

Xác định vị trí sự cố trên đường dây truyền tải có nhiều nhánh sử dụng phương pháp sóng phản hồi chủ động

The Fault Locations in Branched Transmission Lines Using the Time-Frequency Domain Reflectometry Method

Trần Hoài Linh

Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội
e-mail: linh.tranhoai@hust.edu.vn

Dương Hòa An

Trường Đại học KTCN Thái Nguyên
e-mail: duonghoaantnut@gmail.com

Tóm tắt

Để đáp ứng yêu cầu phát triển của kinh tế xã hội, hệ thống truyền tải điện ngày càng phát triển. Do đó cấu trúc của hệ thống ngày càng mở rộng gồm nhiều trạm và nhiều nhánh khác nhau. Xác định sự cố trên đường dây truyền tải có nhiều nhánh là một vấn đề quan trọng và phức tạp trong vận hành hệ thống điện.

Trong báo cáo này chúng tôi đề xuất phương pháp phân tích sóng phản hồi chủ động trên miền thời gian và tần số (TFDR - *Time-Frequency Domain Reflectometry*) dựa trên việc thu thập và xử lý sóng phản hồi khi ta chủ động phát tín hiệu chirp vào một hoặc nhiều đầu đường dây bị sự cố.

Phương pháp phân tích hàm tương quan giữa tín hiệu mẫu và tín hiệu phản hồi để xác định thời điểm có sóng phản hồi, căn cứ vào các thời điểm sóng phản hồi đo ở các đầu đường dây sẽ xác định được vị trí sự cố. Các kết quả mô phỏng trên Matlab-Simulink cho thấy phương pháp này có chất lượng tốt trong việc xác định được vị trí sự cố trên đường dây có nhiều nhánh, đồng thời có khả năng nhận dạng được dạng tải trên đường dây truyền tải điện.

Từ khóa: Định vị sự cố, đường dây truyền tải rẽ nhánh, tín hiệu chirp, hàm tương quan, phân bố Wigner, TFDR.

Abstract

To meet the requirements of economic development of society, the power transmission system is growing. That's why the structure of the power system expands to many stations and branches. Identifying the problem on a transmission line with multi branches are an important and complex issue of power system operation.

In this report we propose a reflectometry method based on time and frequency domain (TFDR - *Time-Frequency domain reflectometry*) using chirp signals to detect faults on a multi-lines, multi-branched transmission lines.

The proposed methods analyze the correlation function between the generated input signal and the feedback signals patterns to detect the response times of the waves. These response moments will be used to identify the incident location. The simulation results on Matlab-Simulink show that this method has good quality in determining the incident position on the line

has multiple branches, and is capable of identifying posted on transmission line .

Keywords: fault location, branched transmission line, chirp signal, correlation function, Wigner distribution, time frequency domain reflectometry.

1. GIỚI THIỆU

Hệ thống điện là một hệ thống phức tạp trong cả cấu trúc và vận hành, khi xảy ra sự cố bất kỳ một phần tử nào trong hệ thống đều ảnh hưởng đến độ tin cậy cung cấp điện, chất lượng điện và gây thiệt hại lớn về kinh tế [8]. Hiện nay trên hệ thống điện Việt Nam có rất nhiều đường dây truyền tải có nhiều nhánh rẽ. Vì vậy, việc xác định và khắc phục nhanh các sự cố trên đường dây truyền tải điện có nhiều nhánh, qua đó nâng cao độ tin cậy và chất lượng điện cung cấp cho các hộ tiêu thụ là hết sức cần thiết. Theo [14] đã trình bày phương pháp phân tích sóng phản hồi chủ động (TFDR - *Time Frequency Domain Reflectometry*) để xác định vị trí sự cố trên đường dây không có phân nhánh.

Để xác định vị trí sự cố trên đường dây có nhiều nhánh, trong báo cáo này chúng tôi đề xuất phát tín hiệu chuẩn (có thể là xung vuông, tín hiệu chirp [11,12],...) vào 2 đầu đường dây truyền tải điện sau khi trên đường dây đã xảy ra sự cố và các phần tử bảo vệ đã tác động cắt các nguồn phát điện cơ sở lên đường dây. Sau khi phát xung vào 2 đầu đường dây, ta tiến hành ghi lại các tín hiệu phản hồi. Dựa trên việc phân tích thời gian hoặc hình dạng của tín hiệu phản hồi mà ta có thể xác định được thời điểm sóng phản hồi về các đầu đường dây. Căn cứ vào các thời điểm sóng phản hồi về đầu đường dây sẽ suy ra vị trí sự cố của đường dây truyền tải có nhiều nhánh.

Đã có nhiều công trình nghiên cứu [7, 11, 12] xác định vị trí sự cố trên đường dây rẽ nhánh hình T, [7, 15] xác định vị trí sự cố trên đường dây rẽ nhánh dựa trên việc đo đặc và thu thập tín hiệu từ tất cả các đầu đường dây. Trong báo cáo này chúng tôi đề xuất phương pháp phân tích sóng phản hồi chủ động và phân tích hàm tương quan giữa tín hiệu tới và tín hiệu phản hồi dựa trên thu thập tín hiệu tại 2 đầu đường dây để xác định vị trí sự cố trên đường dây có nhiều nhánh. Các thuật toán và đề xuất được thử nghiệm trên các mô hình mô phỏng trong Matlab - Simulink.

2. ĐỊNH VỊ SỰ CỐ TRÊN ĐƯỜNG TRUYỀN TÀI CÓ PHÂN NHÁNH BẰNG HÀM TƯƠNG QUAN

$$R_{x,y} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{s_x \cdot s_y}} \quad (1)$$

2.1. Hiện tượng sóng lan truyền và phản xạ khi gặp điểm sự cố trên đường dây

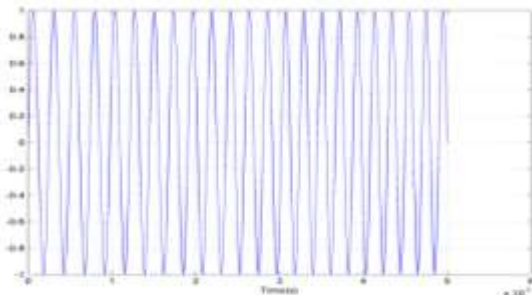
Giả sử tại thời điểm $t=0$ ta đóng vào đầu đường dây một nguồn áp $V_{inc}(t)$. Khi có năng lượng truyền vào, không gian dọc đường dây sẽ hình thành một trường điện từ biến thiên. Sóng điện từ sẽ lan truyền từ đầu đường dây tới cuối đường dây và khi gặp các điểm phân nhánh, sự cố hoặc khi gặp điểm cuối đường dây, một phần năng lượng của sóng sẽ phản hồi ngược trở lại thành sóng lan truyền ngược thứ nhất, phần còn lại sau gọi là thành phần khúc xạ thứ nhất sẽ khúc xạ vào các nhánh, tải hoặc vào các đường dây phía sau điểm phân nhánh hoặc sự cố. Thành phần khúc xạ thứ nhất này lan truyền khi gặp các điểm phân nhánh, sự cố hoặc điểm cuối đường dây sẽ phản hồi ngược thành sóng lan truyền ngược thứ hai, phần còn lại sau gọi là thành phần khúc xạ thứ hai sẽ khúc xạ vào nhánh, tải hoặc vào đường dây phía sau điểm phân nhánh hoặc sự cố....

Với đường dây có nhiều phân nhánh, ở đầu đường dây sẽ có rất nhiều các tín hiệu phản hồi trở về. Khi ta xác định được chính xác các thời điểm phản hồi này thì sẽ xác định được vị trí của sự cố trên đường dây.

2.2. Tín hiệu chirp và hàm tương quan

Theo [14] một tín hiệu thay đổi trong tần số theo thời gian được gọi là "chirp". Các tần số của tín hiệu chirp có thể khác nhau từ thấp đến tần số cao hoặc từ cao đến tần số thấp. Có thể lấy ví dụ như trên H. 1 một tín hiệu chirp với tần số tăng dần có các thông số sau:

- Thời gian phát xung là $T = 50\mu s$
- tần số phát xung lúc bắt đầu là $f_0 = 400kHz$ và tăng dần đến khi kết thúc tần số là $f_1 = 500kHz$,
- Góc lệch pha ban đầu $\Phi_0 = 0$



H. 1 Ví dụ tín hiệu chirp

Trong [14], ta sử dụng hệ số tương quan giữa tín hiệu gốc và tín hiệu phản hồi để xác định thời điểm sóng phản hồi. Khi có hai chuỗi thời gian X và Y , gọi x_i và y_i là các giá trị của chuỗi X và Y tại các thời điểm i . Khi đó hệ số tương quan R (còn gọi là hệ số Pearson - *Pearson's correlation coefficient*) được tính theo công thức sau [9]:

VCCA-2015

trong đó: \bar{x} - giá trị trung bình của X , \bar{y} - giá trị trung bình của Y , $s_x = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$ và $s_y = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$ - các phương sai.

Khi phát tín hiệu hình chirp vào đầu đường dây, sẽ đo được tín hiệu phản hồi ở đầu đường dây. Gọi $X = x_1, x_2, \dots, x_N$ - giá trị chuỗi đã số hóa của tín hiệu chirp truyền vào (trong khoảng $50\mu s$) với n giá trị, $Y = y_1, y_2, \dots, y_m$ tín hiệu phản hồi đo được ở đầu đường dây với m giá trị. Ta tính các giá trị tương quan giữa tín hiệu mẫu X với các cửa sổ (có cùng độ rộng với X) liên tiếp từ Y theo công thức (1):

$$\forall j = 1, \dots, m - n + 1:$$

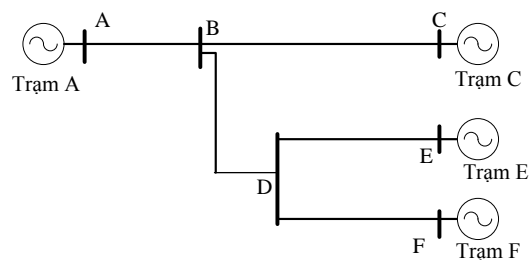
$$R_j = R_{X, Y_j} = R_{x_1, \dots, x_N, [y_j, \dots, y_{j+n-1}]}$$

Từ đó ta thu được đồ thị $m - n + 1$ giá trị của hàm tương quan giữa tín hiệu tới và tín hiệu phản hồi như trong trường hợp đường dây không sự cố và có sự cố.

2.3. Mô hình mô phỏng trên Matlab và Simulink

Để có số liệu sử dụng trong tính toán, trong bài báo này các tác giả sử dụng phần mềm Matlab. Matlab được trang bị rất nhiều các thư viện (toolbox) tính toán và mô phỏng chuyên biệt cho rất nhiều lĩnh vực. Trong bài báo này các tác giả sử dụng hai thư viện chính của Matlab là Simulink và SimPower (Trong các phiên bản cũ còn được gọi là Power System Toolbox).

Mô hình đường dây được mô phỏng như trên H. 2.

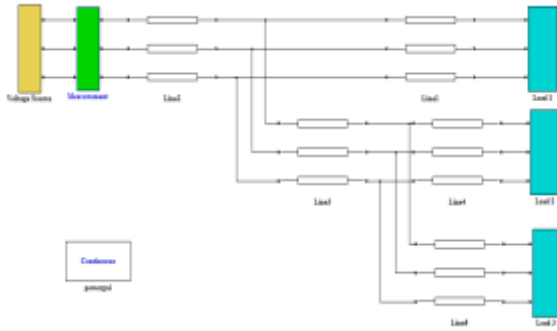


H. 2 Hệ thống đường dây truyền tải mạch rẽ nhánh

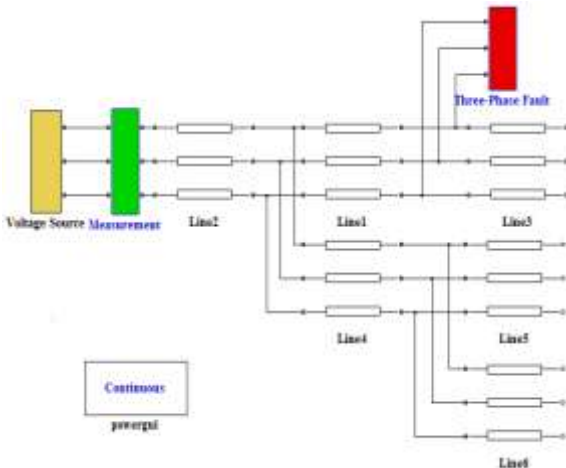
Các thông số của đường dây mô phỏng lộ 171 110KV: trong đó A là trạm E20.2 Lào Cai, C là trạm E29.2 Than Uyên, F là trạm A20.24 Séo Chông Hồ, E là trạm E29.1 Phong Thổ. Các đoạn AB, BC, BD, DE có thông số: $l_{AB} = 46,7km$; $l_{BC} = 21,7km$; $l_{BD} = 24,8km$; $l_{DE} = 17km$; $R_0 = 17,43m\Omega/km$; $L_0 = 25,7\mu H/km$; $C_0 = 6,991\mu F/km$; Đoạn DF có thông số $l_{DF} = 30,4km$; $R_0 = 14,3m\Omega/km$; $L_0 = 25,68\mu H/km$; $C_0 = 6,991\mu F/km$;

Trường hợp đường dây bị sự cố ngắn mạch xét 2 trường hợp sau:

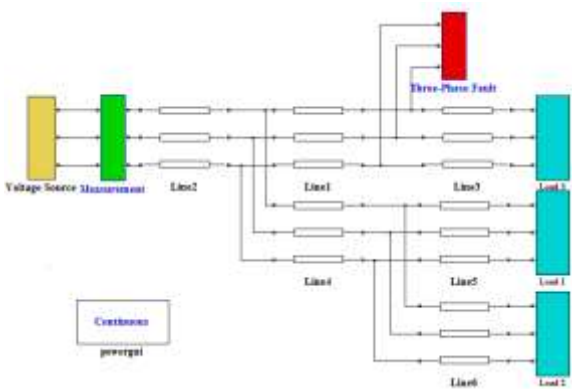
- Trường hợp sự cố được cắt điện cô lập do đó nguồn và tải đều được tách ra khỏi đường dây, được mô phỏng theo mô hình trên H. 4 với các sự cố khác nhau tại các vị trí khác nhau.
- Trường hợp bảo vệ tác động chỉ cắt điện phía nguồn của đường dây lúc này đường dây vẫn nối với tải. Mô hình mô phỏng như H. 5 với các sự cố khác nhau tại các vị trí khác nhau.



H. 3 Mô hình mô phỏng xác định các thành phần sóng lan truyền và phản xạ trên đường dây 3 pha không có sự cố ở giữa đường dây



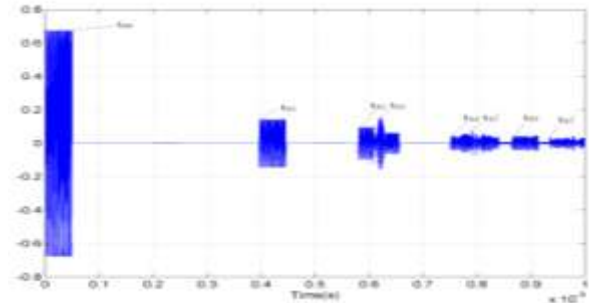
H. 4 Mô hình mô phỏng xác định các thành phần sóng lan truyền và phản xạ trên đường dây 3 pha có sự cố ở giữa đường dây



H. 5 Mô hình mô phỏng xác định các thành phần sóng lan truyền và phản xạ trên đường dây 3 pha có sự cố ở giữa đường dây

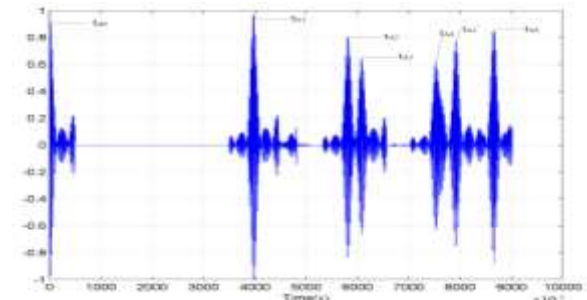
2.4. Các tín hiệu mẫu đầu vào

Mô hình trên H. 2 và 3 đã được sử dụng để mô phỏng hệ thống truyền tải điện khi không có sự cố. Khi đó kết quả tín hiệu đo được như H. 6, trong đó t_{A0} là thời điểm phát tín hiệu hình chirp vào đường dây, t_{Ai} ($i = \overline{1..5}$) lần lượt là các thời điểm sóng phản xạ từ điểm B, C, D, E, F, t'_{A1} t'_{A2} là các thời điểm tín hiệu sóng phản xạ lần hai từ B và C.



H. 6 Tín hiệu đầu đường dây đo được khi không có sự cố

Sử dụng hàm tương quan giữa tín hiệu tới và tín hiệu phản hồi như đã trình bày trong tiểu mục 2.3 ta được kết quả thể hiện theo đồ thị như H. 7. Trong đó t_{A0} là thời điểm phát tín hiệu hình chirp vào đường dây, t_{Ai} ($i = \overline{1..5}$) lần lượt là thời điểm sóng phản xạ từ điểm B, C, D, E, F, t'_{A1} t'_{A2} là các thời điểm sóng phản xạ lần hai từ B và C như hình H. 7.



H. 7 Đồ thị hàm tương quan giữa tín hiệu tới và tín hiệu phản hồi đo được khi không có sự cố.

Mô hình trên H. 5 được sử dụng để mô phỏng với các giá trị thông số sau đây của các sự cố ngắn mạch:

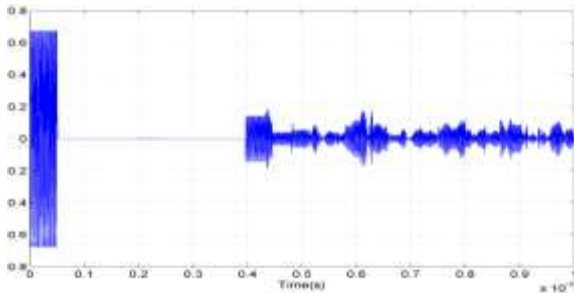
- R_{fault} nhận một trong các giá trị: 50, 100, 150, 200, 250 - tổng cộng có 5 giá trị khác nhau của điện trở sự cố.
- Vị trí sự cố lần lượt tại các phân đoạn AB, BC, BD, DE, DF. Mỗi phân đoạn đường dây chọn 3 vị trí sự cố.
- Xét dạng ngắn mạch 1 pha chạm đất và 3 pha chạm đất là dạng ngắn mạch phổ biến nhất.

Với mỗi một bộ giá trị của R_{fault} , L_{fault} , và dạng thức ngắn mạch thu được 1 bộ tín hiệu sóng phản hồi.

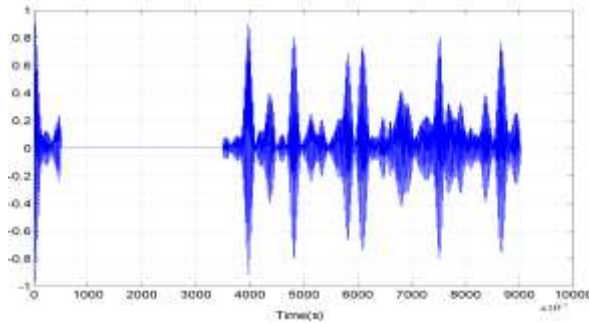
Tổng cộng có $5 \cdot 15 \cdot 2 = 150$ bộ số liệu khác nhau được tạo ra dùng để phân tích.

Ngắn mạch 1 pha chạm đất là loại ngắn mạch có xác suất xảy ra cao nhất đối với đường dây truyền tải do đó ngắn mạch 1 pha chạm đất được lựa chọn để mô phỏng các sự cố tại các phân đoạn đường dây.

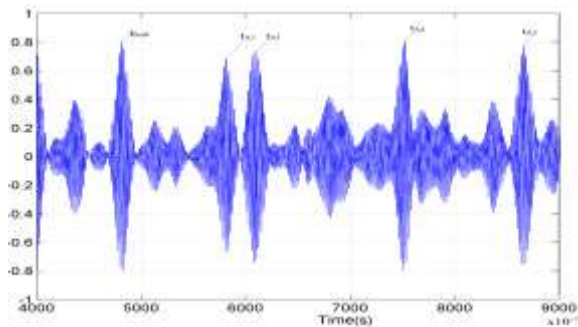
Sự cố ngắn mạch 1 pha chạm đất trên đoạn BC có kết quả tín hiệu như H. 8, 9 và 10, trong đó t_{fault} là thời gian sóng phản xạ từ vị trí sự cố đến đầu đường dây (vị trí A).



H. 8 Tín hiệu đầu đường dây đo được khi sự cố ngắn mạch 1 pha trên BC cách B 10km.

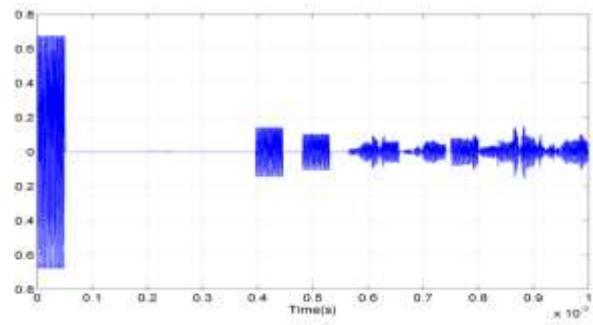


H. 9 Đồ thị hàm tương quan giữa tín tới và tín hiệu hồi đo được khi có sự cố 1 pha trên BC cách B 10km.

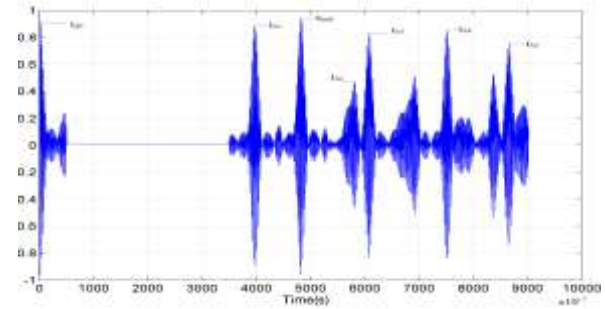


H. 10 Đồ thị hàm tương quan giữa tín tới và tín hiệu hồi đo được khi có sự cố 1 pha trên BC cách B 10km được phóng to từ hình 11

Sự cố ngắn mạch 3 pha chạm đất trên đoạn BC có kết quả tín hiệu như H. 11, 12.



H. 11 Tín hiệu đầu đường dây đo được khi có sự cố ngắn mạch 3 pha trên BC cách B 10km



H. 12 Đồ thị hàm tương quan giữa tín tới và tín hiệu hồi đo được khi có sự cố ngắn mạch 3 pha trên BC cách B 30km

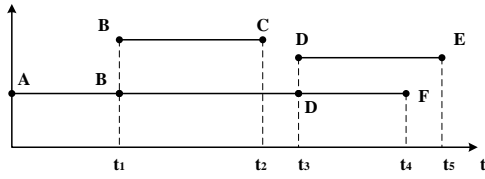
3. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ SỰ CỐ TRÊN ĐƯỜNG TRUYỀN NHIỀU NHÁNH

Khi không có sự cố khi phát tín hiệu chirp vào đầu đường dây (tín hiệu gửi từ A) theo [14] sẽ lần lượt xác định được các thời điểm t_{A0} , t_{Ai} ($i = \overline{1..5}$), lần lượt là thời điểm sóng phản xạ về từ B, C, D, E, F. Biết được thời điểm sóng tới t_{A0} và sóng phản xạ sẽ xác định được v_{ij} (vận tốc truyền sóng trên các phân đoạn khác nhau là khác nhau do thông số đường dây của các phân đoạn đường dây là khác nhau).

$$v_{ij} = \frac{2L_{ij}}{\Delta t_{ji}} \quad \forall i = 1..5; j = 0..4 \quad (2)$$

trong đó: $\Delta t_{ji} = t_i - t_j$; $l_{01} = l_{AB}$; $l_{12} = l_{BC}$; $l_{13} = l_{BD}$; $l_{34} = l_{DE}$; $l_{35} = l_{DF}$.

Khi đường dây có sự cố, chúng ta gửi tín hiệu chirp gửi vào đầu đường dây từ A và F. Tương tự như trường hợp không có sự cố theo [14] sẽ xác định thời điểm giá trị của hàm tương quan lớn tương ứng với thời điểm sóng phản xạ về từ cuối đường dây hoặc từ điểm rẽ nhánh, ngoài các điểm này ra nếu có điểm có giá trị của hàm tương quan lớn tương ứng với giá trị sóng phản hồi lớn là t_{fault} .

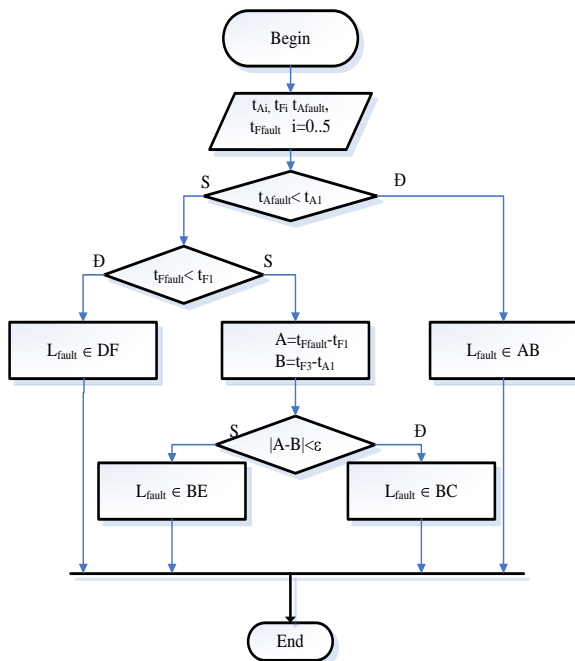


H. 13 Phân bố giản đồ thời gian phản hồi về đầu đường dây.

Gọi thời điểm điểm t_{A0}, t_{A_i} ($i = \overline{1..5}$), $t_{A_{fault}}$ lần lượt là thời điểm phát xung từ A, tín hiệu phản hồi từ B, C, D, E, F, từ điểm sự cố.

Gọi thời điểm điểm t_{F0}, t_{F_i} ($i = \overline{1..5}$), $t_{F_{fault}}$ lần lượt là thời điểm phát xung từ F, tín hiệu phản hồi từ D, E, B, A, D, từ điểm sự cố.

- Nếu $t_{A_{fault}} < t_{A1}$ sự cố thuộc phân đoạn AB.
- Nếu $t_{F_{fault}} < t_{F1}$ sự cố thuộc phân đoạn DF.
- Nếu $t_{A_{fault}} + t_{F_{fault}} \approx t_{F5} \approx t_{A5}$ sự cố thuộc phân đoạn BD.
- Nếu $|t_{A_{fault}} - t_{F_{fault}}| - |t_{F3} - t_{A1}| < \varepsilon$ sự cố thuộc phân đoạn BC. Trong đó ε là sai số cho phép.
- Nếu $|t_{A_{fault}} - t_{F_{fault}}| - |t_{F1} - t_{A3}| < \varepsilon$ sự cố thuộc phân đoạn DE.



H. 14 Sơ đồ thuật toán xác định sự cố thuộc nhánh

Nếu biết thời điểm xảy ra sự cố và sự cố trên phân đoạn nào ta sẽ suy ra được vị trí sự cố. Khi sự cố trên phân đoạn AB hoặc BC, sóng phản xạ từ A sẽ có ít lần phản xạ và khúc xạ hơn sóng phản hồi từ F. Nên khi sự cố trên phân đoạn AB hoặc BC ta sẽ sử dụng kết quả xác định thời điểm sự cố do sóng phản hồi từ A. Tương tự khi sự cố trên DF, DE ta sẽ sử dụng kết quả xác

định thời điểm sự cố do sóng phản hồi từ F. Sự cố trên phân đoạn BD có thể sử dụng kết quả xác định thời điểm sự cố do sóng phản xạ từ A hoặc từ F.

Nếu sự cố trên phân đoạn AB, vị trí sự cố được tính theo công thức sau:

$$l_{fault} = \frac{v_{01} \cdot (t_{A_{fault}} - t_{A0})}{2} \quad (3)$$

Nếu sự cố trên phân đoạn BC:

$$l_{fault} = l_{01} + \frac{v_{12} \cdot (t_{A_{fault}} - t_{A1})}{2} \quad (4)$$

Nếu sự cố trên phân đoạn BD

$$l_{fault} = l_{01} + \frac{v_{13} \cdot (t_{A_{fault}} - t_{A1})}{2} \quad (5)$$

Nếu sự cố trên phân đoạn DE

$$l_{fault} = l_{35} + \frac{v_{34} \cdot (t_{F_{fault}} - t_{F1})}{2} \quad (6)$$

Nếu sự cố trên phân đoạn DF

$$l_{fault} = \frac{v_{35} \cdot (t_{F_{fault}} - t_{F0})}{2} \quad (7)$$

4. MỘT SỐ KẾT QUẢ TÍNH TOÁN, MÔ PHỎNG

Sử dụng mô hình mô phỏng như trên hình 5, 6 và 7 bài báo sẽ thử nghiệm thuật toán trình bày ở mục trên với các trường hợp sự cố sau: ngắn mạch 1 pha chạm đất, ngắn mạch 3 pha chạm đất.

4.1. Kết quả tính toán vận tốc các phân đoạn đường dây khi không sự cố

Trước tiên, để định vị chính xác sự cố, như đã trình bày ở mục 3 ta cần xác định vận tốc sóng chạy trên đường dây. Từ mô hình H.7, và công thức 2 đối với đường dây đã mô phỏng trên hình 5 ta xác định được tại thời điểm sóng phản xạ về từ các điểm rẽ nhánh và cuối đường dây.

Bảng 1: Kết quả xác định thời điểm sóng phản hồi từ đầu đường dây khi không có sự cố

Vị trí phản hồi	Thời gian phản hồi (μs)	Hệ số R
B	398,6	0.97
C	582,6	0.80
D	608,9	0.65
E	753,0	0.62
B lần 2	791,9	0.77
F	866,7	0.85

trong đó R là hệ số tương quan giữa tín hiệu điện áp đầu đường dây với tín hiệu hình chirp tính theo [1].

Bảng 2: Kết quả xác định vận tốc trên các phân đoạn của đường dây

Phân đoạn	V_A (km/s)
AB	234850.38
BC	234850.38
BD	234850.38
DE	234850.38
DF	233846.15

trong đó V_A là vận tốc tính toán theo sóng phản hồi từ A. Các tác giả cũng đã thử nghiệm tính toán với sóng phản hồi được phát từ F và cũng thu được các kết quả hoàn toàn tương tự.

4.2. Kết quả tính toán vị trí sự cố với các kịch bản khác nhau

Từ các giá trị vận tốc trên bảng 2, với các trường hợp đã mô phỏng khác nhau, ta tính toán theo các công thức [3, 4, 5, 6, 7] và tổng hợp được kết quả vị trí sự cố như trong bảng 3, 4, 5.

Sự cố ngắn mạch 3 pha chạm đất có các kết quả tín hiệu như trên bảng 3. Sự cố ngắn mạch 1 pha chạm đất có các kết quả tín hiệu như trên bảng 4.

Bảng 3: Kết quả xác định vị trí sự cố khi ngắn mạch 3 pha chạm đất

Đoạn sự cố	L_{fault}	Hệ số R	L (km)	Sai số (m)
AB	10	0.905	10.16	160
	20	0.971	20.15	150
	30	0.971	30.08	8
BC	50	0.757	49.85	150
	55	0.958	54.84	160
	60	0.904	59.80	200
BD	50	0.757	49.85	150
	55	0.959	54.83	170
	60	0.563	59.79	210
DE	35	0.79	34.98	20
	40	0.87	39.97	30
	45	0.88	44.75	250
DF	15	0.969	15.16	160
	20	0.957	20.13	130
	25	0.954	24.82	180

trong đó L_{fault} là khoảng cách tính từ A đối với sự cố trên đoạn AB, BC, BD, là khoảng cách tính từ F đối với sự cố trên phân đoạn DF và DE.

Bảng 4: Sự cố ngắn mạch 1 pha chạm đất có các kết quả tín hiệu như trên bảng 3

Đoạn sự cố	L_{fault}	Hệ số R	L (km)	Sai số (m)
AB	10	0.805	10.14	140
	20	0.815	19.89	110
	30	0.857	30.08	8
BC	50	0.5	49.84	160
	55	0.58	54.85	150
	60	0.56	60.06	6
BD	50	0.51	49.84	160
	55	0.87	54.84	160
	60	0.28	59.79	210
DE	35	0.54	34.98	20
	40	0.67	39.97	30
	45	0.593	44.75	50
DF	15	0.819	14.89	110
	20	0.754	20.13	130
	25	0.66	24.82	120

Bảng 5: Khảo sát sự cố với điện trở khác nhau

Dạng sự cố	L_{fault}	R_{fault}	Hệ số R	L(km)	Sai số (m)
AG	55 km ∈ BC	50	0.63	54.85	150
		100	0.61	54.85	150
		150	0.59	54.85	150
		200	0.58	54.85	150
		250	0.58	54.85	150
ABCG	55 km ∈ BC	50	0.95	54.84	160
		100	0.96	54.84	160
		150	0.96	54.84	160
		200	0.96	54.84	160
		250	0.961	54.84	160

Theo các bảng [3, 4] chúng ta nhận thấy phương pháp xác định vị trí sự cố trên đường dây có nhiều nhánh theo hàm tương quan cho kết quả chính xác, độ tin cậy cao, số điểm đo chỉ cần từ 2 đầu đường dây, phương pháp không yêu cầu phải đồng bộ tín hiệu từ các đầu đường dây.

Theo bảng [5] ta nhận thấy phương pháp trên các kết quả xác định vị trí sự cố không bị ảnh hưởng nhiều bởi điện trở sự cố.

5. MỘT SỐ KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Bài báo đã trình bày về giải pháp ứng dụng phương pháp phân tích sóng phản hồi chủ động dựa trên phân tích hàm tương quan giữa sóng tới và sóng phản hồi để xác định thông số sự cố trên đường dây truyền tải phân nhánh.

Giải pháp sử dụng phân tích sóng phản hồi theo hàm tương quan đã cho phép xác định chính xác thời điểm trở về đầu đường dây của sóng phản xạ là cơ sở xác định vị trí sự cố và hình dạng của sóng phản xạ.

Các nghiên cứu cho thấy phương pháp đã xác định được vị trí sự cố trên đường dây 3 pha với các sự cố 1 pha chạm đất, sự cố 3 pha. Các nghiên cứu có thể mở rộng cho đường dây có tiêu tán hoặc đường dây có lắp các phần tử bảo vệ.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Trần Bách (2004), "Lưới điện và Hệ thống điện", tập 1 & 2, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [2]. Lại Khắc Lãi (2009), "Cơ sở lý thuyết mạch", tập 2, NXB Đại học Thái Nguyên.
- [3]. Trần Văn Tóp (2007), "Kỹ thuật cao áp", NXB Khoa học Kỹ thuật.
- [4]. Đỗ Xuân Khôi (1998), "Tính toán phân tích hệ thống điện", NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [5]. Nguyễn Bình Thành (1978), "Giáo trình Cơ sở kỹ thuật điện 1,2", NXB ĐHBK Hà Nội.
- [6]. Trần Hoài Linh (2011), "Ứng dụng Wavelet Daubechies trong phát hiện thời điểm sự cố ngắn mạch trên đường dây dài", Hội nghị toàn quốc về Điều khiển và Tự động hóa (VCCA).
- [7]. Thành Lương (2013), "Công nghệ định vị sự cố", Tạp chí Khoa học Công nghệ Điện, số 4.
- [8]. Trần Đình Long (2000), "Bảo vệ các hệ thống điện", NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [9]. Lê Khánh Luận, Nguyễn Thanh Sơn, "Lý thuyết Xác suất Thống kê", NXB Đại học Quốc gia TP HCM.
- [10]. Nguyễn Phùng Quang, "Matlab & Simulink", NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2003.
- [11]. N. G. Paulter (2001), "An assessment on the accuracy of time-domain reflectometry for measuring the characteristic impedance of transmission line", IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. 50, pp. 1381–1388, 2001.
- [12]. H. Yamada, M. Ohmiya, Y. Ogawa, K. Itoh (1991), "Super resolution techniques for

time-domain measurements with a network analyzer", IEEE Trans. Antennas Propag., vol. 39, pp. 177–183, 1991.

- [13]. Dommel, H. (1969), "Digital Computer Solution of Electromagnetic Transients in Single and Multiple Networks," IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-88, No. 4, April, 1969
- [14]. Y.-J. Shin, E. J. Powers, T.-S. Choe, C.-Y. Hong, E.-S. Song, J.-G. Yook, J. B. Park, (2005), "Application of Time-Frequency Domain Reflectometry for Detection and Localization of a Fault on a Coaxial Cable", IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 54, No. 6, 2005.
- [15]. K.Saravanababu, P.Balakrishnan, K.Sathiyasekar (2013) "Transmission Line Faults Detection, Classification, and Location Using Discrete Wavelet Transform", International Conference on Power, Energy and Control (ICPEC) pp.233–238, 2013.



Trần Hoài Linh sinh năm 1974, tốt nghiệp ĐHBK Vác-sa-va (Ba Lan) năm 1997 chuyên ngành Tin học ứng dụng, nhận bằng Tiến sỹ chuyên ngành Kỹ thuật điện năm 2000 (ĐHBK Vác-sa-va), bằng Tiến sỹ khoa học chuyên ngành Kỹ thuật điện và Trí tuệ nhân tạo năm 2005 (ĐHBK Vác-sa-va). Năm 2007 được phong Phó Giáo sư.

Hiện nay Trần Hoài Linh đang công tác tại Viện Điện, trường ĐHBK Hà Nội. Các nghiên cứu chính của ông là ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong các giải pháp đo lường, điều khiển và tự động hóa, các thiết bị đo thông minh, hệ chuyên gia.



Dương Hòa An sinh năm 1981, nhận bằng Kỹ sư điện tại ĐHBK Hà Nội năm 2004, nhận bằng Thạc sỹ Thiết bị, Mạng và Nhà máy điện năm 2007, NCS khóa 2013-2017 chuyên ngành Kỹ thuật điều khiển – Tự động hóa (ĐHKTCN Thái Nguyên).

Hiện nay Dương Hòa An đang công tác tại khoa Điện, trường ĐHKT Công nghiệp Thái Nguyên. Các nghiên cứu chính của ông là nghiên cứu các phương pháp nhận dạng sự cố trên đường dây truyền tải điện, ứng dụng tin học trong hệ thống điện, năng lượng mới và tái tạo.