

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



**NGÔ BÁ TRÌNH**

**NGHIÊN CỨU QUÁ ĐIỆN ÁP QUÁ ĐỘ TÁC ĐỘNG LÊN  
CÁCH ĐIỆN TRẠM BIẾN ÁP 220 KV THÁI NGUYÊN**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

**Mã ngành: 8 52 02 01**

**Chuyên Ngành: Kỹ Thuật Điện**

**KHOA CHUYÊN MÔN  
TRƯỞNG KHOA**

**NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC**

**TS. NGUYỄN ĐỨC TƯỜNG**

**PHÒNG ĐÀO TẠO**

*Thái Nguyên - 2019*

## LỜI CAM ĐOAN

Tên tôi là: **Ngô Bá Trình**

Sinh ngày 01 tháng 04 năm 1986

Học viên lớp cao học khóa 20 – Kỹ thuật điện – Trường đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên – Đại học Thái Nguyên.

Hiện đang công tác tại: Trường Đại học Công nghệ Giao thông Vận tải

Sau hai năm học tập và nghiên cứu, được sự chỉ dạy giúp đỡ tận tình của các thầy cô giáo và đặc biệt là thầy giáo hướng trực tiếp dẫn thực hiện luận văn tốt nghiệp **TS. Nguyễn Đức Tường**. Tôi đã hoàn thành chương trình học tập và đề tài luận văn tốt nghiệp: “*Nghiên cứu quá điện áp quá độ tác động lên cách điện Trạm biến áp 220 KV Thái Nguyên*”.

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Ngoài các tài liệu tham khảo đã được trích dẫn, các số liệu và kết quả mô phỏng, thực nghiệm được thực hiện dưới sự hướng dẫn của **TS. Nguyễn Đức Tường** là trung thực.

*Thái Nguyên, ngày 10 tháng 10 năm 2019.*

**Học viên**

**Ngô Bá Trình**

## LỜI CẢM ƠN

Sau một khoảng thời gian nghiên cứu và làm việc, được sự động viên giúp đỡ và hướng dẫn rất tận tình của thầy giáo **TS. Nguyễn Đức Tường** luận văn với đề tài: “*Nghiên cứu quá điện áp quá độ tác động lên cách điện Trạm biến áp 220 KV Thái Nguyên*” đã hoàn thành.

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

Thầy giáo hướng dẫn: **TS. Nguyễn Đức Tường** đã tận tình chỉ dẫn, giúp đỡ tác giả hoàn thành được bản luận văn này.

Khoa đào tạo Sau đại học, các thầy cô giáo Khoa Điện – Trường đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên – Đại học Thái Nguyên đã giúp đỡ tác giả trong suốt quá trình học tập cũng như quá trình nghiên cứu khoa học thực hiện luận văn.

Toàn thể các học viên lớp Cao học Kỹ Thuật Điện khóa 20, đồng nghiệp, bạn bè, gia đình đã quan tâm, động viên và giúp đỡ tác giả trong suốt quá trình học tập và hoàn thành bản luận văn.

Mặc dù đã rất cố gắng, tuy nhiên do trình độ và kinh nghiệm còn nhiều hạn chế nên có thể luận văn vẫn còn gặp phải một vài thiếu sót. Tác giả rất mong rằng sẽ nhận được những đóng góp ý kiến từ các thầy cô giáo và các bạn đồng nghiệp để luận văn được hoàn thiện hơn.

Xin chân thành cảm ơn!

*Thái Nguyên, ngày 10 tháng 10 năm 2019.*

**Học viên**

**Ngô Bá Trình**

## MỤC LỤC

<b>ĐỀ CƯƠNG LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT .....</b>	<b>viii</b>
<b>CHƯƠNG 1: NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN VỀ QUÁ ĐIỆN ÁP TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN.....</b>	<b>6</b>
<b>I. GIỚI THIỆU CHUNG.....</b>	<b>6</b>
<b>II. NGUYÊN NHÂN PHÁT SINH QUÁ ĐIỆN ÁP TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN</b>	<b>7</b>
II.1. Quá điện áp tạm thời.....	7
II.2. Quá điện áp quá độ .....	9
<b>III. QUÁ ĐIỆN ÁP DO ĐÓNG ĐƯỜNG DÂY KHÔNG TẢI - HIỆU ỨNG FERRANTI.....</b>	<b>10</b>
<b>IV. QUÁ ĐIỆN ÁP SÉT .....</b>	<b>12</b>
IV.1. Tham số của phóng điện sét.....	13
IV.2. Phân bố đỉnh và độ dốc đầu sóng dòng điện sét .....	17
IV.3. Quá điện áp khí quyển trên đường dây tải điện .....	18
<b>KẾT LUẬN CHƯƠNG 1.....</b>	<b>21</b>
<b>CHƯƠNG 2: GIỚI THIỆU TỔNG QUAN VỀ TRẠM BIẾN ÁP 220 KV THÁI NGUYÊN VÀ ĐƯỜNG DÂY 220 KV THÁI NGUYÊN-SÓC SƠN .....</b>	<b>22</b>
<b>I. TỔNG QUAN VỀ TRẠM BIẾN ÁP 220 KV THÁI NGUYÊN.....</b>	<b>22</b>
I.1. Vai trò của trạm biến áp 220 kV Thái Nguyên.....	22
I.2. Thông số máy biến áp .....	25
I.3. Thông số kháng điện.....	26
I.4. Thông số tụ điện.....	27
I.5. Thông số chống sét van.....	28
<b>II. TỔNG QUAN VỀ ĐƯỜNG DÂY TẢI ĐIỆN SÓC SƠN-THÁI NGUYÊN..</b>	<b>29</b>
<b>KẾT LUẬN CHƯƠNG 2.....</b>	<b>30</b>
<b>CHƯƠNG 3: MÔ PHỎNG ĐƯỜNG DÂY 220 KV THÁI NGUYÊN-SÓC SƠN .....</b>	<b>31</b>
<b>VÀ TRẠM BIẾN ÁP 220 KV THÁI NGUYÊN .....</b>	<b>31</b>

I. GIỚI THIỆU TỔNG QUAN VỀ PHẦN MỀM ATP-EMTP VÀ MÔ ĐUN ATPDRAW.....	31
I.1. Chức năng trình ATP-EMTP .....	31
II. MÔ PHỎNG ĐƯỜNG DÂY 220 KV THÁI NGUYÊN SÓC SƠN .....	38
II.1. Giới thiệu .....	38
II.2. Mô hình đường dây nghiên cứu quá điện áp đóng cắt .....	38
II.3. Mô hình trạm biến áp 220 kV Thái Nguyên.....	43
II.4. Cài đặt thông số chương trình ATPDraw. ....	48
<b>KẾT LUẬN CHƯƠNG 3.....</b>	<b>51</b>
<b>CHƯƠNG 4: KẾT QUẢ MÔ PHỎNG QUÁ ĐIỆN ÁP KHÍ QUYỀN VÀ QUÁ ĐIỆN ÁP ĐÓNG CẮT.....</b>	<b>52</b>
I. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG QUÁ ĐIỆN ÁP KHÍ QUYỀN .....	52
I.1. Ảnh hưởng của dòng điện sét tới quá điện áp.....	52
I.2. Quá điện áp trên các pha tại đầu cực máy biến áp.....	53
I.3. Quá điện áp trên đầu cực thiết bị điện trong trạm.....	56
I.4. Sự biến thiên của quá điện áp theo vị trí sét đánh .....	57
I.5. Ảnh hưởng của máy biến áp đo lường kiểu tự.....	58
II. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG QUÁ ĐIỆN ÁP ĐÓNG CẮT .....	59
II.1. Biến thiên của quá điện áp.....	60
II.2. Phân bố điện áp theo phương pháp thống kê.....	60
II.3. Phân bố của quá điện áp 2% dọc theo chiều dài đường dây .....	62
<b>KẾT LUẬN CHƯƠNG 4 .....</b>	<b>64</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>	<b>88</b>

## DANH MỤC HÌNH VẼ

Nội dung hình	Trang
Hình 1. 1: a) Sơ đồ nguyên lý đóng đường dây dài không tải vào nguồn điện áp xoay chiều; b) Sơ đồ thay thế hình $\Pi$ của đường dây L.	10
Hình 1. 2: a) Sơ đồ vi phân chiều dài đường dây tải điện trên không (dx). b) Sơ đồ thay thế tương đương hình $\Pi$ của vi phân dx. c	10
Hình 1. 3: Biến thiên của dòng điện trong khe sét	15
Hình 1. 4: Sét đánh vào dây dẫn pha	18
Hình 1. 5: Sét đánh vào đỉnh cột hoặc dây chống sét	19
Hình 2. 1: Sơ đồ nhất thứ của trạm	21
Hình 2. 2: Sơ đồ mạch vòng 220 kV	28
Hình 3. 1: Mô hình đường dây 220 kV Thái Nguyên-Sóc Sơn.	38
Hình 3. 2: Mô hình nguồn	38
Hình 3. 3: Mô hình đường dây Thái Nguyên-Sóc Sơn	39
Hình 3. 4: Thông số đường dây 220 kV Thái Nguyên-Sóc Sơn	42
Hình 3. 5: a. Mô hình máy cắt; b. Dữ liệu máy cắt.	42
Hình 3. 6: Mô hình trạm biến áp 220 kV Thái Nguyên	44
Hình 3. 7: Mô hình cột điện	44
Hình 3. 8: Mô hình chuỗi sứ	45
Hình 3. 9: Mô hình nguồn sét	46
Hình 3. 10: Mô hình dây dẫn pha trong trạm biến áp	48
Hình 3. 11: Cài đặt thông số chương trình ATPDraw	49
Hình 4. 1: Điện áp đầu cực máy biến áp khi sét đánh vào đỉnh cột thứ 2 với dòng điện sét bằng 2 kA	53

Hình 4. 2: a. Biến thiên của điện áp trên đầu cực AT1 khi dòng điện sét bằng 31 kA b. Cấu trúc cột điện của đường dây 220 kV Thái Nguyên-Sóc Sơn	54
Hình 4. 3: a. Biến thiên của quá điện áp trên đầu cực AT1 với I=50 kA; b. Đỉnh điện áp trên 3 pha.	55
Hình 4. 4: a. Biến thiên của quá điện áp trên đầu cực AT1 với I=100 kA; b. Biến thiên của quá điện áp trên đầu cực AT1 với I=150 kA	55
Hình 4. 5: a) Quá điện áp tác dụng lên các thiết bị điện trong trạm biến áp b) Đỉnh xung điện áp	56
Hình 4. 6: Ảnh hưởng của vị trí sét đánh tới tham số của quá điện áp trên AT1 a. Điện áp trên AT1 khi sét đánh tại đỉnh cột từ 1-5; b. Biến thiên của điện áp đỉnh và thời gian đỉnh trên AT1 theo vị trí sét đánh.	58
Hình 4. 7: Ảnh hưởng của máy biến áp kiểu tụ tới quá điện áp sét	59
Hình 4. 8: Điện áp 3 pha tại cuối đường dây tải điện	60
Hình 4. 9: a. Phương pháp phối hợp cách điện tiêu chuẩn b. Phương pháp thống kê	61
Hình 4. 10: Phân bố thống kê điện áp pha A tại thang góp Thái Nguyên	62
Hình 4. 11: Quá điện áp trên pha A tại thanh góp Thái Nguyên và thanh góp Sóc Sơn	63

**DANH MỤC BẢNG**

<b>Nội dung bảng</b>	<b>Trang</b>
Bảng 1. 1: Tham số của phòng điện sét theo dữ liệu của Berger.	15
Bảng 1. 2: Tham số dẫn xuất của dòng điện sét	17
Bảng 4. 1: Xác suất xuất hiện dòng điện sét	43
Bảng 4. 2: Phân bố điện áp trên đường dây và thanh góp trạm biến áp	63



## PHẦN MỞ ĐẦU

Họ và tên học viên:

Đơn vị công tác:

Cơ sở đào tạo: Trường Đại học Kỹ Thuật Công Nghiệp – ĐH Thái Nguyên

Ngành đào tạo: Kỹ thuật điện

Khoá học: 2017 – 2019

### TÊN ĐỀ TÀI

**NGHIÊN CỨU QUÁ ĐIỆN ÁP QUÁ ĐỘ TÁC ĐỘNG LÊN CÁCH ĐIỆN**

**TRẠM BIẾN ÁP 220 KV THÁI NGUYÊN**

Mã ngành: 8520201

Người hướng dẫn: **TS. Nguyễn Đức Tường**

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

Ngày nay, các quốc gia trên thế ngày càng sử dụng rộng rãi các hệ thống điện cao áp, siêu cao áp và cực cao áp. Chi phí thiết kế cho các hệ thống điện này rất lớn do chi phí cho phần cách điện tỉ lệ thuận với cấp điện áp[1, 2]. Điều này đòi hỏi việc tính toán, lựa chọn và phối hợp cách điện phải phù hợp với cấp điện áp vận hành của hệ thống điện; vừa phải đảm bảo được hệ thống điện vận hành an toàn, tin cậy vừa phải có mức chi phí cho cách điện ở mức hợp lý[3].

Yêu cầu quan trọng của cách điện dùng trong hệ thống điện (các điện của thiết bị điện lực, cách điện của đường dây tải điện, cách điện của trạm biến áp) phải chịu được điện áp làm việc lâu dài (tần số công nghiệp), quá điện áp đóng cắt (switching overvoltages) lớn nhất, đồng thời cũng phải chịu được đa số các quá điện áp sét (lightning overvoltages) mà không gây ra bất kỳ sự cố nguy hiểm nào[4, 5, 6]. Do đó, việc phân tích, tính toán các loại quá điện áp xuất hiện trong hệ thống điện có cấp điện áp và cấu trúc cụ thể một cách chính xác là rất quan trọng trong việc thiết kế, phối hợp cách điện cũng như đánh giá khả năng vận hành của cách điện trong một hệ thống điện có sẵn. Ngoài ra, việc tính toán phân tích các loại quá điện áp quá độ trong hệ thống còn là cơ sở cho việc thiết kế các hệ thống bảo vệ chống sét, hệ thống bảo vệ và hạn chế quá điện 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[7, 8].

Xuất phát từ các yêu cầu trên, trong nội dung nghiên cứu này tác giả đề xuất đề tài “Nghiên cứu quá điện áp quá độ tác dụng lên cách điện Trạm biến áp 220 kV Thái Nguyên”, nhằm áp dụng các công cụ và phương pháp nghiên cứu hiện đại để phân tích và xác định các loại quá điện áp có khả năng xuất hiện trong trạm biến áp do các nguyên nhân khác nhau. Nội dung nghiên cứu của đề tài là cơ sở khoa học để lựa chọn, phối hợp cách điện cũng như đánh giá các tác động của các loại quá điện áp trong vận hành trạm biến áp 220 kV nói chung và trạm biến áp 220 kV Thái Nguyên nói riêng.

## **2. Mục tiêu nghiên cứu của đề tài**

### **2.1. Mục tiêu tổng quát**

Nghiên cứu tổng quan về các loại quá điện áp tác dụng lên cách điện của hệ thống điện 220 kV. Từ đó, phân tích và tính toán quá điện áp khí quyển và quá điện đóng cắt tác động lên cách điện trạm biến áp 220 kV Thái Nguyên trong quá trình vận hành.

### **2.2. Mục tiêu cụ thể**

- Nghiên cứu tổng quan về quá điện áp trong hệ thống điện và những ảnh hưởng của quá điện áp tới hệ thống điện.
- Nghiên cứu, tính toán và phân tích độ lớn của quá điện áp khí quyển mà cách điện của trạm biến áp 220 kV Thái Nguyên theo độ lớn và độ dốc của dòng điện sét.
- Tính toán và phân tích độ lớn của quá điện áp đóng cắt tác dụng lên cách điện của trạm biến áp 220 kV Thái Nguyên do quá trình thao tác đóng cắt đường dây Thái Nguyên-Sóc Sơn.

## **3. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn**

### **3.1. Ý nghĩa khoa học**

Nghiên cứu một cách đầy đủ về những nguyên nhân, quy luật và độ lớn của quá điện áp khí quyển và quá điện áp đóng cắt trong hệ thống điện tiêu biểu. Kết quả nghiên cứu làm cơ sở cho việc nghiên cứu, đánh giá, lựa chọn và phối hợp cách điện trong hệ thống điện 220 kV nói riêng và mở rộng nghiên cứu cho các hệ thống điện ở các cấp điện áp khác. Ngoài ra, kết quả nghiên cứu còn làm cơ sở cho việc phân tích và thiết kế hệ thống bảo vệ chống sét và các phương án bảo vệ quá điện áp.