XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ SỰ CỐ TRÊN ĐƯỜNG DÂY TRUYỀN TẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP KHÔNG SỬ DỤNG THÔNG SỐ ĐƯỜNG DÂY

NEW APPROACH FOR FAULT LOCATION ON TRANSMISSION LINES NOT REQUIRING LINE PARAMETERS

Nguyễn Thanh Nhàn[1]

[1]*Trường đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM*

TÓM TẮT

Bài báo này đưa ra một phương pháp xác định vị trí sự cố trên đường dây truyền tải mà không yêu cầu biết trước thông số đường dây. Hiện nay có nhiều phương pháp để xác định vị trí sự cố trên đường dây truyền tải, tuy nhiên những phương pháp đó lại yêu cầu thông số đường dây và kết quả tính toán phụ thuộc vào tổng trở sự cố. Tác giải xây dựng mô hình mô phỏng trên phần mềm Matlab và xây dựng chương trình tính toán vị vị trí sự cố. Kết quả tính toán dựa trên dữ liệu được thu thập từ quá trình giả định sự cố và phần mềm đã xây dụng sẽ xử lý dữ liệu đó. Trong quá trình giả định sự cố có xét đến một số đường dây thực tế, khoảng cách đường dây được lựa chọn có độ dài từ vài chục đến hằng trăm km. Đường dây như vậy có thể xem là một đường dây có độ dài trung bình. Sau khi xây dựng mô hình mô phỏng và giả định sự cố có thể đưa ra một chương trình tính toán vị trí sự cố mà không yêu cầu biết trước thông số đường dây. Tuy nhiên trong phương pháp này yêu cầu các thiết bị thu thập dữ liệu sự cố phải đồng bộ về thời gian tại thời điểm xuất hiện sự cố. Do đó tác giả áp dụng công nghệ đồng bộ hóa đo lường (SMT) và sử dụng hệ thống định vị toàn cầu (GPS) để đồng bộ thời gian cho thiết bị đo lường.

Từ khóa: Công nghệ đồng bộ hóa đo lường (SMT); xác định vị trí sự cố trên đường dây truyền tải; hệ thống định vị toàn cầu (GPS).

ABSTRACT

This paper presents a new numerical algorithm for fault location on transmission lines. There are currently many methods for locating faults on transmission lines, but these methods require wire parameters and calculation results depending on the total faults. Simulation model building on Matlab software and building program to calculate incident location. The results are based on the data collected from the incident and the software developed will process that data. In the process of assuming the incident to consider some actual lines, the selected line distance ranges from a few dozen to hundreds of kilometers. Such a line can be considered as a medium length line. After modeling the simulation and assuming the fault, a program can be used to calculate the fault location without requiring a prior knowledge of the line parameters. However, in this method requires the device to collect incident data must be synchronized in time at the time of occurrence of the problem. Thus, the author applies the technology of synchronization measurement (SMT) and use the global positioning system (GPS) to synchronize time for measurement equipment.

Keywords: Synchronization Measurement Technology (SMT); Fault location; transmission lines; Global Positioning System (GPS).

1. GIỚI THIỆU

Điện năng được sản xuất tại các nhà máy điện được truyền tải và phân phối đến các thiết bị tiêu thụ điện. Điện năng được tiêu thụ thông qua qua các đường dây truyền tải bởi hệ thống đường dây truyền tải. Trong quá trình hoạt động, hệ thống điện là một hệ cân bằng và sẽ xảy ra tình huống mất cân bằng khi có sự cố bất thường xảy ra. Sự cố trong một hệ thống điện có thể được tạo ra bởi các sự kiện tự nhiên như ngã đổ cây, gió, bão, sét đánh,… làm hư hại đường dây truyền tải và đôi khi là sự cố phần cứng như máy biến thế và các thiết bị trong hệ thống, một hệ thống điện có thể được

phân tích bằng cách tính toán điện áp và dòng điện dưới tình huống bình thường và bất thường. Một sự cố lớn mà có thể làm hỏng thiết bị, nó có thể dẫn đến gián đoạn năng lượng điện. Hơn nữa, điện áp thay đổi mà có thể ảnh hưởng đến thiết bị khác. Điện áp dưới mức tối thiểu có thể đôi khi gây ra sự cố cho thiết bị. Đó là vấn đề quan trọng để nghiên cứu một hệ thống điện trong điều kiện sự cố để cung cấp phương án vận hành và bảo vệ hệ thống [1].

Trong bài báo này trình phương pháp mới trong việc xác định vị trí sự cố trên đường dây truyền tải mà không yêu cầu biết trước thông số của đường dây và tổng trở ngắn mạch, ứng dụng công nghệ đồng bộ đo lường (SMT) để thu thập dữ liệu sự cố, ứng dụng hệ thống định vị toàn cầu (GPS) để đồng bộ thời gian tại thời điểm xảy ra sự cố.

2. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ SỰ CỐ

2.1 Phương pháp tính toán dựa trên trở kháng [2], [3]

Phương pháp trở kháng được dùng phổ biến nhất trong các rơle khoảng cách kỹ thuật số được đặt trong trạm biến áp để bảo vệ cho các đường dây. Ngoài trở kháng, khi xảy ra sự cố rơle còn tính toán và ghi lại các thông số sự cố trong bản ghi của rơle như: dạng sự cố, vùng sự cố, vị trí sự cố, giá trị tức thời của điện áp và dòng điện xung quanh thời điểm sự cố

a. Ưu điểm phương pháp

- Xác định được dạng sự cố tại thời điểm xảy ra sự cố

- Chi phí đầu tư thấp

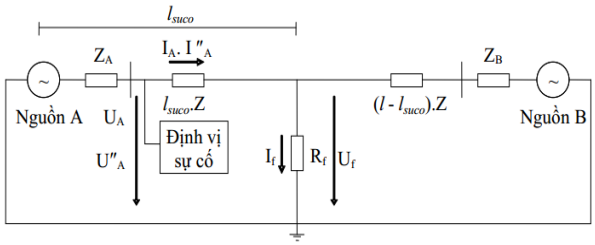
b. Nhược điểm phương pháp

- Phụ thuộc vào điện trở quá độ

- Kết quả bị ảnh hưởng bởi biến điện áp (BU) và biến dòng điện (BI)

2.2 Phương pháp TAKAGI [4], [5]

Phương pháp Takagi cần cả các tín hiệu trước khi xuất hiện sự cố và sau khi xuất hiện sự cố. Phương pháp này cũng nâng cao được độ chính xác hơn so với phương pháp điện kháng đơn như giảm bớt ảnh hưởng của điện trở sự cố và làm giảm ảnh hưởng của dòng tải. Sơ đồ minh họa như hình 1.2



Hình 1. *Minh họa phương pháp KATAGI trên mạch điện một pha hai nguồn*

Khoảng cách đến vị trí sự cố tính từ đầu nguồn A được xác định theo biểu thức (1)

$$l_{suco} = \frac{I_m(U_A.I''^*_A)}{I_m(Z_L.L_A.I''^*_A)} \qquad (1)$$

a. Ưu điểm phương pháp

- Có độ chính xác cao hơn phương pháp điện kháng đơn

- Giảm được sự ảnh hưởng của điện trở sự cố

b. Nhược điểm phương pháp

- Tính toán dòng điện xếp chồng trước và sau sự cố

- Vị trí sự cố bị ảnh hưởng điện trở sự cố và dòng tải

2.3 Phương pháp không sử dụng thông số đường dây

Để khắc phục được nhược điểm của phương các phương pháp yêu cầu thông số đường dây và kết quả bị ảnh hưởng bởi tổng trở ngắn mạch. Trong bài báo này áp dụng một phương pháp để xác định vị trí sự cố mà không yêu cầu biết trước thông số đường dây.

a. Ưu điểm phương pháp

- Có độ chính xác cao hơn các phương pháp mà yêu cầu thông số đường dây

- Không bị ảnh hưởng bởi tổng trở ngắn mạch

- Không yêu cầu biết trước thông số của đường dây

b. Nhược điểm phương pháp

- Đòi hỏi phải đồng bộ về thời gian tại thời điểm xảy ra sự cố

- Cấu hình đường dây không đổi trong phạm vi hai đầu thiết bị định vị sự cố

3. CÔNG NGHỆ ĐỒNG BỘ ĐO LƯỜNG

Công nghệ đồng bộ đo lường (SMT) đây là một khái niệm mới, công nghệ này dựa trên

nền tảng hệ thống định vị toàn cầu (The Global Positioning System – GPS), công nghệ này sẽ đồng bô hóa các thiết bị điện tử làm việc trên diện rộng khoảng cách xa sẽ được đồng bộ về thời gian. Hệ thống bao gồm khối xây dựng chính sau đây:

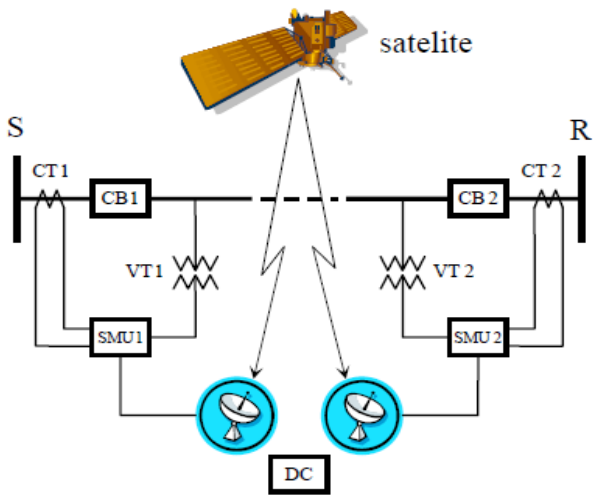
a) Đơn vị đồng bộ đo lường (SMUs, cũng thường được gọi là các đơn vị đo lường pha PMUs

b) Các bộ tập trung dữ liệu
c) Mạng giao tiếp
d) Các ứng dụng

Thuật toán mới cho giả lập vị trí sự cố sẽ được trình bày trong luận văn này, ứng dụng SMT, trong đó giả thiết các thiết bị là sẵn có và các khối cũng như các thiết bị được được sử dụng từ Matlab. Việc xây dựng mô hình mô phỏng sẽ không đề cập chi tiết trong luận văn này.

Hệ thống định vị toàn cầu (GPS) là một không gian dựa trên định vị và dẫn đường, hệ thống thời gian, bao gồm 24 vệ tinh liên tục xoay quanh trái đất. PMUs sử dụng GPS đồng bộ hóa trong hệ thống điện có thể được áp dụng thành công để phân tích vị trí sự cố và các bảo vệ đường dây trên không GPS được sử dụng để đồng bộ hóa thời gian của thiết bị đo đó là điện áp và dòng điện mẫu tại các đầu cuối đường dây. Mục đích của thuật toán xác định vị trí sự cố là khả năng đồng bộ đạt được ở cấp độ lấy mẫu.

Trong hình 2 hai đơn vị đồng bộ đo lường (SMUs) được đưa ra tại đầu mỗi đường dây. Đồng thời SMUs liên tục thu được điện áp và dòng điện mẫu từ điện áp và dòng điện từ các thiết bị chuyển đổi đã đặt tại mỗi đầu đường dây. Điện áp và dòng điện mẫu được thu thập từ các SMUs chuyển tiếp đến một trung tâm dữ liệu tập tập trung (DC), trong đó các xử lý cùng một lúc lấy mẫu điện áp và dòng điện thực hiện. Quá trình xử lý này mới thực sự là thuật toán mới cho vị trí sự cố. Nếu điều kiện sự cố được phát hiện, thuật toán vị trí sự cố khởi động ngay lập tức và trong thời gian từ 20-40 ms vị trí sự cố được xác định. Phát hiện vị trí sự cố nhanh thế nào phụ thuộc vào phương pháp trích xuất điện áp và dòng điện các pha. Trong luận văn này sử dụng lý thuyết biến đổi sóng Fourier (FFT) để phân tích vị trí sự cố và dạng sự cố từ bộ thu thập dữ liệu



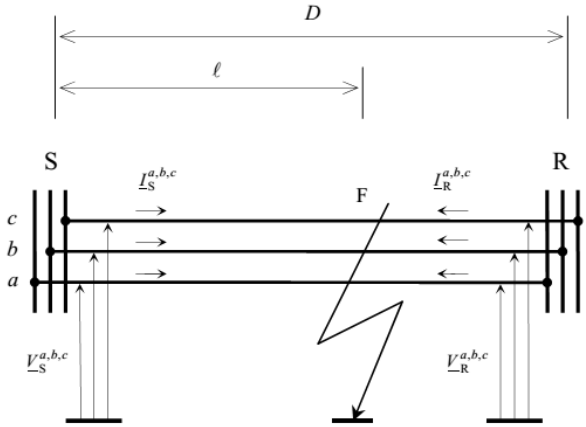
Hình 2. *Minh họa công nghệ đồng bộ thời gian dùng GPS*

Các thiết bị lấy mẫu đồng bộ (CT– biến đổi dòng, VT – biến đổi áp, CB – cầu dao, SMU – đơn vị đồng bộ đo lường, DC – bộ tập trung dữ liệu).

4. THUẬT TOÁN ĐỊNH VỊ SỰ CỐ

Trong phần này trình bày một thuật toán mới giả lập vị trí sự cố. Điển hình là các dạng sự cố ngắn mạch, đây là dạng sự cố phổ biến ở đường dây truyền tải điện trên không. Có thể giả thuyết một pha chạm đất trên đường dây một khoảng cách l từ phía bên trái đường dây, như trình bày trong hình 3. Giả sử chiều dài đường dây trong khoảng 100 km, dung kháng và cảm kháng trên đường dây xem như bỏ qua. Trong hình 3 vị trí sự cố được ký hiệu là F. Trong hình 2 vị trí sự cố được kí hiệu bằng F, khoảng cách sự cố l, D là chiều dài đường dây, S và R là gửi và nhận thông tin đầu cuối đường dây tương ứng.

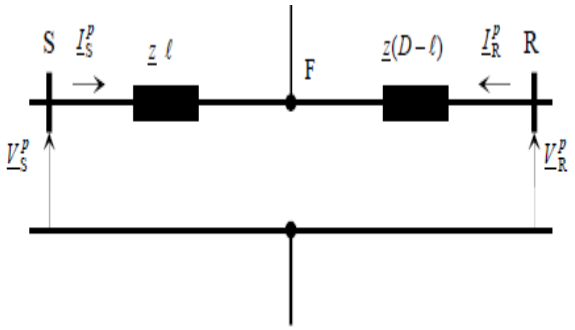
Sử dụng các kỹ thuật xử lý tín hiệu tiêu chuẩn xử lý tín hiệu các pha tương ứng để tính từ cấp điện áp và dòng điện mẫu. Trong bài báo này phép biến đổi nhanh chuỗi Fourier (FFT) được sử dụng để lọc tín hiệu điện áp và dòng điện từ tín hiệu. Một cách tiếp cận cổ điển thì dòng điện áp mẫu với các tần số lấy mẫu $l_s = 3,2Khz$ (64 mẫu mỗi 20ms) được sử dụng, thiết lập các kích thước cửa sổ dữ liệu (TDW), tương ứng với giai đoạn cơ bản, T0 = 20ms [13].



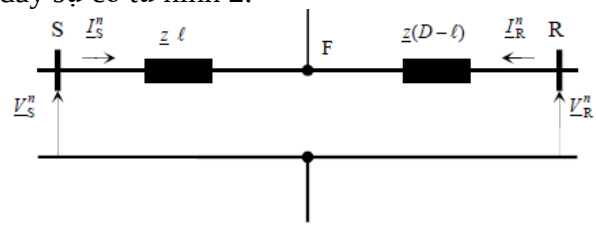
Hình 3. Ba pha điển hình của đường dây bị sự cố.

Trên cở sở điện áp và dòng điện pha, bằng cách sử dụng phương pháp các thành phần thuận, nghịch và không (0) tương ứng, để có thể xác định các thành phần điện áp và dòng điện. Phương pháp mới đòi hỏi thứ tự các thành phần thuận và nghịch tương ứng, tức là mạch tương đương. Như đã nêu, chỉ các thành phần hay mạch điện tương đương được sử dụng.

Chúng được trình bày trong hình 3, hình 4, hình 5.



Hình 4. Mạch điện thuận tương đương đường dây sự cố từ hình 2.



Hình 5. Mạch điện nghịch tương đương đường dây sự cố từ hình 2.

Trong cả hai mạch tương đương hình 4 và hình 5, trở kháng thuận và nghịch đều bằng nhau, chúng được biểu diễn dưới dạng các phương trình sau đây:

$$\underline{V}_S^p - \underline{z}l\underline{I}_S^p = \underline{V}_R^p - \underline{z}(D-l)\underline{I}_R^p \qquad (2)$$

$$\underline{V}_S^n - \underline{z}l\underline{I}_S^n = \underline{V}_R^n - \underline{z}(D-l)\underline{I}_R^n \qquad (3)$$

Khi đó:

- $\underline{V}_S^{p,n}$, $\underline{V}_R^{p,n}$ là thứ tự điện áp pha thuận và nghịch ở cả hai đầu đường dây;
- $\underline{I}_S^{p,n}$, $I_R^{p,n}$ là thứ tự dòng điện thuận và nghịch ở cả hai đầu đường dây;
- $\underline{z}$ là trở kháng đường dây thứ tự thuận hoặc nghịch, và bằng nhau

Trong phương trình *(2)* và *(3)* $\underline{z}l$ và $\underline{z}(D-l)$ không được biết. Do đó có thể dễ dàng được xác định bằng cách giải phương trình *(2)* và *(3)*. Hai giải pháp được đưa ra trong theo hai công thức:

$$\underline{z}l = \frac{(\underline{V}_S^p - \underline{V}_R^p)\underline{I}_R^n - (\underline{V}_S^n - \underline{V}_R^n)\underline{I}_R^p}{\underline{I}_S^p\underline{I}_R^n - \underline{I}_S^n\underline{I}_R^p} \qquad (4)$$

$$\underline{z}(D-l) = \frac{(\underline{V}_S^p - \underline{V}_R^p)\underline{I}_R^n - (\underline{V}_S^n - \underline{V}_R^n)\underline{I}_R^p}{\underline{I}_S^p\underline{I}_R^n - \underline{I}_S^n\underline{I}_R^p} \qquad (5)$$

Thông thường phương pháp xác định vị trí sự cố dựa trên một hoặc hai thiết bị đo tổng trở ngắn mạch được giải quyết bằng cách sử dụng các phương trình *(4)* và *(5)*, thông tin về các thông số dòng R (Ω/km) và X (Ω/km). Như đã trình bày ở trên, có thể xây dựng được một giải pháp linh hoạt hơn khi có thể loại bỏ thông số cấu trúc của đường dây. Các phép biến đổi được trình bày phía dưới đây:

Khi tính được khoảng cách sự cố l, chiều dài phần trăm sự cố tính theo chiều dài đường dây D thông qua công thức sau:

$$l\% = \frac{l}{D}100 \qquad (6)$$

Công thức trên có thể trình bày theo dạng sau:

$$l\% = \frac{\underline{z}l}{\underline{z}l + \underline{z}(D-l)}100 \qquad (7)$$

Thay *(4)* và *(5)* vào *(7)* có thể xác định được khoảng cách vị trí sự cố bằng công thức sau:

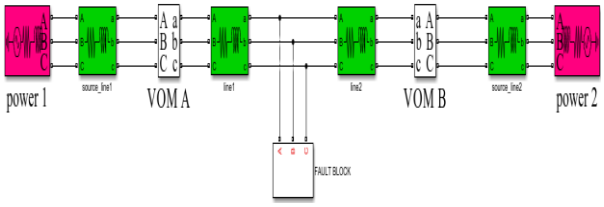
$$l\% = 100\frac{(\underline{V}_S^p - \underline{V}_R^p)\underline{I}_R^n - (\underline{V}_S^n - \underline{V}_R^n)\underline{I}_R^p}{(\underline{V}_S^p - \underline{V}_R^p)(\underline{I}_S^n + \underline{I}_R^n) - (\underline{V}_S^n - \underline{V}_R^n)(\underline{I}_S^p + \underline{I}_R^p)} \qquad (8)$$

5. MÔ PHỎNG

Bài báo sử dụng phần mềm Matlab để xây dựng các mô hình thay cho thiết bị thực tế, trong đó mô hình sự cố được xem như hoạt động thật sự hiệu quả trong thực tế. Sau khi xây dựng mô hình mô phỏng trên phần mềm,

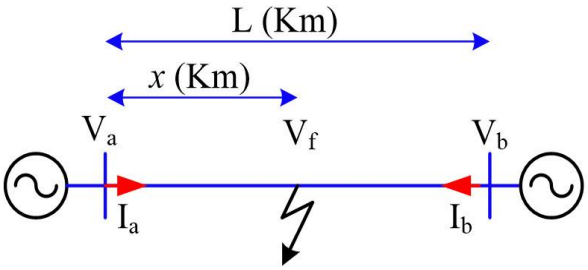
tiếp theo sẽ giả định sự cố trên đường dây truyền tải. Trong đó một máy tính sẽ làm nhiệm vụ tạo ra sự cố giả định theo các dạng sự cố có trong thực tế. Máy tính thứ hai sẽ xử lý dữ liệu thu thập được và cho ra kết quả. Bài báo tập trung xây dựng mô hình trên phần mềm mô phỏng và tạo ra dữ liệu sự cố cũng như xử lý tín hiệu sự cố để tính toán ra vị trí sự cố, mà không tập trung vào nghiên cứu cấu tạo của các mô hình trên Matlab.

Quá trình giả định sự cố được thực hiện trên phần mềm Matlab và các khối trong mô hình được xem như hoạt động tốt và hiệu quả như trên thực tế.



Hình 6. Mô hình mô phỏng sự cố được xây dựng trên Matlab

6. KẾT QUẢ



Hình 7. Mô hình đơn tuyến đường dây sự cố

Thông số của đường dây ban đầu được nhập vào phần mềm mô phỏng. Sau đó phần mềm sẽ tạo ra dữ liệu sự cố và trong quá trình tính toán sẽ không yêu cầu thông số của đường dây. Một đường dây cụ thể sẽ được sử dụng để thực hiện mô phỏng trên phần mềm.

Bảng 1. Kết quả cụ thể một số đường dây

STT	Chiều dài đường dây (Km)	Vị trí sự cố giả định (Km)	Loại sự cố giả định	Kết quả so với vị trí giả định	Tên tuyến
1	38	10	Pha A cham dat	9.99	An Biên –Vĩnh Thuận
2	38	15	Pha A cham dat	14.99	An Biên –Vĩnh Thuận
3	38	15	Pha C cham dat	14.99	An Biên –Vĩnh Thuận
4	38	20	Pha C cham dat	19.99	An Biên –Vĩnh Thuận
5	38	10	3 pha ABC cham nhau	10.18	An Biên –Vĩnh Thuận
6	38	20	3 pha ABC cham nhau	19.99	An Biên –Vĩnh Thuận
7	38	20	2 pha AB cham dat	19.99	An Biên –Vĩnh Thuận
8	38	15	2 pha AB cham dat	14.99	An Biên –Vĩnh Thuận
9	38	25	2 pha AC cham nhau	25.007	An Biên –Vĩnh Thuận
10	38	30	2 pha AC cham nhau	30.02	An Biên –Vĩnh Thuận
11	38	15	2 pha BC cham dat	14.99	An Biên –Vĩnh Thuận
12	38	20	2 pha BC cham dat	19.99	An Biên –Vĩnh Thuận
13	55.6	10	Pha A cham dat	10	Hưng Phú – Châu Thành – Phụng Hiệp
14	55.6	15	Pha A cham dat	15	Hưng Phú – Châu Thành – Phụng Hiệp

7. KẾT LUẬN

Luận văn đã trình bày khái quát một số phương pháp giải quyết bài toán định vị sự cố trên đường dây truyền tải và nêu ra các ưu, nhược điểm của từng phương pháp từ đó đề xuất phương pháp mới để giải bài toán hiệu quả hơn so với những phương pháp đã thực hiện trước đó.

Luận văn đã trình bày được một phương pháp xác định vị trí sự cố mới mà trong đó không yêu cầu biết trước thông số đường dây. Trong luận văn có đề cập đến một ứng dụng – một thuật ngữ mới đó là công nghệ đồng bộ đo lường (SMT), dựa trên cơ sở hệ thống định vị toàn cầu (GPS). Công nghệ mới này không chỉ có thể áp dụng trong bài toán mà luận văn này trình bày mà nó còn có thể ứng dụng cho nhiều lĩnh vực khác và đặc biệt là trong ngành điện, điện tử như đồng bộ mốc thời gian, vị trí. Với độ chính xác rất cao công nghệ đồng bộ đo lường và hệ thống định vị toàn cầu được ứng dụng rất rộng rãi trong ngành khoa học kỹ thuật nói chung hiện nay.

Trong thuật toán này phương pháp chủ yếu là sử dụng phép phân tích biến đổi nhanh chuỗi Fourier (FFT), đồng thời để biết được dạng sự cố trong luận văn đã trình bày phương pháp dùng thứ tự pha dòng điện và điện áp để giải quyết vấn đề này. Luận văn không tập trung vào vấn đề phân tích cấu tạo, nguyên lý của các thiết bị trong bài toán định vị sự cố mà chủ yếu tập trung vào vấn đề xử lý dữ liệu trên cơ sở mô hình hóa mô phỏng. Như vậy các thiết bị được sử dụng được xem là hoạt động tốt trên cơ sở sử dụng phần mềm matlab để giả định và mô phỏng. Trong quá trình thu thập dữ liệu sự cố điều quan trọng để thuật toán hoạt hiệu quả và chính xác nhất thì đòi hỏi phải đồng bộ chính xác về thời gian và cấu hình đường dây là không đổi khi thiết bị định vị được lắp ở hai đầu đường dây đó.

Với những điểm mới trong phương pháp xác định sự cố trên đường dây truyền tải nếu có thể thực hiện tốt và phát triển thành thiết bị thực tế sẽ có thể mang lại hiệu quả về thời gian tiếp cận sự cố đặc biệt là vị trí sự cố ở những nơi có địa hình hiểm trở và thiết bị cũng tiết kiệm được chi phí trong quá trình tiếp cận nơi xảy ra sự cố.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Lã Văn Út (1999) Phân tích và điều khiển ổn định hệ thống điện, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

[2] Girgis A.A., Hart D. G., Peterson W.L. (1992) A new fault location technique for two-and three terminal lines, IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 7, no. 1, January 1992.

[3] Karl Zimmerman, David Costello, “Impedance-based fault location experience”, Schweitzer Engineering Laboratories, Inc. Pullman, WA USA

[4] Takagi K, Yamakoshi Y, Yamaura M, Kondow R, T. Matsushima (1982) Development of a new type fault locator using the one terminal voltage and current data, IEEE Trans. Power Apparatus and Systems, PAS-101(8), 1982, 2892-2898.

[5] Suhaas Bhargava Ayyagari (2011) Artificial neural networkbased fault location for transmission line, University of Kentucky, 2011.

[6] K. Takagi, Y. Yomakoshi, M. Yamaura, R. Kondow, and T. Matsushima, “Development of a new type fault locator using the one terminal voltage and current data,” IEEE Trans. Power App. Syst., vol. PAS-101, pp.2892–2898, Aug. 1982.

[7] A. Girgis, D. Hart, andW. Peterson, “A new fault location technique for two- and three-terminal lines,” IEEE Trans. Power Delivery, vol. 7,pp.98–107, Jan. 1992.

[8] M. Abe, T. Emura, N. Otsuzuki, and M. Takeuchi, “Development of a new fault location

system for multi-terminal single transmission lines," IEEE Trans. Power Delivery, vol. 10, pp. 159–168, Jan. 1995

[9] J.-A. Jiang, J.-Z. Yang, Y.-H. Lin, C.-W. Liu, and J.-C. Ma, "An adaptive PMU based fault detection/location technique for transmission lines part I: Theory and algorithms," IEEE Trans. Power Delivery, vol.15, pp.486–493, Apr. 2000.

[10] Paul M. Anderson, "Analysis of Faulted Power Systems", the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 1995.

[11] Arthur R. Bergen, Vijaya Vittal, "Power Systems Analysis"

[12] C. Sidney Burrus, Matteo Frigo, Steven G. Johnson, Markus Pueschel, Ivan Selesnick, *"Fast Fourier Transforms"*

[13] S. Santoso, E. Powers, W. Grady, and P. Hoffmann, "Power Quality Assessment via Wavelet Transform Analysis", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol.11, N0.2, pp. 924-930, April1996

[14] V. Terzija, "Improved Recursive Newton Type Algorithm for Frequency and Spectra Estimation in Power Systems", IEEE Trans. On Instrumentation and Measurement, Vol. 52, No. 5, October 2003, pp. 1654-1659.

[15] J. Röhrig, "Location of faulty places by measuring with cathode ray oscillographs", Elektrotech Zeits, 8, 241-242 (1931)

[16] David W., Guide to GPS positioning, Canadian GPS Associates, 5-1987, Bản dịch của Lê Văn Hưng, NXB KHKT, 1997.

[17] Michael Kennedy, 'Global Positioning System and GIS: An Introduction', Ann Arbor Press, Inc.

[18] Amara Graps, *An Introduction to Wavelets*.

Họ tên: Nguyễn Thanh Nhàn

Đơn vị: Trường Đại Học SPKT TP. Hồ Chí Minh

Điện thoại: 0939774114

Email: thanhnhancnkt@gmail.com

Xác nhận của cán bộ hướng dẫn

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.