

## CHƯƠNG 3

# PHÂN TÍCH AN TOÀN CÁC MẠNG ĐIỆN

### 3.1. KHÁI NIỆM:

Phân tích an toàn trong mạng điện là tính toán, xác định giá trị dòng điện qua người trong các điều kiện khác nhau mà người có thể tiếp xúc với mạng điện trong quá trình vận hành lưới điện và thiết bị điện. Quá trình phân tích an toàn mạng điện cũng cần phải đánh giá được các yếu tố khác, cũng như các thông số của mạng điện ảnh hưởng đến tai nạn điện giật.

Tai nạn điện giật có thể xảy ra khi ta tiếp xúc hai pha hoặc một pha nhưng ở đây ta chỉ xét một pha. Tiếp xúc một pha có thể được xem là chạm đất không an toàn và lúc này dòng điện qua người phụ thuộc vào chế độ trung tính của mạng điện.

Dòng điện qua người khi người tiếp xúc với vật nối đất có dòng chạm đất đi qua phụ thuộc vào dòng điện chạm đất.

Dòng điện chạm đất là dòng điện đi qua chỗ chạm đất vào đất phụ thuộc vào các thông số mạng điện và trung tính của lưới.

Trung tính máy biến áp và máy phát có thể được nối đất trực tiếp hoặc cách điện đối với đất.

Nếu trung tính máy biến áp, máy phát không nối với các thiết bị nối đất hoặc nối qua thiết bị để bù dòng điện dung trong mạng, qua máy biến điện áp ...hay qua khí cụ có điện trở lớn, được gọi là trung tính cách điện đối với đất. Ngược lại, nếu trung tính nối trực tiếp với thiết bị nối đất hoặc qua một điện trở bé (máy biến dòng) được gọi là trung tính trực tiếp nối đất.

Theo “Quy trình thiết bị điện” người ta có thể chia ra:

1. Thiết bị có điện áp dưới 1000V (hạ áp)

2. Thiết bị có điện áp trên 1000V (cao áp)

a. Thiết bị có dòng chạm đất lớn ( $I_d > 500A$ , trong đó  $I_d$  là dòng chạm đất 1 pha), thường là nằm trong mạng có trung tính trực tiếp nối đất.

b. Thiết bị có dòng chạm đất bé ( $I_d < 500A$ , trong đó  $I_d$  là dòng chạm đất 1 pha) thường là nằm trong mạng có trung tính cách điện.

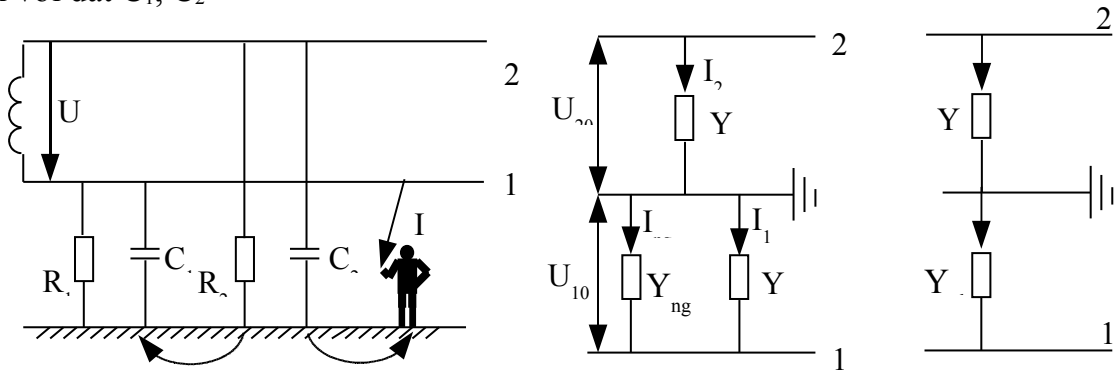
### 3.2. MẠNG ĐIỆN MỘT PHA

+ Mạng điện một pha cách điện với đất

+ Mạng điện một pha có trung tính trực tiếp nối đất.

#### 3.2.1. MẠNG ĐIỆN MỘT PHA CÁCH ĐIỆN ĐỐI VỚI ĐẤT

Xét mạng điện một pha cách điện đối với đất như hình vẽ (hình 3.1) trong mạng điện này mỗi pha ngoài điện trở cách điện (tác dụng)  $r_1, r_2$  còn có điện dung đối với đất  $C_1, C_2$



**Hình 3.1:** Chạm vào một dây của mạng điện một pha

Điện dẫn toàn phần của mỗi pha đối với đất

$$\dot{Y}_1 = g_1 + jb_1$$

$$\dot{Y}_2 = g_2 + jb_2$$

Điện dẫn của người

$$\dot{Y}_{ng} = \frac{1}{R_{ng}}$$

Điện dẫn tương đương:

$$\dot{Y}_{td} = \dot{Y}_1 + \dot{Y}_{ng}$$

Ta có :  $\dot{U}_{10}, \dot{U}_{20}$ : điện áp của pha 1 và pha 2 so với đất

$\dot{I}_1, \dot{I}_2, \dot{I}_3$  : dòng điện qua  $\dot{Y}_1, \dot{Y}_2$  và qua người

Theo sơ đồ thay thế tương đương ta có :

$$\dot{I}_2 = \dot{U} \cdot \frac{\dot{Y}_2 \cdot \dot{Y}_{td}}{\dot{Y}_2 + \dot{Y}_{td}}$$

Dòng điện qua người  $I_{ng}$  ta có thể tính được như sau:

$$\dot{I}_{ng} = \frac{\dot{I}_2 \cdot Y_{ng}}{\dot{Y}_{td}} = \dot{U} \cdot Y_{ng} \frac{\dot{Y}_2}{\dot{Y}_1 + \dot{Y}_2 + Y_{ng}}$$

Trong mạng điện ta có :  $\dot{Y}_1 = \dot{Y}_2 = \dot{Y} = \frac{1}{Z}$  ;  $Y_{ng} = 1/R_{ng}$

Suy ra :

$$\dot{I}_{ng} = \dot{U} \cdot Y_{ng} \frac{\dot{Y}}{2\dot{Y} + Y_{ng}}$$

Hay

$$\dot{I}_{ng} = \frac{\dot{U}}{2Y_{ng} + Z} \tag{3-1}$$

Từ công thức 3-1 ta xét các trường hợp sau:

a) Mạng điện có điện dung bé:

Đây là các đường dây trên không có điện áp <1000V chiều dài ngắn

$$\dot{Z} = \frac{1}{\dot{Y}} = \frac{1}{g + jb} \approx \frac{1}{g} = R_{cd}$$

do đó lúc này dòng qua người :

$$\dot{I}_{ng} = \frac{\dot{U}}{2Y_{ng} + R_{cd}}$$

b) Mạng điện có điện dung lớn:

❶ Mạng điện đường dây trên không có điện áp >1000V có cách điện tốt

$$Z = \frac{1}{Y} = \frac{1}{g + jb} = -jX_C = -\frac{1}{\omega c}$$

Từ đó xác định được trị hiệu dụng của dòng điện qua người:

$$I_{ng} = \frac{U}{\sqrt{(2R_{ng})^2 + X_C^2}}$$

❷ Với mạng điện dây cáp dài có điện áp bé hơn 1000V phải tính đến điện dẫn của cách điện và cả điện dung

Khi người chạm vào dây 1 thì điện trở của dây dẫn 1 lúc này sẽ là:  $R = r_1 // R_{ng}$

Do vậy điện áp của dây dẫn 1 sẽ thay đổi từ  $U_1$  đến  $U'_1$ , và điện áp của dây dẫn 2 cũng sẽ thay đổi từ  $U_2$  thành  $U'_2$ . Đây chính là nguyên nhân sự phóng và nạp điện tích của  $C_1$  và  $C_2$ .

Dòng điện qua người: 
$$I_{ng} = \frac{\Delta U}{R_{ng}} \cdot e^{-\frac{t}{R_{ng} \cdot (C_1 + C_2)}}$$

Ngoài ra, còn có dòng điện chạy qua điện trở cách điện qua người:

$$I_{ng} = \frac{U \cdot r_1}{(r_1 + r_2) \cdot R_{ng} + r_1 \cdot r_2}$$

Vậy dòng điện qua là tổng hợp hai thành phần dòng điện trên.

### 3.2.2. MẠNG ĐIỆN MỘT PHA CÓ TRUNG TÍNH TRỰC TIẾP NÓI ĐẤT

Xét mạng điện 1 pha có trung tính nối đất như hình vẽ

❶ Ở trạng thái làm việc bình thường với tải  $Z_t$

- Nếu người chạm vào pha cách điện đối với đất một cách gần đúng có thể xác định dòng qua người :

$$I_{ng} = \frac{U}{R_0 + R_{ng}}$$

- Nếu người chạm vào pha nối đất thì dòng qua người :

$$I_{ng} = \frac{\Delta U}{R_{ng}} = \frac{I_{bv} Z_d}{R_{ng}}$$

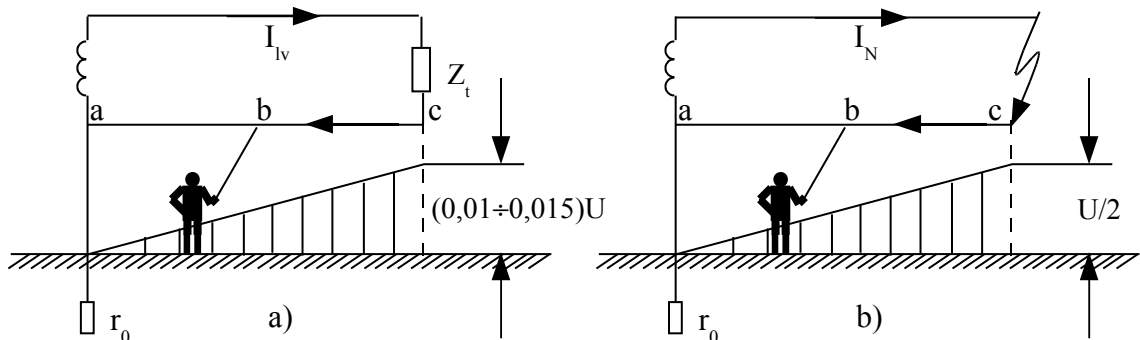
Trong đó :

$Z_d$  : Tổng trở đoạn dây từ người đến chỗ chạm.

$\Delta U$  : Điện áp rơi trên đoạn từ nguồn đến chỗ người chạm vào dây

$I_{bv}$  : Dòng điện làm việc.

\* Cho dù người chạm vào điểm b xa nhất thì điện áp trên người cũng không lớn hơn 5%  $U$  mạng điện.



**Hình 3.2** a) Chạm vào một dây trong mạng một pha trung tính nối đất  
b) Chạm vào một dây đồng thời xảy ra ngắn mạch trong mạng một pha trung tính nối đất

❷ Trường hợp mạng điện bị ngắn mạch như hình b. Giả sử tiết diện của 2 dây là như nhau thì người chạm tại điểm C thì điện áp đặt vào người là:  $U_{ng} = U/2$ . Người chạm càng gần nguồn thì điện áp càng giảm

Nếu người chạm tại điểm E thì điện áp đặt vào người sẽ là :

$$U_{ng} = U_N \frac{l_Z}{l_D}$$

Trong đó :

$U_N$  : Điện áp tại điểm ngắn mạch một cách gần đúng có thể xem  $U_N=U/2$

$l_Z$  : Khoảng cách từ nguồn đến vị trí người chạm vào dây

$l_d$  : Khoảng cách từ nguồn đến điểm ngắn mạch.

### 3.3. PHÂN TÍCH AN TOÀN TRONG MẠNG ĐIỆN BA PHA

#### 3.3.1 GIỚI THIỆU VỀ CÁC LOẠI MẠNG ĐIỆN BA PHA :

1– Mạng điện ba pha bốn dây

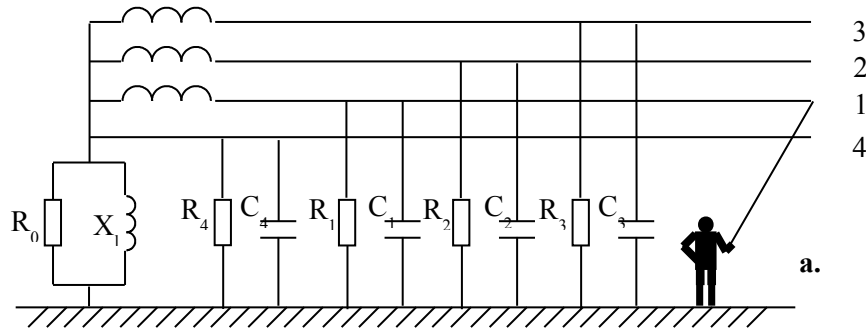
- Trung tính cách điện đối với đất
- Trung tính nối đất trực tiếp
- Trung tính nối đất qua cuộn kháng nhỏ

2–Mạng điện ba pha ba dây

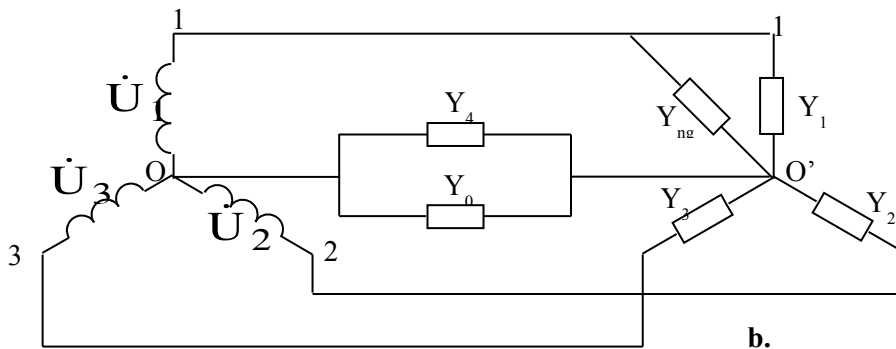
- Trung tính cách điện đối với đất
- Trung tính nối đất qua cuộn dập hồ quang
- Trung tính nối đất trực tiếp

#### 3.3.2. PHÂN TÍCH AN TOÀN TRONG MẠNG BA PHA

Ta xét mạng điện tổng quát là mạng điện 3 pha 4 dây (như hình vẽ) có trung tính nối đất qua điện trở  $R_0$  và điện kháng  $X_1$



**Hình 3.3a:** Mạng điện tổng quát 3 pha 4 dây



**Hình 3.3b:** Sơ đồ thay thế mạng điện 3 pha 4 dây

Ta có :

-  $r_1, r_2, r_3, r_4$  là điện trở cách điện của các dây  
 -  $C_1, C_2, C_3, C_4$  là điện dung của đường dây đối với đất  
 -  $Y_i$  là điện dẫn của các dây pha, dây trung tính và trung tính máy biến áp so với đất .

$$\begin{aligned} \dot{Y}_1 &= g_1 + jb_1 = \frac{1}{r_1} + j\omega C_1 & \dot{Y}_2 &= g_2 + jb_2 = \frac{1}{r_2} + j\omega C_2 \\ \dot{Y}_3 &= g_3 + jb_3 = \frac{1}{r_3} + j\omega C_3 & \dot{Y}_4 &= g_4 + jb_4 = \frac{1}{r_4} + j\omega C_4 \end{aligned}$$

$$\dot{Y}_0 = g_0 - jb_0 = \frac{1}{r_0} - j/\omega L \quad \text{điện dẫn người : } \dot{Y}_{ng} = \frac{1}{R_{ng}}$$

khi người tiếp xúc với một pha (ví dụ pha 1 như hình vẽ) điện áp tiếp xúc đặt vào người là :

$$\dot{U}_{ng} = \dot{U}_1 - \dot{U}_0$$

và dòng qua người :  $\dot{I}_{ng} = \dot{U}_{ng} \cdot \dot{Y}_{ng} = (\dot{U}_1 - \dot{U}_0) \cdot \dot{Y}_{ng}$

trong đó :  $\dot{U}_1$  : Điện áp pha

$\dot{U}_0$  : Điện áp trung tính đối với đất .

Ta có:

$$\dot{U}_0 = \frac{\sum \dot{U} \cdot \dot{Y}}{\dot{Y}} = \frac{\dot{U}_1(\dot{Y}_{ng} + \dot{Y}_1) + \dot{U}_2 \cdot \dot{Y}_2 + \dot{U}_3 \cdot \dot{Y}_3}{\dot{Y}_1 + \dot{Y}_2 + \dot{Y}_3 + \dot{Y}_4 + \dot{Y}_0 + \dot{Y}_{ng}}$$

Với mạng ba pha đối xứng ta có :

$$\dot{U}_1 = U_f \quad \dot{U}_1 = a^2 U_f \quad \dot{U}_1 = a U_f$$

trong đó :  $a = e^{j120} = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}$

$U_f$  là giá trị tuyệt đối của điện áp pha

$$\text{Suy ra : } \dot{U}_0 = U_f \frac{\dot{Y}_1 + a^2 \cdot \dot{Y}_2 + a \cdot \dot{Y}_3 + \dot{Y}_{ng}}{\dot{Y}_1 + \dot{Y}_2 + \dot{Y}_3 + \dot{Y}_4 + \dot{Y}_0 + \dot{Y}_{ng}}$$

Từ đó có thể xác định được điện áp tiếp xúc của người như sau :

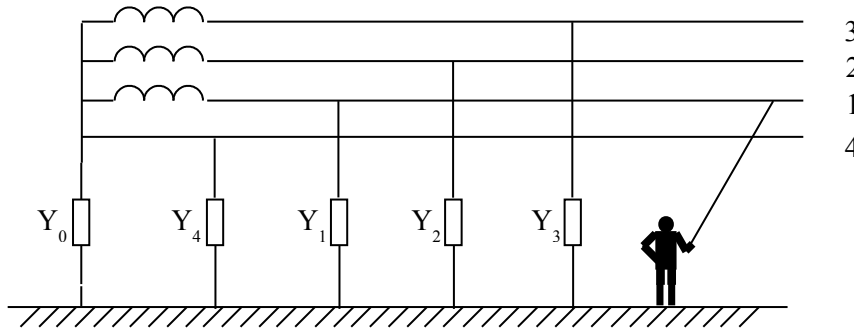
$$\dot{U}_{ng} = U_f \frac{(1 - a^2) \cdot \dot{Y}_2 + (1 - a) \cdot \dot{Y}_3 + \dot{Y}_0 + \dot{Y}_4}{\dot{Y}_1 + \dot{Y}_2 + \dot{Y}_3 + \dot{Y}_4 + \dot{Y}_0 + \dot{Y}_{ng}} \quad (3-2)$$

Dòng qua người :

$$\dot{I}_{ng} = \dot{U}_{ng} \cdot \dot{Y}_{ng} = U_f \cdot \dot{Y}_{ng} \frac{(1-a^2) \cdot \dot{Y}_2 + (1-a) \cdot \dot{Y}_3 + \dot{Y}_0 + \dot{Y}_4}{\dot{Y}_1 + \dot{Y}_2 + \dot{Y}_3 + \dot{Y}_4 + \dot{Y}_0 + \dot{Y}_{ng}} \quad (3-3)$$

**1 Mạng điện ba pha bốn dây trung tính nối đất trực tiếp**

a. Người tiếp xúc với một pha trong chế độ làm việc bình thường:



Hình 3.4: Người chạm vào một pha trong chế độ làm việc bình thường

Trên

hình vẽ ta có điện dẫn trung tính:  $Y_0 = \frac{1}{r_0} = g_0$  ( $r_0$ : là điện trở nối đất trung tính)

- Trong trường hợp này điện dẫn của dây trung tính nhỏ hơn nhiều so với điện dẫn  $Y_0$  của điểm trung tính cho nên có thể xem :  $Y_1 = Y_2 = Y_3 = Y_4 \approx 0$  cho nên điện áp tiếp xúc của người theo (2-2) đơn giản hơn nhiều :

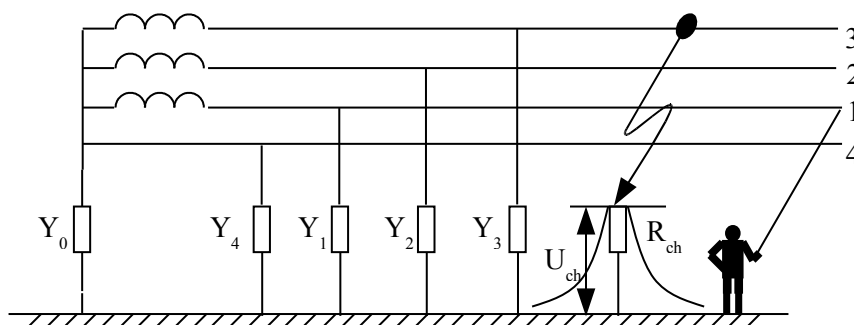
$$\dot{U}_{ng} = U_f \frac{\dot{Y}_0}{\dot{Y}_0 + \dot{Y}_{ng}}$$

hay 
$$\dot{U}_{ng} = U_f \frac{R_{ng}}{R_0 + R_{ng}} \quad (3-4)$$

và dòng qua người là : 
$$\dot{I}_{ng} = I_{ng} = \frac{U_f}{R_0 + R_{ng}} \quad (3-5)$$

**Nhận xét:** Trong trường hợp này dòng điện qua người gần như không thay đổi khi điện trở của hệ thống thay đổi. Hay dòng điện qua người không phụ thuộc vào điện trở cách điện.

b. Tiếp xúc với một pha trong trường hợp mạng sự cố :



Hình 3.5: Chạm vào một pha trong khi pha khác chạm đất

Giả thiết khi người chạm vào pha 1 và pha 3 chạm đất qua một điện trở nhỏ  $R_{ch}$  và  $Y_1, Y_2, Y_3, Y_4$  nhỏ hơn nhiều so với  $Y_0$  và  $Y_{ch} = \frac{1}{R_{ch}}$  tức :  $Y_1=Y_2=Y_3=Y_4 \approx 0$

Vậy từ (3-2) ta có :

$$\dot{U}_{ng} = U_f \frac{(1-a)\dot{Y}_{ch} + \dot{Y}_0}{\dot{Y}_0 + \dot{Y}_{ch} + \dot{Y}_{ng}}$$

thay  $Y_{ch} = \frac{1}{R_{ch}}$  ;  $Y_0 = \frac{1}{R_0}$  ;  $Y_{ng} = \frac{1}{R_{ng}}$  vào biểu thức trên rồi biến đổi ta rút ra

được trị hiệu dụng:

$$U_{ng} = U_f \cdot R_{ng} \frac{\sqrt{3R_0 + 3R_0R_{ch} + R_{ch}^2}}{R_0R_{ch} + R_0R_{ng} + R_{ng}R_{ch}}$$

Để đơn giản ta giả thiết :  $3R_{ch}R_0 = 2\sqrt{3}R_{ch}R_0$  ta có :

$$U_{ng} = U_f \cdot R_{ng} \frac{\sqrt{3}R_0 + R_{ch}}{R_0R_{ch} + R_0R_{ng} + R_{ng}R_{ch}} = U_f \cdot R_{ng} \frac{\sqrt{3}R_0 + R_{ch}}{R_0R_{ch} + R_{ng}(R_0 + R_{ch})} \tag{3-6}$$

và :

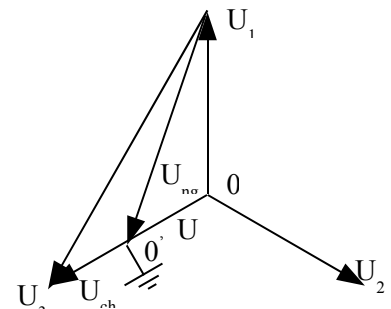
$$I_{ng} = U_f \frac{\sqrt{3}R_0 + R_{ch}}{R_0R_{ch} + R_{ng}(R_0 + R_{ch})} \tag{3-7}$$

Ta xét hai trường hợp đặt trung :

\* Khi điện trở chạm đất :  $R_{ch} = 0$  ta có  $U_{ng} = \sqrt{3}U_f$  tức trong trường hợp này điện áp đặt vào người bằng điện áp dây

\* Khi  $R_0 = 0$  ta tính được:  $U_{ng} = U_f$  trong thực tế  $R_0, R_{ch}$  luôn luôn lớn hơn không nên :  $U_{ng} = U_{13} - U_{ch}$   
suy ra  $\sqrt{3}U_f > U_{ng} > U_f$

Điều này cũng được minh họa trên giản đồ véc tơ.



**Hình 3.6:** Giản đồ vector

Như vậy tiếp xúc với dây pha trong trong mạng có trung tính trực tiếp nối đất khi có sự cố sẽ nguy hiểm hơn trong trường hợp làm việc bình thường .

**Ví dụ 1:** Một người chạm vào một pha của lưới điện ba pha bốn dây 380/220V có trung tính trực tiếp nối đất hãy xác định dòng điện qua người.

Cho biết :  $r_0=4\Omega$  ;  $R_{ng}=1000\Omega$  ;  $r_1=r_2=r_3=r_4=r_{c1}=10^4\Omega$



$$c_1=c_2=c_3=c_4=c=0,1\mu f, \text{ hay } X_C = \frac{1}{\omega c} = 32 \cdot 10^3 \Omega$$

**Giải:** Ta có :  $Y = \frac{1}{10^4} + j \frac{1}{32 \cdot 10^3} \ll Y_0 = \frac{1}{4}$

Do đó có thể coi :  $Y_1=Y_2=Y_3=Y_4=Y \approx 0$

Nên:  $I_{ng} = \frac{U_f}{R_{ng} + R_0} = \frac{220}{1000 + 4} \approx 220\text{mA}$

hay nếu bỏ qua  $R_0$  thì:  $I_{ng} = \frac{U_f}{R_{ng}} = \frac{220}{1000} \approx 220\text{mA}$

**Ví dụ 2 :** Một người chạm vào một pha của lưới điện ba pha 4 dây có trung tính trực tiếp nối đất, điện áp 380/220V khi pha 3 chạm đất như hình (2-3).

Biết :  $R_0=4\Omega$  ;  $R_{ng}=1000\Omega$  ;  $r_1=r_2=r_3=r_4=r_{c1}=10^4\Omega$  ;  $c_1=c_2=c_3=c_4=c=0,1\mu f$

Hãy xác định các giá trị ứng với các giá trị của điện trở chạm đất

$R_{ch}=100\Omega$  ; 50; 4; và 0,5 $\Omega$

**Giải :** Với  $R_{ch}=100\Omega$

Tương tự ta cũng xem  $Y_1=Y_2=Y_3=Y_4 \approx 0$

Dòng điện qua người được xác định theo công thức (3-7)

$$I_{ng} = U_f \frac{\sqrt{3}R_0 + R_{ch}}{R_0R_{ch} + R_{ch}R_{ng} + R_0R_{ng}} = 220 \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot 4 + 100}{4 \cdot 100 + 100 \cdot 1000 + 4 \cdot 1000} = 226\text{mA}$$

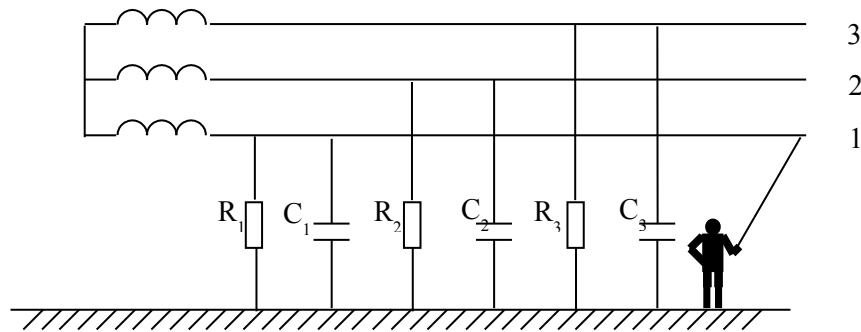
Tương tự với :  $R_{ch} = 50\Omega \rightarrow I_{ng} = 232\text{mA}$

$R_{ch} = 4\Omega \rightarrow I_{ng} = 300\text{mA}$

$R_{ch} = 0,5\Omega \rightarrow I_{ng} = 360\text{mA}$

**2 Mạng điện ba pha ba dây có trung tính cách điện**

**a. Tiếp xúc một pha trong chế độ làm việc bình thường**



**Hình 3.7:** Chạm vào một pha trong chế độ làm việc bình thường

Xét trường hợp người tiếp xúc trực tiếp với một pha trong mạng 3 pha 3

dây hình (3-7).

$$\text{Áp dụng công thức: } \dot{U}_{ng} = U_f \frac{\dot{Y}_2(1-a^2) + \dot{Y}_3(1-a) + \dot{Y}_0 + \dot{Y}_4}{\dot{Y}_0 + \dot{Y}_1 + \dot{Y}_2 + \dot{Y}_3 + \dot{Y}_4 + \dot{Y}_{ng}}$$

Ở đây do không nối đất nên:  $Y_4=Y_0=0$ .

$$\dot{U}_{ng} = U_f \frac{\dot{Y}_2(1-a^2) + \dot{Y}_3(1-a)}{\dot{Y}_1 + \dot{Y}_2 + \dot{Y}_3 + \dot{Y}_{ng}} \quad (3-8)$$

$$\text{Suy ra: } \dot{I}_{ng} = U_f \cdot \dot{Y}_{ng} \frac{\dot{Y}_2(1-a^2) + \dot{Y}_3(1-a)}{\dot{Y}_1 + \dot{Y}_2 + \dot{Y}_3 + \dot{Y}_{ng}} \quad (3.9)$$

Sử dụng công thức (3-8) và (3.9) để đánh giá mức độ nguy hiểm khi tiếp xúc với một pha trong ba trường hợp sau :

\* Khi điện dung của các pha bằng nhau:  $C_1 = C_2 = C_3 = C$  và điện trở các cũng pha bằng nhau:  $R_1 = R_2 = R_3 = R_{cd}$ . Đây là mạng điện cáp có điện áp nhỏ hơn 1000V

Từ (3-8) ta có :

$$\dot{U}_{ng} = U_f \frac{\dot{Y}(1-a^2+1-a)}{3\dot{Y}_1 + \dot{Y}_{ng}} = U_f \frac{3\dot{Y}}{3\dot{Y} + \dot{Y}_{ng}} \quad (\text{vì } 1-a^2+1-a=3)$$

$$\text{Suy ra: } \dot{I}_{ng} = U_f \cdot \dot{Y}_{ng} \frac{3\dot{Y}}{3\dot{Y} + \dot{Y}_{ng}} = U_f \cdot \frac{1}{R_{ng} + \frac{Z}{3}} \quad (3-10)$$

$$\text{Trong đó : } Z = \frac{1}{\dot{Y}} = \frac{1}{g + jb} = \frac{1}{\frac{1}{R_{cd}} + j\omega c}$$

Khi chuyển qua giá trị hiệu dụng ta có :

$$I_{ng} = \frac{U_f}{R_{ng}} \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{R_{cd}(R_{cd} + 6.R_{ng})}{9(1 + R_{cd}^2\omega^2 c^2)R_{ng}^2}}} \quad (3-11)$$

\* Khi :  $C_1 = C_2 = C_3 = 0$  và  $R_1 = R_2 = R_3 = R_{cd}$

Đây là trường hợp trong mạng điện áp nhỏ hơn 1000V có chiều dài bé nên bỏ qua trị số điện dung. Ở đây  $Y_1=Y_2=Y_3=Y = g = 1/R_{cd}$

$$\text{Theo (3-11) ta có } I_{ng} = \frac{U_f}{R_{ng} + \frac{R_{cd}}{3}} \quad (3-12)$$

\* Khi :  $C_1 = C_2 = C_3 = C$  và  $R_1 = R_2 = R_3 = \infty$

Đây là trường hợp của mạng điện áp lớn hơn 1000V.

Lúc này ta có  $Y_1 = Y_2 = Y_3 = Y = j\omega C = 1/Z$

thay vào (3-11) ta được:

$$\dot{I}_{ng} = \frac{U_f}{R_{ng} + \frac{1}{j3\omega C}} = \frac{U_f}{R_{ng} - j\frac{X_c}{3}} \quad (3-13)$$

Hay giá trị hiệu dụng :

$$I_{ng} = \frac{U_f (R_{ng} + j\frac{X_c}{3})}{R_{ng}^2 + (\frac{X_c}{3})^2} \Rightarrow I_{ng} = \frac{U_f}{\sqrt{R_{ng}^2 + (\frac{X_c}{3})^2}} \quad (3-14)$$

**Ví dụ 3:** Một người tiếp xúc với một pha của mạng điện 3 pha 3 dây có trung tính cách điện điện áp 380V. Biết  $R_{ng} = 1000\Omega$ . Hãy xác định dòng điện qua người trong hai trường hợp

a–Khi  $C_1 = C_2 = C_3 = 0$  và  $R_1 = R_2 = R_3 = 3 \cdot 10^3 \Omega$

b–Khi  $C_1 = C_2 = C_3 = C = 0,03 \mu f$  hay  $X_c = 100 \cdot 10^3$  và  $R_1 = R_2 = R_3 = \infty$

**Giải:**

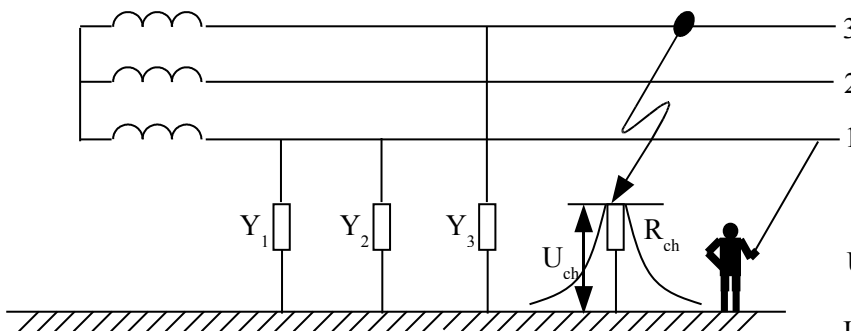
a) Ta áp dụng công thức (3-12):

$$I_{ng} = \frac{220}{1000 + \frac{3000}{3}} = 110mA$$

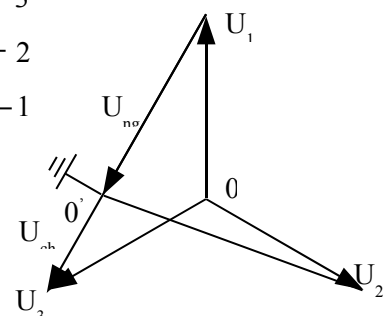
b) Ta áp dụng công thức (3-14) ta có

$$I_{ng} = \frac{220}{\sqrt{1000^2 + (\frac{100 \cdot 10^3}{3})^2}} = 6,6mA$$

**b. Tiếp xúc một pha trong chế độ sự cố:**



**Hình 3.8:** Chạm vào một pha trong khi pha khác chạm đất



**Hình 3.9:** Giảm đồ vectơ

Giả thiết pha 3 chạm đất mà người tiếp xúc với pha 1, điện trở chạm đất là  $R_{ch}$ . Ở đây có thể coi  $Y_4 = Y_0 = 0$  và  $Y_{ch} = 1/R_{ch}$

$$\text{Thay các giá trị này vào (3-9) ta được : } \dot{I}_{ng} = U_f Y_{ng} \frac{Y_{ch}(1-a)}{Y_{ch} + Y_{ng}} \quad (3-15)$$

Thay:  $Y_{ch} = 1/R_{ch}$  và  $Y_{ng} = 1/R_{ng}$  và biến đổi ta tính được giá trị hiệu dụng của dòng điện qua người.

$$I_{ng} = \frac{\sqrt{3}U_f}{R_{ng} + R_{ch}} = \frac{U_d}{R_{ng} + R_{ch}} \quad (3-16)$$

và điện áp:

$$U_{ng} = I_{ng} R_{ng} = \sqrt{3}U_f \frac{R_{ng}}{R_{ng} + R_{ch}} \quad (3-17)$$

Nếu cho  $R_{ch} \approx 0$  hoặc coi  $R_{ch} \ll R_{ng}$  thì ta có :

$$U_{ng} = \sqrt{3}U_f = U_d$$

Tức là điện áp đặt vào người bằng điện áp dây. Như vậy chạm vào một pha trong tình trạng sự cố ở mạng trung tính cách điện nguy hiểm hơn trong mạng trung tính trực tiếp nối đất.