

Chương 1

KHÁI NIỆM CƠ BẢN

1.1 NHIỆM VỤ CỦA BẢO VỆ .

Trong quá trình vận hành hệ thống điện có thể xuất hiện tình trạng sự cố và chế độ làm việc không bình thường của các phần tử. Phần lớn các sự cố thường kèm theo hiện tượng dòng điện tăng khá cao và điện áp giảm khá thấp. Các thiết bị có dòng điện tăng cao chạy qua bị đốt nóng quá mức cho phép dẫn đến hư hỏng. Khi điện áp giảm thấp thì các hộ tiêu thụ không thể làm việc bình thường, tính ổn định của các máy phát làm việc song song và của toàn hệ thống bị giảm. Các chế độ làm việc không bình thường cũng làm cho áp, dòng và tần số lệch khỏi giới hạn cho phép và nếu để kéo dài tình trạng này có thể xuất hiện sự cố. Có thể nói, sự cố làm rối loạn các hoạt động bình thường của hệ thống điện nói chung và của các hộ tiêu thụ điện nói riêng. Chế độ làm việc không bình thường có nguy cơ xuất hiện sự cố làm giảm tuổi thọ của các máy móc thiết bị.

Muốn duy trì hoạt động bình thường của hệ thống và của các hộ tiêu thụ điện thì khi xuất hiện sự cố cần phát hiện càng nhanh càng tốt chỗ sự cố để cách ly nó khỏi phần tử không bị hư hỏng, có như vậy phần tử còn lại mới duy trì được hoạt động bình thường, đồng thời giảm mức độ hư hỏng của sự cố. Như vậy chỉ có các thiết bị tự động bảo vệ mới có thể thực hiện tốt được các yêu cầu nêu trên. Các thiết bị này hợp thành hệ thống bảo vệ. Các mạng điện hiện đại không thể làm việc thiếu các hệ thống bảo vệ, vì nó theo dõi liên tục tình trạng làm việc của tất cả các phần tử trong hệ thống điện.

♣ Khi xuất hiện sự cố, bảo vệ phát hiện và cho tín hiệu khi cắt các phần tử hư hỏng thông qua các máy cắt điện (MC).

♣ Khi xuất hiện chế độ làm việc không bình thường, bảo vệ sẽ phát hiện và tùy thuộc theo yêu cầu có thể tác động để khôi phục chế độ làm việc bình thường hoặc báo tín hiệu cho nhân viên trực.

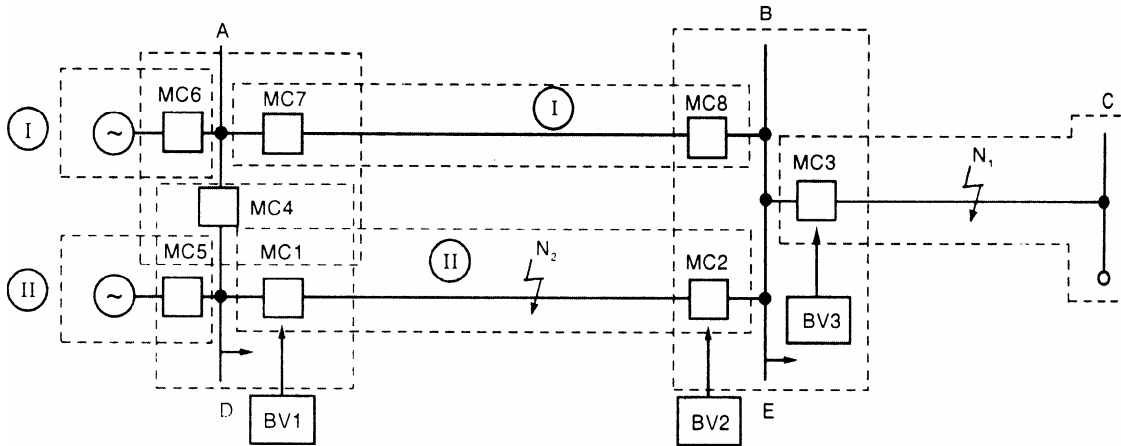
Hệ thống bảo vệ là tổ hợp của các phần tử cơ bản là các rơle, nên còn được gọi là bảo vệ rơle.

1.2 CÁC YÊU CẦU CƠ BẢN ĐỐI VỚI HỆ THỐNG BẢO VỆ.

1.2.1 Các yêu cầu đối với chống ngắn mạch.a) *Tính chọn lọc.*

Khả năng của bảo vệ chỉ cắt phần tử bị sự cố khi sự cố xảy ra được gọi là tính chọn lọc. Đối với ví dụ hình 1.1, yêu cầu này được thực hiện như sau: Khi ngắn mạch (NM) tại điểm N_1 , máy cắt 3(MC₃) là máy cắt ở gần chỗ sự cố nhất được cắt ra, nhờ vậy các phụ tải không nối vào đường dây hư hỏng vẫn được nhận điện. Khi ngắn mạch tại điểm N_2 đường dây sự cố II được cắt ra từ

hai phía nhờ MC_1 và MC_2 , còn đường dây I vẫn làm việc, vì vậy toàn bộ các hộ tiêu thụ vẫn nhận được điện. Yêu cầu tác động chọn lọc là yêu cầu cơ bản nhất để đảm bảo cung cấp điện an toàn cho các hộ tiêu thụ điện. Nếu bảo vệ tác động không chọn lọc thì sự cố có thể lan rộng.



Hình 1.1 Cắt chọn lọc phần tử bị hư hỏng khi NM trong mạng điện

b) Tác động nhanh.

Tính tác động nhanh của bảo vệ là yêu cầu quan trọng khi có ngắn mạch bên trong của thiết bị. Bảo vệ tác động càng nhanh thì:

- ♣ Đảm bảo tính ổn định làm việc song song của các máy phát trong hệ thống, làm giảm ảnh hưởng của điện áp thấp lên các phụ tải.
- ♣ Giảm tác hại dòng ngắn mạch tới các thiết bị.
- ♣ Giảm xác suất dẫn đến hư hỏng nặng hơn.
- ♣ Nâng cao hiệu quả thiết bị tự đóng lại.

Thời gian cắt hư hỏng t bao gồm thời gian tác động của bảo vệ (t_{bv}) và thời gian cắt của máy cắt (t_{mc}), t_{mc} là hằng số của máy cắt.

$$t = t_{bv} + t_{mc}$$

Đối với các hệ thống điện hiện đại, thời gian cắt NM lớn nhất cho phép theo yêu cầu đảm bảo tính ổn định là rất nhỏ. Ví dụ đối với đường dây tải điện 300 ÷ 500 kV, cần phải cắt sự cố trong vòng 0.1 ÷ 0.12 giây (s) sau khi NM xuất hiện, còn trong mạng từ 110 ÷ 220 kV thì trong vòng 0.15 ÷ 0.3s. Muốn giảm thời gian cắt NM cần giảm thời gian tác động của bảo vệ và thời gian cắt của máy cắt. Hiện nay dùng phổ biến các MC có $t_{mc} = 0.15 \div 0.06$ s. Nếu cần cắt NM với thời gian $t = 0.12$ s bằng MC có $t_{mc} = 0.08$ s thì thời gian tác động của bảo vệ không được vượt quá 0.04s (2 chu kỳ của sóng dòng điện có tần số 50Hz). Bảo vệ có tác động dưới 0.1s được xếp vào loại tác động nhanh. Loại bảo vệ tác động nhanh hiện đại có $t_{bv} = 0.01 \div 0.04$ s.

♣ Việc chế tạo bảo vệ vừa có tác động nhanh, vừa có tính chọn lọc là vấn đề rất khó. Các bảo vệ này phức tạp và đắt tiền. Để đơn giản, có thể thực hiện

cắt nhanh NM không chọn lọc, sau đó dùng thiết bị tự đóng lại phần bị cắt không chọn lọc.

c) *Độ nhạy.*

Trên hình 1.1 ta thấy mỗi bảo vệ cần tác động khi sự cố xảy ra trong vùng bảo vệ của mình (để bảo đảm thì vừa có bảo vệ chính và vừa có bảo vệ dự trữ tại chỗ). Ví dụ bảo vệ 1 và 2 cần tác động khi NM xảy ra trong đoạn DE. Ngoài ra bảo vệ 1 và 2 còn cần tác động khi sự cố xảy ra trong đoạn BC của bảo vệ 3 (bảo vệ 1 và 2 gọi là bảo vệ dự trữ cho bảo vệ 3). Điều này cần thiết để dự phòng trường hợp NM trên đoạn BC mà BV3 hoặc MC₃ không làm việc. Tác động của BV đối với đoạn kế tiếp được gọi là dự phòng xa. Mỗi bảo vệ cần tác động không chỉ với trường hợp NM trực tiếp mà cả khi NM qua điện trở trung gian của hồ quang điện. Ngoài ra nó còn tác động khi NM xảy ra trong lúc hệ thống làm việc ở chế độ cực tiểu (ở chế độ này, một số nguồn được cắt ra và do đó dòng NM có giá trị nhỏ).

Độ nhạy của bảo vệ thường được đánh giá bằng hệ số nhạy k_{nh} . Đối với bảo vệ cực đại tác động, đại lượng theo dõi tăng khi có sự cố hư hỏng (ví dụ quá dòng điện) thì k_{nh} được xác định:

$$k_{nh} = \frac{I_{Nmin}}{I_{kdbv}}$$

với I_{Nmin} – dòng NM nhỏ nhất; I_{kdbv} – giá trị dòng nhỏ nhất mà BV có thể tác động.

Đối với bảo vệ cực tiểu tác động khi đại lượng theo dõi giảm khi hư hỏng (ví dụ điện áp cực tiểu) hệ số k_{nh} được xác định ngược lại bằng trị số điện áp khởi động chia cho điện áp dư còn lại lớn nhất khi hư hỏng.

Bảo vệ cần có độ nhạy sao cho nó tác động chắc chắn khi NM qua điện trở hồ quang ở cuối vùng được giao bảo vệ trong chế độ cực tiểu của hệ thống.

d) *Độ tin cậy.*

Độ tin cậy thể hiện yêu cầu bảo vệ phải tác động chắc chắn khi NM xảy ra trong vùng được giao bảo vệ và không được tác động đối với các chế độ mà nó không có nhiệm vụ tác động. Đây là yêu cầu rất quan trọng. Một bảo vệ nào đó hoặc không tác động hoặc tác động nhầm rất có thể dẫn đến hậu quả là số phụ tải bị mất điện nhiều hơn hoặc làm cho sự cố lan tràn. Ví dụ khi NM tại điểm N₂ trên hình 1.1 mà bảo vệ không tác động cắt MC₁ và MC₂ được thì các bảo vệ dự phòng xa cắt nguồn II MC₄, MC₅ và trạm B như vậy bảo vệ không tin cậy, làm mất điện nhiều gây thiệt hại cho kinh tế.

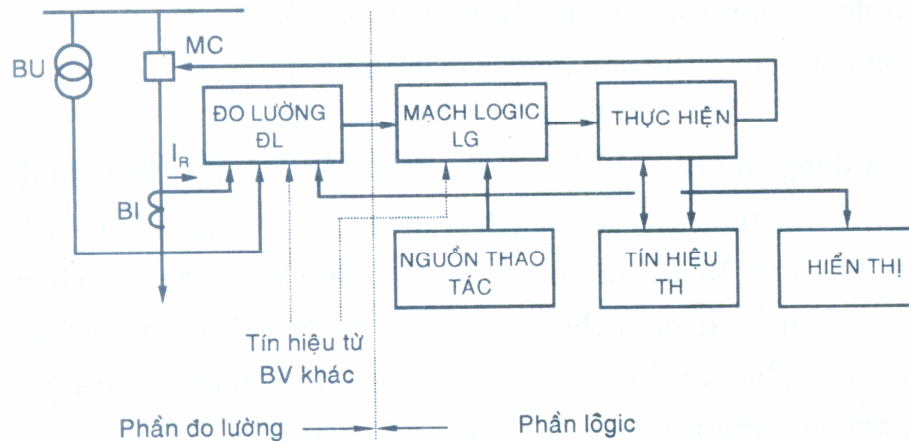
♣ Để bảo vệ có độ tin cậy cao cần dùng sơ đồ đơn giản, giảm số rơle và tiếp xúc, cấu tạo đơn giản, chế độ lắp ráp đảm bảo chất lượng, đồng thời kiểm tra thường xuyên trong quá trình vận hành.

1.2.2 Yêu cầu đối với các bảo vệ chống các chế độ làm việc không bình thường.

Tương tự bảo vệ chống NM, các bảo vệ này cũng cần tác động chọn lọc, nhạy và tin cậy. Yêu cầu tác động nhanh không đề ra. Thời gian tác động của bảo vệ loại này cũng được xác định theo tính chất và hậu quả của chế độ làm việc không bình thường. Thông thường các chế độ này xảy ra chốc lát và tự tiêu tán, ví dụ như hiện tượng quá tải ngắn hạn khi khởi động động cơ không đồng bộ. Trường hợp này nếu cắt ngay sẽ làm phụ tải mất điện. Trong nhiều trường hợp, nhân viên vận hành có nhiệm vụ loại trừ chế độ không bình thường và như vậy chỉ cần yêu cầu bảo vệ báo tín hiệu.

1.3 CÁC BỘ PHẬN CỦA HỆ THỐNG BẢO VỆ .

Trong trường hợp tổng quát, sơ đồ bảo vệ gồm hai phần chính : phần đo lường và phần logic (hình 1.2).



Hình 1.2 Sơ đồ tổng quát của hệ thống bảo vệ một phần tử hệ thống điện

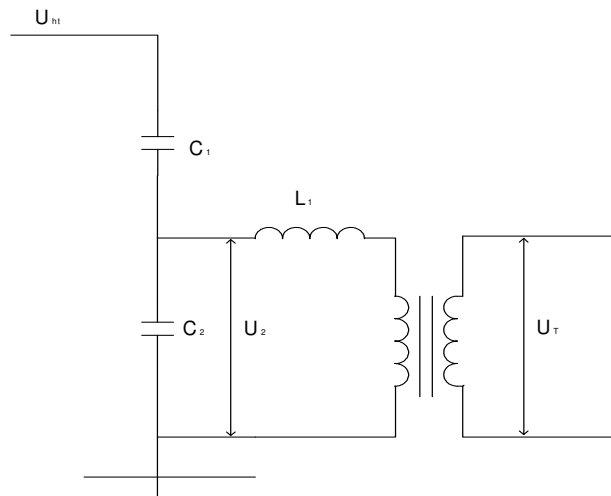
- Phần đo lường (PĐL) liên tục thu nhập tin tức về tình trạng của phần tử được bảo vệ, ghi nhận sự xuất hiện sự cố và tình trạng làm việc không bình thường đồng thời truyền tín hiệu đến phần logic. PĐL nhận những thông tin của đối tượng được bảo vệ qua các bộ biến đổi đo lường sơ cấp máy biến dòng (BI) và các máy biến điện áp (BU).
- Phần logic tiếp nhận tín hiệu từ PĐL. Nếu giá trị, thứ tự và tổng hợp các tín hiệu phù hợp với chương trình định trước nó sẽ phát tín hiệu điều khiển cần thiết (cắt MC hoặc báo tín hiệu) qua bộ phận thực hiện.

1.3.1 Đo lường sơ cấp .

Máy biến dòng (BI), máy biến điện áp (BU) dùng để:

- Giảm dòng điện và điện áp của đối tượng bảo vệ đến giá trị thấp đủ để hệ thống bảo vệ làm việc an toàn (dòng thứ cấp BI định mức là 5A hoặc 1A, áp thứ cấp BU định mức là 100V hoặc 120V).
- Cách ly bảo vệ với đối tượng được bảo vệ .

- Cho phép cùng dòng và áp chuẩn thích ứng với hệ thống bảo vệ .
- Tổng trở thứ cấp của BI rất thấp , ngược lại tổng trở của BU rất cao. Lõi của BI có thể chế tạo bằng thép hay khe hở không khí, BI có lõi thép có công suất ra lớn nhưng có nhiều sai số cả trong chế độ làm việc bình thường hay quá độ. BI có lõi không khí có công suất ra thấp thường không đủ cho rơle, vi mạch. Chúng có đặc tính làm việc tuyến tính và không có sai số trong chế độ quá độ.
- Tiêu chuẩn chọn tỉ số BI là theo dòng điện tải cực đại. Các đối tượng bảo vệ có điện thế cao, có thể sử dụng BU qua bộ chia điện thế bằng tụ điện, để điện thế BU chỉ bằng 10% điện thế hệ thống (hình 1.3).



$$U_T = (U_{ht} \cdot C_1) / (C_1 + C_2).$$

U_{ht} – điện thế hệ thống.
 C_1, C_2 – điện dung của bộ phân thế.
 L_1 – kháng trở.
 U_T – điện thế thứ cấp của BU.

Hình 1.3 Mạch phân thế bằng tụ điện

MÁY BIẾN DÒNG ĐIỆN (ký hiệu BI, TI, CT).

Tỉ số biến đổi dòng điện của BI theo lý thuyết là nghịch với số vòng cuộn sơ cấp và thứ cấp của BI. Nhưng thực tế dòng thứ cấp được xác định bằng :

$$N_1 \cdot I_T = I_S - I_\mu$$

Trong đó : I_T , I_S , I_μ lần lượt là dòng điện thứ cấp, dòng điện sơ cấp và dòng điện từ hoá. N_1 : hệ số biến đổi dòng điện .

Dòng từ hoá tỉ lệ với tổng trở của mạch thứ cấp, vì thế sai số của BI tỉ lệ với tổng trở thứ cấp (phụ tải của BI). Các BI có thể đảm bảo được độ chính xác khi chúng làm việc ở tình trạng gần với tình trạng nối tắt phía thứ cấp BI, nghĩa là phụ tải thứ cấp BI bé thì lúc đó dòng từ hoá (I_μ) bé. Ví dụ, khi phụ tải 30VA và dòng điện định mức 5A, ta có điện thế thứ cấp $U_T = 6V$. Khi điện trở của phụ tải thay đổi trong một phạm vi giới hạn, dòng điện thứ cấp I_T thực tế hầu như không biến đổi vì I_μ rất bé so với dòng điện sơ cấp I_S . Vì thế phụ tải của BI luôn luôn nối tiếp, khác với phụ tải của BU luôn luôn ghép song song. Nối tắt thứ cấp là trường hợp làm việc bình thường của BI. Không cho

phép máy biến dòng làm việc ở tình trạng hở mạch thứ cấp khi dòng điện sơ cấp ở định mức. Đặc biệt khi ngắn mạch, dòng sơ cấp rất lớn, sức điện động phía thứ cấp (nếu hở mạch) có thể đạt đến hàng chục KV. Cũng cần chú ý rằng nếu điện trở của phụ tải ở mạch thứ cấp lớn cũng có thể gây ra quá điện áp nguy hiểm. Độ chính xác của BI được tính bằng tỷ số:

$$\% \text{ sai số} = \left(\frac{N_1 I_T - I_s}{I_s} \right) * 100$$

Đối với một số loại rơle độ chính xác của biến dòng từ 10% đến 15% khi NM có thể chấp nhận được, ví dụ rơle dòng điện có thời gian. Còn những rơle khác như khoảng cách, so lệch yêu cầu độ chính xác của biến dòng cao hơn là từ 2% đến 3%. Trong trường hợp tổng quát có thể dùng độ chính xác là 5%. Sai số cho phép về góc pha là $\delta \leq 7^\circ$.

1. Cách xác định phụ tải của BI trong sơ đồ bảo vệ.

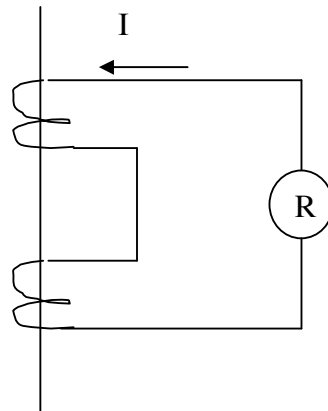
Trong sơ đồ BV phụ tải của BI bao gồm điện trở của các rơle, dây nối phụ và điện trở tiếp xúc. Giá trị tính toán của phụ tải BI xác định như sau:

$$\dot{Z}_{pt} = \frac{\dot{U}_T}{\dot{I}_T}$$

Đối với dòng điện thứ cấp đã cho, điện áp đầu ra ở cuộn thứ cấp của BI phụ thuộc vào sơ đồ nối giữa BI và phần đo lường, dạng NM và sự phối hợp các pha hư hỏng.

Trong một số trường hợp để giảm phụ tải của BI, người ta giảm U_T bằng cách nối tiếp hai (hay đôi khi là ba hoặc là bốn) máy biến dòng có hệ số biến đổi giống nhau (như hình 1.4).

Hình 1.4 Nối tiếp hai máy biến dòng



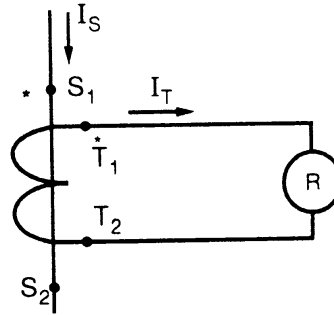
Lúc đó:

$$\dot{Z}_{pt} = \frac{\dot{U}_T}{\dot{I}_T} = 0.5(Z_R + 2Z_{dd})$$

với Z_R – tổng trở của rơle; Z_{dd} – tổng trở của dây dẫn.

2. Cách đánh dấu cuộn dây.

Hình 1.5 Cách
đánh dấu các đầu
cuộn dây BI



Trong các sơ đồ bảo vệ cần phải nối đúng đầu các cuộn dây của BI và phần đo lường của BV, vì thế cần phải biết cách đánh dấu các cuộn dây sơ cấp và thứ cấp của BI.

Các đầu của cuộn sơ cấp chúng ta đánh dấu S_1 và S_2 .

Các đầu của cuộn thứ cấp ta đánh dấu T_1 và T_2 .

Xác định đầu dây theo quy tắc sau: chọn đầu dây S_1 của cuộn sơ cấp tùy ý, đầu còn lại của cuộn sơ cấp là S_2 . Đầu T_1 của cuộn thứ cấp được xác định theo đầu S_1 của cuộn sơ cấp với qui ước là khi giá trị tức thời của dòng điện sơ cấp I_S đi từ đầu S_1 đến S_2 dòng điện thứ cấp I_T sẽ đi từ T_2 đến T_1 . Ở các đầu S_1 và T_1 đôi khi người ta đánh dấu bằng ngôi sao (*). Nếu chọn đầu dây theo qui ước vừa nêu thì hầu như là dòng điện đi thẳng từ mạch sơ cấp qua rơle không bị đổi chiều. Vì thế trên các bản vẽ thường người ta không đánh dấu ngoài các đoạn dây mà chỉ hiểu ngầm rằng các đầu cùng tên S_1 và T_1 nằm cạnh nhau. Đối với BI lõi thép, đặc tính bão hoà từ của nó rất quan trọng. Khi dòng điện NM lớn làm lõi thép bão hoà, điều này sẽ gây ảnh hưởng nhiều hay ít đến các bảo vệ, mức độ ảnh hưởng tùy thuộc vào nguyên tắc bảo vệ, chẳng hạn không ảnh hưởng nhiều đến bảo vệ một tín hiệu đầu vào như bảo vệ dòng điện. Mức độ chính xác của BI ảnh hưởng rất lớn đến sơ đồ bảo vệ so lệch vì cần so sánh sự khác nhau giữa các dòng điện. Sự bão hoà của BI có thể được tính phỏng đoán bằng ba phương pháp sau:

- Phương pháp đường cong từ hoá hay còn gọi đường cong bão hoà.
- Phương pháp công thức.
- Phương pháp mô phỏng trên máy vi tính.

(Các phương pháp trên được trình bày rõ trong giáo trình bảo vệ rơle và tự động hoá của tác giả Ts Nguyễn Hoàng Việt.)

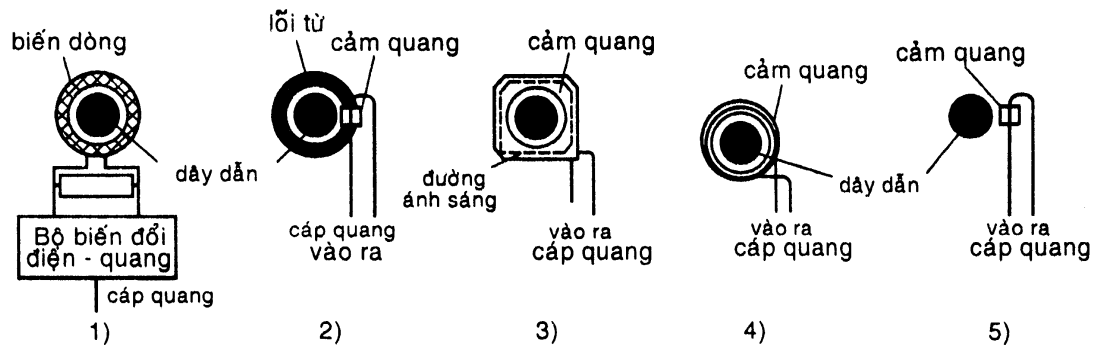
3. Bộ biến đổi dòng điện quang.

Để khắc phục hiện tượng bão hoà của lõi thép BI, ta có thể dùng bộ biến đổi dòng điện quang. Nguyên tắc làm việc của các bộ biến đổi này là đo lường vùng từ trường lân cận của dây dẫn mang dòng điện. Ưu điểm của phương pháp này là:

- Khoảng làm việc của bộ phận quang lớn hơn nhiều so với loại BI điện từ.
- Bộ biến đổi quang gọn nhẹ.

Khuyết điểm: Loại này là tín hiệu đầu ra nhỏ khoảng vài microwatt so với vài watt của loại cổ điển. Phần cứng của bộ biến đổi dòng điện quang ngày càng phát triển và có 5 dạng khác nhau như sau:

- Loại 1: BI cổ điển kết hợp với bộ biến đổi điện - quang.
- Loại 2: dùng mạch từ quang dây dẫn kết hợp và đo từ trường bên trong lõi thép qua khe hở không khí.
- Loại 3: dùng đường đi ánh sáng bên trong khối vật liệu quang bao bọc dây dẫn điện.
- Loại 4: dùng một dây quang quấn quanh dây dẫn.
- Loại 5: đo từ trường ở tại một điểm gần dây dẫn.



Hình 1.6 Các loại bộ biến đổi dòng điện quang

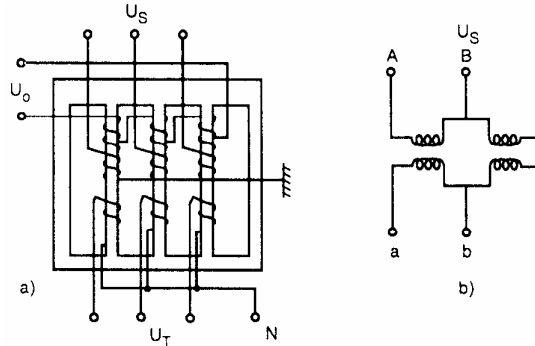
MÁY BIẾN ĐIỆN ÁP (ký hiệu BU, TU, PT).

Máy biến điện áp được chế tạo chuẩn hoá hơn máy biến dòng điện. Điện thế thứ cấp giữa các pha thường là 100V (115V). Thường có 2 loại là từ và điện dung (dùng tụ phân thế). Khi điện thế hệ thống lớn 500 kV máy biến áp điện dung được dùng.

BU khác với máy biến áp điện lực ở chỗ làm nguội, cỡ dây dẫn và độ yêu cầu làm việc chính xác. Trị số sai của BU được định theo hệ số:

$$\% \text{ sai số} = \frac{N_U U_T - U_S}{U_S} * 100$$

với: N_U – là hệ số biến đổi điện áp; U_T , U_S : lần lượt là điện áp thứ và sơ cấp. Sai số là một phần do điện thế sơ cấp tạo dòng điện từ hoá và một phần do tải phía thứ cấp. Để dùng cho bảo vệ, BU được chế tạo thường là ba pha có lõi trụ. Mỗi pha có 2 cuộn thứ cấp, một cuộn nối sao để cho điện thế ba pha cần thiết cho bảo vệ và cuộn còn lại nối tiếp thành tam giác hở dùng để lọc thành



Hình 1.7 Máy biến điện áp

phần thứ tự không (H.1.7a). BU một pha cũng được dùng những nối không cần điện áp thứ tự không, lúc đó chỉ cần điện áp một pha nối theo kiểu tam giác thiếu (H.1.7b).

Sơ đồ nối BI, BU với phần đo lường của mạch bảo vệ.

Phần đo lường của mạch bảo vệ nhận thông tin của đối tượng bảo vệ từ cuộn dây thứ cấp của BI, BU. Trạng thái, chế độ đầy đủ của đối tượng bảo vệ được xác định bằng dòng và áp ba pha tại chỗ đặt bảo vệ. Trong vài trường hợp, để cho bảo vệ tác động chỉ cần dòng hai pha hay chỉ cần dòng điện áp giữa các pha (điện áp dây), trong trường hợp như thế chỉ cần đặt BI ở hai pha và hai biến áp một pha.

Thành phần thứ tự không có thể nhận được bằng cách nối thích hợp giữa các cuộn dây thứ cấp BI và BU. Thành phần này cũng có thể nhận được qua bộ lọc của các thành phần thứ tự phần đo lường của bảo vệ.

Đối với bảo vệ được thực hiện bằng bán dẫn, vi mạch, các thành phần thứ tự của dòng sơ cấp được tạo bằng phần đo lường của bảo vệ, sau khi phần này nhận được U_T , I_T từ BU, BI. Vấn đề kế tiếp được đặt ra là cần dùng thêm những BI, BU, bộ phân thế, phân dòng trung gian để chuyển dòng và áp định mức từ BI, BU (5A hay 1A và 100V) xuống dòng và áp thích hợp cho phần đo lường và bán dẫn hay vi mạch.

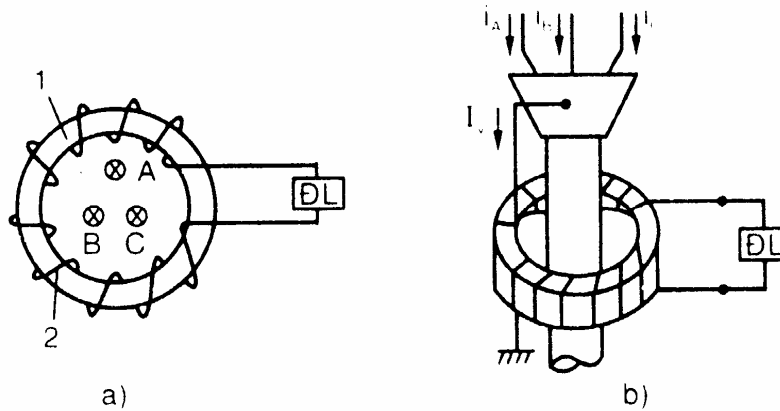
Đối với bảo vệ thực hiện bằng vi xử lý, các thành phần và hoá tần có thể nhận được bằng cách tính toán khi đã biết dòng và áp pha.

Máy biến dòng thứ tự không (BI₀).

Trong mạng điện có trung tính không nối đất, thường dòng chạm đất rất bé, nếu dùng bộ lọc 3 BI sẽ không đủ độ nhạy để BV tác động, dòng khởi động sơ

cấp của BV này không nhỏ hơn 20 đến 25A, trong trường hợp này dùng BI_0 có độ nhạy cao hơn.

Ưu điểm chính của BI_0 là I_{kc} (dòng không cân bằng) rất bé và có khả năng chọn số vòng cuộn thứ cấp tùy điều kiện bảo đảm cho độ nhạy lớn nhất mà không bị giới hạn bởi phụ tải. Nhờ vậy BI_0 có khả năng làm cho BV tác động với dòng sơ cấp 3 đến 5 A.



Hình 1.8 Máy biến dòng thứ tự không BI_0

Nếu dùng BI_0 kết hợp với rơle có độ nhạy cao có thể tạo nên BV tác động với dòng sơ cấp 1 đến 2A. Trên hình 1.8a giới thiệu cấu tạo của BI_0 khung từ (1) gồm các lá thép biến áp có dạng hình vành khăn hoặc chữ nhật ôm lấy cả ba pha của đường dây được BV, các dây dẫn pha A, B, C chui qua lỗ của BI_0 , còn cuộn thứ cấp (2) thì quấn trên khung từ. Các dòng I_A, I_B, I_C tạo trong khung từ các từ thông tương ứng ϕ_A, ϕ_B, ϕ_C . Từ thông tổng của cuộn sơ cấp:

$$\phi_{\Sigma} = \phi_A + \phi_B + \phi_C$$

Nếu $\phi_{\Sigma} \neq 0$: trong cuộn thứ cấp có sức điện động e_2 tạo nên dòng trong DL. Giá trị từ thông và dòng tạo ra có liên hệ qua $\phi = \omega I/R = KI$. Khi các dây dẫn các pha có vị trí như nhau đối với khung từ và cuộn thứ cấp, có thể coi hệ số k của các pha như nhau, khi đó:

$$\phi_{\Sigma} = \phi_A + \phi_B + \phi_C = k (I_A + I_B + I_C)$$

vì tổng các dòng $I_A + I_B + I_C = 3I_0$ nên có thể nói là từ thông tổng tạo nên bởi dòng sơ cấp của BI_0 tỉ lệ với thành phần thứ tự không $\phi_{\Sigma} = k3I_0$.

Từ thông tổng ϕ_{Σ} và các đại lượng mà nó tạo nên là SĐĐ thứ cấp e_2 và dòng thứ cấp I_R chỉ có thể có khi tổng dòng các pha khác không, hay nói cách khác khi mà trong các dòng pha đi qua BI_0 có chứa thành phần thứ tự không.

Trong thực tế vị trí các dây dẫn pha đối với cuộn thứ không như nhau. Hệ số hổ cảm các pha đối với cuộn thứ cấp k có giá trị khác nhau, vì vậy ngay cả khi dòng sơ cấp hoàn toàn cân bằng, từ thông tổng vẫn khác không. Đó là từ thông không cân bằng tạo nên trong cuộn thứ cấp SĐĐ và dòng không cân bằng. Dòng không cân bằng trong BI_0 nhỏ hơn rất nhiều so với bộ lọc dùng

3BI. Trong BI₀ thực hiện cộng từ thông các dòng I_{kc} chỉ phụ thuộc vào mức độ không đối xứng của vị trí dòng sơ cấp các pha. Để bảo vệ đường dây, động cơ điện, hiện nay người ta chế tạo BI₀ loại cáp. Khi cần thiết BV đường dây trên không người ta làm thêm đoạn cáp và đặt BI₀ trên đoạn đó. Khi có dòng I_v chạy trở về trong vỏ cáp của đường dây không sự cố mà có đặt BI₀, BV đường dây có thể tác động sai. Kinh nghiệm vận hành cho biết là theo vỏ cáp bằng thép hay bằng chì có thể có dòng I_v chạy vòng qua đất. Các dòng này xuất hiện khi chạm đất gần chỗ đặt cáp. Dòng I_v chạy theo vỏ cáp của đường dây không hư hỏng chạy qua BI₀ và do đó BV tác động sai. Để loại trừ điều nêu trên, triệt tiêu ảnh hưởng của dòng đó như sau: vỏ đoạn cáp từ phễu cho đến BI₀ đặt cách điện với đất, dây nối đất nối phễu cáp luôn qua lỗ BI₀ (H1.8b). Nhờ vậy khi có I_v chạy theo vỏ cáp, Dòng này qua dây nối đất chạy ngược trở về. Từ thông trong khung của BI₀ do dòng chạy trong vỏ và dòng nối đất triệt tiêu nhau, nên bằng không. Khung từ của BI₀ cũng cần phải đặt cách điện đối với vỏ cáp.

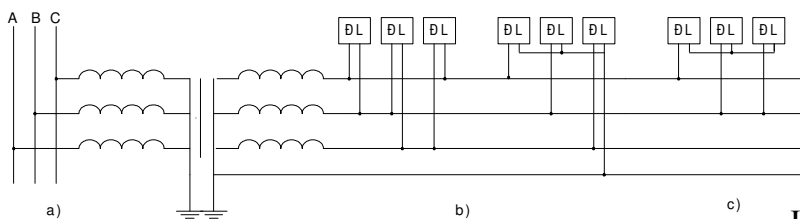
b. Sơ đồ nối BU với phần đo lường của BV

Sơ đồ cơ bản nối cuộn dây các BU là nối hình sao, tam giác, lọc áp thứ tự không.

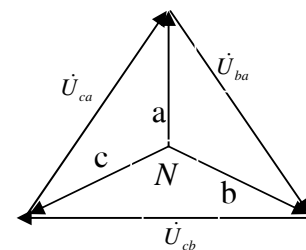
- Sơ đồ hình sao (có thể dùng 3 BU một pha hay BU ba pha).

Sơ đồ ba MBA thường dùng cho mạng từ 35KV trở lên. BU ba pha 5 trụ thường dùng cho mạng dưới 15KV, khi cùng một lúc cần lấy điện áp thứ tự không.

Trong sơ đồ này cuộn dây sơ cấp BU được nối hình sao, trung tính nối đất. Bộ phận đo lường của bảo vệ có thể nhận điện áp dây (H.1.9a), điện áp pha (H.1.9b) cũng có thể nhận áp pha với trung tính giả (H.1.9c), giản đồ vectơ cho ở (H1.10).



Hình 1.9 Sơ đồ hình sao



Hình 1.10 Điện áp pha của hệ thống có trung tính giả

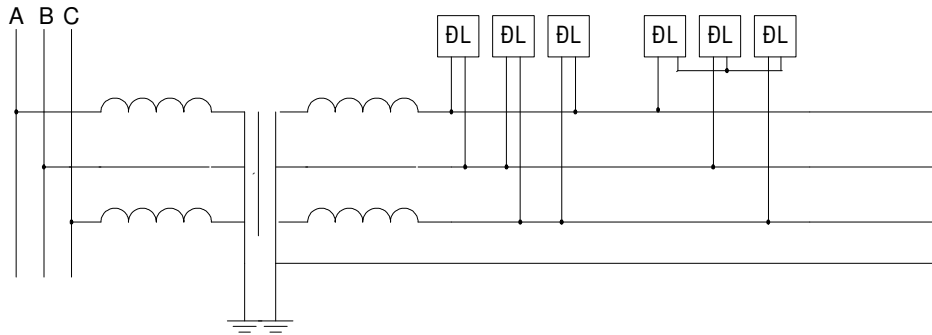
Trong trường hợp c, khi tổng trở của các ĐL bằng nhau thì:

$$U_a = \frac{U_{ab} + U_{ac}}{3}; U_b = \frac{U_{bc} + U_{ba}}{3}; U_c = \frac{U_{ca} + U_{cb}}{3}$$

Nếu trung tính của sơ cấp BU không nối đất thì điện áp trong sơ đồ Hình 1.9b sẽ như trong trường hợp c mà trung tính sơ cấp có nối đất.

_Sơ đồ tam giác khuyết.

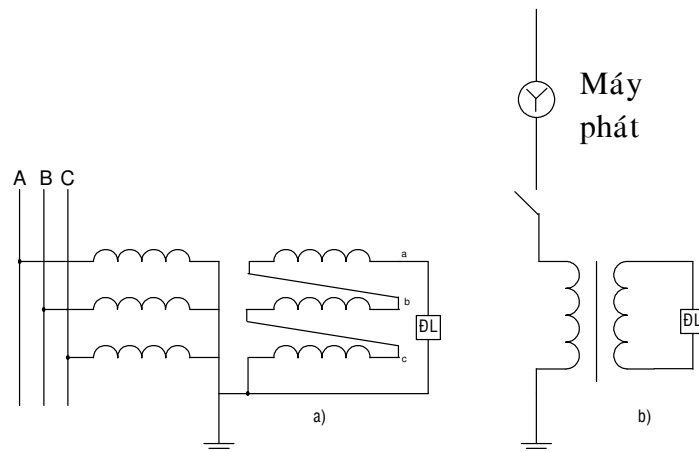
Sơ đồ được thực hiện bằng hai điện áp dây (hình 1.11). Bộ phận đo lường của BV có thể nối để nhận điện áp dây và điện áp pha có trung tính giả. Sơ đồ này được dùng khi không cần nhận điện thế pha với đất.



Hình 1.11 Sơ đồ tam giác khuyết (sơ đồ nối hình chữ V)

Bộ lọc áp thứ tự không: để nhận thành phần điện áp thứ tự không thường dùng ba BU một pha, hay ba pha năm trụ. Cuộn sơ cấp nối hình sao, trung tính nối đất, cuộn thứ cấp nối tam giác hở, để nối bộ phận ĐL vào (hình 12a).

Hình 1.12 Sơ đồ nối BU nhận áp thứ tự không

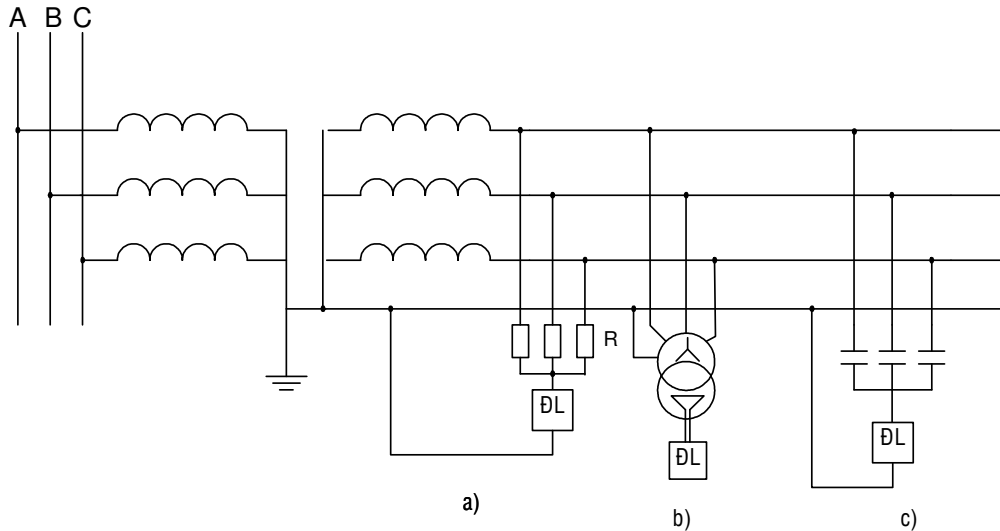


Điện áp nhận được ở ĐL là:

$$\dot{U}_R = \dot{U}_a + \dot{U}_b + \dot{U}_c \approx \frac{\dot{U}_A + \dot{U}_B + \dot{U}_C}{K_U} = \frac{3\dot{U}_0}{K_U}$$

Điện áp nhận được tỷ lệ với điện áp thứ tự không nên sơ đồ này được gọi là bộ lọc áp thứ tự không.

Điện áp thứ tự không còn có thể nhận từ trung tính của hệ thống. Ví dụ trung tính máy phát (Hình 1.12b) nối đất qua một máy biến áp một pha. Khi có chạm đất một pha, trung tính có dòng I_0 và do đó thứ cấp BU xuất hiện thứ tự không. Để cung cấp áp thứ tự không cho các rơle được cấu tạo bằng bán dẫn hay vi mạch, người ta có thể nhận áp thứ tự không qua trung gian các bộ lọc



Hình 1.13 Bộ lọc thứ cấp áp thứ tự không

thứ cấp nối vào điện áp pha của cuộn thứ cấp BU (hình 1.13). Bộ lọc dùng điện trở (Hình 1.13a) BU trung gian tam giác hở (Hình 1.13b) hay tụ điện.

1.3.2 Phần logic của bảo vệ

Phần logic nhận tín hiệu phản ánh tình trạng của đối tượng BV từ phần đo lường. Phần logic có thể là tổ hợp của các rơle trung gian (rơle điện cơ, bán dẫn...) hay mạch logic tín hiệu (0 – 1), rơle thời gian, phần tử điều khiển máy cắt. Phần này hoạt động theo chương trình đã định sẵn đi điều khiển máy cắt. Như trên đã khảo sát phần đo lường đã diễn ra so sánh các đại lượng đo lường với nhau hay với đại lượng chuẩn. Trường hợp tổng quát có thể biểu diễn phần đo lường bằng n hàm số chức năng có dạng:

$$\phi_i(A_i, B_j) = \begin{cases} 1 & \text{khi } A_i \leq B_j \\ 0 & \text{khi } A_i > B_j \end{cases}$$

trong đó: $A_i = f_1(U_R, I_R...)$, $B_j = f_2(U_R, I_R...)$

Đối với phần logic có thể biểu diễn bằng hàm:

$$L(\phi_1, \phi_2, \phi_3, \dots, \phi_n) = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$$

Hàm số L liên hệ các phần tử logic chuẩn, phần tử thời gian, tín hiệu. Trạng thái của L phụ thuộc vào phần đo lường. Để thực hiện chương trình làm việc của phần logic có thể dùng tiếp điểm của các rơle trung gian hay phần tử logic cơ bản.

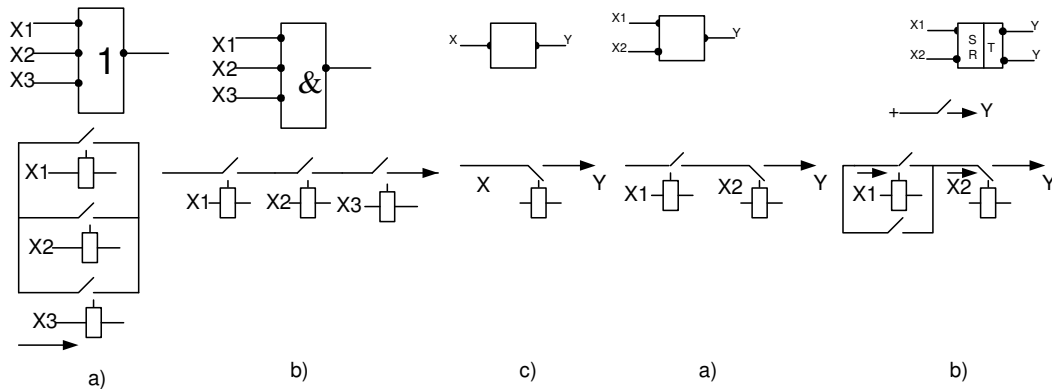
Với ba toán tử logic cơ bản OR ($y = x_1 \vee x_2 \vee x_3$), AND ($y = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$) và NO ($y = \bar{x}$) và các phần tử thời gian, báo tín hiệu ta có thể thực hiện phần logic của bất kỳ mạch BV nào.

Hình 1.14 giới thiệu các toán tử logic cơ bản thực hiện bằng tiếp điểm rơle và ký hiệu.

Trong số mạch BV, phần logic có thêm phần tử CẤM (khóa) hay cần tín hiệu thời gian cùng phần tử giữ (NHỚ). Ký hiệu và cách thực hiện cho ở Hình 1.15.

Cách làm việc của mạch tự giữ như sau: khi $x_1 = 1$ (cuộn x_1 có điện) thì $y=1$ (y có điện do dòng đi qua tiếp điểm x_1 và tiếp điểm đóng x_2). Trạng thái $y=1$ vẫn được tiếp tục giữ (mặc dù x_1 trở về 0) nhờ tiếp điểm y và y trở về không khi x_2 hở ra, nghĩa là $x_2=1$. Trong thực tế có những sơ đồ mạch BV phức tạp.

Để có thể đơn giản hoá mạch logic, tùy theo công cụ chế tạo BV người ta có



Hình 1.14 Những toán tử logic cơ bản
a) $y=x_1+x_2+x_3$; b) $y=x_1.x_2.x_3$; c) $y=\bar{x}$

Hình 1.15 a) Mạch khóa \bar{x}_1, \bar{x}_2
b) Mạch tự giữ $y=(x_1+y) \bar{x}_2$

thể dùng các quy luật biến đổi đại số logic cơ bản.

1.3.3 Mạch thực hiện điều khiển máy cắt.

Hệ thống mạch điều khiển máy cắt phải đảm bảo làm việc tin cậy. Hình 1.16 giới thiệu sơ đồ khối dạng hệ thống điều khiển thường được dùng trong hệ thống BV.

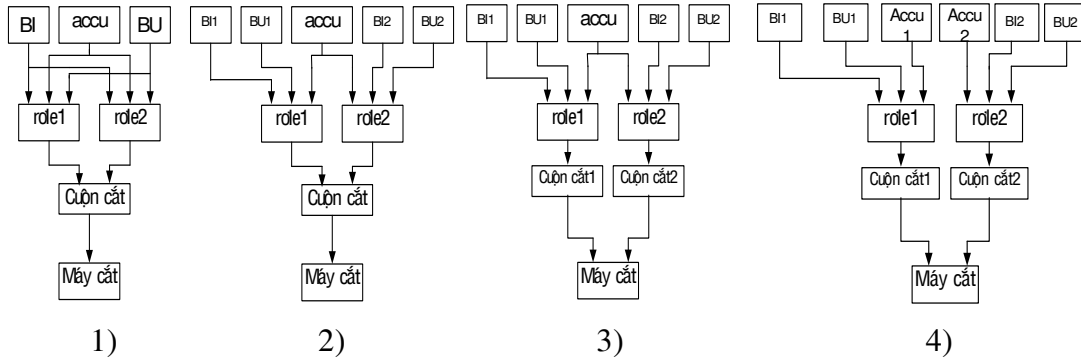
- Dạng 1: Hệ thống hai rơle nhận điện từ 1 nguồn thao tác một chiều và các máy biến điện.

- Dạng 2: được làm tin cậy hơn bằng cách dùng hai bộ biến điện riêng biệt cung cấp cho hai rơle.

- Dạng 3: dùng máy cắt có hai cuộn cắt, mỗi rơle đưa tín hiệu đến một cuộn cắt riêng biệt.

- Dạng 4: hai hệ thống BV riêng biệt điều khiển một máy cắt.

Nhận xét: dạng 2 được tin cậy hơn vì có 2 bộ biến điện riêng biệt cung cấp cho 2 rơle. Dạng 4 là dạng đắt tiền nhất và tin cậy nhất vì có hai hệ thống BV riêng biệt điều khiển một máy cắt.



Hình 1.16: Sơ đồ khối hệ thống điều khiển máy cắt tiêu biểu

1.3.4 Các nguồn thao tác.

Dòng điện thao tác dùng để cung cấp cho các rơle trung gian, thời gian, tín hiệu, phân cực các linh kiện điện tử, đóng cắt điều khiển các máy cắt điện và một số mục đích khác.

Nguồn dòng điện thao tác cần phải đảm bảo cho BV làm việc một cách chắc chắn trong trường hợp NM, khi mà điện áp chỗ hư hỏng có thể giảm đến không. Vì vậy các máy biến áp tự dòng và các máy biến điện áp không thể là nguồn cung cấp duy nhất cho BV được.

Hiện nay thường dùng các nguồn thao tác một chiều do accu cung cấp và nguồn xoay chiều do máy biến dòng, biến áp mạng điện áp thấp cung cấp.

a) Nguồn thao tác một chiều.

Accu điện áp $110 \div 220$ V, ở các trạm biến áp nhỏ thì accu điện áp $24 \div 48$ V được dùng làm nguồn một chiều. Accu đảm bảo cung cấp năng lượng điện cần thiết cho các mạch thao tác ở thời điểm bất kỳ, không phụ thuộc vào trạng thái của mạng được BV, vì vậy nó là nguồn cung cấp bảo đảm nhất. Tuy nhiên nguồn accu đắt hơn nhiều so với các nguồn thao tác khác, nó đòi hỏi thiết bị nạp, phòng riêng và sự bảo trì thường xuyên.

b) Nguồn thao tác xoay chiều.

Đối với BV chống NM, máy biến dòng là nguồn cung cấp rất đảm bảo cho các mạch thao tác. Khi có NM dòng và áp ở đầu cực của máy biến dòng tăng lên đảm bảo cung cấp năng lượng cần thiết cho các mạch thao tác. Tuy nhiên đối với các sự cố và chế độ không bình thường mà dòng qua phần tử BV không tăng lên thì máy biến dòng không đảm bảo công suất cần thiết.

Máy biến điện áp và máy biến áp tự dòng không thể dùng để cung cấp cho mạch thao tác của BV chống NM khi áp của mạng điện giảm. Nhưng đối với các sự cố và chế độ không bình thường áp không giảm nhiều thì chúng có thể làm việc tốt.

Tụ nạp sẵn. Thông thường tụ được nạp điện sẵn từ mạng trong chế độ bình thường. Khi áp của trạm bị mất, năng lượng trong tụ vẫn được duy trì, vì vậy tụ nạp sẵn được dùng để cung cấp năng lượng cho các BV và thiết bị tự động làm việc khi mất áp của trạm.

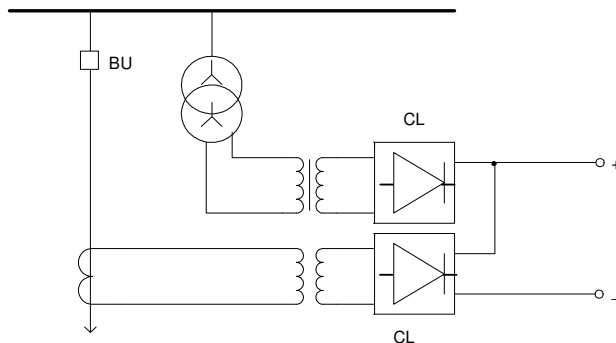
Tổ cung cấp liên hợp, cung cấp cho ta dòng điện thao tác bằng cách tổng hợp các dòng điện chính lưu từ các dòng điện (có máy biến dòng) và điện áp (máy biến áp). Trong các tổ liên hợp cần phải chú ý đến việc chọn các pha dòng điện và điện áp như thế nào để có thể nhận được công suất lớn nhất.

c) Nguồn một chiều cho các phần tử thực hiện bằng điện tử, vi mạch.

Hệ thống BV bằng bán dẫn, vi mạch cần nguồn điện áp một chiều ổn định. Trị số điện áp phụ thuộc vào transistor, hay vi mạch. Những điện áp thông dụng cung cấp cho các mạch này là $\pm 5\text{ V}$, $\pm 9\text{ V}$, $\pm 15\text{ V}$. Để cung cấp nguồn một chiều các linh kiện bán dẫn, vi mạch ... người ta thường dùng hai phương pháp sau:

- Dùng bộ chia thế từ mạng 110 V hay 220 V
- Bộ biến đổi một chiều 110 V (220 V DC) thành điện một chiều có điện thế ra thích hợp.

Phương pháp đầu tiên thường dùng cho các mạch rơle riêng biệt (rơle trung gian, dòng điện, thời gian...) năng lượng tiêu thụ từng phần không lớn. Sơ đồ nguyên lý đơn giản của phương pháp này ở Hình 1.17.

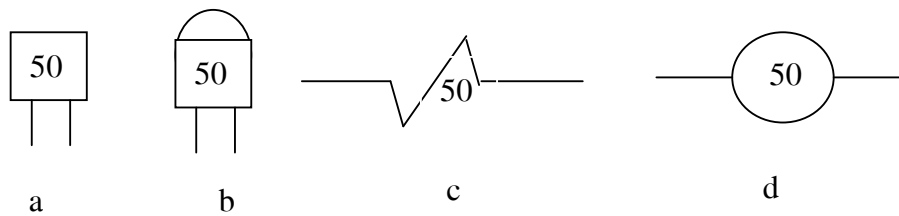


Hình 1.17: Tổ cung cấp liên hợp

Trong trường hợp nguồn cung cấp cho BV phức tạp, cùng một lúc cung cấp cho phần đo lường và logic cần thiết dùng phương pháp thứ hai.

1.3.5 Các ký hiệu thường gặp trong sơ đồ BV rơle.

a) Cuộn dây rơle (ngõ vào của rơle).



b) Tiếp điểm rơle (ngõ ra của rơle).

Tiếp điểm thường mở (“a”) cho biết tiếp điểm này mở khi cuộn dây của nó không có điện (rơle chưa tác động).

Tiếp điểm thường đóng (“b”) cho biết khi tiếp điểm này đóng khi cuộn dây không có điện.

Khi rơle tác động thì trạng thái của tiếp điểm sẽ thay đổi.

		Dạng 1	Dạng 2	Dạng 3	Dạng 4	Dạng 5
Tiếp điểm thường mở	Tiếp điểm “a”					
Tiếp điểm thường đóng	Tiếp điểm “b”					
Tiếp điểm thường mở đóng chậm						

1.4 CÁC DẠNG RƠLE

1.4.1 Các rơle điện cơ.

Rơle điện cơ được sử dụng để thực hiện các phân chức năng của BV. Rơle điện cơ làm việc trên cơ sở lực cơ dưới tác dụng của dòng điện chạy trong rơle; rơle điện cơ tín hiệu điện đầu vào thành tín hiệu trạng thái là sự đóng, mở của tiếp điểm. Trong rơle điện cơ, năng lượng điện từ được chuyển đổi thành năng lượng cơ, làm chuyển đổi phần động của rơle.

1.4.2 Bảo vệ thực hiện bằng điện tử (Sử dụng linh kiện bán dẫn, vi mạch trong các sơ đồ BV hay còn gọi là rơle bán dẫn).

Giai đoạn đầu tiên, linh kiện bán dẫn dùng trong hệ thống BV rất ít và chủ yếu là trong rơle điện cơ, nhưng càng về sau tỷ lệ sử dụng các phần tử bán dẫn, vi mạch trong các hệ thống BV tăng dần lên, và trong nhiều trường hợp chỉ có phần tử cuối cùng mới dùng rơle điện cơ. Trong những sơ đồ BV bằng điện tử, hiện nay người ta đã dùng những linh kiện bán dẫn khác nhau. Đó là

diod, transistor, thyristo, phần tử Hall, khuếch đại thuật toán Các linh kiện này được dùng để tạo thành những phần tử chức năng khác nhau của BV. Cấu trúc và sự làm việc của từng linh kiện nêu trên được trình bày trong hàng loạt những tài liệu kỹ thuật. Vì vậy việc giới thiệu này sẽ góp phần thiết kế và giải thích dễ dàng sự làm việc của các bộ phận chức năng của hệ thống BV.

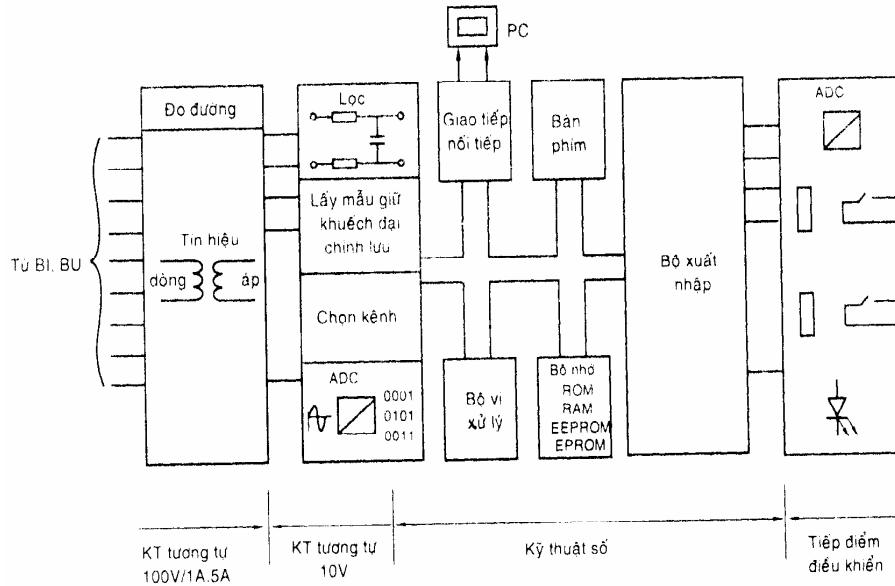
1.4.3 Bảo vệ dùng kỹ thuật số vi xử lý (Role kỹ thuật số).

Trong thời gian gần đây, người ta có khả năng xử lý một khối lượng lớn thông tin trong một thời gian rất ngắn đối với chế độ làm việc của trang thiết bị điện được BV. Hiện nay trong hệ thống điện những thông tin này được xử lý bằng máy vi tính. Do đó đã tạo nên một sự thay đổi quan trọng trong việc thực hiện của hệ thống BV. Việc sử dụng hệ thống vi tính thiết kế, thực hiện các phần của BV đang là vấn đề của thời sự. Cũng tương tự như các BV thực hiện bằng điện cơ, điện tử, BV bằng vi tính kỹ thuật số cũng có những phần chức năng đo lường, tạo thời gian, phần logic hoạt động theo chương trình định trước để đi điều khiển các máy cắt. Với khả năng linh động của các rơle dùng kỹ thuật số, ngoài chức năng phát hiện NM, còn làm nhiệm vụ đo lường, định vị trí sự cố, lưu trữ các hiện tượng trước và sau thời điểm NM, phân tích dữ liệu hệ thống, dễ dàng giao tiếp với các BV khác, hiển thị thông tin rõ ràng cho người sử dụng. Sau đây giới thiệu sơ lược nguyên lý hoạt động của một rơle kỹ thuật số.

Một rơle kỹ thuật số có thể bao gồm các bộ phận: Bộ biến đổi dòng sang áp, bộ lọc, bộ chỉnh lưu chính xác, bộ dịch pha, bộ phát hiện đi qua điểm zero, bộ chọn kênh, mạch lấy mẫu và giữ, bộ biến đổi ADC, bộ xử lý, bộ xuất nhập, các tiếp điểm rơle điều khiển....

Tín hiệu từ máy biến điện áp và tín hiệu từ máy biến dòng sau khi đã được biến đổi thành tín hiệu áp tương ứng được cho qua bộ lọc để tránh lỗi giả. Sau khi qua bộ lọc các tín hiệu này sẽ được cho qua (hay không cho qua) bộ chỉnh lưu chính xác và đầu ra sẽ được đưa vào bộ chọn kênh. Bộ vi xử lý trung tâm sẽ gửi lệnh đến bộ chọn kênh để mở ra kênh mong muốn. Đầu ra của bộ chọn kênh sẽ đưa vào bộ biến đổi A/D, để biến tương tự thành tín hiệu dạng số. Nguyên lý biến đổi tín hiệu phải qua mạch lấy mẫu và giữ cho tín hiệu điện áp tức thời không thay đổi trong chu kỳ biến đổi.

Đầu ra của bộ biến đổi AD là tín hiệu số tương ứng với tín hiệu tương tự đầu vào và được đưa vào bộ vi xử lý. Tác động liên thông giữa bộ vi xử lý trung



Hình 1.18 Sơ đồ khối của bảo vệ bằng vi xử lý

tâm với bộ nhớ (chương trình phần mềm) cho phép đo chỉ số đặt, xác định đặc tuyến khởi động của BV theo chương trình định trước, xác định thời gian làm việc, logic tác động, tự động thay đổi sự quan hệ trong phần logic phụ thuộc vào các tín hiệu từ các đối tượng được BV, và sau cùng cho quyết định đi điều khiển máy cắt, thông qua bộ xuất nhập, DAC, tiếp điểm rơle... đối với rơle cần xác định công suất, thì các bộ dịch pha, và bộ phát tín hiệu đi qua điểm zero có thể được dùng.

CHƯƠNG 2

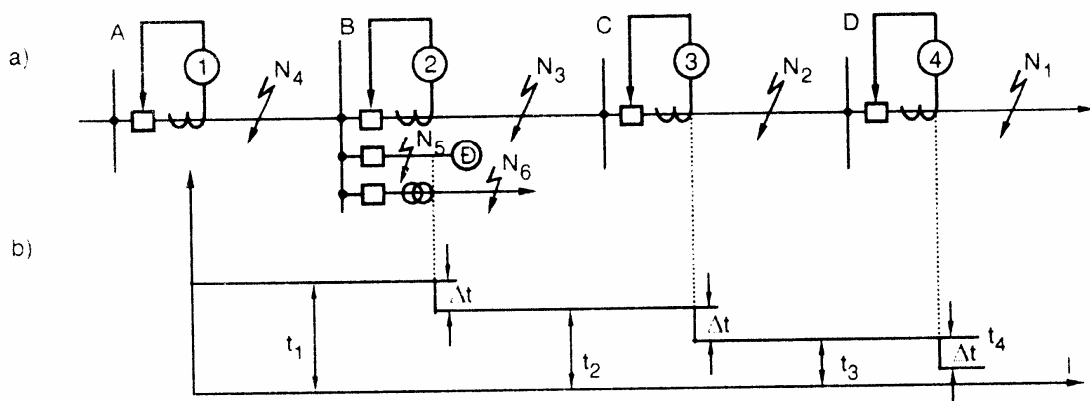
BẢO VỆ QUÁ DÒNG ĐIỆN

2.1 BẢO VỆ QUÁ DÒNG ĐIỆN KHÔNG HƯỚNG.

2.1.1 Nguyên tắc tác động.

BV quá dòng điện là loại BV tác động khi dòng điện qua chỗ đặt thiết bị bảo vệ tăng quá giá trị định trước. Có thể chọn BV quá dòng điện thành BV dòng điện cực đại hay BV dòng điện cắt nhanh. Chúng khác nhau ở chỗ cách đảm bảo yêu cầu tác động chọn lọc và vùng bảo vệ tác động. Để BV dòng cực đại tác động chọn lọc, người ta tạo cho nó thời gian trì hoãn thích hợp. Để đảm bảo chính xác chọn lọc BV cắt nhanh cần chọn dòng khởi động thích hợp. Vùng BV của BV dòng cực đại gồm cả phần tử được BV và các phần tử lân cận. Vùng BV cắt nhanh chỉ một phần của phần tử được BV.

2.1.2 Bảo vệ dòng điện cực đại.



Hình 2.1 Bảo vệ dòng điện cực đại cho đường dây hình tia một nguồn cung cấp

Khảo sát một đường dây hình tia, có một nguồn cung cấp, có đặt BV dòng cực đại (DCĐ) ở đầu phía nguồn mỗi đoạn đường dây (Hình 2.1a). Như vậy mỗi đoạn đường dây có BV riêng biệt.

Khi NM xảy ra tại N_1 , dòng sự cố chạy trên cả bốn đoạn, vì vậy các BV 1, 2, 3, 4 đều khởi động. Tuy nhiên theo yêu cầu chọn lọc, chỉ có BV 4 được tác động cắt phần tử hư hỏng. Muốn vậy, bảo vệ DCĐ cần có đặc tính thời gian trì hoãn tác động, thời gian này tăng dần tính từ hệ tiêu thụ đến nguồn (Hình 2.1b). Nhờ cách chọn này, khi NM tại N_1 , bảo vệ 4 tác động sớm nhất cắt đoạn sự cố ra khỏi mạng. Sau đó các BV 1, 2, 3 trở về vị trí ban đầu mà không tác động. Tương tự như trên, khi NM tại N_2 bảo vệ 3 sẽ tác động trước bảo vệ 2 và 1. Nguyên tắc chọn thời gian trì hoãn tác động (thời gian tác động) nêu trên gọi là nguyên tắc từng cấp.

2.1.2.1 Dòng điện khởi động của bảo vệ .

Theo nguyên tắc tác động, dòng điện khởi động của BV phải lớn hơn dòng điện phụ tải cực đại qua chỗ đặt bảo vệ, tuy nhiên trong thực tế việc chọn dòng khởi động còn phụ thuộc vào nhiều điều kiện khác.

$$I_{kd} > I_{lv \max}$$

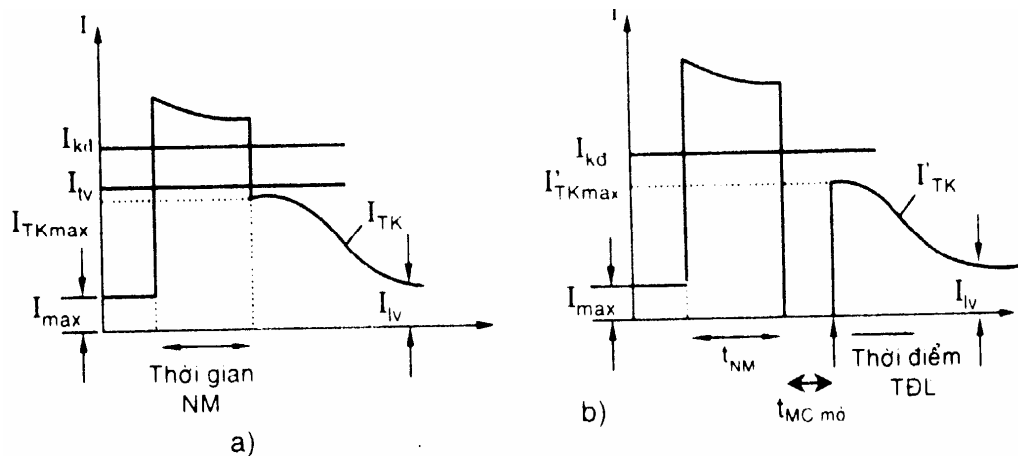
Ví dụ: chọn dòng khởi động của BV 1 trên đường dây (H.2.1). Bảo vệ DCD khởi động chắc chắn khi NM, nhưng đồng thời không được khởi động đối với dòng điện phụ tải cực đại cũng như đối với những biến động ngắn hạn do các động cơ tự khởi động... Đối với bảo vệ trên ta xét hai trường hợp sau khi NM trên một trong những phần tử nối với trạm B (N_3, N_5, N_6) và khi NM trên đoạn AB (N_4) nếu có đặt thiết bị tự đóng lại tại MC1.

Khi NM tại N_3 (H.2.1a) các rơle dòng của bảo vệ 1, 2 đều khởi động. Sau khi bảo vệ 2 cắt đoạn sự cố thì BV 1 không còn dòng NM nhưng còn dòng phụ tải của các đoạn dây còn lại. Yêu cầu BV 1 phải trở về vị trí ban đầu trong điều kiện có dòng phụ tải chạy qua nếu không trở về BV cắt sai đường dây không hư hỏng, mặc dù sự cố đã được loại trừ.

Khi NM do điện áp tụt xuống, tốc độ các động cơ bị hãm lại. Sau khi NM các động cơ này tự khởi động lại cùng một lúc với dòng khá lớn I_{TK} (H.2.2a).

Dòng này giảm tới giá trị I_{lv} ($I_{lv} < I_{lv \max}$) có thể viết: $I_{TK} = K_{mm} \cdot I_{lv \max}$

Với K_{mm} : hệ số mở máy, phụ thuộc vào loại động cơ, vị trí tương đối giữa chỗ



Hình 2.2 Dòng điện qua bảo vệ

đặt bảo vệ và động cơ, sơ đồ mạng điện và nhiều yếu tố khác. Giá trị thường gặp: $K_{mm} = 2 \div 3$.

Từ điều kiện rơle dòng điện cực đại phải trở về vị trí ban đầu sau khi cắt mạch, ta có thể viết:

$$I_{tv} > I_{TK} = k_{mm} I_{lv \max}; \quad I_{tv} = K_{at} \cdot K_{mm} \cdot I_{lv \max}$$

Quan hệ giữa dòng điện khởi động I_{kd} và dòng điện trở về của rơle được đặc trưng bằng hệ số trở về:

$$K_{tr} = \frac{I_{tv}}{I_{kd}} < 1$$

Từ đó dòng điện khởi động của bảo vệ bằng:

$$I_{kd} = \frac{K_{at} \cdot K_{mm}}{K_{lv}} I_{lvmax} \quad (2.1)$$

Trong một số sơ đồ nối dây, dòng điện I_T ở cuộn thứ cấp của BI khác với dòng

điện I_R chạy vào bảo vệ. Ở tình trạng đối xứng, chúng ta có:

$$I_R^{(3)} = K_{sd}^{(3)} \cdot I_T^{(3)}$$

Trong đó: K_{sd} – là hệ số sơ đồ. Nếu kể đến sơ đồ nối dây và hệ số biến đổi n_{BI} của biến dòng thì:

$$I_{kdR} = \frac{K_{at} \cdot K_{mm} \cdot K_{sd}}{K_{lv} \cdot n_{BI}} I_{lvmax} \quad (2.2)$$

Trong trường hợp có đặt thiết bị tự động đóng trở lại tại vị trí MC1 dòng khởi động phải lớn hơn dòng tự mở máy sau khi tự đóng lại đường dây nếu có NM tại N₄. Sau khi cắt đoạn AB, dòng qua bảo vệ không có và bảo vệ trở về trạng thái ban đầu (H.2.2b). Sau khi tự đóng lại đoạn AB bằng MC1 dòng vào bảo vệ 1 là dòng tự khởi động của các động cơ I_{kd} . Dòng này được xác định:

$$I_{TK} = K'_{mm} \cdot I_{lvmax} \quad (2.3)$$

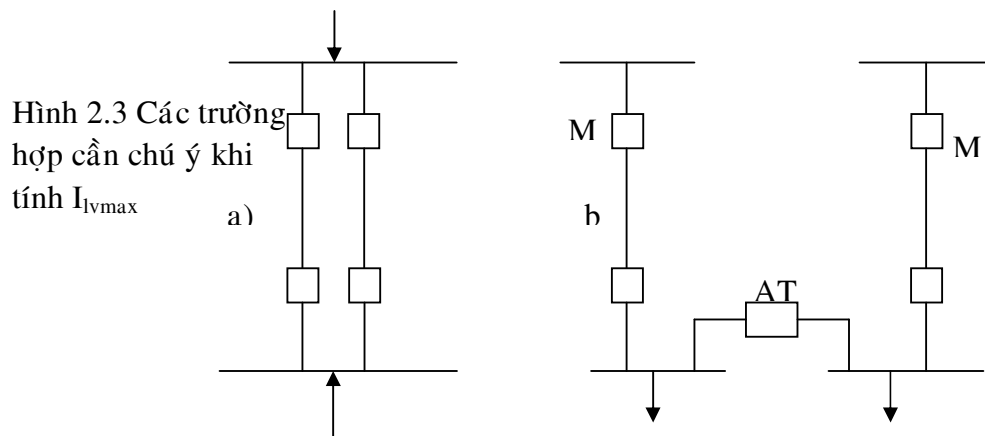
Trong đó dòng khởi động được tính: $I_{kd} = K_{at} \cdot K'_{mm} \cdot I_{lvmax}$

Dòng khởi động của BV1 được chọn bằng giá trị lớn hơn của (2.1) và (2.3).

Hệ số $K'_{mm} > K_{mm}$.

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

Khi xác định dòng làm việc cực đại cần tính đến trường hợp tăng lớn nhất nhưng có thể xảy ra của dòng phụ tải khi xảy ra chế độ không bình thường của mạng. Ví dụ đối với hai đường dây song song (H.2.3a), cần tính đến trường hợp một đường dây được cắt ra và phụ tải tập trung trên đường dây còn lại làm tăng gấp đôi. Khi có thiết bị tự đóng nguồn dự trữ, cần tính đến trường



hợp một đường dây nhận thêm tải của đường dây kia (H.2.3b).

2.1.2.2 Độ nhạy của bảo vệ.

Vùng tác động của bảo vệ gồm phần tử được bảo vệ (ví dụ đoạn AB của bảo vệ 1 (H.2.1a) và của phần tử lân cận (các phần tử nối với trạm B...)). Phần tử

lân cận được bảo vệ thuộc vùng bảo vệ dự trữ. Độ nhạy được đánh giá bằng hệ số nhạy:

$$K_{nh} = \frac{I_{N\min}}{I_{kd}}$$

với: $I_{N\min}$ – dòng NM cực tiểu khi NM ở cuối vùng bảo vệ.

- Khi NM ở cuối phần tử được bảo vệ (vùng chính) yêu cầu $K_{nh} > 1,5$
- Khi NM tại cuối vùng dự trữ yêu cầu $K_{nh} > 1,2$.

2.1.2.3 Thời gian tác động của bảo vệ.

a. Bậc thời gian.

Để đảm bảo tính chọn lọc, thời gian tác động của bảo vệ dòng cực đại được chọn theo nguyên tắc bậc thang (H.2.1b). Độ chênh lệch giữa thời gian tác động của bảo vệ kề nhau được gọi là bậc thời gian hay bậc chọn lọc: $\Delta t = t_1 - t_2$. Giá trị của bậc thời gian Δt được chọn sao cho khi NM tại N_3 , bảo vệ 1 không kịp tác động mặc dù đã khởi động. Ta hãy xem xét giá trị Δt phụ thuộc vào yếu tố nào. Khi NM trên đoạn dây BC BV1 làm việc trong khoảng thời gian NM chạy qua:

$$t_N + t_{BV} + t_{SS} + t_{MC}$$

với: t_{BV} là thời gian tác động của BV; t_{SS} là sai số của các rơle thời gian

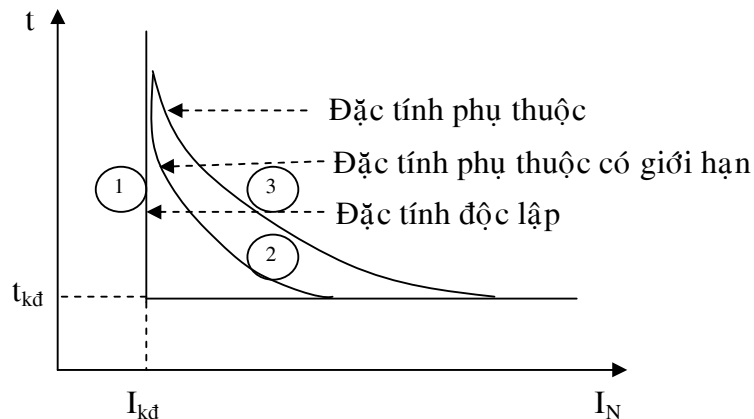
t_{MC} là thời gian cắt của MC2.

Như vậy muốn BV1 không kịp tác động khi NM trong đoạn BC so với BV2 thì thời gian tác động của nó phải:

$$t_1 > t_2 + t_{BV} + t_{MC}, \Delta t = t_{BV} + t_{SS} + t_{MC}$$

Khi chọn Δt phải phân biệt loại rơle có đặc tính thời gian độc lập hay phụ thuộc.

b. Rơle dòng điện có đặc tính thời gian độc lập.



Hình 2.4 Đặc tuyến làm việc dòng điện

Thời gian trì hoãn tác động của bảo vệ được tạo nên nhờ rơle thời gian và không phụ thuộc vào dòng ngắn mạch, vì vậy bảo vệ này được gọi có đặc tính

thời gian độc lập. Đặc tuyến này của rơle dòng có dạng đường thẳng 1 (H.2.4), thời gian tác động khoảng 0.1s hay nhỏ hơn.

c) Rơle có đặc tuyến thời gian phụ thuộc.

Rơle làm việc với thời gian xác định nào đó khi dòng điện vượt quá giá trị khởi động đặc tính này gọi là phụ thuộc, đường cong 3 và 2 (H.2.4). Rơle có đặc tính phụ thuộc khởi động khi dòng vượt quá giá trị khởi động; thời gian tác động của rơle phụ thuộc vào trị số dòng điện qua rơle. Thời gian làm việc giảm khi dòng điện tăng cao.

Đặc tính thời gian phụ thuộc có giới hạn nhỏ nhất (độ dốc chuẩn). *Loại này làm việc theo đặc tính dòng điện – thời gian phụ thuộc vào các giá trị của dòng điện ngắn mạch nhỏ và đặc tính phụ thuộc có giới hạn khi dòng điện ngắn mạch lớn.* Nói cách khác, khi dòng điện ngắn mạch nhỏ hơn 10 lần dòng định mức thì rơle làm việc theo đặc tính phụ thuộc. Khi tỉ số dòng NM trên dòng định mức 10 đến 20 lần thì đặc tính là đường thẳng, nghĩa là đặc tính thời gian giới hạn. Đường cong 1 (H.2.5) cho dạng đặc tính độ dốc chuẩn. Loại đặc tính này được dùng rộng rãi để bảo vệ mạng phân phối.

Đặc tính thời gian rất dốc (đường cong 2 (H.2.5)). Loại này cho độ dốc phụ thuộc nhiều hơn loại độ dốc chuẩn đặc tính phụ thuộc của nó nằm giữa đặc tính độ dốc chuẩn và loại cực dốc như đường cong 3 ở hình 2.5. Đặc tính phụ thuộc nhiều có đặc tính chọn lọc tốt hơn loại dốc chuẩn. Vì thế đặc tính này được dùng khi đặc tính dốc chuẩn không đảm bảo tính chọn lọc.

Đặc tính thời gian cực dốc. Loại này cho đặc tính dốc nhiều hơn loại rất dốc và dốc chuẩn như H.2.5. Đặc tính này thích hợp dùng để máy phát, máy biến áp động lực, máy biến áp nối đất, cáp,... để chống quá nhiệt.

Đối với rơle có đặc tính thời gian độc lập bậc chọn lọc t thường được chọn từ 0,35 ÷ 0,6 s. Thời gian tác động bảo vệ với đặc tuyến độc lập được chọn theo nguyên tắc bậc thang:

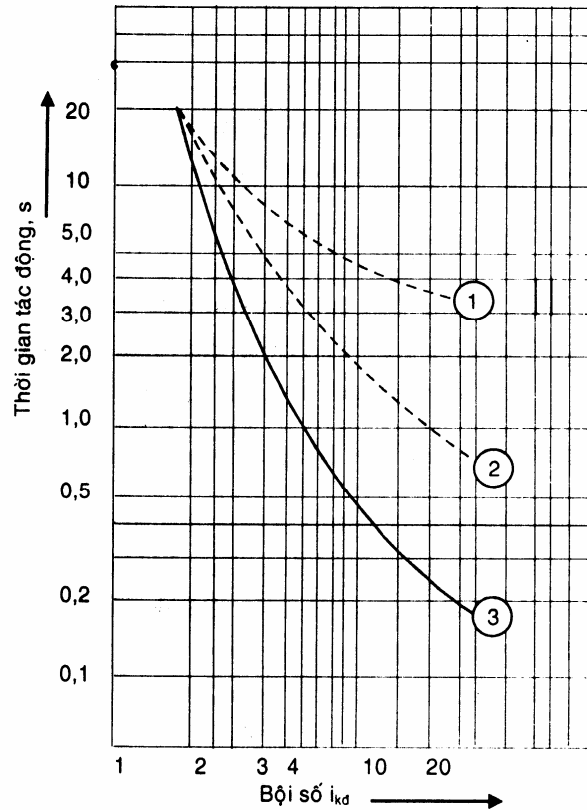
$$t_1 = t_2 + \Delta t \quad (2.4)$$

Đối với rơle đặc tính phụ thuộc thường chọn $\Delta t = (0,3 \div 0,6)s$; nếu dùng rơle cảm ứng cần phải thêm thời gian quán tính của bảo vệ mà rơle tiếp tục làm việc khi dòng NM đã được cắt ra nên người ta thường chọn:

$$\Delta t = (0,6 \div 1)s$$

Thời gian tác động của bảo vệ với đặc tính phụ thuộc hoặc phụ thuộc có giới hạn cũng cần phải thoã mãn (2.4), nhưng vì thời gian tác động của rơle này

Hình 2.5
Các dạng
đặc tính
thời gian
phụ thuộc

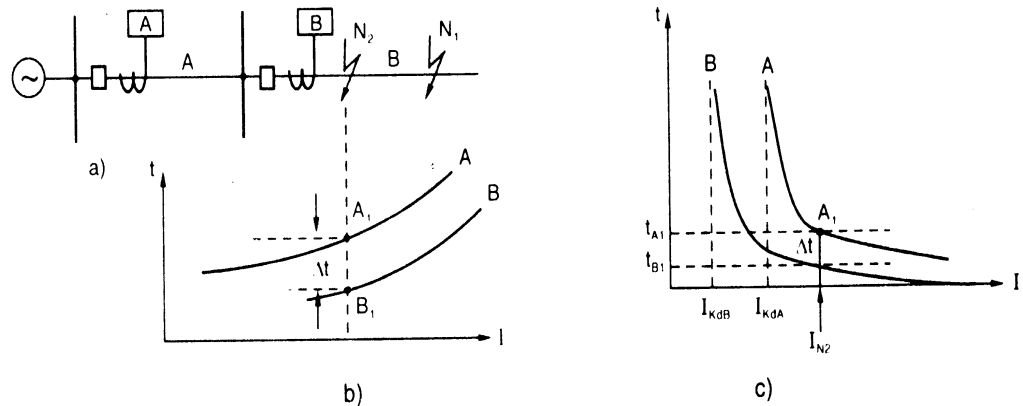


phụ thuộc vào dòng nên cần phải xác định giới hạn thay đổi dòng mà điều kiện này cần được thoã mãn. Giả thiết trên đường dây (H.2.6a) được trang bị bảo vệ với đặc tuyến phụ thuộc có giới hạn, cần chọn đặc tuyến phụ thuộc A và phối hợp với đặc tuyến của bảo vệ B. Giả thuyết đặc tuyến của bảo vệ B đã được chọn trước. Trong suốt vùng mà cả hai bảo vệ A và B cùng làm việc (đường dây E H.2.6a), bảo vệ A cần có tác động lớn hơn bảo vệ B ít nhất là Δt .

Giả thiết I_{N2} là dòng NM đi qua bảo vệ A và B khi NM ở đầu đường dây B. Rõ ràng là khi NM ở sau điểm đó, dòng sẽ nhỏ hơn. Như vậy điều kiện (2.4) cần được thoã với I_{N2max} . Khi NM trên đường dây A, chỉ có bảo vệ A làm việc, nên nó không cần phối hợp với B, mặc dù khi NM trên đường dây A, dòng có giá trị lớn, thời gian tác động của bảo vệ A có thể khá nhỏ. Từ những điều kiện nêu trên có thể dẫn ra qui tắc chọn đặc tuyến phụ thuộc như sau:

- Vẽ đặc tuyến cho trước của bảo vệ $B_1 = f(I)$ (H.2.6b). Đặc tuyến này được xây dựng từ điều kiện phối hợp bảo vệ B với bảo vệ trước nó (bảo vệ của các đường dây, hoặc phần tử đi ra từ trạm đặt ở cuối đường dây B)
- Xác định giá trị cực đại của dòng NM I_{N2max} là dòng đi qua các bảo vệ A và B khi NM tại đầu đường dây B (N_2)

- Theo đặc tuyến cho trước của bảo vệ B ứng với giá trị I_{N2max} tìm thời gian tác động của bảo vệ B: t_{B1} . Như vậy t_{B1} là thời gian tác động của bảo vệ B khi NM tại N_2
- Để đảm bảo yêu cầu chọn lọc, thời gian tác động của bảo vệ A khi NM tại điểm N_2 phải thoả mãn điều kiện: $t_{A1} \geq t_{B1} + \Delta t$ (2.5)



Hình 2.6 Chọn thời gian tác động của BV có đặc tính thời gian phụ thuộc

Như vậy ta đã xác định được điểm A_1 trên H.2.6c đặc tuyến của bảo vệ A.

Dựa vào đặc tuyến chuẩn cho trong tài liệu hướng dẫn của rơle, chọn một đường cong trong họ đặc tuyến của rơle sao cho điều kiện (2.5) được thoả mãn đối với mọi dòng $I_N \leq I_{N2max}$. Nếu bảo vệ cần phối hợp ở các cửa máy biến áp thì cần phải xây dựng các đặc tuyến ứng với dòng đã qui đổi về cùng một cấp điện áp.

Ưu điểm của bảo vệ có đặc tuyến thời gian phụ thuộc là:

- Có thể phối hợp với thời gian làm việc của BV các đoạn gần nhau để làm giảm thời gian cắt NM của các bảo vệ đặt gần nguồn.

- Có thể giảm hệ số mở máy K_{mm} khi chọn dòng điện khởi động của bảo vệ.

Điều này cần nghĩa như sau: sau khi cắt ngắn mạch, dòng điện mở máy qua các đoạn còn lại sẽ giảm xuống rất nhanh và bảo vệ sẽ không kịp làm việc vì giá trị của dòng điện mở máy nhỏ (thường bằng dòng điện khởi động và bảo vệ), thời gian làm việc của bảo vệ tương đối lớn là:

Khuyết điểm của loại bảo vệ này là:

- _ Thời gian cắt NM tăng khi dòng điện NM có giá trị gần bằng dòng điện khởi động

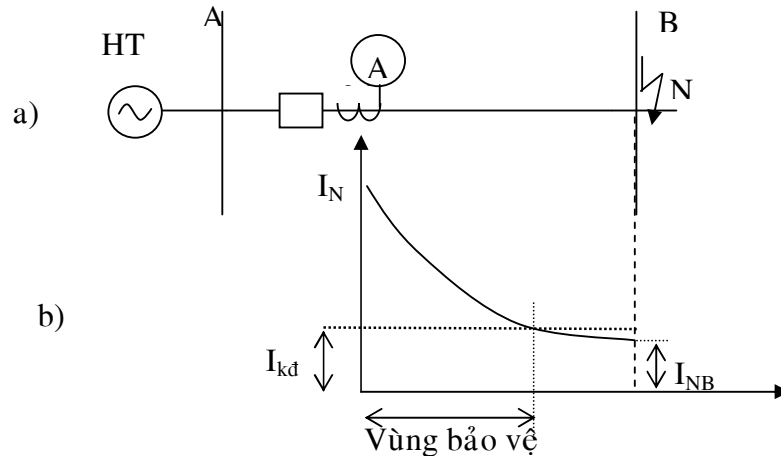
- _ Đôi khi sự phối hợp các đặc tính thời gian tương đối phức tạp.

2.1.3 Bảo vệ dòng điện cắt nhanh.

Bảo vệ dòng điện cắt nhanh là loại bảo vệ đảm bảo tính chọn lọc bằng cách: chọn dòng điện khởi động lớn hơn dòng điện ngắn mạch lớn nhất qua chỗ đặt bảo vệ khi ngắn mạch ở ngoài phần tử được bảo vệ (cuối vùng bảo vệ của

phần tử được bảo vệ). Khi ngắn mạch trong vùng bảo vệ dòng điện ngắn mạch sẽ lớn hơn dòng điện khởi động và bảo vệ sẽ tác động. Bảo vệ dòng điện cắt nhanh thường làm việc tức thời hoặc với thời gian rất bé.

2.1.3.1 BV cắt nhanh của đường dây có một nguồn cung cấp.



Hình 2.7 Chọn I_{kd} của bảo vệ cắt nhanh

Xét ví dụ H.2.7. Dòng NM chạy trên đường dây:

$$I_N = \frac{E_H}{x_H + x_N} = \frac{E_H}{x_H + xl_N} \quad (2.6)$$

trong đó: E_H là sức điện động tương đương của hệ thống; x là điện trở trên 1 km đường dây. x_H , x_N lần lượt là điện trở của hệ thống và đường dây tới chỗ NM. l_N là chiều dài đường dây tính từ đầu đến chỗ NM.

Đường cong biểu diễn quan hệ $I_N = f(l_N)$ theo (2.6) được trình bày ở H.2.7b. Muốn bảo vệ cắt nhanh, không tác động khi NM trên các phần tử đi ra từ trạm B, cần chọn dòng khởi động của bảo vệ cắt nhanh:

$$I_{kd} > I_{NB} \quad (2.7)$$

Như vậy vùng bảo vệ của bảo vệ cắt nhanh chỉ bao gồm một phần chứ không phải toàn bộ đường dây được bảo vệ (H.2.7b).

a) Dòng khởi động của bảo vệ.

Muốn bảo vệ không tác động khi NM ngoài đường dây bảo vệ AB, cần chọn dòng khởi động phù hợp với (2.7):

$$I_{kd} = K_{at} \cdot I_{NBmax}$$

trong đó: I_{NBmax} là dòng điện NM lớn nhất tại cuối vùng bảo vệ (tại thanh cái trạm B). $K_{at} = (1,2 \div 1,3)$ là hệ số an toàn tính đến sai số trong khi tính toán dòng NM và sai số rơle.

Để có I_{NBmax} cần phải chọn chế độ vận hành của hệ thống cũng như dạng NM thích hợp (ngắn mạch 3 pha (N^3)). Vì thời gian tác động của bản thân bảo vệ

khoảng vài phần trăm của giây, nên dòng NM được tính ứng với thời điểm đầu của NM ($t=0$).

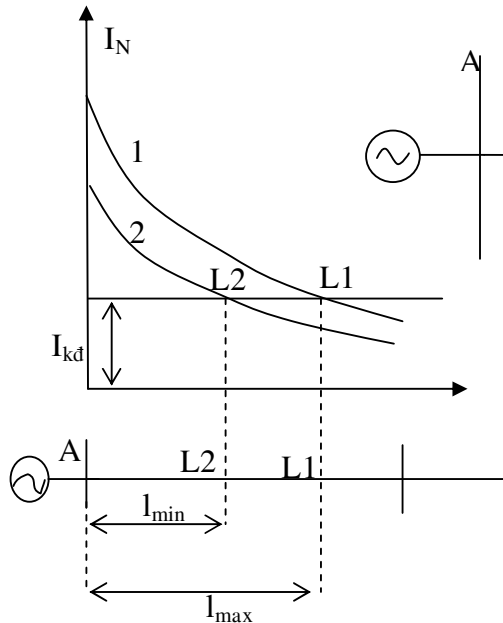
b) Vùng tác động của bảo vệ.

Vùng bảo vệ cắt nhanh có thể xác định bằng phương pháp đồ thị (H.2.8).

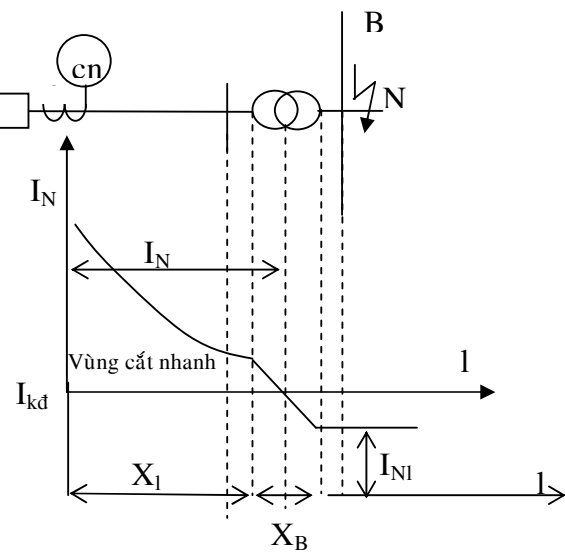
Ta xây dựng các đường cong quan hệ $I_N = f(I_N)$ đối với chế độ cực đại (đường cong 1) và cực tiểu (đường cong 2, H.2.8). Điểm cắt giữa đường thẳng I_{kd} với đường cong 1 (điểm L_1) ta xác định được điểm cuối vùng bảo vệ trong chế độ cực đại và điểm cắt giữa đường thẳng I_{kd} đối với đường cong 2 (điểm L_2) là điểm cuối vùng bảo vệ trong chế độ cực tiểu.

Vùng tác động của bảo vệ cắt nhanh còn phụ thuộc vào độ dốc của đường cong $I_N = f(I_N)$. Dòng I_N khi NM ở đầu và cuối đường dây càng khác nhau nhiều, thì vùng tác động của bảo vệ càng lớn. Người ta cho phép dùng bảo vệ cắt nhanh nếu như vùng tác động của nó không nhỏ hơn 20% chiều dài đường dây được bảo vệ (đảm bảo độ nhạy).

Nếu đường dây làm việc thành khối MBA (H.2.9) thì bảo vệ CN chỉ cần tránh tác động khi NM sau MBA tại N. Trong trường hợp này, bảo vệ CN rất có hiệu quả vì vùng bảo vệ có thể bao gồm toàn bộ đường dây. Vì bảo vệ cắt nhanh tất đơn giản nên trong trường hợp vùng tác động của bảo vệ nhỏ hơn 20%, nó được dùng bổ sung cho bảo vệ chính của đường dây, nếu bảo vệ này có vùng chết ở đầu đường dây.



Hình 2.8 Vùng tác động của bảo vệ cắt nhanh



Hình 2.9 Trường hợp đường dây làm việc thành khối với máy biến áp

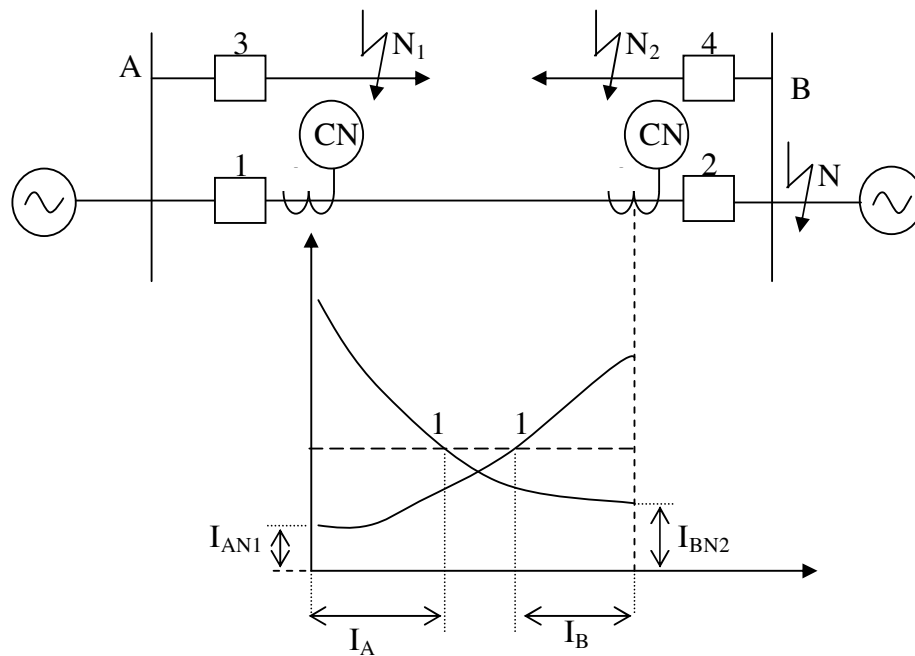
c) Thời gian tác động của bảo vệ.

Thời gian tác động của bảo vệ CN là tức thời gồm thời gian làm việc của phần đo lường và phần logic. Thời gian tác động BV khoảng $0,02 \div 0,06$ s. Đối với các đường dây trên không có đặt chống sét ống để chống quá điện áp, khi các chống sét này làm việc chúng tạo nên ngắn mạch tạm thời trên các đường dây trong khoảng $0,5 \div 1,5$ chu kỳ điện ($0,01 \div 0,03$ s). Muốn cho bảo vệ CN không tác động trong trường hợp này có thêm phần tử trì hoãn thời gian $t = 0,06 \div 0,08$ s.

2.1.3.2 Bảo vệ cắt nhanh đường dây có hai nguồn cung cấp.

Giả thiết trên hai đầu đường dây có hai nguồn cung cấp AB(H.2.10) có đặt bảo vệ cắt nhanh CN_A và CN_B . Để chúng không tác động sai khi ngắn mạch tại điểm N_1 và N_2 thì dòng khởi động của chúng cần được chọn lớn hơn dòng từ nguồn A khi NM tại N_2 (I_{AN2}) và dòng từ nguồn B khi NM tại N_1 (I_{BN1}). Giả thiết $I_{AN2} > I_{BN1}$. Dòng khởi động của CN_A và CN_B chọn theo điều kiện nêu trên sẽ có giá trị bằng nhau:

$$I_{kdA} = I_{kdB} = K_{at} \cdot I_{AN2}. \quad (2.8)$$



Hình 2.10 Bảo vệ cắt nhanh trên đường dây có hai nguồn cung cấp

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

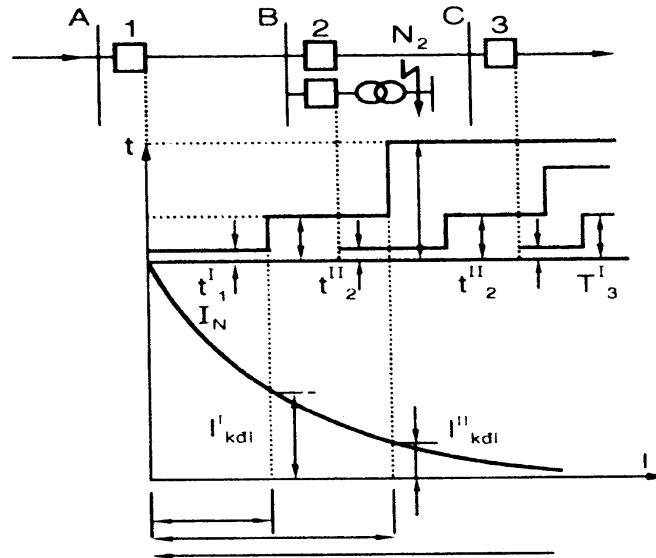
$$I_{kdA} = I_{kdB} = K_{at} \cdot I_{ddmax}. \quad (2.9)$$

Dòng khởi động của bảo vệ lấy bằng giá trị lớn nhất trong hai giá trị nhận được từ (2.8) và (2.9). Điểm cắt của các đường cong NM với đường thẳng nằm ngang I_{kd} tại điểm 1 và 2, ta xác định được vùng bảo vệ như hình 2.10b). Tùy

thuộc vào sự khác nhau giữa tham số các nguồn A và B, vùng bảo vệ cắt nhanh A và B khác nhau nhiều hay ít. Trường hợp ứng với hình 2.10 ta thấy, khi NM trong vùng giữa điểm 1 và 2 thì không có bảo vệ nào làm việc. Vùng giữa điểm 1 và 2 gọi là vùng chết.

2.1.4 Bảo vệ dòng điện ba cấp.

Bảo vệ dòng điện 3 cấp gồm cắt nhanh tức thời (cấp 1), cắt nhanh có thời gian (cấp 2) và dòng điện cực đại (cấp 3). Ta quan sát ví dụ hình 2.11, giả thiết BV đặt trên đường dây là BV dòng điện 3 cấp. Thời gian tác động của cấp 1 là thời gian làm việc của BV và thời gian cắt của MC. Đối với đường dây cao áp $t^1 \leq 0.01s$ hay có khi từ 0.01 đến 0.02s.



Hình 2.11 Bảo vệ dòng điện ba cấp

-Vùng BV cấp 1 của đoạn đường dây AB (ký hiệu I_A^1). Dòng khởi động cấp 1 là $I_{kdA}^1 = k_{at} \cdot I_{NBmax}$.

-Vùng bảo vệ cấp 2 (I_A^2) là đoạn AB và một phần các đoạn kế nối vào trạm B, cấp 2 là BV dự trữ cho cấp 1. Thời gian của cấp 2 là $t_A^2 = t_A^1 + \Delta t$, Δt của bảo vệ cắt nhanh thường được chọn nhỏ hơn Δt theo từng cấp của BV dòng cực đại. Thường chọn: $t_A^2 = (0.3 \text{ đến } 0.5)s$.

Dòng khởi động cấp 2 được chọn theo sự phối hợp với dòng khởi động cấp 1 của BV kế tiếp nối vào trạm B: $I_{kdA}^2 = k'_{at} \cdot I_{kdB}^1$ ($k'_{at} = 1.1 \text{ đến } 1.2$) hay theo điều kiện ngắn mạch sau máy biến áp nối vào trạm B: $I_{kdA}^2 = k_{at} I_{N2max}$

Dòng khởi động có giá trị lớn hơn hai điều kiện nêu trên. BV cấp 2 này là BV cắt nhanh tác động theo thời gian.

BV cấp 3 là BV dòng cực đại. Thời gian tác động chọn theo nguyên tắc bậc thang: $t_A^3 = t_A^2 + \Delta t$.

Dòng khởi động được chọn như (2.1). Như vậy BV dòng điện 3 cấp bảo đảm cắt nhanh đường dây được BV, đồng thời dự trữ cho chính đường dây mình BV và các trạm hay đường dây phía sau.

2.1.5 Đánh giá bảo vệ quá dòng.

Ưu điểm của BV dòng điện cực đại là đơn giản, độ tin cậy cao. BV tác động chọn lọc trong mạng hình tia với 1 nguồn cung cấp.

Khuyết điểm là thời gian cắt ngắn mạch khá lớn, nhất là các đoạn ở gần nguồn trong khi đó NM ở gần nguồn cần được cắt nhanh để đảm bảo ổn định hệ thống, và có độ nhạy kém trong mạng phân nhiều nhánh và có phụ tải lớn.

Áp dụng: BV được dùng rộng rãi nhất trong mạng hình tia của tất cả các cấp điện áp. Trong mạng thấp hơn 15KV nó là BV chính, còn trong mạng điện áp cao hơn nó thường là BV dự trữ.

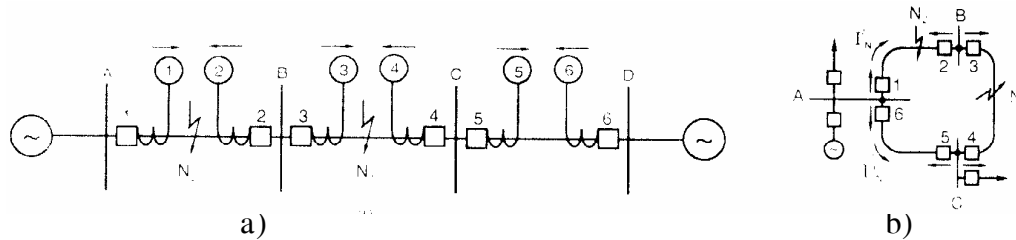
BV cắt nhanh có ưu điểm là tác động nhanh, đơn giản, độ tin cậy cao.

Nhược điểm của chúng là vùng tác động của BV không bao gồm toàn bộ đường dây.

Áp dụng: BV dòng điện 3 cấp kết hợp với BV cắt nhanh và dòng điện cực đại trong nhiều trường hợp nó dùng để thay thế BV phức tạp.

2.2 BẢO VỆ DÒNG ĐIỆN CÓ HƯỚNG.

2.2.1 Nguyên tắc hoạt động.



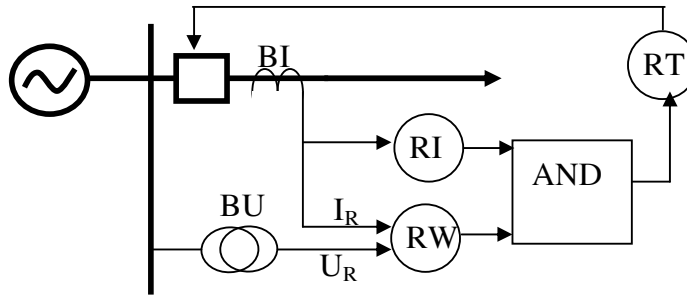
Hình 2.12 Mạng hình tia có hai nguồn cung cấp (a) và mạng vòng (b)

Để tăng cường tính đảm bảo cung cấp điện cho các hộ tiêu thụ, hiện nay người ta thường thiết kế các mạng hình vòng và mạng có 2 đầu cung cấp. Đối với loại mạng điện này, BV dòng điện cực đại có thời gian làm việc chọn theo nguyên tắc từng cấp không thể đảm bảo cắt NM một cách chọn lọc được.

Ví dụ trong mạng hình tia (hình 2.12), giả thiết ở mỗi đầu đường dây đặt các BV quá dòng điện thông thường đánh số thứ tự từ 1 đến 6. Muốn thực hiện cắt chọn lọc NM tại N_1 cần thoả mãn $t_3 < t_2$. Nhưng muốn cắt chọn lọc NM tại N_2 thì yêu cầu ngược lại $t_2 < t_3$. Trong thực tế không thể đồng thời thoả mãn 2 yêu cầu đó. Ta có thể khắc phục khó khăn trên bằng cách chỉ cho BV tác động khi công suất NM đi từ thanh góp đến đường dây. Muốn vậy mỗi bộ BV cần có thêm bộ định hướng công suất, bộ phận này chỉ cho phép BV tác động khi công suất NM đi từ thanh cái đến đường dây. Trên hình 2.12 các mũi tên chỉ hướng tác động của BV. Nhờ vậy khi NM tại N_1 BV 2 không tác động, còn

NM tại N₂ BV 3 không tác động. Khi dùng BV dòng điện có hướng chỉ cần các BV cùng hướng tác động $t_5 < t_3 < t_1$ và $t_2 < t_4 < t_6$.

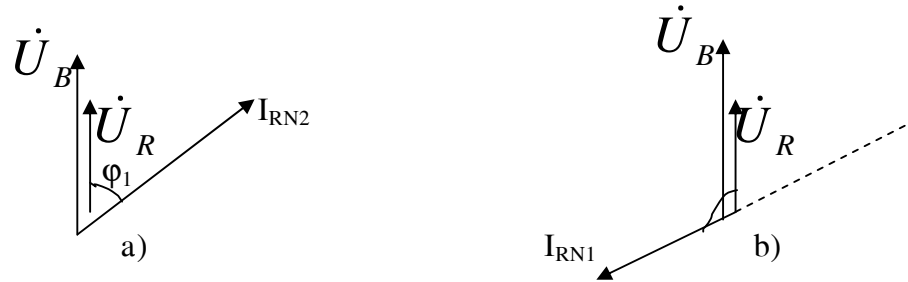
Trong bảo vệ dòng điện có hướng, rơle công suất làm nhiệm vụ của bộ định hướng công suất, trên hình 2.13. Cho sơ đồ cấu trúc của BV dòng điện có hướng: RI là rơle dòng điện, AND là mạch logic “VÀ”, RW là phần định hướng công suất.



Hình 1.13 Sơ đồ cấu trúc của bảo vệ dòng điện có hướng

2.2.2 Phân tử định hướng công suất .

Để phân tích cách làm việc của rơle định hướng công suất, chúng ta sẽ khảo sát các đồ thị vectơ tương ứng với những chiều khác nhau của công suất NM đi qua BV số 2 trên hình 2.13. Lấy điện áp đưa vào rơle RW là điện áp ở thanh góp trạm B, lấy U_B làm gốc. Góc lệch pha φ giữa dòng điện và điện áp có giá trị dương nếu véc tơ dòng điện chậm sau điện áp và âm nếu ngược lại .



Hình 1.14 Đồ thị vectơ của điện áp và dòng điện, khi chiều công suất ngắn mạch thay đổi

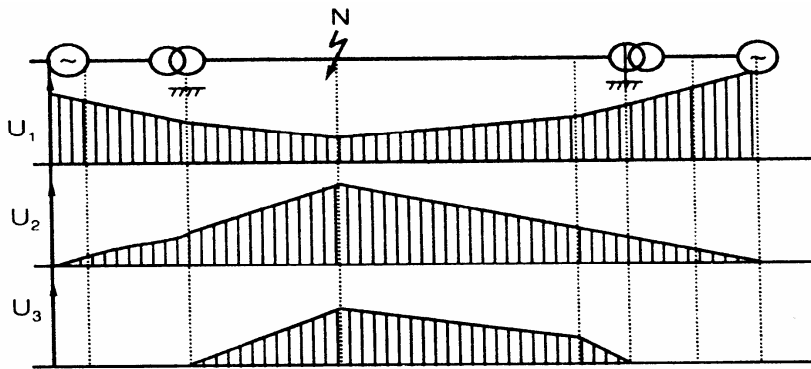
-Khi NM tại điểm N₂ (h 2.12) giả thiết công suất NM qua BV 2 đi từ thanh góp vào đường dây $I_R = I_{N2}$ và $\varphi_R = (\varphi_U, I_R)$.

-Khi ngắn mạch tại điểm N₁ công suất NM qua BV 2 đi từ đường dây vào thanh góp B, dòng rơle I_R (với chiều dương chấp nhận trước) bằng $-I_{N1}$ và $\varphi_2 = \varphi_1 - 180^\circ$. Như vậy khi dời điểm NM từ vùng BV sang vùng không được BV, pha của dòng điện I_R đối với điện áp U_R đã thay đổi 180° giống như chiều của công suất NM. Như thế rơle định hướng công suất làm việc trên cơ sở góc pha

tương đối giữa dòng và áp tại chỗ đặt BV. Rơle định hướng công suất có thể làm việc theo dòng và áp toàn phần hay dòng và áp thành phần thứ tự.

Để cho rơle làm việc đúng theo hướng mong muốn, ta quan sát sự phân bố áp và thành phần thứ tự khi có NM trên hình 2.14, ta nhận xét : công suất NM toàn phần và thứ tự thuận đi từ nguồn đến chỗ NM, công suất thứ tự nghịch đi từ chỗ NM đến nguồn, còn công suất thứ tự không đi từ chỗ NM đến thanh góp .(trung tính nối đất của máy biến áp).

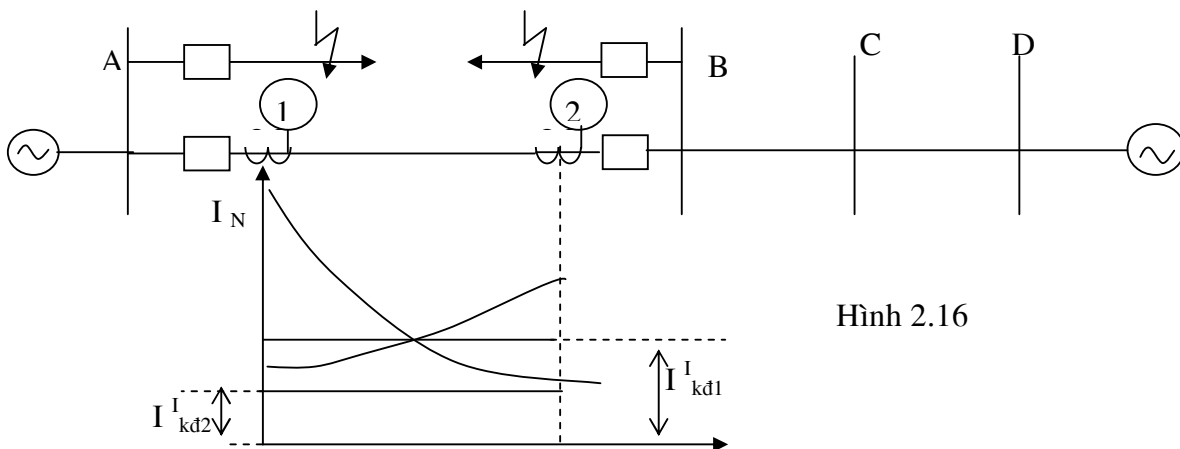
Do đó khi chọn và nối sơ đồ của rơle định hướng công suất phải lưu ý theo chiều công suất của dòng toàn phần hay theo các thành phần thứ tự, nếu phần tử định hướng công suất làm việc theo dòng và áp toàn phần và thứ tự thuận thì chiều công suất NM là từ thanh góp vào chỗ NM, còn làm việc theo thành phần thứ tự nghịch và thứ tự không thì chiều công suất NM đi từ chỗ NM đến thanh góp..



Hình 1.15 Sự phân bố các thành phần thứ tự khi có ngắn mạch

2.2.3 Bảo Vệ dòng điện có hướng 3 cấp.

2.2.3.1 Bảo vệ dòng điện có hướng cấp 1.



Hình 2.16

Bảo vệ có hướng cấp 1 là BV cắt nhanh thông thường và kèm theo bộ phận định hướng công suất. Quan sát hình 2.16 dòng khởi động của BV cắt nhanh thông thường được đường dây cung cấp từ 2 phía cần được chọn lớn hơn dòng lớn nhất đi qua BV đang xét khi NM tại thanh góp các trạm đối diện với nguồn. Dòng khởi động được chọn như vậy nhiều khi quá lớn và bảo vệ không đủ độ nhạy.

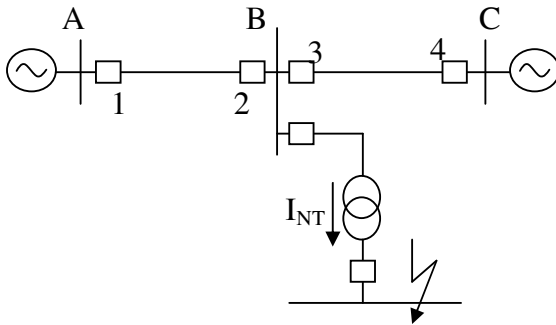
Rơle định hướng công suất trong bảo vệ cắt nhanh có hướng không cho phép tác động khi công suất NM hướng tới thanh góp. Vì vậy khởi động của bảo vệ này chỉ cần chọn lớn hơn dòng NM đi ra từ thanh góp của trạm đó, đây là điểm khác nhau cơ bản giữa bảo vệ cắt nhanh có hướng và bảo vệ cắt nhanh không hướng. Dòng khởi động của bảo vệ cắt nhanh có hướng nhỏ hơn. Vì vậy vùng tác động của nó lớn hơn nhiều so với bảo vệ cắt nhanh thông thường. Dòng khởi động được chọn: $I_{kd} = K_{at} \cdot I_{Nngmax}$

với: I_{Nngmax} là dòng NM cực đại đi từ thanh góp trạm đang xét.

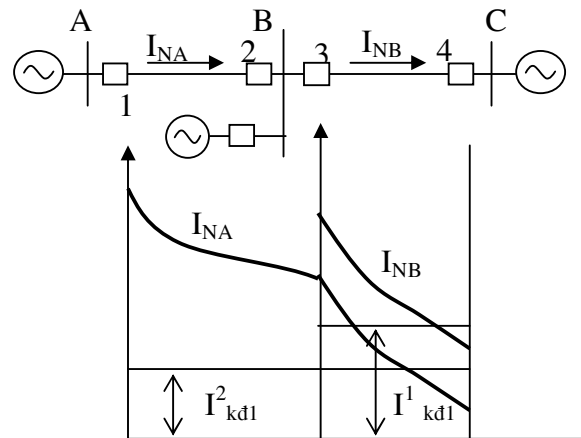
Ví dụ: đối với bảo vệ 1 và 2 ở hình 2.16: $I_{kd2}^1 = K_{at} \cdot I_{NAmax}$

Khi có dao động dòng không cân bằng I_{kcb} có thể lớn hơn dòng NM ngoài cực đại. Những trường hợp này không cho phép bảo vệ làm việc. Phân tử định hướng công suất có thể tác động sai khi dao động. Do đó dòng khởi động cấp I kém theo điều kiện: $I_{kd}^1 = K_{at} \cdot I_{kcbmax}$.

2.2.3.2 Bảo vệ dòng điện có hướng cấp 2.



Hình 2.17 Chọn dòng khởi động cấp 2 khi có rẽ nhánh



Hình 2.18 Chọn dòng khởi động cấp 2 khi tại trạm B có nguồn

Bảo vệ dòng điện có hướng cấp 2 là bảo vệ cắt nhanh có hướng. Việc chọn thời gian t^2 và dòng khởi động I_{kd}^2 được tính tương tự như trong trường hợp cấp 2 không có hướng nhưng để ý đến hệ số phân dòng K_{pd} .

Trường hợp tại trạm B có rẽ nhánh (H.2.18), dòng khởi động cấp 2 đặt tại trạm A được chọn

$$I_{kd1}^2 = K_{at} \cdot K_{pdT} \cdot I_{NT}$$

$$K_{pd} = \frac{I_{NA}}{I_{NT}} < 1$$

Trường hợp tại trạm B có nguồn (H.4.12), dòng khởi động cấp 2 đặt tại trạm

A được chọn: $I_{kd1}^2 = K_{at} \cdot K_{pd} \cdot I_{kd3}^2$ với $K_{pd} = \frac{I_{NA}}{I_{NB}} < 1$

2.2.3.3 Bảo vệ dòng điện có hướng cấp 3.

Bảo vệ có hướng cấp III là bảo vệ dòng điện cực đại có hướng. Dòng khởi động của bảo vệ cần được chọn theo các điều kiện sau:

Bảo vệ phải trở về sau khi NM ngoài được loại trừ:

$$I_{kd} = \frac{K_{at} \cdot K_{mm}}{K_{lv}} I_{lv \max}$$

Để tăng độ nhạy của bảo vệ, có thể không cần xét đến phụ tải cực đại với hướng từ đường dây vào thanh góp, vì lúc đó phần tử công suất không tác động. Dòng khởi động của bảo vệ phải lớn hơn dòng điện các pha không hư hỏng. Trong một số dạng NM, ví dụ như NM một pha trong mạng có trung tính nối đất trực tiếp, dòng điện trong các pha không hư hỏng bằng tổng dòng điện phụ tải. Dòng điện hư hỏng này đôi khi có giá trị rất lớn, có thể làm cho bảo vệ có hướng tác động nhầm. Vì thế dòng khởi động cần phải chọn lớn hơn giá trị cực đại của dòng điện các pha không hư hỏng:

$$I_{kd} = K_{at} \cdot I_{kh}$$

Với: $I_k = I_{pt} \div KI_N$; I_N – là một phần của dòng NM

$K_{at} = 1,15 \div 1,3$: tùy thuộc vào độ chính xác khi đánh giá lượng I_{kh} .

Đối với mạng có dòng chạm đất nhỏ ($I_{kh} = I_{pt}$) và mạng có trung tính trực tiếp nối đất, nhưng bảo vệ được khoá khi có NM chạm đất, thì dòng khởi động của bảo vệ chỉ cần chọn theo điều kiện đầu. Để bảo vệ chống chạm đất người ta dùng những bảo vệ có hướng thứ tự không đặc biệt.

Phải phối hợp độ nhạy với các bảo vệ lân cận. Ngoài hai điều kiện nêu trên, đối với mạng vòng có một nguồn cung cấp còn phải thực hiện phối hợp các bảo vệ tác động theo cùng một hướng. Điều kiện để thực hiện sự phối hợp đó như sau (H.2.12b):

$$I_{kd6} > I_{kd4} > I_{kd2}$$

$$I_{kd1} > I_{kd3} > I_{kd5} \quad (2.10)$$

Cần đảm bảo cho dòng khởi động của các bảo vệ kề nhau theo cùng một hướng phải khác nhau ít nhất 10%. Điều kiện nêu trên có thể giải thích được như sau:

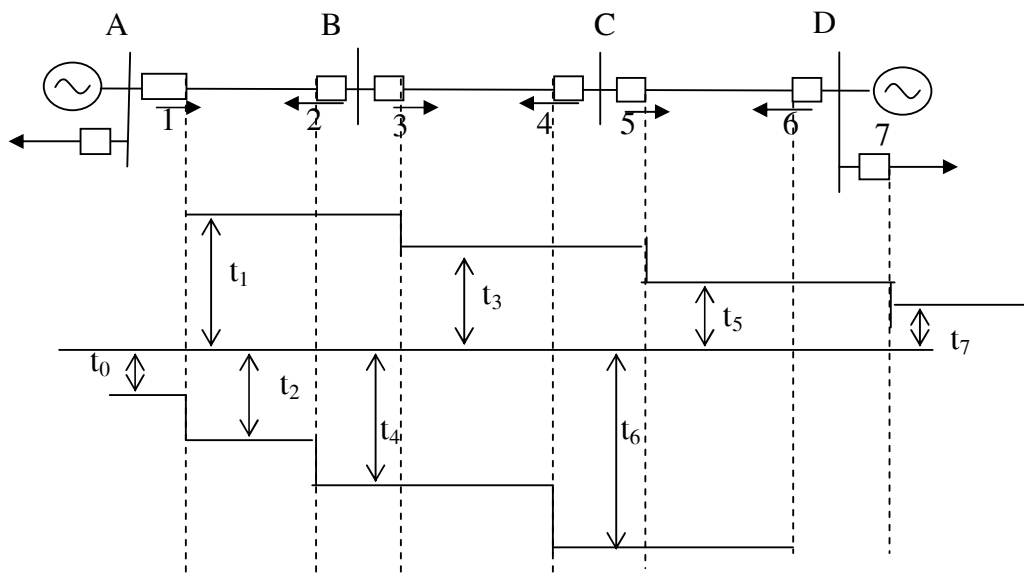
Trong mạng vòng có một nguồn cung cấp (H.2.12b) quan sát giữa các dòng

I'_N và I''_S ngược với quan hệ tổng trở của các nhánh tương ứng: $\frac{I'_N}{I''_S} = \frac{Z''_N}{Z'_N}$

Như vậy khi NM gần nguồn (điểm N_2), Z'_N nhỏ hơn với Z''_N , do đó I'_N nhỏ hơn I''_S . Nếu I'_N nhỏ hơn đến mức gần bằng I_{kd2} , thì khi đó bảo vệ 1 sẽ tác động trước (mặc dầu $t_1 > t_2$) máy cắt đặt ở phía đầu nguồn của đường dây sự cố. Chỉ

sau đó dòng tăng vọt lên và bảo vệ 2 mới tác động cắt máy cắt đầu kia của đường dây sự cố. *Hiện tượng tác động chờ và nối tiếp nhau như vậy gọi là hiện tượng khởi động không đồng thời.* Khi NM xảy ra ở biên giới của vùng này, $I_N = I_{kd2}$ và nếu không thực hiện phối hợp theo (2.10) (ví dụ ta có $I_{kd4} > I_{kd2}$) thì bảo vệ 4 sẽ tác động vượt cấp, và kết quả đường dây AB và BC bị mất điện. Thời gian tác động của bảo vệ cấp III chọn theo nguyên tắc bậc thang. Theo hướng tác động, có thể chia các bảo vệ thành 2 nhóm (H.2.19):

- Các bảo vệ 1, 3, 5 và 7 tác động theo hướng công suất NM theo chiều từ trái sang phải.
- Các bảo vệ 0, 2, 4 và 6 tác động khi hướng công suất NM theo chiều ngược lại.



Hình 2.19 nguyên tắc bậc thang để chọn thời gian của bảo vệ

Theo yêu cầu tác động chọn lọc, thời gian tác động của các bảo vệ trong cùng nhóm cần thoả mãn: $t_7 < t_5 < t_3 < t_1$; $t_0 < t_2 < t_4 < t_6$

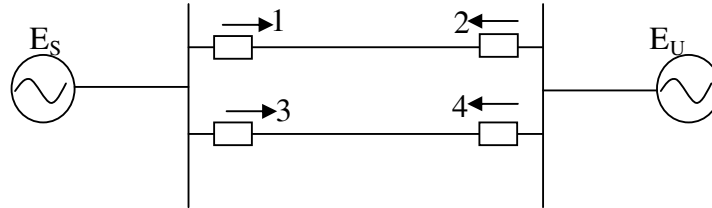
Nguyên tắc này gọi là nguyên bậc thang ngược chiều nhau.

Cần lưu ý là bảo vệ đang xét không những cần phối hợp về thời gian với các bảo vệ đặt trên đường trục của mạng mà còn cả với các bảo vệ của các phần tử đi ra từ thanh góp trạm đối diện (ví dụ t_7 và t_0).

Xét đặc tuyến thời gian H.2.19 ta thấy không nhất thiết tất cả các bảo vệ đều cần bộ phận định hướng công suất. Ví dụ, theo hình vẽ, ta có $t_3 > t_2$ do đó bảo vệ 3 không cần định hướng công suất mà vẫn không tác động sai. Qui tắc chung để xét vấn đề này như sau: bộ phận định hướng công suất cần đặt cho bảo vệ nào mà khi hướng công suất NM từ đường dây đến thanh góp bảo vệ đó có thể tác động sai. Để xét xem bảo vệ nào cần đặt bộ phận định hướng công suất trước tiên phải chọn thời gian tác động của bảo vệ theo nguyên tắc bậc thang ngược chiều nhau.

2.2.4 Một số lĩnh vực và lưu ý khi áp dụng bộ phận định hướng công suất cho bảo vệ dòng điện.

2.2.4.1 Hai đường dây song song.

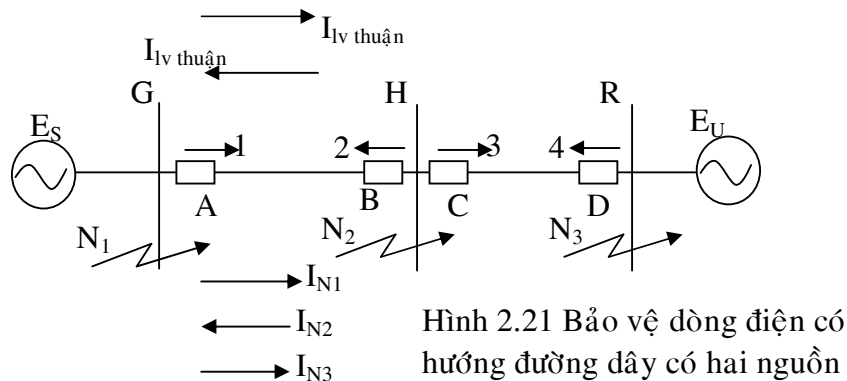


Hình 2.20 Bảo vệ dòng điện có hướng hai đường dây song song

Khi dùng rơle dòng điện bảo vệ hai đường song song, cần thiết phải đặt bộ phận định hướng công suất ở tất cả các vị trí máy cắt như H.2.20.

2.2.4.2 Đường dây có 2 nguồn cung cấp từ hai phía.

Việc quyết định chọn bộ phận định hướng thường được xác định bằng tỷ số dòng điện chạy qua rơle hai đầu đường dây.



Hình 2.21 Bảo vệ dòng điện có hướng đường dây có hai nguồn

Từ H.2.21, theo yêu cầu thực tế, cần bộ phận định hướng công suất đặt ở vị trí 1, nếu bất kỳ dòng tải và dòng NM tại N_1, N_2, N_3 thỏa:

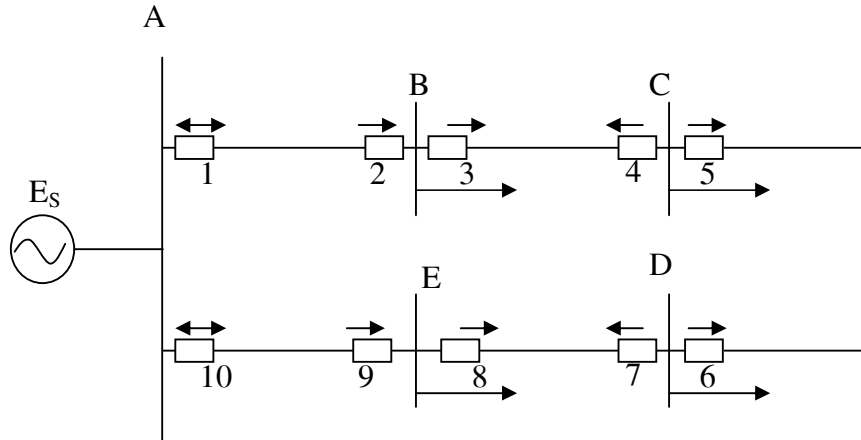
$$I_{N1\max} \geq 0,25 I_{N2\min}; I_{N1\max} \geq 0,25 I_{N3\min}; I_{lv\max\text{ ngược}} \geq 0,25 I_{lv\max\text{ thuận}}$$

với: $I_{N1}; I_{N2}; I_{N3}; I_{lv\max\text{ ngược}}; I_{lv\max\text{ thuận}}$ – là dòng điện NM tại N_1, N_2, N_3 và dòng điện tải ra và vào thanh cái A.

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

2.2.4.3 Mạng vòng kín hai nguồn.

Từ mạng vòng kín một nguồn như ở H.2.22 ta nhận thấy: tại vị trí 1 và 10 không cần đặt RW, vì khi NM trên thanh cái A không có dòng ngắn mạch qua vị trí 1 và 10. Trong mạng khi có bất kỳ một máy cắt nào mở, mạng sẽ trở thành sơ đồ hình tia một nguồn. Đối với các rơle phía phải của B và E, dòng điện tải có thể chảy theo hai hướng tùy thuộc vào tải và điều này phải được lưu ý khi tính toán trị số khởi động của tất cả rơle, dòng điện qua rơle 2 và 9 cũng có cả hai hướng.



Hình 2.22 Bảo vệ dòng điện có hướng mạng vòng kín có một nguồn

Khi ngắn mạch tại thanh cái A sẽ không có dòng sự cố trên đường dây AB. Khi điểm NM dời về phía phải, dòng điện ngắn mạch trong rơle 2 tăng lên đến trị số khi NM tại B. Vì trị số dòng ngắn mạch qua rơle 2 từ 0 nên rơle có thể chỉnh định tác động tức thời của dòng khởi động rất nhỏ. Điều này có thể rơle 2 sẽ là rơle cắt nhanh không có bộ phận thời gian. Tương tự cho rơle số 9. Khi điểm NM di chuyển từ A đến B, dòng điện NM tại 2 bắt đầu tăng từ 0, còn trong rơle 1 từ chỉ số dòng NM cực đại và giảm dần khi điểm sự cố gần tới thanh cái B. Vì dòng NM tại 1 thì lớn nên rơle này sẽ được chỉnh để cắt đầu tiên, do đó mạng vòng sẽ hở và tạo mạng hình tia ngược chiều kim đồng hồ từ rơle 10 đến 2. Điều này làm tăng dòng NM qua rơle 2, 4, 6, 8, 10. Chúng ta lưu ý phối hợp các rơle này giống như mạng hình tia. Ví dụ sau sẽ làm rõ dòng phân bố trong mạng vòng (H.2.22), chúng ta giả sử tất cả các đường dây có tổng trở tương đối là 0,1 đvtd (chỉ tính kháng trở), và kháng trở máy phát tương đương 0,1 đvtd. Từ đây tính được dòng NM tổng thanh cái B và C sự phân bố dòng NM và sự thay đổi dòng trên đường dây khi rơle không hướng 1 và 10 đã cắt.

Giải: Kết quả tính dòng NM ở bảng dưới đây. Đầu tiên khảo sát NM tại B. Dòng trong rơle 1 trên đường dây AB tăng từ 4,44 khi vòng kín tới 5,0 đvtd

nếu đường dây AB mở (tại máy cắt 3). Dòng trong rơle 4 trên đường dây BC tăng từ 1,11 tới 2 nếu đường dây AB mở (tại máy cắt 1) nhận thấy rằng rơle 1 và 4 sau khi mạng hở.

Thanh cái sự cố	Kháng trở NM tổng	Dòng NM tổng	Vòng mạch kín rơle	Dòng đường dây của rơle	Mạch hở của đường dây	Dòng đường dây của rơle
B	0,180	5,555	AB (1) CB (4)	4,444 1,111	BC AB	AB(1)=5,00 CB(4)=2,00
C	0,220	4,545	BC (3) DC (6)	2,727 1,818	DC BC	BC(3)=3,33 DC(6)=2,50

Đối với rơle dòng điện đặc tính thời gian phụ thuộc điều kiện phối hợp luôn luôn ở tình trạng dòng điện lớn nhất, do đó điều kiện phối hợp của rơle dòng trong mạng vòng một nguồn như sau:

- Khảo sát tình trạng cực đại.
- Chỉnh rơle đầu mạng vòng (2 hay 9) cắt tức thời.
- Mở vòng ở một đầu (2 hay 9).
- Tính dòng cực đại ở thanh cái B hay A.
- Phối hợp rơle khi mạng hở.
- Lập lại cho hướng khác nhau.

Lưu ý rằng rơle (RL) không thời gian 1 và 9 không thể tác động sai vì dòng điện chạm tại A là zero. Do đó các rơle này có thể chỉnh định dòng khởi động rất nhỏ, ngay cả nhỏ hơn dòng tải. Để xác định dòng khởi động: tính dòng điện tải cực đại lưu ý để các hệ số an toàn; tính dòng khởi động khi mạng vòng hở.

Vì NM cực đại chảy qua bất kỳ vị trí RL khảo sát mạng vòng hở, cho phép ta nên phối hợp RL trong điều kiện này, nghĩa là mạng mở một đầu. Sự phối hợp ở điều kiện dòng cực đại để chắc chắn bất thời gian phối hợp tác động giữa hai bảo vệ gần nhau là lớn nhất (Δt). Trong mạng hình tia, RL được phối hợp từng cặp như thấ khi máy cắt 1 mở, chúng ta phối hợp 2 với 4, 6 với 4, 8 với 6 và 10 với 8, tương tự chúng ta phối hợp hướng còn lại.

2.2.4.4 Mạng vòng có nhiều nguồn cung cấp .

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

2.2.5 Đánh giá bảo vệ dòng điện có hướng .

Bảo vệ dòng điện có hướng đơn giản và đảm bảo tác động chọn lọc đối với mạng điện được cung cấp từ hai phía. Sử dụng kết hợp cắt nhanh có hướng,

với bảo vệ dòng điện có hướng ta nhận được bảo vệ trong nhiều trường hợp có độ nhạy cũng như thời gian tác động thoả mãn yêu cầu. Kinh nghiệm vận hành cho thấy bảo vệ này làm việc chắc chắn. Bảo vệ có nhược điểm như sau:

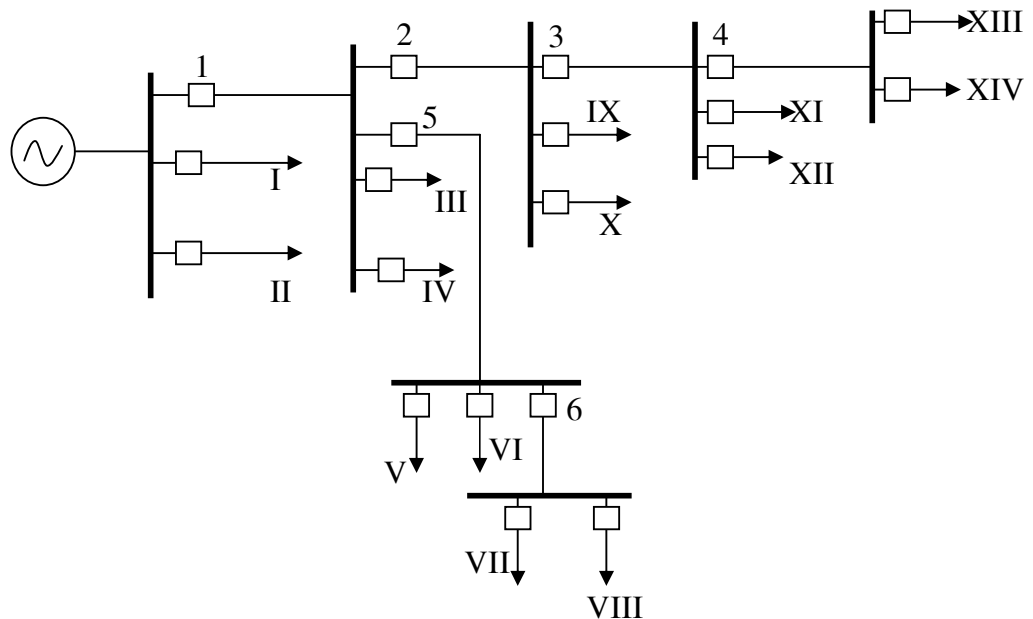
- Thời gian tác động khá lớn nhất là đối với bảo vệ gần nguồn.
- Có độ nhạy kém trong mạng với phụ tải lớn và bội số dòng NM nhỏ.
- Có vùng chết khi NM 3 pha.

Bảo vệ quá dòng điện có hướng dùng rộng rãi làm bảo vệ chính trong mạng điện có điện áp là 35 kV trở xuống và được cung cấp từ hai phía. Trong mạng điện 110 kV và 220 kV, nó chủ yếu là bảo vệ dự trữ và đôi khi nó được sử dụng kết hợp với cắt nhanh có hướng làm bảo vệ chính.

Bài tập

Cho mạng điện như hình vẽ. Các số liệu như ở bảng 1,2,3,4.

a) Chọn thời gian tác động và dòng khởi động của **bảo vệ dòng điện cực đại có đặc tính thời gian độc lập** đặt tại các vị trí máy cắt 1,2,3,4,5,6. Cho $\Delta t = 0,5$.



Bảng 1

P/A	t_I	t_{II}	t_{III}	t_{IV}	t_V	t_{VI}	t_{VII}	t_{VIII}	t_{IX}	t_X	t_{XI}	t_{XII}	t_{XIII}	t_{XIV}
1	1	1	0,5	2,5	0,5	1	0	0	1	1,5	0,5	1	0,5	1,5
2	1,5	2	2	1,5	1	2,5	1	1,5	1	1,5	1	1,5	1	0,5
2	4	1	3	1,5	2	1	1	1,5	1,5	2	1	1	0,5	1

Bảng 2

Dòng tải cực đại(A)							
Phương án	I_I+I_{II}	$I_{III}+I_{IV}$	I_V+I_{VI}	$I_{VII}+I_{VIII}$	$I_{IX}+I_X$	$I_{XI}+I_{XII}$	$I_{XIII}+I_{XIV}$
1	215	37	80	39	78	24	68
2	315	68	19	51	25	36	24
3	135	71	63	48	70	29	41
Dòng ngắn mạch nhỏ nhất tại thanh góp có phụ tải ($I_{N \min TG}$).							
Phương án	$I+II$	$III+IV$	$V+VI$	$VII+VIII$	$IX+X$	$XI+XII$	$XIII+XIV$
1	2110	1550	1100	770	1200	1080	950
2	1100	840	740	590	780	680	600
3	1430	1090	890	680	930	790	640

Bảng 4

Dòng ngắn mạch tại cuối đường dây ($I_{N \text{ cuối đường dây}}$).							
Phương án	$I+II$	$III+IV$	$V+VI$	$VII+VIII$	$IX+X$	$XI+XII$	$XIII+XIV$
1	1500	730	930	670	1100	690	710
2	850	550	650	510	640	510	530
3	1100	630	760	570	710	600	610

CHƯƠNG 3

BẢO VỆ KHOẢNG CÁCH_ BẢO VỆ SO LỆCH_ BẢO VỆ DÒNG ĐIỆN CHỐNG CHẠM ĐẤT .

3.1 BẢO VỆ KHOẢNG CÁCH.

3.1.1 Nguyên tắc hoạt động.

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

Bảo vệ khoảng cách là loại bảo vệ có bộ phận cơ bản là bộ phận đo khoảng cách, làm nhiệm vụ xác định tổng trở từ chỗ đặt bảo vệ tới điểm NM. Thời gian làm việc của bảo vệ phụ thuộc vào quan hệ giữa điện áp U_R , dòng điện I_R đưa vào phần đo lường của bảo vệ và góc lệch pha φ_R giữa chúng. Thời gian này tăng lên khi tăng khoảng cách từ chỗ hư hỏng đến chỗ đặt bảo vệ. Bảo vệ đặt chỗ gần hư hỏng nhất có thời gian làm việc bé nhất. Vì thế bảo vệ khoảng cách về nguyên tắc bảo đảm cắt chọn lọc đoạn hư hỏng trong các mạng có hình dáng bất kỳ với số lượng nguồn cung cấp tùy ý với thời gian tương đối bé.

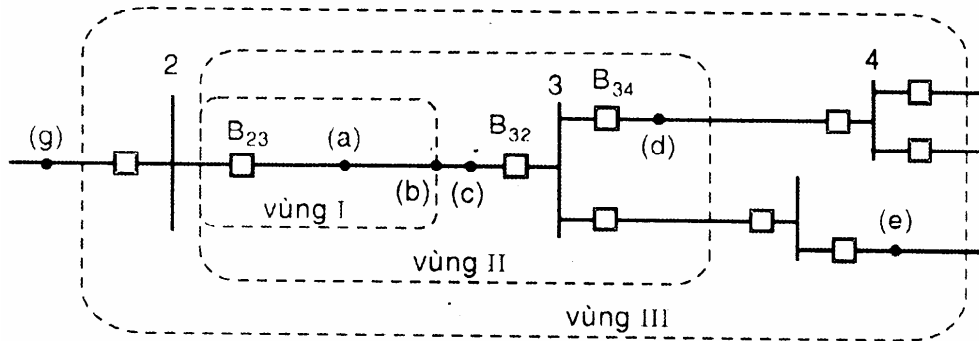
Người ta dùng rơle(RL) tổng trở làm bộ phận đo khoảng cách. Nó phản ứng trực tiếp theo tổng trở, điện trở hoặc kháng trở của đường dây (Z, R, X). Tùy bộ phận khoảng cách phản ứng theo Z, R, X người ta phân biệt khoảng cách loại tổng trở, điện trở hoặc điện kháng. Bảo vệ khoảng cách được dùng thông dụng nhất là loại tổng trở.

Để bảo đảm tác dụng chọn lọc trong mạng phức tạp, người ta dùng bảo vệ khoảng cách có hướng, chỉ tác động khi hướng công suất NM đi từ thanh góp đến đường dây. Thời gian tác động của các bảo vệ theo cùng một hướng được phối hợp với nhau sao cho khi NM ngoài phạm vi đường dây được bảo vệ, thời gian tác động của bảo vệ lớn hơn một số cấp so với bảo vệ của đoạn bị NM.

Sự phối hợp chính xác giữa các RL khoảng cách trên hệ thống điện đạt được bởi việc chỉnh định các vùng và thời gian tác động của các vùng khác nhau. Thông thường bảo vệ khoảng cách sẽ bao gồm bảo vệ vùng I có hướng tức thời và một và nhiều vùng với thời gian trì hoãn. Các tầm chỉnh định và thời gian tác động cho ba vùng bảo vệ khoảng cách đặt tại MC ở hai đầu đường dây B, C được cho trên H.3.1.

Thông thường vùng bảo vệ thứ I có thời gian tác động tức thời chiếm khoảng 80% chiều dài đường dây bảo vệ. Kết quả là còn 20% để đảm bảo sai số RL

tránh tác động mất chọn lọc đối với phần đường dây tiếp theo do những sai số của các BU và BI, dữ liệu về tổng trở đường dây cung cấp không chính xác khi chỉnh định và đo lường của RL. Đối với một vài ứng dụng, trong đó các số kết hợp này cho phép tầm chỉnh định của vùng I có thể được tăng đến 90% (khi mà dữ liệu tổng trở của đường dây được đo chính xác). Phần còn lại của đường dây không được bao phủ bởi vùng I thì được bảo vệ bởi bảo vệ có hướng cấp 2 có thời gian trì hoãn. Tầm chỉnh định vùng II của bảo vệ thông



Vùng I = 80% tổng trở đường dây được bảo vệ

Vùng II = đường dây được bảo vệ + 50% đường dây thứ hai ngắn nhất.

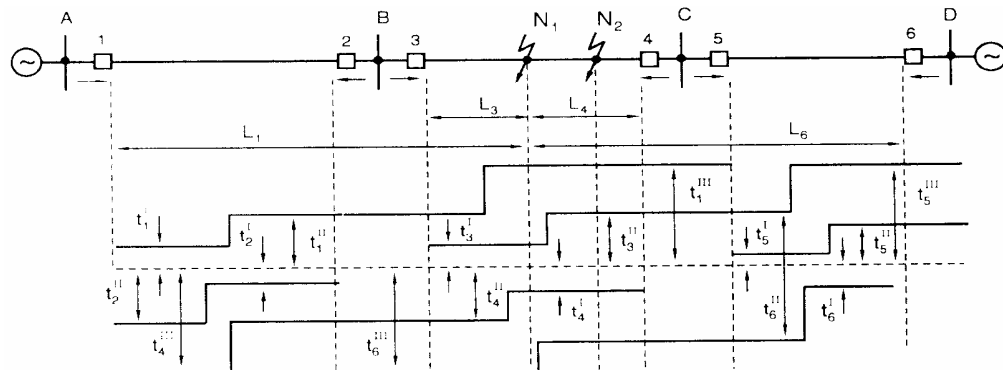
Vùng III T = 1,2 (đường dây được bảo vệ + đường dây thứ 2 dài nhất)

vùng III N = 20% hướng ngược của đường dây được bảo vệ

Hình 3.1 Đặc tính thời gian / khoảng cách cho ba vùng bảo vệ khoảng cách

thường bao phủ toàn bộ đường dây bảo vệ, cộng với 50% của đường dây kế cận ngắn nhất hay dài hơn 120% đường dây bảo vệ.

Thời gian trì hoãn của vùng II phải được chỉnh định để phân biệt với bảo vệ chính của phần đường dây kế tiếp, bao gồm bảo vệ khoảng cách cấp 1 cộng với thời gian cắt của máy cắt.



Hình 3.2 Phối hợp thời gian của bảo vệ khoảng cách Bảo vệ dự trữ từ xa cho tất cả các sự cố trên đường dây kế cận thường thường

được cung cấp bởi bảo vệ cấp 3 có thời gian trì hoãn lớn hơn để phân biệt với bảo vệ vùng II cộng với thời gian cắt của máy cắt. Vùng III có tầm chỉnh định phải ít nhất bằng 1,2 lần tổng trở đường dây bảo vệ và tổng trở đường dây kế tiếp dài nhất. Ở các hệ thống điện được kết nối với nhau, ảnh hưởng của nguồn công suất sự cố ở các thanh cái từ xa sẽ làm cho tổng trở biểu kiến đo được của RL lớn hơn nhiều tổng trở thực tới điểm sự cố và điều này cần phải được xem xét khi chỉnh định cho vùng III. Trong các hệ thống phân phối hình tia với một đầu cung cấp nguồn không bị ảnh hưởng này.

Bảo vệ dự trữ từ xa cấp 3 đôi khi có một vùng bảo vệ ngược nhỏ (thường khoảng 20% phần đường dây được bảo vệ) thêm vào với tầm chỉnh định thuận của nó (đặc tính offset). Vùng bảo vệ dự trữ tại chỗ này được cung cấp với thời gian trì hoãn để bảo vệ những sự cố thanh cái và những sự cố ba pha gần thanh cái khi các bảo vệ khác không tác động được. Trong vài sơ đồ, một tiếp điểm tức thời khởi động với những sự cố bên trong đặc tính offset của vùng III được dùng để cung cấp bảo vệ cho sự cố gần hoặc kiểm tra đường dây để bảo vệ khi đóng MC vào đường dây đang bị sự cố, nhất là trường hợp sự cố ba pha do không loại vỏ dao cách li nối đất an toàn từ việc sửa chữa đường dây trước đó. Đối với ứng dụng này, thời gian trì hoãn vùng III được nối tắt trong thời gian ngắn khi đóng MC bằng tay.

Giản đồ vùng bảo vệ và thời gian phối hợp ba cấp của bảo vệ khoảng cách cho ở H.3.2.

Xét ví dụ H.3.2 là mạng có hai nguồn bảo vệ đặt cả hai phía đầu đường dây và giải thiết hoạt động có hướng (bảo vệ 1, 2, 3..., 6). Phối hợp thời gian làm việc của các bảo vệ khoảng cách theo đặc tuyến hình nấc thang (H.3.2b).

Khi NM tại điểm N_1 giữa trạm BC, bảo vệ (3, 4) gần chỗ NM nhất (Khoảng cách l_3, l_4) tác động với thời gian nhỏ nhất cấp 1 t_3^I, t_4^I ; bảo vệ 1 và 6 có khoảng cách l_1, l_6 cũng khởi động, nhưng nó chỉ có thể tác động với thời gian trì hoãn t_1^{III}, t_6^{III} và được coi như là bảo vệ dự trữ trong trường hợp đoạn BC không thể cách ly. Bảo vệ 2 và 5 cũng có cùng khoảng cách đến chỗ NM nhưng không khởi động vì không đúng hướng. Nếu điểm NM không nằm ở khoảng giữa đường dây mà nằm về một phía đường dây (điểm N_2), thì bảo vệ sẽ tác động với thời gian cấp II t_3^{II} , bảo vệ 4 vẫn làm việc với t_4^I . Trong trường hợp NM tại thanh góp C, thì sự cố được cô lập bằng bảo vệ 3 và 6 với thời gian cấp II t_3^{II} và t_6^{II} còn bảo vệ 4 và bảo vệ 5 không khởi động. Bảo vệ khoảng cách có đặc tính thời gian từng cấp như trên hiện nay được sử dụng rất rộng rãi, số lượng vùng bảo vệ và cấp thời gian thường là 3. Chiều dài vùng bảo vệ và thời gian của mỗi vùng có thể chỉnh định được.

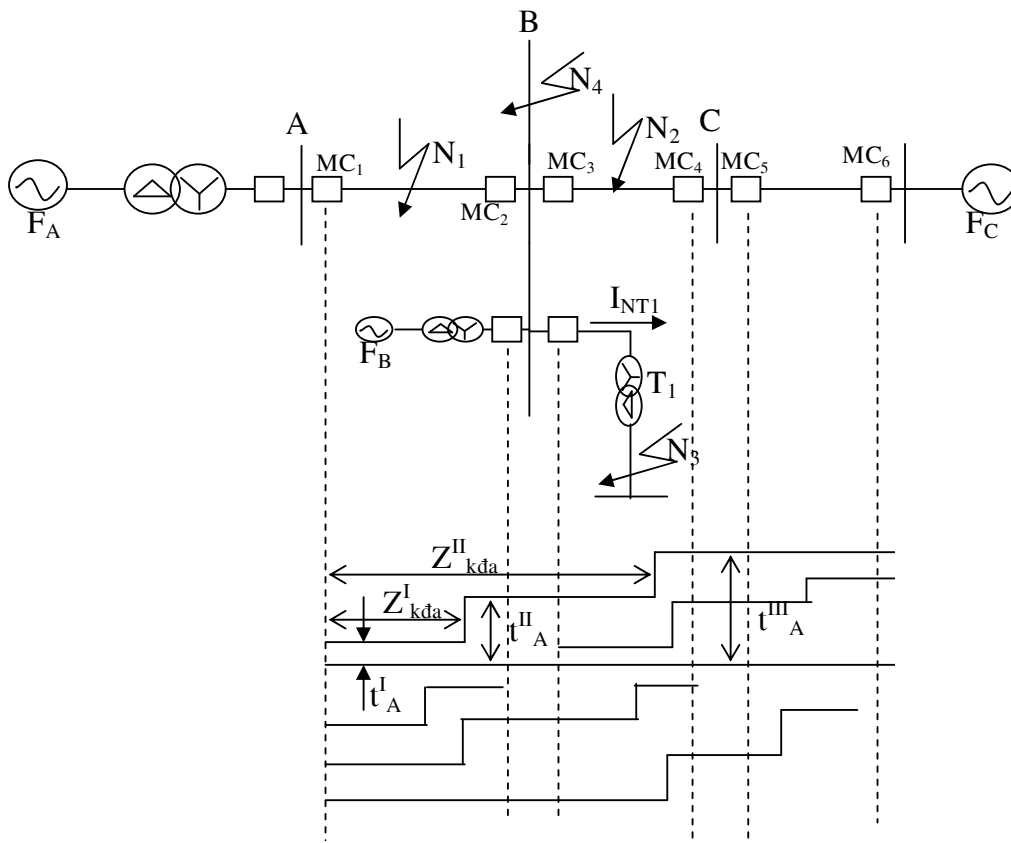
3.1.2 Chọn các tham số của các bảo vệ.

Chọn các tham số của bảo vệ khoảng cách là chọn thời gian tác động và đặc tuyến làm việc tổng trở khởi động của các vùng bảo vệ khác nhau. Quan sát

mạng điện cho như H.3.3. Giả thiết tại các trạm A,B,C,D có đặt bảo vệ khoảng cách có hướng tác động lên các máy cắt MC_1, MC_2, \dots, MC_6 . Nguyên tắc cơ bản để tính toán bảo vệ là tính chọn lọc, ví dụ NM tại N_1 thì chỉ có MC_1 và MC_2 được cắt ra để cô lập sự cố.

Cấp I bảo vệ

- Đặc tính làm việc của RL tổng trở thường được chọn dạng có hướng, có thể đặc tuyến Mho hoặc tứ giác hoặc elip tùy theo đối tượng bảo vệ.
- Thời gian làm việc của bảo vệ cấp I là thời gian tác động riêng của bảo vệ (tác động tức thời không cần bộ phận thời gian).
- Tổng trở khởi động cấp I Z_{kd}^I được chọn theo điều kiện sao cho bộ phận khoảng cách cấp I không tác động khi có NM ngoài phạm vi đường dây bảo vệ.



Hình 3.3 Chọn tham số của bảo vệ khoảng cách

Do đó Z_{kd}^I được chọn nhỏ hơn tổng trở đường dây bảo vệ với sai số lớn nhất vẫn đảm bảo:

$$\dot{Z}_{kd}^I + \Delta \dot{Z} < \dot{Z}_L$$

Tổng trở khởi động bảo vệ khoảng cách cấp I chống NM nhiều pha:

$$Z_{kd}^I = k_1 \dot{Z}_{L_1} = k_1 \dot{Z}_1 \quad (3.1)$$

trong đó: Z_1 là tổng trở thứ tự thuận trên mỗi km đường dây bảo vệ

l là chiều dài đường dây bảo vệ; Z_{L1} là tổng trở thứ tự thuận đường dây bảo vệ. $k_1 = 0,8 \div 0,9$ là hệ số xét đến sai số BI, BU, điện trở trạm trung gian...

$$Z_{kd}^I = k_0 \dot{Z}_{L_1} = k_0 \dot{Z}_1 l \quad (3.2)$$

với: $k_0 = 0,75 \div 0,85$; k_0 thường được chọn nhỏ hơn k_1 vì điện trở chạm đất trung gian một pha với đất thường lớn hơn chạm giữa các pha.

Hệ số bù cho sơ đồ bảo vệ chống chạm đất: $k_c = \frac{Z_{L_0} - Z_{L_1}}{3Z_{L_1}} \quad (3.3)$

với: $\dot{Z}_{L_1}, \dot{Z}_{L_0}$ - là tổng trở thứ tự thuận và không của đường dây bảo vệ.

Hệ số bù của biểu thức (3.3) được dùng cho đường dây đơn. Trong trường hợp bảo vệ đường dây song song, nếu vẫn dùng hệ số bù như (3.3) do đó có hiện tượng hồ cảm, vùng bảo vệ cấp I chống chạm đất một pha sẽ bị tình trạng dưới tầm, trong nhiều trường hợp cần thiết có thể hiệu chỉnh hệ số bù. Cấp II của bảo vệ

Tổng trở khởi động cấp II (Z_{kd}^{II}) được chọn theo điều kiện sao cho vùng bảo vệ cấp II phải bao phủ toàn bộ đường dây một cách chắc chắn, để bảo vệ phần còn lại của đường dây thì phải bảo vệ cấp II có vùng bảo vệ phải vượt ra phạm vi đường dây bảo vệ (theo yêu cầu về độ nhạy, vùng cấp II phải bao phủ ít nhất 120% đường dây bảo vệ $k_{nh} = Z_{kd}^I / Z_{L1} \geq 1,2$).

Để đảm bảo tính chọn lọc và thời gian tác động nhanh, độ dài vùng II và thời gian làm việc của nó phải được tính toán phối hợp với các bảo vệ của các phần tử nối với thanh cái của các đường dây (chẳng hạn đường BC, máy biến áp T_1 trên sơ đồ H.3.3).

Thông thường thời gian làm việc của bảo vệ cấp II của các máy cắt lân cận được chọn bằng nhau: $t^{II} = t^I + \Delta t \quad (3.4)$

với: t^I là thời gian tác động nhanh cấp I của phần tử tiếp theo; $\Delta t = 0,3 \div 0,5s$

Để thoả mãn chọn lọc trong điều kiện trên thì yêu cầu độ dài của vùng II không được vượt quá phạm vi bảo vệ cắt nhanh hoặc cấp I của phần tử nối vào thanh cái cuối đường dây có tổng trở nhỏ nhất.

Từ các điều kiện trên tổng trở khởi động cấp II được tính:

$$Z_A^{II} = k_{11} (Z_1 l_{AB} + k_1 Z_B^I) \quad (3.5)$$

với: $k_{11} = 0,85 \div 0,9$ là hệ số phối hợp với bảo vệ cấp I tiếp sau khi kể đến sai số của bảo vệ.

$k_{11} = 0,8 \div 1$ là hệ số tính đến sai số bảo vệ cấp II; l_{AB} là chiều dài đường dây bảo vệ.

Z_1 là tổng trở đường dây bảo vệ trên mỗi km

Z_B^I là tổng trở khởi động cấp I nhỏ nhất của phần tử xuất phát từ thanh cái cuối đường dây bảo vệ.

Khi tính toán chọn giá trị Z_{kd}^I cần lưu ý các trường hợp dòng NM tại chỗ ngắn mạch khác với dòng NM qua vị trí đặt RL sẽ đưa đến sai số đo lường tổng trở của RL. Trong các trường hợp này cần hiệu chỉnh giá trị khởi động bằng các hệ số được gọi là hệ số phân dòng (k_{pd}).

Ví dụ hệ thống điện (H.3.3) có nguồn tại thanh cái B nên dòng NM tại bảo vệ 1 khác với dòng tại điểm NM N_2 . Trong trường hợp này giá trị tổng trở khởi động cấp II tại vị trí MC1 cần tính theo: $Z_A'' = k_{11}(\dot{Z}_1 I_{AB} + \frac{k_1}{k_{pd}} \dot{Z}_B^I)$ (3.6)

Với: $k_{pd} = \frac{I_{NAD}}{I_{NBN_2}}$: hệ số phân dòng là tỉ số dòng NM qua điểm đặt RL I_{NAB} so

với dòng NM tại điểm NM I_{NBN_2} là điểm cuối vùng II của bảo vệ A(N_2).

Tương tự cần hiệu chỉnh giá trị tổng trở khởi động cấp II theo điều kiện NM sau MBA T_1 :

$$Z_A'' = k_{11}(\dot{Z}_1 I_{AB} + \frac{k_1}{k_{T_1}} \dot{Z}_{T_1}) \quad (3.7)$$

với: \dot{Z}_{T_1} là tổng trở MBA có công suất lớn nhất trạm B

$K_T = I_{NAB} / I_{NIT_1}$: hệ số phân dòng là tỉ số dòng NM qua vị trí đặt bảo vệ I_{NAB} và dòng NM qua MBA T_1 khi NM ngay sau MBA.

Giá trị tổng trở cấp II của máy cắt trạm A được chọn là giá trị nhỏ nhất của (3.5), (3.6), (3.7).

Giá trị được chọn này phải được kiểm tra về độ nhạy khi có NM tại thanh cái trạm B.

Với các đường dây ngắn, tổng trở đường dây nhỏ ($5 \div 10\Omega$) yêu cầu về độ nhạy cao hơn $k_{nh}'' \geq 1,5$ vì bảo vệ đường dây NM xảy ra hồ quang.

Trong trường hợp độ nhạy vùng II không đảm bảo ($k_{nh}'' < 1,2$) do đường dây tiếp theo sau quá ngắn hoặc tổng trở phần tử tiếp sau quá nhỏ thì tổng trở khởi động cấp II có thể phối hợp chỉnh định theo bảo vệ cấp II của phần tử từ thanh góp cuối của đường dây. Theo điều kiện này thì thời gian cấp II của phần tử tiếp sau:

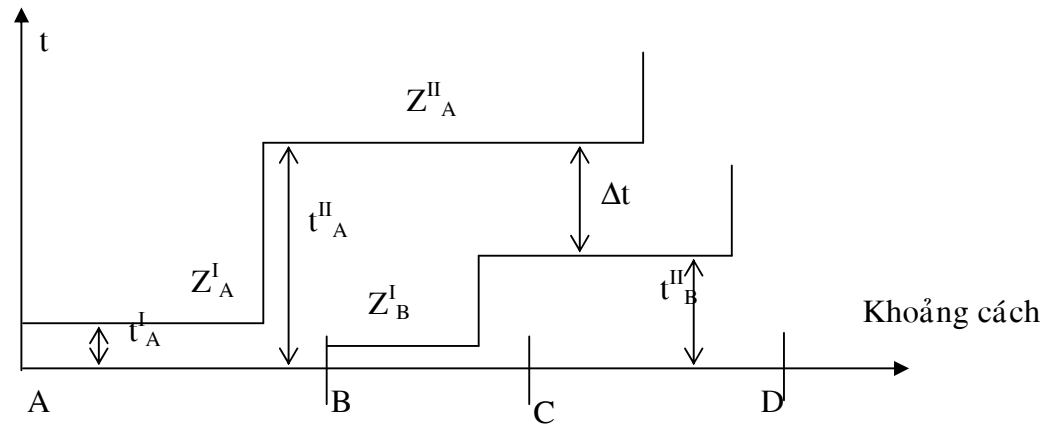
$$t_A'' = t_B'' + \Delta t \quad (3.8)$$

$$Z_A'' = k_{11}(\dot{Z}_1 I_{AB} + \frac{k_1}{k_{pd}} \dot{Z}_B'') \quad (3.9)$$

Việc phối hợp với vùng bảo vệ và thời gian được minh họa bằng H.3.4.

Đối với bảo vệ cấp II chống chạm đất một pha cho đường dây đơn, điều kiện tính toán chọn các giá trị đặt cùng tương tự như chống NM nhiều pha và hệ số bù được tính theo (3.3).

Trong trường hợp bảo vệ cho đường dây có hồ cảm cần lưu ý hiện tượng vùng bảo vệ có hiệu quả cấp II được nới rộng hơn giá trị chỉnh định (hiện tượng quá tầm) khi vận hành đường dây với các chế độ khác nhau. Cần thiết có thể hiệu chỉnh hệ số bù.



Hình 3.4 Phối hợp bảo vệ khoảng cách cấp II cho đường dây tiếp sau quá ngắn.

Cấp III của bảo vệ

Mục đích của vùng bảo vệ cấp II là dự trữ cho đường dây bảo vệ và các phần tử nối vào thanh cái cuối đường dây bảo vệ.

Tổng trở khởi động cấp III có thể được chọn một trong hai điều kiện:

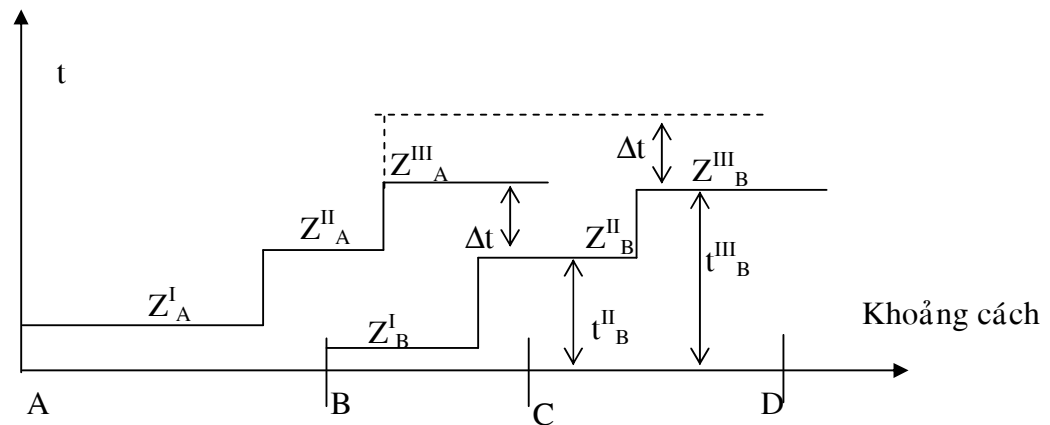
- Vùng bảo vệ cấp III bao phủ toàn bộ đường dây bảo vệ nối từ thanh cái cuối đường dây bảo vệ. Ví dụ, theo sơ đồ H.3.3: $Z_A^{III} > \dot{Z}_{AB} + \dot{Z}_{BC}$; $Z_A^{III} > \dot{Z}_{AB} + \dot{Z}_{T_1}$

Tổng trở được chọn:
$$Z_A^{III} = 1,2 \{ \dot{Z}_{AB} + \max \{ \dot{Z}_{BC}; \dot{Z}_{T_1} \dots \} \} \quad (3.10)$$

Thời gian làm việc cấp III: $t_A^{III} = t_B^{II} + \Delta t$

Đường liền nét H.3.5 biểu diễn minh họa vùng bảo vệ và thời gian làm việc cấp III của bảo vệ A được chọn theo điều kiện này.

- Bảo vệ cấp III không được tác động khi tải làm việc cực đại:



Hình 3.5 Vùng bảo vệ và thời gian làm việc của bảo vệ khoảng cách cấp III

$$Z_A^{III} \leq Z_{\min}$$

với: Z_{\min} – giá trị tổng trở nhỏ nhất nhìn từ vị trí rơle khi phụ tải hệ thống ở chế độ cực đại:

$$Z_{pt\max} = \frac{U_{\min}}{I_{pt\max}}$$

trong đó: U_{\min} là điện áp nhỏ nhất khi phụ tải cực đại ($0,9 \div 0,95 U_{dm}$)

$I_{pt\max}$ là dòng điện làm việc lớn nhất qua bảo vệ.

Vùng bảo vệ cấp III chọn theo điều kiện này thường rất rộng nên thời gian cấp III phải được phối với thời gian cấp III của phần tử tiếp sau: $t_A^{III} = t_B^{III} + \Delta t$

Đường đứt nét H.3.5 biểu diễn vùng bảo vệ và thời gian làm việc cấp III chọn theo điều kiện tải cực đại.

Đối với bảo vệ khoảng cách cấp III chống chạm đất một pha của đường dây đơn điều kiện tính toán cũng tương tự như chống NM nhiều pha và với hệ số bù dòng theo biểu thức (3.3).

Trong trường hợp bảo vệ đường dây có hồ cảm cần lưu ý hiện tượng quá tầm để chọn thời gian tác động cấp III hợp lý.

Bảo vệ khoảng cách cấp III ngoài chức năng dự trữ cho đường dây cũng có thể dự trữ cho NM trên thanh cái và gần vị trí đặt bảo vệ. Để thực hiện chức năng này người ta dùng đặc tính tổng trở có hướng ngược (offset-MHO). Giá trị tổng trở đặt hướng ngược khoảng $10 \div 25\%$ tổng trở khởi động cấp I (là cấp IV của bảo vệ). Trong trường hợp không sử dụng đặc tính offset-Mho, người ta dùng thêm cấp bảo vệ thứ tư bảo vệ một phần ngược đường dây. Tổng trở khởi động hướng ngược là 25% tổng khởi động cấp I nếu đường dây bảo vệ ngắn (< 30 km) hay $Z^{II} = 10\% Z^I$ nếu đường dây bảo vệ dài.

Bảo vệ cấp IV hướng ngược còn dùng cho các sơ đồ bảo vệ khoảng cách pilot khoá hay cho phép. Vùng bảo vệ cấp IV trong trường hợp này được tính toán lớn hơn vùng bảo vệ cấp II của bảo vệ đầu kia đường dây, nghĩa là:

$$Z_A^{IV} \geq 120\% \cdot Z_B^{II} - Z_{AB}$$

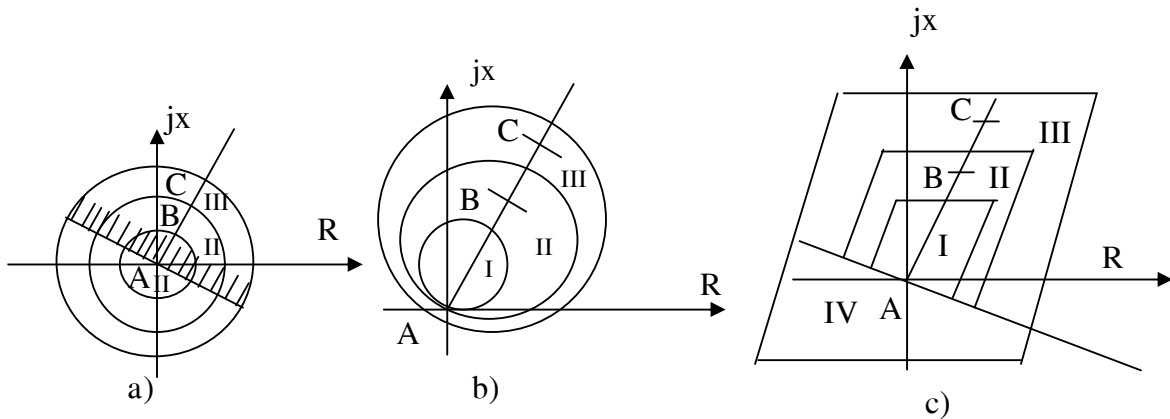
Trong thực tế áp dụng tính toán, nếu kiểm tra các yếu tố ảnh hưởng đến sai số do tổng trở nằm trong giới hạn cho phép, người ta thường chọn tổng trở ba cấp như sau:

Cấp I: 85 – 90% tổng trở đường dây bảo vệ

Cấp II: tổng trở đường dây bảo vệ + 50% tổng trở phần tử tiếp sau ngắn nhất

Cấp III: 1,2x (tổng trở đường dây bảo vệ + tổng trở phần tử tiếp sau dài nhất).

Trên H.3.6 giới thiệu các dạng đặc tuyến của bảo vệ khoảng cách cấp 3 thường gặp:



Hình 3.6 Các dạng đặc tuyến của bảo vệ

Trường hợp a: dùng ba RL tổng trở không có hướng phối hợp cùng RL định hướng công suất để xác định làm việc của ba cấp.

Trường hợp b: là dùng ba RL tổng trở có hướng cho ba cấp khác nhau.

Trường hợp c: là dùng đặc tính tứ giác.

Bảo vệ cấp III, ngoài chức năng dự trữ cho đường dây, cũng có thể dự trữ cho thanh cái và các điểm NM gần chỗ đặt bảo vệ. Người ta thường dùng đặc tính offset-Mho (H.3.6b) hoặc cấp IV (H.3.6c).

3.1.3 Đánh giá lĩnh vực ứng dụng của bảo vệ khoảng cách .

Nhờ có một số ưu điểm nhất định nên bảo vệ khoảng cách được ứng dụng rộng rãi trong các mạng điện áp.

a) Các ưu điểm chính của bảo vệ khoảng cách.

Đảm bảo tính chọn lọc trong mạng có cấu trúc bất kỳ và có số nguồn cung cấp tùy ý.

Vùng I của bảo vệ chiếm gần 80 ÷ 90% độ dài phần tử được bảo vệ và có thời gian làm việc rất bé. Điều này rất quan trọng đối với điều kiện ổn định hệ

thống là phải là phải cắt nhanh phần tử sự cố gần thanh góp nhà máy điện và các trạm điểm nút công suất lớn.

Có độ nhạy cao đối với NM.

b) Các nhược điểm của bảo vệ khoảng cách .

Phức tạp về mặt sơ đồ cũng như bản thân của các RL thuộc về sơ đồ bảo vệ. Bảo vệ khoảng cách dùng RL điện cơ là loại bảo vệ có nhiều RL vì cần nhiều tiếp điểm nhất.

Các sơ đồ bảo vệ không tiếp điểm dùng bán dẫn, vi mạch thì phức tạp về mặt sơ đồ logic và có nhiều phần tử chức năng.

Không đảm bảo cắt tức thời NM trên toàn bộ đường dây được bảo vệ.

Phản ứng theo dao động và phụ tải, vì vậy việc tránh phụ tải làm giảm độ nhạy bảo vệ, giảm tác dụng dự trữ cho phân tử kế. Để chống dao động phải dùng thiết bị khoá và bảo vệ càng trở nên phức tạp.

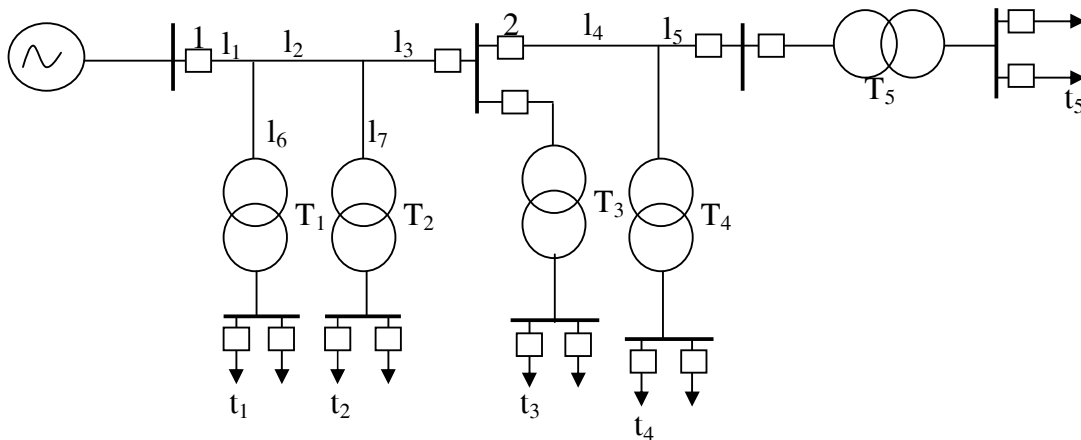
Tuy còn những khuyết điểm trên, nhưng hiện nay bảo vệ khoảng cách vẫn là bảo vệ thông dụng nhất dùng để bảo vệ chính hay dự trữ cho các đường dây cao áp hay trung áp.

Chú ý: hiện tượng dưới tầm và quá tầm.

Dưới tầm : Rơle khoảng cách xảy ra hiện tượng dưới tầm khi tổng trở biểu kiến đo lường lớn hơn giá trị tổng trở thực khi sự cố xảy ra từ chỗ đặt rơle đến điểm ngắn mạch. Ảnh hưởng này được hạn chế bằng cách sử dụng hệ số bù.

Quá tầm : Rơle khoảng cách xảy ra hiện tượng dưới tầm khi tổng trở biểu kiến đo lường nhỏ hơn giá trị tổng trở thực khi sự cố xảy ra từ chỗ đặt rơle đến điểm ngắn mạch. Ảnh hưởng này được hạn chế bằng cách sử dụng hệ số bù.

Bài tập



Cho sơ đồ như hình vẽ và bảng phương án , chọn trị số khởi động ($Z_{kđ1}^I$, $Z_{kđ1}^{II}$, t_1^{II}) của bảo vệ khoảng cách hai cấp chống ngắn mạch nhiều pha đặt tại vị trí máy cắt 1 và máy cắt 2.

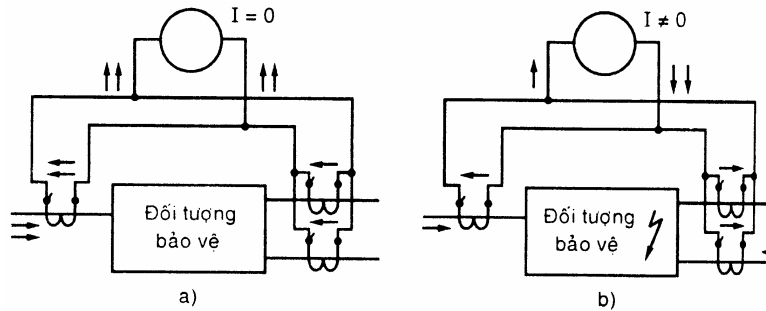
Cho $\Delta t = 0,5s$, hệ số dự trữ cấp 1 là 0,85 , cấp 2 là 0,8. Tại vị trí 2 đặt bảo vệ khoảng cách 3 cấp, máy biến áp có bảo vệ so lệch tác động tức thời.

$Z_{đd}=0,4\Omega/\text{km}$. $U_N\%_{\text{MBA}}= 10,5\%$. Các dữ liệu đường dây, MBA, thời gian cắt NM của các nhánh phụ tải cho ở dưới đây.

P/a	Chiều dài đường dây(km)							C/s mba(MVA)					Thời gian bảo vệ(s)				
	11	12	13	14	15	16	17	S_{T1}	S_{T2}	S_{T3}	S_{T4}	S_{T5}	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5
1	30	30	40	50	50	20	0	2.10	2.10	40	63	40	2	1	1,5	2	2
2	30	30	40	20	30	20	0	2.16	32	40	40	40	2	1	1,5	2	2
3	30	30	40	20	30	0	30	63	40	40	40	40	1	2	1,5	1,5	2

3.2 BẢO VỆ SO LỆCH.

3.2.1 Nguyên tắc thực hiện.



Hình 3.7 Nguyên tắc cơ bản của bảo vệ so lệch dọc

Theo định luật Kirchoff, tổng vectơ của tất cả dòng điện ra và vào các nhánh của đối tượng BV bằng không, ngoại trừ có NM bên trong đối tượng BV này. Do đó, nếu tất cả thứ cấp của máy biến dòng các nhánh của đối tượng BV được ghép song song với nhau với một rơle dòng điện thì sẽ không có dòng điện chạy trong rơle trừ khi có ngắn mạch bên trong của đối tượng bảo vệ.

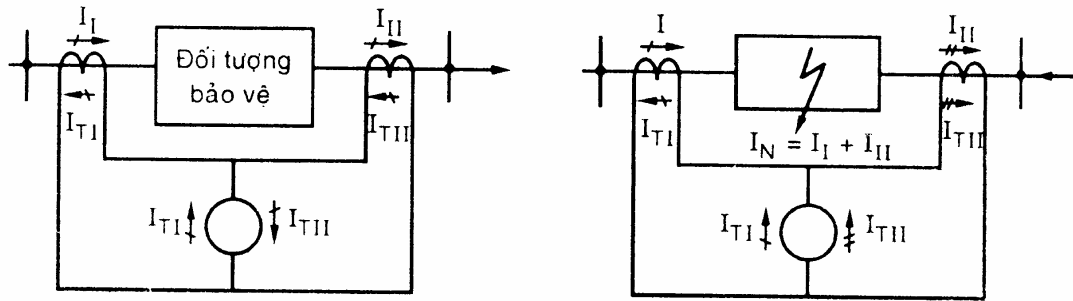
Bảo vệ dựa vào nguyên tắc trên gọi là BV so lệch dọc (H.3.7), có tính chọn lọc tuyệt đối, phân biệt được NM bên trong và bên ngoài của đối tượng BV và như thế cho phép cắt sự cố của đối tượng BV nhanh chóng. Nói cách khác, BV so lệch làm việc dựa trên sự so sánh trực tiếp các dòng điện trên các nhánh của đối tượng BV. Đối với đường dây làm việc song song người ta dùng so lệch ngang so sánh dòng chạy trên các nhánh song song. Để thực hiện bảo vệ so lệch dọc người ta có thể dùng lại sơ đồ dòng tuần hoàn hay sơ đồ cân bằng áp.

3.2.1.1 Sơ đồ dòng tuần hoàn.

Để dễ hiểu ta quan sát ví dụ đối tượng bảo vệ có hai nhánh (đường dây, máy phát...) (H.3.8). Các cuộn thứ cấp được nối song song sao cho khi NM ngoài, suất điện động thứ cấp các máy biến dòng trong mạch vòng hướng nối tiếp nhau và dòng trong dây nối có cùng hướng. (Nếu đặt các BI cùng một quy ước cực tính thì các đầu cực thứ cấp BI gần đối tượng bảo vệ ghép nối chung với nhau và các đầu cực kia ghép nối chung với nhau). RL so lệch cũng nối song

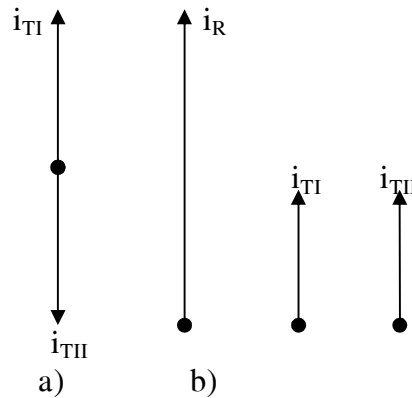
song với cuộn thứ BI. Dòng vào RL $\dot{I}_R = |\dot{I}_{T1} + \dot{I}_{TII}|$. Khi NM ngoài vùng bảo vệ (giới hạn bởi các BI) trong chế độ bình thường $\dot{I}_{T1} = -\dot{I}_{TII}$. Dòng thứ \dot{I}_{T1} và \dot{I}_{TII} đi qua RL đối chiều nhau:

$$\dot{I}_R = |\dot{I}_{T1} + \dot{I}_{TII}| = 0; \dot{I}_R = \left| \frac{\dot{I}_I}{n_I} + \frac{\dot{I}_{II}}{n_{II}} \right|$$



Hình 3.8 Sơ đồ so lệch dòng tuần hoàn

Trong điều kiện $n_I = n_{II} = n$ và BI làm việc không có sai số, ta có $\dot{I}_{T1} = -\dot{I}_{TII}$ và $I_R = 0$ và RL không tác động. Khi có dao động cũng có sự phân bố tương tự.



Hình 3.9 Đồ thị của vectơ của dòng điện trong mạch bảo vệ so lệch

Như vậy bảo vệ so lệch về nguyên tắc không phản ứng theo NM ngoài, dòng phụ tải và dao động, vì vậy có thể thực hiện tác động tức thời và dòng khởi động của nó không chọn theo điều kiện lớn hơn dòng phụ tải và dao động.

Khi NM trong vùng bảo vệ (H.3.8b) các dòng sơ cấp I_I và I_{II} đều có hướng từ thanh góp của trạm tới chỗ NM.

Dòng RL:

$$\dot{I}_R = |\dot{I}_{T1} + \dot{I}_{TII}| = \dot{I}_R = \left| \frac{\dot{I}_I}{n_I} + \frac{\dot{I}_{II}}{n_{II}} \right| = \frac{I_N}{n} \neq 0$$

trong đó: I_R : làm bảo vệ tác động (dòng điện đi vào rơle)

I_N : dòng NM tổng tại chỗ NM.

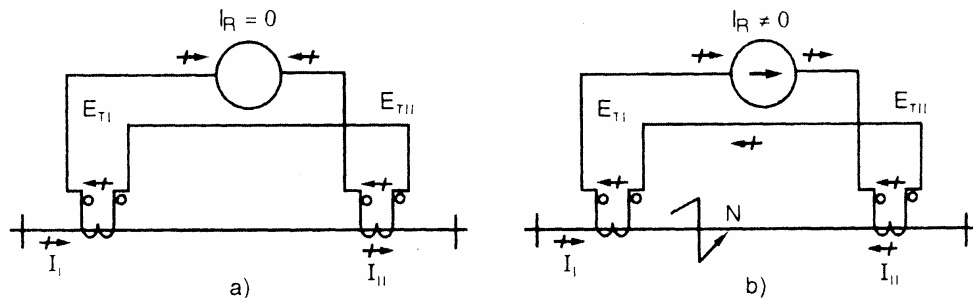
Trên H.3.9, đồ thị vectơ đơn giản của dòng điện thứ cấp của máy biến dòng và dòng điện đi qua RL trong sơ đồ bảo vệ so lệch ở tình trạng làm việc bình thường hoặc NM ngoài (a) và khi NM trong vùng bảo vệ (b).

3.2.1.2 Sơ đồ loại cân bằng áp .

Các cuộn thứ cấp của biến dòng được nối sao cho khi NM ngoài và làm việc bình thường, sđđ của chúng ngược chiều nhau trong mạch. RL được mắc nối tiếp trong mạch dây dẫn phụ.

Khi NM ngoài, cũng như khi có dòng phụ tải chạy qua các sđđ \dot{E}_{TI} và \dot{E}_{TII}

bằng nhau, ví dụ $I_I = I_{II}$ và $n_I = n_{II}$ nên
$$\dot{I}_R = \frac{\dot{E}_{TI} - \dot{E}_{TII}}{Z} = 0$$



Hình 310 Sơ đồ so lệch loại cân bằng áp

Trong đó: Z là tổng trở toàn mạch vòng.

Khi NM trong toàn vùng bảo vệ (h.7.4b) các sđđ \dot{E}_{TI} và \dot{E}_{TII} cộng nhau và tạo nên dòng trong RL làm bảo vệ tác động.

Hiện nay bảo vệ so lệch với dòng tuần hoàn được dùng phổ biến.

3.2.2 Dòng không cân bằng trong bảo vệ so lệch .

Khi khảo sát nguyên tắc tác động của bảo vệ so lệch, chúng ta giả thiết một trường hợp lý tưởng rằng trong trường hợp bình thường và NM ngoài không có dòng điện chạy vào RL. Thực tế như đã tìm hiểu sự làm việc của BI ở chương 1 thì dòng điện thứ cấp của BI bằng:

$$\dot{I}_{TI} = \dot{I}_{SI} - \dot{I}_{I\mu}; \quad \dot{I}_{TII} = \dot{I}_{SII} - \dot{I}_{II\mu}$$

và dòng trong RL $\dot{I}_R = \dot{I}_{TI} - \dot{I}_{TII} = \dot{I}_{II\mu} - \dot{I}_{I\mu} = \dot{I}_{kcb}$, dòng điện từ hoá $\dot{I}_{I\mu}$ và $\dot{I}_{II\mu}$ thường khác nhau ngay cả trong trường hợp các BI giống nhau.

Ngoài dòng điện từ hoá, dòng không cân bằng còn chịu ảnh hưởng của điện trở của các dây dẫn phụ trong các nhánh của mạch bảo vệ. Nếu dùng các BI có tỷ số biến đổi không giống nhau (cho các phần tử như MBA 2, 3 dây quấn, tự ngẫu, thanh góp...) thì dòng không cân bằng sẽ tăng lên nhiều, vì khi đó dòng từ hoá khác nhau nhiều.

Đặc biệt, dòng I_{kcb} sẽ đạt những giá trị rất lớn khi có NM ngoài, khi ấy các mạch từ của BI bão hoà với mức độ khác nhau và ảnh hưởng của thành phần không chu kỳ của dòng NM lên dòng thứ cấp của các máy biến dòng cũng khác nhau.

Chúng ta có thể rút ra kết luận sau cho dòng I_{kcb} :

- I_{kcb} trong tình trạng quá độ có thể vượt quá giá trị ổn định của nó gấp nhiều lần và có thể lớn hơn cả dòng làm việc cực đại.
- I_{kcb} có giá trị lớn nhất không phải ở thời điểm đầu của NM mà hơi chậm hơn.
- Có giá trị ổn định của I_{kcb} sau lúc NM có thể lớn hơn rất nhiều so với trước lúc NM do từ cảm thừa trong lõi thép.
- I_{kcb} tắt tương đối nhanh (thời gian tồn tại những giá trị I_{kcb} không vượt quá vài phần mười giây).

3.2.3 Dòng điện khởi động của BV so lệch.

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

$$I_{kd} \geq K_{at} \cdot I_{kcbtmax}$$

với: $I_{kcbtmax}$: là dòng không cân bằng tính toán cực đại.

$$I_{kd} \geq f_{i\max} \cdot k_{kck} \cdot I_{ngoàimax}$$

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

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

k_{dn} : là hệ số đồng nhất của các BI; $k_{dn} = 0 \div 1$

$k_{dn} = 0$: khi các BI hoàn toàn giống nhau;

$k_{dn} = 1$: khi các BI khác nhau hoàn toàn.

K_{kck} – là hệ số kể đến ảnh hưởng của thành phần không chu kỳ của dòng NM

$I_{ngoàimax}$: là thành phần chu kỳ của dòng NM lớn nhất.

Yêu cầu về độ nhạy của BVSL:

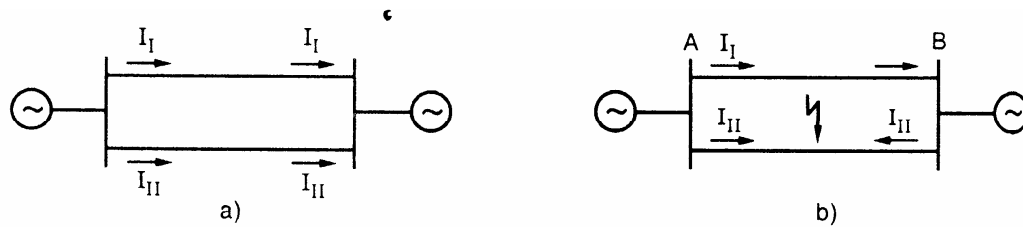
$$K_n = \frac{I_{N\min} TVBV}{I_{kd}} > 2 \quad (TVBV: \text{ trong vùng bảo vệ})$$

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

3.2.4 Bảo vệ so lệch ngang .

Bảo vệ so lệch ngang là bảo vệ thuộc loại đơn giản và tin cậy. Bảo vệ không phản ứng theo dao động, quá tải và tác động không thời gian khi NM xảy ra ở bất kỳ điểm nào trong vùng bảo vệ. Đối với đường dây tải điện dài, nhược điểm của bảo vệ là việc truyền tín hiệu, tổn phí cho dây dẫn phụ cao. Ngoài ra, bảo vệ có tác động sai khi dây dẫn bị hư hỏng. Để bảo vệ cho đường dây song song, dài và có điện trở dây như nhau, hay là máy phát điện có hai cuộn

dây quấn song song, người ta có thể dùng bảo vệ so lệch ngang. Nguyên lí tác động của nó dựa trên sự so sánh trực tiếp dòng điện chạy trên các nhánh song song. Vì điện trở các nhánh làm việc song song bằng nhau nên khi bình thường và khi NM ngoài, các vectơ dòng điện trên các nhánh bằng nhau: $I_I = I_{II}$ (hình 3.11a). Khi NM xảy ra một trong hai nhánh các dòng này không còn bằng nhau nữa.



Hình 3.11 Phân bố dòng điện trên các đường dây song song

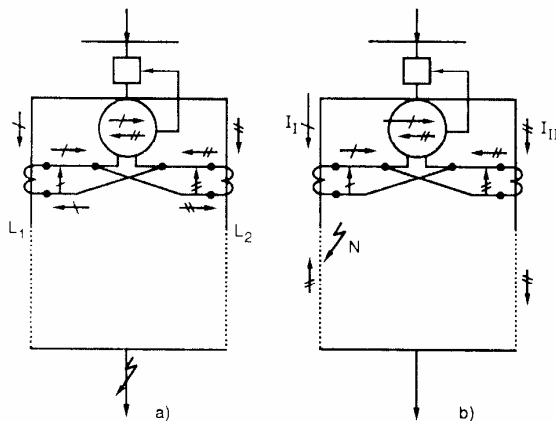
- a) Khi bình thường và ngắn mạch ngoài.
b) Ngắn mạch trên một đường dây.

Tại đầu A các dòng I_I và I_{II} trùng pha nhưng biên độ khác nhau; còn tại B; các dòng khác cả pha lẫn biên độ (H.3.11b).

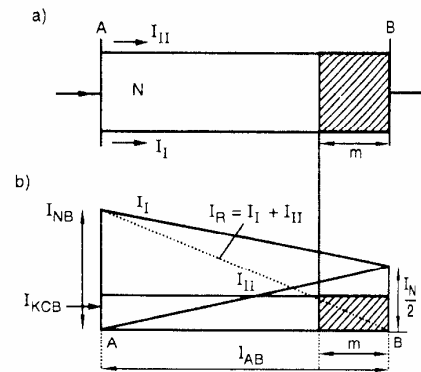
Như vậy sự mất cân bằng các dòng trên các nhánh song song về mặt biên độ cũng như góc pha là dấu hiệu phản ánh sự cố trên một trong hai đường dây. Có hai loại bảo vệ so lệch ngang: *tại các phần tử có hai nhánh song song, được nối vào một máy cắt chung thì dùng bảo vệ so lệch ngang dòng điện. Tại các đường dây song song có máy cắt riêng ở mỗi đường dây thì dùng bảo vệ so lệch ngang có hướng.*

Bảo vệ so lệch ngang dòng điện.

Khi chỉ có một đầu đường dây cung cấp, BV chỉ đặt một phía có nguồn, còn đối với các đường dây có nguồn cung cấp ở hai đầu thì đặt ở cả hai phía đường dây song song. Hình 3.12 giới thiệu sơ đồ BV vẽ cho một pha. Máy biến dòng với cùng hệ số biến đổi n được đặt tại các pha cùng tên.



Hình 3.12 Bảo vệ so lệch ngang dòng điện



Hình 3.13 Vùng chết của bảo vệ so lệch ngang dòng điện

Các cuộn thứ của chúng được đấu với nhau bằng các cực đối tên, còn cuộn dây của RL thì đấu song song với chúng. Khi bình thường và khi NM ngoài, dòng qua RL: $\dot{I}_R = \dot{I}_{TI} + \dot{I}_{TII} = 0$ BV không tác động. Thực tế I_R có dòng không cân bằng I_{kcb} do sai số của BI và do điện trở của các đường dây không hoàn toàn như nhau. Để RL không tác động nhằm cân chọn $I_{kd} > I_{kcb}$. Khi NM xảy ra ví dụ đường dây L_1 tại điểm N, ta có $I_1 > I_{II}$, do đó trong RL có dòng: $\dot{I}_R = \dot{I}_{TI} + \dot{I}_{TII} \neq 0$.

Nếu $I_R > I_{kd}$ thì BV tác động cắt MC chung đường dây. Dòng I_1 và I_{II} đi đến điểm NM N theo hai nhánh song song và tỉ lệ nghịch với tổng trở của chúng (H3.13).

Nếu dịch chuyển điểm N dần tới trạm B thì I_1 giảm còn dòng trong RL: $\dot{I}_R = \dot{I}_{TI} + \dot{I}_{TII}$ giảm. Khi NM tại thanh góp B thì $\dot{I}_R = 0$. Dễ dàng thấy rằng gần thanh góp trạm B có tồn tại một đoạn đường dây mà khi NM trong đó, dòng trong RL nhỏ hơn giá trị khởi động. Điểm biên của đoạn này có $I_R = I_{kdb}$ và nằm cách thanh góp trạm B một đoạn m . Như vậy vùng được BV không thể bao gồm toàn bộ đường dây. Đoạn m của đường dây nằm gần thanh góp trạm đối diện mà khi NM trong đó thì BV không thể tác động vì không đủ nhạy được gọi là vùng chết của BV. Sự tồn tại vùng chết là nhược điểm quan trọng của BV so lệch ngang. Để cắt NM trong vùng chết cần đặt thêm BV khác.

Chiều dài của BV m được xác định bằng:
$$m = \frac{I_{kdbv}}{I_N} l_{AB}$$

Trong đó I_{kdbv} là dòng khởi động của BV; I_N là dòng NM tại B; l_{AB} là chiều dài đoạn AB.

BV được coi là hiệu quả nếu vùng chết của BV không vượt quá 10%. Khi cắt một trong các đường dây song song, BV so lệch ngang trở thành BV quá dòng

tác động tức thời đối với đường dây. Vì vậy, tác động không chọn lọc, để tránh điều đó cần khoá BV này khi cắt một trong các đường dây song song.

3.2.5 Đánh giá BV so lệch .

BV so lệch dọc thuộc loại đơn giản, tin cậy. BV không phản ứng theo dao động quá tải, NM ngoài và tác động tức thời khi NM xảy ra bất cứ điểm nào trong vùng BV. Nguyên tắc của BV được sử dụng rộng rãi để làm BV chính chống NM bên trong của máy phát, máy biến áp, thanh góp, động cơ, đường dây. BV so lệch ngang thuộc loại đơn giản tin cậy, không phản ứng theo dao động, việc chọn tham số đơn giản. Nhược điểm của nó là vùng chết, hiện tượng tác động không đồng thời làm tăng thời gian cắt NM, có tồn tại vùng chết, phải khoá BV khi cắt một đường dây, vì vậy cần bổ sung BV cho đường dây còn làm việc. BV được dùng BV cho đường dây làm việc song song, máy phát có hai cuộn dây tính làm việc song song.

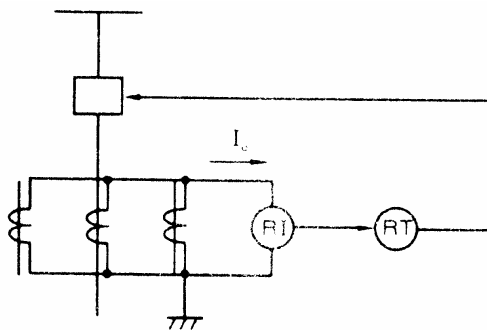
3.3 BẢO VỆ DÒNG ĐIỆN CHỐNG CHẠM ĐẤT .

3.3.1 Bảo vệ chống chạm đất trong mạng điện có dòng chạm đất lớn .

Mạng điện có dòng chạm đất lớn là mạng có trung tính nối trực tiếp với đất. BV phản ứng theo dòng và áp thứ tự không I_0 và U_0 . Để chống NM chạm đất N^1 , N^{1-1} (NM chạm đất thường xảy ra), người ta dùng bộ BV thứ tự không riêng biệt để chống chạm đất; BV này thực hiện đơn giản hơn và có nhiều ưu điểm hơn so với BV phản ứng theo dòng toàn phần như đã xét ở trên. BV thứ tự không có thể thực hiện dưới dạng BV dòng cực đại, BV cắt nhanh đơn giản cũng như có hướng. BV khoảng cách, so lệch ... (BV thứ tự không dạng khoảng cách so lệch). Để nhận được thành phần thứ tự không (TTK), người ta dùng bộ lọc I_0 hay U_0 đã được trình bày ở chương 1.

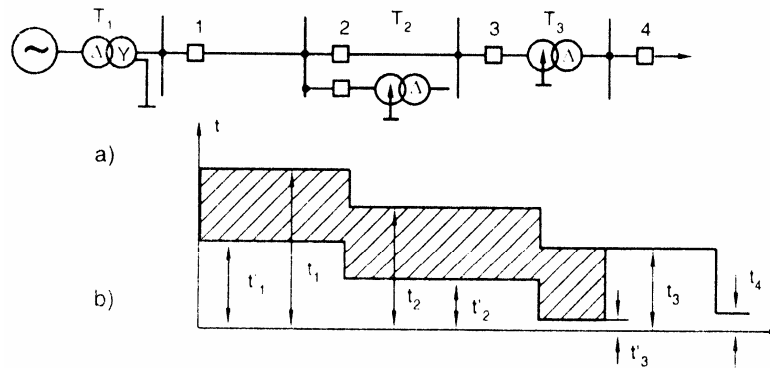
3.3.1.1 Bảo vệ dòng cực đại thứ tự không .

Rơle nối vào bộ lọc dòng thứ tự không (H.3.14). Thời gian tác động của BV được chọn theo nguyên tắc bậc thang tăng dần lên tính từ đầu nhận điện về phía có máy biến áp, có trung tính nối đất : $t'_3 < t'_2 < t'_1$.



Hình 3.14 Sơ đồ khối bảo vệ dòng thứ tự không

Nếu các mạng điện áp cao và mạng điện áp thấp nối nhau qua máy biến áp có tổ đấu dây Y_0/Δ hay Δ/Y_0 (ví dụ máy biến áp T_3 trên hình 3.15), thì bảo vệ thứ tự không (BVTK) đặt tại phía cao, MBA đó có thể có thể tác động không thời gian (BV3). Ta có thể thực hiện được điều kiện trên, vì khi NM phía áp thấp, phía cao áp không có dòng thứ tự không qua BV nên không tác động sai. Nhờ $t'_3 = 0$ nên thời gian tác động của các BV khác cũng nhỏ hơn so với dòng cực đại tương ứng $t'_2 < t_2$, $t'_1 < t_1$. Điều đó có thể giải thích như sau: khi NM ở phía áp thấp, BV dòng cực đại đặt ở phía áp cao có thể tác động, vì vậy cần phải phối hợp thời gian tác động của BV dòng cực đại phía áp cao với phía áp thấp $t_3 > t'_3 = 0$. Nếu máy biến áp T_3 trên hình 3.15 là tự ngẫu và mạng



Hình 3.15 Thời gian tác động của bảo vệ dòng cực đại thứ tự không

điện hai phía của MBA là mạng có trung tính nối đất, khi NM phía này thì phía kia cũng xuất hiện I_0 . Trong trường hợp này, cần phải phối hợp BV thứ tự không của hai máy và như vậy ta có : $t_3 = t'_3$; $t_2 = t'_2$; $t_1 = t'_1$.

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

- Điều kiện thứ nhất : $I_{kd} < 3 \cdot I_{0Nmin}$.

- Điều kiện thứ hai : $I_{kd} > I_{Kcbmax}$.

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

$$I_{kd} = K_{at} \cdot I_{Kcbmax} \quad (\text{trong đó : } K_{at} = 1,2 \text{ đến } 1,5). (*)$$

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

Nếu thời gian tác động t_0 của BV thứ tự không lớn hơn thời gian tác động t_{cp} của BV chống ngắn mạch giữa các pha đặt kế tiếp ở đoạn tiếp sau, thì I_{kd} của BV chỉ cần chọn lớn hơn dòng không cân bằng (I_{Kcb}) trong chế độ bình thường. Do đó khi NM giữa các pha, sẽ được BV dòng cực đại cắt sớm, trước khi BV thứ tự không, đoạn sau kịp tác động sai.

Dòng không cân bằng trong chế độ làm việc bình thường được xác định bằng dụng cụ đo. Với máy biến dòng có $I_{dm} = 5A$, dòng không cân bằng I_{Kcb} khoảng 0.01A đến 0.2A. Vì vậy dòng khởi động của BV chọn theo (*) rất nhỏ $I_{kdR} = 0.5A \div 1A$ (khoảng 10% đến 20% dòng định mức thứ cấp của BI).

Nếu $t_0 < t_{cp}$ thì BV phải tránh dòng không cân bằng ứng với ngắn mạch 3 pha ở đầu đoạn kế tiếp sau. Vì BV tác động với thời gian 0,5s và lớn hơn nên chỉ cần tránh giá trị ổn định của dòng không cân bằng lớn nhất. Theo kinh nghiệm vận hành, nếu các máy biến dòng được chọn đúng và phụ tải của chúng đều nhau, ta có thể chọn $I_{kdR} = 2 \div 4A$, tùy thuộc vào bội số của dòng NM ($40 \div 80\% I_{dmBI}$).

Trường hợp chung, để xác định dòng không cân bằng (KCB) ổn định khi NM, cần xác định hoạ tần bậc 1 và bậc 3 (I_{kcb1} , I_{kcb3}) của dòng KCB theo công thức thực nghiệm, rồi sau đó tính T_{kcb} theo:

Nếu các BI làm việc ở phần đường thẳng của đặc tuyến, thì thành phần hoạ tần bậc 3 của dòng từ hoá $I_{\mu S}$ nhỏ. Trong trường hợp này có thể tính:

$$I_{kcb} = K_{đn} \cdot f_i \cdot I_N^{(3)}$$

Trong đó: $K_{đn}$ – hệ số đồng nhất lấy bằng 0,5 đến 1 tùy thuộc vào độ đồng nhất các đặc tuyến và phụ tải các biến dòng.

f_i – sai số biến dòng BI; khi các biến dòng được chọn theo đường cong sai số 10%, thì lấy $f_i = 0,1$.

$I_N^{(3)}$ – giá trị lớn nhất của dòng NM 3 pha khi hư hỏng xảy ra ở đoạn tiếp sau.

Độ nhạy của BV được đặc trưng bởi hệ số nhạy: $K_{nh} = \frac{3 \cdot I_{0min}}{I_{kd}}$.

Với I_{0min} – dòng thứ tự không nhỏ nhất khi NM 1 pha và 2 pha chạm đất ở cuối đoạn tiếp sau. Yêu cầu $K_{nh} > 1,5$.

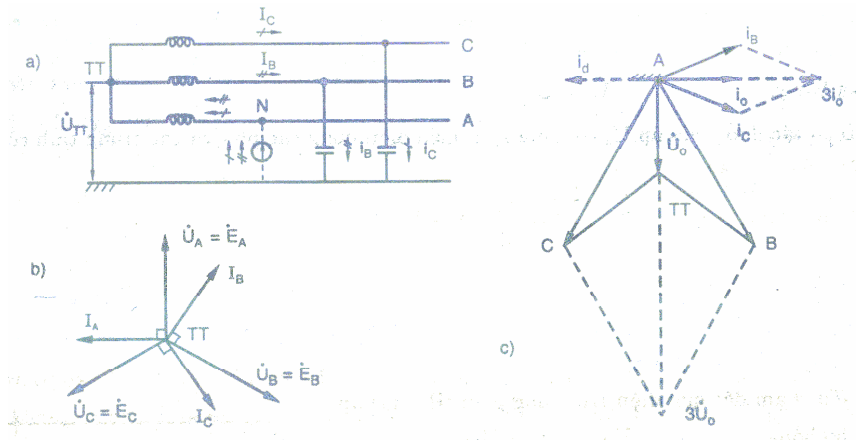
3.3.1.2 Đánh giá và phạm vi sử dụng BV.

Trong mạng điện 110 – 220KV, BV thứ tự không, được dùng rất rộng rãi. Các ưu điểm chính của BV đã được thực tế vận hành xác nhận, là có sơ đồ đơn giản và độ tin cậy cao. BV có độ nhạy cao, vì dòng tác động của nó không cần chọn lớn hơn dòng phụ tải.

Nhược điểm gắn liền với nguyên lý tác động của nó là BV phản ứng theo dòng trong chế độ không toàn pha và có thể tác động sai khi đứt dây pha trong mạch thứ cấp của máy biến dòng.

3.3.2 Bảo vệ chống chạm đất trong mạng điện có dòng chạm đất nhỏ.

Mạng điện có dòng chạm đất nhỏ có trung tính cách điện, hoặc nối đất qua cuộn dập hồ quang, hoặc điện trở lớn, hoặc máy biến áp nối đất. Khác với mạng có trung tính nối đất trực tiếp, chạm đất một pha trong trường hợp này không tạo nên NM và do đó không làm cho áp dây bị giảm, cũng như không gây ra dòng tăng cao trong mạng. Hãy xét đặc điểm thay đổi dòng và áp trong mạng, đồ thị vectơ các đại lượng này khi xảy ra chạm đất 1 pha (h.3.16). Để đơn giản coi rằng mạng làm việc không tải.



Hình 3.16 Chạm đất một pha trong mạng có trung tính cách điện

Trong điều kiện bình thường áp dây dẫn A, B, C so với đất bằng với các áp pha tương ứng $\dot{U}_A, \dot{U}_B, \dot{U}_C$. Các áp này bằng các sức điện động (sđđ) $\dot{E}_A, \dot{E}_B, \dot{E}_C$ vì giả thiết mạng không tải. Các vectơ áp pha thành lập hình sao đối xứng (H.3.16b), tổng các véc tơ này bằng không vì áp của điện dung pha so với đất. Các dòng này vượt trước các áp tương ứng một góc 90° .

Tổng các dòng điện dung này trong chế độ bình thường bằng không, vì vậy không có I_0 . Khi chạm đất trực tiếp 1 pha (ví dụ pha A). Áp pha này so với đất giảm tới không ($\dot{U}_A = 0$). (Khi pha A chạm đất, thế của điểm N bằng thế của đất).

Áp của điểm trung tính U_{TT} so với đất khi đó bằng áp giữa 2 điểm N và trung tính (TT) và bằng: $U_{TT} = \dot{U}_{N-TT} = -\dot{E}_A$.

Áp của pha B và pha C so với đất tăng bằng giá trị áp dây: $\dot{U}'_B = \dot{U}_{BA}, \dot{U}'_C = \dot{U}_{CA}$

Tại chỗ chạm đất có dòng. Dòng này chạy qua các điện dung của các pha không hư hỏng. Vì $U_A = 0$, nên $I_A = 0$. Trong các pha khác có các dòng vượt trước các áp tạo ra giữa chúng một góc 90° : $\dot{I}_B = \frac{\dot{U}_{BA}}{jX_c}, \dot{I}_C = \frac{\dot{U}_{CA}}{jX_c}$.

Dòng I_d tại chỗ hư hỏng với chiều dương qui ước và bằng: $\dot{I}_d = -(\dot{I}_B + \dot{I}_C)$ thay

vào trên: $\dot{I}_d = -(\dot{I}_B = \frac{\dot{U}_{BA}}{jX_c} + \dot{I}_C = \frac{\dot{U}_{CA}}{jX_c})$.

Từ hình 3.16c ta có: $\dot{U}_{BA} + \dot{U}_{CA} = -3\dot{E}_A$.

Vì vậy ta có thể viết: $\dot{I}_d = j \frac{3\dot{E}_A}{X_c} = j \frac{3\dot{U}_p}{X_c}$

Như vậy dòng I_d bằng 3 lần dòng điện dung của pha trong chế độ bình thường. Dòng I_d chậm pha so với U_{TT} một góc 90° , nó tỉ lệ với áp mạng và điện dung của pha ($X_c = 1/\omega C$) và có thể được tính theo công thức:

$$I_d = 3.I_p = 3 \cdot \frac{U_p}{X_c} = 3.U_p \cdot \omega.C_0.l.10^{-6} (A).$$

Trong đó : l là chiều dài tổng cộng của dây dẫn một pha .

C_0 là suất điện dung của pha so với đất trên 1 km, điện dung pha đối với đất của đường dây trên không nhỏ hơn rất nhiều so với dây cáp.

Áp thứ tự không khi có chạm đất:

$$U_0 = \frac{\dot{U}'_A + \dot{U}'_B + \dot{U}'_C}{3} = -\dot{E}_A = \dot{U}_{TT}.$$

Như vậy áp thứ tự không bằng và ngược chiều với áp sự cố. Nếu bỏ qua điện trở của dây dẫn (vì nó rất nhỏ so với X_c) ta thấy rằng áp của thứ tự không của mỗi điểm trong mạng đều bằng nhau và bằng : $U_0 = \dot{U}_{TT}$.

Dưới tác dụng của áp U_0 có dòng I_0 đi qua, điện dung của các pha và các trung tính của máy phát và máy biến áp. Dòng thứ tự không :

$$I_0 = \frac{I_A + I_B + I_C}{3} = \frac{I_B + I_C}{3} = -I_d.$$

Dòng I_0 vượt trước U_0 một góc 90° .

Lưu ý : góc lệch pha này khi chọn góc nhảy của rơle định hướng công suất thứ tự không trong mạng có dòng chạm đất bé. Nếu chạm đất qua điện trở trung gian áp pha bị hư hỏng : $\dot{U}_A = I_d.r_{tg} = \dot{U}_N$ còn áp tại điểm trung tính :

$$\dot{U}_{TT} = -\dot{E}_A + \dot{U}_N.$$

Như vậy, U_{TT} nhỏ hơn so với trường hợp chạm đất trực tiếp. Áp các pha không hư hỏng so với đất, cũng như dòng I_0 và I_d đều giảm. Trong điện dung so với

đất của pha hư hỏng cũng có dòng : $I_A = \frac{\dot{U}_N}{jX_c}$.

Trong các tính toán người ta dùng hệ số chạm β để đánh giá độ giảm dòng và áp thứ tự không khi chạm đất qua điện trở trung gian: $\beta = \frac{U_0}{U_p}$

Trong đó U_p – áp bình thường của pha hư hỏng .

- Khi chạm đất trực tiếp $\beta = 1$ vì khi đó $U_0 = U_p$.

Khi chạm đất không hoàn toàn ta có : $U_0 = \beta U_p$; $I_0 = (\beta U_p) / X_c$.

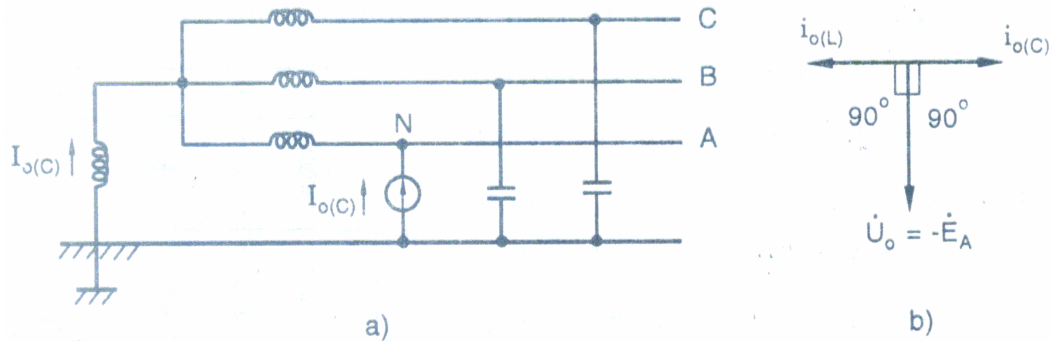
Còn dòng đi trong đất: $I_d = 3.I_0 = 3 \cdot \frac{\beta U_p}{X_c}$.

Trong mạng có trung tính nối qua cuộn dập hồ quang, cuộn này có nhiệm vụ bù dòng điện dung tại chỗ bị hư hỏng.

Khi có chạm đất, áp của tất cả mọi điểm trong mạng này giống nhau như trong mạng có trung tính cách điện. Dưới tác dụng của áp thứ tự không U_0 xuất hiện tại chỗ sự cố, ngoài các dòng $I_{0(C)}$ đi qua các điện dung pha, trong mỗi pha còn xuất hiện dòng $I_{0(L)}$ đi qua cuộn dập hồ quang ($I_{0(L)} = \dot{U}_0 / jX_L$). Dòng $I_{0(C)}$ vượt trước U_0 một góc 90° , dòng $I_{0(L)}$ chậm sau

U_0 một góc 90^0 . Như vậy góc pha của $I_{0(L)}$ và $I_{0(C)}$ ngược nhau và dòng I_d tại chỗ hư hỏng bằng hiệu của chúng (H3.17): $I_d = 3(I_{0(C)} - I_{0(L)})$. Khi bù hoàn toàn thì: $I_d = 3(I_{0(C)} - I_{0(L)}) = 0$. Đôi khi người ta mắc trở tác dụng r_B song song với cuộn dập hồ quang. Khi đó ngoài dòng $I_{0(C)}$ và $I_{0(L)}$ còn có dòng $I_r = U_0 / r_B$. Dòng này trùng pha với U_0 và lệch 90^0 so với $I_{0(L)}$ và $I_{0(C)}$. Như vậy khi có điện trở tác dụng r_B , dòng tại chỗ hư hỏng sẽ bằng :

$$I_d = \sqrt{(3I_{0(L)} - 3I_{0(C)})^2 + (3I_{0(r)})^2}$$



Hình 3.17 chạm đất một pha trong mạng đã được bù

3.3.2.1 Những yêu cầu đối với BV.

Các yêu cầu đề ra đối với BV chống chạm đất trong mạng có dòng chạm đất nhỏ khác về cơ bản so với yêu cầu đối với BV chống NM. Chạm đất không làm tăng cao dòng, không làm biến dạng các đại lượng áp dây, vì vậy các thiết bị không bị quá tải về dòng, và việc cung cấp điện cho các phụ tải không bị ảnh hưởng. Do đó khi có chạm đất một điểm, thường BV chỉ báo tín hiệu. Tuy nhiên, việc cắt chỗ chạm đất là cần thiết vì cách điện giữa các pha tại chỗ chạm có thể bị phá huỷ do tác động nhiệt của dòng chạm đất, kết quả là chạm đất một pha có thể biến thành NM giữa các pha. Ngoài ra do hiện tượng tăng áp các pha không bị hư hỏng khi có chạm đất, cách điện giữa các pha này có thể bị chọc thủng tạo nên chạm đất hai pha tại hai điểm khác nhau trong mạng. Kinh nghiệm vận hành cho biết trong mạng có bù, mạng có dòng chạm đất nhỏ (20A đến 30A), và mạng 10KV, 6KV chạm đất có thể tồn tại khá lâu (khoảng 2 giờ) mà không gây hư hỏng thêm, cũng không ảnh hưởng đến phụ tải, vì vậy BV chống chạm đất trong mạng có dòng chạm đất nhỏ chỉ cần báo tín hiệu có chạm đất, người trực chuyển phụ tải của đường dây hư hỏng sang nguồn khác, sau đó cắt hẳn đường dây này.

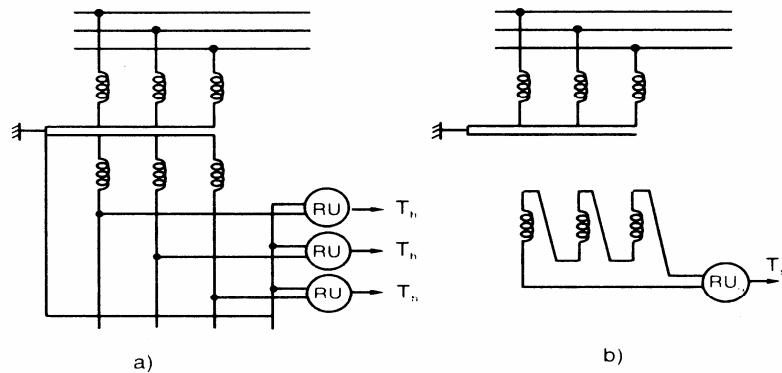
Tuỳ theo điều kiện làm việc cụ thể của thiết bị mà xử lý thích hợp.

Ví dụ : Các động cơ làm việc trong điều kiện ẩm ướt, máy phát thủy điện từ chạm đất một pha chuyển sang NM nên yêu cầu khi có chạm đất phải cắt ngay điểm chạm đất. BV chống chạm đất cần tác động chọn lọc và có độ

nhạy cao. Yêu cầu thứ hai đề ra vì dòng chạm đất mà BV cần tác động rất nhỏ (5 A đến 10A).

3.5.2.2 Nguyên tắc thực hiện BV.

Nguyên tắc thực hiện bảo vệ. Bảo vệ đơn giản nhất là bảo vệ chung, chỉ cho tín hiệu chạm đất mà không chỉ rõ điểm chạm đất. Bảo vệ có thể dùng ba rơle áp giảm (hình 3.18a) nối vào áp pha so với đất hoặc chỉ một rơle nối qua bộ lọc áp thứ tự không (hình 3.18b). Khi có chạm đất, bảo vệ báo tín hiệu, sau đó người trực đi kiểm tra từng phần tử và xác định phần tử hư hỏng. Bảo vệ phản ứng theo dòng thứ tự không, cũng như bảo vệ có hướng phản ứng theo dòng và công suất thứ tự không là các bảo vệ tác động có chọn lọc được dùng hiện nay. Khi chạm đất xảy ra ở trong phần tử được bảo vệ hoặc ở ngoài nó, dòng qua phần tử này có giá trị và hướng khác nhau. Lợi dụng sự khác nhau này, người ta thực hiện bảo vệ chỉ tác động khi hư hỏng xảy ra trong phần tử



Hình 3.18 Bảo vệ cho tín hiệu khi có chạm đất

được bảo vệ (giải thích ở hình 3.18).

Trong mạng trung tính cách điện, phương pháp đơn giản nhất là dùng bảo vệ dòng điện làm việc theo dòng điện dung $I_{0(c)}$ của mạng. Phương pháp này dùng tốt khi số đường dây nhiều, vì khi đó dòng điện dung tổng lớn hơn nhiều so với dòng điện dung của từng đường dây. Sự khác nhau của dòng điện dung tổng (không kể dòng điện dung của bản thân phần tử được bảo vệ) với dòng điện dung của phần tử được bảo vệ, chính là sự khác nhau giữa các giá trị dòng qua phần tử khi chạm đất trong và ngoài nó. Như vậy, tính tác động chọn lọc của bảo vệ càng cao khi sự khác nhau nêu trên càng nhiều.

Trong mạng được bù, dòng điện dung tần số cơ bản được bù bằng dòng của cuộn dập hồ quang. Như vậy, trong mạng được bù, dù để bảo vệ có thể tác động được, cần phải cố ý tạo nên dòng, hoặc sử dụng dòng còn dư không được bù hết (ví dụ sử dụng thành phần tác dụng của dòng, hoặc các họa tần bậc lẻ), hoặc sử dụng bảo vệ phản ứng theo dòng và áp xuất hiện thoáng qua ở thời điểm đầu khi có sự cố. Có thể chọn các loại bảo vệ được sử dụng hiện nay thành ba nhóm:

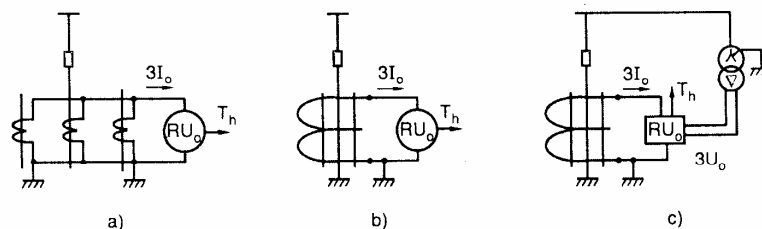
- Bảo vệ phản ứng theo dòng thứ tự không.
- Bảo vệ phản ứng theo dòng dư ổn định đi qua đường dây bị hư hỏng trong trường hợp mạng được bù hoàn toàn.
- Bảo vệ phản ứng theo dòng trong giai đoạn quá độ xuất hiện ở điểm đầu khi xảy ra sự cố.

a) *Bảo vệ phản ứng theo dòng thứ tự không .*

Trong mạng điện có bù, người ta cho mạng làm việc ở chế độ quá bù. Trong chế độ này dòng của cuộn dập hồ quang lớn hơn dòng điện dung của mạng .

Dòng dư $3I_{0(L)} - 3I_{0(C)}$ có tính chất điện cảm và làm bảo vệ tác động. Giá trị của dòng dư được chọn theo điều kiện dập tắt hồ quang và ngăn ngừa không cho sự cố phát triển ở mạng điện 6÷10KV dòng dư không được vượt quá 10÷25A. việc đặt mạng ở chế độ lệch bù, mặc dù độ lệch bù này có giới hạn, làm xấu điều kiện hoạt động của mạng. Trong mạng không có bù người ta dùng dòng $3I_0$ và áp $3U_0$ khi có chạm đất làm tín hiệu đưa vào bảo vệ. Hình 3.19a, b giới thiệu hai phương án bảo vệ khác nhau về độ nhạy. Phương án a dùng bộ lọc gồm ba biến dòng (xem mục 1 phần 1.3). Bảo vệ này có độ nhạy tương đối thấp. Dòng khởi động sơ cấp của bảo vệ này không nhỏ hơn 20÷25A. Phương án b dùng bộ lọc là máy biến dòng thứ tự không BI_0 . Bảo vệ này có độ nhạy cao hơn nhiều. BI_0 có khả năng làm cho bảo vệ tác động với dòng sơ cấp khoảng 3÷5A. Nếu BI_0 kết hợp với rơle có độ nhạy cao có thể tạo nên bảo vệ tác động với dòng sơ cấp 1÷2A. Do đó BI_0 là bảo vệ chính đối với mạng có đường dây cáp và dòng chạm đất nhỏ. Hình 3.19c giới thiệu bảo vệ thứ tự không có hướng. Bảo vệ này dùng cho mạng hình tia, khi mà dòng điện dung của bản thân mỗi đường dây có giá trị lớn và tương đương với dòng điện dung toàn phần của mạng. Trong trường hợp này, không đòi hỏi phải chỉnh định tránh dòng điện dung bản thân của đường dây được bảo vệ. Ta sẽ thấy hướng dòng công suất trên đường dây hư hỏng và không hư hỏng khác nhau bằng minh hoạ tiếp sau.

Hình 3.20 giới thiệu sự phân bố I_0 . Khi một pha của đường dây L1 bị chạm đất (ví dụ tại điểm N) tại chỗ sự cố xuất hiện áp thứ tự không U_0 . Dưới tác dụng của áp này có dòng thứ tự không (I_0) chạy vòng qua điện dung, các



Hình 3.19 Sơ đồ bảo vệ dòng điện chống chạm đất

pha của từng đường dây và cuộn dập hồ quang (nếu có đặt cuộn này). Quan sát sự phân bố dòng có thể rút ra các nhận xét sau:

Dòng điện dung thứ tự không chạy trên tất cả các đường dây hư hỏng cũng như không hư hỏng của mạng. Dòng của cuộn dập hồ quang chỉ chạy trên đường dây hư hỏng L1. Qua các BI₀ của đường dây không hư hỏng L2 và L3 có điện dung thứ tự không. Các dòng này chạy vòng qua điện dung các pha của C_{L2} và C_{L3} của bản thân đường dây này. Các dòng này hướng rời khỏi thanh góp và bằng :

$$3I_{OL2} = 3U_0\omega C_{L2} \text{ và } 3I_{OL3} = 3U_0\omega C_{L3}.$$

dòng điện dung đi qua BI₀ của đường dây bị hư hỏng L1 bằng tổng dòng điện dung của tất cả các đường dây không bị hư hỏng, nó bằng tổng dòng điện dung của mạng 3I_{OC}, trừ dòng 3I_{OL1} chạy vòng qua điện dung C_{L1} của đường dây bị hư hỏng:

$$I_{BI0} = 3I_{OC} - 3I_{OL1} = 3U_0\omega C - 3U_0\omega C_{L1} \quad (*)$$

Trong đó : C- điện dung pha toàn mạng.

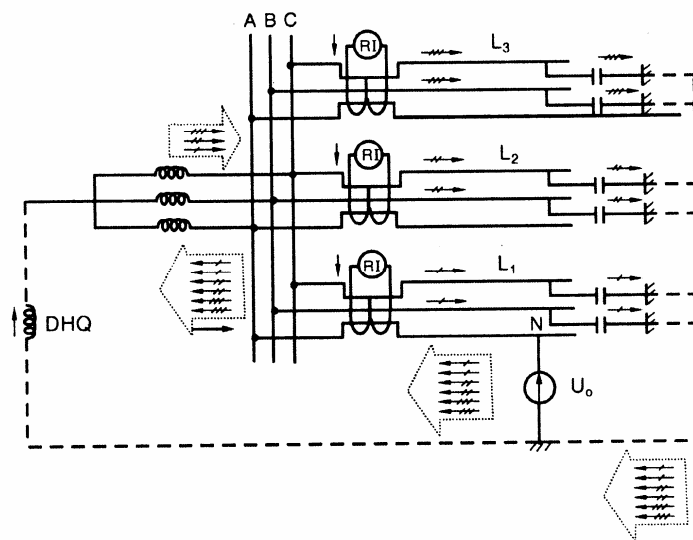
Dòng này hướng vào thanh góp và ngược hướng với hướng dòng của đường dây không hư hỏng. Khi đó có cuộn DHQ ngoài dòng nêu trên còn có dòng điện của cuộn DHQ có giá trị : 3I_{OL} = (3U₀)/x_L. Trong trường hợp này dòng tổng trong BI₀ đường dây bị hư hỏng tính bằng công thức :

$$I_{BI01} = 3I_{OL} - (3I_{OC} - 3I_{OL1}) = \frac{3U_0}{x_L} - 3U_0\omega(C - C_{L1}) \quad (**)$$

Hướng của dòng tổng I_{BI0} trùng với hướng thành phần nào (điện cảm hay điện dung) có giá trị lớn hơn.

Trong mạng không có bù, có thể dùng bảo vệ có hướng phản ứng theo công suất kháng thứ tự không của dòng điện dung.

Trong mạng làm việc ở chế độ quá bù, không dùng bảo vệ tác động theo



Hình 3.20 Sự phân bố dòng thứ tự không khi có chạm đất một pha

hướng công suất phản kháng được vì rằng dòng phản kháng trong đường dây hư hỏng và không hư hỏng cùng có hướng .

Dòng khởi động của bảo vệ được chọn lớn hơn dòng điện dung qua đường dây được bảo vệ (L_1) khi chạm đất trên các nhánh khác và lớn hơn dòng không cân bằng khi ngắn mạch trong mạng : $K_{kd} = K_{at} \cdot K_v \cdot 3U_p \omega \cdot C_L$

Với : C_L – điện dung pha của đường dây được bảo vệ.

K_{at} – hệ số an toàn bằng 1,1÷1,2.

K_v – hệ số tính toán đến độ nhạy vọt của dòng điện dung khi có hồ quang lập lòe và chọn bằng 4÷5, khi tác động có thời gian $K_v = 2÷3$.

Dòng khởi động chọn theo điều kiện trên cũng đồng thời thoả mãn yêu cầu lớn hơn dòng không cân bằng tổng BI_0 trong chế độ bình thường và NM giữa các pha.

Độ nhạy của bảo vệ khi chạm đất trên đường dây được bảo vệ:

$$K_{nh} = I_{BI_0} / I_{kd}$$

Trong đó : I_{BI_0} – là dòng qua BI_0 của đường dây sự cố được tính theo(*) hay (* *). Yêu cầu $K_{nh} > 1,25$ đối với đường dây cáp và $K_{nh} > 1,5$ đối với đường dây trên không.

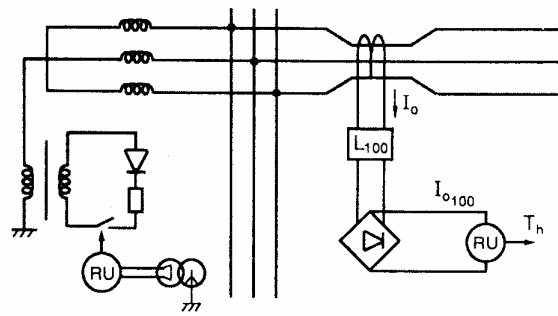
b) Bảo vệ làm việc theo dòng với tần số khác 50Hz

Bảo vệ này dùng phương pháp xếp chồng dòng có tần số không phải tần số công nghiệp lên dòng sự cố .Dòng này có thể lấy từ nguồn riêng đặt trong mạch cuộn dây DHQ. Dòng phụ này chạy trong cùng mạch với dòng cuộn dập hồ quang và làm bảo vệ tác động . Ta chọn tần số 100Hz hay 25Hz vì trong dòng điện dung không có những hoạ tần này: Khi có sự cố, các đường dây trên không hư hỏng, không có dòng phụ này chạy qua, còn trong các đường dây hư hỏng thì có . Nhờ vậy bảo vệ tác động chọn lọc. Nếu đặt bảo vệ với độ nhạy cao, thì để bảo vệ tác động một cách chắc chắn, chỉ cần tạo dòng phụ khoảng 3÷5A.

Trên hình 3.21 giới thiệu bảo vệ làm việc với tần số 100Hz. Cuộn dập hồ quang người ta cuốn thêm cuộn thứ cấp. Mạch cuộn dây này được khép kín nhờ tiếp điểm của Rơle điện áp thứ tự không.

Bình thường trong cuộn dập hồ quang không có dòng. Khi có chạm, trong cuộn DHQ có dòng, dòng này làm cảm ứng qua cuộn thứ cấp. Đồng thời RU_0 làm việc, làm mạch thứ cấp kín. Nhờ chỉnh lưu nửa chu kỳ, dòng trong cuộn phụ chứa thành phần hoạ tần bậc hai (100Hz). Thành phần này lại gây trở lại thành phần bậc hai trong dòng sơ cấp DHQ.

Vì dòng của cuộn dập hồ quang đi tới chỗ hư hỏng qua BI_0 của đường dây sự cố , nếu bảo vệ làm việc với thành phần bậc hai đặt tại đường dây hư hỏng sẽ tác động một cách chọn lọc. Rơle RI_0 nhận được thành phần hoạ tần bậc hai qua bộ lọc hoạ tần bậc hai. Đối với các hoạ tần các bậc khác, dòng của bộ lọc có điện trở cao.



Hình 3.21 Bảo vệ tín hiệu có chọn lọc dòng dòng có tần số 100Hz

CHƯƠNG 4 BẢO VỆ HỆ THỐNG ĐIỆN CÔNG NGHIỆP

Hiện nay quá trình cung cấp điện trong công nghiệp và các nhà máy đã trở nên mở rộng và phức tạp hơn, yêu cầu độ tin cậy ngày càng cao hơn, điều này làm cho việc bảo vệ và điều khiển trong hệ thống điện công nghiệp khó khăn hơn, Chúng ta có thể sử dụng các kỹ thuật bảo vệ dùng cho các hệ thống điện cao áp hoặc cấp điện áp thấp hơn để áp dụng bảo vệ cho hệ thống này, tuy nhiên trong hệ thống điện công nghiệp có nhiều vấn đề đặc biệt cần sự quan tâm riêng.

4.1. PHÂN LOẠI CÁC BẢO VỆ.

Trong việc cung cấp điện trong hệ thống điện công nghiệp tiêu biểu sẽ được bảo vệ bằng các máy cắt (CB) kết hợp với các rơle chống chạm đất hoặc quá dòng và cầu chì, có khả năng chọn lọc và cách ly phần sự cố của hệ thống.

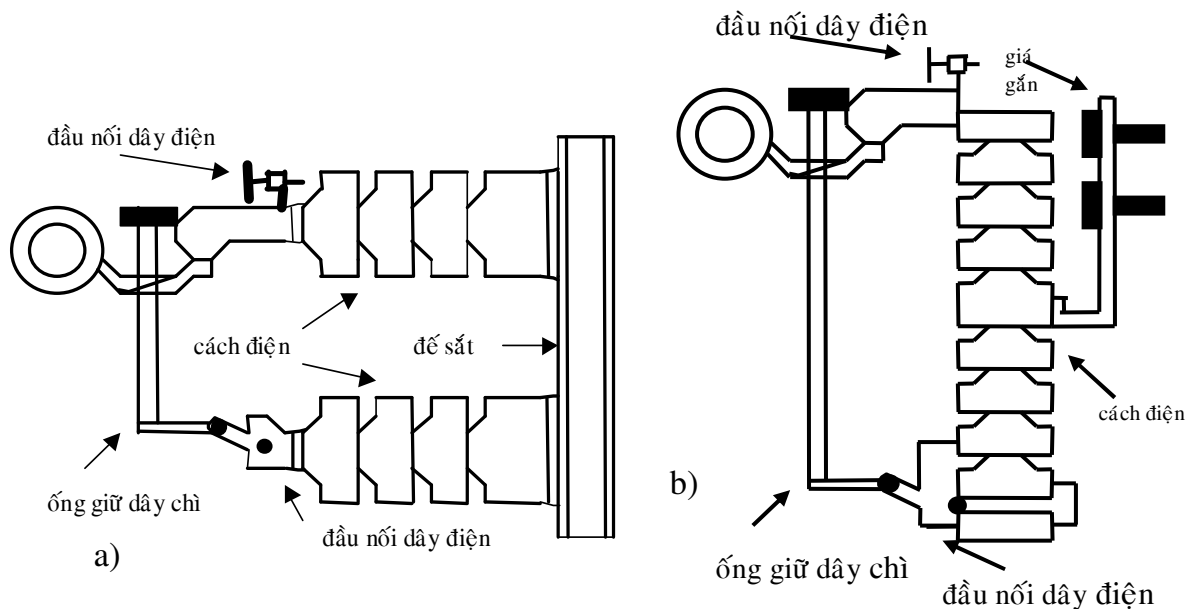
4.1.1. Cầu chì.

Để bảo vệ mạch điện và các thiết bị điện trong mạng phân phối và công nghiệp thì đơn giản nhất là dùng cầu chì (CC). CC có các định mức dòng điện khác nhau tương ứng với dòng điện làm việc liên tục cho phép, các CC này được mắc nối tiếp với tải tiêu thụ và mang dòng điện tải. Nếu dòng điện tải qua CC vượt quá định mức cầu chì thì CC sẽ *nóng chảy đứt* và cách ly phần tử bị sự cố khỏi mạch điện.

Cầu chì là phần bảo vệ quá dòng và cầu chì bị nóng chảy do nhiệt khi có quá dòng điện qua nó. Đối với cầu chì làm việc ở mạng lưới lớn hơn 600V cầu chì được gọi là cầu chì công suất. Theo tiêu chuẩn người ta phân biệt cho cầu chì ở mạng điện thế cao từ 2KV đến 20KV làm 2 loại : cầu chì tự rơi (FCO) và cầu chì công suất.

a) Cầu chì tự rơi mạng phân phối (FCO).

Cầu chì tự rơi được thiết kế cho mạng phân



Hình 4.1 FCO cho trạm (a) và đầu trụ (b)

phối có điện thế dưới 35KV thường được gắn trên trụ đường dây trên không. Cầu chì công suất cũng được thiết kế cho truyền tải, trong nhà, trạm, nhà máy. Cả 2 cầu chì này có thể thay thế toàn bộ hay từng phần dây chì sau khi dây chì đứt. Dây chì được chế tạo từ thiết, bạc hay kim loại để cho ra đặc tính chảy theo thời gian.

FCO tiêu biểu dùng cho trạm hay trụ được cho ở (H.4.1). Dây chì được chứa trong ống dài được gọi là bộ giữ dây chì và được làm bằng vật liệu cách điện, ống giữ được thiết kế có thể tháo rời dễ dàng.

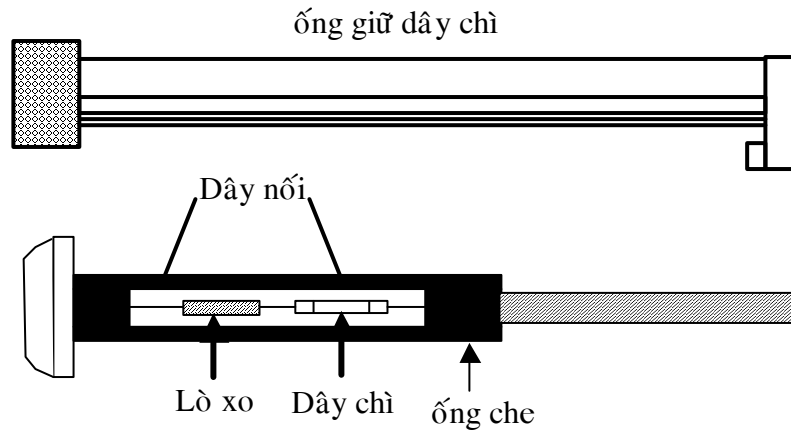
FCO có thể làm việc như cầu chì bảo vệ và như một dao cách ly thao tác được, cho phép người vận hành mở mạch bằng tay. Khi cắt dòng điện tải quá lớn FCO được chế tạo bộ phận cơ đặc biệt để phân tán hồ quang tạo ra lúc ngắt mạch.

FCO ở (H.4.1) có dạng hở, nhiều dạng FCO được thiết kế ống giữ dây chì tự rơi khi dây chì nóng chảy ngắt mạch điều này rất tiện lợi quan sát vị trí, trạng thái của cầu chì và bảo đảm an toàn cho người vận hành và sửa chữa.

Dây chì thây thế được đặt trong ống giữ dây chì. Một dạng ống giữ dây chì tiêu biểu được vẽ ở (H.4.2). Dây chì chảy được tháo ra ở đầu ống giữ, dây chì mới được đưa vào ống giữ thông qua ống phụ, lò xo, dây mềm để đảm bảo chắc phần cơ và tiếp xúc tốt phần điện.

b) Các loại dây chì.

Cầu chì được thiết kế cho nhiều áp dụng khác nhau với các đặc tính làm việc khác nhau đáp ứng cho yêu cầu bình thường cũng như đặc biệt.



Hình 4.2 ống giữ dây chì

* *Cầu chì ngắt dòng ZERO*: loại cầu chì phổ thông có thể được mô tả như là bộ phận cắt dòng qua không, vì cầu chì này phải chờ dòng qua zero trước khi việc ngắt hoàn tất. Loại này rất thông dụng và ứng dụng tiện lợi dùng cho sơ cấp MBA phân phối, bảo vệ động cơ, bảo vệ tải công nghiệp.

Cầu chì dùng trong mạng phân phối thường là 1 trong 2 loại : loại thổi và loại đầy kín.

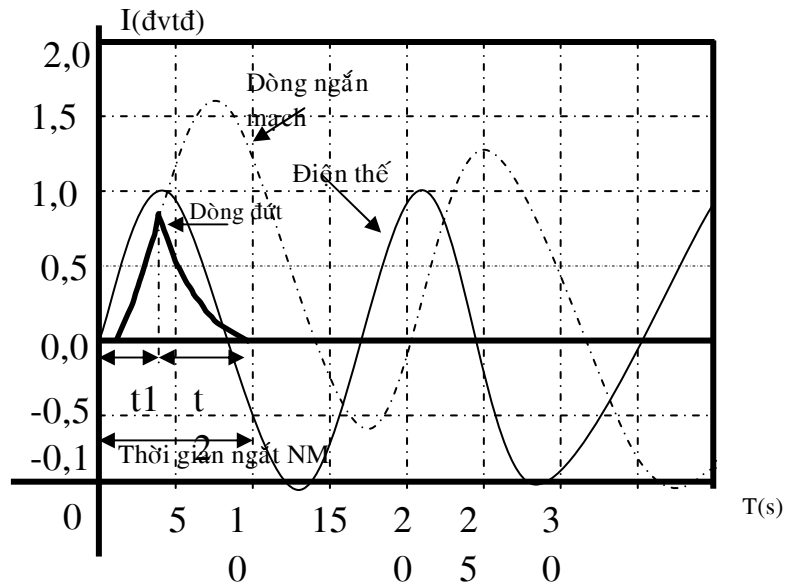
Loại thổi có lỗ để thoát hơi hồ quang.

Trong cầu chì loại đầy kín hồ quang được dập tắt qua vật liệu làm đầy kín , chẳng hạn như vật liệu dạng hạt, lỏng hay rắn. Nhà chế tạo thường dùng 1 trong các nguyên tắt trên để kéo dài và làm nguội hồ quang và ngắt dòng điện an toàn. Năng lượng tạo bởi áp suất hồ quang sẽ làm rơi ống giữ dây chì mà mắt thường có thể dễ dàng nhìn thấy khi cầu chì đã tác động. Một trong những ưu điểm của cầu chì là dễ dàng thay thế và giá thành hợp lý. Loại này được chế tạo với các giá trị định mức khác nhau và dễ dàng phối hợp với các bộ bảo vệ khác. Ngoài các cầu chì kể trên còn có cầu chì dầu và cầu chì chân không.

* *Cầu chì hạn chế dòng*: cầu chì loại này bị nóng chảy khi dòng điện nằm trong những giới hạn dòng điện nhất định cho trước, đột ngột tạo điện thế hồ quang cao để giảm biên độ dòng điện. Cầu chì này về cơ bản khác với cầu chì cắt dòng zero. Nguyên tắc của nó là hạn chế dòng hay hạn chế năng lượng được thực hiện bằng việc tạo ra điện trở cao trong mạch điện. (H.4.3) cho biết dạng sóng dòng

điện ngắt mạch đối xứng qua trục thời gian, giá trị dòng qua không bị dờn và dòng ngắt của cầu chì. Khi cầu chì tác động dòng điện sẽ xuống không lúc điện thế tiến tới không, do đó nó hạn chế dòng điện cực đại tại trị số gọi là dòng điện đứt.

H 4.3: Cầu chì hạn chế dòng điện ngắn mạch



Có 3 dạng cơ bản của cầu chì hạn chế dòng.

Loại thứ nhất: là cầu chì khả

năng cắt cao (HRC). Loại này rất hiệu quả ở dòng điện sự cố lớn nhưng không có khả năng cắt đứt ở dòng điện thấp nên phải được kết hợp với phần tử khác để cắt ở dòng điện thấp.

Loại thứ 2: là cầu chì phổ thông, theo tiêu chuẩn ANSI là loại này có thể ngắt dòng mà làm cầu chì tác động trong vòng 1 giờ hay ngắn hơn.

Loại thứ 3: là loại tầm rộng được thiết kế để ngắt bất kỳ dòng nào mà làm dây chì chảy dưới điều kiện dây chì bình thường. Phương pháp tốt nhất để tính hiệu quả của cầu chì hạn chế dòng là tính hệ số I^2t . Thành phần thứ nhất làm năng lượng nóng chảy I^2t có thể xác định bằng tính toán và thành phần thứ 2 xảy ra khi hồ quang bắt đầu và tiếp tục tới lúc ngắt dòng điện hoàn toàn. Thành phần sau được xác định bằng thực nghiệm. Từ (H.4.3) tương ứng thời gian làm việc của dây chì gồm 2 giai đoạn :

_ Thời gian để dòng điện sự cố làm nóng chảy dây chì gọi là thời gian trước hồ quang (t_1).

_ Thời gian để dập tắt hồ quang và cách li mạch điện gọi là thời gian hồ quang (t_2).

Cầu chì phải đáp ứng được yêu cầu sau: thứ nhất là dập tắt được hồ quang, thứ hai là phải chịu được điện thế định mức khi dây chì bị đứt và thứ ba là cầu chì dễ dàng phối hợp với cầu chì khác trong bộ phận bảo vệ khác.

* *Cầu chì đặc biệt*: Cầu chì đặc biệt dùng để đáp ứng trong các trường hợp đặc biệt. Dùng cho bảo vệ tụ điện chỉ khi đóng ngắt tụ điện sẽ có dòng nhẩy vọt và tần số cao.

Có thể dùng 2 cầu chì làm việc song song. Trong thực tế thường không dùng hai cầu chì đấu song song để bảo vệ cho mạch điện và không đảm bảo hai cầu chì cùng cực tính và ngắt chính xác cùng một lúc. Loại cầu chì đặc biệt này dùng cho các mạch tăng tải.

c) Đặc tính thời gian – dòng điện (T - C) của cầu chì:

Một trong những loại cầu chì công suất ký hiệu “E” có đặc tính TC cho ở bảng 4.1.

Bảng 4.1: đặc tính chảy T – C của cầu chì loại E.

Dòng điện đường dây	Thời gian nóng chảy chì	Dòng liên tục
100A và thấp hơn	300s	200 – 240% định mức
Trên 100A	600s	200 – 264% định mức

Cầu chì công suất có các giá trị dòng điện liên tục định mức là 0,5; 1,2; 3,5; 7,10; 15; 20; 30; 40; 50; 65; 80; 100; 125; 150; 200; 300 và 400A. Điện thế định mức cực đại cho ở bảng 4.2.

Bảng 4.2: điện thế định mức cầu chì loại E.

Điện thế l/v định mức (KV)	Điện thế cực đại định mức (KV)
2,4 *	2,75 *
4,8 *	5,30 *
7,2	8,25
13,8 *	15,00 *
14,4	15,5
23,0	25,8
34,5	38
46,0	48,3
69,0	
115,0	121
38,0	145
161,0	169

Ghi chú: * chỉ dùng cho trong nhà.

Cầu chì được dùng nơi mà phí tổn của máy cắt và các phụ kiện không kinh tế có vài yếu tố liên quan đến việc chọn lực cầu chì hơn các thiết bị khác chẳng hạn

như chống dao động tần số, thu hồi vốn đầu tư nhanh, cầu chì loại E được dùng nhiều trong các trường hợp:

Bảo vệ máy biến áp đo lường.

Bảo vệ MBA động lực.

Bảo vệ tụ điện.

Bảo vệ tuyến điện thế cao.

Cầu chì công suất có thể đặt trong nhà hoặc ngoài trời và loại thối hay loại hạn chế dòng. Việc lựa chọn phụ thuộc vào vị trí và giá trị định mức. Tùy từng loại thối được đặt ngoài trời nơi có phòng rộng. Đặt trong nhà thường đặt loại hạn chế dòng.

Loại E là loại cầu chì dòng điện, nghĩa là trị số định mức phải bằng hoặc lớn hơn dòng tải liên tục cực đại. Quá tải xảy ra trong thời gian chảy cầu chì thay đổi đặc tính. Như thế khi lựa chọn cầu chì cần quan tâm đến thời gian quá tải, chẳng hạn như dòng điện khởi động cơ lớn. Dòng điện trì hoãn nhảy vọt của MBA có thể chịu ít nhất 12 lần dòng sơ cấp MBA trong khoảng 1/10 giây (xem dòng nóng chảy của cầu chì).

Ở mạng phân phối cầu chì thường được dùng bảo vệ các phát tuyến, nhất là có chiều dài tương đối ngắn và phụ tải nhỏ.

Dây chì mạng phân phối có 2 dạng kí hiệu là K và T. sự khác nhau của chúng là thời gian gian nóng chảy chì tương đối, mà được đánh giá bằng tỷ số tốc độ nóng chảy.

Tỷ số tốc độ nóng chảy = (dòng điện làm cho chảy ở 0,1s/ dòng điện làm dây chì chảy ở 300 hay 600s)

Ở công thức trên dùng giá trị thời gian 300s đối với cầu chì định mức 100A và nhỏ hơn, còn 600s dùng cho dây chì có định mức 140 và 200A. dòng điện làm dây chì nóng chảy loại K và T cho ở bảng 4.3 và bảng 4.4.

Bảng 4.3. Dòng điện nóng chảy dây chì loại K(nhanh).

Dòng liên tục định mức	Dòng nóng chảy 300 và 600s		Dòng nóng chảy 10s		Dòng nóng chảy 0,1s		Tỷ lệ tốc độ
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
Định mức chuẩn							

6	12,0	14,4	13,5	20,5	72,0	68,0	6,0
10	19,5	23,4	22,5	34,0	128,0	154,0	6,6
15	31,0	37,2	37,0	55,0	215,0	258,0	6,9
25	50,0	60,0	60,	90,0	350,0	420,0	7,0
40	80,0	96,0	98,0	146,0	565,0	680,0	7,1
65	128,0	153,0	159,0	237,0	918,0	1100,0	7,2
100	200,0	240,0	258,0	388,0	1520,0	1820,0	7,6
140	310,0	372,0	430,0	650,0	2470,0	2970,0	8,0
200	480,0	576,0	760,0	1150,0	3880,0	4650,0	8,1
Định mức trung gian							
08	15,0	18,0	18,0	27,0	97,0	116,0	6,5
12	25,0	30,0	29,0	44,0	166,0	199,0	6,6
20	39,0	47,0	48,0	71,0	273,0	328,0	7,0
30	63,0	76,0	77,5	115,0	447,0	546,0	7,1
50	101,0	121,0	126,0	188,0	719,0	862,0	7,1
80	160,0	192,0	205,0	307,0	1180,0	1420,0	74,0
Định mức dưới 6A							
1	2,0	2,4	+	10,0	+	58,0	-
2	4,0	4,8	+	10,0	+	58,0	-
3	6,0	7,2	+	10,0	+	58,0	-

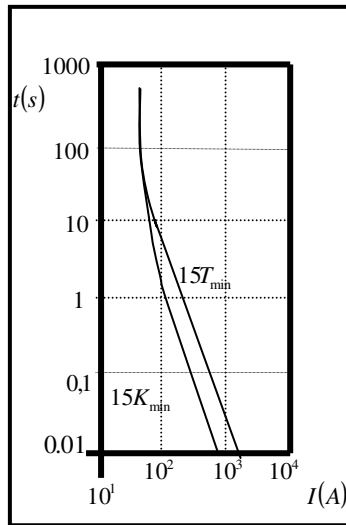
Bảng 6.4. dòng điện nóng chảy dây chì loại T(chậm).

Dòng liên tục định mức	Dòng nóng chảy 300 và 600s		Dòng nóng chảy 10s		Dòng nóng chảy 0,1s		Tỷ lệ tốc độ
	Min	Max	Min	Max	Min	max	
Định mức chuẩn							
6	12,0	14,4	15,3	23,0	120,0		100
10	19,5	23,4	26,5	40,0	224,0		11,5
15	31,0	37,2	44,5	67,0	388,0		12,5
25	50,0	60,0	73,5	190,0	635,0		12,7
40	80,0	96,0	120,0	178,0	1040,0		13,0
65	128,0	153,0	195,0	291,0	1650,0		12,9
100	200,0	240,0	319,0	475,0	2620,0		13,1
140	310,0	372,0	520,0	775,0	4000,0		12,9
200	480,0	576,0	850,0	1275,0	6250,0		13,0

Định mức trung gian							
08	15,0	18,0	20,0	31,0	166,0	199,0	6,5
12	25,0	30,0	34,5	52,0	196,0	355,0	6,6
20	39,0	47,0	57,0	85,0	496,0	595,0	7,0
30	63,0	76,0	93,5	138,0	8120,0	975,0	7,1
50	101,0	121,0	152,0	226,0	1310,0	1570,0	7,1
80	160,0	192,0	248,0	370,0	20800,0	2500,0	7,4
Định mức dưới 6A							
1	2,0	2,4	+	11,0	+	100,0	-
2	4,0	4,8	+	11,0	+	100,0	-
3	6,0	7,2	+	11,0	+	100,0	-

Nhận thấy rằng sơ đồ tốc độ nóng chảy của loại K nằm trong khoảng 0,6 đến 8,1 trong khi đó loại T từ 10 đến 13.

Đường cong T_C của dây chì có 2 dạng : thời gian nóng chảy lớn nhất và thời gian đứt tổng (lớn nhất). Đường cong tiêu biểu được vẽ ở (H.4.4), (H.4.5) và (H.4.6). Thời gian nóng chảy nhỏ nhất là là thời gian đứt chì trung bình được đo khi thử nghiệm điện thế thấp và không có hồ quang xảy ra. Như thế đối với dòng điện đã cho, thời gian để cầu chì ngắt tương trưng thời gian nóng chảy là phải nằm trong khoảng sai số cho bởi tiêu chuẩn bảng(4.3) và (4.4). Thử nghiệm thứ hai cho cầu chì làm việc ở điện thế cao(khoảng 7200V) và đo thời gian ngắn tổng bao gồm thời gian chảy dây chì và thời gian hồ quang. Hai thời gian này thể hiện tầm thời gian cắt sự cố đối với dòng điện ngắn mạch đã biết. Đường cong ngắt tổng được dùng để phối hợp với đặc tính nóng chảy nhỏ nhất của cầu chì lớn hơn đặt tại phía đầu nguồn. Tương tự đường cong nóng chảy nhỏ sẽ được dùng phối hợp với thời gian ngắt tổng của cầu chì nhỏ đặt ở phía tải.

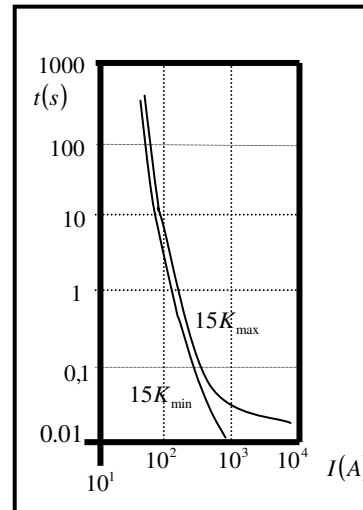


Hình 4.4: Đường cong nóng chảy nhỏ nhất loại K và T có cùng định

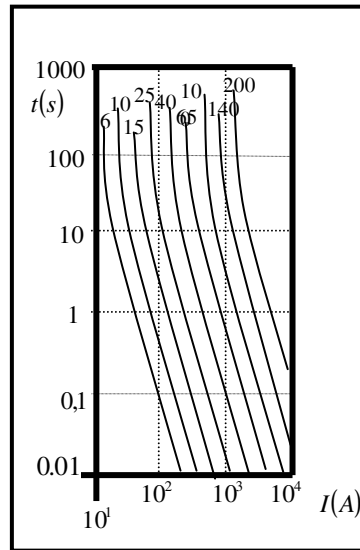
(H.4.4) so sánh đặc tính T – C nóng chảy nhỏ nhất của loại K và T có cùng định mức. (H.4.5) cho đặc tính nóng chảy nhỏ nhất và cắt tổng của cầu chì loại K. (H.4.6) giới thiệu 1 họ đường cong nóng chảy nhỏ nhất cầu chì K.

Nhận thấy với bất kì dòng lớn hơn dòng khởi động nhỏ nhất, dây chì T nóng chảy chậm hơn dây chì K. Sự khác nhau của đặc tính dây chì cho ta liên hợp trong việc chọn lựa để phối hợp cho các mạch bảo vệ khác nhau với các vòng NM khác nhau.

Cầu chì dùng cho mạng phân phối thì có điện áp định mức thông dụng: 7,2; 14,4; và 17,7KV hay giá trị cực đại là 7,8; 15 và 18 KV khi mở chì. Các thiết bị chì sử dụng trong hộp hay trong các (FCO) thì có định mức thông thường là 14,4 và 25KV hay tối đa là 15 và 27KV.



Hình 4.5: họ đường cong nóng chảy nhỏ nhất của cầu chì loại K



Hình 4.6. họ đường cong nóng nóng chảy nhỏ nhất cầu chì loại K

d) Đặc tính phối hợp dây chì. Theo (H.4.4) ; (H.4.5); (H 4.6) ta có loại dây chì được chọn ở đây có hình dạng tương tự và có thể phối hợp dễ dàng với nhau. Khi đó nếu dùng cùng lúc loại K và T có thể khó phối hợp với nhau và việc phối hợp cho các loại chì có cỡ gần nhau đôi khi không thể thực hiện được. Thực tế loại chì được cho ở đây có thể phối hợp dễ dàng với các chì cùng loại. Tuy nhiên vì thời gian phát hồ quang cũng được tính trong tổng thời gian cắt để nhằm xác định việc phối hợp với phía nguồn, có một dòng cực đại để phối hợp cho an toàn, ngay cả đối với chì cùng loại. Giới hạn phối hợp này phụ thuộc vào từng loại chì sẽ được sử dụng. Nhà chế tạo thường cung cấp các đặc tính phối hợp, tương tự các đặc tính trong bảng 4.5 và 4.6 để chỉ ra các giới hạn phối hợp được đề nghị khi dùng một loại chì cụ thể nào đó. Trong giới hạn này ta tham khảo chọn cầu chì “trên” (gần nguồn) và cầu chì “dưới” (xa nguồn hơn (H.4.7).

Bảng 4.5. phối hợp giữa cầu chì loại K

Định mức dây chì “dưới”	Định mức dây chì “trên”													
	Dây chì	8 K	10K	12K	15K	20K	25K	30K	40K	50K	65 K	80K	100K	140K
Loại chì	Dòng sự cố lớn nhất qua cầu chì dưới (A)													
6k		190	350	510	650	840	1060	1340	1700	2200	2800	3900	5800	9200
8k			210	440	650	840	1060	1340	1700	2200	2800	3900	5800	9200
10k				300	540	840	1060	1340	1700	2200	2800	3900	5800	9200
12k					320	710	1050	1340	1700	2200	2800	3900	5800	9200
15k						430	870	1340	1700	2200	2800	3900	5800	9200
20k							500	1100	1350	2200	2800	3900	5800	9200
25k								660	1350	2200	2800	3900	5800	9200
30k									850	1700	2800	3900	5800	9200
40k										1100	2200	3900	5800	9200
50k											1450	3500	5800	9200
60k												2400	5800	9200
80k													4500	9200
100k													2000	9100
140k														4000

Bảng 4.6. phối hợp giữa cầu chì loại T.

Định mức dây chì “dưới”	Định mức dây chì “trên”													
	Dây chì	8 T	10 T	12T	15T	20T	25 T	30 T	40 T	50T	65T	80T	100 T	140 T
Loại chì	Dòng sự cố lớn nhất tại B bảo vệ A													
6T		350	600	920	1200	1500	2000	2540	3200	4100	5000	6100	9700	15.200
8T			375	800	1200	1500	2000	2540	3200	4100	5000	6100	9700	15.200
10T				530	1100	1500	2000	2540	3200	4100	5000	6100	9700	15.200
12T					680	1280	2000	2540	3200	4100	5000	6100	9700	15.200

15T						730	170 0	254 0	3200	4100	5000	6100	9700	15.200
20T							990	210 0	3200	4100	5000	6100	9700	15.200
25T								140 0	2600	4100	5000	6100	9700	15.200
30T									1500	3100	5000	6100	9700	15.200
40T										1700	3800	6100	9700	15.200
50T											1750	4400	9700	15.200
60T												2200	9700	15.200
80T													7200	15.200
100T													4000	13.800
140T														7.500

Về logic thì việc này được diễn giải như sau : khi cầu chì có ngắn mạch xảy ra ở phía tải của dây chì “dưới” khi đó dây chì “dưới” phải cắt và sự cố được lập và không cần thiết phải cắt chì “trên” bảo vệ phía đầu nguồn. Dây chì “trên” phải có định mức cao hơn và được phối hợp tốt với chì “dưới” để có sự hoạt động chính xác.

Luật phối hợp yêu cầu thời gian ngắt tối đa của dây chì dưới sẽ không lớn hơn 75% của thời gian nóng chảy tối thiểu của dây chì “trên”. Điều này sẽ đảm bảo dây chì “dưới” sẽ tác động đủ nhanh để không làm dây chì “trên” tác động “trong suốt thời gian) do nóng chảy từng phần. Hệ số 75% để bù lại cho những thông số tác động như tải trước đó , nhiệt độ môi trường và những việc tương tự.

Ngoài những giá trị phối hợp chì. Kỹ sư cũng cần biết đến khả năng dòng liên tục của mỗi cấp dây chì. Các giá trị này được cho trong bảng 6.7.

Các bảng phối hợp 6.5 và 6.6 cho ta phương pháp tiện lợi phối hợp dây chì. Việc sử dụng 2 bảng này với giả định là chì sẽ tác động trong khoảng định mức của dòng liên tục và được sử dụng với 1 bộ chì được thiết kế ứng với chì được chọn. Bảng này liệt kê ra dây chì “trên”, dây chì “dưới” và dòng sự cố cực đại để phối hợp tốt cho những dây chì “dưới” và dây chì “trên”.

Bảng 4.7: Khả năng dòng liên tục.

K hoặc T	Dòng liên tục	K hoặc T	Dòng liên tục	K hoặc T	Dòng liên tục
6	9	20	30	65	95
8	12	25	38	80	120+
10	15	30	45	100	150+
12	18	40	60*	140	190
15	23	50	75*	200	200

*Chỉ sử dụng với chì 100A hay 200A

+Chỉ sử dụng với chì 200A

Thí dụ 4.1: giới thiệu 1 sự cố cầu chì hợp lý cho cùng cấu tạo giống nhau. Đảm bảo tính chọn lọc dây chì dưới cắt trước dây chì trên, thường tổng quát dây chì trên được chọn có định ít nhất lớn hơn nhiều cầu chì dưới kế tiếp. Trong (H.6.8a) nhánh H đưa sơ đồ cụ thể được sắp xếp lại như (H.6.8b) và các nhánh có thể phối hợp tốt.

Thí dụ 4.2: Khảo sát đường dây phân phối hình tia hình, phụ tải được cung cấp điện dọc theo phát tuyến. Cầu chì A là thiết bị bảo vệ chính của tuyến và cầu chì B, C được đặt trên các nhánh rẽ do các sự cố ở xa. Chẳng hạn sự cố phía sau B hoặc C (H.4.9).

Dòng sự cố cực đại và cực tiểu tính bằng Ampe tại mỗi vị trí được chỉ trong khung, ngoài ra cũng thể hiện dòng định mức trên mỗi cầu chì. Kiểm tra sự phối hợp của các cầu chì này lựa chọn phối hợp tốt cho các cầu chì A, B, C.

Giải: Với lần đầu tiên ta thử chọn cầu chì C là 15T, dòng tải là 21A, nhưng 15T có khả năng chịu tải là 23A vì vậy chì này có định mức thích hợp, mặc dù có độ dự trữ rất ít (2A), từ bảng 12.6 cho loại chì Tta thấy rằng 15T có thể phối hợp với chì 25T tại vị trí 30T cho vị trí B. Chì 30T có mang dòng điện liên tục 45A (OK) và từ bảng 16.2 nó sẽ phối hợp với chì bảo vệ 15T lên tới 1700A. Đây là sự lựa chọn tốt.

Chì 30T phải phối hợp với A đối với dòng sự cố lên tới 1800A. Để mang dòng tải tại A ta chọn chì 80T tải dòng 120A. Chì 80T sẽ phối hợp với chì 30T với dòng sự cố lên đến 5000A, và hệ thống này chỉ có 1800A. Vì vậy giải pháp chọn 80T tại A, 30T tại B và 15T tại C. Kỹ sư cũng có thể cho phép chọn mức gia tăng phụ tải lớn hơn tại C, tùy thuộc vào bản chất của tải tốc độ gia tăng của phụ tải. Điều này cần 1 cầu chì lớn hơn tại C và như vậy cần chọn những chì ở vị trí khác.

Trong hệ thống điện công nghiệp thiết bị bảo vệ gần nhất các thiết bị điện thường là cầu chì, điều quan trọng là việc tính toán đúng để lựa chọn thiết bị này, thời gian cần thiết làm cầu chì nhảy phụ thuộc vào dòng điện qua nó.

4.1.2. Các máy cắt trong công nghiệp.

Một số bộ phận trong hệ thống điện công nghiệp được bảo vệ hiệu quả bằng các cầu chì HRC. Nhưng trong một số bộ phận của hệ thống việc thay thế các cầu chì bị hỏng sẽ không thuận tiện trong những khu vực này, ta có thể dùng các máy cắt thay thế để ngắt các dòng điện sự cố có thể có mà không làm ảnh hưởng hệ thống. Ngoài việc ngắt sự cố CB phải nhanh chóng giải phóng khí bị ion hoá ra khỏi các tiếp điểm của thiết bị ngắt để ngăn ngừa hồ quang. Đối với các CB các tiếp điểm nối kết và buồng chứa phải được thiết kế chịu các lực cơ

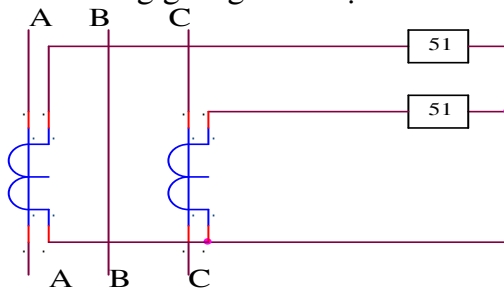
học do các trường từ sinh ra khi gặp phải các quá dòng sự cố quá cao. Các loại MC thường gặp trong hệ thống điện công nghiệp là MCBs, MCCBs, ACB, RCCB

4.1.2.1 Loại MCBs.

MCB nhỏ về kích thước cũng như dòng định mức thường phù hợp để sử dụng trong công nghiệp thương mại, thiết bị trong nhà, dùng để bảo vệ: cáp, thiết bị chiếu sáng, mạch nung (thiết bị sưởi) và cũng như điều khiển và bảo vệ các động cơ có công suất nhỏ. Bên trong MCBs có phần tử nhiệt lưỡng kim sẽ tác động khi dòng điện qua nó vượt quá trị số chỉnh trước, phần tử này làm việc có đặc tính thời gian phụ thuộc có giới hạn khi dòng điện lớn hơn 6 đến 8 lần dòng điện định mức, MCBs sẽ cắt tức thời bằng phần tử quá dòng từ, chúng ta thay vì sử dụng cầu chì dựa trên mạch riêng lẻ thì chúng ta có thể dùng MCB có khả năng ngắt dòng điện sự cố ở mức độ cao hơn. Các MCB có 2 cực, 3 cực, 4 cực dòng định mức đến 100A có khả năng ngắt các dòng điện sự cố trong khoảng 9kA và có thể lên cao đến 16kA. Các thiết bị khác như: dao cách ly, bộ đếm thời gian, máy cắt điện áp thấp, bộ phận ngắt theo dòng... có thể kết hợp với MCB trong mạch chi tiết về điều khiển và bảo vệ khi dòng điện cực đại do sự cố dòng chạm đất tương đối thấp. Ngoài ra còn có thiết bị chống dòng rò CRD còn được gọi là ELCB có thể kết hợp với MCB để bảo vệ chạm đất.

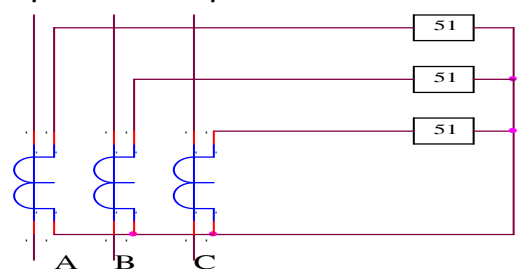
4.1.2.2 Loại MCCBs.

Loại MCCB cũng giống như loại MCB nhưng có một số khác biệt như sau:



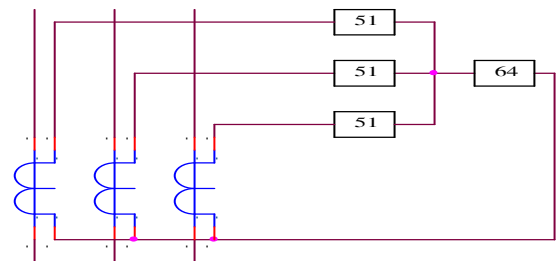
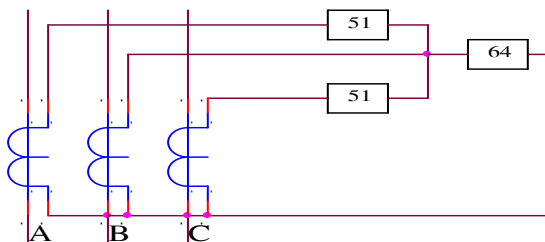
Hệ thống 3 pha 3 dây

- a) -Chống chạm giữ các pha
-Hệ thống trung tính không nối đất hoặc cuộn Peterson.



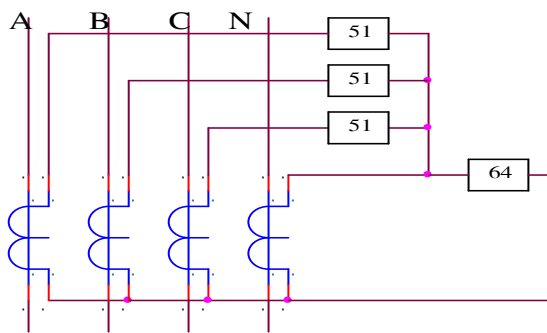
Hệ thống 3 pha – 3 dây hoặc 4 dây

- b) -Chạm giữa các pha
-Chống chạm đất



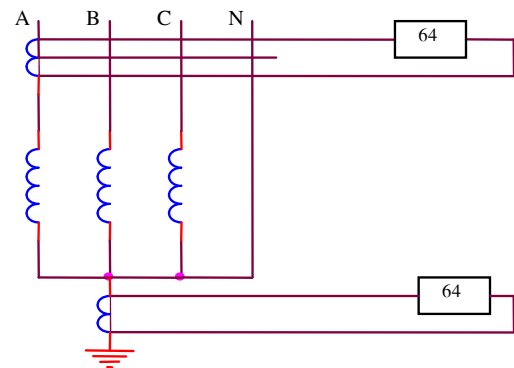
b) Hệ thống 3 pha-3 dây
dây

- Chống chạm giữa các pha
- Chống chạm đất



d) Hệ thống 3 pha – 3 dây hoặc 4

- Chống chạm giữa các pha
- Chống chạm pha đất
- Chống chạm pha trung tính



e) hệ thống 3 pha 4 dây

- Chống chạm giữa các pha
- Chống chạm pha đất
- chống chạm pha trung tính.

f) Hệ thống 3 pha- 3 dây hoặc 4 dây

- Chống chạm đất

Các giá trị định mức cao hơn điện áp có thể lên đến 1000VAC hay 1200VDC, giá trị dòng định mức nói chung vượt quá 100A có thể lên đến 50kA hay hơn nữa phụ thuộc vào hệ số công suất.

Các MC này lớn hơn tương ứng với các giá trị định mức mặc dù có sẵn các phần tử cực đơn, cực đôi, 3 cực và các phần tử nhiều cực. Thông thường không phải là sự kết hợp của các modun cực đơn, thay vì nó có 1 vỏ bọc chung cho tất cả các cực. Tuy nhiên khi dùng cho mạch trung tính thường là một thiết bị tách rời khi cần thiết được nói đến MCCB đa cực. Mặc dù MCCB có các loại từ hoặc nhiệt, các mức hoạt động của các phần tử từ và nhiệt của các MC này đều có thể được điều chỉnh đặc biệt là các MCCB lớn hơn.

Vì MCCB có các giá trị định mức cao hơn nên nó thường đặc trong hệ thống phân phối điện gần nguồn hơn MCB. Ở cấp điện áp từ 3KV trở lên người ta thường sử dụng các máy cắt dầu, máy cắt chân không, máy cắt không khí. Hệ thống rơle quá dòng điều khiển các máy cắt này được tính toán chọn lựa và phối

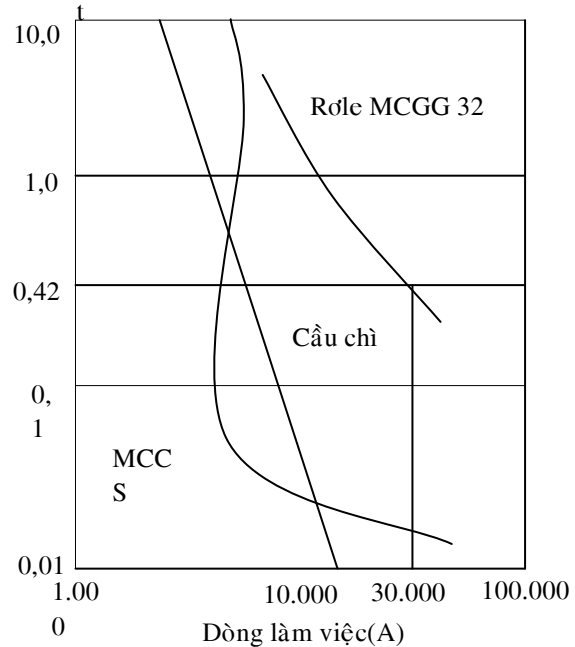
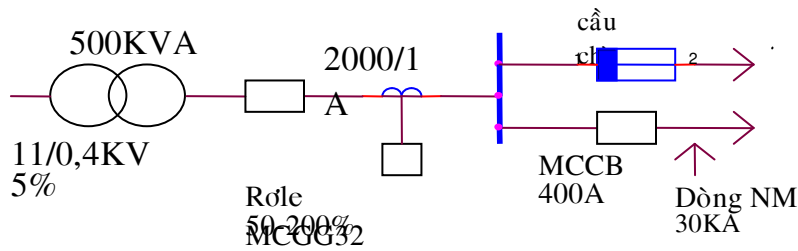
hợp với các MCBs, MCCBs, cầu chì nối tiếp để đảm bảo tính chọn lọc. Các rơle quá dòng được nối theo pha tương ứng với các pha sơ cấp và các giá trị dòng khởi động của nó phải lớn hơn dòng làm việc của tải. Loại sự cố phổ biến nhất là sự cố chạm đất, các rơle quá dòng sẽ nối pha sẽ kiểm tra các dòng sự cố nối đất trên các giá trị đặt của rơle, các giá trị dòng điện chạm này có thể bị hạn chế bởi độ lớn tổng trở nối đất trung tính hay điện trở chạm trung gian. Ta có thể phát hiện sự cố chạm đất tốt hơn bằng cách sử dụng chỉ 1 rơle đáp ứng với một dòng điện thứ tự không hệ thống và dòng điện I_0 này chỉ xuất hiện khi có dòng điện sự cố chạy xuống đất. Vì vậy dòng điện làm việc của rơle bảo vệ nối đất được đặc giá trị thấp hơn dòng điện của tải, thành phần dòng điện thứ không được nhận ra bằng cách nối song song giữa các biến dòng. Điều quan trọng là việc sắp xếp nối kết các biến dòng và rơle trong một cơ cấu hệ thống đặc biệt, cách sắp xếp này được miêu tả trong . Trong các hệ thống điện 3 pha 3 dây của rơle quá dòng thường được cấp trên 2 pha vì lý do kinh tế. Chúng sẽ kiểm tra sự cố giữa các pha ở tất cả rơle, nhưng phải chú ý đến hệ thống điện 3 pha 4 dây, yêu cầu các phần tử quá dòng trên tất cả 3 pha bảo đảm hoạt động tối thiểu một phần tử trong khi pha bị các sự cố trung tính. Nếu hệ thống này yêu cầu bảo vệ sự cố chạm đất độ nhạy cao thì cần có 4 bộ biến dòng để bảo đảm cho các tải không đối xứng hoạt động. Có thể sử dụng 1 rơle chống chạm đất riêng được cấp điện từ 1 biến dòng.

4.2. PHỐI HỢP BẢO VỆ.

Để vận hành 1 hệ thống điện công nghiệp hiệu quả các thiết bị bảo vệ cần phân biệt đúng ngắn mạch từ điểm sử dụng điện đến nguồn điện. Các giá trị đặt đúng phải được tính toán cho mỗi rơle và các đường đặc tính của tất cả các thiết bị bảo vệ trên cùng mạch nhánh được so sánh để đảm bảo sự phân biệt. Quá trên gọi là sự phối hợp rơle. Để dễ dàng hiểu việc các đặc tính phụ thuộc của rơle dòng điện đảm bảo phối hợp chọn lọc, trong phần này sẽ nhắc lại nguyên tắc chọn lọc và dùng các ví dụ với các rơle của hãng GEC.

Như ở phần 1 ta đã biết đặc tính thời gian – dòng điện của rơle dòng có đặc tính phụ thuộc có dạng cực dốc, rất dốc và chuẩn, ở mỗi dạng có những thuận lợi khi ứng dụng cho từng sơ đồ cụ thể.

Thí dụ 6.3: Phần mạch đóng ngắt hạ thế trong một mạch điện lớn công nghiệp và các mạng điện phân phối từ thanh góp 415V được bảo vệ bằng 1 trong các cầu chì 400A hay MCCB 400A, 1 máy biến áp: 1MVA/3300/415V cấp điện cho mạch thông qua 1 thiết bị đóng ngắt được trang bị 1 rơle quá dòng có giá trị đặt từ 50 đến 200% giá trị dòng điện định mức được cung cấp từ máy biến dòng 2000/1A để có thể phối hợp: rơle, cầu chì, và MCCB theo mức độ dòng ngắn mạch của mạch là 30kA, các giá trị phân biệt có thể được tính như sau:



i. Xác định dòng điện qua rơle : Dòng điện đặt rơle được chọn sao cho không nhỏ hơn dòng điện khi đầy tải và phải đủ dư để cho phép rơle hoạt động với dòng đầy tải. Dòng điện đầy tải được xác định từ giá trị của máy biến áp:

$$I = \frac{S}{U\sqrt{3}} = \frac{1000}{0,415.1,73} = 1393A$$

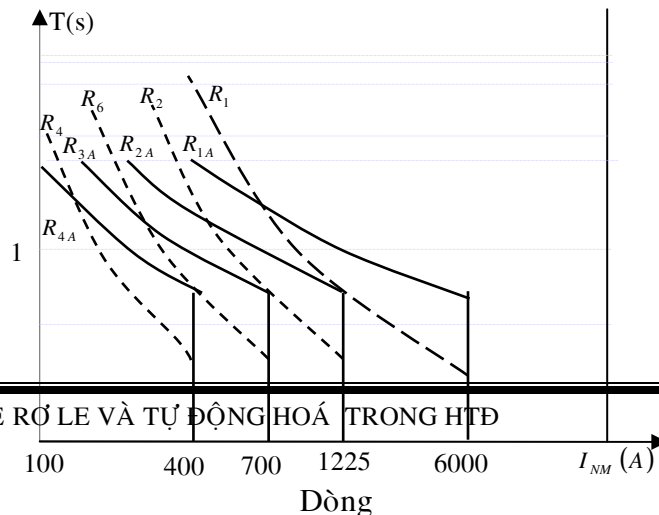
Giả thiết ban đầu chọn trị số đặt rơle là 100% dòng định mức.

ii. Đặc tính cầu chì và MCCB. Các đặc tính dòng điện và thời gian của cầu chì 400A và MCCB được vẽ trực tiếp trên giấy log-log.

iii. Lựa chọn đặc tính rơle . khi tính các giá trị đặt rơle bảo vệ để phân biệt chọn lọc giữa cầu chì và các thiết bị khác cần dựa vào các đặc tính phụ thuộc và độ dốc. Thường thì trước tiên chọn 1 đường đặc tính rơle thuộc loại cực dốc. Đối với loại rơle MCGG đường đặc tính này có được bằng cách chọn đường cong chuyển

sang vị trí 'EI'. Từ hình vẽ này ta có thể thấy các mức độ dòng chạm 30kA cầu ch2 sẽ hoạt động chưa đến 0,01s và MCCB hoạt động 0,016s. nếu áp dụng bậc thời gian Δt 0,4s thì thời gian hoạt động của rơle ở dòng ngắn mạch 30000A sẽ là: $0,4+0,016=0,416s$. nếu tỷ số biến dòng là 2000/1A và có 1 giá trị đặt là 100% thì bội số dòng PSM của rơle là: $30000/2000=15$. Từ đường đặc tính rất dốc tại trị số PMS =15 và đường TMS=1 tìm được thời gian tác động rơle là 0,3575. (thời gian này cũng có thể được tính từ phương trình VIT với TMS=1 và PMS=m=15). Thời gian $0,357 < 0,416$ quá nhanh không thể đảm bảo sai số chọn lọc và như thế đường cong cực dốc của rơle này là không dùng được cho trường hợp này. chuyển sang đặc tính rất dốc của rơle cùng loại có sẵn rơle MCGG có PMS=15 và TMS=1, thời gian hoạt động rơle là $=0,9644s$. Để đạt được thời gian hoạt động của rơle yêu cầu là 0,416s, thì cần tính giá trị đặt $TMS=0,416/0,964=0,431$ (chọn=0,5). Với đặc tính này khi PMS=2, tương ứng với dòng 4000A rơle sẽ hoạt động trong $13,5.0,5=6,75s$. trường hợp này cũng không chọn lọc. Vì vậy đường đặc tính rơle cần được di chuyển ra xa, đường đặc tính MCCB ta có được 1 sự thay đổi bằng cách chọn giá trị dòng đặt của rơle lớn hơn. Nếu giá trị dòng đặt rơle lớn hơn khoảng 140% và tỷ số biến dòng là 2000/1A, giá trị PMS của rơle ở $30000/2800=10,7$ với giá trị PMS này và TMS=1 đường cong rất dốc của rơle cho 1 thời gian làm việc 1,35s để có được giá trị thời gian hoạt động theo yêu cầu là 0,42s thì giá trị đặt $TMS=0,42/1,35=0,311$ (lấy 0,3). Khi rơle đặt ở 140% định mức và TMS=0,3 các điểm tiếp sau đây có thể tính và được dùng để chọn đường đặc tính rơle yêu cầu (bảng 12.8).

PSM rơle	I(A)	Thời gian hoạt động
1,6	4480	$22,5.0,3 = 6,75$
1,8	5040	$16,87.0,3 = 5,06$
2,2	6160	$11,25. 0,3 = 3,37$
3,0	8400	$6,75. 0,3 = 2,02$
5,0	14000	$3,375. 0,3 = 1,01$
10,0	28000	$1,5. 0,3 = 0,45$
15,0	42000	$0,964. 0,3 = 0,29$



Các điểm trên khi được vẽ theo các đường đặc tính cầu chì và MCCB xác định được đường đặc tính rất dốc của rơle MCGG với 1 giá trị dòng đặt của rơle bằng 140% dòng định mức và TMS=0,3 cho ta 1 sự phân biệt chọn lọc thích hợp ở dòng ngắn mạch cực đại là 30kA.

Sử dụng rơle quá dòng có đặc tính rất dốc sẽ phù hợp trong trường hợp có sự giảm đáng kể dòng sự cố do khoảng cách từ nguồn đến tăng lên. Đường đặc tính của rơle có đặc điểm thời gian hoạt động sẽ tăng lên gấp đôi khi dòng sự cố giảm theo tỷ lệ 7:4 theo dòng chỉnh định. Điều này cho phép chỉnh định cùng 1 hệ số nhân về thời gian cho các rơle nối tiếp nhau.

Trị số đặt rơle.

R_1 và R_{1A}	300	0,2 TMS	R_2 và R_{2A}	175A	0,2 TMS
R_3 và R_{3A}	100	0,2 TMS	R_4 và R_{4A}	57,5A	0,2 TMS

Xem xét sự khác biệt khi áp dụng loại rơle CDG11 – rơle có đặc tính phụ thuộc chuẩn và loại rơle CDG13 – rơle có đặc tính phụ thuộc rất dốc bằng thí dụ sau:

Thí dụ 6.4: Từ (H12.12) nhận thấy rằng tỷ số dòng ngắn mạch tại các thanh cái kế tiếp nhau là 7:4. Giả thiết các rơle điều được chỉnh định với cùng 1 hệ số nhân về thời gian $TMS=0,2$. Từ giản đồ phối hợp thời gian trên, nhận thấy rằng thời gian nhảy bậc Δ_t của đặc tính phụ thuộc rất dốc là $\Delta_t=0,33s$ trong khi rơle phụ thuộc tiêu chuẩn là $\Delta_t=0,24s$. thời gian nhảy bậc $\Delta_{t,min}$ cho phép sử dụng $TMS=0,2$ được tính như sau: $\Delta_t = \Sigma$ sai số rơle giữa các rơle nối tiếp nhau ước tính với dòng sự cố đã xác định và $TMS=0,2$ +thời gian mở máy cắt+thời gian vượt quá của rơle.

$$\Delta_{t,min} = (0,054+0,029)+0,15+0,05=0,283$$

. Trong đó:

0,045: Thời gian sai số của rơle ở 4 lần dòng cài đặt và $TMS=0,2$.

0,029: Thời gian sai số của rơle ở 7 lần dòng cài đặt và $TMS=0,2$.

0,15: Thời gian hoạt động của máy cắt.

0,05: Thời gian vượt quá của của rơle CDG13.

Với $\Delta_t=0,33s > \Delta_{t,min}=0,283s$ cho phép rơle phân biệt chọn lọc hoàn toàn đúng. Vì vậy sử dụng rơle CDG13 là phù hợp. Nếu dùng rơle có đặc tính phụ thuộc chuẩn CDG11 thì $\Delta_t=0,25$, và : $\Delta_{t,min} = (0,0712+0,0525)+0,15+0,04=0,3137s$. trong đó:

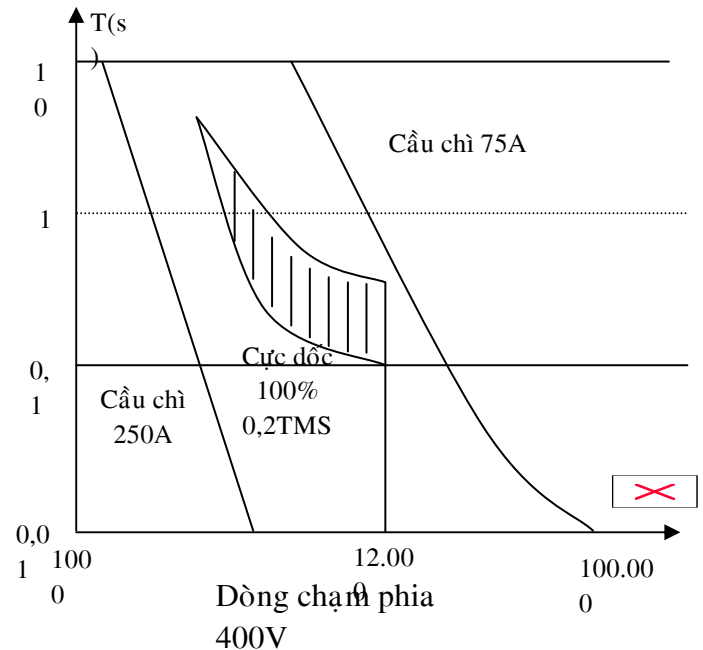
0,0712: Thời gian sai số của rơle ở 4 lần dòng cài đặt và $TMS=0,2$.

0,0525: Thời gian sai số của rơle ở 7 lần dòng cài đặt và $TMS=0,2$.

0,15: thời gian hoạt động của máy cắt.

0,04: Thời gian vượt quá của rơle CDG11. Với $\Delta_t=0,25s < \Delta_{t,min}=0,3137s$ nên rơle có thể chọn lọc không đúng. Vì vậy rơle có đặc tính phụ thuộc rất dốc thay cho đặc tính phụ thuộc chuẩn sẽ có lợi hơn ở những nơi dòng sự cố có sự giảm đáng kể giữa 2 điểm rơle nối tiếp nhau.

Đặc điểm của đặc tính cực dốc là thời gian hoạt động gần như tỷ lệ nghịch với bình phương dòng điện. Loại đặc tính này rất phù hợp khi sử dụng cho các đường dây



phân phối có tải đỉnh, chẳng hạn đường dây cung cấp cho máy bơm, máy nhiệt máy lạnh ..., phù hợp khi phối hợp với cầu chì.

cho sơ đồ, số liệu và phối hợp đặc tuyến cực dốc của rơle và cầu chì, khoảng thời gian chênh lệch an toàn là 0,4s giữa rơle và cầu chì 75A (phía 11KV) tại điểm ngắn mạch cực đại 12000A. ngoài ra rơle còn được ứng dụng kết hợp với bộ phận tự đóng lại tong mang phân phối điện áp thấp. Phần lớn sự cố điều thoáng qua và vì thế cầu chì không kịp chảy và không cần thiết phải thay cầu chì. Điều này có thể thực hiện được nếu bộ phận tự đóng lại sẽ khoá lại chính nó sau khi đã mở một(hay nhiều) lần, sau đó cầu chì mới chảy và cách li ngắn mạch.

CHƯƠNG 5 : TỰ ĐỘNG HOÁ TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN

5.1 TỰ ĐỘNG ĐÓNG LẠI ĐƯỜNG DÂY.

5.1.1 Tổng quát.

Các thống kê về các sự cố trên hệ thống điện cho thấy rằng bất kỳ đường dây trên không vận hành với điện áp cao (từ 6KV trở lên) đều có sự cố thoáng qua (chiếm tới 80- 90%), trong đó đường dây có điện áp càng cao thì phần trăm xảy ra sự cố thoáng qua càng lớn. Một sự cố thoáng qua, chẳng hạn như một phóng điện xuyên thủng là loại sự cố mà có thể được loại trừ bằng tác động cắt tức thời MC để cô lập sự cố và sự cố sẽ không xuất hiện trở lại khi đường dây được đóng trở lại sau đó. Sét là nguyên nhân thường gây ra sự cố thoáng qua nhất, còn những nguyên nhân khác thường là do sự lắc lư của đường dây dẫn gây ra sự phóng điện và do sự va chạm của các vật bên ngoài đường dây. Việt Nam nằm trong khu vực nhiệt đới; các điều kiện khí hậu như bão, độ ẩm sấm sét, cây cối,... đều tạo điều kiện tốt cho sự cố thoáng qua xảy ra. Do vậy việc áp dụng thiết bị tự động đóng lại MC (TĐL) trên hệ thống điện Việt Nam càng nên được xem xét cẩn thận nhằm áp dụng một cách thích hợp và hiệu quả những lợi điểm của thiết bị này, góp phần cải thiện độ tin cậy cho hệ thống. Như trên đã đề cập, 10- 20% sự cố còn lại là sự cố kéo dài hay “bán kéo dài”. Một sự cố bán kéo dài có thể xảy ra ví dụ như do một nhánh cây rơi xuống đường dây. Ở đây sự cố không loại trừ bằng cách cắt điện tức thời mà nhánh cây chỉ có thể bị cháy rụi trong một khoảng thời gian nào đó. Loại sự cố này thường xảy ra trên đường dây trung thế (6-66KV) chạy qua vùng rừng núi. Như vậy, trong phần lớn các sự cố, nếu đường dây sự cố được cắt ra tức thời và thời gian mất điện đủ lớn để khử ion do hồ quang sinh ra thì việc đóng lại sẽ cho phép phục hồi thành công việc cung cấp điện cho đường dây. Các MC có trang bị hệ thống TĐL sẽ cho phép thực hiện nhiệm vụ này một cách tự động, trong thực tế chúng đã góp phần thiết thực trong việc cải tạo tính liên tục cung cấp điện cho hộ tiêu thụ. Ngoài ra TĐL còn có một ưu điểm khá quan trọng, đặc biệt cho đường dây truyền tải cao áp (trên 66KV), đó là khả năng giữ ổn định và đồng bộ cho hệ thống. Trên đường dây truyền tải, đặc biệt đường dây nối hai hệ thống lớn với nhau, việc tách rời hai hệ thống có thể gây mất ổn định. Trong một số trường hợp, việc cắt rời hai hệ thống sẽ gây ra tình trạng: một bên thì thiếu hụt công suất trầm trọng, một bên thì dư thừa công suất, trường hợp này đóng lại kịp thời (trong khoảng thời gian giới hạn nào đó) cho phép hệ thống điện tự cân bằng trở lại. Đây là một ưu điểm quan trọng của việc đóng lại trên đường dây truyền tải.

Để thực hiện việc tự đóng lại trong hệ thống điện, hiện nay có hai biện pháp đang được sử dụng :

- _ Tự đóng trở lại bằng cách kết hợp MC với hệ thống tự đóng lại (ARS).
- _ Sử dụng MC TĐL (ACR).

Lợi điểm của ACR là chi phí thấp hơn so với khi sử dụng hệ thống tự đóng lại vì nó được thiết kế trọn bộ để kết hợp với MC, có chức năng của RL bảo vệ và RL tự đóng lại. Tuy nhiên giới hạn của nó là khả năng cắt dòng sự cố. Vì có kết cấu phức tạp, kết hợp nhiều chức năng nên ACR khó có thể chế tạo với khả năng cắt dòng lớn. Hiện nay công suất cắt của ACR vào khoảng 150MVA đối với điện áp 15KV và gần 300MVA đối với điện áp 22KV.

Đối với đường dây truyền tải cao áp có công suất lớn, công suất cắt của một MC đòi hỏi phải lớn và thời gian tác động của MC phải rất nhanh. Đây là một trong những nguyên nhân mà người ta chỉ sử dụng MC kết hợp với hệ thống điều khiển TĐL để thực hiện chức năng tự đóng lại cho hệ thống điện loại này. Ngoài ra, việc áp dụng kỹ thuật số và vi xử lý vào việc chế tạo các RL bảo vệ cho phép các RL hiện nay, ngoài chức năng của một rơ le thông thường, còn có thể bao gồm các chức năng của RL tự đóng lại với độ tin cậy rất cao. Với các lý do trên, ngày nay trên hệ thống điện người ta thường sử dụng ACR cho mạng trung thế vì khả năng cơ động (gọn, nhẹ có thể gắn trực tiếp trên trụ đỡ đường dây) và chi phí thấp của nó. Còn hệ thống tự đóng lại sử dụng trên lưới truyền tải cao áp và siêu cao áp.

TĐL có thể chế tạo để đóng lại một hay nhiều lần. Theo thống kê, hiệu quả của việc TĐL trên đường dây trên không theo số lần TĐL là:

_TĐL lần 1 thành công 65 ÷ 90% (hiệu quả càng lớn khi điện áp càng cao).

_TĐL lần 2 thành công 10 ÷ 15%

_TĐL lần 3 thành công 3 ÷ 5%

Chu kỳ TĐL một lần khi có NM thoáng qua và Nm lâu dài và Chu kỳ tự đóng lại nhiều lần. Trong chu kỳ đầu tiên, thời gian TĐL thường được chọn lớn hơn thời gian khử ion của môi trường. Chu kỳ thời gian thường được chọn khoảng 15 ÷ 20 s. Thời gian đóng và cắt MC phụ thuộc vào thiết bị lắp đặt, còn thời gian khử ion phụ thuộc vào điện áp đường dây, địa điểm, trị số và thời gian NM, dạng NM... và được chọn theo từng trường hợp cụ thể.

5.1.2 Những yêu cầu chính đối với tự đóng lại:

Khi đặt thiết bị tự đóng lại cần chú ý các yêu cầu sau:

a) Tác động nhanh

Theo quan điểm đảm bảo cung cấp điện liên tục cho các phụ tải và đảm bảo ổn định cho hệ thống thì đóng lại các nguồn điện càng nhanh càng tốt. Tuy nhiên tốc độ tự đóng lại bị hạn chế bởi điều kiện khử ion tại chỗ bị ngắn mạch để khi đóng trở lại nguồn điện ngắn mạch không thể tái phát. Ta biết thời gian đóng của máy cắt dầu lớn hơn thời gian cần thiết để khử ion tại chỗ ngắn mạch, do đó máy cắt dầu không cần chú ý đến điều kiện này. Nhưng đối với máy cắt không khí thì cần chú ý kỹ vì thời gian đóng máy cắt rất nhỏ. Bảng 5.1 cho biết thời gian khử ion tại chỗ ngắn mạch theo các cấp điện áp khác

nhau. Thời gian của chu kỳ tự đóng lại phụ thuộc vào thời gian đóng của máy cắt và thời gian khử ion trong môi trường.

Cấp điện áp (KV0)	Thời gian khử ion	
	Chu kỳ	giây
<3,5	4	0,8
110	7,5	0,15
230	14	0,28
400	25	0,5

b) Thiết bị TĐL phải làm việc với tất cả các dạng hư hỏng:

Thiết bị TĐL phải làm việc với tất cả các dạng hư hỏng ngoại trừ trường hợp đóng máy cắt bằng tay khi có ngắn mạch. Nếu sau khi đóng máy cắt bằng tay mà rơle bảo vệ tác động mở máy cắt thì do trong lưới điện còn có chỗ tồn tại NM (ví dụ quên chưa gỡ bộ phận tiếp đất an toàn dùng trong khi sửa chữa lưới điện hoặc chưa phát hiện hết hay chưa phát hiện đúng chỗ NM). Trong trường hợp này, nếu cho thiết bị tự đóng lại làm việc sẽ gây hư hỏng nhiều thêm và chắc chắn sẽ không có kết quả.

Khởi động tự đóng lại bằng một trong hai phương pháp sau:

- *Tiếp điểm phụ MC:* khởi động bằng sự không tương ứng giữa vị trí MC và vị trí khoá điều khiển.(vị trí khoá điều khiển đóng nhưng MC ở vị trí mở)
- *Tiếp điểm rơ le BV :* trong phương thức đầu tiên, một tiếp điểm phụ sẽ đóng khi MC mở kích hoạt sơ đồ TĐL thông qua công tắc chọn tự động hoặc bằng tay. Về mặt kỹ thuật thì thích hợp, nhưng nếu MC được ngắt bằng tay khi công tắc chọn ở vị trí tự động thì sẽ có đóng lại ngoài ý muốn. Điều này có thể nguy hiểm cho người vận hành nếu MC được ngắt cho mục đích bảo trì.

Đối với phương pháp 2, khởi động bằng tiếp điểm rơle BV được sử dụng phổ biến vì TĐL đột ngột không thể xảy ra. Nhiều sơ đồ TĐL phối hợp với phần tử rơle khởi động mà được kích hoạt bằng tiếp điểm khởi động và tự giữ, các khoá liên động cần có để ngăn chặn sự khởi động sai trừ trường hợp thoả mãn điều kiện TĐL bằng các tiếp điểm ghép nối tiếp với cuộn kích của RL khởi động.

a) Thiết bị tự đóng lại không được làm việc khi điều hành viên mở MC bằng tay hoặc điều khiển từ xa.

Mở MC bằng tay hoặc điều khiển từ xa là không muốn cho đường dây hoặc thiết bị điện tiếp tục làm việc trong khoảng thời gian nào đó, nó cũng tương tự như trường hợp Nm còn tồn tại lâu dài. Với những trường hợp trên, dù thiết bị tự đóng lại cũng chắc chắn không có kết quả;do đó không cần cho nó làm việc hoặc tốt nhất là khoá TĐL lại.

b) Sơ đồ TĐL có thể khoá hay cấm tác động trong trường hợp đặc biệt.

Thí dụ trong trường hợp BV so lệch hoặc BV của MBA làm việc khi có NM bên trong máy biến áp.

c) TĐL không được lặp đi lặp lại.

Không nên lẫn lộn vấn đề này với vấn đề TĐL một lần hoặc nhiều lần đã nêu ở trên. Đề ra yêu cầu này là để tránh hiện tượng MC đóng lặp đi lặp lại khi NM kéo dài dẫn đến hậu quả là hỏng MC. (NM xuất hiện bộ phận rơle tác động mở MC, sau đó nhờ TĐL nên MC được đóng trở lại khiến cho bộ phận BV rơle lại mở MC lần thứ 2, TĐL lại đóng MC lại ... quá trình này cứ lặp đi lặp lại cho đến khi thiết bị hỏng hoặc người đến cắt nguồn điện.)

d) TĐL phải tự động trở về vị trí ban đầu.

Sau khi đã tác động một thời gian, thiết bị TĐL phải trở về trạng thái ban đầu để chuẩn bị cho các lần làm việc sau. Thời gian phục hồi t_{ph} của thiết bị TĐL là khoảng thời gian từ điểm khởi động đến khi trở về trạng thái ban đầu.

e) Thời gian tối thiểu của tín hiệu đi đóng lại MC đủ để đóng MC chắc chắn.

Khoảng thời gian của xung đóng phải được phù hợp với yêu cầu của cơ cấu đóng MC. Thường thời gian này khoảng 1 đến 2 giây.

f) Yêu cầu đối với sơ đồ tự đóng lại một pha.

Khi xuất hiện sự cố một pha chạm đất, sơ đồ TĐL pha đơn sẽ ngắt và chỉ đóng lại pha sự cố của MC, vì thế rơle TĐL sẽ được lắp đặt riêng rẽ cho từng phần tử khởi động, một rơle cho một pha. Sự đóng lại thành công sẽ đưa đến kết quả là trở về lại tại cuối thời điểm của thời gian phục hồi, sẵn sàng đáp ứng sự cố mới, nhưng nếu sự cố là sự cố lâu dài thì sẽ cắt và khoá cả ba pha MC. Ngắt và khoá cả ba pha cũng xảy ra cho sự cố giữa hai pha ngắn mạch chạm đất, điểm chạm đất thứ hai xuất hiện trong thời gian chu kỳ TĐL. Phối hợp giữa tự động đóng lại ba pha và một pha, sự cố pha đơn chạm đất sẽ khởi động ngắt một pha và đóng lại, sự cố nhiều pha thì sẽ khởi động ngắt ba pha và đóng lại. Nếu tự đóng lại không thành công thì sẽ khoá lại cả ba pha.

Phân loại thiết bị TĐL.

Thiết bị tự đóng lại có thể phân theo các tiêu chuẩn sau:

- Theo số lần tác động – TĐL một lần và TĐL nhiều lần.
- Theo số pha tác động khi tự đóng lại – TĐL ba pha(TĐL3) và TĐL một pha (TĐL1).
- Theo thiết bị điện – TĐL thanh góp, TĐL đường dây, máy biến áp
- TĐL ba pha của đường dây với hai nguồn cung cấp được thực hiện có các dạng sau:
 - + TĐL không đồng bộ.
 - + TĐL tức thời.

+ TĐL chờ đồng bộ.

+ TĐL theo tần số : trong hệ thống khi tần số bị giảm có thể một số MC của phụ tải bị cắt, sau đó thiết bị TĐL đóng MC khi tần số đã khôi phục. Thiết bị này được gọi là tự đóng lại theo tần số.

5.1.4 Tự đóng lại tốc độ cao. Các yếu tố ảnh hưởng tới tốc độ tự đóng lại.

Yêu cầu đầu tiên cho việc áp dụng TĐL tốc độ cao là thời gian nhiễu loạn hệ thống có thể chấp nhận được mà không gây mất ổn định . đường cong P- δ cùng với giá trị công suất truyền tải cho phép phỏng đoán được độ thay đổi của góc truyền tải, sau đó cần phải biết quan hệ δ -t dự đoán thời gian giới hạn cực đại để không gây ra nhiễu loạn cho hệ thống . Cuối là phải biết các đặc tính của MC của mạch bảo vệ cũng như thời gian khử ion hoá của môi trường để có thể thực hiện TĐL tốc độ cao trong bất cứ trường hợp nào. Sau đây ta sẽ lần lượt thảo luận đến các yếu tố này.

a) Các đặc tính bảo vệ.

Dùng BV tác động nhanh như BV khoảng cách, so lệch có thời gian làm việc 50ms, kết hợp với máy cắt tác động nhanh sẽ làm giảm nhiễu loạn . Các đặc tính BV phải được tính toán và chọn lựa sao cho cả hai máy cắt ở 2 đầu đường dây phải được cắt đồng thời khi có sự cố. Bất cứ một máy cắt nào mở trước máy cắt kia cũng sẽ làm tăng thời gian gián đoạn và tự đóng lại khó thành công hơn. Khi sử dụng BV khoảng cách , sự cố xảy ra ngay gần một đầu của đường dây (rơi vào vùng tác động không đồng thời) thì BV phải được trang bị các dụng cụ đặc biệt giúp cho hai máy cắt ở hai đầu đường dây tác động đồng thời.

b) Khử ion tại nơi xảy ra sự cố.

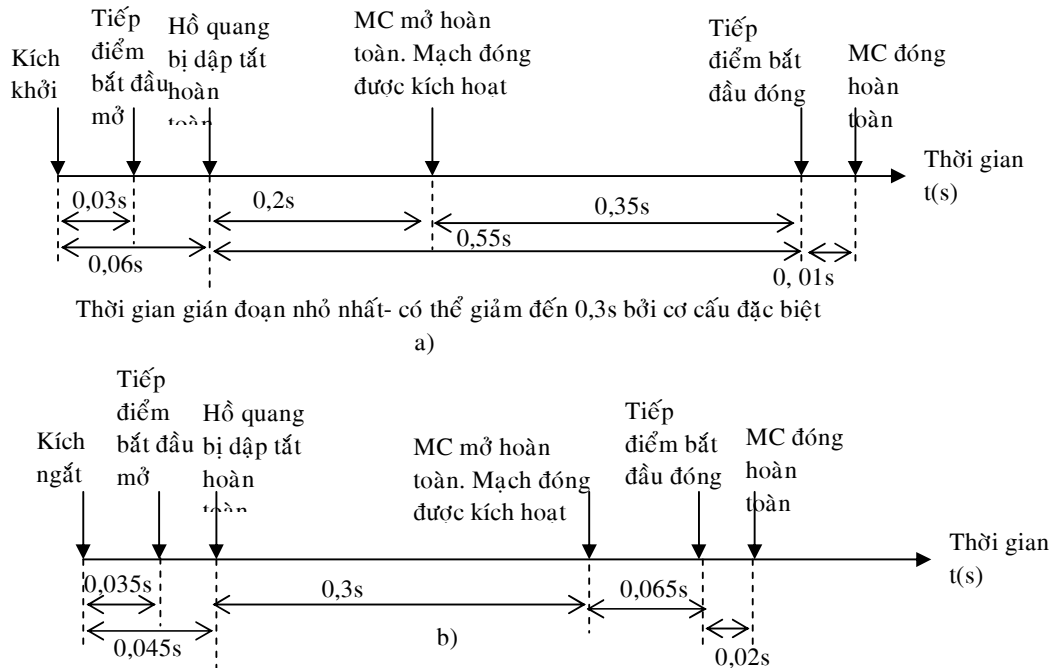
Khi sử dụng TĐL với tốc độ cao, ta phải xác định được thời gian để đóng lại thành công, ion tại nơi xảy ra sự cố phải được khử hết mà không cho hồ quang cháy trở lại. Thời gian khử ion của một tia hồ quang trong khí phụ thuộc vào cấp điện áp , khoảng cách phát sinh hồ quang , dòng sự cố , thời gian kéo dài sự cố , tốc độ gió và sự kết hợp điện dung của dây dẫn nằm cạnh kề, trong đó cấp điện áp là yếu tố quan trọng nhất: điện áp càng cao thì thời gian đòi hỏi khử ion càng lớn như cho trong bảng 5.1.

Nếu sử dụng TĐL một pha, đặc biệt trên đường dây dài thì thời gian chờ đóng lại ($t_{TĐL}$) của pha sự cố được đặt lớn hơn so với trường hợp đóng lại ba pha vì khi pha sự cố cắt ra, hồ tương điện dung giữa hai pha còn lại với pha sự cố khiến cho hồ quang có xu hướng được duy trì lâu hơn.

c) Các đặc điểm của máy cắt.

Việc TĐL trên đường dây truyền tải đòi hỏi máy cắt chịu được chu kỳ làm việc rất nặng nề trên một dòng sự cố lớn. Các loại máy cắt được sử dụng hiện nay là máy cắt dầu, máy cắt không khí, máy cắt SF₆, trong đó loại sử dụng khí SF₆ có khả năng đóng cắt với chu kỳ nặng nhất.

Lựa chọn thời gian gián đoạn của MC. Hình 5.1 sau đây giới thiệu biểu đồ thời gian đóng ngắt tiêu biểu của MC dầu và MC khí nén.



Hình 5.1 Hoạt động đóng cắt của các loại MC

- a) Máy cắt dầu cấp điện áp 132KV;
b) Máy cắt khí nén 400KV.

Ngày nay các MC hiện đại có thời gian tác động rất nhỏ, thường nhỏ hơn thời gian khử ion của môi trường, đặc biệt là đối với cấp điện áp cao trên 220kV. Do đó, phải chọn thời gian gián đoạn MC lớn hơn thời gian khử ion của môi trường và lưu ý rằng đối với đường dây siêu cao áp, mội tác động đóng lại không thành công còn gây thiệt hại nhiều hơn so với khi không sử dụng TĐL.

d) *Lựa chọn thời gian hồi phục.*

Đối với bất cứ một loại máy cắt nào, việc lựa chọn thời gian hồi phục cho hệ thống bảo vệ phải đảm bảo cho máy cắt có đủ thời gian trở về (không khí được nạp đầy, cơ cấu đóng tiếp trở về vị trí sẵn sàng...) để sẵn sàng cho tác động kế tiếp. MC tác động cơ lưu chất cần thời gian phục hồi là 10 sec. MC cơ cấu đóng lò xo cần thời gian trở về là 30 sec, thời gian phục hồi của MC khí nén cần thiết để áp suất khí trở lại bình thường.

e) *Số lần đóng lại.*

Việc TĐL với tốc độ cao trên đường dây siêu cao áp thường chỉ thực hiện một lần vì việc TĐL nhiều lần với dòng sự cố lớn có thể gây mất ổn định hệ thống. Hơn nữa đối với đường dây siêu cao áp, sự cố bán kéo dài (nếu có)

cũng khó bị loại bỏ bằng cách đóng lại nhiều lần như đối với đường dây cao thế, trung thế.

5.2 BẢO VỆ TẦN SỐ - TỰ ĐỘNG SA THẢI PHỤ TẢI

5.2.1 Mục đích và những đặc điểm của sa thải phụ tải.

Việc duy trì tần số định mức được đảm bảo bởi những bộ điều chỉnh tần số và công suất mà cách thức làm việc là điều chỉnh lượng nước (hoặc hơi nước vào turbine). Nhờ những bộ điều chỉnh tần số và công suất, lượng thiếu hụt công suất tác dụng có thể được loại trừ khi sẵn có một nguồn năng lượng “nóng” dự trữ, có nghĩa là nếu như trước khi sự cố, turbine máy phát điện không phát hết công suất và những bộ điều tốc của chúng không giới hạn lượng nước hoặc hơi cho vào. Nếu như không có sẵn nguồn điện dự phòng thì dẫn đến kết quả lượng công suất thiếu hụt ΔP làm cho những máy quay chậm lại.

Với tốc độ quay chậm, cũng có nghĩa tần số giảm, lượng công suất thiếu hụt ban đầu cũng giảm, kể từ đó công suất và năng suất của các bộ phận cơ giảm. Ví dụ công suất ra của các quạt gió tỉ lệ với bình phương của tần số và công suất ra của một số máy bơm giảm theo bậc 3 của tần số. Quá trình làm giảm tần số tiếp tục cho đến khi ΔP tiến tới không, nghĩa là cho tới khi ở tần số f' mới đạt được này thì công suất phát ra $P_F(f'_1)$ sẽ bằng với công suất tải tiêu thụ $P_T(f'_1)$. Tần số sẽ ổn định với tần số dưới tần số định mức (50Hz).

Hệ thống vận hành ở tần số thấp hơn tần số đã qui định sẽ ảnh hưởng đến chất lượng cung cấp điện và không được phép bởi những điều sau đây:

- Khi vận hành ở tần số dưới 49,5 Hz, một vài bộ phận của turbine hơi chịu đựng quá hạng rung bởi cộng hưởng dao động các bộ phận turbine dẫn đến kết quả phá huỷ độ bền kim loại và hư cánh turbine.
- Khi tần số rơi xuống dưới 49Hz, những thiết bị điều chỉnh turbine mở ra hoàn toàn và tổ máy phát điện trở nên tải hoàn toàn. Hơn nữa, sự giảm tần số làm giảm hiệu suất của các cơ cấu phụ ở những trạm nhiệt điện, đặc biệt là những máy bơm nước. Kết quả trong trường hợp vận hành lâu dài ở tần số thấp sẽ làm giảm công suất của các nhà máy và hơn nữa là tổn thất công suất tăng lên.
- Khi tần số giảm, máy phát kích thích bị giảm tốc độ quay và sức điện động của máy phát giảm, điện áp hệ thống giảm. Điều này mang đến nguy cơ “ sụp đổ điện áp” và cắt điện nhiều hộ tiêu thụ.

Chức năng của mạch kiểm tra tần số tự động (AFC : *automatic frequency control*) là ngăn cản giảm tần số đến giá trị tới hạn của tần số trong hệ thống điện khi xảy ra thiếu công suất tác dụng, bằng cách sa thải một vài phụ tải. Trong trường hợp này, công suất cung cấp đến phần lớn những hộ không bị cắt điện và việc cung cấp điện đến các phụ tải bị cắt có thể phục hồi trong một thời gian khá ngắn. Việc cắt các hộ tiêu thụ được thực hiện bởi những thiết bị AFC để tần số không bao giờ giảm dưới 45Hz, vận hành ở tần số nhỏ

hơn 47Hz không cho phép vượt quá 20s, và vận hành ở tần số 48,5Hz không được vượt quá 50s.

Ngoài ra, bộ AFC phải được thiết kế tránh sự tác động không cần thiết xảy ra (khi có tần số giảm ngắn hạn) và sau khi bộ AFC hoạt động, tần số không được vượt quá trị số định mức (50Hz). Sau khi thiết bị AFC hoạt động, tần số có thể hơi dưới giá trị định mức, có nghĩa là từ trong khoảng 49Hz đến 49,5Hz và nó được đưa lên giá trị định mức bởi nhân viên vận hành. Phương pháp đầu tiên để đưa tần số trở lại định mức là cắt một lượng tải thích hợp. Kế hoạch cắt tải cần được tính toán cẩn thận vì sẽ không hiệu quả nếu cắt lượng tải nhiều hơn cần thiết.

5.2.2 Sa thải phụ tải theo tần số và thời gian.

Sự hợp lại thành một thể thống nhất những hệ thống điện lớn bằng những đường dây dài khiến thiếu hụt công suất có thể xảy ra ở một khu vực nhỏ, làm ảnh hưởng đến một nhóm hệ thống điện, kéo theo tất cả những hệ thống điện... Công suất thiếu không giống nhau ở các điểm khác nhau. Cần cân nhắc công suất theo mùa, ngày (những ngày làm việc, những ngày nghỉ và những kỳ nghỉ), thời điểm trong ngày và tình trạng làm việc. Vì vậy, trong trường hợp hợp thành một hệ thống điện lớn, nhiệm vụ xác định mức thiếu hụt công suất lớn nhất trở nên quan trọng.

Sau đây trình bày những nguyên lý của bộ AFC hiện đại:

- 1- Hệ thống AFC phải loại bỏ tất cả các sự cố có thể xảy ra, bất chấp số lượng mất công suất thực, sự lan rộng của sự cố khắp hệ thống điện và mức độ phát triển của sự cố.
- 2- Số lượng tải được cắt luôn luôn gắn với công suất mất, có nghĩa là thiết bị AFC phải tự chỉnh đối với giá trị này.

Có 3 cấp kiểm tra tần số:

Cấp 1 : AFC-I là một mạch kiểm tra tần số tốc độ có những tần số đặt khác nhau. Nó được thiết kế để ngăn tần số giảm.

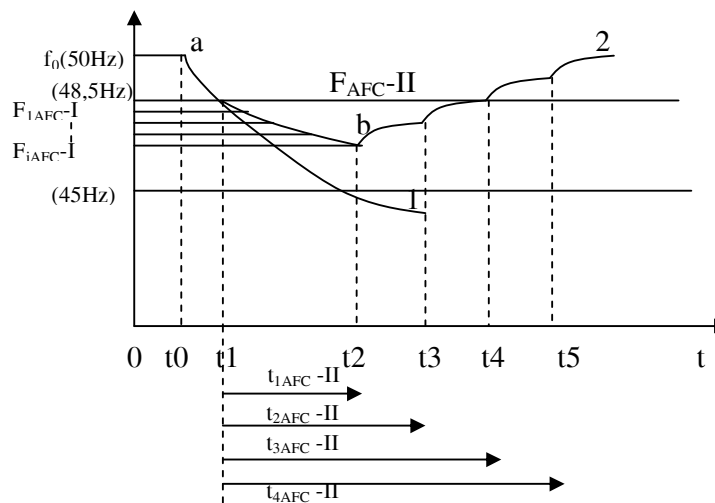
Cấp 2 : AFC-II có một mức đặt tần số chung và khác nhau về thời gian đặt. Nó được sử dụng để nâng tần số lên sau khi AFC -I tác động và cũng để ngăn chặn sự giữ tần số (tần số treo lơ lửng) và sự mất tần số chậm, khi công suất máy phát điện bị giảm một cách chậm chạp trong trường hợp khẩn cấp.

Cấp 3 : cấp dự phòng, cấp này hoạt động có chọn lọc. Nó được thiết kế làm cho sự ngắt tải đặc biệt và gia tăng công suất cắt lúc thiếu nặng công suất phát (45% và nhiều hơn) gây ra bởi sự phân cách một khu vực khỏi những nguồn cung cấp chính.

Việc thiết đặt tần số cho nhóm AFC-I là dãy tần từ 48,5 đến 46,5 Hz. Trị số đặt của nhóm được phân phối hầu như đều trong dãy tần số này, độ chênh lệch giữa các trị số đặt nhỏ nhất của tần số là 0,1Hz (chọn $\Delta f = 0,1$

là do mức độ chính xác để điều chỉnh những rơle tần số cũng như những dụng cụ đo lường và những bộ dao động tần số).

Những khoảng thời gian thiết đặt của thiết bị AFC-I phải phù hợp với thời gian có thể thực hiện được. Giá trị của chúng được xác định theo những yêu cầu đòi hỏi để ngăn ngừa trục trặc trong suốt quá trình quá độ (thoáng qua) xảy ra trong mạng điện gây mất điện tạm thời. Thời gian tác động của thiết bị AFC –I với những rơle điện cơ là 0,25s đến 0,5s và với những rơle tĩnh là 0,1s đến 0,15s. Tất cả những nhóm của thiết bị AFC –II có tần số tác động giống nhau $\approx 48,5\text{Hz}$, nhưng những khoảng thời gian đặt (chỉnh định) của chúng khác nhau với nhiều trị đặt khác nhau từ 5s đến 40s và có thể lên đến 90s. Những nhóm kế nhau của những thiết bị AFC-II tác động



Hình 5.2 Sự thay đổi tần số lúc thiếu hụt công suất khi có tác động và không có tác động của AFC-I và AFC-II

ở những khoảng thời gian cách nhau 3s đến 5s.

Hình 5.2 giới thiệu sự thay đổi tần số khi thiếu hụt công suất có và không có tác động của thiết bị AFC- I và AFC- II. Trong hình 5.2, t_0 là thời điểm bắt đầu thiếu hụt công suất. Đường cong 1 là đường tần số giảm khi không có thiết bị AFC. Đường cong 2 là đường tần số khi đã tác động của AFC –I và AFC-II. Điểm a là điểm AFC –I bắt đầu tác động theo tần số f_{1AFC-I} . Điểm b là điểm AFC-II bắt đầu làm việc theo thời gian $t_{1AFC-II}$.

Dung lượng công suất của tải được đấu với những thiết bị AFC –I ở mỗi vùng công suất của hệ thống phải bằng với giá trị mất công suất lớn nhất ΔP_{max} , được xác định bằng cách xét tất cả các trường hợp đưa đến tình trạng khẩn cấp có thể xảy ra và được xử lý theo một giới hạn nào đó.

$$P_{AFC-I} = K_S \cdot \Delta P_{max}.$$

Hệ số an toàn K_S được lấy khoảng 1,05.

Những tải được đấu với những thiết bị AFC-II thì có công suất không nhỏ hơn 0,4 đến 0,5 lần công suất của ΔP_{AFC-I} .

Đối với cả hai cấp kiểm tra tần số, lượng công suất đầu những nhóm tác động của cả hai loại thì hầu như giống nhau, mà với một số lượng rất lớn những nhóm tác động sẽ cung cấp được một hệ thống mạch kiểm tra tần số linh hoạt không có những rủi ro của những tác động không mong muốn. Khi phân phối tải giữa các nhóm AFC, mức độ quan trọng của tải được đấu phải được xem xét cân nhắc kỹ lưỡng. Những tải quan trọng được đấu với những nhóm AFC-I có tần số chỉnh định thấp hơn và đấu với những nhóm AFC-II với những khoảng thời gian chỉnh định cao hơn.

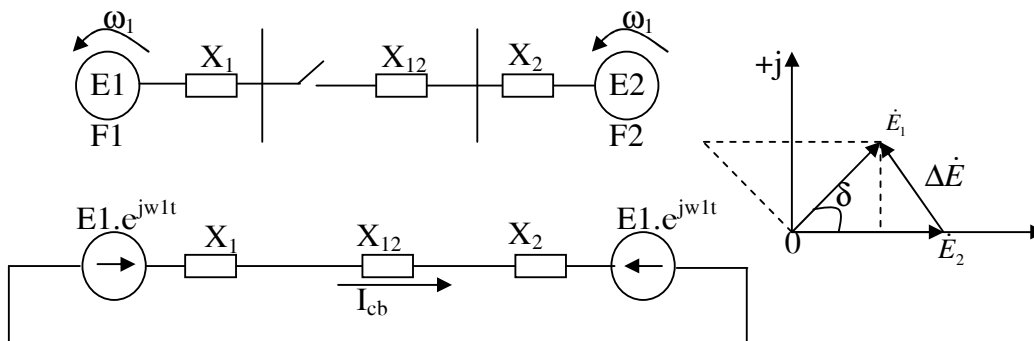
5.3 HOÀ ĐIỆN GIỮA CÁC MÁY PHÁT LÀM VIỆC SONG SONG.

5.3.1 Khái niệm chung

Các máy phát điện đồng bộ có thể làm việc song song trong hệ thống điện khi thoả mãn các điều kiện sau: rôto của các máy phát quay cùng một tốc độ góc như nhau, góc lệch pha tương đối giữa các rôto không vượt quá giới hạn cho phép và điện áp quy đổi ở đầu cực của các máy phát điện phải gần bằng nhau. Khi làm việc riêng lẻ, nói chung các máy phát điện không đồng bộ với nhau. Muốn cho chúng làm việc song song với nhau cần phải thoả mãn một số yêu cầu chính mà danh từ chuyên môn thường gọi là hoà điện.

Giả thiết có hai máy phát điện F1 và F2 có tốc độ góc quay ω_1, ω_2 . Suất điện động của từng máy là E_1, E_2 . Khi máy cắt mở, hai máy phát điện làm việc riêng lẻ. Hoà điện một máy nào đó với các máy khác thường xuất hiện dòng điện và công suất cân bằng. Dòng cân bằng có thể làm sụt áp của lưới điện và đôi khi nguy hiểm đối với máy phát và turbine. Dòng cân bằng khi hoà điện có thể xác định bằng hình học từ hiệu số hai véc tơ suất điện động của máy một và của máy hai cùng với sơ đồ tổng trở tương đương (hình 5.3):

$$\Delta \dot{E} = E_1 \cos \delta - E_2 + jE_1 \sin \delta$$



Hình 5.3 Sơ đồ nối điện, sơ đồ thay thế và sơ đồ vectơ của E_1 và E_2

với : δ - là góc lệch giữa hai vectơ suất điện động E_1 và E_2 tại thời điểm đóng vào. ΔE - được gọi là điện áp phách.

Từ đây tính dòng cân bằng:
$$I_{cb} = \frac{\Delta \dot{E}}{jx_{\Sigma}} = \frac{E_1}{x_{\Sigma}} \sin \delta + \left(\frac{E_2}{x_{\Sigma}} - \frac{E_1}{x_{\Sigma}} \cos \delta \right)$$

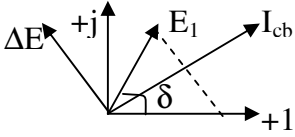
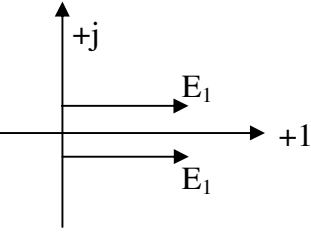
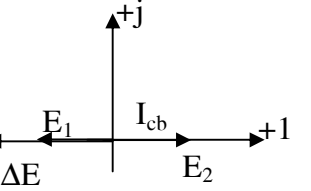
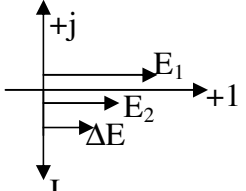
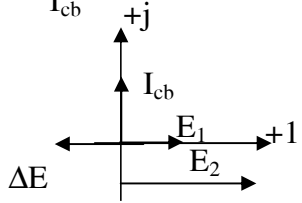
Trong đó: $x_{\Sigma} = x_1 + x_{12} + x_2$

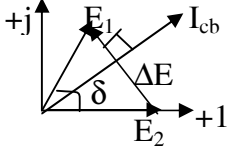
Khi muốn hoà điện phải đảm bảo những yêu cầu sau:

- Dòng điện cân bằng khi đóng máy cắt không vượt quá giá trị cho phép.
- Rôto của máy phát hoà điện sau khi đóng máy cắt phải quay đồng bộ với rôto của máy đang làm việc.

Ta xét các trường hợp có thể xảy ra trong lúc hoà điện trong bảng 5.2.

Bảng 5.2: Dòng I_{cb} với các giá trị khác nhau của E_1, E_2 và δ .

	Giản đồ vecto	Dòng cân bằng
$E_1 \neq E_2$ $\delta \neq 0^0$		$I_{cb} = \frac{E_1}{x_{\Sigma}} (\sin \delta + j \left(\frac{E_2}{x_{\Sigma}} - \frac{E_1}{x_{\Sigma}} \right) \cos \delta)$
$E_1 = E_2$ $\delta = 0^0$		$I_{cb} = 0$
$E_1 = E_2$ $\delta = 180^0$		$I_{cb} = -j \frac{2E}{x_{\Sigma}}$
$E_1 > E_2$ $\delta = 0^0$		$I_{cb} = -j \frac{E_1 - E_2}{x_{\Sigma}}$
$E_1 < E_2$ $\delta = 0^0$		$I_{cb} = j \frac{E_1 - E_2}{x_{\Sigma}}$

$E_1 = E_2$ $\delta \neq 0^0$		$I_{cb} = j \frac{E_1}{x_\Sigma} (\sin \delta + j(1 - \cos \delta))$
-------------------------------	---	--

Từ bảng 5.2, ta có :

1- $E_1 \neq E_2, \omega_1 = \omega_2, \delta = 0^0$

Do sự khác nhau điện áp sẽ xuất hiện dòng cân bằng.

Dòng này chỉ có thành phần phần kháng nên không có tác động cơ lên các thiết bị hệ thống điện nhưng làm giảm điện thế của các phần tử lân cận chỗ hoà.

2- $E_1 = E_2, \omega_1 = \omega_2, \delta \neq 0^0$

Ngoại trừ trường hợp $\theta = 180^0$, dòng cân bằng có chứa các thành phần thực. Nếu $E_1 > E_2$ sẽ có công suất thực chạy từ máy phát 1 sang máy phát 2. Kết quả là rôto của máy phát 1 bị hãm còn máy phát 2 tăng tốc và góc δ tiến tới trị số xác định lượng công suất truyền từ máy 1 sang máy 2. Thành phần dòng thực cực đại khi $\delta = 90^0$ và $\delta = 270^0$.

Khi $\delta = 180^0$, thành phần thực triệt tiêu, dòng cân bằng chỉ còn có thành phần kháng có giá trị rất lớn.

3 - $E_1 = E_2, \omega_1 \neq \omega_2, \delta = 0^0$

vào thời điểm đóng máy cắt khi $\delta = 0^0$ dòng cân bằng bằng không. Nếu $\omega_1 > \omega_2$; do dưới tác dụng động năng thừa rôto máy 1 vượt trước rôto máy 2. Máy 1 sẽ nhận thêm tải thực và sau đó rôto bị hãm bớt. Nếu tốc độ giữa máy 1 và máy 2 quá lớn thì sẽ không hoà đồng bộ được và sẽ xuất hiện chế độ không đồng bộ.

Từ các trường hợp khảo sát trên ta có thể có những kết luận sau:

-Hoà khi có lệch δ của các vecto điện áp thì dòng cân bằng có thành phần thực làm ảnh hưởng đến tác dụng của các phần tử trong hệ thống điện và có thể dẫn tới hư hỏng.

-Hoà khi tần số các máy khác nhau nhiều và có độ lệch điện áp sẽ xuất hiện dòng cân bằng có thành phần thực có thể dẫn đến chế độ mất đồng bộ lâu dài.

Trường hợp ít nguy hiểm nhất là khi điện áp khác nhau nhưng $\omega_1 = \omega_2$ và $\delta = 0^0$.

Những giá trị cho phép khi hoà của góc δ và độ lệch tần số $\Delta\omega$ giữa hai phần muốn hoà thay đổi tùy theo khoảng cách của đường dây nối với hệ thống, điện áp định mức của chúng, công suất hệ thống điện và loại máy điều chỉnh kích từ (loại tỷ lệ hay tác động nhanh).

5.3.2 Hoà Điện Chính Xác.

Việc hoà điện chính xác được tiến hành theo trình tự sau:

Trước khi cho một máy phát vào làm việc song song với các máy phát khác thì máy đó được kích từ trước. Lúc thấy số vòng quay và điện áp của máy sắp hoà xấp xỉ với số vòng quay và điện áp của máy đang làm việc thì chuẩn bị đóng máy cắt điện. Muốn cho dòng điện cân bằng lúc đóng máy cắt bằng không hay nhỏ nhất, phải chọn thời điểm đóng máy sao cho khi điện áp giữa hai máy không sai lệch nhau. Như vậy, khi đóng máy cắt xong hai máy đó sẽ làm việc đồng bộ với nhau. Hai điều kiện U và ω có thể thoả mãn, nhưng nếu chọn thời điểm đóng máy cắt không thật đúng lúc hoà điện sẽ xuất hiện điện áp trượt U_f (ΔE) và dòng điện cân bằng I_{cb} .

Những yêu cầu chính đối với máy hoà điện tự động:

Hoà đồng bộ chính xác các máy phát có thể thực hiện bằng tay hay tự động. Khi hoà bằng tay, người vận hành phải điều chỉnh các thông số máy phát phù hợp với điều kiện hoà. Để chọn thời điểm đóng máy cắt cần phải theo dõi volt kế của máy phát và hệ thống; tần số kế của máy phát và hệ thống; đồng hồ kế chỉ góc lệch pha giữa suất điện động của máy phát và điện áp thanh góp (thanh cái) hệ thống (đo góc δ). Để loại trừ trường hợp đóng nhầm khi góc δ còn lớn, thường trong mạch đóng cắt người ta chêm vào tiếp điểm rơle kiểm tra đồng bộ để chỉ cho phép máy cắt đóng trong giới hạn góc δ cho phép định trước.

Trong trường hợp hoà điện tự động máy phát với hệ thống điện, máy hoà điện phải đảm bảo các yêu cầu sau đây:

- $U_F = U_{HT}$ nghĩa là $U_f = 0$.
- $\omega_F = \omega_{HT}$ nghĩa là $\omega_f = 0$.
- Góc lệch pha giữa các vectơ điện áp khi đóng máy cắt bằng không ($\delta=0$), tức là phải chọn đúng thời điểm đóng máy phát điện vào làm việc song song với hệ thống.

Muốn thực hiện được các yêu cầu trên, các máy hoà điện tự động cần phải có các bộ phận làm nhiệm vụ:

- + Sang bằng điện áp ở đầu cực máy phát điện.
 - + Sang bằng tốc độ góc quay của các máy phát điện sẽ hoà với nhau.
 - + Chọn thời điểm đóng máy cắt để dòng cân bằng khi đóng máy cắt bé nhất.
- Bộ phận thứ nhất tác động lên bộ điều chỉnh điện áp (AVR) của máy phát.
 Bộ phận thứ hai tác động thay đổi tốc độ quay turbine của máy phát cần hoà.
 Bộ phận thứ ba chọn thời điểm đóng và phát tín hiệu đi đóng máy cắt cần hoà.

Máy hoà điện tự động (theo phương pháp hoà điện chính xác)

Hình 5.4 giới thiệu sơ đồ khối máy hoà đồng bộ tự động.

Máy hoà đồng bộ gồm các bộ phận sau:

Khối 1: bộ phận chọn thời điểm để đi đóng MC.

Khối 2: bộ phận kiểm tra tốc độ trượt, không cho MC đóng khi

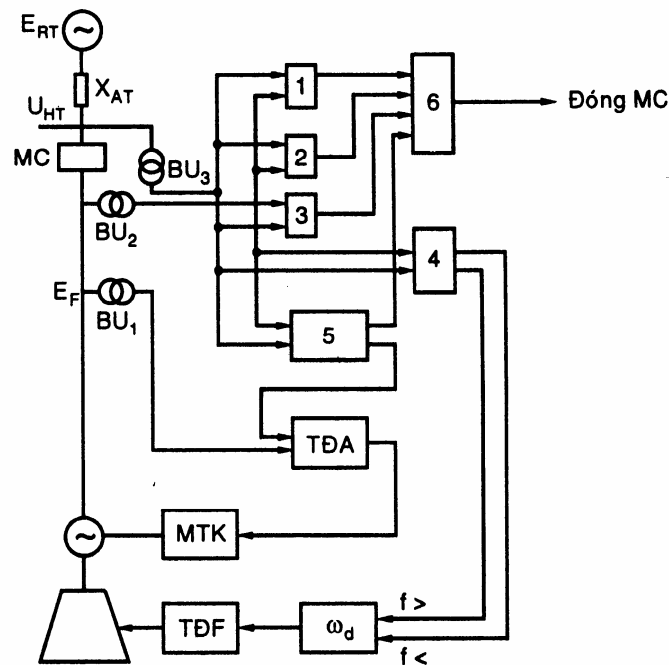
$\omega_f > \omega_f$ cho phép max.

Khối 3: bộ phận kiểm tra độ lệch điện áp giữa máy phát và hệ thống, không cho máy cắt đóng khi độ lệch điện áp lớn hơn giá trị cho phép cực đại.

Khối 4: bộ phận sang bằng tần số để làm giảm ω_f bằng cách tác động lên bộ phận thay đổi trị số đặt của máy điều chỉnh tốc độ quay turbine.

Khối 5: bộ phận sang bằng điện áp (đối với TĐA tác động tỉ lệ) hay bộ điều chỉnh trị số đặt của máy điều chỉnh điện áp (đối với TĐA tác động nhanh) để thay đổi trị số đặt của TĐA cho điện áp thanh góp.

Khối 6: sơ đồ logic đi đóng máy cắt khi các điều kiện hoà đồng bộ thoả mãn.



Hình 5.4 Sơ đồ khối của máy hoà đồng bộ

5.3.3 Tự Hoà Điện

Hoà điện bằng phương pháp chính xác cần có thời gian để sang bằng tần số, điện áp và chọn thời điểm đóng MC. Trong trường hợp sự cố cần huy động nhanh nguồn công suất dự trữ. Để rút ngắn thời gian hoà, cần giảm số lượng thông số kiểm soát. Không thể bỏ thông số tốc độ trượt vì độ trượt nhỏ cần thiết để kịp thời làm việc đồng bộ. Kiểm soát điện áp và góc lệch pha không nhất thiết nếu nối máy phát chưa kích từ vào hệ thống, sau đó đưa kích từ vào máy phát điện, nhờ những mômen xuất hiện trong quá trình máy phát khi hoà điện mà máy phát điện sẽ được kéo vào đồng bộ.

Hiện nay phương pháp tự hoà điện chủ yếu dùng cho nhà máy thủy điện để hoà điện các máy phát kể cả các loại lớn. Các máy phát điện turbine hơi nối

thành bộ với máy biến áp tăng áp có thể dùng phương pháp này với công suất lớn hơn 3MW.

Chú ý : Điểm đặc biệt của phương pháp tự hoà điện là : độ đột biến của dòng điện và công suất phản kháng khi đóng MC khá lớn, nhưng vì khi đóng máy vào lưới chưa có kích từ nên không xuất hiện độ đột biến lớn về công suất tác dụng và những lực tác dụng nguy hiểm. Nguyên nhân của độ đột biến này là : khi đóng máy phát chưa kích từ vào lưới điện thì sẽ có một dòng điện “ngắn mạch ”chạy qua các cuộn dây Stato(do bản thân cuộn dây stato của máy phát là một điện kháng).

Chương 6 BẢO VỆ ĐỘNG CƠ ĐIỆN

Động cơ điện là một tải quan trọng hệ thống điện công nghiệp . công suất và đặc tính làm việc của các động cơ khác nhau nhiều , khi bảo vệ động cơ cần khảo sát kỹ các đặc tính làm việc của động cơ , ví dụ như : thời gian và dòng điện khởi động phải được biết để bảo vệ quá tải, sức chịu đựng quá nhiệt của động cơ khi có tải không cân bằng, khi bị hãm. Các tình trạng phải kể đến khi tính toán bảo vệ cho động cơ là sự cố bên ngoài và ngắn mạch bên trong động cơ. Tình trạng không bình thường xảy ra cho động cơ là điện áp cung cấp cho động cơ không cân bằng, điện áp thấp, mất pha và khởi động thứ tự pha ngược. Sự cố xảy ra bên trong là hư trục động cơ, ngắn mạch giữa các pha mà thường gặp nhất là sự cố chạm đất và quá tải.

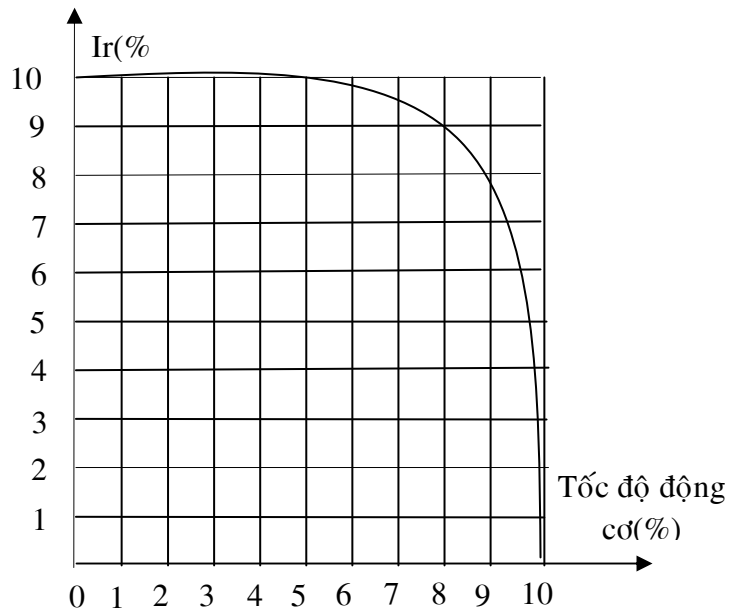
6.1. Dòng khởi động và dòng hãm của động cơ

6.1.1. dòng khởi động

Độ lớn và thời gian tồn tại của dòng khởi động và dòng hãm của động cơ (do sự cố phần cơ nào đó) là yếu tố quan trọng của việc lựa chọn thiết bị bảo vệ quá tải. Đặc tuyến của dòng khởi động dựa trên tốc độ và thời gian khởi động của động cơ. Dòng điện roto của một động cơ cảm ứng tính theo tốc độ trượt

$$I_r = \frac{KE}{\sqrt{\left(\frac{R^2}{S^2} + X^2\right)}}$$

với S: độ

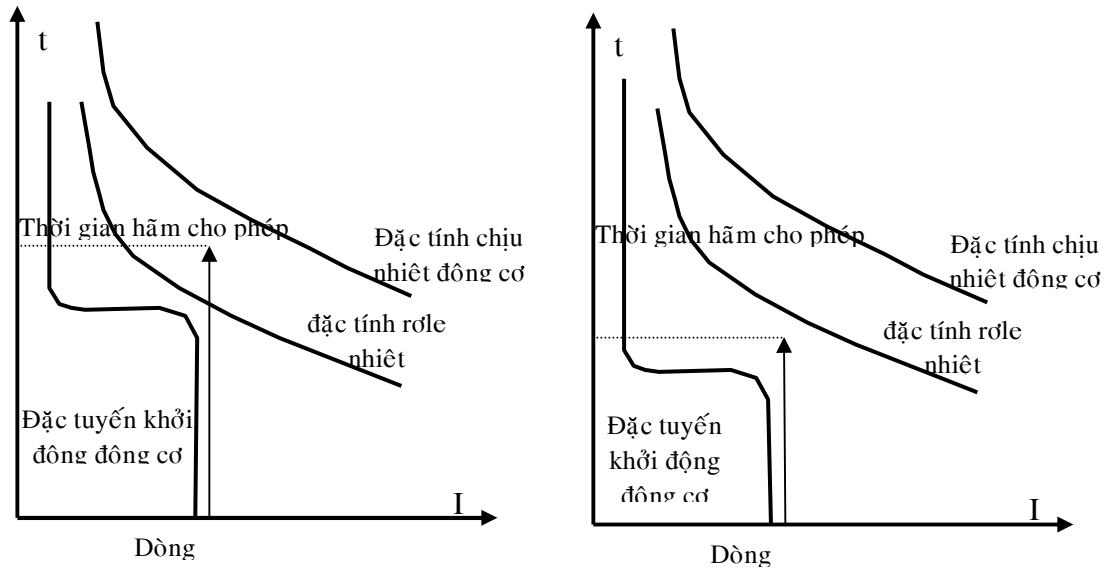


trượt ; R, X :điện trở , kháng trở của động cơ

Giả sử rằng trở kháng của động cơ bằng 10 lần điện trở , đường cong của động cơ có hình như ở (H.13.1). dựa vào đặc tuyến hình ta thấy dòng điện khởi động tồn theo bằng dòng điện khởi động lớn nhất cho đến khi động cơ đạt được tốc độ thông thường, do đó khi chọn dòng và thời gian của bảo vệ quá tải giả thiết rằng dòng khởi động là hằng số và bằng dòng khởi động lớn nhất trong thời gian khởi động lớn nhất trong thời gian khởi động .

6.1.2. Động cơ bị hãm

một động cơ có thể bị hãm hoặc không thể khởi động được do tải quá sức hay do một sự cố nào đó, kéo theo dòng điện cung cấp tăng cao, điều này nguy hiểm cho động cơ nếu van ϕ 3 tiếp tục như thế, vì không thể dùng chỉ số của dòng điện để phân biệt các trường hợp này nên dùng thời gian tồn tại lâu hơn



thời gian khởi động thông thường. thiết bị khởi động sẽ cắt động cơ nếu thời gian khởi động vượt quá thời gian cho phép. phần lớn các động cơ cảm ứng khởi động không quá 10s trong khi thời gian bị hãm không được vượt quá 20s. trong trường hợp động cơ đặc biệt có tải quán tính cao thời gian khởi động lâu hơn có thể gần bằng thời gian hãm thời gian hãm cho phép của động cơ, lúc này tùy thuộc vào loại rơle được sử dụng để chống quá tải, cần thiết dùng rơle khởi động bảo vệ chống bị hãm.

a) thời gian tác động rơle nhiệt nhỏ hơn thời gian hãm :rơle sẽ bảo vệ bị hãm

b) thời gian tác động rơle nhiệt lớn hơn thời gian hãm :rơle không bảo vệ hãm

việc cần hay không cần bảo vệ hãm tùy thuộc vào tỷ số thời gian khởi động bình thường với thời gian hãm cho phép, chẳng hạn như (H.7.2a) thấy rằng thời gian tác động rơle quá tải lớn hơn thời gian khởi động nhưng nhỏ hơn thời gian hãm cho phép, như thế rơle quá tải sẽ tự bảo vệ động cơ bị hãm.

Còn trong trường hợp(H.7.2b), thời gian làm việc rơle nhiệt quá tải lớn hơn thời gian hãm cho phép thì cần thiết thêm rơle chống hãm riêng.

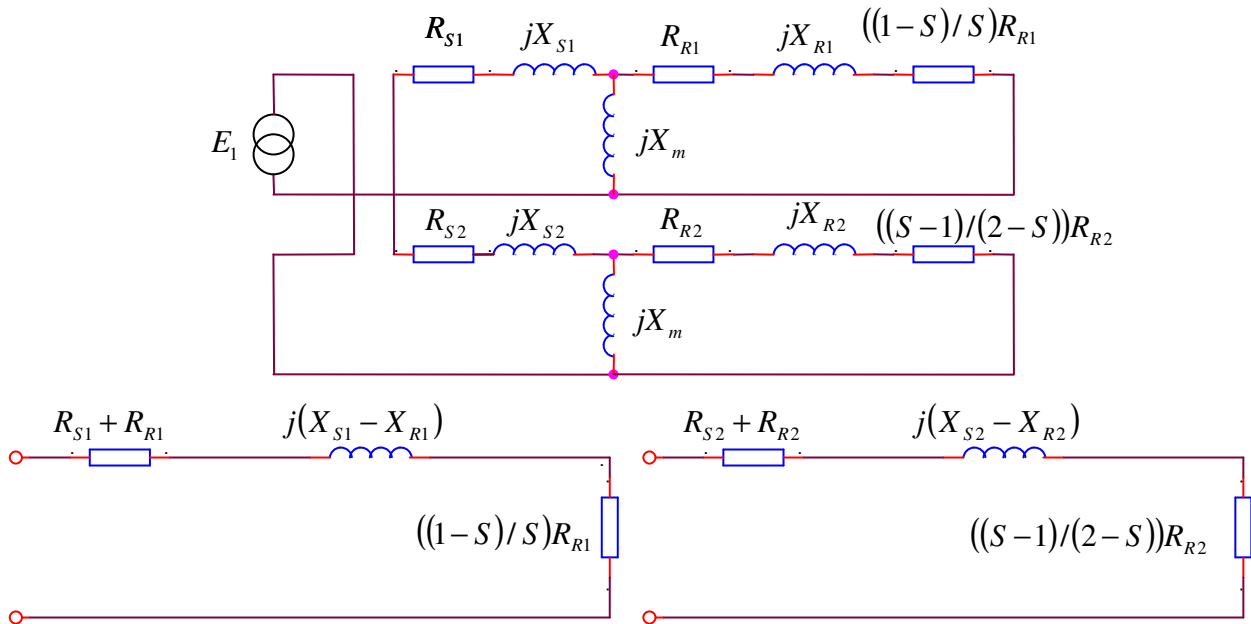
Một trường hợp khó khăn nữa thỉnh thoảng gặp là thời gian chịu hãm động cơ nhỏ hơn thời gian khởi động. Nếu bảo vệ hãm được yêu cầu lúc khởi động cũng như lúc đang chạy thì rơle hãm riêng biệt được liên kết với bộ đo tốc độ động cơ.

6.2. Những Tình Trạng Làm Việc Không Bình Thường Của Động Cơ

6.2.1. Hoạt động của động cơ điện cảm ứng 3 pha trong điều kiện điện áp không đối xứng

điện áp cung cấp cho động cơ có thể không đối xứng do: đứt 1 pha, sự cố các phát tuyến cung cấp... trường hợp gặp phải là mức độ không cân bằng điện áp (trừ trường hợp đứt 1 pha) sẽ không ảnh hưởng nhiều đến động cơ.

Điện áp không cân bằng có thể đưa đến quá nhiệt trong các cuộn dây trong động cơ. mạch tương đương của một động cơ có một pha hở mạch (H.7.3).



Hình 7.4 mạch tương đương của động cơ cảm ứng

Trong trường hợp đứt một pha, trong mạch tương đương tổng trở thứ tự thuận và thứ tự nghịch nối tiếp. Do đó dòng thứ tự thuận và dòng thứ tự nghịch bằng nhau. Trong đó: R_s - điện trở pha của stator, R_r - điện trở pha của rotor chuyển về phía stator; X_m - hồ cảm; X_s - kháng trở pha của stator; X_r - kháng trở pha của rotor chuyển về phía stator; S - độ trượt.

a. Dòng thứ tự thuận và nghịch. Trường hợp tổng quát sự không cân bằng của điện áp ba pha ảnh hưởng lên dòng thứ tự thuận và nghịch, giá trị thật của dòng thứ tự nghịch phụ thuộc vào mức độ không đối xứng của điện áp nguồn và tỷ số tổng trở thứ tự nghịch đối với thứ tự thuận của động cơ. Tỷ số này có thể tính từ mạch tương đương của động cơ cảm ứng (H.7.4) Trong đó bỏ qua tổng trở từ hóa của động cơ.

Tổng trở thứ tự thuận của động cơ ở bất kỳ độ trượt nào là:

$$Z_{M1} = \sqrt{\left[\left(R_{S1} + \frac{R_{R1}}{S} \right)^2 + (X_{S1} + X_{R1})^2 \right]}$$

Ở chế độ đứng yên, S=1:

$$Z_{M1} = \sqrt{\left[(R_{S1} + R_{R1})^2 + (X_{S1} + X_{R1})^2 \right]}$$

Tổng trở thứ tự nghịch khi theo độ trượt:

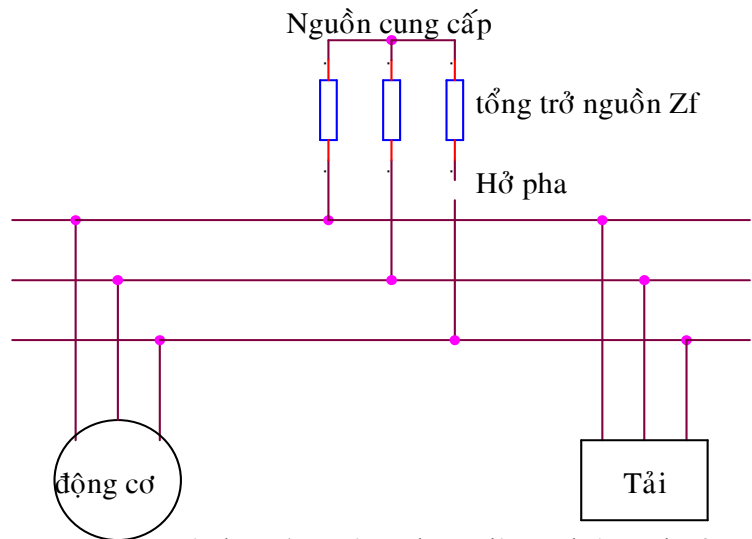
$$Z_{M2} = \sqrt{\left[\left(R_{S2} + \frac{R_{R2}}{2-S} \right)^2 + (X_{S2} + X_{R2})^2 \right]}$$

Khi tốc độ động cơ bình thường, S nhỏ, lúc đó:

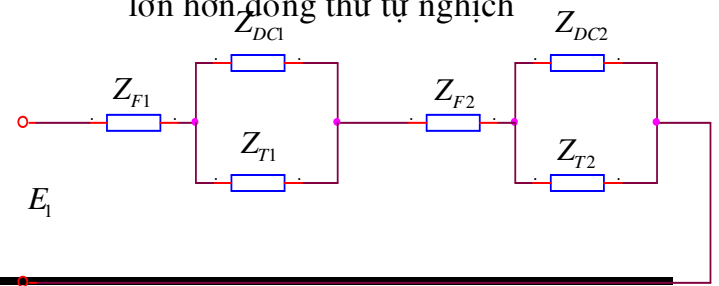
$$Z_{M2} = \sqrt{\left[\left(R_{S2} + \frac{R_{R2}}{2} \right)^2 + (X_{S2} + X_{R2})^2 \right]}$$

điện trở của động cơ thường nhỏ hơn điện kháng. Tổng trở thứ tự nghịch khi động cơ chạy bình thường có thể xấp xỉ bằng tổng trở thứ tự thuận khi động cơ đứng yên. tỷ số của tổng trở thứ tự thuận với tổng trở thứ tự nghịch ở tốc độ bình thường có thể gần bằng tỷ số của dòng điện khởi động với dòng điện chạy đầy tải. Do đó dòng điện thứ tự nghịch sẽ gần bằng với tích số của điện áp thứ tự nghịch và tỷ số dòng điện khởi động với dòng điện chạy đầy tải.

Thí dụ: Một động cơ cảm ứng có dòng điện khởi động bằng 6 lần dòng định mức, động cơ này được cung cấp với điện áp có điện áp thứ tự nghịch bằng 5% sẽ số dòng thứ tự nghịch bằng 30%. Nếu điện áp cung cấp có điện áp thứ tự nghịch lớn hơn 17% thành phần thứ tự thuận thì thành phần dòng thứ tự nghịch sẽ lớn hơn dòng thứ tự thuận. Nếu 1 pha bị hở có thể thành phần thứ tự nghịch vượt quá thành phần thứ tự thuận tùy



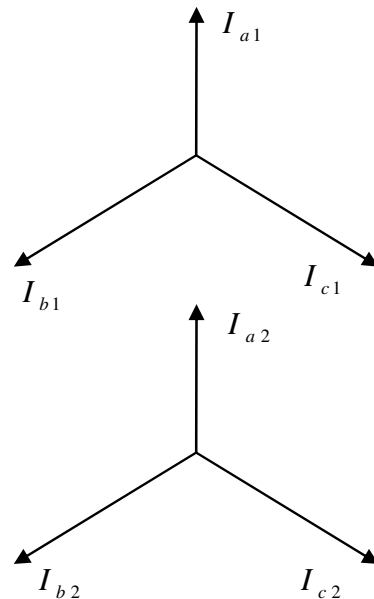
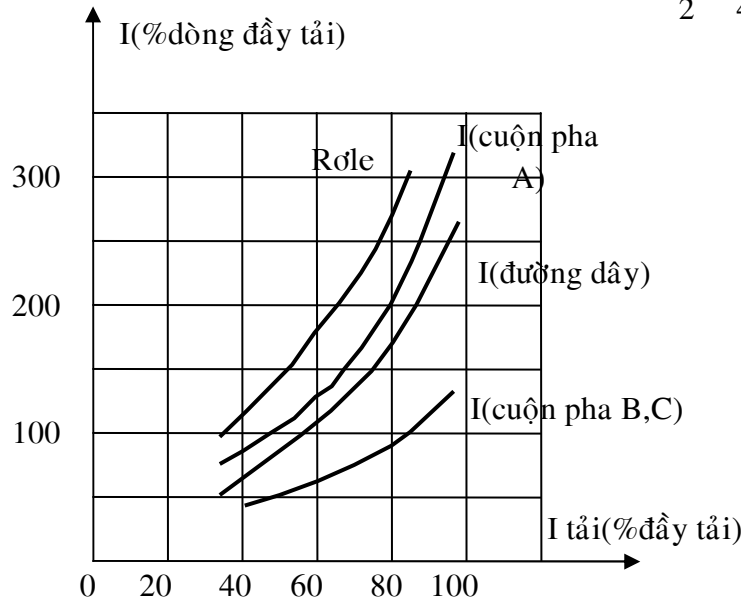
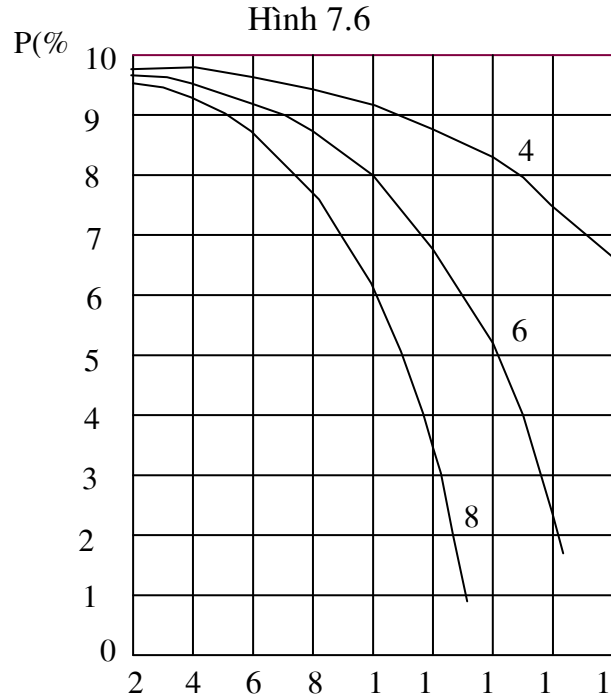
Hình 7.5 Trường hợp dòng thứ tự thuận lớn hơn dòng thứ tự nghịch



thuộc vào điểm hở mạch của nguồn. Nếu 1 động cơ và 1 tải không động cơ được cung cấp điện từ cùng thanh cái có hở mạch phía nguồn (H.7.5a). dòng thứ tự nghịch sẽ lớn hơn dòng thứ tự thuận trong mạch động cơ. Điều này có thể thấy ở mạch (H.7.5b).

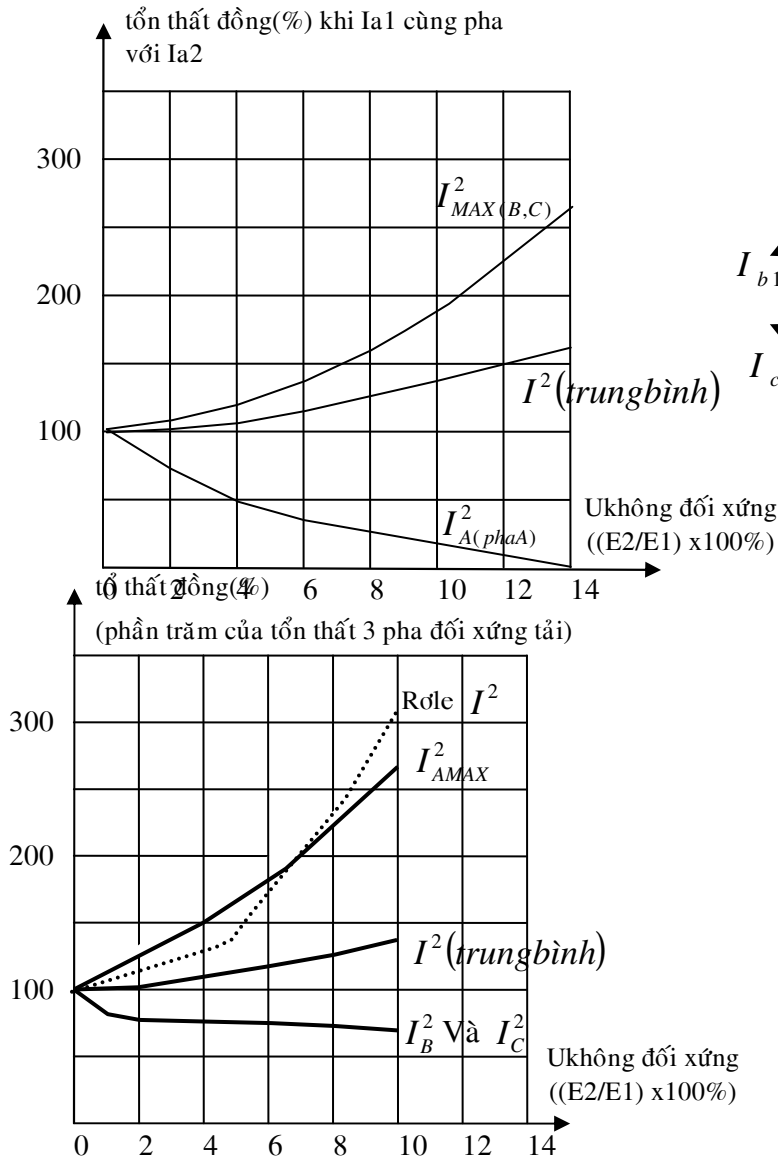
Các dòng thứ tự tổng là $(I_{D C1}+I_{T1})$ và $(I_{D C2}+I_{T2})$ thì bằng nhau, nhưng $Z_{D C2}<Z_{D C1}$. Vì thế sự phân phối của 2 dòng thành phần đi qua động cơ và mạch tải thì khác. Kết quả là dòng thứ tự nghịch vào động cơ sẽ lớn.

b. động cơ hoạt động điều kiện dòng không đối xứng. Thành phần dòng thứ tự nghịch không góp phần vào việc cung cấp cho momen quay của động cơ, thật sự có sinh ra momen thứ tự nghịch (do dòng thứ tự nghịch) thường nhỏ hơn 0,5%, momen đầy tải nên có thể



được bỏ qua. Ảnh hưởng chủ yếu của dòng thứ tự nghịch là làm cho tổn thất của động cơ tăng lên (chủ yếu là tổn thất đồng) vì vậy công suất sẽ ra giảm. Công suất đầu ra của động cơ có tỷ số dòng khởi động với dòng bình thường 4, 6 và 8 theo tỷ số áp thứ tự nghịch với thứ tự thuận cho ở (H.7.6).

sự tăng nhiệt độ trong cuộn dây pha sẽ truyền qua lõi sắt trong stator làm cho các cuộn dây còn lại cũng có nhiệt độ như thế. Nhiệt độ ổn định của cuộn dây mang dòng điện lớn nhất tỷ lệ với bình phương của dòng điện trong cuộn đó



(nếu máy có độ tản nhiệt thấp) và tỷ lệ với: $(I_A^2 + I_B^2 + I_C^2)/3$ nếu máy có độ tản nhiệt tốt giữa các pha. Thực sự, sự truyền nhiệt qua cuộn stator sẽ phụ thuộc vào mối quan hệ giữa các thành phần: thứ tự thuận và thứ tự nghịch của dòng điện không đối xứng. Trong

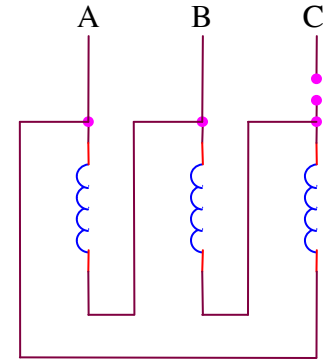
(H.7.7): Giả thiết thành phần dòng thứ tự thuận và thứ tự nghịch của pha A trùng pha, nếu thành phần thứ tự nghịch của điện áp cung cấp là 5%, thì thành phần dòng thứ tự nghịch sẽ là 30% đối với động cơ có tỷ lệ $Z1/Z2=6$. Giá trị của dòng pha (%): $I_A=1,3$; I_B và $I_C = 0,89$ sẽ có tổn thất đồng tương ứng pha của A là 1,69; B và C là 0,79. Trong trường hợp này chỉ có tổn thất đồng trên 1 pha là lớn hơn bình thường, 2 pha khác ngược lại đóng vai trò tản nhiệt tốt, như thế nhiệt độ pha sẽ cân bằng.

Ở (H.7.8) giả thiết thành phần thứ tự thuận và thứ tự nghịch của pha A lệch pha là 180^0 , điện áp cung cấp có thành phần thứ tự nghịch 3 pha là 5% thì dòng pha (%) $I_a=0,49$; I_b và $I_c =1,37$. Trong trường hợp này 2 pha có tổn thất đồng trên mức bình thường và chỉ có 1 pha đóng vai trò tản nhiệt. Trường hợp tổng quát khi sự mất cân bằng nhiều trên động cơ điện áp cao, nhiệt độ tăng có thể vượt quá nhiệt độ cho phép của động cơ.

6.2.2. Sử dụng rơle quá dòng để bảo vệ.

Dựa vào (H.7.9) dòng qua pha lớn nhất sẽ được phát hiện bằng 3 rơle quá dòng 1 pha. Nếu 1 pha nguồn bị hở mạch cho 1 động cơ nối Δ , mức tăng dòng điện (%) trong cuộn dây nối 2 pha nhỏ hơn mức dòng điện đường dây lúc đó rơle quá dòng 1 pha không thể bảo vệ hoàn toàn các cuộn dây stator động cơ.

Thí dụ : Động cơ cảm ứng, lồng sóc 12,5HP – hở mạch pha C như (H.7.9), giá trị dòng điện cuộn dây pha A sẽ lớn hơn dòng điện trên đường dây do đó rơle không thể bảo vệ toàn phần cuộn dây động cơ.



6.2.3. Sử dụng rơle không cân bằng pha.

Rơle này hoạt động khi dòng điện một trên đường dây vượt quá giá trị đặt, thường được sử dụng để bảo vệ động cơ khi nó hoạt động với điện áp không đối xứng. Tuy nhiên rơle này cũng có một số bất lợi như:

Nó chỉ hoạt động dựa trên sự khác nhau dòng điện dây, không dựa trên dòng điện pha, do đó nó không thể đo đúng giá trị dòng thứ tự nghịch mà thành phần dòng điện này là nguyên nhân gây nên quá nhiệt trong cuộn dây rotor động cơ.

Nó quá nhạy khi có không đối xứng nhỏ và một pha bị thấp làm cắt động cơ không cần thiết.

Trong điều kiện một pha bị thấp quá nhiệt có thể xảy ra trong cuộn stator nếu dòng điện trên một hay mỗi pha vượt quá dòng định mức, đặc biệt rơle loại này sẽ hoạt động với 40% I_{dm} trên 2 pha và cắt động cơ không cần thiết nhiệt độ rotor tăng lên do có dòng thứ tự nghịch, chỉ số thực sự làm tác động rơle theo trị số trên là $40/1,73\% = 23\%$. nói cách khác nhiệt độ tỷ lệ với $(0,23^2)$ hay 5,4% bình thường và có tổng nhiệt độ sẽ tỷ lệ với $(I_1^2 + I_2^2)$ hay 10% dòng đầy tải (không kể nhiệt độ do điện trở rotor).

Nếu động cơ hoạt động ở chế độ định mức và 3 pha trở thành không đối xứng có 12% dòng điện thứ tự nghịch trên 1 pha, rơle loại này sẽ hoạt động sau 15 phút. Nếu động cơ tiếp tục chạy đầy tải dòng điện thứ tự thuận từ 100% trị số và nhiệt độ trong cuộn dây stator được cho (H.7.7), (H.7.8).

Dòng thứ tự nghịch tương ứng với 12% dòng đường dây không đối xứng có thể xem là 8% tương ứng với điện áp thứ tự nghịch 1,3%, đối với motor có $Z_1/Z_2=6$. như đã biết, khi có không đối xứng nhỏ nhiệt sinh ra trong cuộn dây có dòng lớn nhất sẽ tản nhiệt qua lõi sắt đến các cuộn dây khác làm cho nhiệt độ các cuộn dây giống nhau, (H.7.7) cho thấy rằng sự gia tăng tổn thất đồng trung bình tương ứng với 1,3% điện áp thứ tự nghịch thì nhỏ hơn 1%, vì thế nhiệt độ cuộn dây trung bình sẽ như lúc đầy tải bình thường. nhiệt độ dòng thứ tự nghịch sẽ tỷ lệ với $(0,08^2)$ nghĩa là 0,64% bình thường. Khi nhiệt độ tương đối lớn hơn tạo bởi dòng thứ tự nghịch trong các cuộn dây rotor, dùng một rơle có trị số đặt này sẽ cắt động cơ trước để tránh quá nhiệt trong cuộn dây stator và rotor. nếu một rơle bảo vệ động cơ khi điện áp không đối xứng và theo dõi nhiệt độ của cuộn dây rotor, nó có thể định chính xác giá trị thành phần thứ tự nghịch của dòng đường dây không đối xứng. Nếu động cơ duy trì cùng công suất ra và tiếp tục chạy cùng tốc độ, điện áp không đối xứng như là khi đối xứng thành phần dòng đường dây thứ tự thuận sẽ giống như dòng 3 pha cân bằng, do đó nhiệt độ do thành phần thứ tự thuận sẽ giống khi điện áp đối xứng, nhiệt độ tăng lên sẽ là do sự hiện diện của thành phần thứ tự nghịch. Ảnh hưởng nhiệt của một đơn vị thành phần thứ tự nghịch thì lớn hơn một đơn vị dòng thứ tự thuận, khi chọn rơle bảo vệ động cơ phải lưu ý đến điều này.

Tổng quát: khi động cơ càng lớn thì càng nguy hiểm hơn khi có bất đối xứng, bởi vì điện trở rotor cao đối với dòng thứ tự nghịch 100Hz. Hơn nữa không cân bằng càng cao thì tổn thất của pha mang dòng điện cao hơn, không kịp tản nhiệt đến các pha khác.

6.2.4. Bảo vệ quá tải

Hiện nay có rất nhiều động cơ và sự đa dạng của chúng nên khi bảo vệ quá tải của những động cơ này có thể dựa vào những đặc điểm như sau ;

- Động cơ sử dụng cho tải dao động mà tổn thất của nó sẽ sinh ra trong quá trình vận hành, dùng rơle quá dòng có chỉnh định thời gian để bảo vệ động cơ này.
- Động cơ nối trực tiếp với tải ngắt nhanh chóng bất cứ sự quá tải nào có thể gây nên hư hỏng động cơ.

Nói chung tùy theo mỗi máy mà ta thiết kế phù hợp không nhất thiết bất cứ sự quá tải nào ta cũng cắt động cơ. Chú ý: khi thiết kế tránh tác động nhầm của rơle khi động cơ khởi động.

6.2.5. bảo vệ stator .

a. **Bảo vệ chống chạm đất stator.** Thông thường sự cố này do hư hỏng lớp cách điện , ta dùng rơle quá dòng cắt nhanh để bảo vệ sự cố này. giá trị đặt của rơle khoảng 20% I_{dm} nối từ dòng thứ tự không của 3 máy biến dòng.

Để rơle không hoạt động với dòng không cân bằng vì sự bão hoà của 1 hay nhiều máy biến dòng, do giá trị đỉnh nhọn của sự khởi động động cơ lúc đầu thường người ta nối tiếp với rơle điện trở ổn định.

b. **Bảo vệ chống chạm pha.** Sự cố nhiều pha ít xảy ra, dùng rơle quá dòng cách nhanh như bảo vệ chạm đất để bảo vệ, giá trị đặt của rơle khoảng $20\% I_{dm}$. Bảo vệ so lệch thỉnh thoảng được sử dụng cho các động cơ có công suất lớn và quan trọng.

c. **Bảo vệ chống chạm các vòng dây trong 1 pha.** Bảo vệ này chỉ nhận ra và tác động đúng khi các cuộn dây của stator được phân ra nhiều mạch.

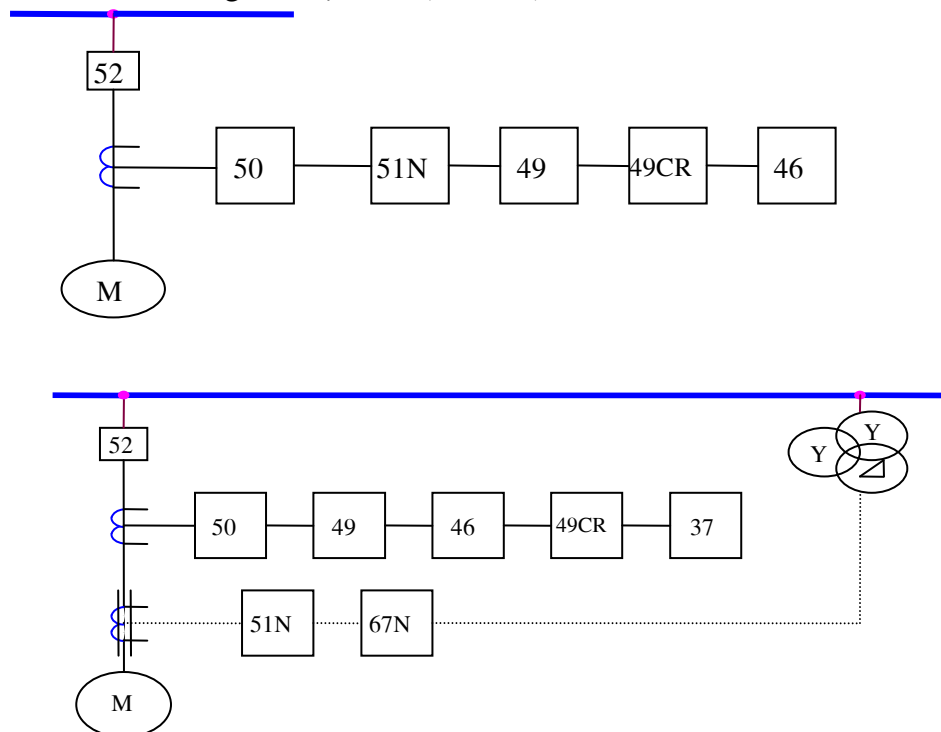
d. **Bảo vệ hư hỏng các cực.** Rơle quá dòng cắt nhanh được sử dụng để bảo vệ trong trường hợp này.

Chú ý: rơle có thể tác động nhầm khi dòng khởi động của động cơ lúc đầu.

Đối với động cơ đồng bộ cần có thêm các bảo vệ như: bảo vệ quá tải cuộn từ trường, bảo vệ chống quá tải đột ngột, bảo vệ công suất ngược, bảo vệ quá áp, thấp tần số ...

6.3. Các sơ đồ bảo vệ động cơ điện

a. Sơ đồ bảo vệ động cơ loại nhỏ (<1MW)



Bảng 7.1. đặc tính của cầu chì 350A.

Dòng hoạt động (A)	Thời gian hoạt động (s)
1500	20
3000	1,1
5000	0,17
8000	0,025
10000	0,01

Để phân biệt chọn lọc thời gian hoạt động cần thiết của rơle có thời gian cực dốc là: $0,01+(0,4.0,01)+15 \approx 0,17s$

- Trị số chỉnh định của rơle CDG14: Dòng sự cố lớn nhất = 31000A, trị số đặt rơle = 1500A, PSM rơle = $31000/1500 = 20,6$.

Thời gian hoạt động ở 20,6 lần dòng đặt và TMS=1 là 0,32s từ đó TMS cần chọn là $= 0,17/0,32 = 0,5$. Đặt tuyến của rơle G được vẽ trên (H.7.13b).

Bảng 7.2. Đặc tính của rơle

PMS	Dòng điện (A)	Thời gian
2	3000	$18.0,5 = 9$
3	4500	$6.0,5 = 3$
5	7500	$2,1.0,5 = 1,05$
10	15000	$0,6.0,5 = 0,3$
20	30000	$0,33.0,5 = 0,165$

b. sự phối hợp giữa cầu chì 1000A và rơle CDG 14 (rơle H). Dòng chỉnh định của rơle H chọn không đơn giản như rơle G bởi vì phần chọn lọc phân biệt với cầu chì 1000A. tổng quát, rơle được chỉnh định xấp xỉ 3 lần giá trị cầu chì là hợp lý. Vì vậy giá trị được chọn là 3000A (20%). Sự phân biệt tác động giữa rơle và cầu chì được đặt ở mức độ sự cố mà nguồn cung cấp công suất là 22MVA, có nghĩa là mức độ sự cố ở điện áp 415V có dòng chạm là 31000A, gấp 10,3 lần dòng điện đặt của rơle. Từ bảng đặc tính rơle thời gian hoạt động của cầu chì khi dòng chạm 31000A là nhỏ hơn 0,01s.

Bảng 7.3: Bảng số đặc tính của cầu chì 1000A.

Dòng hoạt động (A)	Thời gian hoạt động (s)
3000	100
4000	17
5000	4,7
7000	0,9
10000	0,15
22000	0,01

Thời gian hoạt động của rơle CDG 14 có thời gian rất dốc là: $0,1 + (0,4 \cdot 0,01) + 0,15 \approx 0,17s$

*trị số chỉnh định của rơle CDG14:

Dòng sự cố lớn nhất = 31000A.

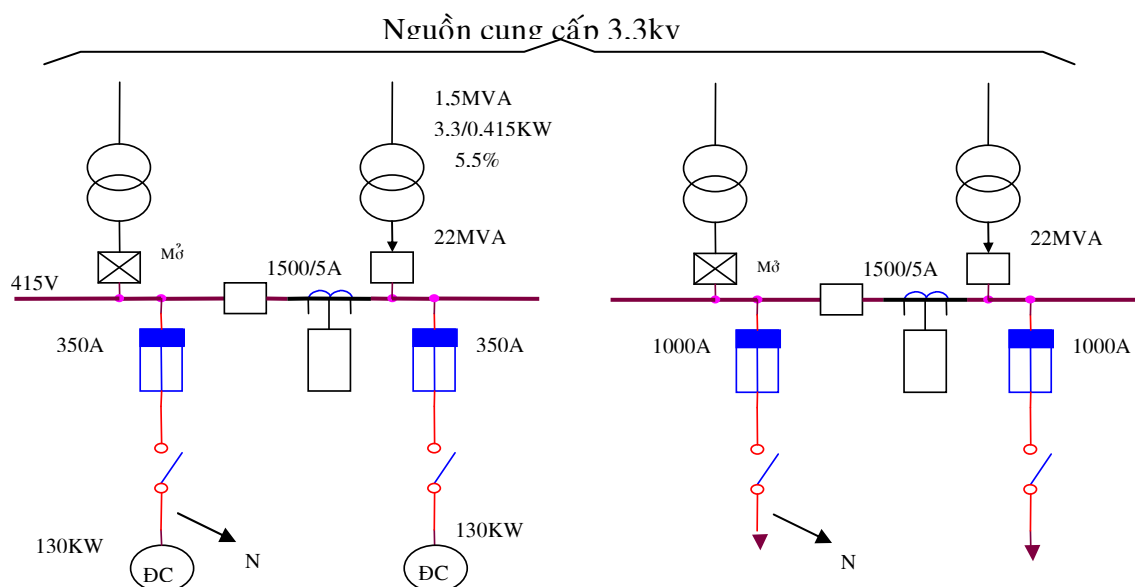
Trị số đặt dòng rơle = 3000A.

PSM rơle = $31000/3000 = 10,3$.

Thời gian hoạt động của rơle ở 20,6 dòng đặt và TSM=1 là 0,58s. Suy ra TMS cần chọn = $0,17/0,58 = 0,3$.

Bảng 7.4. đặc tính của rơle.

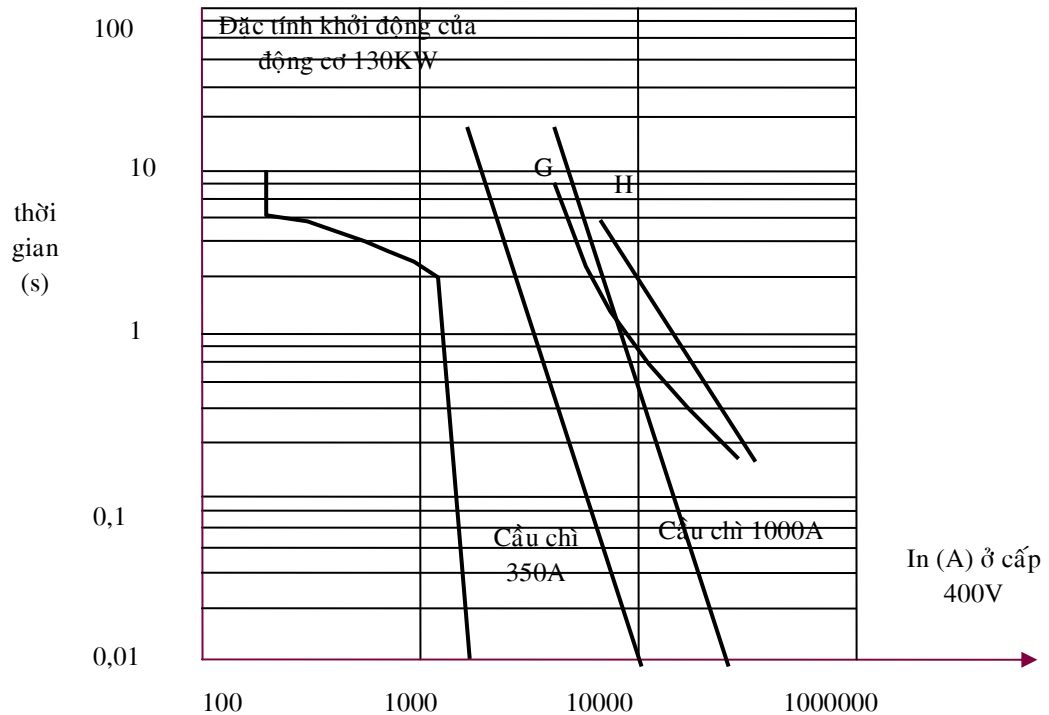
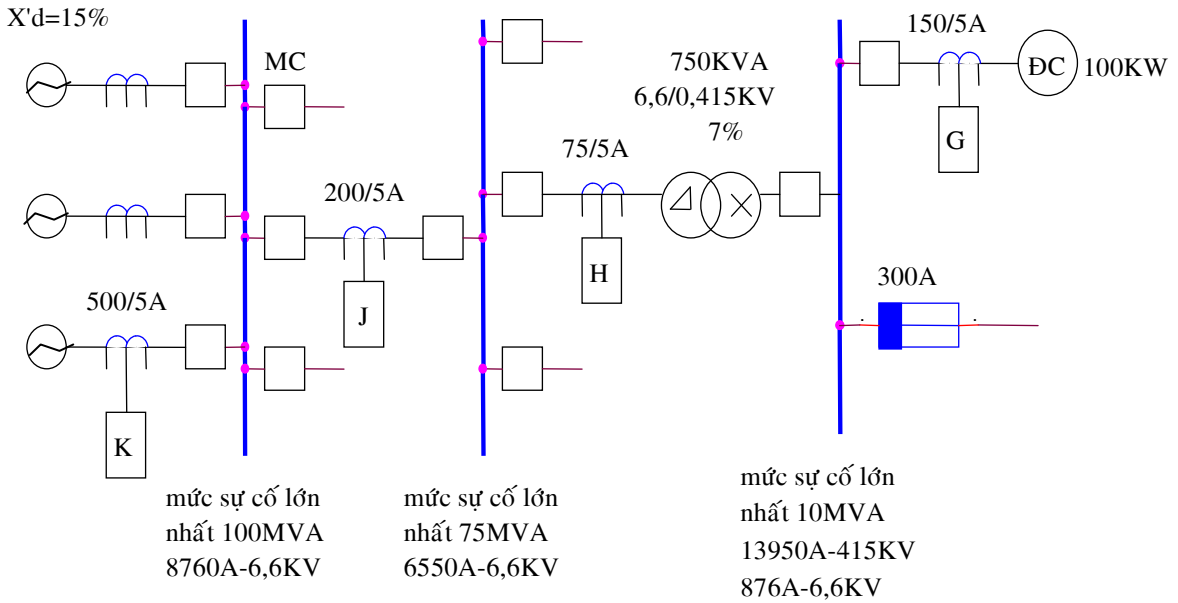
PMS	Dòng điện (A)	Thời gian
2	6000	$18 \cdot 0,3 = 5,4$
3	9000	$6 \cdot 0,3 = 1,8$
5	15000	$2,1 \cdot 0,3 = 0,63$
10	30000	$0,6 \cdot 0,3 = 0,18$
20	60000	$0,03 \cdot 0,3 = 0,099$

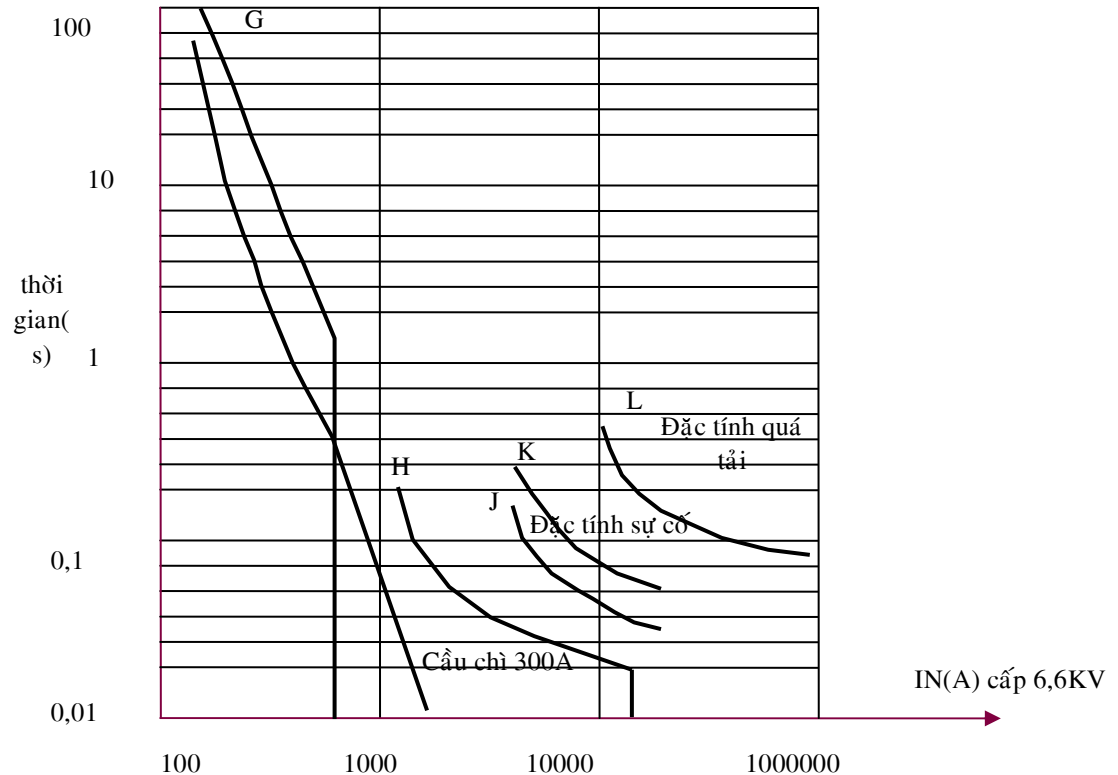


Đặc tuyến của rơle H được vẽ trên (H.7.13b).

Thí dụ 7.2: phối hợp rơle quá dòng trong hệ thống điện công nghiệp số liệu hệ thống như (H.7.14) với:

-Máy phát : 5MVA; 6,6KV; $x'_d=15\%$; được bảo vệ bằng rơle quá dòng thời gian độc CDV 62 (rơle).





-Phát tuyến 6,6KV: rơle quá dòng loại CDG 31 (rơle J) có đặc tính độ dốc chuẩn.

-Máy biến áp : 750KVA; 6,6/0,415KV ;7%; được bảo vệ bằng rơle quá dòng đặc tính thời gian rất dốc và phần tử quá dòng tác động nhanh, loại CDG63 (rơle H).

-Động cơ công nghiệp : được bảo vệ bằng rơle nhiệt độ với kết hợp của bảo vệ nhiệt độ của động cơ và phần tử quá dòng tác động nhanh để bảo vệ ngắn mạch.

-Cầu chì 300A. Đặc tính của cầu chì 300A cho bảng 7.4 và được vẽ trên (H.7.14b).

Bảng 7.5. Đặc tính cầu chì 300a.

Dòng điện hoạt động (A)		Thời gian hoạt động (s)
415V	6,6KV	
795	50	40
955	60	13
1160	70	6
1270	80	3
1590	100	0,9
2700	170	0,1

Phần tính toán :

***Động cơ**

-Rơle G (rơle động cơ). Công suất của động cơ là 100KW, 415V, dòng định mức là 140A. Dòng điện khởi động của động cơ là 840A và thời gian khởi động là 10s. trị số dòng đặt của rơle là 100% tương ứng 150A ở 415V hoặc 9,45A ở 6,6KV, có nghĩa là khoảng 13% dòng định mức khi đủ tải. Đặc tính của rơle được thể hiện trong bảng 7.6.

Bảng 7.6. Bảng đặc tính của rơle G.

Dòng điện hoạt động (A)		Thời gian hoạt động (s)	
415V	6,6KV	Lạnh	Nóng
1,25.150 = 184	11,57	1400	550
1,5.150 = 225	14,15	700	240
2.150 = 300	18,85	300	100
3.150 = 450	28,30	105	35
4.150 = 600	37,50	55	18
5.150 = 750	47,20	33	11
6.150 = 900	56,60	23	7,5

Dòng khởi động của động cơ là 480A ở 415V hay 52,8A ở 6,6KV. Ta chọn trị số chỉnh định của rơle bảo vệ cho động cơ này là 1,3 lần dòng điện mở máy : $1,3.840=1090A$ ở điện áp là 415V hay 68,5A ở điện áp 6,6KV. Đặc tuyến của rơle bảo vệ này được vẽ trên(H.7.14b).

• Máy biến áp 750KVA.

- Rơle H (CDG63). Rơle này là sự phối hợp của rơle quá dòng thời gian rất dốc CDG13 và phần tử quá dòng tác động nhanh CAD17. Trị số chỉnh định như sau:

+ Rơle quá dòng CDG13: Dòng điện định mức máy biến áp 750KVA là 65,7A ở điện áp 6,6KV và dòng điện đặt của rơle là 100% là 75A. chọn tỷ số biến dòng là 75/5A. cần phải phân biệt với cầu chì 300A ở mức độ sự cố lớn nhất của công suất hệ thống 10MVA là 13950A ở điện áp 415V và 876A ở điện áp 6,6KV.

Dòng sự cố lớn nhất ở điện áp 6,6KV=876A, dòng đặt của rơle là 75A ở điện áp 6,6KV, $PSM_{rơle}=876/75=11,5$.

Thời gian hoạt động tại 1,5 lần dòng đặt và $TMS=1$ là 1,42s.

Cần phân biệt giữa rơle và cầu chì 300A ở mức sự cố lớn nhất, thời gian rơle đòi hỏi sẽ là : $t_H=0,01+(0,4.0,01)+0,15 \approx 0,17s$.

Tính $TMS=0,17/1,42=0,12$ (chọn 0,15)

Bảng 7.7. đặc tính của rơle H.

PMS	Dòng điện ở 6,6KV(A)	Thời gian(s)
2	150	2,1
3	225	0,86
5	375	0,38
10	750	0,23
20	1500	0,18

+ CAG17: phần tử quá dòng tác động nhanh CAG17co1 thể có trị số đặc trên trị số khả năng thông qua máy lớn nhất của biến áp 750KVA :

$$65,7 \cdot (100/7) = 940 \text{ ở điện áp } 6,6\text{KV.}$$

Ta chọn 1,3 lần trị số trên : $1,3 \cdot 940\text{A} = 1220\text{A}$. Tương ứng với dòng thứ cấp $(1220 \cdot 5)/75 = 81,3\text{A}$. đặc tính của rơle này được vẽ trên (H.13.14b).

- **Phát tuyến 6,6KV (rơle J).**

Bảo vệ cho phát tuyến này ta dùng rơle quá dòng loại phụ thuộc chuẩn CDG11, cần phối hợp với rơle H (quá dòng cắt nhanh).

+ Rơle CDG11 : chọn BI 200/5A. trị chỉnh định của rơle này lớn hơn dòng đủ tải đủ tải trên phát tuyến này, dựa máy biến áp 750KVA và sự quá tải cho phép của nó. Mức độ dòng sự cố lớn nhất để phân biệt là 1220A ở điện áp 6,6KV. Trị số đặt của rơle là 200A ở 6,6KV.

$$\text{PMS rơle} = 1220/200 = 6,1.$$

Thời gian hoạt động tại PMS = 6,1 và TMS = 1 là 3,8s. thời gian tác động của rơle Hứng với sự cố 1220A là 0,19s

Phân biệt giữa rơle H và rơle J ở mức độ sự cố 1220A, phần tử tác động tức thời rơle H có Δ_t là : 0,4s. vì vậy thời gian hoạt động rơle J sẽ là : $t_j = 0,19 + 0,4 = 0,59\text{s}$

Vì vậy : chọn TMS = $0,59/3,8 = 0,155$. Từ đó đặc tính rơle J được cho ở bảng 7.8.

Bảng 7.8. đặc tính của rơle J.

PMS	Dòng điện ở 6,6KV(A)	Thời gian
2	400	1,55
3	600	0,98
5	1000	0,69
10	2000	0,46
20	4000	0,34

Đặc tuyến của rơle J được vẽ trên (H.7.14b).

- **Máy phát điện 5MVA.**

- Rơle K (CDV62). Rơle này có ba cực để kiểm tra điện áp, nhận ra khi điện áp mất nó làm việc với đặc tính kép. Nó thay đổi trị số đặt khi điện áp giảm thấp, khi đó giá trị đặc của rơle loại này còn khoảng 40% giá trị đặt ban đầu và nó hoạt động theo đặc tính riêng mà đặc tính này thì bao phủ các giá trị dòng ngắn mạch do bất cứ sự cố nào gây ra. Khi sự cố xảy ra tại thanh góp máy phát điện áp có thể bị mất hoặc dưới giá trị điện áp mà ta đặt. Rơle quá dòng sẽ thay đổi đặc tính hoạt động từ đường cong quá tải thành đường cong sự cố và giá trị chỉnh định sẽ giảm còn 40% trị số chỉnh định của nó. Trị số đặt hiệu quả lúc đó là: $0,4 \cdot 500 = 200A$. trị số này cần phân biệt với rơle J, điều này có nghĩa là trị số đặt của rơle K sẽ là 100%. (trị số BI là 500/5). Dòng ngắn mạch từ 1 điểm nào của máy phát 5MVA có thể là 2920A ở điện áp 6,6KV. Vì vậy mức độ sự cố lớn nhất được chọn tính là 2920A. trị số đặt của rơle dòng điện trên đặc tính sự cố là 200A ở 6,6 KV. $PSM \text{ rơle} = 2920/200 = 14,6$. Thời gian hoạt động ở $PSM = 14,6$ lần dòng đặt của đặc tính sự cố và $TMS = 1$ là 2,5s

Thời gian hoạt động của rơle J ở 2920A là 0,38s, $\Delta t = 0,4s$. vì vậy thời gian hoạt động của rơle K được yêu cầu là: $t_K = 0,38 + 0,4 = 0,78$

Suy ra: $TSM = 0,78/2,5 = 0,312$ (chọn 0,3)

Đặc tính sự cố của rơle K là :

Bảng 7.9 đặc tính sự cố của rơle K.

PMS	Dòng điện ở 6,6KV(A)	Thời gian
2	400	3
3	600	1,68
5	1000	1,29
10	2000	0,9
20	4000	0,66

Đặc tính quá tải của rơle K:

Bảng 7.10. đặc tính quá tải của rơle K.

PMS	Dòng điện ở 6,6KV (A)	Thời gian
2	400	3
3	600	1,86
5	1000	1,29
10	2000	0,9
20	4000	0,66

Đặc tuyến của các rơle được sử dụng trong các ví dụ phối hợp với việc các rơle và cầu chì được vẽ ở (H.13.15) ($TSM = 1$).

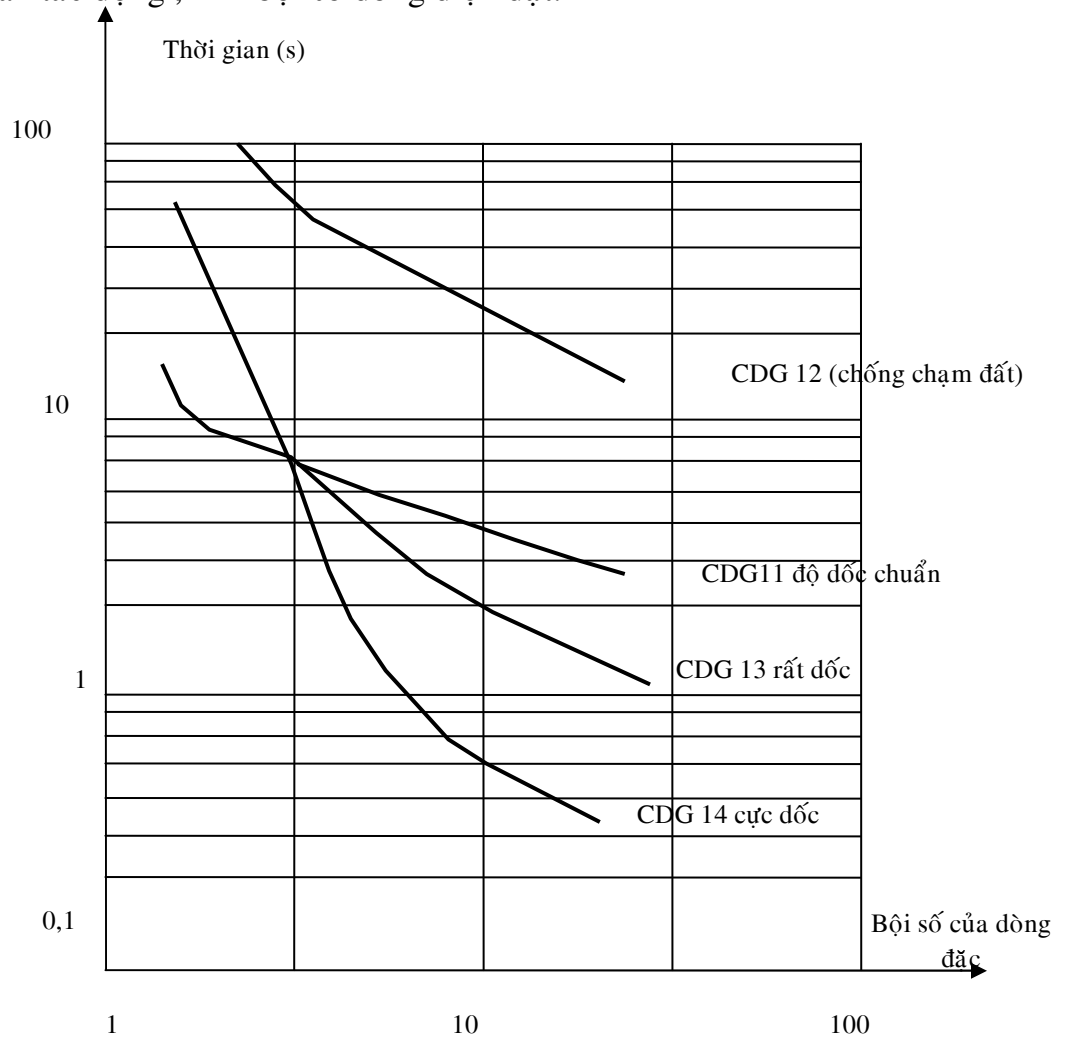
Các phương trình đặc tuyến thời gian – dòng điện :

Dốc chuẩn – SIT : $t = \frac{0,14}{m^{0,02} - 1}$;

Rất dốc – VIT : $t = \frac{13,5}{m - 1}$;

Cực dốc – EIT : $t = \frac{80}{m^2 - 1}$;

Với t – thời gian tác động , m – bội số dòng điện đặt.



MÃ SỐ RƠLE

- 21: Rơle bảo vệ khoảng cách.
- 21N: Bảo vệ khoảng cách, chống chạm đất.
- 24: Rơle quá từ.
- 25: Rơle kiểm tra đồng bộ.
- 26: Rơle nhiệt (dầu).
- 27: Rơle điện áp thấp.
- 30: Rơle chỉ thị vùng bảo vệ.
- 32F: Rơle định hướng công suất thứ tự thuận.
- 32R: Rơle định hướng công suất thứ tự nghịch.
- 33: Rơle chỉ thị mức dầu thấp.
- 37: Dòng điện thấp và công suất thấp.
- 40: Rơle phát hiện mất kích thích máy phát.
- 46: Rơle dòng cân bằng pha hay ngược pha (bảo vệ dòng thứ tự nghịch).
- 47: Rơle thứ tự pha.
- 48: Mất gia tốc.
- 49: Rơle nhiệt độ.
- 49R: Bảo vệ nhiệt độ Rôto.
- 49S: Bảo vệ nhiệt độ stato.
- 50: Rơle quá dòng cắt nhanh.
- 51BF: Rơle bảo vệ hư hỏng máy cắt.
- 50N: Quá dòng cắt nhanh chống chạm đất.
- 51: Rơle quá dòng cực đại.
- 51G: Quá dòng chống chạm đất.
- 51GS: Quá dòng chạm đất Stato.
- 51N: Quá dòng chống chạm đất thời gian trễ.
- 51V: quá dòng có kiểm tra điện áp.
- 52: Máy cắt AC.
- 59: Rơle quá điện áp.
- 59N: Rơle áp thứ tự không chống chạm đất.
- 60: Cân bằng dòng và điện áp.
- 62: Rơle thời gian.
- 63: Rơle áp suất.
- 64: Rơle chống chạm đất.

- 64R: Bảo vệ chống chạm đất rôto.
- 67: Rơle dòng định hướng.
- 67N: Rơle dòng định hướng chống chạm đất.
- 74: Rơle xoá giám sát mạch cắt.
- 76: Rơle quá dòng DC
- 78: Mất đồng bộ hay đo góc lệch pha.
- 79: Tự đóng trở lại.
- 80: Rơle phát hiện mất nguồn DC.
- 81: Rơle tần số.
- 85: Bảo vệ tần số cao, viba hay cáp quang (pilot).
- 86: Rơle cắt và khoá máy cắt.
- 87: Rơle so lệch dọc.
- 87G: So lệch máy phát.
- 87T: So lệch máy biến áp.
- 87B: So lệch thanh góp.
- 87M: So lệch động cơ.
- 87L: So lệch đường dây.
- 87N: So lệch chống chạm đất.
- 90: Rơle điều hoà điện thế.
- 92: Rơle định hướng công suất và điện áp.
- 95: Rơle phát hiện đứt mạch thứ cấp BI.
- 96: Rơle hơi.

ANH VIỆT ĐỐI CHIẾU

VIẾT TẮT	TIẾNG ANH	TIẾNG VIỆT
ACB	Air circuit breakers	Máy cắt không khí
ACR	Automatic circuit recloser	Máy cắt tự đóng lại
ADC	Analog digital converter	Bộ biến đổi tương tự _ số
AFC	Automatic frequency control	Điều khiển tần số tự động
AGC	Automatic generation control	Đk phân phối công suất tự động
ATS	Automatic transfer switch	Thiết bị chuyển nguồn tự động
AVR	Automatic voltage regulator	Bộ điều chỉnh điện áp tự động
ARS	Autoreclosing schemes	Sơ đồ tự đóng lại tự động
CB	circuit breakers	máy cắt
DAS	Data acquisition systems	Hệ thống thu thập dữ liệu
ELCB	Earth leakage circuit breakers	Máy cắt chống dòng rò
FCO	Fusse cut out	Cầu chì tự rơi
PT	Potential transformers	Máy biến điện áp
CT	Current transformers	Máy biến dòng điện
PLC	Programmable logic controller	
OCB	Oil circuit breakers	Máy cắt dầu
EHV	Extra high voltage	Siêu cao áp

Instantaneous overcurrent protection : bảo vệ quá dòng cắt nhanh.

Maximum overcurrent protection: bảo vệ quá dòng cực đại.

Back-up protection: bảo vệ dự trữ.

Differential protection: bảo vệ so lệch.

Transverse Differential protection: bảo vệ so lệch ngang.

Longitudinal Differential protection: bảo vệ so lệch dọc
Directional protection: bảo vệ có hướng

Tài liệu tham khảo

Bảo vệ rơle và tự động hoá trong hệ thống điện-Ts NGUYỄN HOÀNG
VIỆT.

Tự động hoá hệ thống điện – IA-D BARKAN 1981.

Power system protection and switchgear- Badri Ram-1995.