

KHẢO SÁT TRÊN HỢP BỘ THÍ NGHIỆM CMC-356 KHẢ NĂNG CẢI THIỆN SAI SỐ CỦA ROLE KHOẢNG CÁCH BẰNG MẠNG NƠ-RON MLP

Trương Tuấn Anh^{1*}, Trần Hoài Linh², Nguyễn Đức Thảo²

¹Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp - ĐH Thái Nguyên,

²Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

TÓM TẮT

Bài báo trình bày một số kết quả nghiên cứu ứng dụng hợp bộ thí nghiệm CMC-356 của OMICRON để khảo sát kết quả hoạt động của role khoảng cách, đồng thời cũng ứng dụng mạng nơ-rôn MLP để bù sai số về vị trí sự cố của role khoảng cách trên đường dây thực tế khi xảy ra các sự cố ngắn mạch thông qua việc phân tích các tín hiệu dòng điện và điện áp đo được ở đầu đường dây. Các kết quả tính toán mô phỏng sẽ được thực hiện cho đường dây tải điện 3 pha có một nguồn cung cấp, điện áp 110kV, tuyến Yên Bái – Khánh Hòa và sẽ cho thấy khả năng bù sai số tốt của MLP cho các thiết bị định vị sự cố trên đường dây.

Từ khóa: Role khoảng cách, sự cố ngắn mạch, CMC-356, mạng nơ-rôn, bù sai số.

ĐẶT VẤN ĐỀ

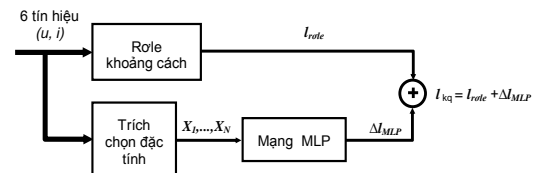
Role khoảng cách ngoài chức năng bảo vệ cho đường dây còn được trang bị thêm chức năng định vị khoảng cách sự cố. Role khoảng cách sẽ cung cấp một chỉ dẫn về vùng xảy ra sự cố và vị trí điểm xảy ra sự cố. Sai số về vị trí sự cố thay đổi tùy theo từng trường hợp cụ thể (ví dụ như rơ-le khoảng cách có độ chính xác được thống kê dao động trong khoảng từ 1% đến 5%) [4,5,6,7,8,9]. Trong các mô hình được thí nghiệm, đường dây truyền tải được mô hình hóa dưới dạng đường dây dài với các thông số đặc trưng cho quá trình truyền sóng. Tuy nhiên hiện nay các kết quả vẫn còn có nhiều hạn chế. Việc phát triển của các thiết bị đo mới cũng như các thuật toán xử lý tín hiệu mới ứng dụng trí tuệ nhân tạo có khả năng tiếp tục cải thiện được các kết quả phân tích.

Trong bài báo này tác giả sẽ ứng dụng hợp bộ mô phỏng CMC-356 của OMICRON để thử nghiệm chất lượng hoạt động của role khoảng cách, đồng thời đề xuất phương pháp sử dụng một mạng MLP (*Multi Layer Perceptron*) để bù sai số do role khoảng cách tạo ra. Role khoảng cách được sử dụng là role 7SA611 của Siemens, các tín hiệu dòng và áp được mô phỏng từ phần mềm ATP/EMTP. Các kết quả tính toán và mô phỏng đã minh chứng về chất lượng tốt của phương pháp.

CO SỞ LÝ THUYẾT

Ý tưởng về mô hình thử nghiệm role thực tế và bù sai số khoảng cách bằng mạng MLP

Ý tưởng sử dụng mạng MLP để bù sai số cho role khoảng cách được thể hiện trên hình 1. Trên một đường dây dài truyền tải, rơ le khoảng cách được lắp ở đầu đường dây, nhận các tín hiệu $u(t)$ và $i(t)$ (thường là 3 pha) từ các thiết bị đo để phát hiện các trường hợp sự cố trên đường dây.



Hình 1. Ý tưởng sử dụng song song một mạng MLP để bù sai số cho rơ le khoảng cách

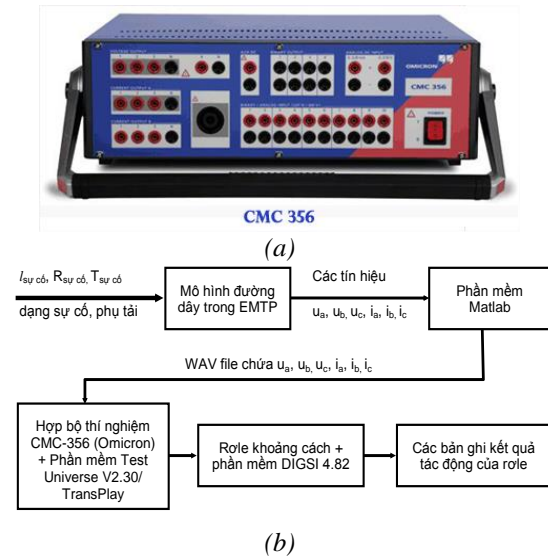
Ngoài việc tác động cắt các phần tử cần được bảo vệ cách ly khỏi đường dây có sự cố, rơ le khoảng cách còn ước lượng vị trí (tính theo khoảng cách tới vị trí lắp đặt của role) sự cố để phục vụ các công tác sửa chữa. Việc xác định chính xác vị trí sẽ rút ngắn được thời gian khắc phục sự cố và giảm được chi phí phát sinh. Tuy nhiên các role khoảng cách thường chỉ sử dụng thành phần cơ bản (50Hz) trong tín hiệu đo được để tính toán vị trí sự cố theo nguyên lý tổng trở nên vẫn còn gây ra sai số ước lượng, đồng thời độ chính xác của role còn phụ thuộc rất lớn vào giá trị cài đặt trước

* Tel: 0973 143888, Email: ttanhhd@gmail.com

của tổng trở thứ tự không [5,6,9], tuy nhiên giá trị tổng trở này lại phụ thuộc lớn vào các thông số thực tế của đường dây và vào điện dẫn suất của các vùng đất xung quanh đường dây. Chính vì vậy mà sai số thực tế của role tổng trở thường khá cao (thậm chí tới trên 10%). Trong bài báo này ta sẽ sử dụng song song một mạng nơ-rôn MLP để bù giảm bớt sai số của role khoảng cách, có nghĩa là mạng MLP sẽ đưa ra lượng bù để cộng vào đáp ứng của role sao cho:

$$|I_{chính xác} - (I_{role} + \Delta I_{MLP})| < |I_{chính xác} - I_{role}|$$

Do việc thu thập được các tín hiệu thực tế là khó khăn, đặc biệt là các tín hiệu trong các trạng thái sự cố (do các sự cố trong thực tế xảy ra tại các thời điểm khó xác định trước, đồng thời thông số vị trí sự cố cũng khó xác định, mặt khác để phục vụ các nhiệm vụ thống kê thì các ghi chép sự cố cũng không được hoàn chỉnh, nhiều trường hợp sự cố chỉ có các bản ghi của rơ-le nhưng không có các thông tin về vị trí thực tế xảy ra sự cố) vì vậy bài báo này đã chọn giải pháp tạo ra các tín hiệu được mô tả như hình 2. Theo đó, sẽ xây dựng một mô hình đường dây cần xét bằng phần mềm ATP/EMTP [2,3] với các thông số sự cố (như vị trí sự cố, điện trở sự cố, thời điểm sự cố) được người sử dụng nhập vào theo các kịch bản chọn trước. Sử dụng phần mềm ATP/EMTP để mô phỏng sẽ thu được các tín hiệu dòng và áp (ba pha) trước và sau thời điểm sự cố. Sau đó sẽ đưa các tín hiệu này vào hộp bộ thí nghiệm CMC-356 của OMICRON để tái tạo lại các tín hiệu u-i như đã mô phỏng để đưa vào role thực tế. Do thiết bị CMC-356 nhận tín hiệu đầu vào theo chuẩn file WAV trong khi phần mềm ATP/EMTP có thể xuất ra các file theo chuẩn MAT hoặc Excel, vì vậy sẽ sử dụng phần mềm Matlab để chuyển đổi các file từ chuẩn MAT sang chuẩn WAV. Việc truyền các file WAV xuống thiết bị CMC-356 sẽ được thực hiện bởi phần mềm Test Universe, các kết quả hoạt động của rơ le sẽ được đọc về PC bằng phần mềm DIGSI.

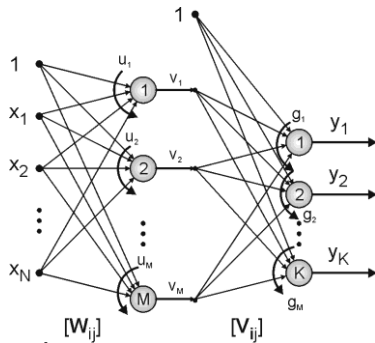


Hình 2. Thiết bị CMC-356 (a) và mô hình đề xuất phương pháp phối hợp các tín hiệu mô phỏng với rơ-le thực tế

Role khoảng cách được sử dụng trong bài báo là role 7SA611 của Siemens. Các thông số cho role 7SA611 được cài đặt theo đúng phiếu chỉnh định role và thiết bị tự động do Trung tâm Điều độ HTĐ miền Bắc tính toán và cài đặt cho role thực tế sử dụng trên đường dây 110kV Yên Bái - Khánh Hòa.

Mạng MLP và ứng dụng trong việc bù sai số về vị trí sự cố của role khoảng cách 7SA611

Mạng MLP (*MultiLayer Perceptron*) là một mạng truyền thẳng với các khối cơ bản là các nơ-rôn McCulloch – Pitts. Cấu trúc một mạng MLP với 1 lớp ẩn và các ký hiệu tín hiệu được thể hiện trên hình 3, trong đó mạng có N đầu vào, M nơ-rôn trên lớp ẩn và K đầu ra. Như trên hình 3, nếu ký hiệu chung các trọng số ghép nối giữa lớp đầu vào và lớp ẩn là W_{ij} (với i - chỉ số của nơ-rôn đích, j - chỉ số của nơ-rôn gốc) thì ta có $i = 1, 2, \dots, M; j = 0, 1, 2, \dots, N$. Tương tự nếu ký hiệu các trọng số ghép nối giữa lớp ẩn và lớp đầu ra là V_{ij} thì ta có $i = 1, 2, \dots, K; j = 0, 1, 2, \dots, M$. Tổng hợp lại có thể coi các giá trị W_{ij} tạo thành $\mathbf{W} \in \mathbb{R}^{M \times (N+1)}$ là ma trận các trọng số kết nối giữa lớp đầu vào và lớp ẩn, các giá trị V_{ij} tạo thành $\mathbf{V} \in \mathbb{R}^{K \times (M+1)}$ là ma trận các trọng số kết nối giữa lớp ẩn và lớp đầu ra.



Hình 3. Cấu trúc mạng MLP với một lớp vào, một lớp ẩn và một lớp ra

Khi đó, với véc-tơ đầu vào $\mathbf{x} = x_1, x_2, \dots, x_N \in \mathbb{R}^N$ (đầu vào phân cực cố định $x_0 = 1$) ta có đầu ra được xác định tuần tự theo chiều lan truyền thuận (*forward propagation*) như sau:

Tính tổng các kích thích đầu vào của nơ-rôn ẩn thứ i bằng:

$$u_i = \sum_{j=0}^M x_j W_{ij} \quad \text{cho } i = 1, 2, \dots, M$$

Tính đầu ra của nơ-rôn ẩn thứ i : $v_i = f_1 u_i$ cho $i = 1, 2, \dots, M$ (để thuận tiện cho việc biểu diễn các công thức, ta coi đầu vào phân cực cho các nơ-rôn lớp ra là $v_0 = 1$ cố định).

Tính tổng các kích thích đầu vào của nơ-rôn đầu ra thứ i :

$$g_i = \sum_{j=0}^M v_j V_{ij} \quad \text{cho } i = 1, 2, \dots, K.$$

Và cuối cùng ta có đầu ra thứ i của mạng sẽ bằng:

$$y_i = f_2 g_i \quad \text{cho } i = 1, 2, \dots, K.$$

Tổng hợp lại ta có hàm truyền đạt của mạng MLP là một hàm phi tuyến cho theo công thức phụ thuộc sau:

$$y_i = f_2 g_i = f_2 \left(\sum_{j=0}^M v_j V_{ij} \right) = f_2 \left(\sum_{j=0}^M f_1 u_j V_{ij} \right) = f_2 \left(\sum_{j=0}^M \left[f_1 \left(\sum_{k=0}^N x_k W_{jk} \right) V_{ij} \right] \right)$$

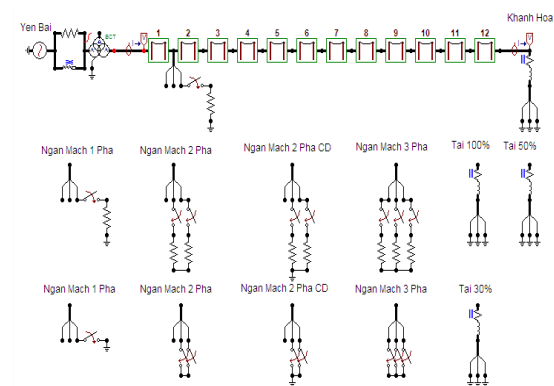
Để có được một mạng MLP để ứng dụng cho một bài toán cho trước, cần có một bộ số liệu mẫu và trên cơ sở các số liệu mẫu đó tiến hành các quá trình học theo các thuật toán thích nghi cho trước để xác định cấu trúc của mạng MLP (số nơ-rôn trên lớp ẩn, các hàm

truyền đạt) và các thông số ghép nối (W_{ij}, V_{ij}) [1,10]. Thuật toán học được sử dụng cho mạng MLP trong bài báo này là thuật toán Levenberg – Marquardt [10].

MÔ PHỎNG SỰ CỐ NGẮN MẠCH TRÊN ĐƯỜNG DÂY

Thông số đầu vào sử dụng cho mô phỏng

Mô hình đường dây tải điện 3 pha có một nguồn cung cấp, điện áp 110kV, chiều dài 118,5km được mô phỏng với các trường hợp sự cố ngắn mạch trên đường dây được xây dựng như trên hình 4.



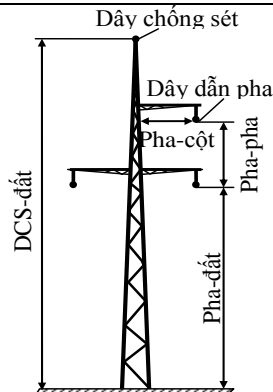
Hình 4. Mô hình mô phỏng đường dây tải điện 3 pha khi xảy ra sự cố ngắn mạch trên đường dây

Đầu đường dây sử dụng một nguồn điện áp 3 pha 220kV xoay chiều, một hệ thống mô tả tổng trở trong của nguồn. Một máy biến áp hạ áp 225/115/23kV. Các khối đo lường được đặt ở đầu đường dây để thu thập tín hiệu dòng điện và điện áp. Đường dây tải điện 3 pha được mô phỏng bằng 12 đoạn đường dây theo mô hình LCC[2]. Sự cố được mô phỏng bằng việc đóng 1 tổng trở R_{short} vào mạch điện. Để mô phỏng các sự cố tại các vị trí khác nhau ta sẽ điều chỉnh chiều dài của hai đoạn liền trước và liền sau vị trí sự cố sau cho vẫn đảm bảo được tổng chiều dài của đường dây là không thay đổi. Cuối đường dây có một tải được mô tả bởi tổng trở tương đương của tải ứng với các trường hợp phụ tải khác nhau (30%, 50% và 100% tải).

Đường dây trên không trong ATP được mô tả theo mô hình LCC (Model type: JMarti)[2], các thông số hình học của cột điện được sử dụng trong mô hình mô phỏng như trên hình 5 và bảng 1.

Bảng 1: Các thông số hình học của đường dây truyền tải được xét trong bài báo

STT	Pha	Pha - Cột (m)	Pha - Đất (m)	Độ võng Pha - Đất (m)
1	A	2,5	23	22
2	B	2,5	18,5	17,5
3	C	2,5	14	13
0	Chống sét	0	26	25



Hình 5. Cấu trúc cột điện

- Chiều dài đường dây: $l = 118,5 \text{ km}$; Tiết diện dây dẫn: AC - 185/29, điện trở đơn vị: $r_0 = 0,162 \text{ } (\Omega/\text{km})$, bán kính phần lõi Thép: $0,345 \text{ (cm)}$, bán kính phần Nhôm: $0,94 \text{ (cm)}$.
- Thông số tải 3 pha: $U = 110 \text{ kV}$, $S_{\text{tải}} = 99,1 \text{ (MVA)}$; $\cos\varphi = 0,85$
- Thông số máy biến áp tự ngẫu: Công suất định mức $S_{\text{dm}} = 125/125/25 \text{ MVA}$; Điện áp định mức $U_{\text{dm}} = 225/115/23 \text{ kV}$; Sơ đồ đầu dây: $Y_0 \text{ TN}/\Delta\text{-11}$; Điện áp ngắn mạch: $U_{\text{NC-T}} = 10,7\%$; $U_{\text{NC-H}} = 33,8\%$; $U_{\text{NT-H}} = 19,9\%$;
Tổn thất công suất không tải ở U_{dm} : $\Delta P_0 = 38 \text{ kW}$; Dòng điện không tải ở U_{dm} : $I_0 = 0,03\% \cdot I_{\text{dm}}$;
Tổn thất khi đầy tải $\Delta P_{\text{NC-H}} = 297 \text{ kW}$.
- Điện áp đầu nguồn: $U_{\text{dm}} = 225 \text{ kV}$.

Mô phỏng chế độ ngắn mạch trên đường dây
Để mô phỏng sự cố ngắn mạch, đóng một điện trở R_{short} vào đường dây với các trường hợp: ngắn mạch lý tưởng ($R_{\text{short}} = 0\Omega$) và ngắn mạch không lý tưởng ($R_{\text{short}} \in 1\Omega, 2\Omega, 3\Omega, 4\Omega, 5\Omega$).

Vị trí sự cố được giả thiết cứ mỗi 10km lại có sự cố ngắn mạch xảy ra trên đường dây cho đến hết chiều dài của đường dây $l = 118,5 \text{ km}$.

Mô phỏng với các thời điểm sự cố khác nhau xảy ra trong một chu kỳ để khảo sát khả năng xác định thời điểm sự cố không phụ thuộc vào pha của các tín hiệu khi xảy ra sự cố. Thời điểm sự cố được lựa chọn trong tập $M \in [0, T]$ với $T = 20 \text{ ms}$ là 1 chu kỳ của tín hiệu 50Hz.

CÁC KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VÀ MÔ PHỎNG

Các tín hiệu mẫu cho role và mạng MLP

Mô hình trên hình 2 được triển khai thực tế như trên hình 6 và đã được sử dụng để mô phỏng (bằng mô hình trong ATP/EMTP như hình 4) với các thông số sau đây của sự cố ngắn mạch:

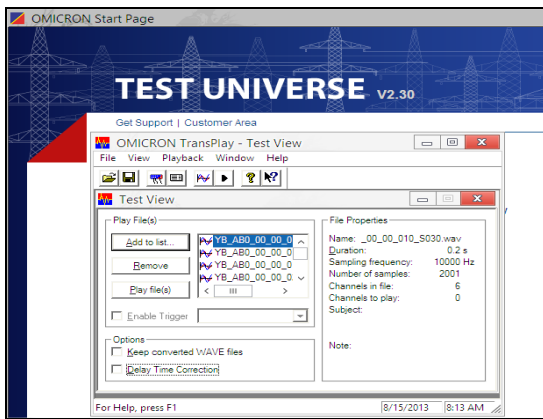
- Vị trí sự cố $l \in [10 \text{ km}, 20 \text{ km}, \dots, 110 \text{ km}]$: tổng cộng $N = 11$ giá trị khác nhau của vị trí sự cố.
- Điện trở sự cố $R_{\text{sc}} \in 0, 1, 2, 5 \Omega$: tổng cộng có $K = 4$ giá trị khác nhau của điện trở sự cố.
- Loại sự cố: $P = 4$ loại (Ngắn mạch 1 pha, ngắn mạch 2 pha, ngắn mạch 2 pha chạm đất và ngắn mạch 3 pha).
- Phụ tải cuối đường dây: $Q \in [30\%, 50\%, 100\%]$: tổng cộng 3 trường hợp phụ tải.



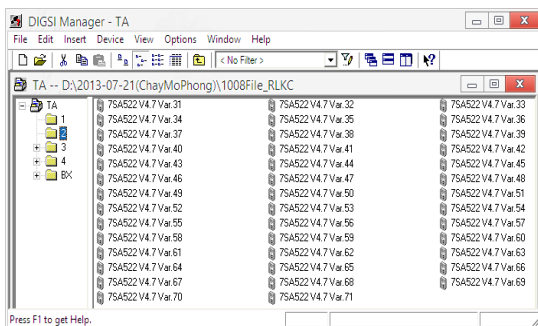
Hình 6. Kết nối máy tính với hệ thống thí nghiệm CMC-356 và role khoảng cách 7SA522

Tổng hợp lại, số các trường hợp mô phỏng ứng với vị trí sự cố, điện trở sự cố, dạng sự cố và phụ tải là $N \times K \times P \times Q = 11 \times 4 \times 4 \times 3 = 528$ trường hợp. Đồng thời để khảo sát ảnh hưởng của thời điểm sự cố (tính tương đối theo mốc pha của tín hiệu) sẽ xét thêm $M = 10$ trường hợp pha (bắt đầu từ khi đóng thiết bị chuyển mạch để tạo ngắn mạch tính từ 0,04 tới 0,06 (s) với khoảng cách đều 2ms) khi ngắn mạch tại các vị trí $l \in [10 \text{ km}, 40 \text{ km}, 80 \text{ km}, 110 \text{ km}]$ với giá trị điện trở sự cố $R_{\text{sc}} = 1\Omega$, như vậy sẽ có thêm $N \times K \times P \times Q \times M = 4 \times 1 \times 4 \times 3 \times 10 = 480$

trường hợp. Khi đó ta có: $528 + 480 = 1008$ bộ dữ liệu dòng điện và điện áp đầu đường dây mô phỏng trong ATP cho các trường hợp ngắn mạch được lưu lại dưới định dạng chuẩn của Matlab là các file *.MAT. Các file này sẽ được chuyển thành định dạng WAV và truyền xuống thiết bị Omicron CMC-356 bằng phần mềm Test Universe. CMC-356 sẽ tạo lại đúng các tín hiệu dòng điện và điện áp sự cố thông qua chức năng TransPlay và truyền vào role khoảng cách 7SA611. Các tác động của rơ-le khoảng cách sẽ được lưu lại trong các bản ghi của role (đối với loại 7SA611 ta có thể ghi nhớ tối đa 8 sự kiện cuối cùng). Các bản ghi sự cố được đọc trên máy tính bằng phần mềm DIGSI 4.82 như trên hình 8.



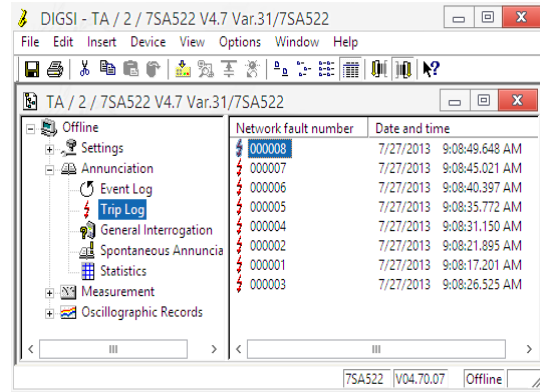
Hình 7. Giao diện phần mềm Test Universe V2.30 truyền các file chứa tín hiệu u-i xuống hợp bộ thí nghiệm CMC-356



Hình 8. Giao diện phần mềm DIGSI 4.82 và các bản ghi sự cố

DIGSI cho phép chúng ta chọn từng bản ghi và liệt kê các trường thông tin chi tiết bên trong bản ghi đó để phục vụ cho việc so sánh

và tính toán tiếp theo. Trong bài báo này sẽ quan tâm tới thông tin vị trí sự cố do rơ-le ước lượng từ các tín hiệu đo lường. Trên hình 9 thể hiện thông tin về vị trí sự cố "Trip Log" trong bản ghi của rơ-le.



Hình 9. Kết quả tác động của role khoảng cách 7SA522 được đọc từ chức năng Trip log

Sau khi có các kết quả về ước lượng vị trí của role, tiếp tục tạo các mẫu tín hiệu cho mạng MLP. Các giá trị dòng và áp của đầu đường dây sẽ được phân tích để tạo ra véc-tơ đặc tính phục vụ cho nhiệm vụ nhận dạng [5,6,7,8]. Qua khảo sát các đường đặc tính thời gian ta nhận thấy:

- Tín hiệu đạt trạng thái xác lập mới sau khoảng từ 3 đến 6 chu kỳ của tần số cơ bản.
- Mỗi trường hợp sự cố sẽ có các giá trị của biên độ thành phần quá độ cũng như biên độ của các thành phần giao động sau quá độ khác nhau.

Vì vậy, đối với mỗi trường hợp sự cố, từ tín hiệu $u_1(t), i_1(t)$ ở đầu đường dây ta sẽ tạo véc-tơ đặc tính bao gồm 14 giá trị đặc trưng là: 4 giá trị tính từ phổ FFT là tỷ lệ giữa tổng mức năng lượng của các hài bậc 2, 3, 4 và 5 so với năng lượng của tần số cơ bản 50Hz, 10 giá trị tức thời từ thời điểm chuyển mạch với chu kỳ lấy mẫu 2ms. Tổng cộng sẽ có $14 \times 6 = 84$ đặc tính được sử dụng để đưa vào khối tính toán tiếp theo là mạng MLP. Nhiệm vụ của mô hình cần xây dựng là dựa trên cơ sở 84 giá trị đặc tính này ta cần xác định ngược lại thông số vị trí điểm sự cố (tính từ đầu đường dây). Kết quả tác động của role khoảng cách 7SA611

Tổng hợp kết quả về vị trí sự cố được thống kê từ phần mềm DIGSI ta có sai số trung bình về vị trí của 4 dạng sự cố ngắn mạch: 1 pha (AG0), 2 pha (AB0), 2 pha chạm đất (ABG) và ngắn mạch 3 pha (ABC) là $l_{tb} = 4,14(km)$ tương ứng 3,49%

Kết quả tác động của mạng MLP

Với bộ số liệu 1008 mẫu ta sẽ chia làm hai bộ số liệu con: một phần của bộ số liệu gồm 672 mẫu (2/3 tổng số mẫu có được) để xây dựng mô hình (điều chỉnh thích nghi các tham số của mạng nơ-rôn để tối ưu hóa sai số đầu ra), phần còn lại (336 mẫu) được dùng để kiểm tra chất lượng của quá trình học.

Từ các kết quả tác động về vị trí sự cố của role khoảng cách 7SA611 cho 1008 file sự cố. Các giá trị sai số $\Delta l = l_{chính xác} - l_{role}$ sẽ được sử dụng trong quá trình huấn luyện mạng MLP để bù sai số cho role khoảng cách.

Với bộ số liệu đã cho, các mạng MLP cần xây dựng sẽ có 84 đầu vào và 1 đầu ra ứng với giá trị cần ước lượng là lượng cần bù sai số vị trí sự cố của role khoảng cách. Hàm truyền đạt của lớp ẩn được lựa chọn là hàm tansig, hàm truyền đạt của lớp đầu ra được lựa chọn là hàm tuyến tính do giá trị của vị trí sự cố tính theo km có thể vượt quá giải giá trị (-1, 1) của các nơ-rôn tansig hay (0,1) của các nơ-rôn logsig. Thông số cần phải xác định chính còn lại là số lớp ẩn và số nơ-rôn trong mỗi lớp ẩn. Trong bài báo tác giả tiến hành thử nghiệm nhiều cấu trúc khác nhau cho các mạng một lớp ẩn, đồng thời số nơ-rôn ẩn tăng dần từ 1, 2,... cho tới khi thu được mạng có các sai số đủ nhỏ.

Kết quả chi tiết mạng MLP cho phát hiện dạng sự cố được thể hiện trên hình 5.

Sai số trung bình khi học về vị trí sự cố: $l_{tb} = 1,62(km)$ tương ứng: 1,37%.

Sai số trung bình khi kiểm tra về vị trí sự cố: $l_{tb} = 2,43(km)$ tương ứng: 2,05%.

Tổng hợp các kết quả sử dụng role khoảng cách thực tế và dùng mạng MLP để giảm các sai số về vị trí sự cố của role khoảng cách thực tế khi xảy ra ngắn mạch 1 pha, ngắn

mạch 2 pha, ngắn mạch 2 pha chạm đất và ngắn mạch ba pha như sau:

Bảng 2: Các sai số học và sai số kiểm tra của mạng MLP khi bù sai số khoảng cách cho 4 dạng sự cố

Loại Sự cố	Sai số trung bình của Role thực tế (m)	Sai số học trung bình của MLP + Role thực tế (m)	Sai số kiểm tra trung bình của MLP + Role thực tế (m)
AB0	2946,8	743,7	1179,1
ABG	4577,4	2437,4	3601,0
ABC	4998,4	2611,1	3467,7
AG0	4037,3	699,5	1477,0
Σ	4140,0	1622,9	2413,2

Từ bảng trên ta thấy việc sử dụng mạng MLP để bù sai số khoảng cách để cải thiện đáng kể sai số của role (sai số trung bình giảm từ 4140m xuống 2413,2m, tương ứng với hơn 40% lượng sai số).

KẾT LUẬN

Bài báo đã nghiên cứu và phát triển được một mô hình ứng dụng mạng MLP để bù sai số về vị trí sự cố cho role khoảng cách thực tế trên đường dây. Giải pháp đã được thử nghiệm với các hoạt động của role thực tế 7SA611 với các tín hiệu dòng – áp được tạo ra từ thiết bị CMC-356 trên cơ sở các tín hiệu mô phỏng sự cố bằng phần mềm ATP/EMTP.

Công trình có thể có các hướng phát triển tiếp theo như: Triển khai các thiết bị đo lường và xử lý tín hiệu thực tế để kiểm tra khả năng hoạt động tại hiện trường của các giải pháp...

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Kolmogorov A. N., On the representation of continuous functions of several variables by superposition of continuous functions of one variable and addition, Dokl. Akad. Nauk SSSR, vol. 114, p. 953 – 956
2. ATP DRAW User Manual, version 3.5 for Windows 9x/NT/2000/XP, 2002
3. H. Dommel, “Electro-Magnetic Transients Program”, BPA, Portland, Oregon, 1986.
4. Glencoe Science: *Electricity and Magnetism*, McGraw-Hill, 2001.
5. S. Brahma, Fault location scheme for a multi-terminal transmission line using synchronized

voltage measurements, IEEE Trans. Power Delivery, 20(2), 2005, 1325-1331.

6. Brahma S, Girgis A, Fault Location on a Transmission Line Using Synchronized Voltage Measurements, IEEE Trans. Power Delivery, 19(4), 2004, 1619-1622.

7. Djuric M, Radojevic Z, Terzija V, *Distance protection and fault location utilizing only phase current phasors*, IEEE Trans. Power Delivery, 13(4), 1998, 1020-1026.

8. Zamora I, Minambres J, Mazon A, Alvarez-Isasi R, Lazaro J, *Fault location on two-terminal transmission lines based on voltages*, IEE Proceedings: Generation, Transmission and distribution, 143(1), 1996, 1-6.

9. S.H., Horowitz, A.G. Phadke (2008), *Power System Relaying, 3rd edition*, Wiley.

10. D Nigrin A., *Neural Networks For Pattern Recognition*, Cambridge MA: The MIT Press, 1993

SUMMARY

TESTING THE CAPABILITY OF MLP NEURAL NETWORK IN DISTANCE RELAY ERROR CORRECTION USING CMC-356

Truong Tuan Anh^{1*}, Tran Hoai Linh², Nguyen Duc Thao²

¹College of Technology – TNU,

²Hanoi University of Science and Technology

This paper presents the results of the application of Omicron CMC-356 testing device to examine the performance of the distance relay, and also to check the capability of MLP neural networks to compensate short-circuit fault location error of distance relays on the transmission line. The input signals to the relay are the current and voltage signals at the beginning of the line. The simulations will be performed for 3-phase transmission line Yen Bai - Khanh Hoa with 110 kV supply voltage and will shown the good capability of MLP neural network in error compensations.

Keywords: *Distance relay, short-circuit faults, CMC-356, neural networks, error corrections*

Ngày nhận bài: 04/6/2014; Ngày phản biện: 23/6/2014; Ngày duyệt đăng: 25/8/2014

Phản biện khoa học: PGS.TS Nguyễn Thanh Hà – Đại học Thái Nguyên

* Tel: 0973 143888, Email: ttanhhd@gmail.com