ISSN: 1859-2171
e-ISSN: 2615-9562
TNU Journal of Science and Technology
204(11): 91 - 98

THỬ NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ CHỨC NĂNG BẢO VỆ TRUYỀN CẮT XA CỦA RƠLE KHOẢNG CÁCH KỸ THUẬT SỐ TOSHIBA GRZ200

Lê Kim Hùng[1], Vũ Phan Huấn[2*]
[1]Trường ĐH Bách Khoa - Đại học Đà Nẵng
[2]Công ty TNHH MTV Thí nghiệm điện Miền Trung

TÓM TẮT

Bảo vệ truyền cắt xa cho phép trao đổi thông tin trạng thái làm việc của các rơle bảo vệ thông qua hệ thống thông tin có thể đưa ra quyết định chính xác có hoặc không xảy ra sự cố trên đường dây bảo vệ. Bài báo trình bày sự làm việc của mạch nhị thứ và cách cấu hình sơ đồ truyền cắt xa cho rơle bảo vệ khoảng cách Toshiba GRZ200 bằng phần mềm GR-TIEMS và Multi Pro. Sau đó, ứng dụng công cụ Distance Modun trong phần mềm Test Universe của hợp bộ thí nghiệm Omicron CMC-356 để kiểm tra và đánh giá hoạt động vùng bảo vệ khoảng cách, chức năng truyền tín hiệu cho phép cắt quá tầm POP của rơle GRZ200 trên ngăn lộ đường dây 171 tại trạm biến áp 110kV Tam Kỳ - Tỉnh Quảng Nam, khi xảy ra các sự cố ngắn mạch 1 pha, hai pha và ba pha. Kết quả bài báo cho thấy toàn bộ đường dây được bảo vệ đối với sự cố xảy ra trong vùng. Điều đó sẽ giúp các nhà nghiên cứu, vận hành có được kinh nghiệm phục vụ công tác phân tích, báo cáo và xác định đúng nguyên nhân sự cố về mặt lý thuyết và thực nghiệm.

Từ khóa: *Rơle bảo vệ khoảng cách; Sơ đồ truyền cắt xa; Hợp bộ Omicron CMC 356; Phần mềm GR-TIEMS; Phần mềm Multi Pro*

Ngày nhận bài: 04/6/2019; Ngày hoàn thiện: 07/8/2019; Ngày đăng: 12/8/2019

TESTING AND EVALUATION OF DISTANCE CARRIER COMMAND PROTECTION FUNCTION IN NUMERICAL DISTANCE PROTECTION RELAY TOSHIBA GRZ200

Le Kim Hung[1], Vu Phan Huan[2*,]
[1]University of Science and Technology Da Nang
[2]Center Electrical Testing Company Limited

ABSTRACT

Distance carrier command protection (DISCAR) provides exchange operational information mutually of every distance protection relay using a communication system, the accurate decision of whether or not a fault is internal on the line can be made. This paper provides the necessary background knowledge of a secondary circuit system with a DISCAR function of distance protection relay Toshiba GRZ200 and configures the relay by using a GR-TIEMS, Multi-Pro software. The distance protection zones, permissive overreach protection scheme POP on a 171 overhead line at 110kV substation Tam Ky is then simulated and evaluated by using a distance module tool in test universe software of Omicron CMC 356 test set when occurs a single phase, two phase and three phase short circuits. The results showed that the whole length of the line can be protected promptly for an internal fault. It would help researchers and operators gain test experience and enhance their acquired knowledge to serve the analysis, report and determine the correct cause of the theory and experiments.

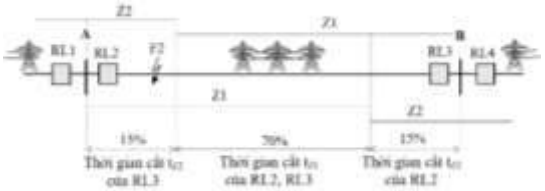
Keywords: *Distance protection relay; Distance carrier command protection; Omicron CMC 356 test set; GR-TIEMS software; Multi Pro software*

Received: 04/6/2019; Revised: 07/8/2019; Published: 12/8/2019

* Corresponding author. *Email: vuphanhuan@gmail.com*

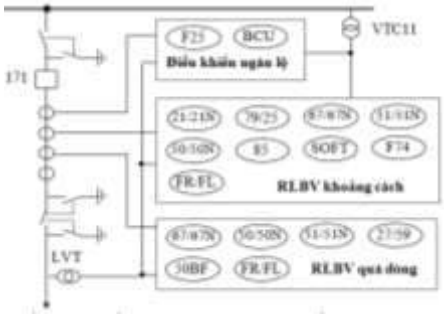
1. Giới thiệu

Đối với lưới điện truyền tải, rơle bảo vệ (RLBV) thường có 4 vùng bảo vệ khoảng cách Z1, Z2, và Z3 được cài đặt bảo vệ hướng thuận. Z4 bảo vệ hướng ngược. Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp các bảo vệ dùng nguyên lý phân cấp vùng khoảng cách này không đáp ứng được yêu cầu về độ chọn lọc cũng như thời gian khắc phục sự cố. Ví dụ cho sơ đồ đường dây sử dụng bảo vệ khoảng cách như hình 1, chúng ta nhận thấy rằng vùng Z1 của bảo vệ khoảng cách RL2, hoặc RL3 chỉ có thể bảo vệ cắt tức thời với thời gian t_{Z1} cho khoảng 85% chiều dài đoạn đường dây AB, nếu tính cả hai đầu thì còn khoảng 30% chiều dài đường dây sẽ được loại trừ ngắn mạch với thời gian t_{Z2}. Thời gian này thường không đảm bảo ổn định đối với đường dây 110kV, 220kV, và 500kV.



Hình 1. *Tỷ lệ phần trăm vùng bảo vệ đường dây không sử dụng sơ đồ truyền cắt*

Theo yêu cầu phương thức bảo vệ đường dây cấp điện áp ≥ 110kV của EVN cho ở hình 2, ngoài việc sử dụng phổ biến bảo vệ chính F21/21N, bảo vệ dự phòng (F67/67N, F50/50N....) cũng như các thiết bị đóng cắt chất lượng cao, EVN còn áp dụng đường truyền thông tin liên lạc (kênh tương tự hoặc kỹ thuật số, sử dụng thiết bị tải ba hoặc cáp quang nối trực tiếp hoặc đi vòng hoặc kênh thuê riêng của nhà cung cấp dịch vụ công cộng) kết hợp làm việc với logic tín hiệu truyền cắt xa (F85) của RLBV khoảng cách như sơ đồ truyền tín hiệu cho phép cắt kém tầm (Permissive Underreach Protection - PUP), cho phép cắt quá tầm (Permissive Overreach Protection – POP), tín hiệu khoá (Blocking Overreach Protection - BOP), hay tín hiệu giải khoá (Unblocking Overreach Protection - UOP). Mục đích là nhằm cô lập nhanh sự cố trên 100% đoạn đường dây bảo vệ [1]. Tuy nhiên, việc triển khai áp dụng vẫn còn tồn tại một số vướng mắc như sau: hầu hết các nghiên cứu đã công bố trong [2-4] chỉ dừng lại ở việc trình bày nguyên lý chung, chưa đi sâu vào chi tiết rơle cụ thể để phù hợp với yêu cầu áp dụng trong thực tế vận hành. Bên cạnh đó, các tài liệu kỹ thuật RLBV Siemens 7SA522, Schneider P445, Abb REL670, Sel 421, và Toshiba GRZ200 được từng hãng sản xuất giải thích riêng về phương pháp tính chọn thông số cài đặt và nguyên lý làm việc. Đồng thời, chúng ta không thể thực hiện thử nghiệm ngắn mạch trực tiếp trên đường dây thực tế có cấp điện áp 110kV đến 500kV để kiểm tra F85.



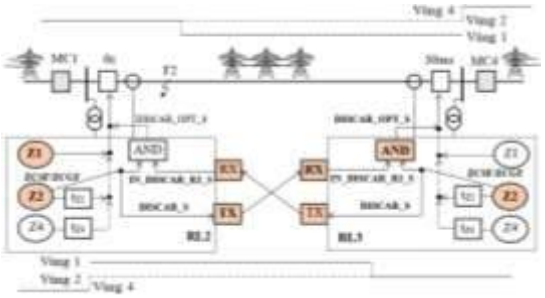
Hình 2. *Phương thức RLBV đường dây 110kV*

Để giải quyết vấn đề này, bài báo dựa trên phiếu chỉnh định RLBV Toshiba GRZ200 của ngăn 171 tại TBA 110kV Tam Kỳ, phần mềm giao tiếp rơle GR-TIEMS, và Multi Prog để cấu hình cài đặt theo bản vẽ thiết kế. Sau đó, sử dụng hợp bộ Omicron 356 thử nghiệm và đánh giá tính năng làm việc của sơ đồ truyền cắt POP trước khi áp dụng vào trong thực tế.

2. Chức năng bảo vệ truyền cắt xa [5]

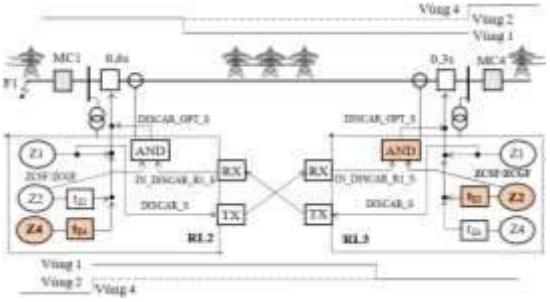
2.1. Phân tích sơ đồ POP

Hình 3 trình bày sơ đồ POP khi xảy ra sự cố tại F2. RL2 phát hiện sự cố Z1, còn RL3 phát hiện sự cố Z2. Lúc này, tín hiệu sự cố quá tầm hướng thuận ZCSF/ZCGF (giá trị chỉnh định nên chọn bằng Z2S/Z2G) của cả hai rơle khởi tạo, nên chúng gửi tín hiệu DISCAR_S đến rơle đầu đối diện. Rơle đầu nhận kiểm tra tín hiệu IN_ DISCAR_R1_S và so sánh với tín hiệu ZCSF/ ZCGF nội bộ để xuất lệnh cắt MC bằng tín hiệu DISCAR_OPT_S. Kết quả là RL2 cắt MC2 bằng tín hiệu Z1S_OPT với t_{Z1} = 0s. RL3 cắt MC3 với thời gian trễ của kênh truyền là 30 ms.



Hình 3. *Sơ đồ POP ở chế độ sự cố tại F2*

Khi có sự cố F1 ở ngoài đường dây bảo vệ, RL2 phát hiện sự cố hướng ngược Z4 và tác động cắt MC với t_{Z4} = 0,6s. RL3 phát hiện sự cố hướng thuận Z2, truyền tín hiệu DISCAR_S đến đầu đối diện nhưng không nhận được tín hiệu cho phép từ RL2 gửi đến nên tác động cắt MC với t_{Z2} = 0,3s. Xem hình 4.

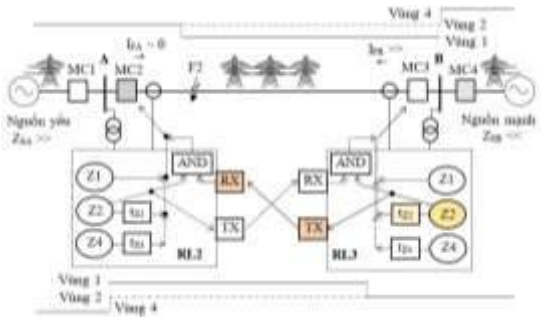


Hình 4. *Sơ đồ POP ở chế độ sự cố tại F1*

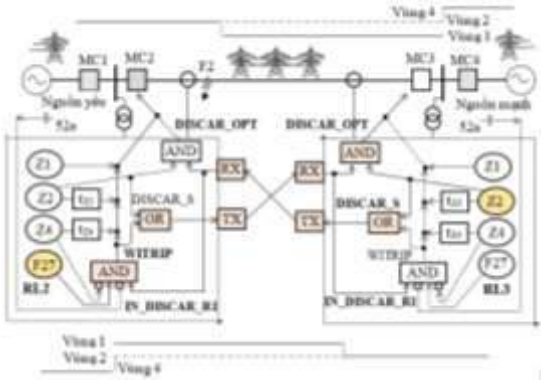
Nhận xét: Sơ đồ POP cung cấp tốc độ cô lập sự cố nhanh cho tất cả các sự cố xảy ra trên 100% đường dây bảo vệ, đặc biệt là đường dây ngắn sử dụng đặc tính Mho. POP cần phải có hai đường tín hiệu riêng rẽ truyền tín hiệu theo hai chiều khác nhau, hoặc một đường truyền tin làm việc trong chế độ phân chia thời gian kiểu song công (duplex). POP không làm việc trong trường hợp rơle phát hiện sự cố Z1 hay sự cố hỏng kênh truyền thông tin.

2.2. Sơ đồ POP kết hợp logic nguồn yếu (Weak Infeed Terminal - WIKT)

Hầu hết sơ đồ bảo vệ khoảng cách đường dây đều giả định rằng hệ thống có nguồn cung cấp đủ mạnh để rơle có thể nhận biết sự cố và cắt MC. Tuy nhiên, có rất nhiều kịch bản xảy ra trên đường dây tải điện dẫn đến một đầu đường dây có nguồn mạnh còn đầu đối diện có nguồn yếu. Do đó, RLBV tại nguồn yếu sẽ không tác động đúng như mong đợi. Hình 5 mô tả kịch bản MFĐ kết nối với đường dây và có sự cố trên đường dây AB. Trong đó, tổng trở nguồn Z_{SA} phía sau thanh cái A có giá trị rất lớn hay không có nguồn phía sau nó làm cho dòng điện sự cố I_{FA} không đủ lớn hơn ngưỡng dòng OCFS/OCFG để RL2 phát hiện sự cố và tác động trong khi RL3 cắt MC sau thời gian t_{Z2} = 0,3s. Vì vậy, khi có sự cố trên đường dây thì MC2 vẫn còn đóng. Cho nên, ta cần phải giải quyết vấn đề cắt MC2 và tăng tốc thời gian cắt MC3 bằng cách kết hợp POP với WIKT cho ở hình 6. RL2 sử dụng thêm phần tử Z4, kém áp (F27) có giá trị đặt UVPWI = 0,8$U_{đm}$, thời gian trễ t_{WI_COORD} = 0s, trạng thái MC mở (52a) và tín hiệu IN_DISCAR_R1_S để phát hiện sự cố và đưa ra lệnh cắt WITRIP.



Hình 5. *Sơ đồ POP khi nguồn yếu ở chế độ sự cố tại F2*

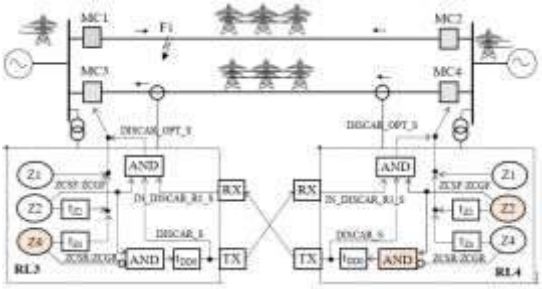


Hình 6. *WIKT sử dụng tiếp điểm 52a, F27 và Z4 khi có sự cố tại F2*

Nhận xét: WIKT có thời gian cô lập sự cố nhanh, nằm trong khoảng 60 ms. Đối với đường dây truyền tải không xảy ra hiện tượng yếu nguồn thì sơ đồ này sẽ được thay thế bằng chức năng đóng vào điểm sự cố SOFT ở chế độ bằng tay hoặc trong chu trình thời gian chết của F79.

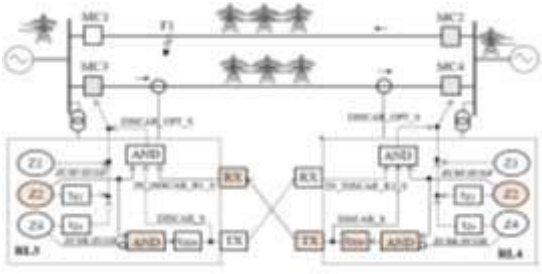
2.3. Sơ đồ POP kết hợp logic đảo ngược chiều dòng điện (Current Reversal Logic – CRL)

Hiện tượng đảo ngược chiều dòng điện đột ngột có thể xuất hiện trên đường dây song song như hình 7. Giả thiết ban đầu là 4 MC đóng, các cặp rơle RL1 - RL2 và RL3 – RL4 sử dụng sơ đồ POP kết hợp với phần tử khởi tạo ZCSR/ZCGR (giá trị chỉnh định nên chọn bằng Z4S hoặc Z4G) để khóa không cho gửi tín hiệu cho phép đến đầu đối diện, đến khi hết thời gian trễ t_{DD0} = 20ms.

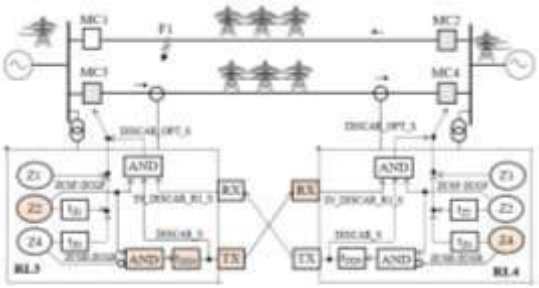


Hình 7. *Đường dây song song sử dụng sơ đồ POP kết hợp CRL*

Khi xảy ra sự cố F1 trên đường dây 1, chiều dòng điện chạy qua từng MC theo hướng mũi tên. RL1 tác động với thời gian t_{Z1} = 0s, RL2 khởi tạo Z2. RL3 phát hiện sự cố hướng ngược Z4, RL4 khởi tạo Z2 và gửi tín hiệu cho phép DISCAR_S đến RL3. Ngay sau khi MC1 mở, dòng điện ngắn mạch chạy qua RL3 và RL4 bị đảo chiều theo hướng ngược lại. Giả sử lúc này RL4 chưa kịp giải trừ, còn RL3 phát hiện sự cố Z2 nhưng chưa hết thời gian trễ t_{DD0} = 20ms (hình 8). Sau đó, RL4 phát hiện sự cố Z4 và dừng gửi tín hiệu DISCAR_S đến RL3 trước khi RL3 gửi tín hiệu DISCAR_S. Kết quả là RL3 và RL4 không cắt MC do điều kiện cho phép cắt chưa thỏa mãn (hình 9).



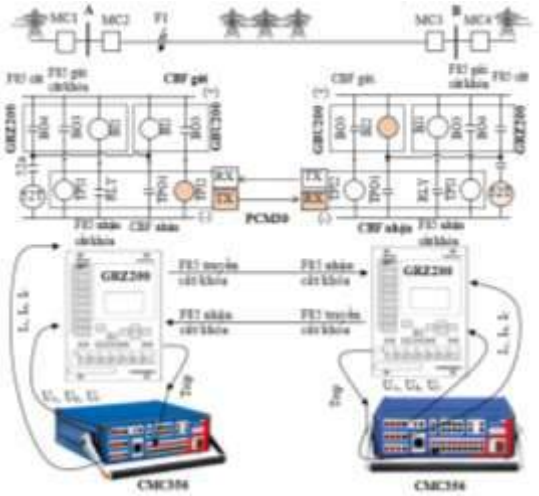
Hình 8. *RL4 phản ứng chậm hơn RL3 khi đảo chiều dòng điện*



Hình 9. *RL3 phát hiện sự cố Z2, RL4 phát hiện sự cố Z4 khi đảo chiều dòng điện*

Nhận xét: Để đảm bảo tin cậy khi ứng dụng sơ đồ đảo ngược chiều dòng điện cho đường dây ngắn vận hành song song thì thời gian trễ để truyền tín hiệu Z4 phải thỏa mãn điều kiện $t_{Z1} < t_{DD0} < t_{Z2}$.

3. Cấu hình và thử nghiệm hệ thống truyền cắt tại hai đầu đường dây

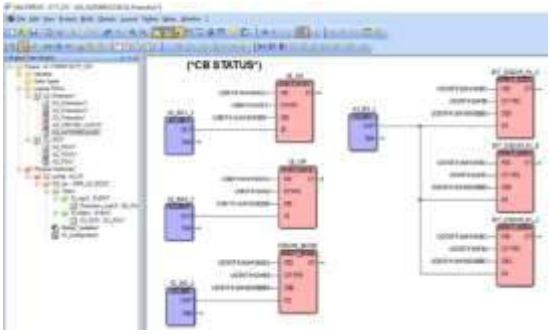


Hình 10. *Sơ đồ mạch nhị thứ*

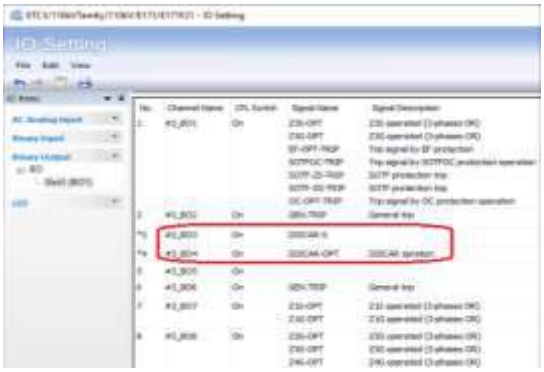
Xét sơ đồ truyền cắt xa trình bày ở hình 10, giả sử rơle quá dòng GBU200 ở đầu A phát hiện sự cố và xuất lệnh CBF cắt máy cắt (MC), đồng thời khép tiếp điểm BO3 để đầu vào số TPI2 của tủ truyền thông tin PCM30 chuyển trạng thái từ OFF sang ON và truyền tín hiệu CBF gửi tới rơle đầu ra TPO1 ở tủ truyền thông tin đầu đối diện nhằm phát tín hiệu cắt trực tiếp tới cuộn cắt MC (thường cắt 3 pha) và khóa F79 làm việc mà không cần kiểm tra bất cứ điều kiện nào. Tuy nhiên, trong thực tế có thể sẽ xảy ra trường hợp MC bị cắt nhầm do nhiễu đường truyền thông tin hoặc lỗi của con người gây ra. Vì vậy, EVN thường sử dụng phổ biến sơ đồ POP của

RLBV khoảng cách có độ tin cậy cao hơn. Bởi vì khi RLBV GRZ200 nhận được tín cắt từ phía đối diện gửi tới, nó cần phải kiểm tra thêm điều kiện (bảo vệ khởi tạo; hướng bảo vệ thuận hay nghịch; lựa chọn pha) có thỏa mãn không, nếu có thì mới xuất lệnh đi cắt MC bằng BO4. Để RLBV làm việc tuân thủ theo đúng ý đồ bản vẽ mạch nhị thứ đã được phê duyệt nêu trên, chúng ta cần phải cấu hình RLBV khoảng cách bằng phần mềm Toshiba GR-TIEMS và Multi Prog như sau:

Bước 1: Cấu hình các tín hiệu đầu vào số trong PLC bằng phần mềm Multi Prog cho ở hình 11 gồm có: tín hiệu trạng thái máy cắt đóng (Slot2/BI11), máy cắt mở (Slot2/BI10) và các tín hiệu nhận từ đầu đối diện gửi đến như F85 nhận cho phép cắt xa INT_DISCAR_R1 (Slot2 /BI1), F85 khóa cắt xa DISCAR_BLOCK (Slot2/BI2).



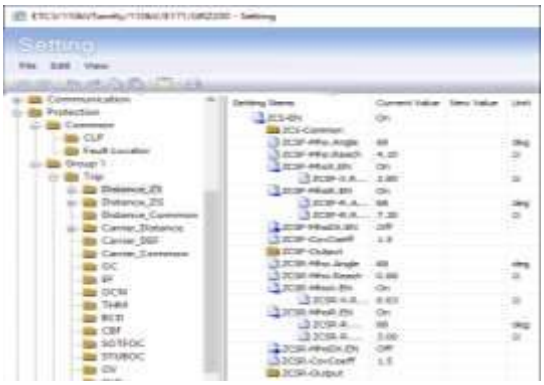
Hình 11. *Cấu hình đầu vào truyền cắt bằng phần mềm Multi Prog*



Hình 12. *Cấu hình đầu ra số bằng phần mềm GR-TIEMS*

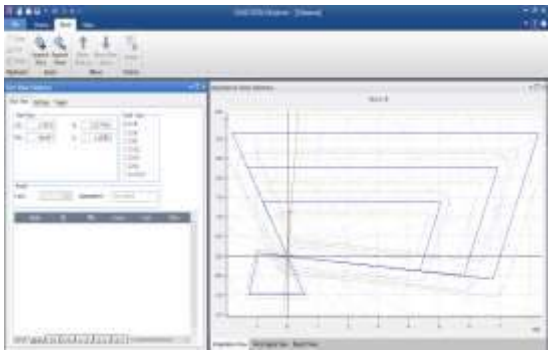
Bước 2: Cấu hình các tín hiệu đầu ra số bằng phần mềm GR-TIEMS như hình 12 gồm có: tín hiệu gửi cho phép cắt DISCAR-S (Slot3/ BO3), tín hiệu F85 cắt máy cắt DISCAR-OPT (Slot3/BO4). Ngoài ra, chúng ta cũng có thể cấu hình đèn LED trên rơle để giám sát tín hiệu này. Lưu ý, thời gian trễ để nhận tín hiệu của đầu vào số là 2,5 ms, đầu ra số là 5 ms, và kênh truyền nằm trong khoảng từ 4,2 đến 6,3ms. Do đó, khi đầu ra số tác động thì cần phải duy trì thời gian khép tiếp điểm tối thiểu là 10ms để đầu vào số của rơle đầu đối diện có thể hiểu được.

Bước 3: Cài đặt thông số chỉnh định rơle trong cây thư mục Setting/Protection/Group1/Trip theo phiếu tính toán A3-02-2019/TAK110 cho ở hình 13 [6].



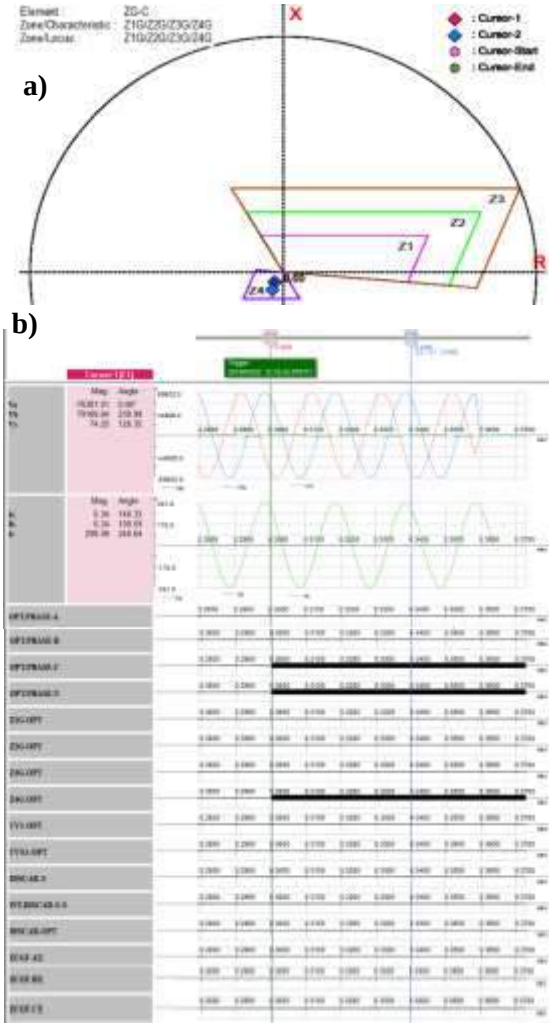
Hình 13. *Cài đặt thông số chỉnh định bằng phần mềm GR-TIEMS*

Bước 4: Sử dụng công cụ Distance Modul trong phần mềm Test Universe của hợp bộ thí nghiệm Omicron CMC-356 để tạo tín hiệu dòng điện, điện áp bơm vào cổng dòng điện và điện áp của RLBV GRZ200 của 2 phía đầu đường dây mô phỏng sự cố ở các vị trí khác nhau nhằm kiểm tra hoạt động của rơle và sơ đồ truyền cắt POP xem có tác động hay không. Nếu rơle tác động RLBV sẽ khép tiếp điểm đầu ra đi dừng hợp bộ bằng Input. Xem hình 14.



Hình 14. *Modun thử nghiệm chức năng khoảng cách của CMC 356*

Trường hợp 1: tạo sự cố pha CG tại F1 nằm ở vùng 4 của RL2 và nằm ở vùng 2 của RL3.

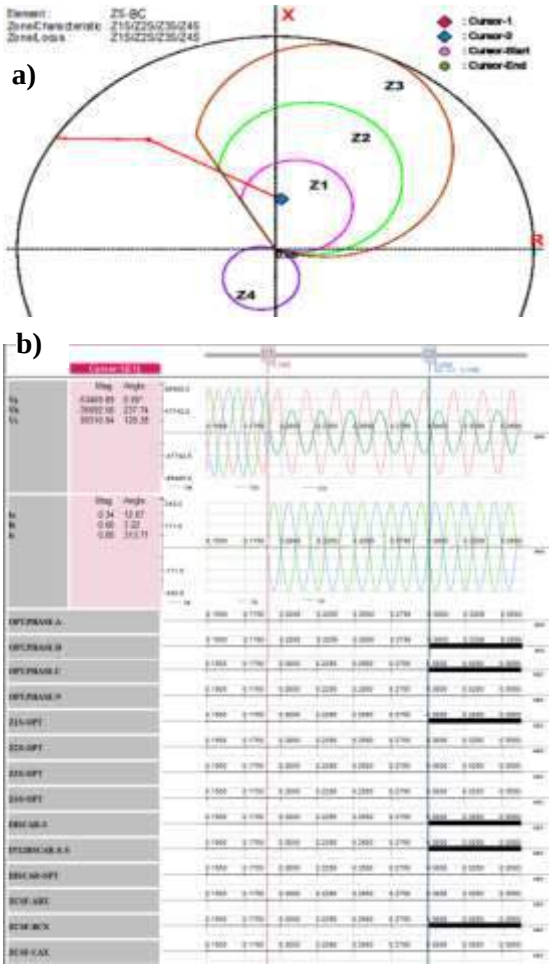


Hình 15. *Sự cố pha CG nằm trong vùng 4 của RL2 bao gồm: a) Quỹ đạo tổng trở, b) Dạng sóng I, U và chức năng Z4G tác động*

Mở tính năng Disturbance Record của phần mềm GR-TIEMS để tải và đọc bản ghi sự cố trên RL2 cho thấy dạng sóng điện áp pha C giảm, dạng sóng dòng điện pha C tăng cao, quỹ đạo tổng trở nằm ở vùng 4. Do vậy, sau khi nhận được tín hiệu cho phép từ RL3 nhưng RL2 vẫn không thể cắt ngay vì nó phát hiện sự cố hướng ngược ZCGR_CX nên chỉ tác động theo chức năng khoảng cách thông thường Z4G-OPT với thời gian t_{Z4} = 0,6s (Xem hình 15). Tương tự, RL3 mặc dù phát hiện sự cố hướng thuận ZCGF_CX nhưng không có tín hiệu cho phép từ RL2 gửi đến nên chỉ tác động với t_{Z2} = 0,3s.

Trường hợp 2: tạo sự cố pha BC tại F2 nằm trong vùng bảo vệ.

Hình 16 cho thấy dạng sóng điện áp BC giảm, dạng sóng dòng điện BC tăng cao tại thời điểm 0,175s, làm cho quỹ đạo tổng trở đo lường đi vào vùng Z1 đặc tính Mho nên RL2 tác động cắt MC bằng tín hiệu Z1S-OPT sau thời gian 0,1098s. Đồng thời, phần tử phát hiện sự cố pha quá tầm hướng thuận (ZCSF_BCX) khởi tạo và truyền tín hiệu cho phép cắt DISCAR_S đến RL3 thông qua đầu ra Slot3/BO3.

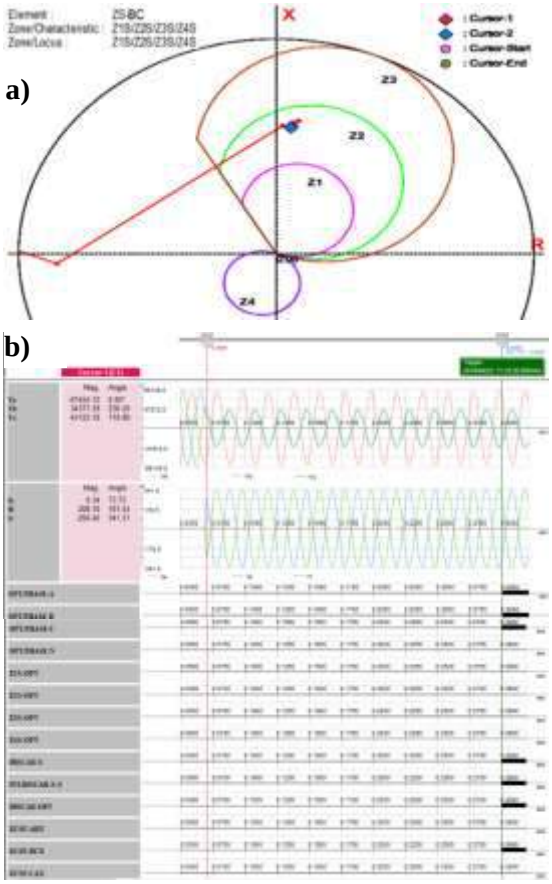


Hình 16. *Sự cố pha BC nằm trong vùng 1 của RL2 bao gồm: a) Quỹ đạo tổng trở, b) Dạng sóng I, U và chức năng Z1S tác động gửi tín hiệu POP*

Đối với RL3 là đầu nhận có dạng sóng dòng điện và điện áp pha BC thay đổi tương tự như đối với RL2, nhưng quỹ đạo tổng trở đo lường đi vào vùng Z2 đặc tính Mho, nên phần

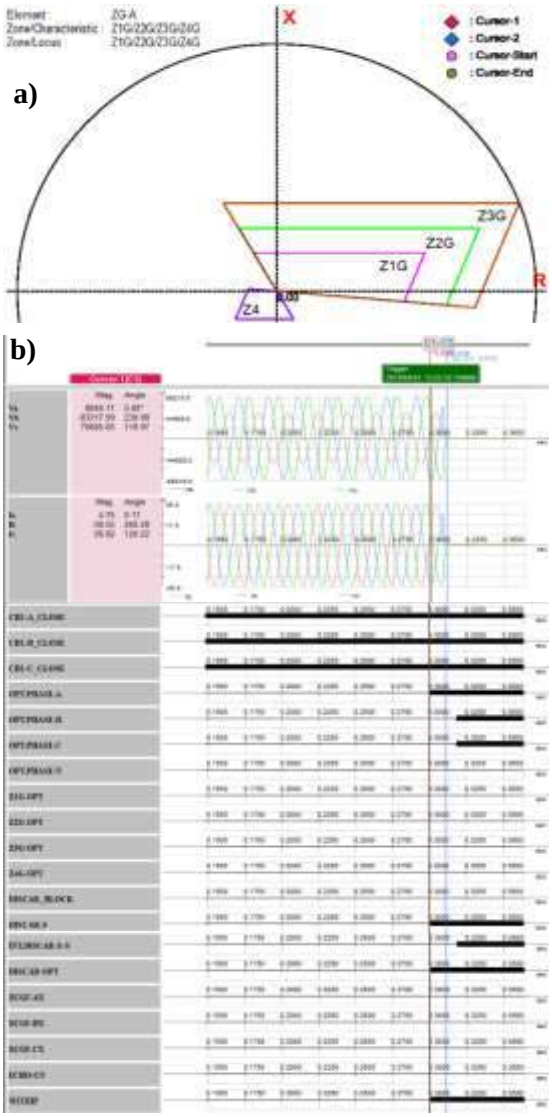
tử ZCSF_BCX khởi tạo. Bên cạch đó, nó nhận được tín hiệu cho phép cắt từ RL2 đưa vào Slot2/BI1 nên kích hoạt chế độ cắt 3 pha (OPT_PHASE_A, OPT_ PHASE_B, OPT_ PHASE_C) bằng tín hiệu DISCAR_OPT khép đầu ra Slot3/BO4 sau thời gian 0,23s. Xem hình 17.

Trường hợp 3: tạo sự cố pha AG trong vùng bảo vệ có sử dụng sơ đồ POP kết hợp WIKT.



Hình 17. *Sự cố pha BC nằm trong vùng 2 của RL3 bao gồm: a) Quỹ đạo tổng trở, b) Dạng sóng I, U và chức năng Z2S tác động gửi tín hiệu POP*

RL3 nằm ở đầu nguồn mạnh, phát hiện sự cố AG ở vùng 2 nên gửi tín hiệu DISCAR_S đến RL2 nằm ở đầu nguồn yếu. Lúc này, RL2 có điện áp pha A giảm thấp còn 24kV nhưng dòng điện pha A là 23A nhỏ hơn ngưỡng dòng OCF1G = 0,4x600/5 = 48A nên quỹ đạo tổng trở nằm ngoài các vùng bảo vệ đặc tính tứ giác (Z1G_OPT, Z2G_OPT, Z3G_OPT, Z4G_OPT). Tuy nhiên, RL2 sẽ cắt MC bằng WITRIP do thỏa mãn điều kiện tín hiệu MC ở trạng thái đóng (CB1_A_ Close, CB1_B_Close, CB1_ C_Close), không có phần tử ZCGR tác động và nhận tín hiệu truyền cắt DISCAR_S từ RL3 gửi đến làm Slot2/BI1 chuyển trạng thái ON nên kích hoạt chế độ cắt 3 pha (OPT_PHASE _A, OPT_PHASE_B, OPT_PHASE_C). Xem hình 18.



Hình 18. *Sự cố pha AG nằm trong vùng 1 của RL2 bao gồm: a) Quỹ đạo tổng trở, b) Dạng sóng I, U và chức năng WIKT tác động*

Nhận xét: Mặc dù việc kiểm tra riêng từng thiết bị RLBV và hệ thống truyền thông tin có thể mang lại cho cán bộ kỹ thuật cảm giác chúng làm việc tốt với sơ đồ truyền cắt đã chọn, nhưng có nhiều vấn đề chỉ được phát

hiện với hạng mục tổng kiểm tra toàn bộ sơ đồ khi có sự thay đổi hướng sự cố hay độ trễ kênh truyền thông. Do đó, hệ thống thông tin cần có khả năng truyền và nhận đồng thời tín hiệu của RLBV hai đầu đường dây với thời gian truyền tín hiệu (t_{Chanel}) ngắn nhằm hạn chế trường hợp khi sự cố trên đường dây thì MC cắt bởi $t_{Chanel} > t_{Z1}$. Bảng 1 trình bày các yêu cầu kỹ thuật đối với sơ đồ bảo vệ liên động [7].

Bảng 1. *Yêu cầu kỹ thuật của kênh truyền*

Sơ đồ bảo vệ	**Thời gian truyền thực tế tối đa (ms)**		**Chất lượng kênh**	
	Kênh tương tự	Kênh kỹ thuật số	Kênh tương tự S/N (dB)	Kênh kỹ thuật số BER
BOP, UOP	15	10	6	10^{-6}
PUP	20	10	6	10^{-6}
POP	20	10	6	10^{-6}
CBF	40	10	6	10^{-6}

4. Kết luận

Hiện nay các sơ đồ bảo vệ truyền cắt xa của đường dây tải điện Việt Nam hầu hết sử dụng sơ đồ truyền cắt xa POP, DTT kết hợp với đường truyền thông tin quang có chất lượng tín hiệu tốt dùng để liên lạc giữa hai RLBV. Với kết quả nghiên cứu của bài báo trong việc cấu hình và thử nghiệm chức năng POP cho RLBV GRZ200 có thể trang bị nền tảng kiến thức, giúp các cán bộ kỹ thuật nâng cao năng lực tiếp cận thiết bị, đồng thời sử dụng làm cơ sở đánh giá các chủng loại RLBV khoảng cách khác trong các TBA được nhanh hơn, đem lại kết quả chính xác hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Tổng Công ty Điện lực Miền Trung, *Góp ý dự thảo quy định cấu hình RLBV*, Công văn số 7740/EVN CPC-KT, ngày 10/11/2015

[2]. Lê Kim Hùng, *Bảo vệ các phần tử chính trong hệ thống điện*, Nxb Đà Nẵng, 2014.

[3]. Nguyễn Hồng Thái, Vũ văn Tẩm, *Rơle số lý thuyết và ứng dụng*, Nxb Giáo dục, 2003.

[4]. Nguyễn Hoàng Việt, *Rơle bảo vệ và tự động hóa trong hệ thống điện*, Nxb Đại học Quốc Gia TP.HCM, 2005.

[5]. Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation, *Instruction manual Distance Protection IED GRZ200*, 2018.

[6]. Trung tâm Điều độ Hệ thống điện Miền Trung, *Phiếu chỉnh định rơle bảo vệ khoảng cách GRZ200 của xuất tuyến 171 tại TBA 110kV Tam Kỳ*, QĐ số 1161/ĐĐMT-PT, ngày 16/05/2019.

[7]. Douglas Wardell, *Protection communication schemes*, ABB Protective Relay School Webinar Series, November 11, 2014.