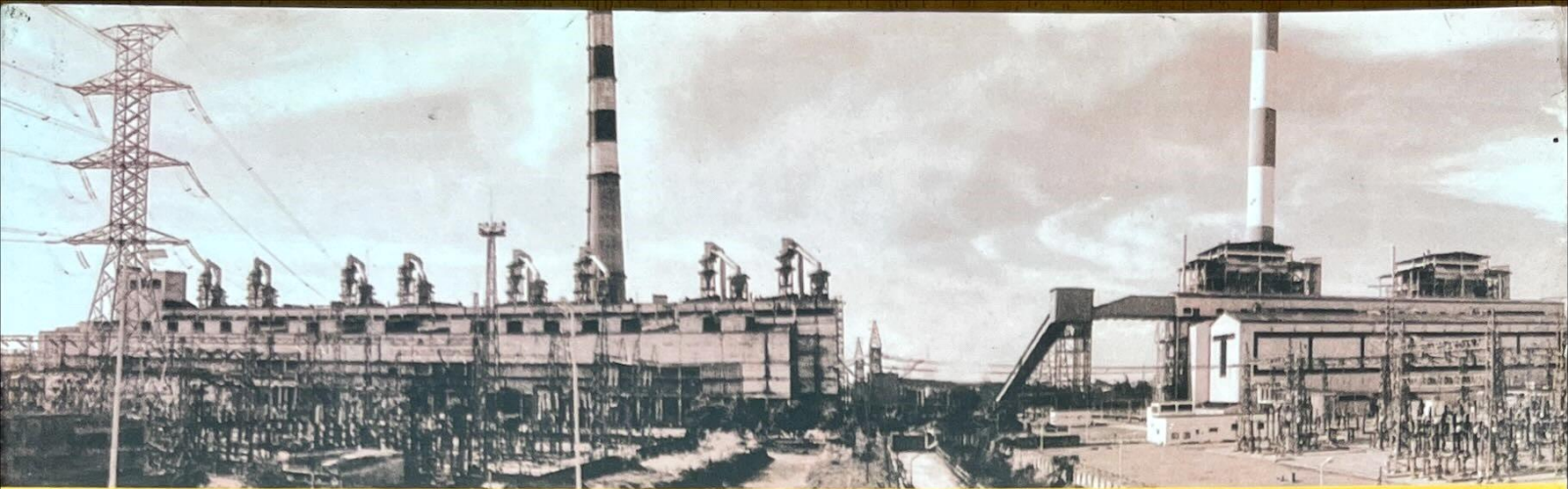




TS. ĐÀO QUANG THẠCH (Chủ biên)
TS. PHẠM VĂN HÒA

PHẦN ĐIỆN

TRONG NHÀ MÁY ĐIỆN VÀ TRẠM BIẾN ÁP



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

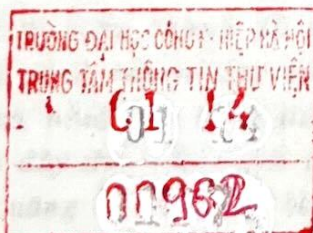
TS. ĐÀO QUANG THẠCH (Chủ biên)

TS. PHẠM VĂN HÒA



PHÂN ĐIỆN TRONG NHÀ MÁY ĐIỆN VÀ TRẠM BIẾN ÁP

(In lần thứ 2 có sửa chữa, bổ sung)



**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI**

Lời nói đầu

Cùng với sự tăng trưởng của nền kinh tế quốc dân, hệ thống điện (HTĐ) Việt Nam không ngừng phát triển, luôn đi trước một bước nhằm phục vụ đắc lực cho sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước. Nhà máy điện và trạm biến áp là các khâu chủ yếu trong HTĐ. Nếu nhà máy điện làm nhiệm vụ sản xuất điện năng, thì các trạm biến áp làm nhiệm vụ biến đổi điện áp, phục vụ cho việc truyền tải, phân phối năng lượng điện. Trong những năm gần đây, nhiều nhà máy điện và trạm biến áp lớn đã và đang được xây dựng, tương lai sẽ xuất hiện nhiều công trình lớn hơn với những thiết bị thế hệ mới và đòi hỏi đầu tư rất lớn. Việc giải quyết đúng đắn những vấn đề về kinh tế - kỹ thuật trong quy hoạch, thiết kế, xây dựng và vận hành các nhà máy điện và trạm biến áp sẽ mang lại hiệu quả đáng kể đối với nền kinh tế quốc dân nói chung và đối với ngành điện nói riêng. Muốn tìm được lời giải tối ưu của những vấn đề đã nêu, cần có những hiểu biết sâu rộng về các lĩnh vực liên quan tới các khâu trong HTĐ. Để phần nào đáp ứng các yêu cầu về học tập, nghiên cứu, tính toán thiết kế, xây dựng, vận hành phân điện trong các nhà máy điện và trạm biến áp, xin trân trọng giới thiệu với bạn đọc cuốn sách "Phần điện trong nhà máy điện và trạm biến áp", được biên soạn dựa trên kinh nghiệm giảng dạy, nghiên cứu trong nhiều năm và những tài liệu mới nhất có được.

Cuốn sách này được biên soạn thành 10 chương với các nội dung chính sau : Trong các chương 1, 2 và 3 trình bày những vấn đề chung về nhà máy điện và trạm biến áp cũng như tác động cơ, nhiệt của dòng điện đối với các khí cụ điện và dây dẫn. Phần khí cụ điện cao áp và dây dẫn được giới thiệu trong các chương 4 và 5. Chương 6 đề cập đến vấn đề về khả năng tải của máy biến áp, cách tính toán chọn số lượng và dung lượng máy biến áp trong HTĐ. Nguyên tắc thành lập các sơ đồ của trạm đóng cắt và tự động trong nhà máy điện và trạm biến áp được trình bày trong chương 7.

Chương 8 giới thiệu các nguyên tắc bố trí thiết bị và khí cụ điện trong các trạm phân phối điện thường gặp hiện nay. Hai chương cuối cùng (9 và 10) giới thiệu về các loại nguồn điện thao tác, các nguyên tắc thành lập sơ đồ điều khiển, tín hiệu, kiểm tra trong nhà máy điện và trạm biến áp.

Cuốn sách "Phần điện trong nhà máy điện và trạm biến áp" được biên soạn nhằm phục vụ cho sinh viên đại học, cao đẳng, trung học thuộc chuyên ngành "Hệ thống điện" cũng như các cán bộ thiết kế, xây dựng, vận hành trong lĩnh vực nhà máy điện và trạm biến áp. Cuốn sách này cũng có thể làm tài liệu tham khảo bổ ích đối với các cán bộ, sinh viên thuộc các ngành kinh tế năng lượng, quản trị doanh nghiệp, tự động hóa và điện khí hóa xí nghiệp, đo lường và tự động công nghiệp, thiết bị điện, nhiệt điện, điện khí hóa nông nghiệp...

Trong quá trình biên soạn, tác giả đã cố gắng giới thiệu các thiết bị thế hệ mới, song do còn nhiều hạn chế về tài liệu và thời gian nên có thể chưa đáp ứng được nhiều yêu cầu của bạn đọc. Rất mong nhận được những góp ý và nhận xét của bạn đọc để lần tái bản sau cuốn sách được hoàn thiện hơn.

Địa chỉ liên hệ : "Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật" - 70 Trần Hưng Đạo - Hà Nội hoặc bộ môn "Hệ thống điện" trường Đại học Bách khoa Hà Nội - Số 1 - Đại Cồ Việt - Hà Nội.

Tác giả

Cuốn sách này được biên soạn thành 10 chương với các nội dung chính sau :
Chương 1. 2 và 3 trình bày những vấn đề chung về nhà máy điện và trạm biến áp cũng như các công việc cơ bản của công nghệ điện lực và dây dẫn.
Chương 4 và 5. Chương 4 trình bày các vấn đề chung về trạm biến áp và dây dẫn, các thiết bị và các công việc cơ bản của công nghệ điện lực và dây dẫn.
Chương 6 và 7. Chương 6 trình bày các vấn đề chung về trạm biến áp và dây dẫn, các thiết bị và các công việc cơ bản của công nghệ điện lực và dây dẫn.
Chương 8 giới thiệu các nguyên tắc bố trí thiết bị và các công việc cơ bản của công nghệ điện lực và dây dẫn.
Chương 9 và 10. Hai chương cuối cùng (9 và 10) giới thiệu về các vấn đề chung về trạm biến áp và dây dẫn, các thiết bị và các công việc cơ bản của công nghệ điện lực và dây dẫn.

Cuốn sách "Phần điện trong nhà máy điện và trạm biến áp" được biên soạn nhằm phục vụ cho sinh viên đại học, cao đẳng, trung học chuyên ngành "Hệ thống điện" cũng như các cán bộ thiết kế, xây dựng, vận hành trong lĩnh vực nhà máy điện và trạm biến áp. Cuốn sách này cũng có thể làm tài liệu tham khảo bổ ích đối với các cán bộ, sinh viên thuộc các ngành kinh tế năng lượng, quản trị doanh nghiệp, kỹ thuật điện và điện khí hóa và nghiệp vụ năng lượng và kỹ thuật công nghiệp, thiết bị điện, điện tử, điện khí hóa năng nghiệp...

MỤC LỤC

	Trang
Lời nói đầu	3
Chương 1. KHÁI NIỆM VỀ NHÀ MÁY ĐIỆN VÀ HỆ THỐNG ĐIỆN	
1.1. Sơ lược về sự phát triển của ngành Điện lực Việt Nam	5
1.2. Sơ lược về sự phát triển của ngành năng lượng thế giới	8
1.3. Quá trình sản xuất điện năng trong các nhà máy điện	9
1.3.1. Nhà máy nhiệt điện	10
1.3.2. Nhà máy thủy điện	14
1.3.3. Nhà máy điện nguyên tử	18
1.3.4. Nhà máy điện địa nhiệt	20
1.3.5. Nhà máy điện mặt trời	21
1.3.6. Nhà máy điện dùng sức gió (phong điện)	22
1.4. Khái niệm về trạm biến áp	22
1.5. Hệ thống năng lượng	23
1.6. Đồ thị phụ tải của các hộ tiêu thụ điện	27
1.6.1 Đồ thị phụ tải ngày	28
1.6.2. Đồ thị phụ tải năm	31
1.6.3. Công dụng của đồ thị phụ tải	33
1.6.4. Các hệ số đặc trưng cho chế độ làm việc của các thiết bị điện	33
1.6.5. Xác định đồ thị phụ tải của các nhà máy điện khi thiết kế	35
1.7. Chế độ làm việc của điểm trung tính trong hệ thống điện	37
1.7.1. Mạng điện ba pha trung tính cách điện	38
1.7.2. Mạng điện ba pha trung tính nối đất qua cuộn dập hồ quang hay trung tính nối đất qua kháng điện hòa hợp	46
1.7.3. Mạng điện ba pha trung tính nối đất trực tiếp	50
1.8. Dòng điện làm việc tính toán lâu dài	52
Chương 2. LỰC ĐỘNG ĐIỆN TRONG CÁC KHÍ CỤ ĐIỆN VÀ DÂY DẪN	
2.1. Các phương pháp xác định lực động điện	60
2.1.1. Định luật Bist - Savart - Laplace	60

2.1.2. Định luật bảo toàn năng lượng	61
2.2. Lực động điện trong hệ thống hai thanh dẫn mang dòng điện đặt song song	62
2.2.1. Lực tác dụng tương hỗ giữa hai thanh dẫn nhỏ đặt song song	62
2.2.2. Lực tác dụng tương hỗ giữa hai thanh dẫn mảnh đặt song song	64
2.2.3. Lực tác dụng tương hỗ giữa hai thanh dẫn có tiết diện hình chữ nhật đặt song song	66
2.3. Lực động điện trong hệ thống điện ba pha	69
2.3.1. Lực động điện trong các thanh dẫn khi ngắn mạch hai pha	69
2.3.2. Lực động điện trong các thanh dẫn khi ngắn mạch ba pha	75
2.4. Ổn định động của khí cụ điện và thanh dẫn	80
2.4.1. Ổn định động của khí cụ điện	80
2.4.2. Ổn định động của thanh dẫn và sứ	81
Chương 3. PHÁT NÓNG CỦA KHÍ CỤ ĐIỆN VÀ DÂY DẪN	
3.1. Nhiệt độ phát nóng cho phép của các khí cụ điện và dây dẫn	86
3.2. Phương trình phát nóng tổng quát của dây dẫn trần đồng nhất	89
3.3. Tính toán nhiệt của dây dẫn trần đồng nhất trong tình trạng phát nóng lâu dài	90
3.3.1. Điện trở tác dụng của dây dẫn	93
3.3.2. Sự tỏa nhiệt của dây dẫn	95
3.3.3. Dòng điện cho phép của dây dẫn	98
3.4. Tính toán nhiệt của dây dẫn trần đồng nhất trong tình trạng phát nóng ngắn hạn	100
3.5. Xung lượng nhiệt của dòng điện ngắn mạch	104
3.5.1. Xung lượng nhiệt của dòng điện ngắn mạch thành phần chu kỳ	106
3.5.2. Xung lượng nhiệt của dòng điện ngắn mạch thành phần không chu kỳ	110
3.5.3. Xung lượng nhiệt toàn phần của dòng điện ngắn mạch	111
3.5.4. Dạng ngắn mạch tính toán	112
3.6. Ổn định nhiệt của các khí cụ điện và dây dẫn	113
3.6.1. Ổn định nhiệt của các khí cụ điện	114
3.6.2. Ổn định nhiệt của dây dẫn	115

Chương 4. THANH DẪN, SỬ VÀ CẤP ĐIỆN LỰC

4.1. Thanh dẫn	117
4.1.1. Vật liệu làm thanh dẫn	117
4.1.2. Hình dáng và kích thước của thanh dẫn	119
4.2. Chọn thanh dẫn cứng	122
4.2.1. Tiết diện của thanh dẫn	123
4.2.2. Kiểm tra ổn định nhiệt của thanh dẫn	126
4.2.3. Kiểm tra ổn định động của thanh dẫn	127
4.3. Chọn dây dẫn mềm	139
4.4. chọn sứ đỡ và sứ xuyên	141
3.5. Chọn cấp điện lực	143
4.6. Thanh dẫn mạch máy phát điện và máy biến áp	161

Chương 5. KHÍ CỤ ĐIỆN CAO ÁP

5.1. Hồ quang khi cắt mạch điện	167
5.1.1. Sự hình thành hồ quang	167
5.1.2. Hiện tượng khử ion	168
5.1.3. Hiện tượng khử ion ở các cực và sự phân bố điện áp trên hồ quang	169
5.1.4. Đặc tính của hồ quang	170
5.1.5. Sự phục hồi độ bền điện và điện áp giữa các đầu tiếp xúc	171
5.1.6. Cắt mạch điện ba pha khi ngắn mạch	173
5.2. Máy cắt điện	175
5.2.1. Công dụng và các đại lượng đặc trưng của máy cắt	175
5.2.2. Môi trường dập hồ quang và phân loại máy cắt	177
5.2.3. Máy cắt điện trung áp	178
5.2.4. Máy cắt điện cao áp	185
5.2.5. Thiết bị đóng cắt dòng điện lớn	187
5.2.6. Bộ truyền động của máy cắt	191
5.2.7. Các điều kiện chọn máy cắt điện	193
5.3. Dao cách ly	194
5.3.1. Dao cách ly và máy cắt phụ tải trung áp	195
5.3.2. Dao cách ly và dao nối đất cao áp	198
5.3.3. Bộ truyền động của dao cách ly và dao nối đất	200
5.3.4. Các điều kiện chọn dao cách ly	201
5.4. Máy biến điện áp	202

5.4.1.	Các tham số của máy biến điện áp	203
5.4.2.	Đồ thị vectơ và sai số của máy biến điện áp	206
5.4.3.	Cấu tạo và phân loại máy biến điện áp	209
5.4.4.	Các điều kiện chọn máy biến điện áp	218
5.5.	Máy biến dòng điện	220
5.5.1.	Các tham số của máy biến dòng điện	221
5.5.2.	Đồ thị vectơ và sai số của máy biến dòng điện	225
5.5.3.	Sự làm việc của máy biến dòng điện khi cuộn thứ cấp hở mạch	227
5.5.4.	Cấu tạo và phân loại máy biến dòng điện	227
5.5.5.	Chọn máy biến dòng điện	233
5.6.	Kháng điện	235
5.6.1.	Các tham số của kháng điện	237
5.6.2.	Cấu tạo và phân loại kháng điện	245
5.6.3.	Cách đặt kháng điện	247
5.6.4.	Các điều kiện chọn kháng điện	248

Chương 6. MÁY BIẾN ÁP ĐIỆN LỰC

6.1.	Các đặc trưng cơ bản của máy biến áp điện lực	253
6.1.1.	Các loại máy biến áp điện lực	253
6.1.2.	Làm mát máy biến áp	254
6.1.3.	Điện áp định mức của máy biến áp	255
6.1.4.	Nhiệt độ phát nóng cho phép của máy biến áp	256
6.1.5.	Công suất định mức của máy biến áp	256
6.1.6.	Sơ đồ và tổ nối dây của các cuộn dây máy biến áp	257
6.1.7.	Các đại lượng đặc trưng của máy biến áp	259
6.2.	Quá tải của máy biến áp	261
6.2.1.	Quá tải bình thường của máy biến áp	261
6.2.2.	Quá tải sự cố của máy biến áp	265
6.3.	Máy biến áp tự ngẫu điện lực	265
6.3.1.	Nguyên lý làm việc của máy biến áp tự ngẫu	266
6.3.2.	Công suất tính toán của máy biến áp tự ngẫu	269
6.3.3.	Phân bố dòng điện trong các cuộn dây của máy biến áp tự ngẫu	271
6.3.4.	So sánh tổn thất công suất tác dụng giữa máy biến áp tự ngẫu và máy biến áp ba dây quấn	273
6.3.5.	Ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng của máy biến điện áp tự ngẫu	278

6.4. Máy biến áp có cuộn dây phân chia	279
6.5. Chọn máy biến áp trong hệ thống điện	281
6.5.1. Chọn máy biến áp trong các trạm hạ áp	282
6.5.2. Chọn máy biến áp trong các trạm biến áp liên lạc nổi khi mạng cao áp có điện áp khác nhau	286
6.5.3. Chọn máy biến áp trong các nhà máy điện phát toàn bộ điện năng lên điện áp cao	289
6.5.4. Chọn máy biến áp trong các nhà máy điện cung cấp một phần điện năng ở điện áp máy phát	297
Chương 7. SƠ ĐỒ NỐI ĐIỆN CỦA NHÀ MÁY ĐIỆN VÀ TRẠM BIẾN ÁP	
7.1. Khái niệm chung	309
7.1.1. Chọn sơ đồ nối điện chính của nhà máy điện và trạm biến áp	309
7.1.2. Chọn sơ đồ nối điện tự dùng của nhà máy điện và trạm biến áp	311
7.2. Các sơ đồ thanh góp cơ bản	311
7.2.1. Sơ đồ nối mỗi mạch với thanh góp qua một máy cắt	312
7.2.2. Sơ đồ nối mỗi mạch với thanh góp qua nhiều máy cắt	319
7.2.3. Sơ đồ cầu	322
7.3. Sơ đồ nối điện chính của nhà máy nhiệt điện ngưng hơi	324
7.3.1. Sơ đồ nối điện ở điện áp máy phát	324
7.3.2. Sơ đồ nối điện ở điện áp cao	325
7.4. Sơ đồ nối điện chính của nhà máy nhiệt điện rút hơi	328
7.4.1. Sơ đồ nối điện ở điện áp máy phát	329
7.4.2. Sơ đồ nối điện ở điện áp cao	335
7.5. Sơ đồ nối điện chính của nhà máy điện nguyên tử	335
7.6. Sơ đồ nối điện chính của nhà máy điện thủy điện	335
7.7. Sơ đồ nối điện của trạm biến áp giảm áp	342
7.7.1. Sơ đồ phía cao áp của trạm biến áp	344
7.7.2. Sơ đồ phía hạ áp của trạm biến áp	347
7.8. Điện tự dùng trong nhà máy điện và trạm biến áp	347
7.8.1. Sơ đồ tự dùng của nhà máy nhiệt điện ngưng hơi	351
7.8.2. Sơ đồ tự dùng của nhà máy nhiệt điện rút hơi	354
7.8.3. Sơ đồ tự dùng của nhà máy điện nguyên tử	356
7.8.4. Sơ đồ tự dùng của nhà máy thủy điện	359
7.8.5. Sơ đồ tự dùng của trạm biến áp	361
7.8.6. Chọn máy biến áp và kháng điện tự dùng	362
7.8.7. Kiểm tra khả năng tự mở máy của các động cơ tự dùng	364

Chương 8. THIẾT BỊ PHÂN PHỐI ĐIỆN

8.1. Khoảng cách cho phép nhỏ nhất trong các TBPP điện	383
8.1.1. Khoảng cách tối thiểu trong các TBPP có điện áp định mức trên 1 kV	383
8.1.2. Khoảng cách rào bảo vệ	384
8.2. Lối đi trong các trạm có điện áp định mức lớn hơn 1 kV	387
8.3. Lối đi trong các trạm có điện áp định mức dưới 1 kV	388
8.4. Các yêu cầu về xây dựng	389
8.4.1. Thiết bị phân phối điện trong nhà	389
8.4.2. Thiết bị phân phối điện ngoài trời	391
8.5. Một số cấu trúc mẫu của TBPP ngoài trời	397
8.5.1. Sơ đồ đặt thấp	398
8.5.2. Các sơ đồ dạng đặc biệt	400
8.5.3. Sơ đồ đường chéo	400
8.5.4. Sơ đồ $1\frac{1}{2}$ máy cắt	402
8.5.5. Thiết bị phân phối điện kiểu hỗn hợp (lai)	403
8.6. Lắp đặt và nối máy biến áp với TBPP	405
8.6.1. Cách lắp đặt máy biến áp	405
8.6.2. Nối máy biến áp	406
8.7. Một số cấu trúc mẫu của TBPP trong nhà	407
8.7.1. Thiết bị phân phối trung áp thông dụng	408
8.7.2. Thiết bị phân phối điện trung áp dùng cách điện khí SF ₆	413
8.7.3. Nối các máy biến áp trung áp	416
8.7.4. Cách đặt kháng điện	417
8.8. Thiết bị GIS	417
8.8.1. Thiết bị GIS dùng cho điện áp 52 đến 72,5 kV	417
8.8.2. Thiết bị GIS dùng cho điện áp 72,5 đến 800 kV	418
8.9. Một số thiết bị phân phối điện truyền thống mẫu	424
8.9.1. Thiết bị phân phối điện trong nhà	425
8.9.2. Thiết bị phân phối điện ngoài trời	426

Chương 9. NGUỒN THAO TÁC TRONG NHÀ MÁY ĐIỆN VÀ TRẠM BIẾN ÁP

9.1. Nguồn thao tác một chiều	457
9.1.1. Đặc tính về điện của acqui	459
9.1.2. Các sơ đồ làm việc của acqui	461
9.2. Chọn acqui	464
9.3. Chọn máy nạp	466

9.4. Phân phối dòng thao tác một chiều	466
9.5. Nguồn thao tác xoay chiều	468
9.6. Lắp đặt acqui	471
9.6.1. Cách lắp đặt acqui	471
9.6.2. Buồng đặt acqui	472
Chương 10. ĐIỀU KHIỂN, TÍN HIỆU VÀ KIỂM TRA CÁCH ĐIỆN TRONG NHÀ MÁY ĐIỆN VÀ TRẠM BIẾN ÁP	
10.1. Khái niệm chung	473
10.2. Các phần tử của mạch thứ cấp và ký hiệu của chúng	475
10.3. Khóa điều khiển	477
10.4. Các yêu cầu của sơ đồ điều khiển	479
10.5. Tín hiệu	483
10.5.1. Tín hiệu chỉ vị trí	484
10.5.2. Tín hiệu sự cố	484
10.5.3. Tín hiệu báo trước	487
10.5.4. Tín hiệu chỉ huy	488
10.6. Sơ đồ điều khiển và tín hiệu của máy cắt	489
10.6.1. Sơ đồ điều khiển và tín hiệu của máy cắt có kiểm tra mạch điều khiển bằng ánh sáng	489
10.6.2. Sơ đồ điều khiển và tín hiệu của máy cắt có kiểm tra mạch điều khiển bằng âm thanh	490
10.6.3. Sơ đồ điều khiển và tín hiệu của máy cắt không khí	492
10.7. Điều khiển trạm đóng cắt bằng bộ vi xử lý	494
10.7.1. So sánh hệ thống vi xử lý với hệ thống thứ cấp truyền thống	494
10.7.2. Một số chỉ thị khi dùng kỹ thuật vi xử lý	495
10.7.3. Cấu trúc của hệ thống điều khiển bằng máy tính	496
10.8. Kiểm tra cách điện	499
10.8.1. Kiểm tra cách điện mạng điện một chiều	499
10.8.2. Kiểm tra cách điện trong mạng điện xoay chiều	507
TÀI LIỆU THAM KHẢO	510