

## CÔNG TY CỔ PHẦN ĐÀO TẠO VÀ CÔNG NGHỆ NĂNG LƯỢNG - VIỆN THÔNG VIỆT NAM

Địa chỉ: Số 52/68/66 Đường Ngọc Lâm - Q. Long Biên - TP. Hà Nội  
Tel: 04 - 3873 6768 Email: p-3t@p-3t.com  
Fax: 04 - 3650 3404 Homepage: <http://www.p-3t.com>



### TÀI LIỆU ĐÀO TẠO CHUYÊN ĐỀ “HỆ THỐNG RƠ LE BẢO VỆ TRONG TBA - PHẦN NÂNG CAO” (Thực hiện tại: Công ty Điện lực Dầu khí Cà Mau - Năm: 2011)



Tổng Giám đốc



ThS. Nguyễn Xuân Đạo



7UT633/635



7UT613  
Hà Nội, 09/2011

7UT612

LSP216C@p3t.vn

## MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
<b>Mục lục</b>	1
<b>Danh mục các chữ viết tắt</b>	5
<b>Chương I. Tổng quan về rơ le kỹ thuật số do hãng Siemens chế tạo</b>	6
I.1. Đặc điểm của rơ le kỹ thuật số do hãng SIEMENS chế tạo	6
I.1.1. Đặc điểm của rơ le kỹ thuật số do hãng SIEMENS chế tạo	6
I.1.2 Giới thiệu phần mềm DIGSI	9
I.2. Giới thiệu về rơ le bảo vệ so lệch máy biến áp 7UT6xx	9
I.2.1. Giới thiệu chung về rơ le so lệch máy biến áp họ 7UT6xx	9
I.2.2. Phạm vi sử dụng	10
I.2.3. Các bộ tham số cài đặt	11
I.2.4. Chức năng bảo vệ so lệch	12
I.2.5. Chức năng bảo vệ chống chạm đất hạn chế 87N (Restricted Earth Fault-REF)	23
I.2.6. Chức năng bảo vệ qua dòng pha/ quá dòng chạm đất	24
I.2.7. Bảo vệ chống quá tải nhiệt (Thermal Overload Protection - 49)	27
I.2.8. Bảo vệ chống quá từ thông lõi thép (OverexcitationProtection- 24)	29
I.2.9. Bảo vệ chống hiện tượng máy cắt từ chối tác động (Circuit Breaker Failure Protection - 50BF)	30
I.2.10. Chức năng giám sát trong rơ le	31
I.3. Giới thiệu về rơ le bảo vệ máy phát điện 7UM62x	37
I.3.1. Giới thiệu chung về bảo vệ máy phát điện	37

I.3.2. Giới thiệu chung về rơ le bảo vệ máy phát họ 7UM62x	40
I.3.3. Chức năng bảo vệ quá dòng với đặc tính độc lập ( $I >$ hoặc F50, F51)	41
I.3.4. Chức năng bảo vệ quá dòng với đặc tính phụ thuộc (51V)	41
I.3.5. Chức năng bảo vệ quá dòng thứ tự nghịch ( $I_2 >$ hoặc 46) - Unbalanced Load	42
I.3.6. Chức năng bảo vệ quá dòng khi khởi động tổ máy (Startup Overcurrent Protection)	43
I.3.7. Chức năng bảo vệ so lệch cho máy biến áp (87T)	44
I.3.8. Chức năng bảo vệ so lệch máy phát điện (87)	44
I.3.9. Chức năng bảo vệ mất kích từ (Underexcitation - Loss-of-Field) (40)	45
I.3.10. Chức năng bảo vệ chống luồng công suất ngược (Reverse Power Protection) (32R)	49
I.3.11. Chức năng bảo vệ chống trượt cực từ (Out of Step) (78)	50
I.3.12. Bảo vệ chống chạm đất 90% cuộn dây stator (59N, 64G, 67G)	52
I.3.13. Bảo vệ chống chạm đất 100% cuộn dây stator	54
I.3.14. Bảo vệ chống chạm chập giữa các vòng dây cùng pha cuộn dây stator	59
I.3.15. Bảo vệ chống chạm đất cuộn dây roto (64R)	61
I.3.16. Bảo vệ chống đóng điện máy phát đang ở trạng thái nghỉ (Dead Machine Energization hoặc Inadvertent Energization)	64
I.4. Giới thiệu về rơ le bảo vệ khoảng cách 7SA5xx	66
I.4.1. Giới thiệu về rơ le kỹ thuật số họ 7SA5xx	66
I.4.2. Chức năng bảo vệ khoảng cách (21 & 21N)	67

I.4.3. Chức năng phát hiện dao động điện (21 & 21N)	69
I.4.4. Chức năng phát hiện nguồn yếu hoặc mở máy cắt đầu đối diện (Weak Infeed or Breaker open condition)	70
I.4.5. Chức năng bảo vệ quá dòng (Dự phòng hoặc bảo vệ khẩn cấp)	71
I.4.6. Chức năng chống đóng vào điểm sự cố (SOTF - Switch on to Fault)	71
I.4.7. Chức năng định vị sự cố	72
I.5. Giới thiệu về rơ le bảo vệ quá dòng 7SJ62x	73
I.5.1. Giới thiệu về role kỹ thuật số họ 7SJ62	73
I.5.2. Chức năng bảo vệ quá dòng	73
I.5.3. Chức năng bảo vệ chống sự cố chạm đất thoáng qua lặp lại (Intermittent ground fault protection)	74
I.5.4. Chức năng định vị sự cố (Fault Location)	74
I.6. Giới thiệu về rơ le bảo vệ so lệch thanh cái 7SS52x	75
I.6.1. Giới thiệu về rơ le kỹ thuật số họ 7SS52x	75
I.6.2. Giải thuật làm việc với giá trị tức thời của dòng điện	77
I.6.3. Check Zone (Vùng kiểm tra)	80
<b>Chương II. Tính toán các thông số bảo vệ</b>	<b>82</b>
II.1. Tính toán thông số cài đặt cho role quá dòng điện ( $I_{0>}$ hay 50& 51; 50N & 51N)	82
II.2. Tính toán thông số cài đặt cho role khoảng cách ( $Z<$ hay 21)	85
II.3. Tính toán thông số cài đặt cho role so lệch ( $\Delta I$ hay 87)	97
<b>Chương III. Cài đặt rơ le của Siemens ở chế độ off line trên máy tính</b>	<b>101</b>
III.1. Các yêu cầu chung	101
III.2. Các bước thực hiện	102
III.3. Thay đổi các giá trị chỉnh định của role	105



<b>Chương IV. Thí nghiệm kiểm tra đặc tính tác động của rơ le Siemens</b>	<b>110</b>
IV.1. Giới thiệu hợp bộ thí nghiệm role CMC 356 (Omicron) và phần mềm điều khiển Test Universe	110
IV.2. Thao tác kết nối	110
IV.3. Đấu nối giữa hợp bộ thí nghiệm và role	112
IV.4. Lựa chọn phương thức kiểm tra	113
IV.5. Chuẩn bị đối tượng thí nghiệm	114
IV.5.1. Thí nghiệm rơ le quá dòng điện	115
IV.5.2. Thí nghiệm role khoảng cách	121
IV.5.3. Thí nghiệm role so lệch dòng điện	123
<b>Chương V. Hướng dẫn đọc bản tin và giải trừ sự cố trong rơ le Siemens</b>	<b>126</b>
V.1. Giới thiệu	126
V.2. Truy cập qua các phím mặt trước role	127
V.3. Các thông báo sự cố	128
V.4. Chuyển đổi giữa các nhóm cài đặt	130

## DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT

**Dưới đây là một số chữ viết tắt thường hay sử dụng trong tài liệu:**

- CT: Máy biến dòng điện (Current Transformer)
- DT: Đặc tính độc lập (Definite Time)
- EI: Cực kỳ dốc (Extremely Inverse)
- IT: Đặc tính thời gian phụ thuộc (Inverse Time)
- IEC: Ủy ban Kỹ thuật Điện Quốc tế (International Electrotechnical Commission)
- MBA: Máy biến áp
- MF: Máy phát
- REF: Bảo vệ chống chạm đất hạn chế
- SI: Dốc tiêu chuẩn (Standard Inverse)
- TTK: Thành phần thứ tự không
- TTN: Thành phần thứ tự nghịch
- TTT: Thành phần thứ tự thuận
- VI: Rất dốc (Very Inverse)
- VT: Máy biến điện áp (Voltage Transformer)

## CHƯƠNG I. TỔNG QUAN VỀ RƠ LE KỸ THUẬT SỐ DO HÃNG SIEMENS CHẾ TẠO

### I.1. Đặc điểm của rơ le kỹ thuật số do hãng SIEMENS chế tạo

#### I.1.1. Đặc điểm của rơ le kỹ thuật số do hãng SIEMENS chế tạo

Các rơ le kỹ thuật số của hãng SIEMENS mang tên gọi chung SIPROTEC đáp ứng toàn diện các nhu cầu bảo vệ trong hệ thống điện. Các thiết bị bảo vệ làm việc tin cậy, giao diện và phương thức truy cập thuận tiện dễ dàng hơn hầu hết các rơ le của các hãng khác. Phần mềm DIGSI 4 là công cụ mạnh mẽ trợ giúp các kỹ sư trong việc quản lý, cài đặt và phân tích sự cố. Phần mềm này tương thích với mọi loại rơ le của SIEMENS.



Hình 1.1. Tủ rơ le của hãng SIEMENS

- Các rơ le SIEMENS còn có các đặc điểm nổi bật sau:
  - + Tích hợp giữa các chức năng bảo vệ, điều khiển và đo lường
  - + Có thể lựa chọn các chuẩn truyền thông theo tiêu chuẩn như IEC 61850; IEC 60870-5-103; DNP 3, MODBUS và PROFIBUS.
  - + Có sẵn các modul thiết bị truyền thông để chuyển đổi nâng cấp lên chuẩn IEC 61850.
  - + SIEMENS là một trong những nhà sản xuất tích cực trong việc hỗ trợ chuẩn truyền thông quốc tế IEC 61850 và là nhà sản xuất đầu tiên đưa ra các thiết bị bảo vệ và tự động hóa trạm tuân thủ theo chuẩn này. Tới cuối năm 2007, khoảng 30,000 thiết bị bảo vệ và tự động hóa trạm của SIEMENS trong gần 300 trạm biến áp đã vận hành dựa trên chuẩn IEC 61850.

- Quá trình phát triển của các thế hệ rơ le SIEMENS:

SIEMENS là một trong những nhà sản xuất hàng đầu thế giới trong lĩnh vực thiết bị bảo vệ rơ le, các công nghệ mới của SIEMENS đã đóng góp đáng kể sự phát triển của các thế hệ rơ le nói chung.

+ Năm 1976: Các rơ le dựa trên nền tảng của hệ thống máy tính mini đã được SIEMENS chuyển giao cho khách hàng và vẫn vận hành tới tận thời điểm hiện tại.

+ Từ năm 1985: Là nhà sản xuất đầu tiên giới thiệu các dòng rơ le kỹ thuật số với giao thức truyền tin được chuẩn hóa. Hiện nay SIEMENS có khả năng cung cấp rơ le bảo vệ cho toàn bộ các thiết bị trong hệ thống điện từ bảo vệ máy phát, thanh góp cho tới các động cơ của khách hàng. Tới thời điểm hiện tại khoảng 600,000 thiết bị rơ le đã được chuyển giao cho khách hàng.

- Các đặc điểm công nghệ ưu việt của rơ le SIEMENS

+ Thiết kế nhỏ gọn, tích hợp nhiều chức năng trong một thiết bị → giảm giá thành.

+ Khả năng sẵn sàng và độ tin cậy cao do có khả năng tự giám sát bản thân trong quá trình vận hành của thiết bị bảo vệ rơ le.

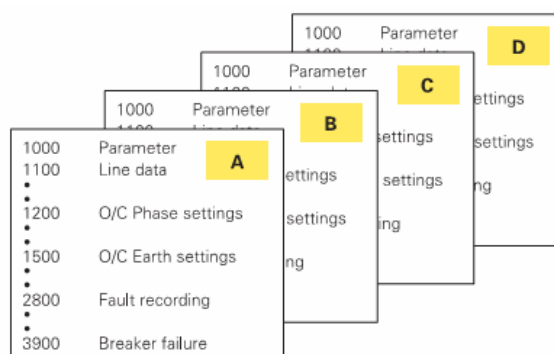
+ Đặc tính làm việc ổn định, tránh được hiện tượng trôi tham số, đặc tính.

+ Độ chính xác đo lường cao do áp dụng các thuật toán xử lý tối ưu và lọc tín hiệu số.

+ Tích hợp thêm rất nhiều chức năng phụ khác như giám sát tải, giám sát mức độ phát nóng/già hóa, chức năng ghi sự cố, rơ le so lệch với chức năng định vị sự cố, ...

+ Hệ thống bàn phím và giao diện trên rơ le được thiết kế tối ưu cho người vận hành sử dụng.

+ Dễ dàng truy cập các dữ liệu trong rơ le bằng máy tính thông qua cổng nối tiếp. Có thể truy nhập từ xa hoặc tại chỗ tùy theo yêu cầu.



Hình 0.2. Các nhóm cài đặt trong rơ le

+ Khả năng tương thích cao với các trạng thái vận hành của hệ thống: Có thể cài đặt nhiều bộ số liệu vào rơ le, quá trình chuyển đổi giữa các bộ giá trị cài đặt này có thể được thực hiện do bản thân rơ le hoặc thông qua các tín hiệu điều khiển từ bên ngoài.

- Phân loại các rơ le SIEMENS

+ Họ rơ le SIPROTEC 4: Bao gồm các rơ le bảo vệ cho cấp trung áp tới tới cấp siêu cao áp (Bảo vệ quá dòng, so lệch, khoảng cách, ...). Các rơ le đều là loại đa chức năng dễ dàng phù hợp với các điều kiện cụ thể.

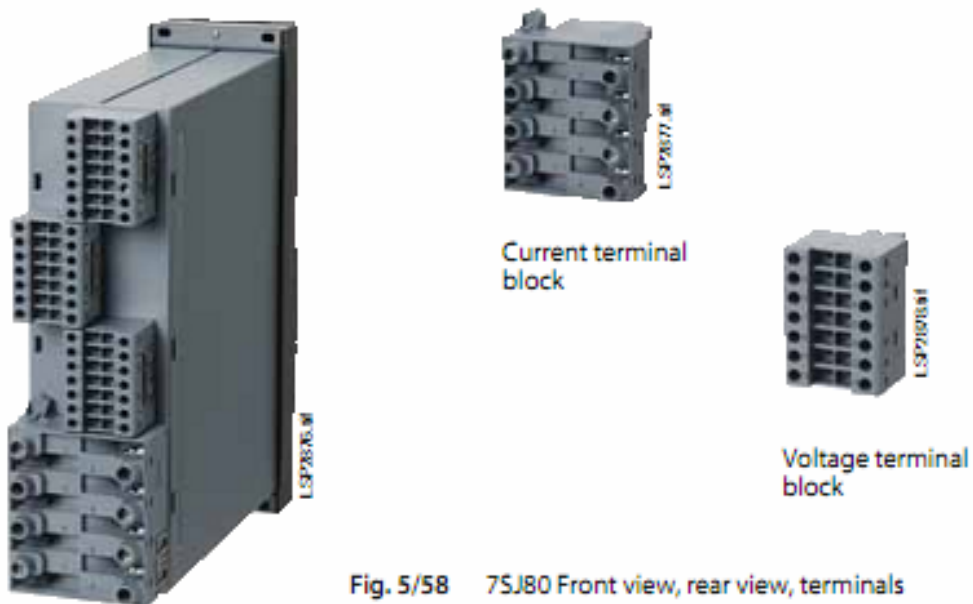
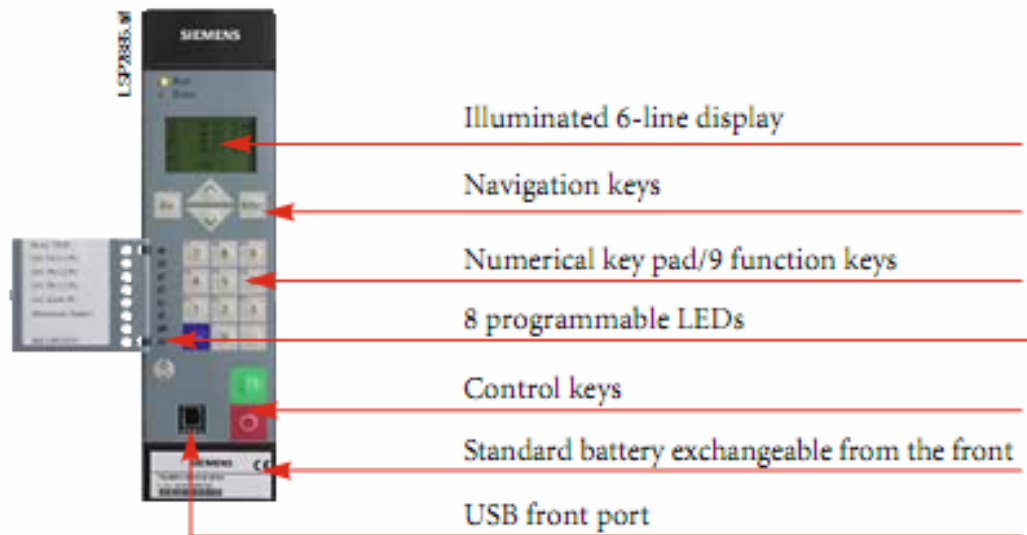


Fig. 5/58 7SJ80 Front view, rear view, terminals

Hình 0.3. Một rơ le thuộc họ SIPROTEC Compact

+ Họ rơ le SIPROTEC Compact: Là loại có kích thước nhỏ gọn, chức năng của rơ le gần tương tự như các rơ le thuộc họ SIPROTEC 4. Rơ le có thể truy nhập qua cổng USB phía trước mặt, các khối tín hiệu vào dòng và áp là loại có thể tháo lắp được.

+ Họ rơ le SIPROTEC 600: Các rơ le thuộc họ này có giá thành hợp lý hơn, thích hợp sử dụng trong công nghiệp hoặc các công ty điện lực. Các rơ le này thường không tích hợp nhiều chức năng như các họ rơ le khác.

+ Họ rơ le SIPROTEC Easy: Dùng cho các ứng dụng đơn giản, giá thành hợp lý. Quá trình cài đặt thực hiện bằng cách gạt các công tắc lựa chọn, không yêu cầu máy tính.

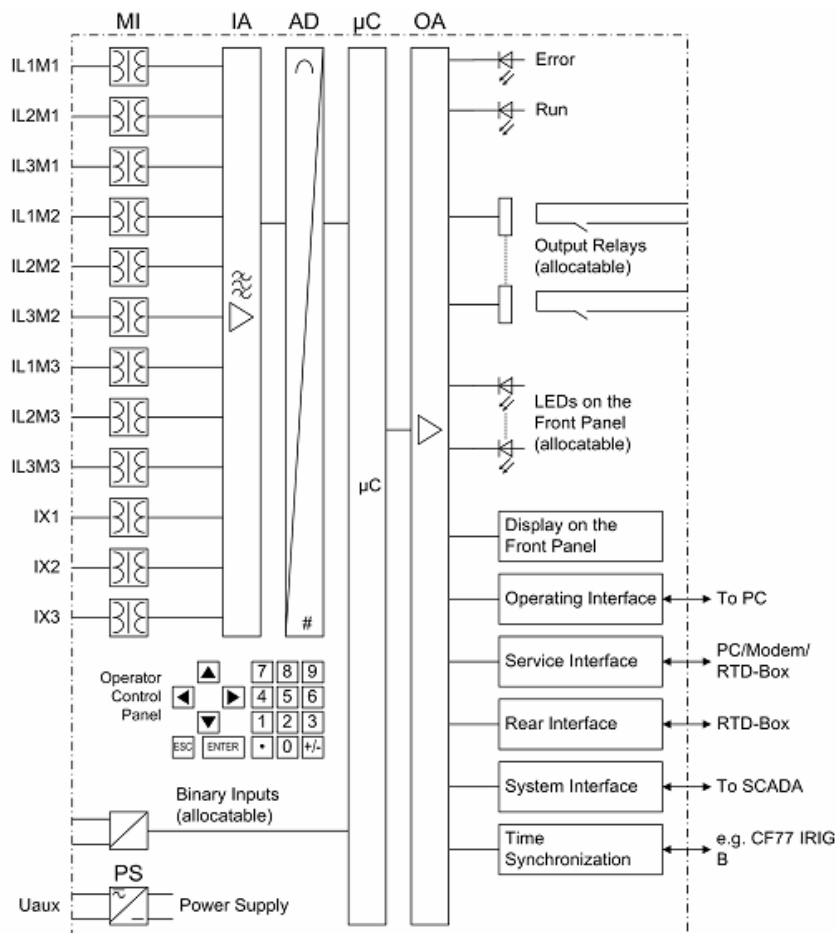
### I.1.2 Giới thiệu phần mềm DIGSI

Việc truy cập rơ le có thể thực hiện thông qua phần mềm DIGSI của SIEMENS, phần mềm này cho phép người sử dụng đọc các bản ghi, chỉnh sửa và chuẩn bị các bộ giá trị cài đặt ở chế độ on/off line. Ngoài ra phần mềm còn có chức năng xuất các giá trị chỉnh định sang định dạng phù hợp với thiết bị thử nghiệm của hãng Omicron.

## I.2. Giới thiệu về rơ le bảo vệ số lệch máy biến áp 7UT6xx

### I.2.1. Giới thiệu chung về rơ le số lệch máy biến áp họ 7UT6xx

Cấu trúc phần cứng của rơ le 7UT613/63x được minh họa trên hình vẽ 1.4.



Hình 1.4. Cấu trúc phần cứng rơ le 7UT613/63x

Rơ le có các đầu vào tín hiệu dòng điện IL1M1 ÷ IM3L3 dùng cho mục đích bảo vệ so lệch (Đo lường tại 3 vị trí, mỗi vị trí có 3 pha). Ngoài ra còn có thêm 3 đầu vào tín hiệu dòng điện phụ, có thể dùng cho mục đích đo dòng điện trên dây trung tính của cuộn đấu sao, hoặc dùng cho các bảo vệ quá dòng có độ nhạy cao: Phát hiện dòng rò rất nhỏ từ vỏ máy biến áp xuống đất. Các rơ le 7UT613/63x có thể đặt hàng riêng thêm các đầu vào điện áp phục vụ cho các mục đích khác như phát hiện hượng tượng quá từ thông lõi từ máy biến áp (Bảo vệ V/f).

Đầu vào/ra nhị phân (Binary input): Nhận tín hiệu điều khiển từ bên ngoài/xuất tín hiệu cắt máy cắt, tín hiệu liên động tới đầu đôi điện, ...

Giao diện mặt trước rơ le: Hiển thị các thông tin đo lường, các thông tin cảnh báo về sự kiện xảy ra, trạng thái của thiết bị, ... Bàn phím cho phép truy cập các thông tin lưu trữ: Các bản ghi sự cố, các nhóm cài đặt, thông số vận hành. Với các rơ le họ 7UT6 thì có thể cho phép điều khiển đóng/cắt máy cắt trực tiếp từ rơ le. Rơ le 7UT613 có màn hình hiển thị 4 dòng, còn 7UT633 cho phép hiển thị cả sơ đồ và có khóa điều khiển ở mặt trước.

Các cổng giao tiếp: Giao tiếp với máy tính trực tiếp qua cổng nối tiếp ở mặt trước rơ le để thay đổi các chỉnh định (Dùng phần mềm DIGSI). Tất cả dữ liệu có thể truyền tới hệ thống điều khiển trung tâm qua cổng SYSTEM INTERFACE. Cổng SERVICE INTERFACE cho phép kết nối tới máy tính (Dùng DIGSI) qua modem hoặc kết nối tới thiết bị đo nhiệt độ (RTD box hay thermal box). Cổng còn lại dùng cho việc đồng bộ thời gian bằng đồng hồ GPS.



Hình 1.5. Thiết bị RTD-box TR1200

Nguồn cấp cho rơ le có thể là điện áp một chiều hoặc xoay chiều tùy theo đặt hàng (24V ÷ 48V DC hoặc 110÷250V AC).

### **I.2.2. Phạm vi sử dụng**

Họ rơ le 7UT613/63x có thể sử dụng để bảo vệ cho:



- Máy biến áp các cấp điện áp: Phạm vi bảo vệ được giới hạn bởi vị trí các máy biến dòng, rơ le được trang bị thuật toán để hiệu chỉnh sự dịch pha do tổ đấu dây máy biến áp gây ra. Rơ le 7UT612 dùng cho máy biến áp hai cuộn dây, 7UT613/633 dùng cho các máy biến áp tới 3 cuộn dây và 7UT635 dùng cho máy biến áp tới 5 cuộn dây.

- Các động cơ: Rơ le so sánh dòng điện ở trung tính cuộn dây đấu sao và dòng các pha.

- Cuộn kháng bù ngang hoặc bù dọc.

- Các đường dây ngắn và các hệ thống thánh góp (Từ 2-5 ngăn lộ).

- Với các rơ le có trang bị thêm đầu vào điện áp: Phục vụ chức năng bảo vệ chống hiện tượng quá từ thông của lõi từ (Máy biến áp, cuộn kháng).

- Chức năng bảo vệ chống hiện tượng máy cắt từ chối tác động có thể áp dụng cho 2 máy cắt, người dùng có thể tùy ý lựa chọn máy cắt nào cần áp dụng chức năng này.

### ***1.2.3. Các bộ tham số cài đặt***

Các tham số cài có thể được chuẩn bị bằng máy tính với phần mềm DIGSI sau đó sẽ upload vào rơ le, để thay đổi tham số cài đặt trong rơ le bắt buộc phải vào mặt khẩu, đây là một chức năng đảm bảo sự làm việc an toàn của rơ le.

**Parameter Group Changeover Function:** Tham số này cho phép chuyển đổi qua lại giữa các nhóm giá trị cài đặt (Tối đa tới 4 nhóm) đã lưu trữ sẵn trong rơ le. Địa chỉ cài đặt “**0103 Grp Chge OPTION**” với hai chế độ: Enable (Disable): Cho phép (Không cho phép) chuyển đổi qua lại kể cả trong quá trình đang vận hành.

**Protected Object:** Đây là mục mô tả về đối tượng được bảo vệ bởi chức năng bảo vệ so lệch (Một rơ le có thể dùng để bảo vệ so lệch một thiết bị chính nhưng cũng có thể bảo vệ thêm các phần tử khác). Địa chỉ cài đặt “**0105 PROT. OBJECT**” với các lựa chọn:

- **PROT. OBJECT = 3 phase transf:** Đối tượng bảo vệ là máy biến áp ba cuộn dây.

- **PROT. OBJECT = 1 phase transf:** Đối tượng bảo vệ là máy biến áp một pha.

- **PROT. OBJECT = Auto transf:** Đối tượng bảo vệ là máy biến áp tự ngẫu, chức năng này cũng áp dụng với kháng bù ngang. Nếu sử dụng 3 máy biến áp tự ngẫu loại một pha để ghép thành hệ thống ba pha → có thể thực hiện việc bảo vệ so lệch cho từng máy một pha riêng biệt, khi đó giá trị cài đặt sẽ là **PROT. OBJECT = Aut tr.node**.

- **PROT. OBJECT = Generator/Motor**: Khi đối tượng bảo vệ là máy phát hoặc động cơ.

- **PROT. OBJECT = Busbar**: Dùng khi đối tượng bảo vệ là các hệ thống thanh góp với số lượng ngăn lộ ít hoặc khi đối tượng là đường dây ngắn (Khái niệm đường dây ngắn ở đây được hiểu là ứng với độ dài của dây dẫn phụ kết nối từ biên dòng hai đầu đường dây tới rơ le mà không gây quá tải cho biên dòng).

#### 1.2.4. Chức năng bảo vệ so lệch

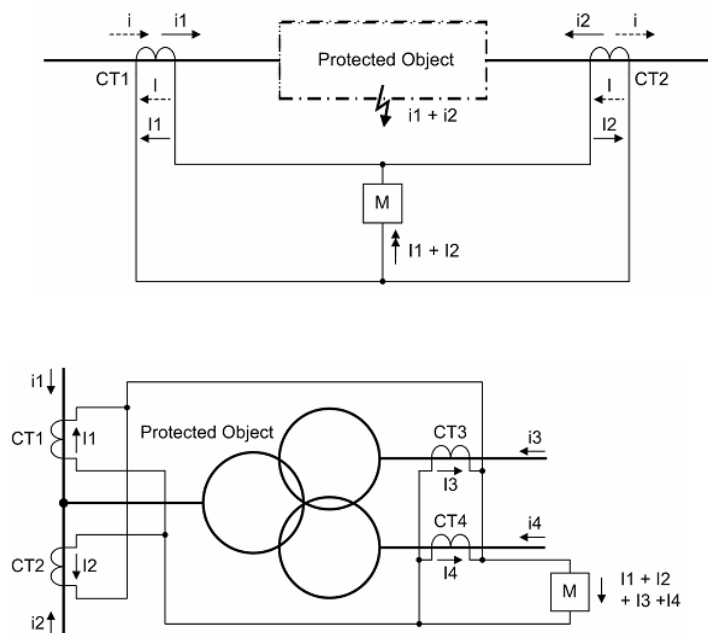
Đây là chức năng bảo vệ chính của rơ le, do đó

Bảng 1.1. Bật/tắt chức năng Bảo vệ so lệch

Địa chỉ	Tham số	Giá trị	Diễn giải
0112	DIFF. PROT	Enabled	Bật chức năng bảo vệ so lệch

##### 1.2.4.1. Nguyên lý bảo vệ so lệch trong rơ le 7UT613/7UT63x

Bảo vệ so lệch so sánh dòng điện đi vào và đi ra của đối tượng được bảo vệ. Trong chế độ vận hành bình thường hoặc khi sự cố ngoài: Dòng điện chạy vào và ra khỏi đối tượng bằng nhau → bảo vệ không tác động. Khi xảy ra sự cố trong vùng bảo vệ thì xảy ra sự mất cân bằng giữa dòng vào/ra khỏi đối tượng → bảo vệ sẽ tác động.



Hình 1.6. Nguyên lý bảo vệ so lệch với MBA hai/ba cuộn dây

Bảo vệ so lệch có hãm: Khi xảy ra sự cố ngoài vùng với dòng sự cố lớn, do sự sai khác về đặc tính từ của các BI ở các phía của đối tượng được bảo vệ (Hình 1.6) nên khi xảy ra hiện tượng bão hòa lõi từ BI có thể gây ra dòng không cân bằng lớn chạy qua rơ le bảo vệ, nếu dòng này đủ lớn thì rơ le có thể tác động mặc dù sự cố không xảy ra trong vùng bảo vệ. Để khắc phục hiện tượng này, rơ le sử dụng thuật toán bảo vệ so lệch có hãm (Xem thêm phần diễn giải chi tiết trong tài liệu của chuyên đề “Hệ thống rơ le bảo vệ trong trạm biến áp - Phần cơ bản”).

Tùy theo từng hãng chế tạo rơ le mà cách lựa chọn dòng điện hãm có thể khác nhau (Tuy nhiên, ý nghĩa của việc sử dụng dòng điện hãm là không thay đổi). Dòng hãm có tác dụng đảm bảo sự làm việc ổn định tin cậy của rơ le chống lại các tác động không mong muốn, do đó còn có tên gọi là dòng ổn định ( $I_{stability}$  hay  $I_{stab}$ ). Với rơ le của SIEMENS thì dòng so lệch là **tổng vec tơ** của các dòng điện vào/ra đối tượng trong khi đó dòng hãm được lấy là 100% **tổng độ lớn** của các dòng này, cụ thể  $I_{diff} = |\vec{I}_1 + \vec{I}_2|$  và  $I_{stab} = |\vec{I}_1| + |\vec{I}_2|$  (Ví dụ đối với bảo vệ máy biến áp hai cuộn dây).

**Điều kiện để rơ le tác động** là khi dòng so lệch lớn hơn một số lượng phần trăm nào đó của dòng hãm:  $I_{diff} > (k_{restrain} \times I_{stab})$  trong đó  $k_{restrain}$  là hệ số hãm, hệ số hãm này tương ứng với độ dốc của đặc tính tác động của rơ le (Tham số SLOPE trong bộ giá trị cài đặt). (Vì lý do này các bảo vệ so lệch còn có tên gọi tiếng Anh là “Percentage current differential protection”)

*Xét sự làm việc của rơ le (Tham khảo h*

Hình 1.6. ):

- Chế độ vận hành bình thường hoặc khi sự cố ngoài:

Dòng điện  $I_1$  đi vào (Mang dấu dương), dòng điện  $I_2$  đi ra khỏi đối tượng (Qui ước mang dấu âm), mặt khác  $I_1 = I_2$ , do đó:  $I_{diff} = |\vec{I}_1 + \vec{I}_2| = |I_1 - I_2| = 0$  và  $I_{stab} = |\vec{I}_1| + |\vec{I}_2| = I_1 + I_2 = 2 \times I_1 \rightarrow$  Dòng hãm gấp hai lần dòng chạy qua đối tượng, dòng so lệch xấp xỉ bằng 0, do đó rơ le sẽ không tác động.

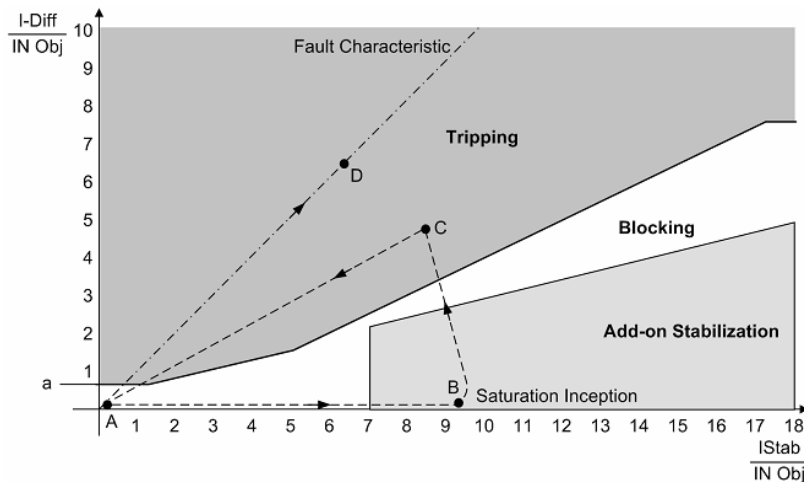
- Chế độ sự cố trong vùng, giả thiết dòng sự cố từ hai phía cấp tới bằng nhau:

Hai dòng điện sự cố  $I_1$  và  $I_2$  bằng nhau và cùng hướng với đối tượng bảo vệ (Đều mang dấu dương), do đó  $I_{diff} = |\vec{I}_1 + \vec{I}_2| = |I_1| + |I_2| = 2 \times I_1$  và  $I_{stab} = |\vec{I}_1| + |\vec{I}_2| = |I_1| + |I_2| = 2 \times I_1 \rightarrow$  dòng so lệch và dòng hãm bằng nhau  $I_{diff} = I_{stab}$  và bằng tổng dòng tại điểm sự cố.

- Chế độ sự cố trong vùng, nguồn cấp chỉ từ một phía (Phía 1): Khi đó  $I_2 = 0$

$I_{diff} = |\vec{I}_1 + \vec{I}_2| = |I_1| + 0 = I_1$  và  $I_{stab} = |\vec{I}_1| + |\vec{I}_2| = |I_1| + 0 = I_1 \rightarrow$  dòng so lệch và dòng hãm bằng nhau  $I_{diff} = I_{stab}$ .

Như vậy, nếu sử dụng đồ thị với một trục là dòng hãm ( $I_{stab}$ ) và một trục là dòng so lệch ( $I_{diff}$ ) thì tọa độ của các điểm ứng với sự cố trong vùng sẽ nằm trên một đường thẳng góc  $45^\circ$  như trên hình 1.7.



Hình 1.7. Đặc tính tác động của rơ le và đặc tính sự cố

Cần lưu ý rằng các giá trị cài đặt vào rơ le là **giá trị tương đối** so với dòng định mức của đối tượng được bảo vệ (Tham số **IN Obj**).

#### 1.2.4.2. Đặc tính tác động của rơ le

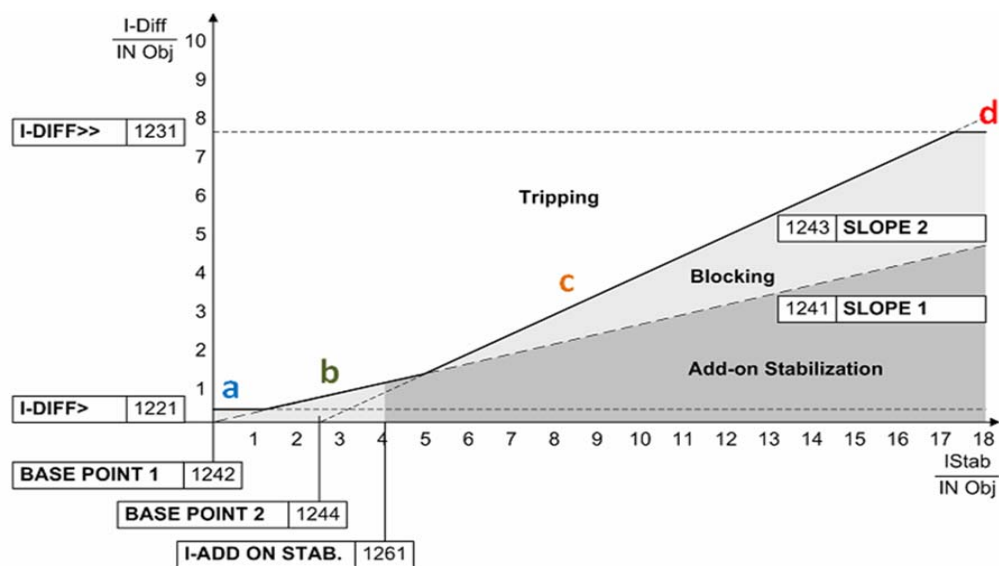
Đặc tính làm việc của rơ le chia ra hai vùng: Vùng tác động (Phía trên đường đặc tính tác động) & vùng khóa (Phía dưới đặc tính tác động). Rơ le sẽ liên tục giám sát các giá trị  $I_{diff}$  &  $I_{stab}$ , ứng với mỗi trạng thái làm việc của đối tượng sẽ có một cặp giá trị ( $I_{diff}$ ,  $I_{stab}$ ) tương ứng, nếu tọa độ của điểm làm việc này rơi vào vùng tác động thì rơ le sẽ tác động và ngược lại nếu rơi vào vùng khóa.

**Lý do đặc tính tác động của rơ le được chia ra nhiều đoạn:** Đặc tính được chia ra nhiều đoạn với độ dốc khác nhau với mục đích đảm bảo cho rơ le làm việc chính xác với mọi trạng thái vận hành của đối tượng được bảo vệ: Hãm tốt với các sự cố ngoài vùng và đảm bảo độ nhạy tác động cao với các sự cố trong vùng. Với các rơ le cơ và rơ le tĩnh thì việc chế tạo đặc tính với nhiều đoạn là rất khó khăn, tuy nhiên với rơ le số do thực hiện bằng thuật toán nên việc này hoàn toàn khả thi.

Các đoạn đặc tính của rơ le được xác định bằng tọa độ điểm đầu (BASEPOINT) và độ dốc tương ứng (SLOPE - độ dốc của đặc tính làm việc chính là đại lượng hệ số hãm  $k_{restrain}$  đã trình bày ở phần giới thiệu khái niệm bảo vệ so lệch). Như vậy khi đặc tính làm việc càng dốc hơn  $\leftarrow \rightarrow$  hệ số hãm càng lớn  $\rightarrow$

vùng đặc tính tác động thu hẹp lại, vùng đặc tính hãm (Khóa) mở rộng ra → có thể hiểu rằng: khi đó rơ le sẽ đảm bảo tác động hãm tốt hơn chống lại các trường hợp sự cố ngoài, tuy nhiên vùng tác động thu hẹp cũng có nghĩa là độ nhạy tác động của rơ le bị giảm đi. Vấn đề đặt ra là làm sao lựa chọn được hệ số hãm thích hợp để **đảm bảo** được cả hai yếu tố: {**Hãm tốt & vẫn đảm bảo độ nhạy tác động**}. Thực tế thì việc lựa chọn hệ số hãm này phải tùy thuộc vào đối tượng cụ thể đang được bảo vệ.

Để ý rằng: Với cách xác định dòng hãm bằng tổng đại số dòng vào/ra đối tượng  $I_{stab} = |\vec{I}_1| + |\vec{I}_2|$  thì khi dòng này tăng lên sẽ biểu thị dòng qua đối tượng cũng đang tăng lên.



Hình 1.8. Đặc tính tác động của rơ le 7UT6xx với 4 phân đoạn a, b, c & d

- Trường hợp đối tượng bảo vệ là máy biến áp (Tham khảo thêm phần các yếu tố ảnh hưởng đến sự làm việc của bảo vệ so lệch máy biến áp trong tài liệu của chuyên đề "Hệ thống rơ le bảo vệ trong trạm biến áp - Phần cơ bản"):

+ Ở chế độ làm việc bình thường (Dòng điện chưa vượt quá dòng định mức): Luôn có một dòng so lệch nhỏ tồn tại do sai số của các BI, giá trị khởi động của đoạn a phải đặt cao hơn tổng các dòng so lệch này, giá trị khởi động này còn có tên

1221	I-DIFF>	0.05 .. 2.00 I/InO	0.20 I/InO	Pickup Value of Differential Curr.
------	---------	--------------------	------------	------------------------------------

gọi là dòng so lệch ngưỡng thấp I-DIFF> (Địa chỉ 1221) tương ứng với đoạn a của đặc tính trên hình 1.8. Không cần thiết phải hãm trong vùng này để tăng độ nhạy tác động, do đó hệ số hãm bằng 0 (Đặc tính nằm ngang, không dốc). Với các máy biến áp có điều chỉnh đầu phân áp thì có thể có thêm dòng so lệch gây ra do việc chuyển đổi đầu phân áp. Nhà sản xuất khuyến cáo nên tăng 10% giá trị cài đặt cho mỗi 10%

của phạm vi điều chỉnh đầu phân áp. Ví dụ, giá trị cài đặt là 0,2, nếu máy biến áp có dải điều chỉnh phân áp khoảng 10% thì giá trị cài đặt cuối cùng là 0,22:

$$I_{DIFF>} = 0,2 + \frac{\text{phạm vi điều chỉnh đầu phân áp}(\%)}{0,1} \times 0,1 \times 0,2$$

+ Khi dòng qua đối tượng tăng lên tiếp quá dòng định mức (Theo chiều tăng của trục  $I_{STAB}$ ): Tương ứng với việc máy biến áp đang bị quá tải, khi đó sai số của các BI bắt đầu tăng lên và dòng so lệch khi này có thể vượt quá giá trị cài đặt của dòng so lệch ngưỡng thấp (I-DIFF>), rơ le có thể tác động nhầm. Trường hợp này phải sử dụng đến dòng hãm để hãm bảo vệ, **đoạn b** của đặc tính tương ứng với trạng thái làm việc này. Đoạn b có độ dốc nghĩa là đã bắt đầu có tác động hãm ở một mức độ nào đó tùy theo độ dốc đã cài đặt.

Đoạn b xác định theo:

++ Đoạn kéo dài của đoạn b sẽ đi qua gốc tọa độ (BASE POINT1)

++ Độ dốc của đoạn đặc tính này thường được lấy theo kinh nghiệm của nhà sản xuất (Mặc định SLOPE1 = 0,25) - Tuy nhiên trong quá trình vận hành nếu rơ le hay bị tác động nhầm thì có thể đặt tăng hệ số hãm (Độ dốc SLOPE1) của đoạn đặc tính này.

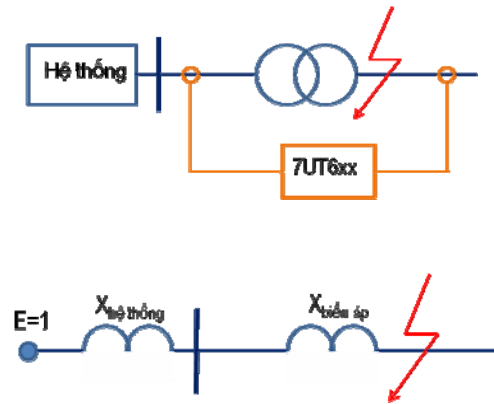
1241A	SLOPE 1	0.10 .. 0.50	0.25	Slope 1 of Tripping Characteristic
1242A	BASE POINT 1	0.00 .. 2.00 I/InO	0.00 I/InO	Base Point for Slope 1 of Charac.

+ Khi dòng điện qua đối tượng tiếp tục tăng lên: Tương ứng với trạng thái xảy ra sự cố ngoài vùng bảo vệ. Do dòng sự cố lớn, các BI có thể bị bão hòa với mức độ khác nhau → kết quả là dòng so lệch tăng mạnh - Tuy nhiên do là sự cố ngoài nên rơ le không được phép tác động. Để đảm bảo rơ le không tác động trong trường hợp này bắt buộc phải tăng tác động hãm → **đoạn c** của đặc tính được sử dụng để đáp ứng yêu cầu trong trường hợp này. Độ dốc của đoạn c lớn hơn của đoạn b tương ứng với tác động hãm đã được tăng lên. Đoạn c được xác định theo tọa độ điểm kéo dài BASE POINT2 và độ dốc SLOPE2, các giá trị này thường lấy theo mặc định của nhà sản xuất.

1243A	SLOPE 2	0.25 .. 0.95	0.50	Slope 2 of Tripping Characteristic
1244A	BASE POINT 2	0.00 .. 10.00 I/InO	2.50 I/InO	Base Point for Slope 2 of Charac.

+ Đoạn d: Xác định vùng làm việc của rơ le trong trường hợp sự cố trong vùng. Khi có sự cố trong vùng thì rơ le phải tác động, để tăng độ nhạy của bảo vệ với trường hợp sự cố trong vùng thì không cần phải có tác động hãm → đoạn d có độ dốc bằng 0 (nằm ngang). Do không có tác động hãm nên đoạn d chỉ sử dụng với

sự cố trong vùng → bắt buộc phải xác định chính xác khi nào thì sự cố được coi là trong vùng. Xét sơ đồ đơn giản sau (Hình 1.9) gồm một hệ thống (Qui đổi tương đương về trước máy biến áp) và một máy biến áp:



Hình 1.9. Sơ đồ tính toán xác định sự cố trong vùng

Dòng điện sự cố khi xảy ra ngắn mạch ba pha trong vùng có thể xác định theo:

$$I_N^{(3)} = \frac{1}{X_{hệ thống} + X_{biến áp}}$$
 Trường hợp cực đoan nhất về mặt độ lớn dòng ngắn mạch là

khi máy biến áp được nối tới hệ thống có công suất vô cùng lớn  $\leftrightarrow X_{hệ thống} = 0$ ,

khi đó: 
$$I_N^{(3)} = \frac{1}{X_{biến áp}}$$

Trong hệ đơn vị tương đối với công suất cơ bản chọn bằng công suất máy biến áp thì  $X_{biến áp} = U_k \%$  do đó  $I_N^{(3)} = \frac{1}{U_k \%}$ . Từ các tính toán trên có thể thấy rằng khi

dòng điện chạy qua đối tượng được bảo vệ lớn hơn  $I_N^{(3)} = \frac{1}{U_k \%}$  thì chắc chắn sự cố

lúc đó đã ở trong vùng → giá trị  $\frac{1}{U_k \%}$  này chính là giá trị cài đặt vào rơ le để xác

định **đoạn d** của đặc tính.

1231	I-DIFF>>	0.5 .. 35.0 I/InO; ∞	7.5 I/InO	Pickup Value of High Set Trip
------	----------	----------------------	-----------	-------------------------------

Trong các tài liệu thì giá trị này được gọi là dòng so lệch ngưỡng cao I-DIFF>>, giá trị mặc định của nhà sản xuất là 7,5 tương ứng với các máy biến áp có  $U_k \%$  nhỏ nhất khoảng 13%, tuy nhiên giá trị này nên được tính toán lại cụ thể theo đối tượng được bảo vệ, không nên dùng giá trị mặc định.



- Trường hợp đối tượng bảo vệ là đường dây hay thanh góp

Với các đường dây hoặc thanh góp thì dòng ngắn mạch ngoài có thể rất lớn, khó để xác định được độ lớn dòng điện khi bắt đầu sự cố trong vùng, trong trường hợp này giá trị dòng so lệch ngưỡng cao I-DIFF>> có thể đặt tới vô cùng (Luôn luôn sử dụng tác động hãm). Với một số rơ le so lệch chuyên bảo vệ cho đường dây thì đa phần đặc tính tác động thường có ít phân đoạn hơn (Thường dùng 2 phân đoạn tương tự phân đoạn a & b của đặc tính trình bày trên đây).

- Trường hợp đặc biệt khác: Động cơ hoặc hệ động cơ - máy biến áp

Khi đối tượng được bảo vệ được cấp điện, dòng điện khởi động có thể tăng cao (Đặc biệt với động cơ) và trong một số trường hợp có làm cho bảo vệ so lệch tác động nhầm. Để khắc phục hiện tượng này thì rơ le 7UT6xx có trang bị thêm chức năng tự động tăng dòng khởi động của rơ le khi bắt đầu cấp điện cho đối tượng. Để phát hiện khi nào cần kích hoạt chức năng này việc giám sát dòng dòng hãm. Bình thường dòng hãm là tổng độ lớn của dòng vào/ra đối tượng → dòng hãm lớn gấp 2 lần dòng bình thường của đối tượng (Động cơ), nếu giá trị dòng hãm đo được mà nhỏ hơn giá trị bình thường này thì có thể coi là đối tượng chưa được cấp điện và khi đó chức năng tăng dòng khởi động sẽ được kích hoạt. Khi chức năng này đã kích hoạt thì toàn bộ các giá trị cài đặt của các đoạn của đặc tính tác động sẽ được tăng lên theo một tỷ lệ tùy đặt **START-FACTOR**.

Bảng 1.2. Chức năng tự tăng dòng khởi động khi đóng điện cho đối tượng được bảo vệ

Địa chỉ	Tham số	Giá trị/(Mặc định)	Diễn giải
1205	INC.CHAR.START	ON/OFF	Bật/tắt chức năng tự động tăng dòng khởi động của bảo vệ
1251	I-REST. STARTUP	0.00÷2.00 I/InO/(0.1)	Ngưỡng phát hiện chế độ chưa đóng điện (Do dòng hãm là tổng độ lớn của dòng vào/ra → giá trị đặt 0,1 tương đương với ngưỡng là 0,1/2=0,05 dòng danh định của đối tượng được bảo vệ).
1252	START-FACTOR	1.0 ÷ 2.0/(1)	Hệ số tăng giá trị khởi động cho mọi đoạn của đặc tính.

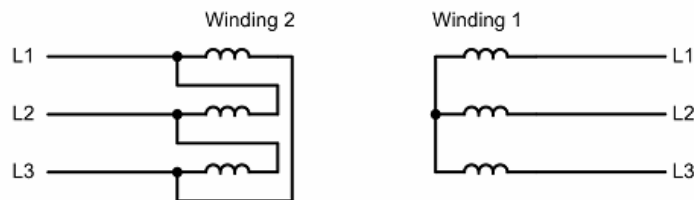
			Lưu ý: Dòng khởi động ngưỡng cao không bị ảnh hưởng bởi hệ số nhân này. Với các động cơ hệ số này có thể đặt bằng 2 (Khuyến cáo của nhà sản xuất)
<b>1253</b>	<b>T START MAX</b>	0.0 ÷ 180.0/(5 sec)	Thời gian chức năng tăng giá trị khởi động có hiệu lực

#### I.2.4.3. Xử lý dòng điện thứ tự không khi thực hiện bảo vệ so lệch

Dòng điện thứ tự không (TTK) có thể gây ra tác động nhầm của bảo vệ đối với các sự cố chạm đất ngoài vùng bảo vệ. Với các thế hệ rơ le cơ (Hoặc tĩnh) thì dòng thứ tự không được loại trừ bằng cách sử dụng biến dòng trung gian với tổ đấu dây thích hợp: Nếu cuộn dây máy biến áp đấu  $Y_0$  thì biến dòng trung gian của cuộn dây đó được đấu theo sơ đồ tam giác để loại thành phần dòng TTK chạy vào phía nhị thứ vào rơ le. Tuy nhiên khi sử dụng phương pháp này thì kể cả với sự cố chạm đất trong vùng thì dòng TTK vẫn bị loại trừ và làm giảm độ nhạy của bảo vệ (Có thể giảm tới 1/3 do dòng TTK có thể chiếm 1/3 độ lớn dòng ngắn mạch khi chạm đất một pha  $N^{(1)}$ ).

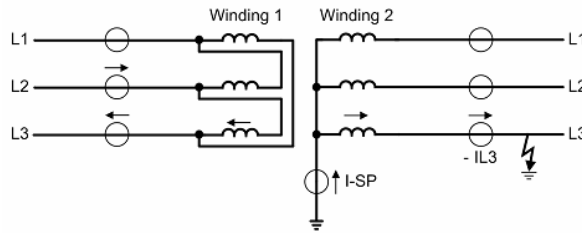
Với loại rơ le số 7UT6xx thì việc này được xử lý linh hoạt hơn rất nhiều tùy theo việc có BI đo dòng điện chạy qua trung tính cuộn dây đấu  $Y_0$  hay không. Xét các trường hợp sau:

- Máy biến áp có tổ đấu dây  $Y/\Delta$ ;  $\Delta/\Delta$  hoặc  $Y/Y$  (Trung tính hai phía cách điện): Không có thành phần dòng TTK chạy vào bất cứ cuộn dây nào khi có sự cố chạm đất ngoài vùng → rơ le không cần phải thực hiện thuật toán xử lý dòng TTK.



Hình 1.10. Máy biến áp có tổ đấu dây sao/tam giác

- Máy biến áp có cuộn đấu sao, trung tính nối đất ( $Y_0$ ) và có sẵn BI trung tính:



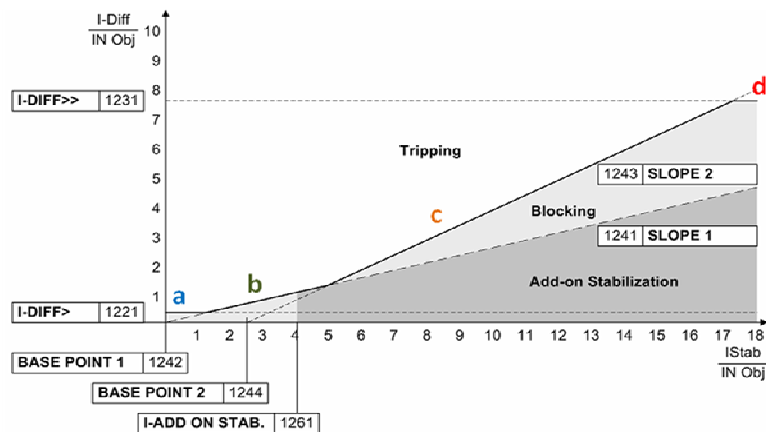
Hình 1.11. Phân bố dòng khi có sự cố chạm đất ngoài vùng (BI trung tính có sẵn)

Khi xảy ra sự cố chạm đất ngoài vùng, dòng điện có thể đi vào trong cuộn  $Y_0$ , do có đặt BI ở trung tính cuộn dây nên dòng TTK qua trung tính này sẽ tự cân bằng với dòng TTK trên các pha  $\rightarrow$  bảo vệ sẽ không tác động nhầm (Hình 1.11.). Ưu điểm của việc có BI trung tính là dòng TTK sẽ được tự loại trừ với sự cố ngoài và khi có sự cố trong vùng bảo vệ sẽ không phải loại trừ dòng TTK  $\rightarrow$  sẽ có độ nhạy cao hơn.

Để sử dụng tính năng này  $\rightarrow$  các địa chỉ từ 1211÷1215 đặt là “YES”  
 $\{DIFFw.IE1 \div DIFFw.IE5-MEAS = YES\}$

- Máy biến áp có cuộn đấu  $Y_0$ , không có BI trung tính: Trong trường hợp này bắt buộc phải loại trừ dòng TTK bằng thuật toán  $\rightarrow$  độ nhạy của bảo vệ có thể giảm  $\sim 30\%$  do dòng TTK có thêm chiếm tới 1/3 dòng sự cố (Khi sự cố một pha chạm đất  $N^{(1)}$ ).

- Các kết luận trên hoàn toàn tương tự cho máy biến áp tự ngẫu: Máy biến áp tự ngẫu luôn có tổ đấu dây  $Y(N)y_0$ , do đó việc có/không loại trừ dòng TTK tùy thuộc vào việc có đặt BI trung tính hay không.

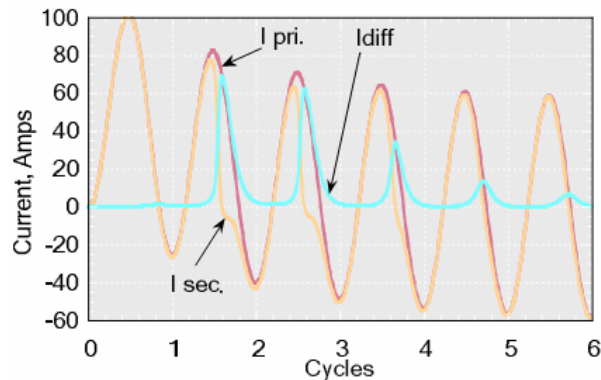


Hình 1.12. Vùng hãm bổ sung trên rơ le 7UT6xx

#### I.2.4.4. Hãm bổ sung (Add-on Stabilization)

Với các hệ thống có dòng điện ngắn mạch lớn → mức độ bão hòa của các BI khác nhau → dòng so lệch lớn có thể làm bảo vệ tác động nhầm. Rơ le 7UT6xx sử dụng sử dụng chức năng hãm bổ sung để ngăn ngừa sự tác động nhầm của bảo vệ khi xảy ra sự cố ngoài vùng.

Vùng hãm bổ sung được xác định bởi ngưỡng dòng hãm **I-ADD ON STAB** (Địa chỉ 1261 - giá trị mặc định là 4) và độ dốc bằng với độ dốc của đoạn đặc tính b (**SLOPE1**).



Hình 1.13. Dòng điện thứ cấp khi BI bị bão hòa

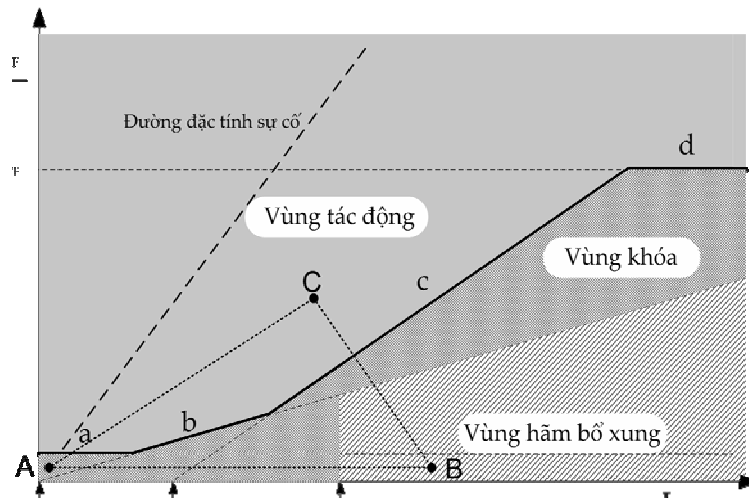
*Nguyên tắc hoạt động của chức năng hãm bổ sung:* Khi xảy ra sự cố ngắn mạch ngoài vùng với dòng ngắn mạch lớn, giả thiết trường hợp xấu nhất (Trường hợp sẽ gây ra dòng so lệch lớn nhất) là một BI gần điểm ngắn mạch sẽ bị bão hòa, BI còn lại hoạt động tốt. Diễn biến của dòng điện phía thứ cấp của các BI thể hiện trên Hình 1.13..

- Ngay khi sự cố xảy ra (Chu kỳ đầu tiên): Dòng sự cố tăng vọt → dòng thứ cấp của hai BI tăng tỷ lệ theo. Sau đó BI phía thứ cấp của máy biến áp (Gần điểm sự cố) bị bão hòa: dòng điện thứ cấp do BI này sinh ra bị méo, nhọn đầu (Đường màu vàng cam), với BI không bị bão hòa dòng điện do nó sinh ra vẫn là hình sin (Đường màu hồng đậm). Do có sự sai lệch về dòng thứ cấp giữa hai BI → xuất hiện dòng so lệch với biên độ lớn (Đường màu xanh lơ).

- Sau giai đoạn quá độ ban đầu, dòng sự cố giảm xuống đến dòng ngắn mạch ổn định ( $I_{\infty}$ ), khi đó các BI có thể không bị bão hòa nữa và dòng so lệch cũng giảm dần.

- Theo phân tích trên, điểm làm việc của rơ le sẽ di chuyển theo quỹ đạo  $A \rightarrow B \rightarrow C$  như biểu diễn trên hình 1.14. Ban đầu chưa sự cố, dòng so lệch nhỏ, dòng hãm lớn → điểm làm việc là điểm A. Ngay khi sự cố xảy ra: dòng hãm tăng, dòng so lệch chưa tăng, điểm làm việc di chuyển từ  $A \rightarrow B$ , rơi vào vùng hãm bổ sung.

Sau đó BI bị bão hòa: dòng so lệch tăng vọt lên điểm làm việc di chuyển từ B→C và có thể rơi vào vùng tác động của rơ le.



Hình 1.14. Sự di chuyển của điểm làm việc khi có sự cố ngoài và bão hòa BI

Rơ le được trang bị vùng hãm bổ sung sẽ khóa sự tác động của rơ le khi điểm làm việc rơi vào vùng này → ngăn chặn sự làm việc sai. Ngược lại, với trường hợp sự cố trong vùng xảy ra thì điểm làm việc luôn di chuyển từ A và rơi luôn vào đường đặc tính sự cố (Không đi qua vùng hãm bổ sung), rơ le sẽ luôn tác động, không bị khóa. Thời gian hãm bổ sung có hiệu lực khóa rơ le thường được cài đặt tính theo chu kỳ dòng điện tần số 50Hz. Chức năng này sẽ tự động được giải trừ nếu điểm làm việc rơi vào gần đường đặc tính sự cố và không di chuyển trong khoảng thời gian lớn hơn 1 chu kỳ (Điểm làm việc rơi vào hoặc gần đặc tính sự cố & không di chuyển → chứng tỏ đã có sự cố trong vùng, cần phải vô hiệu chức năng hãm bổ sung để rơ le có thể hoạt động bình thường).

Chức năng hãm bổ sung hoạt động với từng pha, tuy nhiên lệnh khóa (Blocking) rơ le có thể đưa ra với cả 3 pha, đây là chức năng hãm chéo (**CROSSB. ADD ON**) của rơ le.

#### 1.2.4.5. Hãm theo sóng hài khi đóng xung kích máy biến áp (Harmonic Restraint)

Chức năng hãm theo sóng hài chỉ sử dụng được khi đối tượng được bảo vệ là máy biến áp. Chức năng này được sử dụng để ngăn chặn việc tác động nhầm của bảo vệ khi đóng xung kích máy biến áp. Chức năng này không có tác dụng đối với bảo vệ so lệch ngưỡng cao (**I-DIFF>>**).

Khi phân tích dòng từ hóa xung kích theo các thành phần sóng hài có thể thấy rằng thành phần sóng hài bậc 2 luôn tồn tại trong các dạng sóng của dòng từ hóa xung kích. Các lý do sử dụng thành phần sóng hài bậc 2 (Bậc chẵn) để hãm bảo vệ so lệch gồm có:

- Dòng từ hóa xung kích (Quá độ) luôn chứa thành phần sóng hài bậc 2
- Dòng sự cố không chứa thành phần sóng hài bậc 2 và các sóng hài bậc chẵn
- Dòng từ hóa ở chế độ xác lập có thể bị méo sóng do lỗi từ bão hòa, tuy nhiên dòng này cũng không chứa các thành phần sóng hài bậc chẵn.

Từ đó có thể thấy rằng, thành phần sóng hài bậc 2 là đặc trưng riêng biệt của dòng từ hóa xung kích → sử dụng thành phần sóng hài bậc 2 này để tự động hãm bảo vệ so lệch khi đóng không tải máy biến áp. Hoàn toàn tương tự với chức năng hãm bổ sung, có thể sử dụng tính năng hãm chéo với chức năng hãm theo sóng hài.

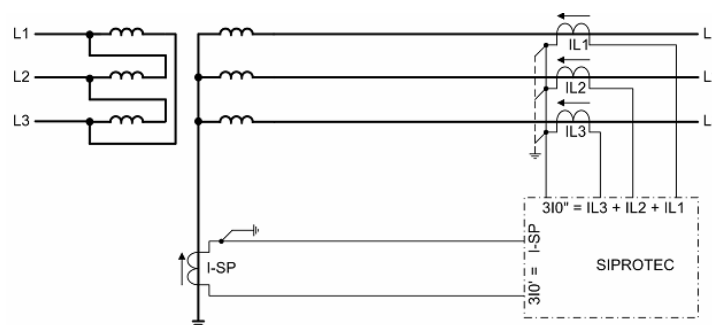
**I.2.4.6. Hãm theo sóng hài khi xảy ra hiện tượng quá kích từ lõi thép của máy biến áp.**

Khi lõi từ của máy biến áp bị quá kích từ (Over-excitation), dòng điện các phía của máy biến áp có hình dáng không giống nhau, rơ le có thể tác động nhầm. Các phân tích đã cho thấy rằng, khi xảy ra quá kích từ, dòng điện bị méo dạng sóng thì thành phần sóng hài tồn tại chủ yếu trong dòng điện lúc này là thành phần bậc lẻ 3 & 5. Thành phần sóng hài bậc 3 thường bị loại trừ trong máy biến áp (Do cuộn đấu tam giác), nên thành phần sóng hài bậc 5 thường được sử dụng.

Các rơ le 7UT6xx được trang bị chức năng hãm theo độ lớn của thành phần sóng hài bậc 3 & 5 này (Địa chỉ 1207 **RESTR. n.HARM**).

### **I.2.5. Chức năng bảo vệ chống chạm đất hạn chế 87N (Restricted Earth Fault-REF)**

Chức năng này áp dụng chỉ để bảo vệ các cuộn dây có trung tính nối đất trực tiếp đối với các sự cố chạm đất → có tên gọi là bảo vệ chống chạm đất hạn chế (Hình 1.15. ). Điều kiện bắt buộc là phải có BI đo dòng chạy qua dây trung tính nối đất của cuộn dây, chức năng này không áp dụng đối với bảo vệ thanh góp.



Hình 1.15. Chức năng bảo vệ chống chạm đất hạn chế

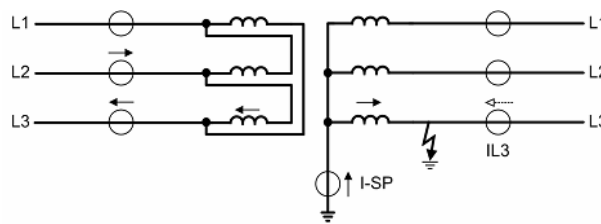
#### **I.2.5.1. Nguyên lý hoạt động**

##### **a) Chế độ bình thường**

Không có dòng chạy qua dây trung tính và tổng dòng ba pha bằng 0  $\rightarrow$  dòng so lệch TTK đưa vào rơ le bằng 0  $\rightarrow$  rơ le không tác động.

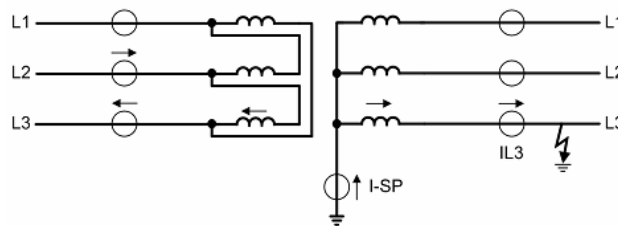
*b) Chế độ sự cố chạm đất trong vùng*

Sẽ có dòng TTK chạy qua BI phía trung tính máy biến áp, tùy theo chế độ nối đất của hệ thống có thể có/không có dòng TTK chạy qua các BI pha (Đường nét đứt trên hình 1.16). Dòng điện chạy qua rơ le 87N là tổng vector của hai dòng điện này, mặt khác hai dòng điện (Dòng qua trung tính và dòng pha) có góc pha có thể xấp xỉ nhau  $\rightarrow$  dòng qua rơ le có giá trị lớn  $\rightarrow$  rơ le sẽ tác động.



Hình 1.16. Phân bố dòng khi có sự cố chạm đất trong vùng

*c) Chế độ sự cố chạm đất ngoài vùng*



Hình 1.17. Phân bố dòng khi có sự cố chạm đất ngoài vùng

Dòng điện chạy qua dây trung tính và dòng TTK trên ba pha có giá trị bằng nhau  $\rightarrow$  tổng dòng đưa vào rơ le bằng 0 và rơ le sẽ không tác động (Hình 1.17. ).

**I.2.5.2. Nguyên lý hãm trong bảo vệ chống chạm đất hạn chế**

Khi sự cố pha-pha (Không chạm đất xảy ra), các BI trên pha sự cố có thể bị bão hòa khác với BI trên pha còn lại  $\rightarrow$  xuất hiện dòng điện không cân bằng từ phía các BI pha  $\rightarrow$  hiện tượng này phần nào tương tự như trường hợp sự cố trong vùng. Nếu không có biện pháp hãm thích hợp thì rơ le có thể tác động nhầm. Nguyên lý hãm áp dụng trong bảo vệ chống chạm đất hạn chế hoàn toàn khác với phương pháp áp dụng trong bảo vệ so lệch 87T: việc hãm sử dụng cả **độ lớn** và **góc pha** của dòng điện.

**I.2.6. Chức năng bảo vệ qua dòng pha/ quá dòng chạm đất**

**I.2.6.1. Giới thiệu**



Chức năng bảo vệ quá dòng trong rơ le 7UT6xx là chức năng bảo vệ dự phòng. Đặc tính thời gian tác động có thể lựa chọn là đặc tính độc lập DT, thời gian tác động không phụ thuộc vào độ lớn dòng sự cố (Definite Time) hoặc đặc tính phụ thuộc IT (Inverse Time). Đặc tính thời gian phụ thuộc có thể lựa chọn theo tiêu chuẩn IEC hay ANSI hoặc người sử dụng có thể tự đặt đặc tính tác động theo yêu cầu của đối tượng cụ thể (xem thêm phần tài liệu của lớp cơ bản về phương trình của các dạng đặc tính).

Phạm vi khuyến cáo sử dụng của các loại đặc tính:

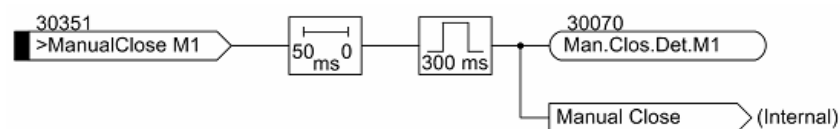
- Standard Inverse (SI): Đặc tính dốc tiêu chuẩn có thể sử dụng trong hầu hết các trường hợp cần phối giữa các bảo vệ, nếu đặc tính này không đáp ứng được về mặt phối hợp giữa các bảo vệ thì phải xem xét đến các đặc tính tiếp theo như VI hay EI.

- Very Inverse (VI): Đặc tính rất dốc thích hợp sử dụng khi độ lớn dòng điện sự cố dọc đường dây (Cần được bảo vệ) thay đổi mạnh khi điểm sự cố giả thiết di chuyển từ đầu tới cuối đường dây.

- Extremely Inverse (EI): Đặc tính cực kỳ dốc có thời gian tác động tỷ lệ nghịch với bình phương của dòng điện. Đặc tính này thích hợp sử dụng với các đường dây mang các tải có dòng khởi động đột biến ở thời điểm đầu ví dụ như tủ lạnh, máy bơm, động cơ lớn... Đặc tính này cũng thích hợp để phối hợp với các cầu chì hoặc các thiết bị tự đóng lại

- Definite Time (DT): Đặc tính độc lập thích hợp sử dụng bảo vệ các đường dây mà dòng ngắn mạch thay đổi mạnh do công suất ngắn mạch của nguồn thay đổi.

#### I.2.6.2. Chức năng bảo vệ khi đóng máy cắt bằng tay



Hình 1.18. Chức năng BV khi đóng máy cắt bằng tay

Khi đóng máy cắt bằng tay, nếu gặp sự cố thì nên thực hiện cắt đối tượng càng nhanh càng tốt. Chức năng bảo vệ khi đóng máy cắt bằng tay tăng tốc bảo vệ quá dòng bằng cách tạm thời đặt thời gian tác động của bảo vệ quá dòng về 0 giây. Chức năng này được kích hoạt dựa trên tín hiệu từ khóa điều khiển máy cắt đưa tới đầu vào nhị phân của rơ le hoặc khi có tín hiệu đóng máy cắt từ bản thân rơ le phát ra. Sơ đồ hình 1.18 mô tả logic hoạt động của chức năng này.

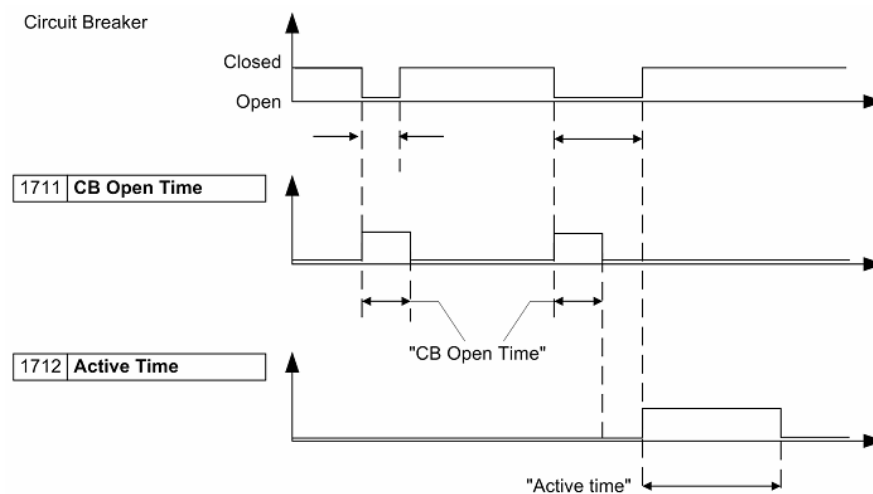
#### I.2.6.3. Khóa bảo vệ khi đóng xung kích máy biến áp

Hoàn toàn tương tự với chức năng bảo vệ so lệch, nếu bảo vệ quá dòng được sử dụng ở phía nguồn cấp tới máy biến áp thì cần phải có biện pháp khóa bảo vệ này khi đóng xung kích máy biến áp do dòng xung kích này có thể tăng lên gấp nhiều lần dòng danh định. Chức năng hãm bảo vệ khi đóng xung kích máy biến áp cũng dựa trên tỷ lệ của thành phần sóng hài bậc 2 trong thành phần dòng điện đo được.

#### I.2.6.4. Chức năng bảo vệ khi xảy ra hiện tượng tải khởi động đồng thời (Dynamic Cold-load Pickup)

Khi phụ tải được cấp điện trở lại, tất cả các tải đều khởi động, nếu trong thành phần tải có các động cơ thì dòng điện khởi động có thể tăng cao → các bảo vệ quá dòng có thể tác động nhầm. Rơ le 7UT6xx có chức năng “Dynamic Cold-load Pickup” để ngăn ngừa tình trạng này, chức năng này áp dụng cho cả bảo vệ quá dòng pha & quá dòng TTK.

Cơ chế hoạt động của chức năng này như sau: khi phát hiện ra tải (Máy cắt) đã bị cắt ra thì chức năng này sẽ tự động được kích hoạt (Sau khoảng thời gian ngừng cấp điện đủ dài “**CB Open Time**”, nếu thời gian ngừng cấp điện quá ngắn thì không cần thiết phải kích hoạt chức năng này do các tải vẫn còn đang quay do quán tính nên dòng mở máy trở lại không lớn). Khi chức năng này đã được kích hoạt nó sẽ tự động tăng dòng khởi động của bảo vệ lên để tránh hiện tượng tác động nhầm. Chức năng này sẽ tự động được giải trừ sau một khoảng thời gian nhất định, khi đó các giá trị khởi động của bảo vệ sẽ trở về bình thường. Thời gian giải trừ chức năng này có thể tự động được rút ngắn nếu dòng đo được giảm dưới giá trị khởi động bình thường của bảo vệ.



Hình 1.19. Chức năng Cold Load Pickup

Hình 1.19 mô tả phương thức hoạt động của chức năng này.

Một điểm quan trọng đối với chức năng này là nguyên lý để phát hiện khi nào tải bị cắt điện, có hai phương pháp được sử dụng trong rơ le 7UT6xx:

- Sử dụng tiếp điểm phụ của máy cắt, đưa tín hiệu tới đầu vào nhị phân của rơ le.

- Giám sát dòng điện chạy qua đối tượng để xác định khi nào tải bị cắt điện.

**1.2.6.5. Chức năng bảo vệ quá dòng thứ tự nghịch (Unbalanced Load Protection  $I_2 >$  hoặc 46)**

Chức năng bảo vệ này phát hiện hưởng tượng mất cân bằng tải. Chức năng này cũng được sử dụng để phát hiện tượng mất pha tới tải, sự cố không đối xứng hoặc hiện tượng đấu sai cực tính máy biến dòng.

Dòng thứ tự nghịch còn được sử dụng để bảo vệ chống quá tải (Động cơ) khi xảy ra hiện tượng mất cân bằng.

Chức năng bảo vệ quá dòng TTN còn được dùng làm bảo vệ dự phòng cho các bảo vệ quá dòng pha, đặc biệt với trường hợp sự cố hai pha. Khi sự cố hai pha ( $N^{(2)}$ ), có thể xảy ra trường hợp dòng sự cố nhỏ hơn cả dòng khởi động của bảo vệ quá dòng thông thường, khi đó các bảo vệ này sẽ không khởi động được, tuy nhiên do bảo vệ quá dòng TTN có dòng khởi động rất bé nên hoàn toàn có đủ độ nhạy để phát hiện các sự cố này.

### **1.2.7. Bảo vệ chống quá tải nhiệt (Thermal Overload Protection - 49)**

Chức năng này sử dụng để bảo vệ các phần tử của hệ thống điện khỏi bị quá nhiệt khi dòng tải tăng cao. Chức năng này có thể áp dụng để bảo vệ cho bất cứ cuộn dây nào của máy biến áp (Thường sử cho cuộn dây có công suất lớn nhất).

Nguyên lý hoạt động: Có 3 phương pháp được sử dụng trong rơ le 7UT6xx, người sử dụng có thể chọn một trong các phương pháp này.

a) *Phương pháp hình ảnh nhiệt không tính tới ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường bên ngoài:* Phương pháp này coi cả máy biến áp là một đối tượng đồng nhất, dòng điện chạy qua sẽ gây ra một nhiệt lượng tổng tỷ lệ với bình phương dòng điện chạy qua đối tượng. Nhiệt lượng này sẽ chia ra hai phần: một phần tỏa nhiệt vào môi trường, một phần làm tăng nhiệt của bản thân đối tượng, tỷ phần của hai nhiệt lượng này phụ thuộc vào phương thức làm mát, hình dáng, vật liệu..của đối tượng được bảo vệ. Ví dụ: với các máy biến áp nhỏ, làm mát tự nhiên thì phần nhiệt lượng tỏa ra môi trường sẽ chiếm phần nhỏ, còn lại sẽ gây phát nóng và ngược lại với máy biến áp có hệ thống làm mát cưỡng bức. Như vậy, nhiệt độ của đối tượng tăng nhanh hay chậm cũng phụ thuộc vào kết cấu, hình dáng, làm mát, ... và nó được đặc trưng bởi một hệ số gọi là hằng số quán tính nhiệt  $\tau_{th}$  (Hằng số này có thể tính toán

được - qui trình tính toán được thể hiện chi tiết trong hướng dẫn sử dụng rơ le). Trình tự tính toán nhiệt độ sẽ là: Biết dòng điện chạy qua đối tượng → tính được nhiệt lượng tỏa ra → biết  $\tau_{th}$  → tính được nhiệt độ của đối tượng.

Thực tế do không biết nhiệt độ cụ thể của đối tượng nên **rơ le chỉ có thể tính được độ tăng nhiệt** của đối tượng so với **nhiệt độ chuẩn**. Nhiệt độ chuẩn ở đây được rơ le coi là **nhiệt độ lớn nhất cho phép** ứng với tải cho phép liên tục lớn nhất của máy biến áp. Phương trình vi phân tính toán độ tăng nhiệt như sau:

$$\frac{d\theta}{dt} + \frac{1}{\tau_{th}} \times \theta = \frac{1}{\tau_{th}} \left( \frac{1}{k \times I_{Nobj}} \right)^2$$

Trong đó:  $\theta$ - mức độ tăng nhiệt so với nhiệt độ chuẩn của đối tượng (Bao nhiêu % của nhiệt độ cho phép cuối cùng)

$k$ - hệ số thể hiện dòng điện lớn liên tục lớn nhất cho phép của đối tượng, nếu không có thông số thì có thể lấy  $k=1,1$ .

Độ tăng nhiệt của đối tượng tính theo phương trình trên sẽ là một hàm mũ. Chức năng này thường có hai cấp bảo vệ: cấp cảnh báo ứng với giá trị  $\theta_{alarm}$  và cấp thứ hai ứng với  $\theta_{end}$  sẽ cắt tải của máy biến áp để tránh hư hỏng.

*b) Phương pháp hình ảnh nhiệt có kể tới ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường bên ngoài:* Phương pháp này dựa trên nguyên lý của phương pháp hình ảnh nhiệt đơn thuần kể trên, điểm khác biệt ở đây là nhiệt độ môi trường xung quanh sẽ được kể tới trong phương trình tính toán độ tăng nhiệt. Nhiệt độ môi trường xung quanh (Thực ra là nhiệt độ của môi chất làm mát) sẽ được đo bởi các cảm biến, có thể đặt tới 12 điểm đo và thông qua bộ RTD kết nối chuyên giá trị vào rơ le, người sử dụng sẽ lựa chọn nhiệt độ của một trong các điểm này đưa vào tính toán.

*c) Phương pháp dựa theo nhiệt độ điểm nóng và có tính toán tốc độ già hóa cách điện:* Phương pháp này dựa vào thông tin do các cảm biến nhiệt độ đặt ở đối tượng được bảo vệ đưa về. Rơ le 7UT6xx có thể quản lý tới 12 điểm đo, tuy nhiên, chỉ sử dụng giá trị của một điểm đo để tính toán mức độ quá tải và già hóa của đối tượng. Thường nhiệt độ của môi chất làm mát ở phía trên gần mặt máy được sử dụng do đây là khu vực có nhiệt độ cao nhất.

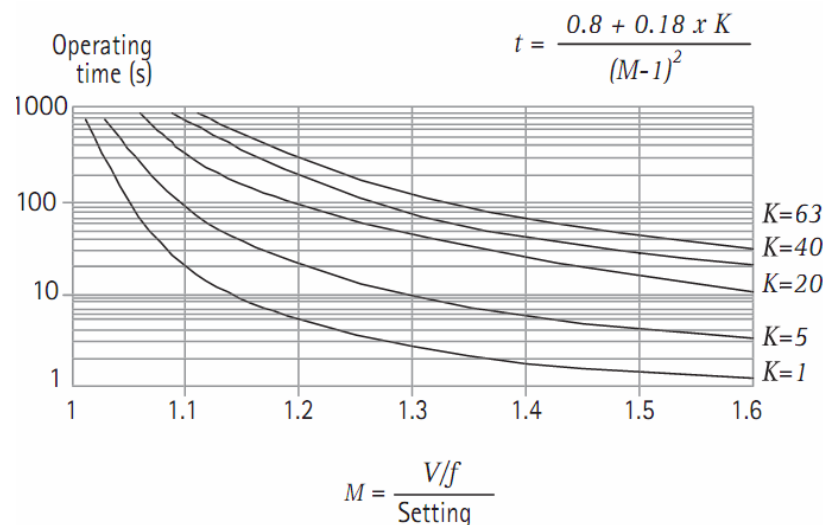
Rơ le sẽ dựa vào phương thức làm mát của máy biến áp, nhiệt độ cao nhất của môi chất làm mát (Dầu máy biến áp), dòng điện chạy qua cuộn dây để tính toán nhiệt độ cuộn dây (Nhiệt độ theo độ C), phương thức bảo vệ này cũng có hai ngưỡng nhiệt độ: cảnh báo và tác động.

Tuổi thọ của cách điện được tính toán dựa theo nhiệt độ chuẩn 98<sup>0</sup>C, khi nhiệt độ của cuộn dây khác với nhiệt độ này thì tuổi thọ của cách điện cũng thay đổi: nếu nhiệt độ cao hơn 98<sup>0</sup>C thì tuổi thọ cách điện giảm đi và ngược lại. Họ rơ le 7UT6xx tính toán tốc độ già hóa cách điện dựa theo nhiệt độ thực tế đo được. Tốc độ già hóa ở đây là tỷ số giữa mức độ già hóa tại nhiệt độ đang tính được và tại 98<sup>0</sup> C. Tốc độ già hóa trung bình thường được tính trong một khoảng thời gian nào đó.

### 1.2.8. Bảo vệ chống quá từ thông lõi thép (Overexcitation Protection- 24)

Chức năng bảo vệ chống quá kích từ hay quá từ thông có nhiệm vụ phát hiện hiện tượng quá từ thông trong lõi từ của máy phát điện hoặc máy biến áp, bảo vệ này được sử dụng phổ biến với các máy biến áp theo sơ đồ nối bộ máy phát-máy biến áp. Hiện tượng quá từ thông lõi từ có thể xảy ra khi:

- Điện áp hệ thống bị tăng cao (Ví dụ: Máy phát bị mất tải đột ngột, bộ điều chỉnh kích từ không vận hành hoặc tốc độ phản ứng chậm dẫn đến quá áp)
- Tần số hệ thống giảm thấp (Ví dụ: Trong quá trình khởi động tổ máy, tốc độ máy phát tăng dần dần, bộ kích từ đã hoạt động giữ điện áp đầu cực ở ngưỡng định mức)



Hình 1.20.

Khi hiện tượng quá từ thông xảy ra, lõi từ không thể mang thêm từ thông → từ thông bắt buộc phải móc vòng, tản qua các kết cấu kim loại lân cận gây phát nóng quá mức. Để sử dụng chức năng này bắt buộc phải có tín hiệu điện áp đưa vào rơ le, điện áp dây lớn nhất trong ba pha sẽ được sử dụng.

Do các hiện tượng quá từ thông quá độ không gây nguy hiểm nên với hiện tượng này có thể sử dụng bảo vệ có trễ để bảo vệ. Thông thường bảo vệ với đặc tính



### **I.2.10. Chức năng giám sát trong rơ le**

Chức năng giám sát trong rơ le bao gồm: Giám sát trạng thái phần cứng, hoạt động của phần mềm trong rơ le & Giám sát các đại lượng đo được (Dòng điện, điện áp).

#### **I.2.10.1. Giám sát phần cứng & phần mềm của rơ le**

Chức năng này sẽ giám sát điện áp của nguồn nuôi rơ le và giám sát điện áp làm việc của bộ vi xử lý. Chức năng này còn giám sát điện áp của pin trong rơ le, giám sát sự hoạt động của bộ nhớ. Sự hoạt động của phần mềm trong rơ le cũng liên tục được giám sát, nếu có hiện tượng bất thường xảy ra thì toàn bộ rơ le có thể sẽ khởi động lại. Nếu sau 3 lần khởi động lại (Trong vòng 30 giây) mà lỗi phần mềm vẫn không được giải trừ thì rơ le sẽ bị khóa.

#### **I.2.10.2. Giám sát mức độ đối xứng của dòng điện & điện áp vận hành**

Ở chế độ hoạt động bình thường, dòng điện 3 pha thường tương đối đối xứng. Rơ le có chức năng giám sát và phát hiện hiện tượng mất đối xứng dòng điện thông qua đại lượng  $\frac{|I_{\min}|}{|I_{\max}|}$ , nếu giá trị này nhỏ hơn ngưỡng cho phép thì tương ứng với trạng thái dòng điện pha lớn nhất đã lệch quá mức độ so với dòng điện pha nhỏ nhất. Chức năng này khi hoạt động sẽ đưa ra tín hiệu cảnh báo “**Fail I balance**”. Hoàn toàn tương tự, rơ le có chức năng giám sát mức độ mất cân bằng điện áp với cảnh báo “**Fail U balance**”.

#### **I.2.10.3. Giám sát mạch điện áp từ máy biến điện áp**

Nguyên lý: Chức năng này so sánh tổng điện áp ba pha với điện áp đo được tại cuộn tam giác hở của máy biến điện áp. Ở chế độ bình thường, cuộn tam giác hở cung cấp thành phần điện áp TTK còn tổng điện áp ba pha cũng đưa ra giá trị tương tự. Nếu hai giá trị đo lường này lệch nhau  $\rightarrow$  có vấn đề trong mạch điện từ máy biến điện áp. Thông báo do rơ le đưa ra ứng với trạng thái này là “**Fail  $\Sigma$  U Ph-E**”.

#### **I.2.10.4. Giám sát hiện tượng hở mạch dòng do đứt dây**

Khi xảy ra hiện tượng hở mạch dòng, bảo vệ so lệch có thể hoạt động nhầm, mặt khác hở mạch dòng của CT có thể gây ra hiện tượng quá áp nguy hiểm ở mạch nhị thứ.

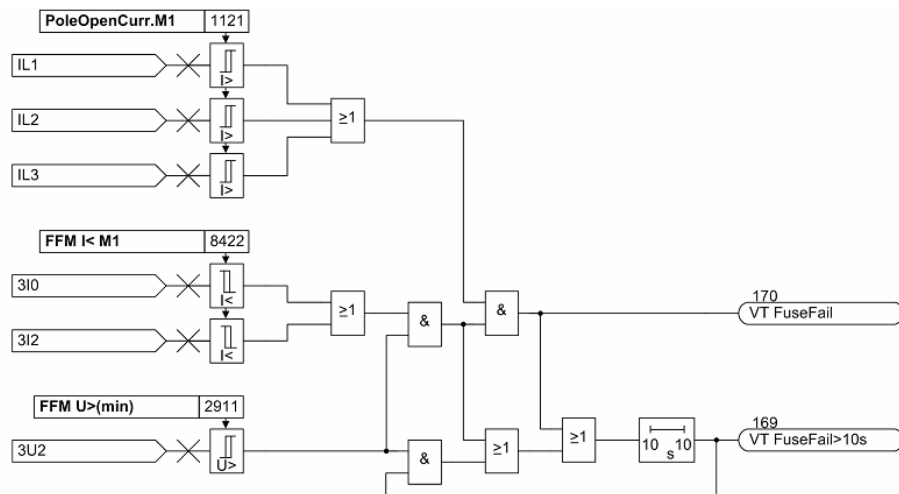
Nguyên lý hoạt động: chức năng này liên tục giám sát giá trị tức thời của dòng điện, nếu dòng điện thay đổi khác với giá trị mong muốn và khi dòng điện suy giảm tức thời tới 0 hoặc không ghi nhận được thời điểm dòng điện qua 0  $\rightarrow$  là chỉ dấu của sự cố đứt dây mạch dòng CT. Chức năng này chỉ hoạt động được khi đã có dòng điện qua rơ le (Thiết bị), trường hợp đứt mạch dòng đúng thời điểm dòng điện qua 0 thì rơ le có thể cũng không phát hiện được.

#### **I.2.10.5. Phát hiện hiện tượng hở mạch áp của máy biến điện áp (VT) - Đứt cầu chì**



Khi mạch áp bị ngắn mạch hoặc hở mạch → điện áp cấp tới rơ le bị sụt giảm → các chức năng bảo vệ có dùng đến tín hiệu điện áp có thể bị tác động nhầm (Ví dụ: Bảo vệ thấp áp, bảo vệ dựa theo chiều công suất). Chức năng này chỉ áp dụng cho rơ le 7UT613 & 7UT633 (Rơ le 7UT635 không có đầu vào điện áp)

Nguyên lý hoạt động: Hiện tượng đứt cầu chì gây mất áp mạch áp có thể phát hiện theo logic: {Điện áp mất đối xứng & dòng điện vẫn đối xứng}. Sự mất đối xứng của điện áp được phát hiện dựa theo độ lớn của điện áp TTN ( $U_2$ ), dòng điện được giả thiết là đối xứng nếu dòng TTN và TTK ( $I_2$  &  $I_0$ ) nằm dưới ngưỡng cho phép. Tuy nhiên nếu trong quá trình các chức năng bảo vệ dựa theo điện áp đang bị khóa mà thành phần dòng ( $I_2$  &  $I_0$ ) vượt ngưỡng cho phép thì đó là chỉ báo của sự cố thật và rơ le sẽ giải trừ các tín hiệu khóa này và hoạt động như bình thường. Hình 1.22. mô tả chức năng giám sát cầu chì mạch áp của rơ le.



Hình 1.22. Chức năng giám sát cầu chì mạch áp

#### I.2.10.6. Phát hiện hiện tượng ngắn mạch ba pha mạch áp

Chức năng này phát hiện hiện tượng ngắn mạch ba pha tại mạch áp và gây sụt giảm điện áp cấp vào rơ le. Có thể phân biệt hiện tượng ngắn mạch mạch áp (Nhị thứ) với ngắn mạch phía sơ cấp (Nhất thứ): Khi xảy ra hiện tượng này thì dòng điện đo được không tăng đột biến.

Nguyên lý: Bảo vệ sẽ tác động khóa chức năng bảo vệ dựa theo điện áp khi

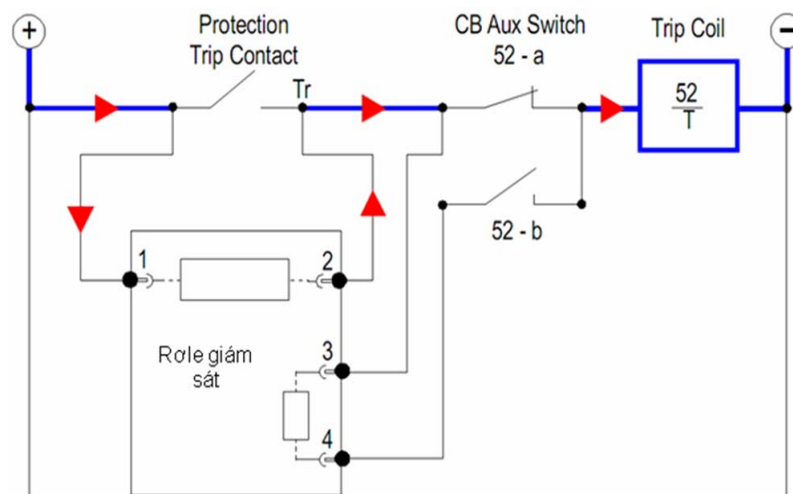
- Tất cả điện áp ba pha nhỏ hơn một ngưỡng cho phép
- Không có sự tăng đột biến của dòng điện đo được (Hoặc tốc độ tăng dòng điện nhỏ hơn một mức độ cho phép)

- Dòng điện trên 3 pha đang lớn hơn một ngưỡng nhỏ nhất cho phép (Chức năng bảo vệ khoảng cách chỉ xác định được tổng trở nếu dòng điện lớn hơn một ngưỡng cho phép tối thiểu nào đó)

#### I.2.10.7. Giám sát mạch cắt (Trang bị cho rơ le 7UT613/63x) (Trip Circuit Supervision - 74)

Do mạch cắt máy cắt nằm ngoài rơ le và đi qua nhiều khâu: Cầu chì, cầu nối, tiếp điểm rơ le, tiếp điểm phụ máy cắt, dây nối, hàng kẹp, ... nên rất phức tạp, kết hợp với mức độ quan trọng của việc cắt máy cắt nên cần sử dụng chức năng giám sát mạch cắt này. Nói một cách khác, chức năng này giám sát sự thông mạch cho mạch cắt của máy cắt. Nếu mạch cắt thông, sẽ có một dòng điện rất nhỏ chạy qua nó, nếu mạch cắt bị đứt, dòng điện này sẽ mất → rơ le sẽ cảnh báo về sự cố mạch cắt. Dòng điện chạy qua mạch cắt này được tính toán đủ nhỏ (Cỡ mA, ví dụ 1,4mA với loại rơ le 7PA30 của SIEMENS) để không làm cuộn cắt tác động.

Nguyên lý hoạt động của chức năng này như sau: Rơ le giám sát có thể bao gồm một hoặc hai rơ le phụ loại thường đóng, đóng chậm (Khi mất điện tiếp điểm sẽ đóng). Khi hai rơ le này đều tác động (Mất điện) thì chức năng giám sát được kích hoạt và sẽ đưa ra cảnh báo.



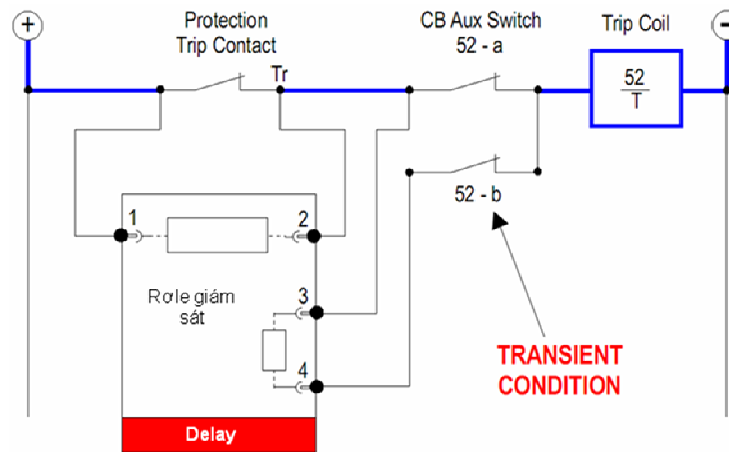
Hình 1.23. Phân bố dòng giám sát khi máy cắt đã đóng

- **Khi máy cắt đã ở trạng thái đóng** (Hình 1.23): Tiếp điểm 52a của máy cắt đang đóng, 52b đang mở, tiếp điểm rơ le bảo vệ đang mở → dòng điện giám sát tồn tại và chạy liên tục qua mạch cắt theo đường màu xanh và hướng mũi tên đỏ. Trạng thái các rơ le và chức năng giám sát thể hiện ở bảng 1.3.

Bảng 1.3. Bảng trạng thái các rơ le của rơ le giám sát mạch cắt

Rơ le phụ	Có/không điện	Tiếp điểm	Rơ le giám sát	Ghi chú
12	Có	0	0	Mạch cắt thông mạch (Tốt)
34	Không	1		

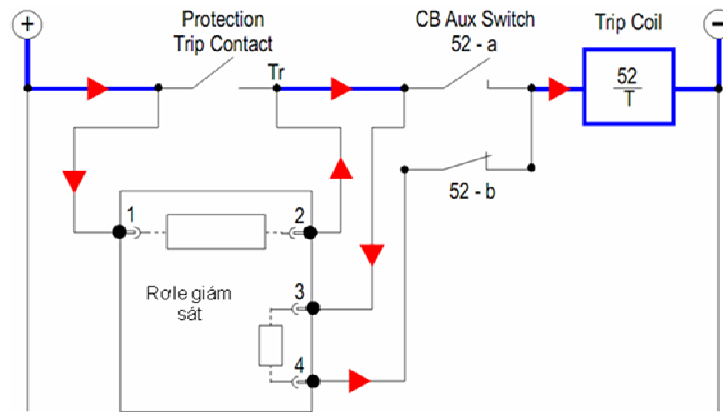
Khi mất điện thao tác cấp cho mạch cắt, cả hai rơ le phụ đều trở về, đóng tiếp điểm → rơ le giám sát sẽ tác động cảnh báo.



Hình 1.24. Phân bố dòng giám sát khi máy cắt đang cắt

- **Khi máy cắt đang trong quá trình cắt** (Hình 1.24): Khi rơ le bảo vệ tác động (Đóng tiếp điểm đầu ra) sẽ gửi tín hiệu đến cắt máy cắt, trong quá trình cắt máy cắt có thể xảy ra hiện tượng chuyển tiếp: Cả hai tiếp điểm 52a & 52b cùng trạng thái như biểu diễn trên sơ đồ hình 1.24. Khi cả tiếp điểm đầu ra của rơ le bảo vệ và tiếp điểm phụ của máy cắt đều đóng thì không có dòng giám sát chạy qua rơ le giám sát, nếu rơ le giám sát là loại tác động tức thời → sẽ đưa ra cảnh báo (Sai). Để tránh cảnh báo nhầm khi cắt máy cắt thì các loại rơ le giám sát này thường hoạt động có thời gian trễ lớn hơn thời gian cắt máy cắt tương ứng.

- **Khi máy cắt trong trạng thái đã mở** (Hình 1.25): Dòng giám sát vẫn tồn tại nhưng đi qua cả hai rơ le phụ → hai rơ le phụ đều có điện → rơ le giám sát sẽ không tác động.

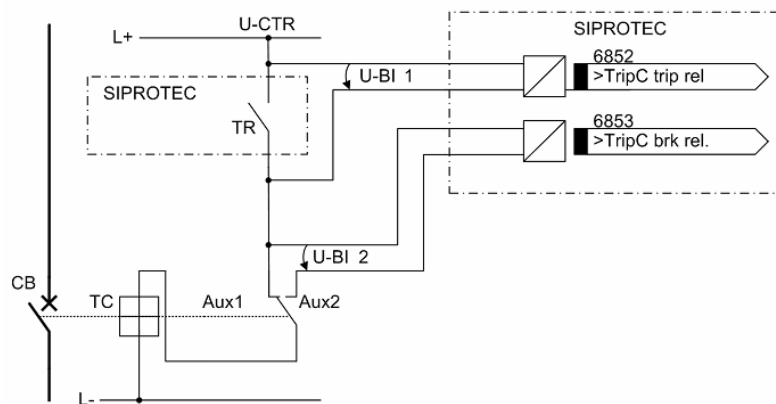


Hình 1.25. Phân bố dòng giám sát khi máy cắt đã mở

- **Kết luận:** Với sơ đồ nguyên lý này thì trong mọi trạng thái của máy cắt sẽ luôn có dòng giám để giám sát mạch cắt.

**Chức năng giám sát mạch cắt trong rơ le 7UT6xx:**

Đây không phải là một rơ le riêng lẻ mà là một chức năng được tích hợp vào trong rơ le 7UT6xx, tùy theo số lượng tín hiệu đầu vào có sẵn mà chức năng này có thể thực hiện theo các sơ đồ khác nhau:



Hình 1.26. Sơ đồ giám sát mạch cắt sử dụng hai tín hiệu

- Sơ đồ sử dụng hai tín hiệu đầu vào:

Phương thức đấu nối của sơ đồ này thể hiện trên hình 1.26. Một đầu tín hiệu vào rơ le lấy từ tiếp điểm đầu ra của rơ le bảo vệ, đầu vào thứ hai lấy từ tiếp điểm phụ máy cắt (Aux1: Đóng & Aux2: Mở, máy cắt vẽ ở trạng thái đóng). Sơ đồ này hoàn toàn tương tự như đã phân tích ở trên. Tùy theo trạng thái của tiếp điểm rơ le bảo vệ & máy cắt mà điện áp đưa vào đầu vào nhị phân sẽ là hai trạng thái cao hoặc thấp (Bằng 0V) tương đương với logic 1 hoặc 0. Các trạng thái hoạt động của sơ đồ thể hiện trên bảng 1.4.

Bảng 1.4. Bảng trạng thái

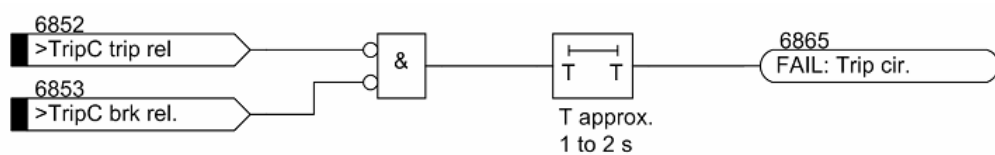
No.	Trip relay contact	Circuit breaker	Aux.1	Aux.2	BI 1	BI 2
1	Open	ON	Closed	Open	H	L
2	Open	OFF	Open	Closed	H	H
3	Closed	ON	Closed	Open	L	L
4	Closed	OFF	Open	Closed	L	H

Bảng trạng thái cho thấy, ở chế độ bình thường chỉ có duy nhất một trường hợp số (3) là cả hai đầu vào đều ở mức thấp khi máy cắt đang trong quá trình cắt và rơ le có thể báo động nhầm. Để khắc phục thì rơ le 7UT6xx sẽ liên tục kiểm tra trạng thái hai đầu vào này (Cách nhau khoảng 500ms, cố ý làm trễ lớn hơn thời gian cắt máy cắt) và nếu sau 3 lần kiểm tra liên tục phát hiện lỗi thì rơ le mới phát tín hiệu cảnh báo.

Khi có sự cố xảy ra (Mất nguồn điện thao tác, hở mạch cắt, ...) cả hai đầu vào đều ở trạng thái thấp (0V) duy trì → rơ le sẽ cảnh báo về sự không thông mạch cắt này.

Sơ đồ này sử dụng cả **hai tín hiệu đầu vào** (Từ rơ le bảo vệ & máy cắt) nên có ưu điểm là có thể **giám sát mạch cắt kể cả khi máy cắt đang ở trạng thái cắt hoặc đóng**.

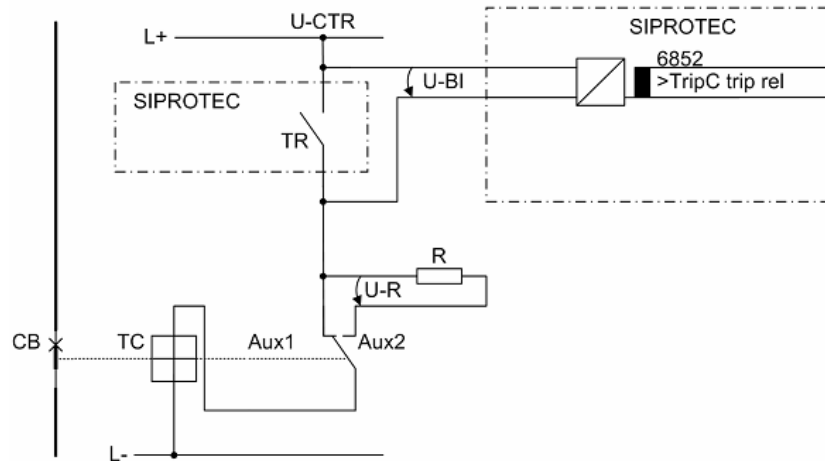
Hình 1.27 thể hiện logic hoạt động của chức năng giám sát mạch cắt trong rơ le 7UT6xx



Hình 1.27. Logic của chức năng giám sát mạch cắt

- Sử dụng một tín hiệu đầu vào

Sơ đồ này sử dụng khi rơ le chỉ còn một cổng vào dành cho chức năng giám sát mạch cắt. Tiếp điểm phụ máy cắt được nối tắt bởi một điện trở R có giá trị lớn như miêu tả trong hình 1.28.



Hình 1.28. Sơ đồ giám sát mạch cắt sử dụng một tín hiệu

Nguyên lý hoạt động của sơ đồ như sau: Chế độ bình thường, mạch giám sát luôn được thông bằng điện trở R hoặc tiếp điểm phụ máy cắt. Tuy nhiên khi rơ le bảo vệ tác động, tiếp điểm đầu ra (TR) đang đóng thì không có dòng giám sát chạy qua rơ le và chức năng này có thể tác động nhầm, để tránh điều này thì quá trình kiểm tra mạch cắt diễn ra cách nhau khoảng 500ms hoặc thậm chí lâu hơn (30 giây), lệnh cảnh báo chỉ đưa ra sau 3 lần kiểm tra liên tiếp không thành công.

### I.3. Giới thiệu về rơ le bảo vệ máy phát điện 7UM62x

#### I.3.1. Giới thiệu chung về bảo vệ máy phát điện

Các thông tin cần thiết để thiết kế một hệ thống bảo vệ cho máy phát điện có thể bao gồm: Sơ đồ một sợi của nhà máy, vị trí của các biến áp đo lường (U & I), thông số của các thiết bị này (Công suất danh định, cấp chính xác, hệ số giới hạn, khoảng cách tới tủ bảng, thông số thiết bị đóng cắt. Thêm vào đó, để phục vụ chức năng bảo vệ chống chạm đất cần cung cấp thông tin về các hệ thống cùng đấu nối vào thanh góp điện áp máy phát (Nếu có).

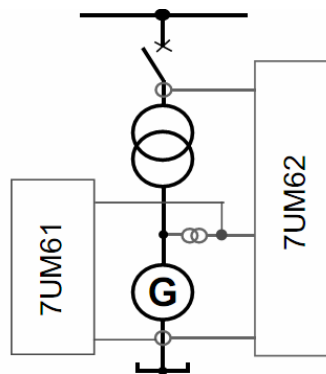
Lựa chọn sơ đồ phương thức cụ thể để bảo vệ cho máy phát điện tùy thuộc vào mức độ quan trọng của nhà máy & tương quan với chi phí cho hệ thống bảo vệ. Không có tiêu chuẩn cụ thể về sơ đồ phương thức bảo vệ, tuy nhiên có các khuyến cáo về các chức năng bảo vệ tối thiểu nên trang bị như trình bày trong bảng 1.5, nhìn chung các chức năng bảo vệ được tăng cường khi công suất máy phát điện tăng lên.

Bảng 1.5. Các chức năng bảo vệ nên sử dụng (O: Tùy chọn, X: Nên dùng, Y: Thủy điện tích năng)

Protection	ANSI	Generator – Rated Power (MVA)			
		< 5	5 - 50	50 - 200	> 200
Stator earth fault 90 %	64, 59N, 67N	X	X	X	X
Stator earth fault 100 %	64(100%)			X	X
Differential	87G, 87T	o	X	X	X
Overcurrent time	50, 51V	X	X	o	o
Impedance	21			X	X
Interturn fault				X	
Rotor earth fault	64R	o	X	X	X
Unbalanced load	46		X	X	X
Underexcitation	40	o	X	X	X
Out of step	78				X
Stator overload	49	X	X	X	X
Rotor overload	49R				X
Overvoltage	59	X	X	X	X
Frequency $f >$	81	X	X	X	X
Frequency $f <$	81		X	X	X
Reverse power	32	X	X	X	X
Undervoltage	27	Y	Y	Y	Y
Overexcitation (U/f)	24		o	X	X

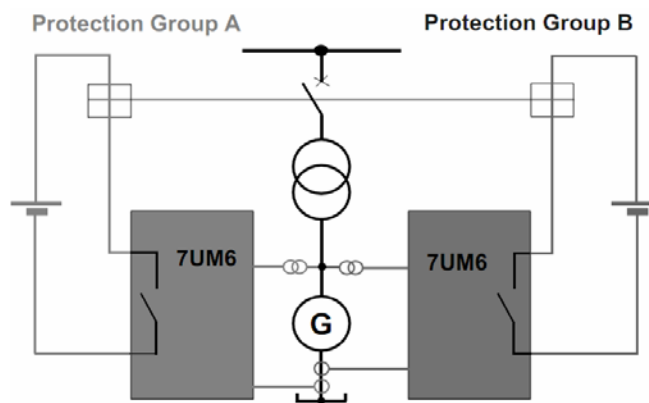
Khi thiết kế hệ thống bảo vệ, một yếu tố quan trọng cần tính tới là tính dự phòng. Nguyên tắc n-1 thường được sử dụng, nghĩa là hệ thống phải được thiết kế sao cho sự hỏng hóc của một phần tử không gây dừng sự hoạt động của toàn bộ hệ thống bảo vệ. Với các nhà máy điện, thường cấu trúc dự phòng được sử dụng phổ biến.

- *Phương thức dự phòng một phần*: Cần sử dụng ít nhất hai hệ thống rơ le bảo vệ để đảm bảo hư hỏng của một hệ thống không làm mất toàn bộ hệ thống bảo vệ. Các bảo vệ có thể sử dụng chung các biến áp đo lường, chung nguồn nuôi và các máy cắt có thể chỉ có một cuộn cắt (Hình 1.29).



Hình 1.29. Dự phòng một phần

- *Phương thức dự phòng đầy đủ*: Tất cả các phần tử quan trọng đều có dự phòng, ví dụ: Sử dụng các biến áp đo lường riêng biệt, hai hệ thống bảo vệ toàn phần, nguồn nuôi rơ le riêng biệt, các tín hiệu cắt cũng đi theo các hệ thống khác nhau (Hình 1.30). Chức năng của hai hệ thống rơ le có thể giống nhau hoặc thậm chí khác nhau về nguyên lý bảo vệ (Ví dụ: Một rơ le có thể dựa theo điện áp trung tính để bảo vệ 90% cuộn dây stator khi xảy ra chạm đất, rơ le còn lại có thể hoạt động dựa trên nguyên lý bơm dòng tần số thấp để thực hiện cùng chức năng bảo vệ này hoặc tương tự sử dụng nguyên lý tổng trở thấp và so lệch dòng điện để bảo vệ cho cuộn dây stator).



Hình 1.30. Dự phòng đầy đủ

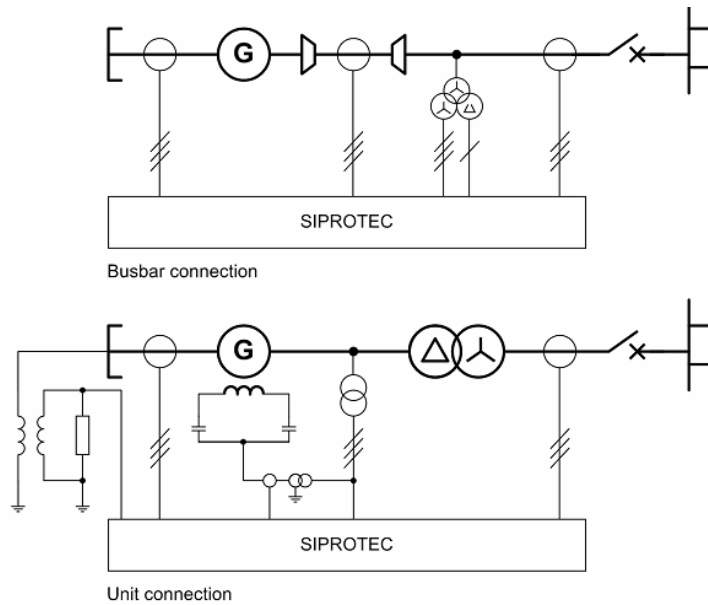
Khi hệ thống bảo vệ hoạt động, tùy theo sự cố mà tín hiệu cắt sẽ được gửi đến các máy cắt khác nhau (Máy cắt đầu cực, máy cắt kích từ, hệ thống van dừng khẩn cấp, máy cắt phía cao áp, máy cắt hệ thống tự dừng, phụ tải địa phương, các hệ thống hãm dừng, ...). Do tính chất phức tạp của hệ thống này nên thường sử dụng rơ le ma trận cắt để nhận tín hiệu và gửi đến các máy cắt tương ứng. Hình 1.31 giới thiệu rơ le thực hiện tính năng ma trận cắt 7UW50 của SIEMENS.



Hình 1.31. Rơ le ma trận cắt 7UW50



### I.3.2. Giới thiệu chung về rơ le bảo vệ máy phát họ 7UM62x



Hình 1.32. Bảo vệ MFD dùng rơ le 7UM6xx

Cấu trúc phần cứng của rơ le tương tự như của rơ le 7UT6xx đã được giới thiệu tại mục I.2. Rơ le được sử dụng chủ yếu để bảo vệ cho máy phát (Nối qua thanh góp điện áp máy phát hoặc theo sơ đồ nối bộ MF- MBA) như thể hiện trên hình 1.32. Thêm vào đó, rơ le 7UM62x còn có thêm chức năng bảo vệ so lệch và bảo vệ quá dòng thích hợp cho các máy biến áp, các động cơ đồng bộ hoặc không đồng bộ cỡ lớn, rơ le hoàn toàn tương thích với phần mềm DIGSI. Các chức năng chính của rơ le gồm có:

- Bảo vệ quá dòng có/không có khóa/hãm điện áp thấp
- Bảo vệ chống quá tải (49) - Tương tự như đã trình bày tại mục I.2.7.
- Bảo vệ quá dòng thứ tự nghịch (46)
- Bảo vệ quá dòng khi khởi động tổ máy
- Bảo vệ so lệch (87) cho máy phát, máy biến áp, động cơ; Bảo vệ so lệch thứ tự không
- Bảo vệ mất kích từ & quá kích từ
- Bảo vệ dòng công suất ngược và giám sát dòng công suất phát.
- Bảo vệ theo tổng trở (21)
- Bảo vệ chống trượt cực từ (Out of step)
- Bảo vệ chống thấp áp & quá áp
- Bảo vệ tần số cao & thấp; bảo vệ theo tốc độ biến thiên tần số

- Bảo vệ chống chạm đất 90% cuộn dây stato
- Bảo vệ chống chạm đất độ nhạy cao
- Bảo vệ chống chạm đất 100% cuộn dây stato
- Bảo vệ chống chạm chập giữa các vòng dây
- Bảo vệ chống chạm đất cuộn dây roto
- Bảo vệ chống đóng điện máy phát không mong muốn (Inadvertent Energizing Protection)

Trong các phần tiếp theo sẽ không giới thiệu toàn bộ mà chỉ các chức năng bảo vệ tương đối đặc trưng và phức tạp của rơ le này.

### ***1.3.3. Chức năng bảo vệ quá dòng với đặc tính độc lập ( $I >$ hoặc $F50, F51$ )***

Chức năng bảo vệ quá dòng dùng làm bảo vệ dự phòng cho đối tượng được bảo vệ hoặc các đường dây, máy biến áp cấp dưới liền kề.

Với các máy phát điện lấy điện áp kích từ của đầu cực, khi xảy ra ngắn mạch gần thì điện áp đầu cực sụt giảm  $\rightarrow$  dòng điện ngắn mạch bị giảm đi, thậm chí giảm thấp dưới ngưỡng khởi động của các bảo vệ quá dòng thông thường. Để rơ le có đủ độ nhạy thường phải đặt giá trị khởi động thấp xuống và để tránh rơ le tác động khi tải nặng thì sử dụng kết hợp thêm với khóa điện áp thấp ( $U <$  hay  $F27$ ). Chức năng này được gọi là bảo vệ quá dòng kết hợp với khóa điện áp thấp (Tên tiếng Anh: *Voltage Controlled Overcurrent Protection*). Nguyên lý của chức năng này như sau: chỉ khi điện áp giảm thấp dưới ngưỡng cho phép (chỉ báo của sự cố ngắn mạch) thì rơ le điện áp thấp mới cho phép phần tử quá dòng tác động. Trong rơ le 7UM6xx, chức năng khóa điện áp thấp có thể sử dụng độc lập hoặc cùng với chức năng bảo vệ quá dòng.

Giá trị cài đặt khuyến cáo đối với máy phát:

- Dòng khởi động của phần tử quá dòng: cao hơn  $20 \div 30$  dòng tải lớn nhất
- Khóa điện áp thấp: thường đặt dưới ngưỡng điện áp làm việc thấp nhất cho phép (80% điện áp định mức).

### ***1.3.4. Chức năng bảo vệ quá dòng với đặc tính phụ thuộc (51V)***

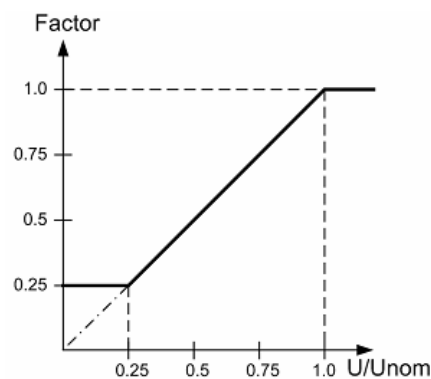
Thường dùng làm bảo vệ chính cho các máy phát nhỏ và cấp điện áp thấp, làm bảo vệ dự phòng cho các máy phát có công suất lớn.

Hoàn toàn tương tự, với các máy phát lấy điện áp kích từ từ đầu cực, khi xảy ra sự cố gần thì điện áp đầu cực suy giảm  $\rightarrow$  giảm điện áp cấp cho hệ thống kích từ  $\rightarrow$  dòng điện ngắn mạch giảm nhanh và bảo vệ có thể trở về không tiếp tục hoạt động.

Để xử lý vấn đề này, rơ le 7UM6xx có sử dụng hai giải pháp:

- Bảo vệ quá dòng kết hợp với khóa điện áp thấp (51 & 27= Voltage-Controlled Overcurrent): Khi điện áp giảm dưới ngưỡng cho phép thì rơ le điện áp thấp hoạt động, cho phép chức năng quá dòng tác động. Giá trị khởi động của bảo vệ quá dòng có thể đặt thấp hơn so với khi không có khóa điện áp thấp

- Bảo vệ quá dòng kết hợp với hãm điện áp (Voltage-Restraint Overcurrent): Chức năng này sẽ tự động điều chỉnh giá trị khởi động và đặc tính tác động tùy theo điện áp hệ thống theo qui luật: khi điện áp giảm xuống thì giá trị khởi động của phần tử quá dòng cũng tự động được giảm đi. Hình 1.33 biểu diễn quan hệ giữa giá trị dòng khởi động và điện áp (Trong hệ đơn vị tương đối), theo quan hệ này thì giá trị khởi động giảm tuyến tính khi điện áp nằm trong ngưỡng 25% ÷ 100% và khi điện áp  $\leq 25\%$  thì chỉ còn bằng 25% của giá trị cài đặt ban đầu.



Hình 1.33. Hệ số phụ thuộc theo điện

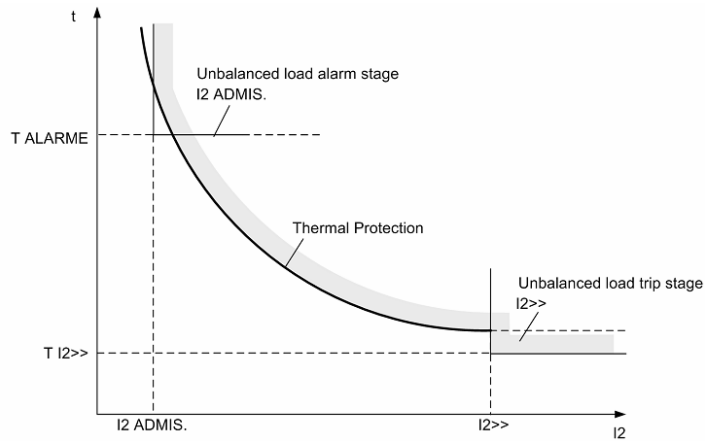
Chức năng này sẽ bị khóa để tránh cho rơ le hoạt động nhầm khi xảy ra hiện tượng mất áp từ máy biến điện áp (Do đứt cầu chì, do mở aptomat nhị thứ của VT). Việc phát hiện mất áp có thể dựa theo trạng thái tiếp điểm phụ của VT hoặc dựa theo logic giám sát điện áp bên trong rơ le (Tương tự như đã trình bày ở phần I.2.10.5).

Chức năng bảo vệ quá dòng có thể dùng hoặc không dùng tính năng hãm, khóa điện áp tùy theo cài đặt.

### **I.3.5. Chức năng bảo vệ quá dòng thứ tự nghịch ( $I_2 >$ hoặc 46) - Unbalanced Load**

Chức năng phát hiện tải không cân bằng dựa theo độ lớn của thành phần dòng thứ tự nghịch đo được. Dòng thứ tự nghịch tạo ra một từ trường quay với chiều ngược lại chiều quay của roto, do đó quét qua roto với tần số gấp 2 lần tần số làm việc bình thường  $\rightarrow$  gây ra các dòng xoáy tại bề mặt roto  $\rightarrow$  phát nóng cục bộ. Ngoài ra dòng TTN còn gây phát nóng cuộn cảm của máy phát. Chức năng này đồng

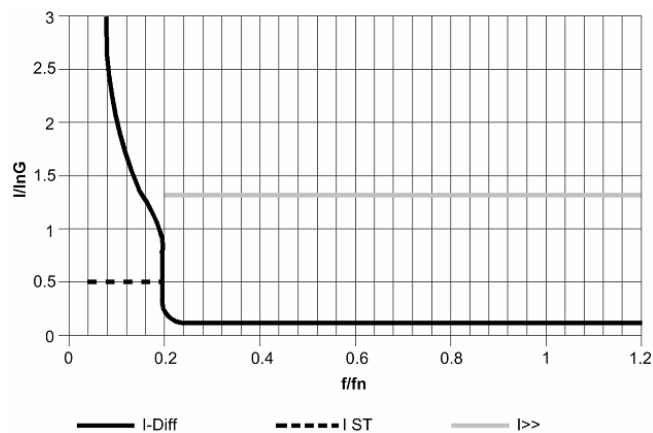
thời cũng phát hiện được các hiện tượng mất pha, ngược cực tính CT hoặc các sự cố không đối xứng với dòng ngắn mạch nhỏ hơn ngưỡng khởi động của rơ le quá dòng pha thông thường. Chức năng này tương tự như đã trình bày trong mục I.2.6.5.



Hình 1.34. Đặc tính thời gian tác động của bảo vệ  $I_2>$

Do các tác hại của dòng TTN chủ yếu thể hiện ở việc gây phát nóng do đó thường các bảo vệ quá dòng TTN là loại hoạt động có trễ dựa theo mô hình nhiệt của đối tượng được bảo vệ. Đặc tính được sử dụng là loại đặc tính thời gian phụ thuộc, tuy nhiên để tránh trường hợp khi xảy ra ngắn mạch, dòng TTN tăng cao nhưng bảo vệ vẫn hoạt động có trễ thì đặc tính phụ thuộc của bảo vệ được trang bị thêm một phần đặc tính độc lập với thời gian tác động rất ngắn như trên hình 1.34.

### ***I.3.6. Chức năng bảo vệ quá dòng khi khởi động tổ máy (Startup Overcurrent Protection)***



Hình 1.35. Phạm vi hoạt động của các bảo vệ khi khởi động tổ máy ( $I_{ST}$ :  $I_{startup\ prot.}$ )

Các máy phát tuabine khí có thể được khởi động bằng dòng điện từ bộ biến tần. Khi bắt đầu quá trình khởi động, bộ biến tần sẽ bơm dòng vào máy phát với tần số tăng dần (Tương tự phương pháp khởi động mềm động cơ điện) tạo ra từ trường quay với tốc độ tăng dần. Từ trường này sẽ kéo roto và tuabine quay với tốc độ tăng dần tương ứng, khi tốc độ đạt khoảng 70% định mức thì tuabine được khởi động (Đánh lửa, đốt khí sinh công) và sẽ tự kéo roto tới đồng bộ, bộ biến tần được tự động cắt ra. Trong quá trình khởi động này, máy cắt đầu cực ở trạng thái mở, tuy nhiên cũng vẫn có khả năng xảy ra sự cố ngắn mạch trong lúc khởi động. Do tốc độ quay tăng dần  $\rightarrow$  dòng điện trong stato có tần số cũng tăng dần, ở ngưỡng tần số thấp (Dưới  $10 \div 11\text{Hz}$ ) thì các bảo vệ so lệch và bảo vệ quá dòng cắt nhanh không hoạt động  $\rightarrow$  cần có một bảo vệ hoạt động ở dải tần thấp ( $2 \div 10\text{Hz}$ ) để bảo vệ trong lúc khởi động.

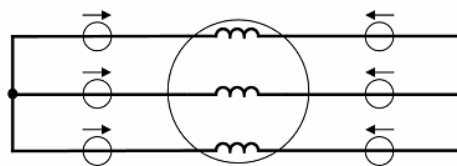
Rơ le 7UM6xx có chức năng bảo vệ quá dòng hoạt động ở dải tần thấp, mục đích để bảo vệ trong quá trình khởi động tổ máy. Do tần số thấp nên để xác định nhanh được giá trị tức thời lớn nhất của dòng điện cần sử dụng thuật toán đặc biệt trong rơ le. Thể hiện phạm vi hoạt động của các bảo vệ tùy theo tần số của máy phát trong quá trình khởi động.

### ***1.3.7. Chức năng bảo vệ so lệch cho máy biến áp (87T)***

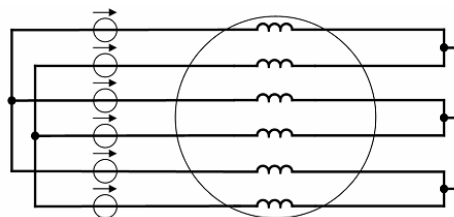
Hoàn toàn tương tự như đã trình bày trong mục I.2.4; I.2.5 & I.2.6.4.

### ***1.3.8. Chức năng bảo vệ so lệch máy phát điện (87)***

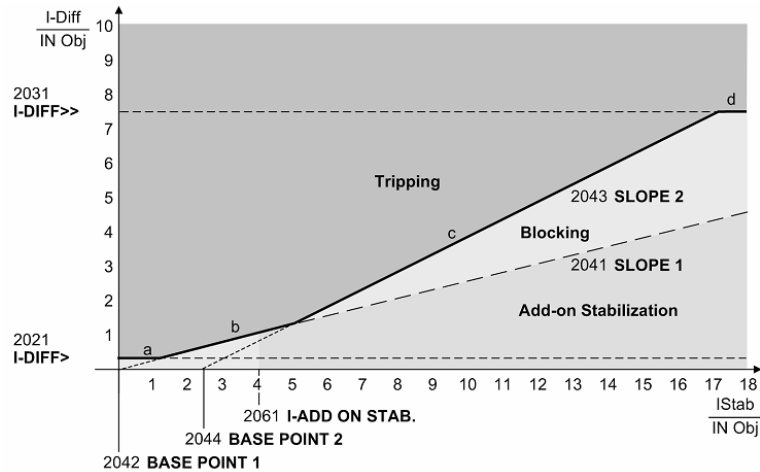
Nguyên tắc thực hiện bảo vệ so lệch dọc cho máy phát được thể hiện trên hình 1.36, và phương thức bảo vệ so lệch ngang cho các máy phát có cuộn dây phân chia thể hiện ở hình 1.37.



Hình 1.36. Bảo vệ so lệch dọc máy phát



Hình 1.37. Bảo vệ so lệch ngang máy phát



Hình 1.38. Đặc tính làm việc của bảo vệ so lệch MFD

Đặc tính tác động của chức năng so lệch cho máy phát điện hoàn toàn tương tự như đối với bảo vệ so lệch cho máy biến áp (7UT6xx), tuy nhiên các giá trị cài đặt là khác nhau. Giá trị dòng so lệch ngưỡng cao được xác định theo điện kháng quá độ của máy phát  $x'_d$  theo công thức  $I_{DIFF>>} = \frac{1}{x'_d}$  với giá trị  $x'_d = 0,15 \div 0,35$  do đó

$I_{DIFF>>} = 3 \div 7$  như thể hiện trên hình 1.38.

### 1.3.9. Chức năng bảo vệ mất kích từ (Underexcitation - Loss-of-Field) (40)

Cường độ “Liên kết” giữa roto máy phát được quay bởi tuabine và từ trường quay của stato phụ thuộc vào độ lớn của từ trường tạo bởi hệ thống kích từ, khi điện áp kích từ bị giảm thấp, liên kết bị yếu đi và có thể gây ra hiện tượng mất đồng bộ giữa roto và từ trường của cuộn stato. Chức năng bảo vệ khi mất kích từ của rơ le 7UM6xx có nhiệm vụ bảo vệ các máy phát điện để không rơi vào tình trạng làm việc mất đồng bộ khi xảy ra hư hỏng trong hệ thống kích từ và mặt khác cũng giúp tránh được các ảnh hưởng xấu tới ổn định của hệ thống.

Liên quan tới chức năng bảo vệ này, cần tìm hiểu về biểu đồ giới hạn công suất phát của máy phát (Generator Capability Curve): Máy phát có thể làm việc trong các chế độ phát (Quá kích từ) hoặc tiêu thụ công suất phản kháng (Thiếu kích từ), tuy nhiên lượng công suất phản kháng này bị giới hạn bởi một số yếu tố như sau:

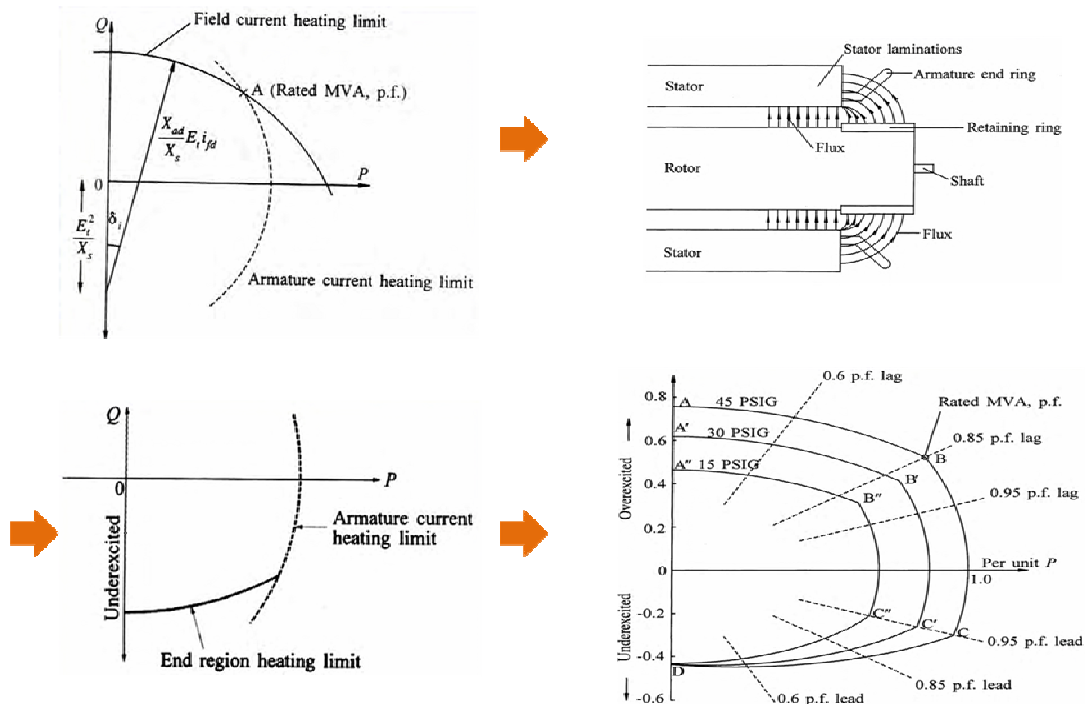
- Công suất tác dụng phát ra: Bị giới hạn bởi công suất của tuabine
- Công suất phản kháng bị giới hạn bởi:

1. Dòng điện trong cuộn dây stato (Amature Current Heating Limit): không được vượt quá mức độ phát nóng cho phép

2. Giới hạn dòng điện trong cuộn kích từ (Field Current Heating Limit): giới hạn bởi phát nóng trong cuộn dây roto

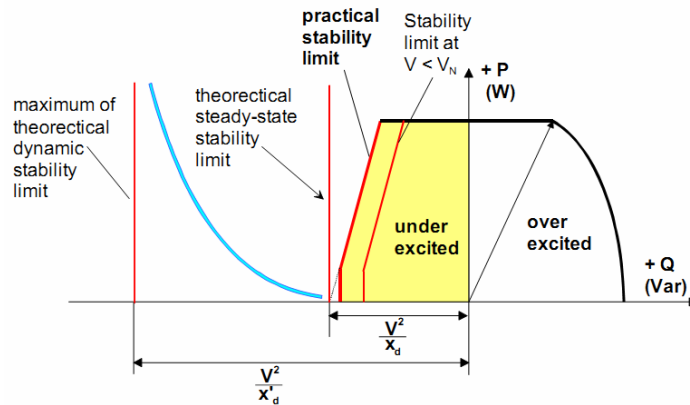
3. Giới hạn phát nóng lõi thép tại cạnh của stato (End Region Heating Limit): giới hạn này ảnh hưởng đến khả năng nhận công suất phản kháng của máy phát ở chế độ thiếu kích từ.

Các giới hạn này được trình bày và biểu diễn trên hình 1.39.



Hình 1.39. Biểu đồ giới hạn công suất MFD

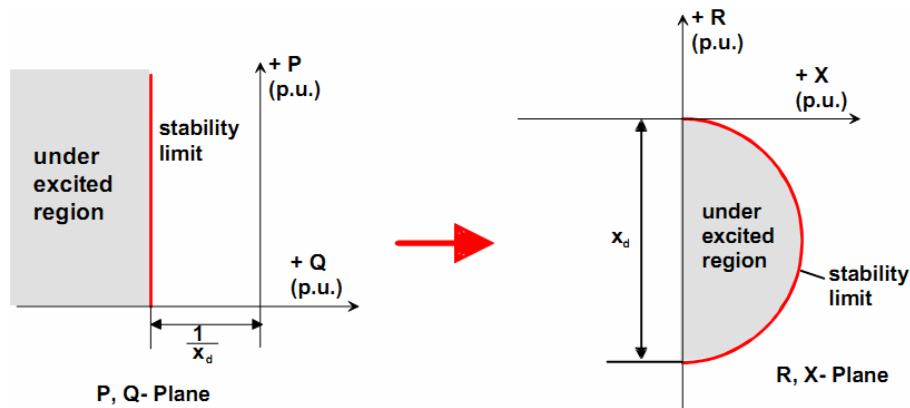
Các giới hạn trên đây được xác định dựa trên kết cấu, công suất của máy phát. Tuy nhiên khi máy phát làm việc kết nối với hệ thống thì có thêm các giới hạn khác về ổn định tĩnh và ổn định động. Do các giới hạn về ổn định này nên đặc tính công suất của máy phát thực tế có dạng như trong hình 1.40. Như vậy, giới hạn dòng kích từ cho phép nhỏ nhất tùy theo đặc tính công suất của máy phát, dựa theo đặc tính này có thể cài đặt các giá trị cho rơ le.



Hình 1.40. Giới hạn công suất của MFD có tính tới ổn định

Trong thực tế có hai phương án thực hiện bảo vệ chống mất kích từ:

1) Dựa theo tổng trở đo được: Dùng một rơ le tổng trở đặt tại đầu cực máy phát với vùng bảo vệ nhìn vào phía trong máy phát. Ở chế độ bình thường, máy phát sẽ phát công suất phản kháng tương đương với giá trị điện kháng đo được  $X > 0$ , khi thiếu kích từ máy phát nhận công suất phản kháng và giá trị đo được  $X < 0$ . Vậy sự thay đổi giá trị điện kháng đo được sẽ là một tiêu chí dùng để bảo vệ chống mất (Thấp) kích từ. Để thực hiện được việc này cần qui đổi biểu đồ công suất phát sang biểu đồ theo tổng trở gồm hai thành phần R & X vì rơ le tổng trở chỉ làm việc với hai giá trị này. Đây là một giải pháp được sử dụng rộng rãi.

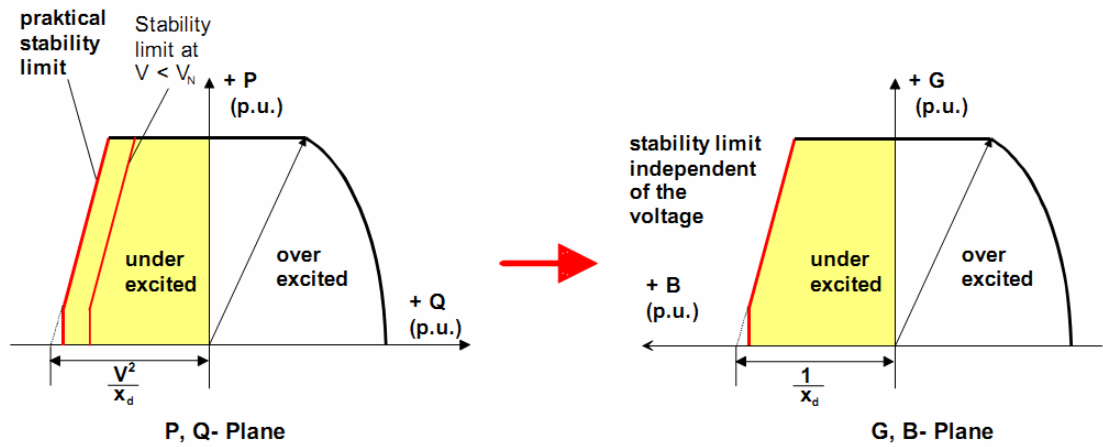


Hình 1.41. Qui đổi từ biểu đồ công suất sang mặt phẳng tổng trở

2) Riêng hãng SIEMENS thực hiện theo phương án khác: Dùng giá trị tổng dẫn đo được thay vì giá trị tổng trở. Ưu điểm của phương án dùng giá trị tổng dẫn là có thể qui đổi trực tiếp từ biểu đồ công suất phát của máy phát → biểu đồ tổng dẫn



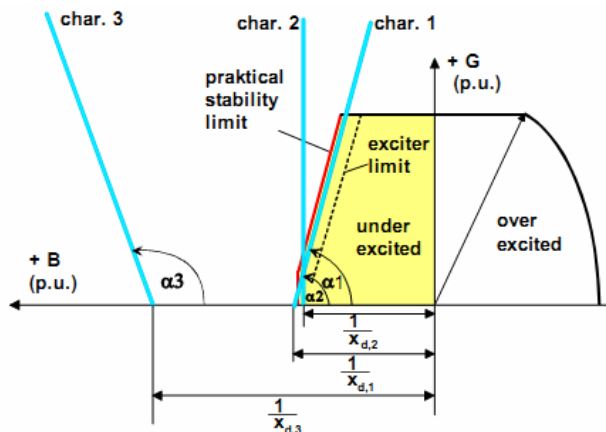
(G & B) và trong hệ đơn vị tương đối các giá trị tổng dẫn này không phụ thuộc vào điện áp của máy phát.



Hình 1.42. Qui đổi biểu đồ công suất phát sang biểu đồ tổng dẫn

**Cụ thể về chức năng bảo vệ trong rơ le 7UM6xx:** Căn cứ vào đồ thị công suất phát của máy phát, có thể đặt ra 3 đặc tính giới hạn bảo vệ như trên hình 1.43. Các đặc tính này được xác định bởi vị trí các điểm gốc và góc nghiêng tương ứng.

Khi điểm làm việc của máy phát vượt quá đặc tính 1 & 2: Bảo vệ sẽ khởi động và sau khoảng thời gian trễ (Khoảng 10 giây) sẽ đưa tín hiệu tác động. Thời gian trễ để đảm bảo hệ thống tự động điều chỉnh kích từ có thể hoạt động nâng điện áp kích từ tới mức cần thiết. Để đảm bảo bảo vệ sẽ tác động nhanh (Thời gian trễ rất ngắn) khi hỏng hệ thống điều chỉnh kích từ, rơ le có chức năng giám sát điện áp kích từ (Chức năng **Uexcit.<**), khi chức năng này hoạt động sẽ tự động rút ngắn thời gian tác động của bảo vệ chống mất kích từ.

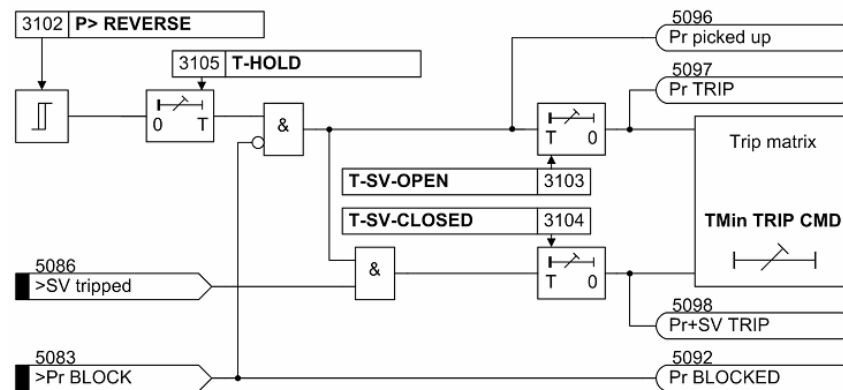


Hình 1.43. Đặc tính bảo vệ chống mất kích từ

Khi điểm làm việc đã vượt quá đặc tính 3: Thì bảo vệ sẽ tác động tức thời để cắt máy phát do lúc này không thể đảm bảo sự làm ổn định của máy phát với hệ thống.

### ***1.3.10. Chức năng bảo vệ chống luồng công suất ngược (Reverse Power Protection) (32R)***

Khi nguồn năng lượng sơ cấp sinh công quay tuabin bị mất thì máy phát chuyển sang hoạt động ở chế độ động cơ, nếu hệ thống kích từ vẫn hoạt động thì máy phát hoạt động như động cơ không đồng bộ và ngược lại như động cơ không đồng bộ. Chế độ động cơ gây nguy hiểm cho tuabin, làm phát nóng quá mức cánh tuabin hơi do hơi không lưu chuyển được để làm mát, gây nguy hiểm cho hộp số của các tuabin khí do các hộp số này không được thiết kế ở chế độ quay ngược. Nguyên nhân gây ra chế độ này có thể do lỗi vận hành, do trục trặc máy cắt đầu cực không cắt khi ngừng tổ máy hoặc do hỏng hóc cơ khí. Trong các nhà máy điện thường có cả hệ thống bảo vệ cơ khí và rơ le điện để phát hiện hiện tượng này.



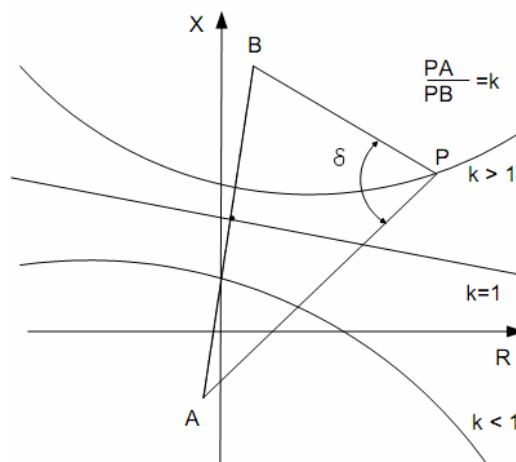
Hình 1.44. Chức năng bảo vệ chống luồng công suất ngược

Các rơ le điện dựa vào dòng công suất ngược chạy vào máy phát, độ lớn dòng công suất ngược này tùy thuộc vào ma sát, tổn hao do tuabin hoạt động như máy nén và tổn hao điện trong máy phát. Công suất ngược này phụ thuộc vào thiết kế và chủng loại tuabin (Tuabin nước, hơi, khí, diesel) và có thể chỉ chiếm một vài phần trăm của công suất tác dụng định mức của máy phát (Máy phát thủy điện) hoặc có thể lên tới 100% với một số loại tuabin hơi. Để phát hiện được các luồng công suất ngược rất nhỏ thì phép đo của rơ le phải chính xác, rơ le 7UM6xx chỉ sử dụng các đại lượng thứ tự thuận của dòng & áp, mặt khác sai số góc của VT & CT cũng gây sai số của phép đo và do đó cũng được rơ le tính đến trong quá trình tính toán. Rơ le thường đặt có thời gian trễ để tránh hoạt động sai do các biến động ngắn hạn. Mặt

khác trong chế độ hòa đồng bộ hoặc dao động điện có thể xảy ra hiện tượng luồng công suất ngược và do đó cần phải làm trễ bảo vệ để tránh rơ le tác động trong trường hợp này. Tuy nhiên khi van đứng khẩn cấp của tuabin đã tác động (Emergency stop valve) thì chức năng 32R nên được rút ngắn thời gian trễ, rơ le thực hiện logic này bằng cách nhận tín hiệu từ van khẩn cấp qua đầu vào nhị phân và kích hoạt rút ngắn thời gian. Nguyên lý hoạt động của chức năng 32R trong rơ le 7UM6xx thể hiện trên hình 1.44

### 1.3.11. Chức năng bảo vệ chống trượt cực từ (Out of Step) (78)

Hệ thống điện là hệ thống vận hành trong thời gian thực, đảm bảo cân bằng giữa tổng công suất phát & tiêu thụ. Khi trạng thái này được duy trì thì tần số sẽ giữ ở mức ổn định, theo qui định tần số có thể cho phép nằm trong khoảng  $50 \pm 0,2$  Hz. Bất cứ thay đổi nào về nguồn phát hoặc tải đều dẫn tới thay đổi của tần số, các thay đổi này xảy ra liên tục trong hệ thống, tuy nhiên do có các hệ thống tự động điều chỉnh nên tần số được duy trì trong phạm vi cho phép. Trong trường hợp xảy ra các biến động lớn: Sự cố gần nhà máy, mất các đường truyền tải quan trọng, đóng cắt các phụ tải lớn sẽ gây ra sự mất cân bằng đột ngột giữa công suất điện và công suất cơ của tuabin (Được coi là không đổi). Sự mất cân bằng công suất trên trục roto máy phát làm cho tốc độ roto sẽ thay đổi, dao động  $\rightarrow$  góc tương đối giữa roto các máy phát đang hoạt động cùng sẽ bị dao động, mặt khác dòng công suất tác dụng phụ thuộc chủ yếu vào góc lệch tương đối của roto các máy phát  $\rightarrow$  dòng công suất tác dụng cũng bị dao động  $\rightarrow$  hiện tượng dao động điện.

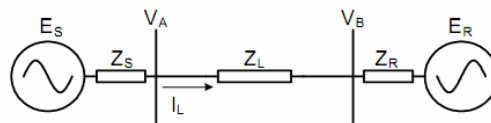


Hình 1.45. Quỹ đạo tổng trở đo được

Hiện tượng dao động điện được coi là ổn định nếu sau một khoảng thời gian hệ thống tự điều chỉnh để vận hành tại một trạng thái ổn định xác lập mới. Hệ thống

bị coi là mất ổn định nếu góc lệch giữa các roto máy phát tiếp tục tăng lên (Trượt so với nhau) và không đạt được trạng thái cân bằng mới. Như vậy dao động công suất là nói trên bình diện hệ thống, còn trượt cực từ là hiện tượng dao động mất ổn định khi nhìn vào máy phát.

Giải pháp bảo vệ: Khi xảy ra hiện tượng dao động điện, giá trị tổng trở đo được tại đầu cực máy phát có thể rơi vào vùng tác động và rơ le sẽ tác động một cách chưa cần thiết. Để ngăn chặn hiện tượng này phải có phần tử phát hiện dao động điện và khóa rơ le không tác động nhầm - Chức năng này là chức năng khóa khi có dao động điện (Power Swing Blocking - PSB). Tuy nhiên khi dao động điện phát triển thành mất ổn định (Trượt cực từ đối với máy phát) thì sẽ phải có phần tử phát hiện và tự động thực hiện các thao tác cần thiết để tách máy phát khỏi hệ thống - Chức năng bảo vệ này gọi là bảo vệ chống hiện tượng trượt cực từ (Out of Step - 78). Cả hai chức năng bảo vệ này đều dựa trên việc đo tổng trở và tốc độ biến thiên của tổng trở đo được ( $dZ/dt$ ), khi xảy ra dao động điện thì tổng trở đo được sẽ biến thiên chậm (tốc độ biến thiên là hữu hạn) do roto các máy phát điện có quán tính lớn, khi xảy ra sự cố thì tốc độ biến thiên của tổng trở này gần như là tức thời.



Hình 1.46. Hệ thống đơn giản gồm hai máy phát

Để phân biệt giữa dao động điện ổn định và mất ổn định (Gây trượt cực từ) thì phải xét tới quỹ đạo biến thiên của tổng trở đo được. Hình 1.46 mô tả một hệ thống đơn giản gồm hai máy phát hoạt động song song. Giá trị tổng trở đo được và quỹ đạo biến thiên khi xảy ra dao động điện được thể hiện trên hình 1.45. Quỹ đạo tổng trở tùy thuộc vào góc lệch tương đối của roto hai máy phát và tỷ số điện áp của hai phía (Nếu điện áp hai phía bằng nhau thì tổng trở sẽ di chuyển theo đường thẳng  $k=1$ ).

Chức năng bảo vệ chống trượt cực từ trong rơ le SIEMENS: các rơ le của SIEMENS hoàn toàn dựa trên nguyên lý giám sát quỹ đạo tổng trở để phát hiện hiện tượng dao động điện hoặc trượt cực từ. một tả đặc tính tác động tiêu chuẩn của rơ le họ 7UM6xx.

- Quỹ đạo chuyển động theo đường 1 hoặc 2 xảy ra khi có hiện tượng mất ổn định, trượt cực từ: Điểm làm việc đi vào đặc tính ở một phía và cả đi ra khỏi đặc tính ở phía đối diện.

- Quĩ đạo 3 & 4: Diễn biến khi có hiện tượng dao động điện ổn định.

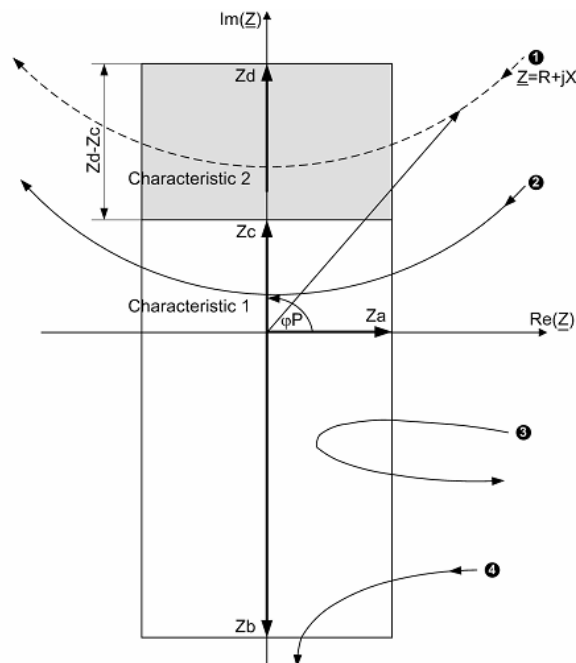
Dựa theo đặc tính này thì logic phát hiện trượt cực từ trong rơ le 7UM6xx như sau:

- Dao động điện là hiện tượng 3 pha đối xứng: Thành phần dòng điện TTN phải nhỏ hơn ngưỡng cho phép.

- Có ghi nhận sự cắt đặc tính ở cả hai phía (Đi vào và đi ra phía đối diện) của vectơ tổng trở.

- Khi số lần cắt đặc tính được ghi nhận đạt tới ngưỡng cài đặt trong một khoảng thời gian cho phép thì rơ le sẽ tác động vì nhận định đây là xảy ra dao động điện không thể hồi phục, dẫn tới trượt cực từ → phải cắt máy phát.

### ***1.3.12. Bảo vệ chống chạm đất 90% cuộn dây stato (59N, 64G, 67G)***



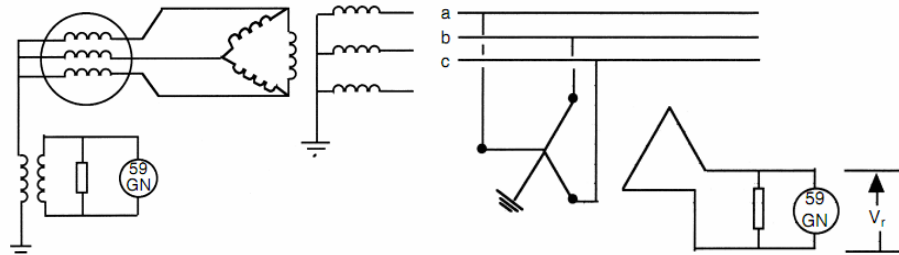
Hình 1.47. Đặc tính đa góc chống trượt cực từ

Các máy phát điện thường có trung tính cách điện hoặc nối đất qua tổng trở để hạn chế dòng chạm đất. Hiện tượng chạm đất cuộn dây stato có thể là từ cuộn dây thông qua chỗ cách điện bị hóa than tới lõi thép hoặc thông qua hồ quang tới lõi thép. Các thí nghiệm đã cho thấy rằng khi chạm đất có phát sinh hồ quang thì chỉ cần với dòng điện 5A có thể đã gây phá hủy cách điện của các lá thép stato, từ đó gây ra các sự cố tiếp theo. Không có một tiêu chuẩn cụ thể nào nhưng giá trị dòng điện chạm đất có thể gây nguy hiểm thường được giới hạn trong khoảng 5 ÷ 15A.

Nguyên lý bảo vệ chống chạm đất 90% cuộn dây stator sử dụng trong rơ le 7UM6xx dựa trên nguyên lý:

- Dựa theo điện áp trung tính: khi xảy ra chạm đất, vectơ điện áp 3 pha bị mất cân bằng → điện áp điểm trung tính sẽ tăng lên. Điện áp trung tính có thể nhận được thông qua:

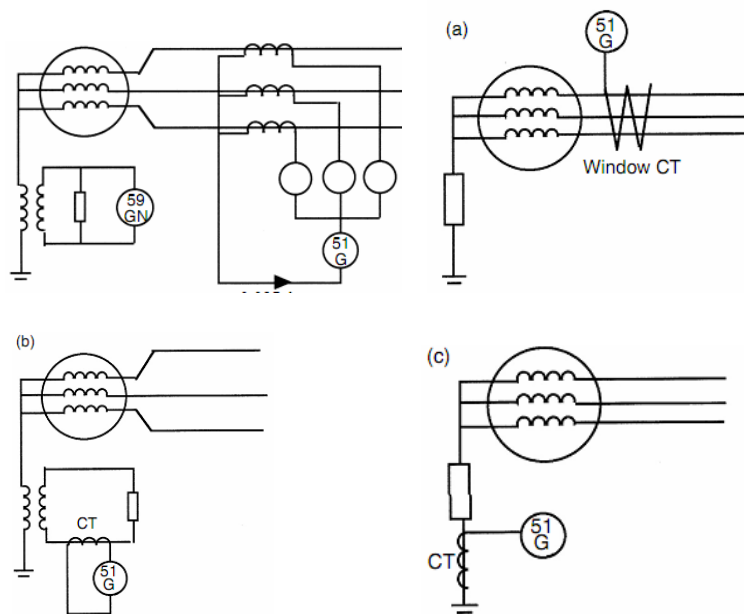
- Máy biến điện áp nối tại trung tính cuộn dây với đất hoặc từ máy biến áp trung tính (Nếu sử dụng máy biến áp để nối đất trung tính).



Hình 1.48. Biện pháp đo điện áp điểm trung tính

- Sử dụng máy biến điện áp có cuộn tam giác hở hoặc lấy từ máy biến áp tạo trung tính.

- Dựa theo độ lớn dòng chạm đất: nếu máy phát đầu theo sơ đồ nối bộ, có phụ tải địa phương thì dòng chạm đất có thể lớn (Dòng điện dung) và độ lớn dòng chạm đất này cũng là một yếu tố để xác định hiện tượng chạm đất. Do dòng chạm đất thường có giá trị nhỏ nên giải pháp sử dụng BI thứ tự không ( $BI_0$ ) thường có ưu điểm hơn, tuy nhiên sơ đồ đấu BI trung tính hoặc dùng 3BI cũng vẫn có thể sử dụng.



Hình 1.49. Biện pháp đo dòng chạm đất

- Trong một số trường hợp, để phân biệt giữa sự cố trong hay ngoài máy phát cần sử dụng thêm bộ phận định hướng công suất thứ tự không.

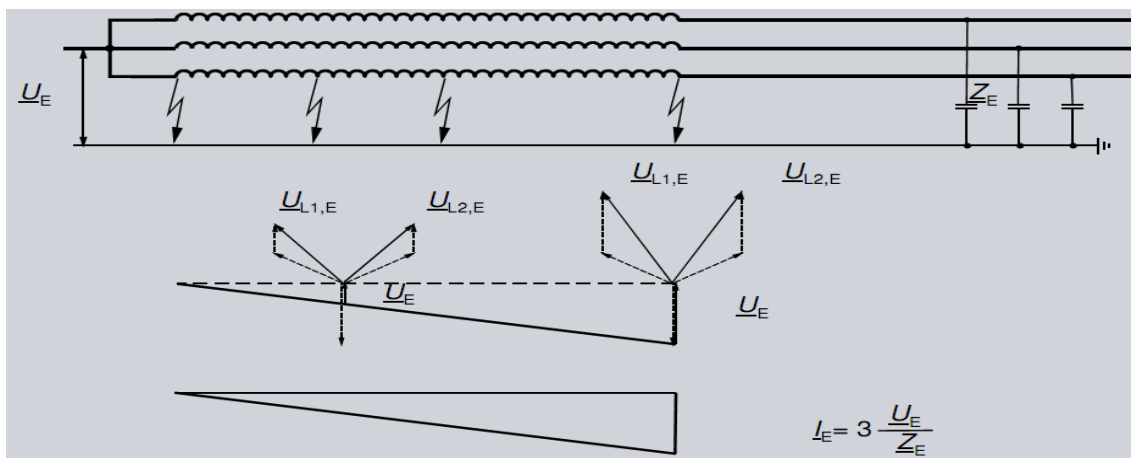
Vậy, chức năng bảo vệ chống chạm đất 90% cuộn dây stato sẽ khởi động khi:

- Điện áp điểm trung tính vượt quá ngưỡng cài đặt
- Dòng điện chạm đất đo được vượt quá ngưỡng cài đặt và hướng vào trong máy phát (Định hướng).

Phương pháp này chỉ bảo vệ được 90÷95% cuộn dây stato tính từ đầu cực do:

- Giá trị khởi động của rơ le điện áp điểm trung tính phải lớn hơn giá trị có thể xuất hiện trong lúc vận hành (Do tải không đối xứng) → thường đặt 5÷10% điện áp pha.

- Điện áp điểm trung tính sẽ giảm dần khi điểm chạm đất xuất hiện gần trung tính hơn: Khi điểm chạm đất cách trung tính 5 ÷ 10% số vòng dây thì điện áp điểm trung tính có thể thấp hơn ngưỡng khởi động → chức năng bảo vệ này sẽ không hoạt động → không bảo vệ được 100% cuộn dây stato. Tuy nhiên với 5% còn lại của cuộn dây stato thì xác suất xảy ra sự cố hỏng cách điện là rất nhỏ do điện áp thấp, vì vậy với các máy phát nhỏ có thể chỉ sử dụng chức năng này là đủ, với các máy phát công suất lớn thì cần phải có thêm bảo vệ 100% cuộn dây stato.



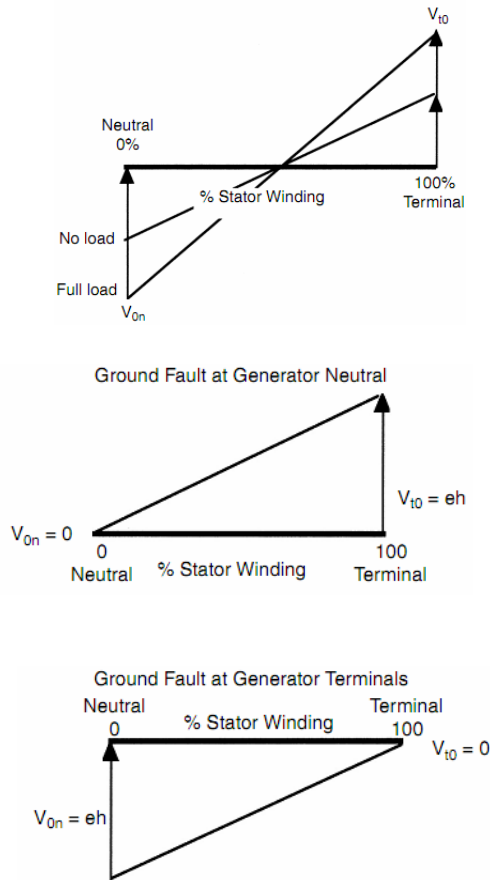
Hình 1.50. Điện áp điểm trung tính & dòng điện chạm đất theo vị trí điểm sự cố

### 1.3.13. Bảo vệ chống chạm đất 100% cuộn dây stato

#### 1.3.13.1. Sử dụng sóng hài bậc 3 (27/59TN 3rd Harm.)

Chức năng này sử dụng đặc tính là tất cả các máy phát điện đều sinh ra không những thành phần điện áp tần số cơ bản mà cả thành phần điện áp tần số cao (Hài điện áp). Trong các thành phần sóng hài đó thì thành phần hài điện áp bậc 3 chiếm chủ yếu, thành phần sóng hài bậc 3 có tính chất tương tự thành phần thứ tự không và phân bố tùy theo sơ đồ thay thế TTK. Sự phân bố của thành phần điện áp này lúc

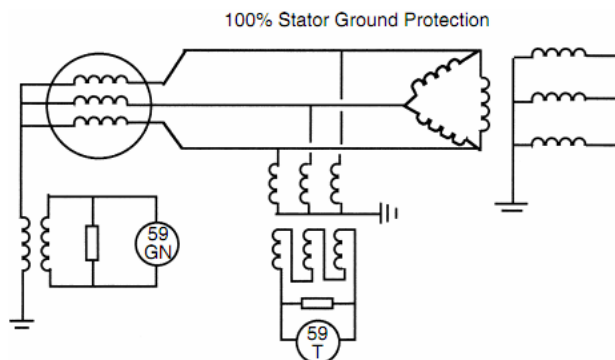
bình thường và khi có sự cố chạm đất tại trung tính & đầu cực thể hiện trên hình 1.51.



Hình 1.51. Phân bố thành phần hài điện áp bậc 3

Dựa trên sự phân bố của hài điện áp bậc 3 có thể thấy rằng khi sự cố chạm đất gần trung tính (Các bảo vệ trước không phát hiện được) thì:

- Giá trị hài điện áp bậc 3 đo được tại đầu cực sẽ là lớn nhất  $\rightarrow$  sử dụng sơ đồ với rơ le điện áp cao 59T.



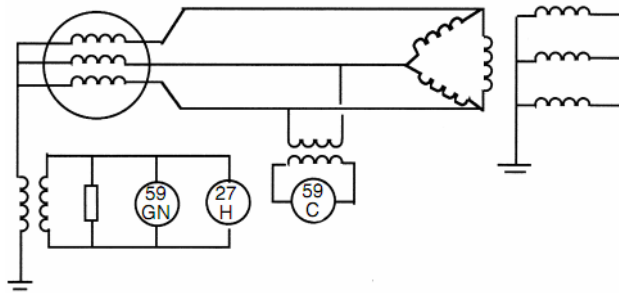
Hình 1.52. Sơ đồ với rơ le điện áp cao 59T



- Hoặc ở chế độ bình thường giá trị hài điện áp bậc 3 tại trung tính có giá trị nhất định nào đó, khi xảy ra sự cố gần trung tính → điện áp này giảm xuống xấp xỉ 0 → sử dụng sơ đồ với rơ le điện áp thấp tại trung tính

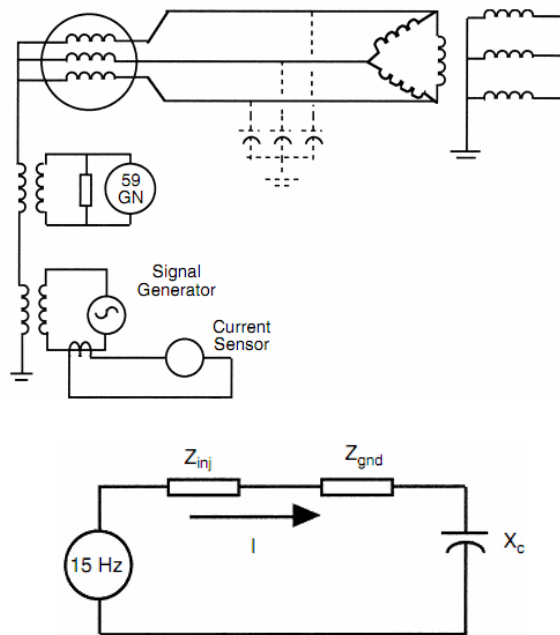
Sơ đồ này luôn sử dụng cùng với sơ đồ bảo vệ 90% cuộn dây stato, hai bảo vệ này phải có vùng chồng lấn để đảm bảo luôn bảo vệ được 100% cuộn dây stato (Bảo vệ dựa trên hài điện áp bậc 3 có một vùng chết lân cận điểm phân bố điện áp bằng 0 của hài bậc 3 - hình 1.51).

Do độ lớn của thành phần hài điện áp bậc 3 này phụ thuộc vào tải nên trong rơ le 7UM6xx có chức năng tự động thay đổi giá trị chỉnh định của rơ le theo độ lớn dòng công suất để tăng độ nhạy cho bảo vệ.



Hình 1.53. Sơ đồ với rơ le điện áp thấp 27H

### I.3.13.2. Sử dụng nguồn phụ tần số thấp



Hình 1.54. Nguyên lý bảo vệ dùng nguồn phụ

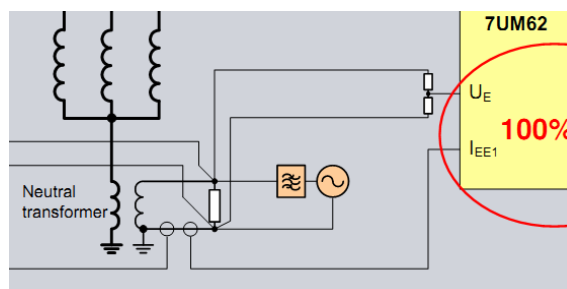
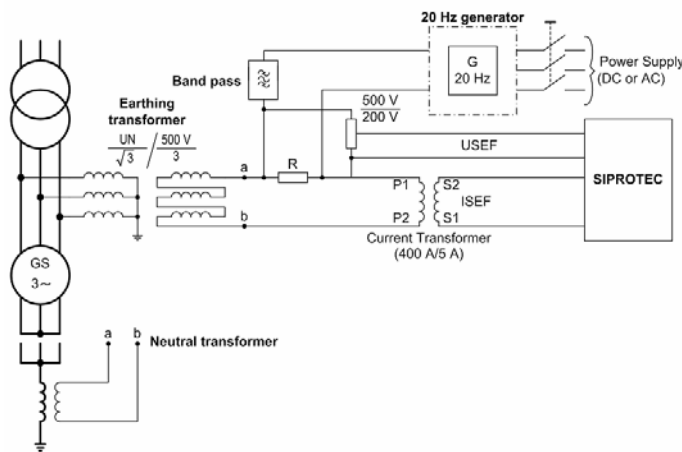
Các phương thức bảo vệ chống chạm đất cuộn dây stator trên đều phụ thuộc vào đặc tính của máy phát và phương thức kết nối, số lượng phụ tải, ... nếu điểm chạm đất gần trung tính không được phát hiện thì máy phát hoạt động ở chế độ gần tương tự trung tính nối đất trực tiếp. Sự cố chạm đất thứ hai nếu xảy ra sẽ sinh ra dòng sự cố rất lớn (Do máy phát điện có tổng trở TTK nhỏ), có thể lớn hơn cả dòng sự cố 3 pha. Vì lý do đó, các máy phát loại lớn thường được trang bị với chức năng bảo vệ chống chạm đất cuộn stator dựa trên việc bơm nguồn phụ tần số thấp.

Nguyên lý hoạt động: Phát một điện áp tần số thấp vào trung tính của máy phát, điện áp này sẽ sinh ra một dòng điện tần số thấp, độ lớn dòng điện này tùy thuộc vào tổng trở nguồn phát, điện dung của cuộn stator so với đất. Một rơ le quá dòng được sử dụng để giám sát dòng điện tần số thấp này. Khi xảy ra sự cố chạm đất thì điện dung cuộn stator bị nối tắt và dòng điện tăng lên, bảo vệ sẽ khởi động. Hình 1.54 mô tả nguyên lý hoạt động của chức năng này.

Nguồn phụ sử dụng với tần số thấp để:

- Tại tần số thấp thì tổng trở (Dung kháng) của cuộn dây stator có giá trị lớn → dòng điện tần số thấp ở chế độ bình thường sẽ nhỏ → giá trị khởi động có thể đặt thấp hơn → tăng độ nhạy của bảo vệ.

- Tín hiệu tần số thấp sẽ không bị nhiễu bởi các hài bậc cao có trong máy phát và hệ thống → dễ dàng để lọc được tín hiệu mong muốn.

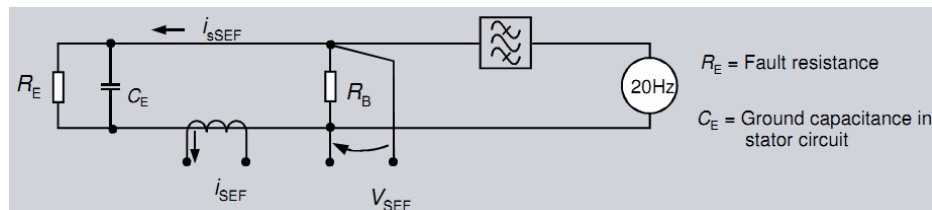


Hình 1.55. Cách đấu nối nguồn phụ 20Hz

**Ứng dụng trong rơ le 7UM6xx:** Rơ le của SIEMENS sử dụng nguồn phụ tần số 20Hz với điện áp khoảng 25V. Điện áp này có thể đưa vào trong máy phát theo 2 cách (Hình 1.55):

- Thông qua máy biến áp tạo trung tính giả
- Thông qua biến áp nối đất trung tính cuộn stato

Các tín hiệu điện áp (20Hz) bơm vào  $V_{SEF}$  và dòng điện (20Hz) thu được  $i_{SEF}$  → đưa vào trong rơ le. Sơ đồ thay thế tính toán thể hiện trên hình 1.56.



Hình 1.56. Sơ đồ thay thế tương đương tính toán điện trở chạm đất

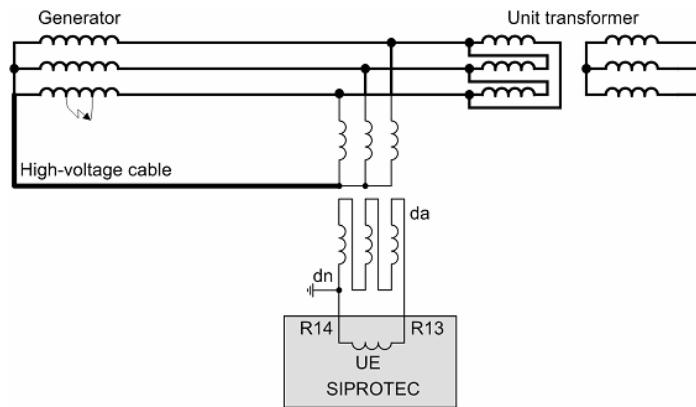
Từ các tín hiệu dòng & áp này rơ le sẽ tính toán ra giá trị điện trở chạm đất ( $R_E$ ), khi giá trị tính toán được nhỏ hơn giá trị cài đặt thì rơ le sẽ khởi động (Có hai trạng thái: Báo động & tác động) như thể hiện trên hình 1.57. Ngoài ra để dự phòng cho chức năng bảo vệ bằng nguồn phụ thì rơ le có sử dụng thêm chức năng bảo vệ quá dòng chạm đất với dòng điện đo được trong mạch (Bao gồm cả dòng điện tần số 50Hz và 20Hz), chức năng này làm nhiệm vụ dự phòng và bảo vệ khoảng 80÷90% cuộn dây. Rơ le cũng có chức năng giám sát sự thông mạch của mạch 20Hz.

No.	Settings	Value
5301	100% Stator-Earth-Fault Protection	OFF
5302	Pickup Value of Alarm Stage Rsef<	100 Ohm
5303	Pickup Value of Tripping Stage Rsef<<	20 Ohm
5304	Time Delay of Alarm Stage Rsef<	10,00 sec
5305	Time Delay of Tripping Stage Rsef<<	1,00 sec
5306	Pickup Value of I SEF>> Stage	0,40 A
5307	Supervision Threshold of 20Hz Voltage	1,0 V
5308	Supervision Threshold of 20Hz Current	10 mA
5309	Correction Angle for I SEF 100%	0 °
5310A	Resistance Rps	0,0 Ohm
5311A	Parallel Load Resistance	∞ Ohm

Primary fault resistances:  
**1 to 3 kΩ**      **Trip stage**  
**5 to 8 kΩ**      **Alarm stage**

Hình 1.57. Các giá trị cài đặt cho chức năng chống chạm đất 100% cuộn stato

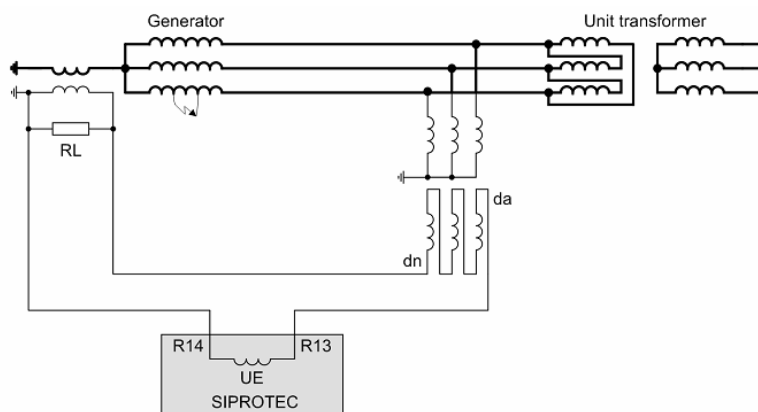




Hình 1.59. Bảo vệ chống sự cố giữa các vòng dây

- Phương thức tiêu chuẩn: Như trình bày trên hình 1.59. Khi xảy ra sự cố giữa các vòng dây thì vectơ điện áp ba pha mất đối xứng và biến điện áp với cuộn tam giác hở đầu nổi tại đầu cực máy phát sẽ đo được độ lệch điện áp  $\rightarrow$  rơ le sẽ tác động. Tuy nhiên khi xảy ra sự cố chạm đất thì cuộn tam giác hở này vẫn đo được điện áp và rơ le có thể tác động nhầm, để tránh trường hợp này thì trung tính của cuộn sơ cấp của VT bắt buộc phải được nối tới trung tính cuộn dây stato của máy phát điện. Do trung tính cuộn stato có thể có điện áp lên tới điện áp pha nên bắt buộc phải sử dụng cáp cao áp. Phương thức bảo vệ này có độ nhạy cao, giá trị cài đặt chỉ phụ thuộc vào điện áp sinh ra do sự không hoàn toàn đối xứng trong việc bố trí cuộn dây trên stato.

- Phương thức đầu nối khác (Hình 1.60): Phương thức này có thể sử dụng khi trung tính của máy phát được nối đất qua máy biến áp.



Hình 1.60. Phương thức bảo vệ khác chống sự cố giữa các vòng dây

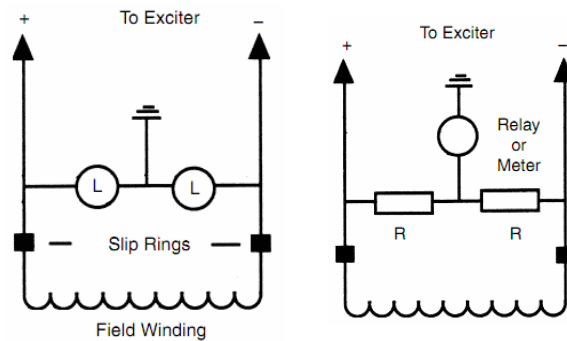
Khi xảy ra sự cố chạm đất thì điện áp đo được từ VT phía trung tính và phía đầu cực là như nhau, do đó điện áp đặt vào rơ le sẽ bằng 0 và rơ le không tác động.

Khi xảy ra sự cố chạm chập, chỉ VT phía đầu cực đo được độ dịch chuyển điện áp điểm trung tính, VT phía trung tính máy phát không đo được → có điện áp đặt vào rơ le → rơ le sẽ khởi động.

Để đảm bảo cho bảo vệ có đủ độ nhạy thì giá trị khởi động thường đặt rất thấp (Khoảng 2% hay 2V nếu VT có điện áp danh định thứ cấp là 100V), nhà sản xuất khuyến cáo nên lựa chọn giá trị này theo thí nghiệm thực tế.

### 1.3.15. Bảo vệ chống chạm đất cuộn dây roto (64R)

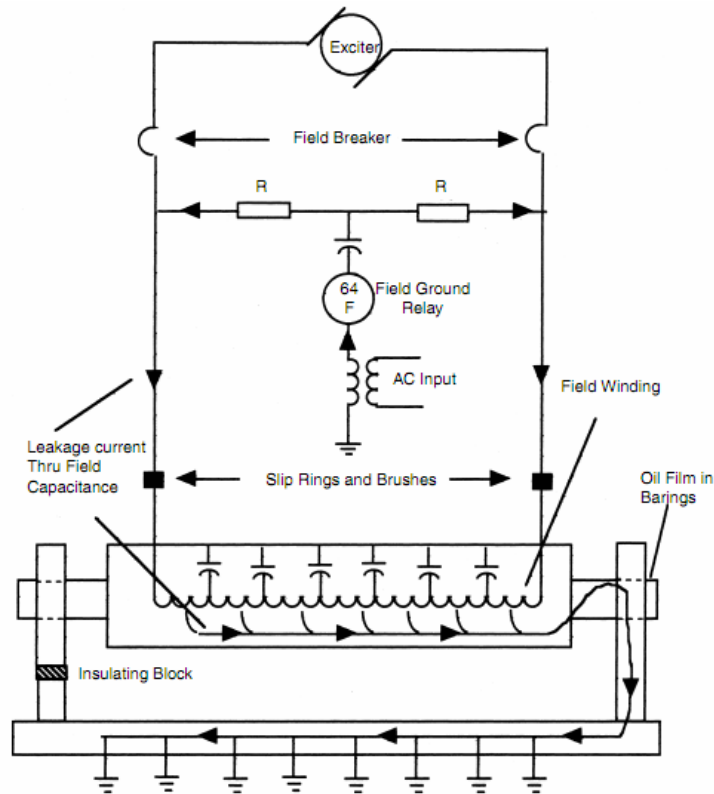
Mạch cấp điện cho cuộn dây roto không nối đất nên khi xảy ra sự cố chạm đất một điểm sẽ không gây nguy hại gì cho máy phát. Tuy nhiên nếu có điểm sự cố thứ nhất thì rất nhiều khả năng sẽ kéo theo điểm sự cố thứ hai, nếu điểm chạm đất thứ hai xảy ra tiếp sau thì một số vòng dây của cuộn roto bị nối tắt qua điểm chạm đất → từ trường sinh ra bị lệch và sẽ gây rung động mạnh, có thể phá hủy kết cấu cơ khí.



Hình 1.61. Phương thức đơn giản bảo vệ chạm đất cuộn dây roto

Chức năng bảo vệ chống chạm đất cuộn dây roto thường đưa ra tín hiệu cảnh báo nếu có điểm chạm đất thứ nhất, tuy nhiên khi đó bắt buộc phải có thêm thiết bị giám sát độ rung và có khả năng gửi tín hiệu cắt máy phát nếu độ rung quá mức cho phép.

Có nhiều phương thức bảo vệ để chống lại dạng sự cố này, phương thức đơn giản nhất trình bày trên hình 1.61 gồm chỉ 2 bóng đèn với điểm nối chung nối đất. Bình thường hai đèn sáng đều nhau, tuy nhiên khi xảy ra tại nhánh nào thì đèn bên đó sẽ bị tối và đèn của nhánh còn lại sáng hơn, nhược điểm là nếu sự cố tại chính điểm trung điểm cuộn dây thì phương pháp này không phát hiện được. Giải pháp gần tương tự là dùng một đồng hồ đo điện áp (Hoặc rơ le) nối như trong hình 1.61, khi xảy ra chạm đất thì đồng hồ đo sẽ lệch về một phía tùy theo sự cố trên nhánh nào. Phương thức này cũng không phát hiện được điểm chạm đất tại chính trung điểm cuộn roto. Để phát hiện các sự cố như vậy cần sử dụng phương pháp bơm thêm nguồn phụ vào mạch roto.



Hình 1.62. Phương pháp bơm nguồn phụ xoay chiều

- Phương pháp bơm nguồn phụ xoay chiều (Hình 1.62)

Điện áp xoay chiều được bơm vào mạch roto cùng với một rơ le quá dòng đầu nối tiếp (Rơ le 64F). Tụ C có tác dụng hạn chế dòng qua rơ le khi có sự cố chạm đất và cách ly giữa mạch roto điện áp một chiều và mạch bơm nguồn áp xoay chiều.

Ở chế độ bình thường, dòng điện chạy qua rơ le gồm hai thành phần:

- + Thành phần dòng điện dung chạy qua điện dung của cuộn roto so với đất
- + Thành phần dòng rò thông qua cách điện của roto (Tuy nhiên thành phần này có giá trị rất nhỏ)

Dòng điện khởi động của rơ le cần đặt lớn hơn tổng hai thành phần dòng điện trên đây. Khi sự cố chạm đất xảy ra thì các điện dung của cuộn dây roto bị nối tắt thông qua điện trở của điểm sự cố → dòng điện qua rơ le tăng lên → rơ le khởi động.

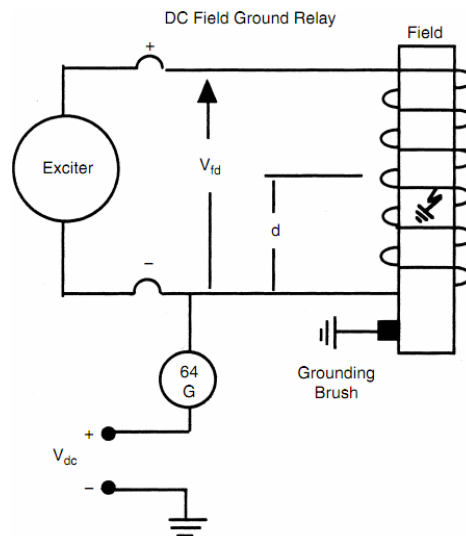
Phương pháp này có nhược điểm là rơ le sẽ vận hành tốt hay không hoàn toàn tùy theo chế độ nối đất của cuộn dây roto. Thông thường dòng điện chạy xuống đất sẽ đi qua khu vực ổ bi của trục quay (Hình 1.62), tức là đi qua màng dầu ổ bi. Tuy nhiên màng dầu ổ bi không dẫn điện tốt và rơ le có thể không đủ độ nhạy để khởi động, vấn đề này có thể khắc phục bằng cách tăng điện áp xoay chiều bơm vào, đủ để chọc thủng màng dầu dẫn dòng điện xuống đất. Phương pháp tăng điện áp xoay



chiều lại gây ra vấn đề khác đó là có dòng điện rò liên tục đi qua ổ bi và có thể gây ăn mòn điện hóa mạnh → giải pháp triệt để hơn cả là sử dụng chổi than nối đất, tạo đường dẫn tin cậy về đất.

- Phương pháp bơm nguồn phụ một chiều với máy phát điện có chổi than nối đất (Hình 1.63)

Phương pháp bơm nguồn phụ loại một chiều (dc) sẽ tránh được dòng điện qua điện dung của cuộn roto với đất.



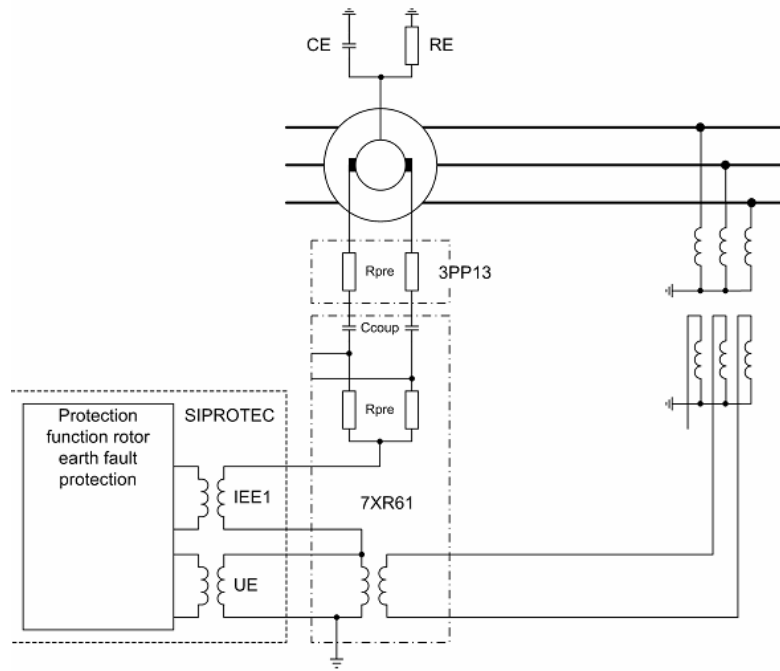
Hình 1.63. Phương pháp bơm nguồn phụ một chiều

**Phương thức bảo vệ dùng trong rơ le SIEMENS 7UM6xx:** Rơ le 7UM6xx sử dụng phương pháp tính toán điện trở điểm sự cố để phát hiện chạm đất (Hình 1.64), điện áp bơm vào là điện áp xoay chiều với tần số của hệ thống, được lấy về qua máy biến điện áp đầu cực. Các điện trở trên sơ đồ được sử dụng để hạn chế dòng qua rơ le, tụ C để cách ly giữa bên điện áp một chiều & xoay chiều.

Điện áp bơm vào mạch và dòng điện thu được sẽ được đưa vào trong rơ le để tính toán điện trở chạm đất (Tương tự phương pháp bảo vệ cuộn stato dùng nguồn phụ). Nếu giá trị điện trở tính toán được này nhỏ hơn giá trị cài đặt thì rơ le sẽ khởi động. Phương pháp này có thể phát hiện các sự cố chạm đất với tổng trở cao tới 30kΩ trong điều kiện lý tưởng (Theo thông báo của nhà sản xuất).

Rơ le cũng có chức năng phát hiện sự cố chạm đất cuộn dây roto bằng cách bơm thêm nguồn xung vuông (Cực tính thay đổi rất chậm khoảng 1÷4 lần/ giây), do nguồn có tần số rất thấp nên tác dụng của nguồn này gần tương tự như phương pháp bơm nguồn một chiều đã trình bày ở trên.





Hình 1.64. Chức năng bảo vệ trong 7UM6xx

### ***I.3.16. Bảo vệ chống đóng điện máy phát đang ở trạng thái nghỉ (Dead Machine Energization hoặc Inadvertent Energization)***



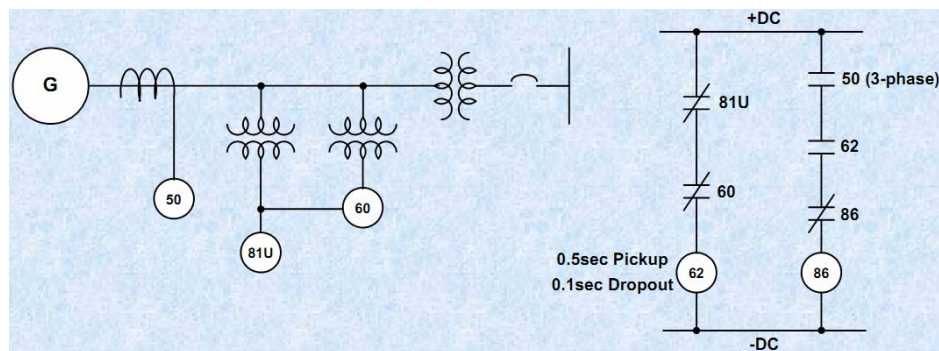
Hình 1.65. Roto bị sự cố khi đóng điện máy phát ở trạng thái nghỉ

Đây là hiện tượng bất ngờ đóng điện máy phát đang ở trạng thái dừng hoạt động hoặc đã khởi động nhưng chưa kiểm tra đồng bộ. Lý do xảy ra hiện tượng đóng điện bất thường này có thể do máy cắt bị phóng điện trong buồng cắt, hoặc hư hỏng mạch điều khiển hoặc do lỗi vận hành. Khi máy phát điện được đóng điện mà không có kích từ nó sẽ hoạt động như một động cơ không đồng bộ, khởi động với độ trượt lớn và gây ra dòng cảm ứng lớn trong cuộn roto. Các bảo vệ thông thường của máy phát thường không áp dụng được do nhiều lý do: Bảo vệ đang bị cấm hoạt

động (Máy phát đang nghỉ, tháo cầu chì mạch áp VT, ngắt nguồn dc của hệ thống điều khiển), tốc độ phản ứng chậm, ...

Chức năng bảo vệ chống hiện tượng đóng điện máy phát đang ở trạng thái nghỉ sẽ chỉ can thiệp khi tần số của máy phát thấp hơn ngưỡng làm việc (Máy phát đang ở tốc độ thấp hoặc đang đứng im) hoặc khi điện áp của máy phát thấp hơn điện áp thấp nhất cho phép → có thể sử dụng các sơ đồ bảo vệ như:

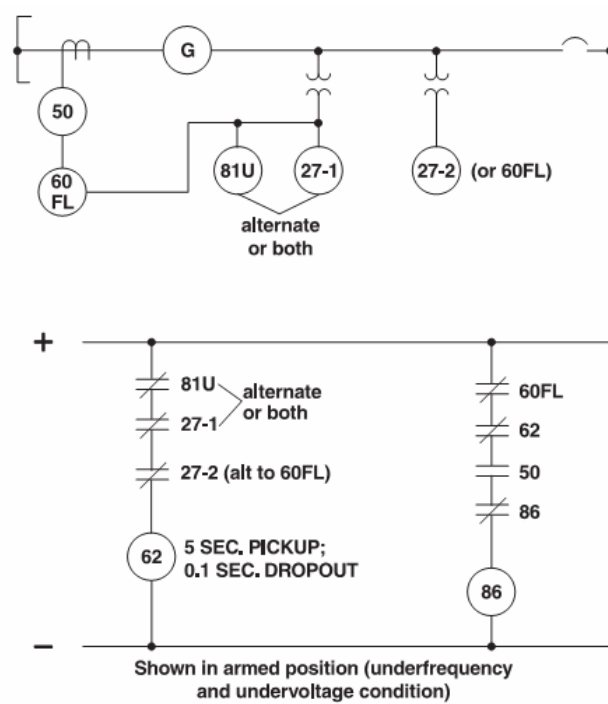
- Rơ le quá dòng với khóa tần số thấp (50 & 81U) (Hình 1.66, với 81U: Rơ le tần số thấp; 60: Rơ le giám sát điện áp, rơ le này có tác dụng phát hiện sự mất điện áp thứ cấp của VT, rơ le so sánh điện áp từ hai VT để thực hiện chức năng giám sát; 62: Rơ le thời gian, 86: Rơ le lockout).



Hình 1.66. Bảo vệ chống đóng điện máy phát ở trạng thái nghỉ - dùng rơ le tần số thấp

Rơ le 81U giám sát tần số, khi tần số thấp hoặc bằng 0 thì rơ le sẽ đóng tiếp điểm cho phép sự tác động của rơ le quá dòng (50). Rơ le quá dòng 50 có thể đặt với dòng khởi động thấp để tăng độ nhạy.

- Rơ le quá dòng với khóa điện áp thấp (50 & 27): Hoàn toàn tương tự sơ đồ trên tuy nhiên rơ le tần số thấp 81U được thay bằng rơ le điện áp thấp 27.



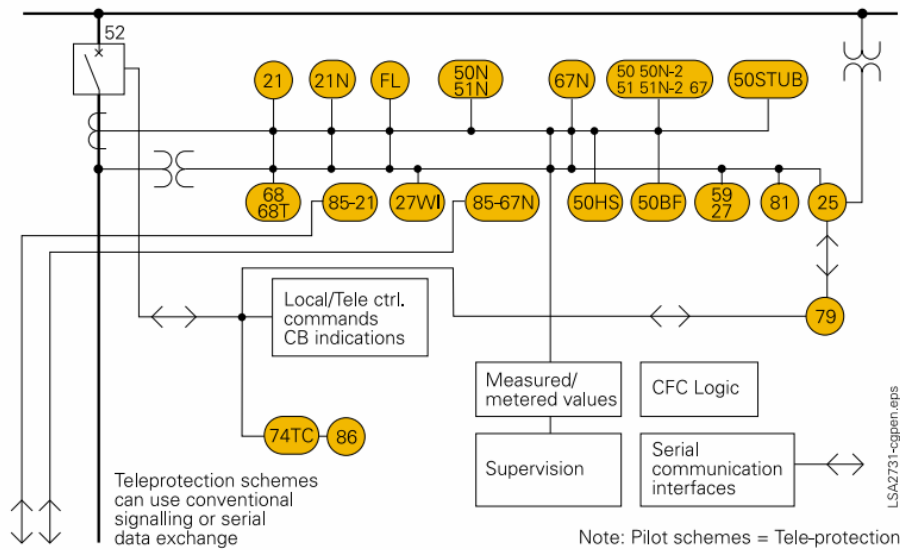
Hình 1.67. Bảo vệ chống đóng điện máy phát ở trạng thái nghỉ - dùng rơ le điện áp thấp

- Rơ le 7UM6xx: Sử dụng nguyên lý bảo vệ quá dòng với khóa điện áp thấp. Chức năng giám sát chống hiện tượng mất điện áp thứ cấp của VT cũng được tích hợp trong rơ le.

#### I.4. Giới thiệu về rơ le bảo vệ khoảng cách 7SA5xx

##### I.4.1. Giới thiệu về role kỹ thuật số họ 7SA5xx

Role kỹ thuật thuộc họ 7SA522x được thiết kế để sử dụng bảo vệ cho đường dây truyền tải với chức năng chính là bảo vệ khoảng cách, kèm theo đầy đủ các chức năng bảo vệ đường dây khác. Role có thể sử dụng cho các đường dây có/không có hệ thống tụ bù dọc, chế độ nối đất hệ thống có thể là nối đất trực tiếp, trung tính cách điện, nối đất qua tổng trở hoặc cuộn dập hồ quang Peterson. Phương thức bảo vệ có tính tới cả trường hợp có/ không có hệ thống truyền tin liên động. Các chức năng chính tích hợp trong role được thể hiện trên hình 1.68. Các chức năng chính và đặc điểm đặc biệt của role sẽ được giới thiệu trong các phần tiếp theo.



Hình 1.68. Chức năng chính của role 7SA522x

#### I.4.2. Chức năng bảo vệ khoảng cách (21 & 21N)

Nguyên lý bảo vệ khoảng cách đã được giới thiệu chi tiết trong tài liệu Hệ thống rơ le bảo vệ trong trạm biến áp - Phần cơ bản. Các loại đặc tính thường dùng và phạm vi sử dụng cũng đã được giới thiệu.

##### I.4.2.1. Phát hiện sự cố chạm đất

Việc phân biệt chính xác giữa sự cố pha - pha và sự cố pha đất có tác dụng quan trọng do:

- Lựa chọn đúng mạch vòng tính toán tổng trở sự cố: Role sử dụng cách tính toán hoàn toàn khác biệt giữa sự cố pha - pha và pha - đất
- Đặc tính tác động thường được cài đặt khác nhau cho sự cố pha-pha và pha-đất.

- Để phát hiện chính xác sự cố chạm đất role dựa vào 3 yếu tố:

+ *Dòng điện thứ tự không*  $3I_0$ : Dòng điện này được tính toán từ tổng 3 dòng điện pha (Chỉ lấy thành phần cơ bản, loại bỏ các thành phần sóng hài bằng các bộ lọc số). Để tránh làm việc nhầm khi do dòng không cân bằng sinh ra do trục trặc trong mạch nhị thứ CT hoặc do sự bão hòa không đều của các CT trong trường hợp sự cố pha-pha, role sử dụng chức năng tự động tăng dòng khởi động  $3I_0$  theo dòng điện pha.

+ *Dòng điện thứ tự nghịch*  $I_2$ : Trong trường hợp đường dây mang tải nặng thì ngưỡng khởi động của chức năng  $3I_0$  có thể quá lớn, trong trường hợp này có thể sử dụng thêm thành phần dòng điện TTN để phát hiện sự cố chạm đất. Nói chung với

sự cố chạm đất một pha ( $N^{(1)}$ ) thì thành phần dòng TTN xấp xỉ bằng thành phần dòng TTK.

+ *Giám sát điện áp trung tính của vectơ điện áp ba pha (Điện áp thứ tự không  $3U_0$ ):* Các sự cố chạm đất sẽ sinh ra điện áp TTK, giám sát thành phần này có thể phát hiện được các sự cố chạm đất.

Logic phát hiện sự cố chạm đất trong role 7SA522x là tổ hợp của cả yếu tố trên.

#### I.4.2.2. Các mạch vòng tính toán tổng trở

Role sử dụng cách thức tính toán khác nhau cho sự cố pha - pha và pha - đất.

- Với sự cố pha - pha: Mạch vòng tính toán sẽ được khởi động khi dòng điện trên hai pha sự cố vượt quá ngưỡng, giả thiết hai pha sự cố là A & B thì tổng trở sẽ được tính theo công thức  $Z_L = \frac{V_A - V_B}{I_A - I_B}$  và tương tự cho sự cố giữa các pha còn lại.

- Sự cố pha - đất: Mạch tính toán cho chức năng này sẽ khởi động khi chức năng phát hiện sự cố chạm đất kích hoạt. Tổng trở khi xảy ra sự cố giữa pha A với đất được tính như sau:  $Z_L = \frac{V_A}{I_A - \frac{Z_E}{Z_L} I_E}$  với  $Z_E$  là tổng trở của đường dẫn trở về đất.

Bảng 1.6. Các mạch vòng đo lường với sự cố pha - pha & pha - đất

Fault Loop	Equation
Single phase to ground AG, BG, CG	$Z_{AG} = V_A / (1+k_0) I_A$ $Z_{BG} = V_B / (1+k_0) I_B$ $Z_{CG} = V_C / (1+k_0) I_C$
Three phase ABC	$Z_{ABC} = V_{A/B/C} / I_{A/B/C}$
Double phase AB, BC, CA	$Z_{AB} = (V_A - V_B) / I_A - I_B$ $Z_{BC} = (V_B - V_C) / I_B - I_C$ $Z_{CA} = (V_C - V_A) / I_C - I_A$

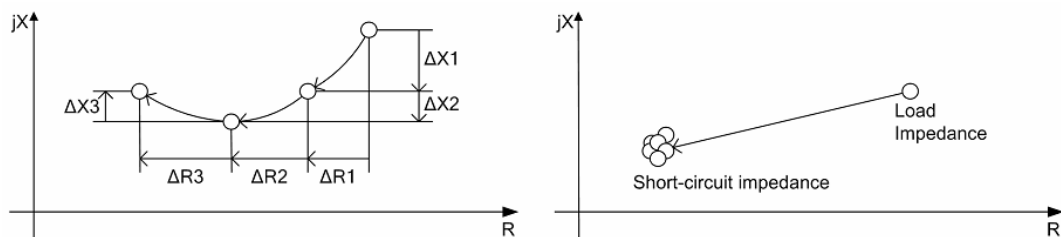
Các mạch vòng tính toán này được thực hiện đồng thời nên role còn gọi là loại “Non - switched” - Áp dụng với role 7SA522 (Các role đời cũ thường chỉ có một bộ phận tính toán tổng trở & hướng duy nhất, khi sự cố xảy ra thì bộ phận khởi động và lựa chọn loại sự cố sẽ đưa tín hiệu tương ứng vào mạch tính toán - có tên gọi là switched type, điều này có thể dẫn tới bảo vệ làm việc có thời gian trễ - role số 5SA511 vẫn sử dụng cơ chế này). Một thuật ngữ nữa thường gặp là “Full scheme distance protection”: Nghĩa là role có các phần tử tính toán riêng biệt cho sự cố pha và sự cố chạm đất, với role cho phép cài đặt 3 vùng tác động sẽ có 3 vùng x 6 phần tử mỗi vùng = 18 phần tử đo và tính toán riêng biệt.

- Các tính toán trên đây còn sử dụng cho cả các pha không sự cố (Như vậy có tổng cộng 6 mạch đo: 3 mạch cho sự cố pha - đất & 3 mạch cho sự cố pha - pha), tuy nhiên giá trị tổng trở tính toán được ở các pha không sự cố sẽ lớn hơn rất nhiều so với tổng trở pha sự cố và do đó không gây ảnh hưởng đến sự làm việc chọn lọc của bảo vệ.

- Role có thể được trang bị đặc tính tứ giác hoặc Mho tùy theo đặt hành, nếu có cả hai đặc tính thì đặc tính Mho thường sử dụng cho sự cố pha - pha, còn đặc tính tứ giác thích hợp sử dụng với các sự cố pha - đất.

#### I.4.3. Chức năng phát hiện dao động điện (21 & 21N)

Bản chất của hiện tượng dao động điện đã được trình bày trong mục I.3.11 (Out of Step Protection), để phát hiện hiện tượng này thì nguyên lý cơ bản là dựa theo tốc độ biến thiên tổng trở  $dZ/dt$ .



Hình 1.69. Quỹ đạo tổng trở khi dao động điện và khi sự cố

Khi hiện tượng dao động điện được phát hiện thì role sẽ bị khóa, do đó cần có phương pháp đảm bảo phát hiện chính xác, tránh khóa bảo vệ một cách không cần thiết. Role 7SA522x sử dụng cơ chế giám sát sau đây để đảm bảo xác định đúng hiện tượng dao động điện

- Giám sát tính đơn điệu của quỹ đạo: Khi xảy ra dao động điện thì quỹ đạo biến thiên tiến triển đều, các giá trị  $\Delta R$  &  $\Delta X$  đo được thường không thay đổi về dấu, tuy nhiên khi sự cố xảy ra thì các đại lượng này có thể xảy ra hiện tượng đổi dấu.

- Giám sát tính liên tục của tổng trở đo được: Với dao động điện thì giá trị tổng trở biến thiên đều đều, khi sự cố xảy ra thì tổng trở ngay lập tức đạt tới giá trị tổng trở sự cố và hầu như không thay đổi tiếp sau đó.

- Giám sát tính đồng nhất của quỹ đạo: Với dao động điện mức độ biến thiên của  $\Delta R$  &  $\Delta X$  sau mỗi lần đo thường không vượt quá một ngưỡng cho phép, với sự cố thì các giá trị này biến thiên đột ngột.

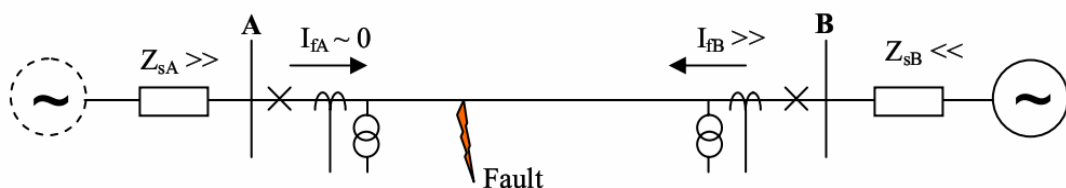
- Dựa theo 3 đặc tính này có thể thấy rằng: Khi xảy ra sự biến thiên đột biến của tổng trở thì chức năng phát hiện dao động điện ngay lập tức sẽ bị hủy bỏ.

- Đặc tính xác định dao động điện thường bao trùm các vùng tổng trở đã cài đặt và bao gồm hai đặc tính đồng dạng, khoảng cách giữa hai đặc tính này xác định bằng giá trị  $\Delta Z$ . Thời gian vecto tổng trở đi qua giữa hai đặc tính này được so sánh với giá trị đã cài đặt, nếu lớn hơn  $\rightarrow$  chỉ báo của dao động điện, nếu nhỏ hơn  $\rightarrow$  chỉ báo của sự cố.

- Role còn cho phép khóa riêng lẻ từng vùng bảo vệ, không nhất thiết phải khóa toàn bộ, điều này được lý giải như sau: thường các dao động điện tiến triển đủ nhanh trước khi thời gian cài đặt của vùng 3 bị đếm hết. Hoặc đôi khi có thể sử dụng chức năng khóa các vùng và không khóa vùng 1.

#### ***1.4.4. Chức năng phát hiện nguồn yếu hoặc mở máy cắt đầu đối diện (Weak Infeed or Breaker open condition)***

Trong trường hợp đường dây được cấp nguồn từ 2 phía, trong đó một nguồn có công suất ngắn mạch nhỏ (Nguồn yếu): khi sự cố xảy ra thì dòng cấp từ phía nguồn yếu có thể không đủ lớn và role phía đó sẽ không tác động (Phía A trong hình 1.70). Trường hợp tương tự có thể xảy ra khi máy cắt ở đầu đối diện (Ở xa) mở.



Hình 1.70. Hiện tượng nguồn yếu

Trong trường hợp này sơ đồ truyền tín hiệu cho phép sẽ không nhận được tín hiệu cho phép từ role phía nguồn yếu (Sơ đồ truyền tín hiệu cho phép yêu cầu tín hiệu phải được truyền và nhận từ hai đầu)  $\rightarrow$  hệ thống bảo vệ không thể loại trừ sự cố nhanh chóng.

Phương án xử lý được áp dụng trong role các role khoảng cách như sau:

- Role được trang bị chức năng tự động gửi lại tín hiệu nhận được (Echo) tới role đã gửi tín hiệu mặc dù bản thân nó không khởi động.

- Khi role đầu đối diện nhận được tín hiệu phản hồi sẽ cắt tức thời.

- Tại đầu nguồn yếu: để phát hiện sự cố phải thêm chức năng phát hiện điện áp thấp (Khi sự cố điện áp sẽ giảm thấp hơn khi quá tải) - Đầu nguồn yếu cũng sẽ được cắt khi các điều kiện sau thỏa mãn:

+ Đã nhận được tín hiệu từ đầu đối diện

+ Role điện áp thấp cho phép

+ Role khoảng cách không khởi động

Bằng cách sử dụng logic tác động như trên thì role hoàn toàn loại bỏ được ảnh hưởng của nguồn yếu hoặc khi không phát hiện được hiện tượng máy cắt đầu đối diện đang mở.

#### ***1.4.5. Chức năng bảo vệ quá dòng (Dự phòng hoặc bảo vệ khẩn cấp)***

Role được trang bị thêm chức năng bảo vệ quá dòng, chức năng này làm nhiệm vụ bảo vệ dự phòng hoặc bảo vệ trong một số tình trạng khẩn cấp.

Chức năng bảo vệ khoảng cách chỉ hoạt động được khi có đủ tín hiệu U & I, trường hợp điện áp cấp tới role bị mất (Có thể do ngắn mạch hoặc hở mạch thứ cấp VT) thì chức năng bảo vệ quá dòng sẽ được tự động kích hoạt (Chức năng này chỉ cần dòng điện để hoạt động). Hiện tượng mất áp từ mạch VT có thể được phát hiện dựa theo một trong các điều kiện sau (Xem thêm mục I.2.10.5 và I.2.10.6):

- Chức năng giám sát điện áp của bản thân role

- Tín hiệu từ tiếp điểm phụ của aptomat mạch thứ cấp của VT.

Nếu chức năng bảo vệ quá dòng được cài đặt để sử dụng như bảo vệ dự phòng thì nó sẽ hoạt động hoàn toàn độc lập với các chức năng bảo vệ, giám sát khác.

#### ***1.4.6. Chức năng chống đóng vào điểm sự cố (SOTF - Switch on to Fault)***

Chức năng bảo vệ quá dòng này hoạt động tức thời không thời gian trễ. Chức năng này sẽ hoạt động khi đường dây được cấp điện trở lại, lý do sử dụng là: khi đóng điện trở lại cho một đường dây thì rất có khả năng sẽ xảy ra sự cố do quên chưa tháo tiếp địa di động, do chưa phát hiện hết các sự cố...do đó cần có chức năng bảo vệ với thời gian tác động rất nhanh để “chờ” sẵn trong các tình huống này, nếu sự cố không xảy ra thì các bảo vệ này sẽ tự động được giải trừ sau một khoảng thời gian qui định. Chức năng này cũng được sử dụng phối hợp với chức năng tự đóng lại.

Chức năng SOTF được kích hoạt dựa theo tín hiệu của tiếp điểm phụ khóa điều khiển (Đóng máy cắt bằng tay) hoặc các tín hiệu khác thể hiện sự đóng điện đường dây (Tùy theo cài đặt).



Chức năng này cũng có thể thực hiện bằng bảo vệ khoảng cách với vùng 1 mở rộng (Z1B) được kích hoạt.

#### **I.4.7. Chức năng định vị sự cố**

Chức năng định vị sự cố trong rơle 7SA522x độc lập với chức năng bảo vệ khoảng cách. Các chức năng bảo vệ chỉ làm nhiệm vụ kích hoạt việc ghi giá trị U & I khi sự cố xảy ra với tần số lấy mẫu thích hợp. Do đó chức năng định vị sự cố hoàn toàn có thể xác định được vị trí sự cố kể cả khi chức năng bảo vệ khác (Ngoài bảo vệ khoảng cách) tác động, tuy nhiên cũng lưu ý rằng việc định vị sự cố ngoài vùng bảo vệ thường không chính xác do ảnh hưởng của các nguồn khác bơm vào.

Vị trí của điểm sự cố thường được xác định thông qua điện kháng từ điểm đo tới vị trí sự cố theo phương trình:  $L_{km} = \frac{X_{fault(\Omega)}}{x_{(\Omega/km)}}$  với  $X_{fault(\Omega)} = \frac{U_{fault}}{I_{fault}} \times \sin \varphi_{fault}$ . Lý

do chỉ sử dụng điện kháng để định vị sự cố do: khi xảy ra sự cố thì tổng trở tại điểm sự cố thường có tính chất điện trở (hồ quang), nếu sử dụng giá trị này sẽ thì kết quả đo được sẽ bao gồm cả điện trở điểm sự cố chứ không chỉ điện trở đường dây do đó sẽ cho kết quả không chính xác.

Các giá trị U & I phục vụ cho việc định vị được lưu trữ trong rơle: quá trình ghi bắt đầu khi sự cố xuất hiện và sẽ kết thúc trước khi mở máy cắt. Quá trình ghi kết thúc trước khi mở máy cắt để đảm bảo chỉ ghi duy nhất các thông số U & I của sự cố, không ghi các giá trị nhiễu loạn sau khi đã cắt máy cắt. So sánh với chức năng bảo vệ khoảng cách với khoảng dữ liệu nhỏ hơn nửa chu kỳ thì chức năng định vị sự cố có khoảng thời gian lấy dữ liệu dài hơn rất nhiều (Bao gồm cả thời gian cắt máy cắt). Vị trí điểm sự cố được xác định theo từng cặp giá trị U & I ghi được, để tăng độ chính xác một số rơle lấy giá trị trung bình của khoảng cách xác định được bởi từng cặp giá trị trên.

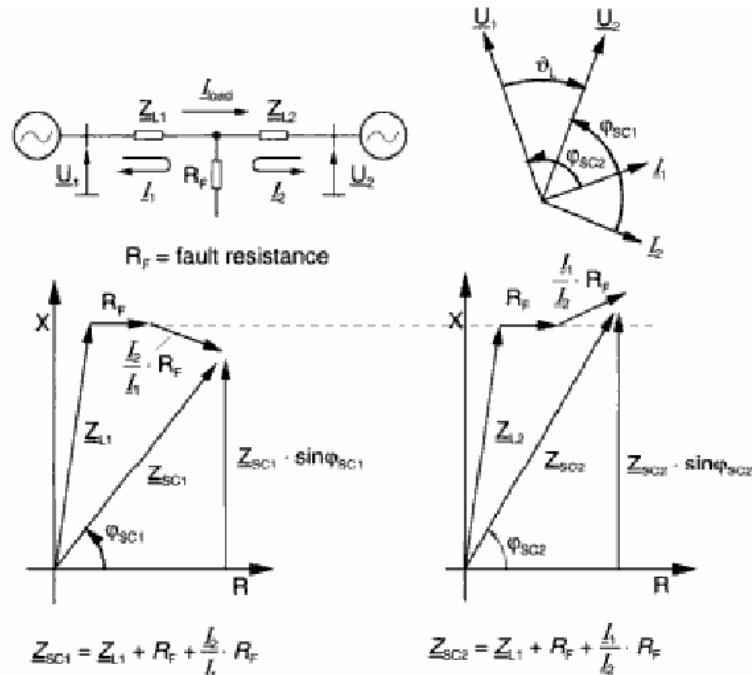
Các yếu tố ảnh hưởng đến độ chính xác của định vị điểm:

- Ảnh hưởng của đường dây song song: Khi có đường dây song song thì tổng trở TTK của đường dây bị thay đổi do ảnh hưởng tương hỗ. Để bù trừ cho ảnh hưởng này có thể đưa thêm tín hiệu dòng TTK đo được của đường dây song song vào rơle của đường dây còn lại, tuy nhiên điều này chỉ thực hiện được nếu hai đường dây đi ra từ cùng một trạm.

- Ảnh hưởng của tải của đường dây: Để truyền tải công suất trên đường dây cần có một góc lệch giữa vectơ điện áp hai đầu đường dây, khi sự cố xảy ra thì một cách gần đúng có thể coi dòng sự cố đến từ hai phía cũng lệch nhau một góc tương tự. Điều này dẫn tới điện kháng đo được tại đầu truyền công suất sẽ có xu hướng

nhỏ hơn và tại đầu nhận công suất sẽ đo được giá trị điện kháng lớn hơn (Hình 1.71), do đó vị trí điểm sự cố sẽ không thể xác định chính xác.

Với các rơ le có khả năng đồng bộ điện áp và dòng điện hai đầu đường dây thì có thể sử dụng thuật toán định vị dựa theo tín hiệu từ hai phía với độ chính xác sẽ cao hơn (áp dụng với họ rơ le 7SA6 và 7SD6).



Hình 1.71. Ảnh hưởng của dòng công suất tới giá trị tổng trở đo được

## 1.5. Giới thiệu về rơ le bảo vệ quá dòng 7SJ62x

### 1.5.1. Giới thiệu về rơ le kỹ thuật số họ 7SJ62

Họ rơ le 7SJ62 được thiết kế để bảo vệ các lộ đường dây, rơ le có thể sử dụng bảo vệ các đường dây trong mạng trung tính cách điện, nối đất trực tiếp, nối đất qua tổng trở, ...

Các chức năng chính của rơ le bao gồm: Chức năng bảo vệ quá dòng pha, quá dòng chạm đất, tùy theo đặt hàng rơ le có thể là loại quá dòng có hướng hoặc không. Đặc tính làm việc là loại độc lập hoặc phụ thuộc theo tiêu chuẩn hoặc do người dùng tự thiết lập. Rơ le có khả năng phát hiện các sự cố chạm đất tổng trở cao, ngoài ra còn có thêm các chức năng khác như tự đóng lại, tần số thấp, quá/thấp điện áp, quá dòng thứ tự nghịch.

### 1.5.2. Chức năng bảo vệ quá dòng

Chức năng bảo vệ quá dòng hoàn toàn tương tự như đã trình bày trong các loại rơ le Siemens ở các chương trước (Tham khảo **Error! Reference source not**

**found., Error! Reference source not found., Error! Reference source not found.)**

Chức năng định hướng công suất đã trình bày chi tiết trong bài giảng của lớp đào tạo cơ bản.

### ***1.5.3. Chức năng bảo vệ chống sự cố chạm đất thoáng qua lặp lại (Intermittent ground fault protection)***

Chức năng bảo vệ này có nhiệm vụ phát hiện các sự cố thoáng qua, lặp lại. Các sự cố dạng này có thể xảy ra trong thời gian rất ngắn vài mili giây sau đó tự loại trừ rồi lại xuất hiện trở lại, do thời gian xuất hiện có thể rất ngắn nên các bảo vệ quá dòng có thể không đủ thời gian để khởi động. Dạng sự cố này chỉ có thể loại trừ khi đã chuyển biến thành sự cố duy trì.

Cơ chế phát hiện sự cố dạng này dựa trên nguyên lý: Giám sát dòng điện thứ tự không  $3I_0$ , độ lớn dòng TTK này không chỉ gồm thành phần tần số cơ bản mà cả các sóng hài đến tần số 400Hz và thành phần một chiều dc vì tất cả các thành phần này đều gây ra phát nhiệt trong cáp hoặc đường dây. Bất cứ khi nào thành phần dòng điện này vượt quá ngưỡng, rơle sẽ khởi động và bộ đếm ghi nhớ một lần khởi động. Nếu số lần đếm được vượt quá ngưỡng thì rơle sẽ phát ra cảnh báo phát hiện sự cố chạm đất thoáng qua, lặp lại.

Chức năng đặc biệt có hiệu quả khi bảo vệ các đường cáp, để phát hiện sớm các hiện tượng phóng điện trong cáp do cách điện kém hoặc nước xâm nhập vào cáp qua các đầu nối.

### ***1.5.4. Chức năng định vị sự cố (Fault Location)***

Chức năng định vị sự cố hoàn toàn độc lập với các chức năng bảo vệ khác, chức năng này có thể áp dụng cho đường dây với tối đa 3 phân đoạn, mỗi phân đoạn lại là một chủng loại đường dây khác nhau, khi thông số về các đoạn đường dây không đầy đủ thì rơle sẽ sử dụng một giá trị tổng trở đường dây chung cho mọi phân đoạn.

Nguyên lý hoạt động: Chức năng định vị sự cố trong rơle 7SJ62 dựa trên nguyên lý đo tổng trở. Rơle sẽ lấy mẫu tín hiệu dòng và áp với tần số lấy mẫu là 16 mẫu/ 1 chu kỳ, quá trình lấy mẫu sẽ thực hiện ngay khi rơle tác động và kết thúc khi máy cắt đã cắt. Như vậy thời gian lấy mẫu gần bằng với thời gian tác động của máy cắt, và do thời điểm lấy mẫu như vậy sẽ tránh được ảnh hưởng của các nhiễu loạn đến giá trị đo được.

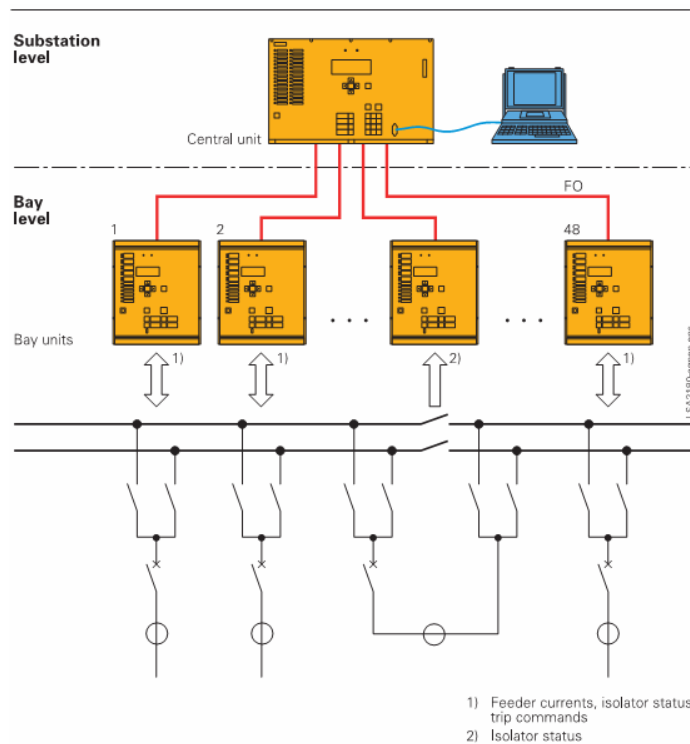
Hoàn toàn tương tự như với bảo vệ khoảng cách, rơle sẽ xác định mạch vòng sự cố dựa theo chức năng bảo vệ quá dòng, ví dụ khi chỉ có chức năng quá dòng chạm đất pha A khởi động thì rơle sẽ tính toán tổng trở dựa theo mạch vòng A với

đất và tương tự cho các trường hợp còn lại. Khoảng cách tới điểm sự cố được xác định dựa theo điện kháng, cách thức tính toán xác định hoàn toàn tương tự như trong bảo vệ khoảng cách (Tham khảo mục I.4.7).

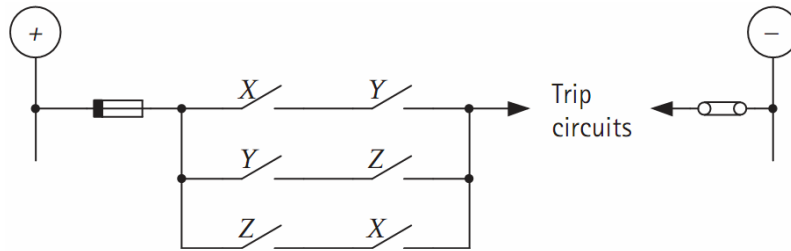
## I.6. Giới thiệu về rơ le bảo vệ so lệch thanh cái 7SS52x

### I.6.1. Giới thiệu về rơ le kỹ thuật số họ 7SS52x

Bảo vệ so lệch thanh góp có vai trò quan trọng do thanh góp là nơi kết nối của rất nhiều phần tử, do đó hệ thống bảo vệ bắt buộc phải có thời gian tác động cực ngắn để đảm bảo ổn định của hệ thống, giảm thiểu thiệt hại. Các loại bảo vệ cũ thường có thời gian tác động tương đối dài (0,5 giây), tuy nhiên các rơ le hiện đại (Chủ yếu sử dụng nguyên lý so lệch tổng trở thấp có hãm) có thể có thời gian tác động chỉ trong vòng 1 chu kỳ, cộng thêm thời gian tác động của máy cắt thì khả năng loại trừ sự cố sau 0,1 giây là hoàn toàn có thể. Do tính chất quan trọng của hệ thống thanh góp nên hệ thống bảo vệ bắt buộc phải có độ tin cậy cao: Chỉ được phép tác động cắt khi có sự cố thực. Để giải quyết vấn đề này thì hệ thống bảo vệ thanh góp thường được thiết kế để tác động dựa trên ít nhất hai đại lượng đo lường độc lập, hoặc ít nhất là 2 phần tử cùng tác động để đưa tín hiệu cắt toàn bộ máy cắt trong vùng được bảo vệ. Sơ đồ trong hình 1.72 trình bày nguyên lý đảm bảo độ an toàn, tin cậy khi thiết kế hệ thống bảo vệ thanh góp (3 kênh đo lường, tác động độc lập).



Hình 1.72. Cấu trúc bảo vệ kiểu phân tán

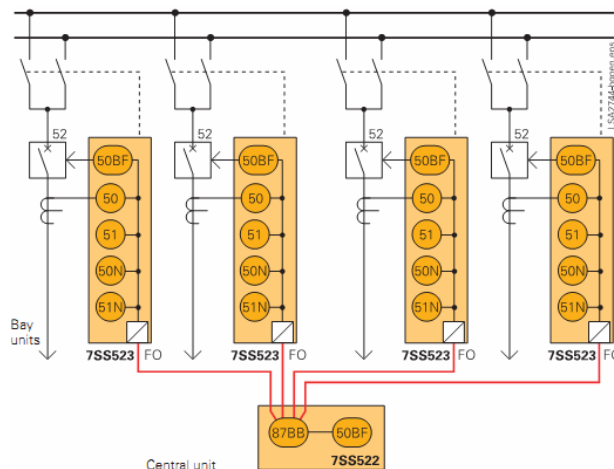


Hình 1.73. Nguyên lý "2 trong 3" đảm bảo an toàn cho hệ thống BV thanh góp

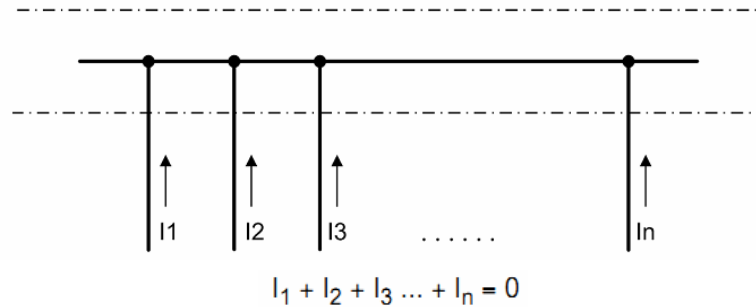
Rơ le bảo vệ so lệch thanh góp 7SS52x có cấu trúc phân tán gồm hai phần riêng biệt: Khối trung tâm (Central unit) và các mô đun ngăn lộ (Bay unit). Chức năng chính của rơ le là để bảo vệ các hệ thống thanh góp.

Nguyên lý bảo vệ hoàn toàn tương tự các loại bảo vệ so lệch khác: dựa trên sự so sánh tổng dòng đi vào & đi ra của đối tượng được bảo vệ. Nếu điều kiện này không được thỏa mãn nghĩa là đã có sự cố xảy ra trong vùng được bảo vệ.

Các phương trình và lý luận trên đây hoàn toàn đúng với các đại lượng sơ cấp, tuy nhiên do các thiết bị bảo vệ làm việc thông qua tín hiệu từ CT nên sẽ cần có các hiệu chỉnh: Do CT của các ngăn lộ có tỷ số biến khác nhau → nếu không có khâu biến đổi tín hiệu dòng điện trước khi đưa vào khâu so lệch thì rơ le sẽ tác động nhầm. Rơ le 7SS52x có khâu xử lý tín hiệu dòng điện bằng phần mềm, do đó không yêu cầu tất cả các CT của các ngăn lộ phải có tỷ số biến giống nhau.



Hình 1.74. Chức năng bảo vệ của các khối



Hình 1.75. Hệ thống thanh góp với nhiều lộ đường dây

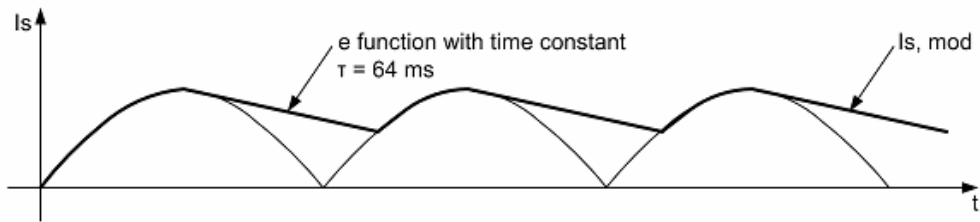
Một trong những điểm cần chú ý khi thực của bảo vệ so lệch thanh góp là: Khi xảy ra sự cố ngoài vùng rất dễ xảy ra hiện tượng bão hòa máy biến dòng tại ngăn lộ bị sự cố. Điều này được giải thích như sau: Khi xảy ra sự cố trong vùng thì các ngăn lộ sẽ cùng chịu một phần nào đó của dòng ngắn mạch tổng → Khả năng xảy ra bão hòa CT ít hơn, khi xảy ra sự cố ngoài vùng thì dòng chạy qua ngăn lộ sự cố là dòng ngắn mạch tổng → CT tại ngăn lộ này có thể dễ dàng bị bão hòa → gây ra sai số trong phép đo của bảo vệ so lệch → bảo vệ có thể tác động nhầm. Rơ le 7SS52x được trang bị các giải thuật xử lý tiên tiến để giảm thiểu ảnh hưởng của hiện tượng bão hòa máy biến dòng, cơ bản các giải thuật này gồm các phần sau:

- Dòng so lệch là tổng vecto của các dòng điện vào/ra hệ thống thanh góp
  - Phương thức hãm bảo vệ
  - + Sử dụng dòng điện hãm: là tổng đại số của các dòng điện vào/ra hệ thống thanh góp
  - + Đánh giá, xử lý tín hiệu theo từng nửa chu kỳ (Đặc biệt có tác dụng để chống lại ảnh hưởng của thành phần dòng một chiều dc trong dòng sự cố)
  - Phương thức đảm bảo thời gian tác động nhanh: Đánh giá dòng điện ngay trong vài mili giây đầu tiên khi sự cố xuất hiện khi biến dòng chưa kịp bị bão hòa.
- Chi tiết sẽ trình bày trong các mục tiếp sau.

## **I.6.2. Giải thuật làm việc với giá trị tức thời của dòng điện**

### **I.6.2.1. Dòng điện hãm**

Dòng điện hãm được hình thành dựa trên tổng đại số của tất cả các dòng điện đo được, mục đích sử dụng dòng hãm là để tránh cho bảo vệ tác động nhầm. Dòng điện hãm được xử lý qua khâu smoothing, do đó giá trị của dòng hãm luôn giữ được xu thế ổn định, thể hiện giá trị tức thời của dòng hãm và giá trị sau khi qua khâu **smoothing**.

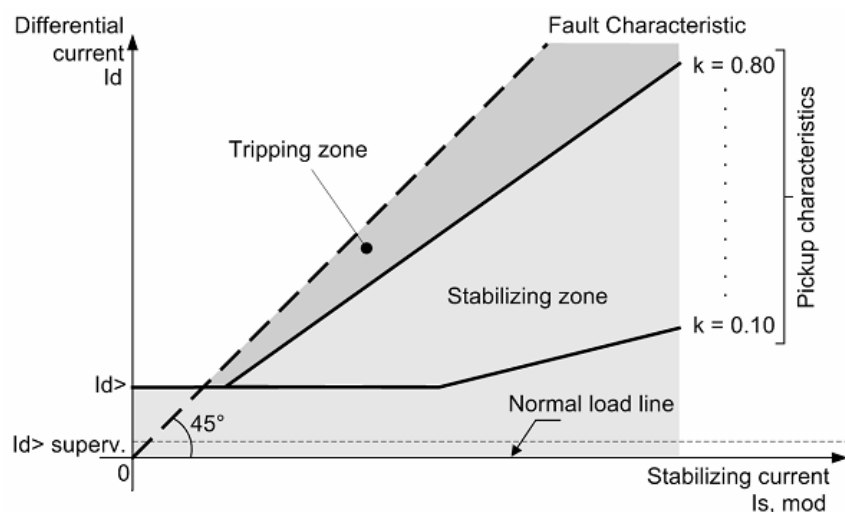


Hình 1.76. Dòng điện hãm trong rơ le 7SS52x

### I.6.2.2. Đặc tính làm việc của bảo vệ so lệch thanh góp 7SS52x

Đặc tính làm việc của bảo vệ so lệch thanh góp phải tính tới tất cả các yếu tố như độ lớn của dòng ngắn mạch min/max, đặc tính và tải của CT, chế độ nối đất của hệ thống... Đặc tính làm việc của bảo vệ 7SS52x được xác định bởi hai đại lượng: Hệ số hãm  $k$  và giới hạn dòng điện so lệch  $I_d >$ .

Dòng điện hãm “ $I_{s,mod}$ ” trên hình 1.77 là dòng điện sau khi đã qua khâu (Thuật toán) làm mịn (Smoothing), và tương tự với rơ le so lệch 7UT6xx thì dòng điện cũng được thể hiện trong hệ đơn vị tương đối so với dòng định mức. Do ở chế độ bình thường dòng điện so lệch sẽ rất bé nên trục X (Trục hoành) trên hình 1.76 còn được coi là đường đặc tính tải.



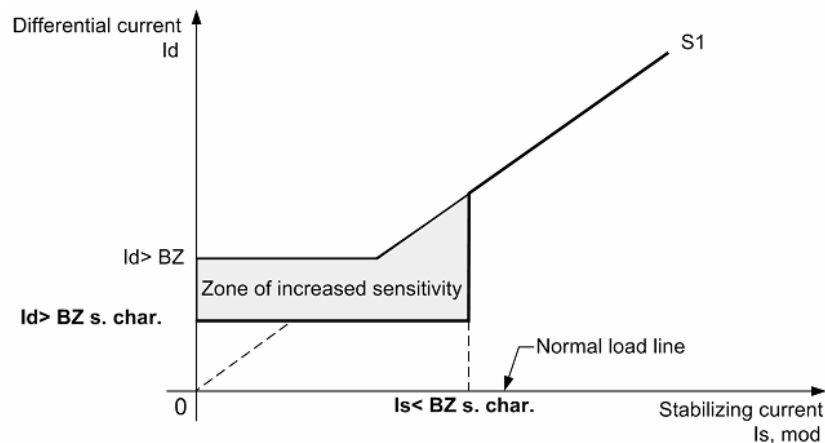
Hình 1.77. Đặc tính làm việc của BVSL thanh góp 7SS52x

Hệ số hãm có thể đặt từ  $0,1 \div 0,8$  cho các vùng bảo vệ so lệch riêng biệt cho từng thanh góp và đặt từ  $0 \div 0,8$  cho chức năng kiểm tra (Check zone).

### I.6.2.3. Đặc tính tác động độ nhạy cao

Rơ le có trang bị thêm đặc tính với độ nhạy cao (thực chất là hạ thấp một phần đặc tính tác động). Chức năng này sẽ được kích hoạt tại khối điều khiển trung tâm (central unit) thông qua một đầu vào nhị phân tùy đặt.

Chức năng này phù hợp với các hệ thống có dòng chạm đất bé, ví dụ như lưới điện có trung tính nối đất qua tổng trở cao. Chức năng này được khởi động khi xảy ra sự cố một pha (với điều kiện “**Sens. char. (6320A/CU)**” được đặt ở chế độ “**Released**”)



Hình 1.78. Đặc tính tác động độ nhạy cao

Giá trị cài đặt của dòng khởi động ngưỡng thấp “ $I_d > BZ$ ” : trước tiên cần xác định độ lớn của dòng ngắn mạch nhỏ nhất có thể xuất hiện, giá trị của “ $I_d > BZ$ ” nên nhỏ hơn khoảng 20% so với giá trị dòng ngắn mạch này. Mặt khác để tránh trường hợp mạch dòng của một ngăn lộ nào đó bị hư hỏng có thể gây dòng so lệch bằng đúng dòng điện của ngăn lộ đó thì ngưỡng khởi động “ **$I_d > BZ$** ” phải đặt lớn hơn 30% so với dòng tải lớn nhất của các ngăn lộ. Giá trị chỉnh định cụ thể như sau

$$1.3 \times I_{\max \text{ feeder}} < I_{d \text{ BZ}} < 0.8 I_{\text{short circuit min}}$$

Giá trị “ **$I_d > BZ$  s. char. (6109A/CU)**” dùng để chỉnh định giá trị khởi động cho đặc tính tác động độ nhạy cao, do đặc tính này dùng ở các hệ thống có dòng chạm đất bé, thậm chí nhỏ hơn cả dòng tải (Trung tính nối đất qua tổng trở cao), nên dòng khởi động này thường đặt thấp hơn dòng tải danh định. Và tương tự dòng



khởi động này nên nhỏ hơn 20% so với dòng ngắn mạch nhỏ nhất để đảm bảo độ nhạy.

Tuy nhiên, khi xảy ra sự cố mạch dòng một ngăn lộ ở lúc tải đang cao có thể làm chức năng này tác động nhầm, để ngăn ngừa hiện tượng này có thể sử dụng thêm khóa điện áp thứ tự không ( $U_0$ ).

#### I.6.2.4. Đánh giá dòng điện ngay giai đoạn đầu khi sự cố xuất hiện

Ở chế độ bình thường, từ thông trong mạch từ của CT chỉ chiếm vài phần trăm so với ngưỡng bão hòa do các CT dùng cho mục đích bảo vệ thường có hệ số giới hạn dòng điện cao. Do từ thông có giá trị nhỏ nên khi xảy ra sự cố mạch từ sẽ không thể bão hòa ngay lập tức mà cần có một thời gian trễ để từ thông tăng tới giá trị bão hòa, trong thời gian trễ này thì CT vẫn hoạt động chính xác → thông tin về dòng điện trong khoảng vài mili giây sau sự cố là một đại lượng có thể tin cậy để xử lý.

Rơ le 7SS52x có trang bị thuật toán sử dụng tín hiệu trong những mili giây đầu tiên khi sự cố xảy ra. Để phát hiện sự cố thì rơ le căn cứ theo tốc độ biến thiên dòng điện chạy qua đối tượng (Thực chất là giám sát tốc độ biến thiên dòng điện hãm  $dI_s/dt$ ). Khi tốc độ biến thiên vượt quá ngưỡng → chỉ báo của sự cố xuất hiện thì rơ le sẽ kiểm tra điểm làm việc trên đặc tính tác động (Hình 1.77), nếu điểm làm việc rơi vào vùng tác động thì rơ le sẽ tác động với logic “1 out of 1” trong khoảng 3 mili giây, nếu sự cố được xác định ngoài vùng thì logic “1 out of 1” sẽ bị khóa khoảng 150 mili giây. Nếu không phát hiện sự cố trong khoảng rất ngắn này thì rơ le sẽ trở về chế độ tác động bình thường (Logic “2 out of 2”).

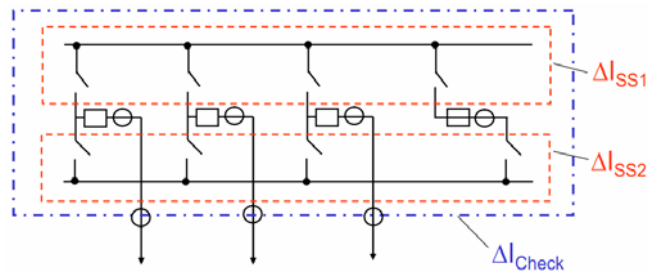
#### I.6.2.5. Chức năng hãm chéo (Cross stabilisation)

Với các hệ thống sử dụng thiết bị GIS (Gas Insulated Switchgear), do khoảng cách giữa các phần tử mang điện rất ngắn nên khi xảy ra sự cố một pha có thể gây nên dòng điện cảm ứng lớn ở pha còn lại, trong một số trường hợp dòng cảm ứng này có thể gây tác động nhầm. Rơ le 7SS52x có chức năng hãm chéo: sử dụng dòng điện sự cố rất lớn của một pha (khi sự cố ngoài) để hãm bảo vệ. Chức năng hãm chéo này có thể áp dụng cho cả vùng bảo vệ chính và vùng kiểm tra (Check zone)

### **I.6.3. Check Zone (Vùng kiểm tra)**

Chức năng kiểm tra vùng tác động được tích hợp trong các rơ le 7SS51 & 7SS52. Nguyên tắc hoạt động của chức năng này như sau: Để đề phòng khi xảy ra sự cố hư hỏng mạch dòng trong một ngăn lộ có thể làm rơ le tác động nhầm thì giá trị cài đặt của rơ le có thể được chỉnh định lớn hơn dòng tải lớn nhất trong số các ngăn lộ, giả pháp thứ hai là sử dụng chức năng kiểm tra vùng (Check zone) như trên hình 1.79. Các bảo vệ so lệch cho từng hệ thống thanh góp là  $\Delta I_{SS1}$  &  $\Delta I_{SS2}$  có

nhệm vụ bảo vệ cho từng thanh góp riêng biệt, ngoài ra còn có thêm bảo vệ  $\Delta I_{check}$  làm chức năng bảo vệ chung cho cả hệ thống thanh góp.



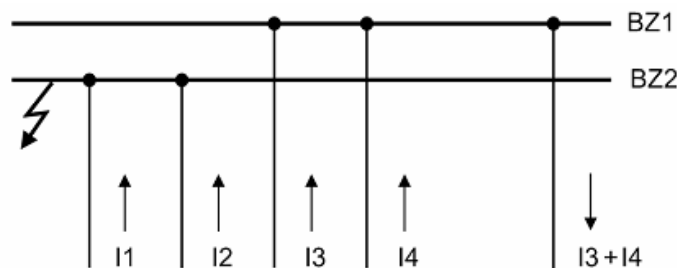
Hình 1.79. Chức năng check zone của BVSL thanh góp

- Khi xảy ra sự cố mất mạch dòng của một bảo vệ thì chỉ riêng bảo vệ đó khởi động; bảo vệ  $\Delta I_{check}$  hoàn toàn không hoạt động  $\rightarrow$  hệ thống bảo vệ sẽ không tác động.

- Khi xảy ra sự cố thực: Cả bảo vệ của phân đoạn thanh góp bị sự cố và bảo vệ  $\Delta I_{check}$  sẽ cùng khởi động  $\rightarrow$  hệ thống bảo vệ sẽ tác động.

Tuy nhiên khi sử dụng chức năng check zone với hệ thống nhiều thanh góp thì có thể xảy ra hiện tượng quá hãm (Dòng hãm quá lớn) theo như ví dụ trên hình 1.80.

Dòng hãm trong trường hợp trên đây bao gồm hai lần dòng điện “ $I_3 + I_4$ ”, rơ le có sử dụng thuật toán sau đây để xử lý trường hợp này. Dòng điện hãm sẽ được tính theo hai cách, cách thứ nhất là theo tổng dòng đi vào hệ thống thanh góp và cách thứ hai là theo tổng dòng đi ra  $\rightarrow$  dòng hãm thực tế được sử dụng sẽ là giá trị nhỏ nhất tính theo hai cách trên, như vậy sẽ tránh được hiện tượng quá hãm đối với bảo vệ kiểm tra vùng (Check zone).



$$I_d = |I_1 + I_2 + I_3 + I_4 - I_3 - I_4| = |I_1 + I_2| \quad \& \quad I_s = |I_1| + |I_2| + |I_3| + |I_4| + |I_3 + I_4|$$

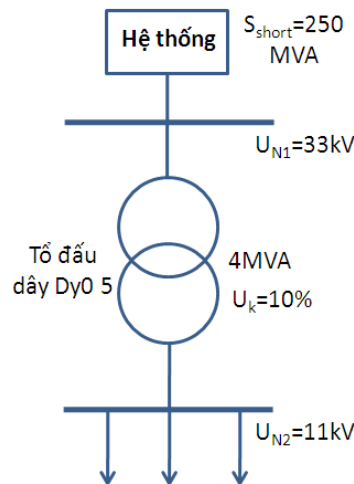
Hình 1.80. Hiện tượng quá hãm khi thực hiện BVSL cho hệ thống nhiều thanh góp

## CHƯƠNG II. TÍNH TOÁN CÁC THÔNG SỐ BẢO VỆ

### II.1. Tính toán thông số cài đặt cho role quá dòng điện ( $I_{0>}$ hay 50& 51; 50N & 51N)

Nguyên lý bảo vệ quá dòng là hoàn toàn tương tự và không thay đổi cho các loại role, tuy nhiên cách tính toán các giá trị cài đặt thay đổi tùy theo quan điểm của người thiết kế, thậm chí quan điểm tính toán của các nhà thiết kế phương tây có khác với các quan điểm của Liên Xô cũ, do đó rất khó để đưa ra một chuẩn tính toán cài đặt chung. Các tính toán và tham số đưa ra trong tài liệu này dựa trên các khuyến cáo của hãng Siemens và phù hợp với các mục cài đặt của role Siemens.

Đối tượng tính toán là một máy biến áp:



Hình 2.1. Thông số hệ thống cần bảo vệ

Căn cứ vào công suất ngắn mạch của hệ thống là 250MVA và tham số của máy biến áp (Công suất và  $U_k\%$ ), có thể tính ra được độ lớn dòng ngắn mạch tại thanh góp cao áp và hạ áp, dòng định mức các phía (Bảng 2.1).

- Chức năng bảo vệ quá dòng pha cắt nhanh ( $I_{>>}$  hay 50) (tham khảo tài liệu của lớp đào tạo cơ bản về chức năng này):

Bảng 2.1. Thông số tính toán được

3-pole, high-voltage side short-circuit $I''_{SC3} = 4389 \text{ A}$	Dòng ngắn mạch 3 pha phía cao áp (33kV)
3-pole, low-voltage side short-circuit $I''_{SC3,11} = 2100 \text{ A}$	Dòng ngắn mạch 3 pha phía hạ áp (11kV)
on the high-voltage side flow $I''_{SC3,33} = 700 \text{ A}$	dòng ngắn mạch chạy qua phía cao áp khi có ngắn mạch 3 pha phía hạ áp
rated current of the transformer HV $I_{NT,33} = 70 \text{ A}$ (high-voltage side)	Dòng định mức cao áp
rated current of the transformer LV $I_{NT,11} = 211 \text{ A}$ (low-voltage side)	Dòng định mức hạ áp
current transformer (high-voltage side) $I_{NW,33} = 100 \text{ A} / 1 \text{ A}$	Tỷ số biến dòng phía cao áp
current transformer (low-voltage side) $I_{NW,11} = 300 \text{ A} / 1 \text{ A}$	Tỷ số biến dòng phía hạ áp

Dòng khởi động của chức năng này chọn theo hai điều kiện:

a. Chọn lớn hơn dòng ngắn mạch lớn nhất ngoài vùng: Theo công thức

$$I >> I_N > \frac{1}{U_{k \text{ Transfo}}} \cdot \frac{I_{N \text{ Transfo}}}{I_{N \text{ CT}}}$$

Trong đó:

$I_{N \text{ transfo}}$ : Dòng danh định của máy biến áp;

$I_{N \text{ CT}}$ : Dòng danh định của máy biến dòng (N: Nominal);

$U_{k \text{ transfo}}$ : Điện áp ngắn mạch phần trăm.

Tính toán theo công thức này cho giá trị khởi động phải chọn lớn hơn 700A.

b. Chọn lớn hơn 10 lần dòng danh định biến dòng

Mục đích chọn lớn hơn 10 lần dòng danh định biến dòng để tránh trường hợp công suất ngắn mạch của hệ thống có thể thay đổi, dòng ngắn mạch biến đổi. Với dòng danh định CT phía cao áp là 100A → chọn giá trị khởi động theo tính toán này là  $10 \cdot 100\text{A} = 1000\text{A}$

So sánh giá trị tính toán theo (a) & (b) → giá trị khởi động đặt là  $I >>_{kd} = 1000\text{A}$  hay tương đương với 1A phía thứ cấp.

Thời gian tác động của chức năng này thường đặt là 0 giây, tuy nhiên để tránh bảo vệ tác động nhầm khi đóng xung kích máy biến áp thì có thể đặt thời gian này trễ (Ví dụ: 50 mili giây)

- Chức năng bảo vệ quá dòng pha có thời gian ( $I>$  hay 51)

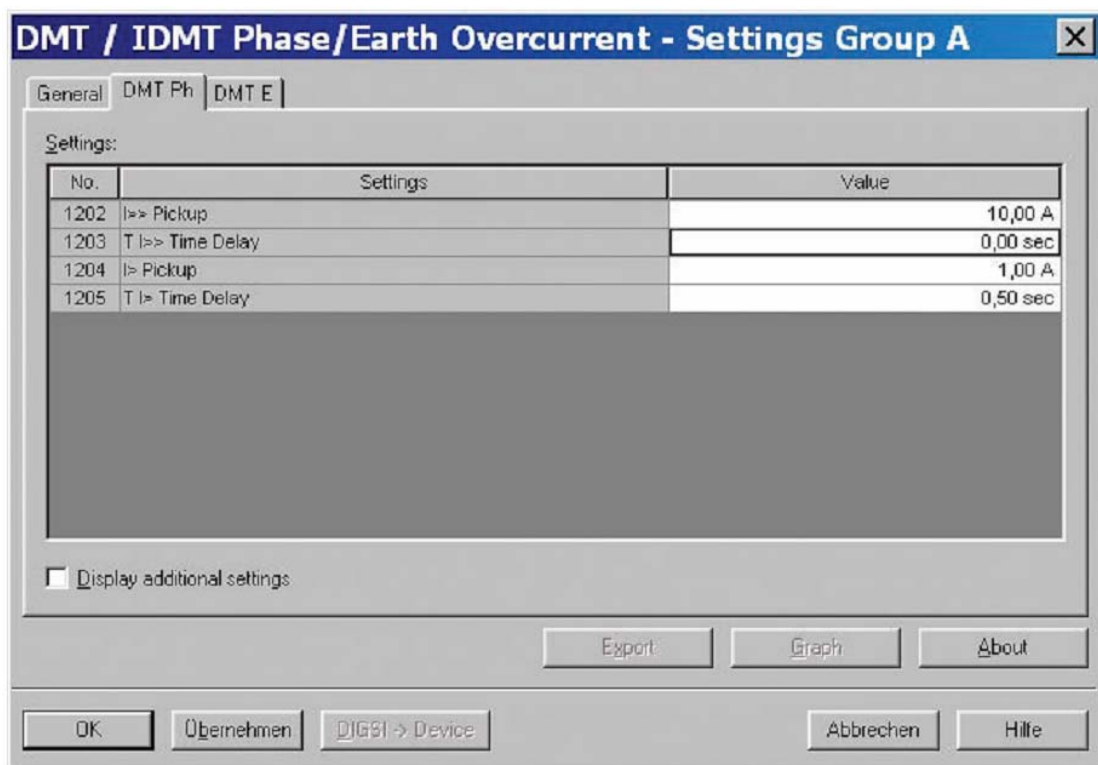
Nguyên tắc cài đặt cho chức năng này là bảo vệ không được phép tác động khi xảy ra quá tải, vì đây là chức năng bảo vệ chống ngắn mạch chứ không phải chống quá tải. Xuất phát từ quan điểm này có thể đặt như sau:

- + Với đường dây: Đặt lớn hơn 20% dòng tải lớn nhất (Gồm cả quá tải)
- + Với động cơ, máy biến áp: Đặt lớn hơn 40% dòng tải lớn nhất (Gồm cả quá tải)
- + Thời gian tác động phối hợp với các bảo vệ lân cận.
- + Khi cài đặt vào role nếu không dùng chức năng này có thể đặt thời gian tác động là vô cùng hoặc đặt dòng khởi động là vô cùng.

Với ví dụ trên, có thể tính toán dòng khởi động như sau

$$I > = 1.4 \cdot I_{NT, 33} = 1.4 \cdot 70 \text{ A} = 100 \text{ A} = 1.0 \cdot I_{NW, 33}$$

Như vậy giá trị khởi động sẽ là  $I>_{kd} = 1\text{A}$ .

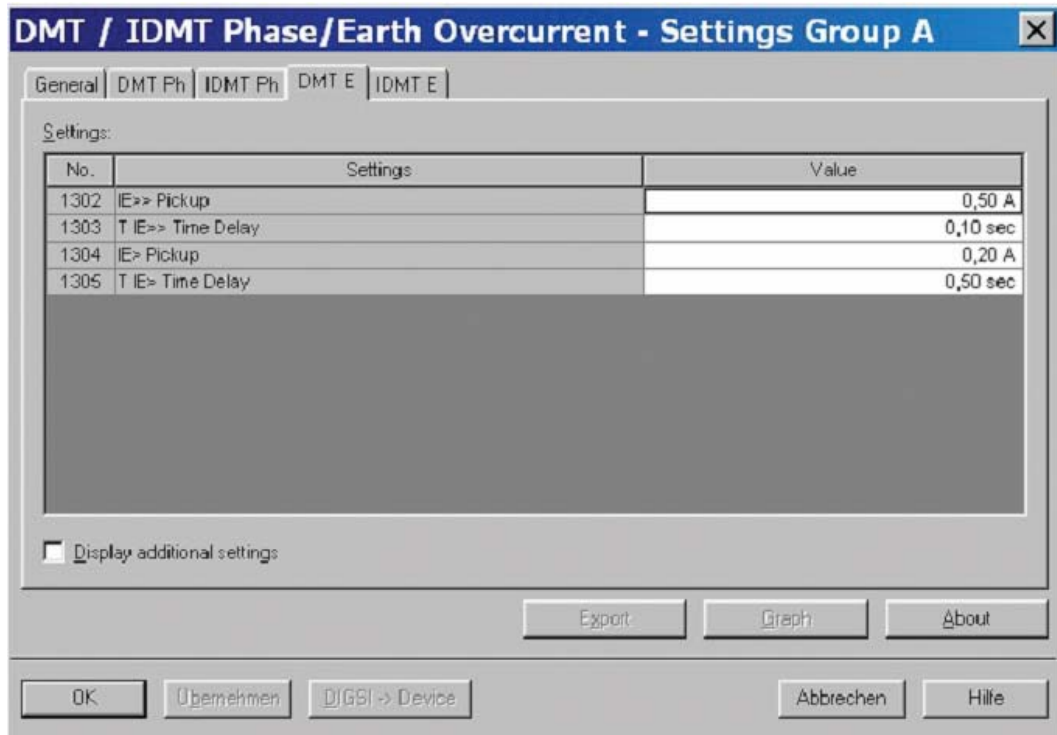


- Chức năng bảo vệ quá dòng thứ tự không cắt nhanh ( $I0>>$  hay 50N): Cách tính hoàn toàn tương tự với chức năng bảo vệ quá dòng pha cắt nhanh. Dòng khởi động của bảo vệ phải đảm bảo lớn hơn dòng TTK lớn nhất khi có sự cố chậm đất phía hạ áp. Thời gian cài đặt cũng tương tự.

- Chức năng bảo vệ quá dòng thứ tự không có thời gian: Dòng khởi động của chức năng này đặt lớn hơn dòng không cân bằng lớn nhất (Khi quá tải) và không

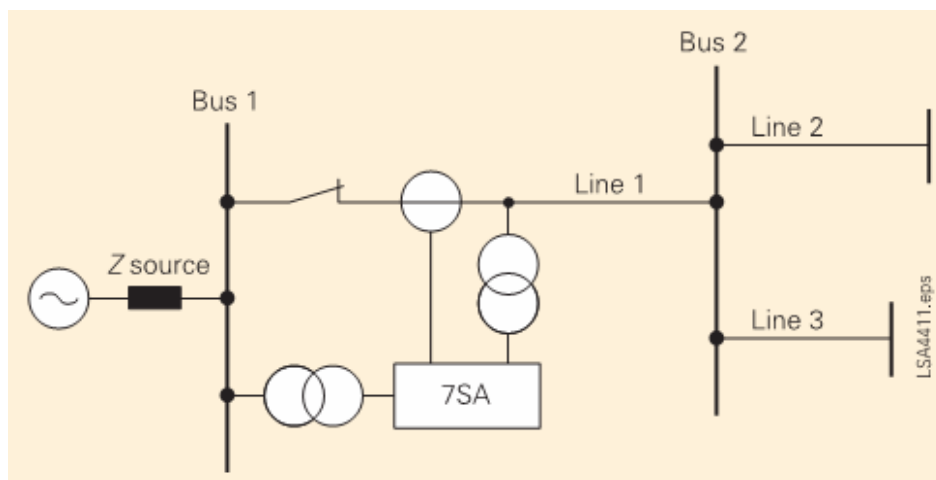
lớn hơn dòng TTK nhỏ nhất có thể xuất hiện, tuy nhiên vẫn nhỏ hơn dòng ngắn mạch nhỏ nhất.

- Trong trường hợp có dòng xung kích lớn khi thực hiện bảo vệ cho máy biến áp thì có thể kích hoạt chức năng hãm theo sóng hài của họ rơ le 7SJ62.



## II.2. Tính toán thông số cài đặt cho rơ le khoảng cách ( $Z<$ hay 21)

Các tính toán sau đây áp dụng với đường dây truyền tải. Sơ đồ một sợi của hệ thống cần bảo vệ như sau :



Hình 2.2. Bảo vệ khoảng cách cho đường dây truyền tải 1 (Line 1)

Các chỉnh định được liệt kê ở bảng 2.2.

Bảng 2.2. Phạm vi chỉnh định của các vùng bảo vệ

Zone number	Function	Reach	Time delay
Zone 1	Fast underreach protection for Line 1	80 % Line 1	0 s
Zone 2	Forward time delay backup, overreach	20 % less than Z1 reach on Line 3	1 time step
Zone 3	Reverse time delay backup	50 % Z-Line 1	2 time steps
Zone 4	Not applied	–	–
Zone 5	Non-directional	120 % Line 2	3 time steps

Thông số của hệ thống và đường dây 1 được liệt kê ở bảng 2.3.

Bảng 2.3. Thông số chi tiết của hệ thống và đường dây

	Parameter	Value
System data	Nominal system voltage phase-phase	400 kV
	Power system frequency	50 Hz
	Maximum positive sequence source impedance	10 + j100
	Maximum zero sequence source impedance	25 + j200
	Minimum positive sequence source impedance	1 + j10
	Minimum zero sequence source impedance	2.5 + j20
	Maximum ratio: Remote infeed / local infeed ( $I_2/I_1$ )	3
Instrument transformers	Voltage transformer ratio (LINE)	380 kV / 100 V
	Voltage transformer ratio (BUS)	400 kV / 110 V
	Current transformer ratio	1000 A / 1 A
	Current transformer data	5P20 20 VA $P_i = 3$ VA
	CT secondary connection cable	2.5 mm <sup>2</sup> 50 m
	CT ratio / VT ratio for impedance conversion	0.2632
Line data	Line 1 –length	80 km
	Maximum load current	250 % of full load
	Minimum operating voltage	85 % nominal voltage
	Sign convention for power flow	Export = negative
	Full load apparent power (S)	600 MVA
	Line 1 –positive seq. impedance per km Z1	0.025 + j0.21 $\Omega$ /km
	Line 1 –zero seq. impedance per km Z0	0.13 + j0.81 $\Omega$ /km
	Line 2 –total positive seq. impedance	3.5 + j39.5 $\Omega$
	Line 2 –total zero seq. impedance	6.8 + j148 $\Omega$
	Line 3 –total positive seq. impedance	1.5 + j17.5 $\Omega$
	Line 3 –total zero seq. impedance	7.5 + j86.5 $\Omega$
	Maximum fault resistance, Ph - E	250 $\Omega$
	Power data	Average tower footing resistance
Earth wire		60 mm <sup>2</sup> steel
Distance: Conductor to tower/ground (midspan)		3 m
Distance: Conductor to conductor (phase-phase)		5 m
Circuit-breaker	Trip operating time	60 ms
	Close operating time	70 ms



Dòng điện ngắn mạch nhỏ nhất cuối đường dây cần bảo vệ:  $I_{fault} = \frac{U_{source}}{\sqrt{3} \times Z_{tot}}$

với  $Z_{tot}$  là tổng trở từ nguồn đến hết đường dây 1

$$|Z_{tot}| = |(10 + 80 \cdot 0.025) + j(100 + 80 \cdot 0.21)|$$

$$Z_{tot} = Z_{source} + Z_{line 1} \rightarrow |Z_{tot}| = |12 + j116.8|$$

$$|Z_{tot}| = 117.4$$

→ dòng ngắn mạch 3 pha nhỏ nhất là  $I_{3_{ph\min}} = \frac{400kV}{\sqrt{3} \times 117.4} = 1967A$

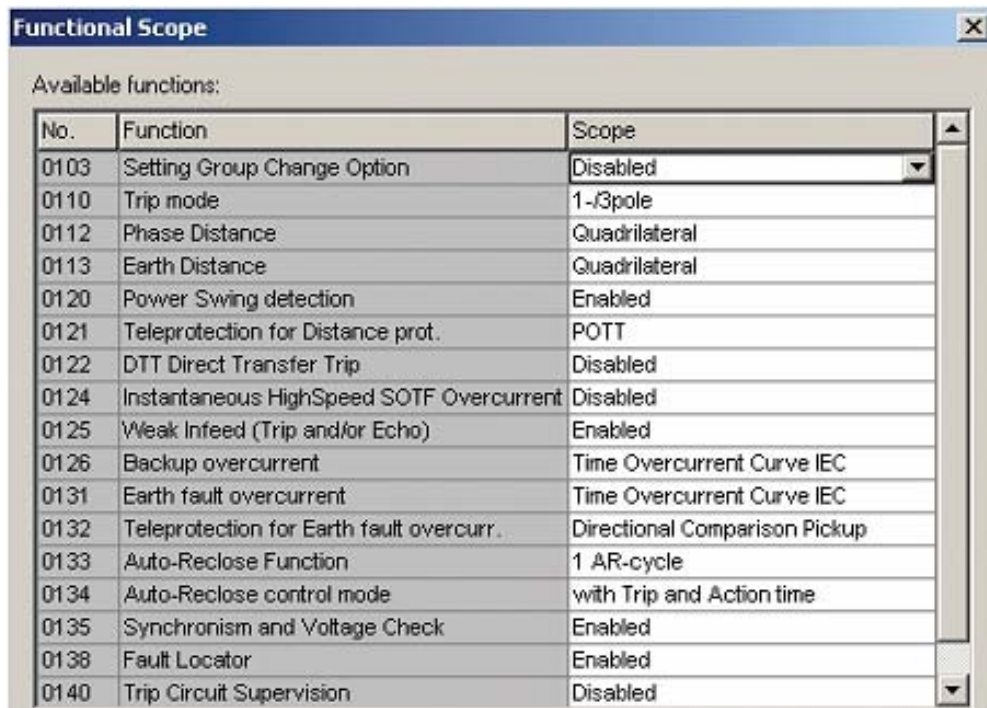
Tương tự tính toán dòng ngắn mạch một pha nhỏ nhất tại cuối đường dây 1:

$$I_{1_{ph\min}} = 3 \times \frac{400kV}{\sqrt{3}} \times \frac{1}{Z_{1tot} + Z_{2tot} + Z_{0tot}} = 1380A$$

Nếu sự cố chạm đất bao gồm cả điện trở tại điểm sự cố (Lớn nhất là  $250\Omega$ ) thì giá trị dòng chạm đất 1 pha nhỏ nhất là:

$$I_{1_{ph\min\_R}} = 3 \times \frac{400kV}{\sqrt{3}} \times \frac{1}{(Z_{1tot} + Z_{2tot} + Z_{0tot}) + 3 \times R_F} = 729A$$

Sau khi có các tính toán sơ bộ, mở phần mềm DIGSI và lựa chọn các chức năng bảo vệ:



Hình 2.3. Lựa chọn các chức năng bảo vệ



Các thông số chính thể hiện gồm có:

- Setting Group Change Option: Cho phép cài đặt và thay đổi nhanh giữa 4 nhóm cài đặt sẵn (A, B, C, D), tuy nhiên do trong ví dụ này chỉ đặt một nhóm nên chức năng này đặt là **Disabled**.

- Trip mode: Với các đường dây cao áp, thường sử dụng tự đóng lại một pha, do đó lựa chọn chức năng **1-3/pole** cho phép cắt một pha hoặc cả 3 pha

- Phase Distance: Lựa chọn đặc tính làm việc, đặc tính được lựa chọn là loại tứ giác, tương tự với sự cố chạm đất

- Power Swing Detection: Phát hiện hiện tượng dao động điện, với đường dây 400kV thường chức năng này nên sử dụng.

- Teleprotection for Distance Prot: Liên động giữa bảo vệ khoảng cách ở hai đầu đường dây, đảm bảo cắt nhanh sự cố trên toàn bộ đường dây. Phương thức liên động được lựa chọn là POTT

- DTT Direct Transfer Trip: Chức năng truyền tín hiệu cắt trực tiếp, trong ví dụ này không sử dụng phương thức này.

- Instantaneous High Speed SOTF: Chức năng chống đóng vào điểm sự cố

- Weak Infeed: Chức năng bảo vệ chống hiện tượng nguồn yếu hoặc mở máy cắt đầu đối diện.

- Backup overcurrent: Chức năng bảo vệ dự phòng, có tác dụng khi bảo vệ khoảng cách bị khóa, ví dụ do mất áp thứ cấp VT.

- Earth Fault overcurrent: Bảo vệ quá dòng TTK, bảo vệ này có độ nhạy cao với các sự cố chạm đất, do đó nên được sử dụng

- Teleprotection for Earth fault Overcurr.: Tương tự liên động trong bảo vệ khoảng cách, chức năng liên động đối với bảo vệ quá dòng chạm đất có thể được áp dụng.

- Auto-Reclose Function: Chức năng tự đóng lại, với đường dây cao áp theo khuyến cáo nên áp dụng tự đóng lại 1 lần (1 AR-cycle)

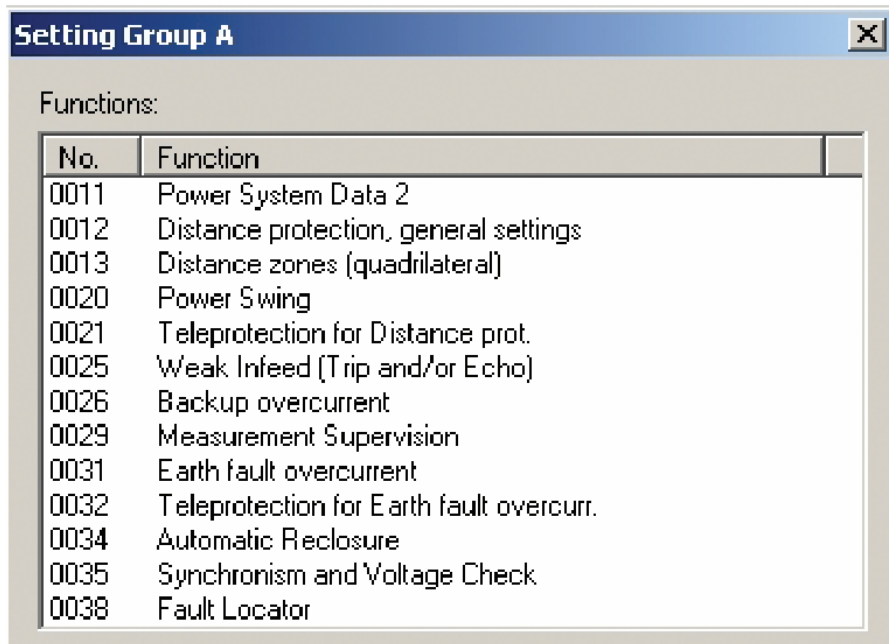
- Auto-Reclose control mode: Lựa chọn **with Trip and Action time** có ý nghĩa là chức năng tự đóng lại sẽ được khởi động khi bảo vệ tác động (Trip). Thông thường nếu tín hiệu cắt là do bảo vệ dự phòng (Có trễ) thì không khởi động chức năng tự đóng lại, do đó sẽ sử dụng khâu giám sát thời gian (Action time). Bằng cách giám sát thời gian từ khi sự cố xuất hiện đến khi bảo vệ tác động thì có thể phân biệt được sự cố được loại trừ bằng bảo vệ cắt nhanh hay có trễ để từ đó khóa chức năng tự đóng lại.

- Synchronism and Voltage Check: Chức năng kiểm tra đồng bộ

- Fault Locator: chức năng định vị sự cố

- Trip Circuit Supervision: Giám sát mạch cắt (Trong ví dụ này không sử dụng)

Phần tiếp theo là tính toán cho nhóm cài đặt A (Group A)

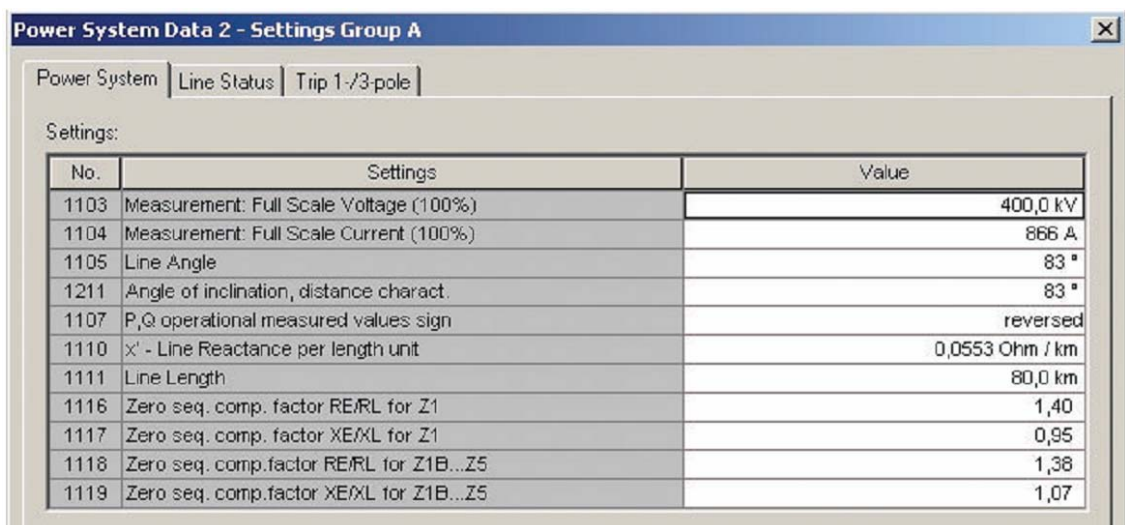


The screenshot shows a window titled "Setting Group A" with a list of functions. The functions are listed in a table with two columns: "No." and "Function".

No.	Function
0011	Power System Data 2
0012	Distance protection, general settings
0013	Distance zones (quadrilateral)
0020	Power Swing
0021	Teleprotection for Distance prot.
0025	Weak Infeed (Trip and/or Echo)
0026	Backup overcurrent
0029	Measurement Supervision
0031	Earth fault overcurrent
0032	Teleprotection for Earth fault overcurr.
0034	Automatic Reclosure
0035	Synchronism and Voltage Check
0038	Fault Locator

Hình 2.4. Các chức năng trong một nhóm cài đặt (nhóm A)

- Power System Data 2: Cài đặt các tham số chung, các tham số này có thể khác nhau cho mỗi nhóm cài đặt (A, B, C, D)



The screenshot shows a window titled "Power System Data 2 - Settings Group A" with a table of settings. The table has three columns: "No.", "Settings", and "Value".

No.	Settings	Value
1103	Measurement: Full Scale Voltage (100%)	400,0 kV
1104	Measurement: Full Scale Current (100%)	866 A
1105	Line Angle	83 °
1211	Angle of inclination, distance charact.	83 °
1107	P,Q operational measured values sign	reversed
1110	x' - Line Reactance per length unit	0,0553 Ohm / km
1111	Line Length	80,0 km
1116	Zero seq. comp. factor RE/RL for Z1	1,40
1117	Zero seq. comp. factor XE/XL for Z1	0,95
1118	Zero seq. comp.factor RE/RL for Z1B...Z5	1,38
1119	Zero seq. comp.factor XE/XL for Z1B...Z5	1,07

Hình 2.5. Các cài đặt cho Power System Data 2 của nhóm cài đặt A

+ Measurement: Full Scale Voltage (100 %): Chức năng cần thiết khi role tính toán điện áp theo tỷ lệ phần trăm.

+ Measurement: Full Scale Current (100%): Tương tự với chức năng trên. Độ lớn của dòng điện định mức tính theo (công suất tải lớn nhất là 600MVA theo bảng 2.3)

$$\text{Full scale current} = \frac{\text{Rated MVA}}{\sqrt{3} \cdot \text{Full scale voltage}}$$

$$\text{Full scale current} = \frac{600}{\sqrt{3} \cdot 400} = \underline{\underline{866 \text{ A}}}$$

+ Line Angle: Góc tổng trở đường dây

$$Z_1 = 0.025 + j0.21$$

$$\text{Line angle} = \arctan\left(\frac{X_L}{R_L}\right)$$

$$\text{Line angle} = \underline{\underline{83^\circ}}$$

- Angle of inclination, distance charact.: Góc nghiêng của đặc tính làm việc của chức năng bảo vệ khoảng cách. Thường góc nghiêng này đặt bằng góc tổng trở → đặc tính làm việc được xác định mở nhiều theo hướng trục R (Để đảm bảo hoạt động chính xác với các sự cố chạm đất qua điện trở)

+ P,Q operational measured values sign: Theo mặc định dòng công suất P, Q sẽ có giá trị dương nếu chạy vào đối tượng được bảo vệ, trường hợp muốn đổi dấu của các đại lượng này cần đặt là **reversed**.

+ x'-Line Reactance per length unit: điện kháng của một đơn vị đường dây, phục vụ cho việc tính toán khoảng cách đến điểm sự cố. Điện kháng đơn vị của một km đường dây là 0.21 Ω/km, qui đổi về phía thứ cấp

$$x'_{\text{secondary}} = \frac{\text{CT ratio}}{\text{VT ratio}} \cdot x'_{\text{primary}} = \frac{1000}{380} \cdot 0.21$$

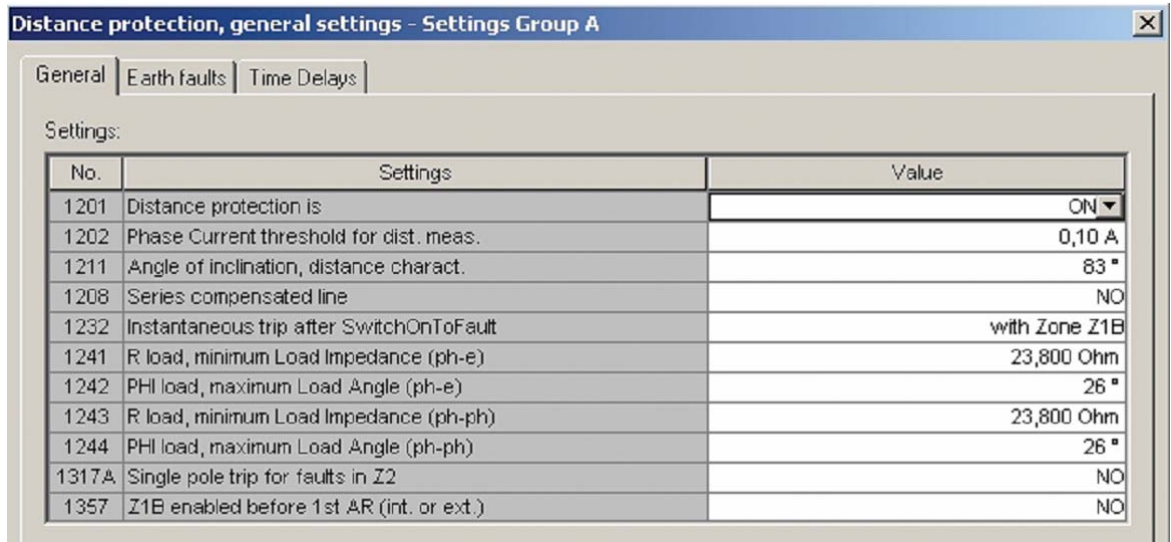
$$x'_{\text{secondary}} = 0.0553$$

+ Line Length: chiều dài đường dây (80km)

+ Zero seq. comp. factor RE/RL for Z1: Hệ số bù thứ tự không cho điện trở vùng 1 (Tương tự cho điện kháng) và các vùng khác

$$\frac{R_E}{R_L} = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{R_0}{R_1} - 1\right) = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{0.13}{0.025} - 1\right) = \underline{\underline{1.4}}$$

- Distance protection, General Settings (setting group A):



No.	Settings	Value
1201	Distance protection is	ON
1202	Phase Current threshold for dist. meas.	0,10 A
1211	Angle of inclination, distance charact.	83 °
1208	Series compensated line	NO
1232	Instantaneous trip after SwitchOnToFault	with Zone Z1B
1241	R load, minimum Load Impedance (ph-e)	23,800 Ohm
1242	PHI load, maximum Load Angle (ph-e)	26 °
1243	R load, minimum Load Impedance (ph-ph)	23,800 Ohm
1244	PHI load, maximum Load Angle (ph-ph)	26 °
1317A	Single pole trip for faults in Z2	NO
1357	Z1B enabled before 1st AR (int. or ext.)	NO

Hình 2.6. Cài đặt chức năng bảo vệ khoảng cách nhóm A

+ Distance protection is: bật chức năng này (ON)

+ Phase Current threshold for dist. meas.: Chức năng bảo vệ khoảng cách chỉ làm việc khi dòng điện vượt quá một ngưỡng tối thiểu nào đó. Nếu dòng điện quá nhỏ khi xảy ra sự cố thì có thể phải sử dụng đến chức năng bảo vệ nguồn yếu. Do đó chức năng này nên đặt thấp, thường giá trị cài đặt là 10% (Tương ứng 0,1A với loại CT có dòng thứ cấp 1A)

+ Angle of inclination, distance charact.: Góc nghiêng của đặc tính (Bằng góc nghiêng tổng trở đường dây)

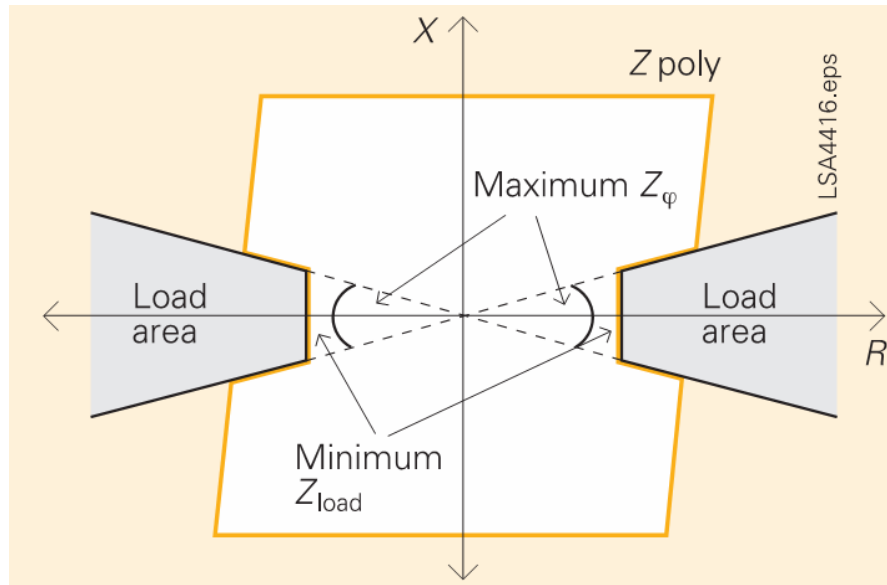
+ Series compensated line: Áp dụng cho các đường dây có tụ bù dọc

+ Instantaneous trip after SwitchOnToFault: Chức năng chống đóng vào điểm sự cố. Thông thường một bảo vệ không chọn lọc sẽ được kích hoạt cho chức năng này.

Setting	Distance protection during SOTF
Inactive	No special measures
With pickup (non-directional)	All distance zones are released for instantaneous tripping
With Zone Z1B	The Zone Z1B is released for instantaneous tripping and will operate with its set direction if a polarising voltage is available
Zone Z1B undirectional	The Zone Z1B is released for instantaneous tripping and will operate as a non-directional zone. (MHO characteristic as forward and reverse zone)

Thông thường lựa chọn **With Zone Z1B** được sử dụng (Tầm với 120÷200%). Khi sử dụng lựa chọn With pickup thì bảo vệ thì chức năng SOTF này có thể hay hoạt động nhằm do vùng với của bảo vệ quá lớn (Vùng bảo vệ), bảo vệ có thể tác động nhằm do dòng xung kích khi đóng máy biến áp hay động cơ lớn.

+ Chức năng chống chòng lún tải : xác định theo hai đại lượng là độ mở về trục R và góc mở. Có các giá trị cài đặt riêng biệt cho đặc tính pha-pha & pha-đất.



Hình 2.7. Đặc tính chống lún tải

+ R load, minimum Load Impedance (ph-e): Điện trở tải nhỏ nhất có thể xuất hiện với đặc tính bảo vệ chống chạm đất. Các địa chỉ từ 1241÷1244 dùng để xác định vùng chòng lún tải. Để xác định vùng này cần biết điện trở tải nhỏ nhất và góc tải lớn nhất có thể xuất hiện (Tính toán giả thiết điện áp vận hành thấp nhất cho phép là 85%)

$$R_{\text{load min}} = \frac{U_{\text{operation min}}}{\sqrt{3} \cdot I_{\text{load max}}} \rightarrow \begin{matrix} U_{\text{operation min}} = 0.85 \cdot 400 \text{ kV} = 340 \text{ kV} \\ I_{\text{load max}} = 2.5 \cdot \frac{600 \text{ MVA}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ kV}} = 2170 \text{ A} \end{matrix} \rightarrow R_{\text{load min}} = \frac{340 \text{ kV}}{\sqrt{3} \cdot 2170} = 90.5 \Omega$$

Giá trị tổng trở tải này qui đổi về thứ cấp thành 23,8 Ω.

+ PHI load, maximum Load Angle (ph-e) với đặc tính bảo vệ chống chạm đất: Góc tổng trở tải lớn nhất, được xác định khi tải có hệ số công suất nhỏ nhất

$$\varphi_{\text{load-max}} = \arccos(\text{power factor}_{\text{min}})$$

$$\varphi_{\text{load-max}} = \arccos(0.9) = 26^\circ$$

+ R load, minimum Load Impedance (ph-ph): Điện trở tải nhỏ nhất có thể xuất hiện với đặc tính bảo vệ chống sự cố pha-pha. Tham số này có thể đặt tương tự với đặt tính bảo vệ chống sự cố pha-đất (23,8 Ω).

+ PHI load, maximum Load Angle (ph-ph) với đặc tính bảo vệ chống sự cố pha-pha: Tương tự đặt 26°

+ Single pole trip for faults in Z2: Có sử dụng cắt một pha với các bảo vệ vùng 2 hay không.

+ Z1B enabled before 1st AR (int. or ext.): Sử dụng chức năng tăng tốc bảo vệ trước khi tự đóng lại (cho phép bảo vệ không chọn lọc Z1B hoạt động trước khi tự đóng lại)

- **Cài vùng 1 của bảo vệ khoảng cách:** áp dụng đối với đặc tính tứ giác

No.	Settings	Value
1301	Operating mode Z1	Forward
1302	R(Z1), Resistance for ph-ph-faults	2,830 Ohm
1303	X(Z1), Reactance	3,537 Ohm
1304	RE(Z1), Resistance for ph-e faults	2,830 Ohm
1305	T1-1phase, delay for single phase faults	0,00 sec
1306	T1multi-ph, delay for multi phase faults	0,00 sec
1307	Zone Reduction Angle (load compensation)	15 °

Hình 2.8. Các cài đặt cho Vùng 1 của bảo vệ khoảng cách

+ Operating mode Z1: Lựa chọn là Forward (Vùng bảo vệ nhìn về phía đường dây)

+ R(Z1), Resistance for ph-ph faults: Với đặc tính tứ giác thì phải cài đặt các giá trị R & X riêng. Các giá trị này khác nhau cho đặc tính pha-pha & pha-đất.

Độ nghiêng của đặc tính đã được chọn bằng góc nghiêng tổng trở đường dây, do đó về phía trục R cần mở rộng để có thể bao trọn cả điện trở hồ quang tại điểm sự cố. Điện trở hồ quang có thể tính theo công thức gần đúng:

$$R_{arc} = \frac{U_{arc}}{I_F}$$

Trong đó điện áp hồ quang  $U_{arc}$  có thể tính theo công thức sau (Cách tính này thường cho kết quả điện trở hồ quang lớn hơn thực tế, điều này đảm bảo bảo vệ sẽ làm việc chính xác):  $U_{arc} = 2500 \text{ V} \cdot l_{arc}$ , với  $l_{arc}$  là chiều dài của hồ quang. Thông thường chiều dài hồ quang xuất hiện lớn hơn khoảng cách pha-pha do hồ quang có

dạng đường vòng cung, một cách gần đúng có thể lấy chiều dài này bằng 2 lần khoảng cách pha-pha:

$$R_{arc} = \frac{2500 \text{ V} \cdot 2 \cdot 5 \text{ m}}{1967 \text{ A}} = 12.7 \Omega$$

Để có một mức độ dự phòng, thường giá trị này được lấy lớn hơn 20%, như vậy giá trị điện trở hồ quang sau khi qui đổi về thứ cấp là:

$$R(Z1) = \frac{1.2 \cdot 12.7 \cdot 0.2632}{2} = 2.01 \Omega \text{ (sec.)}$$

Giá trị này được chia 2 vì tổng trở được rơle tính theo mạch vòng pha-pha, còn giá trị cài đặt là cho từng pha riêng biệt.

Giá trị này được coi là độ mở về trục R nhỏ nhất để bao gồm cả điện trở hồ quang, tùy theo giá trị đặt của X mà có thể mở rộng thêm về phía trục R đảm bảo đặc tính có tính đối xứng. Theo quan điểm này và kết hợp với kinh nghiệm, giá trị này đặt như sau:

$$0.8 \cdot X(Z1) < R(Z1) < 2.5 \cdot X(Z1)$$

Giả thiết điện kháng vùng 1 là 3,537Ω thì giá trị R vùng 1 nên đặt là:

$$R(Z1) = 0,8 \cdot 3,537 = 2,830 \Omega \text{ (thứ cấp)}.$$

So sánh giá trị 2,01 và 2,830 thì chọn giá trị lớn hơn **2,830 Ω** đặt cho điện trở vùng 1 R(Z1).

+ X(Z1), Reactance: Giá trị điện kháng vùng 1, giá trị này đặt bằng 80% điện kháng đường dây. Do đó:

$$X(Z1) = 0.8 \cdot X_{Line 1}$$



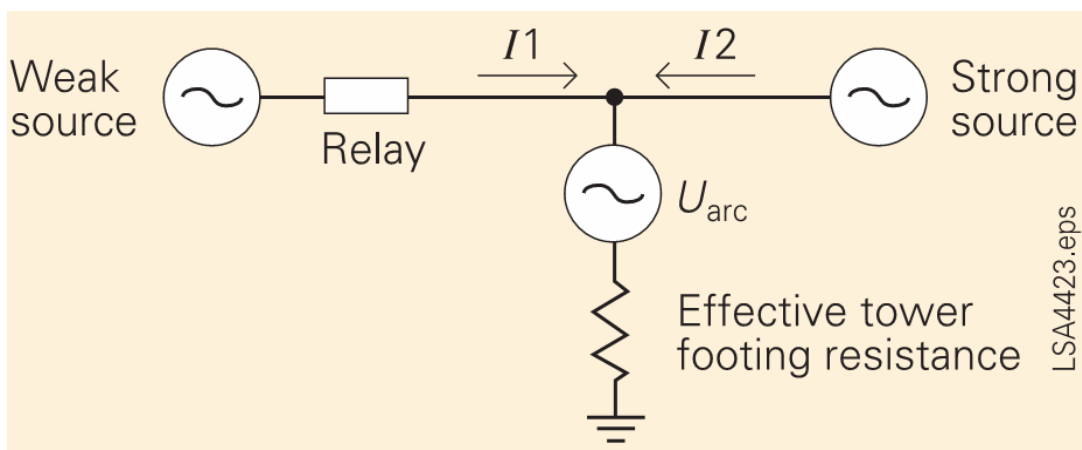
$$X(Z1) = 0.8 \cdot 80 \cdot 0.021 = 13.44 \Omega \text{ (Sơ cấp)}$$

Qui đổi về phía thứ cấp

$$X(Z1) = 13.44 \cdot 0.2632 = 3.537 \Omega \text{ (thứ cấp)}$$

+ RE(Z1), Resistance for ph-e faults: Điện trở vùng 1 cho đặc tính sự cố pha-đất. Với sự cố chạm đất thì trong mạch vòng tính toán có sự tham gia của không những của điện trở hồ quang mà cả điện trở nối đất cột điện. Mặc dù điện trở nối đất của một cột điện là  $15\Omega$ , tuy nhiên do có nhiều cột điện cùng nối đất song song nên điện trở này được giảm đi và giá trị cuối cùng là  $1,5 \Omega$ .

Ngoài ra còn một yếu tố khác góp phần vào mạch vòng tính toán tổng trở khi sự cố chạm đất, đó là nguồn ở phía đầu đối diện cũng góp dòng điện chạy qua điện trở nối đất cột điện gây ra điện áp giáng trên điện trở này, điện áp giáng này cũng bao gồm trong mạch tính toán



Hình 2.9. Ảnh hưởng của nguồn phía đối diện

Để loại trừ ảnh hưởng của dòng phía nguồn đối diện cần biết tỷ số dòng điện góp từ phía đối diện (theo thông số ban đầu thì tỷ số  $I_2/I_1=3$ ). Vậy điện trở nối đất cột điện tương đương có thể tính theo :



$$R_{TF} = \left(1 + \frac{I_2}{I_1}\right) \cdot \text{effective tower footing R}$$

$$R_{TF} = (1 + 3) \cdot 1.5 = 6 \Omega \text{ (prim.)}$$

Điện áp hồ quang và điện trở hồ quang cho sự cố pha đất tính theo

$$U_{arc} = 2500 \text{ V} \cdot l_{arc}$$

$$U_{arc} = 2500 \text{ V} \cdot 2 \cdot 3 \text{ m} = 15 \text{ kV} \quad \text{và} \quad R_{arc} = \frac{15 \text{ kV}}{1380 \Omega} = 10.9 \Omega$$

Như vậy tổng điện trở mà đặc tính pha-đất phải bao phủ gồm có điện trở nối đất tương đương của cột điện và điện trở hồ quang này.

Giá trị thực tế cài vào trong role bao gồm thêm 20% dự phòng và chia cho tỷ số  $(1 + RE/RL)$  vì  $R_{arc}$  and  $R_{TF}$  xuất hiện trong mạch vòng tính toán nhưng giá trị cài đặt lại đặt cho từng pha:

$$RE(Z1) = \frac{1.2 \cdot (10.9 + 6) \cdot 0.2632}{(1 + 1.4)} = 2.22 \Omega \text{ (sec.)}$$

Tương tự với đặc tính pha-pha, độ mở của đặc tính về phía trục R có thể tăng lên để đảm bảo tính đối xứng với giá trị X của đặc tính tác động. Công thức kinh nghiệm :

$$0.8 \cdot X(Z1) < RE(Z1) < \frac{1 + \frac{XE}{XL}}{1 + \frac{RE}{RL}} \cdot 2.5 \cdot X(Z1)$$

Do đó  $RE(Z1) = 0.8 \cdot 3.537 = 2.83 \Omega$  (Thứ cấp)

- **Cài vùng 1 mở rộng của bảo vệ khoảng cách (Zone Z1B):** áp dụng đối với các bảo vệ có sử dụng chức năng liên động POTT

Distance zones (quadrilateral) - Settings Group A		
Zone Z1   Zone Z1B-exten.   Zone Z2   Zone Z3   Zone Z4   Zone Z5		
Settings:		
No.	Settings	Value
1351	Operating mode Z1B (overreach zone)	Forward
1352	R(Z1B), Resistance for ph-ph-faults	1,500 Ohm
1353	X(Z1B), Reactance	3,000 Ohm
1354	RE(Z1B), Resistance for ph-e faults	3,000 Ohm
1355	T1B-1phase, delay for single ph. faults	0,00 sec
1356	T1B-multi-ph, delay for multi ph. faults	0,00 sec
1357	Z1B enabled before 1st AR (int. or ext.)	NO

Hình 2.10. Các cài đặt cho Vùng 1 mở rộng Z1B

Vùng mở rộng này được đặt bao trùm cả chiều dài đường dây được bảo vệ, giá trị tối thiểu 120%, tuy nhiên trong thực tế thường đặt 150%

- Vùng mở rộng theo trục R chọn theo 2 điều kiện tương tự như tính toán cho R(Z1) của vùng 1:

+ Chọn bao gồm cả điện trở hồ quang

+ Chọn đảm bảo tính đối xứng của đặc tính  $X(Z1B) < R(Z1) < 4 \cdot X(Z1)$

Trong hai giá trị này chọn giá trị nào lớn hơn để cài đặt

- Vùng mở rộng theo chiều điện kháng: Chọn theo 150% điện kháng của đường dây cần bảo vệ

- Vùng mở rộng theo trục điện trở cho đặc tính pha-đất: Chọn đảm bảo bao gồm cả điện trở hồ quang tại điểm sự cố và theo kinh nghiệm

$$\frac{1 + \frac{X_E}{R_E}}{1 + \frac{X_L}{R_L}} \cdot X(Z1B) < R(Z1B) < \frac{1 + \frac{X_E}{R_E}}{1 + \frac{X_L}{R_L}} \cdot 4 \cdot X(Z1B)$$

- Tính toán hoàn toàn tương tự cho vùng Z2 & Z3

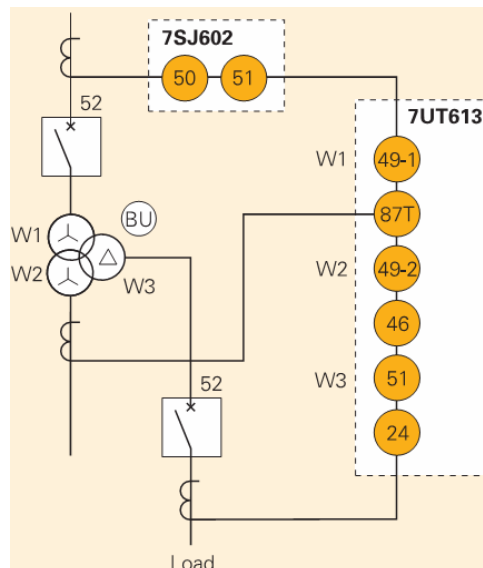
### II.3. Tính toán thông số cài đặt cho role so lệch ( $\Delta I$ hay 87)

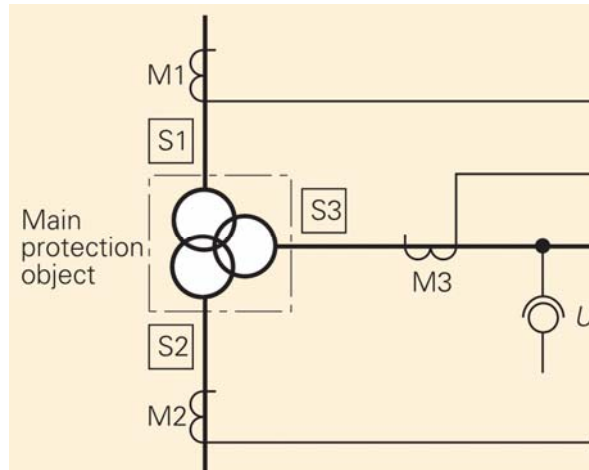
Bảo vệ so lệch thường dùng làm bảo vệ chính cho các máy biến áp, thanh góp, đường dây quan trọng, cấp điện áp cao. Sơ đồ phương thức bảo vệ đơn giản của máy biến áp ba cuộn dây thể hiện trên hình 2.11. Thông thường các role so lệch đã bao gồm cả chức năng bảo vệ quá dòng, tuy nhiên để nâng cao độ tin cậy thì thường chức năng bảo vệ quá dòng sử dụng role riêng biệt, chức năng bảo vệ quá dòng trong role so lệch chỉ làm dự phòng cho các bảo vệ cấp dưới.

Cài đặt chức năng bảo vệ so lệch cho máy biến áp cần một số bước như sau:

- Vào thông số của đối tượng được bảo vệ
- Chỉ định địa điểm đo (Vị trí đặt CT)

Hình 2.11. Bảo vệ máy biến áp 3 cuộn dây





Hình 2.12. Ví dụ về vị trí đặt biến dòng đo lường các phía

Với ví dụ trên hình 2.12 thì các phía của máy biến áp được xác định như sau:

- S1: Phía cao áp của máy biến áp. Phía S1 thường được lựa chọn như cuộn dây tham chiếu, không có độ lệch pha điện áp, thường lựa chọn phía cao áp.

- S2: Phía hạ áp

- S3: Cuộn dây thứ ba của máy biến áp

Các vị trí đo lường được chỉ định như sau:

- M1: Đo lường cho các đại lượng phía 1

- M2 & 3: Đo lường cho các đại lượng phía 2 & 3

Với cuộn dây phía S1 thường cần các thông số sau:

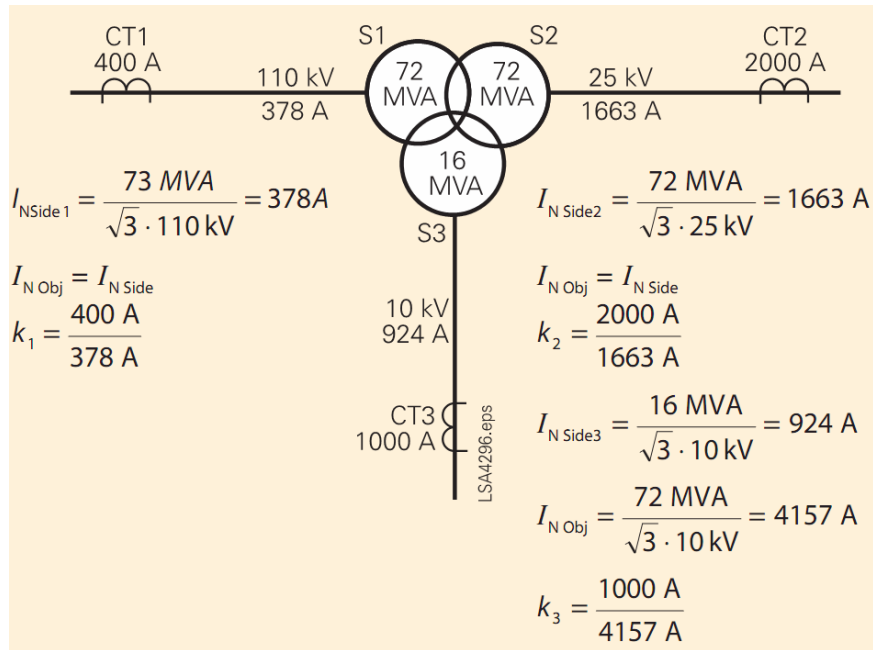
- Điện áp dây định mức  $U_N$  (kV)

- Công suất định mức

- Trạng thái nối đất của cuộn dây

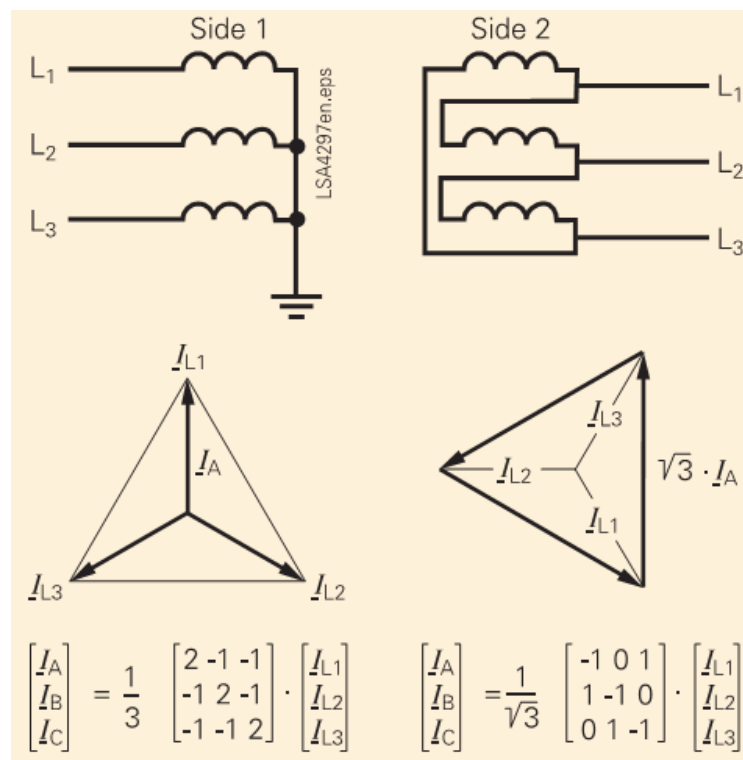
- Tổ đấu dây máy biến áp

Thông thường dòng điện chạy phía thứ cấp của máy biến áp/ dòng danh định CT không bằng với tỷ số đó của phía sơ cấp, do đó cần có thao tác đầu tiên là hiệu chỉnh sự sai lệch này (Bảng phần mềm trong role) như thể hiện trên hình 2.13.



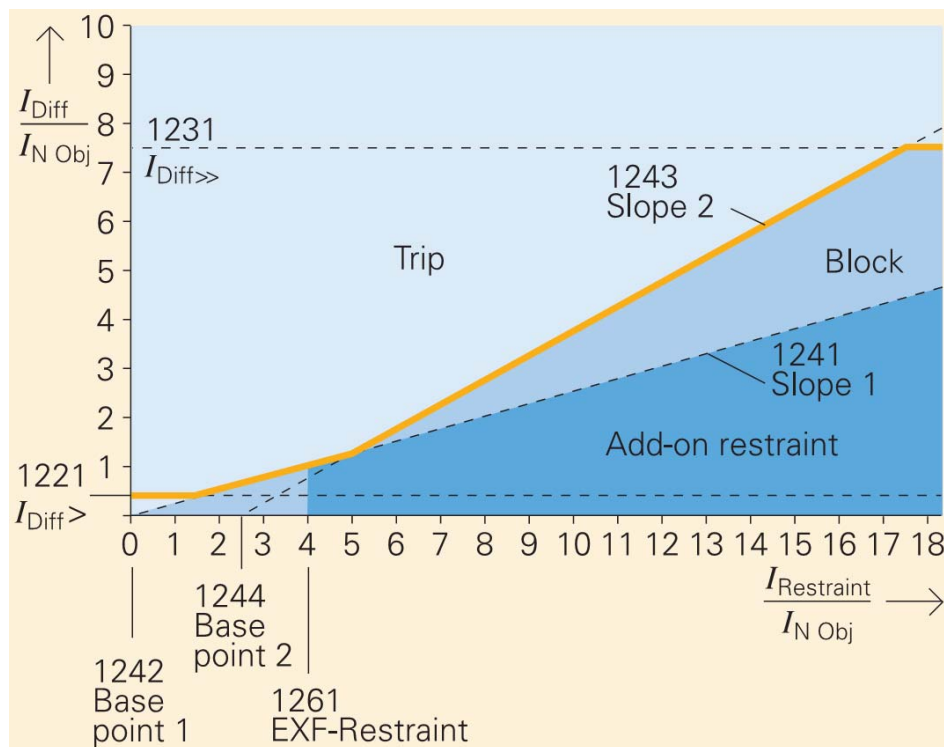
Hình 2.13. Biến đổi phù hợp dòng điện các phía trước khi thực hiện BV so lệch

Do máy biến áp có tổ đấu dây phía sơ cấp & thứ cấp khác nhau nên dòng điện hai phía có thể lệch nhau một góc nào đó → role có thuật toán để hiệu chỉnh sự lệch pha này (Hình 2.14).



Hình 2.14. Biến đổi phù hợp góc pha (trong nội bộ role)

### Đặc tính tác động của role thể hiện trên



Hình 2.15. Đặc tính tác động của role so lệch

Các giá trị cài đặt cho đặc tính này

- Dòng so lệch ngưỡng thấp (Đặc tính thấp nhất: giá trị  $0,2I_N$  ( $I_N$ : Dòng danh định của máy biến áp), thường đặt ngưỡng  $0,25I_N$ .
- Độ dốc của đặc tính thứ hai: Đặc tính thường được đặt dốc với độ dốc 25%, vị trí điểm cơ sở và độ dốc của đặc tính đã tính tới sai số của CT do các yếu tố khác.
- Đặc tính hãm bổ sung cũng cài đặt với độ dốc trùng với đặc tính 1 và điểm cơ sở theo mặc định là 4.
- Đặc tính thứ 3 cũng được khuyến cáo cài đặt theo nhà sản xuất
- Đặc tính so lệch ngưỡng cao: Độ dốc bằng 0, hoạt động khi sự cố rơi vào trong vùng bảo vệ, khi đó không cần tác dụng hãm. Giá trị cài đặt này tương tự cho bảo vệ của các nước khác.

Do đó, với BV so lệch thì các giá trị cài đặt thường lấy mặc định, duy nhất tham số cần chỉnh đó là dòng so lệch ngưỡng cao (Chỉnh theo  $U_k\%$ ) và thời gian tác động của bảo vệ.

## CHƯƠNG III. CÀI ĐẶT RƠ LE CỦA SIEMENS Ở CHẾ ĐỘ OFFLINE TRÊN MÁY TÍNH

### III.1. Các yêu cầu chung

Việc truy nhập và chỉnh định role của SIEMENS có thể thực hiện bằng máy tính có trang bị phần mềm DIGSI. Mục đích truy nhập vào role để đọc và thay đổi các tham số chỉnh định, lấy các bản ghi sự kiện, sự cố cũng như các thông số vận hành khác. Các thông tin lấy được có thể dễ dàng lưu trữ và gửi đến các đơn vị liên quan nhằm mục đích điều tra, xử lý sự cố từ xa.

Phần mềm DIGSI 4 được thiết kế theo dạng modul, gồm các modul chính sau đây:

- Display Editor: Dùng để tạo và chỉnh sửa các sơ đồ một sợi hiển thị trên màn hình role

- SIGRA: Hiển thị dạng sóng của các bản ghi sự cố và phân tích

- CFC: Để lập trình tạo các chức năng mới hoặc thay đổi các sơ đồ logic có sẵn trong role

- Yêu cầu chung về phần cứng:

- + Máy tính xách tay có cài đặt phần mềm giao tiếp DIGSI 4.8 và Driver của các loại role SIEMENS.

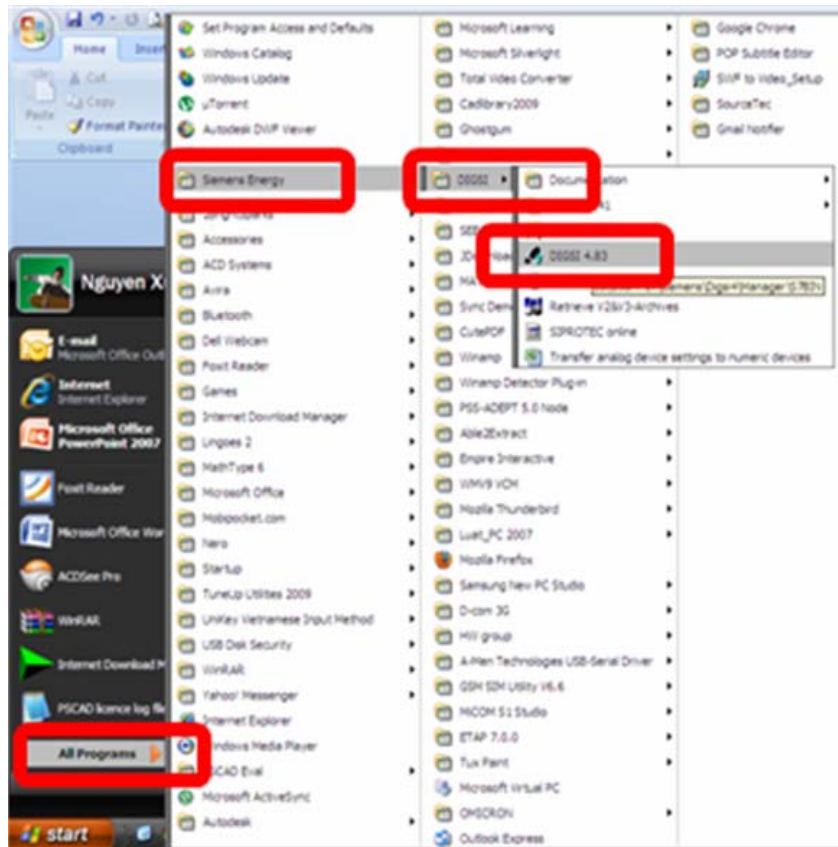
- + Các driver thường có sẵn trong bộ cài, tuy nhiên nếu thiếu có thể tải về từ trang web của hãng: [http://siemens.siprotec.de/download\\_neu/index\\_e.htm](http://siemens.siprotec.de/download_neu/index_e.htm)

- + Cáp kết nối: Cáp chuyển đổi cổng USB sang COM, cáp cổng COM loại 9 chân hoặc 25 chân tùy loại role.

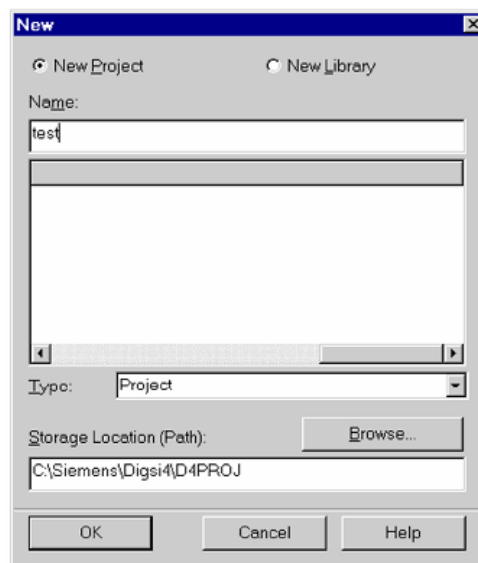


### III.2. Các bước thực hiện

1. Khởi động máy tính và cắm cáp nối với cổng truyền thông ở mặt trước role  
- Khởi động phần mềm DIGSI.



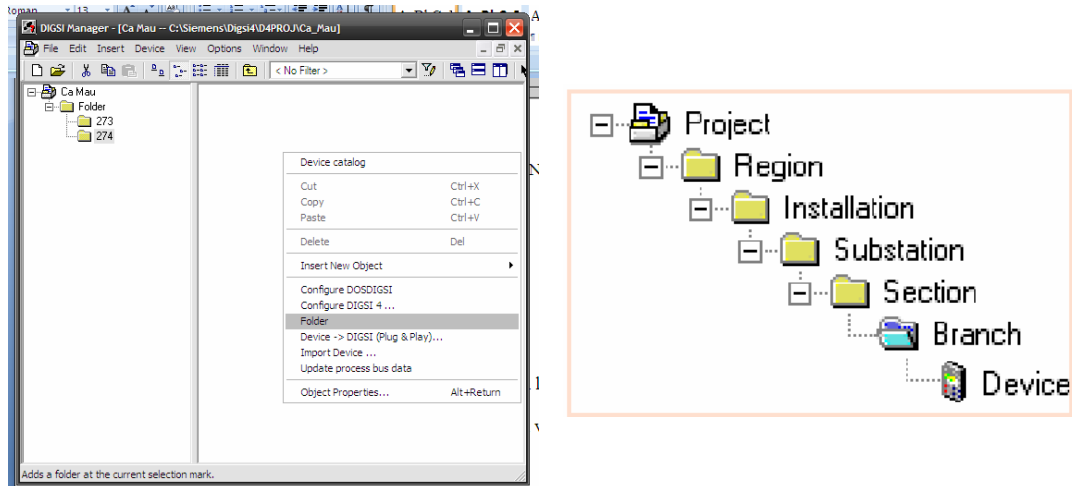
2. Vào **File** -> **New**, trong mục Name gõ tên của Project ( Ví dụ: Test). Project này chỉ cần tạo trong lần đầu. Những lần sử dụng tiếp theo chỉ cần vào File -> Open và chọn tên Project đã có sẵn.



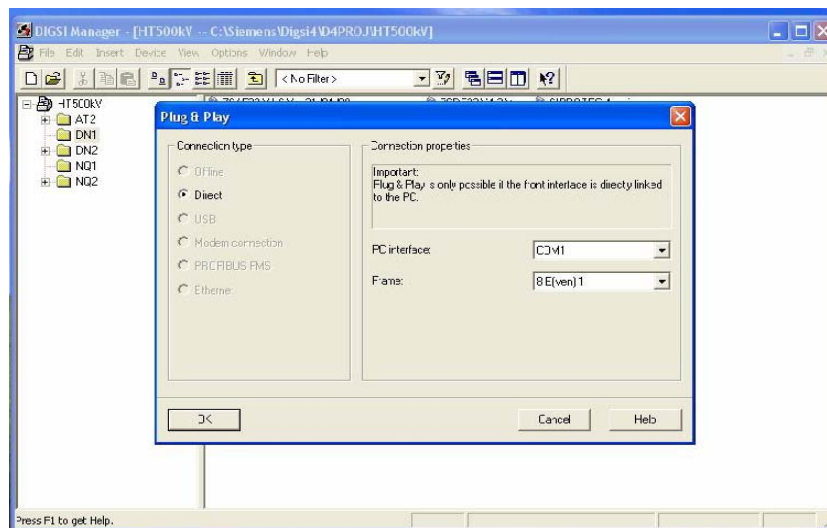


3. Tạo các thư mục theo tên ngăn lộ để dễ dàng quản lý: Nhấp chuột phải vào màn hình trống, chọn **Folder**, gõ tên thư mục.

4. Sau khi tạo các thư mục, vào thư mục tương ứng ngăn lộ cần khai thác dữ liệu, nhấp chuột phải chọn Device -> Digsi (Plug & Play). Chọn version của role (Các role đời mới là SIPROTEC 4).

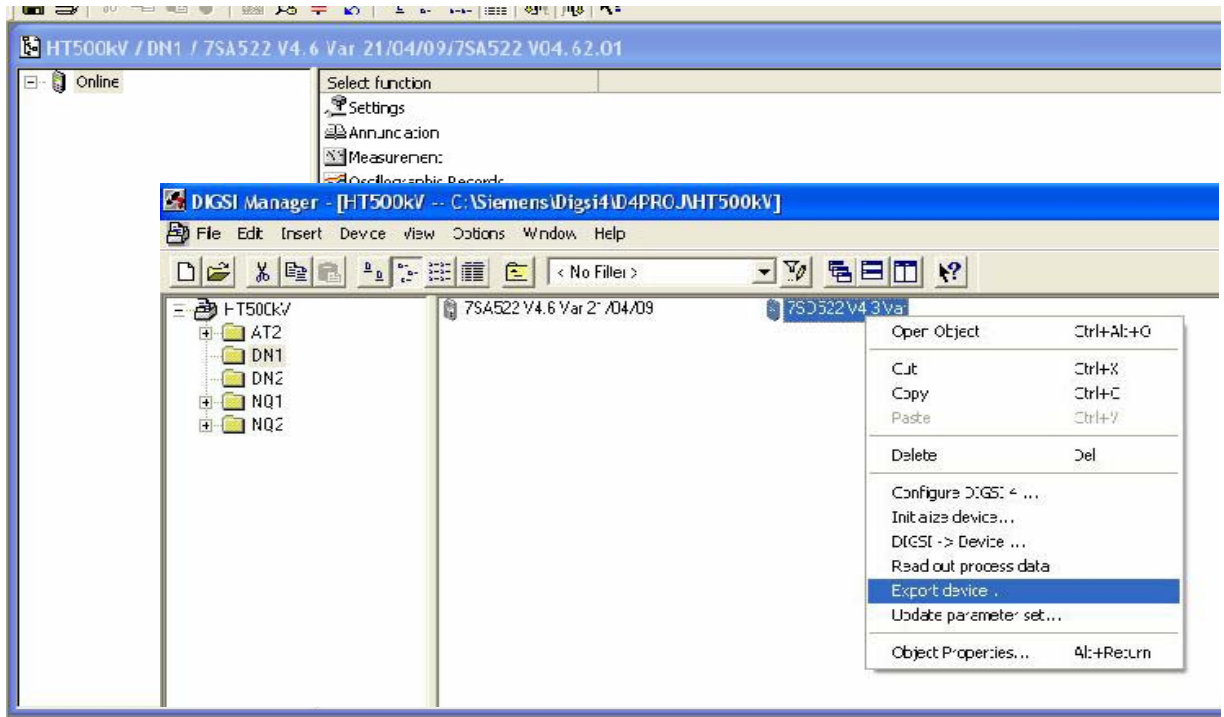


Chọn kiểu kết nối Direct (Trực tiếp) và cổng giao diện với máy tính (PC Interface) là COM1.

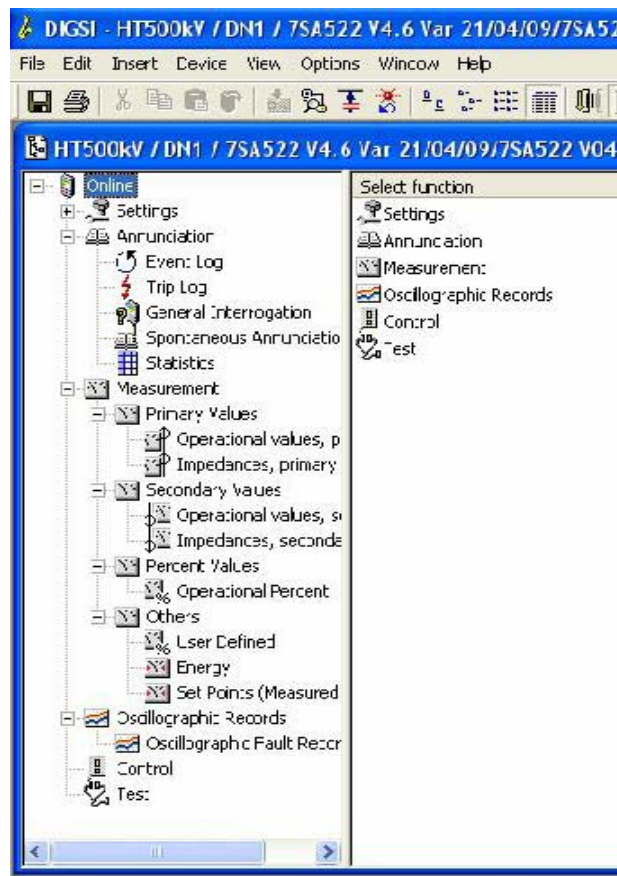


5. Phần mềm DIGSI 4 sẽ tự động xác định kiểu thiết bị đang được kết nối cấu hình và đọc các dữ liệu lưu trữ trong thiết bị sau vài phút kết nối. Chọn File -> Save để ghi lại toàn bộ dữ liệu (Save process data). Toàn bộ thông tin về cấu hình, chỉnh định, các bản ghi sự kiện, sự cố và các bản ghi dạng sóng dòng điện, điện áp tại các thời điểm xảy ra sự cố mà role bắt được sẽ được tải và lưu vào máy tính.





6. Sau khi đọc và lưu các dữ liệu từ rơ le vào máy tính ta có thể ngắt kết nối với rơ le rồi xử lý dữ liệu ở chế độ off-line. Trong chế độ này ta có thể nghiên cứu từng mục và in ra một cách dễ dàng.



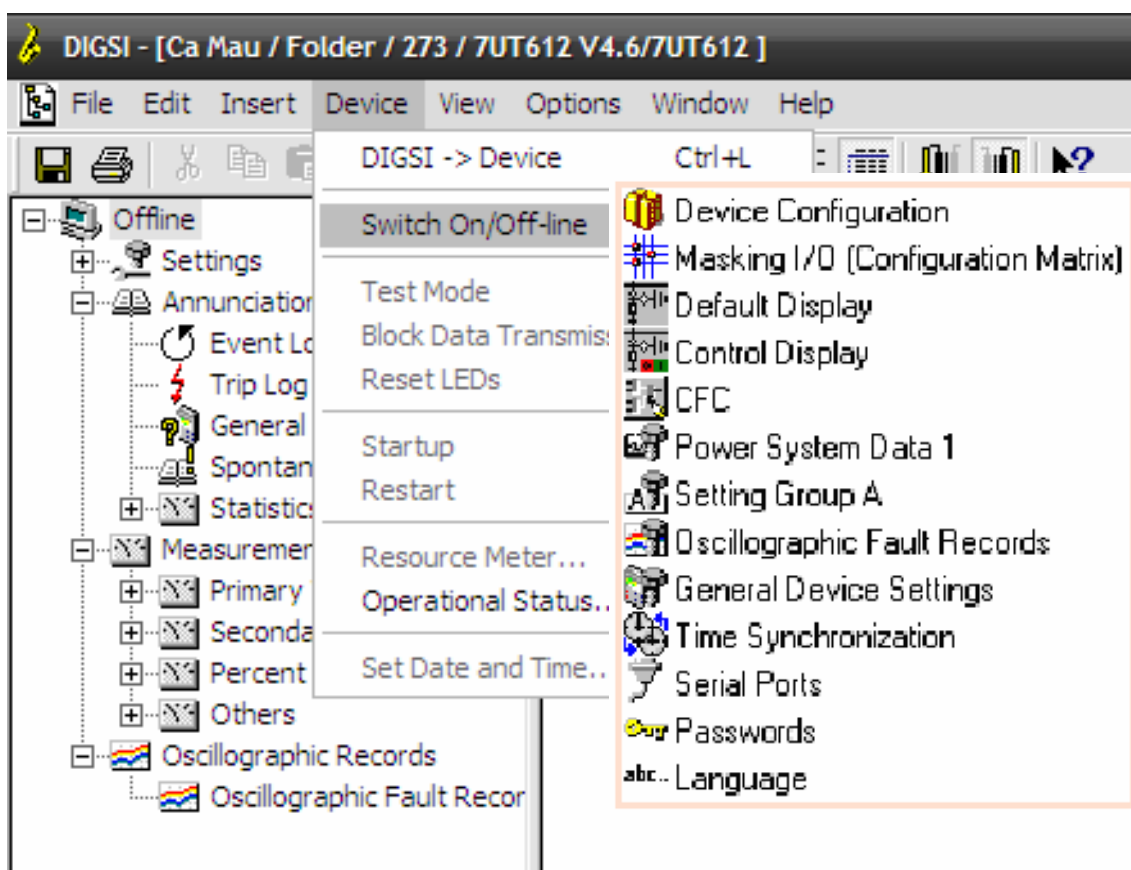
7. Nếu muốn gửi những dữ liệu đã được đọc ra từ một role qua đường đính kèm file trong email hoặc các thiết bị lưu trữ khác ta phải xuất các dữ liệu đó thành một file duy nhất. Các bước tiến hành như sau:

- Tải dữ liệu từ role về máy tính
- Ngắt kết nối với role
- Nhấp chuột phải vào biểu tượng role mới tải về, chọn mục Export device, chọn đường dẫn và sửa tên file nếu muốn, nhấn OK.

File xuất ra có định dạng \*.de2, \*.de3, \*.dex tùy theo version của từng role hoặc định dạng \*.xrio phục vụ cho việc thí nghiệm role.

### III.3. Thay đổi các giá trị chỉnh định của role

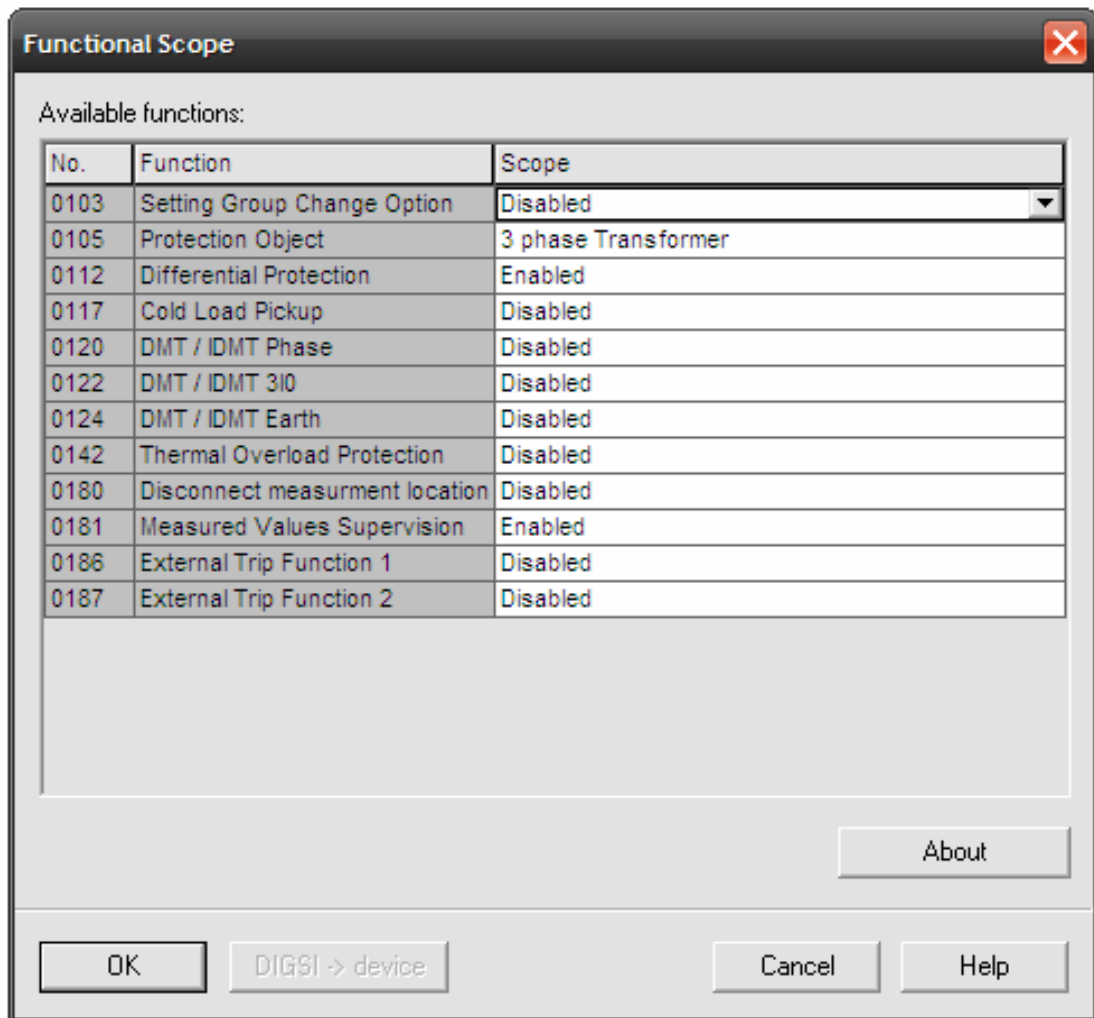
Để thay đổi các giá trị chỉnh định, tốt nhất nên thực hiện ở chế độ offline và sau đó mới tải vào role. Chuyển sang chế độ Offline bằng cách vào Device → Switch On/Offline



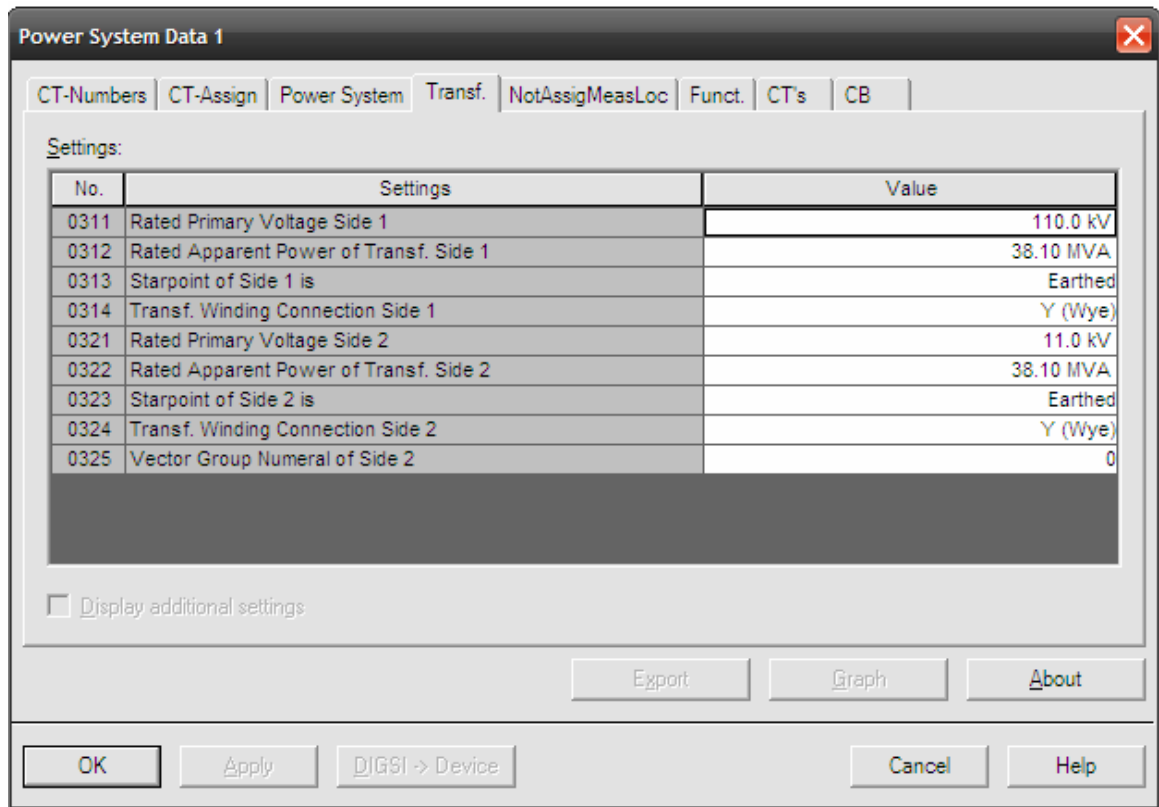
Phía bên trái màn hình sẽ là các thư mục như Settings, Annunciation, Measurement, Oscillographic Records. Click vào mục Settings thì màn hình bên phải sẽ hiển thị các chức năng nằm trong mục này:

Các chức năng trong mục này có ý nghĩa như sau:

- *Device configuration*: Cho phép chỉnh định tắt/bật các chức năng bảo vệ và chức năng liên quan

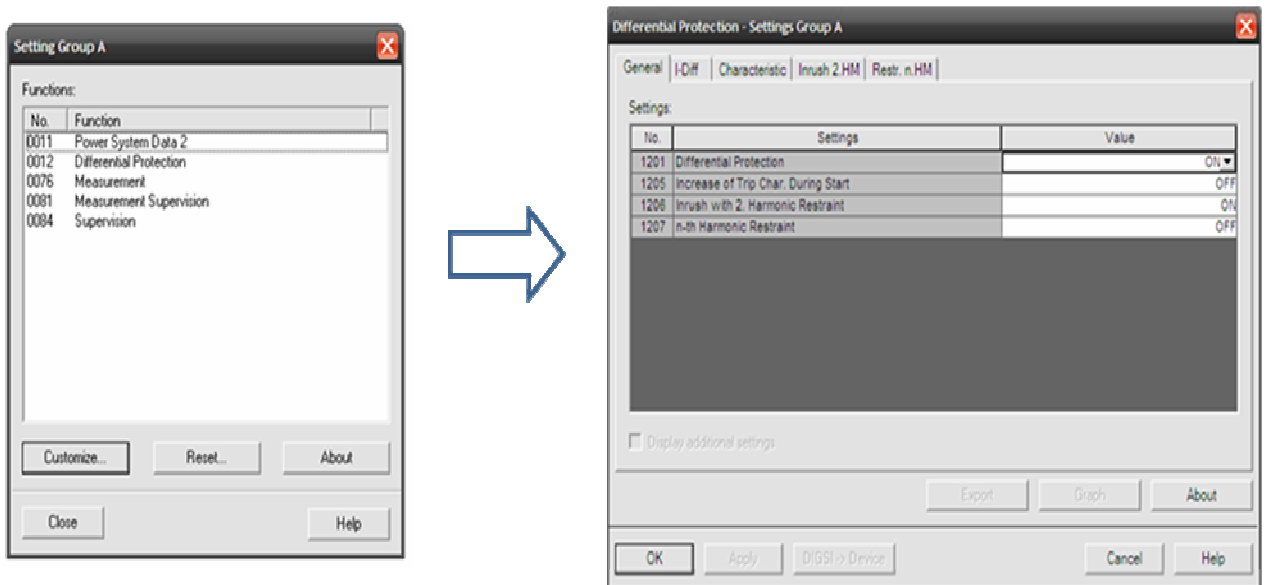


- *Power System Data 1*: Các thông tin về đối tượng được bảo vệ, biến dòng điện, biến điện áp, máy cắt..



Dữ liệu cấu trúc theo dạng các thẻ, click vào thẻ tương ứng để thay đổi dữ liệu.

- *Setting Group A*: Chứa các thông tin về các giá trị cài đặt, chỉnh định cho chức năng bảo vệ và giám sát. Click vào các mục muốn chỉnh định, một cửa sổ mới tương ứng với chức năng này sẽ mở ra.



- *Masking I/O (Configuration Matrix)*: Chức năng này sử dụng để thay đổi, gán các chức năng cho các đèn LED hiển thị, gán các chức năng cho các đầu vào/ra của role. Cấu trúc của phần này tương tự như một bản tính Excel với các chức năng bố trí theo hàng, còn các cột là các chỉnh định tương ứng.

Khi click vào Masking I/O (Configuration Matrix) sẽ hiện ra một bảng, với hầu hết màu xám. Để xem chi tiết, click đúp vào các chữ bên trái (Device, P. System Data 1, ...)

	Information				Source																
	No.	Display text:	L	Type	BI													F	S	C	Z
					1	2	3	4	5	6	7	21	22	23	24						
Device, General					*	*											*	*			
P.System Data 1																					
Osc. Fault Rec.																	*	*			
P.System Data 2						*	*														
50/51 Overcur.																					
67 Direct. O/C																					

	Information				Source																
	No.	Display text:	L	Type	BI													F	S	C	Z
					1	2	3	4	5	6	7										
Device, General					*	*															
P.System Data 1																					
Osc. Fault Rec.	00004	>Trig.WWave.Cap.		SP																	
	00203	WWave.deleted		OUT_Ev																	
		FitRecSta		IntSP																	
P.System Data 2															*	*					
50/51 Overcur.															*						
67 Direct. O/C																					

- Click đúp vào Device để hiển thị thêm thông tin, giả thiết ta muốn thay đổi một số hiển thị, các bước như sau:

+ Giả thiết cần liên kết để chỉ báo rằng khi có tín hiệu ra nhị phân tại đầu vào 3 thì role sẽ khởi động chế độ Test Mode: đưa chuột vào nơi giao nhau của hàng Test mode và cột BI số 3, nhấn phải chuột, chọn H (Active with voltage) → như vậy ta đã liên kết một đầu vào nhị phân với một chức năng trong role.

+ Giả thiết tiếp theo là ta muốn một đèn LED sẽ sáng chỉ báo chế độ này, và đèn LED sẽ tắt khi chế độ này kết thúc. Chọn nơi giao nhau giữa hàng Test Mode và cột LED số 5, chọn phải chuột, chọn Unlatched (Có nghĩa là đèn LED 5 này sẽ sáng chừng nào chức năng Test Mode đang được kích hoạt và tự giải trừ khi chức năng này kết thúc). Chọn Latched có nghĩa là chức năng này yêu cầu giải trừ tín hiệu (LED) bằng tay.

+ Nếu muốn hiển thị các thông tin này ở hệ thống điều khiển của trạm và gửi tới hệ thống SCADA thì chọn tương tự (chọn X) ở hàng S (System Interface).

## CHƯƠNG IV. THÍ NGHIỆM KIỂM TRA ĐẶC TÍNH TÁC ĐỘNG CỦA RƠ LE SIEMENS

### IV.1. Giới thiệu hợp bộ thí nghiệm role CMC 356 (Omicron) và phần mềm điều khiển Test Universe



Hình 4.1. Mặt trước hợp bộ thí nghiệm CMC356

Hợp bộ thí nghiệm CMC 356 của hãng OMICRON được thiết kế cho công tác thí nghiệm các thiết bị bảo vệ rơle. Hợp bộ thí nghiệm này đi kèm theo với phần mềm điều khiển OMICRON Test Universe, tất cả các thao tác chuẩn bị đối tượng thí nghiệm, chuẩn bị các trình tự thí nghiệm.. đều có thể thực hiện trước bằng phần mềm Test Universe. Phần mềm DIGSI của SIEMENS cho phép xuất ra các file cấu hình tương thích với Test Universe, điều đó có nghĩa là hoàn toàn có thể trích xuất tham số cài đặt & cấu hình trực tiếp từ rơle sau đó chuyển sang hợp bộ thí nghiệm một cách dễ dàng, giảm thời gian chuẩn bị thí nghiệm. Với các hãng rơle khác có thể sử dụng phần mềm chuyển đổi chuyên dụng (XRIO Convert) để đổi các file dữ liệu cài đặt về định dạng phù hợp với phần mềm Test Universe.

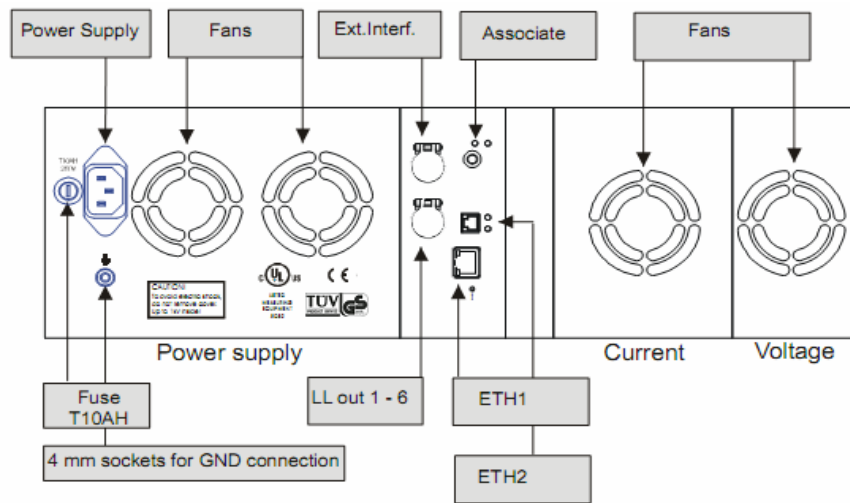
Ngoài ra phần mềm còn cho phép sử dụng các bản ghi sự cố lấy ra từ rơle để mô phỏng, điều khiển bộ phát dòng và áp CMC 356, qua đó kiểm tra phản ứng động của rơle với sự cố thực đã xảy ra (Transplay). Chức năng phát sóng hài cho phép kiểm tra khả năng hãm theo sóng hài của bảo vệ so lệch máy biến áp. Để thuận tiện cho việc thí nghiệm các rơle riêng lẻ thì hợp bộ thí nghiệm có cả chức năng phát nguồn một chiều dc làm nguồn nuôi rơle.

### IV.2. Thao tác kết nối

Thao tác kết nối đảm bảo nối đúng máy tính điều khiển và hợp bộ thí nghiệm. Do các thiết bị CMC kết nối với máy tính qua cổng Ethernet nên có thể từ một máy tính kết nối tới bất cứ thiết bị CMC nào trong mạng, điều này có thể gây nguy hiểm nếu vô tình vận hành phát dòng & áp cho một thiết bị CMC ở đâu đó không trong



tầm kiểm soát. Để ngăn chặn tình trạng này thiết bị CMC được trang bị một cơ cấu kết nối bao gồm cả thao tác bấm nút chấp nhận.



Hình 4.2. Mặt sau hợp bộ CMC 356

Trình tự kết nối như sau:

1. Kết nối cáp giữa hợp bộ và máy tính - Khởi động phần mềm Omicron Test Universe và bật hợp bộ thí nghiệm.
2. Tại giao diện phần mềm Omicron Test Universe chọn mục **Setup** → **Test Set Association**.

Tại cửa sổ mới hiện ra chọn **Search** để tìm kiếm thiết bị CMC đang được nối vào.



3. Thiết bị hợp bộ thí nghiệm được tìm thấy sẽ được liệt kê ở phần trống trống bên dưới, bao gồm tên thiết bị, mã số, ... Click chọn thiết bị vừa được nhận dạng → click vào mục **Associate**

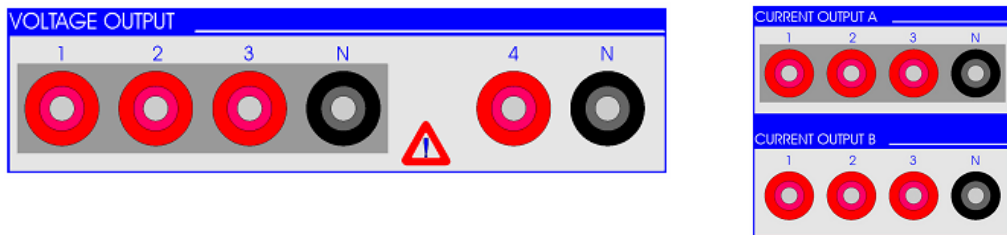


4. Sau đó máy tính sẽ thực hiện thao tác kết nối với hợp bộ thí nghiệm, trong quá trình đó sẽ có yêu cầu bấm nút Associate phía đằng sau hợp bộ (Hình 4.2). Bấm nút này và quá trình kết nối giữa máy tính với hợp bộ sẽ hoàn tất, khi quá trình kết nối thành công có thể nhìn thấy biểu tượng nối thông phía dưới bên phải giao diện.

5. Các thông tin về máy tính đang kết nối sẽ được lưu trữ trong hợp bộ.

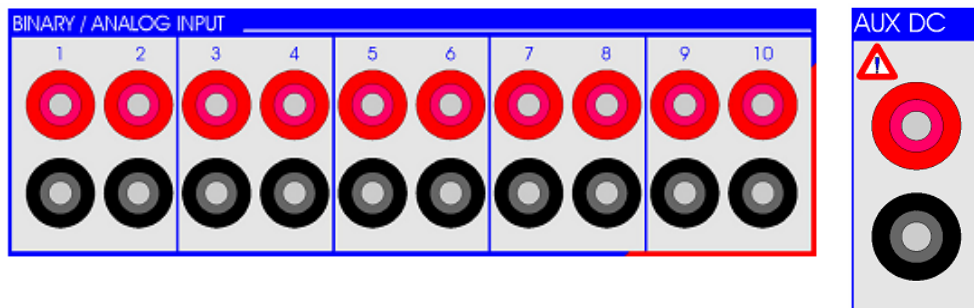
### IV.3. Đầu nối giữa hợp bộ thí nghiệm và rơle

Hợp bộ thí nghiệm có các đầu ra điện áp và dòng điện



Đầu nối các đầu ra này vào các đầu vào áp & dòng tương ứng của rơle (Các đầu vào dòng và áp của rơle thay đổi tùy theo chủng loại rơle và được chỉ rõ trong các tài liệu đi kèm của rơle)

Hợp bộ thí nghiệm còn có các đầu vào nhị phân/ tương tự:

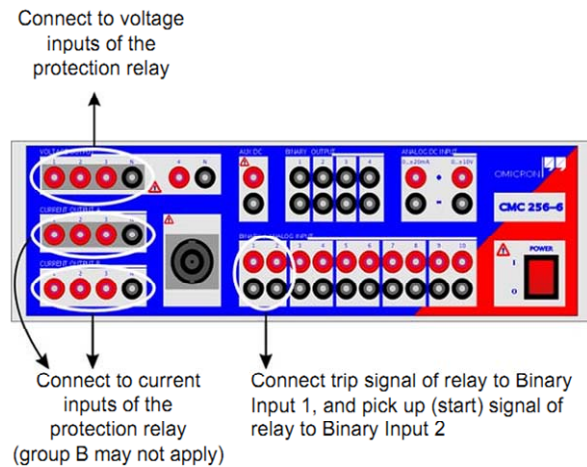


Các đầu vào này hoàn toàn có thể lập trình để trở thành đầu vào nhị phân hoặc đầu vào tương tự (Chức năng đầu vào tương tự sử dụng khi dùng chức năng đo lường của hợp bộ thí nghiệm).

Các đầu vào nhị phân thường được nối tới các tiếp điểm đầu ra của rơle, khi rơle tác động thì tín hiệu đầu ra của rơle sẽ gửi tới hợp bộ qua đầu vào nhị phân để ra lệnh dừng đồng hồ thời gian (Ví dụ khi cần đo thời gian tác động), hoặc dừng bơm dòng (Ví dụ khi xác định ngưỡng khởi động của rơle), ...

Hợp bộ thí nghiệm còn có nguồn dc cấp ra nuôi rơle, điện áp này có thể thay đổi từ 0V÷264V: Tại giao diện chính của Omicron Test Universe, chọn **Aux DC** → lựa chọn mức điện áp mong muốn.

Chi tiết về các đầu vào/ ra mặt trước của hộp bộ thí nghiệm thể hiện trên hình 4.3.



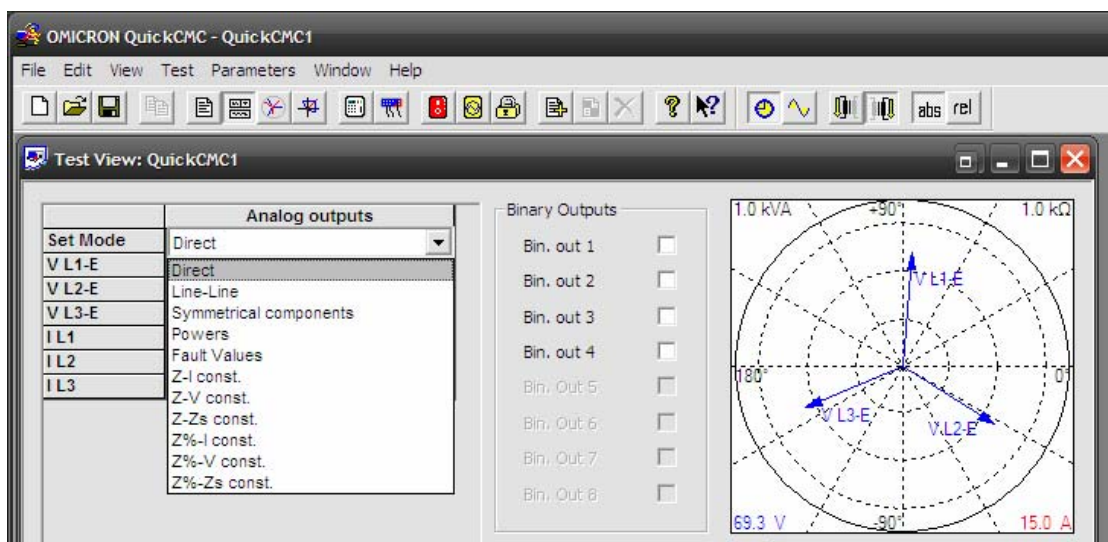
Hình 4.3. Mặt trước hộp bộ thí nghiệm CMC 256 (Tương tự với CMC 356)

#### IV.4. Lựa chọn phương thức kiểm tra

Việc chuẩn bị số liệu và trình tự test role được thực hiện trên phần mềm Omicron Test Universe. Có thể thực hiện các bước chuẩn bị dòng & áp bằng tay hoặc sử dụng các khối chức năng được thiết kế riêng cho các loại role. Giao diện chính của phần mềm có các nhóm chức năng chính cần chú ý sau đây:

a) *Quick CMC*: Chức năng cho phép thực hiện các thao tác điều chỉnh, bơm dòng & áp bằng tay. Chức năng này cho phép điều chỉnh dòng điện, điện áp theo các giá trị đưa vào, đồng thời có thể điều chỉnh các giá trị này bằng cách trực tiếp kéo - thả các vectơ (Thay đổi cả độ lớn và góc pha trực quan)

Có thể lựa chọn các phương thức vào số liệu như sau:



- Direct: Trực tiếp vào số liệu dòng & áp pha, có thể sử dụng chức năng kéo thả từ đồ thị vecto liền kề.
- Line-Line: Điều chỉnh theo điện áp dây.
- Symmetrical Components: Điều chỉnh theo các thành phần đối xứng của dòng & áp.
- Fault values: Theo dòng điện & điện áp của sự cố
- Z-I const: Điều chỉnh ntheo tổng trở và dòng điện, giá trị điện áp bơm vào được tự động tính ra từ hai giá trị này.
- Tương tự cho các chức năng khác.

Lưu ý rằng tần số mặc định của thiết bị là 60Hz, do đó cần chỉnh về 50Hz cho phù hợp với điều kiện tại Việt Nam.

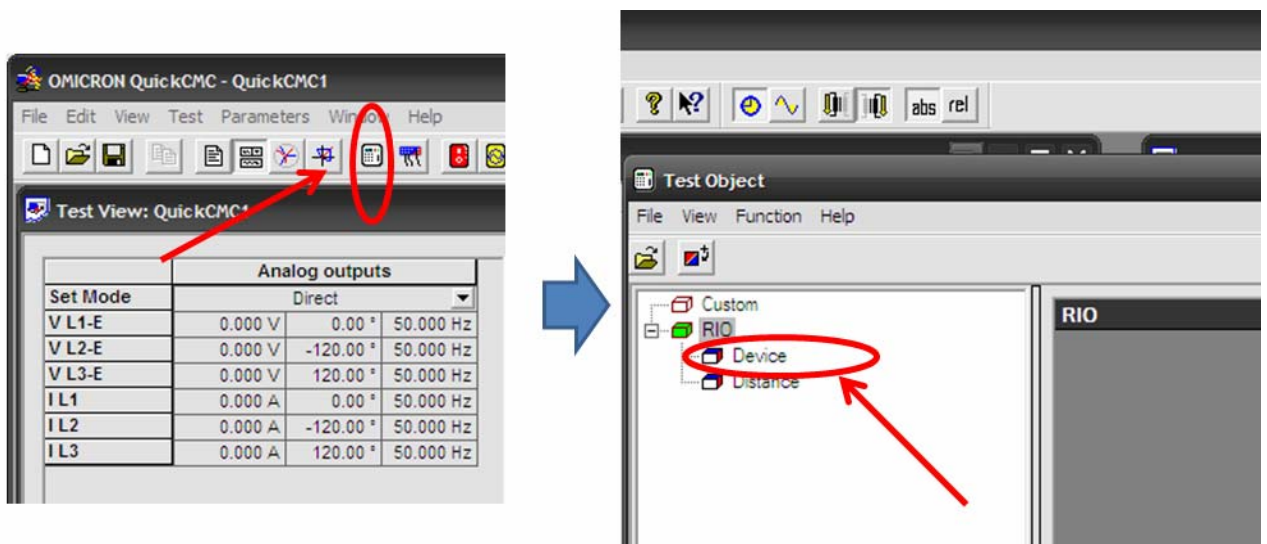
b) *Overcurrent*: Khối chức năng này được thiết kế chuyên dụng cho việc kiểm tra các role quá dòng. Các đại lượng dòng & áp đưa vào role được lấy trực tiếp bằng các click vào đặc tính tác động của bảo vệ quá dòng.

c) *Distance & Diffirential*: Hoàn toàn tương tự khối chức năng bảo vệ quá dòng. Hai khối này được thiết kế chuyên dụng cho việc kiểm tra các role khoảng cách và role so lệch.

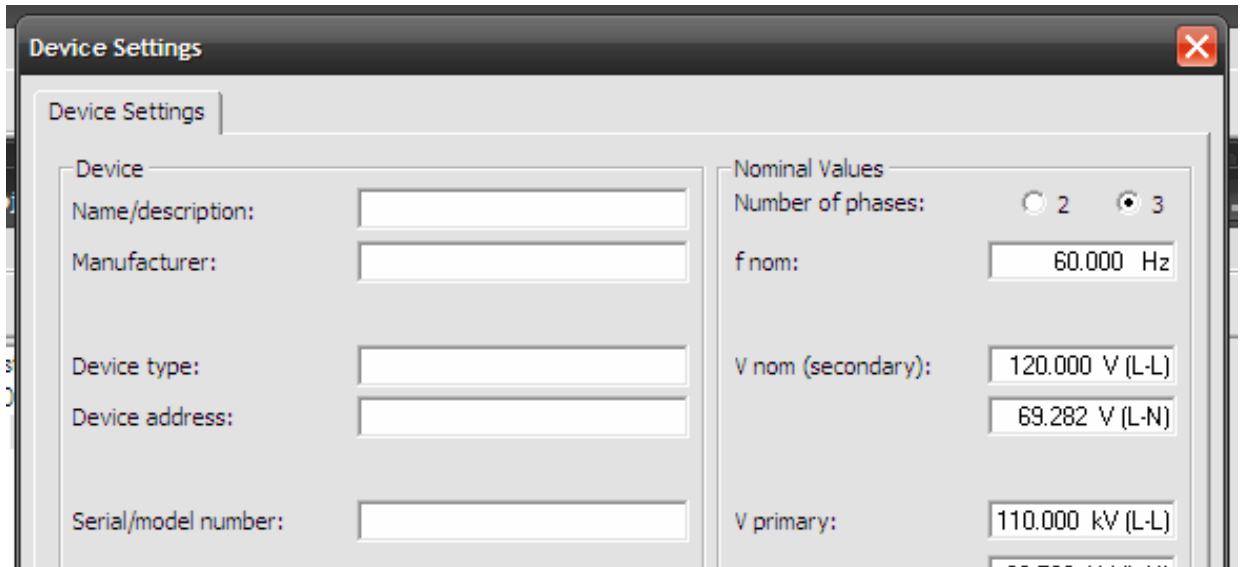
#### IV.5. Chuẩn bị đối tượng thí nghiệm

##### a) Sử dụng Quick CMC

Khởi động chức năng Quick CMC → chọn Test Object Parameters → Hiện ra cửa sổ Test Object.



Click vào **Device**:



Điền đầy đủ các tham số về đối tượng: Tên và chủng loại role, ngăn lộ, trạm biến áp, ... sau đó bấm OK để xác nhận. Các tham số này sẽ được in ra cùng với bản báo cáo kết quả thí nghiệm.

b) Sử dụng các khối chức năng chuyên dụng (Quá dòng, khoảng cách, so lệch): Việc vào tham số về role (Test Object) cũng có thể được tiến hành từ giao diện của các khối chức năng chuyên dụng

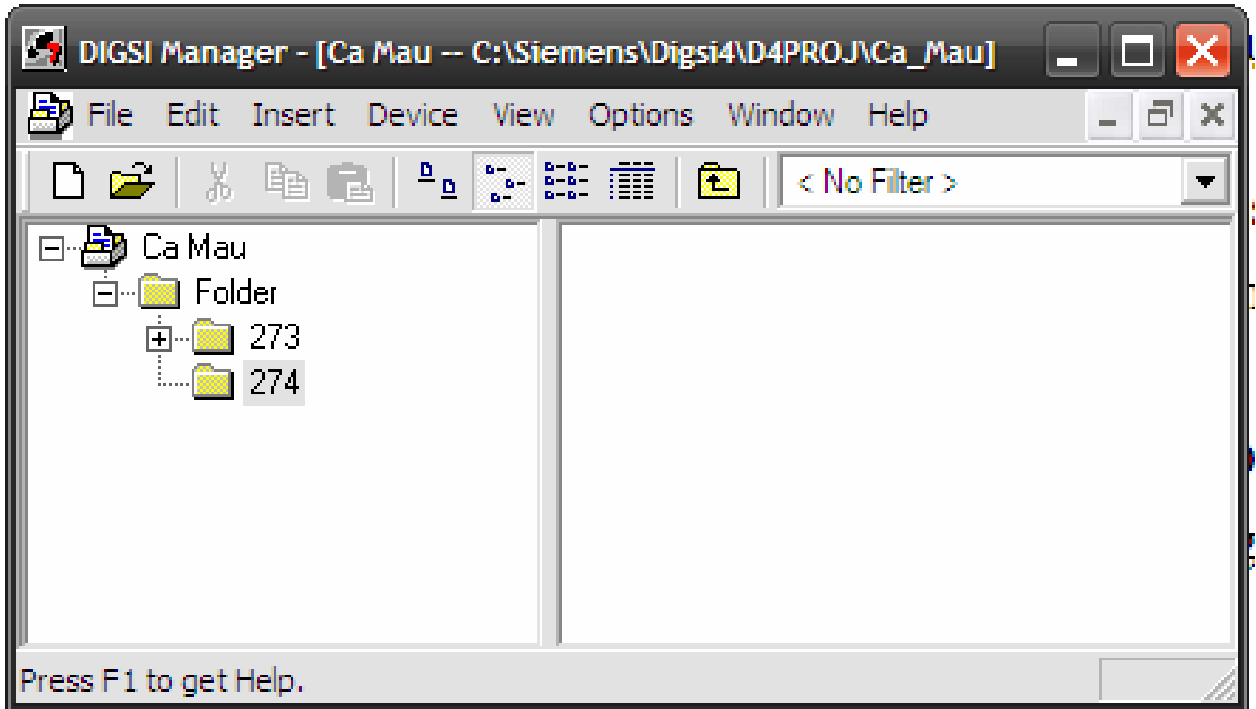
#### **IV.5.1. Thí nghiệm rơ le quá dòng điện**

Việc thí nghiệm role quá dòng có thể bằng hai cách: Sử dụng chức năng **Quick CMC** hoặc sử dụng chức năng **Overcurrent**. Tuy nhiên, sử dụng chức năng **Overcurrent** là thuận tiện nhất do đây là chức năng được thiết kế chuyên dụng để thí nghiệm role quá dòng.

Chuẩn bị các thông số của role được thí nghiệm có thể theo các cách sau:

- Sử dụng phần mềm DIGSI và kết nối tới role → tải về các tham số đã có của role, sau đó sử dụng chức năng Export để chuyển đổi các tham số này sang định dạng với đuôi “.xrio” phù hợp với phần mềm Test Universe của Omicron .

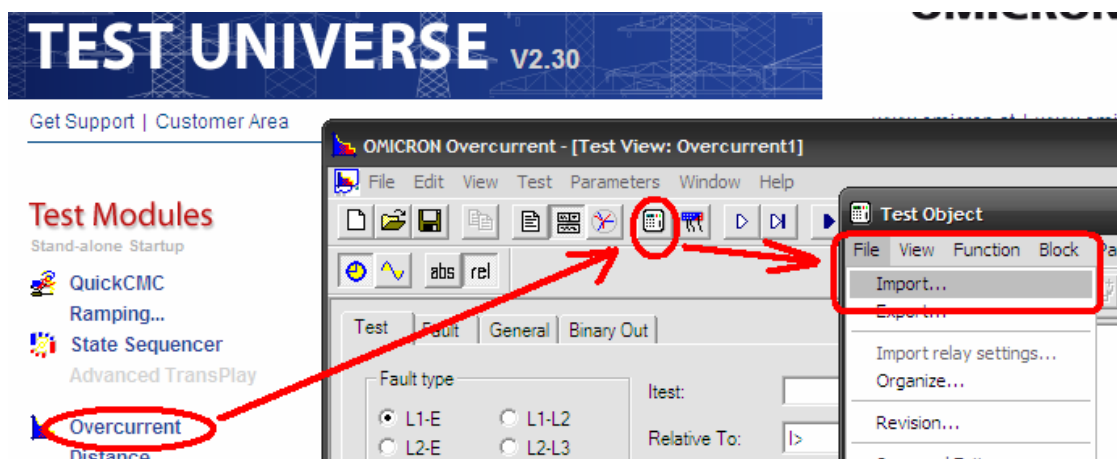
- Sử dụng chế độ Offline của phần mềm DIGSI: Khởi động DIGSI, tạo các thư mục quản lý tương tự như thao tác đã trình bày trong mục III.2.



Nhấp chuột vào thư mục 274 (Giả thiết rằng role quá dòng đang dùng để bảo vệ ngăn lộ này). Nhấn phải chuột vào phần trống bên phải màn hình → Device Catalog → chọn role tương ứng (7SJ612) sau đó kéo thả vào phần màn hình trống này.

Sau đó nhấn kép chuột vào file vừa kéo thả vào và chọn chế độ Offline → toàn bộ các tham số (mặc định) của role này sẽ được chuyển vào trong phần mềm DIGSI.

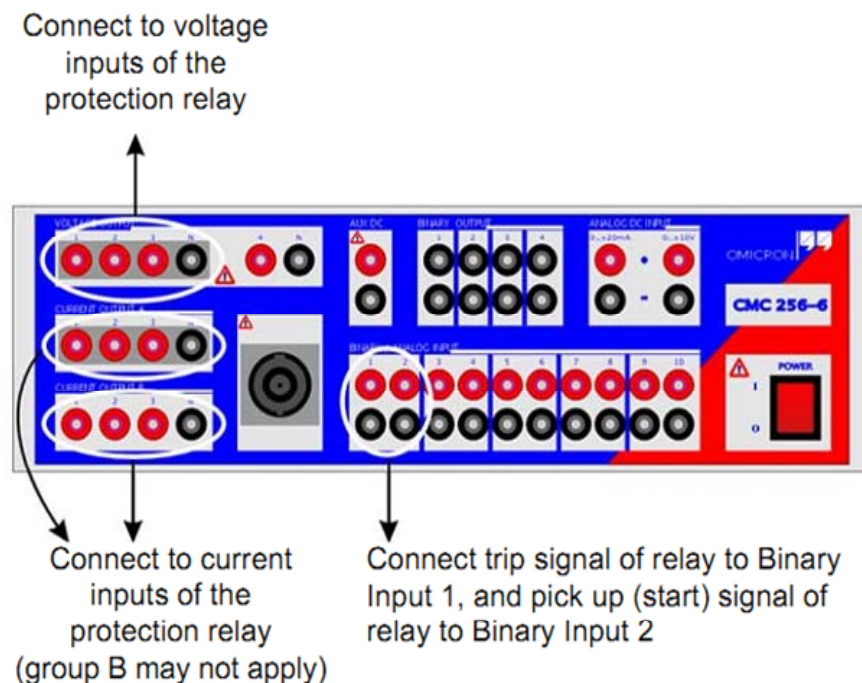
Thực hiện các chỉnh sửa cần thiết đối với file chỉnh định mặc định này → chọn File → Export → Configuration and Protection Parameters → chọn định dạng “.xrio” để phù hợp với việc xuất dữ liệu sang môi trường Omicron Test Universe.





Khởi động phần mềm Test Universe → chọn chức năng Overcurrent → trong giao diện OMICRON Overcurrent → Test Object Parameters → File → Import → chỉ đến file với đuôi “.xrio” vừa tạo để tải file này vào khối chức năng thử nghiệm bảo vệ quá dòng.

Nối các đầu ra dòng điện của thiết bị CMC tới các đầu vào dòng của rơle, tiếp điểm đầu ra (Trip) của rơle nối tới Binary Input 1 của bộ CMC, nếu muốn thí nghiệm giá trị khởi động và trở về của rơle thì tiếp điểm khởi động đầu ra của rơle phải nối tới Binary Input 2 của bộ CMC.



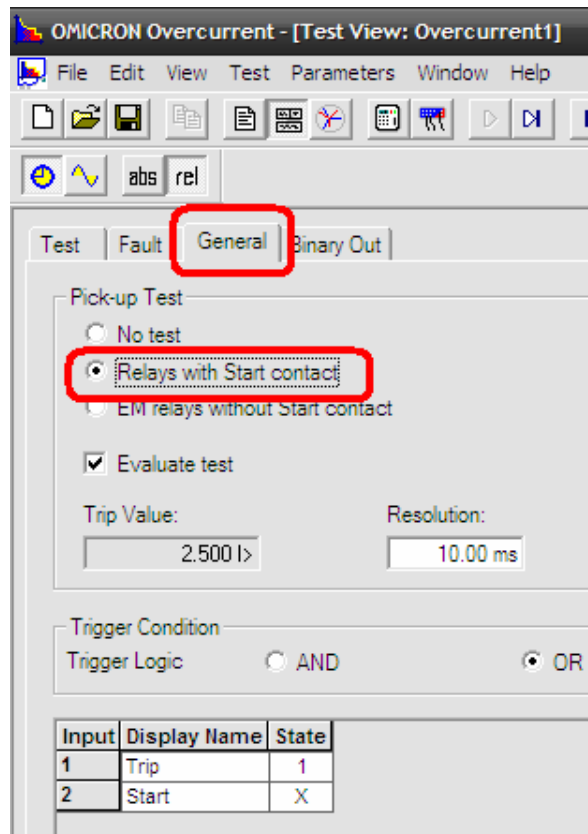
Quá trình thí nghiệm có thể được tự động hóa: tự động kiểm tra giá trị khởi động và trở về của rơle, kiểm tra thời gian tác động của rơle với hàng loạt giá trị dòng điện khác nhau.

- Tự động kiểm tra giá trị khởi động & trở về

Để kiểm tra giá trị khởi động & trở về yêu cầu phải nối đầu ra “Start contact” của rơle tới đầu vào nhị phân Binary Input 2 của bộ CMC. Việc kiểm tra được thiết bị tự động thực hiện bằng cách tăng dòng điện lên ngưỡng 1,15 lần giá trị khởi động sau đó từ từ giảm dần dòng điện này để xác định giá trị trở về. Sau đó thiết bị lại tự động tăng dòng điện từ ngưỡng 0,8 giá trị khởi động để xác định giá trị khởi động của rơle. Mỗi bước tăng giảm được cố định là 0,01 lần giá trị khởi động đã cài đặt của rơle.

Chức năng xác định giá trị khởi động & trở về luôn luôn được tự động thực hiện trước (Nếu lựa chọn) thao tác thí nghiệm thời gian tác động.

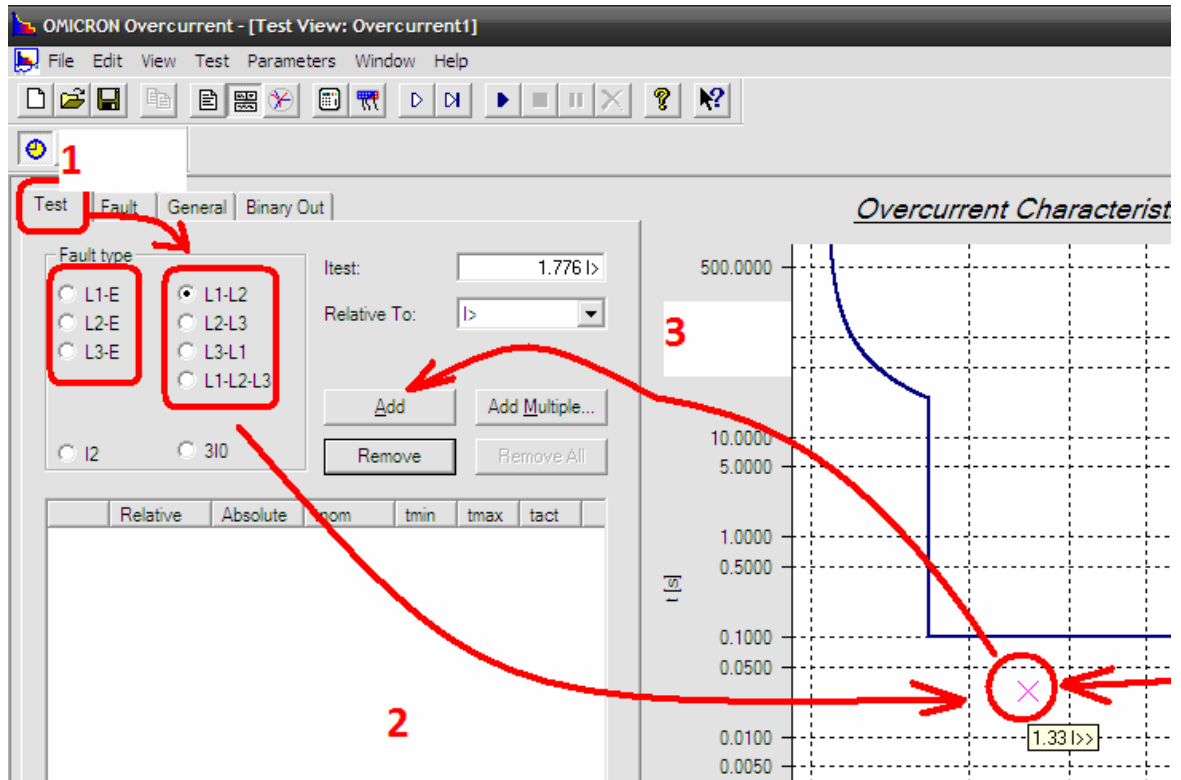
Để kích hoạt chức năng thí nghiệm này chọn thẻ General và chọn các giá trị như hình dưới đây:



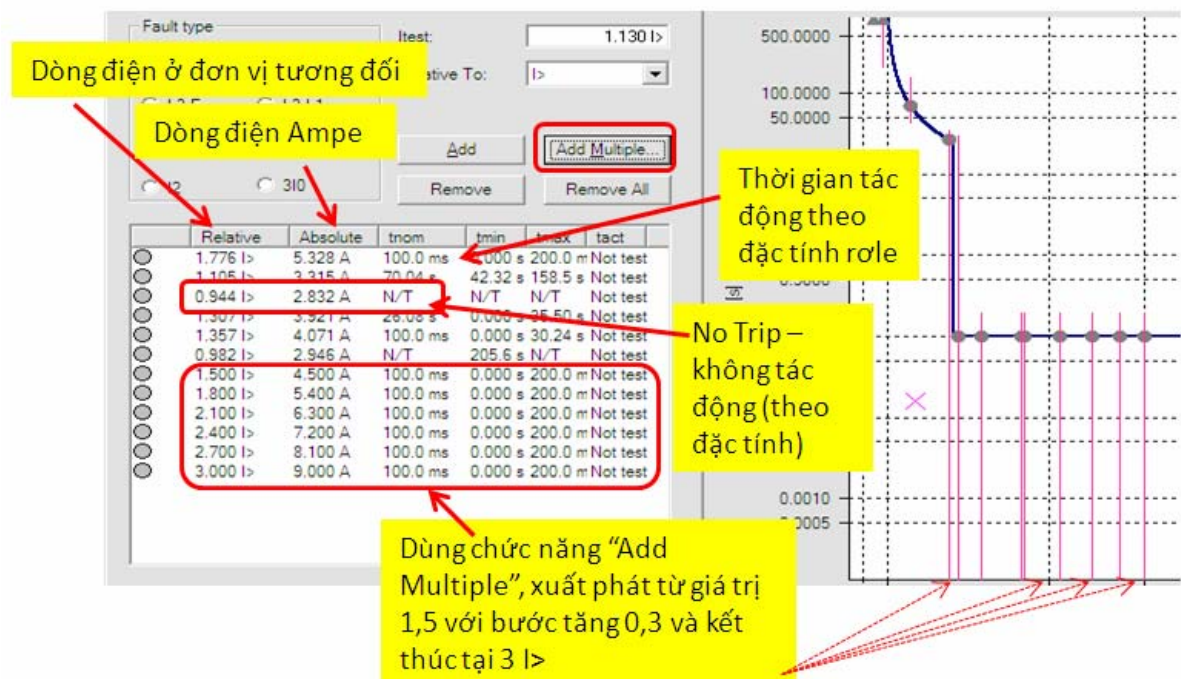
- Tự động kiểm tra thời gian tác động

Thời gian tác động của rơ le có thể được kiểm tra với nhiều điểm (Nhiều giá trị dòng điện khác nhau). Số lượng điểm cần kiểm tra không giới hạn, tuy nhiên theo khuyến cáo thì ít nhất cần kiểm tra các điểm lân cận giá trị khởi động, lân cận điểm chuyển giao giữa các cấp bảo vệ quá dòng (Cấp thời gian tác động khác nhau). Do các đặc tính làm việc của bảo vệ quá dòng pha và quá dòng chạm đất có thể khác nhau nên cũng cần kiểm tra hết các trường hợp này.

Lựa chọn thẻ Test → chọn dạng sự cố pha-pha hoặc pha đất → chuyển sang phần đặc tính làm việc tương ứng vừa hiện ra → nháy trái chuột vào điểm muốn kiểm tra (Khi đó sẽ có giá trị tương ứng hiện ra, ví dụ “1,33I>>” nghĩa là điểm này tương ứng với vùng đặc tính tác động của bảo vệ quá dòng cấp hai I>> và giá trị dòng điện bơm vào sẽ tương ứng là 1,33 lần giá trị dòng khởi động I>>) → chọn “Add” để đưa điểm thí nghiệm này vào bảng thí nghiệm tuần tự.

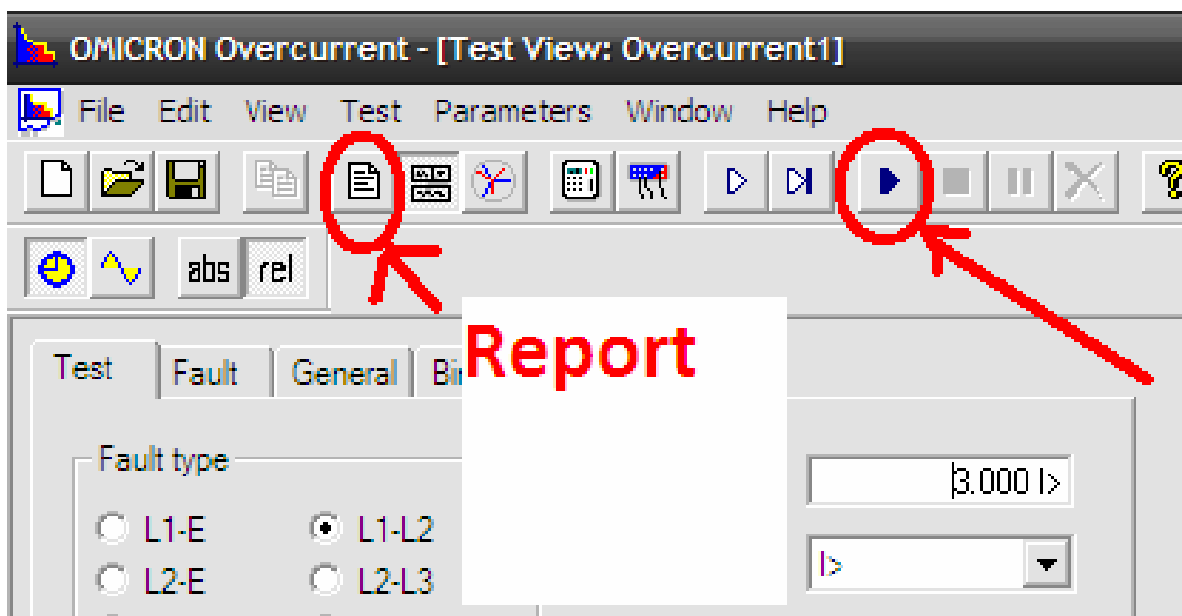
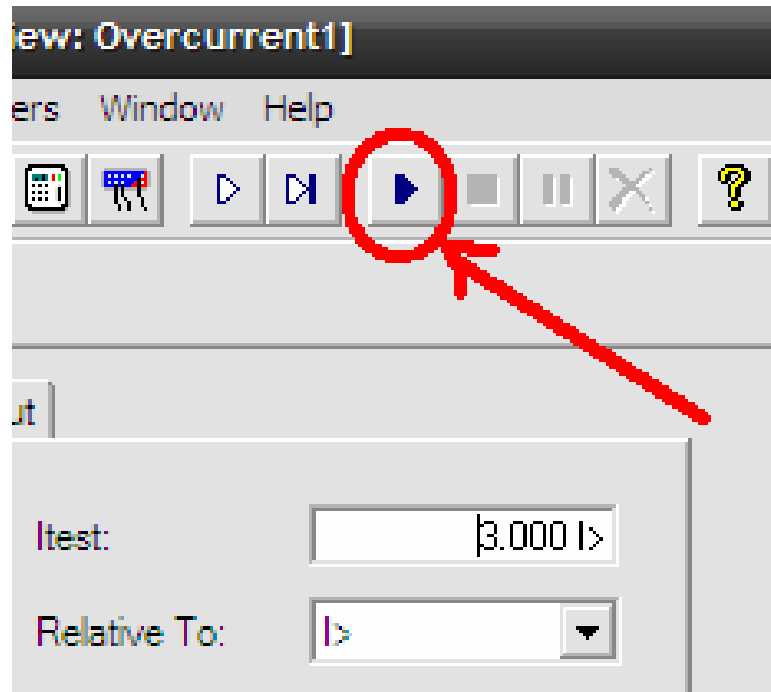


Khi muốn thí nghiệm nhiều điểm thì có thể dùng chức năng “Add Multiple”, chức năng này cho phép vào thông số các điểm thí nghiệm tự động bằng các lần lượt tăng dòng thí nghiệm từ một giá trị đặt trước nào đó, theo bước tăng đặt trước.





Sau đó bấm nút “Start/continue test” thì hợp bộ thí nghiệm CMC sẽ bắt đầu phát dòng điện theo trình tự đã được đưa vào như ở bảng trên. Sau đó kết quả được xuất ra Test Report



Dựa vào báo cáo này hoàn toàn có thể xác định được rơle có đạt yêu cầu khi hoạt động hay không.

### Test Results for Fault Type L1-L2

Relative	I [A]	Direction	t <sub>nom</sub>	t <sub>act</sub>	Deviation [%]	State	Overload	Result
1.78 >	5.33	n/a	100.0 ms	132.0 ms	32.03	Tested		Passed
1.11 >	3.31	n/a	70.04 s	75.61 s	7.95	Tested		Passed
0.94 >	2.83	n/a	N/T	N/T		Tested		Passed
1.31 >	3.92	n/a	26.08 s	25.31 s	-2.95	Tested		Passed
1.36 >	4.07	n/a	100.0 ms	140.4 ms	40.40	Tested		Passed
0.98 >	2.95	n/a	N/T	N/T		Tested		Passed
1.50 >	4.50	n/a	100.0 ms	134.9 ms	34.87	Tested		Passed
1.80 >	5.40	n/a	100.0 ms	133.7 ms	33.72	Tested		Passed

### Pick-up Test Results

Test Status: Test finished

Pick-up value: 1.010 >

Dropout value: 0.970 >

Reset ratio: 0.96

Ratio error (Relative): 1.094 %

Assessment: Test passed

T/ gian theo đặc tính

T/ gian tác động thực tế

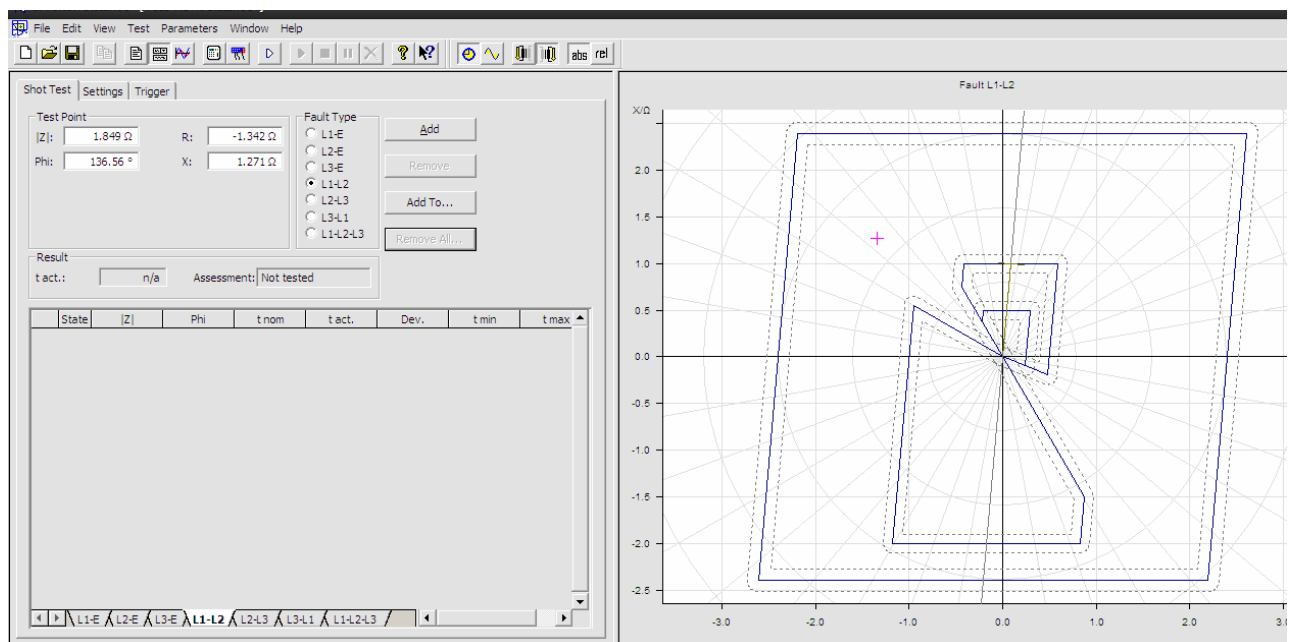
Phần trăm sai số thời gian

Giá trị khởi động/ trở về

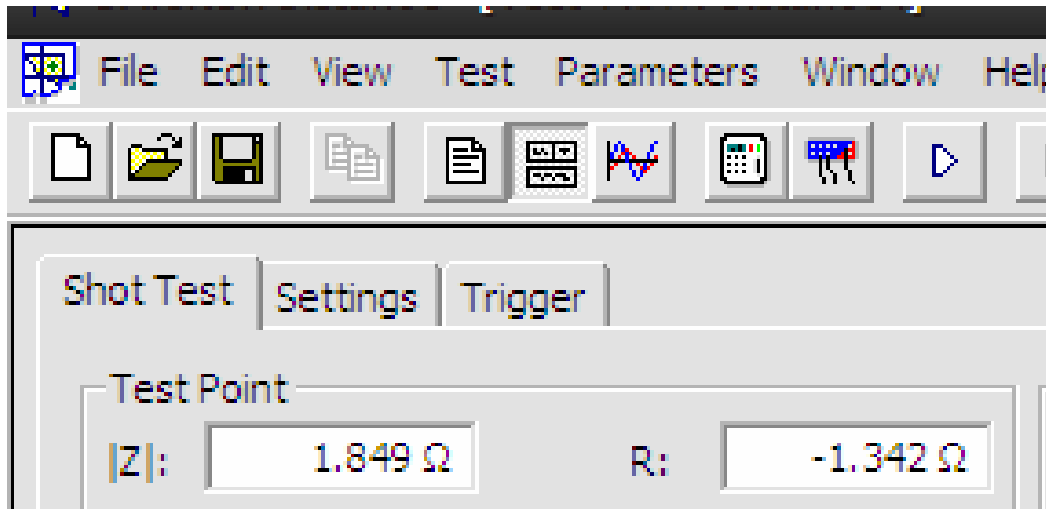
### IV.5.2. Thí nghiệm role khoảng cách

Thủ tục chuẩn bị thông số của role thí nghiệm (Đưa ra định dạng “.xrio”) hoàn toàn tương tự như mục IV.5.1. Nhà sản xuất thiết bị đã thiết kế sẵn khối chức năng “Distance” dành riêng cho việc thí nghiệm role khoảng cách, role chuẩn bị cho thí nghiệm giả thiết là loại 7SA632.

Giao diện thử nghiệm role khoảng cách có dạng sau:



Các thẻ phục vụ cho việc thử nghiệm gồm có: Shot Test, Settings và Trigger.



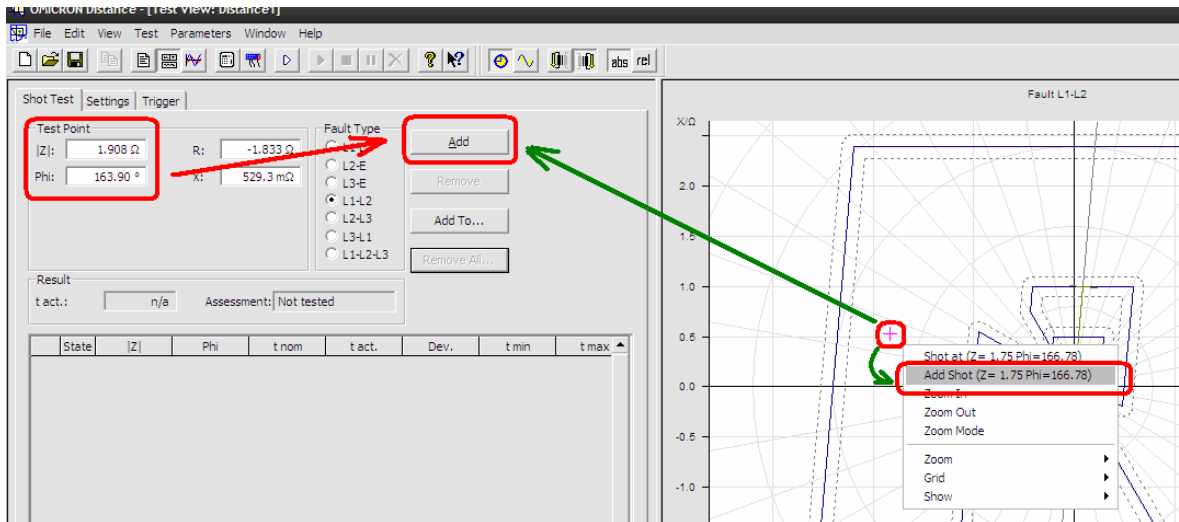
Chế độ Shot Test cho phép sử dụng mặt phẳng tổng trở (Trực quan) để đặt các điểm thí nghiệm, dựa trên đó thiết bị sẽ tự động tính toán ra giá trị dòng điện và điện áp cần phát ra. Các điểm thí nghiệm sẽ được lựa chọn tại các vị trí tiêu biểu: tại vùng giáp ranh giữa các vùng bảo vệ, tại các góc của đặc tính tác động, tại các vùng hướng thuận và tại các vùng hướng ngược, ... kết quả của thí nghiệm là kiểm tra vùng bảo vệ và thời gian làm việc của bảo vệ.

Có hai cách lựa chọn điểm thí nghiệm:

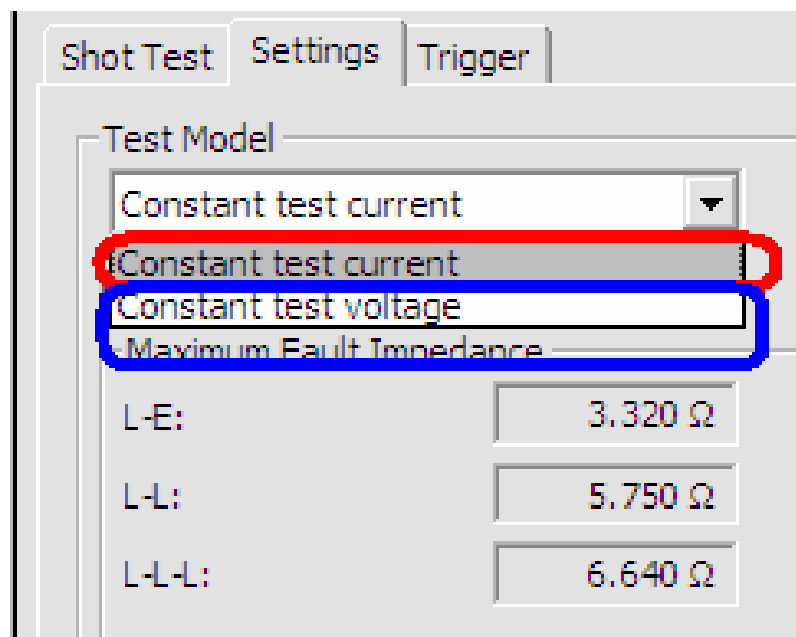
- Vào trực tiếp tham số tổng trở: độ lớn và góc pha của tổng trở, sau đó chọn Add

- Nhấp chuột trực tiếp lên khu vực đồ thị mặt phẳng tổng trở tại điểm mong muốn sau đó chọn chức năng “Add”

Nếu muốn gán một điểm thí nghiệm cho nhiều trường hợp sự cố (Pha - pha, pha - đất, ba pha) thì có thể chọn chức năng “Add to” → lựa chọn loại sự cố thích hợp, hợp bộ thí nghiệm sẽ tự động tính toán ra dòng & áp dựa trên tổng trở đó cho từng loại sự cố.



Thẻ Settings cần có các chú ý sau: Có thể lựa chọn chế độ phát dòng điện hoặc điện áp không đổi. Khi chế độ phát dòng không đổi được lựa chọn thì điện áp sẽ được tự động tính toán ra với các điểm tổng trở thí nghiệm và tương tự nếu điện áp được phát ra không đổi thì dòng điện sẽ thay đổi theo.



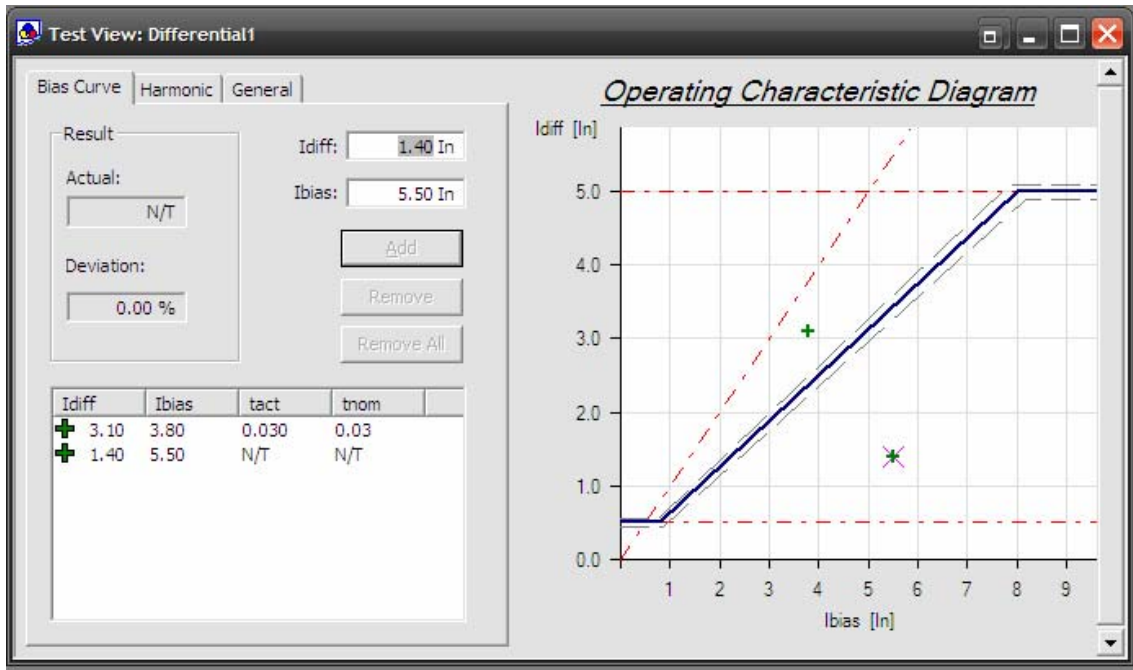
Bảng kết quả hoàn toàn tương tự chức năng bảo vệ quá dòng.

#### IV.5.3. Thí nghiệm role so lệch dòng điện

Quy trình chuẩn bị thiết bị và số liệu, file cài tham số cài đặt của role là hoàn toàn tương tự hai mục trên. Mục đích thí nghiệm role so lệch là để xác định đặc tính làm việc và việc hãm role theo sóng hài.

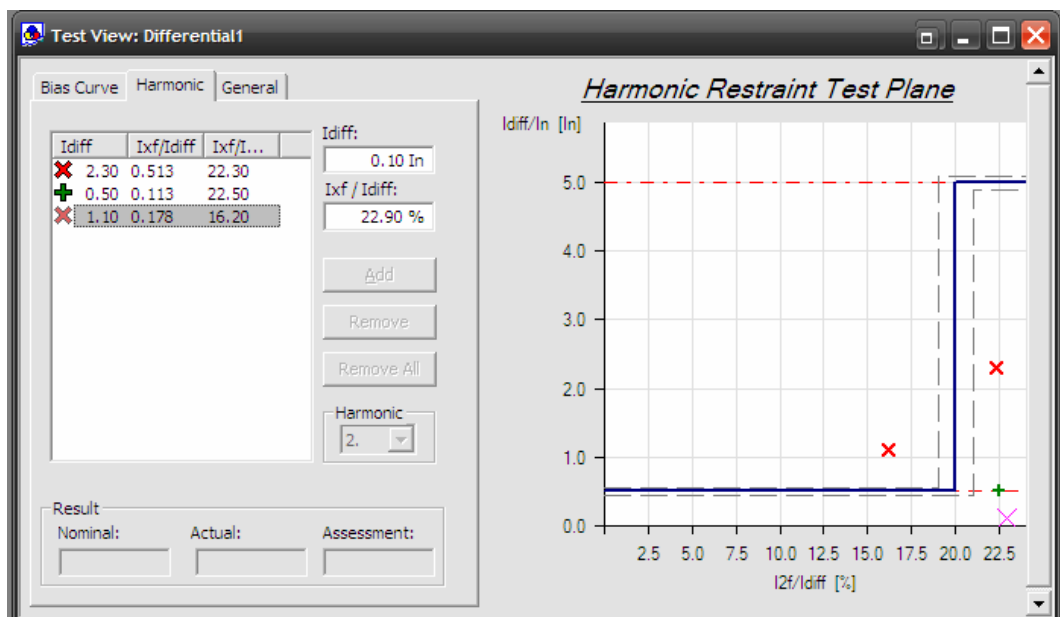
Các lựa chọn chính trong giao diện thử role gồm có:

- Bias Curve: Giao diện này để vào tọa độ các điểm thí nghiệm, có thể vào trực tiếp các bộ giá trị Idiff & Ibias hoặc nhấp chuột trực tiếp vào đặc tính phía bên tay phải màn hình. Các điểm thử nghiệm nên chọn ở vùng tác động và vùng khóa, các điểm thuộc các đoạn đặc tính khác nhau (Vùng so lệch ngưỡng thấp, ngưỡng cao, các đoạn có độ dốc khác nhau), số lượng điểm lựa chọn không hạn chế.



Hình trên thể hiện hai điểm đã được lựa chọn để thí nghiệm:

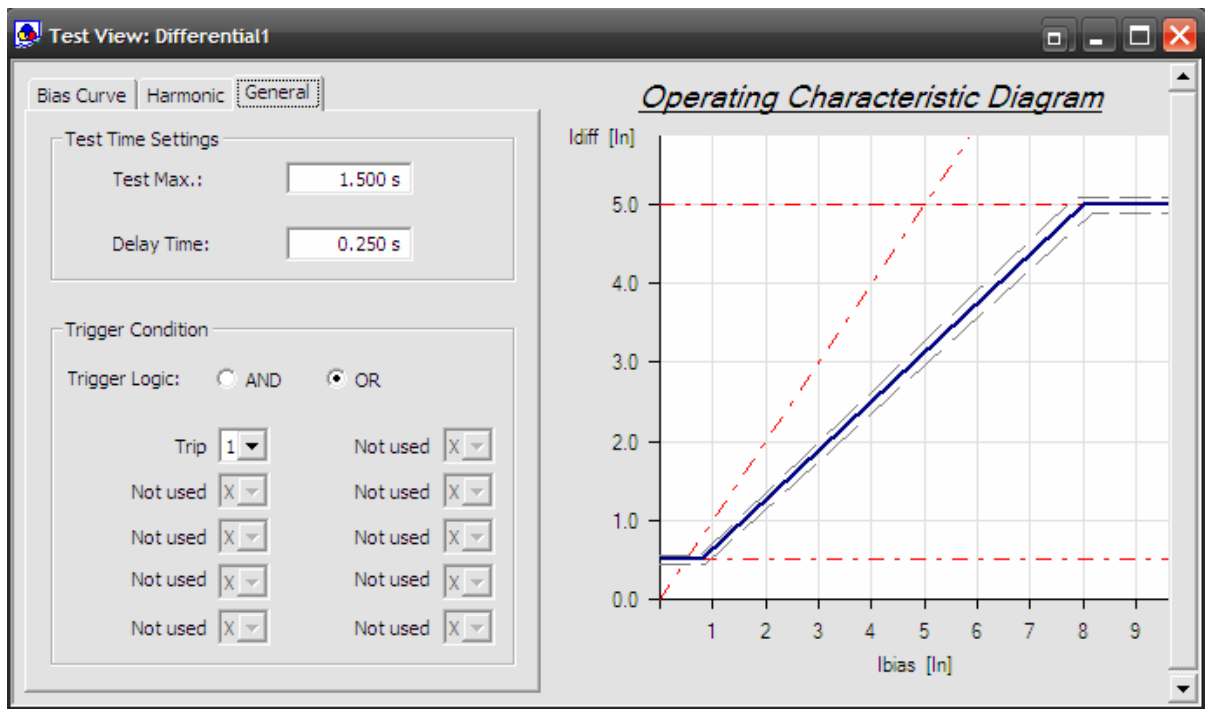
- + Điểm đầu tiên thuộc vùng tác động
- + Điểm thứ hai thuộc vùng hãm (N/T: No Trip)
- Harmonic:



Chức năng này cho phép lựa chọn độ lớn của sóng hài và bậc của sóng hài. Role thường cài đặt để khóa khi thành phần sóng hài bậc 2 hoặc bậc 5 vượt quá ngưỡng cho phép, theo hình trên thì ngưỡng hãm bắt đầu khi thành phần sóng hài bậc 2 vượt quá 20% thành phần dòng so lệch. Cách ddwua các điểm thí nghiệm vào hoàn toàn tương tự: nhập trực tiếp thông số hoặc nhấp chuột vào đồ thị.

Phần phía dưới, bên trái đồ thị sẽ hiển thị kết quả tương ứng khi thí nghiệm: theo hình trên thì có 3 lần thí nghiệm, tuy nhiên 2 lần đã không đạt.

- General: Có hai tham số cần quan tâm



- Test max: Giới hạn thời gian thí nghiệm lâu nhất để bảo vệ role

- Delay time: Thời gian dẫn cách giữa các lần bơm dòng thành công để đảm bảo role có đủ thời gian để trở về.

Phần báo cáo hoàn toàn tương tự như các thí nghiệm với các loại role khác.

## CHƯƠNG V. HƯỚNG DẪN ĐỌC BẢN TIN VÀ GIẢI TRỪ SỰ CỐ TRONG RƠ LE SIEMENS

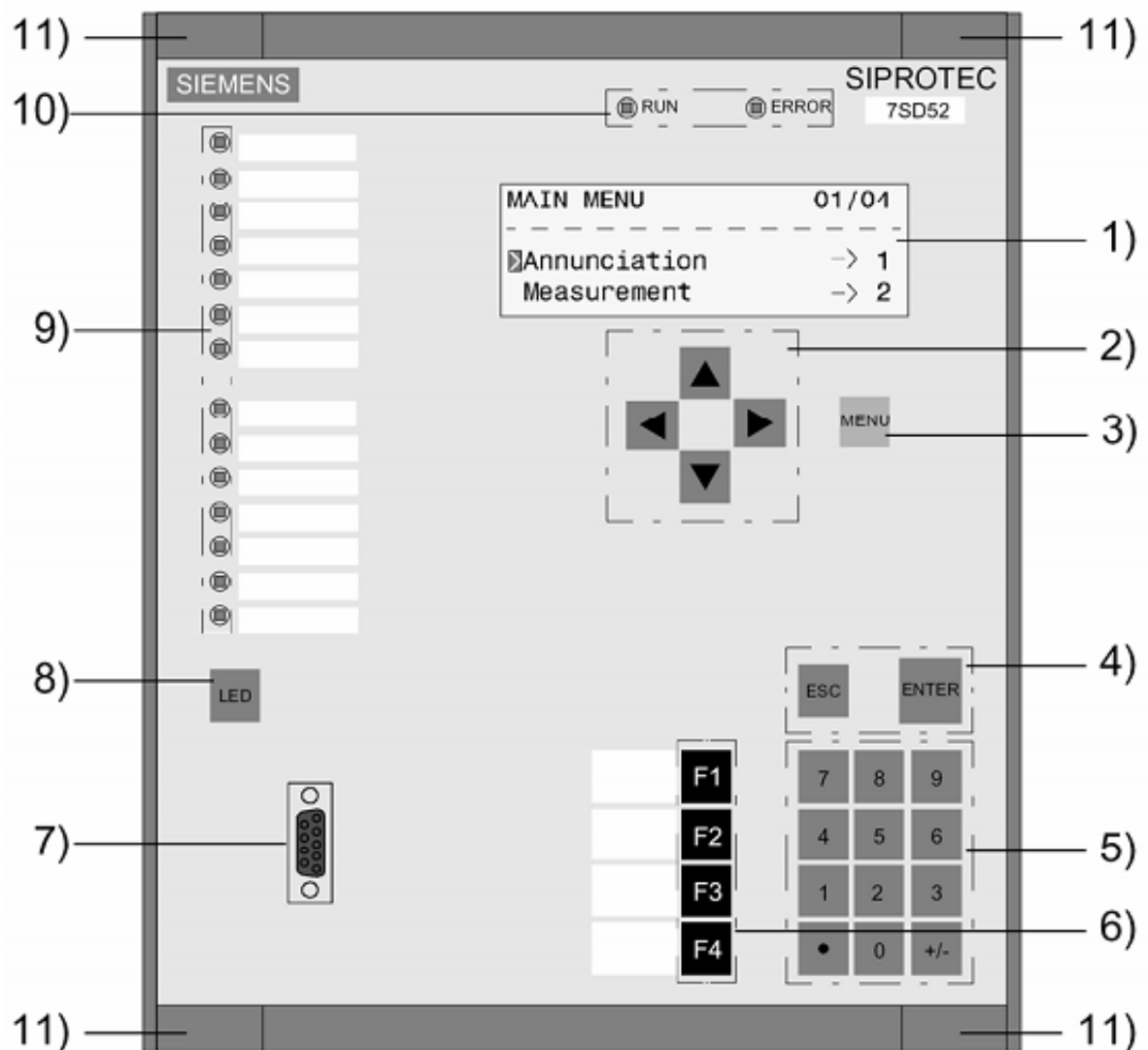
### V.1. Giới thiệu

Các rơ le thế hệ 4 của SIEMENS có phương thức truy cập hầu như tương tự nhau sử dụng các phím chức năng phía trước mặt rơ le. Cách thức truy cập trình bày sau đây áp dụng với rơ le 7SD52 (Các rơ le khác tương tự), mật khẩu mặc định với rơ le SIEMENS là “000000” (6 số 0).

#### **Cấu tạo mặt trước rơ le**

##### 1. Màn hình tinh thể lỏng

Màn hình tinh thể lỏng thể hiện thông tin thiết bị ở dạng ký tự, các giá trị đo lường, các giá trị đo đếm, thông tin về trạng thái của máy cắt, trạng thái của rơ le, thông tin bảo vệ, thông báo chung và các cảnh báo.



## 2. Các phím truy cập ◀, ▶, ▲, ▼:

Các phím này dùng để truy cập vào các mức độ sâu hơn trong role từ menu vận hành.

## 3. Phím Menu

Phím này sử dụng để vào các menu chính hoặc nhảy trở về menu chính khi đang ở vị trí bất kỳ.

## 4. Các phím ESC và ENTER

Phím ESC để thoát khỏi menu trở về menu trước đó hoặc về màn hình chính. Phím ENTER dùng để xác nhận các thao tác.

## 5. Các phím số

Sử dụng để vào các giá trị cài đặt.

## 6. Các phím chức năng F1, F2, F3, F4

Đây là các phím cho phép truy cập nhanh đến một menu hoặc ứng dụng nào đó (Một dạng phím tắt). Người sử dụng có thể lập trình để gán chức năng cho các phím này. Bên cạnh các phím chức năng có các nhãn trắng để ghi lại chức năng đã được gán cho phím tương ứng.

## 7. Giắc cắm 9 chân RS232

Giắc kết nối với máy tính, yêu cầu máy tính có cài phần mềm DIGSI 4.

## 8. Phím LED

Phím này có 2 mục đích đó là giải trừ các đèn LED và các tiếp điểm của các role đầu ra cũng như để kiểm tra tất cả các đèn LED.

## 9. Các đèn LED hiển thị

Các LED có thể hiển thị tùy theo chức năng được gán cho, ví dụ như bảo vệ quá dòng khởi động, bảo vệ quá dòng tác động, trạng thái đầu vào/ra nhị phân. Tương tự, các nhãn trắng để ghi lại chức mà đèn LED đang thể hiện.

## 10. Các LED hiển thị trạng thái vận hành

Có hai đèn LED, “RUN” (Màu xanh) và “ERROR” (Màu đỏ) hiển thị trạng thái vận hành của rơ le. Đèn LED màu xanh với nhãn “RUN” sáng liên tục trong khi vận hành bình thường còn đèn LED màu đỏ với nhãn “ERROR” nếu sáng sẽ biểu thị đang có lỗi với role.

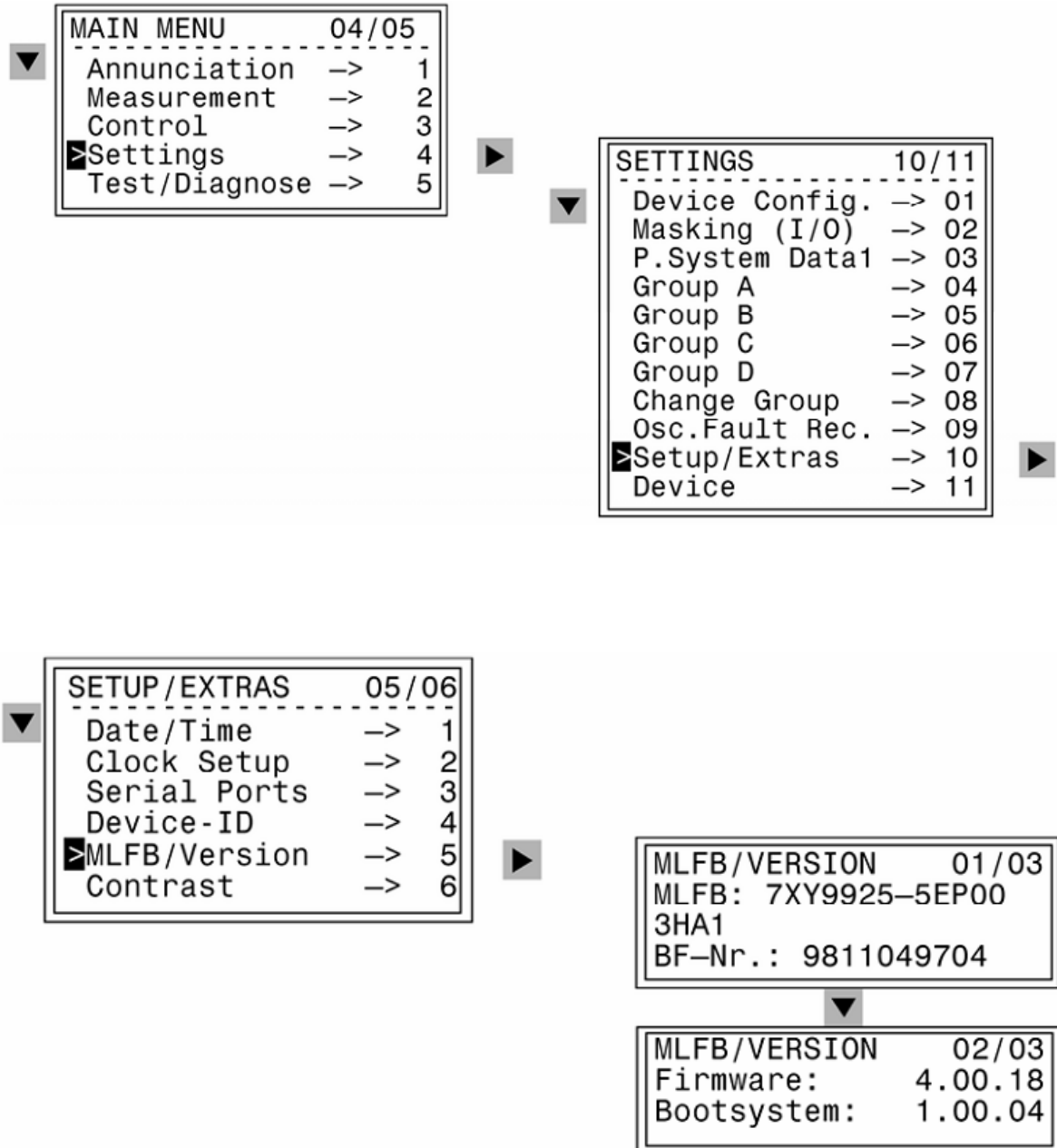
## 11. Các nắp đậy trên và dưới rơ le.

## V.2. Truy cập qua các phím mặt trước role

Cấu trúc menu của role có dạng hình cây, tương tự như cấu trúc thư mục máy tính. Phím ▲, ▼ để chuyển đổi giữa các thư mục cùng cấp, phím ◀, ▶ để truy cập vào thư mục con của một thư mục nào đó.

Xem thông tin số hiệu role: bấm nút **Menu** → **MAIN MENU**





Để truy cập vào các chức năng khác sử dụng phương thức hoàn toàn tương tự, tuy nhiên với một số chức năng sẽ yêu cầu có mật khẩu khi muốn thực hiện một thay đổi nào đó (Tăng tính bảo mật, tránh việc thay đổi không được phép)

### V.3. Các thông báo sự cố

- Các thông báo mới nhất:

Các thông báo sự cố tự động xuất hiện ở màn hình hiển thị, sau khi role đã tác động. Dữ liệu quan trọng nhất về một sự cố được thể hiện trên màn hình LCD mặt trước.

Diff Pickup L1E  
PU Time 93 ms  
TRIP Time 0 ms

Dòng 1: Chức năng bảo vệ đã tác động

Dòng 2: Thời gian làm việc của role từ khi khởi động đến khi role trở về (PU: Pick up)

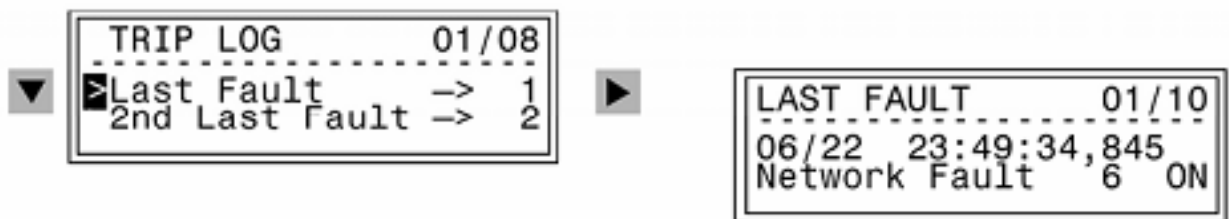
Dòng 3: Thời gian tác động (Với bảo vệ so lệch thường đặt 0 giây)

Các thông báo và đèn LED cảnh báo này có thể giải trừ bằng cách nhấn phím LED.

- *Đọc các bản ghi cũ được lưu trữ trong role:* Các bản ghi trong role có thể được truy cập thông qua các phím bấm trước mặt role.

1. Khi rơ le sẵn sàng cho vận hành, đầu tiên ấn phím **MENU** → **MAIN MENU** sẽ xuất hiện. Nhấn tiếp phím sang phải ► để vào menu con **ANNUNCIATION**

2. Nhấn phím xuống ▼ để truy nhập sâu hơn vào menu này, dừng lại tại **Trip log**, để vào tiếp mục **Trip log** sử dụng phím phải ►



3. Sử dụng các phím ▼ và ► để vào các bản ghi đã lưu trữ, các bản ghi được lưu trữ theo thứ tự thời gian: Từ bản ghi gần nhất đến bản ghi cũ nhất. Nếu không có bản ghi nào sẽ có hiển thị **List Empty**.

4. Để trở lại mục Trip log sử dụng ◀ hoặc nhấn nút MENU để nhảy trực tiếp về **MAIN MENU**.

5. Các thông báo và bản ghi sự cố sẽ được lưu trữ theo thứ tự, khi bộ nhớ đã đầy thì các bản ghi cũ nhất sẽ được tự động xóa đi → không cần thiết phải thực hiện thao tác xóa bản ghi.

#### V.4. Chuyển đổi giữa các nhóm cài đặt

Các role của SIEMENS cho phép chuẩn bị trước tới 4 nhóm giá trị cài đặt, người sử dụng có thể chuyển đổi qua lại giữa các nhóm này một cách nhanh chóng, do là các thay đổi quan trọng nên thao tác này yêu cầu phải biết mật khẩu (5 số). Ngoài ra việc thay đổi nhóm cài đặt còn có thể thực hiện qua giao diện điều khiển trong trạm hoặc thông qua một tín hiệu đầu vào nhị phân.

1. Nhấn MENU → MAIN MENU → ▼ → Settings

2. Settings → ► → tới các mục của menu setting → ▼ → chuyển tới

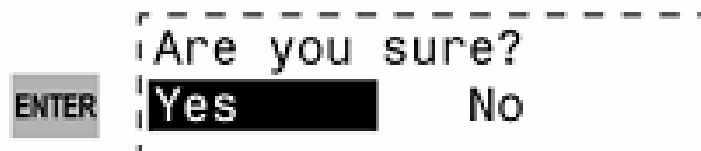
**Change group** → ► sẽ nhìn thấy địa chỉ 0301 với chữ “ACTIVE GROUP”, như thể hiện trên hình thì nhóm cài đặt A đang được sử dụng (Đang được kích hoạt)



3. Chuyển tới địa chỉ 0302 là địa chỉ cho phép chuyển đổi nhóm cài đặt, nhấn ENTER. Vào mật khẩu, sau đó lựa chọn nhóm cài đặt mong muốn và nhấn ENTER để xác nhận



4. Lựa chọn YES và nhấn ENTER để hoàn tất thao tác



5. Để trở lại các menu cấp trên sử dụng ◀ hoặc nhấn nút MENU để nhảy trực tiếp về MAIN MENU.