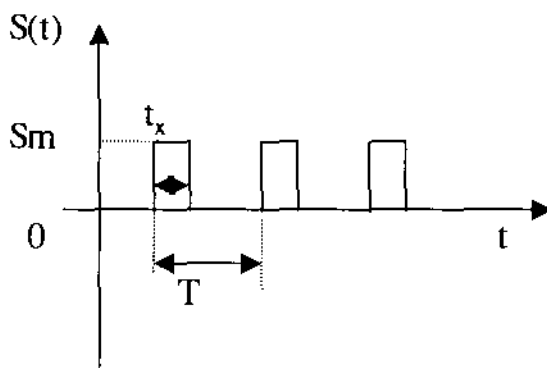
1.2. Tín hiệu tuần hoàn và các đại lượng đặc trưng

Một tín hiệu $S(t)$ thoả mãn điều kiện:

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

Ở mọi thời điểm t , với T là một hằng số, thì ta có $S(t)$ là một hàm tuần hoàn. Giá trị nhỏ nhất của T gọi là chu kỳ của tín hiệu.

Dạng tín hiệu tuần hoàn thường gặp là các dãy xung vuông, xung tam giác, xung nhọn... Một dãy xung vuông được biểu diễn như sau:



Hình 1.2. Tín hiệu tuần hoàn xung vuông

Tín hiệu xung có các thông số đặc trưng cơ bản sau:

- Biên độ xung S_m là giá trị biên độ lớn nhất của nó.
- Độ rộng xung t_x là khoảng thời gian tồn tại của tín hiệu xung.
- Chu kỳ T là thời gian nhỏ nhất lặp lại của tín hiệu xung.
- Độ rộng của xung Q , được tính theo công thức:

$$Q = \frac{T}{t_x}$$

Hay hệ số lấp đầy (điền đầy) được tính theo t_x/T .

Ngoài ra, còn có các khái niệm về độ rộng sườn trước, độ rộng sườn sau, thời gian quét thuận, thời gian quét ngược, độ sụt đỉnh xung...

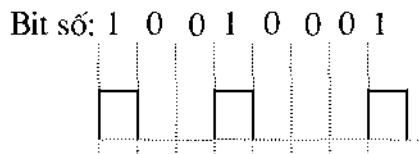
2. Tín hiệu số và các đại lượng đặc trưng

Tín hiệu số là tín hiệu rời rạc theo thời gian và có biên độ xác định. Tín hiệu số không có sẵn, muốn có tín hiệu số thì phải thực hiện quá trình chuyển đổi từ tín hiệu tương tự sang tín hiệu số. Quá trình chuyển đổi được thực hiện theo các bước sau:

- Lấy mẫu tín hiệu theo định lý lấy mẫu.
- Lượng tử hoá.
- Mã hoá.

Vậy tín hiệu số là tín hiệu rời rạc theo thời gian và theo cả biên độ. Tín hiệu số chỉ gồm hai mức giá trị được gọi là mức hay giá trị logic: Mức (giá trị) logic 1 và mức (giá trị) logic 0. Mức logic 1 được gọi là bit 1, còn mức logic 0 được gọi là bit 0.

Ví dụ một dãy số 10010001 được biểu diễn như sau:



Tín hiệu số có hai thông số đặc trưng cơ bản, đó là:

- Biên độ, thường được quy định bởi một mức điện áp cố định là + 5V tương ứng với bit 1, còn mức điện áp là 0V tương ứng với bit 0 (có thể quy định ngược lại).
- Độ rộng của bit số là khoảng thời gian tồn tại của bit số đó. Độ rộng của bit 1 luôn bằng độ rộng của bit 0. Tùy thuộc vào từng hệ thống mà độ rộng của bit số trong các hệ thống có thể là khác nhau. Ví dụ trong các hệ thống ghép

kênh tín hiệu số thì độ rộng bit số chỉ cỡ μs , còn trong các hệ thống xử lý số khác thì độ rộng bit số có thể lớn hơn.

3. Nhiễu và sự ảnh hưởng của nhiễu đến tín hiệu

Nhiễu là loại tín hiệu không mong muốn, vì nhiễu tác động vào tín hiệu làm cho tín hiệu sai lệch và mất chính xác.

Về nguyên tắc, nhiễu rất đa dạng nên không thể xét hết được, ta phải quy về các loại nhiễu nhiệt, nhiễu cộng, nhiễu nhân, nhiễu trắng...

3.1. Nhiễu nhiệt

Nhiễu nhiệt, còn gọi là tạp âm nhiệt. Nhiễu nhiệt thường gặp trong các linh kiện điện tử như: đèn điện tử, Transistor, diot... Xuất xứ của tạp âm nhiệt là những dao động được hình thành do các phân tử mang điện chuyển động theo nhiệt độ. Nhiễu nhiệt là một quá trình ngẫu nhiên, biến thiên theo thời gian và việc nghiên cứu, khảo sát nhiễu nhiệt thường được thực hiện bằng phương pháp thống kê.

3.2. Nhiễu cộng và nhiễu nhân

- Nhiễu cộng là nhiễu cộng được với tín hiệu (cần truyền) làm cho tín hiệu (đến máy thu) bị sai lệch. Nếu gọi nhiễu là $N(t)$ và tín hiệu (cần truyền) là $S(t)$ thì (tại điểm thu) tín hiệu nhận được: $X(t) = S(t) + N(t)$.

- Nhiễu nhân là loại nhiễu nhân với tín hiệu (cần truyền). Nhiễu nhân thường gây ra điều chế phụ trong điều chế thông tin.

Khi có nhiễu nhân, tín hiệu thu được: $X(t) = S(t) \cdot N(t)$.

3.3. Nhiễu trắng

Các hiện tượng xáo động nhiệt trong các phân tử của mạch điện, dây dẫn hoặc hiện tượng bức xạ trong khí quyển đều gây ra tín hiệu nhiễu tác động bất lợi đến sự truyền tin. Loại nhiễu này có một giải phổ rất rộng nên được gọi là nhiễu trắng.

Để chống nhiễu, người ta có thể tăng công suất máy phát, tăng độ nhạy của máy thu, tăng tính định hướng của anten để làm tăng tỷ số tín hiệu trên nhiễu hoặc dùng phương thức điều chế thích hợp, hoặc dùng phương thức thông tin số.

II. KHÁI QUÁT CHUNG VỀ MẠCH ĐIỆN TỬ

1. Khái quát chung về mạch điện tử

Các mạch điện tử có nhiệm vụ gia công tín hiệu theo những thuật toán khác nhau, chúng được phân loại theo dạng tín hiệu được xử lý.

Tín hiệu là số đo (điện áp, dòng điện) của một quá trình, sự thay đổi của tín hiệu theo thời gian tạo ra tín tức hữu ích.

Trên quan điểm kỹ thuật, người ta phân biệt hai loại tín hiệu: Tín hiệu tương tự và tín hiệu số. Tín hiệu tương tự là tín hiệu biến thiên liên tục theo thời gian và có thể nhận mọi giá trị trong khoảng biến thiên của nó. Ngược lại, tín hiệu số là tín hiệu đã được rời rạc hoá về mặt thời gian và lượng tử hoá về biên độ, nó được biểu diễn bằng những tập hợp xung tại những điểm đo rời rạc. Do đó, tín hiệu số chỉ lấy một số hữu hạn giá trị trong khoảng biến thiên của nó mà thôi.

Tín hiệu có thể được khuếch đại, điều chế, tách sóng, chỉnh lưu, nhớ, đo, truyền đạt, điều khiển, biến dạng, tính toán (cộng, trừ, nhân, chia...). Các mạch điện tử có nhiệm vụ thực hiện các thuật toán này.

Để gia công hai loại tín hiệu tương tự và tín hiệu số, người ta dùng hai mạch cơ bản: Mạch tương tự và mạch số. Ở giáo trình này chỉ đề cập đến các mạch điện tử tương tự. Trong những năm gần đây, kỹ thuật số đã phát triển mạnh mẽ và đóng vai trò rất quan trọng trong việc gia công tín hiệu, nhưng trong tương lai chúng không thể thay thế hoàn toàn mạch tương tự. Thực tế có nhiều thuật toán không thể thực hiện được bằng các mạch số hoặc nếu thực hiện bằng mạch tương tự thì kinh tế hơn, ví dụ: khuếch đại tín hiệu nhỏ, đổi tần, chuyển đổi tương tự/số. Ngay cả trong hệ thống số cũng có nhiều phần tử chức năng tương tự, nếu như cần gia công tín hiệu tương tự ở một khâu nào đó.

Biên độ tín hiệu liên quan mật thiết đến độ chính xác của quá trình gia công tín hiệu và xác định mức độ ảnh hưởng của nhiễu đến hệ thống. Khi biên độ tín hiệu nhỏ thì nhiễu có thể lấn át tín hiệu. Vì vậy, khi thiết kế các hệ thống điện tử cần lưu ý nâng cao biên độ tín hiệu ngay ở tầng đầu của hệ thống.

Khuếch đại tín hiệu là chức năng quan trọng nhất của mạch tương tự. Thông thường trong một hệ thống tương tự, người ta phân ra thành các tầng gia công tín hiệu, các tầng khuếch đại tín hiệu nhỏ, các tầng khuếch đại điện áp, các tầng khuếch đại công suất...

Trong thời gian qua, sự ra đời của mạch tổ hợp tương tự (hay còn được gọi là mạch (bộ) khuếch đại thuật toán) đã chiếm một vai trò quan trọng trong kỹ thuật mạch điện tử. Mạch tổ hợp tương tự không những đảm bảo thoả mãn các chỉ tiêu kỹ thuật mà còn có độ tin cậy cao và giá thành hạ, tuy nhiên chúng thường được dùng trong phạm vi tần số thấp. Sự ra đời của mạch khuếch đại thuật toán là một bước ngoặt quan trọng trong quá trình phát triển của kỹ thuật mạch tương tự. Trước đây, khi bộ khuếch đại thuật toán chưa ra đời đã có vô số các mạch chức năng khác nhau. Ngày nay, nhờ có sự xuất hiện của bộ khuếch