

TỔNG CÔNG TY ĐIỆN LỰC MIỀN BẮC
TRƯỜNG CAO ĐẲNG ĐIỆN LỰC MIỀN BẮC



GIÁO TRÌNH BẢO VỆ RƠLE

NGÀNH, NGHỀ: QUẢN LÝ VẬN HÀNH ĐƯỜNG DÂY VÀ
TRẠM BIẾN ÁP CÓ ĐIỆN ÁP 110KV TRỞ XUỐNG
TRÌNH ĐỘ TRUNG CẤP

(Lưu hành nội bộ)

Hà Nội, năm 2020

Tuyên bố bản quyền:

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

LỜI NÓI ĐẦU

Hiểu biết về những hư hỏng, hiện tượng làm việc không bình thường có thể xảy ra trong hệ thống điện; những phương pháp và thiết bị bảo vệ nhằm phát hiện đúng và nhanh chóng cách ly phần tử hư hỏng ra khỏi hệ thống, cảnh báo và xử lý khắc phục chế độ không bình thường. Đó chính là những kiến thức không thể thiếu cho những người làm công tác quản lý, sửa chữa, vận hành hệ thống điện.

Với lý do cần trang bị những kiến thức cơ bản đó, cuốn giáo trình “*Bảo vệ role*” được biên soạn trên cơ sở các kiến thức, lý thuyết cơ bản, được trình bày một cách ngắn gọn và dễ hiểu, chủ yếu đi sâu vào mảng bảo vệ cho đường dây và trạm biến áp cũng như một số mạch tự động hóa cơ bản trong lưới điện.

Cuốn giáo trình này được dùng chủ yếu cho sinh viên ngành/nghề *Quản lý vận hành đường dây và trạm biến áp 110kV trở xuống*, nên các phần kiến thức trong đó chủ yếu giới thiệu cho người học nguyên lý chung của các loại bảo vệ thường dùng và phân tích các mạch bảo vệ đơn giản nhất, cũng như giới thiệu một số loại role kỹ thuật số đang được dùng phổ biến trong lưới điện với mục đích giúp sinh viên có thể nhận biết khái quát hệ thống bảo vệ và tiếp cận nhanh hơn với hệ thống bảo vệ trên thực tế

Trong quá trình biên soạn, không tránh khỏi những thiếu sót, hạn chế rất mong nhận được những ý kiến đóng góp, bổ sung của độc giả. Mọi ý kiến xin gửi về: Khoa Điện – Trường Cao đẳng điện lực Miền Bắc – Tân Dân - Sóc Sơn – Hà Nội, số điện thoại: 0422177437.

Xin trân trọng cảm ơn!

**Tập thể giảng viên
KHOA ĐIỆN**

MỤC LỤC

	Trang
Lời mở đầu	3
Chương I: Khái niệm chung	7
1. Nhiệm vụ và các yêu cầu cơ bản đối với bảo vệ rơle	8
2. Các phần tử chính trong sơ đồ bảo vệ rơle	10
3. Sơ đồ và ký hiệu quy ước trên sơ đồ bảo vệ rơle	15
4. Nguồn điện thao tác	19
Chương II: Nguyên lý của các loại bảo vệ	21
1. Bảo vệ quá dòng điện	21
2. Bảo vệ dòng điện có hướng	27
3. Bảo vệ chạm đất	31
4. Bảo vệ khoảng cách	34
5. Bảo vệ so lệch dòng điện	36
Chương III: Bảo vệ các phần tử chính của hệ thống điện	40
1. Bảo vệ đường dây tải điện	40
2. Bảo vệ máy phát điện	54
3. Bảo vệ máy biến áp	59
4. Bảo vệ động cơ điện cao áp	77
5. Bảo vệ hệ thống thanh góp	80
6. Ứng dụng rơle số trong bảo vệ các phần tử của hệ thống điện	86
Chương IV: Tự động hóa trong hệ thống điện	99
1. Tự động đóng lại đường dây	99
2. Tự động đóng lại nguồn dự phòng	101
3. Thiết bị chỉ báo sự cố lưới điện	102
Phụ lục	105
Tài liệu tham khảo	109

CHƯƠNG TRÌNH MÔN HỌC

Tên môn học: **Bảo vệ role**

Mã môn học: **MH 19**

Thời gian thực hiện môn học: 45 giờ (Lý thuyết: 35 giờ; Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập: 07 giờ; Kiểm tra: 03 giờ)

I. VỊ TRÍ, TÍNH CHẤT CỦA MÔN HỌC:

- Vị trí: Môn học được bố trí vào học kỳ 1, năm thứ hai.
- Tính chất: Là môn học đào tạo chuyên ngành.

II. MỤC TIÊU MÔN HỌC:

- *Về kiến thức:*

- + Trình bày được khái niệm chung, yêu cầu và kết cấu hệ thống bảo vệ role;
- + Trình bày được nguyên lý chung của các loại bảo vệ;
- + Nêu được những vấn đề chung về ứng dụng kỹ thuật số trong bảo vệ role;
- + Trình bày được tự động trong hệ thống điện: tự động đóng lại đường dây, tự động đóng nguồn dự phòng và phối hợp với role bảo vệ.

- *Về kỹ năng:*

- + Vẽ được sơ đồ cấu trúc của hệ thống bảo vệ;
- + Đọc sơ đồ phương thức của các mạch bảo vệ đường dây tải điện, máy biến áp, máy phát, động cơ điện cao áp, hệ thống thanh góp;
- + Tính toán bảo vệ cho máy phát, đường dây, máy biến áp;
- + Vẽ được sơ đồ tự động đóng lại đường dây và tự động đóng nguồn dự phòng.

- *Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:*

- + Rèn tính chính xác khi tính toán;
- + Tác phong làm việc khoa học, nghiêm túc, cẩn thận, tự giác.

III. NỘI DUNG MÔN HỌC:

1. Nội dung tổng quát và phân phối thời gian:

STT	Tên chương	Thời gian (giờ)			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành, Bài tập	Kiểm tra*
1	Chương I: Khái niệm chung	7	7	0	0
	1. Nhiệm vụ và các yêu cầu cơ bản đối với bảo vệ role	1	1	0	
	2. Các phần tử chính trong sơ đồ bảo vệ role	3	3	0	
	3. Sơ đồ và ký hiệu quy ước trên sơ đồ bảo vệ role	2	2	0	
	4. Nguồn điện thao tác	1	1	0	
2	Chương II: Nguyên lý của các loại bảo vệ	8	7	0	1
	1. Bảo vệ quá dòng điện	2	2	0	
	2. Bảo vệ dòng điện có hướng	2	2	0	
	3. Bảo vệ chạm đất	1	1	0	
	4. Bảo vệ khoảng cách	1	1	0	
	5. Bảo vệ so lệch dòng điện	2	1	0	1
3	Chương III: Bảo vệ các phần tử chính của hệ thống điện	24	17	6	1
	1. Bảo vệ đường dây tải điện	5	4	1	
	2. Bảo vệ máy phát điện	4	3	1	
	3. Bảo vệ máy biến áp	6	4	1	1
	4. Bảo vệ động cơ điện cao áp	3	2	1	
	5. Bảo vệ hệ thống thanh góp	3	2	1	

	6. Ứng dụng rơ le kỹ thuật số trong bảo vệ các phần tử của hệ thống điện	3	2	1	
4	Chương IV: Tự động hóa trong hệ thống điện	6	4	1	1
	1. Tự động đóng lại đường dây	2	1.5	0.5	
	2. Tự động đóng lại nguồn dự phòng	2	2	0	
	3. Thiết bị chỉ báo sự cố lưới điện	2	0.5	0.5	1
	Cộng	45	35	7	3

* Ghi chú: Thời gian kiểm tra lý thuyết được tính vào giờ lý thuyết, kiểm tra thực hành được tính vào giờ thực hành

2. Nội dung chi tiết

CHƯƠNG I. KHÁI NIỆM CHUNG

Giới thiệu

Trong chương này, các tác giả giới thiệu những vấn đề chung về nhiệm vụ, các yêu cầu cơ bản đối với bảo vệ role, các phần tử chính trong hệ thống bảo vệ của hệ thống điện, sơ đồ, kí hiệu quy ước trên sơ đồ bảo vệ role và nguồn thao tác điện trong bảo vệ role.

Mục tiêu:

Học xong chương này, người học có khả năng:

- Trình bày được nhiệm vụ, các yêu cầu cơ bản đối với bảo vệ role;
- Trình bày được các phần tử chính trong hệ thống bảo vệ role;
- Vẽ được các sơ đồ nối dây của máy biến dòng điện, máy biến điện áp;
- Đọc được ký hiệu quy ước và các sơ đồ bảo vệ role
- Trình bày được các yêu cầu cơ bản đối với nguồn điện thao tác trong bảo vệ role.

Nội dung

1. Nhiệm vụ và các yêu cầu cơ bản đối với bảo vệ role

1.1 Nhiệm vụ của bảo vệ role

Trong hệ thống điện luôn tồn tại các mối đe dọa đưa hệ thống đến chế độ làm việc không bình thường. Những hỏng hóc dẫn đến ngừng làm việc của các phần tử trong hệ thống điện gọi là sự cố. Trong số các sự cố, sự cố ngắn mạch thường xảy ra nhiều nhất, các sự cố loại này thường kèm theo hiện tượng quá dòng điện, giảm điện áp và tần số lệch khỏi giá trị cho phép.

Các phần tử trong hệ thống điện khi có dòng điện lớn chạy qua có thể bị phá hủy do phát nóng quá mức, bị hỏng cách điện do nhiệt lượng lớn của dòng điện, do hồ quang hoặc do sự quá điện áp gây nên.

Các sự cố trong hệ thống điện có thể dẫn đến sự mất ổn định của nhà máy điện, làm hư hỏng hệ thống dẫn đến ngừng cung cấp điện cho các hộ tiêu thụ, gây thiệt hại lớn cho nền kinh tế quốc dân. Hiện tượng tần số hoặc điện áp giảm có thể làm cho các động cơ điện ngừng làm việc do mômen quay của chúng nhỏ hơn mômen cản, và nếu vẫn tiếp tục trong một thời gian dài có thể làm hư hỏng động cơ điện. Để duy trì sự làm việc bình thường của hệ thống điện, cách tốt nhất là nhanh chóng tách các phần tử bị sự cố khỏi hệ thống, nhiệm vụ này chỉ có thể được thực hiện bởi các thiết bị tự động bảo vệ, thường gọi là role.

Tập hợp các thiết bị cảm nhận và thu thập thông tin về trạng thái của các phần tử mạch điện nhằm phát hiện và định vị sự cố và gửi các thông tin này đến các cơ cấu thừa hành để thực hiện các thao tác cô lập loại trừ sự cố và duy trì chế độ làm việc bình thường của các phần tử mạng điện gọi là bảo vệ role. Nhiệm vụ của bảo vệ role là:

- Phát hiện các tình trạng làm việc không bình thường của thiết bị điện trong hệ thống điện. Phát tín hiệu báo cho nhân viên vận hành biết để theo dõi và xử lý kịp thời đảm bảo an toàn cho hệ thống điện trong quá trình vận hành.

- Phát hiện kịp thời sự cố, nhanh chóng tác động để cắt các phần tử bị sự cố ra khỏi hệ thống điện.

- Tác động đến các cơ cấu khác như tự động đóng lặp lại, tự động đóng nguồn dự phòng... để duy trì chế độ làm việc bình thường của các phần tử không bị sự cố.

1.2. Các yêu cầu cơ bản đối với bảo vệ role

Để thực hiện được các chức năng và nhiệm vụ trong hệ thống điện, thiết bị bảo vệ phải thoả mãn những yêu cầu cơ bản sau đây:

1.2.1. Tính tin cậy

Là tính năng đảm bảo cho thiết bị làm việc đúng, chắc chắn.

Người ta phân biệt:

- Độ tin cậy khi tác động là khả năng bảo vệ làm việc đúng khi có sự cố xảy ra trong phạm vi đã được xác định trong nhiệm vụ bảo vệ.

- Độ tin cậy không tác động là khả năng tránh làm việc nhầm ở chế độ vận hành bình thường hoặc sự cố xảy ra ngoài phạm vi bảo vệ đã được quy định.

Để bảo vệ có độ tin cậy cao cần dùng sơ đồ đơn giản, giảm số lượng role và tiếp xúc, cấu tạo đơn giản, chế độ và lắp ráp đảm bảo chất lượng, đồng thời kiểm tra thường xuyên trong quá trình vận hành.

1.2.2. Tính chọn lọc

Là khả năng của bảo vệ có thể phát tín hiệu và loại trừ đúng phần tử bị sự cố ra khỏi hệ thống còn các phần tử khác vẫn hoạt động bình thường.

- Tác động có chọn lọc là yêu cầu cơ bản để đảm bảo cung cấp điện cao nhất.

Việc tác động không chọn lọc sẽ dẫn đến mở rộng vùng sự cố. Trong vận hành không cho phép bảo vệ role tác động không chọn lọc.

- Bảo vệ có độ chọn lọc tuyệt đối: làm việc trong một phạm vi xác định, không có nhiệm vụ dự phòng.

- Bảo vệ có độ chọn lọc tương đối: ngoài nhiệm vụ bảo vệ chính cho đối tượng được bảo vệ còn có thể dự phòng cho bảo vệ đặt ở các phần tử lân cận.

1.2.3. Tác động nhanh

- Bảo vệ role cần tác động nhanh để hạn chế phạm vi ảnh hưởng xấu của dòng điện sự cố tới các thiết bị điện và các phần tử trong hệ thống điện, cách ly phần tử bị sự cố càng nhanh càng tốt.

- Thời gian cắt nhanh phụ thuộc vào nhiều yếu tố, nhưng quan trọng nhất vẫn là trị số điện áp dư trên thanh góp của nhà máy phát điện và trạm điện trung tâm. Nếu điện áp dư càng nhỏ thì yêu cầu bảo vệ role tác động càng nhanh.

- Role hay bảo vệ được gọi là tác động nhanh nếu thời gian tác động không vượt quá 50ms.

Ngoài thời gian tác động của bảo vệ, việc tách phần tử bị sự cố ra khỏi vận hành còn phụ thuộc vào tốc độ cắt của máy cắt điện. Các máy cắt điện hiện đại có thời gian cắt khoảng 20ms, những máy cắt thông thường cũng có thời gian thao tác không quá 100ms. Như vậy thời gian loại trừ sự cố đối với các bảo vệ tác động nhanh tối đa là 150ms.

1.2.4. Độ nhạy

- Độ nhạy đặc trưng cho khả năng "cảm nhận" sự cố của role hoặc hệ thống bảo vệ, nó được biểu diễn bằng hệ số độ nhạy.

- Hệ số độ nhạy K_{nh} là tỷ số giữa trị số của đại lượng vật lý đặt vào role khi có sự cố với ngưỡng tác động của nó.

Tuỳ theo vai trò của bảo vệ mà yêu cầu về độ nhạy đối với nó cũng khác nhau. Các bảo vệ chính thường yêu cầu phải có hệ số độ nhạy trong khoảng từ 1,5 đến 2, các bảo vệ dự phòng từ 1,2 đến 1,5.

1.2.5. Tính kinh tế

Các thiết bị bảo vệ được thiết kế và lắp đặt trong hệ thống điện, khác với các máy móc và thiết bị khác, không phải để làm việc thường xuyên trong chế độ làm việc bình thường.

Nhiệm vụ của chúng là phải luôn luôn sẵn sàng chờ đón những bất thường và sự cố có thể xảy ra bất kỳ lúc nào và có những tác động chuẩn xác.

Đối với các trang thiết bị điện cao áp và siêu cao áp chi phí để mua sắm và lắp đặt thường chỉ chiếm vài phần trăm của công trình, vì vậy 4 yêu cầu kỹ thuật nêu trên đóng vai trò quyết định.

Đối với lưới điện trung áp, hạ áp, số lượng các phần tử bảo vệ rất lớn, yêu cầu đối với các thiết bị bảo vệ không cao như ở các nhà máy lớn, lưới điện cao áp, siêu cao áp, do vậy cần cân nhắc đến tính kinh tế để lựa chọn thiết bị bảo vệ sao cho có thể đảm bảo được các yêu cầu kỹ thuật với chi phí thấp nhất.

2. Các phần tử chính trong sơ đồ bảo vệ role

Dòng điện cũng như điện áp của các phần tử trong hệ thống điện thường có trị số rất lớn, không thể đưa trực tiếp vào dụng cụ đo hoặc role và các thiết bị tự động khác, vì vậy các dụng cụ và thiết bị này thường được đấu nối qua máy biến dòng và máy biến điện áp.

2.1. Máy biến dòng điện

2.1.1. Công dụng và đặc điểm

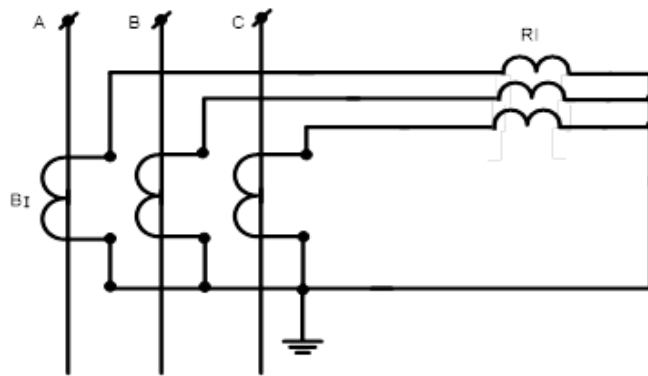
Máy biến dòng điện (BI, TI, CT) dùng để cách ly mạch thứ cấp khỏi điện áp cao phía sơ cấp và biến đổi dòng điện lớn bên sơ cấp thành dòng điện nhỏ bên thứ cấp (thông thường dòng thứ cấp của máy biến dòng là 5A, 1A để cung cấp cho các mạch bảo vệ rơle, đo lường, điều khiển và tự động hoá.

Máy biến dòng điện làm việc ở trạng thái ngắn mạch (các phụ tải đầu vào cuộn thứ cấp của BI có điện trở vô cùng nhỏ; ≈ 0)

Trong quá trình vận hành tuyệt đối không để hở mạch cuộn dây thứ cấp của máy biến dòng điện.

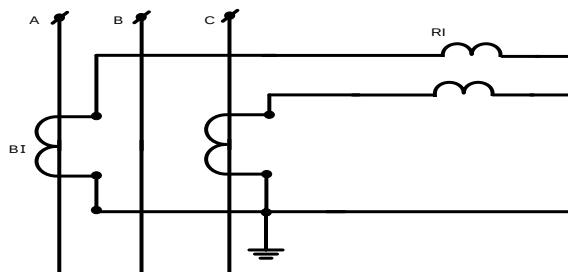
2.1.2. Sơ đồ nối dây

- Sơ đồ đấu theo hình sao đủ (hình1-1a)



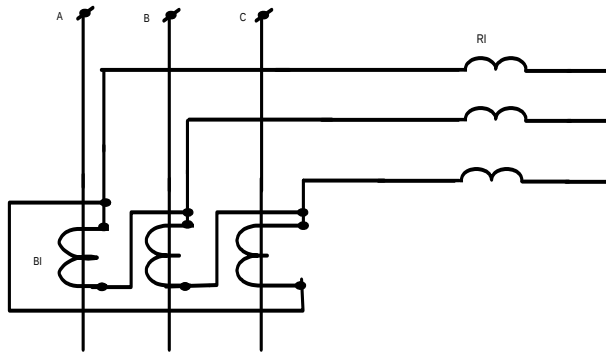
Hình 1-1a. Sơ đồ 3 BI đấu theo hình sao đủ

- Sơ đồ đấu theo hình sao thiếu (hình1-1b)



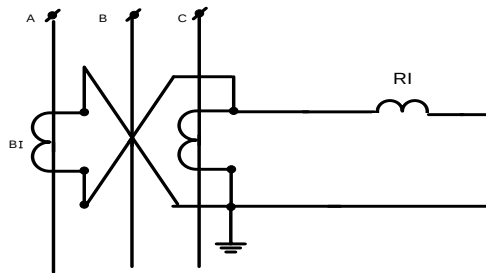
Hình 1-1b. Sơ đồ 2 BI đấu theo hình sao thiếu

- Sơ đồ đấu theo hình tam giác (hình 1-1c)



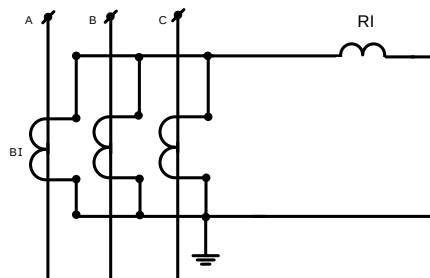
Hình 1-1c. Sơ đồ 3 BI đầu tam giác

- Sơ đồ đầu theo hiệu số dòng điện 2 pha (hình 1-1d)



Hình 1-1d. Sơ đồ hiệu số dòng điện 2 pha

- Sơ đồ tổng dòng điện 3 pha (hình 1-1e)



Hình 1-1e. Sơ đồ tổng dòng điện 3 pha

2.2. Máy biến điện áp

2.2.1. Công dụng và đặc điểm

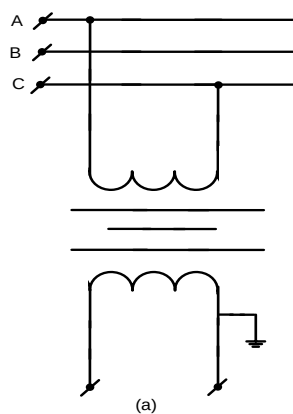
Máy biến điện áp (BU, TU, VT) dùng để cách ly mạch thứ cấp khỏi điện áp cao phía sơ cấp và biến đổi điện áp từ trị số lớn phía sơ cấp xuống trị số nhỏ thích hợp phía thứ cấp (110V hoặc 100V) để cung cấp cho các dụng cụ đo lường, điều khiển, bảo vệ rơle và tự động hoá.

Máy biến điện áp có các đặc điểm sau:

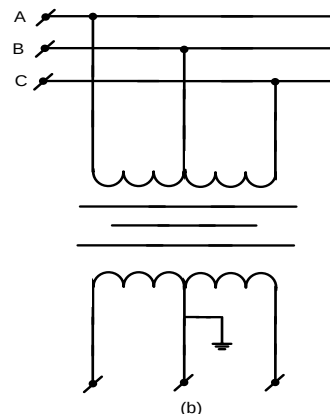
- Máy biến điện áp làm việc ở trạng thái hở mạch (phụ tải đấu vào cuộn thứ cấp của BU có trị số điện trở lớn)
- BU được chế tạo loại 1 pha hoặc 3 pha, loại 2 cuộn dây hoặc 3 cuộn dây.
- Trong quá trình làm việc, để đảm bảo an toàn một trong những đầu ra của cuộn dây thứ cấp phải được nối đất.

2.2.2. Các sơ đồ nối dây

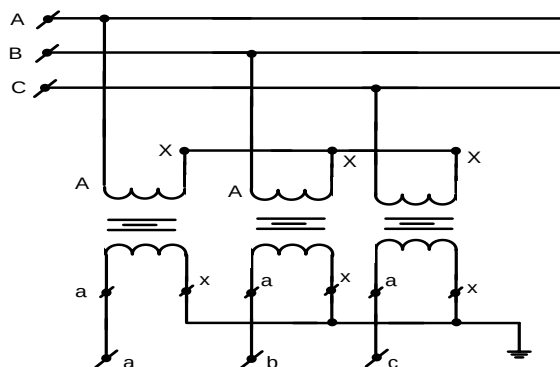
- Sơ đồ máy biến điện áp một pha đấu vào điện áp dây (hình 1-2a)
- Sơ đồ hai máy biến điện áp một pha đấu sao thiếu (hình 1-2b)
- Sơ đồ 3 máy biến điện áp một pha đấu sao đủ (hình 1-2c)



Hình 1-2a.

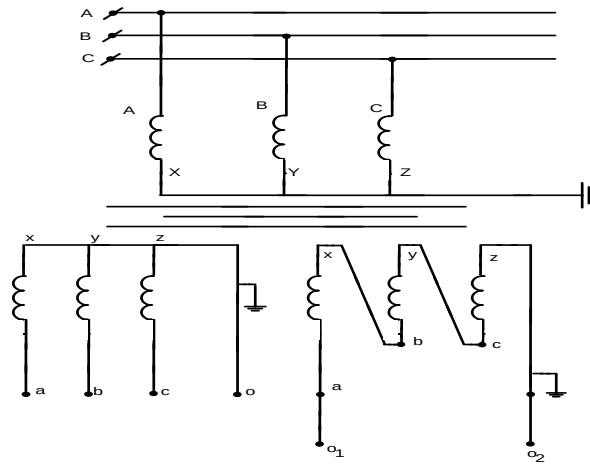


Hình 1-2b



Hình 1-2c.

- Sơ đồ BU 3 pha 5 trụ (hình 1-2d): có 2 cuộn dây thứ cấp đấu đầu theo hình sao và tam giác hở



Hình 1-2d.

Sơ đồ được dùng khi mạch bảo vệ rơle và đo lường cần điện áp pha, điện áp dây và điện áp thứ tự không.

2.3. Role

Role là phần tử chính trong hệ thống thiết bị bảo vệ. Thuật ngữ role theo ý nghĩa ban đầu của nó dùng để chỉ tác động chuyển mạch, chuyển trạng thái.

Những chiếc role đầu tiên được chế tạo dựa trên nguyên lý điện cơ và sử dụng cho điện báo vào những năm 30 của thế kỷ 19. Ngày nay thuật ngữ role dùng để chỉ tập hợp các thiết bị tự động để bảo vệ hệ thống điện, để điều khiển và điều chỉnh tự động, để làm nhiệm vụ chuyển mạch trong hệ thống thông tin....

Cuối thế kỷ 19 role được dùng để bảo vệ các phần tử trong hệ thống điện dưới dạng các cơ cấu điện từ tác động trực tiếp lắp đặt sẵn ở máy cắt điện. Tuy nhiên chỉ đến thế kỷ 20, khi các hệ thống điện đã phát triển, kỹ thuật bảo vệ role mới được áp dụng rộng rãi.

Ngày nay các nhà chế tạo và sản xuất role trên thế giới đều đã chuyển hướng sang kỹ thuật số. Tuy nhiên, ở nước ta số lượng role điện cơ và role điện tử còn đang được sử dụng khá nhiều trong hệ thống điện do điều kiện lịch sử. Đối với các công trình mới được xây dựng thì chủ yếu sử dụng role số do các ưu điểm sau:

Chức năng hoạt động của role được mở rộng ra rất nhiều so với các thế hệ role trước đây, dễ dàng mở rộng khả năng đo lường, biến đổi tín hiệu, so sánh và tổ hợp logic trong cấu trúc của role. Có thể kết hợp nhiều nguyên lý phát hiện sự cố và bảo vệ trong một hệ thống role.

Ngoài chức năng bảo vệ và cảnh báo, role số hiện đại còn có thể thực hiện nhiều

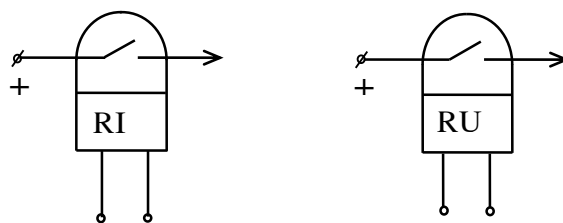
nhiệm vụ quan trọng khác như:

- Ghi chép các thông số vận hành và sự cố
- Xác định vị trí sự cố
- Thực hiện liên động với thiết bị bảo vệ và tự động của phần tử lân cận
- Đóng trở lại máy cắt điện
- Dễ dàng ghép nối với nhau và với các thiết bị bảo vệ, tự động, thông tin và đo lường khác trong hệ thống, dễ dàng ghép nối với hệ thống máy tính.
- Thông số của bảo vệ có thể chỉnh định giản tiện với độ chính xác cao và dễ dàng thực hiện công việc chỉnh định thông số từ xa hoặc chỉnh định tự động theo nguyên lý tự thích nghi.
- Công suất tiêu thụ bé, kích thước gọn nhẹ, dễ dàng chuẩn hoá kích thước.
- Giá thành tương đối tính theo tương quan giữa chi phí và chức năng của hệ thống bảo vệ thì rơle kỹ thuật số và máy tính rẻ hơn hệ thống rơle điện cơ.

3. Sơ đồ và ký hiệu quy ước trên sơ đồ bảo vệ rơle

3.1. Các ký hiệu quy ước trên sơ đồ

- Trong sơ đồ bảo vệ, rơle được xem như một thiết bị tổng hợp. Phần hình chữ nhật tượng trưng cho cuộn dây trong đó ghi tên rơle, phần nửa vòng tròn biểu diễn tiếp điểm rơle (hình 1-3).



Hình 1-3. Ký hiệu phần tử rơle trong sơ đồ tổng hợp

- Một số loại rơle được dùng trong hệ thống điện:
 - RI - rơle dòng điện;
 - RU - rơle điện áp;
 - RW - rơle công suất;

RG - rơle trung gian;

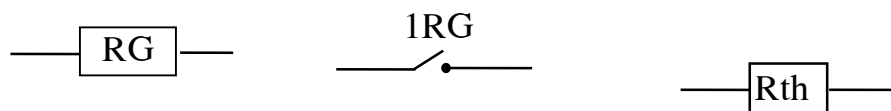
RT - rơle thời gian;

R_{Th} - rơle tín hiệu.

- Các ký hiệu quy ước khác:

Ký hiệu		Ý nghĩa
	hoặc	Tiếp điểm thường mở
	hoặc	Tiếp điểm thường đóng
	hoặc	Tiếp điểm thường mở đóng có thời gian
	hoặc	Tiếp điểm thường đóng mở có thời gian
		Cuộn dòng điện
		Cuộn điện áp
	hoặc	Máy biến dòng điện
		Máy biến điện áp
	hoặc	Máy cắt điện

- Trong sơ đồ khai triển: cuộn dây và tiếp điểm của rơle có thể được vẽ riêng, sau đó ghi thứ tự và tên kèm theo như hình 1-4:



Hình 1-4. Ký hiệu phần tử rơle trong sơ đồ khai triển

Cũng có thể biểu diễn rơle là một hình chữ nhật trong đó đề tên và thứ tự rơle.

3.2. Sơ đồ

Sơ đồ bảo vệ rơle thường gồm có hai mạch điện chính: Mạch điện xoay chiều và mạch điện một chiều.

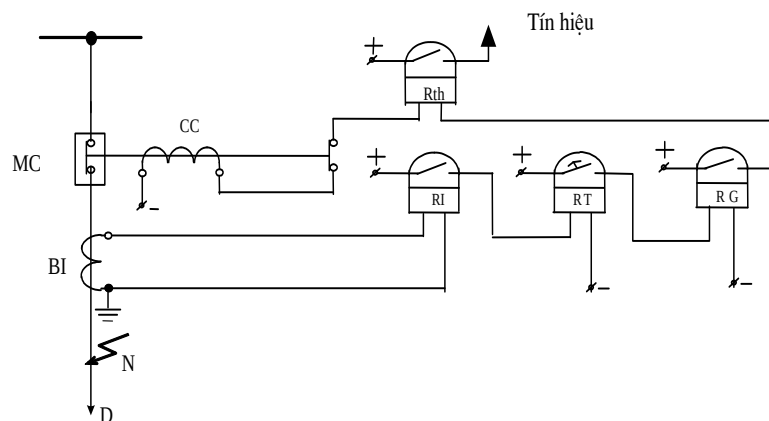
- Mạch điện xoay chiều: Là mạch nối rơle của bảo vệ với các máy biến dòng điện hay máy biến điện áp.

- Mạch một chiều: Mạch điều khiển để tạo nên một thứ tự tác động khi bảo vệ tác động, gồm nguồn một chiều, hệ thống các tiếp điểm của role (role điện từ).

Các loại sơ đồ bảo vệ role:

3.2.1. Sơ đồ tổng hợp

Bao gồm tất cả những bộ phận chính của bảo vệ, mỗi role được biểu diễn như một thiết bị tổng hợp (gồm các cuộn dây và tiếp điểm). Loại sơ đồ này người đọc dễ thấy mối liên hệ giữa các role với nhau và với các bộ phận khác cũng như trình tự hoạt động của chúng (Ví dụ: hình 1-5).

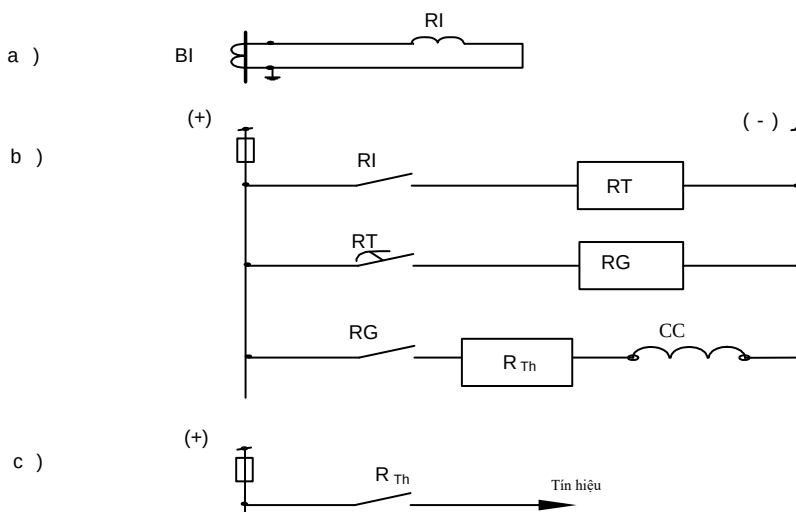


Hình 1-5. Sơ đồ tổng hợp

3.2.2. Sơ đồ khai triển

Là sơ đồ được vẽ riêng từng mạch: mạch bảo vệ, mạch tín hiệu, mạch dòng điện, mạch điện áp,... Role và các thiết bị khác không được vẽ ở dạng toàn bộ (cuộn dây và tiếp điểm được vẽ riêng, ký hiệu tương ứng), sơ đồ nối dây các phần tử sơ cấp của bảo vệ thường không vẽ hoặc chỉ vẽ những bộ phận riêng.

Ví dụ: (Sơ đồ khai triển của mạch bảo vệ hình 1-6):



a. Sơ đồ khai triển mạch dòng điện xoay chiều

b. Sơ đồ khai triển mạch thao tác

c. Sơ đồ khai triển mạch tín hiệu

Hình 1-6. Sơ đồ khai triển

3.3. Giới thiệu một số ký hiệu khác dùng trong sơ đồ bảo vệ role

3.3.1. Ký hiệu của một số loại role thông dụng

STT	Tên role	Ký hiệu VN	Ký hiệu của Nga
1	Role dòng điện	RI hoặc I	PT
2	Role điện áp	RU hoặc U	PH
3	Role tổng trở	RZ hoặc Z	PC
4	Role trung gian	RG	PII
5	Role tín hiệu	Rth hoặc Th	PY
6	Role thời gian	RT hoặc Tg	PB
7	Role công suất	RW hoặc W	PM
8	Role hơi	RH	PI
9	Role nhiệt	RN hoặc Rθ	

3.3.2. Ký hiệu của các thiết bị dùng trong các sơ đồ bảo vệ role theo tiêu chuẩn IEC 37-2-1979 (Ủy ban kỹ thuật điện quốc tế) (*xem thêm phụ lục)

STT	Tên thiết bị	Ký hiệu	
		Bảng số	Bảng chữ
1	Role thời gian	2	t
2	Role điện trở (khoảng cách)	21	Z<
3	Role quá dòng có hướng	67	
4	Role kém áp (điện áp cực tiểu)	27	U<
5	Role nhiệt	49	θ°
6	Role dòng điện cắt nhanh	50	I >>
7	Role dòng điện có thời gian	51	I >, t

8	Bảo vệ quá dòng chạm đất có thời gian duy trì	51N	$I_0 >$
9	Máy cắt	52	MC
10	Tiếp điểm phụ thường mở của máy cắt	52a	MC _a
11	Tiếp điểm phụ thường đóng của máy cắt	52b	MC _b
12	Role quá điện áp	59	$U >$
13	Role dòng điện thứ tự nghịch	46	
14	Role tự động đóng lại	79	AR
15	Role tần số	81	f
16	Role bảo vệ so lệch	87	SL hoặc ΔI

4. Nguồn điện thao tác

4.1. Khái niệm

Nguồn điện thao tác là nguồn điện cung cấp cho các mạch điều khiển, tín hiệu, bảo vệ role và tự động hoá.

Mạch thao tác có thể sử dụng nguồn điện một chiều hoặc xoay chiều. Có thể sử dụng nguồn thao tác trung tâm hoặc nguồn thao tác cục bộ, cung cấp dòng cho từng mạch điện.

Việc cung cấp điện trung tâm có nhược điểm phải có lưới phân phối cho các mạch thao tác, do đó khả năng xảy ra sự cố sẽ nhiều. Nguồn thao tác cục bộ sẽ tăng chi phí đầu tư công trình, đối với các công trình quy mô nhỏ có thể chiếm một tỷ trọng đáng kể.

Nhà máy điện và trạm biến áp có công suất lớn thường dùng nguồn thao tác một chiều (ắc quy và tủ nạp). Trạm biến áp có công suất nhỏ có thể sử dụng nguồn thao tác xoay chiều nhằm giảm chi phí.

4.2. Phân loại

4.2.1. Nguồn điện thao tác một chiều

- Nguồn điện thao tác một chiều trong các nhà máy điện và trạm biến áp thường được lấy từ ắc quy với điện áp 24V, 48V, 110V, 220V.

- Đây là nguồn điện hoàn toàn độc lập, không phụ thuộc vào tình trạng làm việc của mạch điện chính.

- Nhưng ắc quy có giá thành cao, vận hành phức tạp, đòi hỏi chế độ bảo dưỡng cao, cần có buồng riêng.

4.2.2. Nguồn điện thao tác xoay chiều

Nguồn điện thao tác xoay chiều có thể lấy từ máy biến áp tự dòng của nhà máy điện và trạm biến áp.

4.2.3. Nguồn điện thao tác chỉnh lưu

Việc sử dụng nguồn chỉnh lưu rất tiện lợi cho các mạch thao tác, đặc biệt khi có sự kết hợp với việc sử dụng ắc quy. Các thiết bị chỉnh lưu một nửa chu kỳ, hai nửa chu kỳ một pha và chỉnh lưu loại ba pha được sử dụng rộng rãi trong mạch điện, có thể vận hành độc lập hoặc kết hợp với hệ thống ắc quy.

CHƯƠNG II. NGUYÊN LÝ CỦA CÁC LOẠI BẢO VỆ

Giới thiệu:

Trong chương này, các tác giả giới thiệu về nguyên lý bảo vệ quá dòng, bảo vệ so lệch dòng điện, bảo vệ khoảng cách, bảo vệ quá dòng có hướng, bảo vệ chạm đất trong đó đưa ra sơ đồ nguyên lý và nguyên tắc làm việc của từng loại bảo vệ.

Mục tiêu:

Học xong chương này, người học có khả năng:

- Trình bày được nguyên lý chung của các loại bảo vệ
- Vẽ được sơ đồ nguyên lý của các loại bảo vệ.
- Viết được công thức tính chọn dòng bảo vệ, thời gian bảo vệ cho các loại bảo vệ

Nội dung:

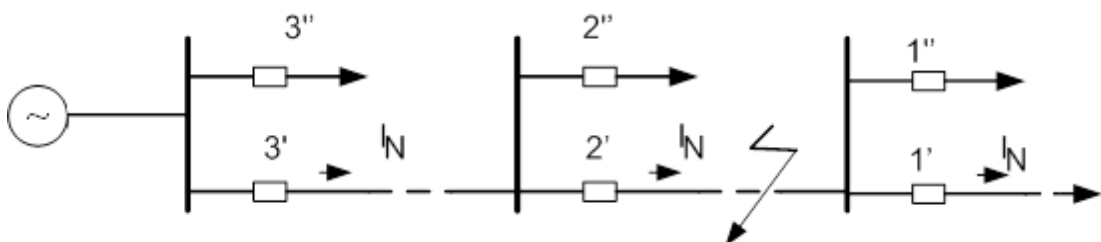
1. Bảo vệ quá dòng điện

1.1. Nguyên lý chung của bảo vệ quá dòng điện

1.1.1. Nguyên lý chung

Bảo vệ quá dòng điện là loại bảo vệ phản ứng với dòng trong phần tử được bảo vệ. Bảo vệ sẽ tác động khi dòng điện qua chỗ đặt thiết bị bảo vệ tăng quá một giá trị định trước nào đó.

Ví dụ, khảo sát tác động của các bảo vệ quá dòng đặt trong mạng hình tia có 1 nguồn cung cấp (hình 2-1), các thiết bị bảo vệ được bố trí về phía nguồn cung cấp của tất cả các đường dây. Mỗi đường dây có 1 bảo vệ riêng để cắt hư hỏng trên chính nó và trên thanh góp của trạm ở cuối đường dây.



Hình 2-1. Bố trí các bảo vệ quá dòng điện trong mạng điện
hình tia có 1 nguồn cung cấp.

Có thể đảm bảo khả năng tác động chọn lọc của các bảo vệ bằng 2 phương pháp khác nhau:

- Phương pháp thứ nhất: Thời gian làm việc của bảo vệ càng lớn khi bảo vệ càng đặt gần về phía nguồn cung cấp. Bảo vệ được thực hiện như vậy được gọi là bảo vệ quá dòng có thời gian.

- Phương pháp thứ hai: Dòng khởi động của bảo vệ càng lớn khi bảo vệ càng đặt gần về phía nguồn cung cấp. Nhờ vậy bảo vệ có thể tác động chọn lọc không thời gian. Chúng được gọi là bảo vệ dòng cắt nhanh (Bảo vệ cắt nhanh).

Như vậy, có hai loại bảo vệ quá dòng điện: bảo vệ quá dòng có thời gian và bảo vệ cắt nhanh, chúng khác nhau ở cách thức bảo đảm yêu cầu tác động chọn lọc và vùng bảo vệ.

1.1.2. Dòng điện khởi động, dòng điện trở về

- *Dòng điện khởi động (I_{Kd})*: là dòng nhỏ nhất đi qua bảo vệ mà làm cho bảo vệ khởi động. Đối với các role quá dòng, dòng khởi động của bảo vệ cần phải lớn hơn dòng làm việc cực đại của phần tử được bảo vệ để ngăn ngừa role tác động khi phần tử được bảo vệ làm việc bình thường, đồng thời phải nhỏ hơn dòng điện sự cố nhỏ nhất qua phần tử cần bảo vệ để chắc chắn bảo vệ được phần tử đó trong mọi trường hợp sự cố.

- *Dòng điện trở về (I_V)*: Sau khi role tác động, nếu giảm dòng điện qua role đến một trị số nào đó thì tiếp điểm của role sẽ lại mở ra (trở về vị trí ban đầu).

Dòng điện lớn nhất đi qua cuộn dây role để tiếp điểm role trở về vị trí ban đầu gọi là dòng điện trở về, ký hiệu là I_V

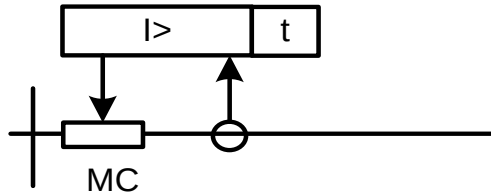
- Hệ số trở về, ký hiệu là K_V

$$K_V = \frac{I_V}{I_{Kd}} \quad (2.1)$$

K_V phụ thuộc vào tính chất của role.

1.2. Bảo vệ quá dòng cực đại

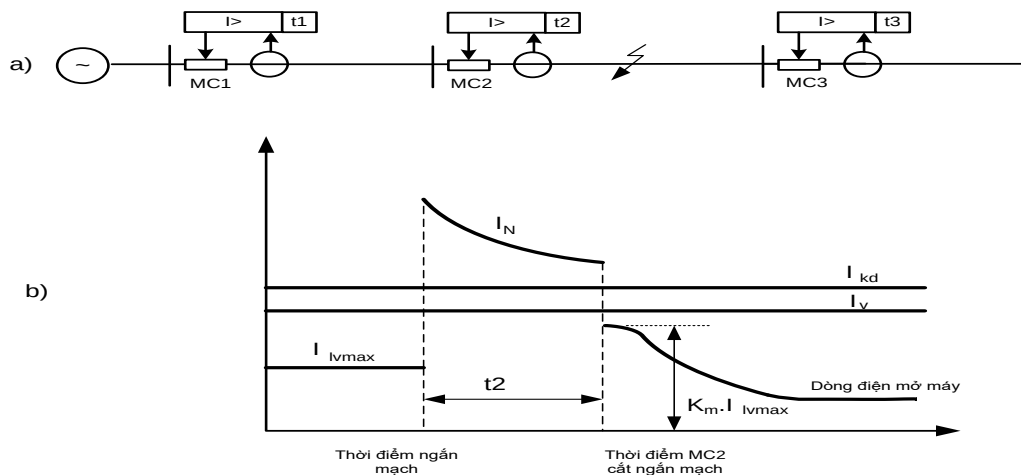
1.2.1. Sơ đồ nguyên lý



Hình 2-2. Sơ đồ nguyên lý bảo vệ quá dòng có thời gian

Bảo vệ quá dòng có thời gian gồm 2 bộ phận chính: Bộ phận khởi động (rơle dòng điện RI) và bộ phận tạo thời gian tác động (rơle thời gian RT). Bộ phận khởi động phản ứng với các hư hỏng và đưa tín hiệu đến bộ phận tạo thời gian. Bộ phận tạo thời gian làm nhiệm vụ tạo thời gian làm việc, đảm bảo cho bảo vệ tác động một cách có chọn lọc. Rơle dòng điện được nối vào phía thứ cấp của BI theo sơ đồ thích hợp.

1.2.2. Nguyên tắc chọn dòng điện khởi động



Hình 2-3. a. Sơ đồ nguyên lý đặt bảo vệ trên đường dây nhiều phân đoạn;

b. Chọn dòng điện khởi động.

Dòng điện khởi động của bảo vệ được chọn theo điều kiện:

$$I_{N \min} > I_{kd} = \frac{K_{at} \cdot K_m}{K_v} I_{lv \max} \quad (2.2)$$

Trong đó:

$I_{lv \max}$ - dòng điện phụ tải cực đại qua chỗ đặt bảo vệ;

K_m - hệ số mở máy của các phụ tải động cơ ($K_m = 2$ đến 3)

K_{at} - hệ số an toàn, thường lấy trong khoảng 1,1 đến 1,2 tùy loại rơle;

K_v - hệ số trở về;

I_{Nmin} - dòng điện ngắn mạch cực tiểu đi qua bảo vệ đảm bảo cho rơle còn khởi động được.

Nếu kể đến sơ đồ nối dây và hệ số biến đổi n_I của máy biến dòng thì

$$I_{kdR} = \frac{k_{at} \cdot k_{mm} \cdot k_{sd}}{k_{tv} \cdot n_{BI}} I_{lv \max} \quad (2.3)$$

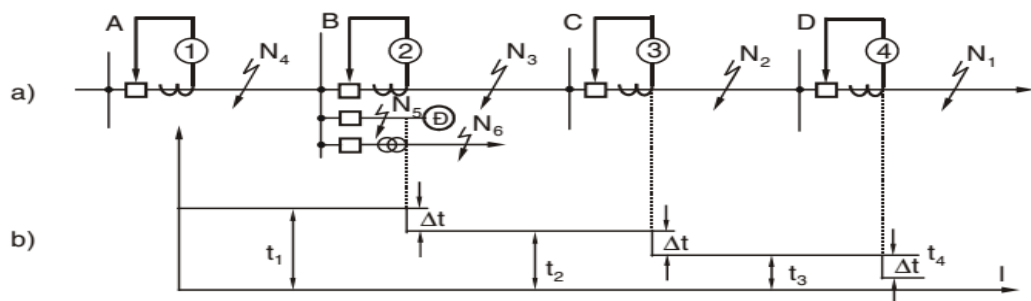
Ta thấy dòng khởi động của bảo vệ phụ thuộc vào K_{tv} và $I_{lv \max}$ nên muốn giảm dòng khởi động để tăng độ nhạy người ta dùng rơle có hệ số trở về cao (gần bằng 1)

1.2.3. Thời gian tác động

Đường dây thường được chia làm nhiều phân đoạn. Khi xảy ra ngắn mạch tại bất kỳ phân đoạn nào thì dòng ngắn mạch không chỉ đi qua phân đoạn đó mà còn đi qua tất cả các phân đoạn trước nó (kể từ nguồn đến).

Do đó, để đảm bảo tác động chọn lọc thì thời gian tác động của bảo vệ phải chọn theo nguyên tắc bậc thang: Thời gian tác động của bảo vệ phía trước (kể từ nguồn đến nơi tiêu thụ điện) phải lớn hơn thời gian tác động của bảo vệ phía sau một khoảng thời gian là Δt .

Giả sử, xét đường dây như sau:



Hình 2-4: Nguyên tắc chọn thời gian bậc thang

Nếu gọi: t_1 là thời gian tác động của bảo vệ đường dây D_1 (từ BI1 đến BI2)

t_2 là thời gian tác động của bảo vệ đường dây D_2 (từ BI2 đến BI3)

t_3 là thời gian tác động của bảo vệ đường dây D_3 (từ BI 3 đến BI4)

Theo đúng nguyên tắc thì $t_1 > t_2 > t_3$

Hay: $t_1 - t_2 = \Delta t$; $t_2 - t_3 = \Delta t$

Với Δt là thời gian chênh lệch giữa các bảo vệ liên kế nhau (thường đặt $\Delta t = 0,5 \div 0,7s$).

1.2.4. Độ nhạy

Vùng tác động của bảo vệ gồm phần tử được bảo vệ (ví dụ đoạn AB của bảo vệ 1 (H 2-1)) và của phần tử lân cận (các phần tử được nối với trạm B). Phần tử lân cận được bảo vệ thuộc vùng bảo vệ dự trữ. Độ nhạy được đánh giá bằng hệ số nhạy:

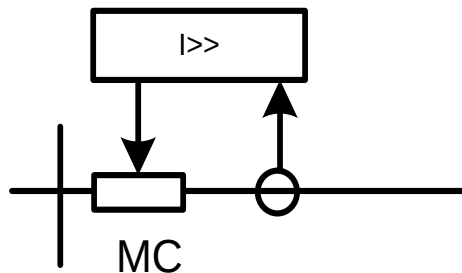
$$k_{nh} = \frac{I_{Nmin}}{I_{kd}} \quad (2.4)$$

Trong đó: I_{Nmin} là dòng ngắn mạch cực tiểu khi ngắn mạch ở cuối vùng bảo vệ

Khi ngắn mạch ở cuối phần tử được bảo vệ (vùng chính) yêu cầu $k_{nh} > 1,5$.
Khi ngắn mạch ở cuối vùng dự trữ yêu cầu $k_{nh} > 1,2$.

1.3. Bảo vệ cắt nhanh

1.3.1. Sơ đồ nguyên lý



Hình 2-6. Sơ đồ nguyên lý bảo vệ cắt nhanh

Bảo vệ cắt nhanh chỉ gồm một bộ phận chính là bộ phận khởi động (role dòng điện RI). Bộ phận khởi động phản ứng với các hư hỏng và đưa tín hiệu trực tiếp đến role trung gian RG.

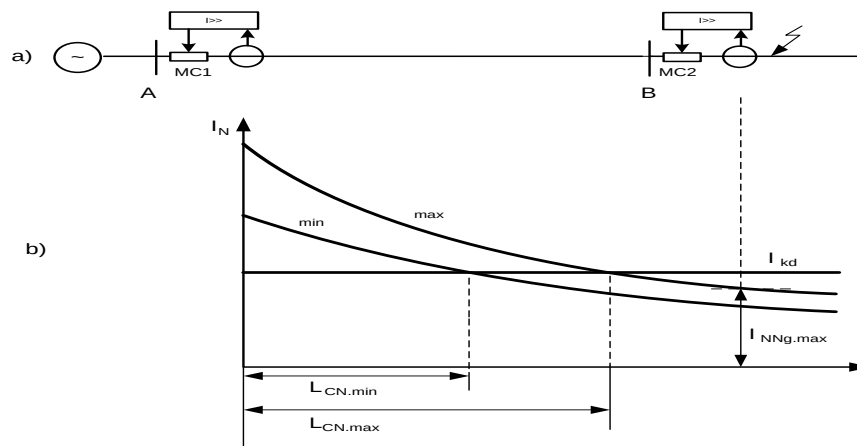
Như vậy, BVCN thường làm việc tức thời hoặc với một độ trễ rất bé. Trên thực tế, để ngăn chặn bảo vệ cắt nhanh làm việc sai (ví dụ khi có sét đánh vào đường dây, van chống sét đường dây làm việc, gây ngắn mạch tạm thời, hoặc khi

đóng máy biến áp không tải vào đường dây), thông thường người ta cho thời gian cắt nhanh sự cố khoảng 50-80ms.

1.3.2. Nguyên tắc chọn dòng khởi động của bảo vệ

a. Đường dây một nguồn cấp

Bảo vệ cắt nhanh là loại bảo vệ đảm bảo tính chọn lọc bằng cách chọn dòng khởi động lớn hơn dòng ngắn mạch lớn nhất qua chỗ đặt bảo vệ khi hư hỏng ở ngoài phần tử được bảo vệ.



Hình 2-7. a. Sơ đồ nguyên lý đặt bảo vệ trên đường dây nhiều phân đoạn

b. Chọn dòng điện khởi động

Xét BVCN đặt tại đầu đường dây AB (về phía trạm A) trên sơ đồ hình 2-7. Để bảo vệ không khởi động khi ngắn mạch ngoài (trên các phần tử nối vào thanh góp trạm B), dòng điện khởi động $I_{KĐ}$ của bảo vệ cần chọn lớn hơn dòng ngắn mạch lớn nhất đi qua đoạn AB khi ngắn mạch ngoài.

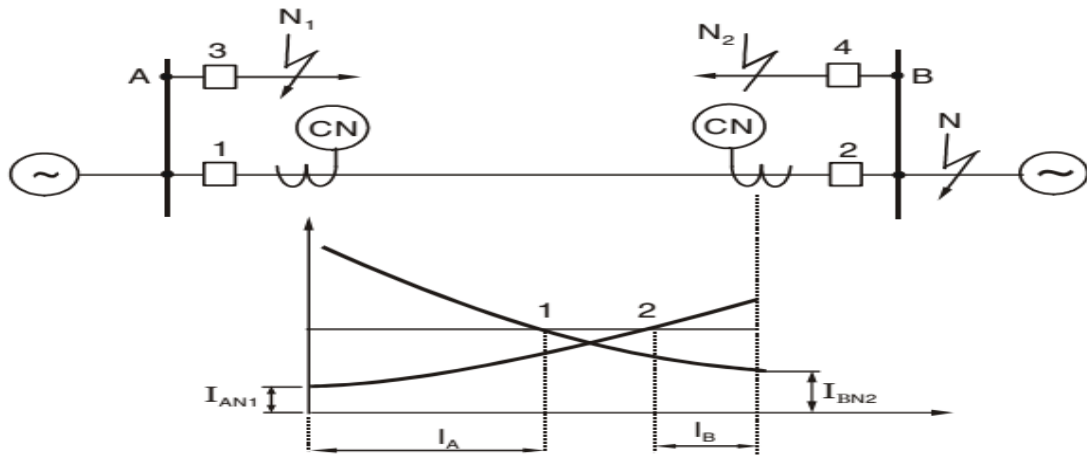
$$I_{KĐ} = k_{at} \cdot I_{Nngmax} \quad (2.5)$$

Trong đó:

I_{Nngmax} - dòng ngắn mạch lớn nhất khi ngắn mạch ngoài vùng bảo vệ (thường là dòng $N^{(3)}$)

k_{at} - hệ số an toàn; xét tới ảnh hưởng của thành phần không chu kỳ, việc tính toán không chính xác dòng ngắn mạch và sai số của rơle ($k_{at} = 1,2 \div 1,3$).

b. Đường dây hai nguồn cấp



Hình 2-8: Bảo vệ cắt nhanh trên đường dây có 2 nguồn cung cấp

Giả thiết trên hai đầu đường dây có hai nguồn cung cấp AB (hình 2-8) có đặt BVCN A và B. Để chúng không tác động sai khi ngắn mạch tác động tại điểm \$N_1\$ và \$N_2\$ dòng khởi động của chúng cần được chọn lớn hơn dòng từ nguồn A khi ngắn mạch tại \$N_2\$ (\$I_{AN2}\$) và dòng từ nguồn B khi ngắn mạch tại \$N_1\$ (\$I_{BN1}\$). Giả thiết \$I_{AN2} > I_{BN1}\$). Dòng khởi động của cắt nhanh A và cắt nhanh B chọn theo điều kiện nêu trên sẽ có giá trị bằng nhau

$$I_{kdA} = I_{kdB} = k_{at} \cdot I_{AN2} \quad (2.6)$$

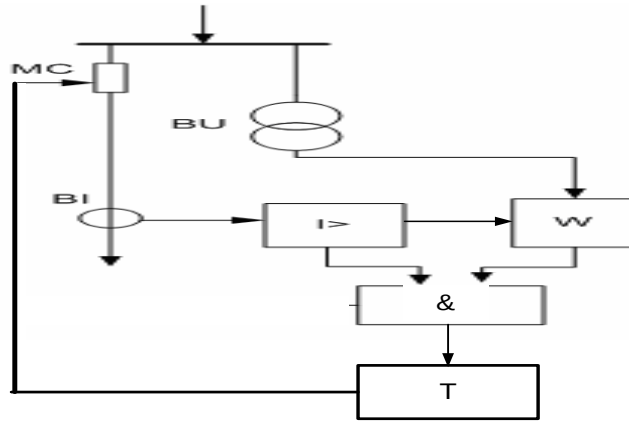
Ngoài ra, dòng khởi động của BVCN còn cần phải chọn lớn hơn dòng không cân bằng chạy giữa hai nguồn A và B khi nó dao động:

$$I_{kdA} = I_{kdB} = k_{at} \cdot I_{ddmax} \quad (2.7)$$

Dòng khởi động của bảo vệ lấy bằng giá trị lớn nhất trong hai giá trị nhận được từ (2.6) và (2.7). Điểm cắt của các đường cong ngắn mạch với đường thẳng nằm ngang \$I_{kd}\$ (điểm 1 và 2) xác định vùng bảo vệ (H.2-6). Tùy thuộc vào sự khác nhau giữa tham số các nguồn A và B, vùng BVCN A và B khác nhau nhiều hay ít. Trường hợp ứng với (Hình.2-6) ta thấy, khi ngắn mạch trong vùng \$I_A\$, chỉ bảo vệ \$CN_A\$ làm việc, và khi ngắn mạch trong vùng \$I_B\$ - chỉ có \$CN_B\$ làm việc. Khi ngắn mạch trong vùng giữa các điểm 1 và 2 thì không có bảo vệ nào làm việc.

2. Bảo vệ dòng điện có hướng

2.1. Sơ đồ nguyên lý



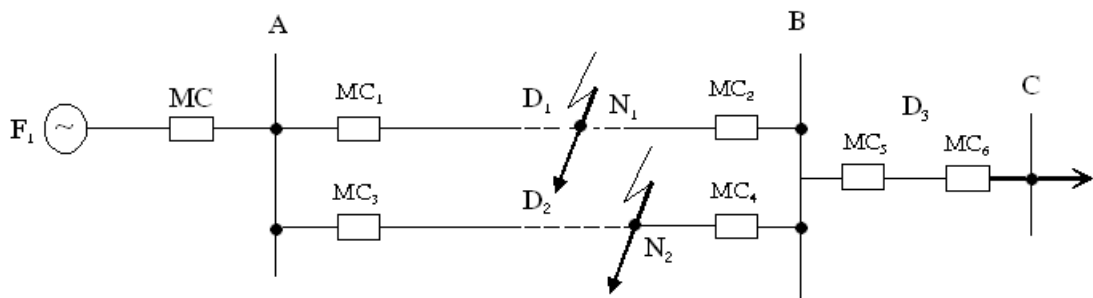
Hình 2-9. Sơ đồ nguyên lý bảo vệ dòng có hướng

Bảo vệ quá dòng có hướng gồm ba bộ phận: bộ phận tác động ($I >$), bộ phận định hướng công suất (W) và bộ phận định thời gian (T). W lấy tín hiệu từ BI và BU . Trong một số trường hợp có thể không có bộ phận định thời gian, khi đó là bảo vệ cắt nhanh có hướng.

2.2. Nguyên tắc thực hiện bảo vệ

Đối với một số cấu hình lưới điện phức tạp: mạng hình vòng, mạng điện song song hoặc mạng có nguồn cung cấp từ hai phía...thì bảo vệ quá dòng điện không bảo đảm cắt ngăn mạch chọn lọc.

Chẳng hạn, xét mạng điện song song như hình 2-10:



Hình 2-10. Mạng điện song song hình tia

Nếu sử dụng bảo vệ quá dòng thông thường thì thời gian làm việc của bảo vệ được chọn như sau:

$$t_2 = t_4 = t_5 + \Delta t$$

$$t_1 = t_3 = t_5 + 2\Delta t$$

Khi xảy ra sự cố tại điểm N_1 nếu theo nguyên tắc chọn thời gian như trên thì MC_1 , MC_2 và MC_4 cắt. Khi xảy ra sự cố tại N_2 thì MC_3 , MC_4 và MC_2 cắt. Điều

này không phù hợp. Vì để đảm bảo tính chọn lọc thì khi ngắn mạch tại điểm N_1 chỉ cần MC_1 và MC_2 cắt, ngắn mạch tại điểm N_2 thì chỉ cần MC_3 và MC_4 cắt.

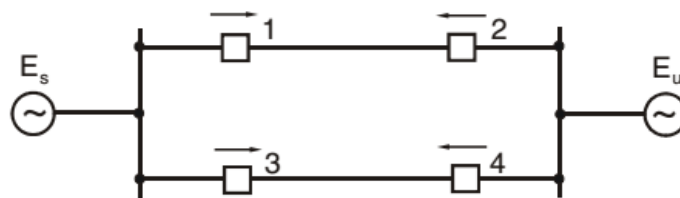
Để khắc phục nhược điểm này người ta trang bị thêm bộ phận định hướng công suất tại các bảo vệ của MC_2 và MC_4 với chiều công suất tác động ứng với luồng công suất đi từ phía thanh cái vào đường dây. Khi xảy ra sự cố tại điểm N_1 lúc này luồng công suất sẽ đi từ 2 thanh cái tới điểm ngắn mạch, khi đó bảo vệ sẽ cắt MC_1 và MC_2 còn bảo vệ trên D_2 sẽ không cắt MC_4 vì công suất tại bảo vệ MC_4 đi từ phía đường dây vào thanh cái.

Tác động của bảo vệ quá dòng có hướng phụ thuộc vào 2 yếu tố: dòng điện sự cố (được kiểm tra bằng bộ phận quá dòng điện) và hướng công suất qua chỗ đặt bảo vệ (được xác định nhờ góc pha giữa dòng điện đó với điện áp trên thanh góp của trạm có đặt bảo vệ).

2.3. Các trường hợp áp dụng bảo vệ dòng điện có hướng

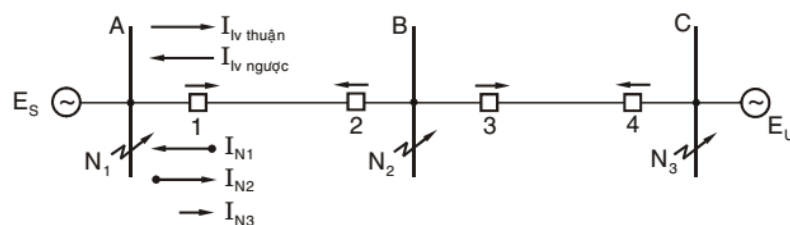
2.3.1. Hai đường dây song song

Khi dùng rơle dòng điện bảo vệ hai đường song song cần thiết phải đặt bộ phận định hướng công suất ở tất cả các vị trí máy cắt (hình vẽ 2-11)



Hình 2-11: Mạng điện song song hai nguồn cấp

2.3.2. Đường dây có 2 nguồn cấp



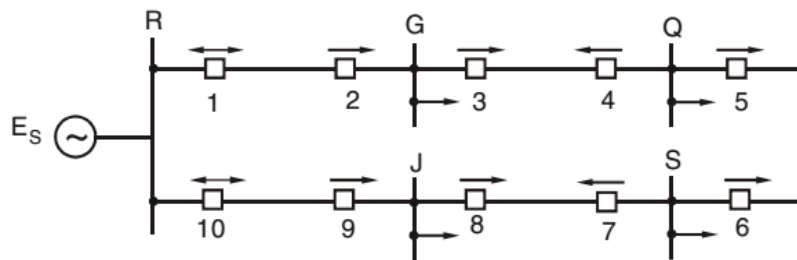
Hình 2-12: Bảo vệ dòng điện có hướng đường dây có 2 nguồn

Việc quyết định chọn bộ phận định hướng thường được xác định bằng tỷ số dòng điện chạy qua rơle ở hai đầu đường dây. Từ hình 2-12, theo yêu cầu thực tế, cần bộ phận định hướng công suất (ĐHCS) đặt ở vị trí 1, nếu bất kỳ dòng tải và dòng NM tại N_1 , N_2 , N_3 thỏa mãn:

$$I_{lvmaxnguoc} \geq 0,25 I_{lvmax \text{ thuận}}$$

Dòng ngắn mạch tại N_1 chạy ngược từ đường dây vào thanh cái A trong khi dòng ngắn mạch tại N_2 , N_3 chạy từ thanh cái ra đường dây. Nếu dòng ngắn mạch hay dòng tải chạy về phía trái và vượt quá dòng khởi động rơle dòng điện thì cần thiết phải đặt bộ phận ĐHCS. Nếu dòng tải từ B tới A ($I_{lvmax\text{ ngược}}$) lớn hơn dòng tải từ A tới B ($I_{lv\text{ max thuận}}$) thì dùng bộ phận ĐHCS sẽ cho phép chỉnh định trị số đặt dòng để có độ nhạy cao hơn. Giả sử rằng rơle bảo vệ dự trữ từ xa cho rơle 1 khi có sự cố tại đường dây BC.

Từ mạng vòng kín một nguồn như ở hình 2-13 ta nhận thấy: tại vị trí 1 và 10 không cần đặt RW, vì khi ngắn mạch trên thanh cái R không có dòng ngắn mạch qua vị trí 1 và 10. Trong mạng, khi có bất kỳ một máy cắt nào mở, mạng sẽ trở thành sơ đồ hình tia một nguồn. Đối với các role phía phải của G và J, dòng điện tải có thể chảy theo hai hướng tùy thuộc vào tải và điều này phải được lưu ý khi tính toán trị số khởi động của tất cả role, dòng điện qua role 2 và 9 cũng có thể có cả hai hướng.



Khi ngắn mạch tại thanh cái R sẽ không có dòng sự cố trên đường dây RG. Khi điểm ngắn mạch dời về phía phải, dòng điện ngắn mạch trong role 2 tăng lên đến trị số khi ngắn mạch tại G. Vì trị số dòng ngắn mạch qua role 2 từ 0 nên role có thể chỉnh định tác động tức thời với dòng khởi động rất nhỏ. Điều này có thể role 2 sẽ là role cắt nhanh, không có bộ phận thời gian. Tương tự cho role số 9.

Khi điểm ngắn mạch di chuyển từ R đến G, dòng điện ngắn mạch tại 2 bắt đầu tăng từ 0, còn trong role 1 từ trị số dòng ngắn mạch cực đại và giảm dần khi điểm sự cố gần tới thanh cái G. Vì dòng ngắn mạch tại 1 thì lớn nên role này sẽ được chỉnh để cắt đầu tiên, do đó mạng vòng sẽ hở và tạo mạng hình tia ngược chiều kim đồng hồ từ role 10 đến 2. Điều này làm tăng dòng ngắn mạch qua role 2, 4, 6, 8, 10. Chúng ta lưu ý phối hợp các role này giống như mạng hình tia.

2.3.4. Mạng vòng có nhiều nguồn cung cấp

Phối hợp mạng loại này phức tạp hơn nhiều. Tất cả role dòng điện cần có bộ phận RW và từng cặp role phải phối hợp với nhau xoay vòng cho cả hai hướng. Hơn nữa, ở tại các nút có nguồn liên kết với mạng vòng, role của nguồn cũng được phối hợp với role của mạng vòng. Quá trình phối hợp role dòng điện trong mạng nhiều nguồn rất phức tạp. Thông thường, trong các mạng vòng, người ta dùng các loại role làm việc theo các nguyên tắc chọn lọc tốt hơn như bảo vệ khoảng cách hay so lệch.

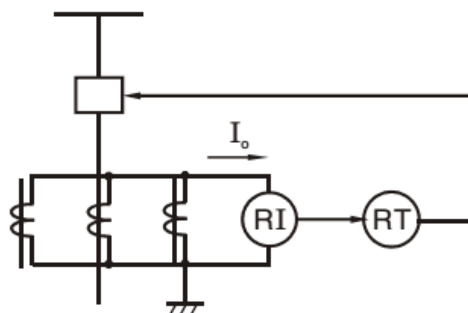
3. Bảo vệ chạm đất

3.1. Bảo vệ chạm đất trong lưới điện có trung tính nối đất trực tiếp

Lưới điện có trung tính trực tiếp nối đất khi xảy ra một điểm chạm đất thì gây nên ngắn mạch một pha. Trường hợp này phải cắt đường dây bị sự cố ra khỏi hệ thống điện.

Để thực hiện nhiệm vụ đó người ta dùng bảo vệ dòng điện thứ tự không.

3.1.1. Bảo vệ dòng cực đại thứ tự không



Hình 2-14: Sơ đồ nguyên lý bảo vệ dòng cực đại thứ tự không

Role nối vào bộ lọc dòng thứ tự không (hình 2-14).

Thời gian tác động của bảo vệ thứ tự không thường nhỏ hơn thời gian tác động của bảo vệ quá dòng cực đại.

Dòng tác động của rơle, dòng cực đại thứ tự không được chọn từ điều kiện bảo đảm tác động một cách chắc chắn khi chạm đất, ở cuối đoạn kế tiếp và tránh dòng không cân bằng.

- Điều kiện thứ nhất $I_{kd} < 3 \cdot I_{oNmin}$
- Điều kiện thứ hai $I_{kd} > I_{Kcbmax}$ (2-8)

Điều kiện thứ hai là quyết định. Theo điều kiện này

$$I_{kd} = k_{at} \cdot I_{Kcbmax}$$

Trong đó: $K_{at} = 1,2 \div 1,5$

Dòng I_{Kcbmax} được tính ứng với chế độ bình thường, hoặc ngắn mạch tùy thuộc vào thời gian tác động của bảo vệ.

Độ nhạy của BV được đặc trưng bởi hệ số nhạy:

$$k_{nh} = \frac{3 \cdot I_{omin}}{I_{kd}} \quad (2-9)$$

với I_{omin} là dòng thứ tự không nhỏ nhất khi ngắn mạch một pha và hai pha chạm đất ở cuối đoạn tiếp sau. Yêu cầu: $k_{nh} > 1,5$.

3.1.2. Bảo vệ cắt nhanh thứ tự không

Bảo vệ cắt nhanh (BVCN) phản ứng theo dòng thứ tự không, có nhiệm vụ cắt nhanh ngắn mạch chạm đất, trong mạng có trung tính trực tiếp nối đất. Bảo vệ tác động theo nguyên tắc cũng tương tự như cắt nhanh phản ứng theo dòng toàn phần. Bảo vệ cắt nhanh thứ tự không, có thể là bảo vệ đơn giản có hướng, tác động tức thời và có thời gian trì hoãn.

Bảo vệ này dùng cho các đường dây mà dòng I_o chỉ có ở một phía khi ngắn mạch chạm đất. Nói cách khác, nó được dùng khi các trung tính nối đất của MBA nằm về một phía của đường dây, bảo vệ cắt nhanh tác động tức thời. Dòng khởi động thứ tự không được tính theo dòng $3I_{omax}$ khi ngắn mạch chạm đất tại thanh góp trạm đối diện $I_{kd} = k_{at} \cdot 3I_{omax}$

BVCN tác động có thời gian trì hoãn cần phải phối hợp về dòng và thời gian với bảo vệ thứ tự không tác động tức thời của đường dây tiếp theo sau.

3.2. Bảo vệ chạm đất trong lưới điện có trung tính cách điện với đất

3.2.1. Yêu cầu đối với bảo vệ

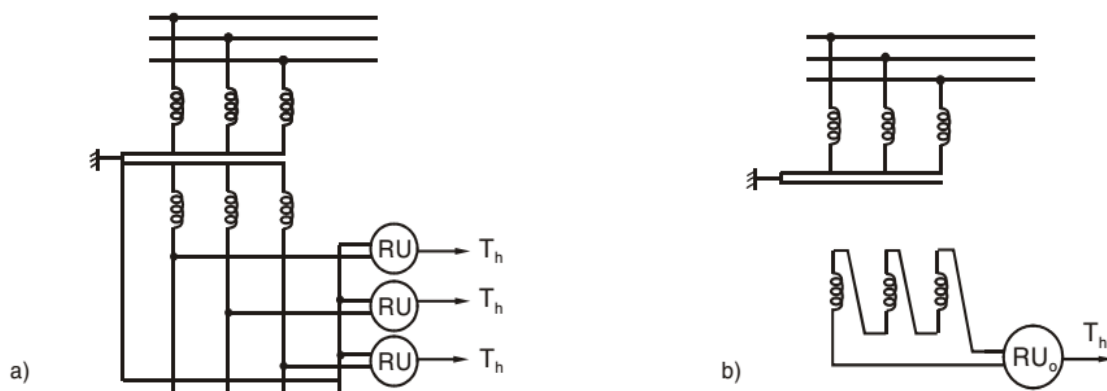
Các yêu cầu đề ra đối với bảo vệ chống chạm đất trong mạng có dòng chạm đất nhỏ khác về cơ bản so với yêu cầu đối với bảo vệ chống ngắn mạch. Chạm đất không làm tăng cao dòng, không làm biến dạng các đại lượng áp dây, vì vậy các thiết bị không bị quá tải về dòng, và việc cung cấp điện cho các phụ tải không bị ảnh hưởng. Do đó, khi có chạm đất một điểm, thường bảo vệ chỉ báo tín hiệu. Tuy nhiên, việc cắt chỗ chạm đất là cần thiết vì cách điện giữa các pha tại chỗ chạm có thể bị hủy do tác động nhiệt của dòng chạm đất, kết quả là chạm đất một pha có thể biến thành ngắn mạch giữa các pha. Ngoài ra, do hiện tượng tăng áp các pha không bị hư hỏng khi có chạm đất, cách điện các pha này có thể bị chọc thủng tạo nên chạm đất hai pha tại hai điểm khác nhau trong mạng.

Bảo vệ chống chạm đất trong mạng có dòng chạm đất nhỏ chỉ cần báo tín hiệu có chạm đất, người trực chuyển phụ tải đường dây hư hỏng sang nguồn khác, sau đó cắt hẳn đường dây này.

Tùy theo điều kiện làm việc cụ thể của thiết bị mà xử lý thích hợp.

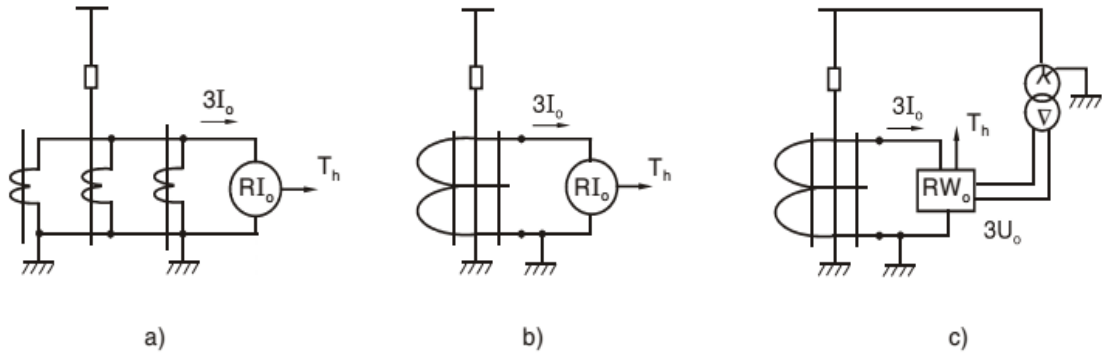
3.2.2. Nguyên tắc thực hiện bảo vệ

Bảo vệ đơn giản nhất là bảo vệ chung, chỉ cho tín hiệu chạm đất mà không chỉ rõ được điểm chạm. Bảo vệ có thể dùng ba rơle áp giảm (hình 2-15a) nối vào áp pha so với đất hoặc chỉ một rơle nối qua bộ lọc áp thứ tự không (hình 2-15b). Khi có chạm đất, bảo vệ báo tín hiệu, sau đó người trực đi kiểm tra từng phần tử và xác định phần tử hư hỏng. Bảo vệ phản ứng theo dòng thứ tự không, cũng như bảo vệ có hướng phản ứng theo dòng và công suất thứ tự không là các bảo vệ tác động có chọn lọc được dùng hiện nay. Khi chạm đất xảy ra ở trong phần tử được bảo vệ hoặc ở ngoài nó, dòng qua phần tử này có giá trị và hướng khác nhau. Lợi dụng sự khác nhau này, người ta thực hiện bảo vệ chỉ tác động khi hư hỏng xảy ra trong phần tử được bảo vệ.



Hình 2-15: Bảo vệ cho tín hiệu không chọn lọc khi có chạm đất

Bảo vệ cho tín hiệu chọn lọc được thực hiện như hình 2-16



Hình 2-16: Sơ đồ bảo vệ chạm đất bảo tín hiệu có chọn lọc

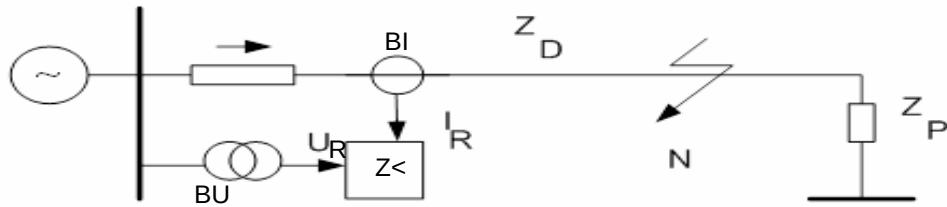
Hình 2-16a, b giới thiệu hai phương án bảo vệ khác nhau về độ nhạy. Phương án a dùng bộ lọc gồm 3 BI. Bảo vệ này có độ nhạy tương đối thấp. Dòng khởi động sơ cấp của BV này không nhỏ hơn $20A \div 25A$. Phương án b dùng bộ lọc là MBI thứ tự không BI_o . Bảo vệ này có độ nhạy cao hơn nhiều. BI_o có khả năng làm cho bảo vệ tác động với dòng sơ cấp khoảng $3A \div 5A$. Nếu dùng BI_o kết hợp với role có độ nhạy cao có thể tạo nên BV tác động với dòng sơ cấp $1A \div 2A$. Do đó BI_o là bảo vệ chính đối với mạng có đường dây cáp và dòng chạm đất nhỏ.

Hình 2-16c giới thiệu bảo vệ thứ tự không có hướng. Bảo vệ này dùng cho mạng hình tia, khi mà dòng điện dung của bản thân mỗi đường dây có giá trị lớn và tương đương với dòng điện điện dung toàn phần của mạng. Trong trường hợp này, không đòi hỏi phải chỉnh định tránh dòng điện dung bản thân của đường dây được bảo vệ.

4. Bảo vệ khoảng cách

Bảo vệ dòng điện cực đại, có hướng và không hướng, có thời gian làm việc chọn theo nguyên tắc từng cấp, đôi khi quá lớn và trong mạng vòng có số nguồn lớn hơn hai, hoặc mạng vòng có một nguồn nhưng có những đường chéo không qua nguồn, không thể đảm bảo cắt chọn lọc những phần tử hư hỏng. Như vậy, cần phải tìm các nguyên tắc bảo vệ khác vừa đảm bảo tác động nhanh, vừa chọn lọc và có độ nhạy tốt đối với mạng phức tạp bất kỳ. Một trong các bảo vệ đó là bảo vệ khoảng cách (BVKC).

4.1. Sơ đồ nguyên lý



Hình 2-17: Sơ đồ nguyên lý bảo vệ khoảng cách

Bảo vệ dùng rơle tổng trở RZ, lấy tín hiệu từ BU và BI. Tổng trở trên cực của rơle RZ thực chất là tổng trở giả tưởng, không có ý nghĩa vật lý, nó chính là tỷ số giữa áp U_R và dòng I_R đưa vào rơle.

4.2. Nguyên tắc thực hiện bảo vệ

Bảo vệ khoảng cách hay còn gọi là bảo vệ tổng trở là loại bảo vệ dùng rơle tổng trở có thời gian làm việc phụ thuộc vào quan hệ điện áp U_R , dòng điện I_R và góc lệch pha giữa chúng. Thời gian này tăng lên khi khoảng cách từ chỗ đặt bảo vệ tới điểm sự cố tăng lên. Bảo vệ đặt gần chỗ hư hỏng nhất sẽ có thời gian làm việc bé nhất.

Đối với các hệ thống truyền tải, tổng trở đo được tại chỗ đặt bảo vệ trong chế độ làm việc bình thường (bằng thương số của điện áp chỗ đặt bảo vệ với dòng điện phụ tải) cao hơn nhiều tổng trở đo được trong chế độ sự cố. Ngoài ra trong nhiều trường hợp tổng trở của mạch vòng sự cố thường tỷ lệ với khoảng cách từ chỗ đặt bảo vệ đến chỗ ngắn mạch.

$$\text{Dòng điện vào rơle: } I_R = \frac{I}{n_I}$$

$$\text{Điện áp vào rơle: } U_R = \frac{U}{n_U}$$

$$\text{Tổng trở rơle đo được: } Z_R = \frac{U_R}{I_R} = \frac{U \cdot n_I}{I \cdot n_U} = \frac{Z_S}{n_Z}$$

$$\text{Với: } n_Z = \frac{n_U}{n_I}$$

$$Z_S = \frac{U}{I} = Z_P + Z_D \text{ là tổng trở phụ tải và đường dây.}$$

Khi xảy ra ngắn mạch trên đường dây, sẽ có sự đột biến về tổng trở Z_S ; Z_S giảm đến một giá trị Z_N nào đó tùy thuộc vào điểm ngắn mạch. Role khoảng cách phát hiện sự đột biến này và so sánh với giá trị đặt, nếu thỏa mãn sẽ tác động gửi tín hiệu đi cắt máy cắt với thời gian tương ứng của vùng sự cố.

Để đảm bảo tính chọn lọc phải chọn tổng trở khởi động của bảo vệ:

$$Z_{Kđ} < Z_D$$

Bảo vệ khoảng cách phải được thực hiện trên cả ba pha.

Ngày nay nguyên lý bảo vệ khoảng cách thường được kết hợp với các nguyên lý khác như quá dòng điện, quá điện áp, thiếu điện áp để thực hiện những bảo vệ đa chức năng hiện đại.

Thông thường bảo vệ khoảng cách được xây dựng với nhiều cấp nhằm mục đích tăng độ tin cậy và độ chọn lọc của bảo vệ.

Do đó, phạm vi bảo vệ cũng được chia làm 3 vùng:

- Vùng 1: có thời gian tác động là t_1 , bảo vệ được khoảng 80% chiều dài đường dây.

- Vùng 2: có thời gian tác động là t_2 , bảo vệ được toàn bộ chiều dài đường dây cộng với 30% chiều dài đường dây liền kề (để đảm bảo chọn lọc thì t_2 phải lớn hơn thời gian làm việc của bảo vệ chính liền kề).

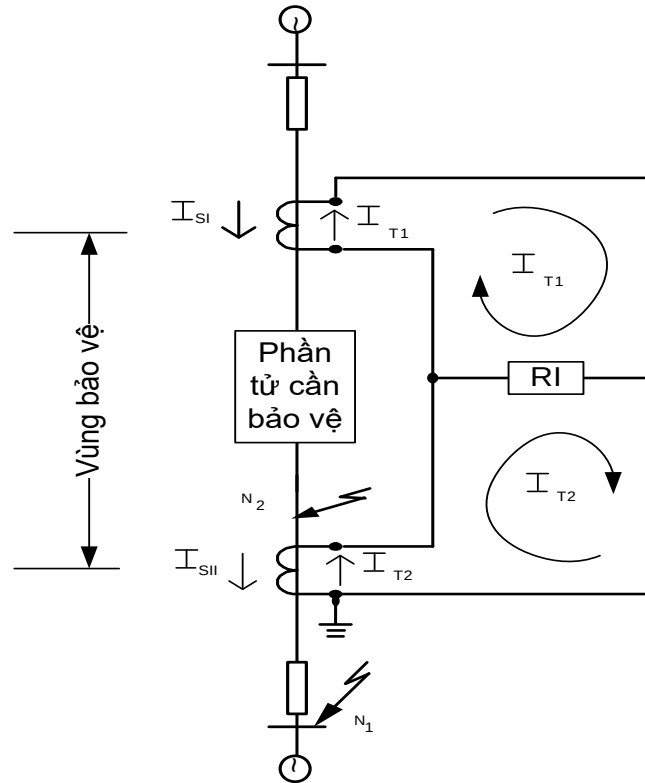
- Vùng 3: có thời gian tác động là t_3 , bảo vệ được toàn bộ chiều dài đường dây và đường dây liền kề (dự phòng cho đường dây này).

5. Bảo vệ so lệch dòng điện

5.1. Nguyên tắc thực hiện

Bảo vệ so lệch dòng điện là loại bảo vệ dựa trên nguyên tắc so sánh trực tiếp dòng điện ở hai đầu phần tử được bảo vệ. Nếu sự sai lệch giữa hai dòng điện vượt quá trị số cho trước thì bảo vệ sẽ tác động, chính vì vậy bảo vệ có tên gọi là bảo vệ dòng so lệch.

Hai tổ máy biến dòng (BI) được đặt ở hai đầu phần tử được bảo vệ. Vùng tác động của bảo vệ được giới hạn bằng vị trí đặt của hai tổ máy biến dòng đó.



Hình 2-18: Sơ đồ nguyên lý bảo vệ so lệch.

Quy ước hướng dương dòng điện theo chiều mũi tên như trên sơ đồ, ta có: dòng vào rơle RI (I_R) bằng hiệu hình học dòng điện qua hai BI:

$$I_R = I_{T1} - I_{T2}$$

Trong tình trạng làm việc bình thường hoặc khi ngắn mạch ngoài vùng bảo vệ (điểm N_1), lý tưởng ta có $I_{T1} = I_{T2} \Rightarrow I_R = I_{T1} - I_{T2} = 0$, bảo vệ sẽ không tác động.

Khi ngắn mạch trong vùng bảo vệ (ở điểm N_2): dòng I_{T1} và I_{T2} khác nhau cả trị số và góc pha, nên dòng vào cuộn dây rơle $I_R = I_{T1} - I_{T2} \neq 0$ (Nếu phía II không có nguồn, dòng $I_{T2} \approx 0 \Rightarrow I_R = I_{T1}$).

Nếu I_R vượt quá dòng khởi động $I_{Kđ}$ của rơle, thì rơle sẽ tác động.

Như vậy theo nguyên tắc tác động thì bảo vệ có tính chọn lọc tuyệt đối và để đảm bảo tính chọn lọc không cần phối hợp về thời gian.

5.2. Dòng điện không cân bằng, dòng điện khởi động của bảo vệ so lệch

5.2.1 Dòng điện không cân bằng

Khi khảo sát nguyên tắc tác động của bảo vệ dòng so lệch ta đã giả thiết trong tình trạng làm việc bình thường hoặc khi ngắn mạch ngoài, lý tưởng ta có $I_{T1} = I_{T2}$.

Tuy nhiên:

$$I_{T1} = I_{SI} - I_{\mu I}; I_{T2} = I_{SII} - I_{\mu II}$$

Trong đó: $I_{\mu I}$, $I_{\mu II}$ – dòng từ hóa của BI_I và BI_{II}

Như vậy, dòng trong rơle (khi không có ngắn mạch trong vùng bảo vệ) được gọi là *dòng không cân bằng* I_{KCB}):

$$I_{KCB} = I_{T1} - I_{T2} = I_{\mu II} - I_{\mu I}$$

Ngay cả khi kết cấu của hai BI giống nhau, dòng từ hóa $I_{\mu II}$ và $I_{\mu I}$ của chúng thực tế là không bằng nhau. Tức là dòng không cân bằng có một giá trị nhất định nào đó. Trong thực tế còn phải kể đến sai số của BI, dòng điện dung và dòng rò của phần tử được bảo vệ... Nên dòng không cân bằng có thể có giá trị khá lớn, nếu giá trị đó lớn hơn giá trị khởi động của rơle có thể làm bảo vệ tác động nhầm. Vì vậy trong bảo vệ so lệch người ta phải chọn dòng khởi động thích hợp hoặc tìm cách giảm dòng không cân bằng.

5.2.2. Dòng điện khởi động của bảo vệ so lệch

Để BVSL có thể làm việc đúng phải chỉnh định dòng khởi động của nó lớn hơn dòng điện không cân bằng tính toán lớn nhất khi NM ngoài vùng BV:

$$I_{kd} \geq k_{at} \cdot I_{kcbtt \max}$$

Với $I_{kcbtt \max}$ là dòng không cân bằng tính toán cực đại.

$$I_{kcbtt \max} = f_{i \max} \cdot k_{dn} \cdot k_{ck} \cdot I_{ngoài \max}$$

Trong đó: $f_{i \max}$ - Sai số cực đại cho phép của BI; trong tình trạng ổn định

$$f_{i \max} = 10\% = 0,1$$

- k_{dn} - Hệ số đồng nhất của các BI; $k_{dn} = 0 \div 1$

- Khi các BI hoàn toàn giống nhau: $k_{dn} = 0$

- Khi các BI khác nhau hoàn toàn: $k_{dn} = 1$

- k_{ck} - hệ số kể đến ảnh hưởng của thành phần không chu kỳ của dòng NM

- $I_{ngoài \max}$ - thành phần chu kỳ của dòng NM lớn nhất. Yêu cầu về độ nhạy của BVSL

$$K_n = \frac{I_{N \min \text{ trong vùng bảo vệ}}}{I_{kd}} > 2$$

Thông thường dòng điện không cân bằng I_{kcb} khá lớn, nếu không dùng những biện pháp đặc biệt để hạn chế nó thì BV khó đảm bảo yêu cầu về độ nhạy đã nêu.

5.3. Các biện pháp nâng cao độ nhạy của bảo vệ so lệch

Như đã biết, dòng điện không cân bằng có giá trị khá lớn và trong một số trường hợp rất khó xác định trị số chính xác của nó, vì thế để làm tăng độ nhạy của BV cần phải dùng những biện pháp đặc biệt để hạn chế dòng điện không cân bằng. Có rất nhiều phương pháp để tăng tính đảm bảo và độ nhạy của BV với mức độ phức tạp và hiệu quả khác nhau. *Các phương pháp thường gặp là:*

- Cho BV làm việc chậm khoảng $0,3 \div 0,5s$. Để các giá trị quá độ của I_{kcb} kịp tắt đến trị số bé. Phương pháp này hiện nay ít dùng vì nó làm cho BV mất tính tác động nhanh dẫn đến giảm chất lượng bảo vệ.

- Nối tiếp các role một điện trở tác dụng phụ, khi điện trở trong mạch so lệch tăng, dòng điện không cân bằng cũng như dòng NM thứ cấp giảm xuống, tuy nhiên mức độ giảm của dòng không cân bằng nhiều hơn vì trong dòng điện không cân bằng thành phần không chu kỳ nhiều hơn trong dòng di chuyển mạch.

- Nối role qua các biến dòng bão hòa trung gian

- Dùng role có tác động hãm

CHƯƠNG III. BẢO VỆ CÁC PHẦN TỬ CHÍNH CỦA HỆ THỐNG ĐIỆN

Giới thiệu:

Trong chương này, các tác giả giới thiệu về các dạng sự cố và trạng thái làm việc không bình thường của các phần tử cơ bản trên hệ thống như đường dây, máy biến áp, máy phát, động cơ và hệ thống thanh góp. Qua đó giới thiệu các yêu cầu bảo vệ của từng phần tử, đưa ra sơ đồ phương thức, sơ đồ nối dây và một số ví dụ, bài tập tính toán thông số của từng loại bảo vệ cho từng đối tượng cụ thể.

Mục tiêu:

Học xong chương này, người học có khả năng:

- + Đọc sơ đồ phương thức của các mạch bảo vệ đường dây tải điện, máy biến áp, máy phát, động cơ điện cao áp, hệ thống thanh góp;
- + Vẽ được sơ đồ nguyên lý của các mạch bảo vệ đường dây tải điện, máy biến áp, máy phát, động cơ điện cao áp, hệ thống thanh góp;
- + Trình bày được nguyên lý làm việc của các mạch bảo vệ đường dây tải điện, máy biến áp, máy phát, động cơ điện cao áp, hệ thống thanh góp;
- + Tính toán bảo vệ cho máy phát, đường dây, máy biến áp và hệ thống thanh góp.

Nội dung:

1. Bảo vệ đường dây tải điện

1.1. Các dạng sự cố và yêu cầu bảo vệ

1.1.1. Các loại sự cố và trạng thái làm việc không bình thường

- Trong thực tế hư hỏng ở lưới điện chủ yếu là ngắn mạch các pha với nhau và pha với đất, đặc biệt là đối với đường dây tải điện trên không và đường cáp ngầm. Theo thống kê cho thấy đường dây tải điện trên không có khoảng 65% sự cố ngắn mạch một pha, 20% sự cố ngắn mạch 2 pha với đất, 10% sự cố ngắn mạch 2 pha, 5% sự cố ngắn mạch 3 pha.

- Ngoài ra, trong quá trình làm việc, đường dây truyền tải còn thường xảy ra những trạng thái làm việc khác thường như quá tải, vận hành không đối xứng, chạm đất một pha với lưới điện có trung tính cách điện...

1.1.2. Yêu cầu bảo vệ

Để chống các dạng ngắn mạch trong lưới hạ áp, người ta thường dùng cầu chảy hoặc áp tô mát.

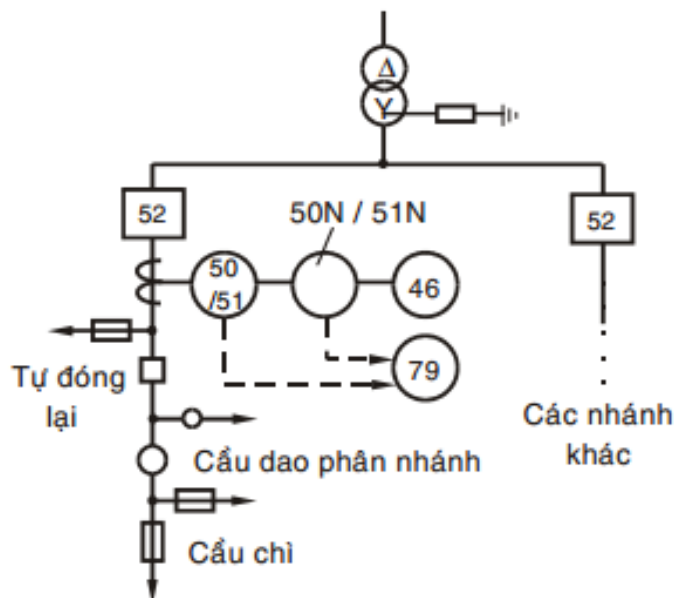
Để bảo vệ các đường dây có điện áp đến 35kV, người ta dùng các loại bảo vệ: Quá dòng cắt nhanh, quá dòng có thời gian.

Để bảo vệ các đường dây có điện áp trên 35kV đến 110kV, người ta dùng các loại bảo vệ: Quá dòng có hướng, bảo vệ khoảng cách.

Để bảo vệ các đường dây có điện áp từ 220kV trở lên, người ta dùng các loại bảo vệ: Quá dòng có hướng, bảo vệ khoảng cách, bảo vệ so lệch dòng điện.

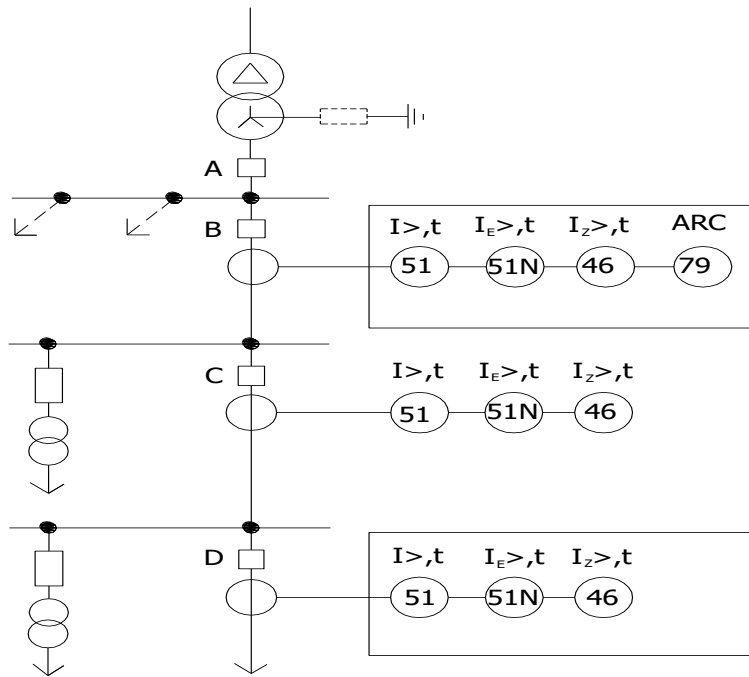
1.2. Sơ đồ phương thức bảo vệ

1.2.1. Bảo vệ xuất tuyến trung thế phối hợp bộ tự động đóng điện lặp lại cho đường dây (TDL)



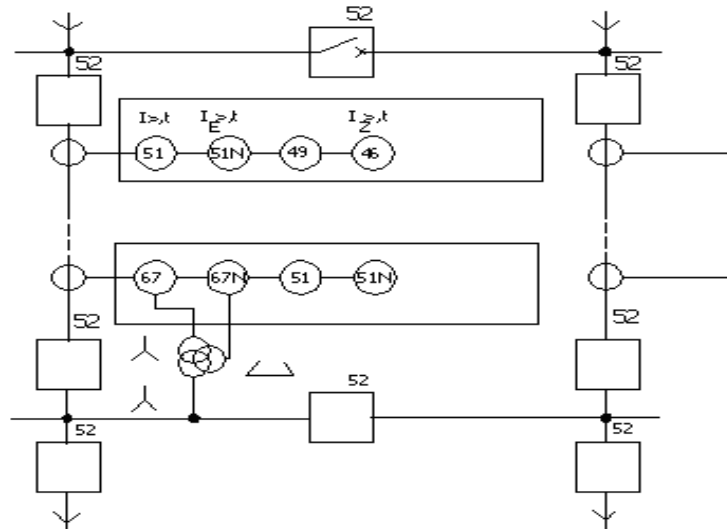
Hình 3-1. Sơ đồ phương thức bảo vệ xuất tuyến trung thế phối hợp bộ TDL

1.2.2. Bảo vệ lưới hình tia



Hình 3-2. Sơ đồ phương thức bảo vệ lưới điện hình tia

1.2.3. Bảo vệ đường dây song song

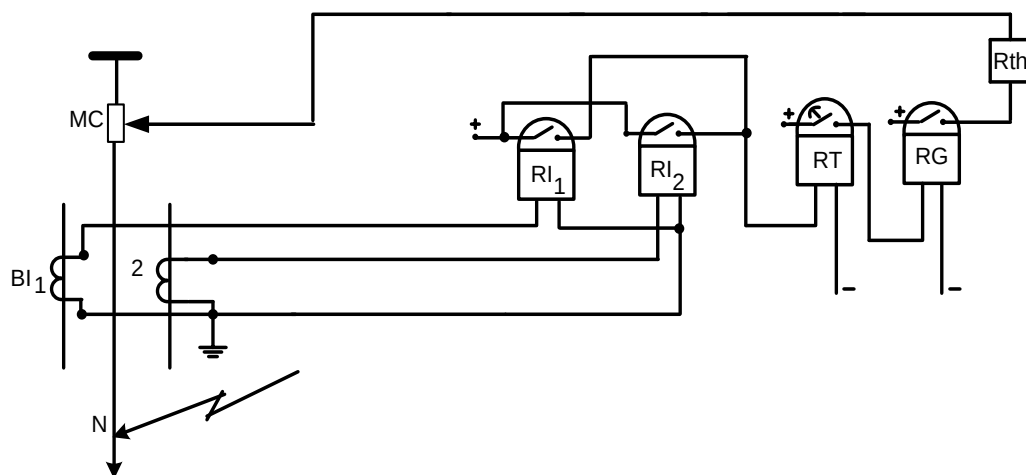


Hình 3-3. Sơ đồ phương thức bảo vệ đường dây song song

1.3. Sơ đồ nối dây

1.3.1. Bảo vệ quá dòng có thời gian dùng sơ đồ sao thiếu

a. Sơ đồ nối dây



Hình 3-4. BVQD có thời gian dùng sơ đồ sao thiếu

b. Nguyên tắc tác động

Giả sử xảy ra ngắn mạch 3 pha tại điểm N như hình vẽ, dòng ngắn mạch sẽ được phản ánh vào cuộn dây của RI_1 , RI_2 qua BI_1 , BI_2 . 2 role dòng điện sẽ tác động đóng tiếp điểm đưa nguồn đến cuộn dây của RT.

Sau 1 thời gian chỉnh định, tiếp điểm RT đóng lại cấp nguồn cho cuộn dây của RG. RG tác động đóng tiếp điểm đưa nguồn đến cuộn cắt của máy cắt.

Cuộn cắt có điện thực hiện cắt máy cắt, tách đường dây bị sự cố ra khỏi hệ thống. Đồng thời role tín hiệu tác động báo tín hiệu mạch bảo vệ role đã tác động.

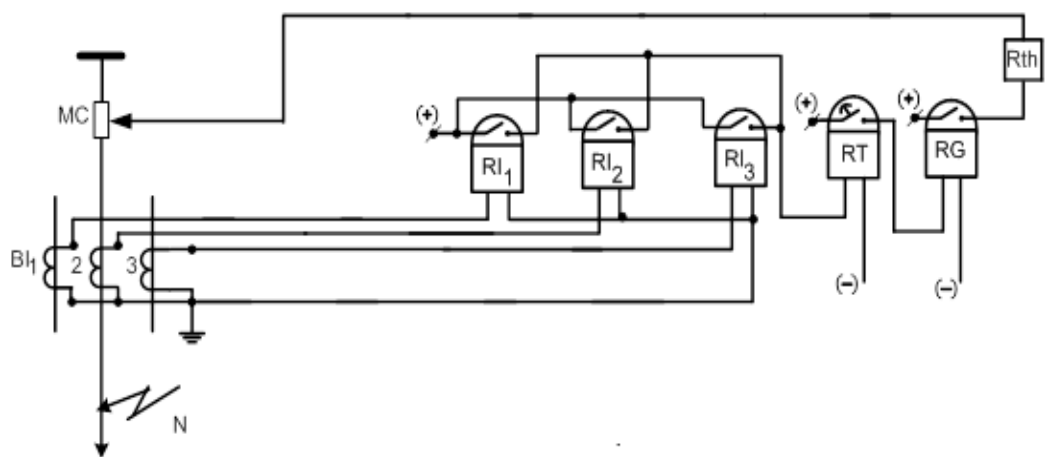
Nếu xảy ra ngắn mạch 1 pha không đặt BI thì không có dòng điện qua role nên bảo vệ không tác động được.

c. Phạm vi ứng dụng

Được dùng rộng rãi trong lưới điện hình tia có trung tính cách điện với đất $U_{dm} = 6kV, 10kV, 35kV$.

1.3.2. Bảo vệ quá dòng có thời gian dùng sơ đồ sao đủ

a. Sơ đồ nối dây



Hình 3-5. BVQD có thời gian dùng sơ đồ sao đủ

b. Nguyên tắc tác động

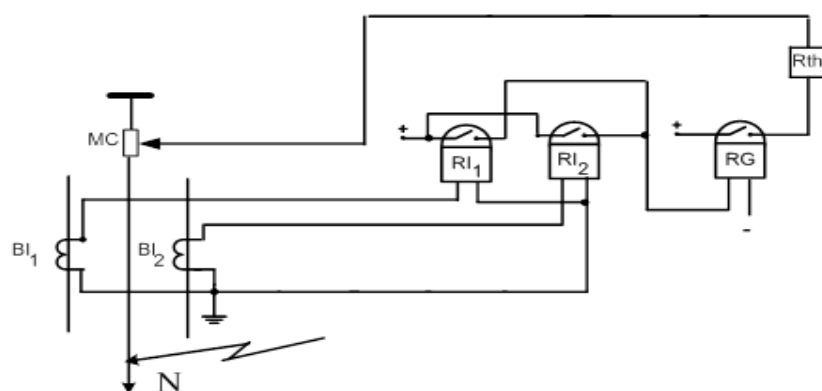
Giả sử xảy ra ngắn mạch 3 pha tại điểm N (hình 3-4), dòng ngắn mạch sẽ được phản ánh vào cuộn dây của RI_1 , RI_2 , RI_3 qua BI_1 , BI_2 , BI_3 . 3 rơle dòng điện sẽ tác động đóng tiếp điểm đưa nguồn đến cuộn dây của RT. Sau 1 thời gian chỉnh định, tiếp điểm RT đóng lại cấp nguồn cho cuộn dây của RG. RG tác động đóng tiếp điểm đưa nguồn đến cuộn cắt của máy cắt. Cuộn cắt có điện thực hiện cắt máy cắt, tách đường dây bị sự cố ra khỏi hệ thống. Đồng thời rơle tín hiệu tác động báo tín hiệu bảo vệ rơle đã tác động.

c. Phạm vi ứng dụng

Sơ đồ này thường được dùng để bảo vệ cho các đường dây của lưới điện hình tia có trung tính trực tiếp nối đất. $U_{dm} = 22kV, 110kV, 220kV, 500kV$.

1.3.3. BVCN dùng sơ đồ sao thiếu

a. Sơ đồ nối dây



Hình 3-6. BVCN dùng sơ đồ sao thiếu

b. Nguyên tắc tác động

Giả sử xảy ra ngắn mạch 3 pha tại điểm N (hình 3-5), dòng ngắn mạch sẽ được phản ánh vào cuộn dây của RI_1 , RI_2 qua 2BI. 2 role dòng điện sẽ tác động đóng tiếp điểm đưa nguồn đến cuộn dây của RG.

RG tác động đóng tiếp điểm đưa nguồn đến cuộn cắt của máy cắt.

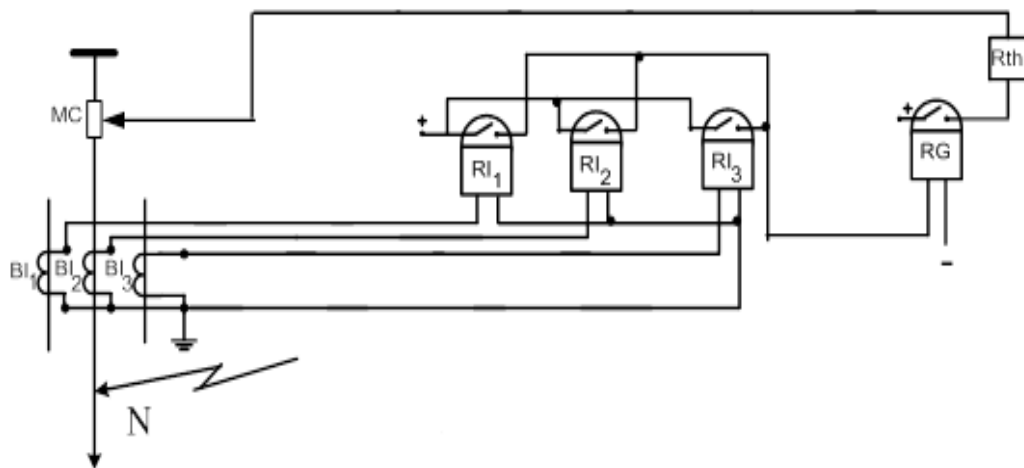
Cuộn cắt có điện thực hiện cắt máy cắt, tách đường dây bị sự cố ra khỏi hệ thống. Đồng thời role tín hiệu tác động báo tín hiệu sự cố và bảo vệ role đã tác động.

c. Phạm vi ứng dụng

Dùng trong lưới điện có trung tính cách điện với đất.

1.3.4. BVCN dùng sơ đồ sao đủ

a. Sơ đồ nối dây



Hình 3-7. BVCN dùng sơ đồ sao đủ

b. Nguyên tắc tác động

Giả sử xảy ra ngắn mạch 3 pha tại điểm N (hình 3-6), dòng ngắn mạch sẽ được phản ánh vào cuộn dây của RI_1 , RI_2 , RI_3 qua 3BI. 3 role dòng điện sẽ tác động đóng tiếp điểm đưa nguồn đến cuộn dây của RG.

RG tác động đóng tiếp điểm đưa nguồn đến cuộn cắt của máy cắt.

Cuộn cắt có điện thực hiện cắt máy cắt, tách đường dây bị sự cố ra khỏi hệ thống. Đồng thời role tín hiệu tác động báo tín hiệu sự cố và bảo vệ role đã tác động.

c. Phạm vi ứng dụng

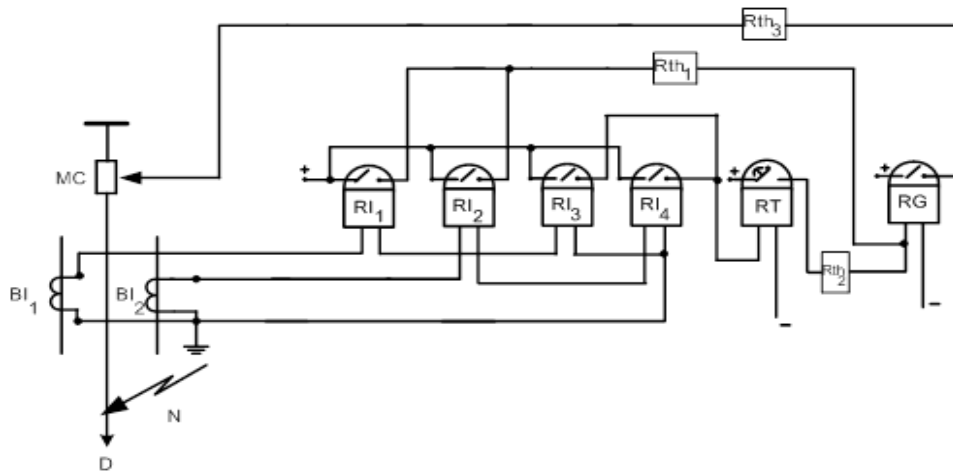
Dùng trong lưới điện có trung tính nối đất trực tiếp.

1.3.5. Phối hợp bảo vệ cắt nhanh với bảo vệ quá dòng có thời gian

a. Sơ đồ nối dây

* *Bảo vệ phối hợp dùng sơ đồ sao thiếu*

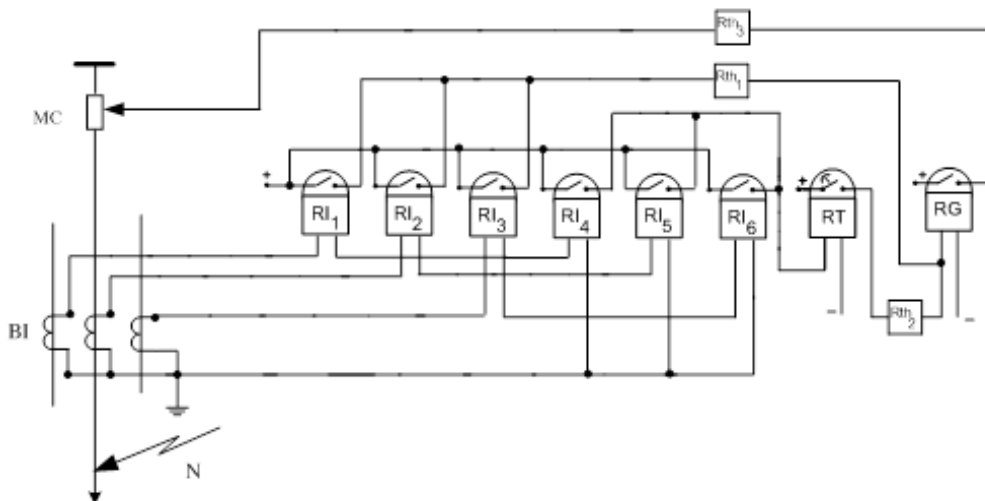
- Mạch bảo vệ cắt nhanh: $RI_1, RI_2, RG, R_{th1}, R_{th3}$;
- Mạch bảo vệ quá dòng có thời gian: $RI_3, RI_4, RT, RG, R_{th2}, R_{th3}$



Hình 3-8. Bảo vệ phôi hợp dùng sơ đồ sao thiếu

* *Bảo vệ phôi hợp dùng sơ đồ sao đủ*

- Mạch bảo vệ cắt nhanh: $RI_1, RI_2, RI_3, RG, R_{th1}, R_{th3}$
- Mạch bảo vệ quá dòng có thời gian: $RI_4, RI_5, RI_6, RT, RG, R_{th2}, R_{th3}$



Hình 3-9. Bảo vệ phối hợp dùng sơ đồ sao đủ

b. Nguyên tắc tác động

Giả sử xảy ra ngắn mạch 3 pha tại điểm N như hình vẽ.

- Nếu điểm ngắn mạch nằm ngoài phạm vi tác động của BVCN, trong phạm vi tác động của BVQD có thời gian (tức là dòng vào cuộn dây các role dòng điện có giá trị lớn hơn dòng khởi động của các role dòng mạch BVQD có thời gian và nhỏ hơn dòng khởi động của các role dòng mạch BVCN): Các role thuộc mạch quá dòng có thời gian tác động đóng tiếp điểm đưa nguồn đến cuộn dây RT.

Sau thời gian chỉnh định, tiếp điểm RT đóng lại đưa nguồn đến cuộn dây RG. RG tác động đóng tiếp điểm đưa nguồn đi cắt MC. Role tín hiệu R_{th2} báo mạch BVQD đã tác động, R_{th3} báo đã có nguồn đi cắt MC.

- Nếu điểm ngắn mạch nằm trong phạm vi tác động của BVCN (tức là dòng vào cuộn dây các role dòng điện có giá trị lớn hơn dòng khởi động của các role dòng mạch BVCN): khi đó tất cả các role dòng điện thuộc hai mạch đều tác động:

+ Các role dòng điện thuộc mạch cắt nhanh tác động đưa nguồn đến cuộn dây RG. RG tác động đưa nguồn đi cắt MC, R_{th1} báo mạch cắt nhanh đã tác động;

+ Cùng với sự tác động của các role dòng điện mạch cắt nhanh thì các role dòng điện mạch quá dòng có thời gian cũng tác động đưa nguồn đến cuộn dây RT. Nhưng khi tiếp điểm RT chưa kịp đóng lại (RT đóng có thời gian) thì mạch cắt nhanh đã cắt MC nên mạch quá dòng có thời gian không tác động tiếp nữa. Nó chỉ tác động tiếp nếu sau thời gian chỉnh định của RT vẫn còn dòng ngắn mạch.

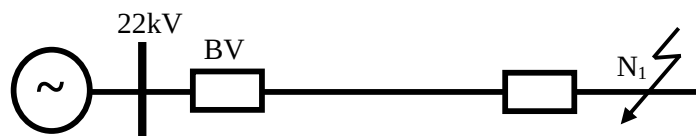
Như vậy mạch BVQD có thời gian còn làm nhiệm vụ dự phòng cho BVCN.

1.4. Ví dụ và bài tập

1.4.1. Ví dụ

a. Ví dụ 1

Hãy tính toán bảo vệ dòng điện cực đại cho đường dây 22kV (hình vẽ), biết dòng điện làm việc cực đại $I_{lvMax} = 357A$, hệ số mở máy $k_{mm} = 1,6$, hệ số tin cậy $k_{tc} = 1,2$. Dòng ngắn mạch cuối đường dây là $I_k^{(3)} = 1,32kA$.



Giải:

Căn cứ vào dòng làm việc cực đại, ta chọn biến dòng điện có $I_{BI} = 400A$, dòng định mức thứ cấp là $I_{2BI} = 5A$, hệ số biến dòng điện là $n_i = 80$; máy biến dòng được nối theo hình sao (Y) do đó hệ số sơ đồ $k_{sd} = 1$.

Với role có hệ số trở về $k_v = 0,98$, dòng khởi động của role được xác định:

$$I_{kdr} = \frac{k_{tc} \cdot k_{sd} \cdot k_{mm} \cdot I_{lvMax}}{k_v \cdot n_i} = \frac{1,2 \cdot 1,1 \cdot 6,357}{0,98 \cdot 40} = 8,74A$$

Chọn dòng đặt của role: $I_{dR} = 9A$

Dòng khởi động thực tế của bảo vệ:

$$I_{kdr} > \frac{I_{dR} \cdot n_i}{k_{sd}} = \frac{9 \cdot 80}{1} = 720A$$

Độ nhạy của bảo vệ:

$$k_{nh} = \frac{I_{k.min}}{I_{kdl>}} = \frac{I_k^{(3)}}{I_{kdl>}} = \frac{1320}{720} = 1,833 > 1,5$$

➔ Bảo vệ đáp ứng độ nhạy cần thiết.

Kiểm tra máy biến dòng theo điều kiện làm việc tin cậy của cuộn cắt:

$$I_{cc} = 0,05 \cdot I_k^{(3)} = 0,05 \cdot 1320 = 52,8 < I_{BI} = 400A$$

Như vậy máy biến dòng đã chọn đảm bảo yêu cầu làm việc tin cậy cho cuộn cắt.

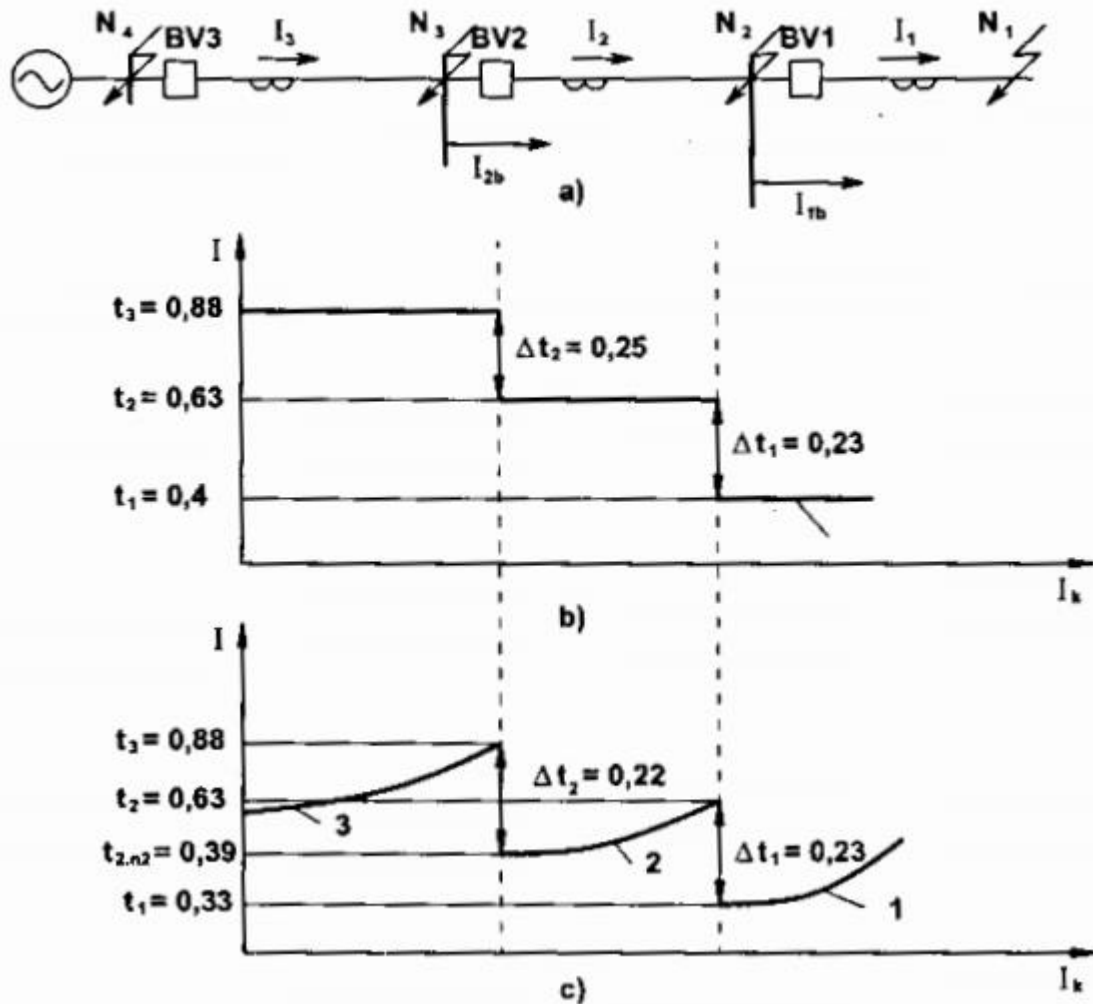
b. Ví dụ 2

Tính toán bảo vệ dòng điện cực đại cho mạng điện 10kV (hình vẽ), biết dòng điện làm việc và dòng điện ngắn mạch trên các đoạn dây:

Dòng điện làm việc, A			Dòng ngắn mạch, kA			
I_1	$I_{1.b}$	$I_{2.b}$	I_{k1}	I_{k2}	I_{k3}	I_{k4}
83	76	167	0,758	1,4	1,89	6,47

Các hệ số: $k_{mm} = 1,6$; $k_{tc} = 1,2$; thời gian tác động của bảo vệ 1 là $t_1 = 0,4s$; các máy cắt thuộc loại ít dầu, thời gian dự trữ và quán tính lấy bằng 0,1s.

- Dùng các role số với đặc tính thời gian thời gian độc lập;
- Dùng các role số với đặc tính thời gian phụ thuộc giới hạn;



a-sơ đồ mạng điện; b-biểu đồ thời gian bảo vệ với đặc tính độc lập;
c-biểu đồ thời gian bảo vệ với đặc tính phụ thuộc
Hình 3-10: Sơ đồ tính toán bài toán ví dụ

Giải:

Dòng điện chạy trên các đoạn dây:

- + Dòng làm việc qua bảo vệ 1: $I_{lv1} = I_1 = 83A$
- + Dòng làm việc qua bảo vệ 2: $I_{lv2} = I_1 + I_{1.b} = 83 + 76 = 159A$
- + Dòng làm việc qua bảo vệ 3: $I_{lv3} = I_2 + I_{2.b} = 159 + 167 = 326A$

Căn cứ vào dòng làm việc trên các đoạn dây, ta chọn biến dòng điện sao cho dòng định mức sơ cấp lớn hơn dòng làm việc ($I_{BI} > I_{lv}$). Các máy biến dòng được mắc theo hình sao thiếu, có hệ số sơ đồ $k_{sd} = 1$. Dự định chọn rơle số với hệ số trở về $k_{tv} = 0,98$.

Đối với bảo vệ 1, ta chọn máy biến dòng có $I_{BI1} = 100A$, dòng định mức thứ cấp là $I_{n2} = 5A$, hệ số biến dòng điện là $n_i = 20$. Dòng khởi động của rơle bảo vệ 1 là:

$$I_{kdR1} = \frac{k_{tc} \cdot k_{sd} \cdot k_{mm} \cdot I_{lvMax}}{k_v \cdot n_i} = \frac{1,2 \cdot 1,1 \cdot 6,83}{0,98 \cdot 20} = 8,34A$$

Chọn role số với dòng đặt của role: $I_{dR} = 8,4A$

Dòng khởi động thực tế của bảo vệ:

$$I_{kdR} > \frac{I_{dR1} \cdot n_i}{k_{sd}} = \frac{8,4 \cdot 20}{1} = 168A$$

Độ nhạy của bảo vệ:

$$k_{nh} = \frac{I_{k.min}}{I_{kdl>}} = \frac{I_{k1}^{(2)}}{I_{kdl>}} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{k1}^{(3)}}{2 \cdot I_{kdl>}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 758}{2 \cdot 168} = 3,90 > 1,5$$

➔ Bảo vệ đáp ứng độ nhạy cần thiết.

Kiểm tra máy biến dòng theo điều kiện làm việc tin cậy của cuộn cắt:

$$I_{cc} = 0,05 \cdot I_{k1}^{(3)} = 0,05 \cdot 758 = 37,9 < I_{BI} = 400A$$

Như vậy máy biến dòng đã chọn đảm bảo yêu cầu làm việc tin cậy cho cuộn cắt.

Các bảo vệ khác được tính toán tương tự, kết quả ghi trong bảng dưới.

a. Tính toán thời gian bảo vệ theo đặc tính độc lập:

Xác định độ phân cấp thời gian: đối với máy cắt dầu, $t_{MC} = 0,1s$, sai số thời gian tương đối của role lấy bằng 4%, tức sai số role của cả 2 bảo vệ là $s_t = 2,0,4 = 0,08$; sai số do quán tính và dự phòng lấy bằng $t_{qt+dp} = 0,1s$. Như vậy cấp thời gian giữa bảo vệ 1 và bảo vệ 2 sẽ là:

$$\Delta t_1 = t_{MC1} + s_t \cdot t_1 + t_{qt+dp} = 0,1 + 0,08 \cdot 0,4 + 0,1 = 0,23s$$

Thời gian tác động của bảo vệ 2:

$$t_2 = t_1 + \Delta t_1 = 0,4 + 0,23 = 0,63s$$

Độ phân cấp thời gian giữa bảo vệ 2 và bảo vệ 3 là:

$$\Delta t_2 = t_{MC2} + s_t \cdot t_2 + t_{qt+dp} = 0,1 + 0,08 \cdot 0,63 + 0,1 = 0,25s$$

Thời gian tác động của bảo vệ 3:

$$t_3 = t_2 + \Delta t_2 = 0,63 + 0,25 = 0,88s$$

b. Tính toán thời gian bảo vệ theo đặc tính phụ thuộc

Bội số dòng của role bảo vệ 1 tại điểm ngắn mạch N_1

$$m_{bv1} = \frac{I_{k1}}{n_{i1} \cdot I_{dR1}} = \frac{758}{20.8,4} = 4,3$$

Thời gian đặt của rơle bảo vệ 1:

$$t_{d1} = \frac{t_1 \cdot (m_{bv1}^{0,02} - 1)}{0,14} = \frac{0,4 \cdot (4,3^{0,02} - 1)}{0,14} = 0,085s$$

Chọn $t_{d1c} = 0,1s$

Bội số dòng của rơle bảo vệ 1 tại điểm ngắn mạch N_2

$$m'_{bv1} = \frac{I_{k2}}{n_{i1} \cdot I_{dR1}} = \frac{1890}{20.8,4} = 7,95$$

Thời gian tác động thực tế của bảo vệ 1 khi có ngắn mạch tại điểm N_2 :

$$t'_{n2} = \frac{t_{d1c} \cdot 0,14}{m'_{bv1}{}^{0,02} - 1} = \frac{0,1 \cdot 0,14}{7,95^{0,02} - 1} = 0,33s$$

Độ phân cấp thời gian giữa bảo vệ 1 và bảo vệ 2 là:

$$\Delta t_1 = t_{MC1} + s_t \cdot t'_{n2} + t_{qt+dp} = 0,1 + 0,08 \cdot 0,33 + 0,1 = 0,23s$$

Thời gian tác động của bảo vệ 2 khi ngắn mạch tại điểm N_2 :

$$t_2 = t'_{n2} + \Delta t_1 = 0,33 + 0,23 = 0,56s$$

Bội số dòng của rơle bảo vệ 2 tại điểm ngắn mạch N_2

$$m_{bv2} = \frac{I_{k2}}{n_{i2} \cdot I_{dR2}} = \frac{1400}{40.8,8} = 4,28$$

Thời gian đặt của rơle bảo vệ 2:

$$t_{d2} = \frac{t_2 \cdot (m_{bv2}^{0,02} - 1)}{0,14} = \frac{0,56 \cdot (4,28^{0,02} - 1)}{0,14} = 0,12s$$

Chọn $t_{d2c} = 0,1s$

Bội số dòng của rơle bảo vệ 2 tại điểm ngắn mạch N_3

$$m'_{bv2} = \frac{I_{k2}}{n_{i2} \cdot I_{dR2}} = \frac{1890}{40.8,8} = 5,75$$

Thời gian tác động thực tế của bảo vệ 2 khi có ngắn mạch tại điểm N_3 :

$$t'_{n3} = \frac{t_{d2c} \cdot 0,14}{m'_{bv2}{}^{0,02} - 1} = \frac{0,1 \cdot 0,14}{5,75^{0,02} - 1} = 0,39s$$

Độ phân cấp thời gian giữa bảo vệ 2 và bảo vệ 3 là:

$$\Delta t_1 = t_{MC2} + s_t \cdot t'_{n3} + t_{qt+dp} = 0,1 + 0,08 \cdot 0,39 + 0,1 = 0,23s$$

Thời gian tác động của bảo vệ 3:

$$t_3 = t'_{n3} + \Delta t_2 = 0,39 + 0,23 = 0,62s$$

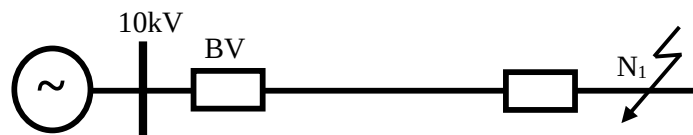
Bảng kết quả tính toán bảo vệ dòng điện cực đại

Tham số tính toán		Ký hiệu	Bảo vệ 1	Bảo vệ 2	Bảo vệ 3
Dòng làm việc, A		I_{lv}	83	159	326
Dòng sơ cấp của BI, A		I_{BI}	100	200	400
Hệ số biến dòng		n_i	20	40	80
Dòng khởi động của rơle, A		$I_{kd.R}$	8,34	8,72	8,94
Dòng đặt của rơle, A		I_R	8,4	8,8	9
Dòng khởi động của bảo vệ, A		I_{kdbv}	168	352	720
Độ nhạy		k_{nh}	3,90	3,47	2,28
Dòng tin cậy của cuộn cắt, A		I_{cc}	37,9	75,4	258,6
Thời gian tác động với đặc tính, s	Độc lập	t_{bv}	0,4	0,63	0,88
	Phụ thuộc	t_{bv}	0,4	0,56	0,62
		t_d	0,1	0,1	0,1

1.4.2. Bài tập

a. Bài tập 1

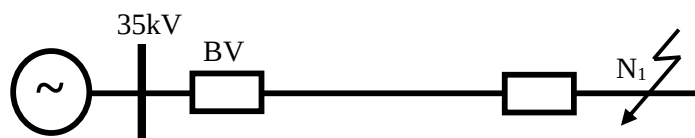
Hãy tính toán bảo vệ dòng điện cực đại cho đường dây 10kV (hình vẽ), biết dòng điện làm việc cực đại $I_{lvMax} = 126A$, hệ số mở máy $k_{mm} = 1,5$, hệ số tin cậy $k_{tc} = 1,2$. Dòng ngắn mạch cuối đường dây là $I_k^{(3)} = 0,873kA$.



b. Bài tập 2

Hãy tính toán bảo vệ dòng điện cực đại cho đường dây 35kV, biết dòng điện làm việc cực đại $I_{lvMax} = 215A$, hệ số mở máy $k_{mm} = 1,5$, hệ số tin cậy $k_{tc} = 1,2$.

Dòng ngắn mạch cuối đường dây là $I_k^{(3)} = 1,28 \text{ kA}$.



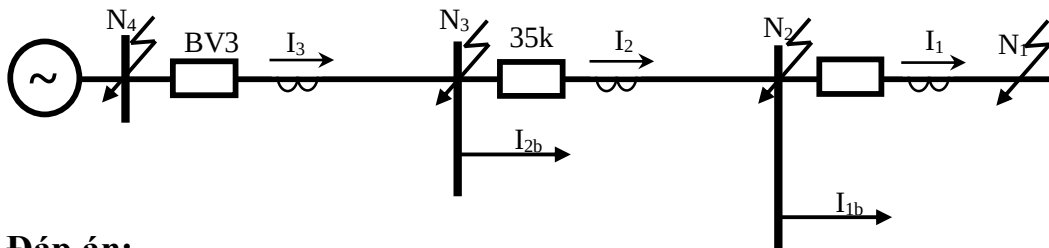
c. Bài tập 3

Tính toán bảo vệ dòng điện cực đại cho mạng điện 35kV (hình vẽ), biết dòng điện làm việc và dòng điện ngắn mạch trên các đoạn dây:

Dòng điện làm việc, A			Dòng ngắn mạch, kA			
I_1	$I_{1.b}$	$I_{2.b}$	I_{k1}	I_{k2}	I_{k3}	I_{k4}
115	98	196	2,27	3,3	3,76	5,34

Các hệ số: $k_{mm} = 1,6$; $k_{tc} = 1,2$; thời gian tác động của bảo vệ 1 là $t_1 = 0,15 \text{ s}$; các máy cắt thuộc loại ít dầu, thời gian dự trữ và quán tính lấy bằng $0,1 \text{ s}$.

- Dùng các rơle số với đặc tính thời gian thời gian độc lập;
- Dùng các rơle số với đặc tính thời gian phụ thuộc giới hạn;



Đáp án:

Bài tập 1. $I_{dR} = 6 \text{ A}$; $k_{nh} = 3,16$

Bài tập 2. $I_{dR} = 3,3 \text{ A}$; $k_{nh} = 2,81$

Bài tập 3.

Tham số tính toán		Ký hiệu	Bảo vệ 1	Bảo vệ 2	Bảo vệ 3
Dòng đặt của rơle, A		I_R	5,2	5	9,2
Độ nhạy		k_{nh}	9,5	4,71	4,4
Thời gian tác động với đặc tính, s	Độc lập	t_{bv}	0,15	0,36	0,59
	Phụ thuộc	t_{bv}	0,15	0,34	0,54

2. Bảo vệ máy phát điện

2.1. Các dạng sự cố và yêu cầu bảo vệ

2.1.1. Các trạng thái làm việc không bình thường

- Quá tải đối xứng hoặc không đối xứng và ngắn mạch ngoài là những tình trạng làm việc không bình thường của máy phát. Các hiện tượng này đều gây ra quá dòng điện đối với máy phát điện, làm cho nhiệt độ cuộn dây tăng quá trị số cho phép, nếu cứ tiếp tục vận hành thì cách điện của cuộn dây chóng bị già cỗi và sẽ bị chọc thủng gây nên chạm chập các vòng dây và các pha làm hư hỏng máy.

- Ngoài ra, hiện tượng quá điện áp trên đầu cực máy phát cũng là 1 tình trạng làm việc không bình thường của máy phát. Hiện tượng này xảy ra khi máy phát bị mất tải đột ngột, do đó tốc độ máy phát tăng, đồng thời khi đó không còn tổn hao nên điện áp đầu cực của máy phát tăng. Đối với máy phát tua bin hơi thì điện áp tăng không đáng kể còn máy phát tua bin nước thì điện áp tăng nên gấp nhiều lần so với định mức cho nên gây nguy hiểm cho máy phát điện.

2.1.2. Các loại sự cố

*** Cuộn dây phản ứng (stato)**

- Ngắn mạch giữa các pha
- Một pha chạm đất (chạm vỏ)
- Ngắn mạch các vòng dây trong một pha.

Tất cả các sự cố trên đều gây nguy hiểm cho máy phát điện

*** Cuộn dây phần cảm (rôto)**

- Thường xảy ra chạm đất một điểm, nếu tiếp tục vận hành sẽ xảy ra điểm chạm thứ 2 sẽ làm cho rôto bị hỏng.

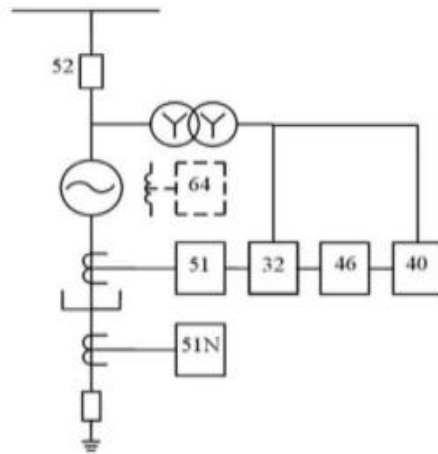
2.1.3. Yêu cầu bảo vệ

- Để đảm bảo cho máy phát điện vận hành liên tục và an toàn người ta có đặt các loại bảo vệ sau.

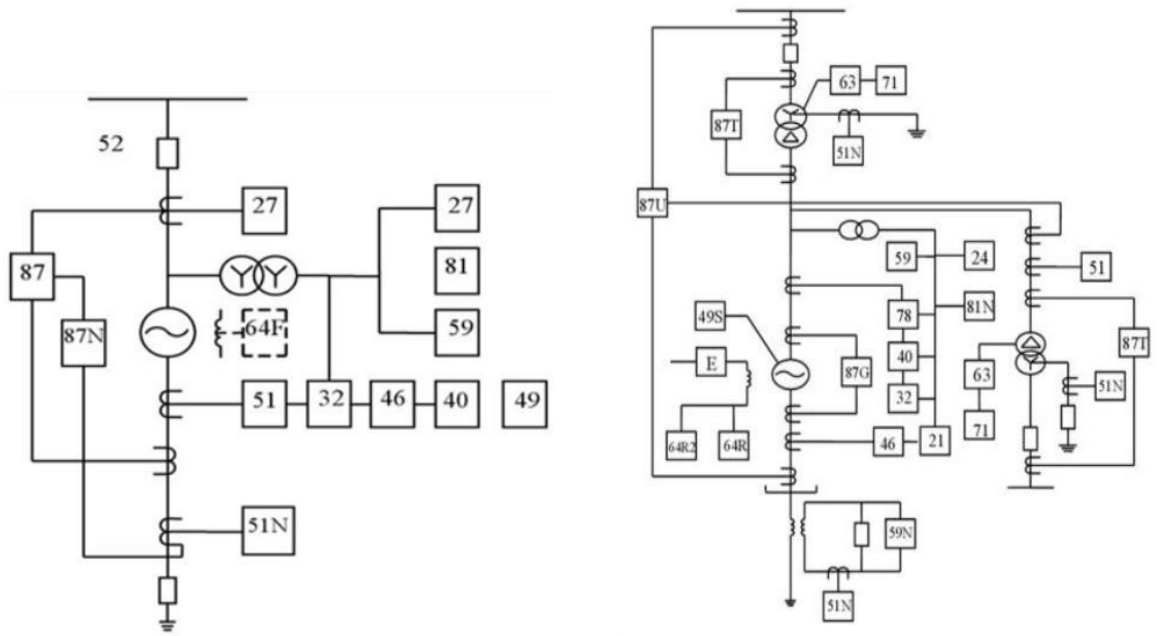
- + Bảo vệ quá tải
- + Bảo vệ dòng điện cực đại
- + Bảo vệ quá điện áp cho máy phát điện tua bin nước
- + Bảo vệ so lệch dọc để chống ngắn mạch các pha cuộn stato

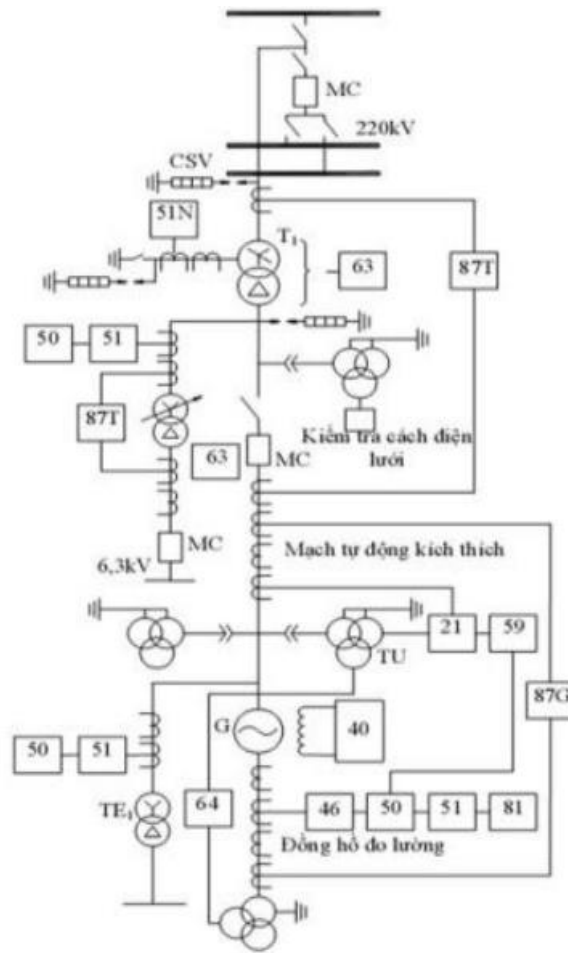
- + Bảo vệ so lệch ngang chống ngắn mạch các vòng dây
- + Bảo vệ chạm vỏ một điểm của mạch kích từ khi dòng điện chạm đất lớn hơn 5A
- + Bảo vệ chạm vỏ 2 điểm của mạch kích từ.

2.2. Sơ đồ phương thức bảo vệ



Hình 3-11. Sơ đồ phương thức bảo vệ MFD công suất nhỏ

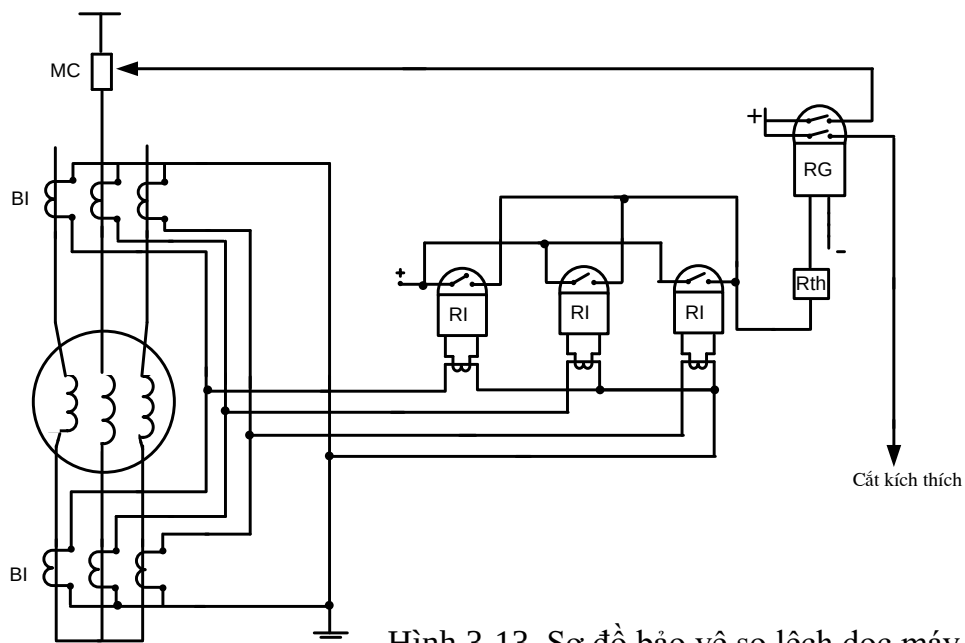




Hình 3-12. Sơ đồ phương thức bảo vệ MFD công suất lớn

2.3. Sơ đồ nối dây

2.3.1. Bảo vệ so lệch dọc máy phát (hình 3-13)



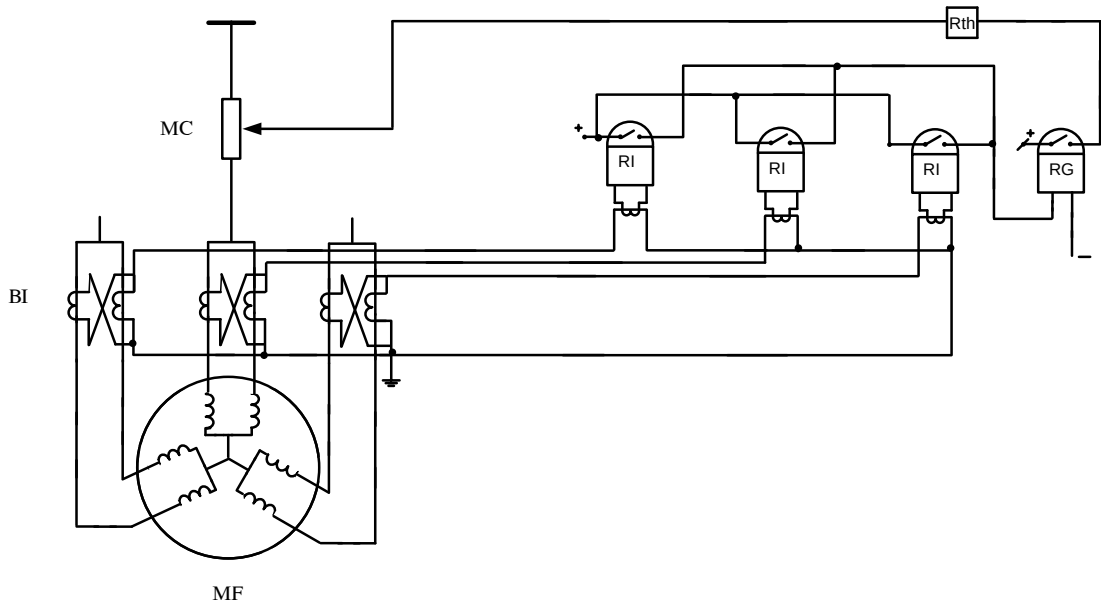
Hình 3-13. Sơ đồ bảo vệ so lệch dọc máy phát

Ở trạng thái làm việc bình thường: bảo vệ không tác động.

Khi có ngắn mạch 2 hoặc 3 cuộn dây stato MFĐ: phía thứ cấp của máy biến dòng điện có dòng đủ lớn vào role dòng điện RI, RI tác động đóng tiếp điểm cung cấp nguồn điện cho role trung gian (Tür (+) qua tiếp điểm RI, qua cuộn dây role tín hiệu, đến cuộn dây role trung gian về (-)). Role trung gian có điện đóng tiếp điểm cấp nguồn điện cho cuộn cắt của máy cắt, cuộn cắt có điện thực hiện cắt mạch. Cùng thời điểm đó, role trung gian đưa nguồn đi cắt kích thích của MFĐ, role tín hiệu báo tín hiệu sự cố và bảo vệ role đã tác động.

2.3.2. Bảo vệ so lệch ngang máy phát điện

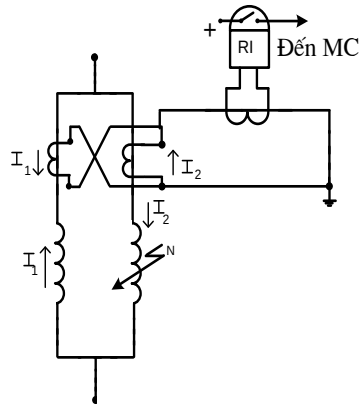
Bảo vệ so lệch ngang dùng để bảo vệ máy phát điện khi có sự cố ngắn mạch giữa các vòng dây trong một cuộn dây pha của stato máy phát điện mà mỗi pha có 2 nhánh song song như hình 3-14.



Hình 3-14. Sơ đồ bảo vệ so lệch ngang máy phát điện

- Trong sơ đồ này các máy biến dòng có cùng tỷ số biến và được đấu sao cho khi vận hành bình thường cũng như khi có ngắn mạch ngoài thì dòng qua role chỉ là dòng không cân bằng nên bảo vệ không tác động.

- Khi có ngắn mạch một số vòng dây trong một nhánh của một pha thì dòng điện trong 2 nhánh của pha đó mất cân bằng, trị số dòng điện qua role $I_R \neq 0$, nếu $I_R > I_{kđ}$ bảo vệ sẽ tác động.



* Trong các máy phát điện có công suất nhỏ từ 1250 kVA trở xuống mà không có đầu dây ra ở phía trung tính, hoặc cuộn stato không có hai nhánh song song thì không thể dùng bảo vệ so lệch được mà phải dùng bảo vệ cắt nhanh dòng điện. Khi đó, trị số tác động của bảo vệ được xác định theo công thức:

$$I_{KđBV} = K_{at} \cdot I_N$$

Trong đó: I_N : Dòng qua bảo vệ khi ngắn mạch ở thanh góp máy phát điện.

2.4. Ví dụ và bài tập

2.4.1. Ví dụ

Ví dụ 7.5. Tính toán bảo vệ rơle cho máy phát có công suất định mức $S_F = 30$ MVA, điện áp định mức là 6,3 kV, suất điện động trong hệ đơn vị tương đối là $E_* = 1,05$ điện trở siêu quá độ dọc trục $x_d'' = 0,13$

Giải : Trước hết ta xác định dòng điện định mức của máy phát

$$I_F = \frac{S_F}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{30}{\sqrt{3} \cdot 6,3} \cdot 10^3 = 2749,29 \text{ A ;}$$

Dựa vào dòng điện định mức ta chọn các máy biến dòng loại bão hoà nhanh $I_{nl} = 4000$, vậy tỷ số biến dòng sẽ là :

$$n_i = \frac{4000}{5} = 800 ;$$

Chọn sơ đồ nối dây máy biến dòng : ta chọn sơ đồ nối các máy biến dòng theo hình tam giác (Δ), như vậy hệ số sơ đồ phía sơ cấp sẽ là $k_{sdl} = \sqrt{3}$.

Giá trị dòng điện ngắn mạch 3 pha

$$I_k^{(3)} = \frac{E_*''}{x_d''} \cdot I_{mP} = \frac{1,05}{0,13} \cdot 2749,29 = 22205,78 \text{ A ;}$$

Xác định dòng điện không cân bằng :

$$I_{kcb} = k_a \cdot k_{cl} \cdot s_i \cdot I_k^{(3)}$$

Chọn sơ đồ mắc rơle với điện trở phụ nên $k_a = 2$, các máy biến dòng ở 2 phía chọn cùng loại nên $k_{cl} = 0,5$, sai số máy biến dòng $s_i = 0,1$, như vậy

$$I_{kcb} = 2.0,5.0,1. 22205,78 = 2220,58 \text{ A}$$

Như vậy dòng $I_{kcb} < I_F$ nên ta xác định dòng khởi động của rơle theo dòng định mức máy phát, lấy hệ số tin cậy là 1,2.

Dòng điện khởi động của rơle

$$I_{kdR} = \frac{k_{tc} \cdot k_{sd} \cdot I_F}{n_i} = \frac{1,2 \cdot \sqrt{3} \cdot 2479,29}{800} = 7,14 \text{ A}$$

Chọn dòng đặt của rơle là $I_{dR} = 7,5 \text{ A}$

Dòng khởi động thực tế của bảo vệ so lệch

$$I_{kd.SL} = \frac{I_{dR} \cdot n_i}{k_{sd}} = \frac{7,5 \cdot 800}{\sqrt{3}} = 3464 \text{ A ;}$$

Độ nhạy của bảo vệ

$$k_{nh} = \frac{I_{kmin}}{I_{kd.SL}} = \frac{0,87 \cdot I_k^{(3)}}{I_{kd.SL}} = \frac{0,87 \cdot 22205,78}{3464} = 5,58 > 2$$

Vậy bảo vệ đảm bảo độ nhạy cần thiết.

2.4.2. Bài tập

7.5. Tính toán bảo vệ rơle cho máy phát có công suất định mức $S_F = 40 \text{ MVA}$, điện áp định mức là $10,5 \text{ kV}$, suất điện động trong hệ đơn vị tương đối là $E_* = 1,05$ điện trở siêu quá độ dọc trục $x''_d = 0,125$

Đáp án:

$$7.5 : I_{dR} = 6 \text{ A ; } k_{nh} = 5,8.$$

3. Bảo vệ máy biến áp

3.1. Các dạng sự cố và yêu cầu bảo vệ

3.1.1. Các dạng hư hỏng

Những hư hỏng thường xảy ra đối với máy biến áp có thể phân ra thành hai nhóm: hư hỏng bên trong và hư hỏng bên ngoài.

Hư hỏng bên trong bao gồm:

- Chạm chập giữa các vòng dây.
- Ngắn mạch giữa các cuộn dây.

- Chạm đất (vỏ) và ngắn mạch chạm đất.
- Hỏng bộ chuyển đổi đầu phân áp.
- Thùng dầu bị thủng hoặc rò dầu.

Những hư hỏng và chế độ làm việc không bình thường bên ngoài máy biến áp bao gồm:

- Ngắn mạch nhiều pha trong hệ thống.
- Ngắn mạch một pha trong hệ thống.
- Quá tải.
- Chạm đất 1 pha
- Quá bão hoà mạch từ.

3.1.2. Yêu cầu bảo vệ

Tuỳ theo công suất của máy biến áp, vị trí, vai trò của máy biến áp trong hệ thống mà lựa chọn phương thức bảo vệ thích hợp.

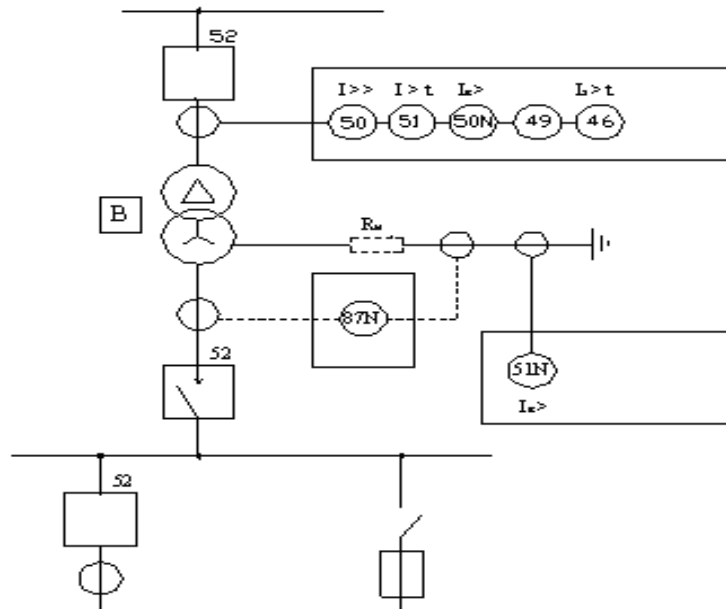
Những loại bảo vệ thường dùng để chống các loại sự cố và chế độ làm việc không bình thường của máy biến áp có điện áp đến 110kV gồm:

- + Bảo vệ bằng rơ le hơi;
- + Bảo vệ so lệch dọc;
- + Bảo vệ quá dòng cắt nhanh;
- + Bảo vệ quá dòng có thời gian;
- + Bảo vệ quá dòng với bộ phận khởi động kém áp;
- + Bảo vệ dòng điện thứ tự không;

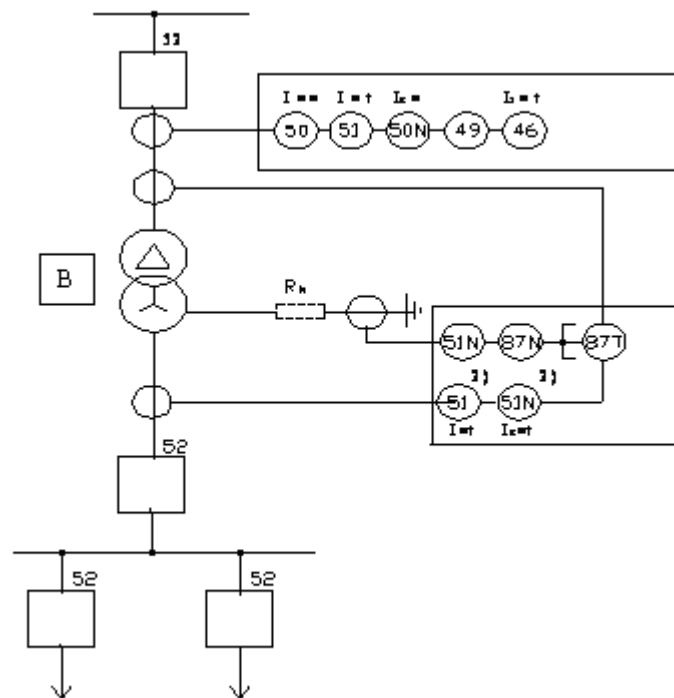
3.2. Sơ đồ phương thức bảo vệ

Phương thức bảo vệ MBA phụ thuộc vào công suất, chủng loại, số cuộn dây, sơ đồ đấu dây...của MBA. Hiện nay không có tiêu chuẩn thống nhất để lựa chọn phương thức bảo vệ cho MBA. Các sơ đồ sau là ví dụ một số phương thức bảo vệ MBA trong thực tế.

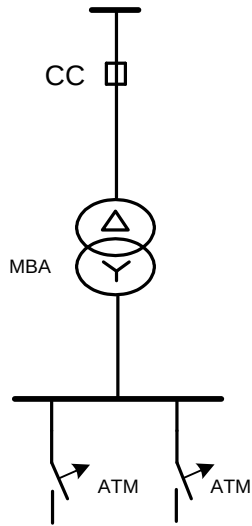
- Máy biến áp 2 cuộn dây, công suất nhỏ
- Máy biến áp 2 cuộn dây, công suất lớn
- Máy biến áp 3 cuộn dây



Hình 3-15. Sơ đồ phương thức bảo vệ MBA 2 cuộn dây, công suất nhỏ.

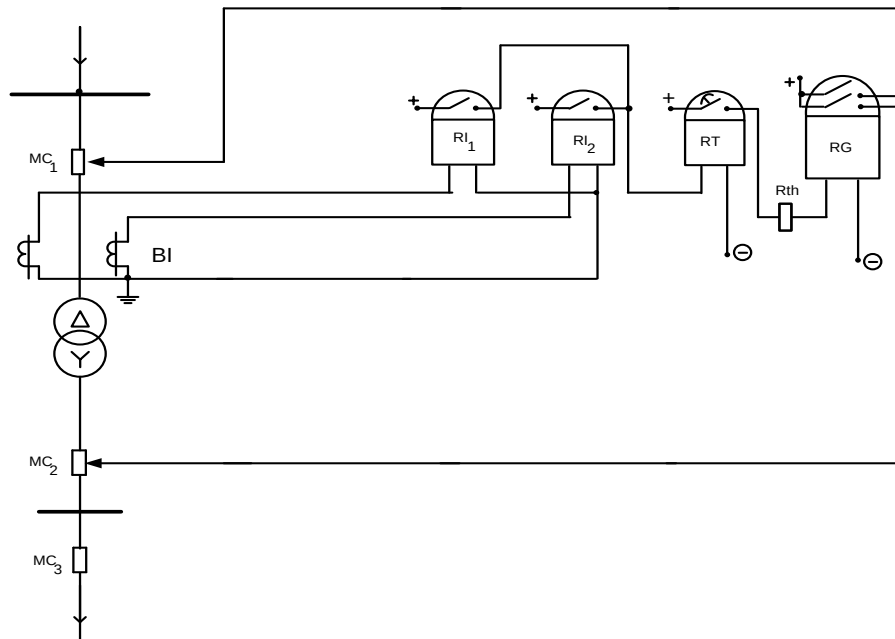


Hình 3-16. Sơ đồ phương thức bảo vệ MBA 2 cuộn dây, công suất lớn.



Hình 3-18. Bảo vệ MBA bằng cầu chì

b. Sơ đồ bảo vệ quá dòng có thời gian



Hình 3-19. BVQD có thời gian MBA $U_{dm} \leq 35kV$

Nguyên tắc tác động:

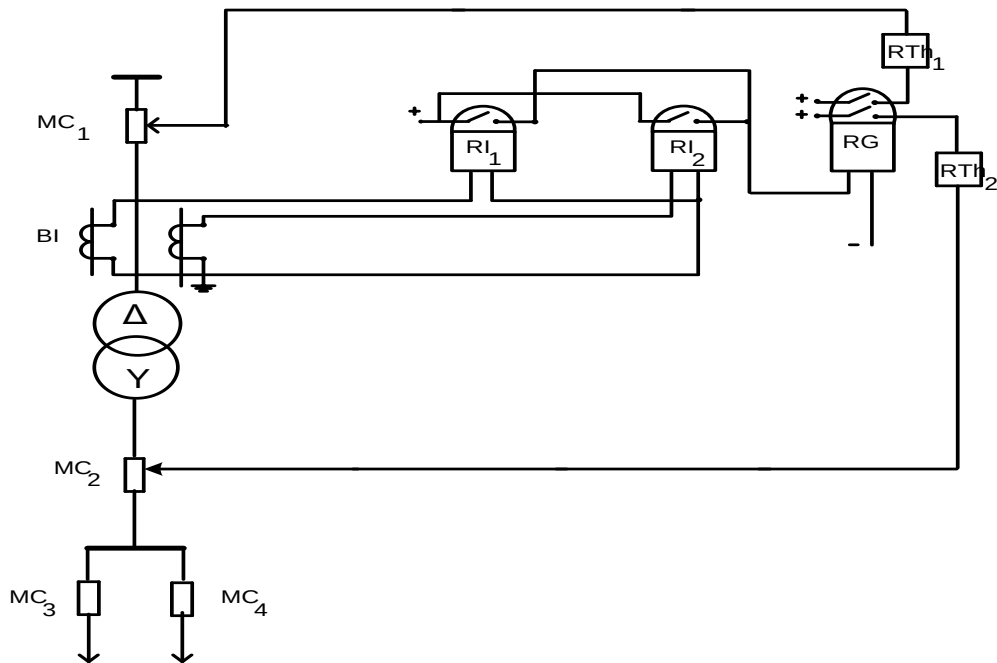
- Giả sử xảy ra ngắn mạch 3 pha trong phạm vi bảo vệ. Dòng ngắn mạch sẽ phản ánh vào cuộn dây của RI_1 , RI_2 qua hai BI. Các rơle RI tác động đóng tiếp điểm cấp nguồn cho rơle thời gian RT.

Sau một thời gian chỉnh định, RT đóng tiếp điểm cấp nguồn cho rơle trung gian RG. Rơle trung gian tác động đóng tiếp điểm cấp nguồn cho cuộn cắt của máy cắt MC_1 và MC_2 .

Cuộn cắt có điện thực hiện cắt máy cắt, tách MBA bị sự cố ra khỏi lưới, đồng thời khi đó role tín hiệu đóng tiếp điểm phát tín hiệu có sự cố và bảo vệ role đã tác động.

- Để bảo vệ không tác động khi có ngắn mạch trên đường dây nối vào thanh góp thứ cấp của máy biến áp thì thời gian tác động của bảo vệ phải lấy lớn hơn thời gian tác động của bảo vệ trên đường dây một lượng là Δt (thường chọn $\Delta t = 0,5$ s).

c. Sơ đồ bảo vệ cắt nhanh



Hình 3-20. BVCN MBA $U_{dm} \leq 35kV$

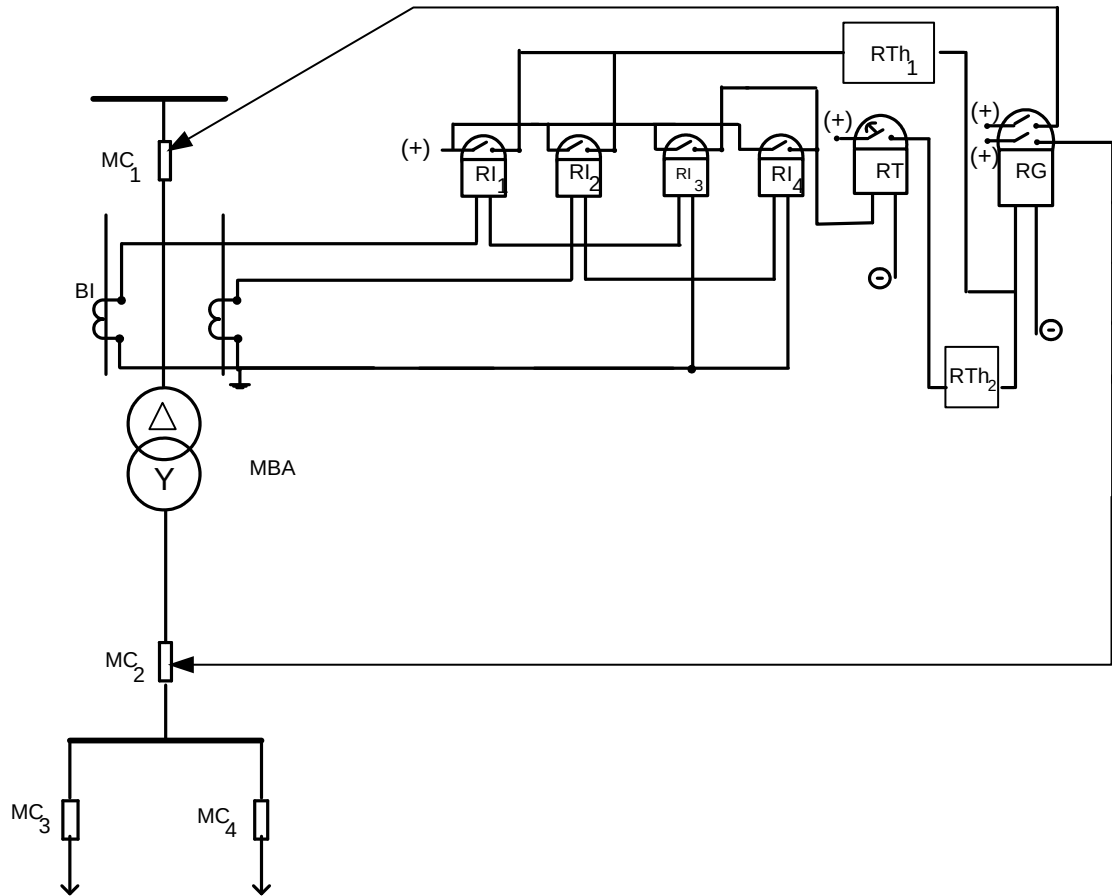
Nguyên tắc tác động:

Giả sử xảy ra ngắn mạch 3 pha trong phạm vi bảo vệ. Dòng ngắn mạch sẽ phản ánh vào cuộn dây của RI_1 , RI_2 qua hai BI.

Các role RI tác động đóng tiếp điểm cấp nguồn cho role trung gian RG. RG tác động đóng tiếp điểm cấp nguồn cho cuộn cắt của máy cắt MC_1 và MC_2 .

Cuộn cắt có điện thực hiện cắt máy cắt, tách MBA bị sự cố ra khỏi lưới, đồng thời khi đó role tín hiệu đóng tiếp điểm phát tín hiệu có sự cố và bảo vệ role đã tác động.

d. Sơ đồ bảo vệ phối hợp



Hình 3-21. Bảo vệ phối hợp MBA $U_{dm} \leq 35kV$

Mạch bảo vệ cắt nhanh: RI_1, RI_2, RG ;

Mạch bảo vệ quá dòng có thời gian: RI_3, RI_4, RT, RG

Nguyên tắc tác động:

Giả sử xảy ra ngắn mạch 3 pha trong phạm vi bảo vệ.

- Nếu điểm ngắn mạch nằm ngoài phạm vi tác động của BVCN, trong phạm vi tác động của BVQD có thời gian: Các role thuộc mạch quá dòng có thời gian tác động đóng tiếp điểm đưa nguồn đến cuộn dây RT. Sau thời gian chỉnh định, tiếp điểm RT đóng lại đưa nguồn đến cuộn dây RG. RG tác động đóng tiếp điểm đưa nguồn đi cắt MC. Role tín hiệu R_{th2} báo mạch BVQD đã tác động.

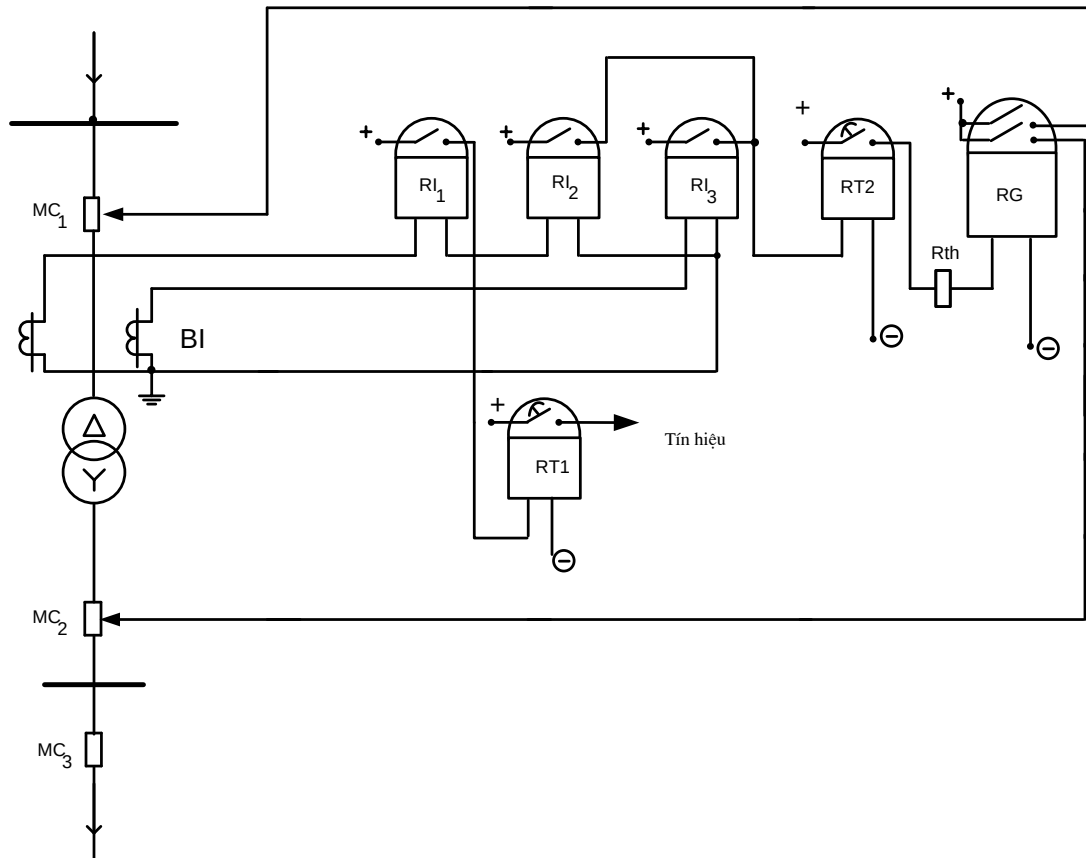
- Nếu điểm ngắn mạch nằm trong phạm vi tác động của BVCN, khi đó tất cả các role dòng điện thuộc hai mạch đều tác động:

+ Các role dòng điện thuộc mạch cắt nhanh tác động đưa nguồn đến cuộn dây RG. RG tác động đưa nguồn đi cắt MC, R_{th1} báo mạch cắt nhanh đã tác động;

+ Cùng với sự tác động của các role dòng điện mạch cắt nhanh thì các role dòng điện mạch quá dòng có thời gian cũng tác động đưa nguồn đến cuộn dây RT.

Nhưng khi tiếp điểm RT chưa kịp đóng lại (RT đóng có thời gian) thì mạch cắt nhanh đã cắt MC nên mạch quá dòng có thời gian không tác động tiếp nữa. Nó chỉ tác động tiếp nếu sau thời gian chỉnh định của RT vẫn còn dòng ngắn mạch. Như vậy mạch BVQD có thời gian còn làm nhiệm vụ dự phòng cho BVCN.

e. Sơ đồ bảo vệ quá tải



Hình 3-22. Bảo vệ quá dòng, quá tải MBA $U_{dm} \leq 35kV$

- Mạch BVQD có thời gian gồm các rơle RI₂, RI₃, RT₂, RG;
- Mạch bảo vệ quá tải gồm rơle RI₁ và RT₁

Nguyên tắc tác động:

Do quá tải có tính chất đối xứng nên bảo vệ quá tải chỉ cần bố trí trên một pha và dùng chung với bảo vệ quá dòng (như hình 3-22).

Khi có quá tải, rơle RI₁ tác động đưa nguồn tới cuộn dây RT₁, sau 1 thời gian chỉnh định, tiếp điểm RT₁ đóng đưa nguồn đi báo tín hiệu quá tải. (Vì đối với máy biến áp công suất lớn thường có công nhân vận hành nên khi quá tải chỉ cần báo tín hiệu).

Thời gian tác động của bảo vệ quá tải lấy lớn hơn thời gian tác động của bảo vệ quá dòng một lượng là Δt .

3.3.2 Máy biến áp có $U_{dm} \geq 110kV$

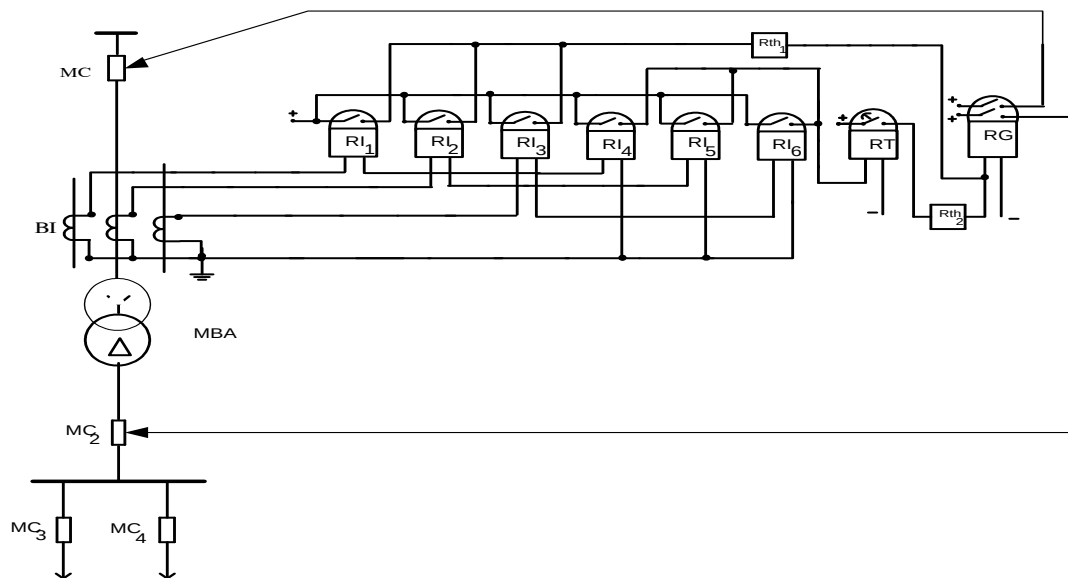
Trên thực tế, đối với MBA có $U_{dm} \geq 110kV$ bảo vệ quá dòng điện các phía MBA đấu sao đủ. MBA có bao nhiêu cuộn dây (cấp điện áp) thì có bấy nhiêu bộ bảo vệ quá dòng điện.

Mỗi bộ bảo vệ quá dòng điện thực chất là bảo vệ phối hợp giữa bảo vệ quá dòng có thời gian và bảo vệ cắt nhanh. Trong đó cấp 1 là bảo vệ cắt nhanh, cấp 2 làm dự phòng cho cấp 1 là bảo vệ quá dòng có thời gian.

Nếu MBA nhiều cuộn dây nối với nguồn từ nhiều phía thì đặt thêm bộ phận định hướng công suất ở phía nối với nguồn có thời gian tác động bé hơn.

Mặt khác, để nâng cao độ nhạy cho bảo vệ người ta sử dụng bảo vệ quá dòng có khởi động kém áp.

a. Phối hợp bảo vệ quá dòng có thời gian và bảo vệ cắt nhanh



Hình 3-23. Bảo vệ phối hợp máy biến áp có $U_{dm} \geq 110kV$

Nguyên tắc tác động:

Giả sử xảy ra ngắn mạch 3 pha trong phạm vi bảo vệ.

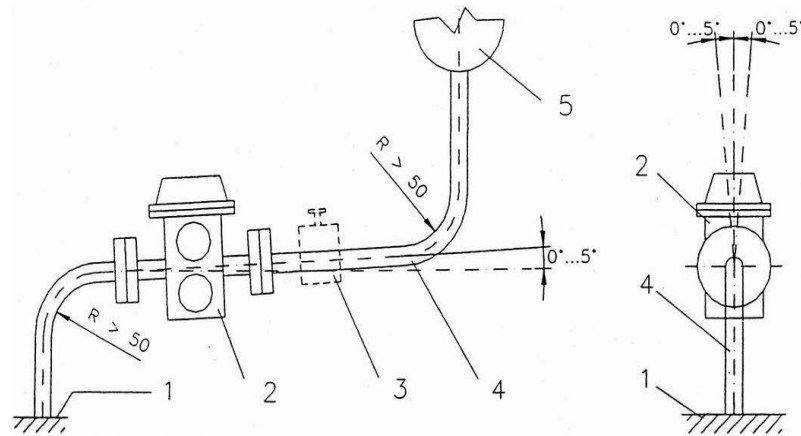
- Nếu điểm ngắn mạch nằm ngoài phạm vi tác động của BVCN, trong phạm vi tác động của BVQD có thời gian: Các rơle thuộc mạch quá dòng có thời gian tác động đóng tiếp điểm đưa nguồn đến cuộn dây RT. Sau thời gian chỉnh định,

+ Cùng với sự tác động của các role dòng điện mạch cắt nhanh thì các role dòng điện mạch quá dòng có thời gian cũng tác động đưa nguồn đến cuộn dây RT. Nhưng khi tiếp điểm RT chưa kịp đóng lại (RT đóng có thời gian) thì mạch cắt nhanh đã cắt MC nên mạch quá dòng có thời gian không tác động tiếp nữa. Nó chỉ tác động tiếp nếu sau thời gian chỉnh định của RT vẫn còn dòng ngắn mạch. Như vậy mạch BVQD có thời gian còn làm nhiệm vụ dự phòng cho BVCN.

Vì vậy, đối với MBA công suất lớn người ta sử dụng nguyên lý hình ảnh nhiệt để thực hiện bảo vệ chống quá tải. Bảo vệ này phản ánh mức tăng nhiệt độ ở những thời điểm kiểm tra khác nhau trong MBA và tùy theo mức tăng nhiệt độ mà có nhiều cấp tác động khác nhau: cảnh báo, khởi động các mức làm mát, giảm tải hoặc cắt MBA.

3.3.3. Bảo vệ máy biến áp bằng role hơi

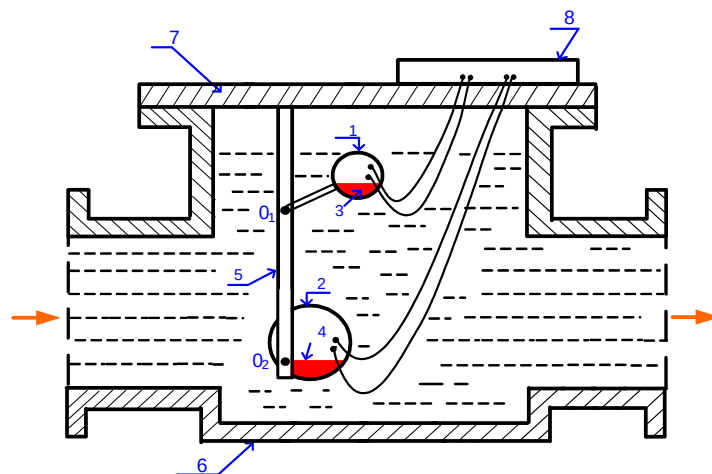
Role hơi (role khí, role gas) lắp trên đường ống dẫn dầu từ bình dầu phụ xuống thùng máy biến áp. Mục đích là dùng để bảo vệ tách MBA ra khỏi vận hành khi có sự cố, hư hỏng bên trong thùng dầu chính. Độ dốc của đường ống đặt role hơi trong khoảng $2^0 \div 5^0$ (hình 3-25).



- 1- Thùng dầu MBA; 2- Role hơi; 3- Khóa;
4- Đường ống; 5- Bình dẫn nở dầu (bình dầu phụ)

Hình 3-25. Vị trí lắp đặt của role hơi

a. Cấu tạo của role hơi



Hình 3-26. Nguyên lý cấu tạo của role hơi

Ghi chú:

1,2- Phao (hình cầu hoặc hình trụ), được treo vào cọc 5 ở 2 mức khác nhau; các phao này có thể xoay quanh trục O_1, O_2 ;

3,4- Tiếp điểm thủy ngân;

5- Cọc đỡ phao, được gắn vào nắp số 7;

6- Vỏ của role hơi: Làm bằng kim loại nhẹ chống ăn mòn và được bắt chặt vào ống dẫn từ thùng dầu chính của máy biến áp lên bình dầu phụ bằng 2 mặt bích;

7- Nắp đáy của role hơi;

8- Hộp đấu dây chứa các tiếp điểm chuyển mạch và được gắn kín chống thấm dầu từ khoang dầu của rơ le.

Ngoài ra còn có các bộ phận khác như: Cửa sổ (làm bằng mặt kính, giúp quan sát, kiểm tra vị trí phao, được đặt ở mặt bên của vỏ, trên mặt kính có khắc vạch chỉ thể tích khoang chứa khí); nút kiểm tra (được đặt trong hộp tiếp điểm hoặc trên nắp của rơ le hơi, có chức năng kiểm tra hoạt động ngắt của role cũng như điều chỉnh về vị trí ban đầu).

Trên thực tế, các tiếp điểm thủy ngân nằm trong một ống thủy tinh nhỏ đặt bên cạnh phao; nhiều rơ le hơi không dùng tiếp điểm thủy ngân mà dùng tiếp điểm từ.

b. Nguyên lý làm việc

Ở chế độ làm việc bình thường của role hơi, role hơi được điền đầy dầu do ống dẫn dầu từ thùng dầu chính lên bình dầu phụ MBA đầy dầu, các phao nổi trong dầu, các tiếp điểm của role mở (tức là tiếp điểm thủy ngân không nối các tiếp điểm cố định), role không tác động.

Khi MBA xảy ra sự cố, trong máy sẽ xuất hiện bọt khí. Bọt khí sẽ chạy lên role hơi theo ống dẫn dầu và tích tụ dần ở khoang cao nhất của role. Khí chiếm chỗ trong role ngày càng nhiều làm giảm mức dầu ở trong role.

Nếu lượng khí thoát ra chậm, vào role ít, phao 1 chìm xuống, tiếp điểm 3 khép mạch đưa tín hiệu đi báo “hơi nhẹ” (*trường hợp tác động thứ 1 của role hơi*).

Nếu lượng khí thoát ra nhiều, lượng khí tích tụ trong role đủ lớn làm cả 2 phao chìm xuống. Dẫn đến 2 cặp tiếp điểm 3, 4 đều khép: đưa đi báo tín hiệu và cắt máy cắt các phía MBA (*trường hợp tác động thứ 2 của role hơi*).

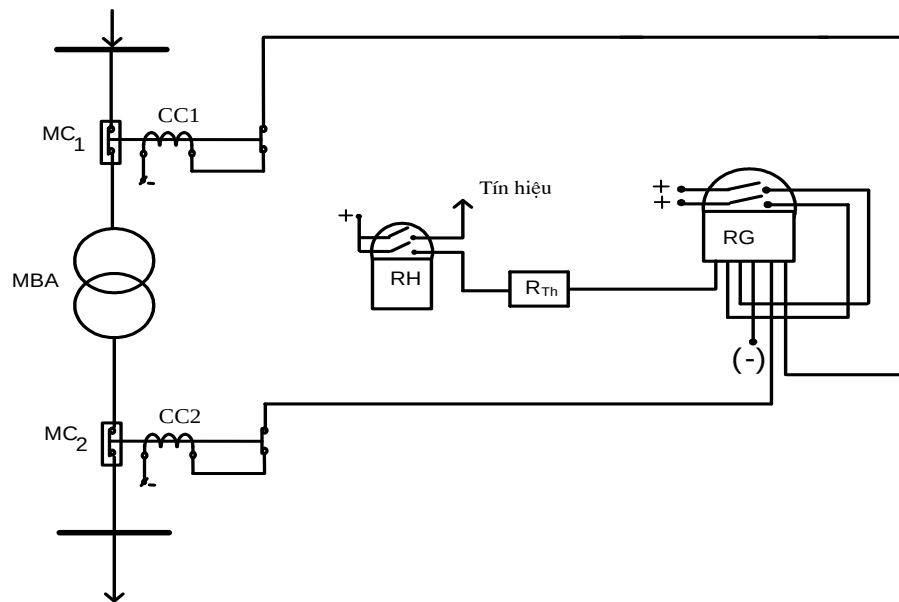
Ngoài ra, khi có sự cố trong thùng MBA làm phát sinh dòng dầu và bọt khí có tốc độ nhanh di chuyển từ thùng dầu chính lên bình dầu phụ khiến phao 2 lật xuống, tiếp điểm 4 khép mạch đưa nguồn thao tác đi cắt máy cắt các phía của MBA. Do vậy, trên thực tế nhiều rơ le hơi còn bố trí thêm tấm vách ngăn nhỏ trên phao 2 để “cảm nhận” tốt hơn tốc độ di chuyển của dòng dầu, khí. (*trường hợp tác động thứ 3 của rơ le hơi*).

Khi có sự cố làm mức dầu trong thùng dầu chính giảm xuống, mức dầu trong rơ le hơi tụt thấp làm 2 phao chìm xuống. Dẫn đến 2 cặp tiếp điểm đều khép: đưa đi báo tín hiệu và cắt máy cắt các phía MBA (*trường hợp tác động thứ 4 của rơ le hơi*).

Kinh nghiệm vận hành cũng phát hiện một số trường hợp rơ le hơi tác động sai do ảnh hưởng của chấn động cơ học lên MBA; hoặc rơ le hơi báo tín hiệu nhầm khi trong dầu máy biến áp có lẫn tạp chất...

c. Mạch bảo vệ MBA bằng rơ le hơi

* Sơ đồ nối dây



Hình 3-27. Sơ đồ nối dây bảo vệ MBA bằng rơ le hơi.

* Nguyên tắc tác động

- Khi MBA làm việc bình thường: bảo vệ không tác động
- Khi có hư hỏng nhẹ: tiếp điểm 3 đóng lại báo tín hiệu sự cố.
- Khi có hư hỏng nghiêm trọng: tiếp điểm 4 đóng lại đưa nguồn thao tác qua Rth đến cuộn dây của rơ le trung gian RG. RG tác động đóng hai tiếp điểm đưa

nguồn thao tác đi cắt 2 máy cắt MC_1, MC_2 về 2 phía của MBA. Đồng thời, rơle tín hiệu Rth tác động đóng tiếp điểm báo tín hiệu có sự cố nghiêm trọng.

Do dòng dầu, khí di chuyển lên bình dầu phụ có thể không liên tục, không đều, nên tiếp điểm 4 có thể khi đóng, khi mở. Vì vậy, để cắt MBA một cách chắc chắn bằng rơle hơi điều cần thiết là rơle trung gian phải có mạch tự giữ để bảo vệ tiếp tục hoạt động ngay cả khi tiếp điểm của rơle hơi nhả ra. (Thông thường người ta sử dụng một rơle trung gian RG đặc biệt: trong cấu tạo của nó có thêm 2 cuộn dòng điện để làm mạch tự giữ, khi máy cắt cắt mạch thì mạch tự giữ tự động được giải trừ).

d. Phạm vi bảo vệ

Rơle hơi có thể làm việc khá tin cậy chống tất cả các loại hư hỏng bên trong thùng dầu như:

- Hỏng cách điện giữa các lá thép trong mạch từ;
- Phá vỡ vách cách điện giữa bồi dây và lõi thép;
- Quá nhiệt ở một số bộ phận trong các bồi dây;
- Ngắn mạch giữa các pha;

Ngoài ra rơle hơi còn có thể ngăn ngừa sự cố khác trong máy biến áp như rỉ dầu, hoặc trục trặc trong hệ thống tuần hoàn dầu.

e. Phạm vi ứng dụng

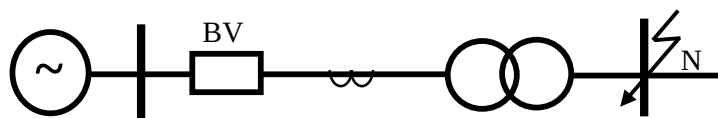
Thông thường, các MBA có điện áp định mức 110kV trở lên, phụ tải quan trọng, đều được bảo vệ bằng rơle hơi.

3.4. Ví dụ và bài tập

3.4.1. Ví dụ

a. Ví dụ 1

Hãy tính toán bảo vệ cắt nhanh cho trạm biến áp 110/22 kV (hình vẽ), biết công suất định mức của MBA là $S_{dm} = 16000$ kVA; điện áp định mức $U_1 = 110$ kV và $U_2 = 22$ kV; hệ số đột biến dòng từ hóa $k_{db} = 4$; dòng ngắn mạch ngoài tại điểm N là $I_k^{(3)} = 2,13$ kA; hệ số tin cậy $k_{tc} = 1,2$.



Giải:

Dòng điện định mức của MBA:

$$I_{BA} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3} \cdot U_1} = \frac{16000}{\sqrt{3} \cdot 110} = 83,98A$$

Dòng điện ngắn mạch quy về cấp điện áp 110kV là:

$$I_k^{(3)'} = \frac{I_k^{(3)} \cdot U_2}{U_1} = \frac{2130,22}{110} = 426A$$

Dòng khởi động của bảo vệ cắt nhanh được chọn từ 1 trong 2 điều kiện:

+ Lớn hơn dòng ngắn mạch ngoài $I_{CN1} > I_k^{(3)'} = 426A$

+ Lớn hơn dòng đột biến từ hóa của MBA:

$$I_{CN2} > I_{db} = k_{db} \cdot I_{BA} = 5,83,98 = 336A$$

➔ Chọn dòng khởi động của bảo vệ cắt nhanh:

$$I_{CN} = k_{tc} \cdot I_k^{(3)'} = 1,2 \cdot 426 = 511,2A$$

Căn cứ vào dòng định mức của MBA, ta chọn biến dòng điện có $I_{BI} = 100A$, dòng định mức thứ cấp là $I_{2BI} = 5A$, hệ số biến dòng điện là $n_i = 20$; máy biến dòng được nối theo hình sao (Y) do đó hệ số sơ đồ $k_{sd} = 1$.

Dòng khởi động cắt nhanh của rơle bảo vệ cắt nhanh được xác định theo biểu thức:

$$I_{kdCNR} = \frac{I_{CN}}{n_i} \cdot k_{sd} = \frac{511,2}{20} \cdot 1 = 25,56A$$

➔ Chọn rơle có dòng đặt là $I_{dRCN} = 25,6A$

Dòng khởi động thực tế của BVCN:

$$I_{kdCN} = \frac{I_{dRCN} \cdot n_i}{k_{sd}} = \frac{25,6 \cdot 20}{1} = 512A$$

Độ nhạy của bảo vệ:

$$k_{nh} = \frac{I_{k.min}}{I_{kdCN}} = \frac{0,87 \cdot I_k^{(3)'}}{I_{kdCN}} = \frac{0,87 \cdot 426}{512} = 0,72$$

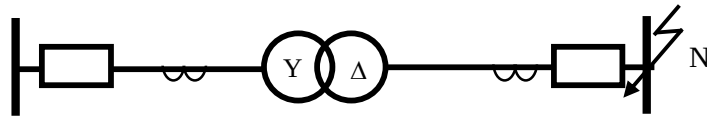
Như vậy thực chất bảo vệ cắt nhanh chỉ có thể đảm bảo được một phần và nó chỉ đóng vai trò bảo vệ phụ cho MBA.

Dòng điện ngắn mạch nhỏ nhất mà bảo vệ tác động tin cậy với độ nhạy $k'_{nh}=2$ là:

$$I_k = k'_{nh} \cdot I_{kdCN} = 2.512 = 1024A$$

b. Ví dụ 2

Tính toán bảo vệ so lệch cho MBA TĐH 6300/110 có công suất định mức $S_{dm} = 6300$ kVA, điện áp định mức là 115/11 kV, máy có bộ phận tự động điều chỉnh điện áp với $\Delta U_{dc} = 10\%$. Dòng điện ngắn mạch 3 pha tại thanh cái phía thứ cấp là $I_k^{(3)} = 1,12kA$; tổ nối dây của MBA là Y/∇; hệ số tin cậy $k_{tc} = 1,25$.



Giải:

Dòng điện định mức ở 2 phía của MBA:

$$I_{n1} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3} \cdot U_{n1}} = \frac{6300}{\sqrt{3} \cdot 115} = 31,62A$$

$$I_{n2} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3} \cdot U_{n2}} = \frac{6300}{\sqrt{3} \cdot 11} = 330,66A$$

Dựa vào dòng điện định mức, ta chọn máy biến dòng loại bảo hòa nhanh, có $I_{n1} = 100$ cho phía sơ cấp và chọn $I_{n1} = 400$ cho phía thứ cấp, dòng định mức thứ cấp của máy biến dòng là $I_{n2} = 5$; tỷ số biến dòng sẽ là: $n_{i1} = 20$; $n_{i2} = 80$

Chọn sơ đồ nối dây máy biến dòng: vì sơ đồ nối dây của MBA là Y/∇ nên ta chọn sơ đồ nối của các máy biến dòng ở phía sơ cấp theo hình tam giác (∇) và phía thứ cấp nối theo hình sao đủ (Y). Như vậy:

Hệ số sơ đồ phía sơ cấp sẽ là $k_{sd} = \sqrt{3}$ và phía thứ cấp là $k_{sd} = 1$

Giá trị dòng điện thứ cấp ở 2 phía của máy biến áp thực tế là:

$$I_{2I} = \frac{I_{n1} \cdot k_{sd}}{n_{i1}} = \frac{31,62 \cdot \sqrt{3}}{20} = 2,74A$$

$$I_{2II} = \frac{I_{n2} \cdot k_{sd}}{n_{i2}} = \frac{330,66 \cdot 1}{80} = 4,13A$$

Nhận thấy sự chênh lệch quá lớn giữa các dòng điện thứ cấp của máy biến dòng, do đó cần phải chọn lại máy biến dòng ở phía thứ cấp của trạm biến áp với

máy có $I_{nI} = 600$, khi đó $n_{i2} = 120$; dòng điện thứ cấp I_{2II} của máy biến dòng lúc này là:

$$I_{2II} = \frac{I_{n2} \cdot k_{sd}}{n_{i2}} = \frac{330,66.1}{120} = 2,76A$$

Sai số do sự chênh lệch dòng điện phía thứ cấp là:

$$s_{2i} = \left| \frac{I_{2I} - I_{2II}}{I_{2I}} \right| = \left| \frac{2,74 - 2,76}{2,74} \right| = 0,007$$

Xác định dòng điện không cân bằng:

$$I_{kcbMax} = (k_a \cdot k_{cl} \cdot s_i + \Delta U_{dc} + s_{2i}) \cdot I_{kMax.ng}$$

Các máy biến dòng bão hòa nhanh nên $k_a = 1$, các máy biến dòng ở 2 phía khác nhau nên $k_{cl} = 1$, sai số của máy biến dòng $s_i = 0,1$. Như vậy:

$$I_{kcbMax} = (1.1.0,1 + 0,1 + 0,007) \cdot 1120 = 231,84A$$

Dòng điện khởi động của bảo vệ:

$$I_{kd} = I_{tc} \cdot I_{kcbMax} = 1,25 \cdot 231,84 = 289,8A$$

Dòng điện khởi động của rơle:

$$I_{kđR} = \frac{I_{kd} \cdot k_{sd}}{n_i} = \frac{289,8.1}{120} = 2,415A$$

Chọn dòng đặt của rơle là $I_{đR} = 2,5A$

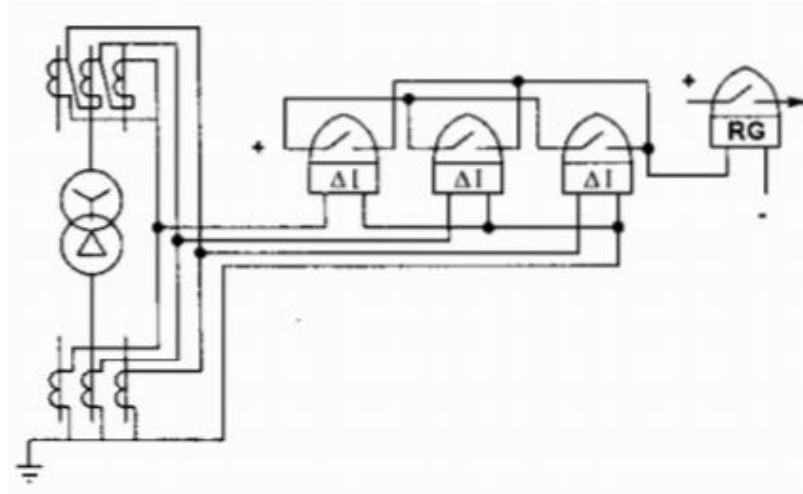
Dòng khởi động thực tế của bảo vệ so lệch:

$$I_{kd.SL} = \frac{I_{đR} \cdot n_i}{k_{sd}} = \frac{2,5 \cdot 120}{1} = 300A$$

Dòng ngắn mạch nhỏ nhất trong vùng bảo vệ là dòng ngắn mạch 3 pha trước thanh cái phía thứ cấp, trên thực tế giá trị này cũng bằng giá trị dòng ngắn mạch 3 pha ngoài vùng bảo vệ $I_k^{(3)}$, do vậy độ nhạy của bảo vệ sẽ là:

$$k_{nh} = \frac{I_{k.min}}{I_{kdSL}} = \frac{0,87 \cdot I_k^{(3)}}{I_{kdCN}} = \frac{0,87 \cdot 1120}{300} = 3,25 > 2$$

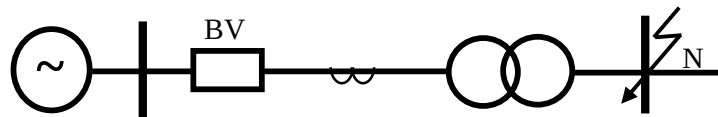
Vậy bảo vệ đảm bảo độ nhạy cần thiết. Sơ đồ bảo vệ so lệch cho MBA được thể hiện trên hình vẽ



3.4.2. Bài tập

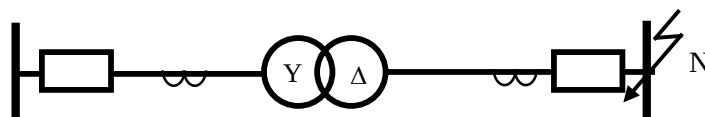
a. Bài tập 1

Hãy tính toán bảo vệ cắt nhanh cho trạm biến áp 110/35kV (hình vẽ), biết công suất định mức của MBA là $S_{dm} = 10000\text{kVA}$; điện áp định mức $U_1 = 115\text{kV}$ và $U_2 = 37\text{kV}$; hệ số đột biến dòng từ hóa $k_{db} = 4$; dòng điện ngắn mạch ngoài điểm N là $I_k^{(3)} = 2,24\text{kA}$; hệ số tin cậy $k_{tc} = 1,2$.



b. Bài tập 2

Tính toán bảo vệ so lệch cho MBA TĐH 10000/110 có công suất định mức $S_{dm} = 10000\text{ kVA}$, điện áp định mức là 115/22 kV, máy có bộ phận tự động điều chỉnh điện áp với $\Delta U_{dc} = 10\%$. Dòng điện ngắn mạch 3 pha tại thanh cái phía thứ cấp là $I_k^{(3)} = 2,14\text{kA}$; tổ nối dây của MBA là Y/Δ; hệ số tin cậy $k_{tc} = 1,2$.



Đáp án:

Bài tập 1. $I_{kdCN} = 43,5\text{A}$

Bài tập 2. $I_{dR} = 8,3\text{A}$; $k_{nh} = 3,74$

4. Bảo vệ động cơ điện cao áp

4.1. Các loại sự cố và tình trạng làm việc không bình thường

4.1.1. Các loại sự cố

Trong quá trình vận hành, động cơ điện có thể xảy ra sự cố ngắn mạch giữa các pha cuộn dây stato, gây nên hỏng động cơ, làm cho điện áp của lưới điện giảm thấp gây nguy hiểm cho hệ thống điện. Do vậy cần phải đặt bảo vệ chống ngắn mạch cuộn dây stato.

4.1.2. Trạng thái làm việc không bình thường

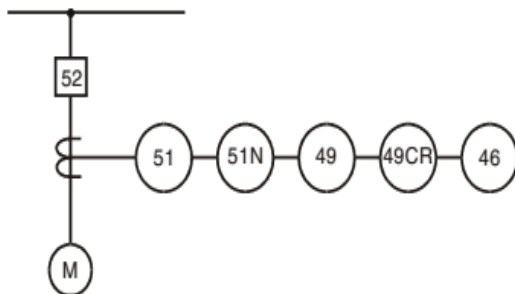
Trạng thái làm việc không bình thường thường gặp nhất tTrong quá trình vận hành đối với động cơ điện là tình trạng quá tải, nguyên nhân do quá tải cơ học, điện áp giảm thấp quá trị số cho phép, do mất một pha trong lưới điện 3 pha.

Bảo vệ chống quá tải có thể tác động cắt động cơ, báo hiệu hoặc là giảm phụ tải tùy theo tính chất của máy móc cơ khí mà động cơ phải kéo.

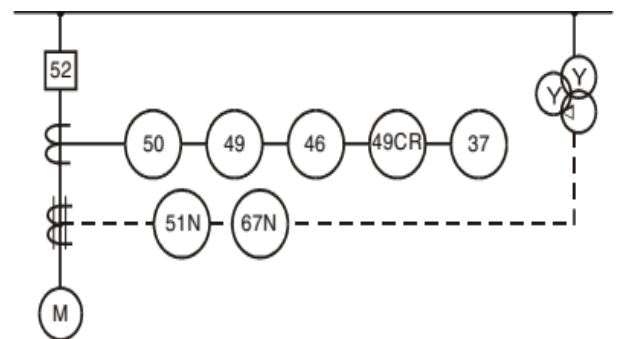
4.2. Sơ đồ phương thức bảo vệ

Tùy theo loại động cơ, công suất và công dụng của nó mà chọn phương thức bảo vệ cho thích hợp.

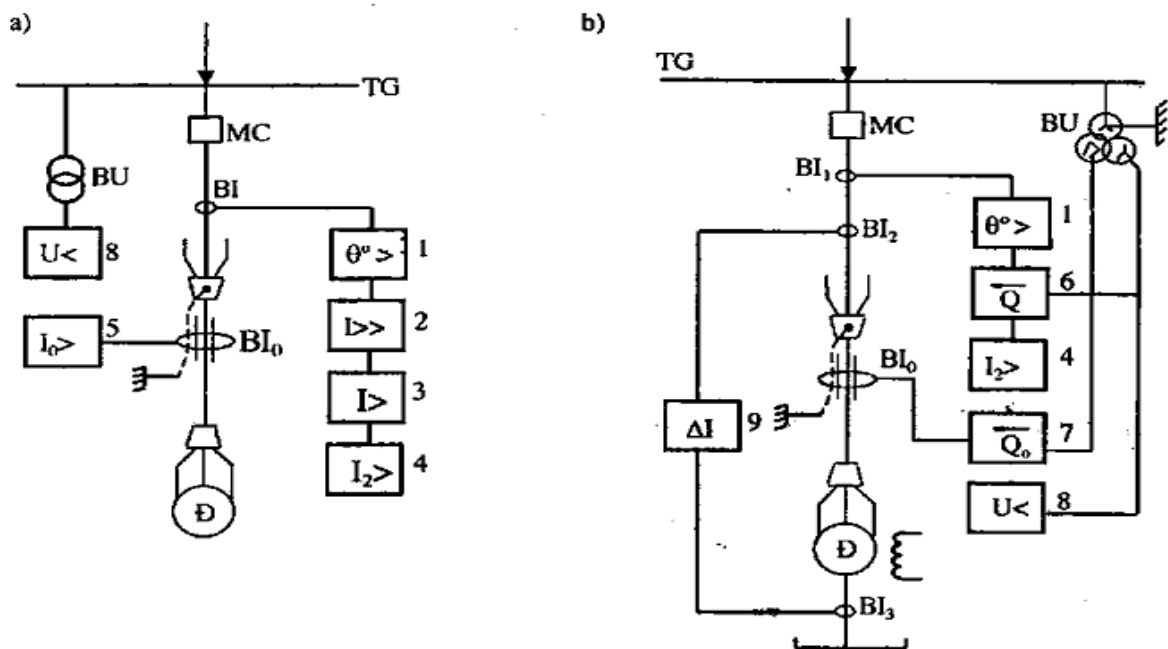
Trên hình giới thiệu các ví dụ về phương thức bảo vệ cho động cơ không đồng bộ 3 pha công suất trung bình và động cơ đồng bộ công suất lớn vài MW. Với động cơ đồng bộ rất lớn, sơ đồ bảo vệ gần tương tự như máy phát điện đồng bộ.



Hình 3-28. Điện trở nối đất của mạng nhỏ



Hình 3-29. Điện trở nối đất của mạng lớn



Hình 3-30. Phương thức bảo vệ động cơ 3 pha, điện áp cao, công suất trung bình và lớn (vài MW)

a. Động cơ không đồng bộ

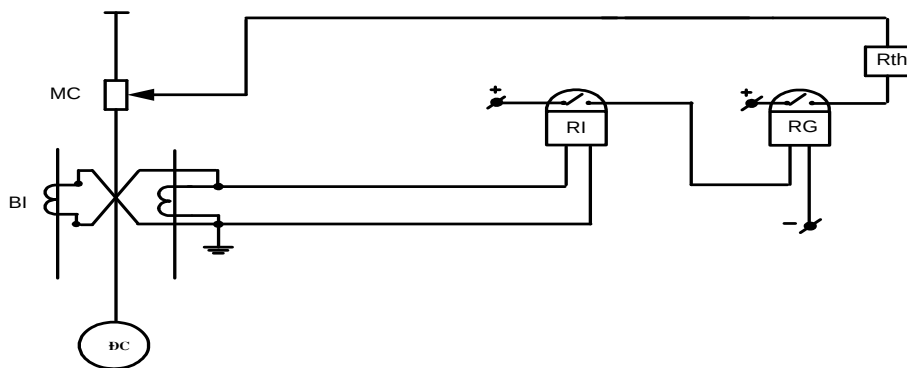
b. Động cơ đồng bộ

1. Chống quá tải lâu dài
2. Quá dòng điện
3. Chống khởi động kéo dài (quá tải mở máy)
4. Dòng thứ tự nghịch
5. Dòng chạm đất
6. Mất đồng bộ
7. Dòng chạm đất có hướng
8. Điện áp thấp
9. So lệch dòng điện

4.3. Sơ đồ nối dây

4.3.1. Bảo vệ quá dòng điện

a. Sơ đồ nối dây



Hình 3-31. BVQD động cơ điện cao áp

b. Nguyên tắc tác động

- Bảo vệ dùng sơ đồ 2 pha 1 role. Chỉ khi sơ đồ cần độ nhạy cao thì mới sử dụng sơ đồ sao thiếu.

- Khi có sự cố ngắn mạch ở cuộn dây stato, rơle RI tác động đóng tiếp điểm cấp điện cho rơle trung gian RG. Rơle trung gian có điện sẽ tác động đóng tiếp điểm cấp nguồn cho cuộn cắt của máy cắt.

- Cuộn cắt của máy cắt có điện thực hiện cắt mạch điện, tách động cơ điện ra khỏi vận hành, cùng khi đó role tín hiệu đóng tiếp điểm phát tín hiệu sự cố động cơ và bảo vệ role đã tác động.

- Trị số tác động của bảo vệ được xác định theo công thức.

$$I_{kd} R = K_{at} \cdot I_{mm.max}$$

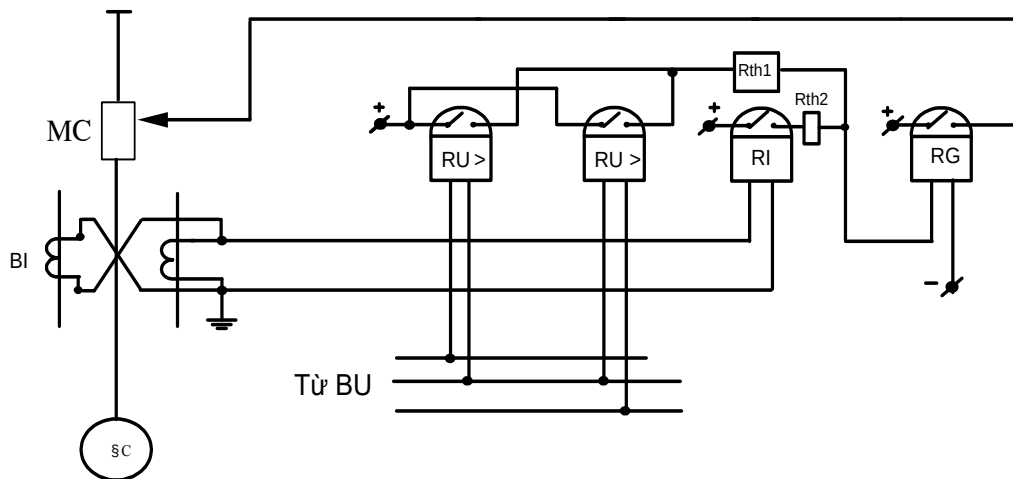
Với $K_{at} = 1,4 \div 1,5$; $I_{mm.max}$ - dòng điện mở máy cực đại của động cơ.

c. Phạm vi bảo vệ

- Từ vị trí đặt BI đến động cơ điện.

4.3.2. Bảo vệ quá điện áp

a. Sơ đồ nối dây



Hình 3-32. Bảo vệ quá dòng và quá áp cho động cơ điện cao áp

b. Nguyên tắc tác động

- Để bảo vệ quá điện áp cho động cơ người ta dùng rơle quá điện áp (RU>), mạch bảo vệ thường được dùng chung với bảo vệ quá dòng điện (RI).

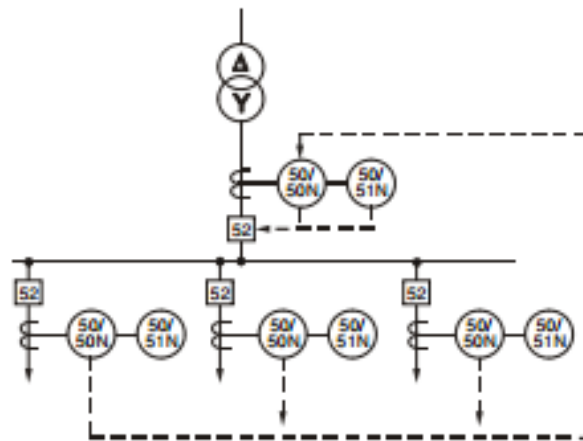
- Khi có hiện tượng quá điện áp thì role RU > sẽ tác động đóng tiếp điểm cấp điện cho role trung gian. Role trung gian có điện đóng tiếp điểm cấp điện cho cuộn cắt của máy cắt điện. Cuộn cắt của máy cắt điện có điện thực hiện cắt mạch điện, tách động cơ điện ra khỏi vận hành, đồng thời role tín hiệu Rth1 cũng đóng tiếp điểm phát tín hiệu sự cố quá áp động cơ điện và bảo vệ quá áp đã tác động;

- Trong bài này người ta tìm hiểu các loại bảo vệ
- + Bảo vệ so lệch dòng điện có hãm
- + Bảo vệ so lệch dòng roler tổng trở cao
- Bảo vệ dùng nguyên lý so sánh pha dòng điện

Các phần tử nối kết với TC được BV bằng phần tử quá dòng điện hay khoảng cách, nó cũng BV bao phủ cả thanh góp. Khi NM trên thanh góp, sự cố được cách ly bằng các BV của các phần tử liên kết qua thời gian của cấp thứ hai.

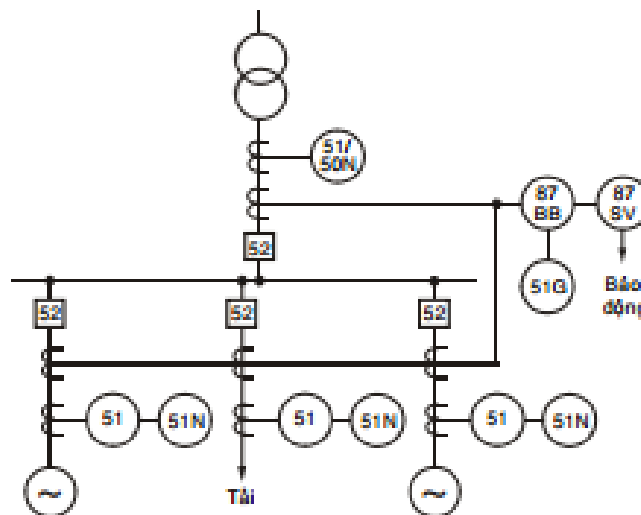
5.2. Một số sơ đồ bảo vệ thanh cái tiêu biểu

- Bảo vệ thanh cái bằng roler dòng điện: Mạch này áp dụng cho mạng phân phối, các TC không quan trọng.



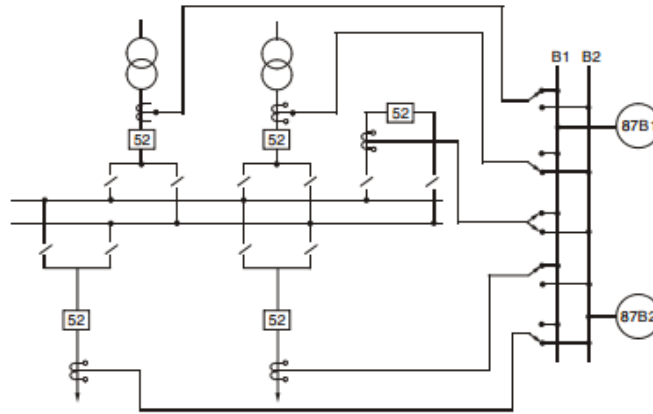
Hình 3-34. Sơ đồ phương thức bảo vệ thanh cái bằng roler dòng điện

- Bảo vệ so lệch tổng trở thanh cái đơn:



Hình 3-35. Sơ đồ phương thức bảo vệ so lệch tổng trở thanh cái đơn

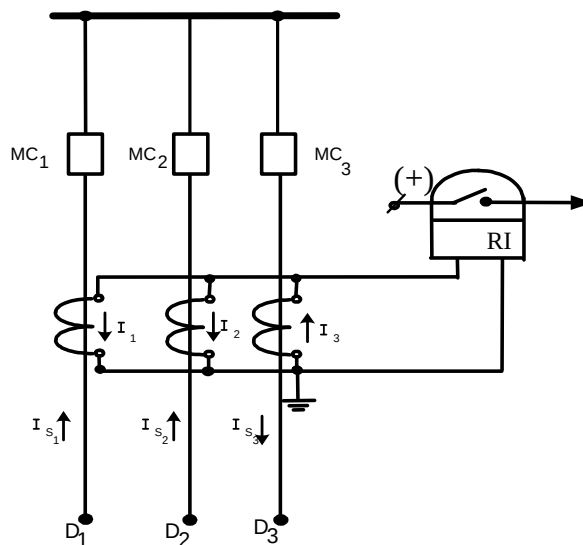
- Bảo vệ hệ thống thanh cái với máy cắt phân đoạn (Hình 3-36):



Hình 3-36. Sơ đồ phương thức bảo vệ hệ thống thanh cái với MC phân đoạn

5.3. Sơ đồ nối dây

5.3.1 Bảo vệ so lệch hoàn toàn



Hình 3-37. Nguyên lý bảo vệ so lệch hoàn toàn HTTG

- Bảo vệ so lệch hoàn toàn được dùng ở những hệ thống thanh góp có tầm quan trọng, có nhiều phân đoạn và bố trí phức tạp. Nguyên tắc thực hiện là đặt tất cả các máy biến dòng có cùng tỷ số biến trên tất cả các nhánh nối vào thanh góp. Trong đó các cuộn dây thứ cấp của các biến dòng được nối song song với nhau và song song với cuộn dây của role (hình 3-37). Trong sơ đồ bảo vệ thường dùng role có biến dòng bão hoà trung gian.

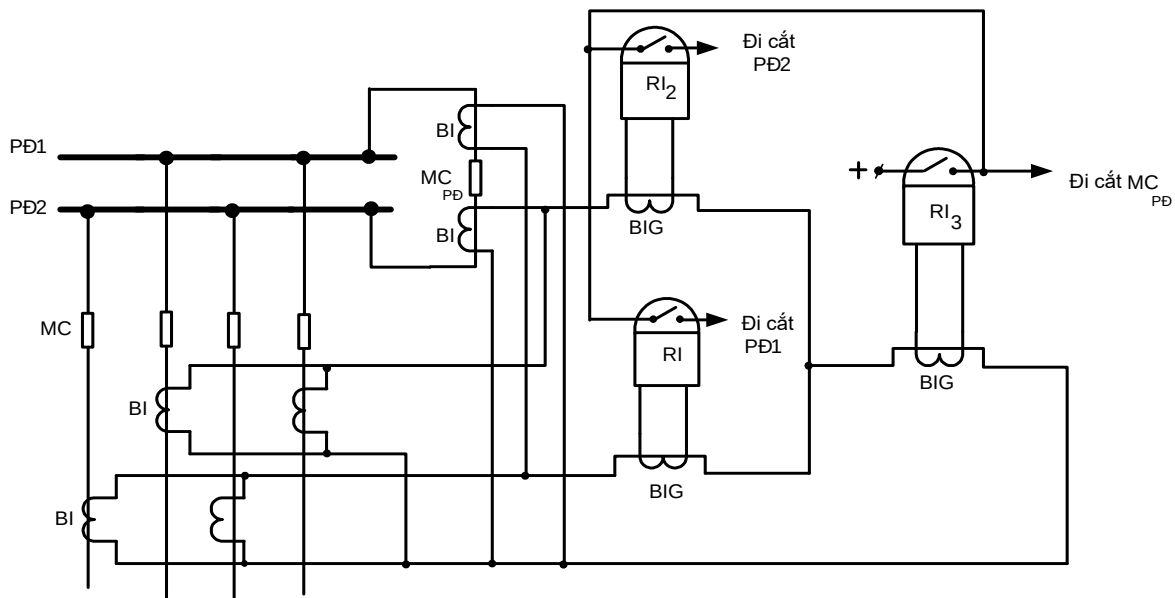
- Với cách nối role như vậy nên khi làm việc bình thường cũng như khi có ngắn mạch ngoài thì dòng điện qua role $I_R = I_{Kcb}$ rất nhỏ.

$$I_R = \frac{I_{s1}}{n_1} + \frac{I_{s2}}{n_2} - \frac{I_{s3}}{n_3} = I_1 + I_2 - I_3 = I_{Kcb}$$

$I_{Kcb \max} < I_{KdR}$ thì rơ le không tác động (n_i là tỉ số biến của BI tương ứng).

- Khi xảy ra ngắn mạch trên thanh góp, dòng qua RI có trị số lớn, RI tác động đưa nguồn đi cắt tất cả các máy cắt nối trực tiếp với thanh góp bị hư hỏng (cũng có thể chỉ cắt các phần tử nối với nguồn, nhằm làm giảm nhẹ việc đóng trở lại nguồn điện và đảm bảo cung cấp điện liên tục cho các phụ tải).

- Hình 3-38: sơ đồ nguyên lý một sợi bảo vệ so lệch hoàn toàn thanh góp dùng ở trạm biến áp có phương thức kết dây cố định.



Hình 3-38. Sơ đồ bảo vệ so lệch hoàn toàn HTTG có phân đoạn

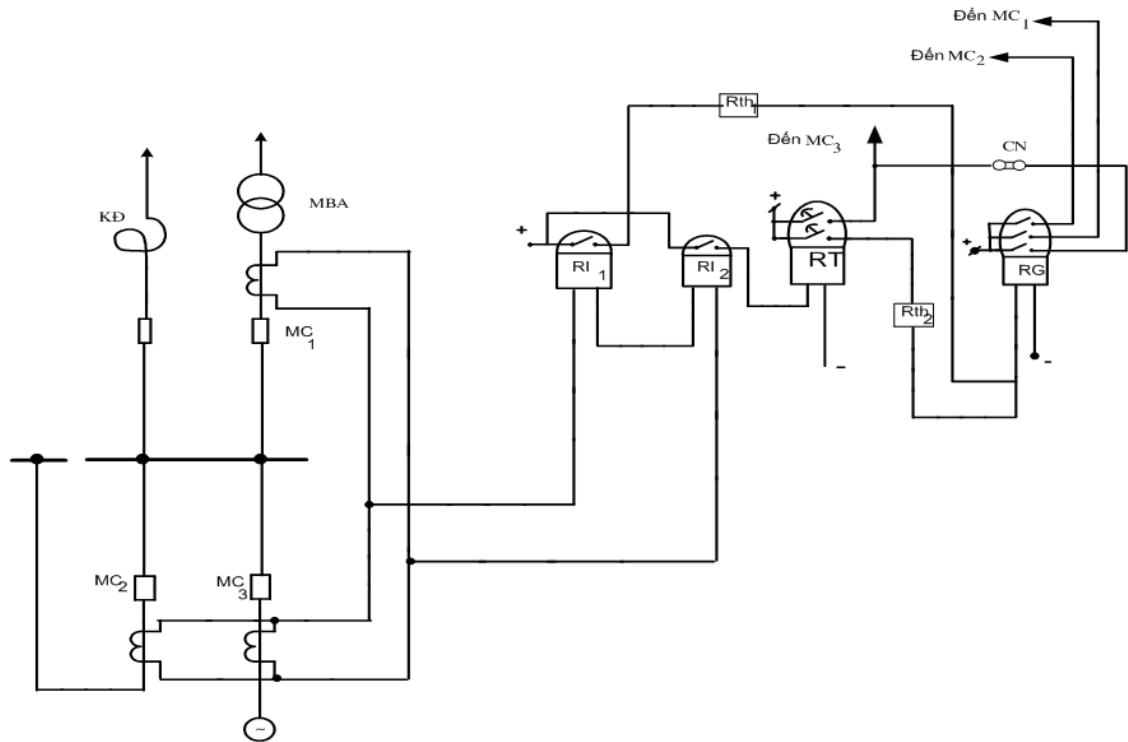
Trong sơ đồ bảo vệ thanh góp có phân đoạn (hoặc hệ thống hai thanh góp), các phần tử phân bố cố định trên các phân đoạn (hoặc thanh góp), người ta dùng 3 bộ rơ le dòng điện: RI₃ dùng để phân biệt ngắn mạch ngoài và làm nhiệm vụ khởi động cho 2 bộ RI, RI₂. RI, RI₂ làm nhiệm vụ chọn lọc phân đoạn (hoặc thanh góp) bị hư hỏng.

- Phạm vi bảo vệ:

Bảo vệ chống các dạng ngắn mạch trên thanh góp cũng như trên các đoạn thanh dẫn nối thanh góp đến máy cắt điện của các phần tử liên hệ trực tiếp với thanh góp.

5.3.2 Bảo vệ so lệch không hoàn toàn

a. Sơ đồ nối dây



Hình 3-39. Sơ đồ bảo vệ so lệch không hoàn toàn HTTG

b. Nguyên lý làm việc

- Trên thanh góp 6kV, 10kV của nhà máy điện và TBA thường dùng bảo vệ so lệch không hoàn toàn để đảm bảo cắt nhanh sự cố xảy ra trên thanh góp.

- Nguyên tắc bố trí bảo vệ là chỉ đặt máy biến dòng điện trên các phần tử nối thanh góp với: máy phát điện, máy biến áp, máy cắt phân đoạn, máy cắt liên lạc.

- Bảo vệ so lệch không hoàn toàn thanh góp thường có 2 cấp, như trên sơ đồ hình 3-39:

+ Cấp cắt nhanh gồm RI_1 , R_{th1} và RG ; tác động khi ngắn mạch trên thanh góp và trên các đoạn nối giữa các phần tử với thanh góp. Nó sẽ đưa nguồn đi cắt MC_1 , MC_2 , còn MC_3 nối vào MFD thì có cắt hay không phụ thuộc vào vị trí của con nối CN (vì nếu MC_1 , MC_2 đã cắt mà không còn sự cố thì không cần thiết phải cắt MC_3 , nếu ngắn mạch còn tồn tại lâu thì cấp thứ hai của bảo vệ sẽ làm việc cắt MC_3).

+ Cấp quá dòng gồm RI_2 , R_{th2} , RT và RG ; dùng làm dự bị cho bảo vệ cắt nhanh và cho các đường dây nối với thanh góp mà không đặt máy biến dòng.

Cấp quá dòng điện có thời gian tác động lớn hơn thời gian của bảo vệ quá dòng của nhánh phụ một khoảng thời gian Δt và đi cắt tất cả các máy cắt MC₁, MC₂, MC₃.

5.4. Ví dụ và bài tập

5.4.1. Ví dụ

Ví dụ 7.1. Hãy tính toán bảo vệ so lệch dọc cho thanh cái 22 kV, biết dòng ngắn mạch 3 pha ngay phía sau thanh cái $I_k^{(3)} = 1,131$ kA, dòng điện làm việc cực đại qua thanh cái là $I_{lv,Max} = 215$ A ; hệ số tin cậy $k_{tc} = 1,25$.

Giải : Căn cứ vào dòng điện làm việc chạy qua thanh cái ta chọn máy biến dòng loại bão hòa nhanh ($k_a = 1$) ở cả hai phía ($k_{cl} = 0,5$), có dòng điện định mức phía sơ cấp là $I_{1BI} = 300$ A và dòng định mức thứ cấp là $I_{2BI} = 5$ A. các máy biến dòng mắc theo sơ đồ sao đủ ($k_{sd} = 1$)

Hệ số biến dòng $n_i = I_{1BI}/I_{2BI} = 300/5 = 60$.

Dòng điện không cân bằng

$$I_{kcbMax} = k_a \cdot k_{cl} \cdot S_i \cdot I_{kMax.ng} = 1,0 \cdot 0,5 \cdot 1,1 \cdot 1310 = 56,57 \text{ A ;}$$

Dòng khởi động của rơle

$$I_{kdRI} = \frac{k_{tc}}{n_i} \cdot k_{sd} \cdot I_{kcbMax} = \frac{1,25}{60} \cdot 1 \cdot 56,57 = 1,18 \text{ A ;}$$

Chọn dòng đặt của rơle là $I_{dR} = 1,2$ A ;

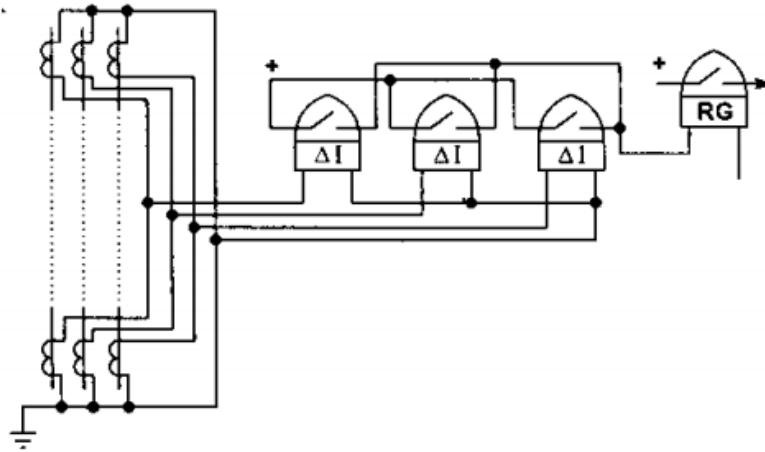
Dòng khởi động thực tế của bảo vệ so lệch

$$I_{kdSI} = \frac{I_{dR} \cdot n_i}{k_{sd}} = \frac{1,2 \cdot 60}{1} = 72 \text{ A ;}$$

Độ nhạy của bảo vệ

$$k_{nhSI} = \frac{I_{k.min}}{I_{kdSI}} = \frac{0,87 \cdot I_k^{(3)}}{72} = \frac{0,87 \cdot 1131}{72} = 13,67 > 2 ;$$

Bảo vệ có độ nhạy khá cao. Sơ đồ bảo vệ so lệch thanh cái 22 kV được thể hiện trên hình 7.10 sau



Hình 7.10. Sơ đồ bảo vệ so lệch thanh cái 22 kV bài toán ví dụ 7.1

5.4.2. Bài tập

Bài tập

7.1. Hãy tính toán bảo vệ so lệch dọc cho thanh cái 35 kV, biết dòng ngắn mạch 3 pha ngay phía sau thanh cái $I_k^{(3)} = 1,02 \text{ kA}$, dòng điện làm việc cực đại qua thanh cái là $I_{lv,Max} = 258 \text{ A}$; hệ số tin cậy $k_{tc} = 1,25$.

7.1 : $I_{dR} = 1,2 \text{ A}$; $k_{nh} = 12,36$;

6. Ứng dụng của role số trong bảo vệ các phần tử của hệ thống điện

6.1. Giới thiệu chung

Hiện nay trên lưới điện phân phối của đã được trang bị các role kỹ thuật số có nhiều chức năng bảo vệ, có chức năng lưu giá trị dòng điện sự cố rất thuận tiện cho công tác vận hành và điều tra sự cố. Tuy nhiên do chưa được đầu tư đồng bộ nên trên lưới còn tồn tại khá nhiều chủng loại role với các chức năng khác nhau. Việc vận hành do vậy rất khó khăn, đòi hỏi người vận hành phải nắm rất chắc chắn và sâu rộng kiến thức về các loại role bảo vệ. Để phân biệt các chủng loại role bảo vệ người ta thường phân loại theo chức năng bảo vệ của role như sau:

- Role bảo vệ so lệch MBA: RET 521 (ABB), KBCH 130 (Alstom), 7UT 513, 7UT613 (Siemens), SEL 387 (SEL), GRT 100 (Toshiba)...

- Role quá dòng điện có hướng hoặc không hướng có kèm theo các chức năng như bảo vệ điện áp, tần số, ghi bản ghi sự cố, định vị điểm sự cố trên đường

dây...: 7SJ511, 7SJ 512, 7SJ 531, 7SJ62, SPAJ 140C, SPAA 341C, SEL 551, SEL351A, MICOM P122, MICOM P123, REF 615, GRE 140...

- Role khoảng cách: 7SA 511, 7SA 522, SEL 321, SEL 421, MICOM P441...

6.2. Một số loại role thông dụng

6.2.1. Role 7SJ511

Role 7SJ511 là role kỹ thuật số được sử dụng như là bảo vệ quá dòng có thời gian độc lập hoặc bảo vệ quá dòng thời gian phụ thuộc cho các mạch lưới tia hoặc các mạch vòng mở. Nó cũng có thể được sử dụng như là bảo vệ dự phòng cho các thiết bị so lệch đường dây, máy biến áp, thanh cái, máy phát, động cơ. Chế độ nổi đất của điểm trung tính không ảnh hưởng đến sự làm việc của bảo vệ.

Loại 7SJ511 sử dụng cho đường dây được cấp nguồn từ hai phía và các đường dây song song hoặc máy biến áp được cấp nguồn từ một phía. Model này được kết hợp chức năng xác định hướng cho mọi dạng sự cố.

Cấp thời gian đặc biệt thích hợp cho việc phát hiện sự từ chối của máy cắt.

Bảo vệ quá tải theo nhiệt độ được sử dụng cho các tuyến cáp.

Với mọi sự cố trên lưới, độ lớn của giá trị tức thời được ghi lại trong chu kỳ tối đa là 5 giây (tần số 50 Hz) và sẵn sàng cho phân tích sự cố. Thời điểm bắt đầu sự cố được đánh dấu bằng thời gian thực theo đồng hồ thời gian trong hợp bộ.

Việc giám sát liên tục các giá trị đo được cho phép thông báo các sự cố trong mạch dòng của các TI, dẫn tới sự không đối xứng của dòng điện. Sự giám sát độ tin cậy liên tục của các mạch xử lý các giá trị đo được và sự giám sát điện áp nguồn để đảm bảo chúng luôn nằm trong sai số cho phép là đặc tính của role.

Các giao diện nối tiếp cho phép sự liên lạc phạm vi rộng với các thiết bị điều khiển và lưu trữ số liệu. Để truyền số liệu, các nghi thức tiêu chuẩn phù hợp với tiêu chuẩn DIN 19244 được sử dụng.



Hình 3-40: Role 7SJ511 bảo vệ quá dòng

Bàn phím và màn hiển thị được bố trí tương tự như máy tính bỏ túi. màn hiển thị với hai hàng mỗi hàng có 16 ký tự trình bày các thông tin. từng ký tự bao gồm 1 ma trận chấm 5x8. Các chữ số, chữ cái và các biểu tượng có thể được hiển thị. Khi trao đổi thông tin, hàng trên sẽ đưa ra con số có 4 chữ số, tiếp sau bằng thanh sáng. Số này giới thiệu địa chỉ chỉnh định. Hai số đầu cho biết địa chỉ khối, hai số sau là số trình tự. Trong mô hình có phương tiện chuyển đổi thông số, dấu hiệu nhận dạng hệ thống số được cho trước địa chỉ chỉnh định.

Bàn phím bao gồm 28 phím với các phím chữ số, phím YES/NO và các phím điều khiển.

- 0 – 9 Các chữ số.
- . Dấu chấm thập phân.
- ∞ Biểu tượng vô cùng.
- +/- Thay đổi dấu.
- J/Y Phím YES khẳng định câu hỏi.
- N Phủ định câu hỏi hoặc phản đối đề nghị và yêu cầu thay đổi.

E Phím khẳng định. Từng khai báo hoặc thay đổi thông qua phím YES và NO cần phải được khẳng định bằng phím E. Chỉ khi đó hợp bộ mới chấp nhận sự thay đổi. Phím E còn được sử dụng để nhận biết và giải trừ các thông báo sự cố trên màn hiển thị.

Các phím điều khiển:

CW Phím mật mã, tránh việc truy nhập không hợp pháp tới các chương trình chỉnh định (không cần thiết khi xem các thông báo, thông điệp).

R Xoá lụi các khai báo không chính xác.

F Phím chức năng.

DA Gọi địa chỉ trực tiếp.

M/S Thông điệp / tín hiệu: thăm vấn các thông báo sự cố và số liệu vận hành.

Ba phím $\uparrow$, $\uparrow\uparrow$ và RESET (giải trừ) được tách riêng khỏi các phím khác của bàn phím và có thể truy nhập khi nắp trên đang đóng. Các phím có cùng chức năng như phím tương tự trên bàn phím chính và cho phép lật trang, lật khối theo hướng chính. Tất cả các số liệu chỉnh định và sự kiện có thể được hiển thị khi nắp đóng. Ngoài ra, các chỉ thị LED trên mặt trước có thể được xoá thông qua phím RESET mà không cần mở nắp phía trước

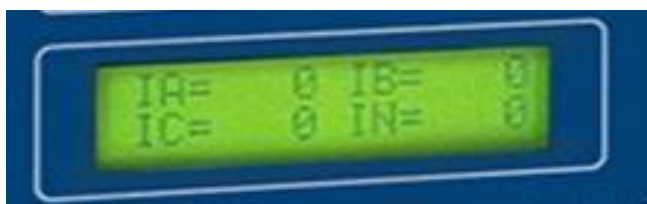
6.2.2. Role SEL 551

Role quá dòng SEL 551 cung cấp các chức năng bảo vệ quá dòng không hướng, với các đặc tính thời gian độc lập, phụ thuộc. Role SEL 551 có thể khai thác được các chức năng khác nhau cho bảo vệ, đo lường, tự đóng lại, điều khiển...



Hình 3-41: role SEL 551

Màn hình tinh thể lỏng 2 dòng mỗi dòng 16 ký tự. Hiển thị các thông tin cài đặt, thông số vận hành, sự cố:



Hình 3-42: Màn hình

Các phím chức năng để giao tiếp với role:



Hình 3-43: Phím chức năng

Phím	Nội dung
TARGETRESET LAMP TEST	Giải trừ tín hiệu – Thử đèn Hiển thị các thông tin khi xem hoặc thay đổi chỉnh định với nút SET
METER/CANCEL	Xem thông số đo lường – Thoát khỏi trang hiện tại, thoát khỏi phần cài đặt. Không chấp nhận sự thay đổi cài đặt vừa thực hiện
EVENTS/SELECT	Xem thông tin sự cố- Lựa chọn các cài đặt hay hiển thị
STATUS	Hiển thị tình trạng hiện tại của bản thân Role. Dịch chuyển sang trái trong các lựa chọn trong trang hiển thị, địa chỉ hiển thị.
OTHER	Hiển thị hay giải trừ trạng thái điều khiển máy cắt, hiển thị hay thay đổi ngày hoặc thời gian. Hiển thị các tín hiệu làm việc của role. Hiển thị số lần tác động của AR. Dịch chuyển sang trái trong các lựa chọn trong trang hiển thị, địa chỉ hiển thị.
SET	Hiển thị hay thay đổi nhóm, toàn bộ hay ccs công cài đặt. Thay đổi PASSWORDS. Dịch chuyển lên hay hiển thị trước. Tăng giá trị cài đặt.
CLTRL	Chức năng điều khiển, hiển thị hay vào chế độ điều khiển tại role. Dịch chuyển xuống hiển thị trước. Giảm giá trị cài đặt
EXIT	Thoát toàn bộ về màn hình mặc định

Các đèn:



Hình 3-44: Đèn

LEDS	Nội dung
EN	Báo trạng thái làm việc bình thường của role
INST	Role có lệnh cắt
A	Sự cố pha A
B	Sự cố pha B
C	Sự cố pha C
N	Sự cố chạm đất
RS	Chức năng AR sẵn sàng (trạng thái reset)
LO	AR khóa

Role SEL 551 có các chức năng bảo vệ quá dòng từng pha với đặc tính thời gian độc lập. Bảo vệ làm việc so sánh dòng từng pha I_A I_B I_C với dòng đặt.

Bảo vệ quá dòng điện pha với các đặc tính thời gian phụ thuộc.

Bảo vệ quá dòng trung tính

Bảo vệ chống chạm đất đặc tính thời gian độc lập và phụ thuộc

Bảo vệ dòng thứ tự nghịch đặc tính thời gian độc lập 2 cấp và phụ thuộc

Tự động đóng lại, ghi sự cố và chức năng điều khiển máy cắt

6.2.3. Role SEL – 421

Role SEL – 421 với chức năng chính là bảo vệ khoảng cách. Role SEL-421 có thể khai thác được nhiều chức năng khác nhau cho bảo vệ, điều khiển, kết nối máy tính.



Hình 3-45: Rowle SEL 421

Màn hình tinh thể lỏng hiển thị các sự kiện, cài đặt, thông số đo lường, trạng thái role



Hình 3-46: Màn hình hiển thị

Các phím dịch chuyển để giao tiếp với role:



Hình 3-47: Các phím dịch chuyển

Phím	Nội dung
ESC – ESCAPE	Thoát khỏi màn hình hiện tại, trở về tình trạng trước. Thoát về MENU chính
ENT – ENTER	Vào MENU chính, lựa chọn menu MENU. Lựa chọn các cài đặt, hiển thị
	Các phím dịch chuyển lên, xuống, sang trái sang phải. Dịch chuyển tới các màn hình trước hay liền sau. Tăng hay giảm giá trị cài đặt

Các đèn LED – Phím giải trừ tín hiệu TARGET/ RESET



Hình 3-48: Các LED – Phím giải trừ

○ ENABLED ○ TRIP	
○ INST ○ TIME ○ COMM ○ SOTF	○ PHASE A ○ PHASE B ○ PHASE C ○ GROUND
○ ZONE1 ○ ZONE2 ○ ZONE3 ○ ZONE4	○ 50 ○ 51
	○ 79 RESET ○ 79 LOCKOUT

LEDS	NỘI DUNG
ENABLED	Báo trạng thái làm việc bình thường của role
TRIP	Role có lệnh cắt
INST	Cắt nhanh
TIME	Cắt có thời gian
COMM	Cắt qua kênh truyền (liên động cắt)
SOTF	Bảo vệ đóng vào điểm sự cố tác động
PHASE A	Sự cố pha A
PHASE B	Sự cố pha B
PHASE C	Sự cố pha C

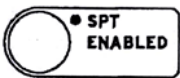
GROUND	Sự cố trạm đất
ZONE 1	Khoảng cách vùng 1
ZONE 2	Khoảng cách vùng 2
ZONE 3	Khoảng cách vùng 3
ZONE 4	Khoảng cách vùng 4
50	Cắt từ chức năng quá dòng đặc tính thời gian độc lập
51	Cắt từ chức năng quá dòng đặc tính thời gian phụ thuộc
79 RESET	Chức năng AR sẵn sàng (trạng thái reset)
79 LOCKOUT	AR khóa

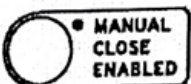
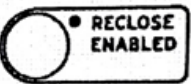
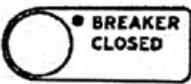
Phím TARGET/RESET để giải trừ và thử đèn LED

Các phím – LED chức năng điều khiển

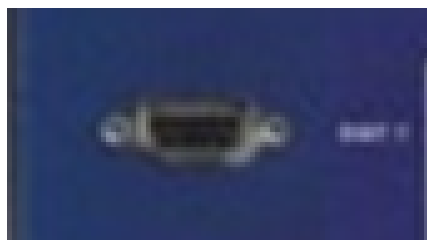


Hình 3-49: Các Phím – LED chức năng điều khiển

Phím - LED	NỘI DUNG
	Nhấn phím này để chuyển chế độ cắt từng pha làm việc hoặc không làm việc Đèn LED sáng đang ở chế độ cắt từng pha
	Nhấn phím này để chuyển chế độ cắt qua kênh truyền làm việc hoặc không làm việc Đèn LED sáng đang ở chế độ cắt qua kênh truyền
	Nhấn phím này 3 giây để chuyển chế độ làm việc nhóm chỉnh định chính 1 và nhóm chỉnh định 2. Đèn LED sáng đang ở nhóm 2 (seting Group 2)

	Nhấn phím này để chuyển chế độ làm việc / không làm việc của chế độ TEST role. Đèn LED sáng báo role đang ở trạng thái TEST
	Nhấn phím này để chuyển chế độ làm việc/không làm việc của chế độ Đóng bằng tay máy cắt từ role. Đèn LED sáng báo role đang ở chế độ cho phép đóng bằng tay
	Nhấn phím này để chuyển chế độ làm việc/không làm việc của chế độ tự động đóng lại. Đèn LED sáng báo role đang ở chế độ tự động đóng lại làm việc
	Nhấn phím này để đóng máy cắt Đèn LED sáng báo máy cắt đã đóng
	Nhấn phím này để cắt máy cắt. Đèn LED sáng báo máy cắt đã cắt

Cổng kết nối máy tính cho phép máy tính giao tiếp với role



Hình 3-50: Cổng kết nối máy tính

Ngoài ra, SEL – 421 có khả năng bảo vệ khoảng cách, bảo vệ quá dòng, bảo vệ quá tải, bảo vệ mất áp, chống dao động, tự động đóng lại, xác định điểm sự cố, kiểm tra đồng bộ, ghi sự cố, chức năng điều khiển máy cắt.

6.2.4. Role 7UT61

7UT61 là role so lệch dòng điện thuộc thế hệ mới nhất của SIEMENS. 7UT61 có hai loại là 7UT612 và 7UT613



Hình 3-51: Role 7UT61

+ 7UT612 : Thường dùng bảo vệ cho MBA hai cuộn dây, máy phát hoặc động cơ điện. 7UT612 được trang bị bộ vi xử lý cực mạnh. Nó có 3 BI và 4 BO lập trình được. Ngoài chức năng bảo vệ so lệch nó còn có các chức năng bảo vệ khác như bảo vệ chạm đất, bảo vệ quá dòng, bảo vệ quá tải. 7 đèn LED trên mặt role cũng lập trình được, cho phép báo hiệu các tín hiệu rõ ràng. Giao tiếp với role còn có thể thực hiện bằng máy tính thông qua cổng giao diện nối tiếp chuẩn RS232. Qua hệ thống giao diện nối tiếp, thông số sự cố có thể được truyền tới trung tâm xử lý. Khi vận hành bình thường các thông số đo lường cũng có thể được truyền đi chẳng hạn các dòng điện tải. Ngoài ra, một điểm khác biệt với hệ role cũ 7UT51 là 7UT61 được trang bị hệ thống CFC. CFC là hệ thống lập trình logic cho phép can thiệp sâu vào các chức năng bảo vệ, đo lường, tạo ra các hệ thống logic liên động, điều khiển và hiển thị dữ liệu.

+ 7UT613 : Cũng có đầy đủ các chức năng như 7UT612. Tuy nhiên, nó có tới 3 đầu vào cho 3 hệ thống mạch dòng nên có thể được dùng bảo vệ cho MBA 3 cuộn dây hoặc các điểm phân nhánh có tối đa 3 đường dây. 7UT613 có tới 5 BI và 8 BO lập trình được.

6.2.5. Role Micom P441

Role khoảng cách MICOM họ P44X là hợp bộ role số của hãng ALSTOM. Đây là một trong những loại role kỹ thuật số được ứng dụng các công nghệ hiện đại nhất hiện nay. Các role kỹ thuật số MICOM họ P44X hoàn toàn có thể đáp ứng được các yêu cầu bảo vệ cho các đường dây truyền tải và phân phối trong hệ thống điện. Trong hệ thống điện Việt Nam, các role khoảng cách số được sử dụng phổ biến để bảo vệ các đường dây 110, 220 kV và 500 kV, do vậy việc tìm hiểu và chỉnh định chúng để đảm bảo độ tin cậy trong vận hành là rất cần thiết.

Role bảo vệ khoảng cách Micom P441 là hợp bộ role kỹ thuật số, thường được dùng bảo vệ cho các đường dây cao áp.

-Rơ le có: 08 input nhị phân có thể cài đặt tùy chọn

14 rơ le đầu ra có thể cài đặt tùy chọn

Chức năng bảo vệ khoảng cách là chức năng chính của rơ le, làm việc theo nguyên lý trở kháng thấp $Z <$.

- Rơ le bao gồm 6 vùng làm việc, trong đó:

Vùng 1: Luôn luôn làm việc theo hướng thuận.

Vùng 1x, 2, 3: Có thể chọn không làm việc hoặc làm việc theo hướng thuận.

Vùng 4: Có thể chọn không làm việc hoặc làm việc theo hướng ngược, điện trở và hệ số bù trùng với vùng 3.

Vùng P: Có thể chọn không làm việc hoặc làm việc theo hướng thuận hoặc ngược.

Ngoài chức năng bảo vệ khoảng cách Micom 441 còn có các chức năng:

- Chức năng bảo vệ quá dòng dự phòng
- Chức năng bảo vệ quá dòng chạm đất
- Chức năng bảo vệ kém - quá điện áp
- Chức năng kiểm tra đồng bộ
- Chức năng tự động đóng lặp lại
- Chức năng điều khiển máy cắt bằng tay
- Chức năng lỗi máy cắt
- Chức năng giám sát VT và CT
- Chức năng phụ
- Chức năng ghi sự cố
- Đo lường: Dòng, điện áp, góc pha, công suất.



Hình 3-52: Rơ le Micom 441

Hình dáng bên ngoài của một rơle khoảng cách số MICOM P441 như hình 3-52. Trong đó:

- (1) - Màn hình tinh thể lỏng (LCD) có thể hiển thị 16 kí tự dưới hai hàng.
- (2) - 4 đèn LED cố định.
- (3) - 8 đèn LED hiển thị vùng khả trình.
- (4) - Hệ thống các phím chức năng.
 - (5) - Phím chức năng đọc, xoá các kí tự và hiển thị thời gian.
 - Phím “R” - Đọc sự cố đang hiện diện.
 - Phím “C” - Xóa sự cố hoặc huỷ bỏ giá trị mới hoặc trở về trình đơn trước.
 - Phím “E” - Chọn thông số cần cài đặt và thừa nhận thông số mới.
 - Phím “UP” và “DOWN” - Dịch chuyển lên xuống để lựa chọn trình đơn phụ trong trình đơn chính và tăng giảm trị số chỉnh định.
 - Phím “LEFT” và “RIGHT” - Dịch chuyển sang trái hoặc sang phải để lựa chọn trình đơn chính hoặc phụ.
- (6) - Vỏ bọc và kí hiệu sản phẩm.
- (7) - Tấm che chắn bảo vệ các đầu kết nối cổng truyền thông.
- (8) - Phần đầu kẹp chì

CHƯƠNG IV: TỰ ĐỘNG HÓA TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN

Giới thiệu

Trong chương này các tác giả trình bày về: Công dụng, yêu cầu, sơ đồ nối dây và nguyên lý làm việc của các mạch tự động đóng lặp lại nguồn điện và đóng đường dây dự phòng và mạch chỉ báo sự cố trong lưới điện.

Mục tiêu

Học xong chương này, người học có khả năng:

- Trình bày được công dụng và mục đích sử dụng của các mạch tự động hóa trong hệ thống điện;
- Trình bày được sơ đồ nối dây, nguyên lý làm việc và phạm vi ứng dụng của mạch tự động hóa trong hệ thống điện;
- Giải thích được sự phối hợp của role trong tự động hóa hệ thống điện.

1. Mạch tự động điện trở lại cho đường dây

1.1. Khái niệm chung

- Trang bị tự động đóng lại nguồn điện được dùng để tự động đóng lại nguồn điện cho các phần tử trong hệ thống điện nhằm nâng cao độ tin cậy và tính kinh tế trong việc cung cấp điện.

- Trang bị tự động đóng lại nguồn điện thường được sử dụng đối với đường dây truyền tải trên không.

1.2. Tự động đóng điện trở lại cho đường dây (TĐL)

1.2.1. Công dụng

- Kinh nghiệm vận hành cho thấy sự cố ngắn mạch trên đường dây phần lớn là ngắn mạch thoáng qua. Vì vậy để đảm bảo cung cấp điện an toàn liên tục, trên các đường dây điện cao áp đều được đặt hệ thống tự động đóng điện trở lại để khôi phục lại sự làm việc của đường dây. Các đường dây trên không có tới 70% → 80% trường hợp mạch tự động đóng lại nguồn điện tác động thành công.

1.2.2. Yêu cầu của TĐL

- TĐL phải đảm bảo tác động trong mọi trường hợp máy cắt tự động cắt mạch điện.

2. Mạch tự đóng đường dây dự phòng

2.1. Công dụng

Tự động đóng nguồn dự phòng (TDD) được dùng trong hệ thống điện để tăng cường cho việc cung cấp điện liên tục và an toàn cho các hộ tiêu thụ điện.

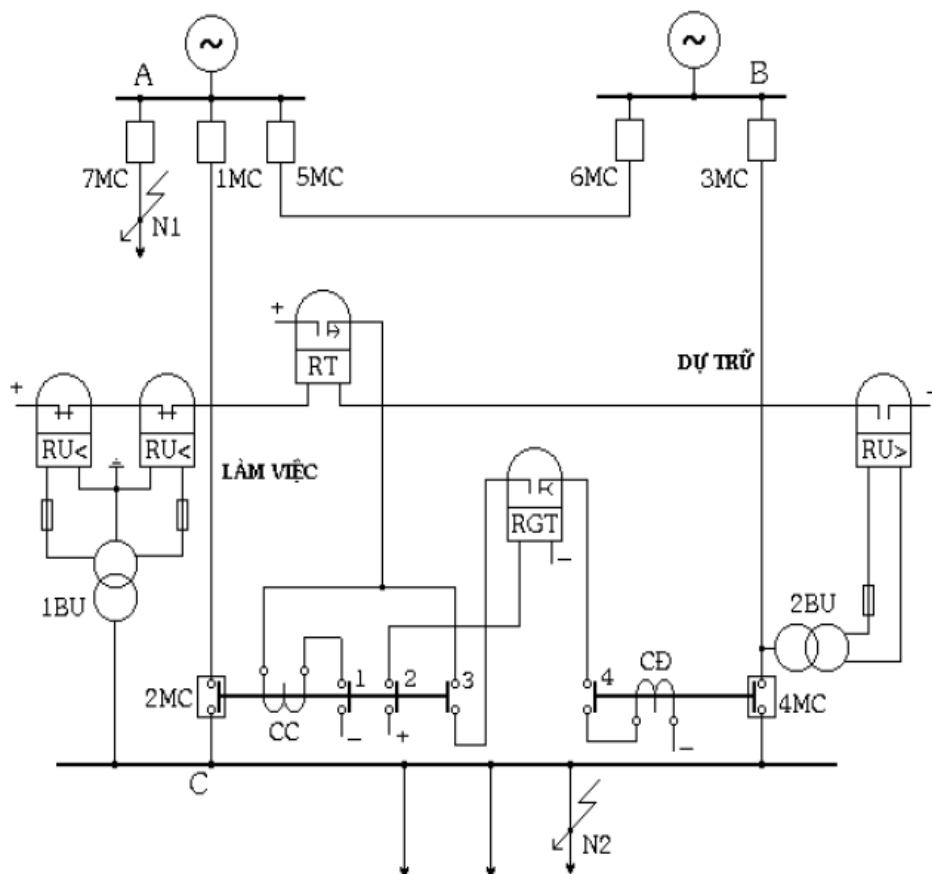
Hiện nay thường dùng:

- + Đóng đường dây dự phòng.
- + Đóng MBA dự phòng.
- + Đóng các nguồn dự phòng khác theo yêu cầu.

2.2. Yêu cầu cơ bản của TDD

- Tác động nhanh (giảm thời gian mất điện của các hộ tiêu thụ điện).
- Tác động chắc chắn khi nguồn điện làm việc bị mất điện vì bất kỳ lý do nào, chỉ cho phép tác động khi nguồn dự phòng có đủ điều kiện làm việc.

2.3. Sơ đồ nối dây



Hình 4-2. Mạch tự động đóng đường dây dự phòng

2.4. Nguyên lý làm việc

- Những hộ tiêu thụ điện quan trọng thường được cung cấp điện bằng 2 đường dây. Trong đó một đường dây vận hành, một đường dây dự phòng.

- Khi đường dây đang vận hành bị sự cố thì đường dây dự phòng được đóng lại để đảm bảo cung cấp điện liên tục cho phụ tải:

Giả thiết đường dây AC đang vận hành, đường dây BC dự phòng:

Như vậy máy cắt 1MC, 2MC đóng, các tiếp điểm phụ 1, 2 đóng, 3 mở.

Máy cắt 3MC đóng, 4MC mở, tiếp điểm phụ 4 đóng.

Khi sự cố đường dây AC, tiếp điểm của các role RU< và RU< sẽ đóng lại làm liền mạch từ (+) → RU< → RU< → RT → RU> → (-). Lúc này, RT có điện, sau một thời gian chỉnh định tiếp điểm RT đóng lại cấp điện cho CC của MC, cuộn cắt CC có điện cắt máy cắt, tiếp điểm 2MC được mở ra, các tiếp điểm phụ 1, 2 mở, 3 đóng. Tiếp điểm phụ 3 đóng cho dòng từ (+) → tiếp điểm RT → 3 → tiếp điểm RGT → 4 → CĐ → (-). CĐ có điện thực hiện đóng máy cắt 4MC, đường dây BC được đưa vào thay thế cho đường dây AC.

3. Thiết bị chỉ báo sự cố lưới điện

3.1. Công dụng và đặc điểm

3.1.1. Công dụng

Bộ chỉ báo sự cố là thiết bị tự động, sử dụng để phát hiện sự cố ngắn mạch và sự cố chạm đất trên hệ thống phân phối ở cấp điện áp định mức 6kV đến 35kV.

Khi có sự cố, người quản lý vận hành có thể dễ dàng xác định khu vực xảy ra sự cố, nhánh sự cố và điểm sự cố một cách nhanh chóng thông qua các cảnh báo bằng hình ảnh cờ đỏ vào ban ngày và hiển thị LED vào ban đêm xuất hiện trên bộ cảnh báo.

3.1.2. Đặc điểm

- Bộ chỉ báo sự cố được lắp đặt:

+ Trên 3 pha của đường dây trung thế trên không;

+ Tại hệ thống cáp ngầm 3 pha;

+ Tại hệ thống thanh cái trong tủ điện tổng.

- Đặc điểm chung của bộ chỉ báo sự cố là có khả năng:

- + Tự điều chỉnh ngưỡng cảnh báo dựa trên tỉ lệ dòng sự cố và dòng tải.
- + Biến thiên dòng sự cố theo thời gian sẽ tỉ lệ theo thời gian ngược.
- + Bộ chỉ báo sự cố được lắp đặt và test bởi sào cách điện.

+ Vỏ của bộ chỉ báo sự cố được đúc bằng nhựa rất chắc chắn (thường là nhựa epoxy), không bị lão hóa cách điện trong môi trường nhiệt độ cao và độ ẩm cao, thời gian tuổi thọ thiết bị có thể lên đến 20 năm. Ngoài ra vỏ được sơn UV chống tia cực tím.

+ Loại bỏ việc cảnh báo nhầm do dòng công suất ngược dựa trên việc so sánh đặc tính của dòng công suất ngược với dòng sự cố.

+ Pin được đặt trong khay pin giúp việc thay thế dễ dàng, thời gian sử dụng pin khoảng 8 năm.

+ Đèn LED được thiết kế có thể nhìn dưới góc 360 độ.

+ Sự cố thoát qua sẽ được hiển thị bằng đèn xanh. Trong vòng 7 phút nếu sự cố thoát qua không được loại trừ thì đèn đỏ sẽ sáng báo hiệu sự cố vĩnh cửu.

3.2. Nguyên lý làm việc của thiết bị chỉ báo sự cố

Thiết bị báo sự cố thực chất là các cảm biến dòng điện. Khi dòng điện đi qua thiết bị báo sự cố có giá trị vượt quá giá trị đã cài đặt trước (dòng điện và thời gian), thiết bị báo sự cố sẽ tác động và báo hiệu bằng đèn hay còi giúp nhân viên quản lý vận hành nhanh chóng tìm ra điểm sự cố.

Khi có sự cố xảy ra, bộ chỉ báo sự cố sẽ bật sáng các đèn LED (thường là màu xanh), hiển thị lưới điện bị sự cố thoát qua. Sau một khoảng thời gian đặt bộ chỉ báo sự cố sẽ kiểm tra lưới điện một lần nữa nếu:

Trường hợp 1: Nếu đường dây vẫn có điện, bộ chỉ báo sự cố sẽ hiệu lỗi vừa xảy ra là lỗi thoát qua, thiết bị sẽ khóa chức năng Reset bằng dòng điện, đồng thời các đèn LED ở trên sẽ sáng trong khoảng thời gian đặt (thường thời gian đặt: 4/6/8/12h, khách hàng sẽ chọn khi đặt hàng) để người vận hành có thể tìm và xử lý sự cố thoát qua này.

Trường hợp 2: Nếu lưới mất điện, thiết bị sẽ hiệu lỗi vừa xảy ra là lỗi lâu dài, các đèn LED ban đầu (thường là màu xanh) sẽ tắt, đèn LED màu đỏ được bật sáng trong thời gian đặt để người vận hành tìm và xử lý điểm sự cố. Nếu trong khoảng thời gian đặt (thời gian đặt thường là: 4/6/8/12h, khách hàng sẽ chọn khi

đặt hàng) sự cố được xử lý, lưới điện được khôi phục lại, đèn LED màu đỏ sẽ được tự giải trừ bằng chức năng Reset bằng dòng điện ($>3A/30s$).

Bộ chỉ báo sự cố sử dụng chip nhúng công nghiệp MCU và các thành tựu công nghệ năng lượng thấp. Nhiệm vụ chính là cảnh báo các sự cố ngắn mạch và chạm đất.

Đối với sự cố ngắn mạch:

Bộ chỉ báo sự cố chỉ tác động khi hội đủ 3 điều kiện:

- + Hệ thống đang mang điện (tính hiệu điện áp U)
- + Khi I_f/I_o tăng đột biến và lớn hơn giá trị dòng vận hành bình thường một giá trị đủ lớn trong 1s (I_f là dòng ngắn mạch, I_o dòng tải đường dây).
- + Khi hệ thống mất điện trong vòng 1s (Do máy cắt hoặc Recloser tác động).

Đối với sự cố chạm đất:

Bộ chỉ báo sự cố dựa vào 2 điều kiện sau:

- Khi có sự thay đổi dòng tải đột biến (vd: $>15A/3ms$), hoặc dòng sự cố lớn hơn dòng tải bình thường một giá trị đủ lớn trong 1s.
- Khi hệ thống mất điện trong vòng 1s (Do máy cắt hoặc Recloser tác động).

Bộ chỉ báo sự cố sẽ không tác động trong các trường hợp như:

- Khi dòng tải tăng từ từ
- Đóng tải động cơ lớn, sẽ tạo I xung kích.
- Đo dòng cảm ứng điện từ từ hiện tượng sét đánh.
- Khi cắt nguồn đột ngột
- Trong các trường hợp trên mặc dầu dòng điện trong hệ thống tăng nhưng thời gian tồn tại rất ngắn nên thiết bị chỉ báo sự cố không tác động.

PHỤ LỤC
DANH MỤC MÃ SỐ, KÝ HIỆU CỦA CÁC CHỨC NĂNG
BẢO VỆ, TỰ ĐỘNG TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN
(Theo tiêu chuẩn quốc tế hiện hành)

- 1: Phần tử chỉ huy khởi động
- 2: Role trung gian (chỉ huy đóng hoặc khởi động) có trễ thời gian
- 3: Role liên động hoặc kiểm tra
- 4: Côngtắctơ chính
- 5: Thiết bị làm ngưng hoạt động
- 6: Máy cắt khởi động
- 7: Role tăng tỷ lệ
- 8: Thiết bị cách ly nguồn điều khiển
- 9: Thiết bị phục hồi
- 10: Đóng cắt phối hợp thiết bị
- 11: Thiết bị đa chức năng
- 12: Thiết bị chống vượt tốc
- 13: Thiết bị tác động theo tốc độ đồng bộ
- 14: Chức năng giảm tốc độ
- 15: Thiết bị bám tốc độ hoặc tần số phù hợp với thiết bị song hành
- 16: Dự phòng cho tương lai hiện chưa sử dụng
- 17: Khóa đóng cắt mạch shunt hoặc phóng điện
- 18: Thiết bị gia tốc hoặc giảm tốc độ đóng
- 19: Côngtắctơ khởi động thiết bị có quá độ (thiết bị khởi động qua nhiều mức tăng dần)
- 20: Van vận hành bằng điện
21. Role khoảng cách
- 22: Máy cắt tác động điều khiển cân bằng
- 23: Thiết bị điều khiển nhiệt độ
- 24: Role tỷ số V/Hz (điện áp/tần số), chức năng quá kích thích
- 25: Chức năng kiểm tra đồng bộ
- 26: Chức năng bảo vệ
- 27: Chức năng bảo vệ kém áp

- 28: Bộ giám sát ngọn lửa (với tuabin khí hoặc nồi hơi)
- 29: Công tắc tạo cách ly
- 30: Role tín hiệu (không tự giải trừ được)
- 31: Bộ kích mở cách ly (kích mở thyristor)
- 32: Chức năng định hướng công suất
- 33: Khoá vị trí
- 34: Thiết bị đặt lịch trình làm việc
- 35: Cỗ góp chổi than hoặc vành xuyên trượt có chổi than
- 36: Role phân cực
- 37: Chức năng bảo vệ kém áp hoặc kém công suất
- 38: Chức năng đo nhiệt độ vòng bi hoặc gói trục
- 39: Chức năng đo độ rung
- 40: Chức năng bảo vệ chống mất kích từ
- 41: Máy cắt dập từ
- 42: Máy cắt khởi động máy hoặc thiết bị
- 43: Thiết bị chuyển đổi hoặc chọn mạch điều khiển bằng tay
- 44: Role khởi động khối chức năng kế tiếp vào thay thế
- 45: Role giám sát tình trạng không khí (khói, lửa, chất nổ v.v.)
- 46: Role dòng điện thứ tự nghịch hoặc bộ lọc dòng điện thứ tự thuận
- 47: Role điện áp thứ tự nghịch hoặc bộ lọc điện áp thứ tự thuận
- 48: Role bảo vệ duy trì trình tự
- 49: Role nhiệt (bảo vệ quá nhiệt)
- 50: Bảo vệ quá dòng cắt nhanh
- 50N: Bảo vệ quá dòng cắt nhanh chạm đất
- 51: Bảo vệ quá dòng (xoay chiều) có thời gian
- 51N: Bảo vệ quá dòng chạm đất có thời gian duy trì
- 52: Máy cắt dòng điện xoay chiều
- 53: Role cưỡng bức kích thích điện trường cho máy điện một chiều
- 54: Thiết bị chuyển số cơ khí được điều khiển bằng điện
- 55: Role hệ số công suất
- 56: Role điều khiển áp dụng điện trường kích thích cho động cơ xoay chiều
- 57: Thiết bị nối đất hoặc làm ngắn mạch
- 58: Role ngăn chặn hư hỏng chính lưu
- 59: Role quá điện áp
- 60: Role cân bằng điện áp hoặc dòng điện
- 61: Cảm biến hoặc khóa đóng cắt theo mật độ khí

- 62: Role duy trì thời gian đóng hoặc mở tiếp điểm
- 63: Role áp lực (Buchholz)
- 64: Role phát hiện chạm đất
- 64R: Bảo vệ chống chạm đất cho cuộn rôto
- 64G: Bảo vệ chống chạm đất cho cuộn stato
- 65: Bộ điều tốc
- 66: Chức năng đếm số lần khởi động trong một giờ
- 67: Role bảo vệ quá dòng có hướng
- 67N: Role bảo vệ quá dòng chạm đất có hướng
- 68: Role khoá
- 69: Thiết bị cho phép điều khiển
- 70: Biến trở
- 71: Role mức dầu
- 72: Máy cắt điện một chiều
- 73: Tiếp điểm có trở chịu dòng tải
- 74: Role cảnh báo (role tín hiệu)
- 75: Cơ cấu thay đổi vị trí
- 76: Role bảo vệ quá dòng một chiều
- 77: Thiết bị đo xa
- 78: Role bảo vệ góc lệch pha
- 79: Role tự đóng lại (điện xoay chiều)
- 80: Thiết bị chuyển đổi
- 81: Role tần số
- 82: Role đóng lặp lại theo mức mang tải mạch điện một chiều
- 83: Role chuyển đổi hoặc chọn điều khiển tự động
- 84: Bộ điều áp máy biến áp (OLTC)
- 85: Role nhận thông tin phối hợp tác động từ bảo vệ đầu đối diện
- 86: Role khoá đầu ra
- 87: Bảo vệ so lệch
- 87B: Role bảo vệ so lệch thanh cái
- 87G: Role bảo vệ so lệch máy phát
- 87L: Role bảo vệ so lệch đường dây
- 87M: Role bảo vệ so lệch động cơ
- 87T: Role bảo vệ so lệch máy biến áp
- 87TG: Role bảo vệ so lệch hạn chế máy biến áp chạm đất (chỉ giới hạn cho cuộn

dây đấu sao có nối đất)

88: Động cơ phụ hoặc máy phát động cơ

89: Khóa đóng cắt mạch

90: Rơle điều chỉnh (điện áp, dòng điện, công suất, tốc độ, tần số, nhiệt độ)

91: Rơle điện áp có hướng

92: Rơle điện áp và công suất có hướng

93: Các chức năng tiếp điểm thay đổi kích thích

94: Rơle cắt đầu ra

95: Chức năng đồng bộ (cho động cơ đồng bộ có tải nhỏ và quán tính nhỏ) bằng hiệu ứng mômen từ trở

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. *Bảo vệ các hệ thống điện* - GS. Trần Đình Long - Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật- 2008.
- [2]. *Bảo vệ role trong hệ thống điện* - GS.Trần Đình Long - Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật- 1990.
- [3]. *Bảo vệ rơ le và tự động hoá trong hệ thống điện* - Nguyễn Hoàng Việt - Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật - 2001.
- [4]. *Các bài toán tính toán ngắn mạch và bảo vệ rơ le* - Nguyễn Hoàng Việt- Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật - 2000.