CHẨN ĐOÁN SỰ CỐ TIỀM ẨN MÁY BIẾN ÁP LỰC THEO TIÊU CHUẨN IEC

DIAGNOSING THE INSULATION OF THE INSULATOR ACCORDING TO IEC STANDARDS

Tran Ngoc Hung
Trường đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM

TÓM TẮT

Bài viết này nghiên cứu các dạng sự cố tiềm ẩn và tỷ lệ nồng độ các loại khí phát sinh khi xuất hiện sự cố tiềm ẩn trong MBA lực; Nghiên cứu phương pháp chẩn đoán sự cố tiềm ẩn MBA lực bằng phương pháp phân tích tỷ lệ nồng độ khí trong dầu MBA theo tiêu chuẩn IEC 61181:2012. Giải thuật K_mean được sử dụng để rút ngắn thời gian huấn luyện và giảm dung lượng bộ nhớ. Kết quả cho thấy từ số lượng mẫu ban đầu là 1000 mẫu đã rút xuống còn 900 mẫu, tức là giảm 10% số lượng mẫu đầu vào mà độ chính xác nhận dạng sự cố trong máy biến áp vẫn đạt yêu cầu.

Từ khóa: *K_mean; tỷ lệ nồng độ khí; mạng Neural nhân tạo; giải thuật huấn luyện, chương trình nhận dạng sự cố máy biến áp.*

ABSTRACT

This paper examines the types of potential malfunctions and the concentration ratios of gases emitted when potential mismatches occur in the force majeure. Research on the method of diagnosing potential power failures by gas concentration analysis method in MBA oil according to IEC 61181: 2012. The K_mean algorithm is used to shorten the training time, and reduce the amount of memory. The results show that from the initial sample size of 1000 samples has been reduced to 900 samples, ie 10% reduction in the number of input samples that the fault identification in the transformer is still satisfactory.

Keywords:

K_mean; gas concentration ratio; artificial neural networks; training algorithm, transformer trouble recognition program

1. GIỚI THIỆU

Máy biến áp lực là một phần không thể thiếu, quan trọng và đắt tiền trong hệ thống điện. Bất kỳ sự cố nào của máy biến áp cũng có thể gây ra tình trạng mất điện trầm trọng, do đó việc phát hiện sớm các sự cố mới phát sinh nhằm cải thiện độ tin cậy và hoạt động của nó. Do đó, việc phát hiện sớm những sự cố ban đầu máy biến áp tạo ra sự cải thiện độ tin cậy và hoạt động của hệ thống điện. Hơn nữa, việc thay thế một máy biến áp rất tốn kém và tốn nhiều thời gian; do đó việc chẩn đoán các lỗi sớm nhất là rất quan trọng càng sớm càng tốt để ngăn ngừa sự gia tăng các lỗi máy biến áp. Phân tích khí hòa tan (DGA) trong dầu biến áp là một phương pháp được sử dụng để xác định sự cố mới phát sinh trong dầu máy biến áp. Các khí hoà tan chủ yếu trong dầu máy biến áp là: Hydro (H_2), Metan (CH_4), Etan (C_2H_6), Etylen (C_2H_4), và Acetylen (C_2H_2). Các phương pháp phát hiện dựa trên phân tích khí hòa tan được sử dụng để chẩn đoán sự cố khởi đầu trong máy biến áp trước khi dẫn đến tình trạng nghiêm trọng hơn [2-3]. Năm tiêu chuẩn thường được sử dụng phân tích khí hòa tan là tiêu chuẩn ủy ban kỹ thuật điện quốc tế (IEC), Bảng quy tắc cấp điện trung tâm (CEGB) dựa trên 4 tỷ lệ Rogers, phương pháp Rogers, phương pháp Dornenburg và tam giác Duval dựa theo viện tiêu chuẩn kỹ thuật điện – điện tử (IEEC) [4]. Các tiêu chí trên không liên quan đến bất kỳ công thức toán học nào và cách diễn giải của chúng dựa trên phương pháp heuristic có thể thay đổi dựa trên kinh nghiệm của nhà phân tích, dẫn đến phân tích không đáng tin cậy [5]. Để khắc phục những hạn chế đến từ các tiêu chí này, các mô hình

tính toán khác nhau sử dụng trí tuệ nhân tạo (AI) đã được sử dụng để phân tích sự cố phát sinh trong máy biến áp. Ứng dụng AI trong chẩn đoán sự cố máy biến áp yêu cầu dữ liệu DGA thực. Trong giai đoạn 1987 – 2012, có hơn 400 nghiên cứu được công bố trên IEEE (26 EPS, 72 ANN, 58 FL và ANN – FL, 20 ANN – EPS, 248 DGA). Một số phương pháp trí tuệ nhân tạo được phát triển chẩn đoán chính xác hơn. Những phương pháp này hầu hết phù hợp với máy biến áp với một sự cố duy nhất hoặc một sự cố chủ yếu. Những phương pháp trí tuệ nhân tạo này là mạng nơ ron nhân tạo, logic mờ, nơ ron – tập mờ, di truyền, mô hình Markov ẩn, Support vector machine và kỹ thuật đồ họa. Chúng được phát triển như một kỹ thuật mới để giải thích các sự cố của máy biến áp. Trong bài báo này, mô hình ANN truyền ngược được xây dựng dựa trên phân tích khí hòa tan theo tiêu chuẩn IEC. Một so sánh giữa các kết quả của ANN và kết quả thu được từ các tài liệu được trình bày. Các kết quả đề cập đến độ tin cậy của mô hình ANN được đề xuất như một công cụ chẩn đoán cho lỗi máy biến áp điện.

2. PHÂN TÍCH KHÍ HÒA TAN THEO MÃ TIÊU CHUẨN IEC

Tình trạng của MBA thường được chia làm 10 dạng theo mã sau:

Mã	Tình trạng máy biến áp lực
1	Bình thường
2	Phóng điện cục bộ với năng lượng thấp
3	Phóng điện cục bộ với năng lượng cao
4	Phóng hồ quang điện với năng lượng thấp
5	Phóng hồ quang điện với năng lượng cao
6	Sự cố nhiệt với nhiệt độ dưới 150ºC
7	Sự cố nhiệt với nhiệt độ 150ºC - 300ºC
8	Sự cố nhiệt với nhiệt độ 300ºC - 700ºC
9	Sự cố nhiệt với nhiệt độ lớn hơn 700 ºC
10	Sự cố không xác định

Mỗi mẫu đặc trưng cho từng dạng tình trạng máy biến áp, sẽ có có 3 thông số về tỷ lệ nồng độ khí bao gồm: $R_1 = C_2H_2/C_2H_4$; $R_2 = C_2H_4/H_2$; $R_3 = C_2H_4/C_2H_6$.

Tập mẫu ngõ vào là ma trận có số cột tương ứng với số mẫu và 3 hàng tương ứng với 3 thông số về tỷ lệ nồng độ khí của mỗi mẫu. Ma trận này có cấu trúc trình bày ở Bảng 1.

Mẫu	Tỷ lệ các loại khí			Trạng thái
	$R_1 = C_2H_2/C_2H_4$	$R_2 = C_2H_4/H_2$	$R_3 = C_2H_4/C_2H_6$	
1	$R_1 < 0,1$	$0,1 \le R_2 \le 1$	$R_3 < 1$	1000000000
-	-	-	-	1000000000
100	$R_1 < 0,1$	$0,1 \le R_2 \le 1$	$R_3 < 1$	1000000000
101	$R_1 < 0,1$	$R_2 < 0,1$	$R_3 < 1$	0100000000
-	-	-	-	0100000000
200	$R_1 < 0,1$	$R_2 < 0,1$	$R_3 < 1$	0100000000
201	$R_1 \le 3$	$R_2 < 0,1$	$R_3 < 1$	0010000000
-	-	-	-	0010000000
300	$R_1 \le 3$	$R_2 < 0,1$	$R_3 < 1$	0010000000
301	$R_1 \le 3$ or $R_1 > 3$	$0,1 \le R_2 \le 1$	$R_3 < 1$	0001000000
-	-	-	-	0001000000
400	$R_1 \le 3$ or $R_1 > 3$	$0,1 \le R_2 \le 1$	$R_3 < 1$	0001000000
401	$R_1 \le 3$	$0,1 \le R_2 \le 1$	$R_3 > 3$	0000100000
-	-	-	-	0000100000
500	$R_1 \le 3$	$0,1 \le R_2 \le 1$	$R_3 > 3$	0000100000
501	$R_1 < 0,1$	$0,1 \le R_2 \le 1$	$1 \le R_3 \le 3$	0000010000
-	-	-	-	0000010000
600	$R_1 < 0,1$	$0,1 \le R_2 \le 1$	$1 \le R_2 \le 3$	0000010000
601	$R_1 < 0,1$	$R_2 > 1$	$R_3 < 1$	0000001000
-	-	-	-	0000001000
700	$R_1 < 0,1$	$R_2 > 1$	$R_3 < 1$	0000001000
701	$R_1 < 0,1$	$R_2 > 1$	$1 \le R_2 \le 3$	0000000100
-	-	-	-	0000000100
800	$R_1 < 0,1$	$R_2 > 1$	$1 \le R_2 \le 3$	0000000100
801	$R_1 < 0,1$	$R_2 > 1$	$R_3 > 3$	0000000010

-	-	-	-	0000000010
900	$R_1 < 0,1$	$R_2 > 1$	$R_3 > 3$	0000000010
901	$R_1 > 3$	$R_2 > 1$	$R_3 > 3$	0000000001
-	-	-	-	0000000001
1000	$R_1 > 3$	$R_2 > 1$	$R_3 > 3$	0000000001

Bảng 1. Cấu trúc tập mẫu ngõ vào

Ở đây, dựa vào số liệu của các tài liệu tham khảo có liên quan, xây dựng 1000 mẫu để huấn luyện. Với tập mẫu ngõ vào bao gồm: 100 mẫu cho mỗi dạng tình trạng máy biến áp nêu trên. Tập dữ liệu ngõ vào được đặt tên là *input1000.* Đây là một ma trận có 1000 cột tương ứng với 1000 mẫu và 3 hàng tương ứng với 3 thông số đặc trưng cho tỷ lệ các loại khí của mỗi mẫu.

Tập mục tiêu được đặt tên là target là một ma trận có 1000 cột tương ứng với 1000 mẫu và 10 dòng tương ứng với 10 dạng sự cố, là 10 mục tiêu để mạng Neural phân loại. Cấu trúc tập mục tiêu được trình bày ở Bảng 2.

Mẫu	Trạng thái theo Mã									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 – 100	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
101 – 200	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
201 – 300	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
301 – 400	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
401 – 500	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
501 – 600	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
601 – 700	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
701 – 800	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
801 – 900	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
901 – 1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Bảng 2. Cấu trúc tập mục tiêu *target*

3. ỨNG DỤNG MẠNG NEURAL NHÂN TẠO TÌM RA SỰ CỐ TIỀM ẨN MÁY BIẾN ÁP

Mô hình ANN được xây dựng bằng cách sử dụng phần mềm MATLAB cho phương pháp giải mã mã chuẩn IEC IEC 61181:2012.

Mô hình kiến trúc ANN bao gồm ba lớp mạng (một lớp đầu vào, một lớp ẩn và một lớp đầu ra).

Các mẫu huấn luyện được xây dựng từ các mẫu sự cố MBA đã biết, các mẫu kiểm tra được lấy theo phần trăm số mẫu huấn luyện.

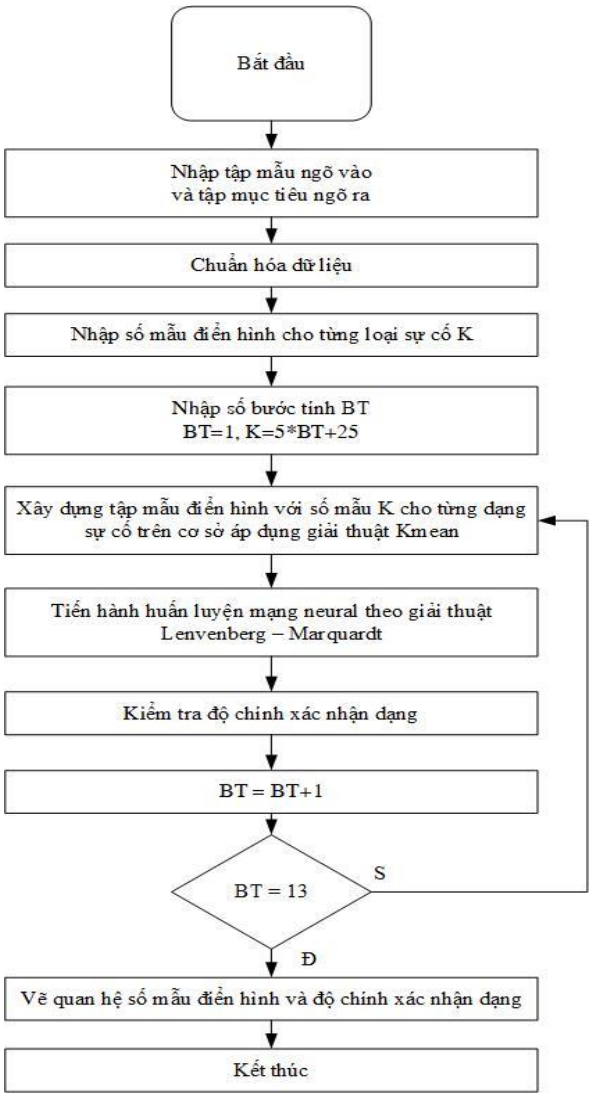
Các thông số của mẫu đầu vào là các mã tỷ lệ khí hoà tan theo từng dạng sự cố MBA. Đối với mỗi mẫu đầu vào, tồn tại một mô hình đầu ra mô tả loại sự cố.

Ngõ ra của mạng Neural là 9 dạng sự cố tiềm ẩn và tình trạng bình thường của MBA

Các giải thuật huấn luyện mạng neural được xem xét bao gồm:

- ✓ Giải thuật Levenberg – Marquardt
- ✓ Giải thuật Bayesian
- ✓ Giải thuật Scaled Conjugate Gradient
- ✓ Giải thuật Resillient Backpropagation

Giải thuật huấn luyện được lựa chọn là giải thuật có độ chính xác nhận dạng sự cố tiềm ẩn MBA cao nhất. Trong nghiên cứu này, để rút ngắn thời gian huấn luyện và giảm dung lượng bộ nhớ cần sử dụng, tiến hành lựa chọn mẫu điển hình trên cơ sở áp dụng thuật toán K_mean. Chương trình lựa chọn mẫu điển hình được xây dựng trong môi trường MATLAB.

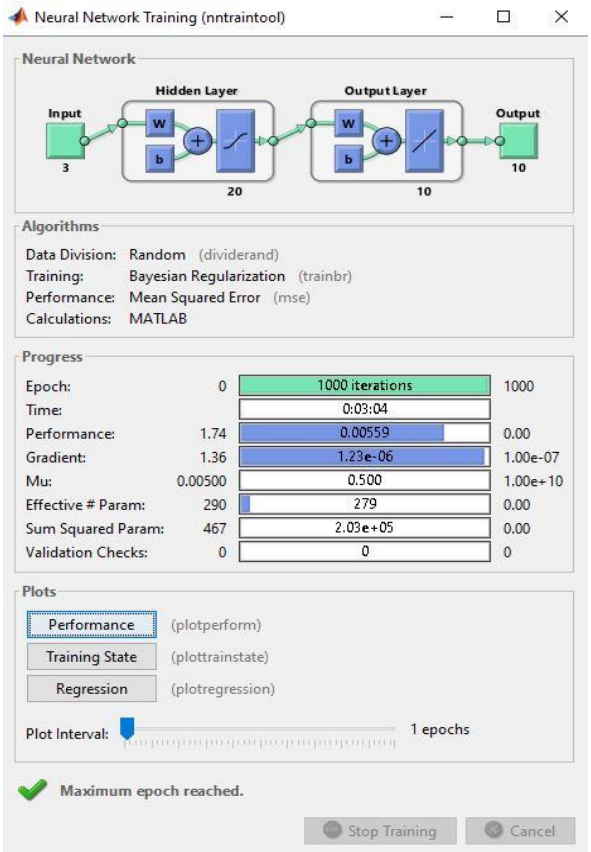


Hình 1. Lưu đồ lựa chọn mẫu điển hình theo K_mean

4. ĐÁNH GIÁ HỆ THỐNG CHẨN ĐOÁN SỰ CỐ TIỀM ẨN MÁY BIẾN ÁP ĐƯỢC ĐỀ XUẤT

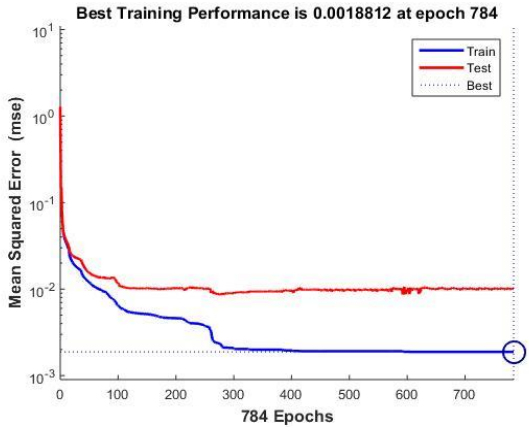
Lần lượt xây dựng cấu trúc mạng Neural (xác định số Neural lớp ẩn) và 4 giải thuật huấn luyện nêu ở trên trong bài toán nhận dạng sự cố tiềm ẩn MBA. Từ kết quả so sánh độ chính xác nhận dạng trong từng trường hợp khảo sát, lựa chọn cấu hình mạng Neural có độ chính xác nhận dạng cao nhất.

Qua đó, giải thuật Bayesian có số mẫu huấn luyện là 70% mẫu đầu vào, số mẫu phê chuẩn là 15% mẫu đầu vào và số mẫu kiểm tra là 15% mẫu đầu vào.



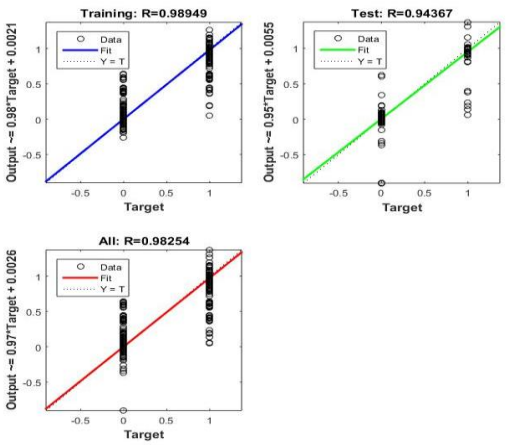
Hình 2. Giao diện huấn luyện mạng Neural theo giải thuật Bayesian

Sau 784 lần huấn luyện, sai số bình phương trung bình đạt giá trị rất nhỏ 0,00188112, nhỏ hơn giá trị mong muốn là 0,01



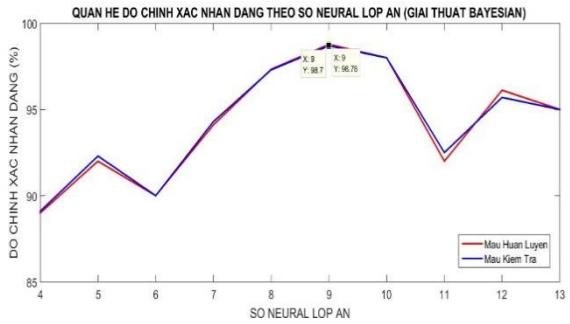
Hình 3. Sai số bình phương trung bình của mạng Neural theo giải thuật Bayesian

Giá trị R đạt xấp xỉ 1 chứng tỏ mối quan hệ tuyến tính giữa ngõ ra và mục tiêu huấn luyện tương đối cao, đạt yêu cầu.



Hình 4. Quan hệ tuyến tính giữa ngõ ra và mục tiêu huấn luyện của mạng Neural theo giải thuật Bayesian

Độ chính xác nhận dạng lớn đạt 98,78% đối với mẫu huấn luyện và 98,7% đối với mẫu kiểm tra tương ứng với số neural lớp ẩn là 9.

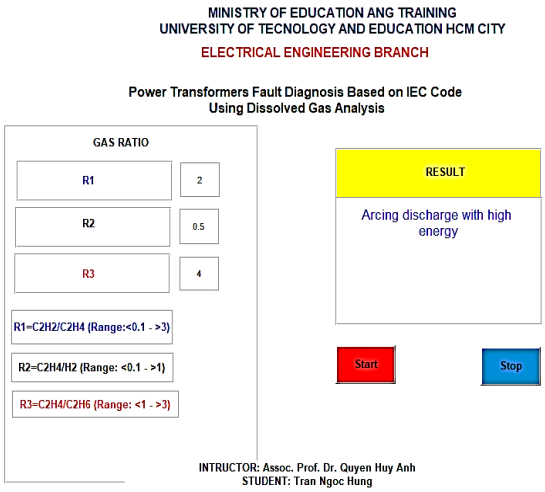


Hình 5. Quan hệ giữa độ chính xác nhận dạng và số Neural lớp ẩn của mạng Neural theo giải thuật Bayesian

Như vậy, giải thuật Bayesian được chọn.

5. KẾT LUẬN

Tác giả hoàn thành tất cả các nội dung nghiên cứu được giao bao gồm: Tổng quan về đề tài; Nghiên cứu kiến thức chung về mạng Neural; Nghiên cứu nhận dạng loại sự cố tiềm ẩn của MBA theo tiêu chuẩn IEC dựa trên tỷ lệ nồng độ các chất khí C_2H_2/C_2H_4, CH_4/H_2, C_2H_4/C_2H_6 và xây dựng thành công chương trình chẩn đoán sự cố tiềm ẩn của MBA theo tiêu chuẩn IEC trong môi trường Matlab.



Hình 6. Giao diện chương trình chẩn đoán sự cố tiềm ẩn máy biếp áp theo tiêu chuẩn IEC

Trong quá trình nghiên cứu, tác giả rút ra các nhận xét như sau:

- Giải thuật Kmean được sử dụng để rút ngắn thời gian huấn luyện, và giảm dung lượng bộ nhớ. Kết quả cho thấy từ số lượng mẫu ban đầu là 1000 mẫu đã rút xuống còn 900 mẫu, tức là giảm 10% số lượng mẫu đầu vào mà độ chính xác nhận dạng sự cố trong máy biến áp vẫn đạt yêu cầu.
- Cấu hình mạng Neural đề xuất gồm 3 lớp: lớp đầu vào gồm 3 biến (tương ứng với 3 dạng tỷ lệ nồng độ khí trong dầu MBA), lớp ẩn bao gồm 9 Neural, lớp ngõ ra bao gồm 10 biến (tương ứng với 10 dạng sự cố tiềm ẩn của máy biến áp). Trên cơ sở đánh giá độ chính xác nhận dạng, giải thuật huấn luyện được lựa chọn là giải thuật Bayesian với độ chính xác nhận dạng lên đến 98,7%.
- Chương trình chẩn đoán sự cố tiềm ẩn máy biến áp dựa trên phương pháp phân tích tỷ lệ nồng độ các loại khí trong dầu theo tiêu chuẩn IEC có giao diện thân thiện, dễ sử dụng.

- Xem xét các phương pháp chẩn đoán sự cố tiềm ẩn MBA khác như: Phương pháp phân tích khí chính, Phương pháp NTT Flagpoint, …

- Để tổng quát hóa mẫu huấn luyện cần nâng xây dựng mạng Neural tự học, tự cập nhật dữ liệu sau khi nhận dạng sự cố tiềm ẩn MBA.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] SherifS. M. Ghoneim and Ibrahim B. Taha, "*Artificial Neural Networks for Power Transformers Fault Diagnosis Based on IEC Code Using Dissolved Gas Analysis* ", International Joural of Control, Automation and Systems ISSN 2165-8277, Vol.4 No.2, April 2005.

[2] IEC Publication 599, *"Interpretation of the analysis of gases in transformers and other oil-filled electrical equipment in service",* First Edition 1978.

[3] *IEEE Guide for the Interpretation of Gases Generated in Oil- Immersed Transformers*, IEEE StandARCd C57.104-2008, Feb.2009.

[4] Rahmat-Allah Hooshmand, and Mahdi Banejad*, "Fuzzy Logic Application in Fault Diagnosis of Transformers Using Dissolved Gases",* Journal of Electrical Engineering & Technology, Vol. 3, No. 3, pp. 293~299, 2008.

[5] Fathiah Zakaria, Dalina JohARCi and Ismail Musirin, *"Artificial Neural Network (ANN) Application in Dissolved Gas Analysis (DGA) Methods for the Detection of Incipient Faults in Oil-Filled Power Transformer",* 2012 IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering, Penang, Malaysia, 23 - 25 Nov. 2012.

Tác giả chịu trách nhiệm bài viết:

Họ tên: TRẦN NGỌC HƯNG

Đơn vị: Trường Cao đẳng nghề Tiền Giang

Điện thoại: 038 338 7215

Email: ngochungtvc@gmail.com

XÁC NHẬN CỦA CÁN BỘ HƯỚNG DẪN

PGS. TS. QUYỀN HUY ÁNH

BÀI BÁO KHOA HỌC

THỰC HIỆN CÔNG BỐ THEO QUY CHẾ ĐÀO TẠO THẠC SỸ

Bài báo khoa học của học viên

có xác nhận và đề xuất cho đăng của Giảng viên hướng dẫn

Bản tiếng Việt ©, TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH và TÁC GIẢ

Bản quyền tác phẩm đã được bảo hộ bởi Luật xuất bản và Luật Sở hữu trí tuệ Việt Nam. Nghiêm cấm mọi hình thức xuất bản, sao chụp, phát tán nội dung khi chưa có sự đồng ý của tác giả và Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh.

ĐỂ CÓ BÀI BÁO KHOA HỌC TỐT, CẦN CHUNG TAY BẢO VỆ TÁC QUYỀN!

Thực hiện theo MTCL & KHTHMTCL Năm học 2018-2019 của Thư viện Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. Hồ Chí Minh.