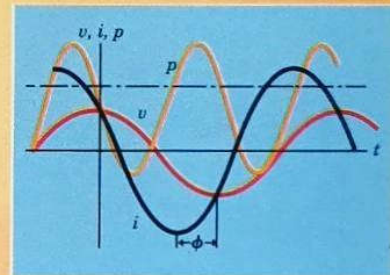
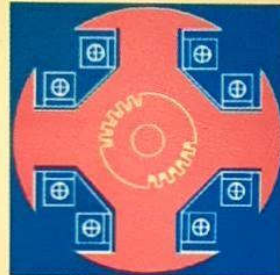
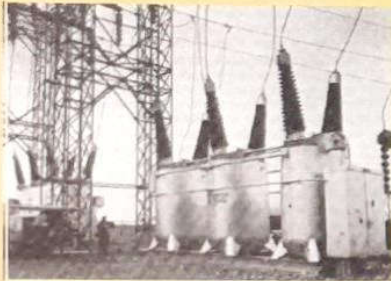


TS. HỒ VĂN SUNG

CƠ SỞ KỸ THUẬT ĐIỆN

TẬP I



CƠ SỞ LÝ THUYẾT MẠCH

ĐIỆN & ĐIỆN TỬ

Lý thuyết và bài tập giải sẵn
với MATLAB

MẠCH ĐIỆN CƠ BẢN



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

TS. HỒ VĂN SUNG

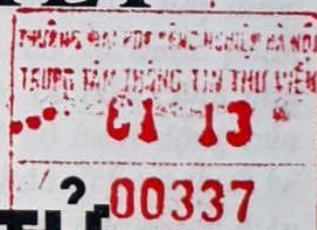
CƠ SỞ KỸ THUẬT ĐIỆN
TẬP I

CƠ SỞ LÝ THUYẾT
MẠCH

ĐIỆN & ĐIỆN TỬ

Lý thuyết và bài tập giải sẵn
với MATLAB

MẠCH ĐIỆN CƠ BẢN



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI 2008

LỜI GIỚI THIỆU

Tập sách "**Cơ sở kỹ thuật điện**" tập hợp tất cả các kiến thức mới nhất về lý thuyết mạch cũng như những công cụ và những phương pháp để phân tích và thiết kế các **mạch điện và điện tử tương tự**. Các tính chất cũng như đáp ứng của các mạch điện từ tần số thấp đến tần số cao và siêu cao đã được mô tả và trình bày một cách rõ ràng, tổng quát và khảo sát chi tiết với hàng trăm ví dụ và bài tập có lời giải sẵn ở cuối sách bằng các biểu thức toán học đẹp đẽ hoặc trên màn hình máy vi tính nhờ phần mềm **MATLAB**.

Toàn bộ nội dung của giáo trình "**Cơ sở kỹ thuật điện**" này được trình bày một cách thống nhất: từ cơ sở đến nâng cao và được phân thành ba tập. Trong đó, tập I cung cấp các kiến thức cơ bản cũng như những công cụ và phương pháp để phân tích các chế độ hoạt động của các **mạch điện và điện tử cơ sở**. Tập II nghiên cứu, phân tích và thiết kế các **mạch điện chức năng**; hay nói khác đi, tập II sử dụng các mạch điện cũng như những kiến thức cơ bản đã thu được trong tập I để phân tích và xây dựng các **hệ thống điện và điện tử chức năng**. Đó là những mạch điện tiên tiến có mặt trong các hệ thống thông tin hiện đại và là những mạch điện cơ sở để xây dựng nên các loại vi mạch (IC). Tập III dành để nghiên cứu các **kỹ thuật truyền sóng điện từ siêu cao tần**.

Tập I gồm 11 chương; trong đó chương 1 mô tả "**các đại lượng điện cơ bản và các chức năng cơ sở**". Chương 2 "**biểu diễn phức dòng điện và mạch điện xoay chiều**". Chương 3 trình bày những "**định luật cơ bản trong các mạng điện tuyến tính**"; trong đó có các định lý **Thévenin, Kirchhoff và Kenely**. Nguyên lý **chồng chất** và các qui tắc **biến đổi nguồn điện** cũng như những định luật tại các **nút mạng** và trong các **mắt mạng độc lập** cũng đã được trình bày chi tiết và vận dụng một cách thuần thục để phân tích các **mạng tuyến tính**. Chương 4 mô tả "**mạch điện trong chế độ xung**". Chương 5 nghiên cứu phép **biến đổi Fourier** và **mật độ phổ công suất của tín hiệu**. Chương 6 nghiên cứu các "**mạch điện trong chế độ điều hoà AC**". Chương 7, chương 8 và chương 9 nghiên cứu các đặc trưng và các mạch điện cơ sở dùng các **linh kiện tích cực như điốt, tranzito và các bộ khuếch đại thuật toán**. Đặc

biệt là các mạch điện dùng tranzito trường MOS và CMOS để xây dựng nguồn dòng đối xứng gương và các mạch khuếch đại vi sai. Các mạch điện này là những phần tử cơ sở để thiết kế các loại vi mạch cho các hệ thống thông tin quang hay trong các máy thu cho các hệ thống thông tin hiện đại 3G. Chương 9 cung cấp nhiều kiến thức để thiết kế và thực hiện các máy tính điện tử tương tự. Chương 10 nghiên cứu các mạng 1 cổng và 2 cổng. Chương 11 tập trung phân tích các loại mạch lọc thụ động từ linh kiện rời cho đến vi mạch và mạch dải.

Hai phép biến đổi đặc trưng cho công nghệ analog; đó là phép biến đổi Fourier và Laplace được tập trung phân tích và áp dụng kỹ càng. Nhờ biến đổi Laplace và Fourier, hàm truyền và đáp ứng tần số của hệ thống dễ dàng được thiết lập. Chúng là những đại lượng chứa đựng toàn bộ các tính chất của một hệ thống, nên việc phân tích và thiết kế hệ thống chính là phân tích và thiết kế hàm truyền và đáp ứng tần số của hệ thống đó. Phương pháp phân tích Fourier đặc biệt hiệu nghiệm để nghiên cứu các mạch điện trong chế độ AC và chế độ dừng; còn phép biến đổi Laplace là một công cụ không thể thiếu được để nghiên cứu các mạch điện trong quá trình quá độ. Ngoài ra, tập sách còn cung cấp các phương pháp số phức và phương pháp ma trận để phân tích và thiết kế các mạng điện tuyến tính và mạng một cổng và hai cổng rất thuận tiện và nhanh chóng; bởi vì các phương pháp này rất được ưa chuộng trong các máy tính số và đã được cập nhật trong các chương trình phần mềm bậc cao như MATLAB hoặc PSPICE.

Tập II gồm 10 chương nhằm nghiên cứu ứng dụng phép biến đổi Laplace cũng như các linh kiện và mạch điện cơ sở của tập I để phân tích và thiết kế các mạch điện chức năng. Đó là những mạch điện có mặt trong các IC của các hệ thống thông tin và truyền thông hiện đại. Trong đó, chương 1 mô tả các "tín hiệu cơ sở". Chương 2 trình bày phép "biến đổi Laplace". Chương 3 "phân tích các mạch điện dùng biến đổi Laplace". Chương 4 nghiên cứu các "mạch điện liên kết hồi cảm". Chương 5 mô tả khái quát "hệ thống thông tin và truyền thông". Chương 6 phân tích và thiết kế các loại "mạch lọc tích cực". Chương 7 nghiên cứu các mạch "điều chế và giải điều chế". Chương 8 thực hiện các bộ "khuếch đại dải rộng" và các bộ khuếch đại có tạp nhiễu thấp và tiêu thụ điện cực nhỏ (LNA: Low Noise Amplifier). Chương 9 nghiên cứu các hệ thống "kiểm tra, giám sát và điều khiển quá trình". Chương 10 phân tích "mạng 3 pha".

Cùng với sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ thông tin và truyền thông, công nghệ các mạch điện cũng phát triển vượt bậc. Vì vậy, các tài liệu về mạch điện và điện tử cũng cực kỳ nhiều và được viết dưới nhiều dạng khác nhau. Điều đó nói lên tầm quan trọng và tính ứng dụng rộng lớn của lĩnh vực này trong kỹ thuật và công nghệ. Chính vì thế, giáo trình "**Cơ sở kỹ thuật mạch điện và điện tử**" này được giảng dạy nhiều kỳ ở hầu hết các trường Đại học, Cao đẳng cả Khoa học Tự nhiên lẫn Kỹ thuật và Công nghệ, với nhiều cấp độ khác nhau.

Với tập sách này, chúng tôi muốn thể hiện những gì là tổng quát nhất, cơ bản nhất đồng thời cập nhật được những công nghệ mới nhất. Đó là lý do tại sao, trong tập sách vừa trình bày các mạch điện kinh điển nhưng cũng có rất nhiều mạch điện tiên tiến, có mặt trong các vi mạch hiện đại. Bởi vì, chúng tôi muốn cung cấp cho bạn đọc tất cả các phương pháp cũng như những công cụ hữu hiệu để phân tích và tổng hợp mạch điện và để bạn đọc có thể sử dụng được ngay trong thực tế. Để làm được điều này, sau mỗi phương pháp phân tích là chương trình mô phỏng, ví dụ minh họa và hàng trăm bài tập với lời giải chi tiết ở cuối sách, giúp cho người đọc củng cố và tự mình kiểm chứng những khái niệm, những kiến thức đã thu nhận được sau khi đọc sách.

Tập sách này là tài liệu tham khảo hữu ích không những cho sinh viên và học viên cao học của tất cả các trường, từ Cao đẳng đến Đại học, từ Khoa học Tự nhiên đến Kỹ thuật và Công nghệ mà còn cho cả các kỹ thuật viên và kỹ sư thực hành các ngành **Điện, Điện tử, Viễn thông** lẫn Công nghệ Thông tin.

Tác giả

Mục lục

	<i>Trang</i>
Lời giới thiệu	3
Chương 1. CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐIỆN CƠ BẢN VÀ CHỨC NĂNG CƠ SỞ	7
11. Các đại lượng điện cơ bản	7
1.1.1. Điện tích	7
1.1.2. Dòng điện	8
1.1.3. Điện thế hoặc thế	11
1.1.4. Công suất của dòng điện	12
1.2. Các linh kiện cơ bản và các chức năng	13
1.2.1. Điện trở	13
1.2.2. Tụ điện	17
1.2.3. Cảm kháng và tự cảm	20
1.3. Nguồn thế và nguồn dòng	22
Bài tập	26
Chương 2. BIỂU DIỄN PHỨC DÒNG ĐIỆN VÀ MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU	27
2.1. Các phép tính số phức	27
2.1.1. Biểu diễn số phức	27
2.1.2. Các phép tính với số phức	29
2.2. Biểu diễn phức tín hiệu tuần hoàn	35
2.3. Định luật Ôm dưới dạng phức	41
2.3.1. Nguồn phát và nguồn thu	41
2.3.2. Định luật Ôm đối với mạch điện trở thuần	42
2.3.3. Định luật Ôm đối với mạch điện thuần cảm	42
2.3.4. Định luật Ôm đối với mạch điện thuần dung	43
2.3.5. Định luật Ôm đối với mạch R, L và C ghép nối tiếp	44
2.3.6. Định luật Ôm đối với mạch R, L và C ghép song song	44
2.3.7. Định luật Ôm dạng tổng quát	44
Bài tập	47
Chương 3. NHỮNG ĐỊNH LUẬT CƠ BẢN TRONG CÁC MẠNG ĐIỆN	49
TUYẾN TÍNH	
3.1. Định nghĩa mạng tuyến tính	49
3.2. Các định luật Kirchhoff	50
3.2.1. Phương pháp nút mạng	50
3.2.2. Phương pháp mắt mạng độc lập	54
3.3. Nguyên lý chồng chất	58
3.4. Các qui tắc biến đổi nguồn	60
3.5. Định lý Thévenin	62
3.6. Định lý Kehely	67
3.6.1. Chuyển từ mạng tam giác thành mạng hình sao	67
3.6.2. Chuyển từ mạng hình sao thành mạng tam giác	69
Bài tập	74

Chương 4. MẠCH ĐIỆN TRONG CHẾ ĐỘ XUNG	83
4.1. Đáp ứng xung của mạch RC	84
4.2. Đáp ứng xung của các mạch điện cơ bản bậc nhất	87
4.2.1. Các mạch điện RC bậc nhất	87
4.2.2. Đáp ứng của mạch RC đối với xung nhảy bậc	88
4.2.3. Đáp ứng của mạch RC đối với xung vuông	90
4.3. Đáp ứng xung của các mạch LR	91
4.4. Đáp ứng xung của các mạch RLC nối tiếp	94
4.4.1. Đáp ứng của mạch nối tiếp với kích thước DC	96
4.4.2. Đáp ứng của mạch điện RLC nối tiếp với kích thước AC	101
4.5. Mạch GLC song song	103
4.5.1. Đáp ứng của mạch GLC đối với xung nhảy bậc	104
4.5.2. Đáp ứng của mạch GLC song song đối với kích thích AC	108
4.6. Phương pháp biến số trạng thái	112
Bài tập	117
Chương 5. BIẾN ĐỔI FOURIER VÀ MẬT ĐỘ PHỔ CÔNG SUẤT CỦA TÍN HIỆU	123
5.1. Khai triển một tín hiệu tuần hoàn thành chuỗi Fourier	123
5.2. Từ chuỗi Fourier tới biến đổi Fourier	127
5.3. Mật độ phổ công suất	130
5.4. Phân tích Fourier	132
5.4.1. Phân tích dòng điện tuần hoàn	132
5.4.2. Công suất của dòng điện	137
5.4.3. Phân tích một dòng điện không tuần hoàn	143
5.4.4. Mật độ phổ năng lượng của tín hiệu	145
Bài tập	147
Chương 6. MẠCH ĐIỆN TRONG CHẾ ĐỘ ĐIỀU HOÀ AC	151
6.1. Các đại lượng dạng hình sin	151
6.2. Các định luật Kirchhoff trong chế độ sin	154
6.3. Các ví dụ đơn giản	159
6.3.1. Mạch RC	159
6.3.2. Mạch LR	160
6.3.4. Mạch LC	161
6.3.5. Trường hợp nguồn liên kết	163
6.3.6. Bộ khuếch đại thông đại	165
6.4. Hệ số khuếch đại và Decibel	167
6.4.1. Hệ số khuếch đại công suất	167
6.4.2. Hệ số khuếch đại thế	168
6.4.3. Hệ số khuếch đại dòng	168
6.5. Đáp ứng tần số và giản đồ Bode	169
6.6. Các mạch cộng hưởng	173
6.6.1. Cộng hưởng nối tiếp	173
6.6.2. Dạng chính tắc của các mạch cộng hưởng nối tiếp	176
6.6.3. Dải thông	177
6.6.4. Cộng hưởng song song	180
6.6.5. Mạch cộng hưởng song song trong thực tế	182
6.7. Sự phối hợp trở kháng	183
6.7.1. Trường hợp đặc biệt	184
6.7.2. Trường hợp tổng quát	184
6.7.3. Thực hiện sự phối hợp trở kháng	185
Bài tập	186

	Chương 7. CÁC MẠCH ĐIỆN DÙNG ĐIÓT BÁN DẪN	193
7.1.	Bán dẫn và chuyển tiếp P-N	193
7.2.	Phân cực chuyển tiếp P-N: điốt bán dẫn	195
7.3.	Ảnh hưởng của nhiệt độ	199
7.4.	Mạch điện cơ sở dùng điốt	201
7.5.	Mạch chỉnh lưu nửa chu kỳ	206
7.6.	Mạch chỉnh lưu cả chu kỳ	214
7.7.	Nguồn nuôi $\pm V$	218
7.8.	Mạch ổn định thế dùng điốt zener	219
7.9.	Các mạch cắt xén và tạo dạng tín hiệu	225
7.9.1.	Mạch cắt xén một mức	225
7.9.2.	Mạch cắt xén hai mức	228
	Bài tập	232
	Chương 8. CÁC MẠCH ĐIỆN DÙNG TRANZITO	235
8.1.	Tranzito lưỡng cực	235
8.2.	Tranzito trường Mosfet	245
8.3.	Tranzito trường Jfet	253
8.4.	Các tầng khuếch đại với tranzito trường	257
8.5.	Các tầng khuếch đại với tranzito lưỡng cực	264
8.5.1.	Bộ khuếch đại emitor chung	264
8.5.2.	Bộ khuếch đại bazơ chung	267
8.5.3.	Khuếch đại colectơ chung	270
8.5.4.	Khuếch đại vi sai	272
8.6.	Sự ghép tầng	275
8.7.	Bảng tổng hợp các tranzito	279
8.8.	Tranzito như một bộ chuyển mạch	281
8.9.	Mạch điện tương đương của tranzito	283
8.10.	Chọn tranzito như thế nào?	286
8.11.	Các mạch điện tốt và xấu	288
8.12.	Nguồn dòng trong vi mạch	291
8.12.1.	Nguồn dòng đối xứng gương	291
8.12.2.	Nguồn dòng Wilson	292
8.12.3.	Bộ khuếch đại vi sai toàn phần dùng CMOS trong vi mạch	295
	Bài tập	297
	Chương 9. CÁC MẠCH ĐIỆN VỚI KHUẾCH ĐẠI THUẬT TOÁN	301
9.1.	Khuếch đại và phản hồi âm	301
9.2.	Các bộ khuếch đại có hệ số khuếch đại lớn	305
9.2.1.	Định nghĩa bộ khuếch đại thuật toán	305
9.2.2.	Các thông số quan trọng của bộ khuếch đại thuật toán	310
9.3.	Các bộ khuếch đại thuật toán với phản hồi âm về dòng	324
9.4.	Đáp ứng tần số của bộ khuếch đại với phản hồi âm về dòng	328
9.5.	Các mạch điện với khuếch đại thuật toán lý tưởng	331
9.5.1.	Các sơ đồ với lối vào đảo	331
9.5.2.	Bộ khuếch đại không đảo	333
9.5.3.	Bộ cộng không đảo	334
9.5.4.	Các bộ khuếch đại vi sai thông dụng	334
9.5.5.	Các mạch vi phân và tích phân	340
9.6.	Máy tính điện tử tương tự	347

9.7.	Các mạch làm lệch pha	349
9.8.	Bộ tạo dao động	350
9.8.1.	Bộ tạo dao động dùng cầu Wien	350
9.8.2.	Bộ tạo dao động sin, cos	351
9.9.	Mạch chuyển đổi trở kháng	353
9.9.1.	Các bộ nhân điện dung	353
9.9.2.	Bộ mô phỏng cảm kháng	354
9.10.	Mạch lọc tích cực	355
9.11.	Các mạch tách sóng	357
9.12.	Các nguồn điện áp tham chiếu	358
9.13.	Các bộ so sánh	360
9.14.	Mạch chuyển đổi AC/DC	363
9.15.	Chuyển đổi A/D và D/A	364
9.15.1.	Chuyển đổi A/D	364
9.15.2.	Mạch chuyển đổi D/A	366
9.15.3.	Mạch chuyển đổi D/A dạng bậc thang	369
	Bài tập	371
	Chương 10. MẠCH MỘT CỔNG VÀ HAI CỔNG	379
10.1.	Định nghĩa mạng 1 cổng và 2 cổng	379
10.2.	Xác định các thông số của mạng một cổng	380
10.2.1.	Độ dẫn động và độ dẫn tuyến (thông số y)	380
10.2.2.	TRở kháng động và trở kháng truyền (thông số Z)	383
10.3.	Mạng hai cổng	387
10.4.	Các ma trận của mạch hai cổng	392
10.4.1.	Ý nghĩa vật lý của các hệ số của phương trình mạng hai cổng	392
10.4.2.	Ma trận trở kháng và ma trận độ dẫn	393
10.4.3.	Ma trận truyền	394
10.4.4.	Ma trận khuếch đại	395
10.4.5.	Ma trận lai	396
10.5.	Ghép nối các mạng hai cổng	397
10.5.1.	Lối vào nối tiếp lối ra nối tiếp	397
10.5.2.	Lối vào song song lối ra song song	398
10.5.3.	Mạng hai cổng nối tiếp	399
10.5.4.	Lối vào song song lối ra nối tiếp	400
10.5.5.	Lối vào nối tiếp lối ra song song	400
10.6.	Mạng hai cổng đầu cuối	401
10.7.	Các loại mạng hai cổng cơ sở	404
10.7.1.	Mạng hai cổng một trở kháng	404
10.7.2.	Mạng hai cổng hai trở kháng hay mạng hai cổng hình chữ L	404
10.7.3.	Mạng hai cổng chữ T và chữ Π (π)	405
	Bài tập	409
	Chương 11. CÁC LOẠI MẠCH LỌC THỤ ĐỘNG	413
11.1.	Nhập đề	413
11.2.	Tính cần thiết của sự lọc	414
11.3.	Các đặc trưng tổng quát của mạch lọc	416
11.3.1.	Phân loại mạch lọc	416
11.3.2.	Trở kháng đặc trưng	418
11.3.3.	Xác định tần số cắt	419
11.4.	Các mạch lọc dạng tứ cực chữ T	421

11.4.1.	Mạch lọc thông thấp	421
11.4.2.	Mạch lọc thông cao	422
11.4.3.	Mạch lọc thông dải	423
11.8.4.	Các mạch lọc thực tế	423
11.5.	Mạch lọc thông thấp Bessel	425
11.6.	Mạch lọc thông thấp Cauer	428
11.7.	Mạch lọc RC cơ sở	432
11.8.	Các hàm số gần đúng và các ứng dụng của chúng cho các mạch lọc tương ứng	434
11.8.1.	Mạch lọc Butterworth	434
11.8.2.	Mạch lọc Legendre	436
11.8.3.	Bessel	437
11.8.4.	Mạch lọc Tchebyshev	438
11.9.	Biến đổi mạch lọc	442
11.9.1.	Biến đổi thông thấp thành thông cao	442
11.9.2.	Biến đổi thông thấp thành thông dải	443
11.9.3.	Biến đổi thông thấp thành chặn dải	444
11.10.	Các mạch lọc vi dải thụ động và ví dụ	445
11.11.	Thiết kế các mạch lọc thụ động	451
11.11.1.	Thiết kế mạch lọc thông thấp	451
11.11.2.	Thiết kế mạch lọc thông cao	452
11.11.3.	Thiết kế mạch lọc thông dải	453
11.12.	Các mạch lọc LC tích cực trong vi mạch (IC)	455
	Bài tập	459
	Giải các bài tập	461
	Tài liệu tham khảo	506

TZ PHAM VAN DIEN

NGUYEN HUY TIEN

NGOC LINH, QUANG NGOC

XUAN DUNG

Chịu trách nhiệm xuất bản :

Biên tập và sửa bài :

Trình bày bìa :

NIH XUAT BAN KHOA HOC VA KY THUAT

70 Trần Hưng Đạo - Hà Nội

in 200 cuốn, khổ 16 x 24, in tại Xưởng in NXB Văn học Dân tộc
 Giấy phép xuất bản số: 82 - 2008/CXB/307.1 - 02/KHKT - cấp ngày 14/12/2008
 in xong và nộp lưu chiểu Quý III năm 2008.