NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG MẠNG NƠ RON NHÂN TẠO ĐỂ ĐỊNH VỊ SỰ CỐ TRÊN LƯỚI ĐIỆN

STUDY NEURAL NETWORK FOR DISTRIBUTION NETWORK FAULT LOCATION

Nguyễn Minh Tâm [1], Phạm Văn Tính[2]

[1]Giảng viên trường đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM

[2] Học viên cao học trường đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM

TÓM TẮT

Bài báo đề xuất việc nghiên cứu ứng dụng mạng nơ ron nhân tạo để định vị sự cố trên lưới điện. Phương pháp được đề xuất có giải thuật biến đổi đơn giản dễ áp dụng và độ chính xác cao. Việc chứng minh hiệu quả của giải thuật đề xuất được kiểm tra đánh giá qua mô hình hóa mô phỏng lưới điện phân phối bằng phần mềm Matlab/Simulink.

Từ khóa: ANN; Mạng nơ ron.

ABSTRACT

This article proposes the application of artificial neural networks to locate faults on the grid. The proposed method is simple, easy to apply and high accuracy. Demonstration of the effectiveness of the proposed algorithm was tested through Matlab / Simulink simulation grid simulation.

Key words: ANN; Neural network.

1. GIỚI THIỆU

Hiện nay, để xác định chính xác khu vực bị sự cố ban đầu cũng đã có nhiều phương pháp thực hiện dựa trên kỹ thuật trí khôn nhân tạo như hệ chuyên gia, mạng nơ ron, logic mờ, thuật toán gen và mạng Petri được dùng để ứng dụng dò tìm sự cố. Trở ngại chính của các phương pháp trên khi phải đối diện, giải quyết với một hệ thống điện rộng lớn thường xuyên thay đổi. Để khắc phục nhược điểm trên ta có thể chia một hệ thống điện thành những phần nhỏ và huấn luyện mạng nơ ron cho những phần đó như một mô đun.

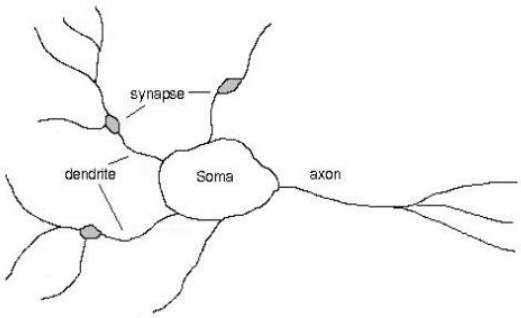
Mạng nơ ron ở đây là các mô hình của các thành phần chính trong hệ thống phân phối là các đường dây và tải. Các tín hiệu báo động tương ứng với các rơ le bảo vệ và các máy cắt là các tập đầu vào cho mạng huấn luyện nơ ron với thuật toán lan truyền ngược được cấu trúc như một bảng tra với đầu ra được xác định liệu có sự cố hay không và xảy ra ở đâu. Các chương trình huấn luyện nơ ron cũng như chương trình mô phỏng sự cố được thực hiện trên phần mềm Matlab.

Trong bài báo này tập trung nghiên cứu nghiên cứu ứng dụng mạng nơ ron nhân tạo kết hợp với sóng truyền. Phương pháp được đề xuất có giải thuật biến đổi đơn giản dễ áp dụng và độ chính xác cao. Việc chứng minh hiệu quả của giải thuật đề xuất được kiểm tra đánh giá qua mô hình hóa mô phỏng lưới điện phân phối bằng phần mềm Matlab/Simulink.

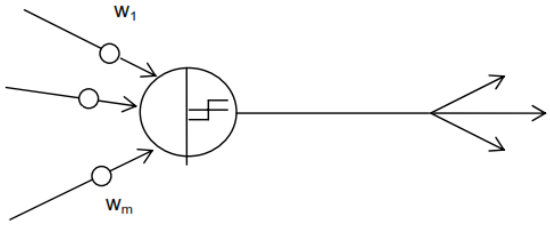
2. ỨNG DỤNG MẠNG NƠ RON VÀO ĐỊNH VỊ SỰ CỐ TRÊN LƯỚI ĐIỆN.

2.1 Giới thiệu về mạng nơ ron nhân tạo

Định nghĩa: Mạng nơ ron là một hệ thống liên kết nhiều phần tử hoạt động song song nhau. Những phần tử này được mô phỏng theo hệ thống thần kinh sinh học con người.



Hình 2.1: Cấu tạo của tế bào nơ ron

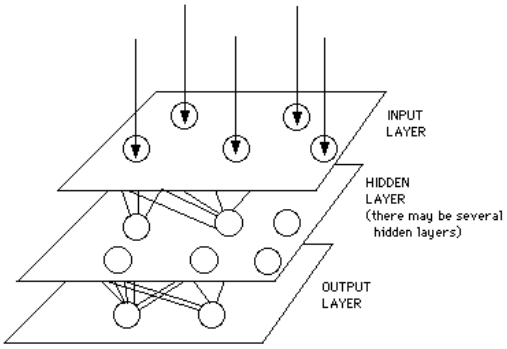


Hình 2.2: Mô hình nơ ron nhân tạo

2.2. Hoạt động của mạng nơ ron.

Mạng nơ ron được hiệu chỉnh, còn gọi là huấn luyện, sao cho ứng với một ngả vào sẽ có một ngả ra riêng biệt. Mạng được hiệu chỉnh dựa vào kết quả so sánh giữa ngả ra và giá trị mẫu, cho đến khi ngả ra phù hợp với mẫu.

Một mạng nơ ron được tạo ra bằng cách kết hợp nhiều lớp nơ ron với nhau. Dạng tổng quát như Hình 2.3.



Hình 2. 3 Kết nối các lớp của mạng nơ ron

Thông thường một mạng nơ ron sẽ có 3 lớp: Lớp vào, lớp ẩn và lớp ra. Mỗi nơ ron trong lớp ẩn sẽ nhận tín hiệu từ tất cả các nơ ron phía trước nó, với mạng có 3 lớp thì lớp trước lớp ẩn là lớp vào, sau khi xử lý nó sẽ chuyển ngả ra tới các nơ ron phía sau, với mạng có 3 lớp thì lớp sau lớp ẩn là lớp ra.

2.3 Các thành phần chính của mạng nơ ron.

Một mạng nơ ron gồm có 7 thành phần chính:

- Trọng số: Một nơ ron sẽ nhận cùng lúc nhiều dữ liệu vào, mỗi ngả vào sẽ có trọng số kết nối riêng tạo ra ảnh hưởng lên ngả vào và nó cần có hàm tổng của phần tử xử lý.
- Hàm tổng: Là tính tổng có trọng số của tất cả các ngả vào.
- Hàm truyền: Là Kết quả của hàm tổng được biến đổi thành ngả ra bằng một thuật toán xử lý.
- Lấy tỉ lệ và định giới hạn: Sau hàm truyền của phần tử xử lý, kết quả có thể qua các quá trình phụ đó là lấy tỉ lệ và giới hạn.
- Hàm ngả ra: Mỗi phần tử xử lý được phép tạo một tín hiệu ra để nối tới hàng trăm nơ ron khác.
- Hàm lỗi: Trong phần lớn các mạng đang học, sự khác biệt giữa ngả ra hiện tại và ngả ra mẫu sẽ được tính bằng hàm lỗi.
- Hàm học: là thay đổi các trọng số ở ngả vào của mỗi phần tử theo các thuật toán nơ ron

3. ỨNG DỤNG MẠNG NƠ RON ĐỂ ĐỊNH VỊ SỰ CỐ TRÊN LƯỚI ĐIỆN.

3.1 Thuật toán định vị sự cố ngắn mạch dựa trên mạng nơ ron kết hợp sóng truyền.

- Luận văn đề xuất phương pháp định vị sự cố theo lưu đồ Hình 3.1 qua các bước sau:

Hình 3.1 Lưu đồ định vị sự cố ngắn mạch dựa trên sóng truyền kết hợp mạng nơ ron.

- Bước 1: Ghi nhận thông số hệ thống khi có sự cố ngắn mạch. Các thông tin về đường dây, phụ tải và dòng điện được ghi nhận ngay trước và trong sự cố ngắn mạch được ghi lại phục vụ quá trình tính toán. Thông số đường dây và phụ tải được dùng để xác định vị trí sự cố ngắn mạch. Thông số điện áp trên đầu đường dây ngay lúc sự cố được dùng trong xác định tần số cộng hưởng.
- Bước 2: Xây dựng mô hình hệ thống điện phân phối cho nhánh sự cố. Nhánh bị sự cố ngắn mạch sẽ được xây dựng lại trong phần mềm mô phỏng dựa trên các thông số đường dây và phụ tải đã ghi nhận được trước

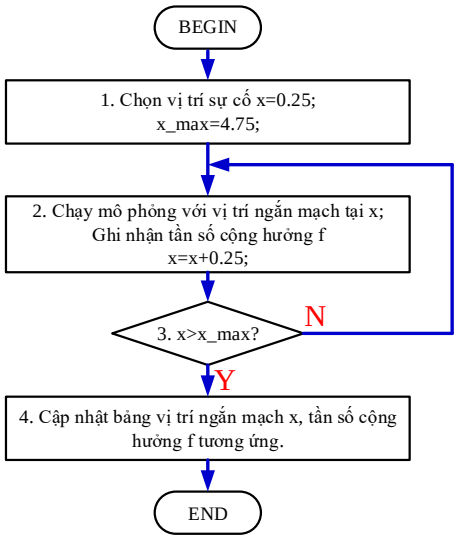
sự cố ngắn mạch do hệ thống đo đạc trên lưới. Mô hình này có nhiệm vụ tạo ra các sự cố ngắn mạch và mô phỏng nó thay cho hệ thống thực.

– Bước 3: Xác định tần số cộng hưởng cho một số vị trí ngắn mạch cụ thể trong chương trình mô phỏng. Tương ứng với mỗi vị trí ngắn mạch sẽ tạo một tần số cộng hưởng. Độ chính xác của các điểm này sẽ cao hơn so với bảng tra tạo trước vì thông số tải đã được cập nhật.
– Bước 4: Tạo hàm mô tả tương quan vị trí ngắn mạch – tần số cộng hưởng. Trong này, một hàm tương quan được xây dựng thay vì bảng tra như trước đây. Hàm liên thuộc được xây dụng là hàm số đi qua các điểm tương quan được ghi nhận trong bước 3. Hàm phi tuyến được tạo ra nhờ mạng nơ ron. Mạng nơ ron cung cấp khả năng xây dựng hàm phi tuyến đi qua các điểm cho trước. khi sử dụng các hàm này, độ chính xác sẽ tăng cao và thời gian tính toán sẽ giảm đi nhanh chóng.
– Bước 5: Xác định vị trí sự cố dựa trên tần số cộng hưởng và hàm tương quan. Dựa vào điện áp được ghi nhận khi có sự cố ngắn mạch, tần số cộng hưởng hài bậc cao được ghi nhận lại. Kết hợp với hàm liên thuộc, vị trí ngắn mạch sẽ được xác định khi đưa giá trị tần số cộng hưởng này vào hàm tương quan.

Như vậy, việc sử dụng hàm liên thuộc xây dựng dựa trên mạng nơ ron nên số lượng điểm mô phỏng giảm đi đáng kể, từ đó giảm thời gian tính toán vị trí sự cố ngắn mạch đi đáng kể.

3.2 Phương pháp xây dựng tương quan vị trí ngắn mạch – tần số cộng hưởng.

Lưu đồ xây dựng các điểm tương quan giữa vị trí ngắn mạch và tần số cộng hưởng được đưa ra như trong Hình 3.2 có các bước như sau:



Hình 3.2 lưu đồ xây dựng các điểm tương quan vị trí ngắn mạch – tần số cộng hưởng

– Bước 1: Trong luận văn, khoảng cách giữa các điểm này được chọn là 250m và bắt đầu bằng điểm có khoảng cách 250 m tính từ đầu đường dây. Điểm ngắn mạch có khoảng cách lớn nhất theo cách chọn này là 4000 m trong một đường dây dài 4162 m.
– Bước 2: Chạy mô phỏng sự cố ngắn mạch cho điểm ngắn mạch giả định vừa chọn. Sau khi chạy xong, với điện áp thu được, phân tích FFT được thực hiện để xác định được tần số xuất hiện thành phần hài cộng hưởng. Lưu kết quả vị trí ngắn mạch – tần số cộng hưởng vào bộ nhớ. Xác định vị trí ngắn mạch giả định tiếp theo bằng cách tăng giá trị vị trí ngắn mạch.
– Bước 3: Xác định đã mô phỏng hết các điểm trên lưới hay chưa. Việc này được thực hiện một cách đơn giản bằng cách so sánh điểm giả định sự cố ngắn mạch mới dài hay ngắn hơn điểm ngắn mạch lớn nhất có thể có trong bước 1. Nếu như điểm sự cố ngắn mạch giả định tiếp theo lớn hơn vị trí ngắn mạch giả định cực đại thì có nghĩa là đã thực hiện mô phỏng xong với các điểm sự cố ngắn mạch giả định cần tính và đi đến bước tiếp theo. Còn ngược lại, sẽ nhảy lại bước 2 xác định tần số cộng hưởng cho vị trí cần tính mới.

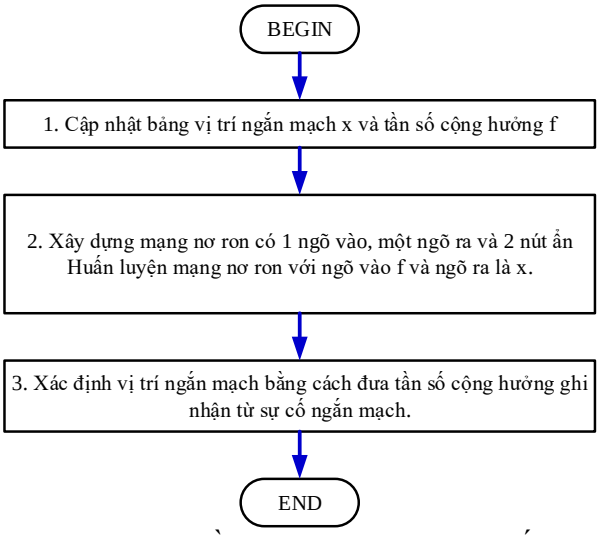
- Bước 4: Lưu kết quả và thoát khỏi chương trình. Chương trình sẽ lưu lại các giá trị trong mối tương quan về vị trí ngắn mạch và tần số cộng hưởng. Sau đó thì kết thúc chương trình.

3.3 Thuật toán tạo hàm tương quan vị trí ngắn mạch – tần số cộng hưởng dựa trên mạng nơ ron truyền thẳng.

Với ít các vị trí được mô phỏng sẽ làm đường đặc tuyến khó ước lượng chính xác vị trí ngắn mạch theo tần số cộng hưởng. Để giải quyết vấn đề này, một hàm phi tuyến được xây dựng thay cho bảng tra. Hàm phi tuyến có đồ thị đi qua các điểm đã được xác định trước và vẽ nên một đường đặc tuyến giữa vị trí ngắn mạch – tần số cộng hưởng.

Để xây dựng được đường cong này, mạng nơ rôn được sử dụng để nhận dạng đường cong đi qua các điểm cho trước. Đây là chức năng của hàm fitnet trong phần mềm Matlab/Simulink.

Lưu đồ chương trình được trình bày trong Hình 3.3 và chương trình huấn luyện mạng dựa trên dữ liệu cho trước được trình bày trong Hình 3.4 như bên dưới.



Hình 3.3 Lưu đồ xây dựng hàm đặc tuyến vị trí ngắn mạch – tần số cộng hưởng dựa trên mạng nơ ron

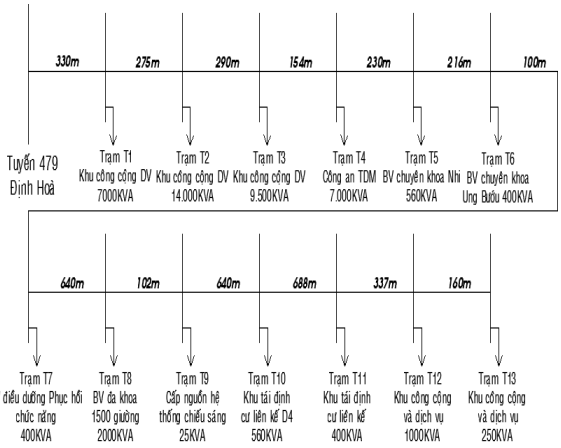
```
%% huan luyen ANN
inputs =database(:,2)';
targets =database(:,1)';
hiddenLayerSize =2;
net = fitnet(hiddenLayerSize);
% Set up Division of Data for Training, Validation, Testing
net.divideParam.trainRatio = 100/100;
net.divideParam.valRatio = 0/100;
net.divideParam.testRatio = 0/100;
% Train the Network
[net,tr] = train(net,inputs,targets);
```

Hình 3.4 Chương trình huấn luyện mạng nơ ron

4. MÔ HÌNH HOÁ VÀ MÔ PHỎNG.

4.1 Mô tả lưới điện phân phối cần mô phỏng.

Luận văn tiến hành mô phỏng trên một phát tuyến hiện hữu tại thành phố Thủ Dầu Một tỉnh Bình Dương là tuyến cáp trung thế cấp điện cho khu Bệnh viện Đa khoa 1500 giường, Bệnh viện Ung bướu 300 giường, Bệnh viện Nhi 400 giường, Bệnh viện Điều dưỡng và Phục hồi chức năng. Sơ đồ vận hành lưới điện của lộ cáp ngầm được thể hiện qua hình dưới Tuyến cáp thuộc trạm trung gian 110kV Định Hoà do Công ty Điện lực thành phố Thủ Dầu Một - Tổng Công ty Điện lực tỉnh Bình Dương quản lý cấp điện cho khu vực các công trình bệnh viện nhà nước:



Hình 4.1 Sơ đồ đơn tuyến lưới điện phân phối cáp ngầm 479 Định Hoà

Kết quả của chương trình tạo dữ liệu ngắn mạch được tạo ra sau khi chạy chương trình simulink lưới điện phân phối trong trạng thái trước và sau sự cố ngắn mạch. Với một lưới điện phân phối đã biết trước, chỉ cần nhập vị trí sự cố ngắn mạch và loại sự cố ngắn mạch là chương trình có thể xuất được kết quả các dòng điện và điện áp trước và sau sự cố ngắn mạch được đo tại đầu đường dây.

Giá trị vị trí ngắn mạch cần mô phỏng: Khoảng cách từ vị trí ngắn mạch đến đầu đường dây. Giá trị nhập vào là một số dương nhỏ hơn chiều dài của đường dây. Nếu nhập vào giá trị nằm ngoài khoảng trên thì chương trình sẽ báo lỗi và yêu cầu nhập lại giá trị thích hợp. Giá trị này được xem như giá trị thực tế vị trí ngắn mạch cần mô phỏng. Giao diện chương trình tạo sự cố ngắn mạch được thể hiện như hình trên.

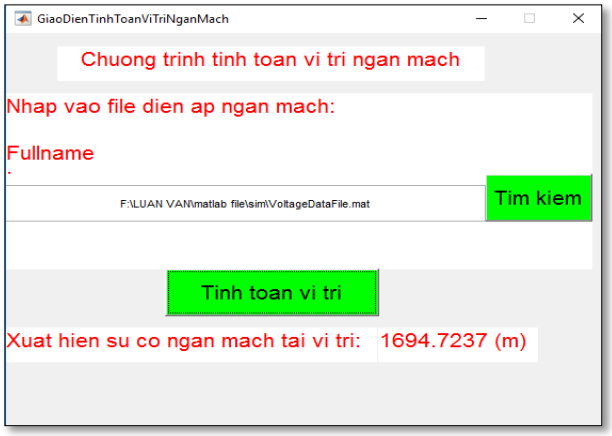
Loại ngắn mạch: Được chọn từ một trong năm trạng thái sự cố ngắn mạch cáp ngầm hiện có. Muốn mô phỏng sự cố ngắn mạch loại nào thì ta chỉ cần chọn đến loại sự cố ngắn mạch tương ứng.

Tạo file mô phỏng: Sau khi nhập đầy đủ hai thông số vị trí ngắn mạch và loại sự cố ngắn mạch. Nhấn nút tạo file mô phỏng để yêu cầu chương trình mô phỏng sự cố ngắn mạch thực hiện và kết quả xuất ra sau mô phỏng là một file kết quả có tên *VoltageDataFile.mat* chứa các giá trị dòng điện và điện áp trước và sau mô phỏng trên các pha.

Làm lại: Xóa hết các giá trị đã nhập vào trước đó.

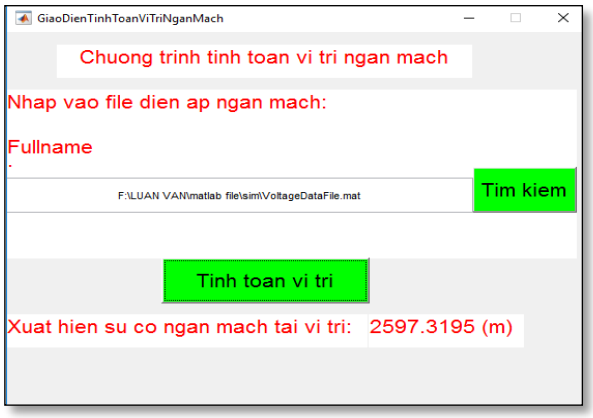
4.2 Khi ngắn mạch ba pha a chạm đất tại 1700m.

Hình 4.2 Kết quả tạo file mô phỏng trong ngắn mạch pha a chạm đất tại 1700m



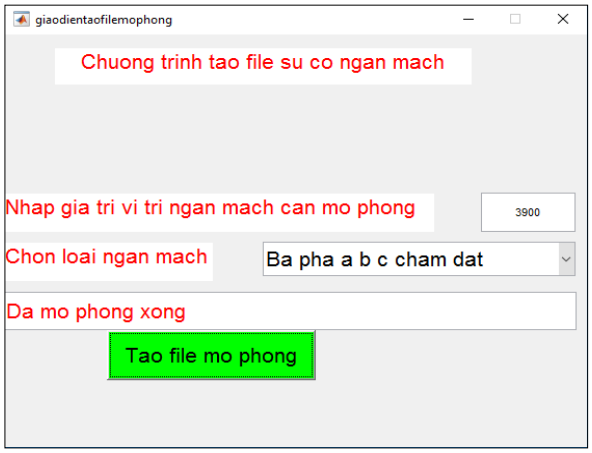
Hình 4.3 Kết quả tính toán thu được trong ngắn mạch pha a chạm đất tại 1700m

4.3 Khi ngắn mạch hai pha bc chạm đất tại 2600m.

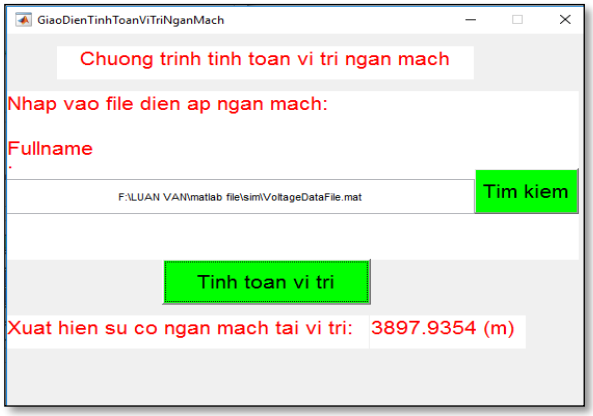


Hình 4.5 Kết quả tính toán thu được trong hai pha bc chạm đất tại 2600m.

4.4 Khi ngắn mạch ba pha abc chạm đất tại 3900m.



Hình 4.5 Kết quả tạo file mô phỏng trong ba pha abc chạm đất tại 3900m.



Hình 4.6 Kết quả tính toán thu được trong ba pha abc chạm đất tại 3900m.

5 KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

5.1 Những kết quả đạt được:

- Luận văn đã đề xuất được một PHƯƠNG PHÁP xác định vị trí sự cố ngắn mạch trên lưới điện phân phối dựa trên thành phần tần số cộng hưởng kết hợp với nhận dạng dựa trên mạng nơ ron.
- Luận văn đã tìm hiểu về nguyên tắc làm việc, điểm mạnh và điểm yếu của các phương pháp tính toán vị trí và điện trở sự cố đã được đề xuất trước đây. Từ đó đề xuất phương pháp nghiên cứu mới trong luận văn đã đề cập.
- Luận văn đã đề xuất được các giải thuật, lưu đồ, phương trình tính toán tương ứng cho từng loại sự cố khác nhau trên lưới điện.
- Xây dựng được mô hình hóa mô phỏng trên nền Matlab/Simulink để mô phỏng và đánh giá giải thuật xác định vị trí sự cố đã đưa ra thông qua các dữ liệu hệ thống thu thập được và giá trị dòng điện và điện áp thu được tại thời điểm xảy ra sự cố ngắn mạch. Qua đó luận văn đã chứng minh khả năng xác định chính xác vị trí sự cố ngắn mạch có thể xảy ra trên lưới điện.

5.2 Hướng phát triển đề tài.

Trong quá trình làm việc, do sự hạn chế về nhiều mặt nên luận văn không thể hoàn thành trọn vẹn các yêu cầu thực tiễn đề ra nhằm tiến tới sản xuất bộ định vị cung cấp ra thị trường. để có thể làm được những điều này, luận văn đề xuất một số các nhiệm vụ phát triển tiếp theo như sau:

- Xây dựng mô hình thử nghiệm phương pháp xác định vị trí sự cố ngắn mạch được đề xuất trong luận văn vào lưới điện phân phối thực tế.
- Xây dựng một giải thuật dự báo phụ tải chính xác bằng mạng nơ ron để phương pháp xác định vị trí sự cố chính xác hơn.
- Từ kết thu được qua các nghiên cứu về lý thuyết cũng như thực tế áp dụng ở trên, luận văn đề xuất thiết kế, chế tạo bộ thiết bị xác định vị trí và điện trở sự cố có thể áp dụng rộng rãi trong thực tế lưới điện hiên nay.

TÀI LIỆU TRÍCH DẪN

[1] W. S. McCulloch and W. Pitts, "A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity," *Bull. Math. Biophys.*, vol. 5, no. 4, pp. 115–133, 1943.

[2] P. F. Gale, B. Tech, and D. Ph, "Cable-fault location by impulse-current method," in *PROC. 1EE, Vol. 122, No. 4, APRIL 1975*, 1975, vol. 122, no. 4, pp. 403–408.

[3] Qinghai Shi and Olfa Kanoun, "A New Algorithm for Wire Fault Location Using Time-Domain Reflectometry," *IEEE Sensor Journal*, vol. 14, no. 4. pp. 1171–1178, 2014.

[4] A. D. Filomena, M. Resener, R. H. Salim, and A. S. Bretas, "Distribution systems fault analysis considering fault resistance estimation," *Int. J. Electr. Power Energy Syst.*, vol. 33, no. 7, pp. 1326–1335, 2011.

[5] R. H. Salim, M. Resener, A. D. Filomena, K. R. C. de Oliveira, and A. S. Bretas, "Extended fault-location formulation for power distribution systems," *IEEE Trans. Power Deliv.*, vol. 24, no. 2, pp. 508–516, 2009.

[6] R. H. Salim, K. C. O. Salim, and A. S. Bretas, "Further improvements on impedance-based fault location for power distribution systems," *IET Gener. Transm. Distrib.*, vol. 5, no. 4, p. 467, 2011.

[7] E. T. P. Thomas, David W. P., Ricardo J. 0. Carvalho, "Fault Location in Distribution Systems Based on Traveling Waves," in *2003 IEEE Bologna PowerTech Conference*, 2003, pp. 23–26.

[8] A. Borghetti, S. Corsi, C. A. Nucci, M. Paolone, L. Peretto, and R. Tinarelli, "On the use of continuous-wavelet transform for fault location in distribution power systems," *Int. J. Electr. Power Energy Syst.*, vol. 28, no. 9 SPEC. ISS., pp. 608–617, 2006.

[9] F. H. Magnago and a. Abur, "A new fault location technique for radial distribution systems based on high frequency signals," *199 IEEE Power Eng. Soc. Summer Meet. Conf. Proc. (Cat. No.99CH36364)*, vol. 1, pp. 426–431, 1999.

[10] H. Nouri, C. Wang, and T. Davies, "An accurate fault location technique for distribution lines with tapped loads using wavelet transform," *2001 IEEE Porto Power Tech Proc.*, vol. 3, pp. 203–206, 2001.

[11] X. Lin, F. Zhao, G. Wu, Z. Li, and H. Weng, "Universal wavefront positioning correction method on traveling-wave-based fault-location algorithms," *IEEE Trans. Power Deliv.*, vol. 27, no. 3, pp. 1601–1610, 2012.

[12] Trần Anh Chương, "Định vị sự cố ngắn mạch trên lưới cáp ngầm phân phối bằng phương pháp sóng truyền," Đại học Công nghệ TP. HCM, 2016.

Tác giả chịu trách nhiệm bài viết:

Họ tên: Phạm Văn Tính

Đơn vị: Học viên cao học trường đại học sư phạm kỹ thuật thành phố Hồ Chí Minh

Điện thoại: 0945.656.069

Email: tinhpv29@gmail.com

Xác nhận của giáo viên hướng dẫn

PGS.TS. NGUYỄN MINH TÂM

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.