

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

NGUYỄN KHẮC HÙNG

**THIẾT KẾ HỆ CHUẨN ĐOÁN SỰ CỐ TIỀM ẨN
CỦA MÁY BIẾN ÁP LỰC DỰA TRÊN FUZZY LOGIC**

**Ngành: KỸ THUẬT ĐIỆN
Mã ngành: 8 52 02 01**

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

**Người hướng dẫn khoa học: 1. TS. Đỗ Trung Hải
2. TS. Nguyễn Tiến Duy**

THÁI NGUYÊN - 2019

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của tôi dưới sự hướng dẫn khoa học của **TS. Đỗ Trung Hải và TS. Nguyễn Tiến Duy**. Các kết quả tính toán, số liệu nêu trong luận văn là trung thực và chưa từng được công bố trong bất kỳ công trình khoa học nào khác.

Tác giả luận văn

Nguyễn Khắc Hưng

LỜI CẢM ƠN

Qua thời gian học tập, nghiên cứu chương trình cao học kỹ thuật điện của trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp, đã giúp tác giả nhận thức sâu sắc về cách thức nghiên cứu, phương pháp tiếp cận các đối tượng nghiên cứu và lựa chọn đề tài luận văn tốt nghiệp cao học; đồng thời góp phần nâng cao kiến thức chuyên môn vững vàng, nâng cao năng lực thực hành, 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. Việc thực hiện nhiều bài tập nhóm trong thời gian học đã giúp tác giả sớm tiếp cận được cách làm, phương pháp nghiên cứu, tạo tiền đề cho việc độc lập trong nghiên cứu và hoàn thành luận văn này.

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

TS. Đỗ Trung Hải và TS. Nguyễn Tiến Duy đã giúp đỡ, hướng dẫn hết sức chu đáo, nhiệt tình trong quá trình thực hiện đề tài tác giả hoàn thành luận văn thạc sĩ này;

Các CBCNV trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp đã tạo điều kiện thuận lợi cho tác giả trong quá trình tiến hành thực nghiệm đề tài và bảo vệ luận văn thạc sĩ;

Các đồng chí lãnh đạo và tập thể cán bộ công nhân viên của Công ty Điện lực Bắc Kạn đã giúp đỡ tác giả thực hiện việc nghiên cứu, thu thập các số liệu để tác giả hoàn thành luận văn thạc sĩ này; các đồng nghiệp là những người đã hoàn thành chương trình cao học, đã dành thời gian đọc, đóng góp, chỉnh sửa cho luận văn thạc sĩ này hoàn thiện tốt hơn;

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

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, để bản luận văn này hoàn thiện hơn.

Xin trân trọng cảm ơn.

Bắc Kạn, ngày tháng 05 năm 2019

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
MỤC LỤC.....	iii
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CÁC CHỮ VIẾT TẮT.....	v
DANH MỤC CÁC BẢNG.....	vi
DANH MỤC CÁC HÌNH, ĐỒ THỊ	vii
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ CÁC PHƯƠNG PHÁP CHẨN ĐOÁN SỰ SỐ TIỀM ẮN CỦA MÁY BIẾN ÁP LỰC.....	5
1.1. Tổng quan về máy biến áp lực.....	5
1.1.1. Các thông số cơ bản của máy biến áp	5
1.1.2. Thí nghiệm máy biến áp	7
1.2. Các phương pháp chẩn đoán lỗi tiềm ắn.....	10
1.2.1. Kiểm tra đánh giá về điều kiện cách điện	10
1.2.2. Giám sát trực tuyến sự phóng điện một phần – PD.....	11
1.2.3. Phân tích độ khí hoà tan trong dầu (DGA).....	12
1.3. Chẩn đoán lỗi tiềm ắn MBA trên cơ sở DGA	14
1.3.1. Đặc tính sinh khí.....	14
1.3.2. Các lỗi tiềm ắn của MBA	15
1.3.3. Chẩn đoán lỗi dựa trên phương pháp tỉ lệ	18
1.4. Đánh giá ưu nhược điểm của các phương pháp dựa trên DGA.....	22
1.5. Kết luận chương.....	23
CHƯƠNG 2. THIẾT KẾ HỆ CHẨN ĐOÁN LỖI THEO FUZZY LOGIC.....	24
2.1. Tổng quan về fuzzy logic và suy luận xấp xỉ	24
2.1.1. Khái niệm tập mờ và logic mờ	24
2.1.2. Các phép toán trên tập mờ.....	26
2.1.3. Biến ngôn ngữ	30

2.1.4. Suy luận xấp xỉ	31
2.2. Thiết kế hệ chẩn đoán lỗi.....	35
2.2.1. Xây dựng mô hình chẩn đoán mới theo logic mờ	36
2.2.2. Thiết kế thuật toán cho mô hình chẩn đoán mờ	38
2.3. Kết luận chương.....	42
CHƯƠNG 3. MÔ PHỎNG	43
3.1. Giới thiệu về công cụ, môi trường lập trình	43
3.2. Kết quả mô phỏng.....	44
3.2.1. Giao diện chính của chương trình	45
3.2.2. Chức năng chẩn đoán	46
3.2.3. Chức năng tra cứu.....	48
3.2.4. Chức năng in báo cáo	50
3.3. Kết luận chương.....	50
KẾT LUẬN	51
TÀI LIỆU THAM KHẢO	52
PHỤ LỤC: MỘT SỐ MODUL CHÍNH CỦA CHƯƠNG TRÌNH	56

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CÁC CHỮ VIẾT TẮT

DGA	Dissolved Gas Analysis
HFCT	High Frequency Current Transformer
IEC	International Electrotechnical Commission
MBA	Máy biến áp
PD	Partial Discharge
TOGAS	Transformer Oil Gas Analysis System
SQL	Structured Query Language

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 1.1. Các lỗi MBA và nguyên nhân gây ra	15
Bảng 1.2. Định nghĩa tỉ lệ và phương pháp tỉ lệ	18
Bảng 1.3. Phương pháp hệ số tỉ lệ Dornenburg	18
Bảng 1.4. Giá trị giới hạn L1 của Dornenburg	19
Bảng 1.5. Bảng chẩn đoán gốc của phương pháp tỉ lệ Rogers	19
Bảng 1.6. Mã định nghĩa của phương pháp tỉ lệ Rogers đã cải tiến	20
Bảng 1.7. Chẩn đoán theo phương pháp tỉ lệ Rogers đã cải tiến	20
Bảng 1.8. Tỉ lệ các thành phần khí và các lỗi tương ứng theo IEC-60599 (2015) ...	22
Bảng 1.9. Mã của các tỉ số theo từng khoảng giá trị.....	22
Bảng 1.10. Bảng luật chuẩn đoán lỗi theo mã quy ước	22
Bảng 2. 1. Bảng luật chẩn đoán cho 8 lỗi được viết lại theo nhãn ngôn ngữ	38
Bảng 2.2. Ngưỡng L1 theo IEC-599	39
Bảng 2.3. Tính toán độ tin cậy kết luận của các luật chẩn đoán mờ.....	40

DANH MỤC CÁC HÌNH, ĐỒ THỊ

Hình 1.1. Các cuộn dây mới.....	16
Hình 1.2. Phóng điện đánh thủng cách điện chưa biến dạng vòng dây	16
Hình 1.3. Phóng điện đánh thủng cách điện và biến dạng vòng dây	16
Hình 2.1. Hàm thuộc $\mu_A(x)$ của tập kinh điển A.....	17
Hình 2.2. Hàm thuộc của tập mờ B.....	26
Hình 2.3. Hàm thuộc của tập mờ C.....	26
Hình 2.4. Hàm thuộc $\mu_F(x)$ có mức chuyển đổi tuyến tính.....	27
Hình 2.5. Sơ đồ bộ suy luận xấp xỉ theo tiếp cận fuzzy logic.....	35
Hình 2.6. Tập mờ cho các tỉ số	38
Hình 2.7. Công thức tính độ thuộc trên các tập mờ khác nhau.....	40
Hình 3.1. Visual Studio 2013 Ultimate.....	44
Hình 3.2. Bảng cơ sở dữ liệu.....	45
Hình 3.3. Giao diện chính của chương trình.....	47
Hình 3.4. Nhập số liệu để thực hiện chức năng chẩn đoán.....	48
Hình 3.5. Kết quả chẩn đoán sau khi nhập số liệu.....	48
Hình 3.6. Tra cứu lịch sử chẩn đoán	49
Hình 3.7. Danh sách lịch sử chẩn đoán.....	50
Hình 3.8. Chi tiết kết quả tra cứu	51

MỞ ĐẦU

Máy biến áp (MBA) lực là một thiết bị chủ đạo trong hệ thống năng lượng. Độ tin cậy của chúng không chỉ ảnh hưởng tới khả năng cung cấp điện mà còn ảnh hưởng tới sự vận hành có tính kinh tế của một hệ tiêu thụ nào đó (ví dụ như các lò luyện, dây truyền sản xuất, v.v. trong các nhà máy). Ví dụ, một lỗi của MBA phân phối có thể làm cho hàng nghìn hộ tiêu thụ mất điện. Một lỗi của MBA tăng thế có thể là nguyên nhân gây ra mất điện của các khu vực liền kề trong hệ thống lưới điện đó.

Chẩn đoán sự cố tiềm ẩn của MBA lực trong hệ thống điện là một vấn đề đã được nhiều nhà khoa học quan tâm. Để có thể đưa ra được thông tin về các lỗi (lỗi tiềm ẩn) có thể xảy ra trong tương lai của MBA, trong một số công trình đã đưa ra các phương pháp chẩn đoán dựa trên phân tích lượng khí hoà tan trong dầu. Ngoài ra còn có các phương pháp chẩn đoán dựa trên đáp ứng phổ tần MBA, chẩn đoán dựa trên độ rung của MBA. Phương pháp sắc ký khí với phân tích khí hoà tan trong dầu [1] cần thiết phải có những thiết bị đo chuyên dụng và đòi hỏi độ chính xác cao. Dựa trên những kỹ thuật này, đã có nhiều kỹ thuật hiện đại cho phép chẩn đoán tốt hơn [11], tuy nhiên một điểm chung của các phương pháp này là phải dựa trên các kỹ thuật đo đạc chính xác. Vì vậy, kết quả chẩn đoán cũng phụ thuộc nhiều vào độ chính xác kết quả của các phép đo. Một phương pháp chẩn đoán khác có thể kế thừa được tri thức chuyên gia dưới dạng luật thông kê đã được giới thiệu [12], [16]. Phương pháp này được phát triển dựa trên sử dụng mạng neural nhân tạo. Để có được kết quả chẩn đoán chính xác, theo phương pháp sử dụng mạng neural cần phải có bộ dữ liệu thực nghiệm “đủ lớn” để huấn luyện mạng và lựa chọn được một cấu trúc mạng hợp lí. Thực tế cho thấy, theo tiếp cận này có rất nhiều cấu trúc mạng có thể được lựa chọn với những kết quả chẩn đoán khác nhau. Thời gian huấn luyện mạng lớn cũng là một nhược điểm của phương pháp này. Ngoài ra, các phương pháp sử dụng fuzzy logic, mờ-neural cũng được đề xuất [17], [18], [15]. Điểm chung của các phương pháp này đó là kế thừa được tri thức chuyên gia trên cơ sở hệ luật.

Ở Việt Nam, các hệ hỗ trợ quyết định dựa trên trí tuệ nhân tạo được phát triển trên cơ sở sử dụng tri thức chuyên gia như hệ chuyên gia, mạng neural, fuzzy logic, v.v. cũng dần được phát triển rộng rãi. Có thể thấy một số nghiên cứu đã được công bố như ứng dụng hệ mờ [2], mạng neural [3], hệ chuyên gia [4], hay kết hợp hệ chuyên gia, mạng neural và fuzzy logic để phát triển hệ chẩn đoán sự cố tiềm ẩn MBA [5] - [10]. Điểm chung của các nghiên cứu này đó là có sử dụng hệ tri thức chuyên gia. Tuy nhiên, việc nghiên cứu tìm kiếm các phương pháp mới hiệu quả hơn luôn là đòi hỏi của quá trình phát triển. Vì vậy, dưới sự định hướng của các thầy hướng dẫn là nghiên cứu thiết kế hệ chẩn đoán gồm nhiều bộ suy luận có cấu trúc nối tầng để chẩn đoán sự cố tiềm ẩn của MBA lực. Với định hướng đó, em xin lựa chọn đề tài “Thiết kế hệ chẩn đoán sự cố tiềm ẩn của MBA lực dựa trên Fuzzy Logic” làm đề tài nghiên cứu luận văn thạc sĩ kỹ thuật chuyên ngành Kỹ thuật điện.

Mục tiêu, đối tượng và phạm vi nghiên cứu

- **Mục tiêu:** Phân tích được cơ sở dữ liệu và các dấu hiệu nhận biết để phát hiện và chẩn đoán được chính xác các sự cố (tiềm ẩn) của MBA lực. Nghiên cứu đề xuất cấu trúc mô hình hệ suy luận xấp xỉ dựa trên Fuzzy Logic cho hệ chẩn đoán sự cố tiềm ẩn của MBA lực.
- **Đối tượng nghiên cứu là:** Các phương pháp chẩn đoán của MBA lực trong các trạm biến áp hạ thế. Nghiên cứu về lý thuyết fuzzy logic, hệ chuyên gia và suy luận xấp xỉ.
- **Về phạm vi nghiên cứu:** Giới hạn công suất MBA từ 50KVA đến 2000 KVA.

Phương pháp nghiên cứu

- Tìm hiểu về các lỗi thường xảy ra đối với MBA lực khi vận hành trong hệ thống điện. Nghiên cứu về quá trình chẩn đoán, cơ sở lý thuyết và các phương pháp chẩn đoán. Tìm hiểu những kết quả nghiên cứu trước đây đã được công bố trong và ngoài nước về chẩn đoán sự cố MBA. Đặc biệt, tìm hiểu về phương pháp chẩn đoán sự cố MBA dựa trên phân tích khí hoà tan (DGA - Dissolved Gas Analysis). Đánh