

A. GIỚI THIỆU CHUNG

I. MỤC ĐÍCH ĐẶT BẢO VỆ

Trong hệ thống điện, máy biến áp là một trong những phần tử quan trọng nhất liên kết hệ thống sản xuất, truyền tải và phân phối. Vì vậy, việc nghiên cứu các tình trạng làm việc không bình thường, sự cố... xảy ra với MBA là rất cần thiết.

Để bảo vệ cho MBA làm việc an toàn cần phải tính đầy đủ các hư hỏng bên trong MBA và các yếu tố bên ngoài ảnh hưởng đến sự làm việc bình thường của máy biến áp. Từ đó đề ra các phương án bảo vệ tốt nhất, loại trừ các hư hỏng và ngăn ngừa các yếu tố bên ngoài ảnh hưởng đến sự làm việc của MBA.

II. CÁC HƯ HỎNG VÀ TÌNH TRẠNG LÀM VIỆC KHÔNG BÌNH THƯỜNG XẢY RA VỚI MBA

II.1. Sự cố bên trong MBA:

Sự cố bên trong được chia làm hai nhóm sự cố trực tiếp và sự cố gián tiếp.

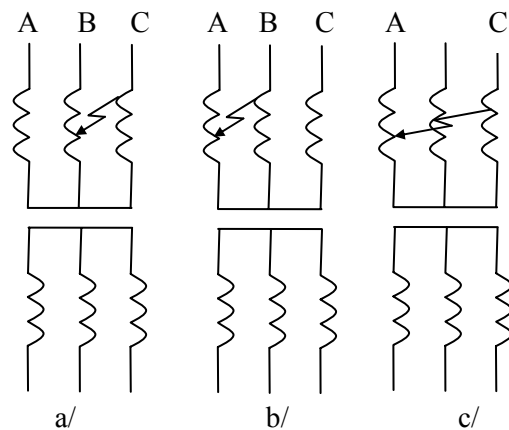
1. Sự cố trực tiếp là ngắn mạch các cuộn dây, hư hỏng cách điện làm thay đổi đột ngột các thông số điện.

2. Sự cố gián tiếp diễn ra từ từ nhưng sẽ trở thành sự cố trực tiếp nếu không phát hiện và xử lý kịp thời (như quá nhiệt bên trong MBA, áp suất dầu tăng cao...).

Vì vậy yêu cầu bảo vệ sự cố trực tiếp phải nhanh chóng cách ly MBA bị sự cố ra khỏi hệ thống điện để giảm ảnh hưởng đến hệ thống. Sự cố gián tiếp không đòi hỏi phải cách ly MBA nhưng phải được phát hiện, có tín hiệu báo cho nhân viên vận hành biết để xử lý. Sau đây phân tích một số sự cố bên trong thường gặp.

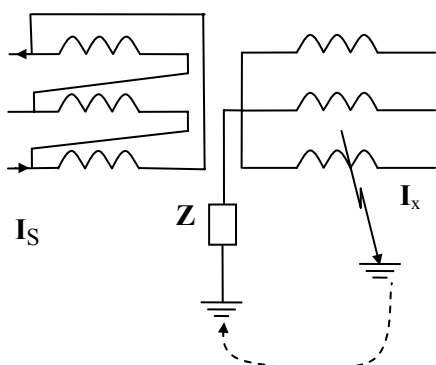
II.1.1. Ngắn mạch giữa các pha trong MBA ba pha:

Dạng ngắn mạch này (hình 2.1) rất hiếm khi xảy ra, nhưng nếu xảy ra dòng ngắn mạch sẽ rất lớn so với dòng một pha.

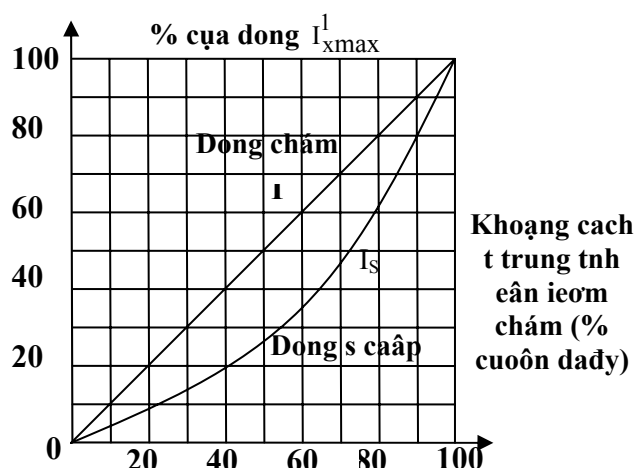


Hình 2.1: Ngắn mạch nhiều pha trong cuộn dây MBA

II.1.2. Ngắn mạch một pha:



Hình 2.2: Ngắn mạch một pha chạm đất



Hình 2.3: Dòng điện chạm đất một pha của MBA ngoài đất qua toang tr

Có thể là chạm vỏ hoặc chạm lõi thép MBA. Dòng ngắn mạch một pha lớn hay nhỏ phụ thuộc chế độ làm việc của điểm trung tính MBA đối với đất và tỷ lệ vào khoảng cách từ điểm chạm đất đến điểm trung tính.

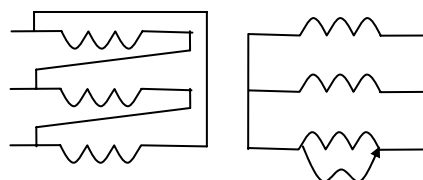
Dưới đây là đồ thị quan hệ dòng điện sự cố theo vị trí điểm ngắn mạch (hình 2.3). Từ đồ thị ta thấy khi điểm sự cố dịch chuyển xa điểm trung tính tới đầu cực MBA, dòng điện sự cố càng tăng.

II.1.3. Ngắn mạch giữa các vòng dây của cùng một pha:

Khoảng (70÷80)% hư hỏng MBA là từ chạm chập giữa các vòng dây cùng 1 pha bên trong MBA (hình 2.4).

Trường hợp này dòng điện tại chỗ ngắn mạch rất lớn vì một số vòng dây bị nối ngắn mạch, dòng điện này phát nóng đốt cháy cách điện cuộn dây và dầu biến áp, nhưng dòng điện từ nguồn tới máy biến áp I_s có thể vẫn nhỏ (vì tỷ số MBA rất lớn so với số ít vòng dây bị ngắn mạch) không đủ cho bảo vệ rơle tác động.

Ngoài ra còn có các sự cố như hư thùng dầu, hư sứ dẫn, hư bộ phận điều chỉnh đầu phân áp ...



Hình 2.4: Ngắn mạch giữa các vòng dây trong cùng một pha

II.2. Dòng điện từ hoá tăng vọt khi đóng MBA không tải:

Hiện tượng dòng điện từ hoá tăng vọt có thể xuất hiện vào thời điểm đóng MBA không tải. Dòng điện này chỉ xuất hiện trong cuộn sơ cấp MBA. Nhưng đây không phải là dòng điện ngắn mạch do đó yêu cầu bảo vệ không được tác động.

II.3. Sự cố bên ngoài ảnh hưởng đến tình trạng làm việc của MBA:

3. Dòng điện tăng cao do ngắn mạch ngoài và quá tải.
4. Mức dầu bị hạ thấp do nhiệt độ không khí xung quanh MBA giảm đột ngột.
5. Quá điện áp khi ngắn mạch một pha trong hệ thống điện...

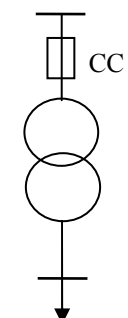
B. CÁC LOẠI BẢO VỆ THƯỜNG SỬ DỤNG ĐỂ BẢO VỆ MBA

I. BẢO VỆ CHỐNG SỰ CỐ TRỰC TIẾP BÊN TRONG MBA

I.1. Bảo vệ quá dòng điện:

I.1.1. Cầu chì:

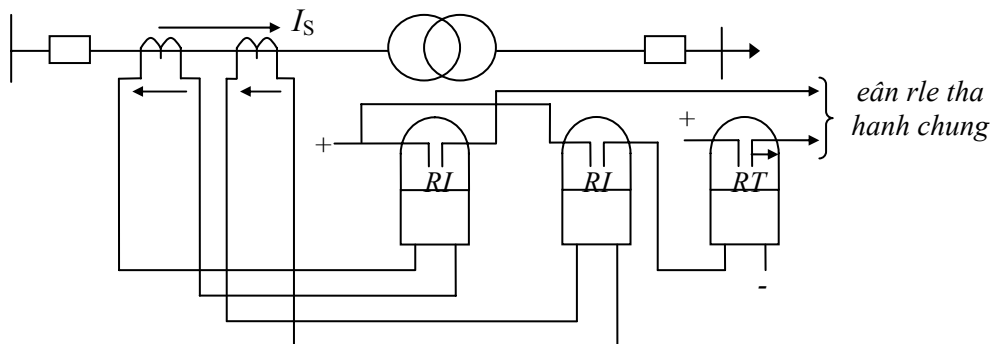
Với MBA phân phối nhỏ thường được bảo vệ chỉ bằng cầu chì (hình 2.5). Trong trường hợp máy cắt không được dùng thì cầu chì làm nhiệm vụ cắt sự cố tự động, cầu chì là phân tử bảo vệ quá dòng điện và chịu được dòng điện làm việc cực đại của MBA. Cầu chì không được đứt trong thời gian quá tải ngắn như động cơ khởi động, dòng từ hoá nhảy vọt khi đóng MBA không tải...



Hình 2.5

I.1.2. Rơle quá dòng điện:

Máy biến áp lớn với công suất (1000-1600)KVA hai dây quấn, điện áp đến 35KV, có trang bị máy cắt, bảo vệ quá dòng điện được dùng làm bảo vệ chính, MBA có công suất lớn hơn bảo vệ quá dòng được dùng làm bảo vệ dự trữ. Để nâng cao độ nhạy cho bảo vệ người ta dùng bảo vệ quá dòng có kiểm tra áp (BVQIKU). Đôi khi bảo vệ cắt nhanh có thể được thêm vào và tạo thành bảo vệ quá dòng có hai cấp (hình 2.6). Với MBA 2 cuộn dây dùng một bộ bảo vệ đặt phía nguồn cung cấp. Với MBA nhiều cuộn dây thường mỗi phía đặt một bộ.

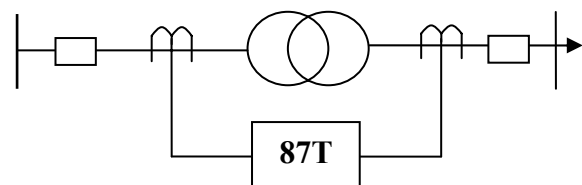


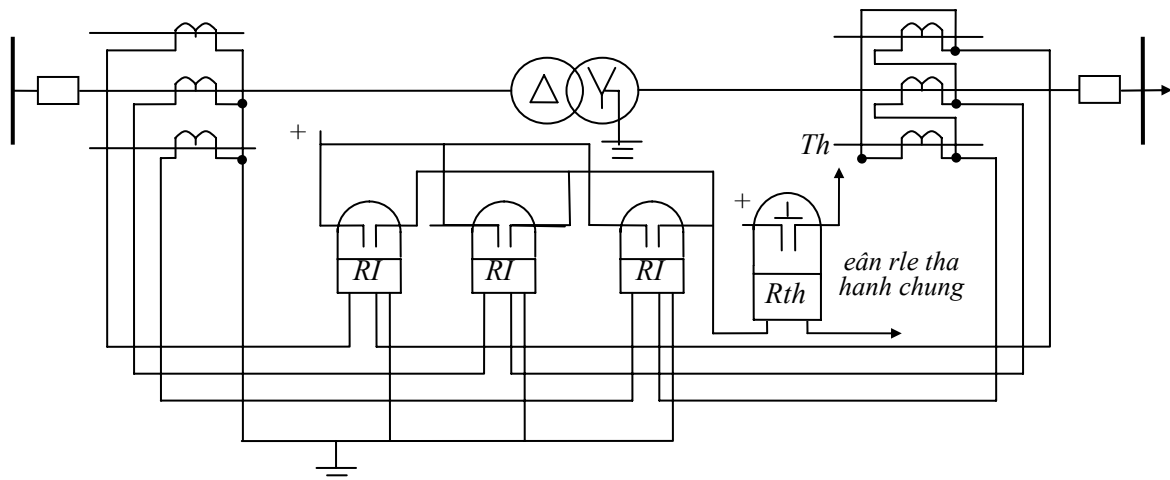
Hình 2.6: Sơ đồ nguyên lý bảo vệ quá dòng cắt nhanh và có thời gian

I.2. Bảo vệ so lệch dọc:

Đối với MBA công suất lớn làm việc ở lưới cao áp, bảo vệ so lệch (87T) được dùng làm bảo vệ chính. Nhiệm vụ chống ngắn mạch trong các cuộn dây và ở đầu ra của MBA.

Bảo vệ làm việc dựa trên nguyên tắc so sánh trực tiếp dòng điện ở hai đầu phân tử được bảo vệ. Bảo vệ sẽ tác động đưa tín hiệu đi cắt máy cắt khi sự cố xảy ra trong vùng bảo vệ (vùng bảo vệ là vùng giới hạn giữa các BÌ mắc vào mạch so lệch).





Hình 2.7: Sơ đồ nguyên lý bảo vệ so lệch MBA 2 cuộn dây

Khác với bảo vệ so lệch các phần tử khác (như máy phát...), dòng điện sơ cấp ở hai (hoặc nhiều) phía của MBA thường khác nhau về trị số (theo tỷ số biến áp) và về góc pha (theo tổ đấu dây). Vì vậy tỷ số, sơ đồ BI được chọn phải thích hợp để cân bằng dòng thứ cấp và bù sự lệch pha giữa các dòng điện ở các phía MBA.

Dòng không cân bằng chạy trong bảo vệ so lệch MBA khi xảy ra ngắn mạch ngoài lớn hơn nhiều lần đối với bảo vệ so lệch các phần tử khác.

Các yếu tố ảnh hưởng nhiều đến dòng không cân bằng trong bảo vệ so lệch MBA khi ngắn mạch ngoài là:

6. Do sự thay đổi đầu phân áp MBA.
7. Sự khác nhau giữa tỷ số MBA, tỷ số BI, nấc chỉnh role.
8. Sai số khác nhau giữa các BI ở các pha MBA.

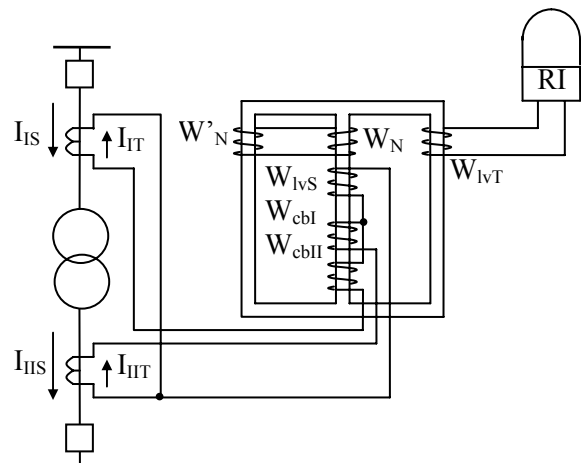
Vì vậy, bảo vệ so lệch MBA thường dùng rơle thông qua máy biến dòng bảo hòa trung gian (loại rơle điện cơ điển hình như rơle PHT của Liên Xô) hoặc rơle so lệch tác động có hãm (như loại ÔZT của Liên Xô).

Hình 2.8 cho sơ đồ nguyên lý một pha của bảo vệ so lệch có dùng máy biến dòng bảo hòa trung gian. Trong đó máy biến dòng bảo hòa trung gian có hai nhiệm vụ chính:

9. Cân bằng các sức từ động do dòng điện trong các nhánh gây nên ở tình trạng bình thường và ngắn mạch ngoài theo phương trình:

$$I_{IT}(W_{cbI} + W_{IVS}) + I_{IIT}(W_{cbII} + W_{IVS}) = 0$$

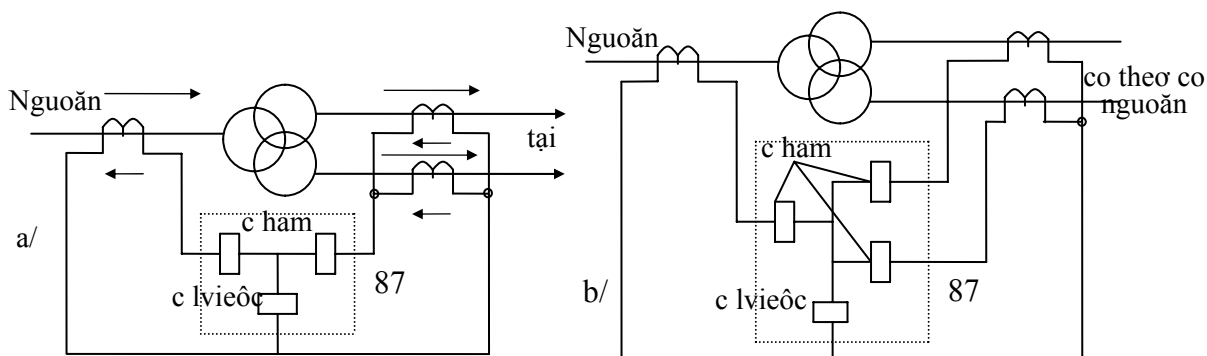
10. Nhờ hiện tượng bảo hòa của mạch từ làm giảm ảnh hưởng của dòng điện không cân bằng I_{kcb} (có chứa phần lớn dòng không chu kỳ).



Hình 2.8: Sơ đồ nguyên lý bảo vệ so lệch có dùng máy biến dòng bảo hòa trung gian

I.3. Bảo vệ MBA ba cuộn dây dùng rơle so lệch có hãm:

Nếu MBA ba cuộn dây chỉ được cung cấp nguồn từ một phía, hai phía kia nối với tải có các cấp điện áp khác nhau, rơle so lệch được dùng như bảo vệ MBA hai cuộn dây (hình 2.9a). Tổng dòng điện thứ cấp hai BI phía tải sẽ cân bằng với dòng điện thứ cấp BI phía nguồn trong điều kiện làm việc bình thường. Khi MBA có hơn một nguồn cung cấp, rơle so lệch dùng hai cuộn hãm riêng biệt bố trí như hình 2.9b.

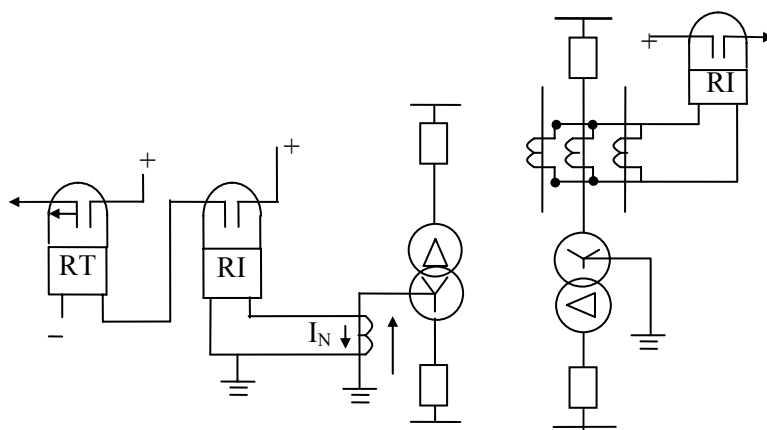


Hình 2.9: Sơ đồ bảo vệ so lệch có hãm MBA ba cuộn dây

I.4. Bảo vệ chống chạm đất cuộn dây MBA:

Đối với MBA có trung tính nối đất, để bảo vệ chống chạm đất một điểm trong cuộn dây MBA có thể được thực hiện bởi rơle quá dòng điện hay so lệch thứ tự không. Phương án được chọn tùy thuộc vào loại, cỡ, tổ đấu dây MBA.

Khi dùng bảo vệ quá dòng thứ tự không bảo vệ nối vào BI đặt ở trung tính MBA, hoặc bộ lọc dòng thứ tự không gồm ba BI đặt ở phía điện áp có trung tính nối đất trực tiếp (hình 2.10). Đối với trường hợp trung tính cuộn dây nối sao nối qua tổng trở nối đất bảo vệ quá dòng điện thường không đủ độ nhạy, khi đó người ta dùng rơle so lệch như hình 2.12a. Bảo vệ này so sánh dòng chạy ở dây nối đất I_N và tổng dòng điện 3 pha (I_O). Chọn I_N là thành phần làm việc và nó xuất hiện khi có chạm đất trong vùng bảo vệ. Khi chạm đất ngoài vùng bảo vệ dòng thứ tự không (I_O tổng dòng các pha) có trị số bằng nhưng ngược pha với dòng qua dây trung tính I_N .



Hình 2.10: Sơ đồ nguyên lý bảo vệ chống chạm đất MBA bằng bảo vệ quá dòng điện

Các đại lượng làm việc và hêm như sau:

$$I_{IV} = |I_N| \quad (2-1)$$

$$I_{h1} = I_N + I_0; I_{h2} = I_N - I_0 \quad (2-2)$$

Các dòng điện hêm được phối hợp với nhau về độ lớn để tạo nên tác dụng hêm theo quan hệ:

$$I_h = k(|I_N - I_0| - |I_N + I_0|) \quad (2-3)$$

Với I_N : dòng dây nối đất; $I_0 \approx I_A + I_B + I_C$; k: hằng số tỷ lệ.

Khảo sát cách làm việc của rơle so lệch thứ tự không:

Khi chạm đất bên ngoài:

I_0 ngược pha với I_N và bằng nhau về trị số: $I_0 = -I_N$.

Giả thiết chọn $k=1$, lúc đó

$$I_{IV} = |I_N|, I_h = |I_N + I_N| - |I_N - I_N| = 2|I_N|,$$

$$I_h = 2I_{IV}.$$

Khi chạm đất bên trong, chỉ có thành phần qua trung tính: $I_0 = 0$;

$$I_{IV} = |I_N|;$$

$$I_h = |I_N - 0| - |I_N + 0| = 0.$$

Qua phân tích trên ta thấy, khi chạm đất bên trong thành phần hêm không xuất hiện. Như thế chỉ cần dòng

chạm đất nhỏ xuất hiện khi chạm đất trong vùng bảo vệ (vùng giới hạn giữa các BI), bảo vệ sẽ cho tín hiệu tác động. Ngược lại khi chạm đất bên ngoài tác động hêm rất mạnh.

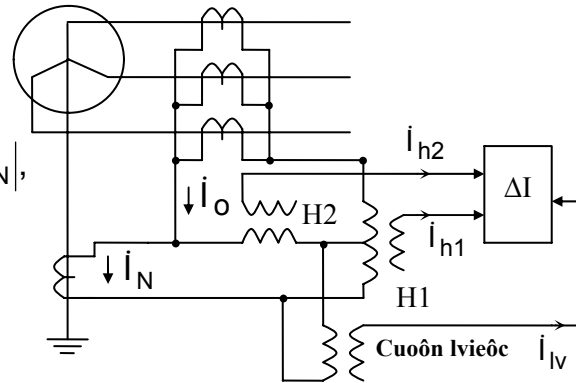
Nếu cuộn sao MBA nối đất qua tổng trở cao, rơle so lệch 87N có thể không đủ độ nhạy tác động, người ta có thể thay bằng rơle so lệch chống chạm đất tổng trở cao 64N (hình 2.12b). Rơle so lệch tổng trở cao được mắc song song với điện trở R có trị số khá lớn.

Trong chế độ làm việc bình thường hay ngắn mạch ngoài vùng bảo vệ (vùng giới hạn giữa các BI), ta có:

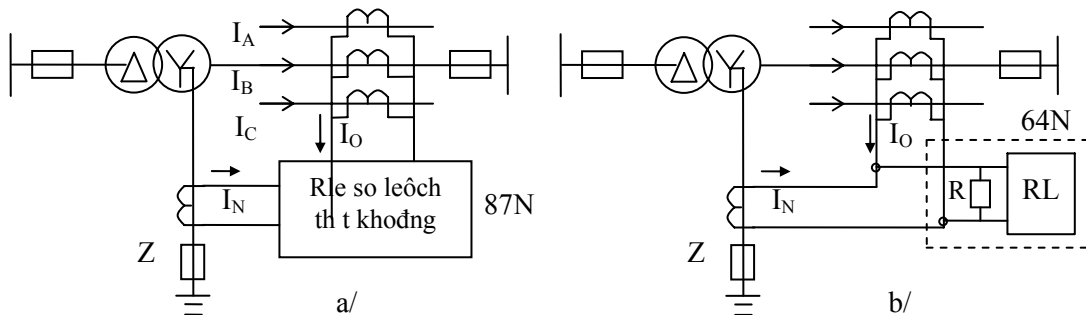
$$\Delta I_0 = I_0 - I_N \quad (2-4)$$

Nếu bỏ qua sai số của BI, ta có dòng điện thứ cấp chạy qua điện trở R bằng không và điện áp đặt lên rơle cũng bằng không, rơle sẽ không tác động.

Khi chạm đất trong vùng bảo vệ, lúc đó $I_0 = 0$ nên $\Delta I_0 = I_N$ toàn bộ dòng chạm đất sẽ chạy qua điện trở R tạo nên điện áp rất lớn đặt trên rơle, rơle sẽ tác động.



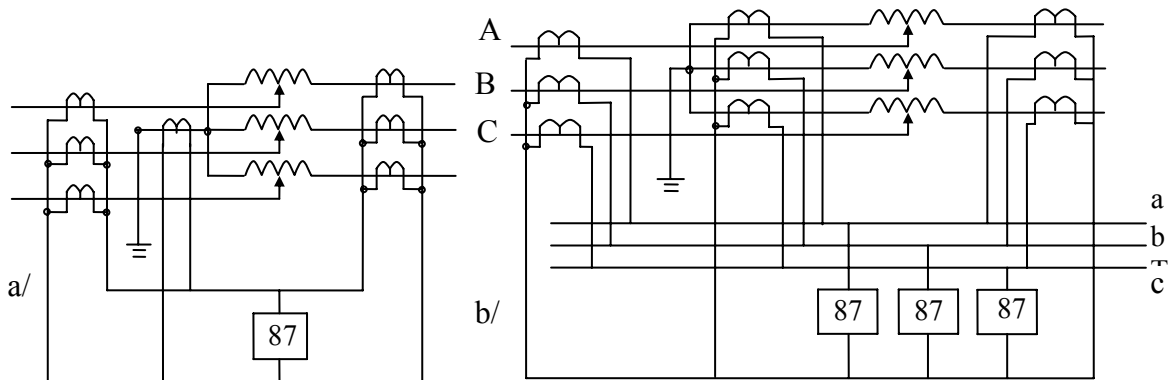
Hình 2.11: Sơ đồ nguyên lý bảo vệ so lệch thứ tự không có hêm



Hình 2.12: Sơ đồ nguyên lý bảo vệ so lệch thứ tự không

I.5. Bảo vệ MBA tự ngẫu:

Bảo vệ chính MBA tự ngẫu cũng là bảo vệ so lệch. Bảo vệ dựa trên cơ sở định luật Kirchoff, đó là tổng vectơ dòng điện vào ra các nhánh của đối tượng bảo vệ bằng không (ngoại trừ trường hợp sự cố).

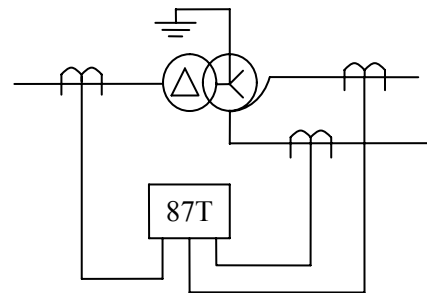


Hình 2.13: Bảo vệ so lệch MBA tự ngẫu

Bảo vệ so sánh dòng điện thuộc hai nhóm: nhóm BI nối vào đầu cực MBA và nhóm BI nối vào trung tính MBA. Nếu bảo vệ chỉ dùng một biến dòng đặt ở trung tính MBA, các BI đặt ở đầu cực MBA được nối thành bộ lọc thứ tự không và nối đến một role, khi đó tạo thành bảo vệ so lệch chống chạm đất bên trong MBA tự ngẫu (hình 2.13a).

Trong trường hợp cuộn thứ ba (cuộn tam giác) không nối với tải, máy biến áp tự ngẫu dùng để liên kết hệ thống siêu cao áp và cao áp. Sơ đồ bảo vệ có thể thực hiện như hình 13b, các BI được phối hợp trên mỗi pha gần trung tính (điểm cuối của cuộn dây MBA) và dùng 3 role, lúc đó bảo vệ đáp ứng chống ngắn mạch nhiều pha và một pha bên trong cuộn dây chính MBA tự ngẫu. Sơ đồ này không đáp ứng khi sự cố cuộn dây thứ ba, để bảo vệ cho cuộn dây thứ ba trong trường hợp này người ta thường dùng bảo vệ quá dòng điện.

Bảo vệ tất cả các cuộn dây MBA tự ngẫu tương tự như bảo vệ cho MBA ba cuộn dây (hình 2.14).



Hình 2.14: Sơ đồ nguyên lý bảo vệ so lệch MBA tự ngẫu

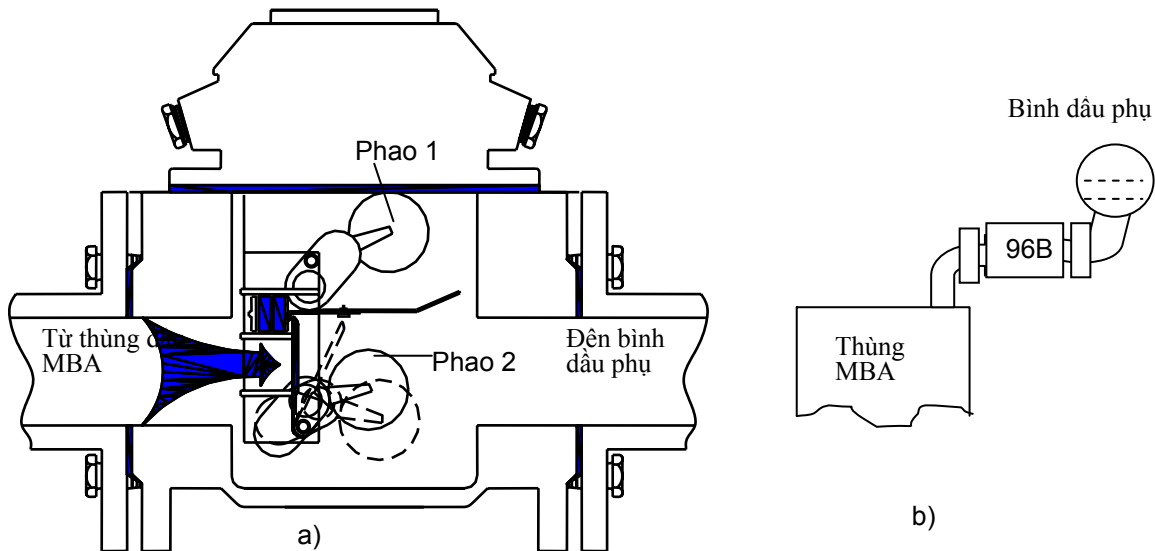
II. BẢO VỆ CHỐNG SỰ CỐ GIÁN TIẾP BÊN TRONG MBA

- ~ Có các loại bảo vệ sau:
- ~ Role khí (BUCHHOLZ).
- ~ Bảo vệ quá nhiệt.
- ~ Role phát hiện tốc độ tăng, giảm áp suất dầu.
- ~ Bảo vệ dòng dầu bộ điều áp.

Sử dụng loại nào là tùy quan điểm của nhà sản xuất và tùy từng cỡ máy. Thường được dùng phổ biến là role khí (hình 2.15).

II.1. Role khí Buchholz (96B):

Role hoạt động dựa vào sự bốc hơi của dầu máy biến áp khi bị sự cố và mức độ hạ thấp dầu quá mức cho phép.



Hình 2.15: Nguyên lý cấu tạo (a) và vị trí bố trí trên MBA của role hơi

Role khí được đặt trên đoạn ống nối từ thùng dầu đến bình dẫn dầu của MBA. Role có hai cấp tác động gồm có hai phao bằng kim loại mang bầu thủy tinh có tiếp điểm thủy ngân hay tiếp điểm từ. Ở chế độ làm việc bình thường trong bình đầy dầu, các phao nổi lơ lửng trong dầu, tiếp điểm role ở trạng thái hở. Khi khí bốc ra yếu (ví dụ vì dầu nóng do quá tải), khí tập trung lên phía trên của bình role đẩy phao số 1 xuống, role gửi tín hiệu cấp 1 cảnh báo. Nếu khí bốc ra mạnh (chẳng hạn do ngắn mạch cuộn dây MBA đặt trong thùng dầu) lượng khí đi chuyển từ thùng dầu lên bình dẫn dầu đẩy phao số 2 xuống gửi tín hiệu đi cắt máy cắt của MBA.

Một van thử được lắp trên role: Khi thử nghiệm role, lắp máy bơm không khí nén vào đầu van thử. Mở khóa van, không khí nén bên trong role cho đèn khi phao hạ xuống đóng tiếp điểm.

Một nút nhấn thử để kiểm tra sự làm việc của 2 phao. Khi nhấn nút thử đến nửa hành trình, sẽ tác động cơ khí cho phao trên hạ xuống (lúc này cả 2 phao đang nâng lên vì role chứa đầy dầu) đóng tiếp điểm báo hiệu (cấp 1) của phao trên. Tiếp tục nhấn nút thử đến cuối hành trình, sẽ tác động cơ khí cho phao dưới cũng bị hạ xuống (do phao trên đã hạ xuống rồi) đóng tiếp điểm mở máy cắt (cấp 2) của phao dưới.

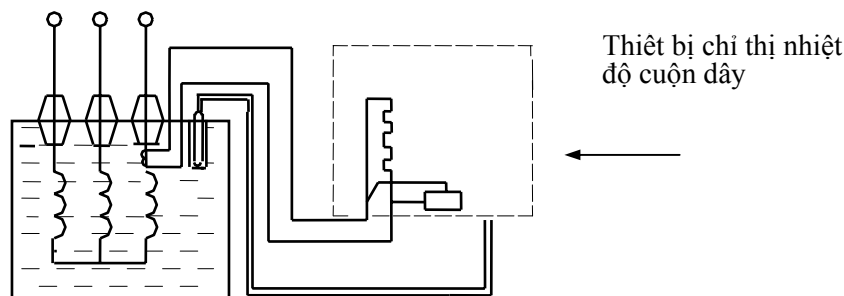
Dựa vào thành phần và khối lượng hơi sinh ra người ta có thể xác định được tính chất và mức độ sự cố. Do đó trên role hơi còn có thêm van để lấy hỗn hợp khí sinh ra nhằm phục vụ cho việc phân tích sự cố. Role hơi tác động chậm thời gian làm việc tối thiểu là 0,1s; trung bình là 0,2s.

II.2. Role bảo vệ quá nhiệt cuộn dây MBA (26W):

Nhiệt độ định mức máy biến áp phụ thuộc chủ yếu vào dòng điện tải chạy qua cuộn dây MBA và nhiệt độ của môi trường xung quanh. Tùy theo từng loại cũng như công suất định mức của MBA mà dải nhiệt độ cho phép của chúng có thể thay đổi, thông thường nhiệt độ của cuộn dây dưới 95°C được xem là bình thường.

Thiết bị chỉ thị nhiệt độ cuộn dây được trình bày như hình 2.39 (tương tự thiết bị chỉ thị nhiệt độ dầu).

Để đo nhiệt độ cuộn dây MBA người ta thường dùng thiết bị loại AKM 35, đây là thiết bị sử dụng điện trở nhiệt có phân tử đốt nóng được cấp điện từ biến dòng phía cao và hạ máy biến áp. Rơle nhiệt độ cuộn dây gồm bốn bộ tiếp điểm (mỗi bộ có một tiếp điểm thường mở, một tiếp điểm thường đóng với cực chung) lắp bên trong một nhiệt kế có kim chỉ thị.



Hình 2.40: Thiết bị chỉ thị nhiệt độ cuộn dây

Cơ cấu rơle gồm: chỉ thị quay để ghi số đo, một bộ phận cảm biến nhiệt, một ống mao dẫn nối bộ phận cảm biến nhiệt với cơ cấu chỉ thị. Bên trong ống mao dẫn là chất lỏng được nén lại. Sự co giãn của chất lỏng trong ống mao dẫn thay đổi theo nhiệt độ mà bộ cảm biến nhận được, tác động lên cơ cấu chỉ thị và bốn bộ tiếp điểm. Đồng thời, tác động lên cơ cấu chỉ thị và các tiếp điểm, còn có một điện trở đốt nóng. Cuộn dây thứ cấp của một máy biến dòng điện đặt tại chân sứ máy biến áp được nối với điện trở đốt nóng. Để chỉnh định cho phân tử đốt nóng, người ta sử dụng một biến trở đặt ở tủ điều khiển cạnh máy biến áp. Tác dụng của điện trở đốt nóng (tùy theo dòng điện qua cuộn dây máy biến áp) và bộ cảm biến nhiệt lên cơ cấu đo cùng các bộ tiếp điểm sẽ tương ứng với nhiệt độ điểm nóng, nhiệt độ của cuộn dây.

Có 4 vít điều chỉnh nhiệt độ để đặt trị số tác động cho 4 bộ tiếp điểm. Tùy theo thiết kế, các tiếp điểm rơle nhiệt độ có thể được nối vào các mạch, báo hiệu sự cố “nhiệt độ cuộn dây cao”, mạch tự động mở máy cắt để cô lập máy biến áp, mạch tự động khởi động và ngừng các quạt làm mát máy biến áp.

~ Rơle nhiệt độ cuộn dây hoạt động ở 2 cấp:

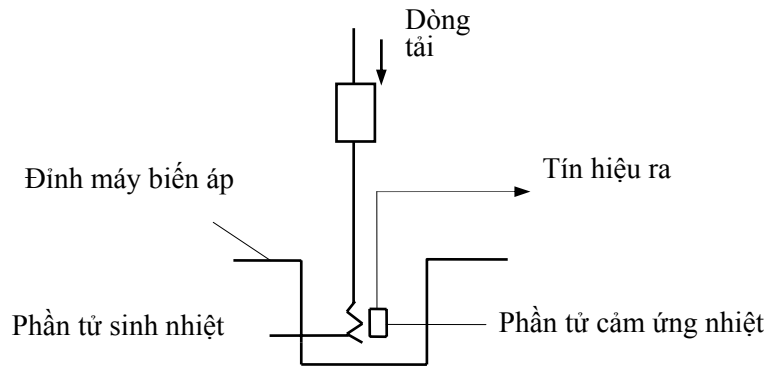
Cấp 1: Khi nhiệt độ cuộn dây MBA ở 115°C sẽ báo động bằng tín hiệu đèn còi.

Cấp 2: Khi nhiệt độ cuộn dây MBA là 120°C thì báo động bằng tín hiệu đèn còi và tác động đi cắt máy cắt cô lập máy biến áp ra khỏi lưới.

Ngoài ra, rơle nhiệt độ cuộn dây MBA còn có tác dụng đưa các tín hiệu đi điều khiển hệ thống làm mát cho MBA. Ví dụ đối với MBA làm mát bằng quạt thổi thì hệ thống quạt mát sẽ làm việc khi nhiệt độ cuộn dây MBA đạt đến một trong các giá trị 75°C ở cuộn cao, 80°C ở cuộn hạ và 60°C đối với nhiệt độ dầu. Hệ thống này sẽ dừng khi nhiệt độ cuộn dây và dầu MBA giảm 10°C dưới các giá trị khởi động trên.

II.3. Rơle nhiệt độ dầu (26Q):

Để đo nhiệt độ lớp dầu trên sử dụng hai đồng hồ. Một đồng hồ nhiệt độ dầu báo tín hiệu ở 80°C và một đồng hồ nhiệt độ dầu tác động cắt máy cắt ở 90°C . Các đồng hồ này sử dụng nguyên lý cảm ứng nhiệt độ. Phân tử cảm ứng nhiệt được bỏ trong hộp nhỏ và được đặt gần đỉnh của thùng dầu của máy biến áp.



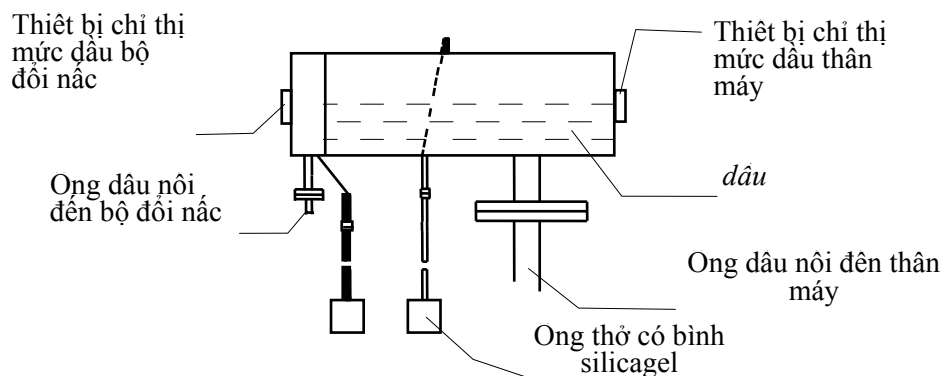
Hình 2.38: Cách lắp role nhiệt độ trong máy biến áp

Role nhiệt độ dầu gồm có cơ cấu chỉ thị quay để ghi số đo, một bộ phận cảm biến nhiệt, một ống mao dẫn nối bộ phận cảm biến nhiệt với cơ cấu chỉ thị. Bên trong ống mao dẫn là chất lỏng (dung dịch hữu cơ) được nén lại. Sự co giãn của chất lỏng (trong ống mao dẫn) thay đổi theo nhiệt độ mà bộ phận cảm biến nhiệt nhận được, sẽ tác động cơ cấu chỉ thị và các tiếp điểm. Các tiếp điểm sẽ đổi trạng thái “mở” thành “đóng”, “đóng” thành “mở” khi nhiệt độ cao hơn trị số đặt trước. Bộ phận cảm biến nhiệt được lắp trong lỗ trụ bọc kín, ở phía trên nắp máy biến áp, bao quanh lỗ trụ là dầu, để đo nhiệt độ lớp dầu trên cùng của máy biến áp. Thường dùng nhiệt kế có 2 (hoặc 4) vít điều chỉnh nhiệt độ để có thể đặt sẵn 2 (hoặc 4) trị số tác động cho 2 (hoặc 4) bộ tiếp điểm riêng rẽ lắp trong nhiệt kế. Khi nhiệt độ cao hơn trị số lắp đặt cấp 1, role sẽ đóng tiếp điểm cấp 1 để báo tín hiệu sự cố “nhiệt độ dầu cao” của máy biến áp. Khi nhiệt độ tiếp tục cao hơn trị số cấp 2, role sẽ đóng thêm tiếp điểm cấp 2 để tự động cắt máy cắt, cắt điện máy biến áp, đồng thời cũng có mạch đi báo hiệu sự cố “cắt do nhiệt độ dầu cao” (Bộ phận chỉ thị nhiệt độ như hình 2.39).

Trong đó:

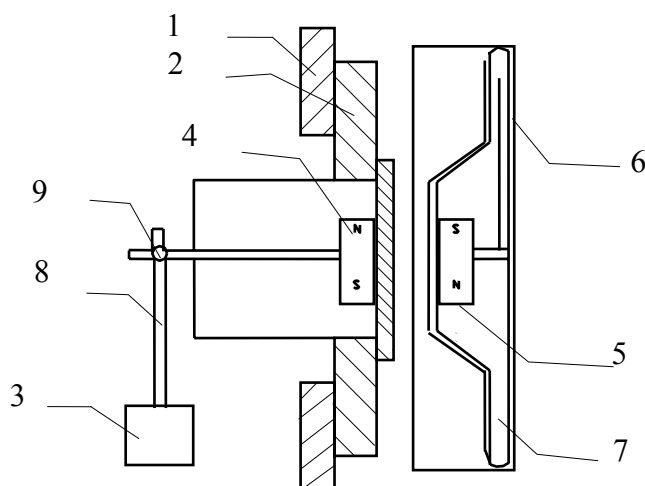
- ~ 1. Bộ phận cảm biến nhiệt.
- ~ 2. Ống mao dẫn (capillary tubo).
- ~ 3. Kim chỉ thị nhiệt độ.
- ~ 4. Hai vít điều chỉnh nhiệt độ hai bộ tiếp điểm.
- ~ 5. Hai bộ tiếp điểm role nhiệt độ dầu.
- ~ Nhiệt độ môi trường sử dụng : -10°C đến 70°C .
- ~ Thang đo : $-20^{\circ}\text{C} \rightarrow 0 \rightarrow +130^{\circ}\text{C}$.
- ~ Thang điều chỉnh : $-20^{\circ}\text{C} \rightarrow 0 \rightarrow +130^{\circ}\text{C}$.
- ~ Sai số của trị số đo được : $+3^{\circ}\text{C}$.
- ~ Khoảng sai biệt tác động của tiếp điểm : 10-14.

II.4. Cấu tạo role mức dầu tại máy biến áp (33):



Hình 2.41: Vị trí lắp role mức dầu tại máy biến áp

Role mức dầu gồm hai bộ tiếp điểm lắp bên trong thiết bị chỉ thị mức dầu, ở máy biến áp có bộ đổi nấc điện áp có tải (bộ điều áp dưới tải) thì thùng giãn nở dầu được chia làm hai ngăn (hình 2.41). Ngăn có thể tích chiếm phần lớn thùng giãn nở, được nối ống liên thông dầu qua role hơi đến thùng chính máy biến áp (để có thể tích giãn nở dầu cho máy biến áp). Ngăn có thể tích chiếm phần nhỏ hơn nhiều của thùng giãn nở, sẽ được nối ống liên dầu đến thùng chứa bộ điều áp dưới tải. Thùng chính máy biến áp và thùng bộ đổi nấc được thiết kế riêng rẽ, không có liên thông dầu với nhau. Vì vậy, có hai thiết bị chỉ mức dầu lắp tại hai đầu thùng giãn nở để đo mức dầu của hai ngăn thiết bị chỉ thị mức dầu máy biến áp và thiết bị chỉ mức dầu bộ điều áp dưới tải.



Hình 2.42: Cấu tạo của thiết bị chỉ thị mức dầu

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| 1. Vỏ máy. | 6. Kim chỉ thị. |
| 2. Vòng đệm. | 7. Mặt chỉ thị. |
| 3. Phao. | 8. Thanh quay. |
| 4. Nam châm vĩnh cửu. | 9. Trục quay. |
| 5. Nam châm vĩnh cửu. | |

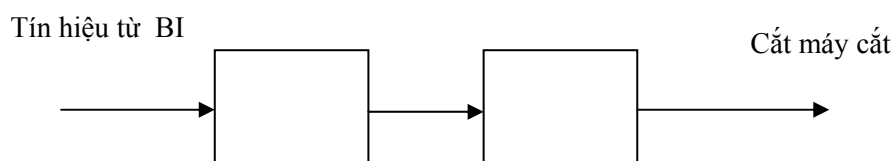
Cơ cấu của thiết bị chỉ thị mức dầu gồm hai bộ phận (hình 2.42): Bộ phận điều khiển và bộ phận chỉ thị. Bộ phận điều khiển có một phao (3), thanh quay (8) trục quay (9) có lắp nam châm vĩnh cửu (4). Bộ phận điều khiển lắp trên vỏ máy (đầu thùng giãn nở) có vòng đệm. Bộ phận chỉ thị gồm kim chỉ (6) lắp trên trục mang một nam châm vĩnh cửu (5). Bộ phận chỉ thị được làm bằng nhôm để tránh bị ảnh hưởng từ trường nam châm và chống ảnh hưởng của nước.

Khi mức dầu nâng hạ thì phao (3) nâng hạ theo. Chuyển động nâng hạ của phao được chuyển thành chuyển động quay của trục (9) nhờ thanh quay (8). Khi quay từ trường do nam châm (4) sẽ điều khiển cho nam châm (5) quay sao cho hai cực khác tên (N và S) của hai nam châm đối diện nhau (hai cực cùng tên có lực đẩy, hai cực khác tên có lực hút nhau). Do vậy kim chỉ thị quay theo nam châm (5), ghi được mức dầu trên mặt chỉ thị. Bộ phận chỉ thị cũng tác động đóng mở các tiếp điểm role mức dầu để đưa tín hiệu vào mạch báo động hoặc mạch cắt tùy theo từng thiết kế.

II.5. Bảo vệ áp suất tăng cao trong máy biến áp (63):

Role bảo vệ dự phòng cho máy biến thế lực, chỉ danh vận hành là R.63. Khi có sự cố trong máy biến áp, hồ quang điện làm dầu sôi và bốc hơi ngay, tạo nên áp suất rất lớn trong máy biến áp. Thiết bị an toàn áp suất lắp trên nắp thùng chính máy biến áp sẽ mở rất nhanh (mở hết van khoảng 2ms) để thoát khí dầu từ thùng chính MBA ra môi trường ngoài, áp suất trong thùng chính sẽ giảm. Trong thiết bị an toàn áp suất có gắn role áp suất.

* Sơ đồ khối của bảo vệ R.63 tại trạm:



Hình 2.43: Sơ đồ khối bảo vệ R.63

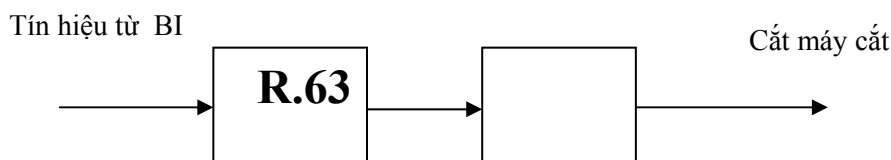
Ở tình trạng làm việc bình thường, van đĩa bị nén bởi lò xo nên làm kín thùng chính máy biến áp. Khi có sự cố bên trong thùng chính máy biến áp thì áp suất trong thùng chính tăng cao sẽ lớn hơn áp lực nén của lò xo, van đĩa sẽ chuyển động thẳng lên, làm hở thành khe hở xung quanh chu vi van đĩa. Khí sẽ thoát ra tại khe hở vòng đệm, làm giảm áp suất trong thùng. Khi van đĩa di chuyển lên thì cũng tác động lên cái chỉ thị cơ khí bung lên, đồng thời tác động tiếp điểm role áp suất gọi tín hiệu tới mạch bảo động và tự động cắt máy cắt cô lập máy biến áp ra khỏi lưới điện. Khi áp suất trở lại bình thường, muốn tái lập lại MBA thì phải nhân cái chỉ thị cơ khí (đã bị bung lên) về vị trí cũ, đồng thời đặt lại role áp suất bằng nút nhấn.

II.6. Bảo vệ áp suất tăng cao trong bộ đổi nấc máy biến áp (R.63 OLTC):

Role bảo vệ tác động theo áp suất thùng điều áp dưới tải máy biến áp lực, là bảo vệ dự phòng cho máy biến áp. Chỉ danh vận hành trên sơ đồ bảo vệ là R.63 OLTC (On Load Tap Changer).

Cấu tạo và nguyên lý vận hành của role tương tự như R.63 đã nói ở trên. Khi có sự cố bên trong thùng đổi nấc máy biến áp thì role sẽ tác động và tự động cắt máy cắt cô lập MBA ra khỏi lưới điện.

Sơ đồ khối của bảo vệ R.63 OLTC tại trạm:



Hình 2.44: Sơ đồ khối bảo vệ R63 OLTC

Muốn tái lập lại MBA sau khi role tác động phải đặt lại Role khóa trung gian R86.

II.7. Role khóa trung gian (86):

Role khóa trung gian R.86 thường được dùng là loại kiểu MVAJ-21 nhà chế tạo GEC ALSTOM.

~ Đặc điểm và ứng dụng của role như sau:

Thiết bị này dùng để ngắt mạch điện với độ an toàn cao, đặc biệt chúng có thể dùng để ngắt mạch điện hoặc điều khiển các hoạt động đóng ngắt do tín hiệu được gọi tới từ các role khác. Role này có thể hoạt động ở hai chế độ tức thời hoặc có thời gian trì hoãn.

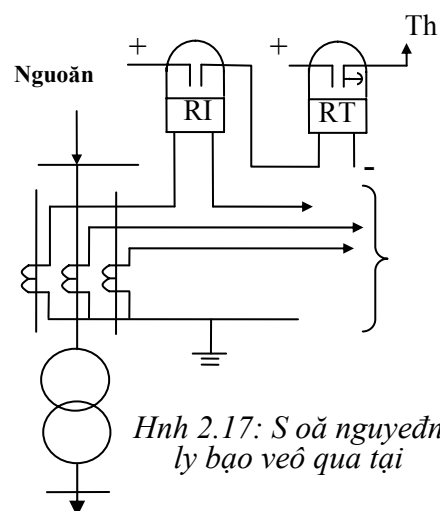
~ Role MVAJ có khả năng dập tắt được sự phóng điện do điện dung.

Role MVAJ là loại thiết bị bảo vệ dùng để giám sát sự hoạt động của các loại role bảo vệ khác.

* Nguyên tắc hoạt động:

Role MVAJ-21 chỉ hoạt động khi các role khác (có liên quan) đã làm việc. Khi role bảo vệ chính của thiết bị hoạt động thì cũng đồng thời tác động role R.86

làm việc. R.86 hoạt động sẽ cô lập nguồn điều khiển của các role điều khiển khác. Muốn tái lập lại sự làm việc bình thường của mạch điều khiển các thiết bị thì phải đặt lại R.86.



III. BẢO VỆ CHỐNG NGẮN MẠCH NGOÀI VÀ QUÁ TẢI

III.1. Bảo vệ quá tải (BVQT):

Có chức năng bảo tín hiệu quá tải MBA. Dùng bảo vệ quá dòng điện. Ở MBA hai dây quấn bảo vệ được bố trí phía nguồn (hình 2.17), máy biến áp hạ dây quấn bảo vệ quá tải có thể bố trí ở hai hoặc cả ba dây quấn. Bảo vệ quá tải chỉ bố trí ở một pha và đi báo tín hiệu sau một thời gian định trước.

Tuy nhiên role dòng điện không thể phản ánh được chế độ mang tải của MBA trước khi xảy ra quá tải. Vì vậy đối với MBA công suất lớn người ta sử dụng nguyên lý hình ảnh nhiệt độ thực hiện bảo vệ chống quá tải.

Bảo vệ loại này phản ánh mức tăng nhiệt độ ở những thời điểm kiểm tra khác nhau trong máy biến áp và tùy theo mức tăng nhiệt độ mà có nhiều cấp tác động khác nhau: cảnh báo, khởi động các mức làm mát bằng tăng tốc độ tuần hoàn của không khí hoặc dầu, giảm tải máy biến áp.

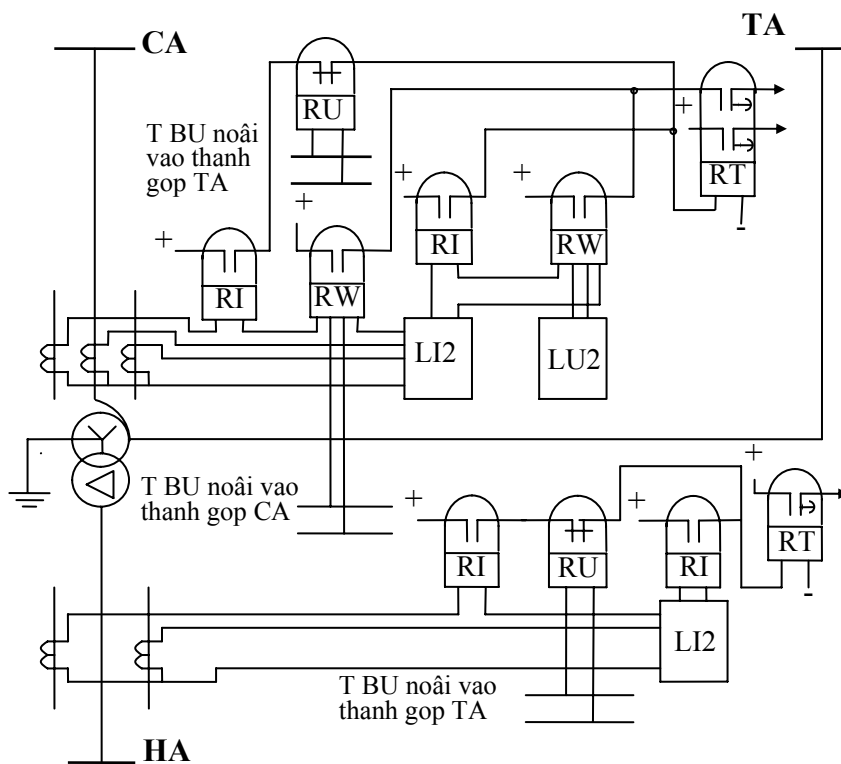
Nếu các cấp tác động này không mang lại hiệu quả và nhiệt độ máy biến áp vẫn vượt quá giới hạn cho phép và kéo dài quá thời gian quy định thì máy biến áp sẽ được cắt ra khỏi hệ thống.

III.2. Bảo vệ dòng điện tăng cao do ngắn mạch ngoài:

Thông thường người ta dùng bảo vệ quá dòng điện. Về nguyên tắc với MBA ba cuộn dây khi ở cả ba cấp điện áp đều có thể có nguồn cung cấp nên đặt ở mỗi cấp điện áp một bộ.

Với MBA ba cuộn dây và MBA tự ngẫu một trong các bộ bảo vệ dòng điện cực đại thường là bảo vệ có hướng (để đảm bảo tính chọn lọc giữa các bảo vệ). Để nâng cao độ nhạy người ta dùng bảo vệ dòng điện thứ tự nghịch (BVI_2) kèm theo một role dòng điện có kiểm tra áp. Các bảo vệ chống dòng điện tăng cao do ngắn mạch ngoài dùng làm bảo vệ dự trữ cho bảo vệ chính của MBA khi ngắn mạch nhiều pha ở MBA, nó còn làm bảo vệ dự trữ cho bảo vệ của các phần tử lân cận nêu điều kiện độ nhạy cho phép.

Hình 2.18 cho sơ đồ nguyên lý bảo vệ chống ngắn mạch ngoài cho máy biến áp tự ngẫu. Trong đó role định hướng công suất (RW) chỉ tác động khi hướng công suất ngắn mạch truyền từ máy biến áp đến thanh góp cao áp, còn theo chiều ngược lại thì không tác động.



Hình 2.18: Sơ đồ nguyên lý bảo vệ chống ngắn mạch ngoài

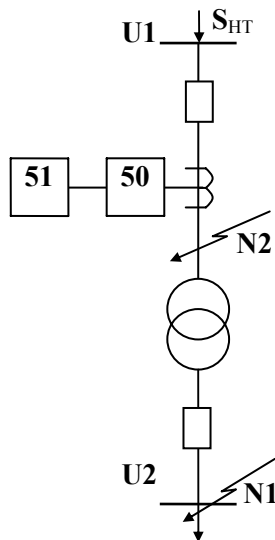
C. TÍNH TOÁN BẢO VỆ ROLE CHO MBA

- Cơ sở tính chọn bảo vệ role cho MBA:
Cần phải biết các thông số của MBA do nhà chế tạo cung cấp trên nhãn máy hoặc trong các catalogue:
Ví dụ với MBA ba pha hai cuộn dây:

Loại MBA	Có điều chỉnh điện áp	S_{Bdm}	Thông số sản xuất				
			U_{dm} cuộn dây		$U_n(\%)$	ΔP_n	ΔP_o
			U_c	U_h			

~
~
~

Dòng ngắn mạch lớn nhất, nhỏ nhất xuất hiện trong các dạng ngắn mạch.
Các thông số, đặc tính của máy biến dòng điện, biến điện áp.
Các yêu cầu bảo vệ role của MBA.



I. BẢO VỆ QUÁ DÒNG ĐIỆN

I.1. Cầu chì:

Cầu chì được chọn theo điều kiện sau:

$$I_{cc} \geq K_{at} \cdot I_{dm} \quad (2-5)$$

Với I_{dm} : dòng làm việc định mức phía đặt cầu chì; K_{at} hệ số an toàn lấy bằng 1,2.

Số liệu tham khảo đặt cầu chì cho MBA ở cấp điện áp 11 Kv

Công suất MBA		Cầu chì	
S (KVA)	I (A)	$I_{mđ}$	$t_{cắt}$ (s)
100	5,25	16	3
200	10,5	25	3
300	15,8	36	10
500	26,2	50	20
1000	52,5	90	30

I.2. Bảo vệ quá dòng điện:

- ~ Chọn máy biến dòng điện cho bảo vệ.
 - ~ Định mức thứ cấp của BI được tiêu chuẩn hoá là 5A hoặc 1A.
- BI được chọn có dòng định mức sơ cấp bằng hay lớn hơn dòng định mức cuộn dây MBA mà nó được đặt. Đối với MBA hai cuộn dây dòng định mức sơ cấp và thứ cấp MBA phụ thuộc công suất định mức của MBA và tỷ lệ nghịch với điện áp. Đối với MBA ba cuộn dây dòng định mức phụ thuộc vào cuộn dây tương ứng.

$$I_{lv \text{ ãm}} = \frac{S_{B\text{ñm}}}{\sqrt{3}U_{B\text{ñm}}} \quad (2-6)$$

Với $S_{B\text{đm}}$: công suất định mức của máy biến áp.

$U_{B\text{đm}}$: điện áp định mức của MBA.

I.2.1. Bảo vệ cắt nhanh:

Xác định dòng ngắn mạch sơ cấp cực đại chạy qua chỗ đặt bảo vệ khi ngắn mạch ngoài (I_{Nngmax}) tại điểm N_1 trong hình.

$$I_{Nngmax} = I_{N1}^{(3)} = \frac{U_1}{\sqrt{3}(x_B + x_{ht})} \quad (2-7)$$

Trong đó: x_B : điện kháng của MBA, $x_B = \frac{U_N \% \cdot U_{B\tilde{m}}^2}{100 \cdot S_{B\tilde{m}}}$

x_{ht} : điện kháng của hệ thống.

Dòng điện khởi động bảo vệ:

$$I_{k\tilde{n}} = K_{at} \cdot I_{Nngmax} \quad (2-8)$$

với K_{at} là hệ số an toàn, $K_{at} = (1,3-1,4)$

Dòng khởi động thứ cấp của rơle :

$$I_{k\tilde{a}R} = \frac{K_{at} \cdot K_{s\tilde{a}}^{(3)} \cdot I_{Nngmax}}{n_l} \quad (2-9)$$

$K_{s\tilde{a}}^{(3)}$: hệ số kể đến sơ đồ nối dây của BI.

Kiểm tra độ nhạy của bảo vệ ứng với tình trạng ngắn mạch hai pha trên cực MBA ở phía nối với nguồn trong chế độ làm việc cực tiêu của hệ thống (điểm N_2).

$$K_n = \frac{I_{Nmin}}{I_{k\tilde{n}}} \geq 2 \quad (2-10)$$

Thời gian bảo vệ: $t = 0\text{sec}$.

I.2.2. Bảo vệ quá dòng có thời gian:

Xác định dòng khởi động của bảo vệ:

$$I_{k\tilde{n}} = \frac{K_{at} \cdot K_{mm}}{K_{tv}} \cdot I_{lv \max} \quad (2-11)$$

Ở đây dòng $I_{lv \max}$ dòng làm việc max qua chỗ đặt bảo vệ. Trong trường hợp không biết có thể lấy $I_{lv \max} = I_{B\tilde{m}}$. Với MBA ba cuộn dây dòng $I_{lv \max}$ lấy tương ứng của từng cuộn.

K_{at} : hệ số an toàn (1,1 - 1,2).

K_{mm} : hệ số mở máy (1,3 - 1,8).

K_{tv} : hệ số trở về (0,85 - 0,9).

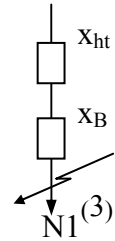
Dòng khởi động của rơle: $I_{k\tilde{a}R} = \frac{K_{s\tilde{a}}^{(3)} \cdot I_{k\tilde{n}}}{n_l} \quad (2-12)$

Kiểm tra độ nhạy của bảo vệ: $K_n = \frac{I_{N1min}}{I_{k\tilde{n}}} \quad (2-13)$

Yêu cầu $K_n \geq 1,5$: khi làm bảo vệ chính.

Ở đây I_{N1min} dòng ngắn mạch nhỏ nhất qua bảo vệ khi ngắn mạch trực tiếp cuối vùng bảo vệ (điểm N_1). Dạng ngắn mạch tính toán là dạng ngắn mạch hai pha nên:

$$I_{N1}^{(2)} = \frac{U_1}{\sqrt{3} \cdot (x_{1\Sigma} + x_{2\Sigma})}$$



Trong đó:

- $x_{1\Sigma}$: điện kháng thứ tự thuận tổng đến điểm ngắn mạch, $x_{1\Sigma} = x_{1B} + x_{1ht}$.
- $x_{2\Sigma}$: điện kháng thứ tự nghịch tổng đến điểm ngắn mạch, $x_{2\Sigma} = x_{2B} + x_{2ht}$.

Yêu cầu $K_n \geq 1,2$: khi làm bảo vệ dự trữ (ngắn mạch ở cuối vùng dự trữ).

Nếu độ nhạy không đạt yêu cầu, phải dùng bảo vệ quá dòng có kiểm tra áp (BVQIKU). Lúc đó dòng khởi động của bảo vệ được tính:

$$I_{kñ} = \frac{K_{at}}{K_{tv}} \cdot I_{lv \max} \quad (2-14)$$

Không kể đến K_{mm} vì sau khi cắt ngắn mạch ngoài các động cơ tự khởi động nhưng không làm điện áp giảm nhiều và bảo vệ không thể tác động.

Điện áp khởi động của RU < :

$$U_{kñ} = \frac{U_{lv \min}}{K_{at} \cdot K_{tv}} \quad (2-15)$$

$K_{at}=1,2$, $K_{tv}=1,15$, $U_{lv \min}$: điện áp tại chỗ đặt bảo vệ trong điều kiện tự khởi động của động cơ sau khi cắt ngắn mạch ngoài. Thông thường có thể lấy $(0,7-0,75) U_{dm}$.

Thời gian làm việc thường được phân thành 2 cấp:

Cấp thứ nhất cắt máy cắt thứ cấp:

$$t_{c1} = t_{(2)} + \Delta t \quad (2-16)$$

với - $t_{(2)}$: thời gian tác động lớn nhất của bảo vệ kề nó.

- Δt : bậc chọn lọc về thời gian (0,3 - 0,5)sec.

Cấp thời gian thứ hai cắt tất cả các máy cắt của MBA:

$$t_{c2} = t_{c1} + \Delta t \quad (2-17)$$

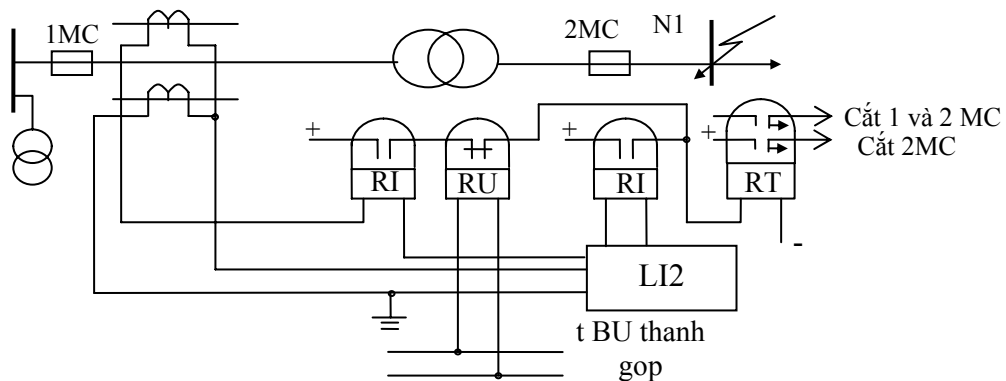
1.3. Bảo vệ dòng thứ tự nghịch:

Để tăng độ nhạy cho BVQIKU, người ta sử dụng kết hợp với BVI_2 (hình 2.19). Khi đó, bảo vệ quá dòng chỉ bố trí ở một pha để chống ngắn mạch ba pha và độ nhạy được kiểm tra theo dòng ngắn mạch ba pha thứ cấp:

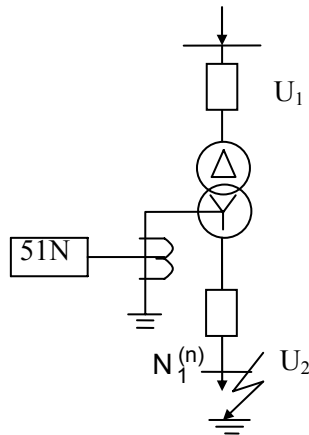
$$K_n = \frac{I_{N1 \min}^{(3)}}{I_{kñ}} \geq 1.5 \quad (2-18)$$

Dòng khởi động của BVI_2 :

$$I_{2kñ} = \frac{K_{at}}{K_{tv}} \cdot I_{Bñm} \cdot \text{Với } K_{at} = 1,2; K_{tv} = 0,85 \quad (2-19)$$



Hình 2.19: Sơ đồ nguyên lý bảo vệ quá dòng pha kết hợp BVI_2 tác động có thời gian



Hình 2.20: Sơ đồ nguyên lý bảo vệ choáng chạm đất MBA bằng bảo vệ quá dòng qua dòng điện

II. Bảo vệ quá tải

~ Dòng khởi động của bảo vệ quá tải :
$$I_{kñ} = \frac{K_{at} \cdot I_{Bđm}}{K_{tv}} \quad (2-20)$$

~ Dòng khởi động của rơle :
$$I_{kñR} = \frac{K_{sñ}^{(3)} \cdot I_{kñ}}{n_I} \quad (2-21)$$

$K_{at} = 1,05; K_{tv} = 0,85$

~ $I_{Bđm}$: dòng định mức phía đặt bảo vệ tính theo công suất định mức MBA.
Thời gian đặt của bảo vệ:

$$t = t_{bv \max} + \Delta t \quad (2-22)$$

$t_{bv \max}$: thời gian lớn nhất của bảo vệ lân cận.

III. BẢO VỆ DÒNG THỨ TỰ KHÔNG (BVI_0) CỦA MBA TRONG MẠNG CÓ DÒNG CHẠM ĐẤT LỚN

III.1. Bảo vệ I_0 MBA một phía nối đất:

Dòng khởi động sơ cấp BVI_0 được chọn theo hai điều kiện :

➤ Theo điều kiện chỉnh định khởi dòng không cân bằng khi ngắn mạch ngoài:
$$I_{kđ} > I_{kcb \max} \quad (2-23)$$

➤ Theo điều kiện phối hợp về độ nhạy với các bảo vệ đường dây nối vào thanh góp của trạm:

$$I_{kñ} \geq K_{at} \cdot 3I_{ott} \quad (2-24)$$

Trong đó :

K_{at} : hệ số an toàn khi phối hợp có thể chọn $K_{at} = (1,1-1,2)$.

I_{ott} : dòng thứ tự không (TTK) tại chỗ đặt bảo vệ, ứng với dạng ngắn mạch nào gây ra dòng TTK lớn nhất.

Khi chọn $I_{kñ}$ theo điều kiện (2-24) thì điều kiện (2-23) cũng được thỏa mãn, vì vậy thường chỉ tính theo điều kiện (2-24).

Độ nhạy của bảo vệ:
 Khi làm bảo vệ chính:

$$K_n = \frac{3I_{0min}}{I_{K\bar{n}}} \geq 1,5 \quad (2-25)$$

Lấy ($3I_{0min}$) khi ngắn mạch trên thanh góp của trạm.

Khi làm bảo vệ dự trữ: $K_n \geq 1,2$. Lúc đó dòng $3I_{0min}$ là dòng bé nhất khi ngắn mạch cuối vùng dự trữ.

Điện kháng TTK của MBA

Với MBA hai dây quấn điện kháng thứ tự thuận (TTT) bằng điện kháng thứ tự nghịch (TTN) bằng điện kháng thứ tự không $X_{1B} = X_{2B} = X_{0B}$.

MBA ba pha ba dây quấn nối $\Delta/Y_0/Y$ loại này thường được sử dụng với cuộn Δ nối với máy phát điện, cuộn Y_0 nối với thanh cái cao áp, cuộn Y là trung áp 35KV thường trung tính không nối đất. Do vậy tổng trở TTK của loại này bằng tổng trở TTT của cuộn Y_0 . Nếu tô nối dây $\Delta/Y_0/Y_0$, với cuộn Δ có tải, điện kháng TTK của mỗi cuộn chính bằng TTT,

MBA tự ngẫu điện kháng TTK của mỗi cuộn chính bằng điện kháng TTT.

$$I_1^{(n)} = \frac{U_p}{(x_1 + z_{\Delta}^{(n)})} \quad (2-26)$$

Dạng ngắn mạch	(n)	Z_{Δ}^n	I_0^n
NM 1 pha(A)	1	$x_2 + x_0$	I_1
NM 2 pha chạm đất (B,C)	1,1	$\frac{x_2 \cdot x_0}{x_2 + x_0}$	$\frac{-x_2}{x_2 + x_0} I_1$

Trong đó:

- n: dạng ngắn mạch.
- I_0 : dòng điện thứ tự không.
- $z_{\Delta}^{(n)}$: Tổng trở sự cố thêm vào.
- x_1 : điện kháng thứ tự thuận tới điểm ngắn mạch.
- x_2 : điện kháng thứ tự nghịch tới điểm ngắn mạch.

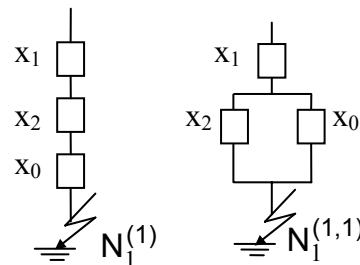
mạch.

- x_0 : điện kháng thứ tự không tới điểm ngắn mạch.

Ví dụ ta có sơ đồ thay thế tính toán MBA hai cuộn

dây của hình 2.20.

Xác định dòng thứ tự không khi ngắn mạch một pha và dòng thứ tự không khi ngắn mạch hai pha chạm đất trên thanh góp (điểm N_1 khi bảo vệ làm nhiệm vụ bảo vệ chính). Chọn giá trị lớn hơn làm giá trị tính toán dòng khởi động, giá trị nhỏ hơn dùng để kiểm tra độ nhạy của bảo vệ. Khi bảo vệ làm nhiệm vụ dự trữ dòng $3I_{0min}$ lấy ở cuối vùng bảo vệ (cuối đường dây dài nhất nối đến thanh cái MBA đặt bảo vệ).



III.2. Bảo vệ I_0 máy biến áp có hai phía nối đất dùng rơle quá dòng điện:

Ở MBA có hai dây quấn nối đất trực tiếp (hình 2.21), dòng $3I_0$ đi như hình vẽ. Trong đó:

- $I_{0N_2}(1-2)$: dòng $3I_0$ do nguồn I cung cấp khi ngắn mạch chạm đất tại N_2 .
- $I_{0N_1}(2-1)$: dòng $3I_0$ do nguồn II cung cấp khi ngắn mạch chạm đất tại N_1 .
- $I_{0N_1}(1-1)$: dòng thứ tự không tổng cung cấp đến điểm ngắn mạch N_1 .
- $I_{0N_2}(2-2)$: dòng thứ tự không tổng cung cấp đến điểm ngắn mạch N_2 .

Vì thế, cần đặt BVI_0 có hướng, thường có 2-3 cấp tác động.

Cấp I: Là BVI₀ cắt nhanh, phối hợp với BVI₀ đường dây nối đến thanh cái phía đặt bảo vệ: $I_{kñ I} = K_{at} K_{fm} I_{kñ I_{đz max}}$ (2-27)

Trong đó:

K_{at} : hệ số an toàn, $K_{at} = 1,1$.

K_{fm} : hệ số phân mạch I_0 , $K_{fm} = \frac{I_{0 bve}}{I_{0 daây}}$.

$I_{0 bve}$: dòng I_0 qua chỗ đặt bảo vệ.

$I_{0 daây}$: dòng I_0 qua đường dây có $I_{kd I_{đz max}}$.

$I_{kd I_{đz max}}$: dòng chỉnh định cấp 1 của BVI₀ đường dây có trị số lớn nhất trong tất cả các đường dây nối đến thanh cái MBA được bảo vệ.

Thời gian chỉnh định:

$$t_I = t_{I_{đz max}} + \Delta t \quad (2-28)$$

$t_{I_{đz max}}$: thời gian tác động của bảo vệ đường dây có $I_{kd I_{đz max}}$.

Cấp II: Chọn phối hợp với cấp 2 của BVI₀ đường dây, tính tương tự như cấp I trên, thay ký hiệu I bằng ký hiệu II.

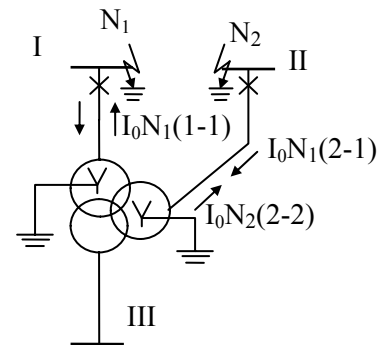
Độ nhạy cấp I và cấp II:

$$K_{nI} = \frac{3I_{0min}}{I_{kñ I}} \geq 1,5 \quad (2-29)$$

$$K_{nII} = \frac{3I_{0min}}{I_{kñ II}} \geq 1,5 \quad (2-30)$$

trong đó $3I_{0min}$ lấy với ngắn mạch ngay trên thanh góp của trạm.

Cấp III: Là bảo vệ quá dòng điện vô hướng, tính như BVI₀ của MBA có một phía nối đất.



Hình 2.21: Dòng ngắn mạch vì đất MBA có hai dây quấn nối đất

IV. TÍNH TOÁN CÁC BẢO VỆ SƠ LỆCH

IV.1. Biến dòng cho bảo vệ sơ lệch:

Như đã nói ở trên với bảo vệ sơ lệch MBA sơ đồ đầu dây BI được chọn để có thể bù sự lệch pha giữa dòng điện ở các phía MBA do tổ đấu dây MBA gây ra. Ví dụ MBA có tổ đấu dây $\Delta/Y-11$ thì dòng thứ cấp lệch 30° so với dòng sơ cấp. Để dòng điện thứ cấp MBA không lệch pha nhau, người ta nối mạch thứ cấp của BI ngược lại, nghĩa là phía nối sao của MBA người ta nối BI theo kiểu Δ và ngược lại. Mục đích là tránh dòng không cân bằng quá lớn chạy qua bảo vệ sơ lệch trong trạng thái làm việc bình thường cũng như khi ngắn mạch ngoài có thể làm cho bảo vệ tác động nhầm. Sơ đồ đấu dây BI theo các cách đấu các cuộn dây MBA khác nhau như hình 2.22.

* Ví dụ cách chọn máy biến dòng: máy biến áp hai cuộn dây $S_{dm} = 20$ MVA, $U_{dm} = 110$ Kv/ 6 Kv, tổ nối dây MBA $Y/\Delta-11$.

+ Chọn máy biến dòng cấp điện áp 110 Kv, mạch thứ cấp BI nối Δ nên dòng điện cuộn dây bằng dòng điện pha. Do vậy dòng điện tính toán để chọn BI phía cao áp bằng:

$$I_{sc} = \frac{\sqrt{3} \cdot S_{\tilde{m}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\tilde{m}}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 110} = 181,8A$$

Chọn loại biến dòng 200/5 A.

+ Chọn biến dòng phía hạ 6 kV. Mạch thứ cấp BI nối sao. Dòng điện tính toán để chọn BI phía hạ áp bằng:

$$I_{sH} = \frac{S_{\text{nhm}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{nhm}}} = \frac{20 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 3.6} = 1937 \text{ A}$$

Chọn biến dòng loại 2000/5 A.

Dòng điện thứ cấp BI ở hai phía tương ứng bằng:

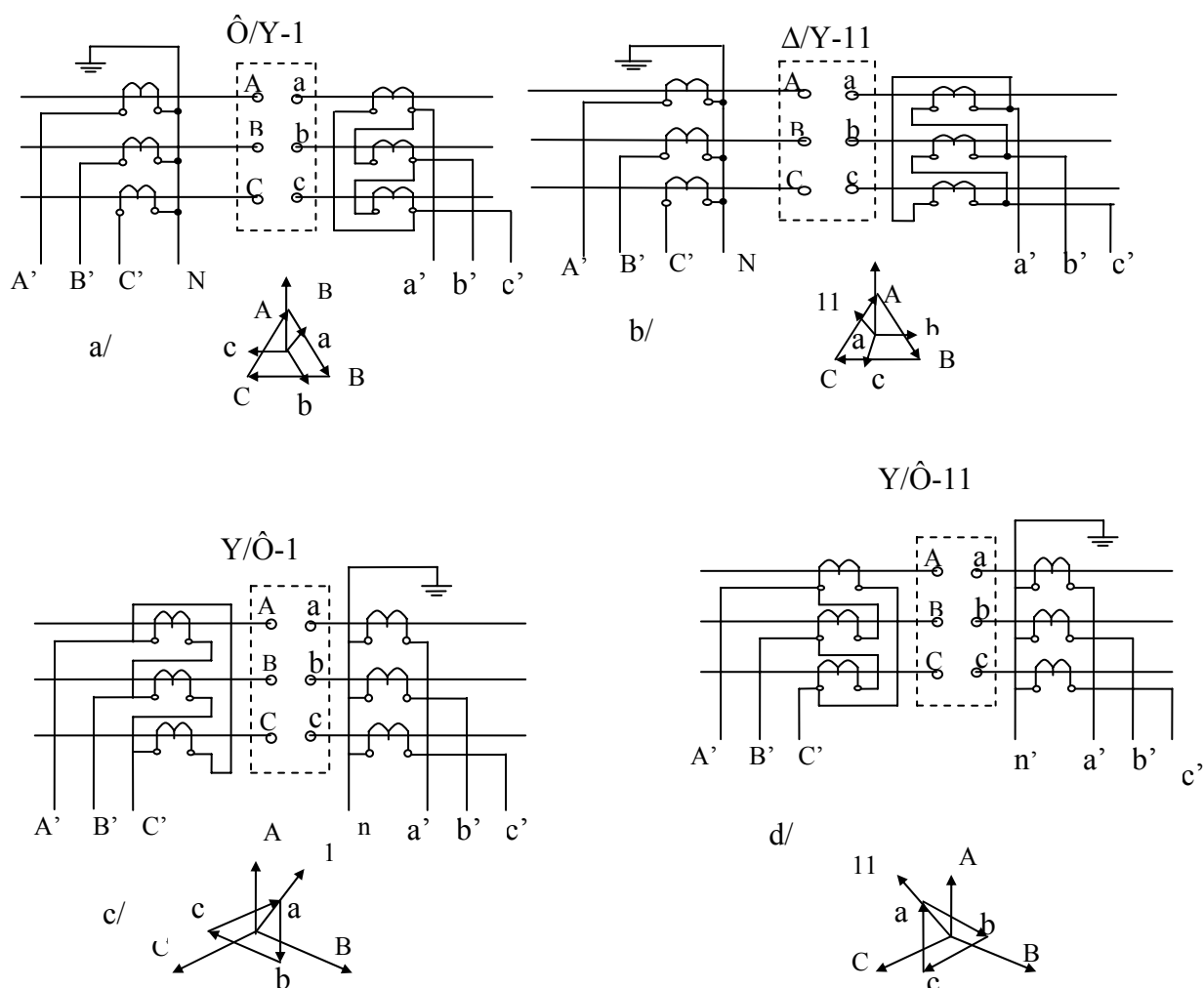
$$I_{tC} = \left[\frac{I_{sC}}{n_I} \right] \cdot \sqrt{3} = 4,55 \text{ A}$$

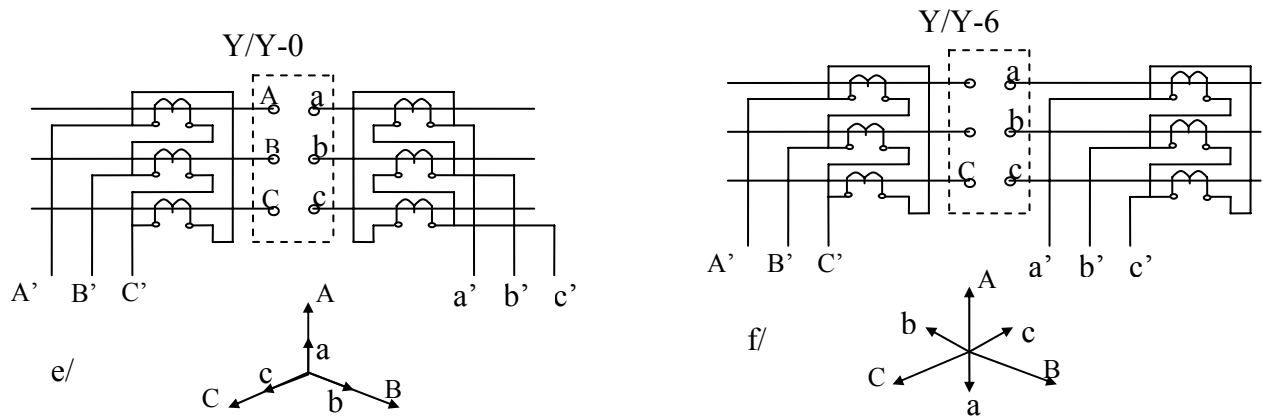
$$I_{tH} = \frac{I_{sH}}{n_I} = 4,84 \text{ A}$$

Độ chênh lệch dòng điện thứ cấp hai phía bằng :

$$\frac{|I_{tC} - I_{tH}|}{I_{tC}} \cdot 100 = \frac{|4,55 - 4,84|}{4,55} \cdot 100 = 6.4\%$$

Gần đây, trong role so lệch hiện đại người ta đã thực hiện việc cân bằng pha và trị số dòng điện thứ cấp ở các phía của MBA ngay trong role so lệch.





Hình 2.22: Sơ đồ nối dây mạch th cấp máy biến dòng phù hợp với sơ nối dây MBA:
 A, B, C : vectơ dòng iếm s cấp pha A, B, C của MBA.
 a, b, c : vectơ dòng iếm th cấp pha a, b, c của MBA.

IV.2. Bảo vệ sơ lợc dòng điện có sử dụng biến dòng bão hòa trung gian:(Loại PHT)

Trình tự tính toán:

1. Xác định dòng sơ cấp ở tất cả các phía của MBA hoặc biến áp tự ngẫu được bảo vệ. Dòng này được xác định tương ứng công suất định mức (công suất định mức của cuộn dây khỏe nhất) còn đối với MBA tự ngẫu tương ứng với công suất truyền qua của nó.

Xác định tỷ số biến dòng dựa vào dòng điện sơ cấp vừa tính ở trên. Theo các tỷ số biến đổi của tổ máy biến dòng tính các dòng thứ cấp tương ứng trong các nhánh của bảo vệ: $I_{IT}, I_{IIT}, I_{IIIT}$

Đôi khi người ta chọn tỷ số biến dòng lớn hơn giá trị tính toán của nó để có thể chọn số vòng dây của BIG gần với giá trị tính toán của nó hơn, do đó làm tăng độ nhạy của bảo vệ.

Lập bảng giá các trị tính toán trên:

STT	Tên gọi các đại lượng	Giá trị bằng số cho phía		
		U_C	U_T	U_H
1	Dòng sơ cấp các phía của MBA tương ứng với công suất định mức			
2	Hệ số biến đổi của BI			
3	Tổ nối dây của BI			
4	Dòng thứ cấp trong các nhánh của bảo vệ tương ứng với công suất định mức			

Chọn phía có giá trị dòng điện sơ cấp lớn nhất làm phía cơ bản.

2. Xác định dòng ngắn mạch sơ cấp cực đại chạy qua MBA khi ngắn mạch ngoài trong chế độ làm việc cực đại ở tất cả các phía của MBA.

3. Tính toán dòng điện không cân bằng sơ cấp chưa kể đến thành phần I_{kcbtt}''' do chọn số vòng dây không chính xác gây ra.

Dòng không cân bằng sơ cấp toàn phần tính theo công thức sau:

$$I_{kcbtt} = I'_{kcbtt} + I''_{kcbtt} + I'''_{kcbtt} \quad (2-31)$$

Với:

- I'_{kcbtt} : thành phần do sai số của máy biến dòng gây nên:

$$I'_{kcbtt} = K_{kck} \cdot K_{\tilde{n}n} \cdot f_i \cdot I_{Nngmax} \quad (2-32)$$

K_{kck} : hệ số kể đến thành phần không chu kỳ trong quá trình quá độ. Đối với role PHT có máy biến dòng bão hòa với cuộn dây ngắn mạch, hệ số này lấy bằng 1.

$K_{\tilde{n}n}$: hệ số đồng nhất của các máy biến dòng, đối với bảo vệ MBA thường lấy bằng 1.

f_i : sai số cực đại cho phép của BI, $f_{i\max} = 10\%$.

I_{Nngmax} : thành phần chu kỳ của dòng ngắn mạch chạy qua MBA khi ngắn mạch ba pha trực tiếp ngoài vùng bảo vệ.

I''_{kcbtt} : thành phần do việc điều chỉnh điện áp của MBA được bảo vệ gây nên.

$$I''_{kcbtt} = \Delta U_{\alpha} I_{\alpha Nngmax} + \Delta U_{\beta} I_{\beta Nngmax} \quad (2-33)$$

Trong đó:

$\Delta U_{\alpha}, \Delta U_{\beta}$: sai số tng oài do việc điều chỉnh điện áp các pha của MBA có bảo vệ lấy bằng na khoảng điều chỉnh cho tng pha tng ng. oảng thì khi tng số vòng dây của máy biến dòng bão hòa trung gian phải lấy giá trị trung bình của điện áp pha có điều chỉnh.

$I_{\alpha Nngmax}$ và $I_{\beta Nngmax}$: thành phần chu kỳ của dòng chảy qua pha có điều chỉnh điện áp của MBA khi ngắn mạch ngoài tng toán.

I'''_{kcbtt} : thành phần do việc chọn số vòng dây các pha khoảng c bên khoảng phù hợp vì giá trị tng toán của chúng gây nên:

$$I'''_{kcbtt} = \frac{W_{I_{tt}} - W_I}{W_{I_{tt}}} \cdot I_{INngmax} + \frac{W_{II_{tt}} - W_{II}}{W_{II_{tt}}} \cdot I_{IINngmax} \quad (2-34)$$

Trong đó:

$W_{I_{tt}}, W_{II_{tt}}$: số vòng tính toán của các cuộn dây máy biến dòng bão hòa trung gian đối với các phía không cơ bản xác định theo yêu cầu cân bằng sức từ động khi ngắn mạch ngoài và làm việc bình thường.

$$I_{cbT} \cdot W_{cb} = I_{IT} \cdot W_{I_{tt}} = I_{IIT} \cdot W_{II_{tt}} \quad (2-35)$$

W_I, W_{II} : các số vòng được chấp nhận (số nguyên) của cuộn dây máy biến dòng bão hòa trung gian ở các phía không cơ bản tương ứng.

Biểu thức (2-33) và (2-34) viết cho MBA ba pha và MBA tự ngẫu. Đối với MBA hai cuộn dây cân bằng bớt số hạng thứ hai ở vế phải của các biểu thức này.

4. Xác định sơ bộ giá trị dòng khởi động của bảo vệ I_{kd} chưa kể đến thành phần I'''_{kcbtt} .

Theo điều kiện chỉnh định khởi giá trị tính toán lớn nhất của dòng không cân bằng tính toán:

$$I_{kn} \geq K_{at} \cdot I_{kcbtt} \quad (2-36)$$

(2-36)

Với K_{at} : hệ số an toàn kể đến sai số của role và độ dự trữ, có thể lấy bằng 1,3.

Theo điều kiện chỉnh định khởi giá trị nhảy vọt của dòng điện từ hoá khi đóng MBA không tải:

$$I_{kñ} \geq K \cdot I_{ñmB} \quad (2-37)$$

Trong đó: $I_{ñmB}$ là dòng điện định mức tương ứng với công suất định mức của MBA (của cuộn dây có công suất lớn nhất) và với công suất mẫu của MBA tự ngẫu chưa kể đến hệ số nhiệt đới hoá, lấy theo phía cơ bản.

K: là hệ số chỉnh định chọn trong khoảng 1,0 - 1,3 khi tính toán bảo vệ máy biến dòng bảo hòa trung gian.

Theo hai điều kiện (a) và (b) ta chọn giá trị lớn nhất làm giá trị tính toán.

5. Sơ bộ kiểm tra độ nhạy để có thể xác định xem có thể dùng role PHT được hay không hay phải dùng role có đặc tính hàm loại ÔZT.

Để sơ bộ kiểm tra độ nhạy cần xác định dòng ngắn mạch trực tiếp khi hư hỏng xảy ra trên các cực MBA trong tình trạng tính toán. Tình trạng tính toán ở đây cần đề cập đến cả chế độ làm việc của MBA và cả chế độ làm việc của hệ thống.

Hệ số độ nhạy của bảo vệ xác định theo công thức:

$$K_n = \frac{I_{R\Sigma}}{I_{kñR}} \quad (2-38)$$

Trong đó $I_{R\Sigma}$ là dòng trong cuộn dây role. Dòng này phụ thuộc vào dòng ngắn mạch và sơ đồ nối dây của máy biến dòng. Trên hình 2.23 vẽ sự phân bố dòng điện trong mạch bảo vệ sơ lược của MBA 3 cuộn dây đối với một số trường hợp ngắn mạch khác nhau. Để đơn giản, hệ số độ nhạy được xác định với giả thiết là toàn bộ dòng ngắn mạch chỉ chạy từ một phía đến.

$I_{kñR}$: dòng khởi động của role tương ứng với số vòng ở phía có dòng I_R chạy qua.

Nếu hệ số độ nhạy tính được lớn hơn 2 thì sẽ tiếp tục tính toán cho role PHT theo trình tự tiếp theo dưới đây còn không thì có thể không cần tính thành phần I''_{kcbtt} do điều chỉnh điện áp gây nên với giả thiết là khi thay đổi đầu phân áp ta cũng sẽ thay đổi đại lượng đặt của bảo vệ.

Trong những trường hợp khi đã không tính đến thành phần I''_{kcbtt} mà bảo vệ vẫn không đảm bảo được độ nhạy cần thiết hoặc là phải bắt buộc kể đến thành phần không cân bằng thì nên dùng các bảo vệ có đặc tính hàm loại ÔZT (xem mục 3).

Đối với những trường hợp đóng thử MBA vào một phía điện áp nào đó hoặc khi MBA ba cuộn dây (hay tự ngẫu) làm việc trong tình trạng một máy cắt ở phía nào đó đã cắt ra thì có thể cho phép ta hạ thấp yêu cầu về độ nhạy của bảo vệ sơ lược. Trong những trường hợp này nếu bảo vệ không đủ độ nhạy thì các bảo vệ khác như bảo vệ role hơi, hay bảo vệ dự trữ của MBA sẽ tác động cắt MBA.

6. Xác định số vòng cuộn cơ bản của biến dòng bảo hòa trung gian, tương ứng với dòng khởi động của bảo vệ (phía cơ bản là phía có dòng điện thứ cấp BI lớn nhất).

$$W_{cbtt} = \frac{F_{kñR}}{I_{kñRcb}} \quad (2-39)$$

Trong đó: $I_{kñRcb}$ là dòng khởi động của role tính qui đổi về phía cơ bản. Nó bằng tỷ số giữa dòng khởi động sơ cấp với hệ số biến đổi của BI ở phía cơ bản có tính đến sơ đồ nối dây,

$$I_{kñRcb} = K_{sd} \cdot (I_{kd} / n_I).$$

Giá trị n_I theo phía cơ bản.

$F_{kñR}$: Sức từ động (A-Vòng) khởi động của role

Loại PHT-562 $F_{kñR} = 60AV$

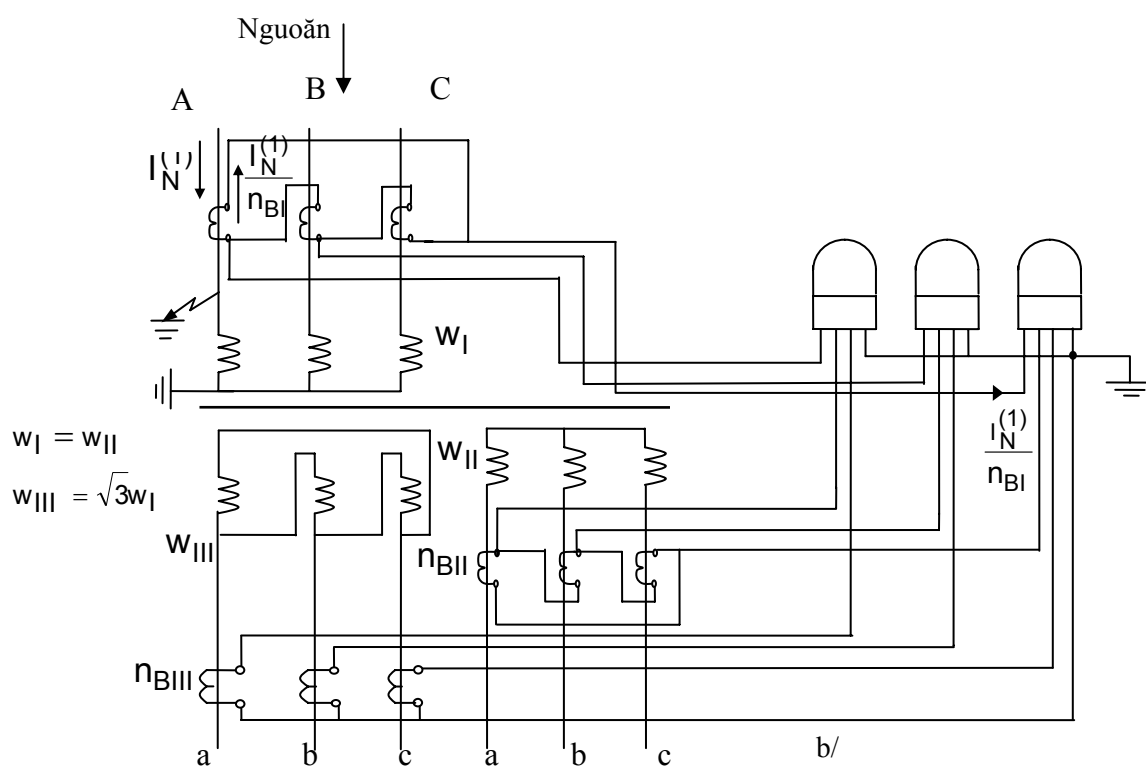
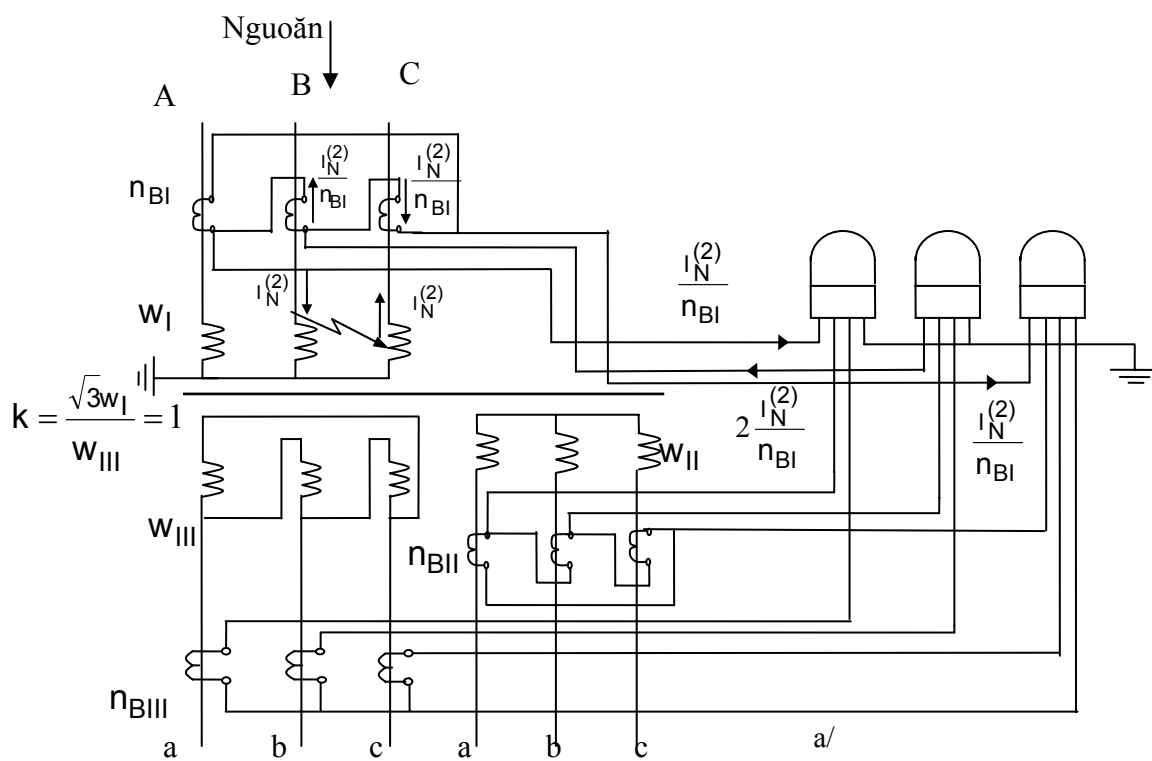
Loại PHT-565 $F_{kñR} = 100AV$

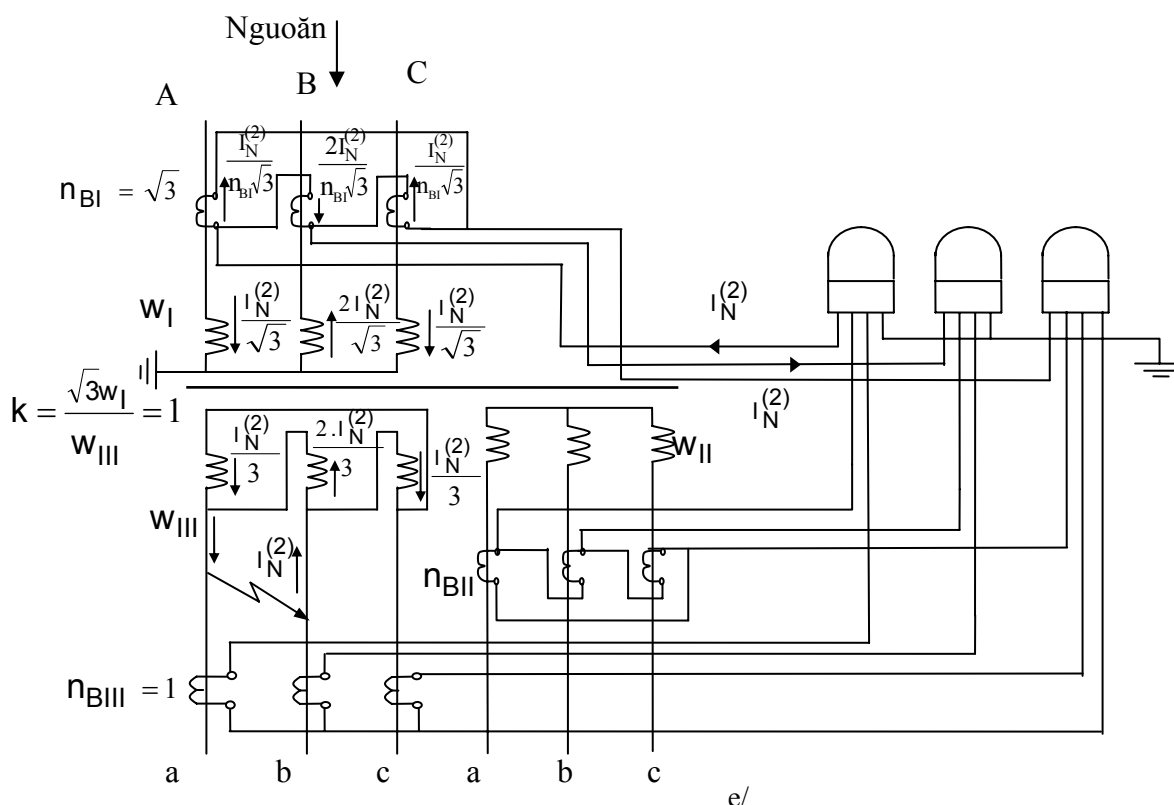
Vì dòng điện ở phía cơ bản là lớn nhất nên số vòng cuộn cơ bản của biến dòng bảo hòa trung gian là bé nhất.

Chú thích hình 2.23: Sơ đồ phân bố dòng trong MBA ba cuộn dây và role sơ lược khi:

a: ngắn mạch 2 pha phía nguồn.

- b: ngắn mạch 1 pha phía nguồn.
 c: ngắn mạch 2 pha phía cuộn sao.
 d: ngắn mạch 3 pha cuộn tam giác.
 e: ngắn mạch 2 pha phía cuộn tam giác.





Hình 2.23: Số vòng xoắn trong MBA và mạch th cấp BI khi xảy ra ngắn mạch trong vùng bảo vệ

7. Số vòng của các cuộn dây ở các phía khác, xác định từ điều kiện cân bằng sức từ động trong máy biến dòng bão hòa trung gian khi MBA làm việc bình thường và khi có ngắn mạch ngoài theo biểu thức (2-35):

$$I_{cbT} \cdot W_{cb} = I_{IT} \cdot W_{Itt} = I_{IIT} \cdot W_{IItt}$$

Số vòng tính toán phía I:

$$W_{Itt} = W_{cb} \cdot \frac{I_{cbT}}{I_{IT}} \quad (2-40)$$

Số vòng tính toán phía II:

$$W_{IItt} = W_{cb} \cdot \frac{I_{cbT}}{I_{IIT}} \quad (2-41)$$

W_{cb} : số vòng cuộn cơ bản của BIG sau khi đã lấy tròn (về phía số nguyên gần nhất) tương ứng với số vòng tính toán thực tế có được của BIG.

Nếu số vòng tính toán W_{Itt} , W_{IItt} tính theo (2-40) và (2-41) ra những số lẻ thì lấy về số nguyên gần nhất phía lớn hơn hoặc bé hơn, sao cho dòng điện không cân bằng tổng I_{kcb} có kể đến thành phần I_{kcb}''' (do việc chọn số vòng dây W_I và W_{II} không phù hợp với giá trị tính toán của chúng gây nên) trong mọi trường hợp ngắn mạch ngoài sẽ không làm cho bảo vệ tác động nhầm.

Cần chú ý rằng đối với loại rơle $F_{kdR} = 100A$ thì sai số do việc lấy tròn số vòng dây gây nên (thành phần I_{kcb}''') nói chung sẽ bé hơn là đối với loại rơle có $F_{kdR} = 60A$.

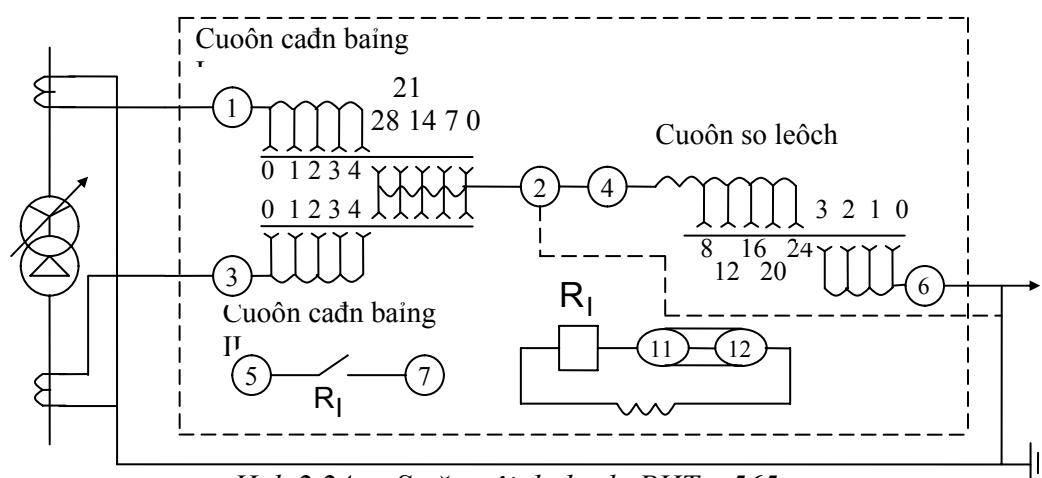
Đối với MBA ba cuộn dây khi số vòng chấp nhận của ba phía khác nhau thì phía cơ bản sẽ nối vào cuộn dây so lệch của BIG còn các phía kia sẽ nối vào cuộn dây cân bằng.

Đối với MBA ba cuộn dây khi số vòng chấp nhận ở hai phía nào đó giống nhau và với MBA hai cuộn dây thì phía cơ bản sẽ nối vào một cuộn dây cân bằng nào đó (hoặc một phần của cuộn dây cân bằng và một phần của cuộn dây so lệch) còn phía kia sẽ nối vào cuộn dây cân bằng còn lại. Cách nối này cho phép ta chọn số vòng dây ở phía cơ bản gần với giá trị tính toán của nó hơn.

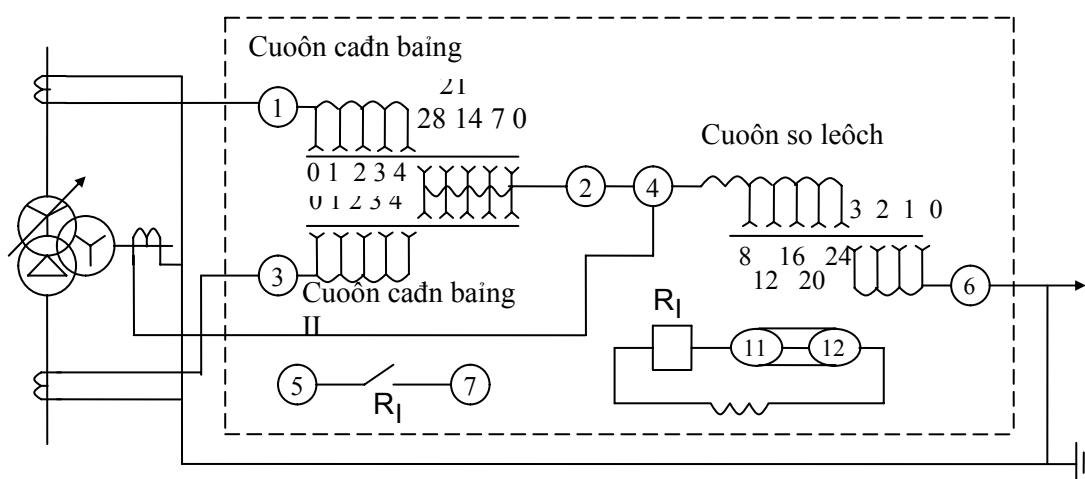
8. Xác định giá trị chính xác của dòng không cân bằng sơ cấp của bảo vệ có kể đến thành phần I_{kcbtt}''' theo công thức (2-31) và (2-34):

$$I_{kcbtt}''' = \frac{W_{I_{tt}} - W_I}{W_{I_{tt}}} \cdot I_{I \text{ Nng max}} + \frac{W_{II_{tt}} - W_{II}}{W_{II_{tt}}} \cdot I_{II \text{ Nng max}}$$

$$I_{kcbtt} = I_{kcbtt}' + I_{kcbtt}'' + I_{kcbtt}'''$$



Hình 2.24.a: Sơ đồ nối dây rle PHT – 565 sơ thực hiện bảo vệ số lệch MBA



Hình 2.24.b: Sơ đồ nối dây rle PHT – 565 sơ thực hiện bảo vệ số lệch MBA

9. Xác định giá trị chính xác của dòng khởi động sơ cấp của bảo vệ theo giá trị chính xác của dòng không cân bằng, tính theo biểu thức (2-36). Tính dòng khởi động này sang phía thứ cấp của BI ở phía cơ bản.

Nếu như dòng tính toán này lớn hơn dòng khởi động của rle tương ứng với số vòng đã được chấp nhận ở phía cơ bản thì phải chọn lại số vòng ở phía cơ bản về

phía bé hơn gần nhất. Sau đó lại tính lại số vòng của các cuộn dây của BIG ở các phía còn lại tương ứng với số vòng ở phía cơ bản vừa được chấp nhận W_{cb} theo các công thức (2-40), (2-41). Cứ như vậy tính cho đến khi nào dòng khởi động của bảo vệ có kể đến thành phần I_{kcbtt}''' bằng hoặc bé hơn dòng khởi động của bảo vệ đã được chấp nhận mới thôi.

10. Xác định các dòng ngắn mạch sơ cấp và những dòng thứ cấp tương ứng của BI, rồi tính hệ số độ nhạy theo công thức (2-38) hoặc công thức sau:

$$K_n = \frac{\sum I_R \cdot W}{F_{kñR}} \quad (2-42)$$

I_R : dòng thứ cấp ở mỗi phía của bảo vệ có kể đến đầu của nó ở dạng ngắn mạch đang khảo sát.

W : số vòng của cuộn dây BIG ở phía tương ứng.

Hệ số độ nhạy K_n phải tính cho tất cả các trường hợp làm việc khác nhau của MBA được bảo vệ cũng như của hệ thống và mạng điện cung cấp, khi có những dạng ngắn mạch khác nhau xảy ra trên cực MBA được bảo vệ.

Khi dùng công thức (2-42) cần phải tính sự phân bố của dòng sự cố và dòng ở các phía của mạch bảo vệ. Khi dùng công thức (2-38) cần xác định dòng trong máy biến dòng BIG của rơle với giả thiết là toàn bộ dòng ngắn mạch chỉ chạy ở một phía cung cấp dòng sự cố lớn nhất ở dạng ngắn mạch đang khảo sát. Nếu tính toán sơ bộ thì dùng công thức (2-38) tiện hơn.

Nếu như độ nhạy tối thiểu nhận được trong tình trạng tính toán bé hơn giá trị cho phép, đồng thời giá trị tính toán của dòng khởi động của bảo vệ lại chọn theo điều kiện chỉnh định khởi động không cân bằng khi ngắn mạch ngoài thì phải tính toán lại bảo vệ với rơle có đặc tính hàm loại OZT.

Bảng tổng hợp giá trị tính toán:

STT	Tên đại lượng tính toán	Ký hiệu và công thức tính	Giá trị bằng số
1	Dòng khởi động của rơle ở phía cơ bản	$I_{kñRcb} = K_{sñ} \frac{I_{kñ}}{n_I} \quad (I_{kd} \text{ khi chưa kể đến } I_{kcb}''')$	
2	Số vòng tính toán của cuộn dây máy biến dòng bảo hòa trung gian ở phía cơ bản	$W_{cbtt} = \frac{F_{kñR}}{I_{kñRcb}}$	
3	Số vòng ở phía cơ bản sơ bộ được chấp nhận	W_{cb}	
4	Dòng khởi động của rơle ở phía cơ bản tương ứng	$I_{kñRcb} = \frac{F_{kñR}}{W_{cb}}$	
5	Số vòng tính toán của cuộn dây máy biến dòng bảo hòa trung gian ở phía I	$W_{Iltt} = W_{cb} \frac{I_{cbT}}{I_{IT}}$	
6	Sơ bộ chọn số vòng phía I	W_I	
7	Số vòng tính toán của cuộn dây máy biến dòng bảo hòa trung gian ở phía II	$W_{IIltt} = W_{cb} \frac{I_{cbT}}{I_{IIT}}$	
8	Sơ bộ chọn số vòng phía II	W_{II}	
9	Thành phần dòng không cân bằng sơ cấp do việc chọn số vòng phía I khác với giá trị tính toán của nó gây nên trong trường	$I_{kcbtt}''' = \frac{W_{Iltt} - W_I}{W_{Iltt}} \cdot I_{INgmax}$	

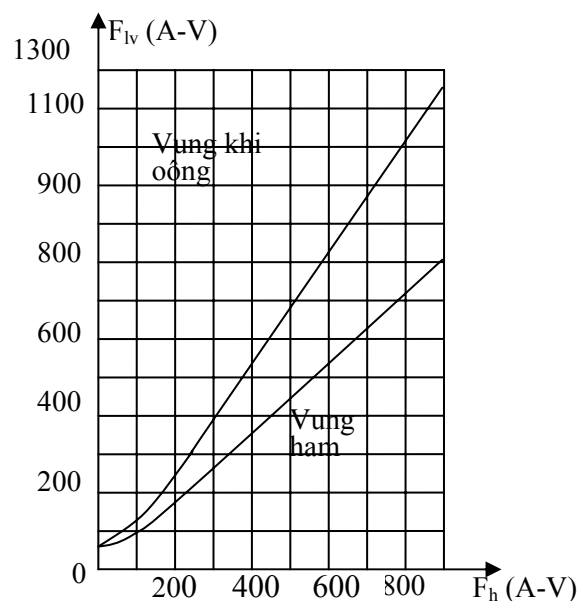
	hợp ngắn mạch tính toán		
10	Dòng không cân bằng tính toán ở phía sơ cấp có kể đến thành phần I_{kcbtt}'''	$I_{kcbtt} = I_{kcbtt}' + I_{kcbtt}'' + I_{kcbtt}'''$	
11	Giá trị chính xác dòng khởi động của sơ cấp của bảo vệ	$I_{kñRcb} \geq K_{at} \cdot I_{kcbtt}$	
12	Giá trị chính xác dòng khởi động của sơ cấp của rơle ở phía cơ bản	$I_{kñRcb} = K_{sñ} \frac{I_{kñ}}{n_I}$	
13	Số vòng của các cuộn dây của máy biến dòng bảo hòa cuối cùng được chấp nhận	Phía cơ bản W_{cb} Phía I W_I Phía II W_{II}	

IV.3. Bảo vệ so lệch dùng BIG có đặc tính hãm ÔZT:

Chỉ dẫn chung:

1. Rơle loại ÔZT có một cuộn hãm nằm trong máy biến dòng bảo hòa trung gian cho phép ta hãm các bảo vệ bằng dòng điện lấy từ máy biến dòng đặt ở phía nào đó. Đặc tính khởi động của rơle khi có hãm $F_{lv} = f(F_h)$ phụ thuộc vào góc giữa dòng làm việc I_{lv} và dòng hãm I_h . Trên (hình 2.25) vẽ đặc tính giới hạn tương ứng của các giá trị hãm lớn nhất và bé nhất.

2. Sơ đồ nối các cuộn dây trong rơle và sơ đồ bảo vệ máy biến áp hai và ba cuộn dây bằng rơle loại ÔZT trình bày trên hình 2.26a, 2.26b trong đó cuộn hãm được nối tới phía có dòng ngắn mạch lớn hơn.

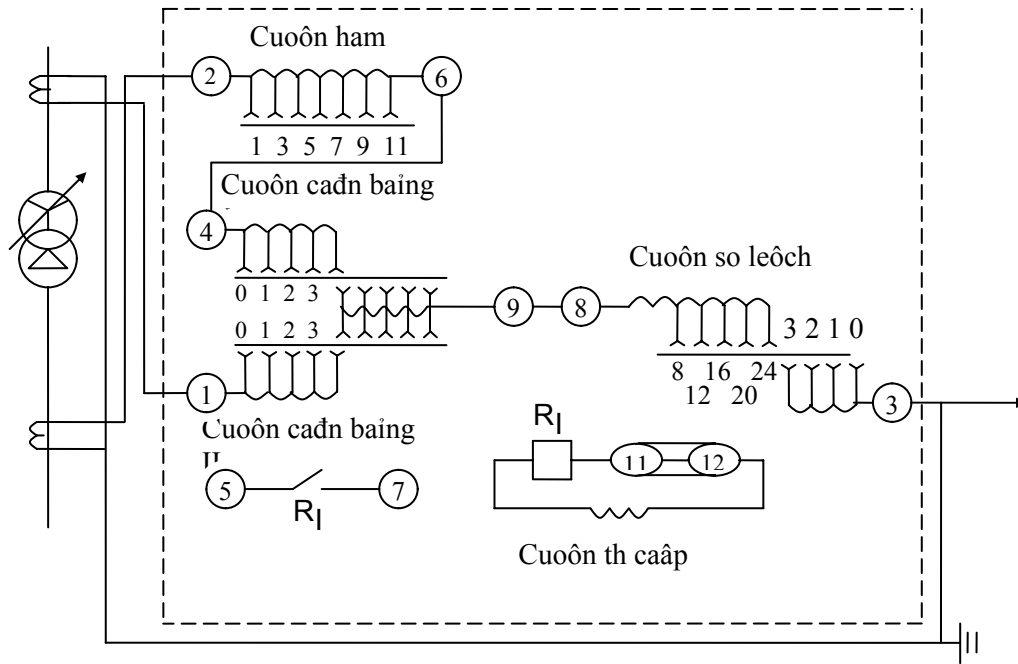


Hình 2.25: aịc tnh khi oōng của rle loai ÔZT

3. Dùng rơle so lệch có cuộn hãm cho phép ta không cần chỉnh định dòng khởi động theo dòng không cân bằng khi ngắn mạch ngoài. Khi độ sức từ động do cuộn hãm sinh ra sẽ đảm bảo cho bảo vệ rơle không tác động. Vì thế bảo vệ dùng rơle có cuộn hãm thường có độ nhạy cao hơn so với các bảo vệ không có cuộn hãm (loại PHT).

Bảo vệ dùng rơle ÔZT -1 thường dùng trong trường hợp sau đây:

- Máy biến áp hai hoặc ba cuộn dây có máy cắt trong mạch tự dùng.
- Máy biến áp hai hoặc ba cuộn dây (hay biến áp tự ngẫu), nối vào hệ thống có công suất lớn qua hai máy cắt.
- Máy biến áp ba cuộn dây trong đó một cuộn nối với phía không có nguồn.



Hình 2.26a: Sơ đồ nối dây rơle ÔZT - 1

4. Để bảo vệ không tác động khi ngắn mạch ngoài trong trường hợp cuộn hãm không làm việc (ví dụ máy cắt nối vào cuộn hãm đã cắt ra) hoặc khi đóng MBA không tải, cần phải chọn dòng khởi động theo các điều kiện như đối với bảo vệ PHT:

* Theo điều kiện chỉnh định khởi dòng không cân bằng tính toán lớn nhất khi ngắn mạch ngoài:

$$I_{k\tilde{n}} \geq K_{at} \cdot I_{kcbtt} \quad (2-43)$$

trong đó: hệ số an toàn $K_{at} = 1,5$.

Dòng không cân bằng tính toán I_{kcbtt} để chọn dòng khởi động I_{kdmin} được xác định như rơle PHT.

$$I_{kcbtt} = I'_{kcbtt} + I''_{kcbtt} + I'''_{kcbtt}$$

$$I'_{kcbtt} = K_{ck} \cdot K_{\tilde{n}} \cdot f_i \cdot I_{Nng\max}$$

$$I''_{kcbtt} = \Delta U_{\alpha} I_{\alpha Nng\max} + \Delta U_{\beta} I_{\beta Nng\max}$$

$$I'''_{kcbtt} = \frac{W_{l\tilde{t}} - W_I}{W_{l\tilde{t}}} \cdot I_{I Nng\max} + \frac{W_{l\tilde{t}} - W_{II}}{W_{l\tilde{t}}} \cdot I_{II Nng\max}$$

* Theo điều kiện chỉnh định khởi dòng từ hoá nhảy vọt khi đóng MBA không tải:

$$I_{k\tilde{n}} \geq K \cdot I_{\tilde{n}mT} \quad (2-44)$$

trong đó: hệ số $K = 1,2 - 1,5$

* Theo điều kiện chỉnh định khởi dòng ngắn mạch lớn nhất khi ngắn mạch sau MBA tự dòng (hoặc kháng điện tự dòng). Nếu trong mạch tự dòng không đặt biến dòng cho bảo vệ số lệch. Thông thường điều kiện này không phải là điều kiện tính toán.

Trong hai điều kiện (a), (b) hệ số an toàn lấy cao hơn đối với loại rơle PHT vì trong rơle so lệch loại ÔZT không có cuộn dây ngắn mạch, ảnh hưởng của dòng quá độ sẽ lớn hơn.

5. Số vòng của cuộn dây làm việc của máy biến dòng bảo hòa (cuộn cân bằng và cuộn so lệch) tương ứng với dòng $I_{kđmin}$ xác định tương tự như đối với bảo vệ dùng rơle PHT. Theo công thức (2-39), (2-40), và (2-41):

$$W_{cbtt} = \frac{F_{kñR}}{I_{kñR_{cb}}} ; W_{litt} = W_{cb} \cdot \frac{I_{cbT}}{I_{IT}} ; W_{litt} = W_{cb} \cdot \frac{I_{cbT}}{I_{lIT}}$$

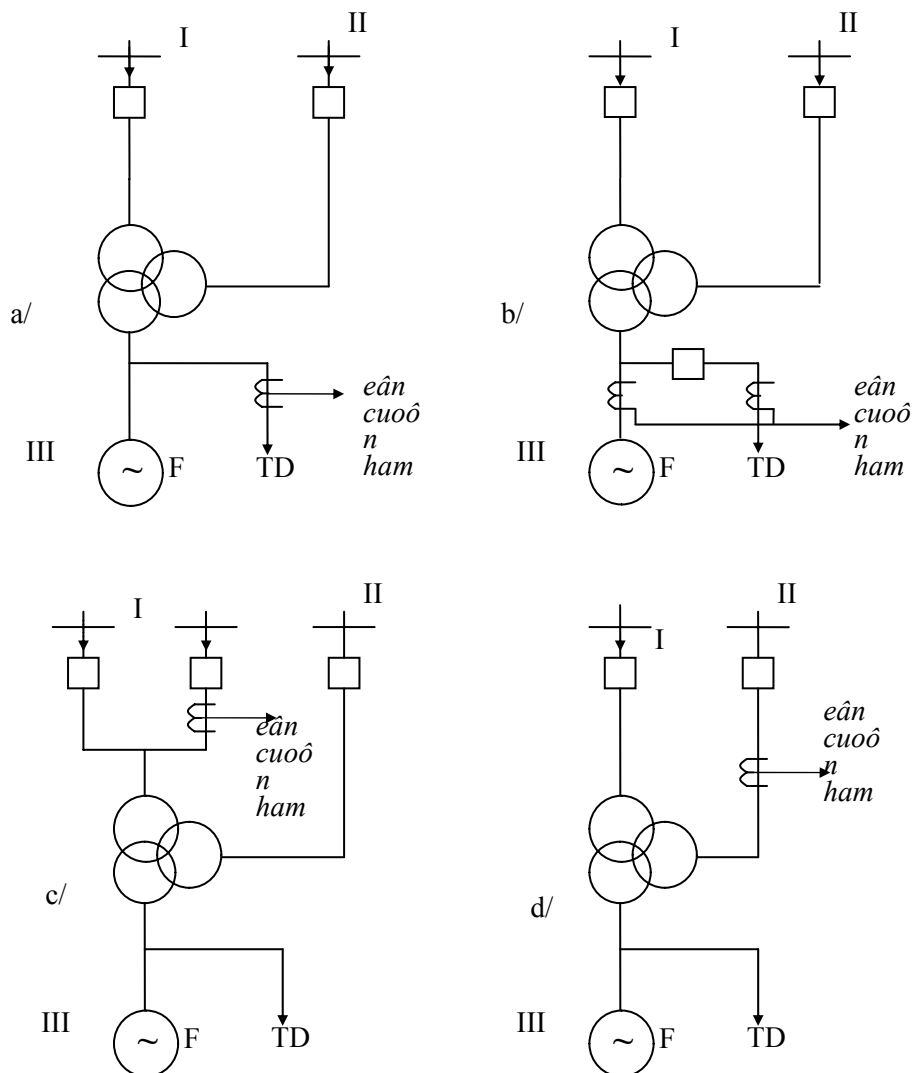
6. Cuộn hãm của rơle ÔZT nên nối vào tổ máy biến dòng nào đảm bảo được độ nhạy của bảo vệ nói chung cao nhất. Muốn vậy phải làm sao cho:

~ Dòng khởi động của bảo vệ càng bé càng tốt.

~ Khi ngắn mạch trong vùng bảo vệ (trong những trường hợp kiểm tra độ nhạy) tác động hãm càng bé càng tốt.

Thực tế để chọn được phía nối với cuộn hãm một cách hợp lý cần phải xem xét một cách cụ thể.

Ví dụ đối với các sơ đồ nối với máy tăng áp (hình 2.27) có thể chọn tổ máy biến dòng nối với cuộn hãm như sau:



Hình 2.27: Sơ đồ nối dây các MBA tăng áp 3 cuộn dây (t ngầu) dùng rơle so lệch có cuộn hãm

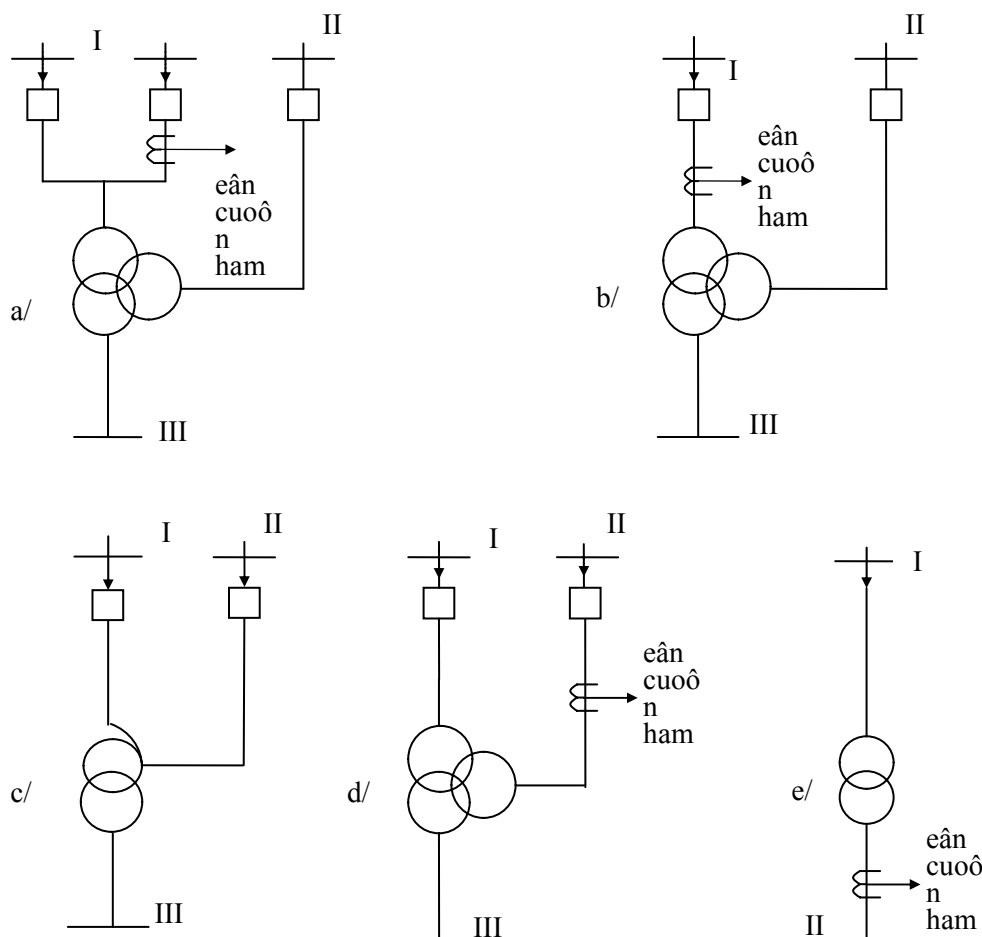
* Đối với máy biến áp tăng áp hai và ba cuộn dây (hoặc MBA tự ngẫu) ở các cấp điện áp đều có nguồn, trong mạch tự dùng có đặt máy cắt còn trong mạch máy phát không đặt máy cắt thì cuộn hãm của máy biến dòng nên nối vào tổ máy biến dòng đặt ở tự dùng (hình 2.27a).

* Đối với MBA tăng áp ba cuộn dây ở cả ba cấp điện áp đều có nguồn cung cấp, trong mạch máy phát và mạch tự dùng đều có đặt máy cắt thì cuộn hãm của rơle so lệch nên nối vào tổng dòng điện của hai nhánh máy phát và tự dùng (hai tổ máy biến dòng của hai nhánh nối song song) để khỏi phải chỉnh định dòng khởi động tối thiểu của bảo vệ theo dòng không cân bằng khi hư hỏng trong máy phát điện (hình 2.27b).

* Đối với máy biến áp tăng áp hai hoặc ba cuộn dây nối với hệ thống công suất lớn qua hai máy cắt thì cuộn hãm của rơle so lệch nên nối vào tổ máy biến dòng đặt trong mạch của một trong hai máy cắt đó (hình 2.27c).

* Đối với MBA tăng áp ba cuộn dây làm việc theo sơ đồ bộ, phía điện áp trung không có nguồn cung cấp, trong mạch tự dùng và mạch máy phát không đặt máy cắt thì cuộn hãm của rơle so lệch nên nối vào tổ máy biến dòng đặt ở phía cấp điện áp trung (hình 2.27d).

Sau đây chúng ta khảo sát một số ví dụ về cách nối cuộn hãm trong bảo vệ của máy biến áp giảm áp (hình 2.28):



Hình 2.28: Sơ đồ nối dây các MBA giảm áp 2, 3 cuộn dây (hoặc tự ngẫu) dùng rơle so lệch có cuộn hãm

* Đối với các MBA giảm nối với hệ thống có công suất lớn qua hai máy cắt thì cuộn hãm của role so lệch nên nối vào tổ máy biến dòng đặt trong mạch của một trong hai máy cắt đó (hình 2.28a).

* Đối với các máy biến áp giảm, ba cuộn dây chỉ nối với một nguồn cung cấp (hình 2.28b) khi có điều áp dưới tải và dòng khởi động của bảo vệ tính theo điều kiện chỉnh định khởi dòng không cân bằng khi ngắn mạch ngoài (ở cả hai phía không có nguồn) lớn hơn dòng khởi động tính theo điều kiện chỉnh định khởi dòng từ hoá nhảy vọt thì cuộn hãm của role so lệch nên nối vào tổ máy biến dòng đặt trong mạch nối với nguồn.

Nếu khi ngắn mạch ngoài ở một phía nào đó dòng không cân bằng rất lớn và dòng khởi động của bảo vệ tính theo điều kiện chỉnh định khởi dòng không cân bằng ở phía này lớn hơn là dòng khởi động của bảo vệ tính theo điều kiện chỉnh định khởi dòng từ hoá nhảy vọt, còn khi ngắn mạch ở phía kia dòng khởi động của bảo vệ tính theo điều kiện chỉnh định khởi dòng không cân bằng bé hơn dòng khởi động của bảo vệ tính theo điều kiện chỉnh định khởi dòng từ hoá nhảy vọt thì cuộn hãm của role so lệch nên nối vào tổ máy biến dòng đặt ở phía có dòng không cân bằng lớn hơn. Cách nối này cho phép ta chọn dòng khởi động của bảo vệ theo điều kiện chỉnh định khởi dòng từ hoá nhảy vọt.

* Đối với MBA tự ngẫu giảm áp nối với hai nguồn cung cấp (hình 2.28c) cuộn hãm của role so lệch nên nối vào tổ máy biến dòng đặt ở một trong hai mạch nối với nguồn.

* Đối với MBA giảm ba cuộn dây có hai nguồn cung cấp (hình 2.28d) khi cuộn dây điện áp trung hoặc cuộn dây điện áp thấp có điện trở bằng không ($r = 0$), thì cuộn hãm của role so lệch nên nối vào tổ máy biến dòng đặt ở phía có điện trở bằng không. Tuy nhiên trong trường hợp khi công suất của nguồn ở phía nào đó bé hơn so với phía kia thì nên chọn cách nối cuộn hãm theo những chỉ dẫn ở mục trên.

* Đối với các MBA giảm hai cuộn dây (hình 2.28e) cuộn hãm của role so lệch nên nối vào tổ máy biến dòng đặt ở phía không nguồn của MBA. Cách nối này làm tăng độ nhạy của bảo vệ khi có ngắn mạch trong MBA vì khi ấy cuộn hãm sẽ không làm việc.

Trong trường hợp chung để có thể chọn cách nối cuộn hãm một cách hợp lý có thể làm như sau: Lần lượt đặt cuộn hãm ở tất cả các phía của MBA được bảo vệ với giả thiết là máy cắt đặt ở phía này đã cắt ra, xác định dòng không cân bằng tính toán cực đại $I_{kcbttmax}$ khi cuộn hãm không làm việc và dòng khởi động tối thiểu tương ứng I_{kdmin} của bảo vệ đối với tất cả các phương án đặt cuộn hãm khác nhau.

Phương án nào có dòng khởi động tối thiểu I_{kdmin} bé nhất sẽ được dùng vì khi ấy độ nhạy của bảo vệ sẽ cao nhất. Nếu như hai phương án nào đó cho giá trị I_{kdmin} gần như nhau hoặc hoàn toàn giống nhau (khi điều kiện tính toán là điều kiện chỉnh định khởi dòng từ hoá nhảy vọt) thì nên chọn phương án có tác động hãm ít hơn khi ngắn mạch trong vùng bảo vệ để tăng độ nhạy của bảo vệ.

Cần chú ý rằng có thể có trường hợp nếu nối cuộn hãm với phía mà khi ngắn mạch ngoài ở phía đó dòng không cân bằng tính toán không phải là lớn nhất thì phải chọn số vòng của cuộn hãm quá lớn và khi ngắn mạch trong vùng bảo vệ độ nhạy của bảo vệ quá thấp, trong những trường hợp như vậy phải tính toán lại với phương án nối cuộn hãm vào phía khác.

7. Khi cuộn hãm làm việc nếu có ngắn mạch ngoài bảo vệ sẽ không tác động. Để kiểm tra tính không tác động của bảo vệ (có hãm) phải dùng đặc tính khởi động tương ứng với tác động hãm bé nhất (đường cong II trên hình 2.25)

Để tính toán được đơn giản hơn người ta có thể thay thế đường cong bằng tiếp tuyến của nó đi qua gốc toạ độ, khi ta thay thế như vậy thì độ dự trữ không tác động của bảo vệ khi ngắn mạch ngoài sẽ cao hơn.

Rõ ràng rằng bảo vệ chắc chắn sẽ không tác động nếu như khi ngắn mạch ngoài, điểm biểu diễn quan hệ F_{lv} , F_h nằm thấp hơn đường tiếp tuyến này, nghĩa là:

$$K_{at} \frac{I_{lvT} \cdot W_{lvtt}}{I_{hT} \cdot W_h} \leq tg\alpha \quad (2-45)$$

- Trong đó:
 I_{lvT} và I_{hT} : dòng làm việc và hãm thứ cấp tính đổi về phía thứ cấp của tổ máy biến dòng nối với cuộn hãm của role so lệch.
 - W_h : số vòng của cuộn hãm đã được sử dụng.
 - W_{lvtt} : số vòng tính toán của cuộn làm việc ở phía có nối với cuộn hãm.
 - $tg\alpha$: tg của góc của đường tiếp tuyến với đặc tính khởi động thấp nhất qua role (theo số liệu của nhà chế tạo $tg\alpha \approx 0,83$)
 - Kat: hệ số an toàn $Kat = 1,5$.
- Mặt khác ta lại có :

$$\frac{I_{lvT}}{I_{hT}} = \frac{I_{lv}}{I_h}$$

Và khi ngắn mạch ngoài $I_{lv} = I_{kcbtt}$ nên từ (45) có thể tìm được số vòng cần thiết của cuộn hãm:

$$W_h \geq \frac{K_{at} \cdot I_{kcbtt}}{I_h} \cdot \frac{W_{lvtt}}{tg\alpha} \quad (2-46)$$

Trong đó: I_{kcbtt} và I_h : dòng không cân bằng sơ cấp tính toán xác định theo (2-31) và dòng hãm sơ cấp ở dạng ngắn mạch tính toán để chọn số vòng của cuộn hãm của role so lệch.

Dòng ngắn mạch tính toán để chọn số vòng cuộn hãm theo biểu thức (2-46) là ngắn mạch ba pha xảy ra trong chế độ khi ΔI lớn nhất:

$$\Delta I = \frac{K_{at} \cdot I_{kcbtt}}{I_h} \quad (2-47)$$

Để xác định giá trị lớn nhất của ΔI cần phải khảo sát những trường hợp ngắn mạch ở phía do tác động của cuộn hãm bảo vệ sẽ không làm việc. Đồng thời trong trường hợp chung tiến hành tính toán cho những phương án làm việc khác nhau của MBA và của hệ thống điện.

Khi sức từ động làm việc do dòng không cân bằng gây nên lớn hơn 100A có thể dùng biểu thức (2-46) và thay đường đặc tuyến khởi động bằng tiếp tuyến của nó ($tg\alpha = 0,85$). Khi sức từ động bé hơn 100A đặc tuyến khởi động thực tế khác nhiều so với đường tiếp tuyến của nó, vì vậy nếu tính theo đường tiếp tuyến thì số vòng cuộn hãm nhận được sẽ cao hơn giá trị cần thiết của nó. Mặt khác việc xác định tình trạng tính toán để sử dụng đường cong thực tế sẽ gặp khó khăn vì khi tăng tỉ số ΔI theo (2-47) đối với đặc tính thực tế thì $tg\alpha$ cũng tăng theo.

8. Độ nhạy của bảo vệ khi hư hỏng xảy ra trong vùng bảo vệ trong những chế độ khi cuộn hãm không làm việc có thể đặc trưng bằng hệ số độ nhạy tính theo các công thức:

$$K_n = \frac{I_{R\Sigma}}{I_{kñR}}$$

hoặc
$$K_n = \frac{\sum I_R \cdot W}{F_{kñR}}$$

Các chế độ làm việc và dạng ngắn mạch tính toán cũng như hệ số độ nhạy tối thiểu cho phép cũng chọn tương tự như là đối với các bảo vệ role PHT.

9. Độ nhạy của bảo vệ trong những trường hợp cuộn hãm làm việc (có dòng chạy qua cuộn hãm) hệ số độ nhạy trong trường hợp này tính theo công thức:

$$K_n = \frac{F_{lv}}{F_{lvkñR}} \quad (2-48)$$

Trong đó :
 F_{lv} : sức từ động làm việc của role khi ngắn mạch trực tiếp.
 F_{lvkdR} : sức từ động làm việc khởi động của role trong điều kiện khi bảo vệ ở giới hạn của miền khởi động trong trường hợp ngắn mạch khảo sát, nhưng không phải ngắn mạch trực tiếp mà qua điện trở quá độ.

Sức từ động làm việc của role so lệch xác định theo biểu thức :

$$F_{lv} = \sum I_{lvT} \cdot W_{lv} \quad (2-49)$$

Trong đó:
 I_{lvT} : dòng thứ cấp ở các phía khác nhau có kể đến dấu của chúng ở dạng ngắn mạch trực tiếp khảo sát.
 W_{lv} : số vòng của cuộn làm việc ở từng phía tương ứng.

Khi có một nguồn cung cấp, hoặc để tính toán đơn giản ngay cả khi có nhiều nguồn cung cấp có thể xác định sức từ động làm việc theo biểu thức sau:

$$F_{lv} = I_{lvT} \sum W_{lv} \quad (2-50)$$

Trong đó :

- I_{lvT} : dòng trong cuộn làm việc của role khi ngắn mạch trực tiếp (nếu có nhiều nguồn cung cấp thì giả thiết dòng chỉ chạy theo phía cung cấp chủ yếu).
- W_{lv} : số vòng cuộn làm việc của role so lệch ở phía có nguồn cung cấp (khi có nhiều nguồn cung cấp lấy phía có nguồn cung cấp chủ yếu).

Các dòng trong các cuộn làm việc I_{lvT} và $I_{lvT\Sigma}$ trong các biểu thức (2-49) và (2-50) cần phải xác định có kể đến dạng ngắn mạch và sơ đồ nối máy biến dòng của bảo vệ. Sức từ động làm việc khởi động của role F_{lvkdR} trong biểu thức (2-48) xác định theo đặc tính khởi động của role khi tác động hãm lớn nhất theo trình tự sau:

Xác định sức từ động hãm của role so lệch F_h khi ngắn mạch theo biểu thức:

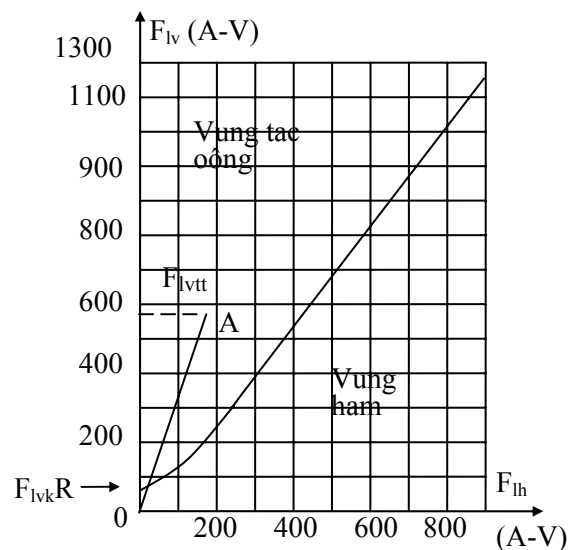
$$F_h = I_{hT} \cdot W_h \quad (2-51)$$

Trong đó:
 I_{hT} : dòng trong cuộn hãm của role so lệch ở dạng ngắn mạch đang khảo sát có kể đến sơ đồ nối dây của BI.

W_h : số vòng dây của cuộn hãm.

Trên mặt phẳng F_{lv} , F_h vẽ điểm biểu diễn tương ứng với F_{lv} , tính theo (2-49) và (2-50) và F_h tính theo (2-51) cho trường hợp ngắn mạch khảo sát.

Vẽ đường thẳng OA, đường thẳng này là quỹ tích những điểm tương ứng với dạng ngắn mạch khảo sát qua các điện trở trung gian khác nhau, bởi vì khi ngắn với những điện trở trung gian khác nhau sự phân bố dòng điện và quan hệ giữa các dòng làm việc và hãm sẽ không thay đổi. Điểm cắt nhau giữa đường thẳng này với đường cong khởi động của role tương ứng với tác động hãm lớn nhất (điểm A trên hình 2.29) sẽ là điểm biểu diễn giới hạn tác động của role, do đó sức từ động làm việc tương ứng với điểm này sẽ là điểm làm việc khởi động F_{lvkdR} ở dạng ngắn mạch đang khảo sát có điện trở trung gian.



Hình 2.29: Xác định sức từ động làm việc khi ngắn mạch của role theo đặc tính khi ngắn mạch khi có hãm lớn nhất.

Để xác định độ nhạy của bảo vệ cần phải chọn đúng tình trạng làm việc của hệ thống, của nhà máy điện hoặc trạm và của bản thân máy biến áp được bảo vệ sao cho dòng điện qua cuộn hãm là lớn nhất.

Hệ số độ nhạy tối thiểu $Kn_{(h\ddot{a}mmin)} = 2$.

Đối với trường hợp đóng thử MBA hoặc khi MBA hạ cuộn dây (hay tự ngẫu) làm việc trong tình trạng một máy cắt ở phía nào đó đã cắt ra thì hệ số độ nhạy tối thiểu có thể cho phép lấy thấp hơn. Cần chú ý rằng khi xác định độ nhạy của bảo vệ nên kê đến sai số của rơle và đề bảo vệ có thể tác động chắc chắn điểm làm việc tương ứng với dạng ngắn mạch khảo sát phải nằm cao hơn đường đặc tính khởi động ít nhất là 10% so với tung độ của nó.

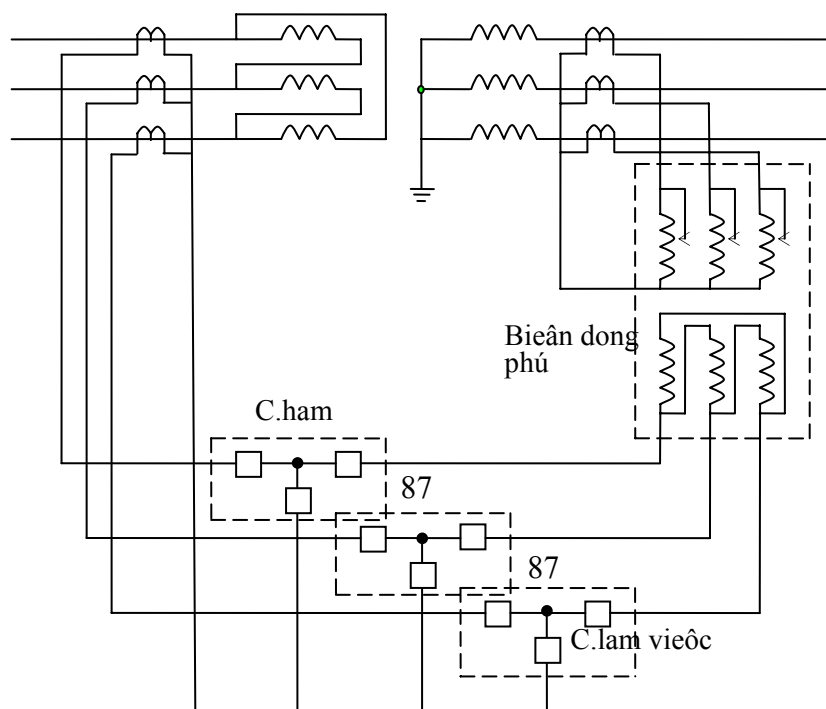
IV.4. Máy biến dòng phụ cho bảo vệ so lệch:

Ngoài BI chính người ta có thể dùng BI phụ để bù lệch pha, và hiệu chỉnh dòng không cân bằng vào rơle do các đầu phân áp do khác tỉ số biến đổi giữa MBA và BI chính. Đối với MBA hai cuộn dây máy biến dòng phụ được phối hợp với điều kiện dòng phụ tải lớn nhất của MBA (hình 2.30). Với MBA ba cuộn dây, chọn BI theo cuộn dây có công suất định mức lớn nhất (hình 2.31).

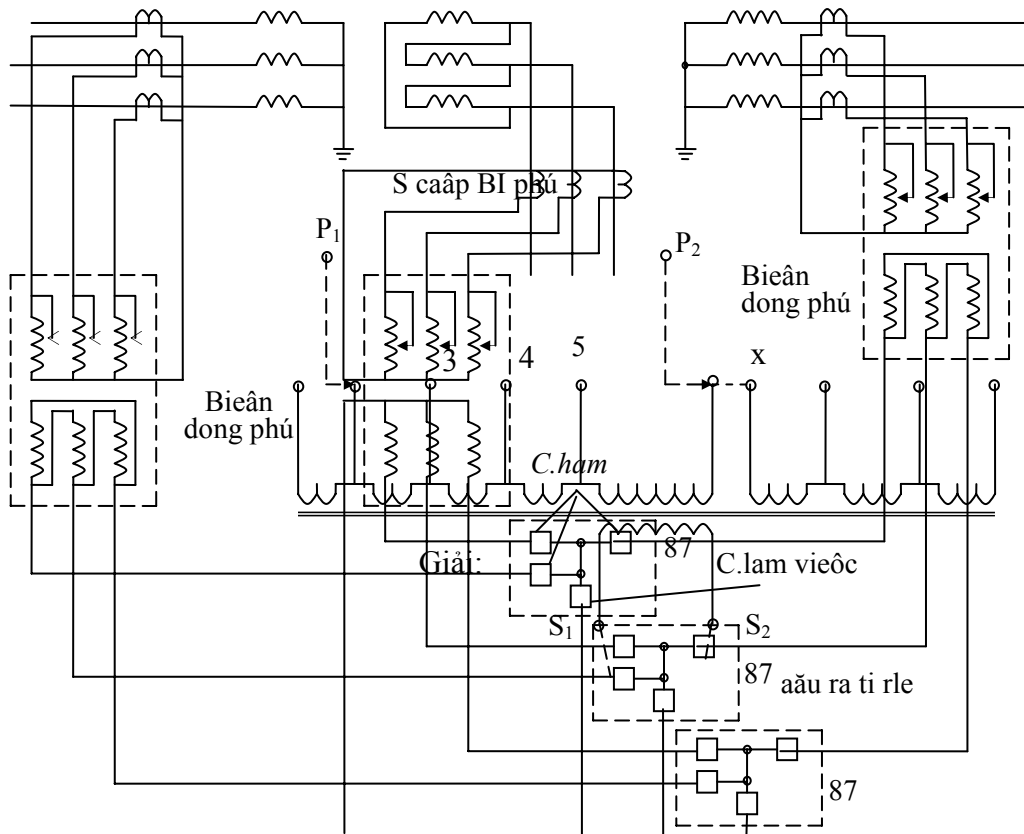
Ví dụ: Cho bảng vòng dây theo đầu nối và sơ đồ đầu dây máy biến dòng phụ của rơle so lệch MBA của hãng GEC. Hãy chọn tỉ số BI phụ, số vòng dây của cuộn BI phụ trong bảo vệ so lệch MBA.

Máy biến áp 3 pha: S = 30MV, 11/66KV, Δ/Y .

	Đầu nối	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	x-7	7-8	8-9	S1-S2
Số vòng	Tỉ số biến đổi 1 / 1 A	5	5	5	5	125	25	25	25	215



Hình 2.30: Bạo vẽ sơ lược cơ dụng BI phụ



Hình 2.31: Bạo vẽ sơ lược MBA ba cuộn dây có dùng BI phụ

Dòng định mức phía 11 KV: $\frac{30 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 11} = 1574,6A$

Cuộn dây MBA phía 11KV nối Δ , BI nối Y, dòng thứ cấp vào rơle (chọn BI chính 1600 /1):

$$I_{TI} = \frac{1574,6 \cdot 1}{1600} = 0,984A$$

Dòng định mức phía 66 KV: $\frac{30 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 66} = 262,4 A$

Cuộn dây MBA phía 66KV nối Y, BI nối Y, dòng thứ cấp đưa vào rơle (chọn BI chính 300 /1):

$$I_{TII} = \frac{262,4 \cdot 1}{300} = 0,875A$$

Để bù lệch pha BU phụ đầu Y/ Δ .

Tỉ số (66KV / 11KV) = 0,875 / 0,984 = 0,899.

Cuộn dây thứ cấp S1-S2 là 215 vòng.

Số vòng của cuộn sơ cấp BI phụ n_1 được tính:

$$0,875 \cdot n_1 = \frac{0,984 \cdot 215}{\sqrt{3}}; \Rightarrow n_1 = \frac{0,984 \cdot 215}{\sqrt{3} \cdot 0,875} = 139,6 \approx 140 \text{ vòng}$$

Chọn hai đầu nối cuộn sơ cấp BI phụ là 2 và 6 (5 + 5 + 5 + 125) = 140 vòng.

Kết hợp bảo vệ so lệch và bảo vệ chạm đất cuộn dây MBA:

Có thể liên kết bảo vệ so lệch thứ tự không cuộn dây MBA và bảo vệ so lệch dọc MBA. Từ hình 2.32 ta thấy nếu trung tính cuộn tạo nối đất qua điện trở 1 đơn vị tương đối, hệ thống bảo vệ so lệch dọc có trị số đặt 20% sẽ phát hiện chạm chỉ 42% cuộn dây tính từ đầu đường dây. Yêu cầu sơ đồ của hai bộ BI cho hai hệ thống so lệch khác nhau, BI của bảo vệ so lệch TTK nối sao, trong khi đó BI của hệ thống bảo vệ so lệch dọc thì nối Δ ở phía cuộn dây nối sao MBA, dùng hai bộ BI thì tốn kém, có thể dùng một bộ BI cho hai hệ thống so lệch theo các cách sau:

Dùng máy biến dòng phụ tổng.

Dùng máy biến dòng phụ Y/ Δ .

Phương pháp sau được dùng rộng rãi hơn vì có thể điều chỉnh dòng không cân bằng cho bảo vệ so lệch dọc.

a) Sơ đồ BI phụ tổng:

BI phụ tổng có boan cuộn dây s cấp giao nhau ngoài ti các BI chính như hình 2.33. Các BI ngoài Δ ngoài vì họ thông so lệch dọc, dòng a vào rle so lệch dọc là hiệu dòng hai pha. ngoài vì BI phụ tổng dòng vào rle vẫn là dòng tng pha, tổng các dòng là 0 khi iếu kiện cân bằng cuộn thì t của BI phụ là dòng t trung tính MBA, rle aít cuộn thì BI phụ sẽ bảo vệ chạm đất cuộn dây ngoài sao MBA, nh thế s oả nay bảo vệ so lệch dọc và bảo vệ so lệch th t khoảng lam việc theo aít tính riêng của mình.

b) Sơ đồ BI phụ Y/ Δ :

Khi BI chính nối Y ở phía cuộn cao MBA thì tổ BI phụ nối Y/ Δ để hiệu chỉnh góc pha như hình 2.34. Rơle chống chạm đất được nối từ phía sơ BI phụ. Lưu ý trong các sơ đồ kết hợp trên để rơle làm việc đúng, khi chọn BI chính phải tính đến tải của BI chính, BI phụ và các rơle.

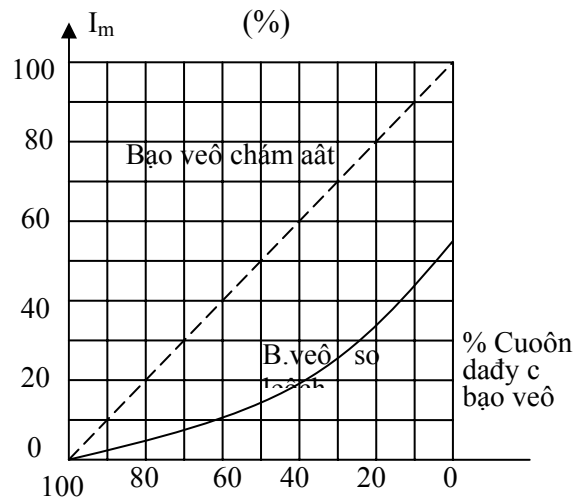
V. BẢO VỆ SO LỆCH KHI CÓ DÒNG TỪ HOÁ NHẢY VỌT, HIỆN TƯỢNG QUÁ KÍCH TỪ MBA

Khi đóng MBA không tải dòng điện từ hoá nhảy vọt phía nguồn, tổng các dòng này không phân biệt với dòng ngắn mạch bên trong MBA. Để tránh tác động nhầm trong trường hợp này có các phương pháp sau:

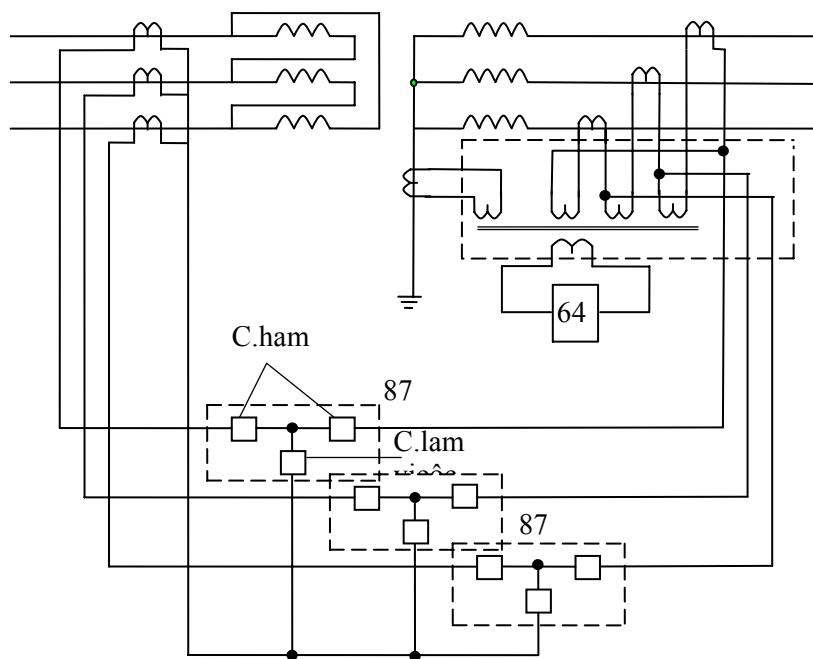
Tác động chậm: Dòng từ hoá là dòng quá độ, tắt nhanh nên có thể tránh bằng cách cho rơle tác động có thời gian.

Với các bảo vệ hiện đại người ta thực hiện biện pháp hãm hoá tần bậc 2. Dòng điện từ hoá có thể phân tích ra các thành phần bậc 2, 3, 4, ... nhưng trong đó thành phần bậc 2 lớn hơn cả. Hơn nữa trong dòng điện ngắn mạch dòng điện bậc 2 không có nên thành phần bậc 2 được sử dụng để ổn định bảo vệ chống lại hiện tượng quá xung kích từ hoá khi đóng MBA không tải, khi thành phần bậc 2 lớn hơn giá trị đặt, bảo vệ sẽ bị khoá.

Còn khi xuất hiện quá kích từ MBA, có thành phần sóng hài bậc 5 chiếm phần lớn, thành phần bậc 5 này được dùng cho mục đích ổn định bảo vệ. Bảo vệ sẽ bị khoá khi thành phần sóng hài bậc 5 lớn hơn giá trị đặt.



Hình 2.32: Vùng bảo vệ cuộn dây MBA theo dòng khi công suất cấp

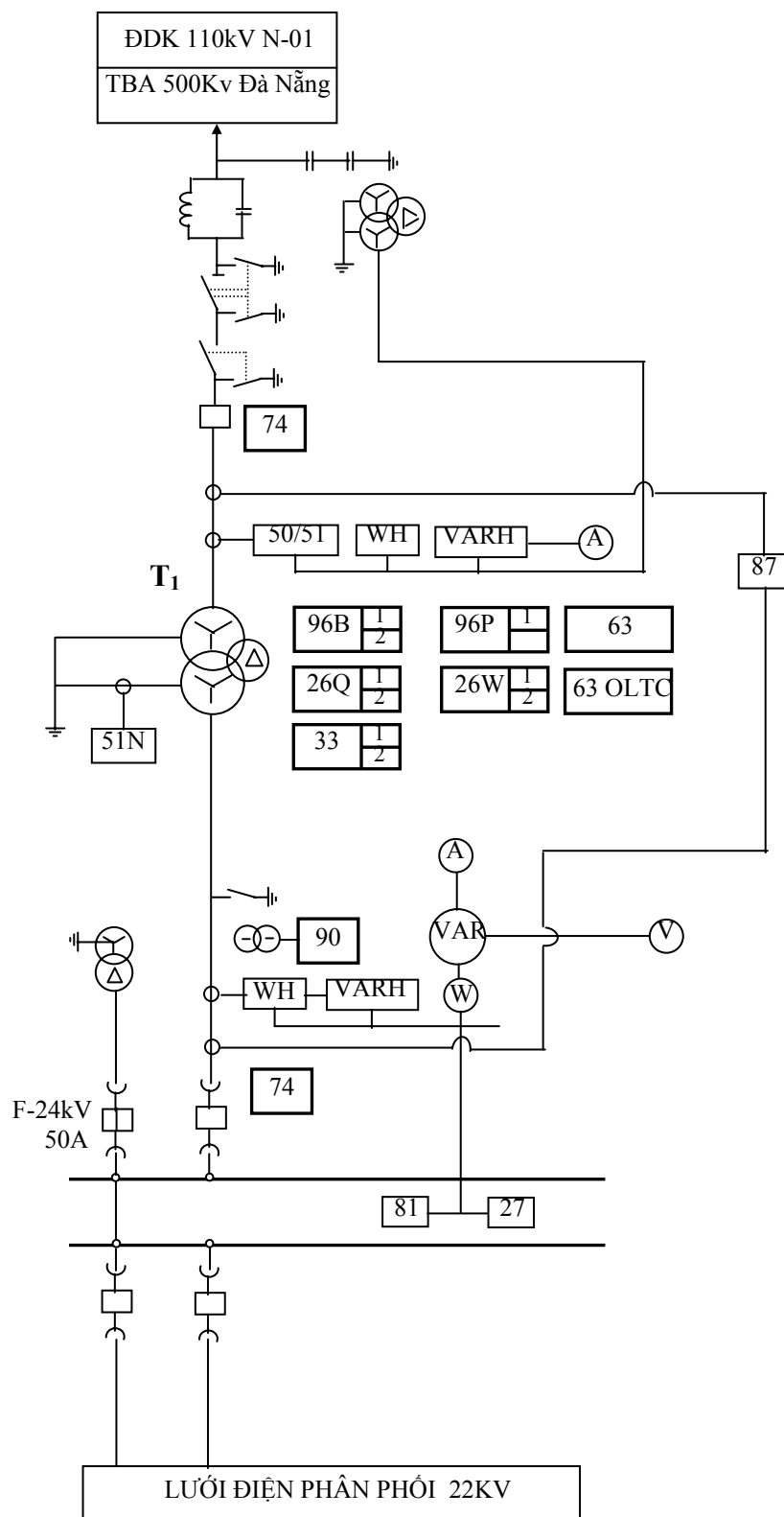


Hnh 2.33: S o s le ch dung BI ph t oong

VI. MỘT SỐ SƠ ĐỒ BẢO VỆ TIÊU BIỂU CHO MBA

Các ký hiệu trên sơ đồ:

50/51: Bảo vệ quá dòng điện 2 cấp	50/51N: Bảo vệ quá dòng thứ tự không 2 cấp
51N : Bảo vệ quá dòng thứ tự không	27 : Bảo vệ điện áp thấp
81 : Rơle tự động sa thải phụ tải	96B: Bảo vệ hơi của dòng dầu MBA
74 : Rơle kiểm tra cuộn cắt máy cắt	96P : Bảo vệ hơi của dòng dầu của bộ ĐCĐA
26Q: Bảo vệ nhiệt độ dầu MBA tăng cao 2 cấp	66 : Bảo vệ áp suất tăng cao trong MBA
26W : Bảo vệ nhiệt độ cuộn dây MBA - 2 cấp	66 OLTC: Bảo vệ áp suất tăng cao trong bộ ĐA
33 : Bảo vệ mức dầu MBA giảm thấp - 2 cấp	A, V : Ampemet, Vônmet
Wh : Máy đếm điện năng tác dụng	W: Oatmet
Varh : Máy đếm điện năng phản kháng	Var : Varmet



Hình 2.34: Sơ đồ bảo vệ MBA 2 cuộn dây tiêu biểu