

A. GIỚI THIỆU CHUNG

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sự cố xảy ra với thanh góp rất ít, nhưng vì thanh góp là đầu mối liên hệ của nhiều phần tử trong hệ thống nên khi xảy ra ngắn mạch trên thanh góp nếu không được loại trừ một cách nhanh chóng và tin cậy thì có thể gây ra những hậu quả nghiêm trọng và làm tan rã hệ thống. Với thanh góp có thể không cần xét đến bảo vệ quá tải vì khả năng quá tải của thanh góp là rất lớn.

Bảo vệ thanh góp cần thoả mãn những đòi hỏi rất cao về chọn lọc, khả năng tác động nhanh và độ tin cậy.

II. NGUYÊN NHÂN GÂY SỰ CỐ TRÊN THANH GÓP

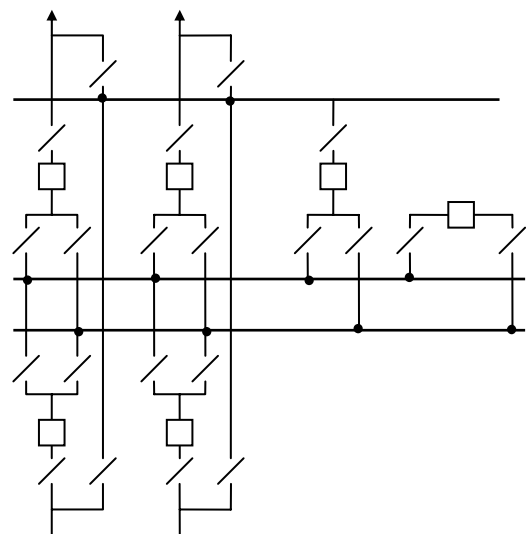
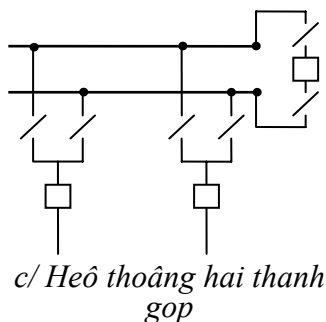
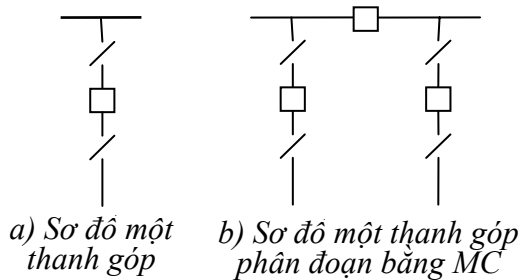
- ~ Các nguyên nhân gây ra sự cố trên thanh góp có thể là:
- ~ Hư hỏng cách điện do già cỗi vật liệu.
- ~ Quá điện áp.
- ~ Máy cắt hư do sự cố ngoài thanh góp.
- ~ Thao tác nhầm.
- ~ Sự cố ngẫu nhiên do vật dụng rơi chạm thanh góp.

Đối với hệ thống thanh góp phân đoạn hay hệ thống nhiều thanh góp cần cách ly thanh góp bị sự cố ra khỏi hệ thống càng nhanh càng tốt. Các dạng hệ thống thanh góp thường gặp như hình 3.1.

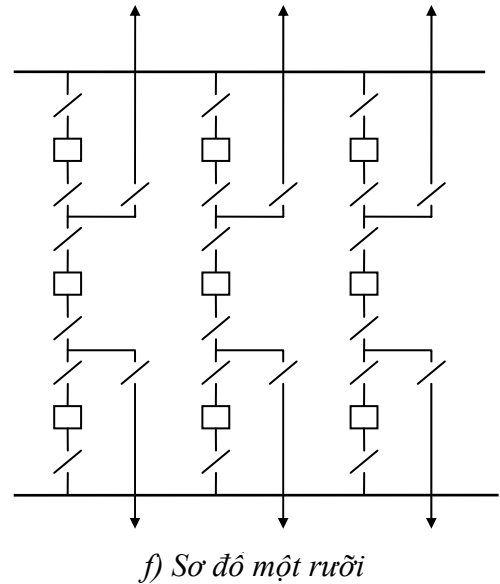
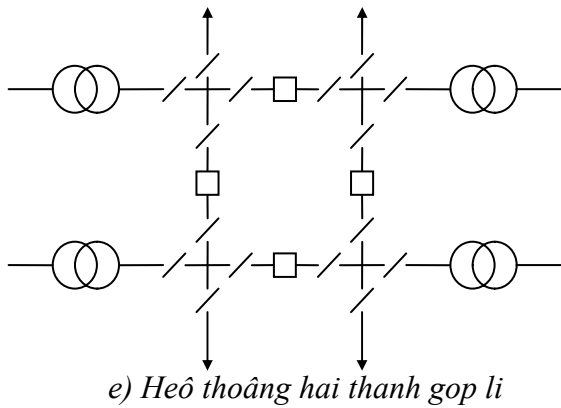
Mỗi sơ đồ hệ thống thanh góp có chức năng và tính linh hoạt làm việc khác nhau đòi hỏi hệ thống bảo vệ phải thoả mãn được các yêu cầu đó. Các dạng hệ thống bảo vệ thanh góp như sau:

- ~ Kết hợp bảo vệ thanh góp với bảo vệ các phần tử nối với thanh góp.
- ~ Bảo vệ so lệch thanh góp.
- ~ Bảo vệ so sánh pha.
- ~ Bảo vệ có khoá có hướng.

Trong đó loại 1, 2 phù hợp cho các trạm vừa và nhỏ 3, 4 dùng cho các trạm lớn.



d/ Heô thông hai thanh góp có thanh góp vòng



B. CÁC DẠNG BẢO VỆ THANH GÓP

I. BẢO VỆ THANH GÓP BẰNG CÁC PHẦN TỬ NỐI KẾT VỚI THANH GÓP

Hệ thống bảo vệ này bao gồm bảo vệ quá dòng điện hoặc bảo vệ khoảng cách của các phần tử nối vào thanh gôp, nó có vùng bảo vệ bao phủ cả thanh gôp. Khi ngắn mạch trên thanh gôp sự cố được cách ly bằng bảo vệ của các phần tử liên kết qua thời gian của cấp thứ hai.

I.1. Sơ đồ bảo vệ dòng điện:

Hệ thống bảo vệ dùng các bảo vệ dòng điện của MBA, đường dây và bảo vệ dòng điện đặt ở thanh gôp (hình 3.2). Khi ngắn mạch trên thanh gôp cần thực hiện cắt máy cắt phân đoạn trước sau một thời gian trễ các máy cắt nguồn nối với thanh gôp sự cố được cắt ra. Bảo vệ đặt trên thanh gôp cần phối hợp với thời gian của bảo vệ đường dây nối với thanh gôp. Phối hợp với bảo vệ đường dây:

$$t_{MC}^I = t_{\tilde{n}Z}^I + \Delta t$$

với $t_{\tilde{n}Z}^I$ là thời gian cắt nhanh đường dây.

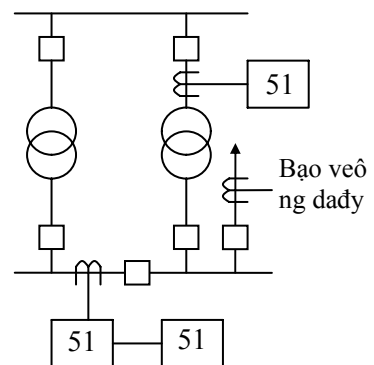
Cấp thời gian thứ hai dự trữ cho cấp thứ hai của đường dây:

$$t_{MC}^{II} = t_{\tilde{n}Z}^{II} + \Delta t,$$

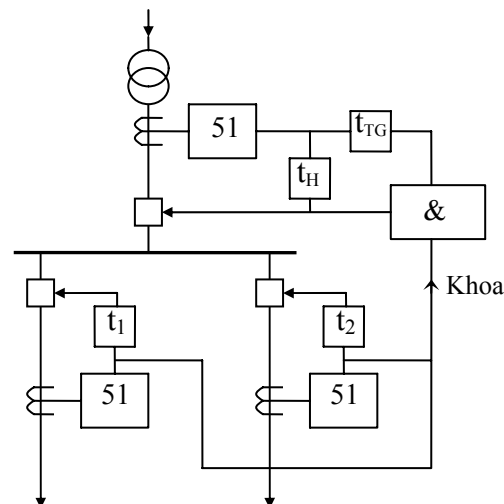
Thời gian của bảo vệ dòng cực đại của phần tử có nguồn phải lớn hơn thời gian của máy cắt:

$$t_{MBA} = t_{MC}^{II} + \Delta t.$$

Để giảm thời gian loại trừ sự cố trên thanh gôp xuống mức thấp nhất, cần khoá bảo vệ của phần tử nối với nguồn



bằng các rơle của các lộ ra cấp điện cho phụ tải.



Hình 3.3: Bảo vệ dòng ieôn thanh cai co tac oâng lieân hp

I.2. Nguyên tắc thực hiện khoá rơle dòng (hình 3.3):

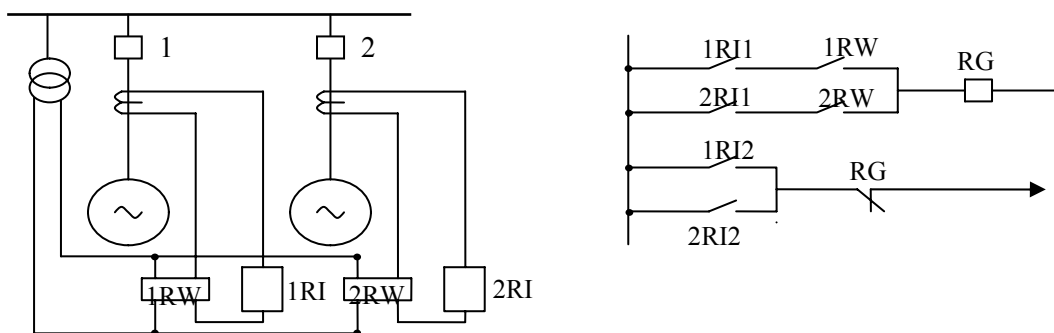
Các phần tử nguồn có bảo vệ dòng cực đại có hai cấp thời gian tác động t_H và t_{TG} . Cấp thời gian t_H được chọn phối hợp với bảo vệ các phần tử khác trong hệ thống, còn cấp thời gian t_{TG} để loại trừ sự cố trên thanh góp, bé hơn nhiều so với t_H .

Khi sự cố trên đường dây ra, bảo vệ quá dòng của các lộ này gửi tín hiệu khoá mạch cắt với thời gian t_{TG} của máy cắt nguồn, đồng thời đưa tín hiệu tác động cắt máy cắt thuộc đường dây bị sự cố. Thông thường sự cố trên đường dây ra sẽ được cắt với thời gian t_1, t_2 tùy theo vị trí điểm ngắn mạch. Nếu các bảo vệ hoặc máy cắt tương ứng từ chối tác động thì sau thời gian t_H bảo vệ quá dòng ở phần tử phía nguồn sẽ tác động cắt máy cắt phía nguồn.

Khi ngắn mạch trên thanh góp bảo vệ các xuất tuyến ra không khởi động nên không gửi tín hiệu khoá máy cắt phía nguồn và thanh góp sự cố được cắt ra với thời gian t_{TG} .

I.3. Dùng rơle định hướng công suất khoá bảo vệ nhánh có nguồn nối với thanh cái:

Nguyên tắc thực hiện khoá bằng rơle định hướng công suất khi các phần tử nối với thanh góp có nguồn cung cấp từ hai phía. Rơle khoá tác động khi hướng công suất ngắn mạch ra khỏi thanh góp. Khi ngắn mạch trên một nhánh có nguồn phần tử định hướng công suất trên nhánh đó khởi động. Khi ngắn mạch trên thanh góp rơle định hướng công suất không khởi động và thanh góp được cắt ra khỏi nguồn.



Hình 3.4: Bảo vệ dòng ieôn thanh gop dung RW khoa cac tac oâng

II. BẢO VỆ SO LỆCH THANH GÓP

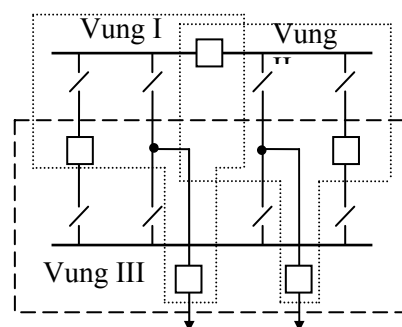
II.1. Các yêu cầu khi bảo vệ so lệch thanh góp:

Sơ đồ sơ lệch thanh góp cần thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Phân biệt vùng tác động (tính chọn lọc).
- Kiểm tra tính làm việc tin cậy.
- Kiểm tra mạch nhị thứ BI.

II.1.1. Phân biệt vùng tác động:

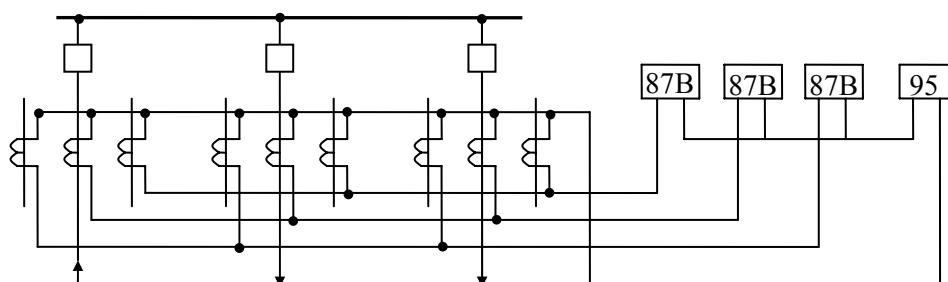
Một hệ thống thanh góp gồm có hai hay nhiều thanh góp khác nhau, khi có sự cố trên thanh góp nào hệ thống bảo vệ rơle phải cắt tất cả các máy cắt nối tới thanh góp đó. Để thực hiện yêu cầu này, mạch thứ cấp của tất cả các BI của một thanh góp nối song song và nối với dây dẫn phụ, từ đó đưa vào rơle bảo vệ thanh góp đó, khi nhánh nào được nối với thanh góp nào thì BI của nó sẽ được nối với dây dẫn phụ của thanh góp đó bằng tiếp điểm phụ của dao cách ly. Để đảm bảo, tất cả các điểm trên thanh góp nằm trong vùng bảo vệ được giới hạn bởi các BI.



Hình 3.5: Vùng bảo vệ rơle thông hai thanh góp

II.1.2. Kiểm tra mạch thứ cấp BI:

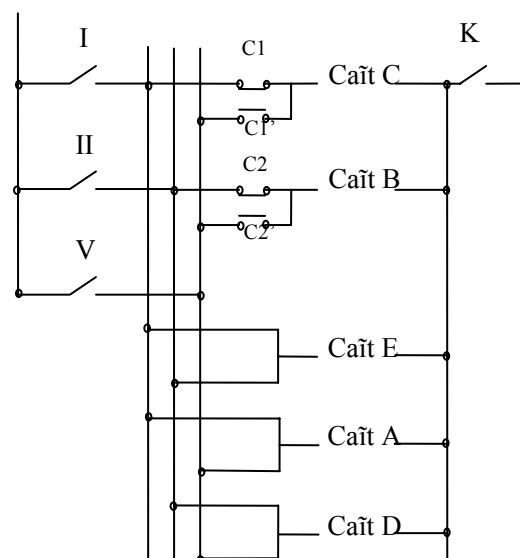
Khi dây dẫn mạch BI bị đứt hay chạm chập sẽ gây ra dòng không cân bằng chạy vào rơle so lệch có thể rơle hiểu nhầm đưa tín hiệu đi cắt các máy cắt. Đối với bảo vệ thanh góp trong thực tế vận hành xác suất xảy ra hư hỏng mạch thứ cấp lớn nên hệ thống bảo vệ thanh góp cần có bộ phận phát hiện hư hỏng mạch thứ cấp BI.



Hình 3.6: Sơ đồ phát hiện đứt mạch

Một trong những mạch đơn giản để phát hiện đứt mạch thứ cấp là dùng rơle phát hiện đứt mạch thứ BI (rơle 95 hình 3.7) đặt nối tiếp hay song song với mạch bảo vệ thanh góp (87B).

Trong sơ đồ trên có 3 vùng bảo vệ riêng biệt. Mỗi mạch nối với 1 bộ biến dòng tạo thành vùng bảo vệ I, II và V. Mạch điều khiển máy cắt gồm các tiếp điểm của rơle phân biệt vùng bảo vệ ghép nối tiếp với tiếp điểm của rơle kiểm tra. Ví dụ khi xảy ra ngắn mạch trên thanh góp I, lúc đó đồng thời tiếp điểm của rơle bảo vệ cho thanh góp I và tiếp điểm của rơle kiểm tra đóng mới đưa nguồn điều khiển cắt các máy cắt nối với thanh góp I.



Hình 3.8b: Sơ đồ mạch điều khiển

II.2. Bảo vệ so lệch thanh góp dùng rơle dòng điện:

Nguyên lý so lệch cân bằng dòng hay áp thường được dùng bảo vệ thanh góp.

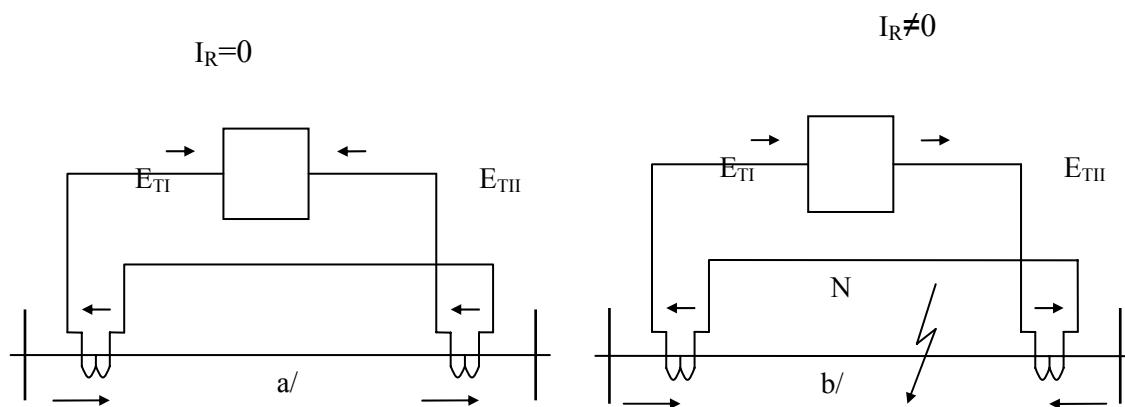
Bảo vệ loại cân bằng áp (hình 3.9): Các cuộn thứ cấp BI được nối sao cho khi ngắn mạch ngoài và làm việc bình thường, sức điện động của chúng ngược chiều nhau trong mạch, rơle được mắc nối tiếp trong mạch dây dẫn phụ.

- Khi ngắn mạch ngoài, cũng như khi làm việc bình thường có dòng phụ tải chạy qua, các sđđ \dot{E}_{TI} , \dot{E}_{TII} bằng nhau. Ví dụ $I_{TI} = I_{TII}$ và $n_I = n_{II}$ nên:

$$I_R = \frac{\dot{E}_{TI} - \dot{E}_{TII}}{Z}$$

trong đó Z là tổng trở toàn mạch vòng.

- Khi ngắn mạch trong vùng bảo vệ các sđđ \dot{E}_{TI} , \dot{E}_{TII} cộng nhau và tạo thành dòng trong rơle làm bảo vệ tác động.



Hình 3.9: Sơ đồ so lệch loại cân bằng áp

Sơ đồ nguyên lý bảo vệ sơ lệch dòng thanh góp có hai mạch như hình 3.10. Vùng bảo vệ được giới hạn giữa các BI. Dòng điện không cân bằng khi ngắn mạch ngoài trong sơ đồ này thường rất lớn do:

- Dòng từ hoá BI khác nhau.
- Tải mạch thứ cấp BI khác nhau.
- Mức độ bão hoà của BI do thành phần không chu kỳ của dòng ngắn mạch gây ra khác nhau.

Thời gian suy giảm của thành phần không chu kỳ được đánh giá bằng hằng số thời gian τ tùy thuộc vào loại phân tử nối kết với thanh góp bị sự cố. Một vài trị số τ tiêu biểu như sau:

Máy phát cực lõi có cuộn cảm: 0,15sec.

Máy phát cực lõi không có cuộn cảm: 0,3sec.

Máy biến áp: 0,04sec.

Đường dây: 0,04sec.

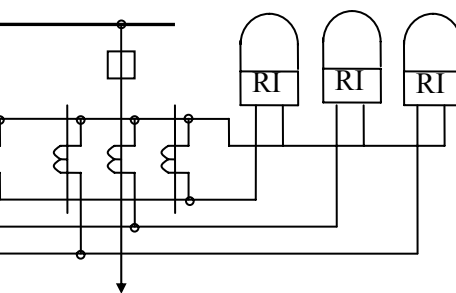
Từ các số liệu trên ta nhận thấy nếu có máy phát nối với thanh góp, thành phần không chu kỳ của dòng ngắn mạch sẽ tồn tại lâu hơn và BI bị bão hoà nhiều hơn.

Với bảo vệ sơ lệch dòng role dòng điện nên sử dụng đặc tính thời gian phụ thuộc để phối hợp với thời gian giảm dần của thành phần không chu kỳ dòng ngắn mạch.

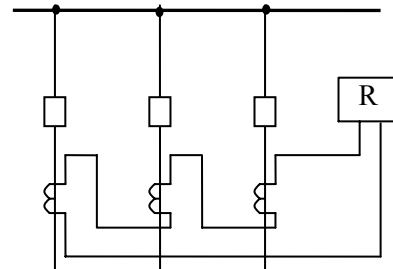
Để không bị ảnh hưởng bởi hiện tượng bão hoà lõi thép của BI khi ngắn mạch ngoài, người ta dùng BI với lõi không phải là sắt từ (BI tuyến tính, lõi không khí). Ưu điểm của BI này là:

- Không bị bão hoà.
- Đáp ứng nhanh và không bị quá độ.
- Tin cậy, dễ chỉnh định.
- Không nguy hiểm khi hở mạch thứ cấp.

Tuy nhiên khuyết điểm của loại này là công suất đầu ra thứ cấp thấp và giá thành rất đắt. Sơ đồ dùng BI tuyến tính thường là sơ đồ sơ lệch cân bằng áp (hình 3.11). Khi ngắn mạch ngoài tổng dòng bằng không và điện thế đưa vào role bằng không. Khi ngắn mạch trong vùng bảo vệ, hiệu điện thế xuất hiện qua role tổng trở và làm role tác động.



Hình 3.10: Sơ đồ bảo vệ sơ lệch dòng role dòng điện



Hình 3.11: Sơ đồ sơ lệch cân bằng áp

II.3. Bảo vệ sơ lệch thanh góp dùng role dòng điện có hãm:

Để khắc phục dòng không cân bằng lớn của bảo vệ sơ lệch thanh góp khi dùng role dòng điện người ta cũng có thể dùng role sơ lệch có hãm. Loại role này cung cấp một đại lượng hãm thích hợp để không chế dòng không cân bằng khi ngắn mạch ngoài có dòng không cân bằng lớn.

Dòng điện sơ lệch I_{sl} (dòng làm việc) :

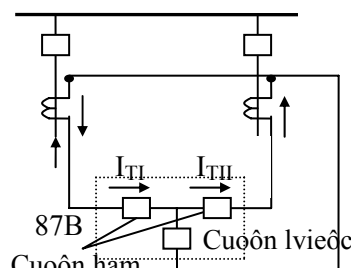
$$I_{sl} = I_{IV} = I_{TI} - I_{TII} \quad (3-1)$$

Dòng điện hãm I_H :

$$I_H = K(I_{TI} + I_{TII}) \quad (3-2)$$

Với K là hệ số hãm, $K < 1$.

Trong chế độ làm việc bình thường, hay khi ngắn mạch ngoài vùng bảo vệ, dòng điện



Hình 3.12: Sơ đồ nguyên lý bảo vệ sơ lệch có hãm

làm việc sẽ bé hơn nhiều so với dòng điện hãm nên rơle so lệch không làm việc. Khi ngắn mạch trong vùng bảo vệ (ví dụ chỉ có một nguồn cung cấp đến thanh gố), lúc này:

$$I_{IV} = I_{TI} > I_H \quad (3-3)$$

nên rơle so lệch sẽ làm việc.

II.4. Bảo vệ so lệch thanh gố dùng rơle tổng trở cao (không hãm):

Rơle so lệch tổng trở cao được mắc song song với điện trở R có trị số khá lớn.

Trong chế độ làm việc bình thường và khi ngắn mạch ngoài vùng bảo vệ (điểm N2), ta có:

$$\Delta I = I_{TI} - I_{TII} = 0 \quad (3-4)$$

Nếu bỏ qua sai số của máy biến dòng, thì dòng điện thứ cấp của BI chạy qua điện trở R có thể xem bằng không.

Khi ngắn mạch trong vùng bảo vệ (điểm N1) toàn bộ dòng ngắn mạch sẽ chạy qua điện trở R tạo nên điện áp đặt trên rơle rất lớn, rơle sẽ tác động.

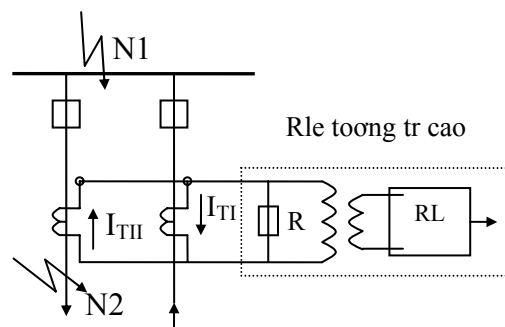
Sơ đồ (hình 3.14) trình bày phương án thực hiện bảo vệ rơle tổng trở cao đối với thanh gố. Để đơn giản, ta xét trường hợp sơ đồ thanh gố chỉ có hai phân tử, (G, H) và máy biến dòng có thông số giống nhau. Rơle được mắc nối tiếp với một điện trở ổn định R_R , việc mắc nối tiếp một điện trở ổn định R_R sẽ làm tăng tổng trở mạch rơle nên phần lớn dòng không cân bằng (do sự bão hòa không giống nhau giữa các BI khi ngắn mạch ngoài) sẽ chạy trọng mạch BI bị bão hòa có tổng trở thấp hơn, nghĩa là R_R có tác dụng phân dòng qua rơle.

Nếu xem các máy biến dòng hoàn toàn giống nhau thì $R_{BIG} = R_{BIH}$ (điện trở thứ cấp BI), dây dẫn phụ được đặc trưng bởi R_{IH} và R_{IG} (hình 3.14) và điện kháng mạch từ hóa $x_{\mu H}$, $x_{\mu G}$. Ở chế độ ngắn mạch ngoài, nếu các máy biến dòng không bị bão hòa thì $x_{\mu H}$ và $x_{\mu G}$ có trị số khá lớn nên dòng điện từ hóa có thể bỏ qua, dòng điện ra vào nút cân bằng nhau (định luật 1 Kirchhoff) do đó phía thứ cấp BI không có dòng chạy qua rơle, rơle không tác động. Trường hợp tồi tệ nhất là máy biến dòng đặt trên phân tử có sự bão hòa hoàn toàn, giả thiết ngắn mạch ngoài ở nhánh H làm BI nhánh H bị bão hòa hoàn toàn ($x_{\mu H} = 0$) nghĩa là biến dòng H không có tín hiệu đầu ra, tình trạng này được biểu thị bằng cách nối tắt $x_{\mu H}$ (hình 3.14). Máy biến dòng G cho tín hiệu đầu ra lớn hơn, không bị bão hòa.

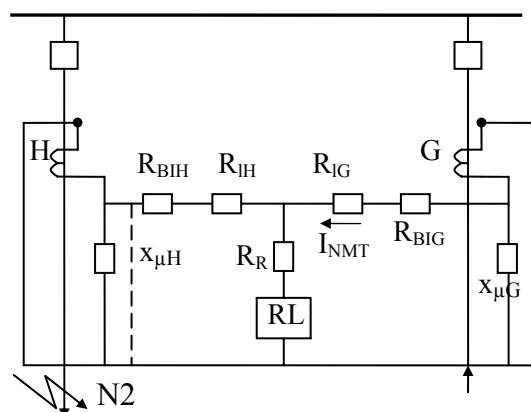
Dòng điện ngắn mạch phía thứ cấp (I_{NMT}) phân bố qua các tổng trở nhánh gồm R_{IH} , R_{BIH} và nhánh rơle:

Dòng điện qua rơle:

$$I_R = \frac{I_{NMT} (R_{IH} + R_{BIH})}{R_R + R_{IH} + R_{BIH}} \quad (3-5)$$



Hình 3.13: Bảo vệ thanh gố bằng rơle so lệch tổng trở cao



Hình 3.14: Sơ đồ thay thế mạch thanh gố và BI

Nếu R_R có giá trị nhỏ, I_R sẽ gần bằng I_{NMT} , điều này là không cho phép. Mặt khác, nếu R_R lớn khi đó I_R giảm. Phương trình (3-5) có thể viết gần đúng với sai số cho phép như sau:

$$I_R = \frac{I_{NMT} (R_{IH} + R_{BIH})}{R_R} \quad (3-6)$$

$$U_R = I_R \cdot R_R = I_{NMT} \cdot (R_{IH} + R_{BIH}) \quad (3-7)$$

Muốn tăng độ nhạy của bảo vệ cần chọn BI có điện trở cuộn thứ R_{BI} bé và giảm đến mức thấp nhất điện trở của dây dẫn nối từ BI đến rơle.

Khi ngắn mạch trên thanh góp tất cả các dòng điện phía sơ cấp đều chạy vào thanh góp, ở phía thứ cấp tất cả các dòng điện đều chạy vào rơle, có thể gây quá điện áp trên cực của rơle. Để chống quá áp cho rơle có thể mắc song song 1 điện trở phi tuyến với rơle.

Những yêu cầu cơ bản khi sử dụng sơ đồ này là:

- Tỷ số BI của tất cả các nhánh giống nhau.
- Điện thế thứ cấp BI đủ lớn.
- Điện trở cuộn dây thứ cấp BI nhỏ.
- Tải dây dẫn phụ nhỏ.

III. BẢO VỆ SO SÁNH PHA

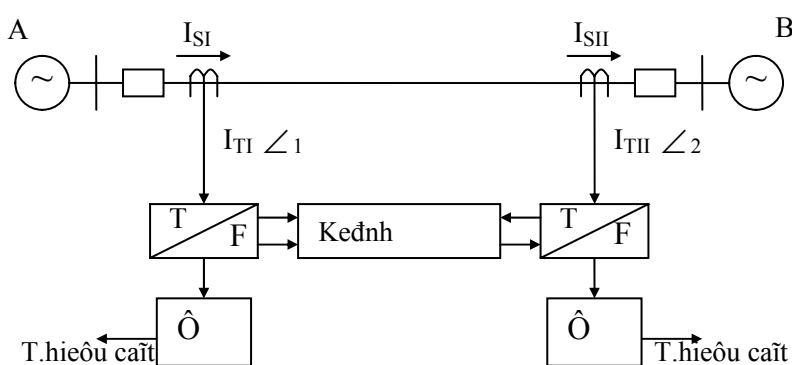
Bảo vệ so sánh pha dòng điện đi vào và đi ra khỏi phần tử được bảo vệ, vì vậy nên có tên là bảo vệ so sánh pha. Pha của dòng điện được truyền qua kênh truyền để so sánh với nhau (hình 3.14). Độ lệch pha:

$$\Delta \varphi = \varphi_1 + \varphi_2 = \theta \quad (3-8)$$

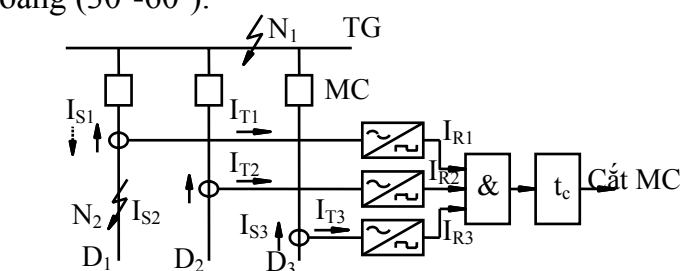
trong đó: φ_1, φ_2 là góc pha tương ứng của dòng điện đi vào và đi ra khỏi phần tử được bảo vệ.

Ở chế độ làm việc bình thường và khi ngắn mạch ngoài góc pha của dòng điện ở hai đầu gần như nhau nên $\theta \approx 0^\circ$. Khi ngắn mạch trong vùng bảo vệ, dòng điện hai pha ngược nhau nên $\theta \approx 120^\circ$. Trên thực tế do ảnh hưởng của điện dung phân bố của phần tử được bảo vệ nên trong chế độ làm việc bình thường và khi ngắn mạch ngoài $\theta \neq 180^\circ$, để tránh bảo vệ tác động nhầm phải chọn góc khởi động θ_{kd} lớn hơn một giới hạn nào đó, thường khoảng $(30^\circ - 60^\circ)$.

Sơ đồ nguyên lý bảo vệ so sánh pha dòng điện của bảo vệ thanh góp hình 3.16. Khi ngắn mạch trên thanh góp (điểm N_1) dòng điện sơ cấp và thứ cấp BI ở tất cả các phần tử có pha giống nhau (hình 3.17a), thời gian trùng hợp tín hiệu t_c cho nửa chu kỳ

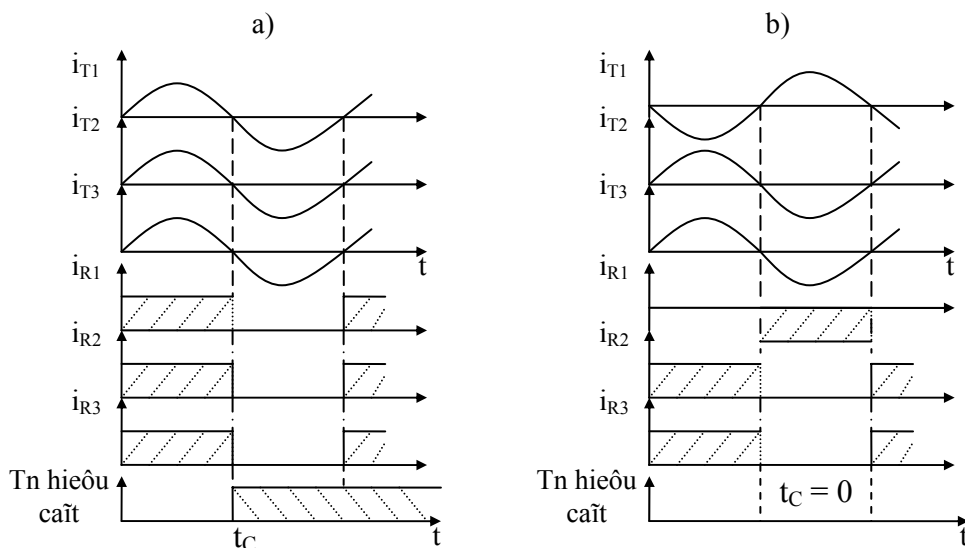


Hình 15: Sơ đồ nguyên lý bảo vệ so sánh pha dòng điện



Hình 3.16: Sơ đồ nguyên lý so sánh pha dòng điện để thực hiện bảo vệ thanh góp

(dương hoặc âm) lớn (đối với hệ thống có $f=50\text{ Hz}$), thời gian $t_{C\max} = 10\text{ms}$) đủ cho bảo vệ tác động ($t_C \geq t_d$).



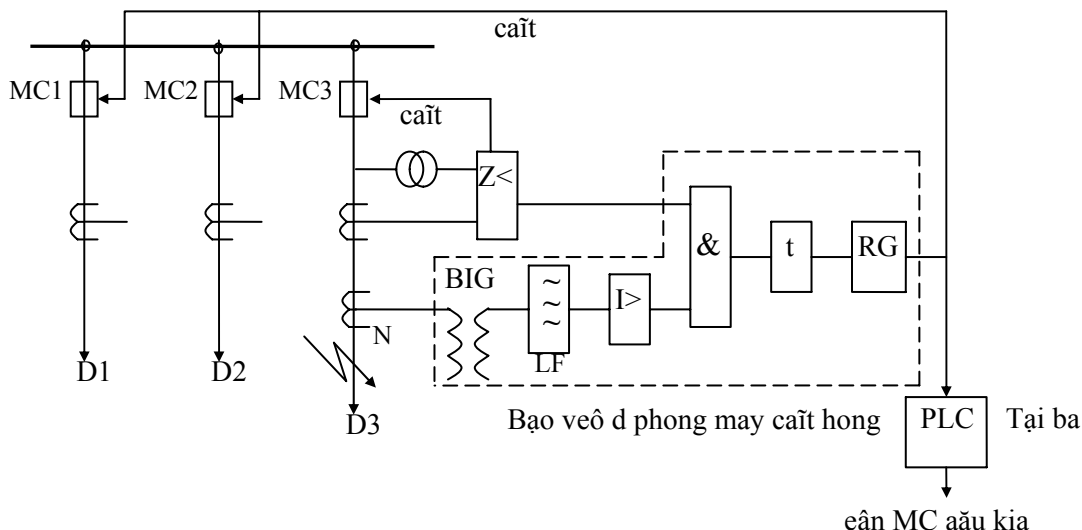
Hình 17: Pha dòng iêôn khi ngắïn mách beđn trong (a) va ngắïn mách beđn ngoai (b)

Khi ngắïn mách ngoai vùng bảo vệ thanh gốp (điểm N2), dòng điện chạy qua BI của phần tử bị sự cố có pha ngược với dòng điện trong các máy biến dòng của phần tử không bị sự cố, thời gian trùng tín hiệu bằng không, bảo vệ sẽ không làm việc (hình 3.17b).

IV. BẢO VỆ DỰ PHÒNG MÁY CẮT HỒNG

Máy cắt là phần tử thừa hành cuối cùng trong hệ thống bảo vệ có nhiệm vụ cắt phần tử đang mang điện bị sự cố ra khỏi hệ thống. Vì máy cắt khá đắt tiền nên không thể tăng cường độ tin cậy bằng cách đặt thêm máy cắt dự phòng làm việc song song với máy cắt chính được. Nếu máy cắt từ chối tác động thì hệ thống bảo vệ dự phòng phải tác động cắt tất cả những máy cắt lân cận với chỗ hư hỏng nhằm loại trừ dòng ngắn mạch đến chỗ sự cố.

Khi xảy ra sự cố, nếu bảo vệ chính phần tử bị hư hỏng gửi tín hiệu đi cắt máy cắt, nhưng sau một khoảng thời gian nào đó dòng điện sự cố vẫn còn tồn tại, có nghĩa là máy cắt đã từ chối tác động.

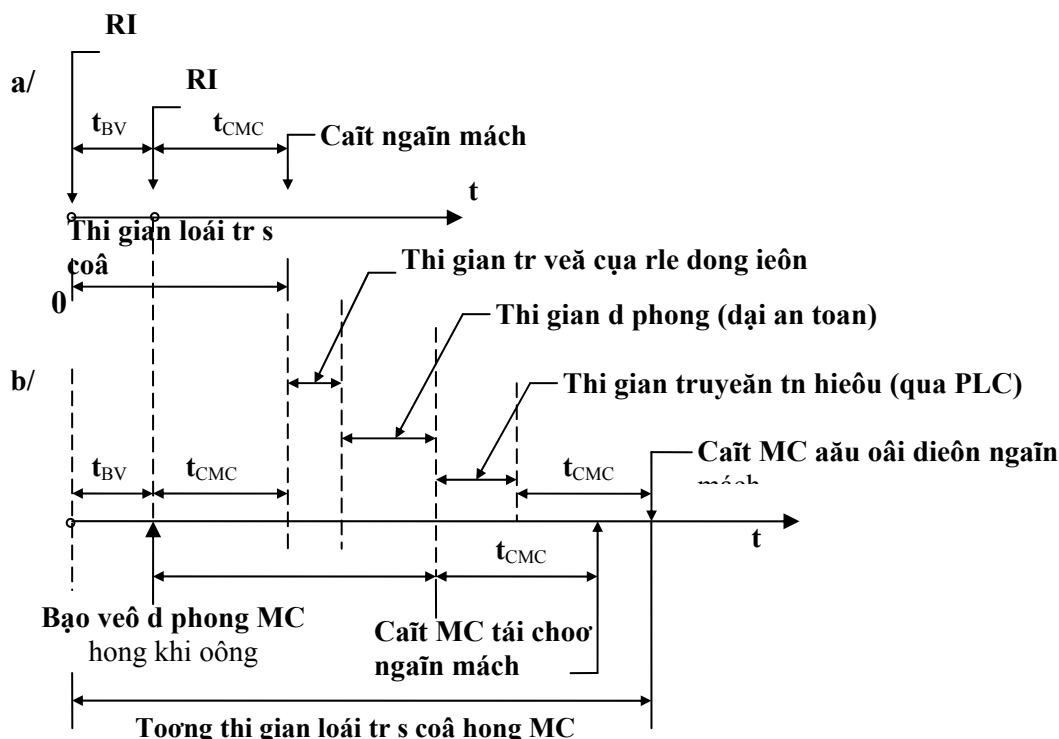


Hình 18: Sơ đồ nguyên lý bảo vệ dự phòng máy cắt hồng

Từ hình 3.18 ta nhận thấy, khi sự cố xảy ra trên đường dây D3 nếu máy cắt MC3 làm việc bình thường, thì sau khi nhận được tín hiệu cắt từ bảo vệ dự phòng sự cố máy cắt bằng không, mạch bảo vệ dự phòng sẽ không khởi động. Nếu máy cắt MC3 hỏng, từ chối tác động thì dòng điện sự cố sẽ liên tục đưa vào mạch bảo vệ dự phòng, rơle quá dòng điện được giữ ở trạng thái tác động, sau một khoảng thời gian đặt nào đó bảo vệ dự phòng hỏng MC sẽ gửi tín hiệu đi cắt tất cả các máy cắt nối trực tiếp với phân đoạn thanh góp có máy cắt hỏng, cũng như máy cắt ở đầu đối diện đường dây bị sự cố D3.

V. TÌM HIỂU VÀI SƠ ĐỒ BẢO VỆ THANH GÓP TIÊU BIỂU

V.1. Sơ đồ hệ thống hai thanh góp:



Hình 3.19: Biểu đồ thời gian phối hợp khi máy cắt làm việc bình thường (a) và khi hỏng máy cắt (b)

Sơ đồ bảo vệ hình 3.20. Bảo vệ gồm hai bộ phận chính.

+ Bộ khởi động: Có nhiệm vụ khởi động bảo vệ khi xảy ra sự cố trên thanh góp và đưa tín hiệu đến bộ phận chọn lọc.

+ Bộ chọn lọc sự cố: để phân biệt ngắn mạch trong và ngắn mạch ngoài. Trong đó R: rơle khởi động, xác định tổng dòng vào và ra của thanh góp, phân biệt ngắn mạch trong vùng bảo vệ hay ngắn mạch ngoài.

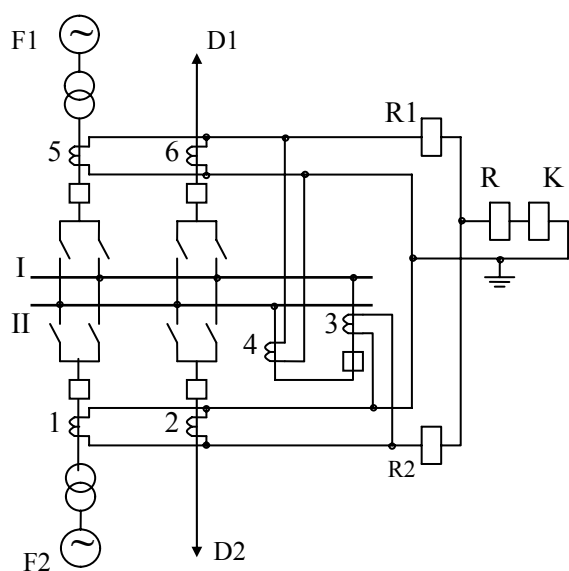
R1: rơle chọn lọc thanh góp I.

R2: rơle chọn lọc thanh góp II.

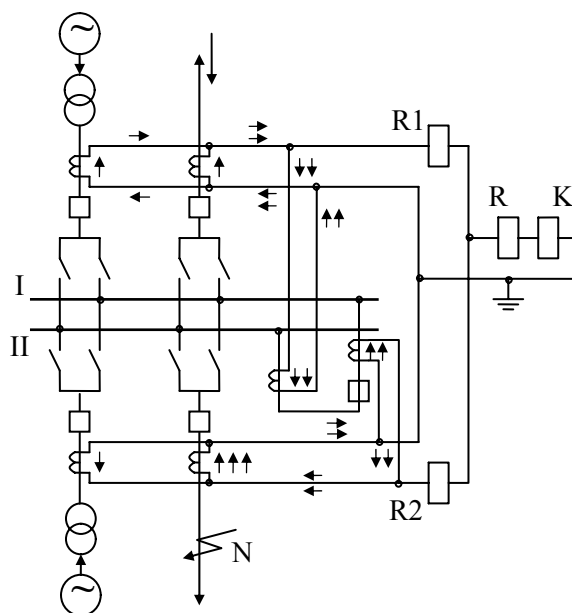
K: rơle kiểm tra đứt mạch thứ.

* Ví dụ cách phân bố dòng trong bảo vệ sơ đồ hệ thống hai thanh góp. Trong đó F1, D1 làm việc với thanh góp I, F2, D2 làm việc với thanh góp II.

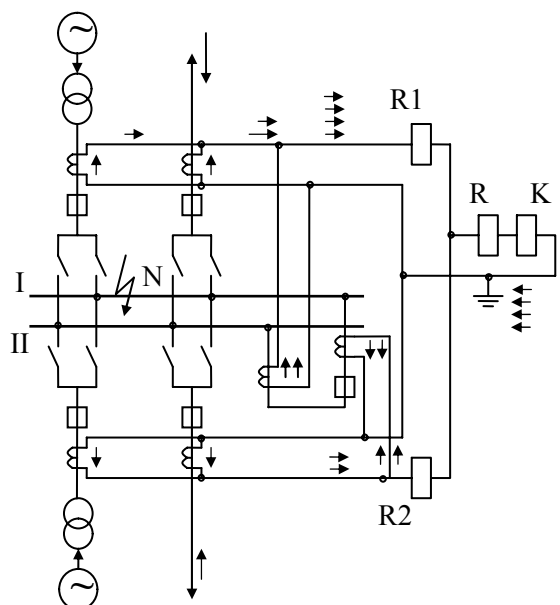
+ Dòng phân bố phía thứ cấp BI khi ngắn mạch ngoài hình 3.20a, khi ngắn mạch trên thanh góp I hình 3.20b và khi đứt mạch thứ BI hình 3.20c.



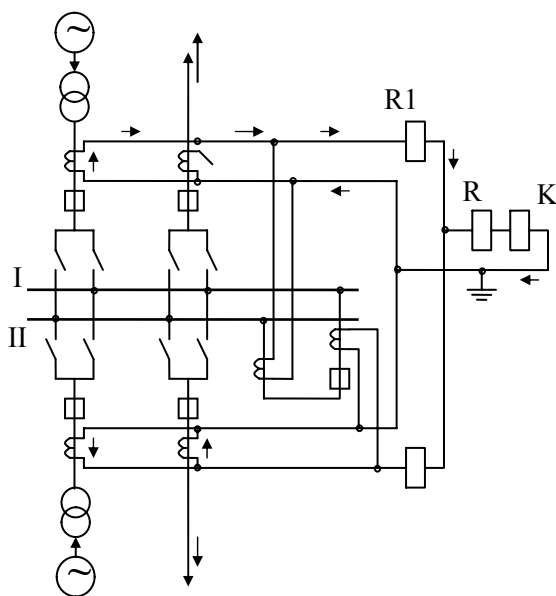
Hình 20: Sơ đồ bảo vệ sơ lược hệ thống hai thanh gộp



Hình 20a: Sơ đồ phản hồi dòng th cấp BI khi ngắn mạch ngoài



Hình 20b: Sơ đồ phản hồi dòng th cấp BI khi ngắn mạch trên thanh gộp I



Hình 20c: Sơ đồ phản hồi dòng th cấp BI khi t xảy ra trên th cấp BI

V.2. Sơ đồ hệ thống hai thanh gộp có thanh gộp vòng:

1RI: Sơ lược thanh gộp, cắt máy cắt nội thanh gộp I.

2RI: Sơ lược thanh gộp, cắt máy cắt nội thanh gộp II.

3RI: Sơ lược chung hệ thống thanh gộp dùng khởi động bảo vệ.

RIK: Rơle kiểm tra đứt mạch thứ BI.

(Bình thường thứ cấp biến dòng 6BI được nối tắt bằng hộp nối M5 và có thể được nối tới hệ thống bảo vệ thanh gộp I hay thanh gộp II qua M3 và M4)

H: Con nối.

RG: Rơle trung gian.

RT: Rơle thời gian.

Th: Rơle tín hiệu.

6RG: Role trung gian điều khiển máy cắt MC6.

7RG: Role trung gian điều khiển máy cắt MC7.

3RG: Role trung gian điều khiển máy cắt nội tới thanh góp I.

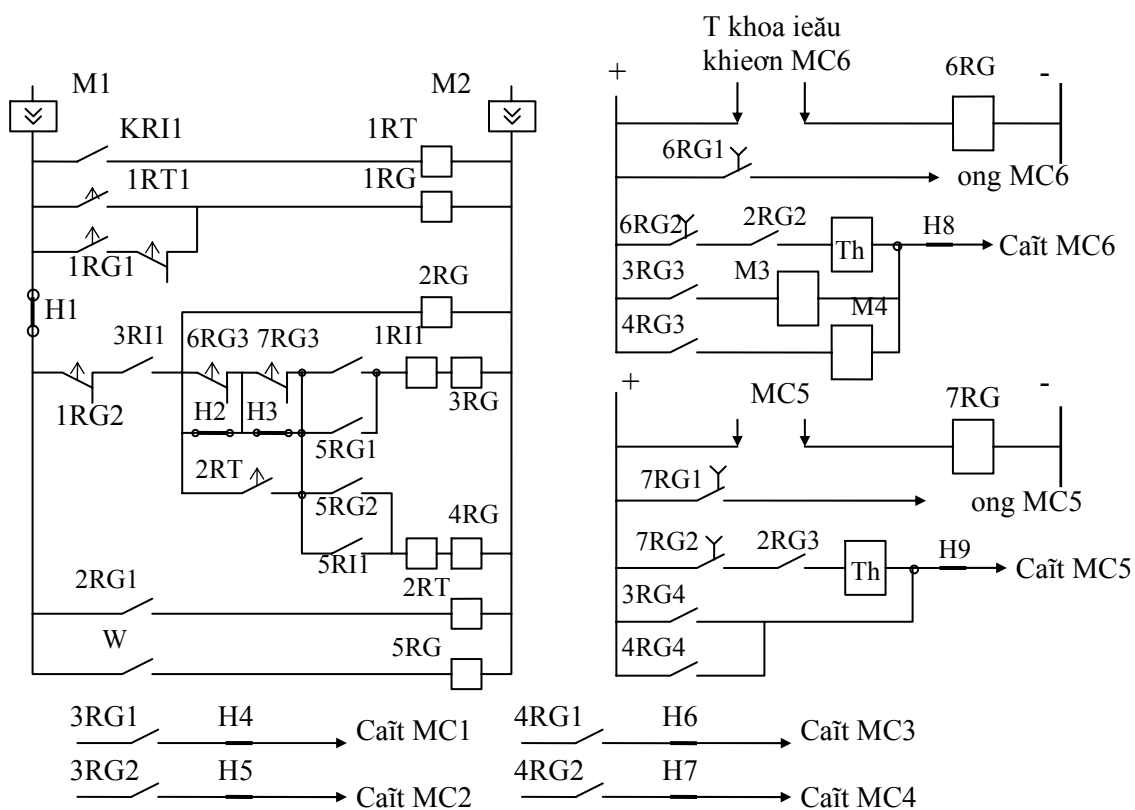
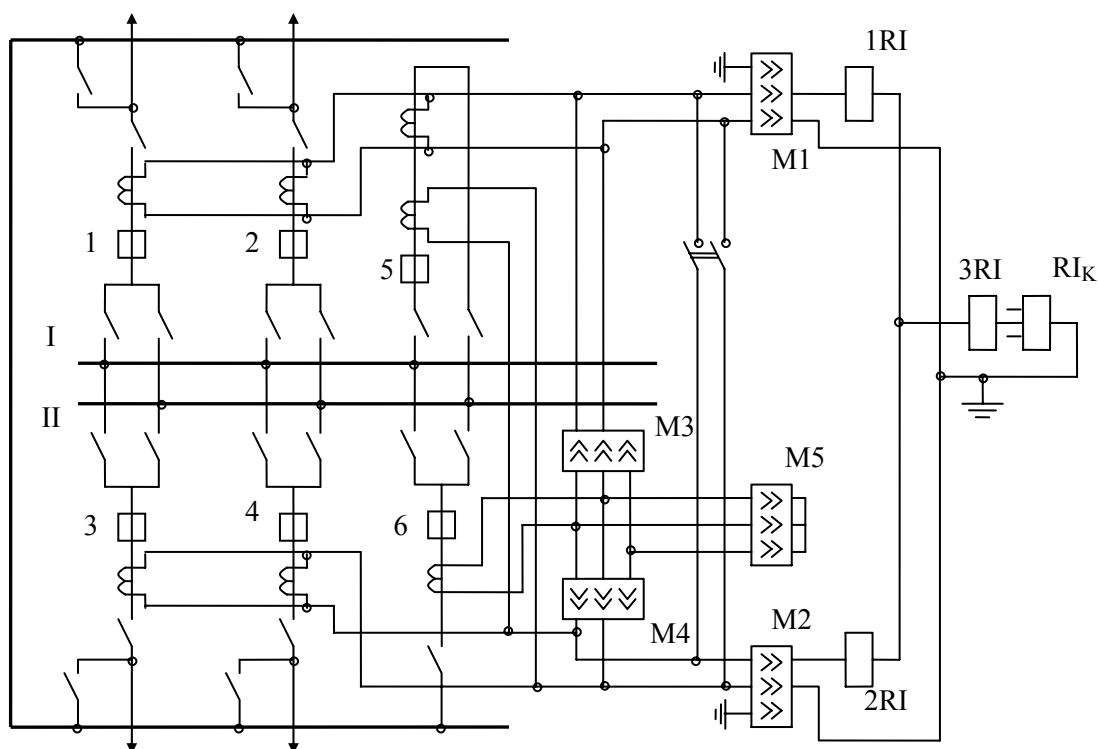
4RG: Role trung gian điều khiển máy cắt nội tới thanh góp II.

Khi ngắn mạch thuộc thanh góp I, bộ phận khởi động 3RI tác động làm cho tiếp điểm 3RI1 ở mạch điều khiển đóng. Vì ngắn mạch thuộc thanh góp I nên bộ phận chọn lọc thanh góp I (1RI) tác động nên tiếp điểm 1RI1 đóng. Tiếp điểm 3RI1, 1RI1 đóng dẫn đến 3RG có điện sẽ điều khiển cắt tất cả các máy cắt nối vào thanh góp I.

Mạch kiểm tra đứt mạch thứ máy biến động (RIK): Khi mạch thứ BI bị đứt RIK tác động dẫn đến tiếp điểm KRI1 ở mạch điều khiển đóng làm cho 1RT có điện nên tiếp điểm 1RT1 đóng, 1RG có điện nên tiếp điểm 1RG1 đóng (tiếp điểm tự giữ), tiếp điểm 1RG2 mở do đó sẽ khoá bộ phận bảo vệ so lệch không cho tác động, đồng thời báo tín hiệu đứt mạch thứ BI.

Mạch khoá bảo vệ khi đóng thử máy cắt vòng: Ở chế độ làm việc bình thường chỉ có hai thanh góp I và II làm việc, thanh góp vòng chỉ để dự phòng. Trong trường hợp nào đó (ví dụ máy cắt mạch đường dây cần sửa chữa) thì thanh góp vòng kết hợp với máy cắt vòng MC6 sẽ thay thế cho máy cắt của mạch bất kỳ. Sau khi kiểm tra bằng mắt, người ta phải đóng điện thử xem máy cắt vòng và thanh góp vòng có khả năng làm việc được hay không. Điều này đặt ra yêu cầu là khi đóng thử máy cắt vòng nếu sự cố thì chỉ được phép cắt máy cắt vòng mà không được phép cắt các máy cắt thuộc thanh góp I và II. Khi đưa tín hiệu đóng máy cắt vòng MC6 thì 6RG ở mạch điều khiển có điện, tiếp điểm 6RG1 đóng, đưa tín hiệu đóng máy cắt MC6. Tiếp điểm 6RG3 mở cách li bộ phận chọn lọc thanh góp I, II không cho tác động khi xảy ra sự cố khi đóng thử máy cắt vòng (vì role trung gian điều khiển máy cắt nối với thanh góp I, II bị cách li bằng tiếp điểm 6RG3). Nếu có ngắn mạch xảy ra trên thanh góp vòng bộ phận khởi động role 3RI tác động, tiếp điểm 3RI1 đóng làm cho 2RG có điện, tiếp điểm 2RG2 của nó đóng đưa tín hiệu đi cắt máy cắt 6MC (vì tiếp điểm 6RG2 đã được đóng trước đó).

Mạch khoá bảo vệ khi đóng thử máy cắt nội MC5: tương tự như trên.



Hình 3.21: Sơ đồ bảo vệ hệ thống hai thanh góp có thanh góp vòng

V.3. Bảo vệ so lệch không toàn phần thanh góp điện áp máy phát:

Các máy biến dòng chỉ đặt trên các phần tử nối thanh góp với nguồn (mạch máy phát điện, máy biến áp, máy cắt phân đoạn, máy cắt nối các thanh góp).

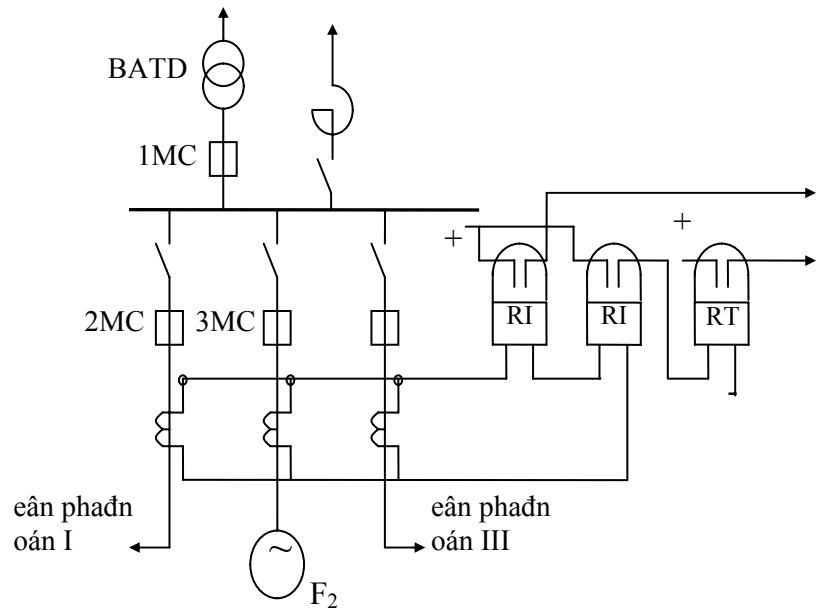
Thực chất bảo vệ so lệch không toàn phần là một dạng của bảo vệ quá dòng điện có nhiều cấp thời gian (thường là hai cấp).

V.3.1. Cấp thứ nhất của bảo vệ:

Là cấp chủ đạo để bảo vệ chống ngắn mạch trên thanh góp và trên các đoạn nối giữa các phần tử nối với thanh góp. Khi cấp thứ nhất của bảo vệ tác động cho xung đi cắt các máy cắt nối với hệ thống 1MC và máy cắt phân đoạn 2MC, máy cắt máy phát điện 3MC (với máy cắt 3MC có thể cắt hoặc không). Đôi khi người ta không cho cắt 3MC vì sau khi cắt 1MC và 2MC thì ngắn mạch sẽ tiêu tan và để 3MC lại sẽ giữ để cung cấp cho các phụ tải điện áp máy phát. Nếu ngắn mạch tồn tại lâu cấp thứ hai sẽ làm việc và cắt 3MC.

V.3.2. Cấp thứ hai của bảo vệ:

Cấp thứ hai của bảo vệ là bảo vệ dòng cực đại có thời gian, làm nhiệm vụ dự phòng chống ngắn mạch trên các phần tử nối với thanh góp không được bảo vệ so lệch bọc lấy khi bảo vệ chính của phần tử này không tác động.



Hnh 22: Bảo vệ thanh góp iên áp máy phát

C. TÍNH TOÁN BẢO VỆ THANH GÓP

I. TÍNH TOÁN BẢO VỆ SO LỆCH DÒNG ĐIỆN CHO CÁC THANH GÓP CỦA NHÀ MÁY ĐIỆN VÀ TRẠM BIẾN ÁP

Việc tính toán bảo vệ so lệch dòng điện cho các thanh góp trình bày dưới đây áp dụng cho trường hợp dùng máy biến dòng có cùng hệ số biến đổi.

Máy biến dòng dùng cho bảo vệ thanh góp phải thỏa mãn đường cong sai số 10%. Việc thử lại theo điều kiện này cần tiến hành cho máy biến dòng của phần tử nào mà khi ngắn mạch ngoài có dòng điện ngắn mạch lớn nhất chạy qua.

Dòng khởi động của bảo vệ chọn theo hai điều kiện:

- Điều kiện 1: Theo dòng không cân bằng cực đại khi ngắn mạch ngoài:

$$I_{k\bar{n}} \geq K_{at} \cdot I_{kcbtt} \quad (3-9)$$

Trong đó:

K_{at} : hệ số an toàn xét đến sai số của role và độ dự trữ cần thiết có thể lấy $K_{at} = 1,5$. Dòng điện không cân bằng được tính toán như sau:

$$I_{kcbtt} = K_{\text{nn}} \cdot K_{kck} \cdot f_i \cdot I_{Nngmax} \quad (3-10)$$

K_{kck} : hệ số kể đến ảnh hưởng của thanh phần không chu kỳ trong dòng điện ngắn mạch. Khi dùng role có biên dòng bão hoà trung gian (PHT - 562, PHT - 564) thì lấy $K_{kck} = 1$.

f_i : là sai số tương đối lớn nhất cho phép của biến dòng lấy bằng 1.
 I_{Nngmax} : thành phần chu kỳ của dòng ngắn mạch lớn nhất có thể, đi qua biên dòng của phân tử tính toán khi có ngắn mạch ngoài.

• Điều kiện 2: Theo dòng phụ tải cực đại khi đứt mạch thứ máy biến dòng:

$$I_{k\tilde{n}} \geq K_{at} \cdot I_{ptmax} \quad (3-11)$$

thường chọn $K_{at} = 1,2$.

Khi tỷ số biên dòng của các sơ đồ bảo vệ chọn như nhau thì I_{ptmax} là dòng điện đi qua phân tử mang tải lớn nhất với giả thiết là mạch thứ cấp của máy biến dòng bị đứt.

Trong hai điều kiện trên, điều kiện nào cho dòng điện khởi động khởi động lớn hơn thì chọn làm dòng khởi động tính toán.

Khi dùng hệ thống hai thanh góp thì dòng điện khởi động của bộ phận khởi động chung chọn theo biểu thức (3-9) và (3-11). Dòng khởi động của bộ chọn lọc chọn theo điều kiện dòng không cân bằng lớn nhất khi ngắn mạch ngoài (dòng chạy qua máy cắt nối khi ngắn mạch trên thanh góp bên cạnh). Trong thực tế có thể chọn dòng khởi động của bộ phận chọn lọc bằng dòng khởi động của bộ phận khởi động chung.

Dòng khởi động của role kiểm tra mạch thứ máy biến dòng được chọn theo dòng không cân bằng ở chế độ làm việc khi phụ tải cực đại:

$$I_{kdK} \geq K_{at} \cdot K_n \cdot f_i \cdot I_{ptmax} \quad (3-12)$$

Nếu bảo vệ thực hiện theo sơ đồ nối vào dòng điện pha thì độ nhạy có thể được kiểm tra theo biểu thức sau:

$$K_n = \frac{I_{Nmin}}{I_{k\tilde{n}}} \geq 2 \quad (3-13)$$

với I_{Nmin} là thành phần chu kỳ của dòng ngắn mạch nhỏ nhất đi qua bảo vệ khi ngắn mạch trên thanh góp.

Độ nhạy của bảo vệ chống đứt mạch thứ được kiểm tra theo điều kiện phụ tải cực tiểu.

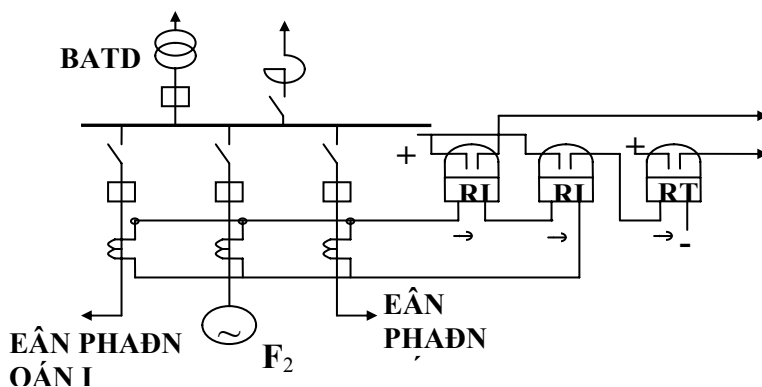
$$I_{pt min} \geq I_{kdK} \quad (3-14)$$

II. BẢO VỆ SƠ LỆCH KHÔNG TOÀN PHẦN cho thanh góp cấp điện áp máy phát.

Sơ đồ bảo vệ hình 3.23, bảo vệ có hai cấp thời gian: cấp I là bảo vệ dòng điện cắt nhanh không thời gian, cấp hai là bảo vệ dòng điện cực đại có thời gian.

II.1. Bảo vệ cấp I:

Bảo vệ cắt nhanh tác động khi ngắn mạch xảy ra trên thanh góp và các đoạn



Hình 3.23: Bảo vệ thanh góp điện áp máy phát

nổi các phần tử với thanh góp.

Dòng khởi động của bảo vệ cắt nhanh chọn theo dòng ngắn mạch sau kháng điện đường dây hoặc biên áp tự dùng có tính đến việc tăng dòng phụ tải của phân đoạn được bảo vệ do một phân đoạn nào đó bên cạnh nghỉ làm việc, hay do thiết bị TĐD tự động chuyển một phần phụ tải của phân đoạn khác sang.

$$I_{kñ}^I = K_{at} [I_{Nmax} + K_{pt}(I_{pt} + I_{pt}^I)] \quad (3-15)$$

Trong đó:

- $K_{at} = 1,2$: hệ số an toàn.
 - I_{Nmax} : dòng ngắn mạch lớn nhất khi ngắn mạch sau kháng điện đường dây hoặc MBA tự dùng.
 - I_{pt} : dòng phụ tải tổng của phân đoạn được bảo vệ.
 - I_{pt}^I : dòng điện phụ tải tăng thêm của phân đoạn được bảo vệ do phân đoạn khác nghỉ làm việc hoặc TĐD chuyển một phần phụ tải của phân đoạn khác sang.
 - K_{pt} : hệ số tính đến khả năng tăng dòng phụ tải trên thanh góp khi ngắn mạch sau kháng điện đường dây hay MBA tự dùng.
- Độ nhạy của bảo vệ cấp I được xác định bằng hệ số nhạy khi có ngắn mạch trên thanh góp được bảo vệ:

$$K_n = \frac{I_{Nmin}^{(2)}}{I_{kñ}^I} \geq 1,5 \quad (3-16)$$

- $I_{Nmin}^{(2)}$: dòng ngắn mạch trực tiếp hai pha trên thanh góp trong chế độ phụ tải cực tiểu.

II.2. Bảo vệ cấp II:

Bảo vệ cấp II làm nhiệm vụ dự trữ cho bảo vệ cấp I và bảo vệ của các phần tử nối với thanh góp khi bảo vệ chính của các phần tử này không tác động.

Dòng điện khởi động của bảo vệ cấp II chọn theo 2 điều kiện:

- *Điều kiện 1: Bảo vệ phải trở về sau khi cắt ngắn mạch sau kháng điện đường dây nối vào phân đoạn bảo vệ, có tính đến trường hợp phụ tải phân đoạn được bảo vệ tăng lên khi một phân đoạn nào đó nghỉ việc.*

$$I_{KAB}^{II} = \frac{K_{at} \cdot K_{pt}}{K_{tv}} (I_{pt} + I_{pt}^I) \quad (3-17)$$

- *Điều kiện 2: Bảo vệ không được tác động trong trường hợp thiết bị TĐD đã tự động chuyển phụ tải của phân đoạn bị sự cố sang phân đoạn được bảo vệ.*

$$I_{KAB}^{II} = K_{at} (I_{pt} + K_{mm} I_{pt}^I) \quad (3-18)$$

Trong đó :

- K_{tv} : hệ số trở về lấy bằng 0,85.
 - K_{mm} : hệ số tự mở máy của động cơ, lấy bằng (1,2 -1,3).
 - K_{pt} : hệ số phụ tải lấy bằng (1,2 -1,3).
- Dòng điện khởi động của bảo vệ được chọn theo giá trị dòng điện tính toán lớn nhất từ hai điều kiện trên.
- Độ nhạy của bảo vệ cấp II được xác định bằng hệ số độ nhạy khi ngắn mạch hai pha trực tiếp sau kháng điện đường dây.

$$K_n = \frac{I_{Nmin}^{(2)}}{I_{kñ}^{II}} \quad (3-19)$$

III. BẢO VỆ SO LỆCH KHÔNG HOÀN TOÀN THANH GÓP ĐIỆN ÁP MÁY PHÁT, DÙNG BẢO VỆ CẮT NHANH PHỐI HỢP GIỮA DÒNG ĐIỆN VÀ ĐIỆN ÁP

Hình 3.24: Bảo vệ thanh góp iên áp máy phát

Bảo vệ cấp I:

$$I_{K\hat{A}B} = \frac{I_{Nmin}^{(2)}}{K_{pl}} \quad (3-20)$$

$I_{Nmin}^{(2)}$: dòng ngắn mạch khi ngắn mạch trực tiếp giữa 2 pha thanh góp trong chế độ phụ tải cực tiểu.

Để ngăn ngừa bảo vệ tác động nhằm khi đứt mạch bảo vệ điện áp, dòng khởi động của bảo vệ cắt nhanh trong trường hợp này chọn lớn hơn dòng phụ tải lâu dài cho phép của phân oán ($I_{pt} + I'_{pt}$).

I_{pt} : dòng phụ tải tăng thêm của phân đoạn khi TĐD chuyển phụ tải của phân đoạn khác sang.

Điện áp khởi động của rơle áp chọn theo áp cực tiểu ở thanh góp khi ngắn mạch sau kháng điện đường dây mà dòng qua bảo vệ bằng dòng khởi động của bảo vệ cắt nhanh.

$$\square \quad U_{K\Delta B} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{K\Delta B} \cdot x_{kd}}{K_{at}}$$

(3-21)

Trong đó:

- $I_{K\Delta B}$: dòng khởi động của bảo vệ cắt nhanh.
- x_{kd} : điện kháng của kháng điện đường dây.
- K_{at} : hệ số an toàn lấy bằng 1,3.

Ngoài ra theo điều kiện ổn định nhiệt khi dùng loại rơle PH -520 (của Liên Xô) và điều kiện chỉnh định theo điện áp ở chế độ làm việc mang tải, điện áp khởi động của bảo vệ còn phải thỏa mãn điều kiện sau:

$$\square \quad 0,2U_{\tilde{n}m} \leq U_{k\tilde{n}} \leq 0,7U_{\tilde{n}m}$$

(3-22)

với: $U_{\tilde{d}m}$ là điện áp định mức của thanh góp.

Nếu $U_{K\Delta B} \leq 0,2U_{\tilde{d}m}$ thì không dùng được rơle loại PH -520. Còn nếu $U_{K\Delta B} \geq 0,7U_{\tilde{d}m}$ thì phải lấy bằng $0,7U_{\tilde{d}m}$ và dòng khởi động bảo vệ cắt nhanh cần phải giảm bớt theo biểu thức (3-21).

Độ nhạy của rơle điện áp được xác định bằng hệ số nhạy khi có ngắn mạch qua điện trở quá độ R_{qd} .

$$\square \quad K_{nU} = \frac{U_{K\Delta B}}{U_R} \geq 2$$

(3-23)

với U_R là điện áp lớn nhất có thể có trên điện trở quá độ khi ngắn mạch trên thanh góp, điện áp này có thể xác định như sau:

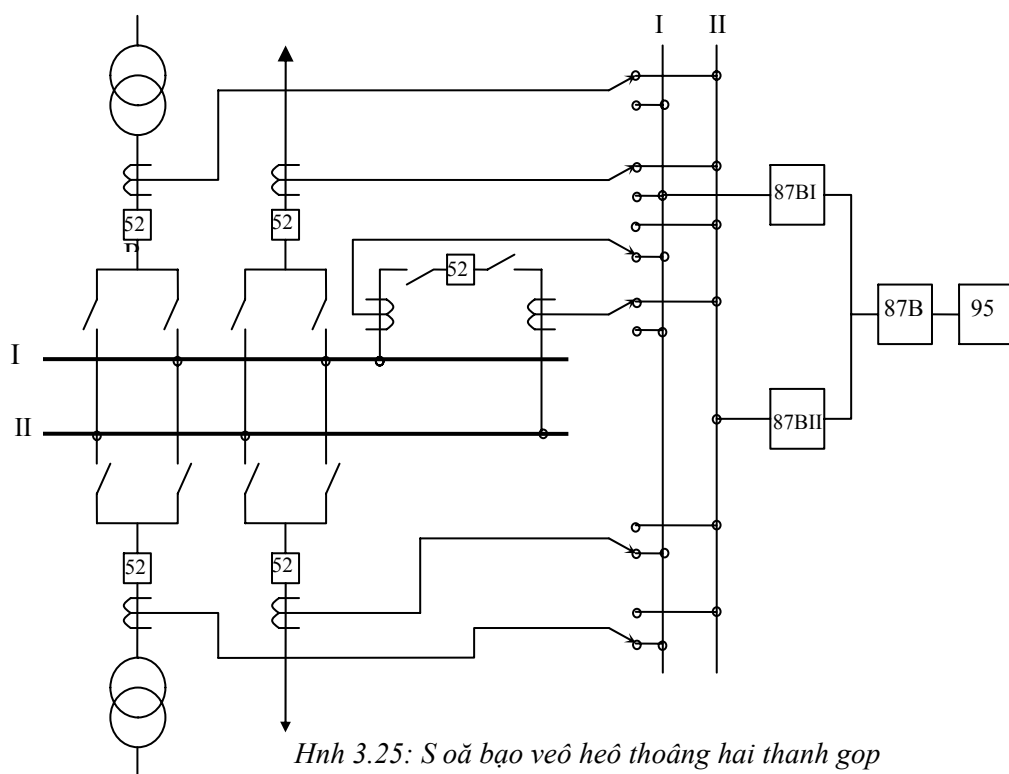
$$\square \quad U_R = 1,05 \cdot I \quad (3-24)$$

với I là chiều dài hồ quang tính bằng m. Khi mới xuất hiện hồ quang độ dài này bằng khoảng cách giữa các phân dẫn điện.

* Bảo vệ cấp II:

Dòng khởi động và độ nhạy của bảo vệ cấp II tính tương tự như bảo vệ cấp II ở mục 2 của phần II.

V. sơ đồ bảo vệ hệ thống hai thanh góp tiêu biểu.



Hình 3.25: Sơ đồ bảo vệ hệ thống hai thanh góp