



TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP HÀ NỘI

GIÁO TRÌNH **ĐO LƯỜNG ĐIỆN VÀ THIẾT BỊ ĐO**



NHÀ XUẤT BẢN THỐNG KÊ



TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP HÀ NỘI

Lê Mạnh Long (Chủ biên)
Nguyễn Ngọc Anh - Trần Xuân Phương

Nhân cung cấp cho người học những kiến thức cơ bản về phương pháp và kỹ thuật đo lường các đại lượng điện, khảo sát các mạch điện, xử lý kết quả đo, sử dụng và vận hành được một số các dụng cụ, thiết bị đo lường thường gặp, tập thể tác giả Khoa Điện tử - Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội biên soạn cuốn giáo trình "Đo lường điện và thiết bị đo".

Giáo trình được biên soạn trên cơ sở đề cương bài giảng của môn học Đo lường điện và thiết bị đo lường được giảng dạy cho sinh viên Khoa Điện tử - Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội. Giáo trình có thể sử dụng làm tài liệu tham khảo và tài liệu giảng dạy cho sinh viên và giảng viên. Đồng thời, cũng giúp ích cho sinh viên các ngành kỹ thuật khác muốn tìm hiểu về đo lường điện.

Giáo trình gồm 7 chương:

Chương 1: Các khái niệm cơ bản về đo lường

Chương 2: Các cơ cấu chỉ thị

Chương 3: Đo dòng điện và điện áp

Chương 4: Đo các thông số của mạch điện

Chương 5: Đo công suất, đo điện năng

Chương 6: Đo góc pha, đo tần số

Chương 7: Các dụng cụ đo thông dụng

Sau khi học xong môn học, người học biết phân loại, sử dụng thành thạo các dụng cụ và thiết bị đo lường thường gặp trong thực hành, thí nghiệm. Người học có khả năng vận dụng phương pháp đo đã nhận biết, tính toán, phân tích được các thông số mạch điện cần đo.



NHÀ XUẤT BẢN THỐNG KÊ - 2019



LỜI NÓI ĐẦU

Nhằm cung cấp cho người học những kiến thức cơ bản về phương pháp và kỹ thuật đo lường các đại lượng điện, khảo sát các mạch điện, xử lý kết quả đo, sử dụng và vận hành được một số các dụng cụ, thiết bị đo lường thường gặp, tập thể tác giả Khoa Điện tử - Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội biên soạn cuốn giáo trình **“Đo lường điện và thiết bị đo”**.

Giáo trình được biên soạn trên cơ sở đề cương bài giảng của môn học Đo lường điện và thiết bị đo. Môn học hiện đang được giảng dạy cho sinh viên Khoa Điện tử - Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội. Giáo trình có thể sử dụng làm tài liệu tham khảo cho sinh viên chuyên ngành điện tử, kỹ thuật viên đang làm trong các cơ sở kỹ thuật quan tâm đến kỹ thuật đo lường. Đồng thời cũng giúp ích cho sinh viên các ngành kỹ thuật khác muốn tìm hiểu về thiết bị đo.

Giáo trình gồm 7 chương:

Chương 1: Các khái niệm cơ bản về đo lường.

Chương 2: Các cơ cấu chỉ thị của thiết bị đo.

Chương 3: Đo dòng điện và điện áp.

Chương 4: Đo các thông số của mạch điện.

Chương 5: Đo công suất, đo điện năng.

Chương 6: Đo góc pha, đo tần số.

Chương 7: Các dụng cụ đo thông dụng.

Sau khi học xong môn học, người học biết phân loại, sử dụng thành thạo các dụng cụ và thiết bị đo lường thường gặp trong thực hành, thí nghiệm. Người học có khả năng vận dụng phương pháp đo để nhận biết, tính toán, phân tích được các thông số mạch điện cần đo.

Mặc dù có nhiều cố gắng nhưng chắc chắn giáo trình không thể tránh khỏi những thiếu sót, rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến của các đồng nghiệp và quý vị độc giả.

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn Bộ môn Kỹ thuật Điện tử, Khoa Điện tử, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội đã giúp đỡ và tạo điều kiện thuận lợi cho chúng tôi hoàn thành cuốn giáo trình này.

TẬP THỂ TÁC GIẢ

Giáo trình được biên soạn trên cơ sở đề cương bài giảng của môn học Đo lường điện và thiết bị đo. Môn học hiện đang được giảng dạy cho sinh viên Khoa Điện tử - Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội. Giáo trình có thể sử dụng làm tài liệu tham khảo cho sinh viên chuyên ngành điện tử, kỹ thuật viên đang làm trong các cơ sở kỹ thuật quan tâm đến kỹ thuật đo lường. Đồng thời cũng giúp ích cho sinh viên các ngành kỹ thuật khác muốn tìm hiểu về thiết bị đo.

Giáo trình gồm 7 chương:

Chương 1: Các khái niệm cơ bản về đo lường.

Chương 2: Các cơ cấu chỉ thị của thiết bị đo.

Chương 3: Đo dòng điện và điện áp.

Chương 4: Đo các thông số của mạch điện.

Chương 5: Đo công suất, đo điện năng.

Chương 6: Đo góc pha, đo tần số.

Chương 7: Các dụng cụ đo thông dụng.

Sau khi học xong môn học, người học biết phân loại, sử dụng thành thạo các dụng cụ và thiết bị đo thường gặp trong thực hành, thí nghiệm. Người học có khả năng vận dụng phương pháp đo để nhận biết, tính toán, phân tích được các thông số mạch điện cần đo.

MỤC LỤC

Lời nói đầu	3
CHƯƠNG 1. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ ĐO LƯỜNG	9
1.1. Khái niệm về kỹ thuật đo lường	9
1.1.1. Khái niệm	9
1.1.2. Các phương pháp đo lường	9
1.2. Phân loại các thiết bị đo	13
1.2.1. Mẫu	13
1.2.2. Dụng cụ đo lường điện	14
1.2.3. Chuyển đổi đo lường	14
1.2.4. Hệ thống thông tin đo lường	14
1.3. Các đặc tính của thiết bị đo	15
1.3.1. Độ nhạy	15
1.3.2. Độ chính xác	16
1.4. Sai số đo lường	16
1.4.1. Nguyên nhân gây sai số	16
1.4.2. Phân loại sai số	16
1.4.3. Phương pháp xác định kết quả đo	18
Câu hỏi và bài tập	22
CHƯƠNG 2. CÁC CƠ CẤU CHỈ THỊ CỦA THIẾT BỊ ĐO	25
2.1. Cơ cấu chỉ thị kim	25
2.1.1. Phần tĩnh	25
2.1.2. Phần động	25
2.2. Cơ cấu chỉ thị cơ điện	27
2.2.1. Cơ cấu chỉ thị từ điện	27
2.2.2. Cơ cấu chỉ thị điện từ	31
2.2.3. Cơ cấu chỉ thị điện động	35

2.2.4. Cơ cấu chỉ thị sắt điện động	38
2.2.5. Cơ cấu chỉ thị tĩnh điện	40
2.2.6. Cơ cấu chỉ thị cảm ứng	41
2.3. Cơ cấu chỉ thị của dụng cụ đo chỉ thị số	44
2.3.1. Nguyên lý chỉ thị số	44
2.3.2. Hiện thị số	44
2.3.3. Mã và các mạch biến đổi mã	45
Câu hỏi	50
CHƯƠNG 3. ĐO DÒNG ĐIỆN VÀ ĐIỆN ÁP	51
3.1. Đo dòng điện	51
3.1.1. Dụng cụ đo	51
3.1.2. Phương pháp đo	54
3.1.3. Phương pháp mở rộng thang đo	57
3.2. Đo điện áp	59
3.2.1. Dụng cụ đo	59
3.2.2. Phương pháp đo	59
3.2.3. Mở rộng thang đo	75
Câu hỏi và bài tập	77
CHƯƠNG 4. ĐO CÁC THÔNG SỐ CỦA MẠCH ĐIỆN	84
4.1. Đo điện trở	84
4.1.1. Đo điện trở phương pháp gián tiếp	84
4.1.2. Đo điện trở trực tiếp bằng ôm kế	86
4.1.3. Đo điện trở bằng phương pháp so sánh	87
4.1.4. Cầu đo điện trở	88
4.1.5. Đo điện trở lớn	91
4.1.6. Đo điện trở bằng VOM	92
4.2. Đo điện cảm	93
4.2.1. Đo điện cảm dùng vôn kế, ampe kế, oát kế	93
4.2.2. Đo điện cảm dùng cầu đo	93
4.2.3. Đo hồ cảm	97

4.3. Đo điện dung	99
4.3.1. Đo điện dung dùng vôn kế, ampe kế, oát kế	100
4.3.2. Đo điện dung bằng cầu đo	101
Câu hỏi và bài tập	104
CHƯƠNG 5. ĐO CÔNG SUẤT, ĐO ĐIỆN NĂNG	106
5.1. Đo công suất	106
5.1.1. Đo công suất một chiều	106
5.1.2. Đo công suất xoay chiều một pha	108
5.1.3. Đo công suất xoay chiều ba pha	111
5.1.4. Đo công suất phản kháng của tải	116
5.2. Đo điện năng	119
5.2.1. Đo điện năng một pha	119
5.2.2. Đo điện năng của tải ba pha	123
5.2.3. Công tơ điện tử	125
Câu hỏi	126
CHƯƠNG 6. ĐO GÓC PHA, ĐO TẦN SỐ	127
6.1. Các phương pháp đo góc pha	127
6.1.1. Đo góc pha bằng cơ cấu điện động (Fazômet điện động)	127
6.1.2. Fazômet điện tử	129
6.1.3. Fazômet số	131
6.1.4. Đo góc pha bằng phương pháp bù	132
6.2. Đo hệ số công suất	135
6.2.1. Phương pháp đo $\cos\phi$ gián tiếp	135
6.2.2. Phương pháp đo $\cos\phi$ trực tiếp	136
6.3. Đo tần số	138
6.3.1. Đo tần số bằng phương pháp gián tiếp	138
6.3.2. Tần số kế cộng hưởng	138
6.3.3. Tần số mét điện tử	139
Câu hỏi	143

CHƯƠNG 7. CÁC DỤNG CỤ ĐO THÔNG DỤNG	144
7.1. Đồng hồ vạn năng	144
7.1.1. Giới thiệu chung	144
7.1.2. Phân loại	145
7.1.3. Đồng hồ vạn năng	146
7.1.4. Ứng dụng đồng hồ vạn năng trong đo lường	151
7.2. Máy hiện sóng	152
7.2.1. Ống tia điện tử	154
7.2.2. Các khối chức năng	157
7.2.3. Cấu tạo của máy hiện sóng nhiều kênh	164
7.2.4. Kỹ thuật đo lường của máy hiện sóng	169
7.3. Máy đo hệ số phẩm chất	175
7.3.1. Nguyên lý đo hệ số Q	175
7.3.2. Hướng dẫn sử dụng	176
7.4. Máy đo độ méo	179
7.4.1. Nguyên lý đo độ méo dạng	180
7.4.2. Hướng dẫn sử dụng	182
7.5. Máy phân tích phổ	184
7.5.1. Nguyên lý làm việc	184
7.5.2. Hướng dẫn sử dụng	186
Câu hỏi	189
Tài liệu tham khảo	190