

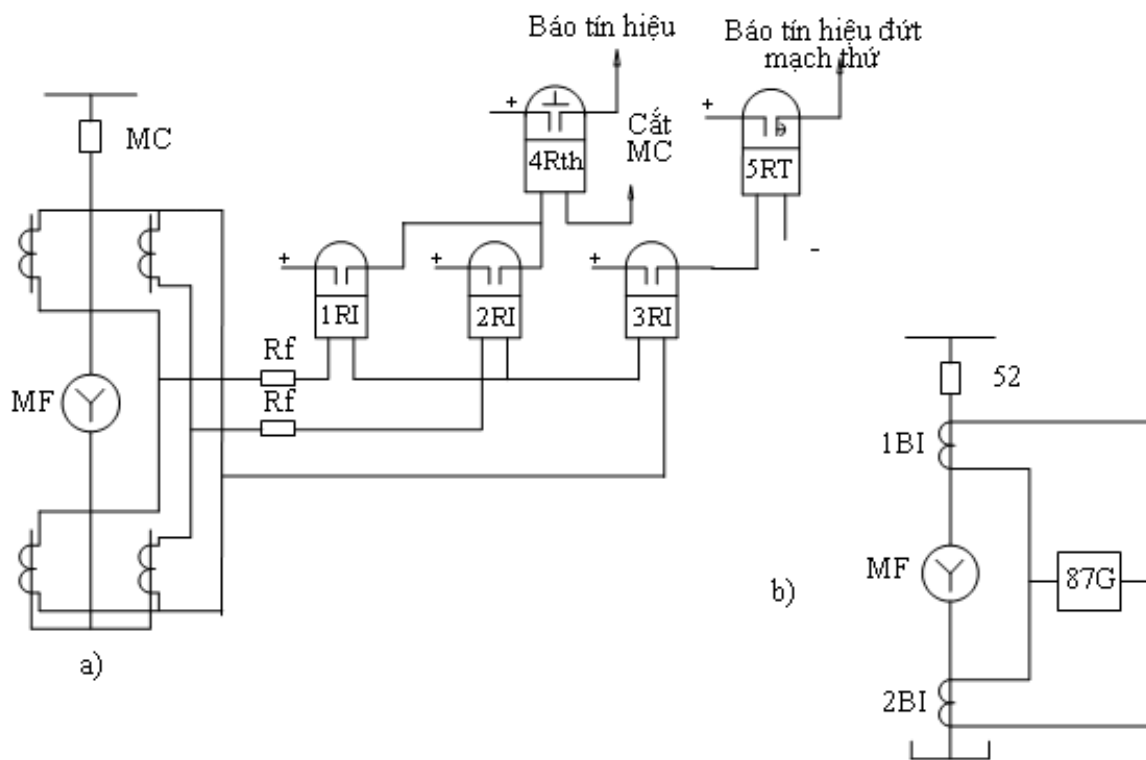
# Bảo vệ số lệch dọc

Bởi:  
unknown

## BẢO VỆ SỐ LỆCH DỌC (87G)

### Nhiệm vụ và sơ đồ nguyên lý:

Bảo vệ số lệch dọc (BVSLD) có nhiệm vụ chống ngắn mạch nhiều pha trong cuộn dây stator máy phát. Sơ đồ thực hiện bảo vệ như hình 1.1.



Sơ đồ bảo vệ số lệch dọc cuộn stator MFĐ; sơ đồ tính toán (a) và theo mã số (b) (Hình 1.1)

Trong đó:

- Rf: dùng để hạn chế dòng điện không cân bằng (IKCB), nhằm nâng cao độ nhạy của bảo vệ.

Bảo vệ so lệch dọc

- 1RI, 2RI, 4Rth: phát hiện sự cố và đưa tín hiệu đi cắt máy cắt đầu cực máy phát không thời gian (thực tế thường  $t \approx 0,1$  sec).
- 3RI, 5RT: báo tín hiệu khi xảy ra đứt mạch thứ sau một thời gian cần thiết (thông qua 5RT) để tránh hiện tượng báo nhầm khi ngắn mạch ngoài mà tương đứt mạch thứ.

Vùng tác động của bảo vệ là vùng giới hạn giữa các BI nối vào mạch so lệch. Cụ thể ở đây là các cuộn dây stator của MFĐ, đoạn thanh dẫn từ đầu cực MFĐ đến máy cắt.

### Nguyên lý làm việc:

BVSLD hoạt động theo nguyên tắc so sánh độ lệch dòng điện giữa hai đầu cuộn dây stator, dòng vào rơle là dòng so lệch:

$$IR = I_{1T} - I_{2T} = ISL \quad (1-1)$$

Với  $I_{1T}$ ,  $I_{2T}$  là dòng điện thứ cấp của các BI ở hai đầu cuộn dây.

Bình thường hoặc ngắn mạch ngoài, dòng vào rơle 1RI, 2RI là dòng không cân bằng IKCB:

$$ISL = I_{1T} - I_{2T} = IKCB < IKĐR \text{ (dòng khởi động rơle)} \quad (1-2)$$

nên bảo vệ không tác động (hình 1.2a).

Khi xảy ra chạm chập giữa các pha trong cuộn dây stator (hình 1.2b), dòng điện vào các rơle 1RI, 2RI:

$$ISL = I_{1T} - I_{2T} = \frac{I_N}{n_I} > IKĐR \quad (1-3)$$

Trong đó:

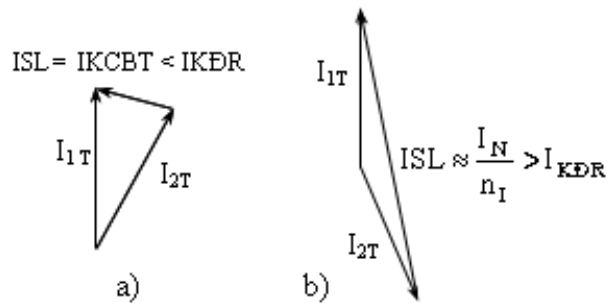
-  $I_N$ : dòng điện ngắn mạch.

-  $n_I$ : tỉ số biến dòng của BI

Bảo vệ tác động đi cắt 1MC đồng thời đưa tín hiệu đi đến bộ phận tự động diệt từ (TDT).

Trường hợp đứt mạch thứ của BI, dòng vào rơle là:

$$IR = \frac{I_F}{n_I} \quad (1-4)$$



Đồ thị vectơ của dòng điện trong mạch BVSLD (a) Bình thường và khi ngắn mạch ngoài (b) Khi ngắn mạch trong vùng bảo vệ (Hình 1.2)

Dòng điện này có thể làm cho bảo vệ tác động nhầm, lúc đó chỉ có 3RI khởi động báo đứt mạch thứ với thời gian chậm trễ, để tránh hiện tượng báo nhầm trong quá trình quá độ khi ngắn mạch ngoài có xung dòng lớn.

Ở sơ đồ hình 1.1, các BI nối theo sơ đồ sao khuyết nên bảo vệ số lệch dọc sẽ không tác động khi xảy ra ngắn mạch một pha ở pha không đặt BI. Tuy nhiên các bảo vệ khác sẽ tác động.

### Tính các tham số và chọn Role:

#### Tính chọn 1RI và 2RI:

Dòng điện khởi động của rơle 1RI, 2RI được chọn phải thoả mãn hai điều kiện sau:

- Điều kiện 1: Bảo vệ không tác động đối với dòng không cân bằng cực đại IKCBmax khi ngắn mạch ngoài vùng bảo vệ.

$$IKĐB \geq Kat.KKCK.I_{CBt} \quad (1-5)$$

$$IKCBt = Kđn.KKCK.f_i.INgmax \quad (1-6)$$

Trong đó:

- Kat: hệ số an toàn tính đến sai số của rơle và dự trữ cần thiết. Kat có thể lấy bằng 1,3.
- KKCK: hệ số tính đến sự có mặt của thành phần không chu kỳ của dòng ngắn mạch, KKCK có thể lấy từ 1 đến 2 tùy theo biện pháp được sử dụng để nâng cao độ nhạy của bảo vệ.
- Kđn: hệ số tính đến sự đồng nhất của các BI (Kđn = 0,5÷1).
- f<sub>i</sub>: sai số tương đối của BI, f<sub>i</sub> có thể lấy bằng 0,1 (có kể đến dự trữ, vì các máy biến dòng chọn theo đường cong sai số 10%).
- INgmax: thành phần chu kỳ của dòng điện chạy qua BI tại thời điểm đầu khi ngắn mạch ngoài trực tiếp 3 pha ở đầu cực máy phát.

Bảo vệ so lệnh dọc

- Điều kiện 2: Bảo vệ không được tác động khi đứt mạch thứ BI.

Lúc đó dòng vào role 1RI, 2RI: (giả sử MF đang làm việc ở chế độ định mức)

$$ISL = \frac{I_{âmF}}{n_I} \quad (1-7)$$

Dòng khởi động của bảo vệ:

$$IKĐB = \frac{K_{at}}{n_I} I_{âmF} \quad (1-8)$$

Như vậy, điều kiện để chọn dòng khởi động cho 1RI, 2RI:

$$IKĐB = \max \{Kat.IKCBtt; Kat.IđmF\} \quad (1-9)$$

Dòng điện khởi động của role:

$$IKĐR = \frac{K^{(3)}.I_{KAB}}{n_I} \quad (1-10)$$

Với  $K^{(3)}$  là hệ số sơ đồ. Sau khi tính được IKĐR ta sẽ chọn được loại role cần thiết.

- Kiểm tra độ nhạy Kn của bảo vệ:

$$Kn = \frac{I_{Nmin}}{I_{KAB}} \quad (1-11)$$

Với  $I_{Nmin}$ : dòng điện ngắn mạch 2 pha ở đầu cực máy phát khi máy phát làm việc riêng lẻ.

Vì bảo vệ có tính chọn lọc tuyệt đối nên yêu cầu  $Kn > 2$ .

### ***Tính chọn Role 3RI:***

Dòng khởi động sơ cấp của role 3RI phải lớn hơn dòng không cân bằng cực đại khi ngắn mạch ngoài vùng bảo vệ. Nhưng trong tính toán thì điều kiện ổn định nhiệt của role là quyết định. Theo kinh nghiệm có thể chọn dòng khởi động cho 3RI:

$$IKĐS(3RI) = 0,2.IđmF \quad (1-12)$$

Ta tính được IKĐR của 3RI và chọn được loại role tương ứng.

### **Thời gian làm việc của 5RT:**

Khi xảy ra ngắn mạch ngoài vùng bảo vệ, có thể xuất hiện những xung dòng lớn thoáng qua làm cho bảo vệ tác động nhầm do vậy phải chọn thời gian tác động của 5RT thỏa mãn điều kiện:

$$t_{5RT} > t_{\text{cắt}} N_{\text{ngoài}} \quad (1-13)$$

$$t_{5RT} = t_{\text{cắt}} N_{\text{ng}} + \Delta t \quad (1-14)$$

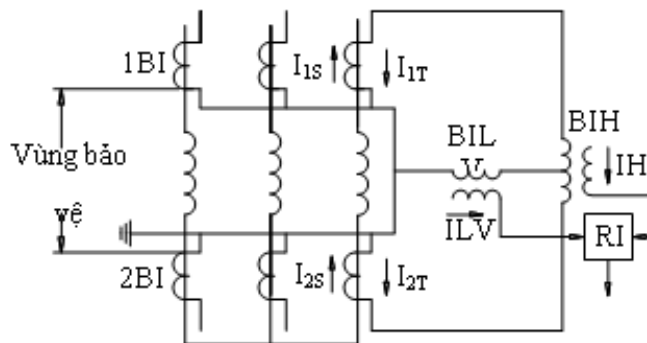
Trong đó:

- $t_{\text{cắt}} N_{\text{ng}}$ : thời gian lớn nhất của các bảo vệ nối vào thanh góp điện áp máy phát.
- $\Delta t$ : bậc chọn lọc thời gian, thường  $\Delta t = (0,25 \div 0,5)$  sec.
- Nhận xét:

- Bảo vệ sẽ tác động khi ngắn mạch nhiều pha trong cuộn dây stator máy phát.

- Bảo vệ không tác động khi chạm chập giữa các vòng dây trong cùng 1 pha hoặc khi xảy ra chạm đất 1 điểm trong cuộn dây phần tĩnh.

Để tăng độ nhạy của bảo vệ số lệch người ta có thể sử dụng role so lệch có hãm.



*Bảo vệ số lệch dòng điện có hãm cuộn dây stator MFĐ (Hình 1.3)*

### **Bảo vệ số lệch có hãm:**

Sơ đồ bảo vệ như hình 1.3. Role gồm có hai cuộn dây: Cuộn hãm và cuộn làm việc. Role làm việc trên nguyên tắc so sánh dòng điện giữa ILV và IH.

- Dòng điện vào cuộn làm việc ILV:

$$I_{LV} = |I_{1T} - I_{2T}| = I_{SL} \quad (1-15)$$

Bảo vệ so lệch dọc

- Dòng điện hãm vào cuộn hãm IH:

$$IH = |I_{1T} + I_{2T}| \quad (1-16)$$

Khi làm việc bình thường hay ngắn mạch ngoài vùng bảo vệ: Dòng điện  $I_{1T}$  cùng chiều với dòng  $I_{2T}$ :  $|I_{1T}| \approx |I_{2T}|$

$$ISL = ILV = |I_{1T} - I_{2T}| = IKCB \quad (1-17)$$

$$IH = |I_{1T} + I_{2T}| \approx 2 \cdot |I_{1T}| > ILV \quad (1-18)$$

nên bảo vệ không tác động.

Khi xảy ra ngắn mạch trong vùng bảo vệ: Dòng điện  $I_{1T}$  ngược pha với  $I_{2T}$ :

$$|I_{1T}| = |-I_{2T}|$$

$$IH = |I_{1T} - I_{2T}| \approx 0$$

$$ILV = |I_{1T} + I_{2T}| \approx 2 \cdot |I_{1T}| > IH \quad (1-19)$$

bảo vệ sẽ tác động.

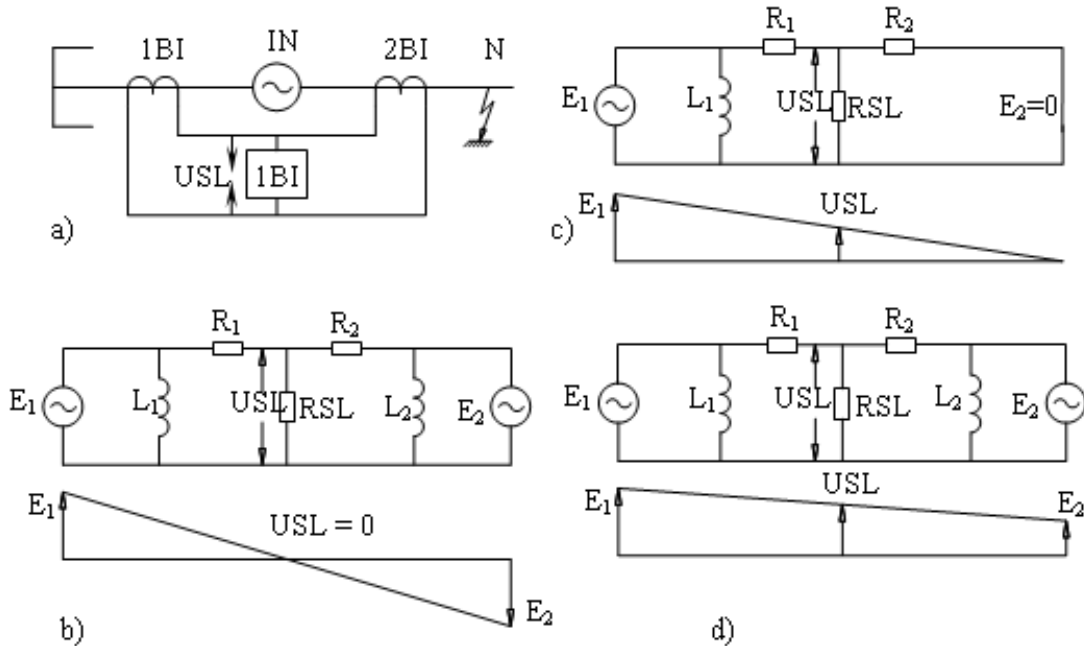
- Nhận xét:
- Bảo vệ hoạt động theo nguyên tắc so sánh dòng điện giữa ILV và IH, nên độ nhạy của bảo vệ rất cao và khi xảy ra ngắn mạch thì bảo vệ tác động một cách chắc chắn với thời gian tác động thường  $t = (15 \div 20)$  msec.
- Bảo vệ so lệch dọc dùng role có hãm có thể ngăn chặn bảo vệ tác động nhằm do ảnh hưởng bão hoà của BI.
- Đối với các máy phát điện có công suất lớn có thể sử dụng sơ đồ bảo vệ so lệch hãm tác động nhanh (hình 1.4).

Ở chế độ làm việc bình thường, dòng điện thứ cấp  $I_{1T}$  và  $I_{2T}$  của các nhóm biến dòng 1BI, 2BI chạy qua điện trở hãm RH, tạo nên điện áp hãm UH, còn hiệu dòng thứ cấp (dòng so lệch) ISL chạy qua biến dòng trung gian BIG, cầu chỉnh lưu CL và điện trở làm việc RLV tạo nên điện áp làm việc ULV. Giá trị điện áp  $UH > ULV$ , bảo vệ không tác động.

Khi ngắn mạch trong vùng bảo vệ, điện áp  $ULV \gg UH$ , dòng điện chạy qua role  $RL_1$  làm role này tác động đóng tiếp điểm  $RL_1$  lại. Dòng điện làm việc sau khi nắn chạy qua role  $RL_2$ ,  $RL_2$  đóng tiếp điểm lại, role cắt đầu ra sẽ được cấp nguồn thao tác qua hai tiếp điểm nối tiếp  $RL_1$  và  $RL_2$  đi cắt máy cắt đầu cực máy phát. Ngoài ra, người ta còn dùng role so lệch tổng trở cao để bảo vệ so lệch máy phát điện (hình 1.5). Role so lệch RU

trong sơ đồ có tổng trở khá lớn sẽ tác động theo điện áp so lệch USL, ở chế độ làm việc bình thường và khi ngắn mạch ngoài, các biến dòng 1BI, 2BI (được chọn giống nhau) có cùng dòng điện máy phát đi qua do đó các sức điện động  $E_1$  và  $E_2$  bằng nhau và ngược pha nhau,  $L_1 = L_2$ , phân bố điện áp trong mạch như hình 1.5b.

Trị số điện áp đặt lên rơle so lệch RU phụ thuộc vào quan hệ giữa các điện trở  $R_1$  và  $R_2$ . Điện trở  $R_1, R_2$  gồm điện trở cuộn dây thứ cấp và dây dẫn phụ nối giữa hai nhóm biến dòng 1BI và 2BI, với  $R_1 = R_2 \Rightarrow USL = 0$



Bảo vệ số lệnh dùng rơle tổng trở cao cho MFD (a) Sơ đồ nguyên lý (b) Mạch điện đẳng trị và phân bố điện áp trong chế độ làm việc bình thường (c) nhóm 2BI bị bảo hoà khi ngắn mạch ngoài và hoàn toàn (d) khi có ngắn mạch trong. (Hình 1.5)

Khi xảy ra ngắn mạch trong vùng bảo vệ:

\* **Trường hợp máy phát làm việc biệt lập với hệ thống:** Dòng điện qua 1BI là dòng của máy phát. Dòng điện qua 2BI bằng không  $E_2 = 0$ . Điện áp đặt lên rơle so lệch RU hình 1.5c:

$$U_{SL1} = \frac{I_N''(R_1 + R_2)}{n_I} \quad (\text{vì } R_{SL} \gg R_2) \quad (1-20)$$

Trong đó:

- $I_N''$ : trị hiệu dụng của dòng siêu quá độ khi ngắn mạch trên đầu cực máy phát.  $I_N'' = I^{(3)}_{Nngmax} = I^{(3)}_{Nđầu cực MF}$

Bảo vệ so lệch dọc

với:

- $nI$ : tỷ số biến dòng của BI.
- RSL: điện trở mạch so lệch (gồm role và dây nối).

\* **Trường hợp máy phát nối với hệ thống:** Khi đó tại điểm ngắn mạch, ngoài dòng điện do bản thân máy phát cung cấp  $I''_{NF}$  còn có thêm thành phần dòng điện do hệ thống đổ về  $I''_{NH}$ . Mạch điện đẳng trị và phân bố điện áp như hình 1.5d. Giá trị điện áp đặt lên role so lệch RU:

$$U_{SL2} = \frac{(I''_{NF} + I''_{NH}) \cdot (R_1 + R_2)}{nI} \quad (1-21)$$

Để đảm bảo tính chọn lọc, điện áp khởi động của role so lệch RU phải chọn lớn hơn  $\min\{USL_1; USL_2\}$ , nghĩa là:

$$UK\Delta R = Kat \cdot USL_1 = \frac{Kat \cdot I''_{NF} \cdot (R_1 + R_2)}{nI} \quad (1-22)$$

Với  $Kat = (1,15 \div 1,2)$  là hệ số an toàn.

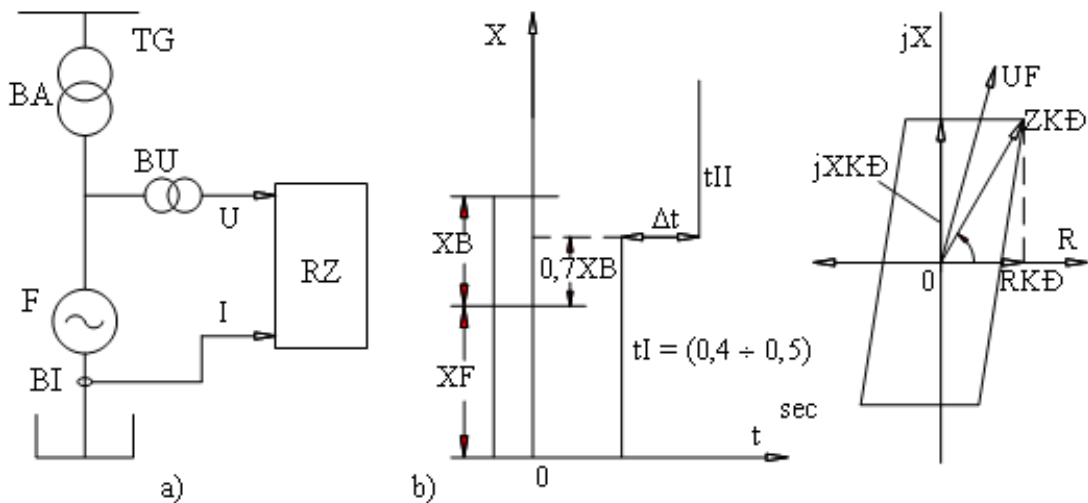
Thời gian tác động của bảo vệ thường:  $t = (15 \div 20)$  msec

- Nhận xét:
- Đối với các MFĐ có công suất lớn, hằng số thời gian tắt dần của thành phần một chiều trong dòng điện ngắn mạch có thể đạt đến hàng trăm msec, gây bão hòa mạch từ của các máy biến dòng và làm chậm tác động của bảo vệ khi có ngắn mạch trong vùng bảo vệ. Vì vậy cần phải sử dụng sơ đồ bảo vệ tác động nhanh trước khi xảy ra bão hòa mạch từ của máy biến dòng, tức là:  $t_{bh} > t_{bv}$ , với  $t_{bv}$  là thời gian cắt ngắn mạch của bảo vệ;  $t_{bh}$  thời gian bão hòa mạch từ của BI.

### **Bảo vệ khoảng cách (21):**

Đối với các MFĐ công suất lớn người ta thường sử dụng bảo vệ khoảng cách làm bảo vệ dự phòng cho BVSL (hình 1.6a).





Sơ đồ nguyên lý (a); đặc tính thời gian (b) và đặc tuyến khởi động (c) của bảo vệ khoảng cách cho MFD (Hình 1.6)

Vì khoảng cách từ MBA đến máy cắt cao áp khá ngắn, để tránh tác động nhầm khi ngắn mạch ngoài MBA, vùng thứ nhất của bảo vệ khoảng cách được chọn bao gồm điện kháng của MFD và khoảng 70% điện kháng của MBA tăng áp (để bảo vệ hoàn toàn cuộn hạ của MBA), nghĩa là:

$$Z_{Ikd} = Z_F + 0,7.Z_B \quad (1-23)$$

Thời gian làm việc của vùng thứ nhất thường chọn  $t_I = (0,4 \div 0,5)$  sec (hình 1.6b).

Vùng thứ hai thường bao gồm phần còn lại của cuộn dây MBA, thanh dẫn và đường dây truyền tải nối với thanh góp liền kề. Đặc tuyến khởi động của role khoảng cách có thể có dạng vòng tròn với tâm ở góc tọa độ hoặc hình bình hành với độ nghiêng của cạnh bên bằng độ nghiêng của véctơ điện áp  $U_F$  hình 1.6c.