

Chương 5:

BẢO VỆ DÒNG SO LỆCH

I. NGUYÊN TẮC LÀM VIỆC:

Bảo vệ dòng so lệch là loại bảo vệ dựa trên **nguyên tắc so sánh trực tiếp dòng điện ở hai đầu phần tử được bảo vệ**.

Các máy biến dòng BI được đặt ở hai đầu phần tử được bảo vệ và có tỷ số biến đổi n_I như nhau (hình 5.1). Quy ước hướng dương của tất cả các dòng điện theo chiều mũi tên như trên sơ đồ hình 4.1, ta có :

$$\dot{I}_R = \dot{I}_{IT} - \dot{I}_{IIT} \quad (5.1)$$

Dòng vào role bằng hiệu hình học dòng điện của hai BI, chính vì vậy bảo vệ có tên gọi là **bảo vệ dòng so lệch**.

a) Trong tình trạng làm việc bình thường hoặc khi ngắn mạch ngoài (ở điểm N'): Trường hợp lí tưởng (các BI không có sai số, bỏ qua dòng dung và dòng rò của đường dây được bảo vệ) thì:

$$\dot{I}_{IS} = \dot{I}_{IIS} \Rightarrow \dot{I}_{IT} = \dot{I}_{IIT} \Rightarrow \dot{I}_R = \dot{I}_{IT} - \dot{I}_{IIT} = 0$$

và bảo vệ sẽ không tác động.

b) Khi ngắn mạch trong (ở điểm N''): dòng I_{IS} và I_{IIS} khác nhau cả trị số và góc pha. Khi hướng dòng quy ước như trên thì dòng ở chỗ hư hỏng là:

$$\dot{I}_N = \dot{I}_{IS} - \dot{I}_{IIS} \Rightarrow \dot{I}_R = \dot{I}_{IT} - \dot{I}_{IIT} = \frac{\dot{I}_N}{n_I}$$

Nếu dòng I_R vào role lớn hơn dòng khởi động I_{KDR} của role, thì role khởi động và cắt phần tử bị hư hỏng.

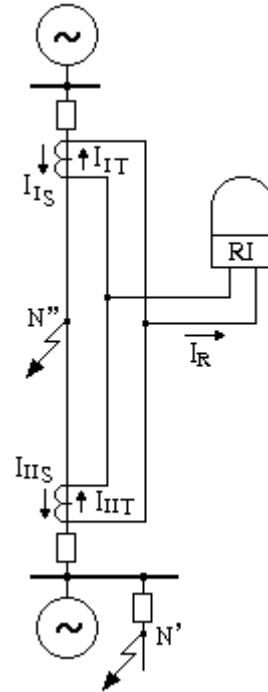
Khi nguồn cung cấp là từ một phía ($I_{IIS} = 0$), lúc đó chỉ có dòng I_{IT} , dòng $I_R = I_{IT}$ và bảo vệ cũng sẽ khởi động nếu $I_R > I_{KDR}$.

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. Vùng tác động của bảo vệ được giới hạn giữa hai BI đặt ở 2 đầu phần tử được bảo vệ.

II. DÒNG 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, lí tưởng ta có $I_{IT} = I_{IIT}$. Tuy nhiên trong thực tế :

$$\dot{I}_{IT} = \dot{I}'_{IS} - \dot{I}'_{I\mu}; \quad \dot{I}_{IIT} = \dot{I}'_{IIS} - \dot{I}'_{II\mu}$$



Hình 5.1 : Sơ đồ nguyên lý 1 pha của bảo vệ dòng so lệch

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

$$\dot{I}_R = \dot{I}_{KCB} = \dot{I}_{IT} - \dot{I}'_{IT} = \dot{I}'_{III\mu} - \dot{I}'_{I\mu} \quad (5.2)$$

Ngay cả khi kết cấu của hai BI giống nhau, dòng từ hóa $I'_{III\mu}$ và $I'_{I\mu}$ của chúng thực tế là không bằng nhau. Vì vậy dòng không cân bằng có một giá trị nhất định nào đó.

Vẫn chưa có những phương pháp phù hợp với thực tế và đủ chính xác để tính toán dòng không cân bằng quá độ. Vì vậy để đánh giá đôi khi người ta phải sử dụng những số liệu theo kinh nghiệm. Trên hình 5.3b là quan hệ $i_{KCB} = f(t)$, khảo sát đồ thị đó và những số liệu khác người ta nhận thấy rằng :

- i_{KCB} quá độ có thể lớn hơn nhiều lần trị số xác lập của nó và đạt đến trị số thậm chí lớn hơn cả dòng làm việc cực đại.
- i_{KCB} đạt đến trị số cực đại không phải vào thời điểm đầu của ngắn mạch mà hơi chậm hơn một ít.
- trị số i_{KCB} xác lập sau ngắn mạch có thể lớn hơn rất nhiều so với trước ngắn mạch do ảnh hưởng của từ dư trong lõi thép. thời gian tồn tại trị số i_{KCB} lớn không quá vài phần mười giây.

Hình 5.3 : Đồ thị biểu diễn quan hệ theo thời gian của trị số tức thời của dòng ngắn mạch ngoài (a) và dòng không cân bằng trong mạch role của bảo vệ so lệch (b)

III. DÒNG KHỞI ĐỘNG VÀ ĐỘ NHAY:

III.1. Dòng điện khởi động:

Để đảm bảo cho bảo vệ so lệch làm việc đúng khi ngắn mạch ngoài, dòng khởi động của role cần phải chỉnh định tránh khỏi trị số tính toán của dòng không cân bằng:

$$I_{KDR} \geq k_{at} \cdot I_{KCBmaxtt} \quad (5.3)$$

$I_{KCBmaxtt}$: trị hiệu dụng của dòng không cân bằng cực đại tính toán tương ứng với dòng ngắn mạch ngoài cực đại.

Tương ứng dòng khởi động của bảo vệ là:

$$I_{KD} \geq k_{at} \cdot I_{KCBSmaxtt} \quad (5.4)$$

trong đó $I_{KCBSmaxtt}$ là dòng không cân bằng phía sơ cấp của BI tương ứng với $I_{KCBmaxtt}$ và được tính toán như sau:

$$I_{KCBSmaxtt} = f_{imax} \cdot k_{dn} \cdot k_{kck} \cdot I_{Nngmax} \quad (5.5)$$

với: f_{imax} - sai số cực đại cho phép của BI, $f_{imax} = 10\%$.

k_{dn} - hệ số đồng nhất của các BI, ($k_{dn} = 0 \div 1$), $k_{dn} = 0$ khi các BI hoàn toàn giống nhau và dòng điện qua cuộn sơ cấp của chúng bằng nhau, $k_{dn} = 1$ khi các BI khác nhau nhiều nhất, một BI làm việc không có sai số (hoặc sai số rất bé) còn BI kia có sai số cực đại.

k_{kck} - hệ số kể đến thành phần không chu kỳ trong dòng điện ngắn mạch.

I_{Nngmax} - thành phần chu kỳ của dòng điện ngắn mạch ngoài lớn nhất.

III.2. Độ nhạy:

Độ nhạy của bảo vệ được đánh giá thông qua hệ số độ nhạy:

$$K_n = \frac{I_{Nmin}}{I_{KD}} \quad (5.6)$$

I_{Nmin} : dòng nhỏ nhất có thể có tại chỗ ngắn mạch khi ngắn mạch trực tiếp trong vùng bảo vệ.

Yêu cầu độ nhạy của bảo vệ dòng so lệch $K_n \geq 2$

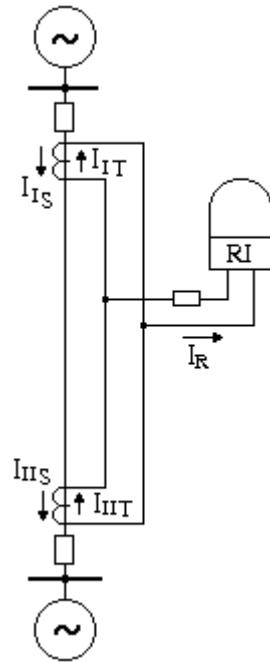
IV. CÁC BIỆN PHÁP NÂNG CAO ĐỘ NHẠY:

- Cho bảo vệ làm việc với thời gian khoảng 0,3 đến 0,5 sec để tránh khỏi những trị số quá độ lớn của dòng không cân bằng.

- Nối nối tiếp với cuộn dây role một điện trở phụ (hình 5.4). Tăng điện trở mạch so lệch sẽ làm giảm thấp dòng không cân bằng cũng như dòng ngắn mạch thứ cấp (khi hư hỏng trong vùng bảo vệ). Tuy nhiên mức độ giảm thấp này không như nhau do tính chất khác nhau của dòng không cân bằng quá độ và của dòng ngắn mạch. Mức độ giảm dòng không cân bằng nhiều hơn do trong nó có chứa thành phần không chu kỳ nhiều hơn. Do sơ đồ rất đơn giản nên biện pháp này được sử dụng để thực hiện bảo vệ cho một số phần tử trong hệ thống điện.

- Nối role qua máy biến dòng bão hòa trung gian (BIG).

- Dùng role có hãm.



Hình 5.4 : Bảo vệ dòng so lệch dùng điện trở phụ trong mạch role

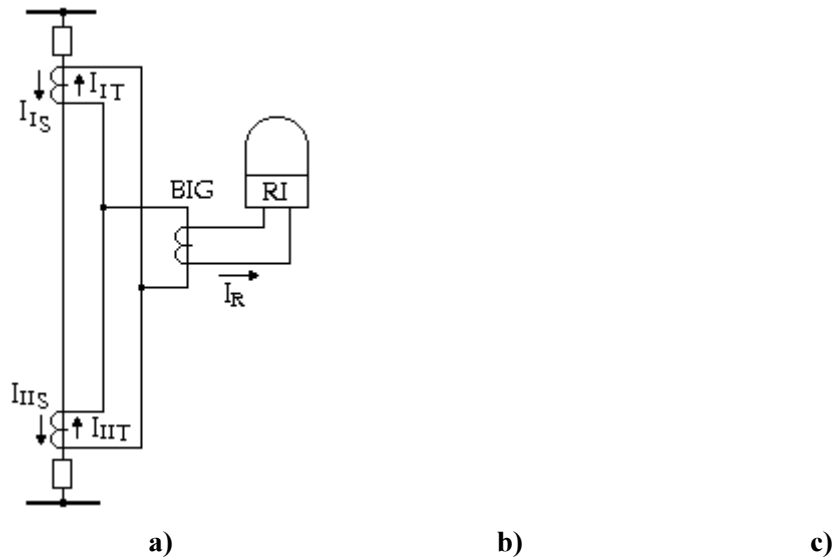
V. BẢO VỆ SO LỆCH DÙNG ROLE NỐI QUA BIG:

Sơ đồ nguyên lí của bảo vệ có role nối qua BIG trên hình 5.5a. Hoạt động của sơ đồ dựa trên cơ sở là trong dòng không cân bằng quá độ khi ngắn mạch ngoài (hình 5.3) thường có chứa thành phần không chu kỳ đáng kể làm dịch chuyển đồ thị biểu diễn trị tức thời của dòng i_{KCB} về 1 phía của trục thời gian.

Thông số của BI bão hòa được lựa chọn thế nào để nó biến đổi rất kém thành phần không chu kỳ chứa trong i_{KCB} đi qua cuộn sơ của nó. Dùng sơ đồ thay thế của BI để phân tích, có thể thấy rằng phần lớn thành phần không chu kỳ đi qua nhánh từ hóa làm bão hòa mạch từ (giảm Z_{μ}). Trong điều kiện đó thành phần chu kỳ của i_{KCB} chủ yếu khép mạch qua nhánh từ hóa mà không đi vào role.

Điều kiện làm việc của BIG rất phức tạp bởi vì quan hệ phi tuyến khi biến đổi qua BI chính xếp chồng với quan hệ phi tuyến khi biến đổi i_{KCB} qua BIG. Phần tiếp

theo ta sẽ khảo sát đồ thị vòng từ trễ của BIG và sự thay đổi trị tức thời của dòng theo thời gian (hình 5.5).



Hình 5.5 : Bảo vệ dòng so lệch dùng rơle nối qua BI bão hòa trung gian

a) sơ đồ nguyên lý của bảo vệ

b) hoạt động của sơ đồ khi ngắn mạch trong vùng bảo vệ

c) hoạt động của sơ đồ khi ngắn mạch ngoài

VI. BẢO VỆ DÒNG RƠLE SO LỆCH CÓ HÃM:

Dòng so lệch thứ hay còn gọi là dòng làm việc bằng hiệu các dòng thứ $I_{LV} = I_{SLT} = I_{IT} - I_{IIT}$ và dòng hãm bằng 1/2 tổng dòng thứ $I_H = 0,5 * (I_{IT} + I_{IIT})$. Khi ngắn mạch ngoài, trị tuyệt đối của hiệu dòng luôn luôn nhỏ hơn 1/2 tổng dòng thứ, tức là:

$$\left| \dot{I}_{IT} - \dot{I}_{IIT} \right| < 0,5 \left| \dot{I}_{IT} + \dot{I}_{IIT} \right|$$

hay : $I_{LV} < I_H$ (5.7)

Khi ngắn mạch trong, trị tuyệt đối của hiệu có thể xem là lớn hơn 1/2 tổng:

$$\left| \dot{I}_{IT} - \dot{I}_{IIT} \right| > 0,5 \left| \dot{I}_{IT} + \dot{I}_{IIT} \right|$$

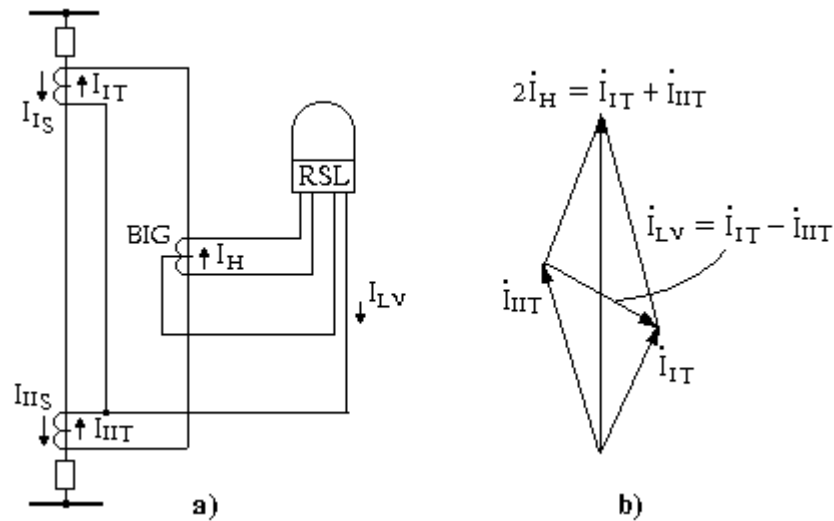
hay : $I_{LV} > I_H$ (5.8)

Khi ngắn mạch trong và có nguồn cung cấp chỉ từ một phía thì $I_{IIT} = 0$; $I_{LV} = I_{IT}$; $I_H = 0,5 I_{IT}$.

Biểu thức (5.7) và (5.8) có thể được coi là cơ sở để thực hiện rơle có hãm. Các rơle này dựa vào việc so sánh 2 đại lượng:

$$\left| \dot{I}_{IT} - \dot{I}_{IIT} \right| \text{ và } 0,5 \left| \dot{I}_{IT} + \dot{I}_{IIT} \right|$$

Sơ đồ nối BI với rơle như hình 5.7b qua BIG có tỉ số biến đổi $n_1 = 1$, cuộn sơ của BIG chia thành 2 phần bằng nhau, cuộn thứ có dòng hãm đưa vào bộ phận hãm của rơle; dòng so lệch cung cấp cho bộ phận làm việc của rơle được lấy từ điểm giữa của cuộn sơ BIG.



Hình 5.7 : Bảo vệ dòng so lệch có hãm
 a) Đồ thị véc tơ dòng thứ trong mạch bảo vệ
 b) Sơ đồ nguyên lí một pha của bảo vệ

VII. ĐÁNH GIÁ BẢO VỆ SO LỆCH DỌC:

VII.1. Tính chọn lọc:

Theo nguyên tắc tác động, bảo vệ có tính **chọn lọc tuyệt đối**. Khi trong hệ thống điện có dao động hoặc xảy ra tình trạng không đồng bộ, dòng ở 2 đầu phần tử được bảo vệ luôn bằng nhau và không làm cho bảo vệ tác động mất chọn lọc.

VII.2. Tác động nhanh:

Do bảo vệ có tính chọn lọc tuyệt đối nên không yêu cầu phải phối hợp về thời gian với bảo vệ các phần tử kề. Bảo vệ có thể được thực hiện để **tác động không thời gian**.

VII.3. Độ nhạy:

Bảo vệ có **độ nhạy tương đối cao** do dòng khởi động có thể chọn nhỏ hơn dòng làm việc của đường dây.

VII.4. Tính đảm bảo:

Sơ đồ phần role của bảo vệ không phức tạp lắm và làm việc **khá đảm bảo**.

Nhược điểm chủ yếu của bảo vệ là có dây dẫn phụ. Khi đứt dây dẫn phụ có thể làm kéo dài thời gian ngừng hoạt động của bảo vệ, hoặc bảo vệ có thể tác động không đúng (nếu bộ phận kiểm tra đứt mạch thứ không làm việc).

Giá thành của bảo vệ được quyết định bởi giá thành của dây dẫn phụ và chi phí lắp đặt chúng, do vậy đường dây dài giá thành sẽ rất cao.

Từ những phân tích trên cho thấy chỉ nên đặt bảo vệ so lệch dọc cho những đường dây có chiều dài không lớn chủ yếu là trong mạng $\geq 110\text{kV}$ khi không thể áp dụng các bảo vệ khác đơn giản và tin cậy hơn. Lúc ấy nên dùng chung cáp làm dây dẫn phụ của bảo vệ, đồng thời để thực hiện điều khiển xa, đo lường xa, thông tin liên lạc...

Bảo vệ so lệch dọc được áp dụng rộng rãi để bảo vệ cho máy phát, máy biến áp, thanh góp, ... do không gặp phải những khó khăn về dây dẫn phụ.

VIII. BẢO VỆ SO LỆCH NGANG CÓ HƯỚNG:

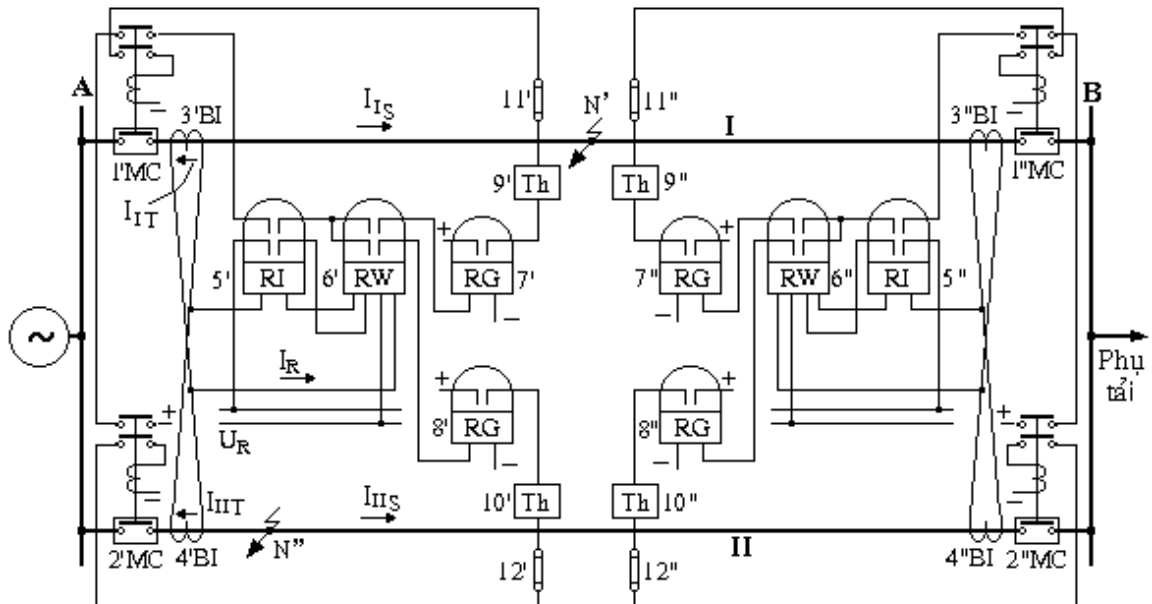
Nguyên tắc tác động bảo vệ so lệch ngang dựa vào việc so sánh dòng trên 2 đường dây song song, trong chế độ làm việc bình thường hoặc khi ngắn mạch ngoài các dòng này có trị số bằng nhau và cùng hướng, còn khi phát sinh hư hỏng trên một đường dây thì chúng sẽ khác nhau.

Bảo vệ được dùng cho 2 đường dây song song nối vào thanh góp qua máy cắt riêng. Khi hư hỏng trên một đường dây, bảo vệ cần phải cắt chỉ đường dây đó và giữ nguyên đường dây không hư hỏng lại làm việc. Muốn vậy bảo vệ phải được đặt ở cả 2 đầu đường dây và có thêm bộ phận định hướng công suất để xác định đường dây bị hư hỏng.

Sơ đồ nguyên lí 1 pha của bảo vệ trên hình 5.9. Các máy biến dòng đặt trên 2 đường dây có tỷ số biến đổi n_I như nhau, cuộn thứ của chúng nối với nhau thế nào để nhận được hiệu các dòng pha cùng tên. Role dòng 5RI làm nhiệm vụ của bộ phận khởi động, role 6RW tác động 2 phía là bộ phận định hướng công suất. Khi chiều dòng điện quy ước như trên hình 5.9, ta có dòng đưa vào các role này là $I_R = I_{IT} - I_{IIT}$.

Áp đưa vào 6RW được lấy từ BU nối vào thanh góp trạm. Role 6RW sẽ tác động đi cắt đường dây có công suất ngắn mạch hướng từ thanh góp vào đường dây và khi ở cả 2 đường dây đều có công suất ngắn mạch hướng từ thanh góp vào đường dây thì 6RW sẽ tác động về phía đường dây có công suất lớn hơn.

Trong chế độ làm việc bình thường hoặc khi ngắn mạch ngoài, dòng I_{IT} , I_{IIT} bằng nhau và trùng pha. Dòng vào role $I_R = I_{IT} - I_{IIT}$ gần bằng 0 ($I_R = I_{KCB}$), nhỏ hơn dòng khởi động I_{KDR} của bộ phận khởi động 5RI và bảo vệ sẽ không tác động.



Hình 5.9 : Bảo vệ so lệch ngang có hướng dùng cho 2 đường dây song song

Khi ngắn mạch trên đường dây I ở điểm N' (hình 5.9), dòng $I_I > I_{II}$. Về phía trạm A có $I_R = I_{IT} - I_{IIT}$; còn phía trạm B có $I_R = 2I_{IIT}$. Role 5RI ở cả 2 phía đều khởi động. Công suất ngắn mạch trên đường dây I phía A lớn hơn trên đường dây II; do vậy 6'RW khởi động về phía đường dây I và bảo vệ cắt máy cắt 1' MC. Về phía trạm B, công suất ngắn mạch trên đường dây I có dấu dương (hướng từ thanh góp vào

đường dây), còn trên đường dây II - âm. Do đó 6"RW cũng khởi động về phía đường dây I và cắt máy cắt 1"MC. Như vậy bảo vệ đảm bảo cắt 2 phía của đường dây hư hỏng I.

Khi ngắn mạch trên đường dây ở gần thanh góp (điểm N"), dòng vào role phía trạm B là $I_R \approx 0$ và lúc đầu nó không khởi động. Tuy nhiên bảo vệ phía trạm A tác động do dòng vào role khá lớn. Sau khi cắt máy cắt 2'MC, phân bố dòng trên đường dây có thay đổi và chỉ đến lúc này bảo vệ phía trạm B mới tác động cắt 2"MC. Hiện tượng khởi động không đồng thời vừa nêu là không mong muốn vì làm tăng thời gian loại trừ hư hỏng ra khỏi mạng điện.

Nguồn thao tác được đưa vào bảo vệ qua các tiếp điểm phụ của 1MC và 2MC. Khi cắt một máy cắt thì tiếp điểm phụ của nó mở và tách bảo vệ ra. Cần thực hiện như vậy vì 2 lí do sau:

- Sau khi cắt 1 đường dây bảo vệ trở thành bảo vệ dòng cực đại không thời gian. Nếu không tách bảo vệ ra, nó có thể cắt không đúng đường dây còn lại khi xảy ra ngắn mạch ngoài.
- Bảo vệ có thể cắt đường dây bị hư hỏng không đồng thời. Khi ngắn mạch tại điểm N", máy cắt 2'MC cắt trước, sau đó toàn bộ dòng hư hỏng sẽ đi đến chỗ ngắn mạch qua đường dây I. Nếu không tách bảo vệ phía trạm A ra, nó có thể cắt không đúng 1'MC của đường dây I không hư hỏng.