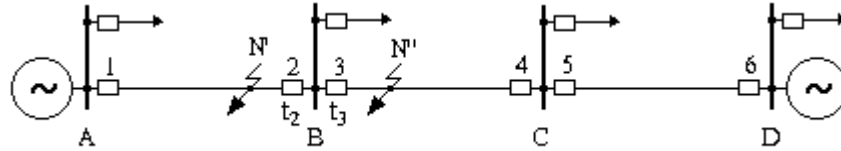


Chương 3:

BẢO VỆ DÒNG CÓ HƯỚNG

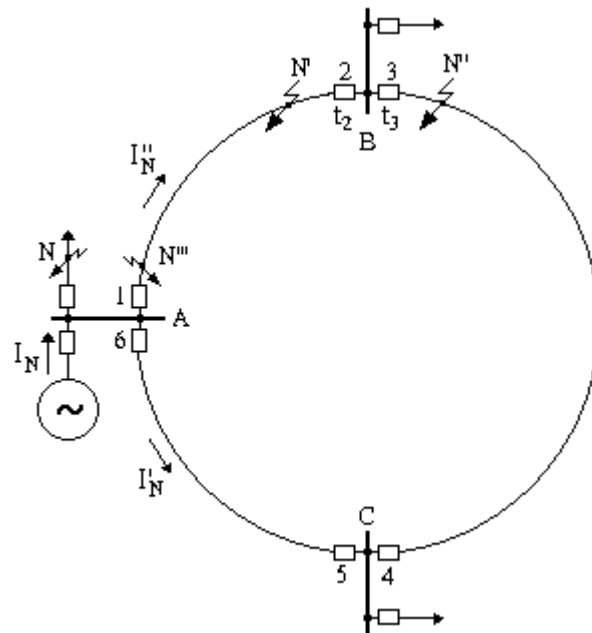
I. NGUYÊN TẮC TÁC ĐỘNG:



Hình 3.1 : Mạng hở có nguồn cung cấp 2 phía.

Để đảm bảo cắt chọn lọc hư hỏng trong mạng hở có một vài nguồn cung cấp, cũng như trong mạng vòng có một nguồn cung cấp từ khoảng năm 1910 người ta bắt đầu dùng bảo vệ dòng có hướng.

Bảo vệ dòng điện có hướng là loại bảo vệ phản ứng theo giá trị dòng điện tại chỗ nối bảo vệ và góc pha giữa dòng điện đó với điện áp trên thanh góp của trạm có đặt bảo vệ. Bảo vệ sẽ tác động nếu dòng điện vượt quá giá trị định trước (dòng khởi động I_{KD}) và góc pha phù hợp với trường hợp ngắn mạch trên đường dây được bảo vệ.



Hình 3.2 : Mạng vòng có 1 nguồn cung cấp

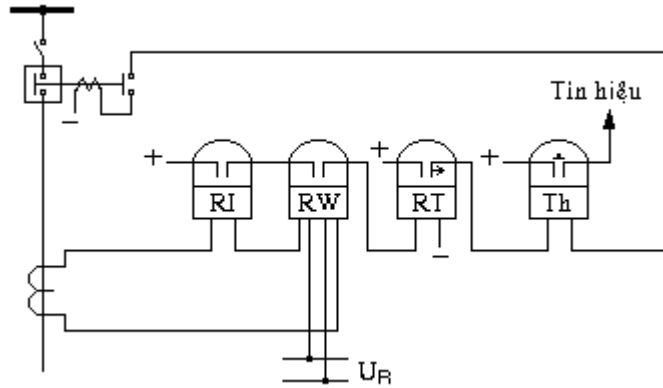
II. SƠ ĐỒ BV DÒNG CÓ HƯỚNG:

Trường hợp tổng quát, bảo vệ dòng điện có hướng gồm 3 bộ phận chính: **khởi động, định hướng công suất** và **tạo thời gian** (hình 3.3). Bộ phận định hướng công suất của bảo vệ được cung cấp từ máy biến dòng (BI) và máy biến điện áp (BU). Để bảo vệ tác động đi cắt, tất cả các bộ phận của bảo vệ cần phải tác động.

Bằng việc khảo sát sự làm việc của role định hướng công suất khi hư hỏng trong và ngoài vùng bảo vệ ta sẽ rút ra được những tính chất mới của bảo vệ dòng có thêm role định hướng công suất.

Khi ngắn mạch trên đoạn AB (tại điểm N' gần thanh góp B, hình 3.2) trong vùng tác động của bảo vệ 2, đồ thị vectơ các dòng điện I'_N , I''_N và $I_N = I'_N + I''_N$ như trên hình 3.4a. Các dòng điện này chậm sau sức điện động E_p của nguồn cung cấp một góc φ_{HT} và chúng tạo nên một góc φ_D so với áp dư U_{pB} trên thanh góp trạm B.

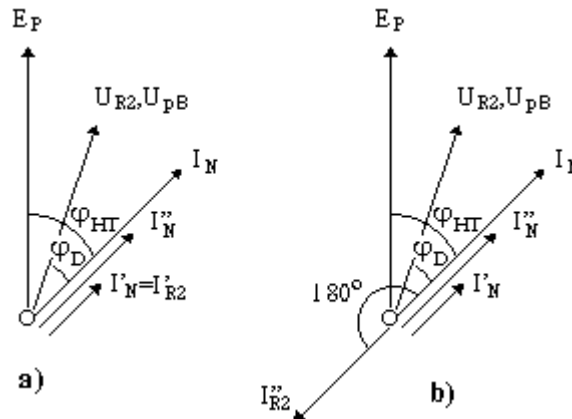
Khi ngắn mạch trên đoạn BC gần thanh góp B (điểm N'', hình 3.2), đồ thị vectơ các dòng điện đó thực tế vẫn giống như đối với điểm N' (hình 3.4b). Áp dư U_{PB} không thay đổi về góc pha. Nếu chọn dòng I_{R2} của bảo vệ 2 có hướng từ thanh góp B vào đường dây AB (hình 3.2) và lấy $U_{R2} = U_{PB}$ thì có thể xác định được quan hệ góc pha giữa I_{R2} và U_{R2} khi ngắn mạch ở điểm N' và N''.



Hình 3.3 : Sơ đồ nguyên lý 1 pha của bảo vệ dòng có hướng.

Lấy vectơ điện áp U_{R2} làm gốc để xác định góc pha của I_{R2} . Góc lệch pha được coi là dương khi dòng chậm sau áp và âm khi vượt trước.

Khi ngắn mạch ở N', công suất ngắn mạch hướng từ thanh góp B vào đường dây AB, lúc ấy $I'_{R2} = I'_N$ và $\varphi'_{R2} = \text{góc}(U_{R2}, I_{R2}) = \varphi_D$. Khi ngắn mạch ở N'' công suất ngắn mạch hướng từ đường dây AB đến thanh góp B, $I''_{R2} = -I''_N$ và $\varphi''_{R2} = \varphi_D - 180^\circ$. Như vậy khi dịch chuyển điểm hư hỏng từ vùng được bảo vệ ra vùng không được bảo vệ, góc pha của I_{R2} đặt vào role của bảo vệ 2 so với U_{R2} đã thay đổi 180° (giống như sự đổi hướng của công suất ngắn mạch). Nói role định hướng công suất thế nào để nó khởi động khi nhận được góc φ'_{R2} (công suất ngắn mạch hướng từ thanh góp vào đường dây) và không khởi động khi nhận được góc φ''_{R2} khác với φ'_{R2} một góc 180° (công suất ngắn mạch hướng từ đường dây vào thanh góp) và như vậy ta có thể thực hiện được bảo vệ có hướng.

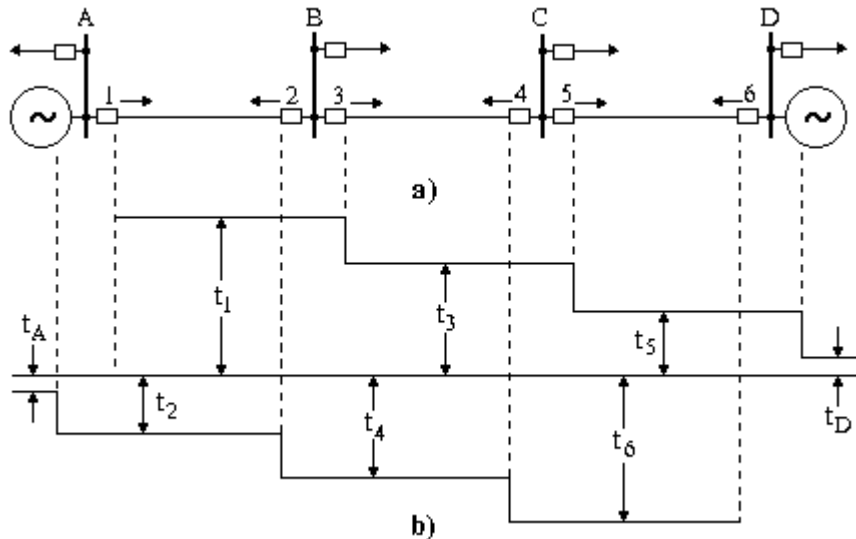


Hình 3.4 : Đồ thị vectơ áp và dòng khi hướng công suất NM đi từ thanh góp vào đường dây (a) và từ đường dây vào thanh góp (b)

III. THỜI GIAN LÀM VIỆC:

Bảo vệ dòng có hướng thường được thực hiện với *đặc tính thời gian độc lập*, thời gian làm việc của các bảo vệ được xác định theo **nguyên tắc bậc thang ngược chiều nhau**. Tất cả các bảo vệ của mạng được chia thành 2 nhóm theo hướng tác động của bộ phận định hướng công suất. Thời gian làm việc của mỗi nhóm được chọn theo nguyên tắc bậc thang như đã xét đối với bảo vệ dòng cực đại.

Xét ví dụ về nguyên tắc chọn thời gian làm việc của các bảo vệ trong mạng hở có nguồn cung cấp 2 phía (hình 3.5a).



Hình 3.5 : Đặc tính thời gian làm việc của các bảo vệ dòng có hướng

Bộ phận định hướng công suất chỉ làm việc khi hướng công suất ngắn mạch đi từ thanh góp vào đường dây được bảo vệ (quy ước vẽ bằng mũi tên ở bảo vệ). Các bảo vệ được chia thành 2 nhóm : 2, 4, 6, và 5, 3, 1.

Mỗi nhóm bảo vệ có thể chọn thời gian làm việc theo nguyên tắc bậc thang không phụ thuộc vào thời gian làm việc của nhóm kia. Trên hình 3.5b là đặc tính thời gian của các bảo vệ được chọn theo nguyên tắc bậc thang ngược chiều nhau.

Tương tự cũng có thể chọn thời gian làm việc của bảo vệ dòng cực đại có hướng cho mạng vòng có một nguồn cung cấp (hình 3.2). Điểm khác biệt là thời gian làm việc của bảo vệ 2 và 5 có thể chọn ≈ 0 .

IV. HIỆN TƯỢNG KHỞI ĐỘNG KHÔNG ĐỒNG THỜI:

Khi ngắn mạch, ví dụ ở đoạn AB rất gần thanh góp trạm A (điểm N''' - hình 3.2), hầu như toàn bộ dòng ngắn mạch đều hướng đến điểm ngắn mạch qua máy cắt 1, còn phần dòng chạy theo mạch vòng ngang qua máy cắt 6 rất bé (gần bằng 0). Kết quả là bảo vệ 2 sẽ không tác động được vào thời điểm đầu của ngắn mạch (dù rằng nó có thời gian làm việc bé nhất). Bảo vệ 1 của đường dây AB sẽ tác động trước cắt máy cắt 1, lúc ấy bảo vệ 2 mới có thể làm việc.

Hiện tượng 1 trong 2 bảo vệ ở hai phía của một đường dây chỉ có thể bắt đầu làm việc sau khi bảo vệ kia đã tác động và cắt máy cắt của mình được gọi là **hiện tượng khởi động không đồng thời** của các bảo vệ.

Phần chiều dài của đường dây được bảo vệ mà khi ngắn mạch trong đó sẽ xảy ra hiện tượng khởi động không đồng thời được gọi là **vùng khởi động không đồng thời**. Khởi động không đồng thời các bảo vệ là hiện tượng không tốt vì làm tăng thời gian loại trừ hư hỏng ở các mạng vòng.

V. DÒNG KHỞI ĐỘNG CỦA BẢO VỆ:

V.1. Chính định khởi dòng quá độ sau khi cắt ngắn mạch ngoài:

$$I_{KD} \geq \frac{k_{at} \cdot k_{mm}}{k_{tv}} \cdot I_{lvmax}$$

Trong đó: I_{lvmax} là dòng làm việc cực đại đi qua bảo vệ theo hướng phù hợp với hướng tác động của bộ phận định hướng công suất.

Một số bảo vệ dòng có hướng có thể không có bộ phận định hướng công suất (sẽ xét đến ở mục VI). Khi chọn dòng khởi động của các bảo vệ đó phải lấy I_{lvmax} không kể đến dấu của công suất phụ tải đi ngang qua bảo vệ. Chính vì vậy trong một số trường hợp để nâng cao độ nhạy của các bảo vệ, người ta vẫn đặt bộ phận định hướng công suất mặc dù về mặt thời gian để đảm bảo chọn lọc bảo vệ không cần phải có bộ phận này.

V.2. Chính định khởi dòng phụ tải:

Mạch điện áp của bảo vệ được cung cấp từ các BU có khả năng bị hư hỏng trong quá trình vận hành. Trị số và góc pha của điện áp U_R đặt vào role khi đó thay đổi và role định hướng công suất có thể xác định hướng không đúng. Để bảo vệ không tác động nhầm, dòng khởi động của bảo vệ cần chọn lớn hơn dòng phụ tải I_{lv} của đường dây được bảo vệ không phụ thuộc vào chiều của nó :

$$I_{KD} \geq \frac{k_{at}}{k_{tv}} \cdot I_{lv}$$

Trong một số trường hợp dòng khởi động chọn theo điều kiện này có thể lớn hơn theo điều kiện (a). Chẳng hạn như đối với bảo vệ 2 của đoạn gần nguồn trong mạng vòng (hình 3.2), công suất phụ tải luôn luôn hướng từ đường dây vào thanh góp, nếu không quan tâm đến hư hỏng trong mạch điện áp có thể chọn $I_{KD} < I_{lv}$. Để tăng độ nhạy của bảo vệ trong những trường hợp như vậy đôi khi cho phép chọn I_{KD} theo dòng phụ tải bình thường chứ không phải theo dòng làm việc cực đại với giả thiết là không hư hỏng mạch điện áp vào lúc phụ tải cực đại.

V.3. Chính định khởi dòng các pha không hư hỏng:

Đối với một số dạng hư hỏng, ví dụ $N^{(1)}$ trong mạng có trung tính nối đất trực tiếp, dòng các pha không hư hỏng bao gồm dòng phụ tải và dòng hư hỏng. Dòng này có thể rất lớn, role định hướng công suất nối vào dòng pha không hư hỏng có thể xác định không đúng dấu công suất ngắn mạch. Vì vậy dòng khởi động bảo vệ cần chọn lớn hơn giá trị cực đại của dòng các pha không hư hỏng.

Để tránh tác động nhầm người ta cũng có thể thực hiện sơ đồ tự động khóa bảo vệ khi trong mạng xuất hiện dòng thứ tự không. Để chống ngắn mạch chạm đất người ta dùng bảo vệ có hướng thứ tự không đặc biệt.

V.4. Phối hợp độ nhạy của bảo vệ các đoạn kề nhau:

Để phối hợp về độ nhạy giữa các bảo vệ cần chọn dòng khởi động của bảo vệ sau (thứ n - gần nguồn hơn) lớn hơn dòng cực đại đi qua nó khi ngắn mạch trong vùng tác động của bảo vệ trước (thứ $n-1$) kèm theo dòng ngắn mạch $I_N = I_{KDn-1}$, với I_{KDn-1} là dòng khởi động của bảo vệ thứ $n-1$. Việc phối hợp được thực hiện đối với các bảo vệ tác động theo cùng một hướng.

Đối với mạng vòng (hình 3.2) không thực hiện điều kiện này có thể làm cho bảo vệ tác động không đúng khi cắt hư hỏng không đồng thời. Trong mạng vòng có một nguồn cung cấp việc phối hợp về độ nhạy thực tế dẫn đến điều kiện chọn:

$$I_{KDn} \geq k_{at} \cdot I_{KDn-1}$$

Hệ số an toàn k_{at} kể đến sai số của BI và role dòng cũng như kể đến ảnh hưởng của dòng phụ tải ở các trạm trung gian.

VI. CHỖ CẦN ĐẶT BẢO VỆ CÓ BỘ PHẬN ĐỊNH HƯỚNG CÔNG SUẤT:

Khi chọn thời gian làm việc của bảo vệ dòng có hướng, chúng ta đã giả thiết tất cả các bảo vệ đều có bộ phận định hướng công suất. Tuy nhiên trong thực tế chúng chỉ cần thiết khi tính chọn lọc không thể đảm bảo được bằng cách chọn thời gian làm việc. Hay nói cách khác, bảo vệ sẽ không cần phải có bộ phận định hướng công suất nếu thời gian làm việc của nó lớn hơn thời gian làm việc của bảo vệ tất cả các phần tử khác trong trạm.

Ví dụ như khảo sát tác động của các bảo vệ trên hình 3.5 ta thấy rằng bảo vệ 6 có thể không cần bộ phận định hướng công suất, vì tính chọn lọc tác động của nó khi ngắn mạch ở các phần tử khác của trạm D được đảm bảo bằng thời gian làm việc $t_6 > t_b$. Cũng có thể thấy rằng bảo vệ 5 đặt ở đầu kia của đường dây CD có thời gian $t_5 < t_6$ và cần phải có bộ phận định hướng công suất. Như vậy ở mỗi một đường dây của mạng chỉ cần đặt bộ phận định hướng công suất cho bảo vệ ở đầu có thời gian làm việc bé hơn. Khi thời gian làm việc của cả 2 bảo vệ của một đường dây bằng nhau thì cả 2 không cần đặt bộ phận định hướng công suất.

Do vậy trong một số trường hợp, bằng cách tăng thời gian làm việc của các bảo vệ so với trị số tính toán, có thể không cần đặt bộ phận định hướng công suất ở phần lớn các bảo vệ của mạng.

VII. ĐỘ NHẠY CỦA BẢO VỆ :

Độ nhạy của bảo vệ dòng cực đại có hướng được quyết định bởi hai bộ phận: khởi động dòng và định hướng công suất. Độ nhạy về dòng của bảo vệ được tính toán giống như đối với bảo vệ dòng cực đại.

Điều cần quan tâm đối với bảo vệ dòng có hướng là độ nhạy của bộ phận định hướng công suất. Khi xảy ra $N^{(3)}$ ở đầu đường dây được bảo vệ gần chỗ nối bảo vệ, điện áp từ các BU đưa vào bảo vệ có giá trị gần bằng không. Trong trường hợp này, bảo vệ và role định hướng công suất sẽ không khởi động.

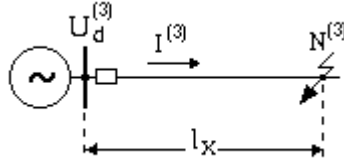
Vì vậy độ nhạy của bộ phận định hướng công suất được đặc trưng bằng *vùng chết*. Vùng chết là phần chiều dài đường dây được bảo vệ mà khi ngắn mạch trực tiếp trong đó bảo vệ sẽ không khởi động do áp đưa vào role định hướng công suất bé hơn áp khởi động tối thiểu U_{KDRmin} của nó.

Kinh nghiệm vận hành cho thấy ở mạng điện trên không vùng chết ít xuất hiện hơn so với ở mạng cáp, vì trong các mạng cáp thường xảy ra $N^{(3)}$ hơn.

Xét sơ đồ hình 3.6, gọi chiều dài vùng chết là l_x , áp dư tại chỗ đặt bảo vệ khi ngắn mạch 3 pha tại điểm N (điểm giới hạn của vùng chết) là:

$$U_d^{(3)} = \sqrt{3} \cdot I^{(3)} \cdot Z_1 \cdot l_x$$

trong đó Z_1 : tổng trở thứ tự thuận của 1Km đường dây.



Hình 3.6 : Ngắn mạch 3 pha trực tiếp ở biên giới của vùng chết

Trường hợp bộ phận định hướng dùng rơle điện cơ, để rơle có thể khởi động ở giới hạn của vùng chết cần có :

$$U_R \cdot \cos(\varphi_R + \alpha) = U_{KDRmin}$$

Mặt khác ta có:

$$U_R = \frac{U_d^{(3)}}{n_U} = \frac{\sqrt{3}}{n_U} I^{(3)} \cdot Z_1 \cdot l_x$$

Với φ_R : góc giữa U_R và I_R

α : góc phụ của rơle, tùy thuộc cấu trúc của rơle

n_U : tỷ số biến đổi của BU

Như vậy :

$$l_x = \frac{n_U}{\sqrt{3}Z_1} \cdot \frac{U_{KDRmin}}{I^{(3)} \cdot \cos \varphi_R \cdot \alpha}$$

VIII. ĐẶC TÍNH CỦA RƠLE ĐỊNH HƯỚNG CÔNG SUẤT:

Trong tr.hợp lí tưởng, sự làm việc của rơle định hướng công suất thực hiện theo nguyên tắc điện cơ (ví dụ, rơle cảm ứng) cũng như theo các nguyên tắc khác (ví dụ, rơle so sánh trị tuyệt đối các đại lượng điện) được xác định bằng biểu thức:

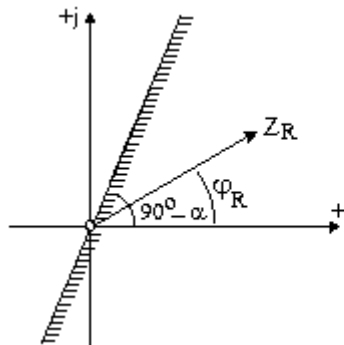
$$\cos(\varphi_R + \alpha) \geq 0 \quad (3.1)$$

Như vậy phạm vi góc φ_R mà rơle có thể khởi động được là:

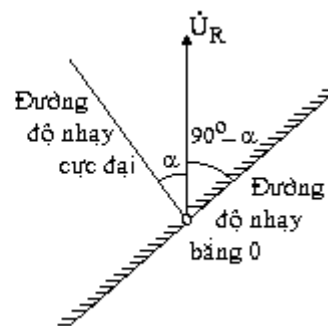
$$90^\circ \geq (\varphi_R + \alpha) \geq -90^\circ$$

hay

$$(90^\circ - \alpha) \geq \varphi_R \geq -(90^\circ + \alpha) \quad (3.2)$$



Hình 3.7 : Đặc tính góc của rơle định hướng công suất trong mặt phẳng phức tổng trở



Hình 3.8 : Đặc tính góc của rơle định hướng công suất trong mặt phẳng phức tổng trở khi có định vectơ áp U_R

Đặc tính của role theo biểu thức (3.2) được gọi là *đặc tính góc*, có thể biểu diễn trên mặt phẳng phức tổng trở $Z_R = \dot{U}_R / \dot{I}_R$ (hình 3.7)

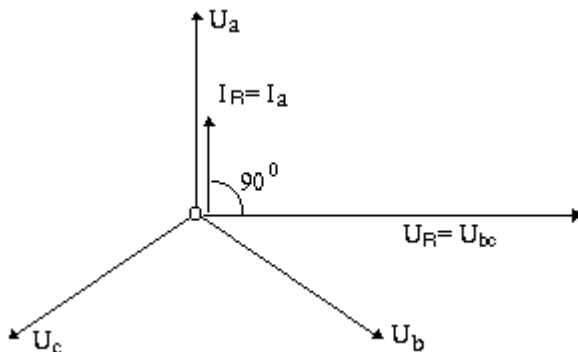
Góc φ_R được tính từ trục thực (+) theo hướng ngược chiều kim đồng hồ. Vectơ dòng I_R được giả thiết là cố định trên trục (+), còn vectơ U_R và Z_R quay đi một góc φ_R so với vectơ I_R . Trong mặt phẳng phức, đặc tính góc theo biểu thức (3.2) được biểu diễn bằng đường thẳng đi qua gốc tọa độ nghiêng một góc $(90^\circ - \alpha)$ so với trục (+). Đường thẳng này chia mặt phẳng phức thành 2 phần, phần có gạch chéo (hình 3.7) tương ứng với các góc φ_R mà lúc đó role định hướng công suất có thể khởi động được.

Biểu diễn đặc tính góc trên mặt phẳng phức tổng trở rất tiện lợi để khảo sát sự làm việc của role định hướng công suất đối với các dạng ngắn mạch khác nhau trong mạng điện. Trong một số trường hợp, người ta cố định hướng vectơ áp U_R (hình 3.8). Phạm vi tác động được giới hạn bởi một đường thẳng còn gọi là *đường độ nhạy bằng 0* (vì $\cos(\varphi_R + \alpha) = 0$). Đường thẳng này lệch so với U_R một góc $(90^\circ - \alpha)$ theo chiều kim đồng hồ. *Đường độ nhạy cực đại* (tương ứng với $\cos(\varphi_R + \alpha) = 1$) thẳng góc với đường độ nhạy bằng 0 và lệch so với U_R một góc α ngược chiều kim đồng hồ, góc tương ứng với nó $\varphi_R = \varphi_{Rn \max} = -\alpha$ được gọi là *góc độ nhạy cực đại*.

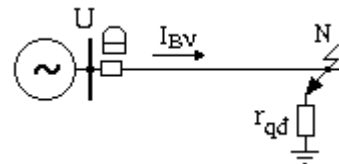
IX. NỐI ROLE ĐỊNH HƯỚNG CÔNG SUẤT VÀO DÒNG PHA VÀ ÁP DÂY THEO SƠ ĐỒ 90° :

Bảng 3.1:

STT của role	I_R	U_R
1	I_a	U_{bc}
2	I_b	U_{ca}
3	I_c	U_{ab}



Hình 3.9 : Đồ thị vectơ áp và dòng khi nối role định hướng công suất theo sơ đồ 90°



Hình 3.10 : Ngắn mạch trên đường dây

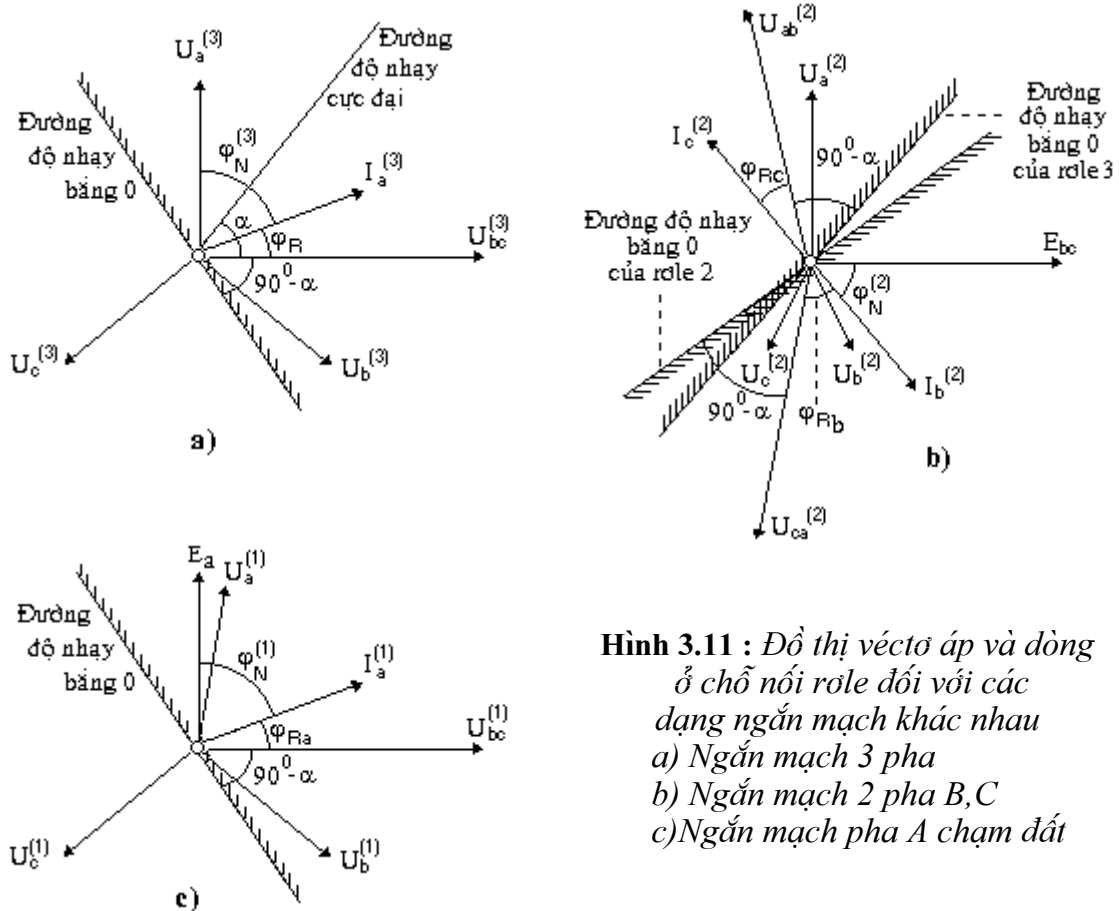
Trong sơ đồ này (bảng 3.1 và hình 3.9), đưa đến các đầu cực role là dòng một pha (ví dụ đối với role số 1, dòng $I_R = I_a$) và áp giữa hai pha khác (tương ứng $U_R = U_{bc}$) chậm sau dòng pha đó một góc 90° với giả thiết là dòng (I_a) trùng pha với áp pha cùng tên (U_a). Qua khảo sát cho thấy rằng, để sơ đồ làm việc đúng đắn cần có góc lệch của role $\alpha \approx 30^\circ \div 45^\circ$, do đó role sẽ phản ứng với $\cos(\varphi_R + (30 \div 45^\circ))$. Việc kiểm tra hoạt động của sơ đồ đối với các dạng ngắn mạch khác nhau có thể thực hiện bằng cách cho vị trí của vectơ U_R cố định và vectơ dòng I_R xoay quanh

nó. Đường độ nhạy bằng 0 lúc đó lệch so với véctơ điện áp U_R một góc $90^\circ - \alpha$ (về phía chậm sau), còn đường độ nhạy cực đại vượt trước U_R một góc α .

IX.1. Ngắn mạch 3 pha đối xứng:

Tất cả các role của sơ đồ đều làm việc trong những điều kiện giống nhau. Vì vậy ta chỉ khảo sát sự làm việc của một role (role số 1) có $I_{1R} = I_a^{(3)}$ và $U_{1R} = U_{bc}^{(3)}$. Đồ thị véctơ áp $U_{bc}^{(3)}$ ở chỗ nối role và véctơ dòng $I_a^{(3)}$ như trên hình 3.11a. Đường độ nhạy bằng 0 lệch với điện áp $U_{bc}^{(3)}$ một góc $90^\circ - 45^\circ = 45^\circ$ (giả thiết role có góc $\alpha = 45^\circ$). Góc $\varphi_N^{(3)}$ giữa $I_a^{(3)}$ và $U_a^{(3)}$ được xác định bằng tổng trở thụ tự thuận một pha của phần đường dây trước điểm ngắn mạch N và điện trở quá độ r_{qd} ở chỗ hư hỏng (hình 3.10).

Giá trị $\varphi_N^{(3)}$ nằm trong phạm vi $0 \leq \varphi_N^{(3)} \leq 90^\circ$. Từ đồ thị hình 3.11a ta thấy ở các giá trị $\varphi_N^{(3)}$ bất kỳ trong phạm vi trên, role sẽ làm việc đúng nếu $U_{bc}^{(3)}$ có giá trị đủ để role làm việc. Khi góc $\varphi_N^{(3)} = 45^\circ$ hướng véctơ dòng điện trùng với đường độ nhạy cực đại và do đó sơ đồ sẽ làm việc ở điều kiện thuận lợi nhất. Khi chọn $\alpha = 0$ sơ đồ có thể không tác động khi ngắn mạch ở đầu đường dây qua điện trở quá độ r_{qd} .



Hình 3.11 : Đồ thị véctơ áp và dòng ở chỗ nối role đối với các dạng ngắn mạch khác nhau
 a) Ngắn mạch 3 pha
 b) Ngắn mạch 2 pha B,C
 c) Ngắn mạch pha A chạm đất

IX.2. Ngắn mạch giữa 2 pha:

Điều kiện làm việc của các role nối vào dòng các pha hư hỏng là không giống nhau. Vì vậy, chẳng hạn như khi ngắn mạch giữa hai pha B, C cần xét đến sự làm việc của role số 2 có $I_{2R} = I_b^{(2)}$ và $U_{2R} = U_{ca}^{(2)}$ cũng như của role số 3 có $I_{3R} =$

$I_c^{(2)}$ và $U_{3R} = U_{ab}^{(2)}$. Vấn đề cũng trở nên phức tạp hơn so với $N^{(3)}$ do góc pha giữa U_R và I_R thay đổi khi dịch chuyển điểm ngắn mạch N dọc theo đường dây. Trên hình 3.11b là đồ thị vectơ áp và dòng đối với trường hợp điểm ngắn mạch N nằm ở khoảng giữa đường dây (hình 3.10). Các đường độ nhạy bằng 0 lệch với các áp $U_{ca}^{(2)}$, $U_{ab}^{(2)}$ một góc 45° . Vị trí vectơ dòng $I_b^{(2)}$ lệch với sức điện động E_{bc} một góc $\varphi_N^{(2)}$. Góc $\varphi_N^{(2)}$ được xác định bằng tổng trở từ nguồn sức điện động đến chỗ ngắn mạch kể cả r_{qd} ; trị số của nó có thể thay đổi trong phạm vi $0 \leq \varphi_N^{(2)} \leq 90^\circ$. Từ đồ thị ta thấy, trị số của điện áp U_{2R} và U_{3R} luôn luôn lớn và cả hai role (số 2 và 3) đều làm việc đúng đắn ở giá trị $\varphi_N^{(2)}$ bất kỳ.

IX.3. Ngắn mạch một pha trong mạng có trung tính nối đất trực tiếp:

Ta khảo sát sự làm việc của role nối vào dòng pha hư hỏng (role số 1 khi ngắn mạch pha A). Đường độ nhạy bằng 0 lệch 45° so với vectơ áp giữa 2 pha không hư hỏng $U_{bc}^{(1)}$ (hình 3.11c). Góc $\varphi_N^{(1)}$ giữa sức điện động E_a và dòng $I_a^{(1)}$ có thể thay đổi trong phạm vi $0 \leq \varphi_N^{(1)} \leq 90^\circ$. Qua đồ thị ta thấy, role nối vào dòng pha hư hỏng luôn luôn làm việc đúng.

Từ những phân tích trên có thể rút ra kết luận như sau đối với sơ đồ 90° :

1) Sơ đồ có thể xác định đúng hướng công suất ngắn mạch trong các pha bị hư hỏng đối với tất cả các dạng hư hỏng cơ bản. Để được như vậy role định hướng công suất cần phải có góc lệch $\alpha \approx 45^\circ$.

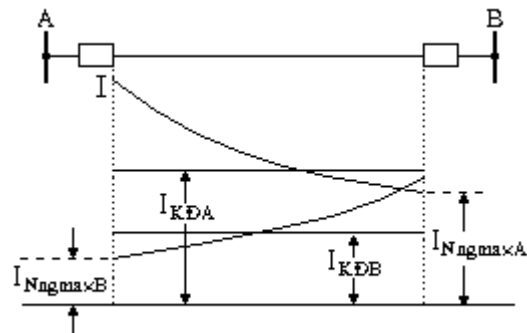
2) Vùng chết chỉ có thể xảy ra khi ngắn mạch 3 pha gần chỗ nối bảo vệ (U_R gần bằng không).

3) Khi $N^{(2)}$ và $N^{(1)}$, các role nối vào dòng pha không hư hỏng có thể làm việc không đúng do tác dụng của dòng phụ tải và dòng hư hỏng trong các pha này. Vì vậy cần phải làm thế nào để sơ đồ vẫn làm việc đúng dù cho có một vài role tác động nhầm do dòng các pha không hư hỏng.

Cũng có một số sơ đồ khác để nối role định hướng công suất như sơ đồ 30° (ví dụ, $I_R = I_a$ và $U_R = U_{ab}$), hoặc sơ đồ 60° (ví dụ, $I_R = I_a$ và $U_R = -U_b$). Tuy nhiên các sơ đồ này có một số nhược điểm so với sơ đồ 90° , do vậy sơ đồ 90° được sử dụng rộng rãi hơn.

X. BẢO VỆ DÒNG CẮT NHANH CÓ HƯỚNG:

Bảo vệ dòng cắt nhanh có hướng là bảo vệ có hướng không thời gian mà tính chọn lọc tác động đạt được bằng cách chọn dòng khởi động I_{KD} lớn hơn giá trị cực đại của dòng ngắn mạch ngoài I_{Ngmax} đi theo hướng tác động của bộ phận định hướng công suất nếu như điều kiện chỉnh định theo dòng điện khi dao động (đối với bảo vệ cắt nhanh nối vào dòng pha toàn phần) không phải là điều kiện tính toán.



Hình 3.21 : Đồ thị tính toán bảo vệ dòng cắt nhanh có hướng

Trên hình 3.21 là đồ thị biểu diễn sự thay đổi của giá trị dòng điện trên đường dây AB có 2 nguồn cung cấp khi dịch chuyển điểm ngắn mạch dọc theo đường dây. Dòng khởi động của bảo vệ cắt nhanh không có hướng đối với đường dây này được chọn lớn hơn giá trị lớn nhất của các dòng ngắn mạch ngoài, đối với trường hợp như trên hình 3.21 thì $I_{KD} = k_{at} \cdot I_{NngmaxA}$. Như vậy nếu bảo vệ cắt nhanh về phía trạm B là không có ý nghĩa vì I_{KD} luôn luôn lớn hơn dòng ngắn mạch đi qua bảo vệ đặt phía trạm B.

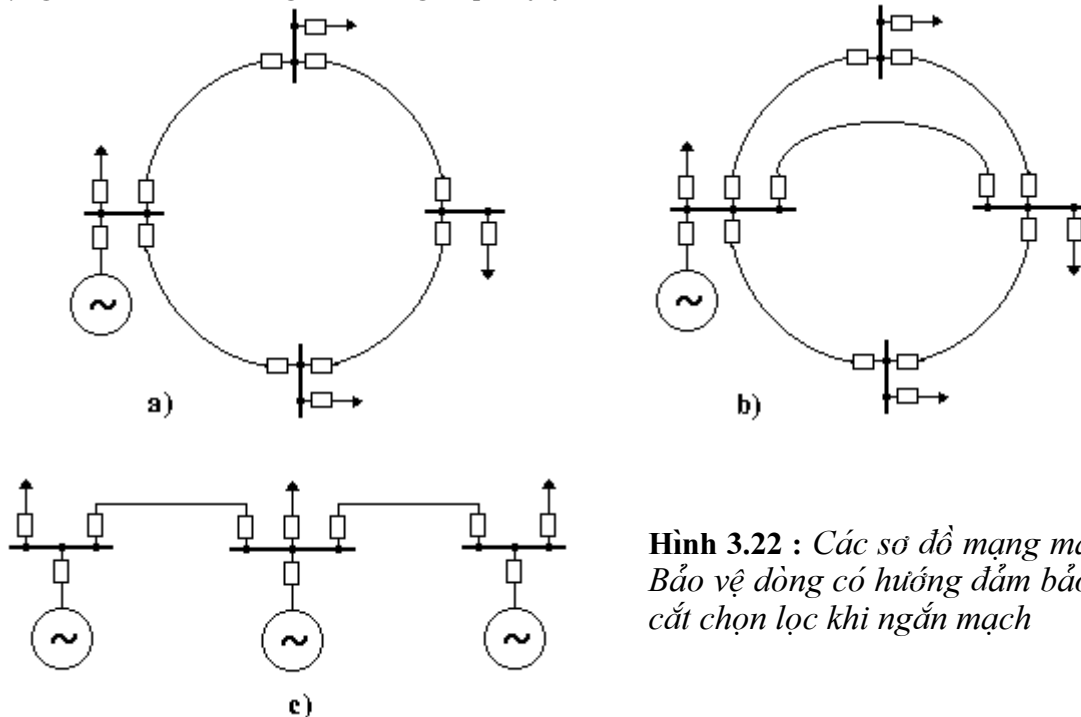
Nếu ta đưa thêm bộ phận định hướng công suất vào bảo vệ cắt nhanh ở trạm B, thì có thể chọn dòng khởi động của nó không kể đến dòng $I_{NngmaxA}$. Dòng khởi động của bảo vệ B sẽ nhỏ hơn so với trường hợp dùng bảo vệ cắt nhanh không hướng nêu trên và bằng $I_{KD B} = k_{at} \cdot I_{NngmaxB}$. Trong trường hợp này bảo vệ cắt nhanh về phía trạm B sẽ có thể bảo vệ được phần lớn đường dây AB.

XI. ĐÁNH GIÁ VÀ PHẠM VI ỨNG DỤNG CỦA BẢO VỆ DÒNG CÓ HƯỚNG:

XI.1. Tính chọn lọc:

Tính chọn lọc tác động của bảo vệ đạt được nhờ chọn thời gian làm việc theo nguyên tắc bậc thang ngược chiều nhau và dùng các bộ phận định hướng công suất.

Tính chọn lọc được đảm bảo trong các mạng vòng có một nguồn cung cấp khi không có những đường chéo không qua nguồn (hình 3.22a,b) và trong các mạng hình tia có số nguồn cung cấp tùy ý (hình 3.22c).

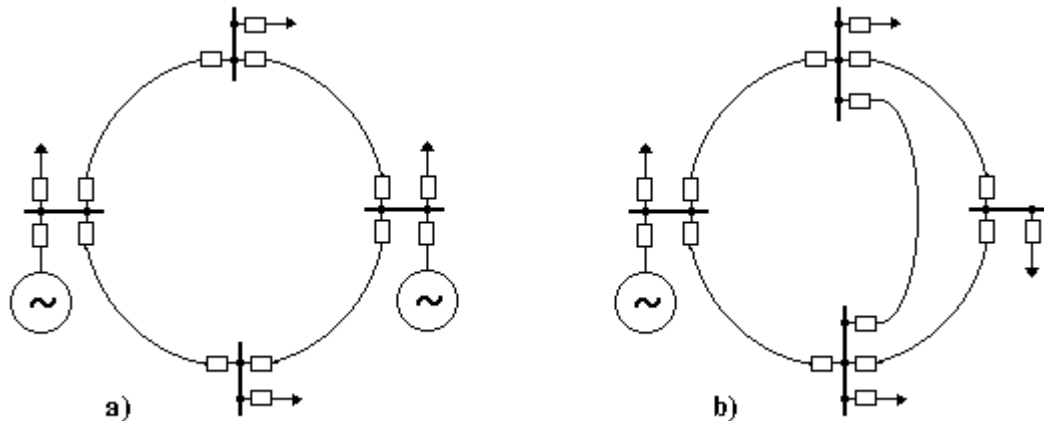


Hình 3.22 : Các sơ đồ mạng mà Bảo vệ dòng có hướng đảm bảo cắt chọn lọc khi ngắn mạch

Trong các mạng vòng có số nguồn cung cấp lớn hơn một (hình 3.23a), tính chọn lọc không thể đảm bảo vì không thể chọn thời gian làm việc theo nguyên tắc bậc thang. Bảo vệ cũng không đảm bảo chọn lọc trong các mạng vòng có một nguồn cung cấp có đường chéo không đi qua nguồn (hình 3.23b), trường hợp này phần mạng giới hạn bởi đường chéo có thể xem như có hai nguồn cung cấp.

XI.2. Tác động nhanh:

Giống như bảo vệ dòng cực đại (chương 2), trong đa số trường hợp bảo vệ có thời gian làm việc lớn.



Hình 3.23 : Các sơ đồ mạng mà Bảo vệ dòng có hướng không đảm bảo cắt chọn lọc khi ngắn mạch

XI.3. Độ nhạy:

Độ nhạy của bảo vệ bị giới hạn bởi dòng khởi động của bộ phận khởi động. Trong các mạng hở có 2 hay nhiều nguồn cung cấp, ở một số chế độ ví dụ như sau khi cắt một trong các nguồn cung cấp có công suất lớn và cường bức kích từ máy phát của các nguồn còn lại thì dòng phụ tải cực đại có thể đạt tới giá trị lớn. Dòng khởi động được chỉnh định khởi dòng phụ tải này thường làm cho bảo vệ hoàn toàn không đủ độ nhạy. Để tăng độ nhạy đôi khi người ta dùng những bộ phận khởi động liên hợp dòng và áp.

Từ những nhận xét trên ta thấy rằng bảo vệ dòng có hướng có thể sử dụng làm bảo vệ chính trong các mạng phân phối điện áp dưới 35kV khi nó đảm bảo được tính chọn lọc và tác động nhanh.

Bảo vệ dòng có hướng cũng được sử dụng rộng rãi làm bậc dự trữ trong các bảo vệ có đặc tính thời gian nhiều cấp.