

PHÂN TÍCH BẢN GHI SỰ KIỆN CỦA ROLE KỸ THUẬT SỐ BẰNG PHẦN MỀM SOFTSTUF WAVEWIN

ANALYSIS OF EVENT RECORD FUNCTION OF NUMERICAL RELAY WITH THE USE OF SOFTSUF WAVEWIN SOFTWARE

Lê Kim Hùng¹, Vũ Phan Huân²

¹Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng; lekimhung@dut.udn.vn

²Công ty TNHH MTV Thí nghiệm điện Miền Trung; vuphanhuan@gmail.com

Tóm tắt - Chương trình Softstuf Wavewin được tích hợp trong phần mềm Schneider Easergy Studio và Abb PCM600. Nó hỗ trợ việc thu thập và phân tích các tệp tin nhiễu loạn được lưu trữ ở định dạng chuẩn Comtrade lấy từ role bảo vệ kỹ thuật số. Vì vậy, mục đích của bài viết này giải thích rõ bản chất của dữ liệu sự cố bằng chương trình Wavewin. Chúng tôi tập trung vào nhận dạng và phân loại các dạng sự cố, các thuộc tính sự cố như giá trị độ lớn tín hiệu đo, thời gian, sóng hài, thành phần thứ tự và vị trí sự cố (phương pháp một đầu và hai đầu đường dây). Bài viết cũng xử lý hiệu quả các hồ sơ sự cố lấy từ role Toshiba GRT200, SEL311C, Schneider P445 và mô hình hệ thống điện đề xuất viết bằng Matlab Simulink có hỗ trợ định dạng Comtrade. Kết quả bài viết cung cấp thông tin chính xác hỗ trợ công tác điều tra sự cố của đơn vị quản lý vận hành có thể phản ứng nhanh chóng đối với các sự cố xảy ra trong hệ thống điện.

Từ khóa - Role bảo vệ kỹ thuật số; Bản ghi sự cố; phần mềm Wavewin Se; định vị sự cố sử dụng dữ liệu một đầu đường dây; định vị sự cố sử dụng dữ liệu hai đầu đường dây

1. Đặt vấn đề

Bản ghi sự kiện của role bảo vệ kỹ thuật số là một trong những bằng chứng quan trọng nhất để các cán bộ kỹ thuật có thể sử dụng trong quá trình điều tra sự cố xảy ra trên hệ thống. Bản ghi lưu ở định dạng chuẩn Comtrade cung cấp đầy đủ thông tin cần thiết như dạng sóng dòng điện, điện áp, trạng thái đầu vào số và chức năng bảo vệ tác động... Thực tế vận hành lưới điện Việt Nam có nhiều loại thiết bị của các hãng khác nhau dùng để bảo vệ và cung cấp dữ liệu sự cố. Mỗi loại có định dạng lưu trữ và đặt tên khác nhau cũng như các loại hiệu chuẩn, lấy mẫu, đồng bộ hóa, lọc và kích hoạt (Trigger) làm ảnh hưởng đến độ chính xác của việc phân tích sự cố, đặc biệt với dữ liệu sự cố lấy từ các thiết bị cũ [1]. Để giải quyết vấn đề này, từ năm 2010, EVN đã đầu tư lắp mới và thay thế thiết bị cũ bằng thiết bị điện tử thông minh có hỗ trợ chuẩn IEC61850 (IEDs), cài đặt phần mềm chuyên dụng của từng hãng sản xuất thiết bị role bảo vệ (RLBV) đang sử dụng, lắp đặt máy tính kỹ thuật tại trạm biến áp (TBA), nhà máy điện (NMD) và trung tâm điều khiển (TTĐK) nhằm cấu hình, cài đặt và tải các bản ghi sự kiện. Trong đó, có các công cụ phân tích bản ghi sự kiện nổi tiếng như Abb Wavewin, Schneider Wavewin, Siemens Sagra 4, Sel AcSELerator Analytic Assistant, và Toshiba GR-TIEMS để giải quyết nhu cầu tạo ra các đồ thị hiển thị dữ liệu trực quan, đơn giản nhưng mạnh mẽ, và chứa đựng nhiều thông tin hữu ích phục vụ cho công tác phân tích dữ liệu và tìm ra nguyên nhân gây sự cố.

Trên cơ sở đánh giá tình hình nghiên cứu trong và ngoài nước liên quan đến công cụ phân tích sự cố lưới điện cho thấy có 3 yêu cầu cơ bản mà nó cần phải đáp ứng khi sử dụng cho RLBV của nhiều hãng khác nhau [2]:

Abstract - The Softstuf Wavewin program implemented in Schneider Easergy Studio and Abb PCM600 software supports collection and analysis of disturbance files stored in the standard Comtrade format from numerical relay protection. So, the purpose of this paper is to clearly explain the fault data by the Wavewin program. We focus on recognition and classification of fault types including measuring fault attributes such as magnitude, duration, harmonics, sequence components, and fault location (single and double ended method). The paper also offers effective handling of disturbance records from the relay such as Toshiba GRT200, SEL311C, Schneider P445 and proposes power system model by Matlab Simulink software supporting the Comtrade format. As a result, the paper provides accurate information to support the fault investigation problem of operators with providing rapid responses to faults in the power system.

Key words - Numerical relay protection; Fault record; Wavewin Se software; Single Ended Fault Location; Double Ended Fault Location.

- Cần phải hiển thị giá trị đo lường dòng điện, điện áp, sóng hài và chiều công suất trước, trong và sau sự cố chính xác.

- Cần phải hiển thị đúng thời gian thay đổi trạng thái đầu vào số, role đầu ra số và chức năng bảo vệ tác động.

- Vị trí sự cố sử dụng dữ liệu tại một và hai đầu đường dây đúng với thực tế.

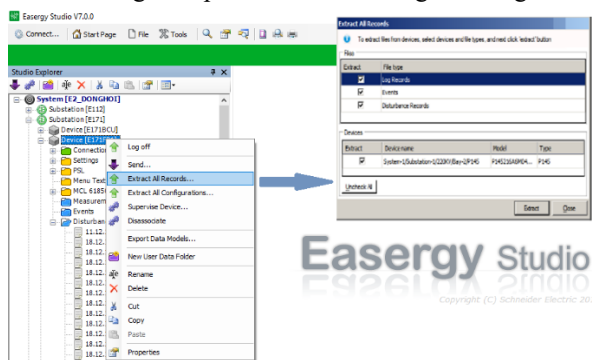
Tuy nhiên, mỗi công cụ đều có những nhược điểm riêng nên các nghiên cứu của [3, 4] về tính năng định vị sự cố sử dụng dữ liệu tại một đầu và hai đầu đường dây bằng phần mềm Sagra 4 đối với RLBV hãng Siemens đã chỉ ra, không phải lúc nào phương pháp tính theo hai bản ghi cũng cho kết quả bởi vì trong nhiều trường hợp phép tính không hội tụ. Vì vậy, phần mềm sẽ tự động chuyển sang chế độ tính toán theo bản ghi tại một đầu. Theo tài liệu [5-7], các phần mềm Sel AcSELerator Analytic Assistant hoặc Toshiba GR-TIEMS chỉ hỗ trợ hiển thị vị trí sự cố trong bản ghi sự kiện dành riêng cho role hãng Sel hoặc Toshiba nên chúng không thể đọc vị trí sự cố tại một đầu đường dây của role hãng khác và tính toán vị trí sự cố bằng bản ghi hai đầu đường dây. Bên cạnh đó, tác giả Price [8] đã sử dụng phần mềm Abb Wavewin phân tích hai bản ghi sự cố xảy ra trên hệ thống điện của Big Rivers Electric Corporation, để tìm ra nguyên nhân cắt sai và chỉ ra một số vấn đề sai sót tiềm ẩn khác trong mạch nhị thức, thông số chỉnh định role không đúng và lỗi máy cắt có thể xảy ra. Tuy nhiên, tác giả cũng chỉ dừng lại ở việc định vị sự cố sử dụng dữ liệu một đầu đường dây. Ngoài ra, các đề xuất xây dựng công cụ phần mềm ASP.NET của Musaruddin [9], hệ thống web Substation Assistant™ data Management của Kezunovic [10] và phần mềm quản lý Alarm Manager dựa trên C#.net, Google Maps của tác giả Ngur [11] để thu thập bản ghi sự

kiện của tất cả các IED trên hệ thống điện về máy tính chủ nhằm thực hiện phân tích sự cố tự động, đồng thời gửi cảnh báo điều hướng nhân viên vận hành gần nhất đến điểm cần xử lý, vẫn còn có khá nhiều thách thức nếu triển khai vào thực tế do cần phải đầu tư hạ tầng phần cứng và hệ thống truyền thông tin cấp quang.

Xuất phát từ hiện trạng và thực tế nêu trên đã dẫn đến nhu cầu cấp thiết cần tăng cường kỹ năng sử dụng phần mềm và xử lý nhanh sự cố cho cán bộ kỹ thuật nhằm đưa ra quyết định phù hợp. Vì vậy, bài báo đi sâu vào nghiên cứu ứng dụng công cụ Wavewin để phân tích và giải thích đúng các bản ghi sự kiện thực tế thu được từ RLBV Toshiba GRT200, SEL311C và Schneider P445 sử dụng định dạng cho tín hiệu đo lường bằng giá trị đỉnh (Peak) và hiệu dụng (RMS) của TBA 110kV Tam Kỳ, Đồng Lâm, và Đồng Hới. Đặc biệt là bài báo tiến hành mô phỏng hệ thống điện bằng Matlab Simulink, tạo ra số lượng lớn các kịch bản sự cố để đánh giá độ chính xác của tính năng định vị sự cố sử dụng dữ liệu tại một và hai đầu đường dây trong công cụ Wavewin và role P443 mà điều kiện vận hành thực tế khó có thể thực hiện được.

2. Phần mềm phân tích sự cố Wavewin

Wavewin là công cụ phần mềm phát triển bởi Công ty Softstuf, đang được hãng Schneider tích hợp với phần mềm giao diện role Easergy Studio và hãng Abb tích hợp với phần mềm PC600 nhằm hỗ trợ người dùng phân tích dữ liệu của RLBV một cách dễ dàng, nó liên tục được mở rộng và thêm nhiều tính năng mới mỗi năm. Hiện nay công cụ đã phát triển thành một gói sản phẩm đầy đủ chức năng và được đánh giá nằm trong nhóm dẫn đầu hiện thị, phân tích dữ liệu. Phần mềm có khả năng sắp xếp và tìm kiếm, sao chép, di chuyển, xóa và ghép nối nhiều bản ghi với nhau. Phần mềm tích hợp các tính năng phân tích biểu đồ dạng sóng, đồ thị véc tơ, bảng sóng hài, tính toán thành phần thứ tự, và định vị sự cố [12]. Trước khi nêu bật những ưu điểm và nhược điểm của Wavewin, bài báo trình bày hai bước thực hiện công việc phân tích sự cố trong hệ thống điện.



Hình 1. Tài bản ghi sự cố bằng phần mềm Easergy Studio

Bước đầu tiên trong việc phân tích một sự cố là kiểm tra các thông số chính định của RLBV đang làm việc. Hạng mục này có thể tốn nhiều công sức vì nó yêu cầu tất cả các thông số phải được tính toán lại. Quá trình phân tích có thể mất hàng giờ để hoàn thành nếu thực hiện thủ công nhưng với các công cụ thích hợp, quá trình này chỉ mất vài phút. Hình 1 trình bày thao tác tải bản ghi sự cố của RLBV bằng

phần mềm Schneider Easergy Studio tại TBA 110kV Đồng Hới. Người dùng thực hiện bấm chuột phải vào role có tên là E171F21 và chọn Extract All Records để phần mềm lưu tất cả các bản ghi sự kiện vào cây thư mục Disturbances Records theo thứ tự thời gian.

Bước tiếp theo là giải thích đúng diễn biến sự cố từ các bản ghi sự kiện có thể cung cấp cho chúng ta cái nhìn sâu sắc, có giá trị về các điều kiện và hiệu quả làm việc của các thiết bị bảo vệ khác nhau trong hệ thống điện. Đồng thời, giúp cho nhân viên vận hành sửa chữa phần tử sự cố, khôi phục lưới được dễ dàng hơn, cải thiện độ tin cậy của hệ thống điện. Tuy nhiên, khi xảy ra sự cố trên lưới điện thì yêu cầu đơn vị quản lý vận hành có trách nhiệm gửi báo cáo sự cố cho Cấp điều độ có quyền điều khiển thiết bị và phải nhanh chóng tìm ra nguyên nhân để khắc phục trong khoảng thời gian 24 giờ theo yêu cầu của EVN đang trở thành thách thức bởi vì trong thực tế có rất nhiều yếu tố khác nhau làm ảnh hưởng đến sự làm việc đúng đắn của hệ thống RLBV [13]. Bên cạnh đó, phân tích sự cố không phải là chỉ nhìn trực quan sự việc mà đòi hỏi kiến thức và kinh nghiệm tích lũy về cách giải mã các bản ghi sự kiện của các cán bộ kỹ thuật. Việc phân tích không chuẩn sẽ gây nhiều lãng phí. Ví dụ trường hợp sự cố nằm trong vùng bảo vệ, RLBV dự phòng tác động vượt cấp còn RLBV chính thì không tác động nên đã có khá nhiều báo cáo điều tra sự cố là cần phải kiểm tra thêm hoặc không tìm ra nguyên nhân gây sự cố.

Dù công nghệ và thiết bị của hệ thống bảo vệ có hiện đại nhưng chất lượng nguồn nhân lực mới thực sự là nhân tố quan trọng và quyết định cho sự đảm bảo tin cậy hệ thống điện. Cho nên bài báo sẽ cung cấp cho kỹ sư điện mới nền tảng cơ bản để phân tích các trường hợp sự cố điển hình thu được từ TBA 110kV Tam Kỳ, Đồng Lâm và Đồng Hới ở dưới đây.

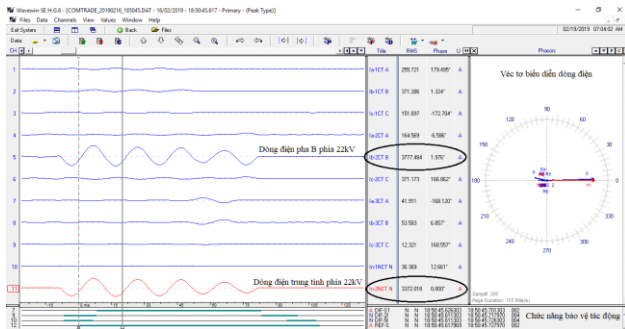
2.1. Phân tích sự cố ghi nhận trên RLBV số lệnh

Xét sự cố xảy ra tại TBA 110kV Tam Kỳ vào lúc 01 giờ 50 phút 45 giây, ngày 17 tháng 02 năm 2019. Ta có được thông tin sơ bộ từ RLBV Toshiba GRT200 dùng để bảo vệ MBA T2 40MVA là dạng sự cố pha B, chức năng REF-S và DIF-S1 tác động đi nhảy máy cắt 132, 332, 432 (xem Hình 2a).

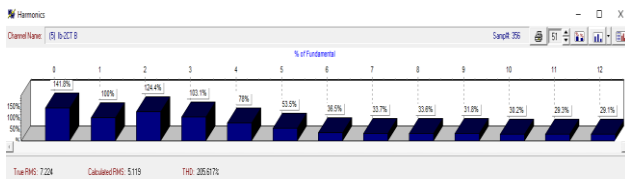
Sau khi dùng phần mềm Toshiba GR-TIEMS để tải và lưu bản ghi sự kiện có tên là COMTRADE_20190216_185045.DAT, chúng ta mở bằng phần mềm Winwave sẽ có giao diện người dùng gồm 3 cửa sổ chính để phân tích sự cố. Cửa sổ 1 hiển thị dạng sóng dòng điện, đầu vào/ra số, và chức năng bảo vệ tác động. Cửa sổ 2 là dạng bảng trình bày giá trị độ lớn hiệu dụng và góc. Cửa sổ 3 là đồ thị véc tơ dòng điện các pha (Hình 2b). Từ đó ta nhận thấy, tại thời điểm bắt đầu xảy ra sự cố vào lúc 01h50'45''660'', thành phần sóng hài bậc 2 là 124,4%, bậc 5 là 53,5% vượt ngưỡng chính định role (DIF-2f = 15%, DIF-5f = 30%) nên role không tác động (Hình 2c). Sau đó thành phần sóng hài giảm về dưới giá trị đặt nên role tác động (sau 7ms với REF-S, sau 8ms với DIF-S1), dạng sóng Ib-2CT B và In-2CT N gần trùng pha nhau, có độ lớn dòng điện sự cố tương ứng là 5342,169A và 4768,573A.

Event Record				
File View Communication				
				
Level	Test Flag	Date & Time	Event Text	Status
1		2019/02/17 01:50:45.656*	OPT.PHASE-B	On
1		2019/02/17 01:50:45.626*	DIF-S1	On
1		2019/02/17 01:50:45.617*	GEN.TRIP	On
1		2019/02/17 01:50:45.617*	REF-S	On

Hình 2a. Bản ghi sự kiện RLBV Toshiba GRT200



Hình 2b. Dạng sóng dòng điện và chức năng bảo vệ tác động của RLBV Toshiba GRT200



Hình 2c. Phân tích sóng hài

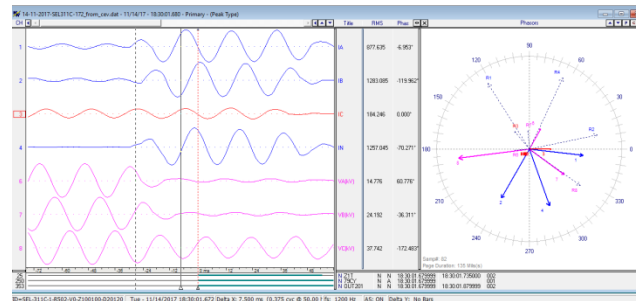
Nhận xét: Phân tích thông tin sự cố của RLBV Toshiba GRT200 có được từ phần mềm Winwave kết hợp với công tác tìm kiếm tại hiện trường, đơn vị quản lý vận hành đã xác định được kết quả điều tra sự cố là nguyên nhân xảy ra do nỗ đầu cấp pha B gần biến dòng CT432 nên dẫn đến RLBV GRT200 phát hiện sự cố pha BN nằm trong vùng bảo vệ.

2.2. Phân tích sự cố ghi nhận trên RLBV khoảng cách

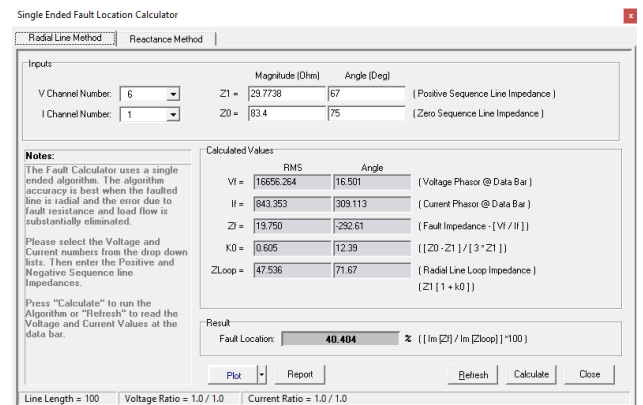
Sau khi tải bản ghi sự cố bằng phần mềm AcSElerator QuickSet từ RLBV SEL311C tại ngăn lộ đường dây 172 đi Văn Xá, có chiều dài $L=13,9\text{km}$ mở TBA 110kV Đồng Lâm vào lúc 6 giờ 30 ngày 14 tháng 11 năm 2017, ta nhận biết được thông tin kiểu sự cố là pha ABG, bảo vệ khoảng cách vùng 1 tác động (Z_{1T}), vị trí sự cố là 5,78km, dòng điện sự cố $I_A = 1605\text{A}$, $I_B = 2353\text{A}$, $I_C = 277\text{A}$, $I_N = 2411\text{A}$, $I_G = 2412\text{A}$, $3I_2 = 2027\text{A}$.

Hình 3a trình bày đồ thị dạng sóng sự cố và tín hiệu bảo vệ tác động có được từ phần mềm Winwave. Tại thời điểm bắt đầu sự cố vào lúc 6h30'01''650'', dạng sóng dòng điện pha A, B và N tăng cao và dạng sóng điện áp pha A, B giảm thấp, role hiển thị tín hiệu Z_{1T} sau 30ms. Để xác định vị trí sự cố, ta nên lưu ý chọn vị trí con trỏ điểm làm việc nằm trong khu vực sự cố có tín hiệu dòng điện, điện áp ổn định, và tránh xa điểm bắt đầu sự cố (các tín hiệu tại thời điểm này không ổn định do dịch pha, chứa các thành phần DC và sóng hài cao làm ảnh hưởng đến phép biến đổi Fourier và tính toán sai các thành phần thứ tự) [14]. Do đó, trong trường hợp này nhóm tác giả chọn thời điểm nằm trước Z_{1T}

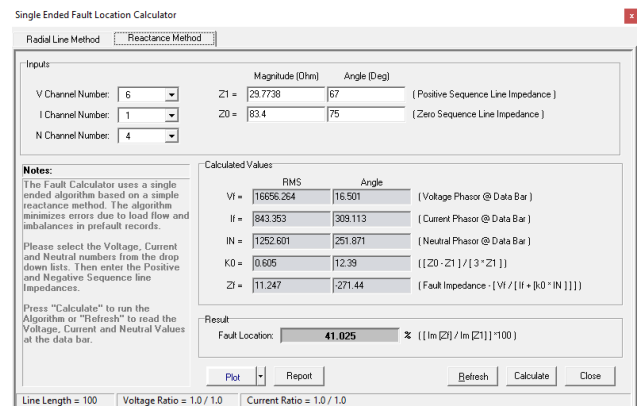
tác động là 10ms. Bởi vì SEL311C sử dụng định dạng cho tín hiệu đo lường bằng giá trị đỉnh nên ta chọn công cụ tính toán vị trí sự cố sử dụng dữ liệu một đầu đường dây nằm trong menu Data/ Fault Locator/ Single End, nhập các thông số $Z_1 = 29,7738\angle 67^\circ \Omega$, $Z_0 = 83,4\angle 75^\circ \Omega$ và nhấn vào nút Calculate thu được kết quả bằng phương pháp đường hướng tâm (Radial Line Method) là 40,404% hay 5,61km (Hình 3b), phương pháp điện kháng (Reactance Method) là 41,025% hay 5,7km (Hình 3c).



Hình 3a. Dạng sóng dòng điện và chức năng bảo vệ tác động của RLBV SEL311C



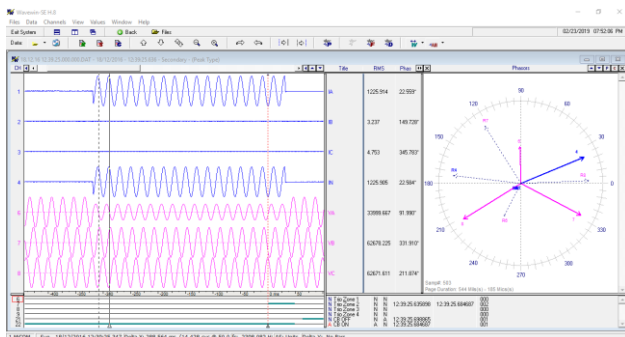
Hình 3b. Định vị sự cố sử dụng phương pháp đường hướng tâm cho RLBV SEL311C



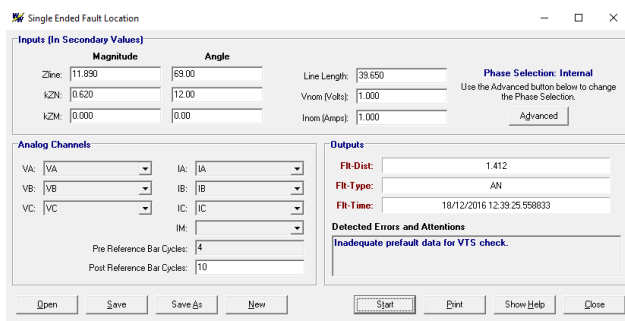
Hình 3c. Định vị sự cố sử dụng phương pháp điện kháng cho RLBV SEL311C

Tương tự, phân tích sự cố xảy ra tại ngăn lộ 171 dài 39,65km ở TBA 110kV Đồng Hới vào lúc 12h39'25''636'' ngày 18/12/2016. Thông tin hiển thị trên RLBV Schneider P445 là vị trí sự cố 56,06km, kiểu sự cố AG, bảo vệ khoảng cách vùng 2 tác động (Z_2), dòng sự cố $I_A = 1225,9\text{A}$, $I_N = 1225,4\text{A}$. Khi đọc bản ghi sự kiện bằng phần mềm Winwave, cho thấy dạng sóng dòng điện pha A,

N tăng cao, và dạng sóng điện áp pha A giảm tại thời điểm 12h39'25''316'''. Sau khoảng thời gian 0.32s, RLBV hiển thị tín hiệu Z2, và sau 60ms tiếp theo thì tín hiệu MC cắt (CB OFF) xuất hiện. Bởi vì P445 sử dụng định dạng cho tín hiệu đo lường bằng giá trị hiệu dụng nên ta chọn công cụ nằm trong menu Data/Fault Detector để tính toán vị trí sự cố, loại sự cố và thời gian sự cố. Trong đó, tần số lấy mẫu được chọn là 24 mẫu/chu kỳ hay 1200 mẫu/giây ở lưới điện 50Hz. Tất cả các mẫu hiển thị ở giá trị nhất thứ. Tại khung Inputs, nhập các thông số đường dây $Z_1 = 11,89 \angle 69^\circ \Omega$, $KZN = 0,62 \angle 12^\circ \Omega$. Ngoài ra, chọn tên kênh dòng điện, điện áp trong khung Analog Channels phù hợp và nhấn nút Start để có được kết quả là dạng sự cố AN, vị trí sự cố $1,412 \times 39,65 = 55,986 \text{ km}$. Xem Hình 4.



Hình 4a. Dạng sóng dòng điện, điện áp, đầu vào số và chức năng bảo vệ tác động của RLBV P445



Hình 4b. Phân tích sự cố cho RLBV Schneider P445

Nhận xét: Phần mềm Winwave Se có khả năng đọc file sự cố của role SEL311C, và P445. Phần mềm thực hiện phép tính định vị sự cố sử dụng dữ liệu tại một đầu đường dây khác so với phép tính của RLBV hãng SEL và Schneider đã được nhóm tác giả công bố trong tài liệu [15, 16] nên kết quả đưa ra không giống nhau, thậm chí sẽ bị sai khác lớn hơn nếu đường dây có nguồn cung cấp từ hai phía và điện trở sự cố lớn.

2.3. Định vị sự cố sử dụng dữ liệu 2 đầu đường dây

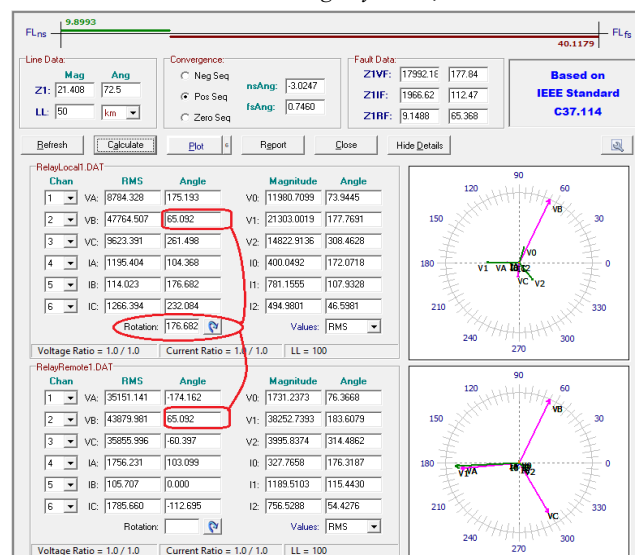
Nội dung mục này thực hiện việc phân tích trên cơ sở sử dụng dữ liệu hai đầu đường dây (tại chỗ và từ xa) với giả định sự cố hai pha chạm đất ACG, vị trí sự cố tại 10km tính từ role đầu tại chỗ, xảy ra trên mô hình đường dây đề xuất có chiều dài dòng 50km được trình bày trong mục 3. Bước đầu tiên, mở hai bản ghi dữ liệu sự cố được lấy từ hai đầu của đường dây là LocalRelay1.DAT và RemoteRelay1.DAT như Hình 5.

Sau đó chọn menu Data/Fault Locator/Double End để mở công cụ tính toán vị trí sự cố sử dụng dữ liệu hai đầu đường dây. Chọn số kênh điện áp và dòng điện trong mỗi bản ghi đúng theo thứ tự V_A, V_B, V_C, I_A, I_B và I_C . Tiếp đến,

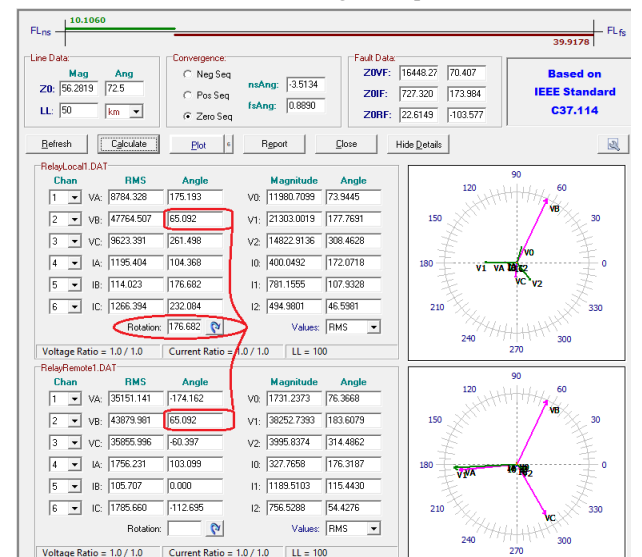
cần chỉnh các góc điện áp và dòng điện không sự cố cho đầu tại chỗ và từ xa sao cho trùng pha nhau (trong trường hợp này là điện áp pha B). Ta nhập giá trị $176,682^\circ$ trong trường xoay góc và nhấn vào nút "Rotate", cho phép phần mềm tính toán thành phần thứ tự không, thứ tự thuận, thứ tự nghịch và xác định vị trí sự cố chính xác hơn. Cuối cùng, chọn phương pháp tính vị trí sự cố dùng tổng trở thứ tự thuận (Pos Seq) cho kết quả ở Hình 6, hoặc tổng trở thứ tự không (Zero Seq) cho kết quả ở Hình 7.



Hình 5. Dạng sóng dòng điện, điện áp của hai đầu đường dây tại điện



Hình 6. Định vị sự cố sử dụng thành phần thứ tự thuận



Hình 7. Định vị sự cố sử dụng thành phần thứ tự không

Nhận xét: Phương pháp định vị sự cố sử dụng dữ liệu hai đầu đường dây sẽ làm việc chính xác nếu định dạng file Comtrade của thiết bị từ các nhà sản xuất khác nhau được chuyển đổi về cùng giá trị hiệu chuẩn RMS hoặc đỉnh. Ngoài ra, các giá trị tổng trở đường dây cũng phải quy đổi về cùng giá trị nhất thứ để tránh sai khác do tỷ số biến CT, VT.

3. Xây dựng mô hình hệ thống điện

Do thực trạng công việc thu thập, thống kê các thông tin sự cố thực tế và các hồ sơ ghi chép của đơn vị quản lý vận hành chưa được hoàn chỉnh nên nhiều trường hợp sự cố xảy ra chỉ có các bản ghi của role nhưng không có các thông tin về vị trí thực tế xảy ra sự cố, dẫn đến khó khăn cho việc đánh giá kiểm chứng chi tiết độ chính xác của hai công cụ định vị sự cố sử dụng dữ liệu một và hai đầu đường dây trong phần mềm Wavewin. Vì vậy, nhóm tác giả đề xuất chọn giải pháp tạo ra các tín hiệu dòng điện, điện áp và vị trí sự cố bằng cách sử dụng phần mềm Matlab Simulink để thực hiện mô phỏng các dạng sự cố khác nhau trong thời gian 0,2s cho mô hình đường dây 110kV, có hai nguồn cung cấp (Hình 8) nhằm mục đích so sánh tính chính xác phép tính vị trí sự cố của RLBV P443 và phần mềm Winwave. Mô hình gồm có:

- Đường dây truyền tải 3 pha sử dụng các thông số sau:
- Chiều dài đường dây: $L = 50\text{km}$.
- Tổng trở thứ tự thuận: $Z_1 = 21,408 \angle 72,5^\circ \Omega$

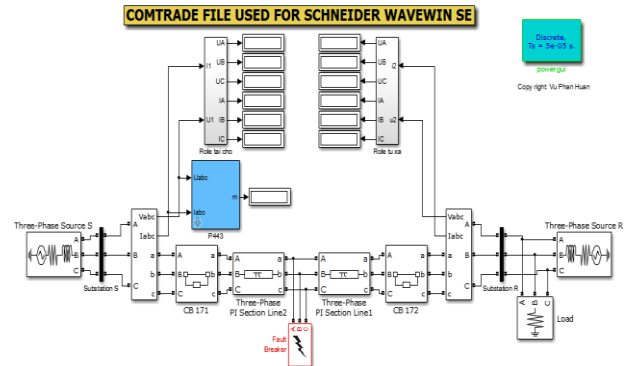
- Tổng trở thứ tự không: $Z_0 = 56,2819 \angle 72,5^\circ \Omega$

- RLBV Schneider P443 được chúng tôi trình bày chi tiết trong tài liệu [16].

- Khối chuyển đổi dữ liệu dòng điện và điện áp 3 pha của role tại chỗ và role từ xa sang định dạng Comtrade được chúng tôi trình bày chi tiết trong tài liệu [17].

- Khối hiển thị số: hiển thị giá trị dòng điện và điện áp sự cố.

- Khối sự cố ba pha tạo sự cố CG, AB, ACG, ABC tại thời điểm 0,1s với điện trở sự cố là 3Ω , vị trí sự cố từ 2km đến 48km.



Hình 8. Mô hình hệ thống điện

Kết quả định vị sự cố được trình bày cụ thể cho ở Bảng 1.

Bảng 1. Kết quả mô phỏng sự cố

Kiểu sự cố	Vị trí sự cố [km]	Phương pháp sử dụng dữ liệu một đầu đường dây				Phương pháp sử dụng dữ liệu hai đầu đường dây			
		P443 [km]	Sai số [%]	Fault Detector [km]	Sai số [%]	Thành phần thứ tự thuận [km]	Sai số [%]	Thành phần thứ tự không [km]	Sai số [%]
CG	5	6,96	3,92	6,55	3,1	6,47	2,94	6,20	2,4
	15	17,13	4,26	16,8	3,6	14,96	0,08	15,32	0,64
	25	27,3	4,60	27,1	4,2	26,00	2,0	24,78	0,44
	35	32,43	5,14	32,65	4,7	35,24	0,48	34,72	0,56
	45	42,13	5,74	42,35	5,3	45,75	1,5	44,64	0,72
AB	7	7,54	1,08	7,1	0,2	6,933	0,13	/	/
	17	17,56	1,12	17,4	0,8	16,834	0,33	/	/
	23	23,58	1,16	23,4	0,8	22,97	0,46	/	/
	27	26,38	1,24	26,65	0,7	27,10	0,20	/	/
	33	32,35	1,50	32,6	0,8	33,24	0,48	/	/
	43	42,32	1,30	42,6	0,8	43,07	0,14	/	/
ACG	2	2,536	1,07	2,35	0,7	2,41	0,82	2,34	0,68
	10	10,58	1,16	10,35	0,7	9,89	0,22	10,10	0,20
	20	20,64	1,28	20,4	0,8	19,82	0,36	20,07	0,14
	30	29,67	0,66	29,65	0,7	30,18	0,36	29,93	0,14
	40	39,34	1,32	39,65	0,7	40,11	0,22	39,91	0,18
	48	47,3	1,40	47,5	1,0	48,3	0,60	47,65	0,70
ABC	4	4,536	1,07	4,3	0,6	5,54	3,08	/	/
	14	14,58	0,84	14,3	0,6	14,6	1,20	/	/
	24	24,62	1,24	24,3	0,6	24,2	0,40	/	/
	26	25,39	0,12	25,6	0,8	25,78	0,44	/	/
	36	35,35	1,30	35,6	0,8	35,4	1,20	/	/
	46	45,32	1,36	45,6	0,8	44,49	3,02	/	/

Nhận xét: Sai số lớn nhất của P443 là 5,74%, Fault Detector là 5,3%, phương pháp thành phần thứ tự thuận là 3,08%, và phương pháp thành phần thứ tự không (chỉ áp dụng cho sự cố chạm đất) là 2,4%. Như vậy, phương pháp định vị sự cố hai đầu đường dây chính xác hơn so với các phương pháp định vị một đầu của P443 và Fault Detector.

4. Kết luận

Bài báo trình bày cách sử dụng hiệu quả các tính năng của phần mềm Softstuf Winwave để giải thích chính xác dữ liệu sự cố thực tế được thu thập từ RLBV Toshiba GRT200 tại TBA 110kV Tam Kỳ, SEL311C tại TBA 110kV Đồng Lâm, Schneider P445 tại TBA 110kV Đồng Hới. Đồng thời, xây dựng mô hình hệ thống điện mô thực hiện phỏng sự cố bằng phần mềm Matlab Simulink nhằm so sánh và đánh giá tính chính xác phép tính vị trí sự cố của RLBV P443 và phần mềm Winwave. Qua thực tế sử dụng, phần mềm đã trở thành công cụ quan trọng đối với cán bộ kỹ thuật công tác tại các TBA, NMD và TTĐK trong việc đảm bảo độ tin cậy và hoạt động liên tục của hệ thống điện, cho phép các công ty điện lực tiết kiệm chi phí và thời gian cần thiết để thực hiện truy tìm điểm sự cố, tránh được các lệnh cắt MC sai của role, tránh hư hỏng trong hệ thống, và góp phần tăng sự hài lòng khách hàng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Joe Perez, *A guide to digital fault recording event analysis*, IEEE, 2010 63rd Annual Conference for Protective Relay Engineers, 29 March-1 April 2010.
- [2] René Midence, *A Guide to Digital Fault Recording Event Analysis*, ERLPhase Power Technologies, 31st annual Hands on Relay School, March 17-21, 2014.
- [3] Lê Kim Hùng, Nguyễn Hoàng Việt, Vũ Phan Huân, *Phân tích bản ghi sự kiện của role kỹ thuật số bằng phần mềm siemens Sigr4*, Tạp chí Khoa học Công nghệ ĐHQĐ. Số 2(51).2014. Trang: 38. Năm 2012.
- [4] Vũ Sơn Hà, *Định vị sự cố trên đường dây truyền tải điện dựa trên phần mềm DIGSI*, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội, Luận văn thạc sĩ, 2015.
- [5] David Costello, *Event Analysis Tutorial*, Schweitzer Engineering Laboratories, 2013.
- [6] Ramesh Bansal, *Power System Protection in Smart Grid Environment*, CRC Press, December 18, 2018.
- [7] Toshiba, *GR-TIEMS operation manual*, 2017.
- [8] Elmo Price, Bob Warren, *Fault Analysis Using Protective Relay Digital Fault Records From the Big Rivers Electric Corporation 161 kV System*, Western Protective Relay Conference Spokane, Washington October 21 - 23, 2003.
- [9] Mustarum Musaruddin, *Automated Disturbance Data Retrieval for Fault Analysis via Application Service Provider*, 2012 International Conference in Green and Ubiquitous Technology, 2011.
- [10] M. Kezunovic, T. Popovic, S. Sternfeld, M. Datta-Barua, D. Maragal, *Automated Fault and Disturbance Analysis: Understanding the Configuration Challenge*, the 14th Annual Georgia Tech Fault and Disturbance Conference, Atlanta, Georgia, May 2011.
- [11] Nguyễn Thị Bích Ngự, Phan Bình Minh và Nguyễn Chí Ngôn, *Định vị và điều phối ứng cứu sự cố lưới điện*, Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ Tập 53, Phần A (2017): Trang 19-28.
- [12] Softstuf, *Wavewin file Manager & Analysis, Quick start*, ngày 09/01/2013.
- [13] Bộ Công Thương, *Quy định quy trình xử lý sự cố trong hệ thống điện quốc gia*, Thông tư số 28/2014/TT-BCT, ngày 15/9/2014.
- [14] Amir Makki, Maria Rothweiler, Robert Orndorff, James B. Starling, *Double Ended Fault Location Application using IEEE Standard C37.114*, Prepared for the 2013 Georgia Tech Fault & Disturbance Analysis Conference Atlanta, Georgia (May 6th, 2013).
- [15] Le Kim Hung, Vu Phan Huan, *A studying of single-ended fault locator on SEL relay*, Proceedings of the IETEC'13 Conference, Ho Chi Minh City, Vietnam. ISBN: 978-0-646-59658-7. Pub.Date: 3/6 November 2013.
- [16] Lê Kim Hùng; Vũ Phan Huân, *Đánh giá chức năng định vị điểm sự cố của role Areva sử dụng trong hệ thống điện*. Tạp chí Khoa học Công nghệ ĐHQĐ. Số 5(78).2014. Trang: 38. Năm 2014.
- [17] Lê Kim Hùng, Vũ Phan Huân, *Xây dựng tập tin Comtrade bằng Matlab để đánh giá chức năng định vị sự cố trên rơ le bảo vệ*. Tạp chí KH&CN trường Đại học Thái Nguyên. Số: 8 (122). Trang: 149-153. Năm 2014.

(BBT nhận bài: 01/3/2019, hoàn tất thủ tục phản biện: 03/5/2019)