



PGS. TS. PHẠM VĂN HOÀ

NGẮN MẠCH VÀ ĐÚT DÂY TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

PGS. TS. PHẠM VĂN HOÀ

LỜI NÓI ĐẦU



NGẮN MẠCH VÀ ĐÚT DÂY TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN

(Giáo trình dùng cho sinh viên khối kỹ thuật
của các trường đại học)

In lần thứ hai có sửa chữa



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

HÀ NỘI - 2006

LỜI NÓI ĐẦU

Trong hệ thống điện (HTĐ) các thiết bị điện, khí cụ cần làm việc đảm bảo ở chế độ bình thường, đồng thời chịu được những tác động lớn khi có sự cố, trong đó có sự cố ngắn mạch. Ngoài ra, khi có sự cố, hệ thống bảo vệ role làm việc phát hiện kịp thời đưa tín hiệu tới các thiết bị đóng cắt, điều khiển đóng cắt đảm bảo sự làm việc ổn định của hệ thống. Việc xác định dòng ngắn mạch giúp ta chọn đúng các thiết bị điện, khí cụ điện đồng thời chỉnh định chính xác các thông số cho hệ thống bảo vệ role.

Dứt dây 1 hay 2 pha trong HTĐ tuy không tạo dòng điện lớn nhưng lại có thể làm xuất hiện thành phần các thứ tự chạy trong các thiết bị điện, nếu để vận hành kéo dài có thể gây hậu quả nghiêm trọng. Hơn nữa, dứt dây pha đồng thời ngắn mạch sẽ hình thành một sự cố phức tạp gây nguy hiểm cho HTĐ. Vậy việc xác định dòng điện và điện áp cho các loại sự cố này là cần thiết để đề xuất các phương thức vận hành HTĐ hợp lý hơn.

Cuốn sách "Ngắn mạch và dứt dây trong hệ thống điện" được biên soạn trên cơ sở các kiến thức đã được giảng dạy nhiều năm. Tác giả cố gắng trình bày những lý thuyết cơ bản một cách ngắn gọn và dễ hiểu, chủ yếu đi sâu vào kỹ năng tính toán, giới thiệu các ví dụ tính toán cùng các câu hỏi và bài tập ôn tập giúp cho người học có thể tự học được thuận tiện.

Nội dung cuốn sách gồm tám chương như sau :

Chương một. Khái niệm chung về ngắn mạch.

Ở đây giới thiệu các khái niệm chính, các thành phần dòng ngắn mạch và các ảnh hưởng tới sự biến thiên của dòng ngắn mạch vào các phương pháp chung tính ngắn mạch.

Chương hai. Sơ đồ thay thế của hệ thống điện trong tính toán ngắn mạch.

Ở đây giới thiệu sơ đồ thay thế từng phần tử và của toàn hệ thống điện với các loại đơn vị sử dụng khác nhau.

Chương ba. Xác định biến thiên dòng ngắn mạch bằng hệ phương trình vi phân.

Chương này giới thiệu, mô tả quá trình quá độ điện từ của máy phát điện, đường dây bằng hệ phương trình vi phân trong các hệ tọa độ khác nhau và giải hệ phương trình vi phân xác định biến thiên dòng ngắn mạch trong suốt thời gian quá trình quá độ.

Chương bốn. Tính toán ngắn mạch ba pha bằng phương pháp thực dụng. Ở đây giới thiệu họ đường cong tính toán và áp dụng trong tính toán ngắn mạch.

Chương năm. Tính toán ngắn mạch không đối xứng. Chương này giới thiệu phương pháp vectơ thành phần đối xứng, sử dụng sơ đồ phức và họ đường cong tính toán để tính ngắn mạch không đối xứng.

Chương sáu. Tính toán phân bố dòng nhánh và điện áp nút trong hệ thống điện khi ngắn mạch. Ở đây giới thiệu cách xác định dòng qua các dây trung tính khi ngắn mạch, xét sự thay đổi vectơ thành phần qua máy biến áp đồng thời giới thiệu xác định dòng các nhánh và áp các nút khi lân cận điểm ngắn mạch.

Chương bảy. Tính toán ngắn mạch bằng máy tính điện tử. Ở đây giới thiệu phương pháp thu hẹp và mở rộng sơ đồ và thuật toán tính ngắn mạch bằng máy tính điện tử, giới thiệu sơ bộ chương trình tính ngắn mạch.

Chương tám. Sự cố phức tạp. Chương này giới thiệu các phương pháp tính dòng điện và điện áp khi sự cố đứt dây 1 pha, đứt dây 2 pha đường dây cao áp, siêu cao áp, phương pháp tính dòng điện và điện áp khi sự cố đứt dây và ngắn mạch xảy ra đồng thời.

Cuốn sách "Ngắn mạch và đứt dây trong hệ thống điện" được dùng chủ yếu cho sinh viên ngành hệ thống điện, đồng thời là tài liệu tham khảo cho công tác học tập, giảng dạy và nghiên cứu trong lĩnh vực điện năng.

Tác giả xin chân thành cảm ơn các GS, PGS và giảng viên bộ môn Hệ thống điện, trường Đại học Bách khoa Hà Nội đã tận tình giúp đỡ để hoàn thành cuốn sách này.

Chúng tôi rất mong và chân thành cảm ơn sự đóng góp của độc giả để cuốn sách ngày một hoàn thiện hơn. Các ý kiến đóng góp xin gửi về bộ môn Hệ thống điện, trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

Tel (04)8692009. Email@ PV-hoa-htd@ Mail.hut.edu. Vn

TÁC GIẢ

MỤC LỤC

	Trang
Lời nói đầu	3
Chương 1. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ NGẮN MẠCH	5
1.1. Khái niệm về ngắn mạch	5
1. Các định nghĩa cơ bản	5
2. Nguyên nhân, hậu quả và cách khắc phục ngắn mạch	8
3. Mục đích của tính toán ngắn mạch	9
1.2. Sự biến thiên của dòng ngắn mạch và các đại lượng đặc trưng của chúng	9
1. Ngắn mạch ba pha đột ngột của mạch điện đơn giản	9
2. Ngắn mạch với máy phát điện đồng bộ đang vận hành	12
3. Các đại lượng đặc trưng của dòng ngắn mạch	20
1.3. Phương pháp tính ngắn mạch	23
Câu hỏi ôn tập chương 1	26
Chương 2. SƠ ĐỒ THAY THẾ CỦA HỆ THỐNG ĐIỆN TRONG TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH	
2.1. Các giả thiết cơ bản khi tính toán ngắn mạch	27
2.2. Các loại đơn vị sử dụng trong tính toán ngắn mạch	29
1. Ba loại đơn vị chính sử dụng trong tính toán HTĐ	29
2. Giá trị quy đổi các thông số bằng hệ số tỷ lệ của MBA	31
2.3. Sơ đồ thay thế các phần tử và sơ đồ thay thế toàn HTĐ trong tính toán ngắn mạch	32
1. Máy phát điện	32
2. Máy biến áp	35
3. Đường dây	40
4. Kháng điện	42
5. Phụ tải	44

6. Hệ thống	45
7. Ví dụ lập sơ đồ thay thế HTĐ khi tính ngắn mạch	48
Câu hỏi và bài tập ôn chương 2	55
Chương 3. XÁC ĐỊNH BIẾN THIÊN DÒNG NGẮN MẠCH BẰNG HỆ PHƯƠNG TRÌNH VI PHÂN	
3.1. Các hệ tọa độ dùng để biểu diễn phương trình vi phân trong HTĐ	59
1. Khái quát chung	59
2. Hệ tọa độ ba pha a, b, c	60
3. Hệ tọa độ vuông góc cố định α, β	63
4. Hệ tọa độ quay q, d	64
3.2. Phương trình vi phân mô tả đường dây ba pha	66
1. Chuyển phương trình về hệ α, β	67
2. Chuyển phương trình về hệ q, d	68
3.3. Phương trình vi phân mô tả quá trình quá độ điện tử trong máy phát điện đồng bộ	69
1. Phương trình cuộn dây stator	69
2. Phương trình rotor	72
3.4. Biến thiên dòng điện khi ngắn mạch đầu cực máy phát điện	77
1. Lập hệ phương trình	77
2. Giải hệ phương trình	78
Câu hỏi ôn tập chương 3	85
Chương 4. TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH BA PHA BẰNG PHƯƠNG PHÁP THỰC DỤNG	
4.1. Khái quát chung	86
1. Những giả thiết bổ sung	86
2. Xây dựng họ đường cong tính toán	88
4.2. Biến đổi sơ đồ về dạng đơn giản	93
1. Ghép các điện kháng nối tiếp, song song	93
2. Biến đổi sao, tam giác	94
3. Biến đổi sao, lưới	95
4. Ghép song song các máy phát	95
5. Thay thế hai hoặc một số nguồn cung cấp	

bằng một nguồn tương đương (hai nhà máy khác nhau)	96
6. Tận dụng tính chất đối xứng của sơ đồ so với điểm ngắn mạch	97
7. Bỏ qua nguồn công suất nhỏ	98
8. Ví dụ biến đổi sơ đồ về dạng đơn giản	99
4.3. Tính toán dòng ngắn mạch bằng phương pháp đơn giản	103
1. Giới thiệu chung	103
2. Tính toán giá trị hiệu dụng dòng ngắn mạch tại thời điểm $t = 0$	104
3. Tính toán dòng ngắn mạch duy trì	108
4.4. Tính toán dòng ngắn mạch bằng họ đường cong tính toán	112
1. Các bước tính toán	112
2. Ví dụ tính toán	115
4.5. Áp dụng nguyên lý xếp chồng trong tính toán dòng ngắn mạch	116
1. Các bước tính toán	116
2. Ví dụ tính toán	117
4.6. Tính toán dòng ngắn mạch trong lưới điện dưới 1000 V có tính đến điện trở tác dụng	122
1. Những đặc điểm khi tính toán	122
2. Ví dụ tính toán	128
Câu hỏi và bài tập ôn tập chương 4	131
Chương 5. TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH KHÔNG ĐỐI XỨNG	
5.1. Khái quát chung	132
5.2. Phương pháp các vectơ thành phần đối xứng	133
1. Ba hệ vectơ thành phần đối xứng	133
2. Phương pháp vectơ thành phần đối xứng trong tính toán ngắn mạch không đối xứng	134
5.3. Sơ đồ các thứ tự thuận, nghịch và không	136
1. Sơ đồ thay thế thứ tự thuận	136
2. Sơ đồ thay thế thứ tự nghịch	136
3. Sơ đồ thay thế thứ tự không	137

4. Ví dụ tính toán	141
5.4. Dòng và điện áp tại điểm ngắn mạch trong ngắn mạch không đối xứng	144
1. Khái quát chung	144
2. Lập hệ phương trình	145
3. Giải hệ phương trình	147
5.5. Sơ đồ phức hợp	151
1. Sơ đồ phức hợp đơn giản	151
2. Sơ đồ phức hợp dạng mở	153
5.6. Xác định dòng ngắn mạch trong pha sự cố	156
5.7. Áp dụng họ đường cong tính toán trong tính toán ngắn mạch không đối xứng	158
1. Giới thiệu chung	158
2. Các bước tính dòng ngắn mạch không đối xứng	159
3. Ví dụ tính toán	160
Câu hỏi và bài tập ôn tập chương 5	162

**Chương 6. TÍNH TOÁN PHÂN BỐ DÒNG NHÁNH
VÀ ĐIỆN ÁP NÚT TRONG HTĐ KHI NGẮN MẠCH**

6.1. Khái quát chung	163
6.2. Dòng qua các dây trung tính trong ngắn mạch không đối xứng	166
1. Các bước xác định dòng qua các trung tính	166
2. Ví dụ tính toán	167
6.3. Sự đổi hướng của các vectơ thành phần dòng và áp khi qua máy biến áp	169
6.4. Tính dòng các nhánh và áp các nút khi có ngắn mạch	173
1. Tính dòng các nhánh khi có ngắn mạch	173
2. Tính áp các nút khi có ngắn mạch	174
3. Ví dụ tính toán	175
Câu hỏi và bài tập ôn tập chương 6	193

**Chương 7. TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH BẰNG
MÁY TÍNH ĐIỆN TỬ**

7.1. Khái quát chung	194
7.2. Thuật toán tính toán ngắn mạch bằng máy tính điện tử	195

1. Hệ phương trình trạng thái của HTD khi tính ngắn mạch	195
2. Tính toán dòng ngắn mạch	198
7.3. Chuẩn bị dữ liệu cho chương trình tính toán ngắn mạch	202
1. Cho sơ đồ thứ tự thuận và nghịch	203
2. Cho sơ đồ thứ tự không	203
3. Ví dụ tính toán	204
Câu hỏi ôn tập chương 7	211
Chương 8. SỰ CỐ PHỨC TẠP	
8.1. Khái quát chung	212
8.2. Sơ đồ thay thế các thứ tự thuận, nghịch và không trong tính toán đứt dây	213
1. Máy phát điện	213
2. Máy biến áp	214
3. Đường dây	214
4. Phụ tải	220
8.3. Tính toán sự cố đứt dây bằng phương pháp vectơ thành phần đối xứng	221
1. Hệ phương trình cơ bản	221
2. Ba phương trình riêng cho từng loại đứt dây	222
3. Ví dụ minh họa	223
4. Ví dụ tính toán	227
5. Kết luận	234
8.4. Dùng nguyên lý xếp chồng để tính toán sự cố đứt dây	235
1. Nguyên lý xếp chồng	235
2. Ví dụ tính toán	236
8.5. Tính toán sự cố đứt dây đối với đường dây siêu cao áp	240
1. Đặc điểm của đường dây siêu cao áp cần xét khi tính toán chế độ đứt dây	240
2. Phương pháp tính toán chế độ đứt dây của đường dây siêu cao áp	241

244	1. Hệ phương trình tuyến tính	244
260	2. Tính toán đơn vị	260
265	3. Ví dụ tính toán	265
267	8.6. Sự cố phức tạp	267
267	Câu hỏi và bài tập ôn tập chương 8	267
268	Tài liệu tham khảo	268
269	Các chữ viết tắt	269
269	Mục lục	269
Chương 8. SU CỐ PHỨC TẠP		
271	8.1. Khái quát chung	271
271	8.2. Số đo thay thế các lưu lượng nhiệt	271
271	1. Các lưu lượng	271
271	2. Các lưu lượng	271
271	3. Ví dụ	271
271	4. Câu hỏi và bài tập	271
271	5. Tài liệu tham khảo	271
271	6. Các chữ viết tắt	271
271	7. Mục lục	271
271	8.3. Tính toán sự cố	271
271	1. Hệ phương trình cơ bản	271
271	2. Ba phương trình cơ bản	271
271	3. Ví dụ minh họa	271
271	4. Ví dụ tính toán	271
271	5. Kết luận	271
271	8.4. Dùng nguyên lý xếp chồng để tính toán	271
271	1. Nguyên lý xếp chồng	271
271	2. Ví dụ tính toán	271
271	8.5. Tính toán sự cố dài hạn	271
271	1. Đặc điểm của tính toán	271
271	2. Phương pháp tính toán	271