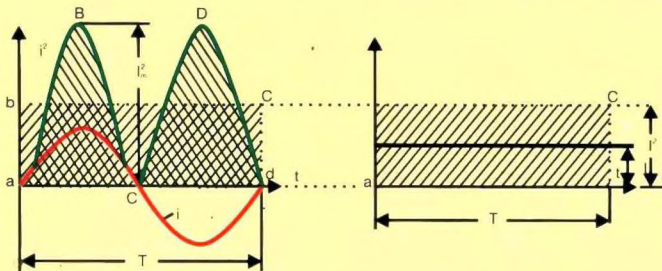


# CƠ SỞ KỸ THUẬT ĐIỆN



HOÀNG HỮU THẬN

CƠ SỞ  
KỸ THUẬT ĐIỆN

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

## LỜI NÓI ĐẦU

Năng lượng điện là nguồn động lực chủ yếu của nền sản xuất hiện nay. Nước ta cũng như các nước khác trên thế giới đang không ngừng phát triển ngành kỹ nghệ sản xuất, truyền tải, phân phối và sử dụng điện năng. Sản lượng điện tính theo đầu người là một trong các chỉ tiêu cơ bản đánh giá trình độ phát triển kinh tế của một nước. Kỹ thuật điện cũng là cơ sở phát triển các ngành điện tử, thông tin liên lạc, điều khiển tự động kỹ thuật đo. Người cán bộ kỹ thuật điện và điện tử cần có hiểu biết cần thiết để sử dụng có kết quả các thành tựu của kỹ thuật điện vào lĩnh vực công tác của mình.

Cuốn sách đề cập đến những vấn đề chính sau đây :

1. Xây dựng các khái niệm, hiện tượng, định luật và quy luật cơ bản của mạch điện ở chế độ xác lập bao gồm chủ yếu là mạch điện tuyến tính có nguồn một chiều và nguồn xoay chiều hình sin. Ngoài ra có giới thiệu ở mức độ cần thiết một số mạch phi tuyến và mạch tuyến tính có nguồn chu kỳ.

2. Xây dựng các phương pháp cơ bản để phân tích mạch điện, chủ yếu là mạch điện tuyến tính có nguồn một chiều và nguồn xoay chiều hình sin ở chế độ xác lập. Đối với các mạch phi tuyến, mạch tuyến tính có nguồn không hình sin, chỉ giới thiệu một số phương pháp cần thiết và đơn giản, cần cho việc phân tích các quá trình điện tử trong máy điện, khí cụ điện và mạng điện thường gặp.

3. Trình bày một số vấn đề đơn giản quá trình quá độ trong mạch điện, với mục đích là phân tích một cách cơ bản và khái quát bản chất của quá trình quá độ. Điều đó sẽ giúp cho bạn đọc dễ dàng tiếp thu nội dung có quan hệ trực tiếp trong các tài liệu chuyên môn như quá trình quá độ trong máy điện, mạng điện, tính toán ngắn mạch hệ thống điện.

Ngoài ra, cuốn sách có giới thiệu thêm một số vấn đề cần thiết cho việc tìm hiểu nội dung hoặc vấn đề mới của kỹ thuật, để tham khảo.

Về phương pháp trình bày, cuốn sách chú ý đến hiện tượng và bản chất vật lý của vấn đề, với mong muốn để bạn đọc dễ nắm được nội dung, dễ cụ thể hóa các vấn đề trừu tượng. Bên cạnh đó, công cụ toán học được sử dụng để hệ thống hóa và xây dựng công thức định lượng cần cho việc tính toán phân tích mạch điện.

*Hiện tại, máy tính đã được sử dụng phổ biến ở nhà trường cũng như các hoạt động khoa học, công nghệ. Hiểu biết và áp dụng tin học vào học tập, công tác là một yêu cầu gần như bắt buộc. Giới thiệu phương pháp và kinh nghiệm tính toán kỹ thuật điện trên máy vi tính là một phần quan trọng của nội dung cuốn sách.*

*Cuốn sách mong muốn làm tài liệu học tập, giảng dạy ở các trường trung học chuyên nghiệp, cao đẳng chuyên điện - điện tử và tài liệu tham khảo thiết thực đối với sinh viên đại học và kỹ sư, kỹ thuật chuyên ngành điện - điện tử.*

*Năm 2005, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật đã làm việc với tác giả để chỉnh sửa và bổ sung thêm những nội dung mới cho phù hợp với nhu cầu của bạn đọc ngày nay. Cuốn sách đã được hoàn thành trong năm 2005 và xuất bản đầu năm 2006. Hy vọng quyển sách này sẽ phục vụ tốt hơn cho bạn đọc như là mong muốn của Nhà xuất bản cùng tác giả.*

*Dù đã có nhiều cố gắng, tuy nhiên vì trình độ hiểu biết có hạn, chắc rằng nội dung còn nhiều thiếu sót. Rất mong bạn đọc góp ý để cuốn sách ngày càng phục vụ tốt hơn.*

**Tác giả**

# MỤC LỤC

Trang

Lời nói đầu 5

## CHƯƠNG I

### KHÁI NIỆM CHUNG VỀ DÒNG ĐIỆN VÀ MẠCH ĐIỆN

1.1. Khái niệm mở đầu	7
1.2. Dòng điện – Mật độ dòng điện	12
1.3. Định luật Ôm	15
1.4. Điện trở – Sự phụ thuộc của điện trở vào nhiệt độ	17
1.5. Mạch điện – Phân loại mạch điện	24
1.6. Sức điện động của nguồn điện	26
1.7. Nguồn điện hóa học	27
1.8. Công suất và năng lượng điện	33
1.9. Biến đổi điện năng thành nhiệt	37
1.10. Mạch điện có một nguồn	40
1.11. Mạch điện có hai nguồn	45
1.12. Đồ thị điện thế	48
Câu hỏi và bài tập	51

## CHƯƠNG 2

### GIẢI MẠCH ĐIỆN MỘT CHIỀU

2.1. Các định luật Kiêchôp và các bài toán về mạch điện	53
2.2. Mạch điện có điện trở đầu nối tiếp hoặc song song	56
2.3. Các phương pháp đấu nguồn điện	62
2.4. Tổn thất điện áp trên dây dẫn	65
2.5. Sơ đồ tương đương của nguồn điện	68
2.6. Phương pháp biến đổi điện trở	71
2.7. Phương pháp dòng điện nhánh	77
2.8. Phương pháp điện thế nút	80
2.9. Phương pháp dòng điện vòng	85
2.10. Phương pháp xếp chồng dòng điện	88

2.11. Mạng hai cực – Phương pháp nguồn điện tương đương	90
2.12. Mạng bốn cực	96
2.13. Giải tích mạch điện trên máy tính	110
Câu hỏi và bài tập	120

### CHƯƠNG 3

## CÁC ĐIỆN TRỞ PHI TUYẾN VÀ MẠCH ĐIỆN MỘT CHIỀU PHI TUYẾN

3.1. Các điện trở phi tuyến và đặc tính vôn – ampe	121
3.2. Đèn điện tử	123
3.3. Đèn quang điện	127
3.4. Đèn ion	129
3.5. Điốt bán dẫn	133
3.6. Điện trở nhiệt	137
3.7. Giải mạch điện phi tuyến bằng đồ thị	138
3.8. Giải mạch điện phi tuyến bằng giải tích	145
Câu hỏi và bài tập	147

### CHƯƠNG 4

## TỪ TRƯỜNG

4.1. Từ trường của dòng điện	149
4.2. Các đại lượng từ cơ bản	152
4.3. Định luật toàn dòng điện	159
4.4. Từ trường của một số dây dẫn có dòng điện	160
4.5. Lực điện từ	165
4.6. Công của lực điện từ	170
4.7. Sự luyện từ của sắt từ	173
4.8. Vật liệu sắt từ	177
4.9. Mạch từ – Các định luật về mạch từ	179
4.10. Tính mạch từ	181
4.11. Nam châm vĩnh cửu	189
4.12. Cơ cấu đo từ điện	192
Câu hỏi và bài tập	193

## CHƯƠNG 5

### CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

5.1. Hiện tượng và định luật cảm ứng điện từ	195
5.2. Biến cơ năng thành điện	200
5.3. Biến điện năng thành cơ	203
5.4. Dòng điện xoáy	204
5.5. Điện cảm	206
5.6. Sức điện động tự cảm	207
5.7. Năng lượng từ trường	209
5.8. Hiện tượng hồ cảm	211
5.9. Nam châm điện	213
5.10. Cơ cấu đo điện từ	215
5.11. Khái niệm về máy phát điện từ thủy động	215
Câu hỏi	217

## CHƯƠNG 6

### DIỆN TRƯỜNG

6.1. Định luật Culông	218
6.2. Điện trường đều – Vật dẫn trong điện trường	222
6.3. Điện môi trong điện trường	226
6.4. Độ bền cách điện	229
6.5. Vật liệu cách điện	231
6.6. Điện dung – Tụ điện – Cách đấu tụ điện	233
6.7. Tụ điện phẳng và tụ điện trụ	236
6.8. Khái niệm về tụ phi tuyến – Varicon	238
6.9. Điện dung của đường dây và điện dung ký sinh	240
6.10. Quá trình nạp và phóng điện của tụ điện	242
6.11. Năng lượng điện trường	246
Câu hỏi	247

## CHƯƠNG 7

### MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU KHÔNG PHÂN NHÁNH

7.1.	Dòng điện xoay chiều – Chu kỳ và tần số	248
7.2.	Pha và sự lệch pha	253
7.3.	Trị số trung bình và hiệu dụng	256
7.4.	Biểu diễn lượng hình sin bằng đồ thị	262
7.5.	Khái niệm chung về mạch điện xoay chiều	268
7.6.	Mạch xoay chiều thuần điện trở	269
7.7.	Mạch xoay chiều thuần điện cảm	272
7.8.	Hiệu ứng mật ngoài và hiệu ứng bên cạnh	277
7.9.	Mạch xoay chiều thuần điện dung	280
7.10.	Mạch xoay chiều có điện trở, điện cảm, điện dung nối tiếp	285
7.11.	Mạch xoay chiều không phân nhánh	293
7.12.	Cộng hưởng điện áp	297
	Câu hỏi và bài tập	302

## CHƯƠNG 8

### MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU PHÂN NHÁNH

8.1.	Mạch có hai nhánh song song	306
8.2.	Phương pháp dẫn điện	308
8.3.	Trường hợp chung về mạch phân nhánh	315
8.4.	Mạch điện có trở kháng đầu hỗn hợp	316
8.5.	Sơ đồ tương đương của tụ điện có tổn hao và cuộn dây	320
8.6.	Mạch dao động – Cộng hưởng dòng điện	324
8.7.	Hệ số công suất và năng lượng trong mạch xoay chiều	330
	Câu hỏi và bài tập	335

## CHƯƠNG 9

### DÙNG SỐ PHỨC ĐỂ TÍNH MẠCH XOAY CHIỀU

9.1.	Khái niệm cơ bản	337
9.2.	Biểu diễn các lượng của mạch điện hình sin dưới dạng phức – Định luật Ôm dưới dạng phức	347
9.3.	Các định luật Kiêchôp dưới dạng phức	357
9.4.	Giải mạch điện xoay chiều dưới dạng phức	359



9.5. Phương pháp chung giải mạch điện xoay chiều	366
9.6. Đồ thị Tôpô	375
9.7. Tạo góc lệch pha $90^\circ$	377
9.8. Mạch điện có hồ cảm	379
9.9. Mạng bốn cực trong mạch điện xoay chiều	386
9.10. Đồ thị vòng	391
9.11. Giải mạch điện xoay chiều trên máy tính	401
Câu hỏi và bài tập	421

## CHƯƠNG 10

### MẠCH ĐIỆN BA PHA

10.1. Hệ thống ba pha	425
10.2. Nối cuộn dây máy phát điện thành hình sao	427
10.3. Nối cuộn dây máy phát điện thành hình tam giác	429
10.4. Nối tải thành hình sao	431
10.5. Nối tải thành hình tam giác	443
10.6. Biến đổi sơ đồ mạch điện ba pha	447
10.7. Từ trường quay và nguyên lý động cơ đồng bộ	448
10.8. Xác định thứ tự pha	456
10.9. Phân tích hệ ba pha không đối xứng thành các thành phần đối xứng	459
10.10. Giải mạch điện ba pha trên máy tính	466
Câu hỏi và bài tập	479

## CHƯƠNG 11

### MẠCH ĐIỆN CÓ DÒNG KHÔNG HÌNH SIN

11.1. Khái niệm cơ bản	483
11.2. Các dạng đường cong chu kỳ	486
11.3. Phân tích các đường cong chu kỳ ra các sóng điều hòa	488
11.4. Trị số hiệu dụng và công suất của dòng không hình sin - Dòng hình sin tương đương	491
11.5. Lọc điện	493
11.6. Sóng điều hòa trong mạch ba pha	497
Câu hỏi	500

*CHƯƠNG 12*  
**MẠCH XOAY CHIỀU PHI TUYẾN**

12.1. Mở đầu	501
12.2. Dòng điện trong mạch nắn điện	502
12.3. Dòng điện và điện áp trong mạch cuộn dây lõi thép	506
12.4. Cộng hưởng sắt từ	515
12.5. Điện cảm điều khiển và khuếch đại từ	518
12.6. Thiết bị nhân ba tần số	522
12.7. Sơ đồ thay thế đèn điện tử ba cực	523
Câu hỏi	526

*CHƯƠNG 13*  
**QUÁ TRÌNH QUÁ ĐỘ TRONG MẠCH ĐIỆN**

13.1. Khái niệm mở đầu	527
13.2. Các điều kiện đầu và các luật đóng cắt	528
13.3. Đóng cắt mạch điện một chiều có điện trở - Điện cảm	531
13.4. Đóng cắt mạch một chiều có điện trở - Điện dung	538
13.5. Đóng mạch điện trở - Điện cảm vào nguồn điện áp hình sin	542
13.6. Đóng mạch điện trở - Điện dung vào nguồn điện áp hình sin	545
13.7. Đóng mạch cuộn dây lõi thép vào nguồn điện áp hình sin	548
Câu hỏi	552
Mục lục sách tham khảo	553
Mục lục	554

**HOÀNG HỮU THẬN**

**CƠ SỞ  
KỸ THUẬT ĐIỆN**

*Chịu trách nhiệm xuất bản* : GS. TS. TÔ ĐĂNG HẢI  
*Bêr tập* : TRỊNH QUANG TRUNG  
*Chủ biên tập* : ĐOÀN THANH ĐIỂN  
*Sửa bài* : THANH ĐIỂN  
HỮU THẬN  
*Ba* : THANH QUANG

**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT**

70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội

**CHI NHÁNH NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT**

21 Đồng Khởi - 12 Hồ Hoàn Kiếm, Q.1, TP. Hồ Chí Minh

ĐT : 8225062 - 8296628 - 8290228

Mã số  $\frac{6C2.1 - 082}{KHKT - 2006}$  72-2005/CXB/77-39/KHKT

---

In 1.000 bản, khổ 14,5 x 20,5 cm. Tại Xi nghiệp in II – Công ty in Ba Đình.

Giấy phép xuất bản số : 72-2005/CXB/77-39/KHKT

In xong và nộp lưu chiểu tháng 6 năm 2006