

TẬP ĐOÀN ĐIỆN LỰC VIỆT NAM
TRƯỜNG ĐẠI HỌC ĐIỆN LỰC

GIÁO TRÌNH ĐẠI HỌC

BẢO VỆ RƠLE
TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN

Tài liệu tham khảo nội bộ dùng trong

Khoa Hệ thống điện

TRƯỜNG ĐẠI HỌC ĐIỆN LỰC

CÁC TÁC GIẢ

THs.
TS.

Nguyễn Văn Đạt
Nguyễn Đăng Toàn

Khoa Hệ thống điện
Khoa Hệ thống điện

Hà nội 2010

Tailieu.vn

LỜI TỰA

Giáo trình “Bảo vệ role trong hệ thống điện” được dùng để giảng dạy cho sinh viên ngành Hệ thống điện trường Đại học Điện lực và làm tài liệu tham khảo cho những người làm công tác kỹ thuật và vận hành các thiết bị bảo vệ trong hệ thống điện.

Giáo trình đưa ra một số vấn đề cơ bản của kỹ thuật bảo vệ hệ thống điện bằng role, các nguyên tắc tác động và cách thực hiện các loại bảo vệ thường gặp. Đối với mỗi phần tử trong hệ thống điện, giáo trình trình bày tóm tắt các chế độ làm việc, tình trạng hư hỏng và làm việc không bình thường, mô tả nguyên lý làm việc và chức năng các phần tử chính trong sơ đồ bảo vệ.

Giáo trình giới thiệu và xem xét việc bảo vệ các phần tử chính trong hệ thống điện bao gồm: đường dây truyền tải, máy phát điện, máy biến áp, thanh góp, động cơ điện, tụ điện, kháng điện, cáp điện.

Toàn bộ cuốn sách chia làm 8 chương. Đây là lần tái bản thứ nhất, các tác giả đã cố gắng chỉnh sửa những thiếu sót của lần xuất bản trước và cập nhật thêm một số kiến thức mới, nhưng chắc chắn không thể tránh khỏi những thiếu sót. Những nhận xét và góp ý của bạn đọc xin gửi cho Khoa Hệ thống điện – Trường Đại học Điện lực – 235 Hoàng Quốc Việt - Hà Nội.

Email.

Tel :

LỜI CẢM ƠN

Tailieu.vn

MỤC LỤC

LỜI TỰA.....	iii
LỜI CẢM ƠN.....	iv
MỤC LỤC.....	v
DANH MỤC HÌNH VẼ.....	ix
DANH MỤC BẢNG.....	xv
PHẦN I: CÁC NGUYÊN LÝ BẢO VỆ.....	xvi
CHƯƠNG 1: KHÁI NIỆM CHUNG.....	1
1.1 NHIỆM VỤ BẢO VỆ RƠ LE.....	1
1.2 YÊU CẦU CỦA BẢO VỆ RƠ LE.....	2
1.2.1 Tính tin cậy.....	2
1.2.2 Tính chọn lọc.....	2
1.2.3 Tính tác động nhanh.....	3
1.2.4 Độ nhạy.....	4
1.2.5 Tính kinh tế.....	4
1.3 CÁC BỘ PHẬN CỦA HỆ THỐNG BẢO VỆ RƠ LE.....	4
1.4 MÁY BIẾN DÒNG ĐIỆN (BI, CT).....	7
1.4.1 Khái niệm về máy biến dòng điện.....	7
1.4.2 Sơ đồ thay thế và ký hiệu máy biến dòng điện.....	7
1.4.3 Sai số của máy biến dòng và yêu cầu về độ chính xác.....	8
1.4.4 Tính toán phụ tải của máy biến dòng điện.....	10
1.4.5 Chế độ hở mạch thứ cấp của máy biến dòng điện.....	10
1.4.6 Các sơ đồ nối máy biến dòng điện.....	11
1.5 MÁY BIẾN ĐIỆN ÁP (BU, VT, PT).....	14
1.5.1 Khái niệm về máy biến điện áp.....	14
1.5.2 Sai số của máy biến điện áp và yêu cầu về độ chính xác.....	15
1.5.3 Các sơ đồ nối máy biến điện áp.....	16
1.6 NGUỒN ĐIỆN THAO TÁC.....	18
1.6.1 Nguồn điện thao tác một chiều.....	18
1.6.2 Nguồn điện thao tác xoay chiều.....	19
1.7 KÊNH THÔNG TIN TRUYỀN TÍN HIỆU.....	21
1.7.1 Các loại kênh truyền tín hiệu.....	21
1.7.2 Yêu cầu đối với kênh truyền tín hiệu.....	23
1.7.3 Môi trường truyền tín hiệu và nhiễu.....	23
1.8 THÔNG TIN CẦN THIẾT PHỤC VỤ TÍNH TOÁN BẢO VỆ RƠ LE.....	25
1.8.1 Nguyên lý đo lường dòng trong mục đích bảo vệ.....	25
1.8.2 Tính toán ngắn mạch/sự cố.....	27

1.9 CÂU HỎI ÔN TẬP	28
CHƯƠNG 2: CÁC KỸ THUẬT CHẾ TẠO RÔLE	29
2.1 LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN CỦA RÔLE	29
2.2 PHÂN LOẠI RÔLE	30
2.3 RÔLE ĐIỆN CỠ	34
2.3.1 Role dòng điện kiểu điện từ	34
2.4 RÔLE DÒNG ĐIỆN KIỂU CẢM ỨNG	37
2.4.1 Nguyên tắc tác động	37
2.4.2 Lĩnh vực ứng dụng:	39
2.4.3 Role điện áp	39
2.4.4 Role thời gian	40
2.4.5 Role trung gian	40
2.4.6 Role tín hiệu	41
2.5 RÔLE ĐIỆN TỬ	41
2.6 RÔLE KỸ THUẬT SỐ	44
2.7 CÂU HỎI ÔN TẬP	46
CHƯƠNG 3: CÁC NGUYÊN LÝ BẢO VỆ RƠ LE HỆ THỐNG ĐIỆN	47
3.1 BẢO VỆ QUÁ DÒNG ĐIỆN	47
3.1.1 Nguyên tắc tác động	47
3.1.2 Bảo vệ dòng điện cực đại	47
3.1.3 Bảo vệ dòng điện cắt nhanh	49
3.1.4 Bảo vệ dòng điện cực đại có bộ kiểm tra điện áp	49
3.1.5 Bảo vệ dòng điện ba cấp	50
3.1.6 Đánh giá bảo vệ quá dòng điện	52
3.2 BẢO VỆ QUÁ DÒNG ĐIỆN CÓ ĐỊNH HƯỚNG CÔNG SUẤT	53
3.2.1 Nguyên tắc tác động	53
3.2.2 Phần tử định hướng công suất	54
3.2.3 Lựa chọn thời gian cho bảo vệ dòng điện có định hướng công suất	54
3.2.4 Lựa chọn dòng điện khởi động	55
3.2.5 Bảo vệ dòng điện có hướng ba cấp	56
3.2.6 Đánh giá bảo vệ dòng điện có định hướng công suất	56
3.3 NGUYÊN LÝ BẢO VỆ KHOẢNG CÁCH	57
3.3.1 Nguyên tắc tác động	57
3.3.2 Các đặc tính khởi động của bảo vệ khoảng cách	59
3.3.3 Nguyên tắc thực hiện role khoảng cách	60
3.3.4 Lựa chọn giá trị khởi động	60
3.3.5 Những yếu tố làm sai lệch đến sự làm việc của role khoảng cách	61
3.3.6 Đánh giá về bảo vệ khoảng cách	62

3.4 BẢO VỆ SO LỆCH.....	62
3.4.1 So lệch dòng điện.....	62
3.4.2 So sánh pha của dòng điện.....	65
3.4.3 Đánh giá về bảo vệ so lệch.....	66
3.5 CÂU HỎI ÔN TẬP.....	66
PHẦN II: BẢO VỆ CÁC PHẦN TỬ TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN.....	67
CHƯƠNG 4: BẢO VỆ CÁC ĐƯỜNG DÂY TẢI ĐIỆN.....	68
4.1 KHÁI NIỆM CHUNG.....	68
4.2 BẢO VỆ QUÁ DÒNG ĐIỆN.....	69
4.2.1 Bảo vệ quá dòng điện cắt nhanh.....	69
4.2.2 Bảo vệ quá dòng điện có thời gian.....	70
4.2.3 Bảo vệ quá dòng có khoá điện áp thấp.....	71
4.2.4 Bảo vệ quá dòng điện có hướng.....	72
4.2.5 Bảo vệ quá dòng cắt nhanh có hướng.....	74
4.3 BẢO VỆ SO LỆCH DỌC ĐƯỜNG DÂY TẢI ĐIỆN.....	75
4.3.1 Bảo vệ so lệch dòng điện có hãm.....	75
4.3.2 Bảo vệ so lệch dòng dây dẫn phụ.....	77
4.3.3 Bảo vệ so sánh pha dòng điện.....	78
4.4 BẢO VỆ KHOẢNG CÁCH.....	81
4.4.1 Chọn giá trị khởi động và thời gian làm việc rơ le khoảng cách.....	81
4.4.2 Bảo vệ khoảng cách ở các đường dây có đặt tụ điện bù dọc.....	83
4.5 BẢO VỆ SO SÁNH HƯỚNG.....	85
4.6 NGUYÊN LÝ BẢO CHỐNG CHẠM ĐẤT.....	87
4.6.1 Nguyên tắc tác động.....	87
4.6.2 Bảo vệ quá dòng điện thứ tự không.....	88
4.6.3 Bảo vệ quá dòng điện thứ tự không có hướng.....	88
4.6.4 Bảo vệ chống chạm đất “chập chờn”.....	91
4.7 CÂU HỎI ÔN TẬP.....	92
CHƯƠNG 5: BẢO VỆ MÁY PHÁT ĐIỆN ĐỒNG BỘ.....	93
5.1 CÁC DẠNG HƯ HỎNG VÀ TÌNH TRẠNG LÀM VIỆC KHÔNG BÌNH THƯỜNG CỦA MÁY PHÁT ĐIỆN.....	93
5.2 BẢO VỆ CHỐNG CHẠM ĐẤT CUỘN DÂY STATO.....	94
5.3 BẢO VỆ CHỐNG NGẮN MẠCH GIỮA CÁC PHA.....	98
5.3.1 Bảo vệ so lệch hãm.....	99
5.3.2 Bảo vệ khoảng cách.....	101
5.3.3 Bảo vệ quá dòng điện.....	102
5.4 BẢO VỆ CHỐNG CHẠM CHẬP CÁC VÒNG DÂY TRONG MỘT PHA CỦA CUỘN STATO.....	103

5.5 BẢO VỆ CHỐNG CHẠM ĐẤT CUỘN DÂY RÔ TO	105
5.6 BẢO VỆ CHỐNG DÒNG ĐIỆN THỨ TỰ NGHỊCH.....	109
5.7 BẢO VỆ CHỐNG MẮT KÍCH TỪ.....	110
5.8 BẢO VỆ CHỐNG QUÁ TẢI CHO CUỘN DÂY STATO VÀ RÔTO MÁY PHÁT ĐIỆN	112
5.9 BẢO VỆ CHỐNG QUÁ ĐIỆN ÁP.....	113
5.10 BẢO VỆ CHỐNG TẦN SỐ GIẢM THẤP	114
5.11 BẢO VỆ CHỐNG LƯỒNG CÔNG SUẤT NGƯỢC	115
5.12 CÂU HỎI ÔN TẬP	116
CHƯƠNG 6: BẢO VỆ MÁY BIẾN ÁP.....	117
6.1 CÁC HƯ HỎNG VÀ NHỮNG LOẠI BẢO VỆ THƯỜNG DÙNG	117
6.2 BẢO VỆ SO LỆCH DỌC.....	117
6.3 BẢO VỆ QUÁ DÒNG ĐIỆN	119
6.4 BẢO VỆ KHOẢNG CÁCH	120
6.5 BẢO VỆ BẰNG RƠ LE KHÍ (BUCHHOLZ).....	121
6.6 BẢO VỆ CHỐNG CHẠM ĐẤT CỦA MÁY BIẾN ÁP	122
6.7 BẢO VỆ QUÁ NHIỆT CHO MÁY BIẾN ÁP	123
6.8 LỰA CHỌN PHƯƠNG THỨC BẢO VỆ MÁY BIẾN ÁP	126
6.9 CÂU HỎI ÔN TẬP	127
CHƯƠNG 7: BẢO VỆ CÁC HỆ THỐNG THANH GÓP.....	115
7.1 CÁC DẠNG HƯ HỎNG	115
7.1.1 Những trường hợp không cần đặt bảo vệ riêng	115
7.1.2 Những trường hợp cần đặt bảo vệ riêng cho thanh góp.....	116
7.2 CÁC LOẠI SƠ ĐỒ THANH GÓP	116
7.2.1 Sơ đồ một hệ thống thanh góp.....	116
7.2.2 Sơ đồ hai hệ thống thanh góp có một máy cắt trên mạch	117
7.2.3 Sơ đồ thanh góp mỗi mạch điện được nối với hệ thống thanh góp qua hai máy cắt điện....	119
7.3 BẢO VỆ SO LỆCH TOÀN PHẦN THANH GÓP.....	120
7.3.1 Những đặc điểm khi thực hiện bảo vệ so lệch toàn phần thanh góp.....	120
7.3.2 Bảo vệ so lệch dòng điện có hãm	122
7.3.3 Bảo vệ so lệch thanh góp dùng rơ le tổng trở cao	124
7.3.4 Bảo vệ thanh góp dùng nguyên lý so sánh pha dòng điện	126
7.4 BẢO VỆ SO LỆCH KHÔNG TOÀN PHẦN THANH GÓP	127

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình vẽ 1-1: Ví dụ về tính chọn lọc của bảo vệ rơle	3
Hình vẽ 1-2: Cấu trúc tổng quát của hệ thống bảo vệ	5
Hình vẽ 1-3: Ví dụ về một cấu trúc của hệ thống bảo vệ	6
Hình vẽ 1-4: Sơ đồ cấu trúc của hệ thống bảo vệ có dự phòng để tăng cường độ tin cậy	6
Hình vẽ 1-5: Máy biến dòng cao áp, hạ áp và sơ đồ nguyên lý của máy biến dòng	7
Hình vẽ 1-6: Sai số của BI và sơ đồ thay thế của BI dùng trong bảo vệ	9
Hình vẽ 1-7: Nối tiếp hai máy biến dòng	10
Hình vẽ 1-8: Đường cong từ hoá (a) và quan hệ của dòng điện sơ cấp i_S , từ thông F ,	11
Hình vẽ 1-9: Các nối BI và rơle theo sơ đồ hình sao	11
Hình vẽ 1-10: Sơ đồ nối một rơle vào hiệu dòng điện hai pha và sơ đồ véc tơ của dòng điện thứ cấp qua rơle khi ngắn mạch 2 pha và ba pha	12
Hình vẽ 1-11: Các sơ đồ bộ lọc dòng điện thứ tự không: a) sơ đồ nguyên lý, b) bộ lọc dùng ba máy biến dòng, c) bộ lọc một máy biến dòng dùng cho đường dây trên không, d) bộ lọc một máy biến dòng dùng cho đường dây cáp ngầm	13
Hình vẽ 1-12: Các sơ đồ bộ lọc dòng điện thứ tự nghịch LL_2 : a) Sơ đồ cấu trúc, b) mạch điện, c) Đồ thị véc tơ đối với thành phần thứ tự thuận, d) đồ thị véc tơ thành phần thứ tự nghịch	14
Hình vẽ 1-13: Máy biến điện áp cao áp, hạ áp và sơ đồ nguyên lý của máy biến điện áp	15
Hình vẽ 1-14: Sơ đồ nối các BU theo hình sao: a) nối vào điện áp dây, b) nối vào điện áp pha, c) điện áp ba pha và dây trung tính của HTĐ	16
Hình vẽ 1-15: Sơ đồ nối các BU theo hình V/V	16
Hình vẽ 1-16: Các sơ đồ bộ lọc thứ tự không, a) cuộn tam giác hở, b) bộ lọc điện áp thứ tự không ở trung tính máy phát điện	17
Hình vẽ 1-17: Sơ đồ nguyên lý của bộ lọc điện áp thứ tự nghịch	18
Hình vẽ 1-18: Sơ đồ dùng rơle dòng điện có đặc tính thời gian phụ thuộc có giới hạn làm việc với dòng điện thao tác một chiều	19
Hình vẽ 1-19: Sơ đồ bảo vệ dòng điện dùng nguồn thao tác xoay chiều theo phương pháp khử nối tắt cuộn cắt của máy cắt	20
Hình vẽ 1-20: Sơ đồ bảo vệ dòng điện nối vào dòng điện thao tác xoay chiều qua biến dòng bảo hoà trung gian	20
Hình vẽ 1-21: Sơ đồ bộ cung cấp liên hợp	21
Hình vẽ 1-22: Sơ đồ nguồn cung cấp bằng bộ tụ nạp sẵn	21
Hình vẽ 1-23: Liên hệ giữa các thiết bị làm việc với kênh truyền tín hiệu	22
Hình vẽ 1-24: Nguyên lý so sánh biên độ hai đại lượng đầu vào	26
Hình vẽ 1-25: Nguyên lý so sánh pha (a) và biểu đồ so sánh hai tín hiệu đầu vào hình sin lệch pha nhau (b)	27
Hình vẽ 2-1: So sánh giữa rơle số và rơle thông thường	30

Hình vẽ 2-2: Phân loại role theo các đại lượng đầu vào	31
Hình vẽ 2-3: Các loại sơ đồ của hệ thống bảo vệ role	32
Hình vẽ 2-4: Một số loại role điện từ: a) Role điện từ có phần động đóng mở, b) Có phần động quay, c) phần chuyển động tịnh tiến.....	35
Hình vẽ 2-5: Quan hệ giữa trị số tức thời của mô men quay M_t và các thành phần của nó với thời gian đối với role dòng điện điện từ	36
Hình vẽ 2-6: Vòng ngắn mạch của role và đồ thị véc tơ.....	36
Hình vẽ 2-7: Role dòng điện: a) có vòng cảm ứng ngắn mạch, b) và đồ thị véc tơ.....	38
Hình vẽ 2-8: Rơ le thời gian.....	40
Hình vẽ 2-9: Các sơ đồ nối rơ le trung gian: a) Sơ đồ nối các role RG song song, b) nối tiếp, c) song song có tự giữ bằng cuộn dây nối tiếp	41
Hình vẽ 2-10: Sơ đồ nối dây của role tín hiệu, a) nối tiếp, b) song song	41
Hình vẽ 2-11: Role dòng điện chỉnh lưu: a) Sơ đồ nguyên lý, b) dòng điện chỉnh lưu [I].....	42
Hình vẽ 2-12: Các sơ đồ san bằng dòng điện chỉnh lưu,.....	43
Hình vẽ 2-13: Sơ đồ so sánh dòng điện I_d với đại lượng chuẩn I_{ch}	44
Hình vẽ 2-14: Sơ đồ khối của rơ le số.....	45
Hình vẽ 2-15: Sơ đồ tự kiểm tra các khối chức năng trong role số	46
Hình vẽ 3-1: Thí dụ về cách tính dòng điện khởi động của bảo vệ dòng điện cực đại a) Sơ đồ nguyên lý, b) Chọn dòng điện khởi động	48
Hình vẽ 3-2: Bảo vệ quá dòng điện cắt nhanh, a) Sơ đồ nguyên lý, b) Cách chọn dòng điện khởi động	49
Hình vẽ 3-3: Sơ đồ nguyên lý của bảo vệ dòng điện cực đại có bộ phận kiểm tra điện áp.	50
Hình vẽ 3-4: Sơ đồ nguyên lý của bảo vệ dòng ba cấp.	51
Hình vẽ 3-5: Tính dòng điện và thời gian tác động của bảo vệ dòng ba cấp.....	52
Hình vẽ 3-6: Bảo vệ quá dòng điện có hướng a) Mạch vòng, b) Đường dây song song, c) Đường dây có hai nguồn cung cấp,.....	53
Hình vẽ 3-7: Bảo vệ quá dòng điện có hướng: a) Sơ đồ nguyên lý bảo vệ quá dòng, b) Đặc tính pha của bộ phận định hướng công suất.....	54
Hình vẽ 3-8: Phối hợp thời gian tác động của bảo vệ quá dòng điện có hướng với thanh góp có nhiều mạch đường dây.....	55
Hình vẽ 3-9: Các cấu hình lưới điện phức tạp bảo vệ quá dòng có hướng không đảm bảo tính chọn lọc: a) Mạng vòng có nhiều nguồn cung cấp. b) Mạng vòng có một nguồn cung cấp khi có liên hệ ngang không có nguồn (Đường dây BD).....	57
Hình vẽ 3-10: Nguyên lý đo tổng trở, a) Sơ đồ lưới điện; b) Vùng biến thiên của tổng trở phụ tải; c) Tổng trở đo trong điều kiện sự cố; d) Đặc tính khởi động của bộ phận khoảng cách.....	58
Hình vẽ 3-11: Các đặc tuyến tổng trở khởi động thường gặp: a) Tổng trở không hướng ($Z_{kd}=\text{const}$); b) Tổng trở có hướng (vòng tròn qua gốc toạ độ); c) Vòng tròn lệch tâm; d) Hình thấu kính, e,g) Hình đa giác; h) 7SA513.....	59