

CHƯƠNG IV

TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH TRONG HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN

1 CÁC KHÁI NIỆM VỀ NGẮN MẠCH TRONG HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN

1.1. Tổng quan

Ngắn mạch là hiện tượng các dây dẫn điện chạm vào nhau hoặc chạm đất. Khi ngắn mạch, giá trị dòng điện trong mạch tăng vọt một cách đột biến (gấp vài lần đến vài chục lần dòng định mức) vì tổng trở đường dây trở nên rất bé (xấp xỉ bằng 0).

Ngắn mạch xảy ra tại đầu nguồn là nguy hiểm nhất do tổng trở vô cùng bé và xem như bằng không. Càng xa nguồn thì dòng ngắn mạch càng nhỏ và ít nguy hiểm hơn.

1.2. Nguyên nhân–Hậu quả–Biện pháp khắc phục ngắn mạch

a) Nguyên nhân

- Do có vật nặng rơi, cành cây ngã đổ làm các dây dẫn điện chạm vào nhau.
- Do mưa, bão, thiên tai làm gãy trụ đỡ, đứt dây dẫn điện rơi xuống chạm vào đất.
- Do sinh vật bò trườn qua các đường dây đang có điện.
- Do tiếp xúc cách điện giữa thiết bị và dây dẫn đã bị lão hóa mà chưa được thay thế.
- Do các thao tác sơ suất, nhầm lẫn của con người.

b) Hậu quả

- Dòng ngắn mạch sinh ra lực điện động rất lớn gây biến dạng thiết bị.
- Gây hư hỏng các khí cụ điện, phá hủy cách điện do quá nhiệt.
- Ngừng cung cấp điện cho một bộ phận của hệ thống điện.

c) Biện pháp khắc phục ngắn mạch

- Sử dụng sơ đồ nối dây một cách hợp lý.
- Dùng các thiết bị hạn chế dòng ngắn mạch như kháng điện, điện trở,...
- Dùng các thiết bị tự động cô lập phần tử bị sự cố trong thời gian ngắn nhất cho phép.
- Chọn các thiết bị và các phần tử có khả năng chịu đựng được các ảnh hưởng xấu do hiệu ứng nhiệt và các lực điện động của dòng ngắn mạch gây nên.

1.3. Mục đích của việc tính toán ngắn mạch

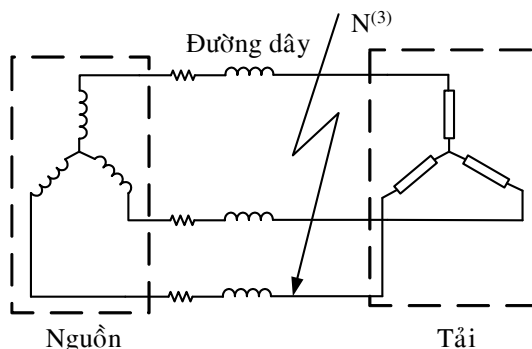
- Nhằm lựa chọn các thiết bị điện, khí cụ điện, máy cắt, dao cách ly, sứ cách điện, dây dẫn làm việc đảm bảo hệ thống làm việc cả trong chế độ bình thường và chế độ sự cố.
- Nhằm lựa chọn các biện pháp hạn chế tác hại của dòng ngắn mạch (gắn cuộn kháng).
- Nhằm tính toán, chỉnh định các rơle bảo vệ và các thiết bị tự động hóa để loại trừ nhanh chóng và có chọn lọc các phần tử bị sự cố ngắn mạch ra khỏi hệ thống điện.

- Nhằm lựa chọn sơ đồ nối dây thích hợp để giảm tác hại của dòng ngắn mạch.

2 TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH TRONG HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN

2.1. Các dạng ngắn mạch cơ bản và xác suất xảy ra tương ứng

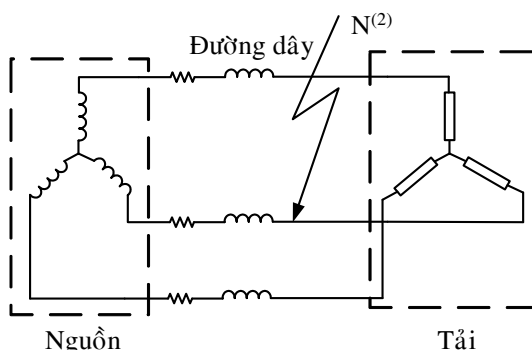
a) Ngắn mạch ba pha



Hình 6.1. Ngắn mạch ba pha

Xác suất xảy ra vào khoảng 5%, đây là dạng ngắn mạch đối xứng. Dạng ngắn mạch này là nguy hiểm nhất do giá trị dòng ngắn mạch tăng cao nhất so với các dạng ngắn mạch khác.

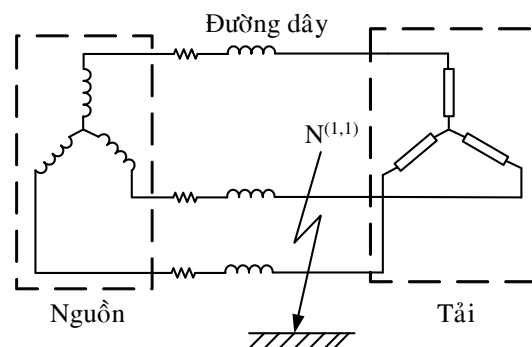
b) Ngắn mạch hai pha



Hình 6.2. Ngắn mạch hai pha

Xác suất xảy ra vào khoảng 10%, đây là dạng ngắn mạch không đối xứng với giá trị dòng ngắn mạch thường khá lớn

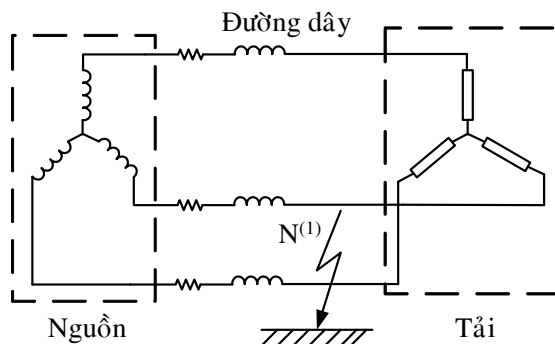
c) Ngắn mạch hai pha chạm đất



Hình 6.3. Ngắn mạch hai pha chạm đất

Xác suất xảy ra vào khoảng 20%, đây cũng là dạng ngắn mạch không đối xứng và cũng có giá trị dòng ngắn mạch khá lớn.

d) Ngắn mạch một pha chạm đất



Hình 6.4. Ngắn mạch một pha chạm đất

Là dạng ngắn mạch dễ xảy ra nhất với xác suất xảy ra vào khoảng 65%, thuộc dạng ngắn mạch không đối xứng và có giá trị dòng ngắn mạch bé nhất so với các dạng trên nếu xảy ra trong cùng một điều kiện.

Trong các dạng ngắn mạch trên, ngắn mạch ba pha là ngắn mạch đối xứng do giá trị điện áp trên ba pha là giống nhau và lệch pha nhau 120° điện. Các dạng ngắn mạch còn lại là ngắn mạch không đối xứng do dòng điện và điện áp trên các pha khác nhau và lệch pha nhau khác 120° điện.

Khi các dây dẫn chạm pha nhau hay chạm đất thì tổng trở đẳng trị của hệ thống so với nguồn giảm nhỏ, dòng điện sẽ rất lớn gây nguy hiểm cho hệ thống. Do đó cần xác định dòng ngắn mạch và tìm các biện pháp khắc phục hậu quả do dòng ngắn mạch gây nên.

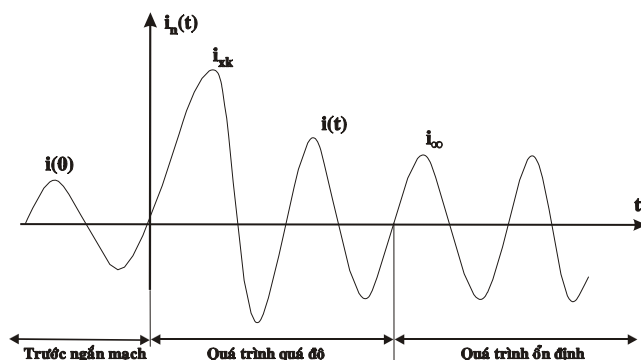
2.2. Các hình thức ngắn mạch – Tính toán ngắn mạch trong hệ thống cung cấp điện

a) Ngắn mạch trực tiếp

Tổng trở tiếp xúc tại điểm ngắn mạch do hồ quang và các thành phần trung gian gây nên rất khó xác định. Tổng trở này phụ thuộc vào nhiều trạng thái tiếp xúc cũng như trạng thái của hồ quang điện. Trường hợp nguy hiểm nhất là tổng trở tiếp xúc bằng không và gọi là ngắn mạch trực tiếp.

b) Ngắn mạch duy trì

Xem xét đồ thị biến thiên của dòng điện ngắn mạch hình 6.5



Hình 6.5. Đồ thị biến thiên của dòng điện ngắn mạch

Trước ngắn mạch dòng điện ban đầu là $i(0)$, tại thời điểm ngắn mạch dòng điện bắt đầu tăng lên chuyển sang quá trình quá độ. Trong giai đoạn đầu của quá trình quá độ dòng điện tăng rất nhanh và đạt giá trị cực đại sau 0.01 giây (1/2 chu kỳ) gọi là dòng điện xung kích (i_{xk}) và sau đó chuyển sang trạng thái ngắn mạch duy trì hay còn gọi là trạng thái duy trì. Ở trạng thái duy trì dòng điện ngắn mạch không thay đổi giá trị nhưng vẫn lớn hơn giá trị so với dòng điện trước ngắn mạch. Trạng thái duy trì còn gọi là trạng thái xác lập mới. Quá trình ngắn mạch có ba giai đoạn: trước ngắn mạch (chế độ xác lập ban đầu), quá trình quá độ và trạng thái duy trì (chế độ ngắn mạch mới).

Hệ thống bảo vệ rơle kiểm soát sự cố ngắn mạch và đưa tín hiệu đến máy cắt để tác động ngắt dòng ngắn mạch trong một thời gian ngắn còn gọi là thời gian cắt ngắn mạch. Thời gian cắt ngắn mạch phải nhỏ hơn thời gian đến trạng thái duy trì.

c) Ngắn mạch phía cao áp

Trong tính toán ngắn mạch, các tham số các phần tử hệ thống cung cấp điện có thể tính theo hệ đơn vị tương đối hoặc hệ đơn vị có tên. Do đặc điểm chương trình chỉ nghiên cứu hệ đơn vị có tên.

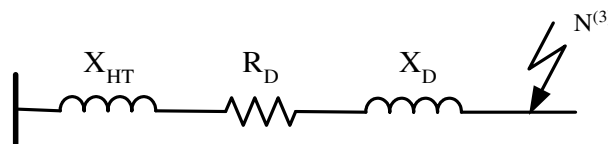
Cấp điện áp mà xí nghiệp, khu dân cư, đô thị nhận từ hệ thống điện lực là cấp điện áp trung áp 15/22KV. Các xí nghiệp có công suất lớn có thể sử dụng cấp điện áp 110KV.

Khi tiến hành tính toán ngắn mạch phía cao áp, do không biết rõ cấu trúc hệ thống điện quốc gia, một cách gần đúng điện kháng các hệ thống được tính thông qua công suất ngắn của máy cắt đầu nguồn. Hệ thống điện được xem là có công suất vô cùng lớn.



Hình 6.6. Sơ đồ tính toán ngắn mạch

Sơ đồ thay thế tính ngắn mạch như hình 6.7



Hình 6.7. Sơ đồ thay thế tính toán ngắn mạch

Trong đó:

TBATG : Trạm biến áp trung gian.

TBAXN : Trạm biến áp xí nghiệp.

MC1, MC2 : Máy cắt đầu nguồn, máy cắt cuối nguồn đường dây cung cấp điện.

HT : Hệ thống điện quốc gia, Ω

X_{HT} : Điện kháng hệ thống, Ω

X_D : Điện kháng đường dây, Ω

R_D : Điện trở đường dây.

Điện kháng hệ thống

$$X_{HT} = \frac{U^2}{S_N}, \Omega \quad (6.1)$$

Trong đó:

S_N : Công suất MC1, KVA

U : Điện áp định mức đường dây, KV

Điện trở và điện kháng đường dây

$$R_D = r_0 l, \Omega$$

$$X_D = x_0 l, \Omega$$

Trong đó:

r_0, x_0 : điện trở và điện kháng trên một km đường dây, Ω/km

l : chiều dài đường dây, km

Đối với mạng trung áp và hạ áp một cách gần đúng thì x_0 có giá trị sau:

Đường dây trên không: $x_0 = 0,4 \Omega/\text{km}$.

Đường dây cáp: $x_0 = 0,08 \Omega/\text{km}$.

Do ngắn mạch xa nguồn nên dòng ngắn mạch bằng dòng điện ngắn mạch ổn định và được tính như sau:

$$I_N = I'' = I_\infty = \frac{U}{\sqrt{3}Z_N}, \text{KA} \quad (6.2)$$

Trong đó

Z_N : Tổng trở hệ thống từ nguồn đến điểm ngắn mạch, Ω

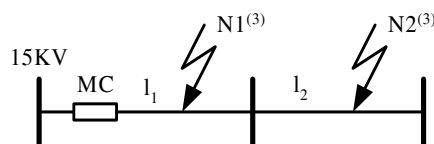
U : Điện áp đường dây, KV

Dòng ngắn mạch xung kích

$$i_{xk} = 1,8\sqrt{2}I_N, \text{KA} \quad (6.3)$$

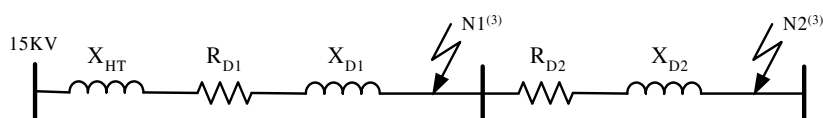
Sử dụng i_{xk} kiểm tra ổn định động thiết bị. Sử dụng I_N kiểm tra ổn định nhiệt của thiết bị.

Ví dụ 1: Đường dây cung cấp điện như hình vẽ, điện áp đường dây 15KV. Tổng trở đường dây l_1 và l_2 là $Z_1 = 1,26 + j2,22 \Omega$ và $Z_2 = 0,0316 + j0,03 \Omega$. Tính dòng ngắn mạch tại điểm N1 và N2 cho biết công suất máy cắt là 1051 MVA.



Giải:

Sơ đồ thay thế đường dây để tính ngắn mạch



Tính điện kháng hệ thống

$$X_{HT} = \frac{U^2}{S_N} = \frac{15^2}{1051} = 0,2 \, \Omega$$

Dòng ngắn mạch tại điểm N1

$$I_{N1} = \frac{U}{\sqrt{3} \sqrt{R_{D1}^2 + (X_{HT} + X_{D1})^2}} = \frac{15}{\sqrt{3} \sqrt{(1,26)^2 + (2,22 + 0,2)^2}} = 3,2 \text{KA}$$

Dòng ngắn mạch xung kích tại điểm N1

$$i_{xkN1} = 1,8\sqrt{2}I_{N1} = 1,8\sqrt{2}3,2 = 7,8 \text{ KA}$$

Dòng ngắn mạch tại điểm N2

$$I_{N2} = \frac{U}{\sqrt{3} \sqrt{(R_{D1} + R_{D2})^2 + (X_{HT} + X_{D1} + X_{D2})^2}}$$

$$I_{N2} = \frac{15}{\sqrt{3} \sqrt{(1,26 + 0,31)^2 + (2,22 + 0,03 + 0,2)^2}} = 3 \text{KA}$$

Dòng ngắn mạch xung kích tại điểm N2

$$i_{xkN2} = 1,8\sqrt{2}I_{N2} = 1,8\sqrt{2}3 = 7,6 \text{ KA}$$

d) Ngắn mạch phía hạ áp

* Mục đích tính toán

Mục đích tính ngắn mạch trong mạng điện hạ áp là để chọn các khí cụ điện, bộ phận có dòng điện đi qua. Đối với mạng điện này cần xét đến điện trở của các phần tử như : điện trở máy biến áp, dây dẫn, biến dòng, cuộn dòng áp tô mát,... Sử dụng hệ đơn vị có tên để tính ngắn mạch trong mạng điện hạ áp.

* Điện kháng hệ thống

$$X_{HT} = \frac{U_{tb} 10^3}{\sqrt{3} I_{đmc}} = \frac{U_{tb} 10^3}{\sqrt{3} S_{đmc}}, \text{ m}\Omega \quad (6.4)$$

Trong đó:

$U_{tb} = 1,05U_{đm}$: Điện áp trung bình, KV

$S_{đmc}, I_{đmc}$: Công suất cắt, dòng điện cắt định mức máy cắt điện đặt phía cao áp máy biến áp.

Nếu không có số liệu thì có thể bỏ qua X_{HT}

* Điện trở và điện kháng máy biến áp

$$R_B = \frac{\Delta P_N U_{đm}^2 10^3}{S_{đm}^2}, \text{ m}\Omega \quad (6.5)$$

$$X_B = \frac{U_x \% U_{đm}^2 10^4}{S_{đm}}, \text{ m}\Omega \quad (6.6)$$

Với:

$$U_x \% = \sqrt{U_N^2 \% - U_r^2 \%} \quad (6.7)$$

$$U_r \% = \frac{\Delta P_N}{10S_{dm}} = \frac{\Delta P_N 10^3}{10S_{dm}} 100 \quad (6.8)$$

Trong đó:

ΔP_N : Tổn thất ngắn mạch MBA, W

U_{dm} : Điện áp định mức MBA phía hạ thế, KV

S_{dm} : Công suất định mức MBA, KVA

$U_N\%$: Điện áp ngắn mạch phần trăm.

$U_X\%$: Thành phần phản kháng điện áp ngắn mạch $U_N\%$.

$U_r\%$: Thành phần tác dụng điện áp ngắn mạch $U_N\%$.

$\Delta P_N, U_N\%$: Tra trong catalogue MBA.

* Điện trở và điện kháng đường dây hạ áp

Với đường dây hạ áp, một cách gần đúng r_0, x_0 thường lấy giá trị sau:

Điện kháng

- Đường dây trên không: $x_0 = 0,3, \Omega/\text{km}$ hay $\text{m}\Omega/\text{m}$

- Đường dây cáp: $x_0 = 0,07, \Omega/\text{km}$ hay $\text{m}\Omega/\text{m}$

Điện trở: $r = \rho \frac{1}{F}, \Omega/\text{km}$ hay $\text{m}\Omega/\text{m}$

Với:

ρ : Điện trở suất dây dẫn

l : Chiều dài dây dẫn, km, m

F : Tiết diện dây dẫn, mm^2

$\rho_{Cu} = 18,8 (\Omega \text{ mm}^2/\text{km}), \rho_{Al} = 31,5 (\Omega \text{ mm}^2/\text{km})$

* Điện trở, điện kháng các thành phần khác:

Cuộn dòng aptomat, cuộn sơ cấp BI, điện trở tiếp xúc các tiếp điểm,... tra trong catalogue thiết bị.

* Tính dòng ngắn mạch

Khi đã tính điện kháng, điện trở tổng hợp mạch điện, dòng điện ngắn mạch ba pha được xác định bởi:

$$I_N = \frac{10^3 U_{tb}}{\sqrt{3} \sqrt{r_\Sigma^2 + x_\Sigma^2}}, A \quad (6.9)$$

Trong đó:

U_{tb} : Điện áp trung bình của mạng điện, V

r_Σ, x_Σ : Điện trở tổng và điện kháng tổng của mạng điện, $\text{m}\Omega$

* Tính dòng xung kích

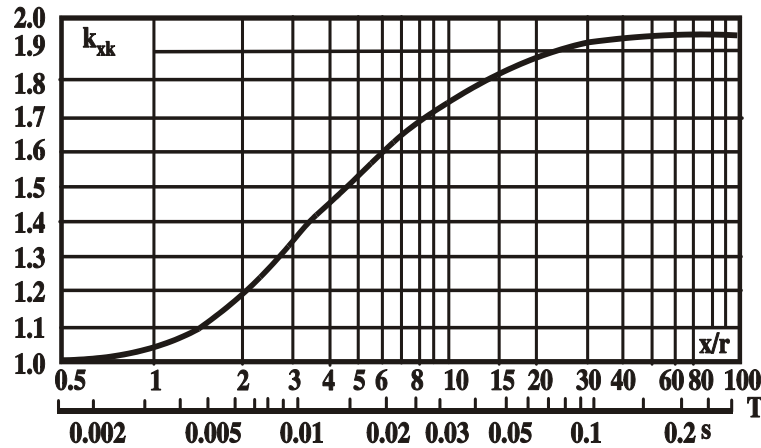
Mạng điện hạ áp do điện trở lớn dòng điện xung kích được tính như sau:

$$i_{xk} = \sqrt{2} k_{xk} I'' = \sqrt{2} k_{xk} I_N \quad (6.10)$$

Với:

$$k_{xk} = 1 + e^{\frac{-0,01}{T_a}} \text{ và } T_a = \frac{x_{\Sigma}}{\omega r_{\Sigma}} \quad (6.11)$$

hoặc k_{xk} có thể tra đồ thị đường cong hình 6.8.



Hình 6.8 Đồ thị đường cong tính hệ số xung kích

Đồ thị đường cong quan hệ giữa hệ số xung kích với tỷ số x/r hoặc với hằng số thời gian như sau:

$$T = \frac{x}{314r}$$

*** Ảnh hưởng dòng ngắn mạch lên các động cơ không đồng bộ ở gần điểm ngắn mạch**

Khi các động cơ KĐB nối trực tiếp điểm ngắn mạch, dòng xung kích toàn hệ thống và động cơ được tính như:

$$i_{xk} = \sqrt{2} k_{xk} I_N + 6,5 I_{đmđc} \quad (6.12)$$

với $I_{đmđc}$ là dòng định mức của động cơ nối trực tiếp đến điểm ngắn mạch.

Ví dụ 2: Xác định điện trở, điện kháng máy biến áp hạ áp 560KVA, điện áp 15/0,4KV. Cho biết $\Delta P_N = 9400W$, $U_N\% = 5,5$.

Giải:

Điện trở và điện kháng MBA được xác định theo công thức (6.5) và (6.6)

$$R_B = \frac{\Delta P_N U_{dm}^2 10^3}{S_{dm}^2} = \frac{9400 \cdot 0,4^2 \cdot 10^3}{560^2} = 4,8 m\Omega$$

$$X_B = \frac{10 U_N \% \cdot U_{dm}^2 10^3}{S_{dm}} = \frac{10 \cdot 5,5 \cdot 0,4^2 \cdot 10^3}{560} \approx 15 m\Omega$$

Với:

$$U_r \% = \frac{\Delta P_N}{10 S_{dm}} = \frac{9400}{10 \cdot 560} = 1,68$$

$$U_x \% = \sqrt{U_N^2 \% - U_r^2 \%} = \sqrt{5,5^2 - 1,68^2} = 5,24$$

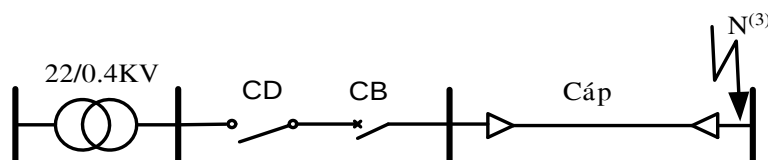
Ví dụ 3: Xác định dòng điện ngắn mạch trên thanh góp điện áp thấp, lấy điện từ MBA hạ áp 22/0,4KV, công suất máy là 400KVA, $U_N\% = 4$, $\Delta P_N = 5750W$. Cho biết $r_{CB} = 0,37 \text{ m}\Omega$, $x_{CB} = 0,094 \text{ m}\Omega$, $r_{CD} = 0,15 \text{ m}\Omega$, $r_C = 5,57 \text{ m}\Omega$, $x_C = 1,75 \text{ m}\Omega$

Giải:

Điện trở và điện kháng máy biến áp:

$$R_B = \frac{\Delta P_N U_{dm}^2 10^3}{S_{dm}^2} = \frac{57750 \cdot 0,4^2 \cdot 10^3}{400^2} = 5,75 \text{ m}\Omega$$

$$X_B = \frac{10 U_x \% U_{dm}^2 10^3}{S_{dm}} = \frac{10 \cdot 3,7 \cdot 0,4^2 \cdot 10^3}{400} = 14,8 \text{ m}\Omega$$



Với:

$$U_x \% = \sqrt{U_N^2 \% - U_r^2 \%} = \sqrt{4^2 - 1,43^2} = 3,7$$

$$U_r \% = \frac{\Delta P_N}{10 S_{dm}} = \frac{5750}{10 \cdot 400} = 1,43$$

Điện trở và điện kháng ngắn mạch:

$$r_{\Sigma} = r_{AP} + r_{CD} + r_C + R_B = 0,37 + 0,15 + 5,57 + 5,75 = 11,84 \text{ m}\Omega$$

$$x_{\Sigma} = x_{AP} + x_C + X_B = 0,094 + 1,75 + 14,8 = 16,6 \text{ m}\Omega$$

Dòng điện ngắn mạch:

$$I_N = \frac{1000 U_{th}}{\sqrt{3} \sqrt{r_{\Sigma}^2 + x_{\Sigma}^2}} = \frac{1000 \cdot 400}{\sqrt{3} \sqrt{(11,84)^2 + (16,6)^2}} = \frac{1000 \cdot 400}{35,3} = 11331 \text{ A}$$

Dòng ngắn mạch xung kích

$$i_{xk} = \sqrt{2} k_{xk} I_N = \sqrt{2} \cdot 1,08 \cdot 11331 = 17254 \text{ A}$$

với $k_{xk} = 1,08$ tra từ đồ thị hình 6.8

Ví dụ 4: Tính dòng ngắn mạch tại điểm N1 và N2 của sơ đồ cung cấp điện như hình vẽ. Máy biến áp có công suất 1000 KVA, 22/0,4KV, $U_N\% = 5$, $\Delta P_N = 13 \text{ KW}$. Động cơ KĐB ba pha có $P_{dm} = 2 \text{ KW}$, $U_{dm} = 380V$, $\cos \varphi = 0,91$, $\eta = 0,94$.

- Dây cáp dẫn đến tủ điện chiếu sáng có chiều dài 200m.
- Cầu dao P-1 = 600A có $r_{P-1} = 0,15 \text{ m}\Omega$. Cầu dao P-2 = 400A có $r_{P-2} = 0,2 \text{ m}\Omega$.
- Thanh cái TG-1 bằng đồng tiết diện $6 \times 60 \text{ mm}^2$, dài 8m, khoảng cách giữa các pha $a = 240 \text{ mm}$, $r_0 = 0,056 \text{ m}\Omega/\text{m}$, $x_0 = 0,189 \text{ m}\Omega/\text{m}$.
- Thanh cái TG-2 bằng đồng tiết diện $6 \times 60 \text{ mm}^2$, dài 2,5m, khoảng cách giữa các pha $a = 240 \text{ mm}$, $r_0 = 0,125 \text{ m}\Omega/\text{m}$, $x_0 = 0,215 \text{ m}\Omega/\text{m}$.

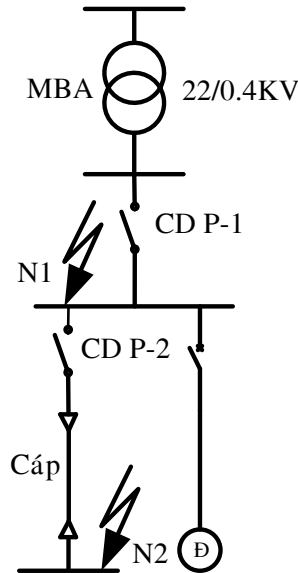
Giải:

1 Tính ngắn mạch tại điểm N1

Điện trở và điện kháng máy biến áp

$$R_B = \frac{\Delta P_N U_{dm}^2 10^3}{S_{dm}^2} = \frac{13000 \cdot 0,4^2 \cdot 10^3}{1000^2} = 2,1 \text{ m}\Omega$$

$$X_B = \frac{10 U_X \% U_{dm}^2 10^3}{S_{dm}} = \frac{10 \cdot 4,8 \cdot 0,4^2 \cdot 10^3}{100} = 7,68 \text{ m}\Omega$$



Với:

$$U_r \% = \frac{\Delta P_N}{10 S_{dm}} = \frac{13000}{10 \cdot 1000} = 1,3$$

$$U_X \% = \sqrt{U_N^2 \% - U_r^2 \%} = \sqrt{5^2 - 1,3^2} = 4,8$$

Điện trở, điện kháng thanh cái TG-1

$$r_{TG1} = r_0 l = 0,056 \cdot 8 = 0,448 \text{ m}\Omega$$

$$X_{TG1} = x_0 l = 0,189 \cdot 8 = 1,5 \text{ m}\Omega$$

Điện trở, điện kháng thanh cái TG-2

$$r_{TG2} = r_0 l = 0,125 \cdot 2,5 = 0,312 \text{ m}\Omega$$

$$X_{TG2} = x_0 l = 0,214 \cdot 2,5 = 0,535 \text{ m}\Omega$$

Điện trở và điện kháng ngắn mạch tại điểm N1

$$r_{\Sigma} = R_B + r_{TG1} + r_{P1} = 2,1 + 0,448 + 0,15 = 2,679 \approx 2,7 \text{ m}\Omega$$

$$X_{\Sigma} = X_B + X_{TG1} = 7,68 + 1,5 = 9,18 \text{ m}\Omega$$

Dòng ngắn mạch tại điểm N1

$$I_{N1} = \frac{1000 U_{th}}{\sqrt{3} \sqrt{r_{\Sigma}^2 + X_{\Sigma}^2}} = \frac{1000 \cdot 400}{\sqrt{3} \sqrt{2,7^2 + 9,18^2}} = 24169 \text{ A}$$

Dòng ngắn mạch xung kích

$$i_{xk1} = k_{xk1} I_{N1} + 6,5 I_{dm\Delta c}$$

Với:

$$I_{dm\delta c} = \frac{P_{dm}}{\sqrt{3}U_{dm}\eta \cos \varphi} = \frac{2000}{\sqrt{3}.380.0,94.0,91} = 3,56A$$

$$k_{xk1} = 1,3 \text{ tra từ đồ thị hình 6.8}$$

$$i_{xk1} = 1,3 \sqrt{2} .24196 + 6,5.3,56 = 44324 A = 44,324 KA$$

2 Tính ngắn mạch tại điểm N2

Điện trở, điện kháng cáp điện

$$r_c = r_0 l = 1,33.200 = 266 m\Omega$$

$$x_c = x_0 l = 0,007.200 = 14 m\Omega$$

Điện trở cầu dao P-2

$$r_{P-2} = 0,2 m\Omega$$

Điện trở, điện kháng ngắn mạch tại điểm N2

$$r_{\Sigma 2} = R_B + r_{TG1} + r_{P1} + r_{TG2} + r_{P2} + r_c$$

$$r_{\Sigma 2} = 2,1 + 0,448 + 0,15 + 0,0312 + 226 = 269,2 m\Omega$$

$$x_{\Sigma 2} = X_B + x_{TG2} + x_c$$

$$x_{\Sigma 2} = 7,68 + 1,5 + 0,535 + 14 = 23,7 m\Omega$$

Dòng ngắn mạch tại điểm N2

$$I_{N2} = \frac{1000U}{\sqrt{3}\sqrt{r_{\Sigma 2}^2 + x_{\Sigma 2}^2}} = \frac{1000.400}{\sqrt{3}\sqrt{269,2^2 + 23,7^2}} = 855A$$

Dòng ngắn mạch xung kích tại điểm N2

$$i_{xk2} = k_{xk2} \sqrt{2} I_{N2} = \sqrt{2} .1,3.855 = 1567A$$

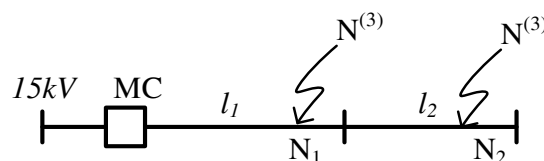
với $k_{xk2} = 1,3$ tra từ đồ thị hình 6.8

ÔN TẬP CHƯƠNG VI

6.1. Đường dây cung cấp điện 15kV có tổng trở từng đoạn cho như sau:

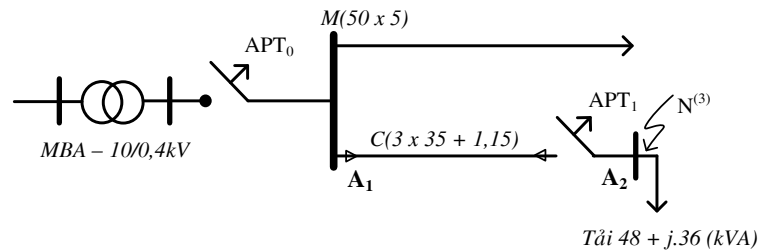
- Đoạn 1: Chiều dài l_1 , $Z_1 = 1,26 + j.2,22\Omega$
- Đoạn 2: Chiều dài l_2 , $Z_2 = 0,032 + j.0,031\Omega$

Công suất định mức của máy cắt đặt tại đầu đường dây là 1051MVA



Yêu cầu: Tính giá trị dòng điện ngắn mạch 3 pha tại các điểm N_1 và N_2

6.2. Một mạch cung cấp điện có sơ đồ đơn tuyến sau đây:



- Máy biến áp: $U_{dm} = 10kV/0,4kV$; $Z_B = 10,5 + j.28,8 \text{ (m}\Omega\text{)}$
- Thanh góp: $M(50 \times 5)$ $Z_G = 0,04 + j.0,09 \text{ (m}\Omega\text{)}$
- Cáp A_1A_2 : $C(3 \times 35 + 1,15)$, $l = 200m$, $z_0 = 0,524 + j.0,0637 \text{ (}\Omega/km\text{)}$

Yêu cầu:

- a) Kiểm tra đoạn cáp A_1A_2 có đảm bảo về điều kiện tổn thất điện áp không?
- b) Tính dòng điện ngắn mạch tại A_2 . Bỏ qua tổng trở các aptomat APT_0 , APT_1 và tổng trở đoạn dây từ máy biến áp đến thanh góp A_1 .
- c) Tính toán và lựa chọn aptomat APT_1 đạt các yêu cầu kỹ thuật của bài toán. Cho các thông số tham khảo của aptomat như sau:

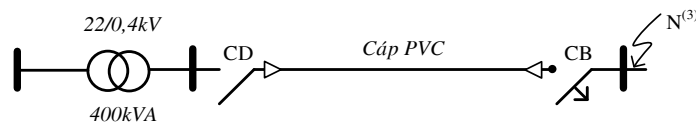
$$I_{dm} = 40A - 50A - 60A - 75A - 90A - 100A - 125A - 150A$$

$$U_{dm} = 600V$$

$$I_{cdm} = (3 \div 5) \text{ kA}$$

$$I_{v0} = 100A - 200A - 300A$$

6.3. Tính giá trị dòng điện ngắn mạch trên thanh góp hạ áp của một mạng điện cung cấp từ một máy biến áp 400kVA, 22/0,4kV có thông số: $U_N\% = 4\%$, $\Delta P_N = 5750W$, $I_0\% = 1,5\%$, $\Delta P_0 = 820W$



Cho biết thông số các phần tử mạng điện như sau:

- Cầu dao CD: $R_{CD} = 0,15m\Omega$
- Cáp PVC: $R_C = 5,57m\Omega$ $X_C = 1,75m\Omega$
- Aptomat CB: $R_{CB} = 0,37m\Omega$ $X_{CB} = 0,094m\Omega$

6.4. Tính dòng ngắn mạch tại các điểm N_1 , N_2 của một mạng cung cấp điện như sau:

- Máy biến áp hạ áp: 22/0,4kV, 1000kVA, $U_N\% = 5$, $\Delta P_N = 13kW$, $\Delta P_0 = 1,5kW$, $I_0\% = 1,2$
- Động cơ KĐB 3 pha 380V, 2kW, $\cos\phi = 0,91$, $\eta = 0,94$
- Đường cáp cấp điện cho tải chiếu sáng, dài 200m có $r_0 = 1,33m\Omega/m$, $x_0 = 0,007m\Omega/m$
- Cầu dao CD1 600A, $R_{CD1} = 0,15m\Omega$, cầu dao CD2 400A, $R_{CD2} = 0,2m\Omega$
- Thanh góp TG1 bằng đồng, thiết diện $6 \times 60mm^2$, dài 8m, khoảng cách giữa các pha là $a = 240mm$, $r_0 = 0,056m\Omega/m$, $x_0 = 0,189m\Omega/m$
- Thanh góp TG2 bằng đồng, thiết diện $6 \times 60mm^2$, dài 2,5m, khoảng cách giữa các pha là $a = 240mm$, $r_0 = 0,125m\Omega/m$, $x_0 = 0,215m\Omega/m$.

