

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP



HOÀNG NGỌC ANH

**ĐÁNH GIÁ ĐỘ TIN CẬY CỦA PHƯƠNG THỨC BẢO VỆ
MÁY BIẾN ÁP TRẠM BIẾN ÁP 500KV NHO QUAN - NINH BÌNH**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC
CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỆN**

THÁI NGUYÊN - NĂM 2020

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

HOÀNG NGỌC ANH

**ĐÁNH GIÁ ĐỘ TIN CẬY CỦA PHƯƠNG THỨC BẢO VỆ
MÁY BIẾN ÁP TRẠM BIẾN ÁP 500KV NHO QUAN - NINH BÌNH**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC

Mã ngành: 8.52.02.01

Chuyên ngành: Kỹ thuật điện

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

TS. TRƯƠNG TUẤN ANH

THÁI NGUYÊN - NĂM 2020

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan, đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi, được thực hiện trên cơ sở nghiên cứu về lý thuyết và tổng hợp từ nhiều nguồn tài liệu tham khảo khác nhau: Sách, báo, tạp chí chuyên ngành, internet, thư viện các trường, cơ quan...

Qua số liệu thu thập thực tế, tổng hợp lại, không sao chép bất kỳ luận văn nào trước đó và dưới sự hướng dẫn khoa học của TS. Trương Tuấn Anh - Giảng viên trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp – Đại học Thái Nguyên.

Dữ liệu nghiên cứu được thu thập thực tế tại Trạm biến áp 500kV Nho Quan – Ninh Bình. Các số liệu và kết quả tính toán trong luận văn là trung thực; các đánh giá, kiến nghị đưa ra xuất phát từ thực tiễn, kinh nghiệm và chưa từng được công bố trong bất kỳ một công trình nào khác.

Tác giả luận văn

Hoàng Ngọc Anh

LỜI CẢM ƠN

Sau thời gian học tập cao học chuyên ngành Kỹ thuật điện của trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp – Đại học Thái Nguyên, tác giả đã nhận thức sâu sắc về cách thức nghiên cứu, phương pháp tiếp cận các đối tượng nghiên cứu thực tế tại trạm biến áp 500kV Nho Quan – Ninh Bình nơi tác giả công tác. Đồng thời luôn luôn tích lũy nâng cao kiến thức chuyên môn, nâng cao năng lực làm chủ các thiết bị hiện đại, khả năng thích ứng cao trước sự phát triển của khoa học, kỹ thuật và kinh tế. Có khả năng phát hiện, giải quyết độc lập những vấn đề thuộc chuyên ngành được đào tạo và phục vụ cho công tác được tốt hơn, tác giả đã đề xuất và lựa chọn đề tài luận văn tốt nghiệp cao học “Đánh giá độ tin cậy của phương thức bảo vệ máy biến áp trạm biến áp 500kV Nho Quan – Ninh Bình”. Việc nghiên cứu gắn liền với thực tế nơi công tác đã tạo điều kiện cho việc nghiên cứu chuyên sâu để hoàn thành luận văn tốt nghiệp này.

Tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến:

TS. Trương Tuấn Anh đã giúp đỡ, hướng dẫn hết sức chu đáo, nhiệt tình trong quá trình thực hiện đề tài để tác giả hoàn thành luận văn thạc sĩ.

Các phòng chức năng trong trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp đã tạo điều kiện thuận lợi cho tác giả trong suốt quá trình học tập, nghiên cứu và hoàn thành các thủ tục bảo vệ luận văn thạc sĩ.

Các đồng nghiệp trạm biến áp 500kV Nho Quan – Ninh Bình đã giúp đỡ tác giả thực hiện việc nghiên cứu và thu thập các số liệu để tác giả hoàn thành nội dung luận văn thạc sĩ.

Gia đình, bạn bè của tác giả đã giúp đỡ, tạo điều kiện về thời gian, động viên tác giả trong suốt quá trình thực hiện và hoàn thành luận văn.

Tác giả mong muốn tiếp tục nhận được sự chia sẻ, hỗ trợ và tạo điều kiện của Hội đồng Chấm luận văn thạc sĩ, các bạn bè, đồng nghiệp, gia đình và người thân để bản luận văn này hoàn thiện hơn.

Xin trân trọng cảm ơn!

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	2
LỜI CẢM ƠN.....	3
MỤC LỤC	4
DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT	7
DANH MỤC CÁC BẢNG.....	8
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ.....	9
MỞ ĐẦU	10
Chương 1. CẤU HÌNH CHUNG VÀ CÁC YÊU CẦU ĐỐI VỚI HỆ THỐNG ROLE BẢO VỆ	12
1.1. Các yêu cầu đối với hệ thống role bảo vệ.....	12
1.1.1. Tính chọn lọc	12
1.1.2. Tác động nhanh.....	13
1.1.3. Độ nhạy.....	13
1.1.4. Đảm bảo độ tin cậy	14
1.2. Các qui định về cấu hình hệ thống role bảo vệ.....	14
1.2.1. Cấu hình hệ thống role bảo vệ đối với máy biến áp 500/220kV	15
1. Bảo vệ chính 1	15
2. Bảo vệ chính 2	15
3. Bảo vệ dự phòng cho các cuộn dây 500kV	16
4. Bảo vệ dự phòng cho các cuộn dây 220kV	16
5. Bảo vệ dự phòng cho các cuộn dây trung áp.....	16
6. Các chức năng khác.....	16
1.2.2. Cấu hình hệ thống role bảo vệ đối với máy biến áp 220/110kV	16
1. Bảo vệ chính 1	16
2. Bảo vệ chính 2	16
3. Bảo vệ dự phòng cho các cuộn dây 220kV	16
4. Bảo vệ dự phòng cho các cuộn dây 110kV	16
5. Bảo vệ dự phòng cho các cuộn dây trung áp.....	17
6. Một số chức năng khác.....	17
1.2.3. Cấu hình hệ thống role bảo vệ đối với máy biến áp 110kV	17
1. Bảo vệ chính	17
2. Bảo vệ dự phòng cho cuộn dây 110kV	17
3. Bảo vệ dự phòng cho cuộn dây trung áp 1	17
4. Bảo vệ dự phòng cho cuộn dây trung áp 2	17
5. Một số chức năng khác.....	17
1.3. Một số sự cố thường gặp với hệ thống role bảo vệ.....	20

1.3.1. Hư hỏng phần cứng role của role bảo vệ.....	21
1.3.2. Hư hỏng nguồn làm việc cho role bảo vệ.....	21
1.3.3. Hư hỏng biến dòng điện, biến điện áp.....	21
1.3.4. Hư hỏng, đấu sai mạch nhị role bảo vệ	22
1.3.5. Sai sót khi cài đặt và cấu hình role	22
1.3.6. Hư hỏng của bản thân máy cắt	22
1.4. Sự cần thiết phải đánh giá độ tin cậy của hệ thống role bảo vệ và đề xuất nghiên cứu.....	23
1.5. Kết luận chương 1	23
Chương 2. PHƯƠNG PHÁP CÂY SỰ CỐ VÀ ĐÁNH GIÁ ĐỘ TIN CẬY CỦA HỆ THỐNG BẢO VỆ	24
2.1. Khái niệm chung về độ tin cậy.....	24
2.2. Các chỉ tiêu phổ biến để đánh giá độ tin cậy	24
2.2.1. Giới thiệu chung	24
2.2.2. Các chỉ tiêu đánh giá độ tin cậy của các phần tử.....	25
2.3. Một số giải pháp nâng cao khả năng sẵn sàng của hệ thống bảo vệ.....	26
2.4. Phương pháp cây sự cố đánh giá độ tin cậy của hệ thống bảo vệ.....	29
2.4.1. Giới thiệu phương pháp cây sự cố đánh giá độ tin cậy	29
2.4.2. Hàm cấu trúc (structure function).....	33
2.4.3. Mối liên hệ giữa sơ đồ khối và sơ đồ cây sự cố	33
2.5. Ví dụ áp dụng phương pháp cây sự cố.....	35
2.6. Kết luận chương 2	38
Chương 3. ÁP DỤNG PHƯƠNG PHÁP CÂY SỰ CỐ ĐÁNH GIÁ ĐỘ TIN CẬY HỆ THỐNG ROLE BẢO VỆ MÁY BIẾN ÁP TRẠM BIẾN ÁP 500KV NHO QUAN – NINH BÌNH	39
3.1. Giới thiệu về trạm biến áp 500 kV Nho Quan và phương thức bảo vệ	39
3.1.1. Giới thiệu về trạm biến áp 500 kV Nho Quan.....	39
3.1.2. Sơ đồ phương thức bảo vệ của máy biến áp AT3 trạm biến áp 500kV Nho Quan – Ninh Bình.....	42
1. Sơ đồ phương thức bảo vệ máy biến áp AT3.....	42
2. Một số tính năng bảo vệ máy biến áp AT3	42
3. Ma trận cắt máy biến áp AT3	45
3.2. Các kịch bản đánh giá độ tin cậy của hệ thống role bảo vệ cho máy biến áp AT3 tại trạm biến áp 500kV Nho Quan - Ninh Bình.....	47
3.2.1. Các giả thiết khi tính toán độ tin cậy của các sơ đồ bảo vệ máy biến áp	47
3.2.2. Các kịch bản so sánh độ tin cậy của các sơ đồ phương thức bảo vệ máy biến áp AT3	47

1. Sơ đồ phương thức bảo vệ tiêu chuẩn	47
2. Sơ đồ phương thức bảo vệ rút gọn	48
2. Sơ đồ phương thức bảo vệ mở rộng	49
3.3. Giá trị không sẵn sàng của một số phần tử trong sơ đồ phương thức bảo vệ role	49
3.3.1. Hư hỏng role bảo vệ	50
3.3.2. Cài đặt sai cấu hình của role	50
3.3.3. Hư hỏng máy cắt điện	50
3.3.4. Hư hỏng hệ thống nguồn điện một chiều	51
3.3.5. Lỗi dây mạch nguồn điện một chiều	51
3.3.6. Hư hỏng máy biến dòng điện	52
3.3.7. Hư hỏng máy biến điện áp	52
3.3.8. Lỗi đi dây mạch máy biến dòng điện hoặc máy biến điện áp (đấu sai, đứt dây, hở mạch, chập mạch...)	52
3.3.9. Các hư hỏng không rõ ràng (hư hỏng ẩn)	53
3.3.10. Các lỗi hệ thống	53
3.4. Ứng dụng phần mềm tính toán cây sự cố OpenFTA	54
3.4.1. Giới thiệu phần mềm tính toán cây sự cố OpenFTA	54
3.4.2. Tính toán cây sự cố cho các sơ đồ phương thức bảo vệ máy biến áp AT3	56
1. Xây dựng cây sự cố và đánh giá xác suất không sẵn sàng của sơ đồ phương thức bảo vệ rút gọn	56
2. Xây dựng cây sự cố và đánh giá xác suất không sẵn sàng của sơ đồ phương thức bảo vệ mở rộng	58
3. Xây dựng cây sự cố và đánh giá xác suất không sẵn sàng của sơ đồ phương thức bảo vệ tiêu chuẩn	62
3.4.3. Đánh giá kết quả	65
3.5. Kết luận chương 3	66
KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG NGHIÊN CỨU	67
1. Kết luận	67
2. Hướng nghiên cứu trong tương lai	67
PHỤ LỤC	68
Phụ lục 1. Kết quả tính toán cây sự cố sơ đồ phương thức bảo vệ rút gọn	68
Phụ lục 2. Kết quả tính toán cây sự cố sơ đồ phương thức bảo vệ mở rộng	71
Phụ lục 3. Kết quả tính toán cây sự cố sơ đồ phương thức bảo vệ tiêu chuẩn	76
TÀI LIỆU THAM KHẢO	82

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

BV	Bảo vệ
BD	Máy biến dòng
MBA	Máy biến áp
TC	Thanh cái
MC	Máy cắt
ĐD	Đường dây
87T	Bảo vệ so lệch máy biến áp (Transformer Differential Protection)
49	Bảo vệ quá nhiệt (Thermal relay)
64	Role chống chạm đất (Earth – Fault relay)
50	Role quá dòng cắt nhanh (Instantaneous overcurrent relay)
51	Role quá dòng cực đại (Inverse time overcurrent relay)
50N	Quá dòng cắt nhanh chống chạm đất
51N	Bảo vệ quá dòng chạm đất thời gian xác định (Definite time earth fault overcurrent relay)
67	Role dòng định hướng (Directional overcurrent relay)
67N	Role dòng định hướng chống chạm đất (Directional earth fault relay)
27	Role điện áp thấp (Undervoltage relay)
59	Role quá điện áp (Overvoltage relay)
50BF	Role bảo vệ hư hỏng máy cắt
74	Role xóa giám sát mạch cắt
FTA	Phương pháp cây sự cố (Fault Tree Analysis)
AC	Xoay chiều
DC	Một chiều
FR	Ghi sự cố
FL	Vị trí sự cố
MTTF	Thời gian trung bình giữa các sự cố
MTTR	Thời gian sửa chữa trung bình
MTBF	Thời gian trung bình giữa các lần hư hỏng

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 1.1. Ký hiệu của các sự kiện và các hàm cấu thành cây sự cố.....	32
Bảng 3.1. Ma trận cắt của các bảo vệ cho máy biến áp AT1, 500/220/110kV trạm biến áp 500kV Nho Quan – Ninh Bình	41
Bảng 3.2. Ma trận cắt của phương thức bảo vệ cho máy biến áp AT3 Nho Quan.....	46
Bảng 3.3. Thống kê các chỉ số độ không sẵn sàng của một số phần tử	54
Bảng 3.4. So sánh mức độ không sẵn sàng của các sơ đồ phương thức bảo vệ.....	65
Bảng 3.5. Mức độ đóng góp của các hư hỏng tới độ không sẵn sàng của sự kiện đỉnh	66

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

Hình 1.1. Sơ đồ minh họa yêu cầu của bảo vệ role.	12
Hình 1.2. Sơ đồ phương thức bảo vệ ngăn lộ 1.	18
Hình 1.3. Sơ đồ phương thức bảo vệ ngăn lộ 2.	19
Hình 1.4. Sơ đồ phương thức bảo vệ máy biến áp.	20
Hình 2.1. Vùng bảo vệ (phạm vi bảo vệ)	26
Hình 2.2. Hệ thống bảo vệ máy biến áp không có dự phòng	28
Hình 2.3. Hệ thống bảo vệ máy biến áp có dự phòng	29
Hình 2.4. Cấu trúc sơ đồ cây sự cố.	30
Hình 2.5. Hệ thống kết nối kiểu nối tiếp.	33
Hình 2.6. Hệ thống kết nối kiểu song song.	34
Hình 2.7. Sơ đồ mạch bảo vệ đường dây không có role dự phòng.	36
Hình 2.8. Cây sự cố mạch bảo vệ đường dây không có role dự phòng.	36
Hình 2.9. Sơ đồ mạch bảo vệ đường dây có role dự phòng.	37
Hình 2.10. Cây sự cố mạch bảo vệ đường dây có role dự phòng.	37
Hình 3.1. Sơ đồ phương thức bảo vệ máy biến áp AT1, 500/220/110kV trạm biến áp 500kV Nho Quan – Ninh Bình.	40
Hình 3.2. Sơ đồ phương thức bảo vệ máy biến áp AT3 Nho Quan.	42
Hình 3.3. Sơ đồ phương thức bảo vệ tiêu chuẩn.	48
Hình 3.4. Sơ đồ phương thức bảo vệ rút gọn.	48
Hình 3.5. Sơ đồ phương thức bảo vệ mở rộng.	49
Hình 3.6. Giao diện chính của phần mềm OpenFTA.	55
Hình 3.7. Giao diện quản lý dữ liệu của phần mềm OpenFTA.	55
Hình 3.8. Các biểu tượng có sẵn trong phần mềm OpenFTA.	55
Hình 3.9. Các chức năng hỗ trợ phân tích, tính toán cây sự cố OpenFTA.	56
Hình 3.10. Cây sự cố với sơ đồ phương thức bảo vệ rút gọn.	57
Hình 3.11. Cây sự cố với sơ đồ phương thức bảo vệ mở rộng.	60
Hình 3.12. Cây sự cố với sơ đồ phương thức bảo vệ tiêu chuẩn.	63