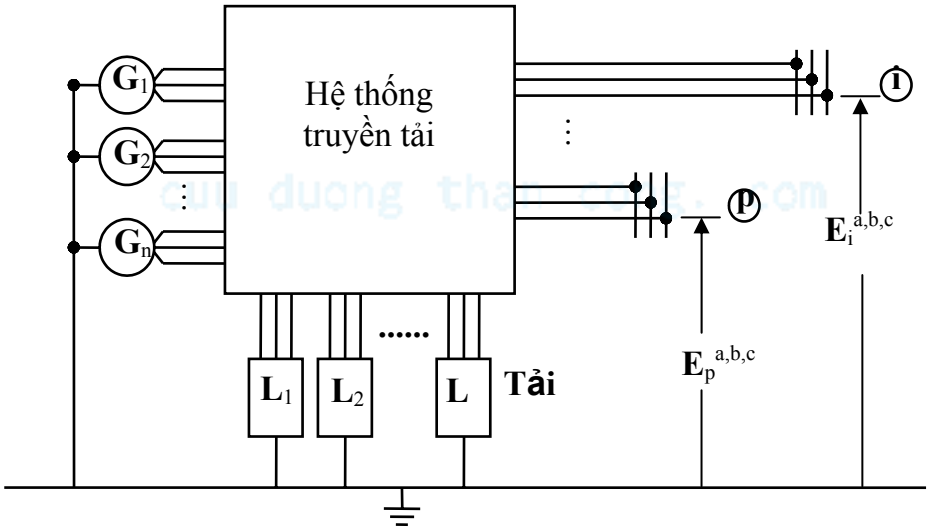
CHƯƠNG 7

TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH

7.1. GIỚI THIỆU.

Tính toán ngắn mạch cho ta biết dòng và áp của hệ thống điện trong trạng thái sự cố. Việc tính toán giúp ta dự định cho hệ thống bảo vệ rơle tương ứng và xác định các giá trị cắt của máy cắt ứng với mỗi vị trí khác nhau. Hệ thống rơle phải nhận ra sự tồn tại của ngắn mạch và bắt đầu máy cắt tác động cắt sự cố dễ dàng. Sự tác động đòi hỏi phải đảm bảo độ tin cậy giới hạn sự thiệt hại cho thiết bị. Giá trị dòng và áp nhận được là kết quả của nhiều dạng ngắn mạch xảy ra riêng biệt tại nhiều vị trí trong hệ thống điện nên phải tính toán để cung cấp đủ dữ liệu có hiệu quả cho hệ thống rơle và máy cắt. Tương tự máy tính, các thông tin thu được ứng dụng vào các mục đích riêng biệt được gọi là giải tích mạng đã được dùng rộng rãi trong nghiên cứu ngắn mạch trước khi kỹ thuật số phát triển.



Hình 7.1 : *Giới thiệu hệ thống điện dạng 3 pha*

Cấu trúc nút qui chiếu trong hình thức tổng dẫn là việc làm đầu tiên trong ứng dụng của máy tính số cho nghiên cứu ngắn mạch. Tương tự như phương pháp tính toán trào lưu công suất, dùng kỹ thuật lặp. Hoàn toàn lặp lại một cách đầy đủ ứng với mỗi dạng sự cố. Thủ tục chi tiết tốn nhiều thời gian, thường trong mỗi trường hợp, dòng và áp đòi hỏi cho một số lớn vị trí ngắn mạch. Vì vậy phương pháp này không được ứng dụng rộng rãi.

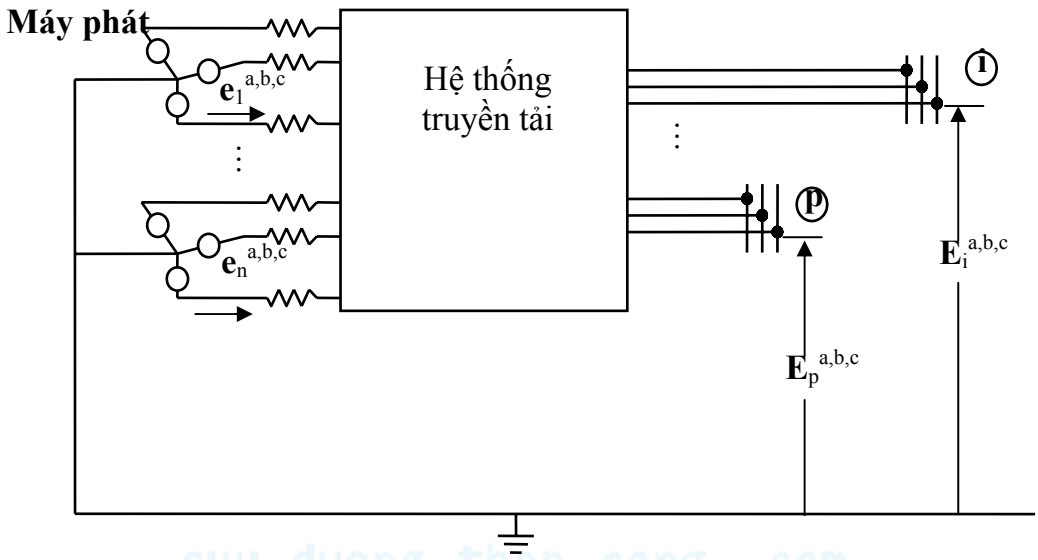
Sự pháp triển của kỹ thuật với sự ứng dụng của máy tính số, hình thức ma trận tổng trở nút có thể tính toán được bằng cách dùng định lý Thevenin cho việc tính toán ngắn mạch. Phép tính gần đúng cung cấp giá trị trung bình cho dòng và áp lúc ngắn mạch, vì giá trị có thể thu được với vài phép toán số học theo sau chỉ liên hệ với ma trận tổng trở nút.

CuuDuongThanCong.com https://fb.com/tailieudientucntt

7.2. TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH BẰNG CÁCH DÙNG MA TRẬN $Z_{NÚT}$.

7.2.1. Mô tả hệ thống

Mô tả hệ thống điện 3 pha trong trạng thái bình thường như hình 7.1. Trong trường hợp tổng quát đủ chính xác khi nghiên cứu ngắn mạch có thể thu được với sự trình bày đơn giản hóa. Miêu tả 3 pha đơn giản trong hình 7.2 và thu được bởi:



Hình 7.2 : *Giới thiệu hệ thống điện dạng 3 pha cho nghiên cứu ngắn mạch*

- Miêu tả mỗi máy phát bằng điện áp không đổi phía sau máy phát là điện kháng quá độ hay siêu quá độ.
- Không chú ý đến nhánh mạch rẽ, tải hay đường dây ...
- Coi tất cả các máy biến áp như là một cuộn dây không đáng kể.

Trong nghiên cứu ngắn mạch, đặc biệt với hệ thống điện cao áp, có thể miêu tả tổng trở máy biến áp và đường dây truyền tải như 1 số thực bằng đúng điện kháng của nó.

7.2.2. Dòng và áp ngắn mạch.

Dùng ma trận tổng trở nút cung cấp những thuận lợi cho việc tính toán dòng và áp khi ta xem đất là điểm qui chiếu. Một điều thuận lợi riêng là hình thành ma trận tổng trở nút, các thành phần của ma trận có thể tính toán trực tiếp dòng và áp ứng với mỗi vị trí và dạng ngắn mạch.

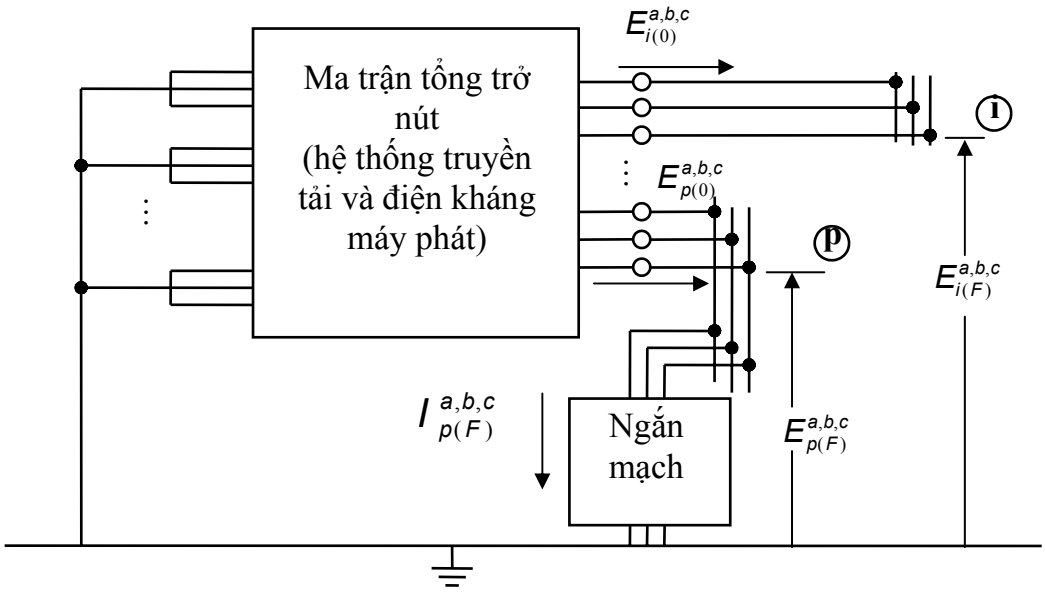
Hệ thống miêu tả với điểm ngắn mạch tại nút p trình bày trong hình 7.3. ở đây ta sử dụng định lý Thevenin, giá trị tổng trở riêng được miêu tả bằng ma trận tổng trở nút có tính đến điện kháng máy phát và giá trị điện áp mạch hở được biểu diễn bởi điện áp nút trước ngắn mạch.

Phương trình đặc tính của hệ thống trong lúc sự cố.

$$\vec{E}_{Nuit(F)}^{a,b,c} = \vec{E}_{Nuit(0)}^{a,b,c} - Z_{Nuit}^{a,b,c} \cdot \vec{I}_{Nuit(F)}^{a,b,c} \qquad (7.1)$$

Giá trị ẩn của vectơ điện áp là:

CuuDuongThanCong.com https://fb.com/tailieudientucntt



Hình 7.3 : *Giới thiệu hệ thống điện 3 pha với ngắn mạch tại nút p*

$$\vec{E}^{a,b,c}_{Nuit(F)} = \begin{bmatrix} E^{a,b,c}_{1(F)} \\ \cdots\cdots\cdots \\ E^{a,b,c}_{p(F)} \\ \cdots\cdots\cdots \\ E^{a,b,c}_{n(F)} \end{bmatrix}$$

Với : $\vec{E}^{a,b,c}_{Nuit(F)}$: Các thành phần là các vectơ điện áp 3 pha $\vec{E}^{a,b,c}_{i(F)}$ i = 1, 2, 3, ..., n

Các giá trị vectơ điện áp đã biết trước lúc ngắn mạch là:

$$\vec{E}^{a,b,c}_{Nuit(0)} = \begin{bmatrix} E^{a,b,c}_{1(0)} \\ \cdots\cdots\cdots \\ E^{a,b,c}_{p(0)} \\ \cdots\cdots\cdots \\ E^{a,b,c}_{n(0)} \end{bmatrix}$$

CuuDuongThanCong.com https://fb.com/tailieudientucntt

Giá trị ẩn vectơ dòng điện lúc ngắn mạch tại nút p là:

$$\vec{I}^{a,b,c}_{Nuït(F)} = \begin{bmatrix} 0 \\ \cdots\cdots\cdots \\ 0 \\ I^{a,b,c}_{p(F)} \\ 0 \\ \cdots\cdots\cdots \\ 0 \end{bmatrix}$$

Ma trận tổng trở nút 3 pha là:

$$Z^{a,b,c}_{Nuït} = \begin{bmatrix} Z^{a,b,c}_{11} & \cdots\cdots & Z^{a,b,c}_{1p} & \cdots\cdots & Z^{a,b,c}_{1n} \\ \cdots\cdots & \cdots\cdots & \cdots\cdots & \cdots\cdots & \cdots\cdots \\ Z^{a,b,c}_{p1} & \cdots\cdots & Z^{a,b,c}_{pp} & \cdots\cdots & Z^{a,b,c}_{pn} \\ \cdots\cdots & \cdots\cdots & \cdots\cdots & \cdots\cdots & \cdots\cdots \\ Z^{a,b,c}_{n1} & \cdots\cdots & Z^{a,b,c}_{np} & \cdots\cdots & Z^{a,b,c}_{nn} \end{bmatrix}$$

Trong đó các thành phần của ma trận $Z^{a,b,c}_{Nuït}$ là ma trận có kích thước 3x3. Phương trình (7.1) có thể viết lại như sau:

$$E^{a,b,c}_{1(F)} = E^{a,b,c}_{1(0)} - Z^{a,b,c}_{1p} . I^{a,b,c}_{p(F)}$$
$$E^{a,b,c}_{2(F)} = E^{a,b,c}_{2(0)} - Z^{a,b,c}_{2p} . I^{a,b,c}_{p(F)}$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$E^{a,b,c}_{p(F)} = E^{a,b,c}_{p(0)} - Z^{a,b,c}_{pp} . I^{a,b,c}_{p(F)} \qquad (7.2)$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$E^{a,b,c}_{n(F)} = E^{a,b,c}_{n(0)} - Z^{a,b,c}_{np} . I^{a,b,c}_{p(F)}$$

Vectơ điện áp 3 pha lúc ngắn mạch tại nút p theo hình 7.3 là:

$$E^{a,b,c}_{p(F)} = Z^{a,b,c}_{F} . I^{a,b,c}_{p(F)} \qquad (7.3)$$

Trong đó: $Z^{a,b,c}_{F}$ là ma trận tổng trở 3 pha lúc ngắn mạch. Ma trận kích thước 3x3 có các thành phần phụ thuộc vào dạng và tổng trở ngắn mạch. Thế phương trình (7.3) với $E^{a,b,c}_{p(F)}$ vào trong phương trình (7.2) ta có.

$$Z^{a,b,c}_{F} . I^{a,b,c}_{p(F)} = E^{a,b,c}_{p(0)} - Z^{a,b,c}_{pp} . I^{a,b,c}_{p(F)} \qquad (7.4)$$

Từ phương trình (7.4) ta thu được $I^{a,b,c}_{p(F)}$

$$I^{a,b,c}_{p(F)} = (Z^{a,b,c}_{F} + Z^{a,b,c}_{pp})^{-1} E^{a,b,c}_{p(0)} \qquad (7.5)$$

Thay $I^{a,b,c}_{p(F)}$ vào trong phương trình (7.3) điện áp 3 pha lúc ngắn mạch tại nút p như sau.

CuuDuongThanCong.com https://fb.com/tailieudientucntt

$$E_{p(F)}^{a,b,c} = Z_F^{a,b,c}(Z_F^{a,b,c} + Z_{pp}^{a,b,c})^{-1} E_{p(0)}^{a,b,c} \quad (7.6)$$

Tương tự điện áp 3 pha tại các điểm khác p có thể thu được bằng sự thay thế $I_{p(F)}^{a,b,c}$ vào trong phương trình (7.5) ta có:

$$E_{i(F)}^{a,b,c} = E_{i(0)}^{a,b,c} - Z_{ip}^{a,b,c}(Z_F^{a,b,c} + Z_{pp}^{a,b,c})^{-1} E_{p(0)}^{a,b,c} \qquad i \neq p \quad (7.7)$$

Đây là cách biểu diễn thông dụng các tham số dòng ngắn mạch trong hình thức tổng trở, dòng 3 pha ngắn mạch tại nút p là:

$$I_{p(F)}^{a,b,c} = Y_{Fi}^{a,b,c} . E_{p(F)}^{a,b,c} \quad (7.8)$$

Trong đó $Y_{Fi}^{a,b,c}$ là ma trận tổng dẫn lúc ngắn mạch. Thay $I_{p(F)}^{a,b,c}$ từ phương trình (7.8) vào phương trình (7.2) trở thành.

$$E_{p(F)}^{a,b,c} = E_{p(0)}^{a,b,c} - Z_{pp}^{a,b,c} . Y_F^{a,b,c} . E_{p(F)}^{a,b,c} \quad (7.9)$$

Từ phương trình (7.9) rút $E_{p(F)}^{a,b,c}$ ta có.

$$E_{p(F)}^{a,b,c} = (U + Z_{pp}^{a,b,c} Y_F^{a,b,c})^{-1} E_{p(0)}^{a,b,c} \quad (7.10)$$

Thế $E_{p(F)}^{a,b,c}$ vào trong phương trình (7.8) dòng ngắn mạch 3 pha tại nút p là:

$$I_{p(F)}^{a,b,c} = Y_F^{a,b,c}(U + Z_{pp}^{a,b,c} Y_F^{a,b,c})^{-1} E_{p(0)}^{a,b,c} \quad (7.11)$$

Tương tự điện áp 3 pha tại các nút khác p có thể thu được bằng cách thay thế $I_{p(F)}^{a,b,c}$ từ phương trình (7.11).

$$E_{i(F)}^{a,b,c} = E_{i(0)}^{a,b,c} - Z_{ip}^{a,b,c} Y_F^{a,b,c}(U + Z_{pp}^{a,b,c} Y_F^{a,b,c})^{-1} E_{p(0)}^{a,b,c} \qquad i \neq p \quad (7.12)$$

Dòng ngắn mạch qua mỗi nhánh của mạng có thể được tính với điện áp nút thu được từ phương trình (7.6) và (7.7) hay từ phương trình (7.10) và (7.12). Dòng điện qua mỗi nhánh trong mạng là:

$$\vec{i}_{(F)}^{a,b,c} = \left[y^{a,b,c}\right] v_{(F)}^{a,b,c}$$

Trong đó thành phần của vectơ dòng điện là:

$$i_{ij(F)}^{a,b,c} = \begin{bmatrix} i_{ij(F)}^{a} \\ i_{ij(F)}^{b} \\ i_{ij(F)}^{c} \end{bmatrix}$$

Các thành phần của vectơ điện áp là:

$$v_{ij(F)}^{a,b,c} = \begin{bmatrix} v_{ij(F)}^{a} \\ v_{ij(F)}^{b} \\ v_{ij(F)}^{c} \end{bmatrix}$$

Các thành phần của ma trận tổng trở gốc là:

$$y_{ij,kl}^{a,b,c} = \begin{bmatrix} y_{ij,kl}^{aa} & y_{ij,kl}^{ab} & y_{ij,kl}^{ac} \\ y_{ij,kl}^{ba} & y_{ij,kl}^{bb} & y_{ij,kl}^{bc} \\ y_{ij,kl}^{ca} & y_{ij,kl}^{cb} & y_{ij,kl}^{cc} \end{bmatrix}$$

CuuDuongThanCong.com https://fb.com/tailieudientucntt

Với $y_{ij,kl}^{bc}$ là tổng dẫn tương hỗ giữa nhánh i-j của pha b và nhánh k-l của pha c. Dòng điện 3 pha trong nhánh i-j có thể thu được từ.

$$\vec{i}_{ij(F)}^{a,b,c} = \vec{y}_{ij,rs}^{a,b,c} \cdot \vec{v}_{rs(F)}^{a,b,c} \quad (7.13)$$

Với r - s liên hệ với nhánh i-j như những phần tử tương hỗ nối đến nhánh i-j.

$$\vec{v}_{rs(F)}^{a,b,c} = \vec{E}_{r(F)}^{a,b,c} - \vec{E}_{s(F)}^{a,b,c} \quad (7.14)$$

Phương trình (7.13) trở thành

$$\vec{i}_{ij(F)}^{a,b,c} = \vec{y}_{ij,rs}^{a,b,c}(\vec{E}_{r(F)}^{a,b,c} - \vec{E}_{s(F)}^{a,b,c})$$

Những công thức trên có thể áp dụng để tính dòng và áp cho cả dạng ngắn mạch 3 pha đối xứng hay không đối xứng.

7.3. TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH CHO MẠNG 3 PHA ĐỐI XỨNG BẰNG CÁCH DÙNG $Z_{NÚT}$

7.3.1. Biến đổi thành dạng đối xứng.

Những công thức đã đưa ra ở trên để tính toán dòng và áp lúc ngắn mạch có thể đơn giản hóa đối với một hệ 3 pha đối xứng bằng cách dùng các thành phần đối xứng. Ma trận tổng trở gốc đối với một thành phần 3 pha đối xứng ổn định là:

$$z_{pq}^{a,b,c} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline z_{pq}^{s} & z_{pq}^{m} & z_{pq}^{m} \\ \hline z_{pq}^{m} & z_{pq}^{s} & z_{pq}^{m} \\ \hline z_{pq}^{m} & z_{pq}^{m} & z_{pq}^{s} \\ \hline \end{array}$$

cuu duong than cong. com

Ma trận có thể trở thành ma trận đường chéo bằng phép biến đổi $(T_s^*)^t z_{pq}^{a,b,c} T_s$ ta được.

$$z_{pq}^{0,1,2} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline z_{pq}^{(0)} & & \\ \hline & z_{pq}^{(1)} & \\ \hline & & z_{pq}^{(2)} \\ \hline \end{array}$$

Với $z_{pq}^{(0)}, z_{pq}^{(1)}$ và $z_{pq}^{(2)}$ thứ tự là tổng trở thứ tự không, thứ tự thuận, thứ tự nghịch. Đối với hệ 3 pha đối xứng tổng trở thứ tự thuận và thứ tự nghịch bằng nhau

Tương tự, $y_{ij,kl}^{a,b,c}$ trong ma trận tổng dẫn gốc và $z_{ij}^{a,b,c}$ trong ma trận tổng trở nút có thể đường chéo hóa bằng phép biến đổi ma trận T_s thu được tương ứng.

cuu duong than cong. com

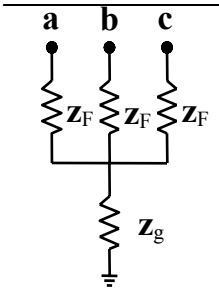
$$y_{ij,kl}^{0,1,2} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline y_{ij,kl}^{(0)} & & \\ \hline & y_{ij,kl}^{(1)} & \\ \hline & & y_{ij,kl}^{(2)} \\ \hline \end{array} \quad \textbf{và} \quad z_{ij}^{0,1,2} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline z_{ij}^{(0)} & & \\ \hline & z_{ij}^{(1)} & \\ \hline & & z_{ij}^{(2)} \\ \hline \end{array}$$

Thông thường xem tất cả các điện áp nút trước lúc ngắn mạch là bằng nhau về độ lớn và góc lệch pha. Xem độ lớn điện áp pha đất $E_{i(0)}$ bằng một đơn vị. Lúc đó điện áp nút thứ i trước ngắn mạch có dạng.

CuuDuongThanCong.com https://fb.com/tailieudientucntt

Dạng ngắn mạch	Các thành phần ba pha	
	$Z_F^{a,b,c}$	$Y_F^{a,b,c}$

Ba pha chạm đất

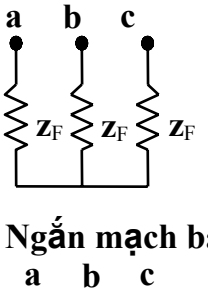


$$\begin{bmatrix} z_F + z_0 & z_0 & z_0 \\ z_0 & z_F + z_0 & z_0 \\ z_0 & z_0 & z_F + z_0 \end{bmatrix}$$

$$\frac{1}{3}\begin{bmatrix} y_0 + 2y_F & y_0 - y_F & y_0 - y_F \\ y_0 - y_F & y_0 + 2y_F & y_0 - y_F \\ y_0 - y_F & y_0 - y_F & y_0 + 2y_F \end{bmatrix}$$

Với $y_0 = \dfrac{1}{z_F + 3z_0}$

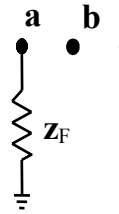
Ngắn mạch ba pha



Không xác định

$$\frac{y_F}{3}\begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{bmatrix}$$

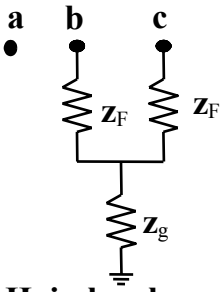
Một pha chạm đất



$$\begin{bmatrix} z_F & 0 & 0 \\ 0 & \infty & 0 \\ 0 & 0 & \infty \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} y_F & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

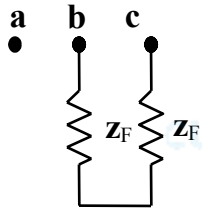
Hai pha chạm đất



$$\begin{bmatrix} \infty & 0 & 0 \\ 0 & z_F + z_0 & z_0 \\ 0 & z_0 & z_F + z_0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & \dfrac{z_F + z_0}{z_F^2 + 2z_F z_0} & \dfrac{-z_0}{z_F^2 + 2z_F z_0} \\ 0 & \dfrac{-z_0}{z_F^2 + 2z_F z_0} & \dfrac{z_F + z_0}{z_F^2 + 2z_F z_0} \end{bmatrix}$$

Ngắn mạch hai pha



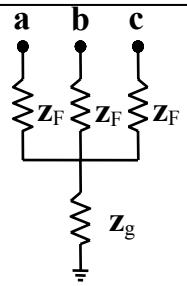
Không xác định

$$\frac{y_F}{2}\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \\ 0 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

Bảng 7.1 : *Ma trận tổng trở và tổng dẫn ngắn mạch*

CuuDuongThanCong.com https://fb.com/tailieudientucntt

Dạng ngắn mạch | $Z_F^{0,1,2}$ | $Y_F^{0,1,2}$

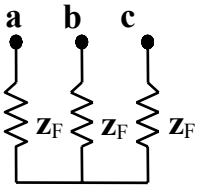


Ba pha chạm đất

$z_F + 3z_0$	0	0
0	z_F	0
0	0	z_F

y_F	0	0
0	y_F	0
0	0	y_F

Với $y_0 = \dfrac{1}{z_F + 3z_0}$

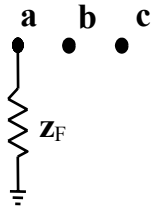


Ngắn mạch ba pha

∞	0	0
0	z_F	0
0	0	z_F

y_F

0	0	0
0	1	0
0	0	1

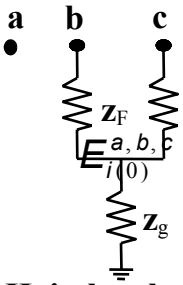


Không xác định

$\dfrac{y_F}{3}$

1	1	1
1	1	1
1	1	1

Một pha chạm đất



$E^{a,b,c}_{i(0)} =$

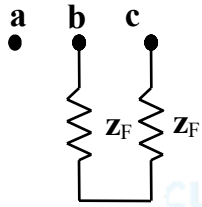
1
a^2
a

Không xác định

$\dfrac{1}{3(z_F^2 + 2z_F z_0)}$

$2z_F$	$-z_F$	$-z_F$
$-z_F$	$2z_F + 3z_0$	$-(z_F + 3z_0)$
$-z_F$	$-(z_F + 3z_0)$	$2z_F + 3z_0$

Hai pha chạm đất



Không xác định

$\dfrac{y_F}{2}$

0	0	0
0	1	-1
0	-1	1

Ngắn mạch hai pha

Các thành phần đối xứng

CuuDuongThanCong.com https://fb.com/tailieudientucntt

Biến đổi về các thành phần dạng đối xứng là:

$$E_{i(0)}^{a,b,c} = (T_s^*)^t E_{i(0)}^{a,b,c}$$

Thì

$$E_{i(0)}^{a,b,c} = \begin{bmatrix} \mathbf{0} \\ \sqrt{3} \\ \mathbf{0} \end{bmatrix}$$

Ma trận tổng trở ngắn mạch $Z_F^{a,b,c}$ có thể được biến đổi bởi ma trận T_s vào trong ma trận $Z_F^{0,1,2}$. Ma trận thu được là ma trận đường chéo nếu dạng ngắn mạch là đối xứng. Ma trận tổng trở và tổng dẫn lúc ngắn mạch coi như 3 pha đối xứng của nhiều dạng ngắn mạch trình bày trong bảng 7.1.

Tương tự các phương trình tính toán dòng và áp ngắn mạch có thể được viết dưới dạng các thành phần đối xứng. Dòng điện tại nút ngắn mạch p là:

$$I_{p(F)}^{0,1,2} = (Z_F^{0,1,2} + Z_{pp}^{0,1,2})^{-1} E_{p(0)}^{0,1,2} \quad (7.15)$$

Hay $$I_{p(F)}^{0,1,2} = Y_F^{0,1,2}(U + Z_{pp}^{0,1,2} Y_F^{0,1,2})^{-1} E_{p(0)}^{0,1,2} \quad (7.16)$$

Điện áp ngắn mạch tại nút p là:

$$E_{p(F)}^{0,1,2} = Z_F^{0,1,2}(Z_F^{0,1,2} + Z_{pp}^{0,1,2})^{-1} E_{p(0)}^{0,1,2} \quad (7.17)$$

Hay $$E_{p(F)}^{0,1,2} = (U + Z_{pp}^{0,1,2} Y_F^{0,1,2})^{-1} E_{p(0)}^{0,1,2} \quad (7.18)$$

Điện áp tại các nút khác p là:

$$E_{i(F)}^{0,1,2} = E_{i(0)}^{0,1,2} - Z_{ip}^{0,1,2}(Z_F^{0,1,2} + Z_{pp}^{0,1,2})^{-1} E_{p(0)}^{0,1,2} \quad (7.19)$$

Hay $$E_{i(F)}^{0,1,2} = E_{i(0)}^{0,1,2} - Z_{ip}^{0,1,2} Y_F^{0,1,2}(U + Z_{pp}^{0,1,2} Y_F^{0,1,2})^{-1} E_{p(0)}^{0,1,2} \quad (7.20)$$

Dòng ngắn mạch 3 pha trong nhánh i-j là:

$$i_{ij(F)}^{0,1,2} = \vec{y}_{ij,rs}^{0,1,2}(\vec{E}_{r(F)}^{0,1,2} - \vec{E}_{s(F)}^{0,1,2}) \quad (7.21)$$

7.3.2. Ngắn mạch 3 pha chạm đất.

Dòng và áp trong ngắn mạch 3 pha chạm đất có thể có được bằng cách thay ma trận tổng trở tương ứng bằng các số hạng của những thành phần đối xứng vào trong phương trình (7.15), (7.17) và (7.19). Ở hai phía của phương trình thu được ta có thể nhân trước nó với T_s để nhận được các công thức tương ứng với các thành phần pha.
Ma trận tổng trở ngắn mạch cho hệ thống 3 pha chạm đất là:

$$Z_F^{0,1,2} = \begin{bmatrix} \mathbf{z}_F + 3z_0 & & \\ & \mathbf{z}_F & \\ & & \mathbf{z}_F \end{bmatrix} \quad \mathbf{(7.22)}$$

Dòng 3 pha và điện áp nút ngắn mạch thu được bằng sự thay thế $Z_F^{0,1,2}$ từ phương trình (7.22) vào trong phương trình (7.15), (7.17) và (7.19). Dòng ngắn mạch tại nút p là:

$$\begin{bmatrix} I_{p(F)}^{(0)} \\ I_{p(F)}^{(1)} \\ I_{p(F)}^{(2)} \end{bmatrix} = \left(\begin{bmatrix} z_F + 3z_0 + Z_{pp}^{(0)} & & \\ & z_F + Z_{pp}^{(1)} & \\ & & z_F + Z_{pp}^{(2)} \end{bmatrix} \right)^{-1} \begin{bmatrix} \mathbf{0} \\ \sqrt{3} \\ \mathbf{0} \end{bmatrix}$$

CuuDuongThanCong.com https://fb.com/tailieudientucntt

Biến đổi ta có:

$$\begin{bmatrix} I^{(0)}_{p(F)} \\ I^{(1)}_{p(F)} \\ I^{(2)}_{p(F)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{0} \\ \dfrac{\sqrt{3}}{z_F + Z^{(1)}_{pp}} \\ \mathbf{0} \end{bmatrix} \qquad \textbf{(7.23)}$$

Các thành phần pha của dòng ngắn mạch tại nút p có thể thu được bằng cách nhân cả hai vế của phương trình (7.23) với T_s. Ta có dòng thu được:

$$\begin{bmatrix} I^{a}_{p(F)} \\ I^{b}_{p(F)} \\ I^{c}_{p(F)} \end{bmatrix} = \frac{1}{z_F + Z^{(1)}_{pp}} \begin{bmatrix} \mathbf{1} \\ \mathbf{a}^2 \\ \mathbf{a} \end{bmatrix}$$

Điện áp ngắn mạch tại nút p là:

$$\begin{bmatrix} E^{(0)}_{p(F)} \\ E^{(1)}_{p(F)} \\ E^{(2)}_{p(F)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{z}_F + 3z_0 & & \\ & \mathbf{z}_F & \\ & & \mathbf{z}_F \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{0} \\ \dfrac{\sqrt{3}}{z_F + Z^{(1)}_{pp}} \\ \mathbf{0} \end{bmatrix}$$

cuu duong than cong. com

Biến đổi đơn giản ta có:

$$\begin{bmatrix} E^{(0)}_{p(F)} \\ E^{(1)}_{p(F)} \\ E^{(2)}_{p(F)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{0} \\ \dfrac{\sqrt{3}}{z_F + Z^{(1)}_{pp}} \\ \mathbf{0} \end{bmatrix}$$

Các thành phần pha của điện áp ngắn mạch là:

$$\begin{bmatrix} E^{a}_{p(F)} \\ E^{b}_{p(F)} \\ E^{c}_{p(F)} \end{bmatrix} = \frac{z_F}{z_F + Z^{(1)}_{pp}} \begin{bmatrix} \mathbf{1} \\ \mathbf{a}^2 \\ \mathbf{a} \end{bmatrix}$$

cuu duong than cong. com

Điện áp tại các nút khác p là:

$$\begin{bmatrix} E^{(0)}_{i(F)} \\ E^{(1)}_{i(F)} \\ E^{(2)}_{i(F)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ \sqrt{3} \\ 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} Z^{(0)}_{ip} & & \\ & Z^{(1)}_{ip} & \\ & & Z^{(2)}_{ip} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ \dfrac{\sqrt{3}}{z_F + Z^{(1)}_{pp}} \\ 0 \end{bmatrix}$$

CuuDuongThanCong.com https://fb.com/tailieudientucntt

Biến đổi đơn giản ta có:

$$\begin{bmatrix} E_{i(F)}^{(0)} \\ E_{i(F)}^{(1)} \\ E_{i(F)}^{(2)} \end{bmatrix} = \sqrt{3} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 - \dfrac{Z_{ip}^{(1)}}{z_F + Z_{pp}^{(1)}} \\ 0 \end{bmatrix}$$

Các thành phần pha là:

$$\begin{bmatrix} E_{i(F)}^{a} \\ E_{i(F)}^{b} \\ E_{i(F)}^{c} \end{bmatrix} = \left(1 - \frac{Z_{ip}^{(1)}}{z_F + Z_{pp}^{(1)}}\right) \begin{bmatrix} 1 \\ a^2 \\ a \end{bmatrix}$$

Các công thức thu được trong các mục trên tổng kết trong bảng 7.2. Điện áp của một pha đối với đất xem như một đơn vị so với gốc qui chiếu. Công thức trong bảng 7.2 bao gồm điện áp một pha đối với đất, nó có thể xem như một đơn vị.

Dòng lúc ngắn mạch trong các nhánh của mạng điện có thể tính toán từ công thức (7.21). Từ đây các giá trị điện áp thứ tự không, thứ tự nghịch bằng 0 đối với ngắn mạch 3 pha mà ở đó không có tương hổ thành phần thứ tự thuận của hệ là $y_{ij,rs}^{(1)} = 0$, ngoại trừ rs = ij, phương trình (7.21) trở thành.

$$\begin{bmatrix} I_{ij(F)}^{(0)} \\ I_{ij(F)}^{(1)} \\ I_{ij(F)}^{(2)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ y_{ij,ij}^{(1)} (E_{i(F)}^{1} - E_{j(F)}^{(1)}) \\ 0 \end{bmatrix}$$

Các thành phần pha là:

$$\begin{bmatrix} i_{ij(F)}^{a} \\ i_{ij(F)}^{b} \\ i_{ij(F)}^{c} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{3}} y_{ij,ij}^{(1)} (E_{i(F)}^{(1)} - E_{j(F)}^{(1)}) \begin{bmatrix} 1 \\ a^2 \\ a \end{bmatrix}$$

cuu duong than cong. com

CuuDuongThanCong.com https://fb.com/tailieudientucntt