

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

LÊ VĂN ĐẮC

**NGHIÊN CỨU QUÁ ĐIỆN ÁP VÀ PHỐI HỢP CÁCH ĐIỆN
TRONG TRẠM BIẾN ÁP 220 KV NINH BÌNH**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT
KỸ THUẬT ĐIỆN**

Thái Nguyên, năm 2020

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

LÊ VĂN ĐẮC

**NGHIÊN CỨU QUÁ ĐIỆN ÁP VÀ PHỐI HỢP CÁCH ĐIỆN
TRONG TRẠM BIẾN ÁP 220 KV NINH BÌNH**

Chuyên ngành: Kỹ thuật điện

Mã số: 8.52.02.01

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT
KỸ THUẬT ĐIỆN**

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

PGS.TS. Nguyễn Duy Cường

Thái Nguyên, năm 2020

LỜI CAM ĐOAN

Họ và tên: Lê Văn Đắc

Học viên: Lớp cao học K21, Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp - Đại học Thái Nguyên.

Nơi công tác: Sở Kế hoạch và Đầu tư tỉnh Ninh Bình

Tên đề tài luận văn thạc sĩ: “*Nghiên cứu quá điện áp và phối hợp cách điện trong Trạm biến áp 220 kV Ninh Bình*”.

Chuyên ngành: Kỹ thuật điện

Tôi xin cam đoan những vấn đề được trình bày trong bản luận văn này là những nghiên cứu của riêng cá nhân tôi, dưới sự hướng dẫn của PGS.TS. Nguyễn Duy Cường và sự giúp đỡ của các thầy, cô và cán bộ Khoa Điện, Trường Đại học Kỹ thuật Công Nghiệp - Đại học Thái Nguyên. Nội dung nghiên cứu chưa được công bố.

Tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm về những số liệu trong luận văn này.

Thái Nguyên, ngày tháng năm 2020

Học viên thực hiện

Lê Văn Đắc

LỜI CẢM ƠN

Trong suốt thời gian nghiên cứu thực hiện luận văn này tôi luôn nhận được sự hướng dẫn, chỉ bảo tận tình của PGS.TS. Nguyễn Duy Cương, người trực tiếp hướng dẫn luận văn cho tôi. Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành và sâu sắc tới thầy.

Tôi xin chân thành cảm ơn các thầy cô giáo, cán bộ, kỹ thuật viên trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp - Đại học Thái Nguyên đã tạo điều kiện tốt nhất để tôi có thể hoàn thành đề tài nghiên cứu này. Tôi cũng xin chân thành cảm ơn những đóng góp quý báu của các bạn cùng lớp động viên và giúp đỡ tôi trong quá trình thực hiện đề tài. Xin gửi lời chân thành cảm ơn đến các cơ quan xí nghiệp đã giúp tôi khảo sát tìm hiểu thực tế và lấy số liệu phục vụ cho luận văn.

Cuối cùng, tôi xin được bày tỏ lòng biết ơn chân thành tới gia đình, đồng nghiệp và bạn bè đã luôn động viên, khích lệ, chia sẻ khó khăn cùng tôi trong suốt quá trình học tập và nghiên cứu hoàn thiện luận văn này.

Thái Nguyên, ngày tháng năm 2020

Học viên

Lê Văn Đắc

MỤC LỤC

PHẦN MỞ ĐẦU	1
1. Tổng quan vấn đề nghiên cứu và sự cần thiết tiến hành nghiên cứu	1
2. Mục tiêu nghiên cứu của đề tài.....	2
3. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn.....	2
4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu	3
5. Nội dung nghiên cứu	4
6. Phương pháp nghiên cứu.....	4
CHƯƠNG 1. NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN VỀ QUÁ ĐIỆN ÁP TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN.....	5
I. GIỚI THIỆU CHUNG.....	5
II. NGUYÊN NHÂN PHÁT SINH QUÁ ĐIỆN ÁP TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN .6	
1. Quá điện áp tạm thời.....	6
2. Quá điện áp quá độ	8
III. QUÁ ĐIỆN ÁP DO ĐÓNG ĐƯỜNG DÂY KHÔNG TẢI - HIỆU ỨNG FERRANTI.....	9
IV. QUÁ ĐIỆN ÁP SÉT	11
1. Tham số của phóng điện sét.....	13
2. Phân bố đỉnh và độ dốc đầu sóng dòng điện sét	16
3. Quá điện áp khí quyển trên đường dây tải điện.....	18
IV. HIỆN TRẠNG TRẠM BIẾN ÁP 220 KV NINH BÌNH	20
1. Tổng quan trạm biến áp 220 kV Ninh Bình	20
2. Thông số đường dây và thông số các thiết bị điện khác.....	20
KẾT LUẬN CHƯƠNG 1.....	21
CHƯƠNG 2: MÔ PHỎNG TRẠM BIẾN ÁP 220 KV NINH BÌNH BẰNG PHẦN MỀM ATPDraw.....	22
I. GIỚI THIỆU TỔNG QUAN VỀ MÔ ĐUN ATPDRAW.....	22
1. Chương trình ATP-EMTP	22
2. Mô đun ATPDraw	23

II. MÔ PHỎNG TRẠM BIẾN ÁP 220 KV NINH BÌNH BẰNG CHƯƠNG TRÌNH ATPDraw	29
1. Giới thiệu	29
2. Mô hình trạm biến áp 220 kV Ninh Bình	29
3. Mô hình các phần tử trong sơ đồ	31
KẾT LUẬN CHƯƠNG 2.....	44
CHƯƠNG 3. NGHIÊN CỨU CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG TỚI THAM SỐ CỦA QUÁ ĐIỆN ÁP.....	45
I. GIỚI THIỆU CHUNG.....	45
II. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG TỚI THAM SỐ CỦA QUÁ ĐIỆN ÁP.	45
1. Quá điện áp trên các pha tại đầu cực máy biến áp.....	46
2. Ảnh hưởng điện trở chân cột tới quá điện áp	48
3. Sự biến thiên của quá điện áp theo vị trí sét đánh	49
4. Ảnh hưởng của máy biến áp đo lường kiểu tự.....	50
KẾT LUẬN CHƯƠNG 3.....	51
CHƯƠNG 4. NGHIÊN CỨU PHƯƠNG THỨC BẢO VỆ CHỐNG SÉT CẤP 2 VÀ ĐÁNH GIÁ ĐỘ DỰ TRỮ CÁCH ĐIỆN.....	53
I. TỔNG QUAN VỀ BẢO VỆ CHỐNG SÉT CẤP 2	53
II. BẢO VỆ QUÁ ĐIỆN ÁP BẰNG CHỐNG SÉT VAN	54
1. Giới thiệu chung.	54
2. Đặc tính phi tuyến của chống sét van.	59
III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU KHI BẢO VỆ BẰNG CHỐNG SÉT VAN.....	60
1. Không lắp đặt chống sét van.....	60
2. Đặt 2 CSV tại đầu AT1 và AT2.....	61
3. Đặt 2 CSV trên thanh góp.....	61
4. Đặt 4 chống sét van.....	62
IV. ĐÁNH GIÁ ĐỘ DỰ TRỮ CÁCH ĐIỆN.....	62
1. Hệ số bảo vệ.....	63
2. Hệ số dự trữ cách điện	65
3. Hệ số dự trữ cách điện của các thiết bị điện trong trạm biến áp.....	65

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1. 1: a) Sơ đồ nguyên lý đóng đường dây dài không tải vào nguồn điện áp xoay chiều;.....	9
Hình 1. 2: a) Sơ đồ vi phân chiều dài đường dây tải điện trên không (dx).....	10
Hình 1. 3. Biến thiên dòng điện trong khe sét.....	14
Hình 1. 4: Sét đánh vào dây dẫn pha.....	18
Hình 1. 5: Sét đánh vào đỉnh cột hoặc dây chống sét	19
Hình 1. 6. Sơ đồ nguyên lý trạm biến áp 220 kV Ninh Bình.....	20
Hình 2. 1. Mô hình trạm biến áp	31
Hình 2. 2. Mô hình và thông số nguồn hệ thống.....	32
Hình 2. 3. Mô đun một khoảng cột đường dây trên không xuất tuyến 274	34
Hình 2. 4. Mô hình cột điện	36
Hình 2. 5. Mô hình chuỗi sứ	37
Hình 2. 6. Mô hình nguồn sét.....	37
Hình 2. 7. Mô hình dây dẫn pha trong trạm biến áp	38
Hình 2. 8. Thông số máy biến áp AT1 và AT2.....	39
Hình 2. 9. Mô hình và thông số máy biến điện áp áp kiểu tụ	40
Hình 2. 10. Mô hình và thông số chống sét van.....	41
Hình 2. 11. Đặc tính V-A của chống sét van	41
Hình 2. 12. Cài đặt thông số chương trình ATPDraw	42
Hình 3. 1. Điện áp đầu cực máy biến áp khi sét đánh vào đỉnh cột cuối	46
Hình 3. 2. a. Biến thiên của điện áp trên đầu cực AT1 khi dòng điện sét bằng 31 kA.....	47
Hình 3. 3. Biến thiên của quá điện áp trên đầu cực AT1	48
Hình 3. 4. Biến thiên của điện áp xung trên đầu cực AT1 theo điện trở chân cột....	48
Hình 3. 5. Ảnh hưởng của vị trí sét đánh tới tham số của quá điện áp trên AT1	49
Hình 3. 6. Ảnh hưởng của máy biến áp kiểu tụ tới quá điện áp sét	51
Hình 3. 7. Điện áp trên đầu cực thiết bị (TU274, TUC22 và AT1) khi đặt 2 chống sét van tại đầu vào 2 máy biến áp AT1 và AT2.	61

Hình 4. 1. Cấu tạo chống sét van trên cơ sở SiC.....	55
Hình 4. 2. Đặc tính làm việc của chống sét van.....	56
Hình 4. 3. Cấu tạo của CSV không khe hở ZnO.....	57
Hình 4. 4. Chống sét van ZnO có khe hở song song điện trở.....	58
Hình 4. 5. Chống sét van ZnO có khe hở song song tụ điện.....	58
Hình 4. 6. Đặc tính phi tuyến (V-A) của tấm điện trở ZnO.....	59
Hình 4. 7. Điện áp trên đầu cực các thiết bị điện khi không có CSV.....	60
Hình 4. 8. Điện áp trên đầu cực thiết bị điện khi đặt 2 chống sét van trên thanh góp.....	62
Hình 4. 9. Điện áp trên đầu cực thiết bị khi đặt 6 chống sét van.....	62
Hình 4. 10. Hệ số bảo vệ.....	64
Hình 4. 11. Hệ số dự trữ các điện của TU274.....	66
Hình 4. 12. Hệ số dự trữ cách điện của TUC21C.....	66
Hình 4. 13. Hệ số dự trữ cách điện AT1.....	66

PHẦN MỞ ĐẦU

1. Tổng quan vấn đề nghiên cứu và sự cần thiết tiến hành nghiên cứu

Trạm biến áp trong quá trình vận hành thường xuyên chịu tác động của phóng điện sét, gây ra quá điện áp đánh thủng cách điện, sự cố ngắn mạch, chạm đất... hậu quả là làm hư hỏng thiết bị điện và thiết bị điều khiển trong trạm, gián đoạn cung cấp điện trong thời gian dài, gây mất ổn định hệ thống, mất an toàn cho con người, gây thiệt hại về kinh tế vv... Do vậy, việc bảo vệ chống sét và phối hợp cách điện trong trạm biến áp là đặc biệt quan trọng trong thiết kế và vận hành, nhằm loại trừ hoàn toàn khả năng sét đánh trúng vào thiết bị điện hoặc các phần tử dẫn điện trong trạm. Mặt khác, phải nghiên cứu quá điện áp khí quyển (quá điện áp sét) và phối hợp điện áp dư của các thiết bị chống sét với cường độ cách điện của cách điện trong trạm để đảm bảo rằng mức dự trữ cách điện phải đủ lớn và tần suất phóng điện trung bình trong trạm biến áp do quá điện áp khí quyển tới 50 năm hay 100 năm [1, 2].

Để thực hiện điều đó, trạm biến áp cần được bảo vệ nhiều “cấp bảo vệ” dựa trên cơ sở mức năng lượng[3, 4, 5], bao gồm:

Bảo vệ cấp 1: nhằm loại trừ và hạn chế các ảnh hưởng của phóng điện sét và sóng cắt tác động trực tiếp tới các phần tử của hệ thống điện.

Bảo vệ cấp 2: nhằm hạn chế độ lớn điện áp dư của sóng cắt. Cấp bảo vệ này thường ứng dụng để bảo vệ các thiết bị điện trong trạm biến áp và/hoặc lắp đặt các thiết bị chống quá áp nhằm tiêu tán năng lượng của xung cắt trước khi vào trạm biến áp.

Bảo vệ cấp 3: nhằm hạn chế ảnh hưởng của quá điện áp cảm ứng do sét đánh gần trạm biến áp có thể cao tới hàng chục kV, gây nguy hiểm cho cách điện của các thiết bị điện áp thấp hay các thiết bị điện tử. Bảo vệ ở phía điện áp thấp bằng cách lắp đặt các bộ lọc và/hoặc thiết bị hạn chế quá áp nối tiếp với hệ thống máy tính, hệ thống tự động điều chỉnh, thiết bị truyền tín hiệu.

Trạm biến áp 220 kV Ninh Bình cũng như đại đa số các trạm biến áp cao áp và siêu cao áp tại Việt Nam, trong quá trình thiết kế không được nghiên cứu và đánh giá đúng mức việc bảo vệ chống sét một cách toàn diện, đồng bộ theo các tiêu chuẩn của thế giới như Tiêu chuẩn IEC, IEEE, ANSI... Hơn nữa, trong quá trình vận hành đặc

tính bảo vệ của các thiết bị chống sét và cường độ cách điện của cách điện suy giảm theo thời gian nên thường xuyên gây ra các sự cố không mong muốn do ảnh hưởng của quá điện áp sét.

Xuất phát từ các yêu cầu trên, trong nội dung nghiên cứu này tác giả đề xuất đề tài “Nghiên cứu quá điện áp khí quyển và phối hợp cách điện trong trạm biến áp 220 kV Ninh Bình”, nhằm áp dụng các công cụ và phương pháp nghiên cứu hiện đại để phân tích và xác định quá điện áp khí quyển nguy hiểm ảnh hưởng tới Trạm biến áp 220 kV Ninh Bình, đồng thời nghiên cứu giải pháp bảo vệ chống quá điện áp khí quyển; nghiên cứu số lượng, chủng loại, vị trí đặt các thiết bị chống sét và đặc tính phối hợp bảo vệ chống sét với cường độ cách điện của cách điện trạm biến áp nhằm giảm được chi phí thiết kế, chi phí vận hành cũng như đảm bảo cho hệ thống điện làm việc ổn định và tin cậy[6, 7].

2. Mục tiêu nghiên cứu của đề tài

a) Mục tiêu tổng quát

Nghiên cứu tổng quan về bảo vệ chống sét cho trạm biến áp và hiện trạng của Trạm biến áp 220 kV Ninh Bình. Từ đó, tính toán và phân tích quá điện áp khí quyển ảnh hưởng tới cách điện của trạm; nghiên cứu các giải pháp cải tiến bảo vệ và đánh giá phối hợp cách điện giữa thiết bị bảo vệ quá điện áp và cách điện của trạm.

b) Mục tiêu cụ thể

- Nghiên cứu tổng quan về bảo vệ chống sét trong trạm biến áp và hiện trạng Trạm biến áp 220 kV Ninh Bình.

- Nghiên cứu, tính toán và phân tích quá điện áp khí quyển tại các điểm nút quan trọng trong Trạm biến áp 220 kV Ninh Bình khi không trang bị bảo vệ thiết bị bảo vệ quá điện áp.

- Nghiên cứu ảnh hưởng của phương thức bảo vệ quá điện áp tới tham số (độ lớn, độ dốc đầu sóng) của quá điện áp.

- Phối hợp cách điện và đánh giá hệ số dự trữ cách điện trong trạm biến áp.

3. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

a) Ý nghĩa khoa học