

XÂY DỰNG MÔ HÌNH CHỨC NĂNG TỰ ĐỘNG ĐÓNG LẬP LẠI CỦA ROLE BẢO VỆ KỸ THUẬT SỐ BẰNG PHẦN MỀM MATLAB - SIMULINK

BUILDING OF AUTO RECLOSE FUNCTION ON NUMERICAL PROTECTION RELAYS BY MATLAB - SIMULINK SOFTWARE

Lê Đức Tùng¹, Vũ Phan Huân²

¹Trường Đại học Bách khoa Hà Nội; tung.leduc1@hust.edu.vn

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

Tóm tắt - Trên hệ thống điện ngày nay, chức năng đóng lặp lại máy cắt (F79) được các nhà sản xuất role bảo vệ kỹ thuật số (RLBV KTS) như Abb, Areva, Sel, Siemens... phát triển với nhiều thuật toán mang đặc trưng riêng nhằm đem lại hiệu quả khôi phục lại lưới điện khi xảy ra sự cố thoáng qua. Mục tiêu chính của bài báo là thông qua nghiên cứu cấu hình, thông số chỉnh định F79 để phân tích bản ghi sự kiện role Schneider P443 của ngăn lộ 171 khi xảy sự cố ra tại Trạm biến áp 110kV Tinh Phong, tỉnh Quảng Ngãi. Ngoài ra, chúng tôi đề xuất mô phỏng chức năng F87L kết hợp với F79, F25 của role Siemens 7SL82 dùng cho đường dây 110kV Tam Kỳ - Tam Anh, tỉnh Quảng Nam bằng phần mềm Matlab Simulink trong các tình huống sự cố vĩnh cửu, sự cố thoáng qua... Kết quả bài báo cho phép người dùng chọn các thông số phù hợp cho F79, đánh giá đúng độ tin cậy và thời gian làm việc của tín hiệu F79 thành công, F79 không thành công và F79 bị khóa.

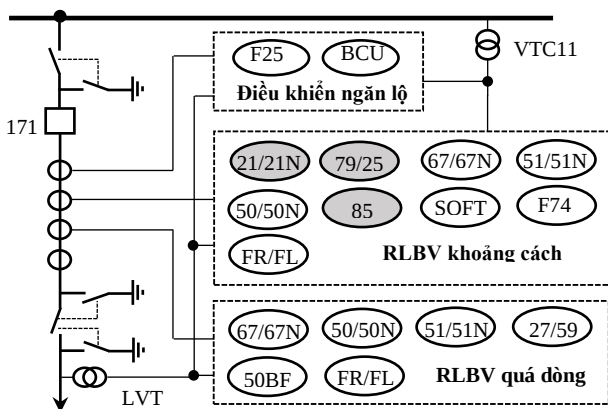
Từ khóa - Đường dây truyền tải điện; role bảo vệ; máy cắt sẵn sàng; đóng lặp lại thành công; đóng lặp lại không thành công

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, Tập đoàn Điện lực Việt Nam (EVN) đã triển khai áp dụng rộng rãi chức năng tự động đóng lặp lại máy cắt (F79) cho lưới điện phân phối và truyền tải, phổ biến là:

- Sử dụng máy cắt Recloser trên lưới 22kV, 35kV của các hãng sản xuất như Abb, Schneider, Siemens, Cooper.

- Sử dụng hệ thống RLBV KTS của các hãng Abb, Schneider, Sel, Siemens, Toshiba, Ge... có tích hợp chức năng F79 kết hợp với MC tại trạm biến áp (TBA) 500kV, 220kV và 110kV. Xem Hình 1.



Hình 1. Phương thức hệ thống RLBV cho đường dây 110kV

- Hạn chế sử dụng chức năng F79 đối với lưới điện cấp ngầm hoặc bảo vệ máy biến áp lực, vì sự cố xảy ra của các đối tượng bảo vệ này thường là sự cố duy trì.

Mặc dù, F79 được các hãng sản xuất mô tả khá đơn giản trong tài liệu kỹ thuật nhưng để triển khai ứng dụng F79 hiệu

Abstract - In present-day power systems, an automatic reclosure function (F79) has been proposed in the manufacturer of numerical protection relays such as ABB, Sel, Areva, Siemens,... which are individual algorithms to re-energize a transmission line after a transient fault trip. The objective of this paper is to review the various configuration and setting parameter considerations for applying F79 to protection relays. After that, we analyse a disturbance fault record of relay Schneider P443 at a 171 feeder of 110kV Tinh Phong substation, Quang Ngai Province and simulate F87L, F79 and F25 on relay Siemens 7SL82 at a 110kV Tam Kỳ - Tam Anh overhead line, Quang Nam Province by Matlab Simulink software under conditions such as a permanent fault, a transient fault,... The result is presented in order to determine the choice of suitable parameters, evaluate accurate reliability and time of successful signal F79, unsuccessful F79, and block F79.

Key words - Transmission line; protection relay; CB ready; AR successful; AR unsuccessful

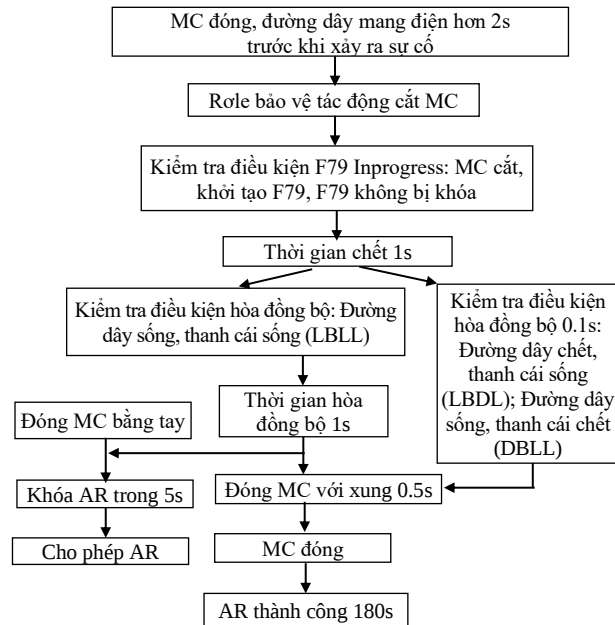
quả trong thực tế vận hành, đòi hỏi các bước thí nghiệm, hiệu chỉnh hệ thống mạch nhị thức đúng bản vẽ thiết kế cũng như hiểu rõ các thông số chỉnh định RLBV KTS của chức năng F79. Điều đó phụ thuộc nhiều vào kinh nghiệm trong việc sử dụng phần mềm giao diện để cài đặt và cấu hình role. Do đó đã gây không ít khó khăn cho các nhân viên mới trong việc phối hợp giữa chức năng bảo vệ, hòa đồng bộ (F25) với F79. Từ đó phát sinh nhu cầu cần phối hợp làm việc giữa các đơn vị liên quan như Tư vấn thiết kế, Trung tâm điều độ, Công ty thí nghiệm điện và đơn vị quản lý vận hành nhằm đi đến thống nhất có được thiết kế phù hợp với phiếu chỉnh định role hoàn thiện cuối cùng. Nhiều nghiên cứu đã được thực hiện để mô phỏng F79 kết hợp với bảo vệ quá dòng, mạng noron bằng phần mềm Matlab Simulink nhằm phục vụ cho mục đích giảng dạy hoặc nghiên cứu [1-3]. Các mô hình này làm việc theo trình tự role phát hiện sự cố, sau đó cắt máy cắt và kích hoạt F79 để đóng lại MC. Tuy nhiên, hầu hết chúng chỉ được thực hiện với một số giả định nhằm đơn giản hóa mức độ phức tạp của sơ đồ F79 thực tế trong giản đồ thời gian như F79 thành công, F79 không thành công, và F79 Block, ...

Để giúp cho các kỹ thuật viên và nhà nghiên cứu nắm bắt đầy đủ, chính xác thông số chỉnh định, cấu hình RLBV KTS, đồng thời tránh sai sót trong việc thực hiện phân tích bản ghi sự cố xảy ra trong thực tế. Nội dung của bài báo tập trung xây dựng mô hình chức năng F79, F25 kết hợp với F87L dùng cho đường dây 110kV bằng phần mềm Matlab Simulink để đưa ra đánh giá và khuyến nghị cần lưu ý trong quá trình vận hành.

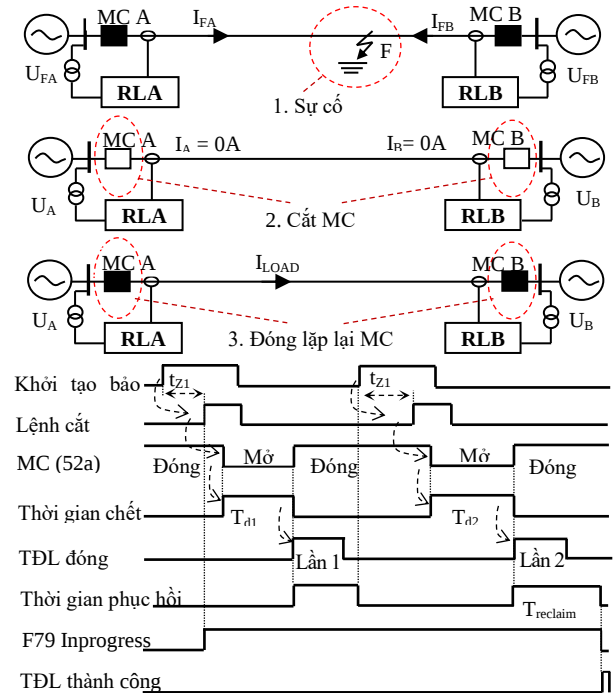
2. Chức năng tự động đóng lặp lại máy cắt

Hình 2 trình bày chu trình làm việc của F79. Tùy vào

kết cấu cũng như chế độ vận hành của từng lưới điện mà thông số chỉnh định F79 cho ở Bảng 1 sẽ khác nhau. Điều này, cho phép chúng phân biệt được sự cố thoáng qua và sự cố vĩnh cửu.



Hình 2. Chu trình F79 kết hợp kiểm tra hòa đồng bộ



Hình 3. Giản đồ thời gian chu trình F79 2 lần thành công

Nguyên lý hoạt động của F79 được minh họa tóm tắt trên Hình 3. Khi có sự cố pha-pha, pha-đất xuất hiện trên lưới điện tại điểm F, RLBV hai đầu đường dây sẽ đo lường được giá trị dòng điện I_{FA} và I_{FB} và điện áp U_{FA} và U_{FB} . Nếu chức năng bảo vệ chính của ngăn lộ là F87L, F21/21N, F67/67N hoặc F50/50N phát hiện sự cố vượt ngưỡng chỉnh định, thì sẽ xuất lệnh cắt máy cắt (MC) liên quan, đồng thời nó khởi tạo chu trình F79 để đóng lại MC ngăn lộ đó sau khoảng thời gian chết 1 tương đối ngắn (ví dụ $T_{d1} = 1s$). Lúc này, nếu sự cố là thoáng qua thì lưới điện tiếp tục vận

hành, còn nếu sự cố duy trì thì 2 MC sẽ được cắt ra trở lại, và (nếu cho phép đóng 2 lần) sau thời gian chết 2 ($T_{d2} = 2s$) thì 2 RLBV sẽ tự động đóng MC lại. Sau đó, nếu sự cố đã được loại trừ thì báo F79 thành công (AR Successful), nếu sự cố vẫn còn duy trì trong thời gian phục hồi thì RLBV sẽ mở MC và khóa F79 để cô lập phân đoạn bị sự cố trên lưới và báo F79 không thành công (AR UnSuccessful).

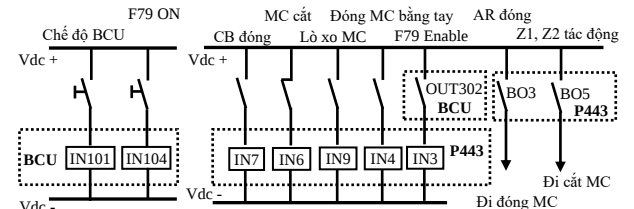
Bảng 1. Thông số chỉnh định F79

Thông số	500kV	220kV	110kV	22kV/35kV
Thời gian chết [s]	0,5 ÷ 0,8	0,7 ÷ 1,5	0,8 ÷ 2	0,3 ÷ 60
Thời gian hồi phục [s]	40 ÷ 180	40 ÷ 180	30 ÷ 180	25 ÷ 180
Số lần AR	1	1	1	1 hoặc 2
AR 1/3 pha	1	1	3	3
Số lượng MC	1 hoặc 2	1	1	1
Role bảo vệ	F87L, F21	F87L, F21	F87L, F21	F50/51/ F67
Hòa đồng bộ	Có	Có	Có	Không

Toàn bộ các dữ liệu nêu trên của RLBV như U, I, chức năng bảo vệ cắt, được lưu trữ trong bản ghi sự cố. Để giúp cho người đọc hiểu rõ hơn, bài báo tiến hành phân tích ứng dụng F79 cho đường dây truyền tải và phân phối cụ thể như phần tiếp theo.

2.1. Thông số chỉnh định của F79

Giả sử dựa trên bản vẽ thiết kế mạch nhị thứ tại tủ điều khiển bảo vệ (RCP) của ngăn lộ 171 tại TBA 110kV Tịnh Phong như Hình 4, chúng ta có thể xác định rõ được các thông tin để cấu hình role như sau:



Hình 4. Bản vẽ nhị thứ dùng cho F79

Chế độ vận hành F79: Được lựa chọn bằng khóa cứng F79 ON/OFF ở chế độ MIMIC (IN104) hoặc lệnh điều khiển đơn RB02 ON/OFF của BCU SEL451 ở chế độ khóa BCU (IN101) nhằm gửi đến đầu vào số Input L3 của RLBV khoảng cách P443 để bật/ tắt chức năng F79. Với mục đích đó, ta sử dụng công cụ phần mềm Acceleator Quickset để cấu hình cho SEL451:

ALT02S:= ((R_TRIG RB02 AND IN101) OR (R_TRIG PB2 AND IN101) OR (NOT IN101 AND IN104)) AND NOT ALT02 #F79 ENABLE

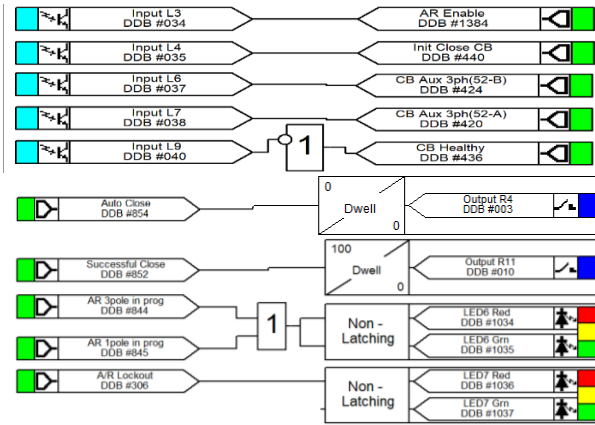
ALT02R:= ((F_TRIG RB02 AND IN101) OR (R_TRIG PB2 AND IN101) OR (NOT IN101 AND NOT IN104)) AND ALT02 #F79 DISABLE

OUT302:= ALT02 # F79 ENABLE

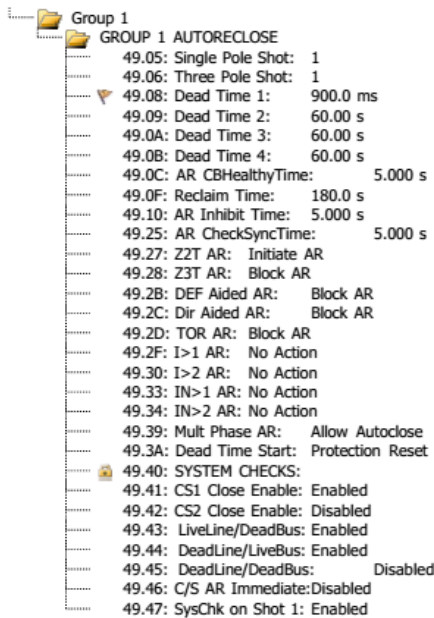
Sau đó dùng phần mềm Schneider Electric Easergy Studio để cấu hình PSL cho role P443 như Hình 5 với các thông số cần thu thập:

Trạng thái MC: Trạng thái của máy cắt ON/OFF được giám sát thông qua tiếp điểm phụ thường mở (52-A) hoặc thường đóng (52-B) đưa vào Input L6 và Input L7 của P443.

Khởi tạo chức năng đóng lặp lại (Initiate AR): Được khởi tạo từ chức năng bảo vệ chính tác động. Thông thường F87L áp dụng đối với đường dây 220kV, 500kV hoặc F21 vùng 1, vùng 1 mở rộng, vùng 2 đối với đường dây có cấp điện áp $\geq 110\text{kV}$. Ngoài ra, ta có thể sử dụng Input khởi tạo F79 từ bên ngoài cho trường hợp sử dụng một role F79 độc lập so với role bảo vệ chính. Như vậy, trong trường hợp này, ta cấu hình sử dụng vùng Z₁, Z₂ đi khởi tạo AR như Hình 6 để chạy chu trình F79 (AR Inprogress).



Hình 5. Cấu hình PSL của role P443



Hình 6. Cấu hình Setting của role P443

Thời gian hạn chế F79 (AR Inhibit): Khi có lệnh đóng máy cắt bằng tay đưa vào Input L4 của P443 thì chức năng F79 sẽ bị khóa trong khoảng thời gian cài đặt 5s hoặc 10s.

Thời gian chết (T_d): Là khoảng thời gian mà MC chuyển trạng thái từ cắt sang đóng (Hình 7). Chính xác hơn là thời gian giữa hồ quang bị dập tắt và MC đóng. T_d được lựa chọn rất cẩn thận, dựa trên sự ổn định của hệ thống, đặc điểm CB, thời gian dập hồ quang (t_{ion_Arc}) và thời gian bảo vệ trở về (t_{relay_reset}). Thời gian dập hồ quang của lưới 110kV là 280ms, 220kV là 350ms (3 pha) và 700ms (1 pha); 525kV là 550ms (3 pha) và 1100ms (1 pha).

Theo tài liệu [4, 5], giả sử dựa trên thông số của MC sau khi thử nghiệm với thời gian mở của MC $t_{CB_open} = 36,5\text{ms}$, thời gian đóng của MC $t_{CB_close} = 68,8\text{ms}$, $t_{relay_reset} = 80\text{ms}$.

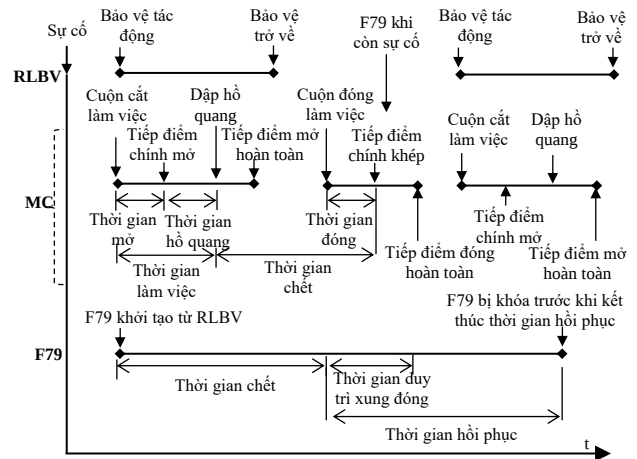
Ta tính được thời gian chết theo công thức:

$$T_d > \text{roundup}\{\max(A, B)\} + (t_{CB_close} - t_{CB_open}) = 277,3\text{ms}$$

$$\text{Trong đó: } A = t_{CB_open} + t_{relay_reset} = 36,5 + 80 = 116,5\text{ms}$$

$$B_{3\text{pha}} = t_{CB_open} + t_{ion_Arc} - t_{CB_close} = 50 + 280 - 85 = 245\text{ms}$$

Theo tài liệu [4], thời gian chết được chọn theo công thức: $T_d > 0,02 \times (10,5 + U_N/34,5)$. Trong đó, U_N là điện áp định mức của hệ thống. Giả sử đối với lưới 115kV ta tính được $T_d > 0,276\text{s}$.



Hình 7. Giảm đồ thời gian của F79 khi có sự cố vĩnh cửu

Các điểm cần lưu ý khi chọn thời gian chết:

- T_d đủ lớn để MC dập tắt hồ quang nhằm khôi phục môi trường cách điện và loại bỏ các nguy cơ lỗi làm việc do sự cố tạm thời và đủ nhỏ để duy trì sự ổn định của hệ thống.

- T_d của các lần F79 có thể đặt độc lập nhau. T_d của F79 ở chế độ 1 pha sự cố đòi hỏi đặt dài hơn chế độ 3 pha sự cố vì trong thực tế hai pha không sự cố có xu hướng tham gia vào việc giữ cho dòng hồ quang duy trì lâu hơn.

- Đối với F79 kết hợp với F87L: $T_d \geq T_{Syncheck}$ nhằm mục đích đảm bảo đủ thời gian cho role kiểm tra đồng bộ giữa điện áp của thanh cái và đường dây.

- Đối với F79 kết hợp với F21: T_d ở hai đầu đường dây khác nhau khoảng t_{z2} (thời gian cắt khoảng cách vùng 2). Ví dụ role đầu đường dây có $T_d \geq T_{Syncheck}$, Role cuối nguồn có $T_d \geq T_{Syncheck} + t_{z2}$.

Thời gian duy trì xung động MC: Giữ cho cuộn đóng MC hút và làm việc chắc chắn $t_{Pulse} = 0,5 \div 2\text{s}$.

Thời gian phục hồi (Reclaim Time $T_{Reclaim}$): Là thời gian đủ để máy cắt sẵn sàng thực hiện chu trình đóng cắt ($O - 0,3\text{s} - CO - 180\text{s}$) và phải lớn hơn thời gian tích năng lò xo MC ($\geq 110\text{kV}$ từ $3 \div 6\text{s}$, 22kV là $7 \div 10\text{s}$). Cho nên $T_{Reclaim}$ nằm trong khoảng $25 \div 300\text{s}$, thông thường chọn 60s cho nơi có sự cố thoáng qua thường xuyên xuất hiện, hoặc 180s đủ để role cắt và khóa cho sự cố vĩnh cửu.

Sau khi đóng lại MC và chạy hết $T_{Reclaim}$ thì role Abb, Siemens, Schneider sẽ báo tín hiệu AR Successful nếu sự cố thoáng qua đã được loại trừ và AR UnSuccessful nếu sự cố duy trì. Tuy nhiên, đối với role hãng Sel (ví dụ SEL311C) thì hai trạng thái tín hiệu này không có sẵn mà phải được cấu hình. Ví dụ tại ngắn lộ 171 TBA 110kV Phong Điền.

LT5:= !79CY*52A*!79LO# AR SUCCESSFUL
OUT107:= !79CY*79LO # AR UNSUCCESSFUL

Trong đó, 79CY là tín hiệu thời gian AR Inprogress, 52A:= IN103*!IN104 là trạng thái MC đóng, 79LO là trạng thái khóa F79 được cài đặt trong 79DTL
79DTL:= !IN203+M4PT+Z4GT+IN102+IN202+SOTFT # F79 LOCKOUT

Đối với RLBV hãng Toshiba và Sepam không có hai tín hiệu này mà chỉ sử dụng tín hiệu F79 Close Fail (sau khi có lệnh đóng MC (F79 Close) nhưng bị hở mạch nhị thứ đầu ra role làm MC không đóng được (không thay đổi trạng thái 52a).

Số lần đóng lặp lại (Single Pole Shot/Three Pole Shot): F79 không quy định số lần đóng lặp lại vì nó phụ thuộc vào đặc tính của MC (khả năng MC đóng hoặc cắt nhanh liên tiếp. MC cung cấp bộ đếm số lần làm việc và cần phải bảo dưỡng khi số lần đạt con số quy định của nhà sản xuất). Bên cạnh đó, tần suất và tính chất của loại sự cố thống kê trên lưới điện sẽ có ích cho nhân viên điều độ quyết định chọn số lần đóng lặp lại phù hợp. Đối với lưới điện truyền tải 110kV, 220kV, 500kV thì sự cố thoát qua xảy ra chiếm khoảng 80÷90% sự cố nên số lần F79 thường chọn là 1. Đối với lưới điện phân phối, nếu phần lớn sự cố là thoát qua (ví dụ do sét đánh) và phụ tải là khu công nghiệp thì số lần F79 chọn là 1. Nếu sự cố chủ yếu là bán cố định thường xảy ra ở vùng rừng núi (ví dụ do nhánh cây nhỏ hoặc động vật nhỏ rơi vào đường dây) thì số lần F79 chọn là 2. Bởi vì nhánh cây rơi vào đường dây, nó có thể cháy hết sau 2 lần đóng lại. Nếu F79 sau 2 lần mà không thành công, F79 sẽ bị khóa và cần sự can thiệp của nhân viên vận hành để đóng điện lại. F79 nhiều hơn 2 lần là khá vô nghĩa và có thể gây thêm hao mòn tiếp điểm chính của MC. Đối với ngăn lộ đường dây cáp ngầm hoặc đường dây cáp bọc nhựa trên cao của phụ tải là khu dân cư trong thành phố thì các sự cố tạm thời hoặc bán cố định ít xảy ra nên số lần F79 chọn là 0 [7].

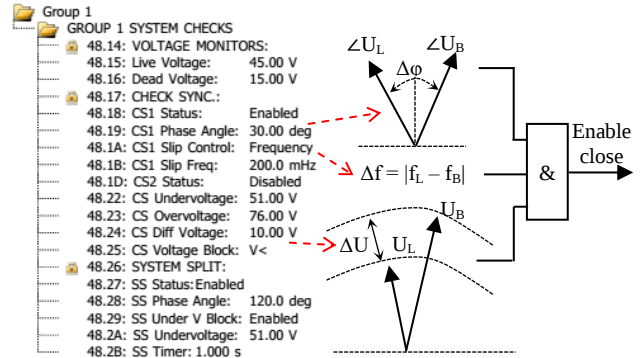
Bảng 2. Chế độ làm việc F79 khi có sự cố

STT	Chế độ F79	F79 lần 1		F79 lần 2		F79 lần 3	
		1 pha chạm đất	2 hoặc 3 pha	1 pha chạm đất	2 hoặc 3 pha	1 pha chạm đất	2 hoặc 3 pha
1	1&3 Pha	1 Pha	3 Pha	3 Pha LO	3 Pha LO	3 Pha LO	3 Pha LO
2	1 Pha	1 Pha	LO	3 Pha LO	3 Pha LO	3 Pha LO	3 Pha LO
3	3 Pha	3 Pha	LO	3 Pha LO	LO	3 Pha LO	LO
4	3 Pha	3 Pha	3 Pha	3 Pha LO	3 Pha LO	3 Pha LO	3 Pha LO

Chế độ đóng lặp lại (Trip Mode) [6]: Theo bản vẽ thiết kế mạch nhị thứ cho đường dây 220kV và 500kV, khóa lựa chọn chế độ vận hành F79 (Bảng 2) nằm trên tủ điều khiển RCP có hai vị trí là 1 pha và 3 pha bởi vì MC sử dụng loại 3 pha rời. Vị trí 1 pha thường được sử dụng vì ưu điểm của nó là không cần kiểm tra điều kiện hòa đồng bộ mỗi khi cắt và hai pha kia vẫn còn khỏe để duy trì sự đồng bộ giữa hai đầu đường dây. Vị trí 3 pha cần kiểm tra điều kiện đồng bộ trong thời gian MC cắt ra do 3 pha đường dây cắt (thời gian chết MC). Giả sử ta chọn chế độ làm việc F79 Mode là 1 Pha, số lần đóng lặp lại là 1 thì khi sự cố pha A chạm đất, MC mở pha A và đóng lặp lại pha A. Còn sự cố hai hoặc

3 pha thì MC cắt cả 3 pha và khóa đóng lặp lại (LO).

Điều kiện hòa đồng bộ (F25): F79 thường được kết hợp với chức năng kiểm tra đồng bộ cho đường dây 110kV, 220kV và 500kV. Có nghĩa là khi các bảo vệ đường dây ví dụ như bảo vệ khoảng cách vùng 1 tác động cắt MC đường dây, lúc này F25 sẽ làm nhiệm vụ kiểm tra điều kiện đồng bộ điện áp pha B của thanh cái (U_B) và điện áp ba pha của đường dây (U_L) để cho phép F79 gửi tín hiệu đi đóng máy cắt dựa trên thông số chỉnh định như Hình 8.



Hình 8. Thông số chỉnh định chức năng hòa đồng bộ

Đối với đường dây 220kV và 500kV thì cả hai MC ở 2 đầu đều cắt cùng lúc. Chính vì thế, F25 kiểm tra điều kiện Dead Line - Live Bus, Dead Bus - Live Line.

Đối với đường dây 110kV, điều kiện Dead Line - Live Bus, Dead Bus - Live Line và Live Line - Live Bus thường được sử dụng vì bảo vệ F21 ở đây không có sơ đồ truyền cắt nên khi có sự cố rơi vào vùng tz_1 của đầu đường dây này thì sẽ nằm trong tz_2 của đầu đường dây kia. Dẫn đến RLBV A đầu này kiểm tra điều kiện Dead Line - Live Bus, Dead Bus - Live Line, còn RLBV B đầu kia kiểm tra điều kiện Live Bus - Live Line. Để tránh điều này, ta sử dụng thêm vùng 1 mở rộng Z_{1X} để cả hai role đều cắt cùng lúc.

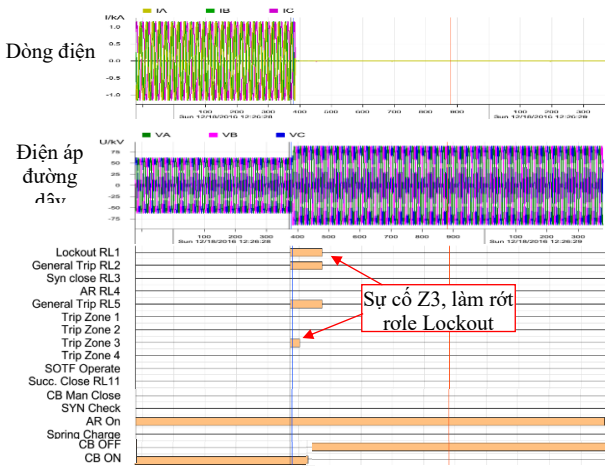
Khóa F79 (Block AR): Chức năng F79 có thể bị khóa từ một số bảo vệ như bảo vệ máy biến áp, máy phát, và bảo vệ có thời gian tác động dài (ví dụ Z3, Z4, F67/67N, F59/59N, CBF, ... làm role trung gian F86 tác động) hoặc trạng thái MC cắt nhưng có sự cố. Ngoài ra, F79 còn bị khóa ở các điều kiện như: Chọn chế độ F79 một pha nhưng role phát hiện sự cố 3 pha; Sự cố duy trì trong thời gian hồi phục; Cả hai kênh truyền của F87L bị lỗi; Điều kiện MC không sẵn sàng (CB Ready) đưa vào Input L9 của P443 do tích năng lò xo chưa căng, áp lực khí nén SF6 giảm thấp.

2.2. Phân tích bản ghi sự cố

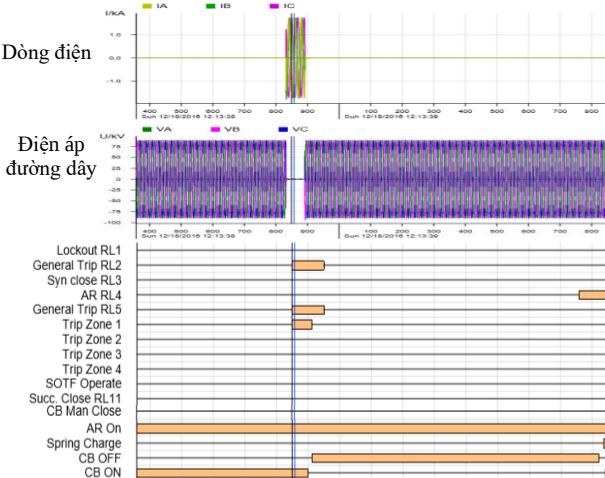
Để phân tích bản ghi sự cố tải xuống từ role, ta sử dụng công cụ Comtrade Viewer 4.58 nhằm đọc file sự cố AB ở vùng 3, được minh họa trên Hình 9. Sau khi role tác động ($tz_3 = 3,38s$) gửi lệnh hút role trung gian Lockout RL1 và General Trip RL2, máy cắt mở (CB OFF) tại thời điểm 3,45s bởi vì máy cắt là loại SF6 có thời gian trễ hoạt động cắt khoảng $0,06 \div 0,08$ s. Ngoài ra, role không khởi tạo AR hay khóa F79 và không cho phép đóng lại MC.

Hình 10 minh họa phản ứng của hệ thống bảo vệ cho sự cố AB ở vùng Z1. Role gửi lệnh cắt MC (Trip Zone 1) tại thời điểm 0,85s. Máy cắt mở tại thời điểm $t \approx 0,92s$ làm cho tín hiệu General Trip RL2 OFF và dòng điện sự cố gần bằng 0. Role khởi tạo F79, kiểm tra không bị khóa F79 sau

thời gian chết 0,9s thì xuất lệnh đóng lại MC (AR RL4). Sau khi lệnh đóng MC được tạo ra, role chạy thời gian hồi phục LED6 đến hết thời gian 180s thì tín hiệu F79 thành công (Succ Close R11) xuất hiện và giải trừ chức năng F79 để chuẩn bị cho chu trình mới.



Hình 9. Sự cố AB ở vùng Z3 với F79 Lockout



Hình 10. Sự cố AB ở vùng Z1 với F79 close

Nhận xét: Trong thực tế vận hành ngăn lậ 171 tại TBA 110kV Tịnh Phong từ năm 2017 đến nay, chúng ta rất khó có được tất cả các kịch bản sự cố để kiểm chứng chu trình làm việc của F79 với $T_{Reclaim} = 180s$. Vì vậy, nhóm tác giả đề xuất xây dựng mô hình mô phỏng sự cố (dạng sự cố, điện trở sự cố và thời gian sự cố) bằng phần mềm Matlab nhằm giúp người đọc dễ dàng xem xét với $T_{Reclaim} = 4s$ ở các tình huống khác nhau.

3. Mô phỏng sự cố bằng Matlab Simulink

Nguyên lý làm việc chức năng F79 của Schneider P443 và Siemens 7SL82 khá tương đồng nên bài báo sử dụng phần mềm Matlab/Simulink để xây dựng mô phỏng hệ thống đường dây truyền tải 110kV Tam Kỳ - Tam Anh thể hiện trên Hình 11 gồm có:

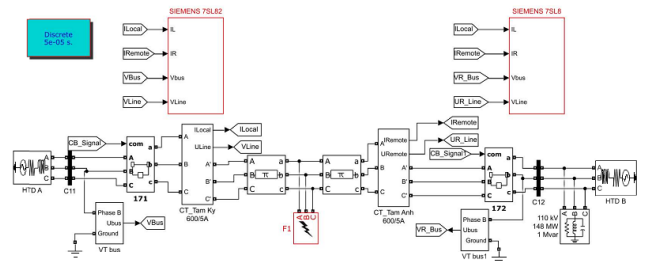
Đường dây tải điện có các thông số như điện kháng thứ tự thuận $x_1 = 0,045\Omega/km$; điện dung thứ tự thuận $c_1 = 0,018\mu F/km$; điện dung thứ tự không $c_0 = 0,013\mu F/km$; Chiều dài đường dây $L = 11,55km$; Góc đường dây 68° ; Hệ số $K_r = 0,31$, $K_x = 0,67$ [8].

Khối chức năng F87L của role Siemens 7SL82 đã được

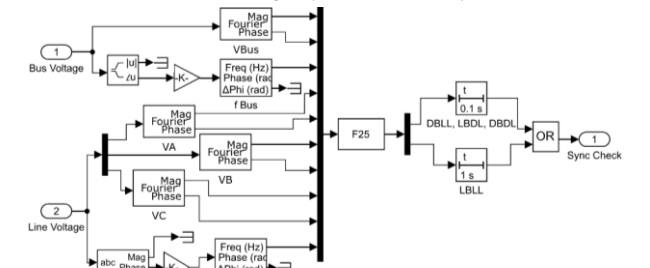
nhóm tác giả trình bày chi tiết trong tài liệu [9] với thông số chỉnh định $I_{DIFF} > 2A$; $I_{DIFF} > 10A$.

Khối chức năng kiểm tra hòa đồng bộ (F25): Làm việc ở chế độ DBLL, LBDL, LBLL với ngưỡng điện áp chết 15V, ngưỡng điện áp sống 45V, $\Delta U = 10V$, $\Delta f = 0,2Hz$, $\Delta \alpha = 30^\circ$ và $T_{Syncheck} = 1s$. Xem Hình 12.

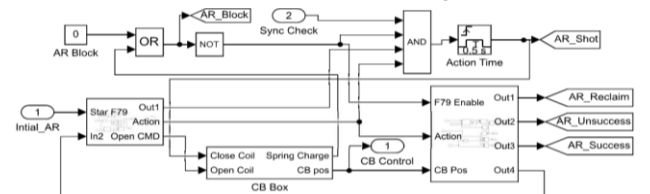
Khối chức năng F79 ở Hình 13 sử dụng các tín hiệu đầu vào (khởi tạo F79 - Initial AR được lấy từ tín hiệu cắt từ bảo vệ F87L và F79 bị khóa - AR block), tín hiệu đầu ra (AR Shot, AR Reclaim, AR success, AR Unsuccess). Thông số chỉnh định là $T_d = 1s$, $T_{Action} = 0,5s$, $T_{Reclaim} = 4s$, $T_{Loxo MC} = 3,5s$.



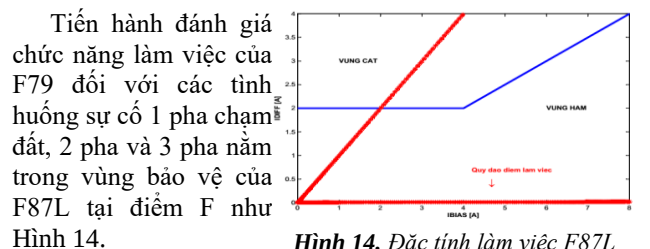
Hình 11. Sơ đồ đường dây 110kV Tam Kỳ - Tam Anh



Hình 12. Sơ đồ khối chức năng F25



Hình 13. Sơ đồ khối chức năng F79 lần 1



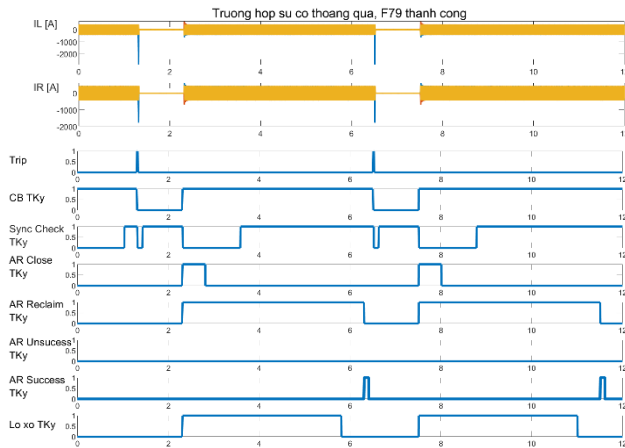
Hình 14. Đặc tính làm việc F87L

Trường hợp 1: Đường dây xảy ra sự cố pha A chạm đất thoáng qua tại thời điểm 1,3s, 6,3s với thời gian duy trì nhỏ hơn thời gian $t_d = 1s$. Role xuất lệnh cắt và gửi tín hiệu đóng máy cắt AR close (2,3s và 6,6s), AR Success (6,3s và 11,6s). Xem Hình 15.

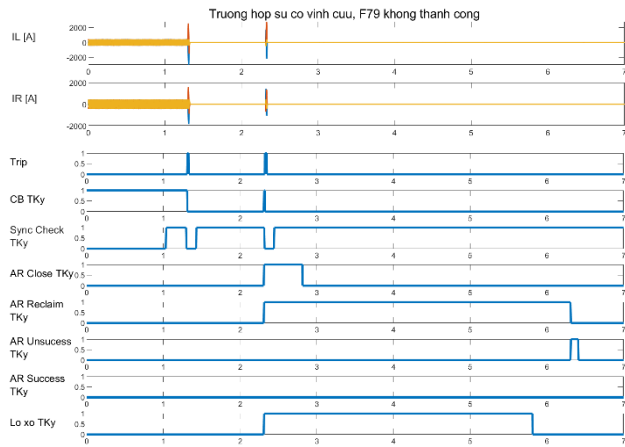
Trường hợp 2: Đường dây xảy ra sự cố pha AB tại thời điểm 1,3s duy trì đến thời điểm 2,5s (lớn hơn $t_d = 1s$) nên role chỉ AR close 1 lần (2,3s) sau đó cắt MC ra và báo AR Unsuccess sau khi hết thời gian Reclaim tại thời điểm 6,3s (Hình 16).

Trường hợp 3: Đường dây xảy ra sự cố pha ABG tại thời điểm 1,3s với tình huống F79 tại đầu Tam Anh bị khóa

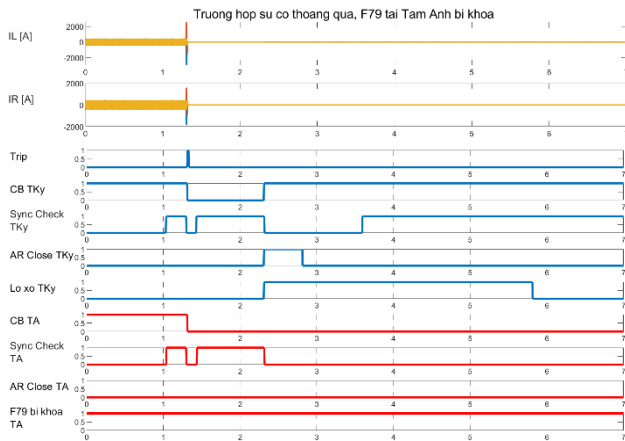
(F79 bị khóa TA = 1) do một trong các điều kiện được nêu trong mục 2.1 nên MC cắt (CB TA = 0) và không đóng lại (Hình 17).



Hình 15. Trường hợp sự cố thoáng qua, F79 thành công



Hình 16. Trường hợp sự cố vĩnh cửu, F79 không thành công

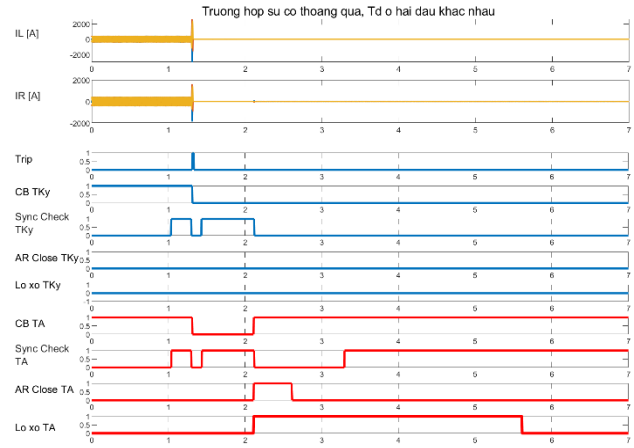


Hình 17. Trường hợp sự cố thoáng qua, F79 bị khóa

Trường hợp 4: Giả sử thời gian chết đặt ở đầu Tam Anh là 0,8s ($< T_{\text{Syncheck}} = 1\text{s}$), còn đầu Tam Kỳ là 1s nên khi đường dây xảy ra sự cố pha ABC tại thời điểm 1,3s thì F79 close tại Tam Anh đóng MC trước dẫn đến F79 tại đầu Tam Kỳ không đóng được do điều kiện hòa đồng bộ LBLL của F25 Check chưa thỏa mãn (Hình 18).

Nhận xét: Hầu hết các trường hợp sự cố, F79 làm việc đúng với yêu cầu đưa ra. Tuy nhiên, để có được F79

Success trong thực tế vận hành, chúng ta cần lưu ý chỉnh định T_d ở hai đầu đường dây phải bằng nhau và lớn hơn thời gian T_{Syncheck} nếu đường dây có sử dụng F87L và F79.



Hình 18. Trường hợp T_d của hai đầu đường dây khác nhau

4. Kết luận

Bài báo phân tích cấu hình, thông số chỉnh định và bản ghi sự cố của RLBV khoảng cách Schneider P443 được sử dụng trong lưới điện. Sau đó xây dựng mô hình F87L, kết hợp với F79 và F25 dùng cho đường dây 110kV Tam Kỳ – Tam Anh bằng Matlab Simulink để mô phỏng tạo ra sự cố cần thiết nhằm thực hiện các nghiên cứu về F79 Successful, F79 Unsuccess, F79 Block và đánh giá hiệu quả áp dụng trên hệ thống điện. F79 có thể loại trừ việc cắt điện lâu dài hệ thống điện do các sự cố thoáng qua tồn tại trong một vài giây. Tuy nhiên, nếu như sự cố là vĩnh cửu, F79 sẽ khóa sau F79 Unsuccess và nhờ đó cách ly đoạn đường dây bị sự cố ra khỏi hệ thống. Bên cạnh đó, các thông tin quan trọng có được từ bài báo có thể dùng làm tài liệu tham khảo giúp cho các nhà kỹ thuật, vận hành tiết kiệm thời gian tìm hiểu, tính chọn thông số phù hợp cho F79 và đem lại một số kinh nghiệm hữu ích để triển khai hiệu quả công việc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Muhd Hafizi Idris et all, “Auto-reclose Relay Simulation for Research and Education”, *Proceedings of 2018 4th International Conference on Electrical, Electronics and System Engineering*, 2018.
- [2] Abdrabou Ashour, “Modelling of Smart Auto-Recloser with Over Current Protection”, *Journal of Engineering Research and Application*, ISSN: 2248-9622, Vol. 8, Issue 7 (Part -V) July 2018.
- [3] Farzad Zhalefar, “Adaptive Single-Phase Reclosing in Transmission Lines”, *Electronic Thesis and Dissertation Repository*, 11-11-2015.
- [4] Walter A. Elmore, “Protective Relaying: Theory and Applications”, CRC Press, September 1, 2003.
- [5] Micom, “Technical Manual. Numerical Distance Protection Relays P442”, 2011.
- [6] GE, “L90 Line Differential Relay UR Series Instruction Manual”, 2006.
- [7] C.L.Hor, K.Kangvansaichol, P.A. Crossley, A.Shafiu, Relay Models for Protection Studies, the 2003 IEEE Bologna Power Tech Conference, June 23th-26th, Bologna, Italy.
- [8] Trung tâm điều độ hệ thống điện Miền Trung, “Phiếu chỉnh định role Trạm 110kV Tam Kỳ số 1161/D ĐMT-PT”, 16/05/2019.
- [9] Lê Kim Hùng, Vũ Phan Huân, “Phân tích và đánh giá đặc tính làm việc bảo vệ so lệch dọc đường dây của role kỹ thuật số”, *Tạp chí KHNC các trường Đại học kỹ thuật*. Số: 137. Năm 2019.