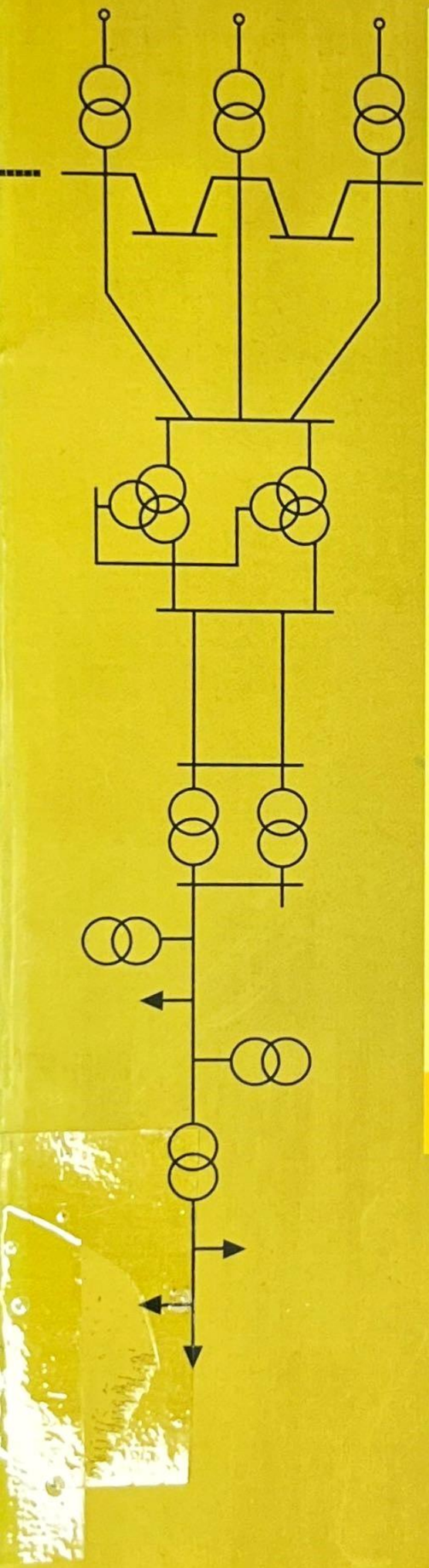
TRẦN BÁCH



LƯỚI ĐIỆN & HỆ THỐNG ĐIỆN

TẬP 1

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI

Trần Bách

LƯỚI ĐIỆN VÀ HỆ THỐNG ĐIỆN

Tập 1

In lần thứ 4 có sửa chữa

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP HÀ NỘI
TRUNG TÂM THÔNG TIN THƯ VIỆN
01 14
00507

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP HÀ NỘI
TRUNG TÂM THÔNG TIN THƯ VIỆN
01 14
00706

Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật

Hà Nội 2006

LỜI NÓI ĐẦU

Bộ sách *Lưới điện và hệ thống điện* gồm 5 tập, sẽ trình bày các nội dung sau đây:

Tập 1: Những vấn đề chung về lưới điện: Khái niệm chung về hệ thống điện và lưới điện; Tính toán chế độ đối xứng và không đối xứng của lưới điện trung, hạ áp; Tính toán lưới hệ thống và đường dây tải điện dài; Lựa chọn dây dẫn; Điều chỉnh điện áp; Bù công suất phản kháng và giảm tổn thất điện năng; Khái niệm về độ tin cậy và tính toán kinh tế lưới điện. Nội dung này phỏng theo nội dung giáo trình lưới điện ở Trường Đại học Bách khoa Hà nội.

Tập 2: Những vấn đề liên quan đến chế độ làm việc của hệ thống điện : Khái niệm về chế độ làm việc của hệ thống điện; Công tác vận hành hệ thống điện; Điều chỉnh chất lượng điện năng gồm điều chỉnh tần số và điện áp (trên lưới hệ thống); Tối ưu hoá chi phí sản xuất điện năng; Độ tin cậy của hệ thống điện.

Tập 3: Những vấn đề về lưới phân phối điện và hệ thống phân phối điện: Mô hình số lưới điện; Giải tích lưới phân phối điện; Tính ngắn mạch; Mô hình hệ thống điều chỉnh điện áp; Bù công suất phản kháng, giảm tổn thất điện năng; Hiện tượng cộng hưởng trong lưới phân phối.

Tập 4: Những vấn đề về đường dây tải điện dài: Tính toán các thông số của đường dây; Giải tích các chế độ làm việc của đường dây dài; Ổn định tĩnh và ổn định động của hệ thống điện; Kết cấu cơ khí; Ảnh hưởng của đường dây trên không đến các đường dây lân cận và môi trường.

Tập 5: Quy hoạch, thiết kế và vận hành lưới điện, trọng tâm nghiêng về lưới phân phối và lưới điện dân dụng; Sử dụng máy tính trong tính toán lưới điện.

Bộ sách viết trên cơ sở các bài giảng của các tác giả trong 30 năm công tác tại Bộ mộn Hệ thống điện về các môn học : *Lưới điện, Cung cấp điện năng, Ổn định của hệ thống điện, Tối ưu hoá chế độ làm việc của hệ thống điện, Qui hoạch hệ thống điện* cho cho sinh viên ngành hệ thống điện và môn học *Độ tin cậy của hệ thống điện* cho các lớp cao học. Nội dung được mở rộng và bổ sung để phản ánh được nhiều nhất hiện trạng kỹ thuật lưới điện. Bộ sách cũng được viết theo tinh thần áp dụng máy tính điện tử trong tính toán hệ thống điện.

Để đảm bảo tính độc lập tương đối của các tập sách các vấn đề đã được trình bày trong tập 1 có thể được nhắc lại với nội dung rút ngắn, mở rộng hoặc nguyên vẹn trong các tập sau.

Mong rằng bộ sách sẽ cung cấp cho bạn đọc, các sinh viên ngành điện, các kỹ sư điện, các nghiên cứu sinh những thông tin cần thiết, giúp các bạn đạt hiệu quả cao trong học tập và nghiên cứu.

Tuy nhiên do trình độ có hạn và nguồn thông tin hạn chế có thể có nhiều vấn đề bạn đọc quan tâm chưa được đề cập tới hoặc đề cập chưa đầy đủ tác giả mong bạn đọc lượng thứ. Tác giả hết sức cám ơn các ý kiến đóng góp cho bộ sách để hoàn thiện trong những lần xuất bản sau. Các thư từ góp ý xin liên hệ theo địa chỉ : PGS. TS. Trần Bách, Bộ môn hệ thống điện, Khoa năng lượng, Trường Đại học Bách khoa Hà nội, 1. Đại Cồ Việt, Hà nội. Tel: 8692009.

Xin trân trọng cảm ơn Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật đã hết sức giúp đỡ để xuất bản bộ sách này.

Tác giả

MỤC LỤC

Trang

1. Khái niệm chung về hệ thống điện và lưới điện 11

1.1. Hệ thống điện 11

1.2. Lưới điện 13

1.2.1. Lưới hệ thống 13

1.2.2.Lưới truyền tải 13

1.2.3.Lưới phân phối 14

1.3. Điện áp và khả năng tải của lưới điện 24

1.3.1.Điện áp của lưới điện 24

1.3.2.Khả năng tải của lưới điện 26

1.4. Tiêu chuẩn đánh giá lưới điện 27

1.5. Phụ tải điện 28

1.5.1. Định nghĩa 28

1.5.2. Đặc điểm của phụ tải điện 28

1.5.3. Phân loại phụ tải 32

1.5.4. Các đặc trưng của phụ tải 33

1.5.5. Yêu cầu của phụ tải đối với HTĐ 36

1.5.6. Tính toán phụ tải điện 39

1.6. Hoạt động của HTĐ 41

1.6.1 Chế độ làm việc và cân bằng công suất của HTĐ 41

1.6.2 Mục đích hoạt động 44

2. Sơ đồ tính toán và các thông số của các phần tử của lưới điện 46

2.1. Sơ đồ tính toán 46

2.2. Thông số của dây dẫn 47

2.2.1. Các loại thông số 47

2.2.2. Tính toán các thông số của dây dẫn 48

2.2.3. Sơ đồ thay thế của dây dẫn 53
2.3. Thông số của máy biến áp 55
2.3.1. Máy biến áp hai cuộn dây 56
2.3.2. Máy biến áp ba cuộn dây 58
2.3.3. Máy biến áp tự ngẫu 59
3. Đặc tính truyền tải điện năng 63
3.1. Tổn thất điện áp 64
3.1.1. Tổn thất điện áp tính theo dòng điện,vecto điện áp 63
3.1.2. Độ sụt áp 65
3.1.3. Tính toán tổn thất điện áp và điện áp theo công suất 66
3.2. Tổn thất công suất trên đường dây 68
3.3. Tổn thất điện năng trên đường dây 69
3.4. Tổn thất công suất và điện năng trong máy biến áp 72
3.4.1. Tổn thất công suất trong máy biến áp 72
3.4.2. Tổn thất điện năng trong máy biến áp 74
4. Tính toán chế độ xác lập của lưới phân phối 78
4.1. Những vấn đề chung 78
4.1.1. Mục đích, yêu cầu 78
4.1.2. Các công thức cơ sở 78
4.1.3. Sơ đồ tính toán lưới phân phối 81
4.1.4. Các chế độ cần tính toán và nói chung về phương pháp tính 82
4.1.5. Số liệu đầu vào để giải tích lưới phân phối 85
4.2. Tính toán lưới phân phối ba pha đối xứng 89
4.2.1. Tính toán LPP khi biết giá trị đồng thời của phụ tải 89
4.2.2. Tính toán LPP khi biết công suất cực đại của phụ tải 92
4.2.3. Tính toán LPP theo năng lượng tiêu thụ của phụ tải 105
4.2.4. Tính LPP trên máy tính 108
4.3. Tính toán LPP trong chế độ không đối xứng 117
4.3.1. Khái niệm 117

4.3.2. Tính toán chế độ không đối xứng cho các loại lưới điện 126

5.Tính toán lưới hệ thống và lưới truyền tải 143

5.1. Khái niệm chung 143

5.2. Tính toán lưới hở 145

5.2.1. Trường hợp cho biết $\underline{S}_2,\underline{S}_3,\underline{U}_3$ cần tính $\underline{U}_1,\underline{S}_1$ 145

5.2.2. Trường hợp cho biết $\underline{S}_2,\underline{S}_3,\underline{U}_1$ cần tính $\underline{U}_2,U_3,\underline{S}_1$ 147

5.3. Tính toán lưới điện kín đơn giản 151

5.3.1. Lưới điện kín có một nguồn cung cấp 151

5.3.2. Lưới điện kín có hai nguồn cung cấp điện áp khác nhau 156

5.4. Tính toán lưới điện có hai cấp điện áp 157

5.5. Khái niệm về tính toán lưới hệ thống 158

5.5.1. Mô hình điện thế nút của lưới điện 158

5.5.2. Mô hình cân bằng công suất nút 168

5.5.3. Các phương pháp giải tích lưới điện 172

5.5.4. Tính đến điều chỉnh điện áp và điều chỉnh công suất tác dụng trong giải tích lưới điện 200

5.5.5. Tính tổn thất công suất trong lưới điện 206

5.6. Khái niệm về tính toán đường dây dài 210

5.6.1. Các phương trình của đường dây dài 210

5.6.2. Đường dây không tổn thất 212

5.6.3. Công suất tự nhiên 213

5.6.4. Phân bố điện áp trên đường dây dài và công suất phản kháng do đường dây sinh ra 214

5.6.5. Khả năng tải của đường dây dài 215

5.6.6. Tổn thất điện năng trên đường dây dài 216

6. Lựa chọn dây dẫn trong lưới điện 220

6.1. Tiết diện tối ưu và các điều kiện kỹ thuật 220

6.2. Mật độ kinh tế dòng điện 221

6.2.1. Giá tiền tổn thất công suất và tổn thất điện năng 221

6.2.2. Tổng chi phí vốn cho đường dây điện 222
6.2.3. Quy tắc Kelvin và mật độ kinh tế dòng điện 224
6.3. Lựa chọn tiết diện dây dẫn trong thiết kế,quy hoạch lưới điện 226
6.3.1. Chọn tiết diện dây dẫn trong lưới hệ thống cao và siêu cao thế. . 226
6.3.2. Chọn tiết diện dây dẫn trong lưới phân phối 229
6.4. Tính toán lựa chọn dây dẫn 232
6.4.1. Chọn dây dẫn theo J_{kt} 232
6.4.2. Chọn dây dẫn theo dòng điện lớn nhất cho phép 233
6.4.3. Chọn dây cáp theo phát nóng khi ngắn mạch 237
6.4.4. Chọn dây dẫn đường dây trên không theo điều kiện độ bền cơ học 239
6.4.5. Chọn dây dẫn theo điều kiện vầng quang điện 239
6.4.6. Chọn dây dẫn theo điều kiện tổn thất điện áp 240
6.4.7. Chọn dây dẫn lưới hạ áp kết hợp với thiết bị bảo vệ 249
7. Điều chỉnh điện áp trong hệ thống điện 255
7.1. Khái niệm chung 255
7.1.1. Ảnh hưởng của điện áp tới công tác của hệ thống điện 255
7.1.2. Nhiệm vụ của điều chỉnh điện áp 255
7.1.3. Quan hệ CSPK-điện áp, phương thức điều chỉnh điện áp 255
7.1.4. Quan hệ giữa cân bằng CSPK và ổn định của hệ thống điện 257
7.1.5. Điều chỉnh điện áp và ΔP, ΔA 259
7.1.6. Phân cấp điều chỉnh điện áp trong HTĐ 260
7.2. Điều chỉnh điện áp trên lưới hệ thống và lưới truyền tải 261
7.2.1. Các phương tiện để điều chỉnh điện áp 261
7.2.2. Phương thức điều chỉnh điện áp 265
7.3. Điều chỉnh điện áp trong lưới phân phối 266
7.3.1. Độ lệch điện áp trên cực thiết bị dùng điện 266
7.3.2. Đánh giá chất lượng điện áp trong lưới hạ áp 267
7.3.3. Diễn biến điện áp trong lưới điện 269

7.3.4. Phương thức điều chỉnh điện áp trong lưới phân phối 270
7.3.5. Điều chỉnh điện áp dưới tải trong MBA TG 271
7.3.6. Đặt đầu phân áp cố định ở MBA PP 275
7.3.7. Tính toán điều chỉnh điện áp 276
7.3.8. Điều chỉnh điện áp bằng bù ngang và bù dọc 278
7.3.9. Các biện pháp giảm dao động điện áp, không đối xứng và không sin 280

8. Bù công suất phản kháng 283

8.1. Vấn đề bù CSPK trong HTĐ 283
8.2. Bù công suất phản kháng trên lưới hệ thống 285
8.3. Bù kinh tế công suất phản kháng 288
8.3.1. Tổn thất công suất và tổn thất điện năng 288
8.3.2. Phương thức bù kinh tế công suất phản kháng trong LPP và bài toán bù kinh tế 292
8.3.3. Phân tích ảnh hưởng của tụ bù đến tổn thất công suất tác dụng và tổn thất điện năng trong LPP 295
8.3.4. Lưới phân phối có phụ tải phân bố đều trên trục chính 298
8.4. Mô hình tổng quát bài toán bù 300
8.4.1. Hàm mục tiêu 300
8.4.2. Các hạn chế 303
8.5. Một số bài toán bù đơn giản 304
8.5.1. Bù cố định trên LPP có một phụ tải 304
8.5.2. Bù trên trục chính 306
8.5.3. Bù trong lưới điện xí nghiệp 307
8.6. Một số sơ đồ thiết bị bù 308

9. Độ tin cậy của lưới điện 310

9.1. Khái niệm chung 310
9.1.1. Nguyên nhân gây ra mất điện và thiệt hại do mất điện 310

9.1.2. Ảnh hưởng của độ tin cậy đến cấu trúc của lưới điện và HTĐ 312
9.1.3. Độ tin cậy của các phần tử của lưới điện 312
9.1.4. Các chỉ tiêu độ tin cậy của lưới điện 315
9.1.5. Các yếu tố chính ảnh hưởng đến độ tin cậy của lưới điện 316
9.2. Độ tin cậy của lưới truyền tải 317
9.2.1. Độ tin cậy của đường dây đơn 317
9.2.2. Độ tin cậy của đường dây kép 320
9.3. Độ tin cậy của LPP 322
9.3.1. Độ tin cậy của LPP hình tia 322
9.3.2. Độ tin cậy của LPP kín vận hành hở 328
10. Tính toán kinh tế lưới điện 330
10.1. Tổng quan 330
10.2. So sánh kinh tế các phương án phát triển lưới điện 330
10.2.1. Khái niệm về quy hoạch lưới điện 330
10.2.2. So sánh kinh tế các phương án phát triển lưới điện 332
10.3. Xác định thời điểm đưa công trình điện vào vận hành 335
PHỤ LỤC 337
TÀI LIỆU THAM KHẢO 361