



BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐH SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP.HCM
KHOA ĐIỆN - ĐIỆN TỬ
BỘ MÔN ĐIỆN CÔNG NGHIỆP



Bài giảng

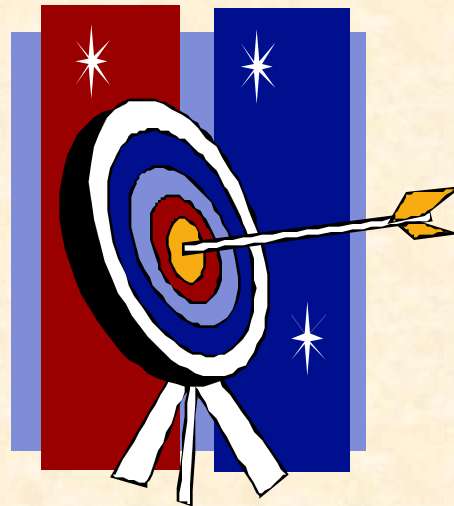
THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỆN



B- Mục tiêu môn học :

Giáo trình Thiết kế hệ thống điện được biên soạn cho SV khối ngành Công nghệ và kỹ thuật nhằm:

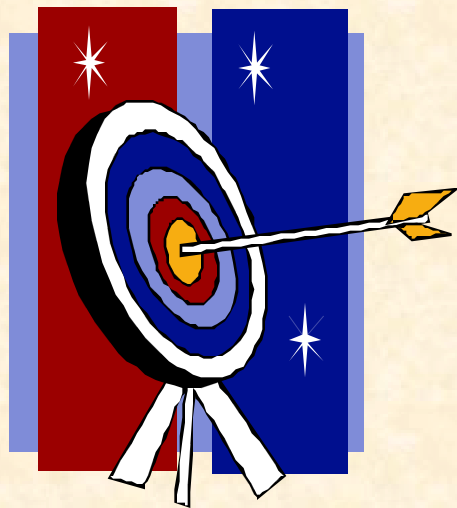
- Trang bị các kiến thức cơ bản về thiết kế mạng phân phối điện.
- Thiết kế được mạng phân phối điện cho các khu công nghiệp.





B- Mục tiêu:

- Tính toán thiết kế được mạng phân phối sơ cấp.
- Cung cấp những kiến thức cơ bản về thiết kế hệ thống phân phối thứ cấp.





B- Nội dung bài học :

1. Đường dây truyền tải trung gian

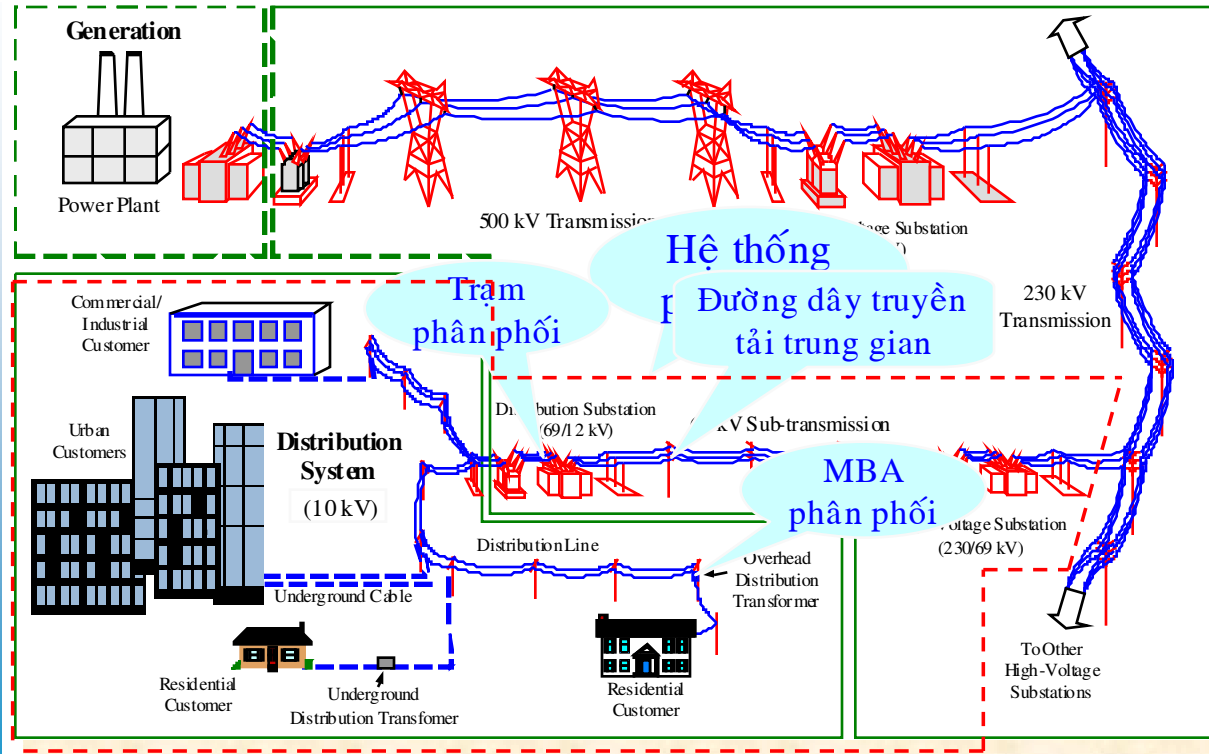
2. Mạng phân phối sơ cấp

3. Các ví dụ tính toán thiết kế mạng phân phối sơ cấp

4. Thiết kế hệ thống phân phối sơ cấp



Giới thiệu hệ thống phân phối (HTPP)



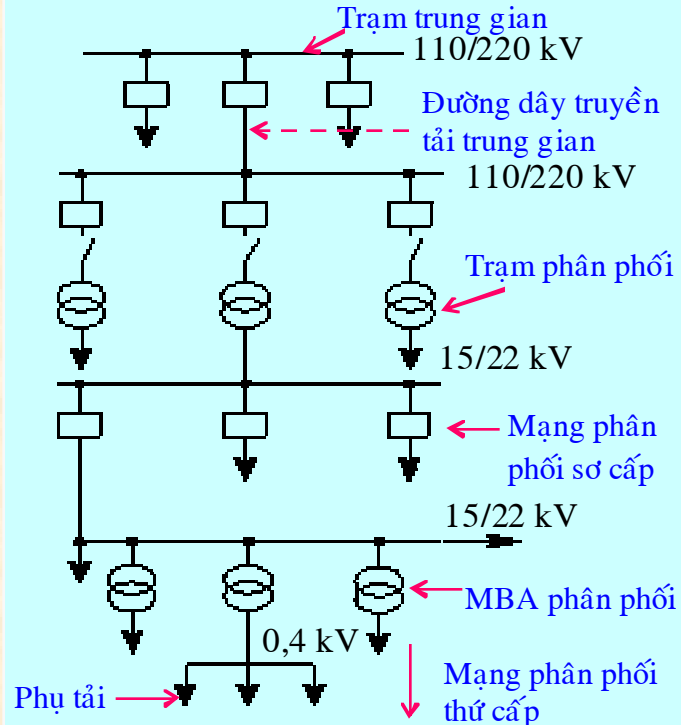


Giới thiệu hệ thống phân phối (HTPP)

HTPP gồm:

1. Hệ thống truyền tải trung gian
2. Các trạm phân phối
3. Mạng phân phối sơ cấp
4. Các MBA phân phối
5. Mạng phân phối thứ cấp
6. Các thiết bị phụ trợ

Hình 1.1. Sơ đồ đơn tuyến HTPP điện.





1.2. Đường dây truyền tải trung gian

- Hệ thống truyền tải trung gian là phần của mạng điện phân phối, truyền tải năng lượng từ trạm trung gian đến trạm phân phối bằng dây dẫn trên không hay cáp ngầm.
- Mạng truyền tải trung gian gồm :
 - ✓ Mạng hình tia
 - ✓ Mạng mạch vòng
 - ✓ Mạng lưới



1.1. Đường dây truyền tải trung gian

a. Mạng hình tia

❖ Ưu điểm

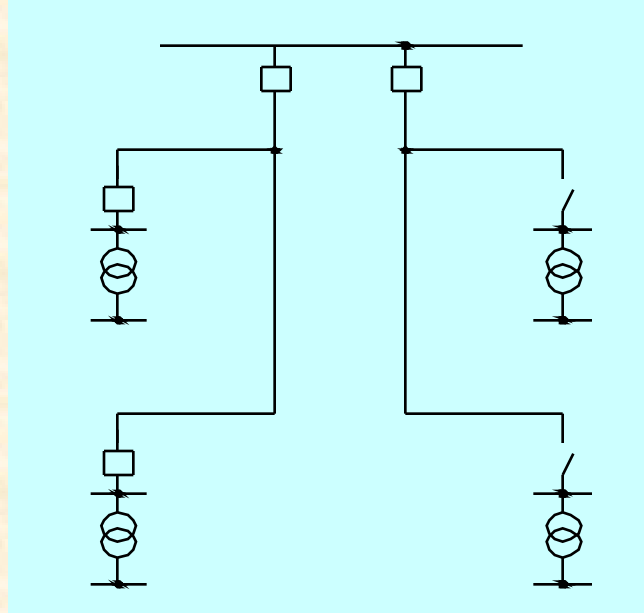
➤ Đơn giản

➤ Chi phí thấp

❖ Nhược điểm

➤ Tính cấp điện liên tục không cao

Hình 1.2. Mạng truyền tải trung gian hình tia.

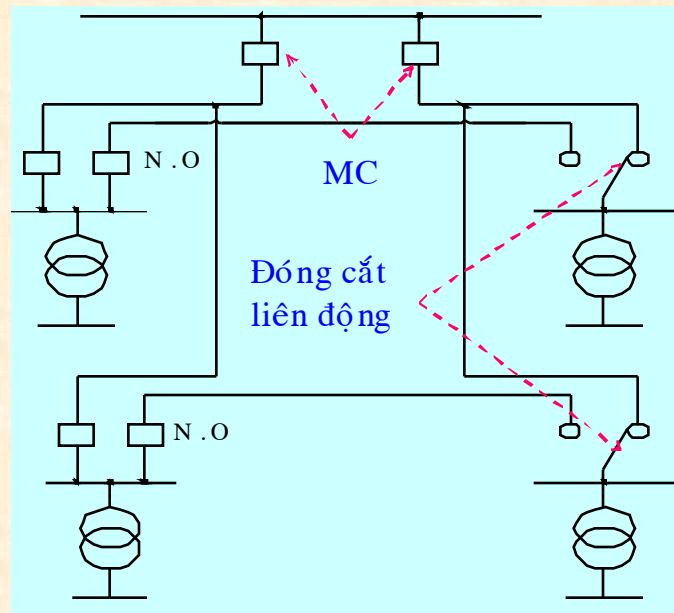




1.1 Đường dây truyền tải trung gian

b. Mạng hình tia cải tiến
➤ Cho phép phục hồi sự cố nhanh

Hình 1.3. Sơ đồ mạng truyền tải trung gian hình tia cải tiến.





1.1 Đường dây truyền tải trung gian

c. Mạng mạch vòng

❖ Ưu điểm

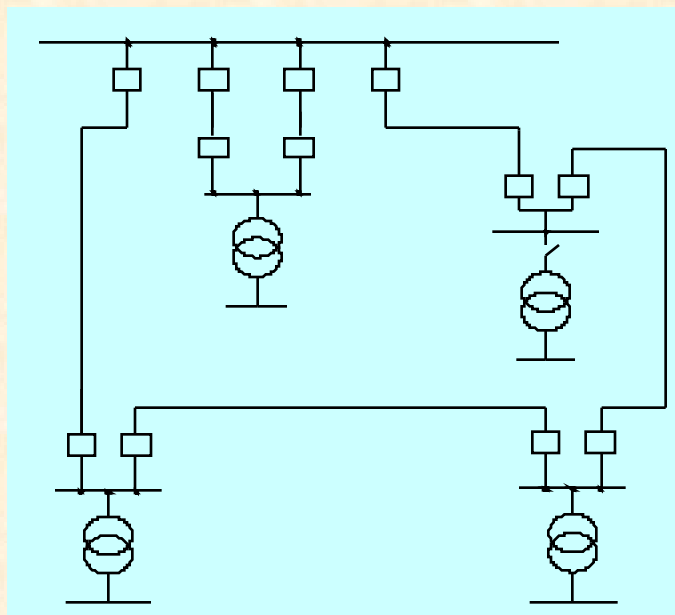
➤ Tính cấp điện liên tục cao

➤ Độ tin cậy cao

❖ Nhược điểm

➤ Chi phí cao

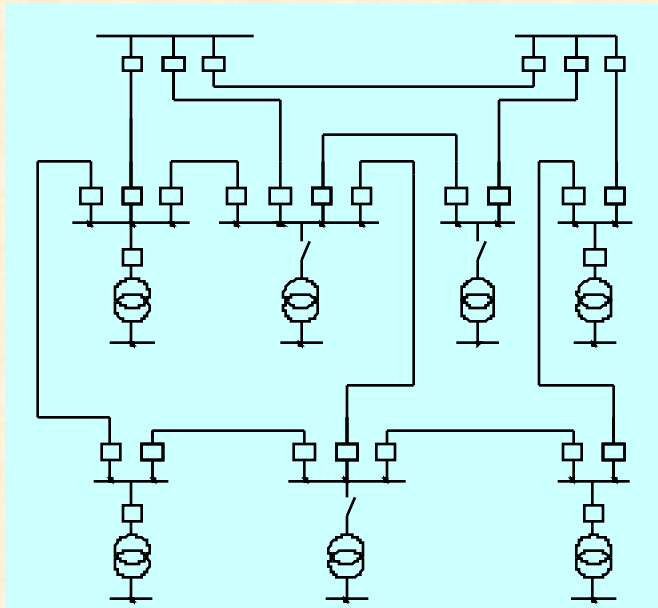
Hình 1.4. Sơ đồ mạng truyền tải trung gian mạch vòng.





1.1 Đường dây truyền tải trung gian

d. Mạng dạng lưới



Hình 1.5. Sơ đồ mạng truyền tải trung gian dạng lưới.



1.2. Mạng phân phối sơ cấp

1.2.1 Các dạng sơ đồ cung cấp điện

a. Sơ đồ hình tia

❖ Ưu điểm

➤ Đơn giản

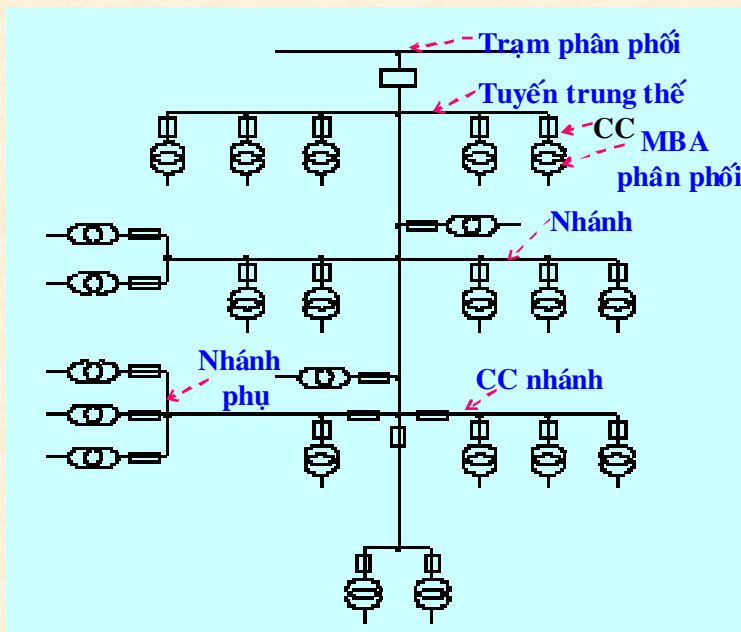
➤ Chi phí thấp

❖ Nhược điểm

➤ Độ tin cậy thấp

➤ Cung cấp điện không liên tục

Hình 1.6. Sơ đồ mạng phân phối sơ cấp hình tia.





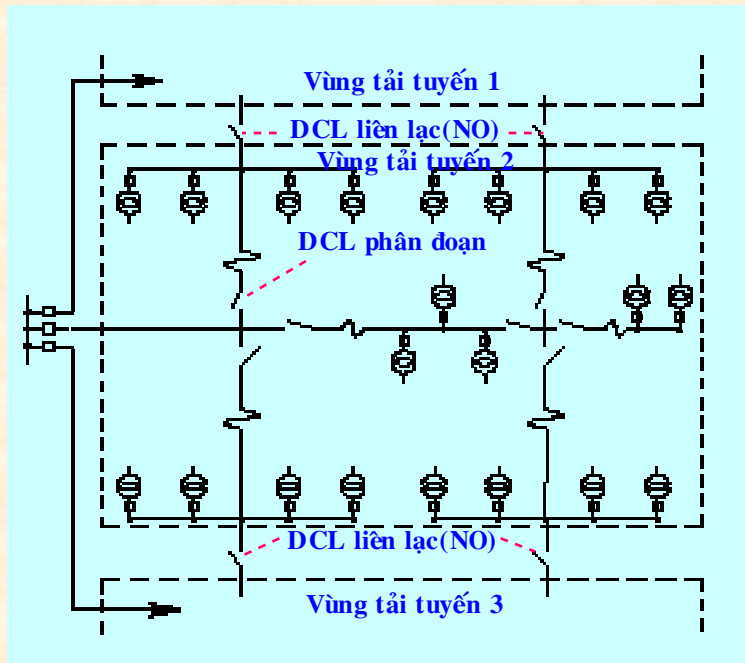
1.2.1 Các dạng sơ đồ cung cấp điện

a. Sơ đồ hình tia

✦ Tuyến sơ cấp hình tia và hệ thống dao cách ly

➤ Tái cung cấp điện nhanh

Hình 1.7. Tuyến sơ cấp hình tia và hệ thống dao cách ly.



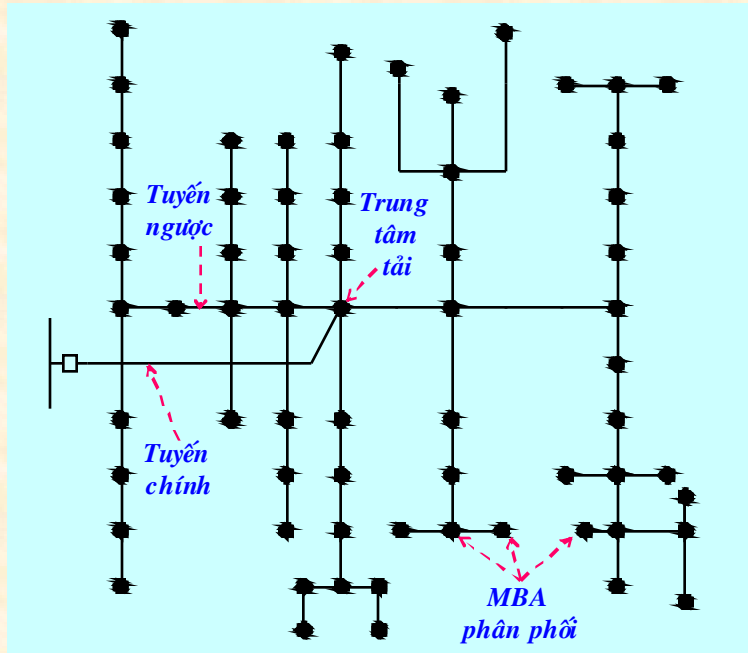


1.2.1 Các dạng sơ đồ cung cấp điện

a. Sơ đồ hình tia

✚ Sơ đồ hình tia với một tuyến dây chính và một tuyến dây ngược

Hình 1.8. Sơ đồ mạch hình tia với một tuyến dây chính và một tuyến dây ngược.



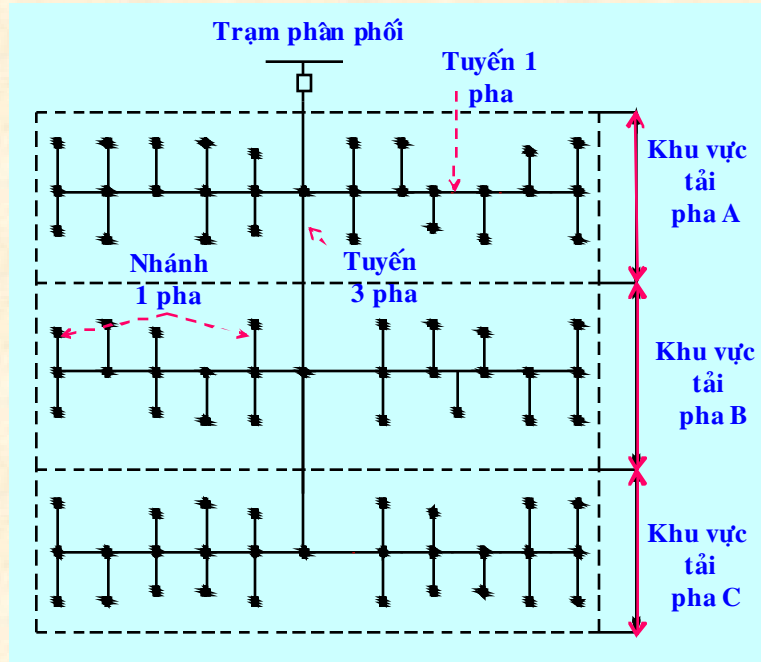


1.2.1 Các dạng sơ đồ cung cấp điện

a. Sơ đồ hình tia

✦ Sơ đồ phân bố phụ tải từng pha cho từng khu vực từ tuyến 3 pha

Hình 1.9. Tuyến dây cung cấp hình tia tải khu vực.



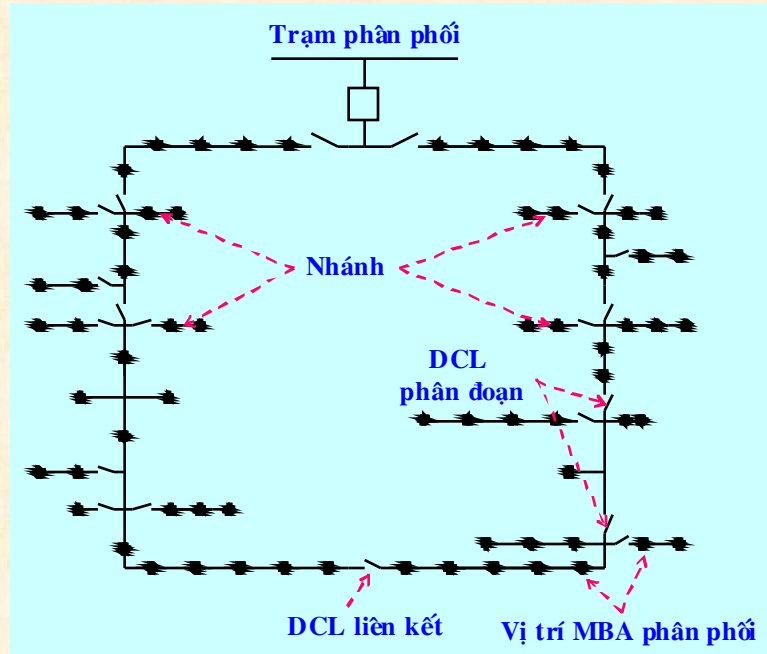


1.2.1 Các dạng sơ đồ cung cấp điện

b. Sơ đồ mạch vòng

- ❖ Ưu điểm
 - Độ tin cậy cao
 - Cấp điện liên tục
- ❖ Nhược điểm
 - Mạch phức tạp

Hình 1.10. Sơ đồ tuyến dây trung thế mạch vòng





1.2.1 Các dạng sơ đồ cung cấp điện

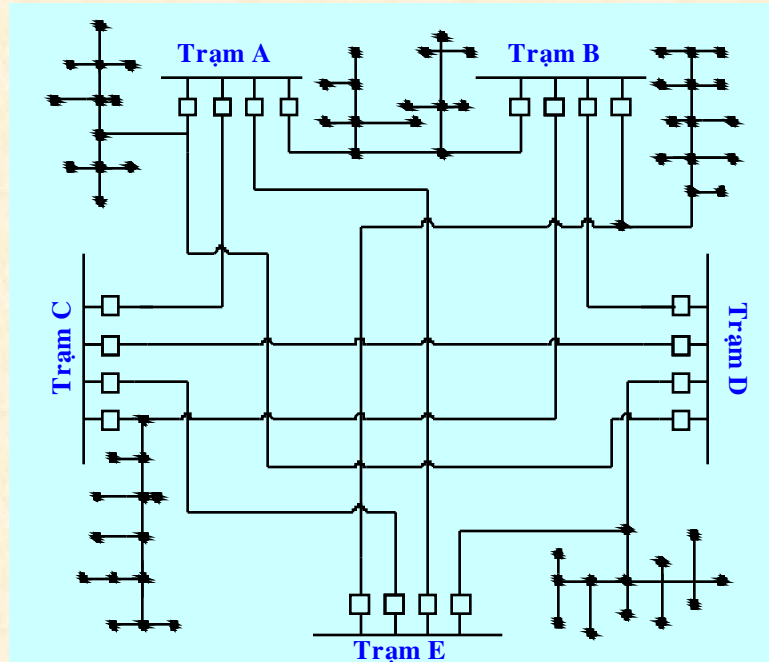
c. Sơ đồ dạng lưới

❖ Ưu điểm

- Độ tin cậy cao
- Cấp điện liên tục
- Tổn thất thấp

❖ Nhược điểm

- Khó thiết kế
- Khó vận hành



Hình 1.11. Mạng phân phối sơ cấp dạng lưới



1.2.2. Các cấp điện áp của HTPP sơ cấp

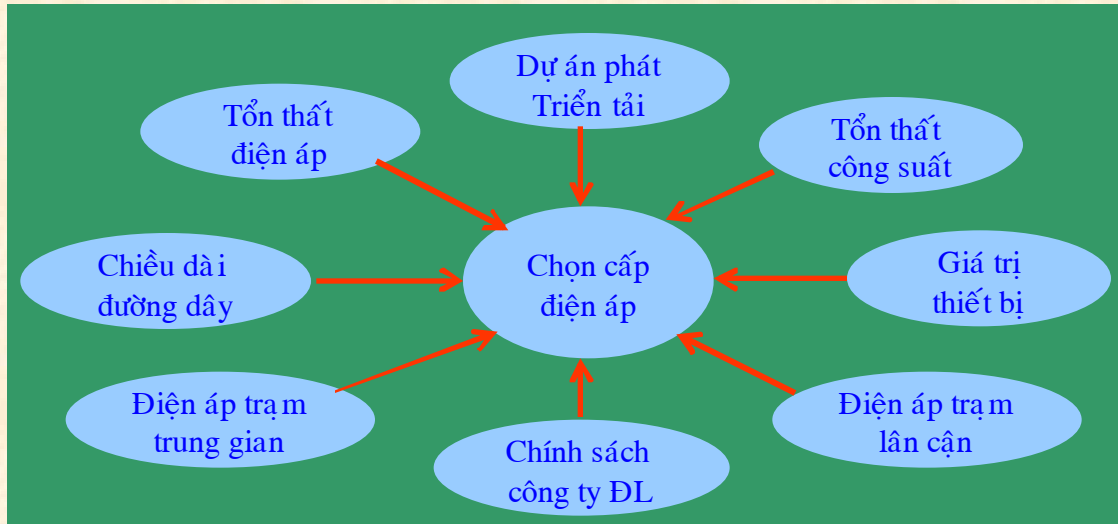
Các yếu tố ảnh hưởng đến mức điện áp

- ✓ Chiều dài tuyến dây sơ cấp
- ✓ Tải của tuyến dây sơ cấp
- ✓ Số lượng trạm phân phối
- ✓ Định mức của trạm phân phối
- ✓ Số đường dây truyền tải trung gian
- ✓ Số lượng phụ tải đặc biệt
- ✓ Hệ thống bảo trì
- ✓ Sự mở rộng sơ đồ hình cây
- ✓ Các điểm nối của trụ
- ✓ Các loại dây và cấu trúc
- ✓ Hình dáng của dây trụ



1.2.2. Các cấp điện áp của HTPP sơ cấp

✦ Các yếu tố khác ảnh hưởng đến mức điện áp



Hình 1.12. Các yếu tố ảnh hưởng đến cấp điện áp tuyến dây sơ cấp.



1.2.2. Các cấp điện áp của HTPP sơ cấp

➤ Tổng quát với độ sụt áp cho trước, chiều dài dây tuyến và tải là hàm cấp điện thế.

✓ Tỷ số khoảng cách x tỷ số tải = hệ số bình phương điện áp

✓ Hệ số bình phương điện áp = $\left(\frac{V_{L-N,mới}}{V_{L-N,cũ}} \right)^2$

✓ Tỷ số khoảng cách = $\frac{\text{Khoảng cách mới}}{\text{Khoảng cách cũ}}$

✓ Tỷ số tải = $\frac{\text{Tải tuyến dây mới}}{\text{Tải tuyến dây cũ}}$

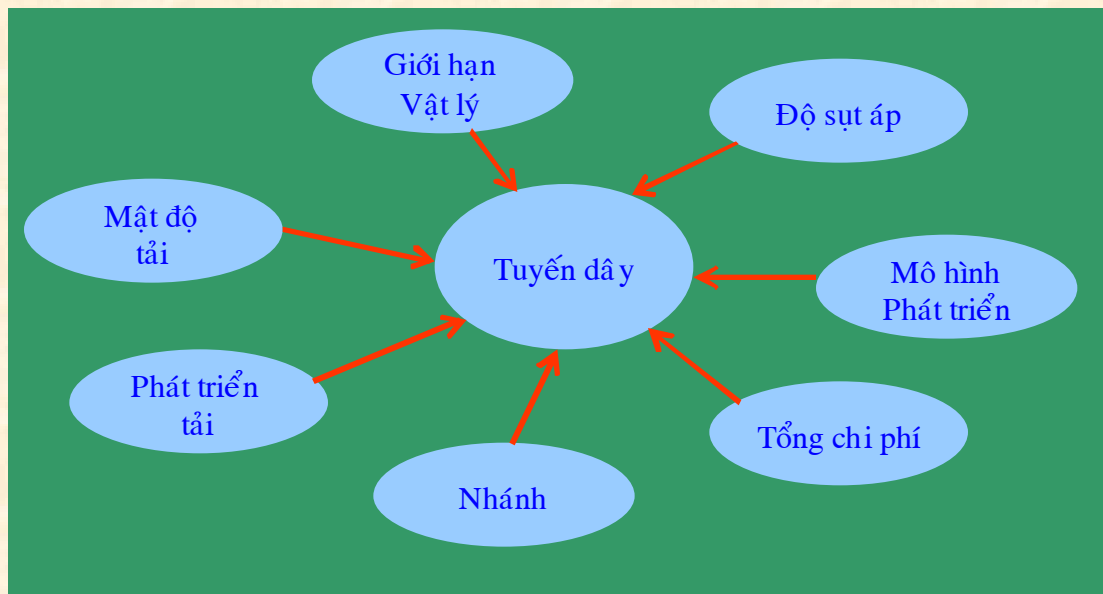


1.2.3. Chọn cỡ dây trung thế

- ✦ Các yếu tố ảnh hưởng đến sự thiết kế tuyến dây:
 - ✓ Mật độ phụ tải trên nhánh.
 - ✓ Đặc tính phụ tải
 - ✓ Mức gia tăng của phụ tải.
 - ✓ Công suất dự trữ trong trường hợp khẩn cấp.
 - ✓ Cấp điện liên tục cho phụ tải.
 - ✓ Độ tin cậy điện năng.
 - ✓ Chất lượng cung cấp điện.
 - ✓ Cấp điện áp của mạng trung thế.
 - ✓ Phân loại và chi phí của việc xây dựng mạng điện.
 - ✓ Vị trí và công suất của trạm phân phối.
 - ✓ Các yêu cầu về cấp điện áp qui định.



1.2.3. Chọn cỡ dây trung thế

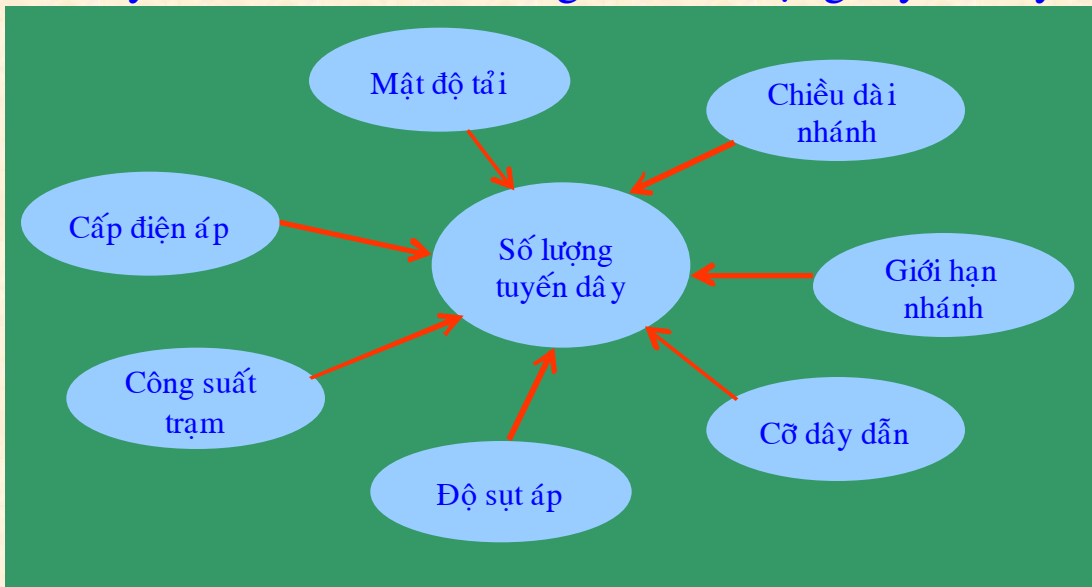


Hình 1.13. Các yếu tố ảnh hưởng đến sự chọn lựa tuyến dây trung thế.



1.2.3. Chọn cỡ dây trung thế

✦ Các yếu tố khác ảnh hưởng đến số lượng tuyến dây

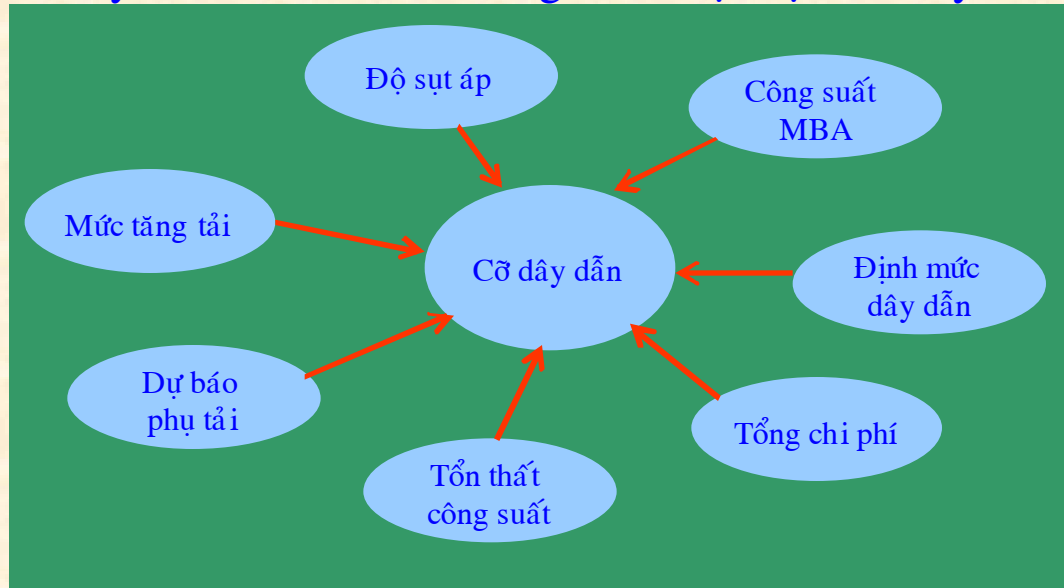


Hình 1.14. Các yếu tố ảnh hưởng đến số lượng tuyến dây.



1.2.3. Chọn cỡ dây trung thế

* Các yếu tố khác ảnh hưởng đến chọn lựa cỡ dây dẫn.

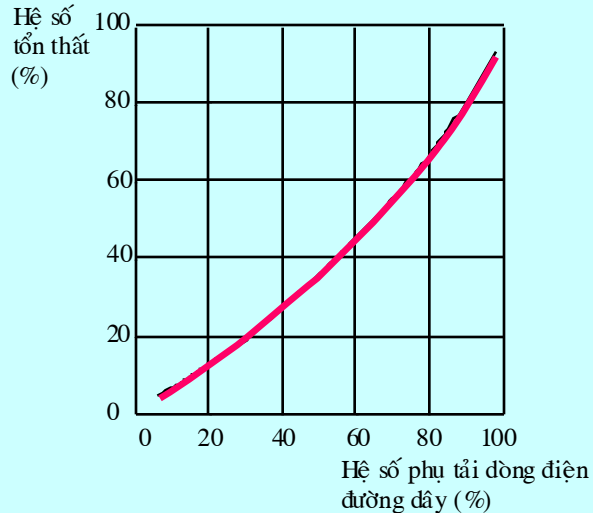


Hình 1.15. Các yếu tố ảnh hưởng đến chọn lựa cỡ dây dẫn.



a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

- Thiết kế tuyến dây thỏa mãn dòng yêu cầu cho phép.
- Các tính chất về nhiệt của cáp được chọn phù hợp.
- Độ sụt áp có thể được tính và kiểm tra.
- Kích thước dây dẫn được lựa chọn theo định luật Kelvin.



Hình 1.16 – Sự quan hệ giữa hệ số phụ tải và hệ số tổn thất.



a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

✚ **Định luật Kelvin:** Kích thước dây dẫn mang tính kinh tế nhất khi chi phí đầu tư hàng năm và chi phí tổn thất hàng năm do truyền tải là nhỏ nhất.

➤ Chi phí hàng năm của dây dẫn được xét bởi:

✓ Một phần do chi phí cố định P_1 .

✓ Phần còn lại là tỉ lệ thuận với tiết diện dây dẫn P_2 .

→ Chi phí hàng năm do dây dẫn là $P_1 + P_2 F$.

Với F là tiết diện dây dẫn.

➤ Chi phí tổn thất điện năng tỉ lệ thuận với điện năng tổn thất hàng năm và tỉ lệ nghịch với F được tính là (P_3/F) .



a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

➤ Tổng phí tổn trong năm :
$$P = P_1 + P_2 \cdot F + \frac{P_3}{F}$$

$P \text{ min} \leftrightarrow dP/dF = 0 \rightarrow P_2 \cdot F = P_3 \cdot F$

Nếu $P_3 = p_3 I^2 \rightarrow$
$$j_{kt} = \frac{l}{F} = \sqrt{\frac{P_3}{p_3}}$$
 $\left\{ \begin{array}{l} \text{Với } p_3 \text{ là hằng số} \\ j_{kt} - \text{mật độ dòng} \\ \text{điện kinh tế} \end{array} \right.$

➤ Dòng trung bình:
$$I = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

➤ Giá trị hiệu dụng của I :
$$I = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2}{n}}$$



a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

Bảng 1.1: Hệ số phụ tải

Hệ số tải %	$K = \frac{\text{Dòng hiệu dụng}}{\text{Dòng trung bình}}$	Hệ số tổn thất công suất $= \left(\frac{\% \text{Hệ số tải}}{100} \cdot K \right)^2 \cdot 100\%$
10	2,20	4,84
20	1,70	11,60
30	1,45	19,00
40	1,30	27,00
50	1,20	26,00
70	1,08	57,00
100	1,00	100,00



a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

✚ Chọn tiết diện theo mật độ dòng điện kinh tế khi biết thời gian sử dụng công suất cực đại T_{\max} :

Biểu thức xác định tiết diện kinh tế:

$$F_{kt} = \frac{I_{lv \max}}{J_{kt}}$$

Trong đó :

J_{kt} : mật độ dòng điện kinh tế (A/mm²)

$I_{lv \max}$: dòng làm việc lớn nhất của tải (A)

F_{kt} : tiết diện kinh tế (mm²)



a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

✚ Chọn tiết diện theo mật độ dòng điện kinh tế khi biết thời gian sử dụng công suất cực đại T_{\max} :

➤ Với T_{\max} được xác định:

$$\checkmark \text{ Khi biết được đồ thị phụ tải: } T_{\max \text{ tb}} = \frac{\int_0^{t=8760} I(t) dt}{I_{\max}}$$

$$\checkmark \text{ Hoặc: } T_{\max \text{ tb}} = \frac{\sum P_i T_i}{\sum T_{\max i}}$$

➤ Dựa vào T_{\max} tìm J_{kt} , sau đó tìm tiết diện bằng công thức:

$$F = \frac{I}{J_{kt}}$$



a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

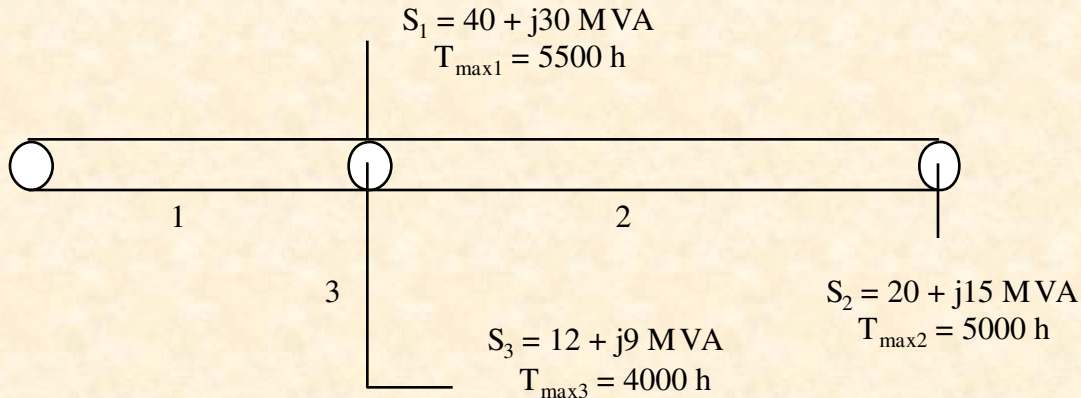
Bảng 1.2 – Mật độ dòng điện kinh tế J_{kt}

Tên dây dẫn	Thời gian sử dụng công suất cực đại T_{max} , h		
	1000 - 3000	3000-5000	>5000
Dây dẫn trần			
Đồng	2,5	2,1	1,8
Nhôm	1,3	1,1	1,0



a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

Ví dụ 1.1 : $U = 110 \text{ kV}$, 3 phụ tải công nghiệp. F_{kt1} , F_{kt2} , $F_{kt3} = ?$ với dây nhôm lõi thép (AC)



Hình 1.17



a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

Ví dụ 1.1 :

Ta có:
$$T_{\max \text{ tb}} = \frac{\sum P_i T_i}{\sum T_{\max i}} = 5100 \text{ h}$$

Tra bảng: $J_{\text{kt}} = 1 \text{ A/mm}^2$

$$I_{lv \max i} = \frac{S_i}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} \rightarrow I_1 = 78\text{A}; I_2 = 65\text{A}; I_3 = 236\text{A}$$

$$F_{\text{kt}} = \frac{I_{lv \max}}{J_{\text{kt}}} \rightarrow F_{\text{kt1}} = 78\text{mm}^2; F_{\text{kt2}} = 65\text{mm}^2; F_{\text{kt3}} = 236\text{mm}^2$$



a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

❖ Chọn dây dẫn theo điều kiện sụt áp:

➤ Đường dây một phụ tải:
$$\Delta U = \frac{P.R + Q.X}{U_{dm}} = \Delta U' + \Delta U''$$

Trong đó : $\Delta U'$: thành phần tổn thất điện áp do công suất tác dụng gây ra (V)

$\Delta U''$: thành phần tổn thất điện áp do công suất phản kháng gây ra (V)

➤ Nếu lấy tổn thất điện áp trên đường dây bằng trị số cho phép $\Delta U_{cp} = \Delta U' + \Delta U''$



a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

❖ Chọn dây dẫn theo điều kiện sụt áp:

➤ Đường dây có một phụ tải:

$$\Delta U'' = \frac{Q \cdot X}{U_{dm}} = \frac{Q \cdot x_0 \cdot l}{U_{dm}} \Rightarrow \Delta U'_{cp} = \frac{P \cdot R}{U_{dm}} = \frac{Q \cdot P \cdot l}{U_{dm}} = \frac{P \cdot \rho \cdot l}{U_{dm} \cdot F}$$

Với $x_0 = (0,36 \div 0,4) \Omega/\text{km}$ (đường dây trên không)

$x_0 = 0,08 \Omega/\text{km}$ (cáp ngầm)

Suy ra:

$$F = \frac{P \cdot \rho \cdot l}{\Delta U'_{cp} \cdot U_{dm}}$$



a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

❖ Chọn dây dẫn theo điều kiện sụt áp:

➤ Đường dây liên thông cung cấp cho một số phụ tải:

$$\Delta U'' = \frac{x_0}{U_{dm}} \sum_{i=1}^n Q_i l_i = \frac{x_0}{U_{dm}} \sum_{i=1}^n q_i L_i$$

$$\Rightarrow \Delta U'_{cp} = \frac{r_0}{U_{dm}} \sum_{i=1}^n P_i l_i = \frac{r_0}{U_{dm}} \sum_{i=1}^n p_i L_i$$

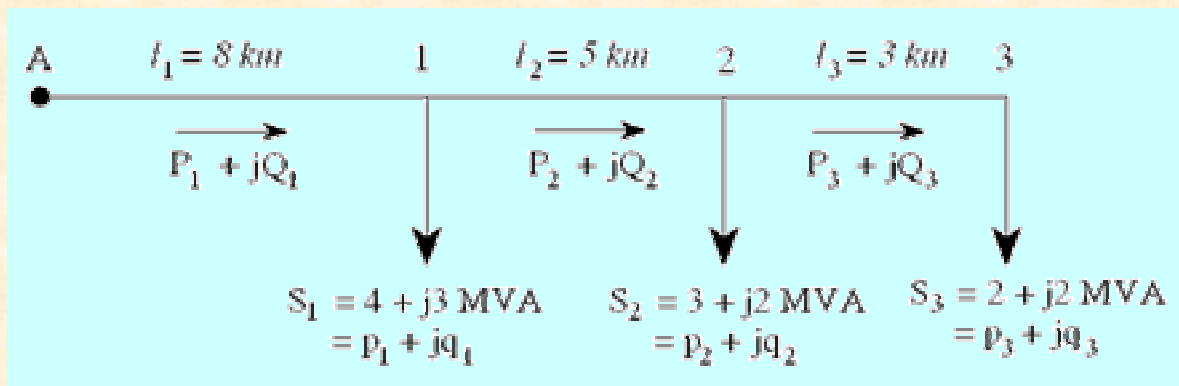
Suy ra:
$$F = \frac{\rho}{\Delta U'_{cp} U_{dm}} \sum_{i=1}^n P_i l_i$$

Với ρ là điện trở suất của kim loại làm ra dây dẫn



a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

Ví dụ 1.2: mạng điện 35 kV, cung cấp cho 3 phụ tải. Hãy xác định tiết diện dây dẫn cho mạng điện nếu toàn bộ mạng điện dùng dây nhôm. Cho $\Delta U_{cp} = 6\%$



Hình 1.18a



a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

Ví dụ 1.2:

$$x_0 = 0,4 \Omega/\text{km}$$

$$\Delta U'' = \frac{0,4}{35} [(3 + 2 + 2).8 + (2 + 2).5 + 2.3] 10^3 = 940V$$

$$\Delta U'_{cp} = \Delta U_{cp} \cdot U_{dm} = 6\% \cdot 3500 - 940 = 1,16 \text{ kV}$$

Tiết diện toàn bộ đường dây:

$$F = \frac{31,5}{1,16 \cdot 35} [(4 + 3 + 2).8 + (3 + 2).5 + 2.3] = 80 \text{ mm}^2$$

→ chọn A – 70 ($\rho = 31,5 \text{ mm}^2/\text{km}$)

Tra bảng $r_0 = 0,45 \Omega/\text{km}$; $x_0 = 0,355 \Omega/\text{km}$



a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

Ví dụ 1.2:

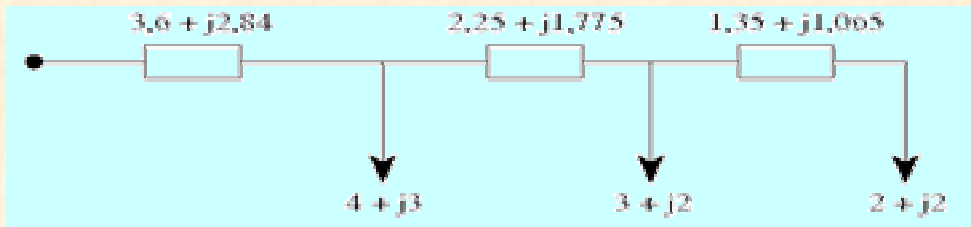
Với dây A-70, $D = 1,25$ m có $r_0 = 0,45 \Omega/\text{km}$; $x_0 = 0,355 \Omega/\text{km}$

Tổng trở mỗi đoạn đường dây:

$$Z_1 = (0,45 + j0,355).8 = (3,6 + j2,84)\Omega$$

$$Z_2 = (0,45 + j0,355).5 = (2,25 + j1,775)\Omega$$

$$Z_3 = (0,45 + j0,355).3 = (1,35 + j1,065)\Omega$$



Hình 1.18b



a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

Ví dụ 1.2:

Tổng thất điện áp toàn bộ đường dây:

$$\begin{aligned}\Delta U_{A3} \% &= \frac{\sum_{i=1}^n P_i R_i + \sum_{i=1}^n Q_i R_i}{U_{dm}^2} \cdot 100 \\ &= \frac{(9.3,6 + 5.2,25 + 2.1,35) + (7.2,84 + 4.1,775 + 2.1,065)}{35^2} \cdot 100 \\ &= 6,2\% \approx \Delta U_{cp} = 6\%\end{aligned}$$

→ Chọn dây A – 70 là chấp nhận được

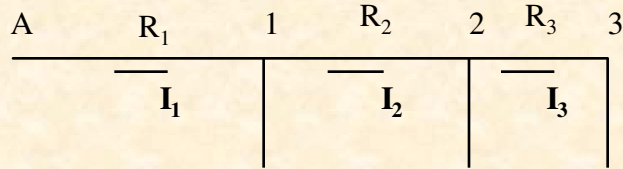


a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

❖ Xác định tiết diện theo mật độ dòng điện không đổi:

$$\Delta P = R_1 I_1^2 + R_2 I_2^2 + R_3 I_3^2$$

$$= \left(\frac{l_1 I_1^2}{F_1} + \frac{l_2 I_2^2}{F_2} + \frac{l_3 I_3^2}{F_3} \right) \cdot \rho$$



Hình 1.19

➤ Với khối lượng kim loại màu cho trước

$$V = F_1 l_1 + F_2 l_2 + F_3 l_3 \Rightarrow F_3 = \frac{1}{l_3} (V - F_1 l_1 - F_2 l_2)$$

$$\frac{\partial \Delta P}{\partial F_1} = 0; \frac{\partial \Delta P}{\partial F_2} = 0 \Rightarrow \frac{I_1}{F_1} = \frac{I_2}{F_2} = \frac{I_3}{F_3} = j \Leftrightarrow j_1 = j_2 = j_3 = j = const$$



a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

❖ Xác định tiết diện theo mật độ dòng điện không đổi:

$$\begin{aligned}\Delta U'_{cp} &= \Delta U_{cp} - \Delta U'' = \sqrt{3}(R_1 I_1 \cos \varphi_1 + R_2 I_2 \cos \varphi_2 + R_3 I_3 \cos \varphi_3) \\ &= \rho \sqrt{3} j (l_1 \cos \varphi_1 + l_2 \cos \varphi_2 + l_3 \cos \varphi_3)\end{aligned}$$

➤ Mật độ dòng cho toàn bộ đường dây:

$$\Rightarrow j = \frac{\gamma \Delta U'_{cp}}{\sqrt{3}(l_1 \cos \varphi_1 + l_2 \cos \varphi_2 + l_3 \cos \varphi_3)} = \frac{\gamma \Delta U'_{cp}}{\sqrt{3} \sum_{i=1}^n l_i \cos \varphi_i}$$

Với $\gamma = \frac{1}{\rho}$ điện dẫn suất



a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

- ❖ Xác định tiết diện theo mật độ dòng điện không đổi:
- Tính tiết diện cho từng đoạn đường dây:

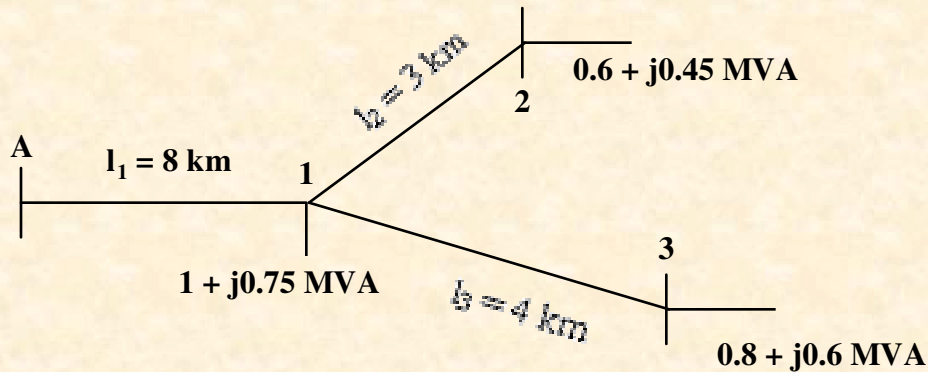
$$F_1 = \frac{I_1}{j}; \quad F_2 = \frac{I_2}{j}; \quad F_3 = \frac{I_3}{j}$$

- Khi tính j cần so sánh j_{kt}
 - ✓ Nếu $j < j_{kt} \rightarrow$ chọn j
 - ✓ Nếu $j > j_{kt} \rightarrow$ chọn j_{kt}



a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

Ví dụ 1.3: $U = 10 \text{ kV}$, 3 xí nghiệp với dây nhôm (trên không). $T_{\max} = 4500/\text{giờ}$. $\Delta U_{\text{cp}} = 6\%$, $F = ?$



Hình 1.20



a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

Ví dụ 1.3: Giải:

$$\text{Cho } x_0 = 0,35 \Omega/\text{km} \rightarrow \Delta U'_{A13} = 274 \text{ V}$$

$$\Delta U'_{A13} = \Delta U_{\text{cp}} - \Delta U'_{A13} = 6\% \times 100 - 274 = 326 \text{ V}$$

$$\text{Vì } j = 1,05 \text{ A/mm}^2 < j_{\text{kt}} = 1,1 \text{ A/mm}^2 \rightarrow j = 1,05 \text{ A/mm}^2$$

$$\text{Suy ra: } F_1 = 158 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{chọn A - 150}$$

$$F_3 = 52,5 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{chọn A - 50}$$

$$\Delta U_{A13} = 608 \text{ V} \approx \Delta U_{\text{cp}} = 600 \text{ V}$$

$$\Delta U_{\text{cp}12} = \Delta U_{\text{cp}} - \Delta U_{A1} = 277 \text{ V} \rightarrow \Delta U'_{\text{cp}12} = 232 \text{ V}$$

$$\text{Suy ra: } F_2 = 24,5 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{chọn A - 25}$$



a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

✚ Chọn tiết diện dây dẫn cho mạng điện kín:

Giả sử có mạch điện như hình vẽ

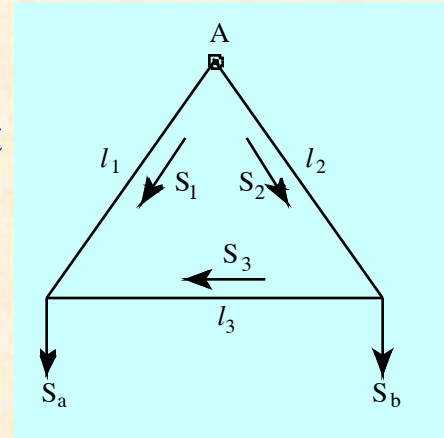
Ta chọn tiết diện theo các bước sau:

Bước 1: Xác định phân bố công suất theo chiều dài

$$S_1 = \frac{S_a(l_2 + l_3) + S_b l_2}{l_1 + l_2 + l_3}$$

$$S_2 = \frac{S_b(l_1 + l_3) + S_a l_1}{l_1 + l_2 + l_3}$$

$$S_3 = S_2 - S_b$$





a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

✚ Chọn tiết diện dây dẫn cho mạng điện kín:

Bước 2: căn cứ vào công suất trên mỗi đoạn → xác định tiết diện dây dẫn theo mật độ dòng điện kinh tế

$$F_1 = \frac{S_{1hd}}{\sqrt{3}U_{dm}J_{kt}}; \quad F_2 = \frac{S_{2hd}}{\sqrt{3}U_{dm}J_{kt}}; \quad F_3 = \frac{S_{3hd}}{\sqrt{3}U_{dm}J_{kt}}$$

Bước 3: kiểm tra tiết diện được chọn theo điều kiện: sụt áp lúc bình thường và sự cố, dòng điện lúc sự cố.

$$\Delta U_{bt} \% \leq U_{cpbt} \%$$

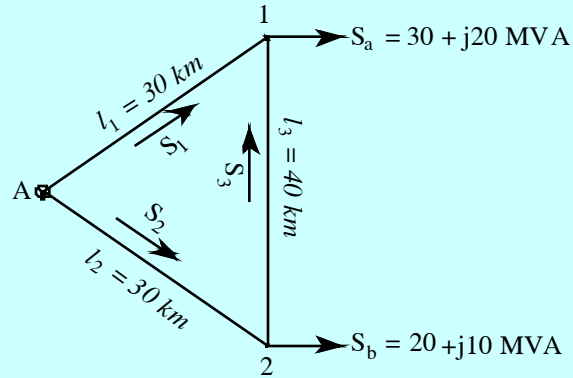
$$\Delta U_{sc} \% \leq U_{cpsc} \%$$

$$I_{max} \leq I_{cp}$$



a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

Ví dụ 1.4: mạng điện kín truyền tải 110 kV, cung cấp cho hai phụ tải có $T_{\max} = 5500$ giờ. Yêu cầu chọn tiết diện dây dẫn thỏa mãn tổn thất điện áp cho phép lúc bình thường 10% và lúc sự cố 15%, chọn dây nhôm lõi thép (AC)



Hình 1.21



a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

Ví dụ 1.4: Giải

Với $T_{\max} = 5500$ giờ, dây nhôm lõi thép, $J_{kt} = 1 \text{ A/mm}^2$

Phân bố công suất theo chiều dài

$$S_1 = 27 + j17 \text{ MVA} \rightarrow F_1 = 170 \text{ mm}^2, \text{ chọn AC-185}$$

$$S_2 = 23 + j13 \text{ MVA} \rightarrow F_2 = 140 \text{ mm}^2, \text{ chọn AC-150}$$

$$S_3 = 3 + j3 \text{ MVA} \rightarrow F_3 = 22,3 \text{ mm}^2, \text{ chọn AC-70}$$

Tổn thất điện áp lúc bình thường:

$$\Delta U\% = 2,86\% < 10\%$$

Tổn thất điện áp lúc sự cố, giả sử đứt đoạn A1

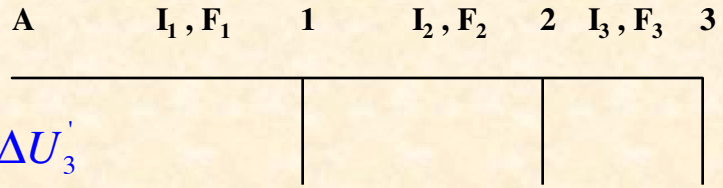
$$\Delta U_{A1}\% = 13,11\% < 15\%$$

→ Các tiết diện được chọn là thỏa mãn



a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

❖ Xác định tiết diện dây dẫn theo chi phí kim loại màu ít nhất:



Ta có:

$$\Delta U'_{cp} = \Delta U'_1 + \Delta U'_2 + \Delta U'_3$$

➤ Tiết diện của các đoạn dây:

Hình 1.22

$$F_1 = \frac{P_1 l_1}{\gamma U_{dm} \Delta U'_1} \quad F_2 = \frac{P_2 l_2}{\gamma U_{dm} \Delta U'_2} \quad F_3 = \frac{P_3 l_3}{\gamma U_{dm} \Delta U'_3}$$

➤ Thể tích dây dẫn:

$$V = \frac{1}{\gamma U_{dm}} \left[\frac{P_1 l_1^2}{\Delta U'_1} + \frac{P_2 l_2^2}{\Delta U'_2} + \frac{P_3 l_3^2}{\Delta U'_{cp} - \Delta U'_1 - \Delta U'_2} \right]$$



a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

❖ Xác định tiết diện dây dẫn theo chi phí kim loại màu ít nhất:

➤ Thể tích nhỏ nhất khi: $\frac{\partial V}{\partial U_1'} = 0 \quad \frac{\partial V}{\partial U_2'} = 0$

$$\Leftrightarrow \frac{P_1 l_1^2}{(\Delta U_1')^2} = \frac{P_2 l_2^2}{(\Delta U_2')^2} = \frac{P_3 l_3^2}{(\Delta U_3')^2} \Leftrightarrow P_1 \frac{F_1^2}{P_1^2} = \frac{P_2 l_2^2}{(\Delta U_2')^2} = \frac{P_3 l_3^2}{(\Delta U_3')^2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{F_1^2}{P_1} = \frac{F_2^2}{P_2} = \frac{F_3^2}{P_3} \Rightarrow F_1 = \sqrt{\frac{P_1}{P_3}} F_3; \quad F_2 = \sqrt{\frac{P_2}{P_3}} F_3$$



a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

❖ Xác định tiết diện dây dẫn theo chi phí kim loại màu ít nhất:

Viết lại biểu thức:

$$\begin{aligned}\Delta U'_{cp} &= \frac{P_1 l_1}{\gamma \mathcal{U}_{dm} F_1} + \frac{P_2 l_2}{\gamma \mathcal{U}_{dm} F_2} + \frac{P_3 l_3}{\gamma \mathcal{U}_{dm} F_3} \\ &= \frac{1}{\gamma \mathcal{U}_{dm}} \left(\frac{P_1 l_1}{\sqrt{\frac{P_1}{P_3}} F_3} + \frac{P_2 l_2}{\sqrt{\frac{P_2}{P_3}} F_3} + \frac{P_3 l_3}{F_3} \right)\end{aligned}$$



a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

❖ Xác định tiết diện dây dẫn theo chi phí kim loại màu ít nhất:

$$\Rightarrow F_3 = \frac{\sqrt{P_3}}{\gamma U_{dm} \Delta U'_{cp}} (l_1 \sqrt{P_1} + l_2 \sqrt{P_2} + l_3 \sqrt{P_3})$$

$$\Rightarrow F_2 = \frac{\sqrt{P_2}}{\gamma U_{dm} \Delta U'_{cp}} (l_1 \sqrt{P_1} + l_2 \sqrt{P_2} + l_3 \sqrt{P_3})$$

$$\Rightarrow F_1 = \frac{\sqrt{P_1}}{\gamma U_{dm} \Delta U'_{cp}} (l_1 \sqrt{P_1} + l_2 \sqrt{P_2} + l_3 \sqrt{P_3})$$

Tổng quát:

$$F_k = \frac{\sqrt{P_k}}{\gamma U_{dm} \Delta U'_{cp}} \sum_{i=1}^n l_i \sqrt{P_i}$$



a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

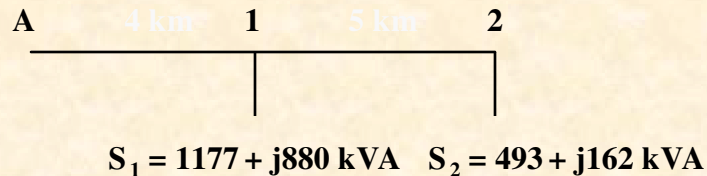
Ví dụ 1.5: $U = 10 \text{ kV}$, cung cấp cho 2 phụ tải. $\Delta U_{cp} = 6\%$, dây nhôm (Al) $D = 1 \text{ m}$, $\gamma_{Al} = 31,7 \cdot 10^{-3} \text{ km}/\Omega \text{ mm}^2$. Hãy lựa chọn tiết diện theo chi phí kim loại màu ít nhất.

Giải:

Cho $x_0 = 0,36 \Omega/\text{km}$

$$\Delta U'' = \frac{x_0}{U_{dm}} \sum_{i=1}^n Q_i l_i = 179 \text{ V}$$

$$\Delta U'_{cp} = \Delta U_{cp} - \Delta U'' = 600 - 179 = 421 \text{ V}$$



Hình 1.23



a. Sự lựa chọn cỡ đường dây cung cấp điện cho tải tập trung

Ví dụ 1.5:

Xác định tiết diện dây dẫn: (xem công thức \rightarrow)

$$F_2 = \frac{\sqrt{493}}{31,7 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 421} \left[5\sqrt{493} + 4\sqrt{1117 + 493} \right] = 45 \text{ mm}^2 \rightarrow A - 50$$

$$F_1 = \sqrt{\frac{\sum P}{P_2}} F_2 = \sqrt{\frac{P_1 + P_2}{P_2}} F_2 = \sqrt{\frac{1117 + 493}{493}} 493 = 83 \text{ mm}^2 \rightarrow A - 70$$

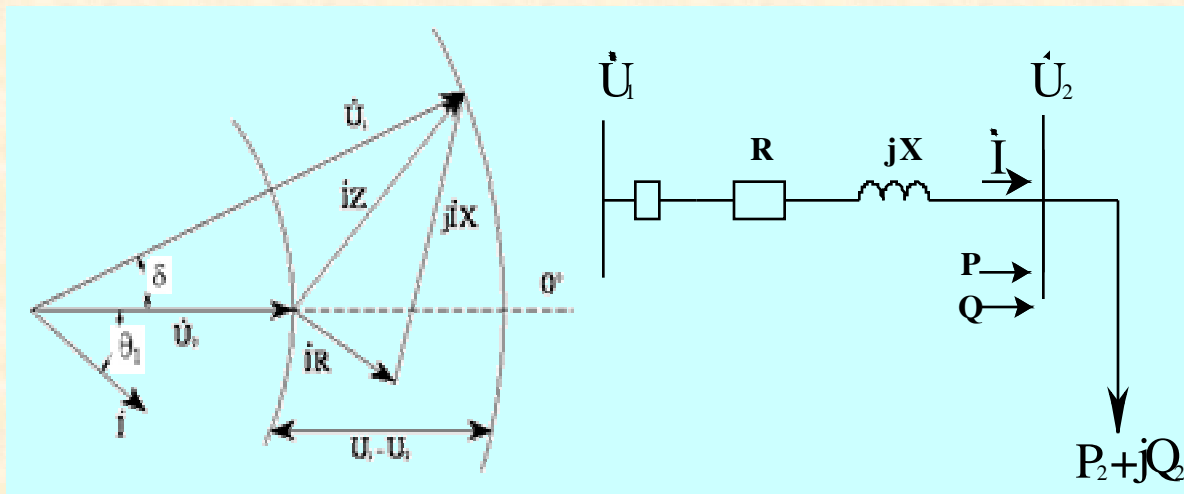
Tổn thất toàn mạng điện:

$$\Delta U\% = \frac{\sum_{i=1}^2 l_i (P_i r_{oi} + Q_i x_{0i})}{U_{dm}^2} = 6,2\% \approx \Delta U_{cp}$$



b. Khảo sát tính toán thiết kế đường dây có các dạng phân bố tải khác nhau

➤ Đường dây phân bố có tải tập trung



Hình 1.23. Mô hình đường dây có tải tập trung



b. Khảo sát tính toán thiết kế đường dây có các dạng phân bố tải khác nhau

✚ Đường dây phân bố có tải tập trung:

➤ Sụt áp dây:
$$\Delta U = \sqrt{3}I(R \cos \varphi + X \sin \varphi) = \frac{P_2 R + Q_2 X}{U_2}$$

$$\Delta U\% = \frac{P_2 R + Q_2 X}{U_{đm}^2} \cdot 100\%$$

➤ Tổn thất công suất:

$$\Delta P \approx \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_{đm}^2} \cdot R$$

$$\Delta Q \approx \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_{đm}^2} \cdot X$$

➤ Công suất đầu đường dây:

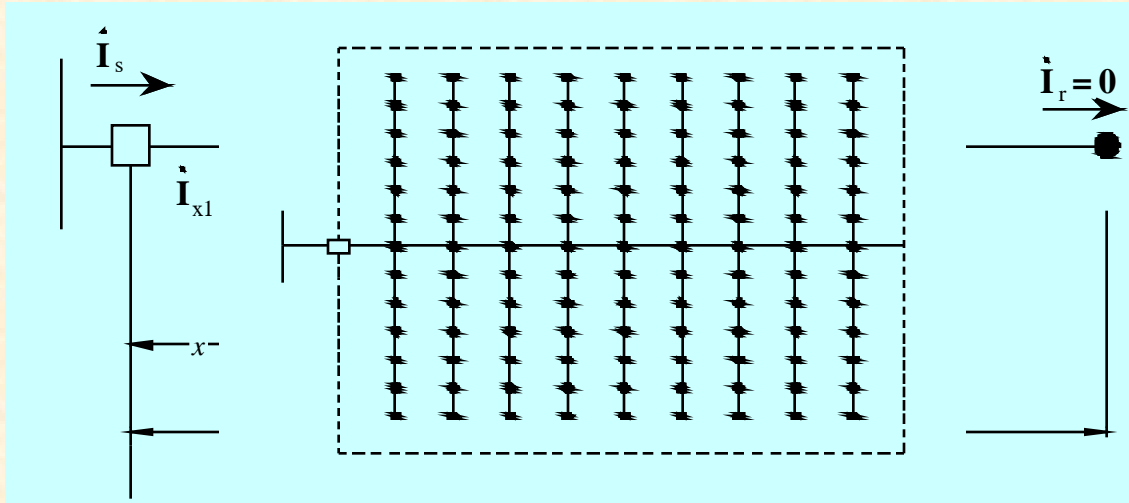
$$P_1 + jQ_1 = (P_2 + \Delta P) + j(Q_2 + \Delta Q)$$



b. Khảo sát tính toán thiết kế đường dây có các dạng phân bố tải khác nhau

➤ Tuyến dây hình tia với phụ tải phân bố đều

Mô hình đường dây:



Hình 1.26. Mô hình đường dây tải phân bố đều



b. Khảo sát tính toán thiết kế đường dây có các dạng phân bố tải khác nhau

✚ Tuyến dây hình tia với phụ tải phân bố đều

Gọi:

$d\bar{I}, d\bar{x}$: lần lượt là vi phân dòng điện và vi phân khoảng cách.

l : chiều dài của tuyến dây

x : khoảng cách từ điểm (1) đến đầu dây

$x + dx$: khoảng cách từ điểm (2) đến đầu dây là

I_S : dòng đầu đường dây

I_T : dòng ở cuối đường dây

$\dot{I}_{x1}, \dot{I}_{x2}$: dòng điện tuyến dây chính dây chính tại điểm 1 và 2, giả thiết tải có cùng hệ số công suất



b. Khảo sát tính toán thiết kế đường dây có các dạng phân bố tải khác nhau

✚ Tuyến dây hình tia với phụ tải phân bố đều

Giả thiết tải phân bố đều từ $x = 0$ đến $x = l$

$$\frac{d\dot{I}}{dx} = \dot{K} = \text{hằng số}$$

Đối với đoạn dx , dòng \dot{I}_{x1} , \dot{I}_{x2} ở đầu và cuối đoạn

$$\dot{I}_{x1} = \dot{I}_{x2} + d\dot{I} \rightarrow \dot{I}_{x2} = \dot{I}_{x1} - d\dot{I}$$

$$\Leftrightarrow \dot{I}_{x2} = \dot{I}_{x1} - \frac{d\dot{I}}{dx} dx = \dot{I}_{x1} - \dot{K}dx$$

Hay gần đúng: $\dot{I}_{x2} = \dot{I}_{x1} - Kdx$

$$\rightarrow \dot{I}_{x1} = \dot{I}_{x2} + Kdx$$



b. Khảo sát tính toán thiết kế đường dây có các dạng phân bố tải khác nhau

✚ **Tuyến dây hình tia với phụ tải phân bố đều**

Suy rộng ra cho toàn tuyến đường dây với dòng I_S và I_R

$$I_R = I_S - Kl$$

$$\rightarrow I_S = I_R + Kl$$

Vì $I_R = 0$ nên $K = I_S/l$

Tại khoảng cách x cho trước, dòng I_x tính theo dòng I_S

$$\begin{aligned} I_s &= I_x + Kx \\ \rightarrow I_x &= I_s - Kx = I_s - \frac{I_s}{l} \cdot x = I_s \left(1 - \frac{x}{l} \right) \end{aligned}$$

$$I_x = \begin{cases} I_r = 0 & \text{ở } x = l \\ I_r = I_s & \text{ở } x = 0 \end{cases}$$



b. Khảo sát tính toán thiết kế đường dây có các dạng phân bố tải khác nhau

✚ Tuyến dây hình tia với phụ tải phân bố đều

Độ sụt áp vi cấp:

$$dU = I_x z_0 dx = I_s z_0 \left(1 - \frac{x}{l} \right) dx$$

Độ sụt áp tại điểm x:

$$\Delta U_x = \int_0^x dU = \int_0^x I_s z_0 \left(1 - \frac{x}{l} \right) dx = I_s z_0 x \left(1 - \frac{x}{2l} \right)$$

Độ sụt áp trên toàn đường dây $x = l$:

$$\Delta U_x = \frac{1}{2} I_s z_0 l$$

Với z_0 là tổng trở một đơn vị chiều dài đường dây.



b. Khảo sát tính toán thiết kế đường dây có các dạng phân bố tải khác nhau

✚ Tuyến dây hình tia với phụ tải phân bố đều

Tổn thất công suất vi cấp:

$$dP = I_x^2 \cdot r_0 dx = \left[I_s \left(1 - \frac{x}{l} \right) \right]^2 r_0 dx$$

Tổn thất toàn đường dây

$$\Delta P = \int_0^l dP = \frac{1}{3} I_s^2 r_0 l$$

Với r_0 là điện trở một đơn vị chiều dài đường dây.

Nhận xét: đối với tải phân bố đều trên đường dây thì độ sụt áp tương đương với tải tập trung tại khoảng cách $x = l/2$, còn tổn thất công suất thì tại khoảng cách $x = l/3$.



b. Khảo sát tính toán thiết kế đường dây có các dạng phân bố tải khác nhau

✚ Phát tuyến có phụ tải tăng dần:

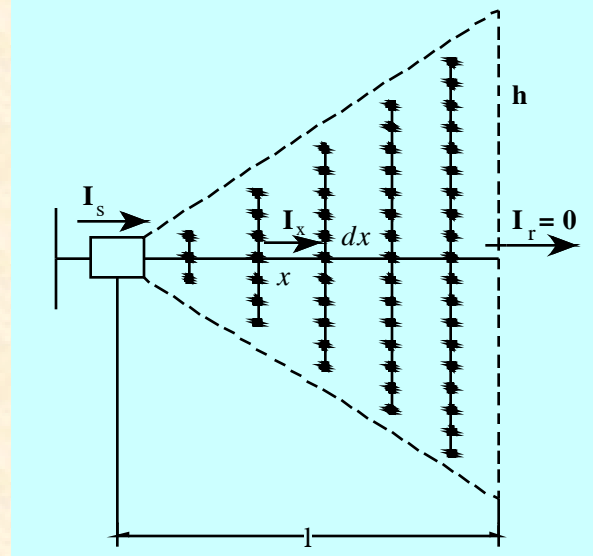
Mô hình đường dây:

- Gọi I_s là dòng điện tổng của phát tuyến
- Diện tích vùng phụ tải:

$$A = h.l$$

→ mật độ phụ tải ampe trên diện tích:

$$D_1 = \frac{I_s}{h.l} (A / km^2)$$



Hình 1.26. Mô hình đường dây tải tăng dần



b. Khảo sát tính toán thiết kế đường dây có các dạng phân bố tải khác nhau

✚ Phát tuyến có phụ tải tăng dần:

Xét phụ tải của vùng gạch chéo ứng với điểm cách đầu đường dây khoảng cách x

Diện tích vùng gạch chéo:

$$A_x = \left(h + \frac{h \cdot x}{l} \right) (l - x) = \frac{h}{l} (l + x)(l - x) = \frac{h}{l} (l^2 - x^2)$$

Dòng điện đường dây trên đoạn x :

$$I_x = D_1 A_x = \frac{I_s}{hl} \cdot \frac{h}{l} (l^2 - x^2) = I_s \left(1 - \frac{x^2}{l^2} \right)$$



b. Khảo sát tính toán thiết kế đường dây có các dạng phân bố tải khác nhau

✚ Phát tuyến có phụ tải tăng dần:

Xét một đoạn vi cấp dx tại vị trí x của đường dây

Dòng điện I_x gây ra sụt áp vi cấp

$$d(\Delta U) = I_x \cdot z_0 \cdot dx = I_s (z_0 dx) \left(1 - \frac{x^2}{l^2} \right)$$

→ Sụt áp đến cuối đường dây (sụt áp pha):

$$\Delta U = \int_0^l d(\Delta U) = z_0 I_s \left[x - \frac{x^3}{3l^2} \right]_0^l = z_0 I_s \left[l - \frac{l}{3} \right] = \frac{2}{3} z_0 l I_s = \frac{2}{3} Z I_s$$

$$\Delta U = \frac{2}{3} Z I_s$$

Với $Z = z_0 l$ là tổng trở toàn đường dây



b. Khảo sát tính toán thiết kế đường dây có các dạng phân bố tải khác nhau

✚ Phát tuyến có phụ tải tăng dần:

➤ Tổn thất công suất vi cấp trên đoạn dx khi có dòng I_x đi qua:

$$d(\Delta P) = I_x^2 r_0 dx = I_s^2 r_0 \left(1 - \frac{x^2}{l^2}\right) dx$$

Tổn thất cuối đường dây:

$$\Delta P = \int_0^l d(\Delta P) = I_s^2 r_0 \int_0^l \left(1 - \frac{x^2}{l^2}\right) dx = \frac{8}{15} I_s^2 r_0 l = \frac{8}{15} I_s^2 R$$

$$\Delta P = \frac{8}{15} I_s^2 R$$

Với $R = r_0 l$ là điện trở toàn đường dây

Nhận xét: phát tuyến có tải tăng dần đều tương đương với tải tập trung về độ sụt áp tại vị trí $2/3$ đường dây, còn tổn thất công suất tại vị trí $8/15$ của đường dây.



b. Khảo sát tính toán thiết kế đường dây có các dạng phân bố tải khác nhau

✚ Phát tuyến có phụ tải tăng dần:

❖ Dùng hằng số sụt áp K để tính toán tổn thất công suất:

$$\text{Đặt: } \Delta U^* = tKS = \frac{P_r R + Q_r X}{U_r U_{cb}} \text{ đơn vị tương đối}$$

Với: K : hằng số sụt áp

t : chiều dài hiệu dụng đường dây phụ thuộc sự phân bố tải

S_r, P_r, Q_r : công suất 3 pha đầu nhận

U_r : điện áp đầu nhận

U_{cb} : điện áp cơ bản



b. Khảo sát tính toán thiết kế đường dây có các dạng phân bố tải khác nhau

✚ Phát tuyến có phụ tải tăng dần

❖ Dùng hằng số sụt áp K để tính toán tổn thất công suất:

➤ Tổn thất điện năng:

✓ Thời gian tổn thất công suất cực đại τ_{\max} :

$$* \Delta A = \Delta P_{\max} \tau_{\max}$$

✓ Hệ số tổn thất K_{tt} :

$$* \Delta A = K_{tt} \Delta P_{\max} 8760$$

Với ΔP_{\max} là tổn thất công suất cực đại



b. Khảo sát tính toán thiết kế đường dây có các dạng phân bố tải khác nhau

✚ Xác định hằng số sụt áp K với các mô hình phân bố phụ tải khác nhau:

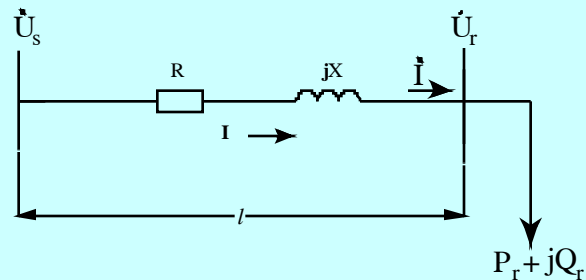
➤ Tổng trở hiệu dụng của mỗi loại phân bố tải:

✓ Tải tập trung ở cuối đường dây: $Z = z_0 l$ (Ω/pha)

✓ Tải phân bố đều: $Z = 1/2 z_0 l$ (Ω/pha)

✓ Tải có mật độ phụ tải tăng dần: $Z = 2/3 \cdot z_0 l$ (Ω/pha)

➤ Mô hình tải tập trung tương đương



Hình 1.28. Sơ đồ một pha



b. Khảo sát tính toán thiết kế đường dây có các dạng phân bố tải khác nhau

✚ Xác định hằng số sụt áp K với các mô hình phân bố phụ tải khác nhau:

Ta có: $\dot{U}_r = U_r \angle 0^\circ$, $\dot{U}_s = U_s \angle \delta^\circ$, $\dot{I} = I \angle -\varphi^\circ$

$$\Delta U \% = \frac{U_s - U_r}{U_r} \times 100 \%$$

➤ Tính trong đơn vị tương đối: $\Delta U_{\text{dvtđ}}^* = \frac{U_s - U_r}{U_{cb}}$

Với U_{cb} : điện áp cơ bản

U_r , U_s : điện áp pha đầu gửi và đầu nhận

Ta lại có: $\dot{U}_s = \dot{U}_r + \dot{I}Z \approx U_r \angle 0^\circ + (R + jX)I(\cos \varphi - j \sin \varphi)$
 $\approx U_r + IR \cos \varphi + jIX \sin \varphi$



b. Khảo sát tính toán thiết kế đường dây có các dạng phân bố tải khác nhau

✚ Xác định hằng số sụt áp K với các mô hình phân bố phụ tải khác nhau:

Công suất phức đầu nhận:

$$P_r + jQ_r = \dot{U}_r \dot{I} \quad \rightarrow \quad I = \frac{P_r - jQ_r}{\dot{U}_r} \quad \rightarrow \quad \dot{U}_s = U_r + \frac{P_r R + Q_r X}{U_r}$$

Nếu tính theo công suất 3 pha ở đầu nhận:

$$\Delta U^* = \frac{P_r R + Q_r X}{U_r U_{cb}} = \frac{(S_{3\phi})(t)(r_0 \cos \varphi + x_0 \sin \varphi) \left(\frac{1}{3} \cdot 1000 \right)}{U_r U_{cb}}$$

Hay $\Delta U^* = tKS_{3\phi}$



b. Khảo sát tính toán thiết kế đường dây có các dạng phân bố tải khác nhau

✚ Xác định hằng số sụt áp K với các mô hình phân bố phụ tải khác nhau:

Với: U_r : điện áp pha đầu nhận

$S_{3\phi}$: công suất 3 pha, kVA

t : chiều dài hiệu dụng của đường dây tùy theo sự phân bố tải, km

✓ Tải tập trung: $t = l$

✓ Phụ tải phân bố đều: $t = \frac{1}{2}l$

✓ Phụ tải mật độ tăng dần: $t = \frac{2}{3}l$



b. Khảo sát tính toán thiết kế đường dây có các dạng phân bố tải khác nhau

✚ Xác định hằng số sụt áp K với các mô hình phân bố phụ tải khác nhau:

Suy ra

$$K = \frac{(r_0 \cos \varphi + x_0 \sin \varphi) \left(\frac{1}{3} \times 1000 \right)}{U_r U_{cb}} \times 100\%$$

➤ Tính gần đúng: $K\% = \frac{(r_0 \cos \varphi + x_0 \sin \varphi) \left(\frac{1}{3} \times 1000 \right)}{U_{\text{đmpha}}^2} \times 100\%$

➤ Nếu $U_{\text{đm}}$ là điện áp dây (kV), $S_{3\varphi}$ là công suất biểu kiến 3 pha (kVA) thì:

$$K\% = \frac{(r_0 \cos \varphi + x_0 \sin \varphi)}{10 \times U_{\text{đm}}^2} \times \%kVA \times km$$



b. Khảo sát tính toán thiết kế đường dây có các dạng phân bố tải khác nhau

Ví dụ 1.6: 3 pha, 4 dây, $U = 4.16\text{kV}$, dây đồng #4 AWG $\approx 21,14\text{mm}^2$, $D = 37 \text{ inch} \approx 0,94\text{m}$, $\cos\varphi = 0,9$ trễ. $K = ?$

Giải:

$$\text{Lấy: } U_{cb} = U_r = \frac{U}{\sqrt{3}} = \frac{4160}{\sqrt{3}} = 2400\text{V}$$

$$\text{Với: } r_0 = 0,9341\Omega / \text{km}, x_0 = 0,4634\Omega / \text{km}$$

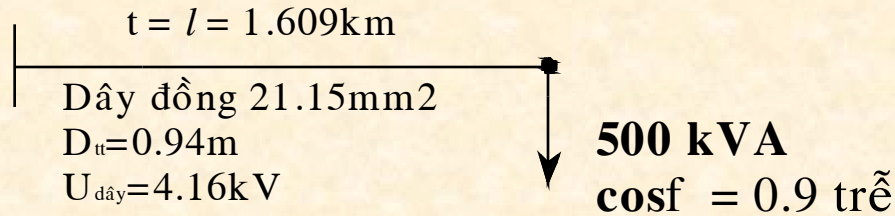
$$K = \frac{(r \cos\varphi + x \sin\varphi) \left(\frac{1}{3} * 1000 \right)}{U_r^2} \text{đvtđ} = 0,0000621\text{đvtđ} / \text{kVAkm}$$

Hay $K = 0,00621\%$ sụt áp/kVA.km



b. Khảo sát tính toán thiết kế đường dây có các dạng phân bố tải khác nhau

Ví dụ 1.7: giả thiết phát tuyến ví dụ 1.6 cung cấp cho phụ tải 500 kVA, $\cos\varphi = 0.9$ trễ, tập trung ở cuối đường dây dài $l = 1 \text{ mile} = 1,609\text{km}$. $\Delta U\% = ?$



Hình 1.29

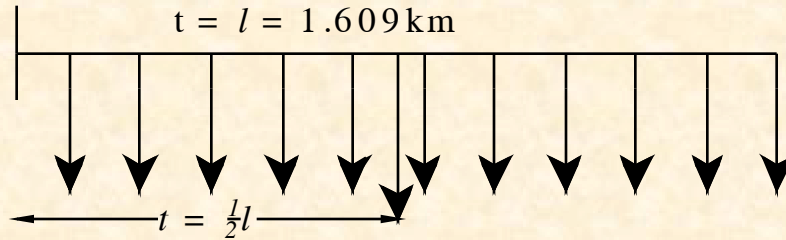
Giải:

$$\Delta U\% = t.K\%.S = 1,609.0,00621\%.500 = 5\%$$



b. Khảo sát tính toán thiết kế đường dây có các dạng phân bố tải khác nhau

Ví dụ 1.8: giả thiết phát tuyến ví dụ 1.6 cung cấp cho phụ tải 500 kVA, $\cos\varphi = 0,9$ phân bố dọc đường dây, $l = 1 \text{ mile} = 1,609\text{km}$. Tính độ sụt áp $\Delta U\% = ?$



Hình 1.30

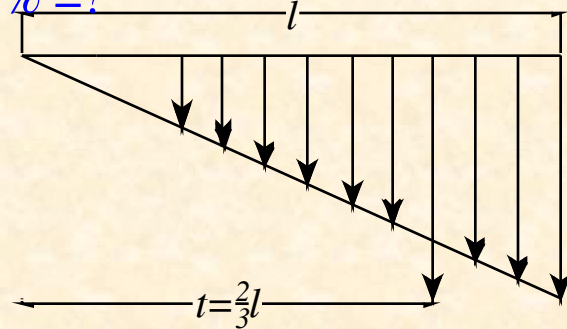
Giải:

$$\Delta U\% = t.K\%.S = \frac{1}{2}.1,609.0,00621\%.500 = 2,5\%$$



b. Khảo sát tính toán thiết kế đường dây có các dạng phân bố tải khác nhau

Ví dụ 1.9: giả thiết phát tuyến ví dụ 1.6 cung cấp cho phụ tải $S = 500 \text{ kVA}$, $\cos\phi = 0,9$ phân bố tăng dần, $l = 1 \text{ mile} = 1,609 \text{ km}$. Tính độ sụt áp $\Delta U\% = ?$



Hình 1.31

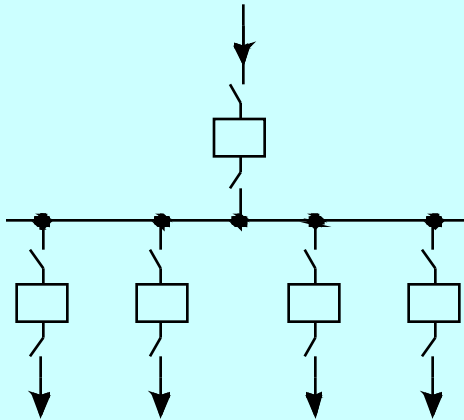
Giải:

$$\Delta U\% = t.K\%.S = \frac{2}{3}.1,609.0,00621\%.500 = 3,33\%$$

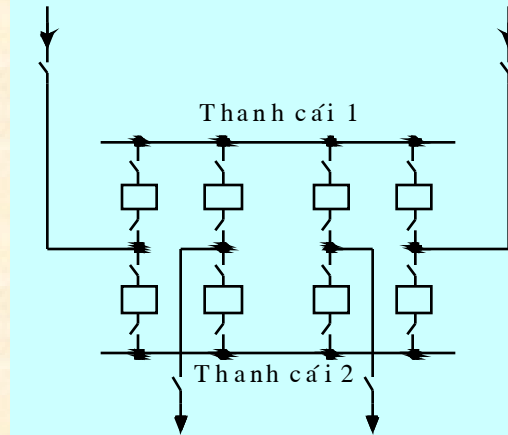


2.4. Thiết kế trạm phân phối

a. Sơ đồ hệ thống thanh cái



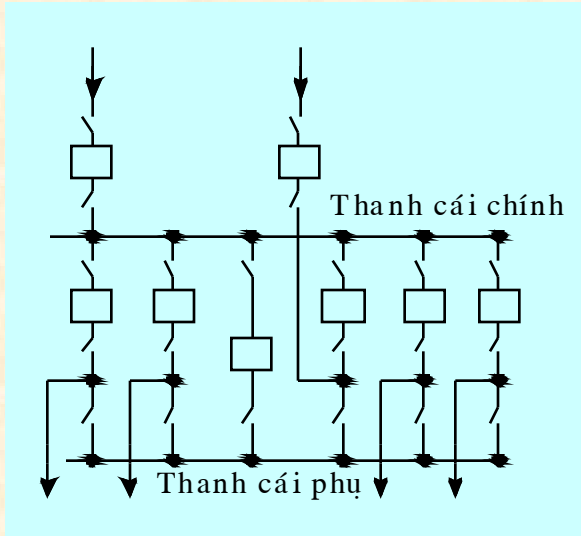
H1.32. Sơ đồ 1 thanh cái



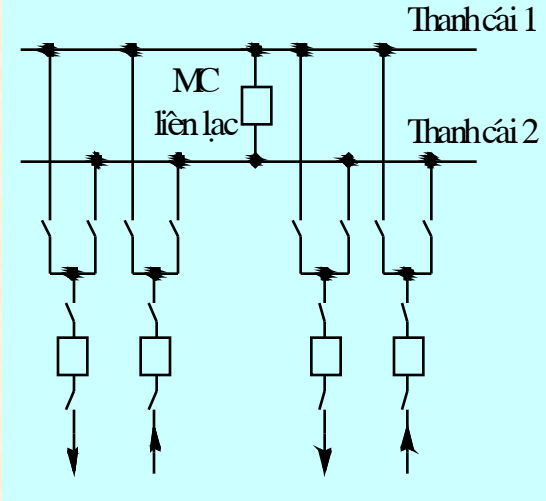
H1.33. Sơ đồ 1 thanh cái - 2MC



a. Sơ đồ hệ thống thanh cái



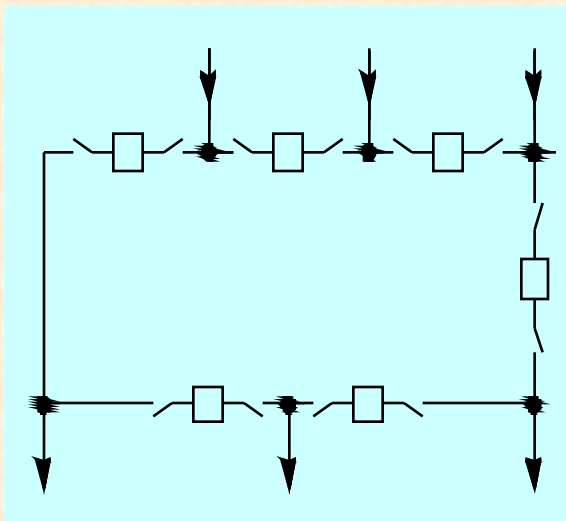
H1.34. Sơ đồ thanh cái chính - phụ



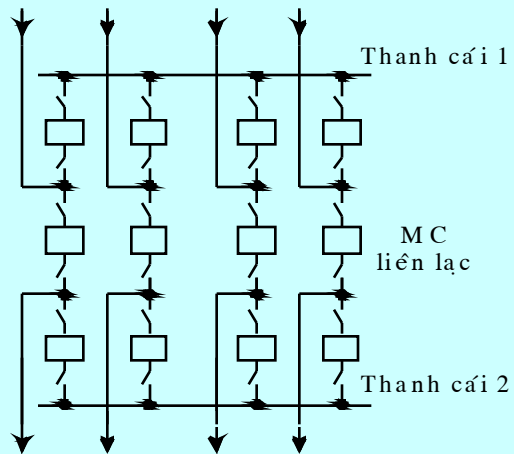
H1.35. Sơ đồ 2 thanh cái



a. Sơ đồ hệ thống thanh cái



H1.36. Sơ đồ thanh cái vòng



H1.37. Sơ đồ 1 MC - 1/2 MC



a. Sơ đồ hệ thống thanh cái

Sơ đồ trạm	Ưu điểm	Khuyết điểm
1. Thanh cái đơn	<ul style="list-style-type: none">- Chi phí rẻ	<ul style="list-style-type: none">- Trạm ngừng khi có sự cố- Khó bảo trì, sửa chữa- Không thể phát triển thanh cái- Độ tin cậy thấp
2. Hai thanh cái, hai máy cắt	<ul style="list-style-type: none">- Mỗi mạch có 2 máy cắt- Các thanh cái được kết nối linh hoạt- Trạm vẫn hoạt động nếu có bất kỳ một máy cắt nào bị tách ra.- Độ tin cậy cao	<ul style="list-style-type: none">- Chi phí cao- Một nửa mạch sẽ không hoạt động do sự cố máy cắt.
3. Sơ đồ thanh cái chính và phụ	<ul style="list-style-type: none">- Chi phí thấp- Trạm vẫn hoạt động khi máy cắt được cách ly.	<ul style="list-style-type: none">- Cần gia tăng máy cắt cho thanh cái- Dao cách ly hoạt động phức tạp



a. Sơ đồ hệ thống thanh cái

Sơ đồ trạm	Ưu điểm	Khuyết điểm
6.Sơ đồ một rưỡi	<ul style="list-style-type: none">- Hoạt động linh hoạt- Độ tin cậy cao- Mạch vẫn hoạt động khi có sự cố trên máy cắt.- Các dao cách ly hoạt động phối hợp máy cắt.- Vận hành đơn giản- Thanh cái chính có thể cách ly mà không cần cắt phụ tải- Sự cố trên thanh cái, các mạch không mất điện.	<ul style="list-style-type: none">- Cần 1 ½ máy cắt trên mỗi mạch- Hệ thống rơle và tự động điều phụ thuộc vào máy cắt ở giữa.



1.2.4. Thiết kế trạm phân phối

b. Vị trí trạm

Các quy luật để lựa chọn vị trí trạm :

- ✓ Gần trung tâm tải của vùng phụ tải.
- ✓ Việc điều chỉnh điện áp là thích hợp.
- ✓ Thuận lợi đường dây vào trạm trung gian.
- ✓ Có thể mở rộng trạm trong tương lai.
- ✓ Không gây ảnh hưởng môi trường dân cư xung quanh.
- ✓ Giảm nhỏ nhất số phụ tải bị ảnh hưởng do mất điện.



c. Định mức của trạm

1) Vùng phụ tải hình vuông:

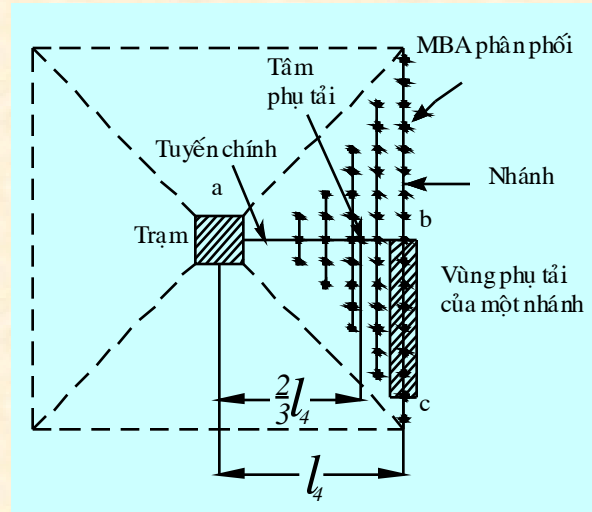
➤ Công suất mỗi đường dây cung cấp cho mỗi tải:

$$S_4 = A_4 D = l_4^2 D \text{ (kVA)}$$

Với

A_4 : diện tích tải của một nhánh, km².

D : mật độ phụ tải theo diện tích, kVA/km².



H1.38. Vùng phụ tải hình vuông



c. Định mức của trạm

1) Vùng phụ tải hình vuông:

- Sụt áp trên đường dây:

$$\Delta U\% = 2/3.l_4.K\%.S_4$$

Trong đó: $K\%$ hằng số sụt áp ($\%kVA.km$)

- Với giả thiết phụ tải tăng dần đều. Các MBA phân phối mang tải bằng nhau và đặt cách khoảng bằng nhau.

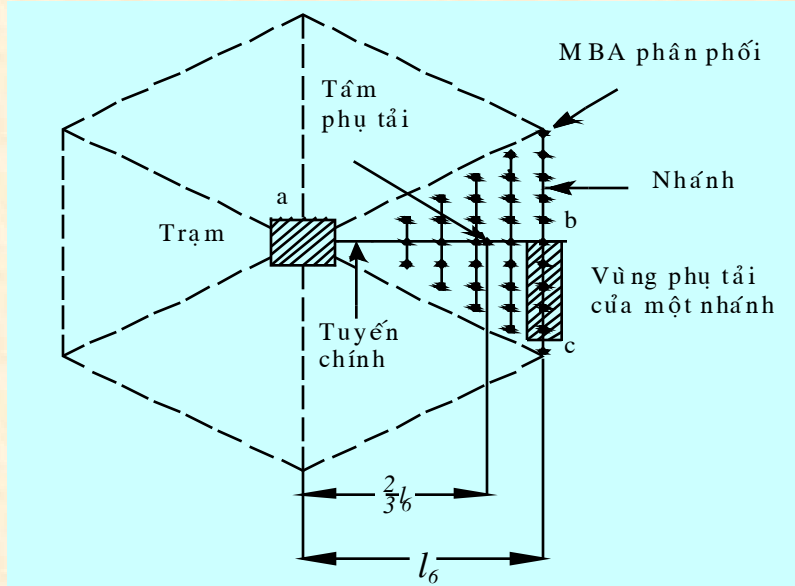
Suy ra:

$$\Delta U_4\% = 2/3.l_4.K\%(l_4^2D) = 0,667K\%.D.l_4^3$$



c. Định mức của trạm

2) Vùng phụ tải hình lục giác đều:



H1.39. Vùng phụ tải hình lục giác đều



c. Định mức của trạm

2) Vùng phụ tải hình lục giác đều:

➤ Diện tích vùng phụ tải một nhánh:

$$A_6 = \frac{l_6}{\sqrt{3}} l_6$$

➤ Công suất mỗi đường dây:

$$S_6 = A_6 \cdot D = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot D \cdot l_6^2$$

➤ Độ sụt áp:

$$\Delta U\% = \frac{2}{3} l_6 \cdot K\% \cdot S_6 = 0,385 \cdot K\% \cdot D \cdot l_6^3$$



c. Định mức của trạm

3) Trường hợp tổng quát :

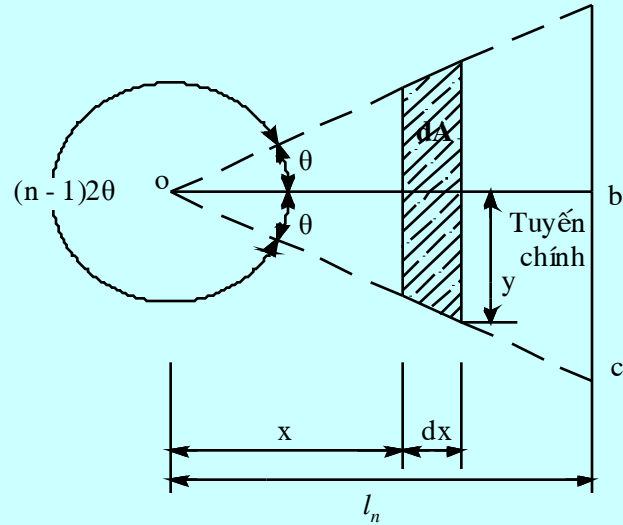
✚ Vùng cung cấp bởi n pháp tuyến

➤ Độ sụt áp:

$$\Delta U\% = \frac{2}{3} l_n \cdot K\% \cdot S_n$$

$$= \frac{2}{3} K\% \cdot D \cdot l_n^3 \cdot \text{tg} \theta$$

$$\Delta U\% = \frac{2}{3} K\% \cdot D \cdot l_n^3 \cdot \text{tg} \frac{360^\circ}{2n}$$



H1.40. Sơ đồ phụ tải dạng tổng quát



c. Định mức của trạm

4) So sánh :

	Trạm bốn đường dây ra	Trạm sáu đường dây ra
Công suất của 1 đường	$S_4 = l_4^2 D$	$S_6 = \frac{1}{\sqrt{3}} l_6^2 D$
Tổng công suất toàn vùng	$S_{4\Sigma} = 4l_4^2 D$	$S_{6\Sigma} = \frac{6}{\sqrt{3}} l_6^2 D$
Độ sụt áp % của 1 đường	$\Delta U\% = \frac{2}{3} K\% D l_4^3$	$\Delta U\% = \frac{2}{3\sqrt{3}} K\% D l_6^3$
Dòng cung cấp ở đầu đường dây	$I_4 = \frac{D l_4^2}{\sqrt{3} U} (A)$	$I_6 = \frac{D l_6^2}{3U} (A)$



c. Định mức của trạm

❖ Điều kiện giới hạn bởi phát nóng cho một loại dây dẫn và bỏ qua sụt áp

$$\text{Ta có: } I_4 = I_6 \Leftrightarrow \frac{Dl_4^2}{\sqrt{3}U} = \frac{Dl_6^2}{3U} \rightarrow \left(\frac{l_6}{l_4}\right)^2 = \sqrt{3}$$

Hay:

$$\frac{S_{6\Sigma}}{S_{4\Sigma}} = \frac{\frac{6}{\sqrt{3}}Dl_6^2}{4Dl_4^2} = \frac{\sqrt{3}}{2} \left(\frac{l_6}{l_4}\right)^2 = \frac{3}{2}$$

Suy ra:

$$S_{6\Sigma} = 1,5S_{4\Sigma}$$



c. Định mức của trạm

❖ Điều kiện giới hạn bởi độ sụt áp, cùng loại dây dẫn

$$\Delta U_4 \% = \Delta U_6 \% \Leftrightarrow \frac{2}{3} K \% D l_4^3 = \frac{2}{3\sqrt{3}} K \% D l_6^3$$

$$\rightarrow l_4 = 0,833 l_6$$

$$\rightarrow \frac{S_{6\Sigma}}{S_{4\Sigma}} = \frac{\frac{6}{\sqrt{3}} D l_6^2}{4 D l_4^2} = \frac{\frac{6}{\sqrt{3}} D l_6^2}{2,78 l_6^2 D} = 1,25$$

$$\rightarrow \boxed{S_{6\Sigma} = 1,25 S_{4\Sigma}}$$

Nhận xét: sáu đường dây có thể cung cấp tải 1,25 lần bốn đường dây nếu có cùng độ sụt áp.



c. Định mức của trạm

5) Giải thích về công thức tính độ sụt áp K

Công thức của Repts:

$$\Delta U_n \% = \frac{\left(\frac{2}{3} l_n K\right) n D A_n}{n} = \frac{\left(\frac{2}{3} l_n K\right) S_{n\Sigma}}{n} = \frac{2}{3} l_n K S_n$$

Với: $\Delta U_n \%$: độ sụt áp % trên mạch sơ cấp

K : hằng số sụt áp % kVA.m

$2/3 l_n$: chiều dài hiệu dụng của dây sơ cấp

$S_{n\Sigma}$: tổng công suất cung cấp cho toàn vùng

S_n : công suất cung cấp một trong n dây

n : số đường dây

D : mật độ tải, kVA/m²



c. Định mức của trạm

5) Giải thích về công thức tính độ sụt áp K

Bảng tóm tắt

Stt	Trường hợp	l_n	K	$U_{\text{dây}}$	n	D	A_n	$S_{n\Sigma}$	S_n	ΔU %
1	Tăng diện tích cung cấp	$\times 2 \uparrow$	$\times 1$	$\times 1$	$\times 1$	$\times 1$	$\times 4 \uparrow$	$\times 4 \uparrow$	$\times 4 \uparrow$	$\times 8 \uparrow$
2	Tăng mật độ tải	$\times 1$	$\times 1$	$\times 1$	$\times 1$	$\times 2 \uparrow$	$\times 1$	$\times 2 \uparrow$	$\times 2 \uparrow$	$\times 2 \uparrow$
3	Thêm phát tuyến	$\times 1$	$\times 1$	$\times 1$	$\times 2 \uparrow$	$\times 1$	$\times 1$	$\times 1 \uparrow$	$\times \frac{1}{2} \downarrow$	$\times \frac{1}{2} \downarrow$
4	Chọn lại dây	$\times 1$	$\times \frac{1}{2} \downarrow$	$\times 1$	$\times 1$	$\times 1$	$\times 1$	$\times 1 \uparrow$	$\times 1 \uparrow$	$\times \frac{1}{2} \downarrow$
5	Đổi tổ đấu dây MBA $\Delta \rightarrow Y$	$\times 1$	$\times \frac{1}{3} \downarrow$	$\times \sqrt{3} \downarrow$	$\times 1$	$\times 1$	$\times 1 \downarrow$	$\times 1 \uparrow$	$\times 1 \uparrow$	$\times \frac{1}{3} \downarrow$



1.3. Các ví dụ tính toán thiết kế mạng phân phối sơ cấp

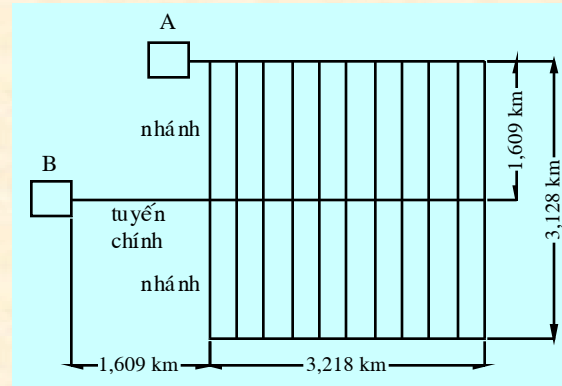
Ví dụ 1.10:

Phụ tải hình vuông, mỗi cạnh 2 mile = 3,218km. $D = 2000$ kVA/mi² = 772,5kVA/km², hệ số nhu cầu trung bình 0,6; hệ số phân tán 1,2; $\cos\varphi = 0,9$ trễ. Có 2 phương pháp đặt : đặt tại A và B. $U_{\text{dây}} = 13,2/7,62$ kV, 3 pha, 4 dây.

Phát tuyến chính dùng dây đồng #2/0 AWG = 67,4 mm²

Phát tuyến nhánh dùng dây đồng #4 AWG = 21,2 mm².

$D_m = 37$ inch = 0.93 m. Chọn phương án đặt trạm nào?



Hình 1.41



1.3. Các ví dụ tính toán thiết kế mạng phân phối sơ cấp

Ví dụ 1.10 :

- Mật độ phụ tải tổng theo yêu cầu D_{Σ}

$$D_{\Sigma} = \frac{\text{Hệ số nhu cầu x mật độ phụ tải}}{\text{Hệ số phân tán}}$$
$$= \frac{0,6 \times 772,5 \text{ kVA/km}^2}{1,2} = 386 \text{ kVA/km}^2$$

- Diện tích phụ tải: $A = 3,218 \times 3,128 = 10,335 \text{ km}^2$
- Phụ tải tổng của trạm cung cấp:

$$S_{\Sigma} = D_{\Sigma} \cdot A = 386 \cdot 10,335 \approx 4000 \text{ kVA} = S_{\text{chính}}$$



1.3. Các ví dụ tính toán thiết kế mạng phân phối sơ cấp

Ví dụ 1.10:

▪ Đặt tại A:

$$\begin{aligned}\Delta U\% &= \frac{l}{2} K_{chính} \% \cdot S_{chính} + \frac{l}{2} K_{nhánh} \% \cdot S_{nhánh} = 1,84\% \\ &= \frac{3,2}{2} \cdot 0,0002486 + \frac{3,2}{2} \cdot 0,0005904 \cdot \frac{4000}{16} = 1,84\%\end{aligned}$$

▪ Đặt tại B

$$\Delta U\% = \left(1,6 + \frac{3,2}{2}\right) \cdot 0,0002486 \cdot 4000 + \frac{1,6}{2} \cdot 0,0005904 \cdot \frac{4000}{32} = 3,26\%$$

→ Chọn phương án đặt trạm A



1.3. Các ví dụ tính toán thiết kế mạng phân phối sơ cấp

Ví dụ 1.11 :

Một phát tuyến 3 pha 4 dây, điện áp 15/8,66 kV dài 4 km, cung cấp cho 10 nhánh, bên trái 5 nhánh, bên phải 5 nhánh. Dây nhánh dài 3 km. Dùng dây nhôm $D_m = 1m$.

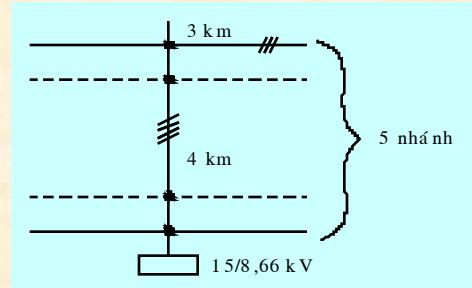
Mỗi nhánh cung cấp cho 300 khách hàng, mỗi khách hàng tiêu thụ 4 kVA, $\cos\varphi = 0,9$ trở qua MBA phân phối.

Điện áp trong nhà thay đổi từ 220 V – 250 V, chọn điện áp thấp nhất tại khách hàng là 230 V. Yêu cầu điện áp tại khách hàng:

$$V_{\max} = 250 \text{ V}, V_{\min} = 230 \text{ V}. \Delta U_{\text{cpSC}} = 4\%, \Delta U_{\text{cpTC}} = 3,5\%$$

a. Cỡ dây chính và dây nhánh

b. Nếu vượt quá 4%, kết hợp dây chính và dây nhánh có tiết diện lớn hơn





1.3. Các ví dụ tính toán thiết kế mạng phân phối sơ cấp

Ví dụ 1.11 :

Công suất tổng trên đường dây nhánh: $S_{nhánh} = 1200kVA$

$$I_{nhánh} = \frac{S_{nhánh}}{\sqrt{3}U_{đm}} = \frac{1200}{\sqrt{3}.15} = 46,18A \rightarrow \text{chọn A-16, } I_{cp} = 105A$$

$$I_{chính} = 46,18.10 = 461,8A \rightarrow \text{chọn A-185, } I_{cp} = 500A$$

Dây A-16 $\rightarrow K\% = 0,00008678\%/kVA.km$

Dây A-185 $\rightarrow K\% = 0,0001284\%/kVA.km$

$$\Delta U_{nhánh} \% = \frac{l_{nhánh}}{2} K_{nhánh} \% S_{nhánh} = \frac{3}{2} \cdot 0,00008678 \cdot 1200 = 1,562\%$$



1.3. Các ví dụ tính toán thiết kế mạng phân phối sơ cấp

Ví dụ 1.11 :

$$\Delta U_{chính} \% = \frac{l_{chính}}{2} K_{chính} \% S_{chính} = \frac{4}{2} \cdot 0,0001284 \cdot 1200 \cdot 10 = 3,08\%$$

$$\rightarrow \Delta U \%_{\Sigma} = \Delta U \%_{nhánh} + \Delta U \%_{chính} = 4,642\% > 4\%$$

Chọn lại dây chính và dây nhánh

Dây A-25 $\rightarrow K \% = 0,0001117\%/kVA.km$

Dây A-240 $\rightarrow K \% = 0,0005847\%/kVA.km$

$$\Delta U_{nhánh} \% = 1,05\%; \quad \Delta U_{chính} \% = 2,68\%$$

$$\rightarrow \Delta U \%_{\Sigma} = 3,72\% < 4\% \quad \rightarrow \text{Đạt yêu cầu}$$



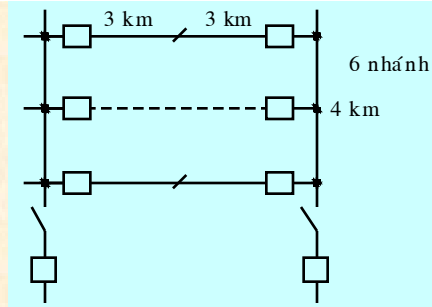
1.3. Các ví dụ tính toán thiết kế mạng phân phối sơ cấp

Ví dụ 1.12 :

Một mạng sơ cấp 15/8,66 kV gồm hai đường dây trên không dài 4 km từ hai trạm A và B, mỗi đường dây cung cấp 6 nhánh rẽ dùng cáp ngầm XLPE dài 3 km, phụ tải mỗi nhánh 1200 kVA/3 pha, $\cos\varphi = 0,8$ phân bố đều

Trong tình trạng bình thường các đường nhánh hở ở giữa, cả hai đường chính đều vận hành. Trong tình trạng sự cố một đường chính, đường chính còn lại hoạt động. $\Delta U_{cp} = 4\%$

- Chọn cỡ dây chính và dây nhánh
- Tính % sụt áp đến đầu cuối của đường nhánh xa nhất trong tình trạng bình thường
- Tính % sụt áp đến nhánh rẽ xa nhất trong tình trạng sự cố.



Hình 1.43



1.3. Các ví dụ tính toán thiết kế mạng phân phối sơ cấp

Ví dụ 1.12:

a) Công suất tổng : $S_{\Sigma} = 2.1200.6 = 14400kVA$

$$I_{chính} = \frac{14400}{\sqrt{3}.15} = 554,25A \rightarrow \text{AC-240, } I_{cp}=610A$$

$(r_0=0,132\Omega/km, x_0=0,315 \Omega/km)$

$$I_{nhánh} = \frac{2.1200}{\sqrt{3}.15} = 92,37A \rightarrow \text{Cáp ngầm XLPE 1/0}$$

$\text{AWG } (53,5mm^2), I_{cp} = 155A.$

$(r_0=0,682\Omega/km, x_0=0,075 \Omega/km)$

b)

$$\Delta U_{chính} \% = \frac{\frac{I_{chính}}{2} (r_0 \cos \varphi + x_0 \sin \varphi) \frac{l_{chính}}{2}}{U_{thứ cấp}} = 1,88 \%$$



1.3. Các ví dụ tính toán thiết kế mạng phân phối sơ cấp

Ví dụ 1.12 :

$$\Delta U_{nhánh} \% = \frac{I_{nhánh} (r_0 \cos \varphi + x_0 \sin \varphi) \frac{l_{nhánh}}{2}}{U_{thứ cấp}} = 0,47\%$$

$$\Delta U \%_{\Sigma} = 1,88 + 0,47 = 2,35\%$$

c) $\Delta U_{chính} \% = 2 \cdot 1,88\% = 3,76\%$

$$\Delta U_{nhánh} \% = \frac{I_{nhánh} (r_0 \cos \varphi + x_0 \sin \varphi) \frac{l_{nhánh}}{2}}{U_{thứ cấp}} = 1,88\%$$

$$\Delta U \%_{\Sigma} = 3,76 + 1,88 = 5,64\%$$



1.4. Thiết kế hệ thống phân phối thứ cấp

- Khi thiết kế hệ thống, người thiết kế phải xem xét đến các vấn đề lâu dài.
- Thiết kế phải phù hợp với lịch trình phát triển tải trong tương lai.
- Phải xét đến tính kinh tế, tổn thất lõi đồng trong biến thế, dòng thứ cấp và độ sụt áp nơi dịch vụ.
- Hoạch định tải biến thế phân phối trên cơ sở là không vượt quá công suất dự trữ.
- Phải cố gắng tập hợp đầy đủ các thông tin về nhu cầu tiêu thụ của khách hàng.



1.4. Thiết kế hệ thống phân phối thứ cấp

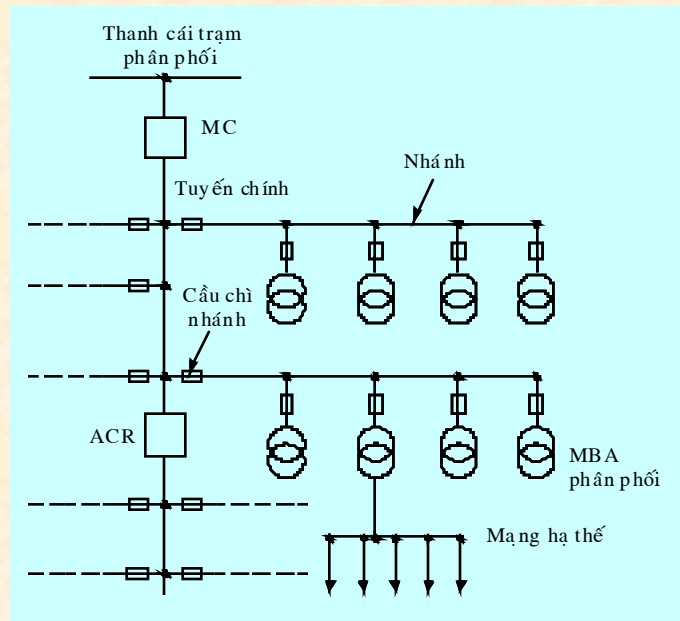
1.4.1. Thiết kế thực tế

- Hệ thống phân phối thứ cấp gồm:
 - ✓ Biến thế phân phối hạ thế.
 - ✓ Các tuyến dây chính trên mạng thứ cấp.
 - ✓ Dây xuống hộ tiêu thụ.
 - ✓ Đồng hồ điện
- Hệ thống phân phối thứ cấp được thiết kế:
 - ✓ 1 pha cho khu dân cư.
 - ✓ 3 pha cho khu công nghiệp hay dịch vụ với mật độ tải cao.



1.4.1. Thiết kế thực tế

Sơ đồ đơn tuyến của một hệ thống thứ cấp hình tia đơn giản.



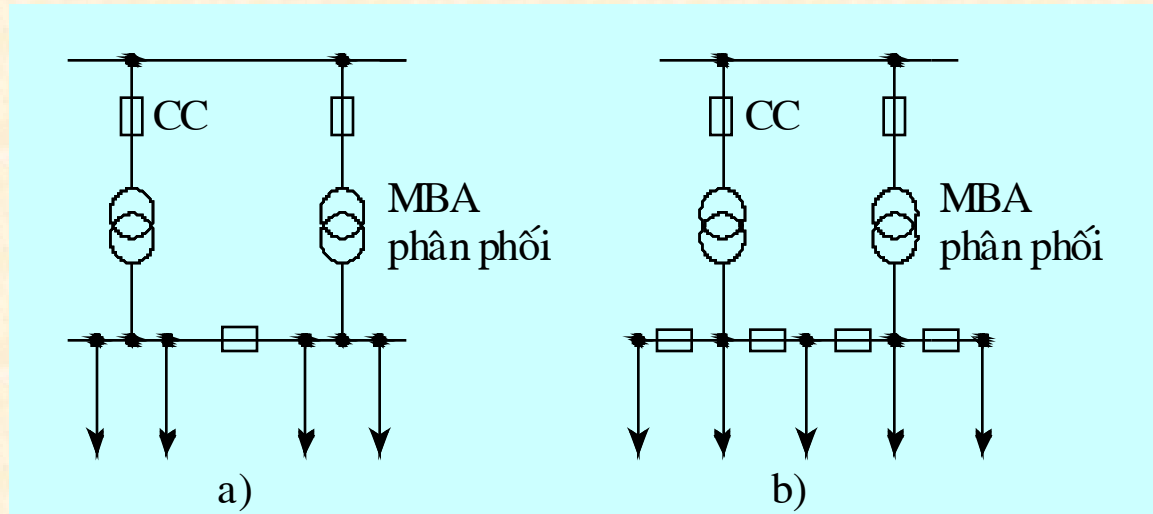


1.4.2. Nhóm biến áp phân phối

- Những trạm biến áp phân phối được mắc song song.
- Sự thuận lợi của nhóm máy biến áp phân phối:
 - ✓ Cải thiện độ dao động điện áp.
 - ✓ Giảm nhấp nháy ánh sáng do khởi động động cơ.
 - ✓ Tăng độ tin cậy cung cấp điện.
 - ✓ Cải tiến sự linh hoạt khi phụ tải phát triển với chi phí thấp.



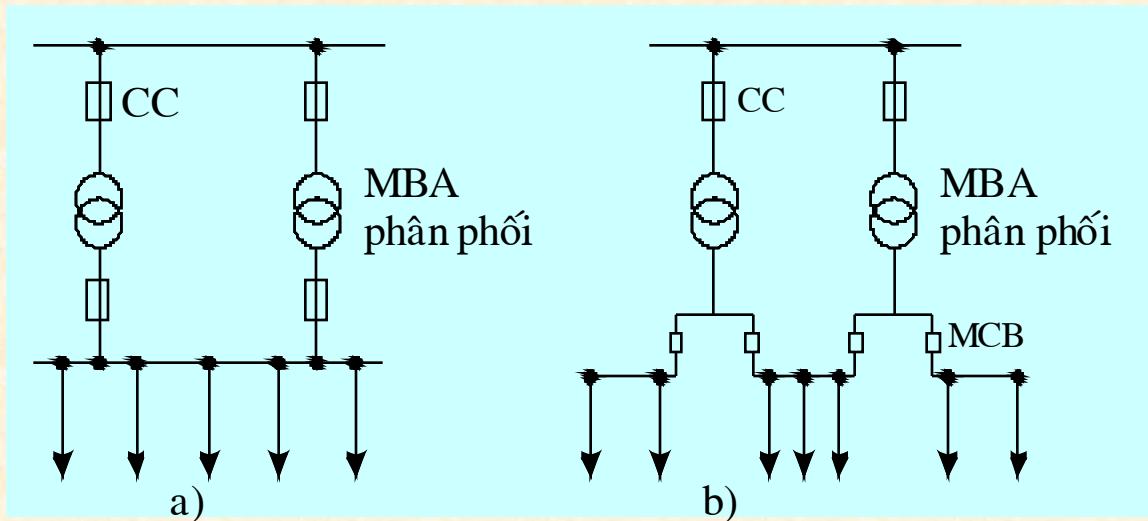
1.4.2. Nhóm biến áp phân phối



Hình 1.49. Hai phương pháp mắc nhóm thứ cấp



1.4.2. Nhóm biến áp phân phối



Hình 1.50. Hai phương pháp mắc nhóm thứ cấp khác



1.4.2. Nhóm biến áp phân phối

- Những khuyết điểm của phương pháp hình 1.49
 - ✓ Yêu cầu kiểm soát cẩn thận hệ thống thứ cấp có các trạm biến áp được kết nhóm với nhau.
 - ✓ Khó khăn trong việc phối hợp cầu chì phía thứ cấp.
 - ✓ Khó khăn phục hồi lại sự cung cấp khi một số cầu chì trên những biến áp cận kề bị đứt (Hình 1.49a).
- Để ổn định trong điều kiện tải thay đổi, khi thiết kế hệ thống kết nối thứ cấp là việc phân chia tải giữa các MBA.



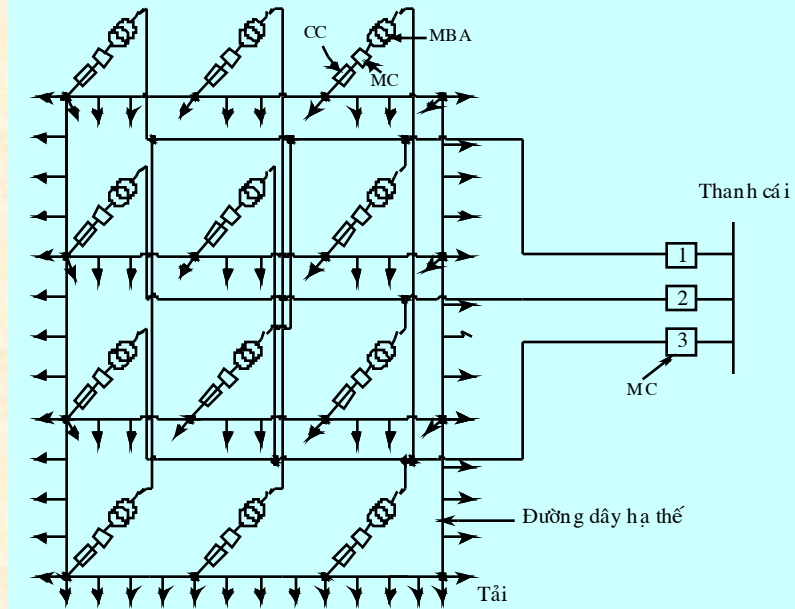
1.4.3. Mạng thứ cấp

- Hầu hết HT thứ cấp được thiết kế dưới dạng hình tia.
- Đối với khu vực dịch vụ đặc biệt, các HT thứ cấp được thiết kế theo cấu hình dạng lưới.
- Mạng thứ cấp trên không hiệu quả về kinh tế trong các khu vực có mật độ phụ tải trung bình.
- Mạng thứ cấp ngầm có độ tin cậy cao.
- Hệ thống mạng điện thế thấp thường dùng được cung cấp bởi hai hay nhiều tuyến sơ cấp.
- Các nguồn sơ cấp được đấu đan xen nhau tránh việc cung cấp đến bất kỳ hai biến thế kề nhau từ cùng một phát tuyến.



1.4.3. Mạng thứ cấp

Sơ đồ đơn tuyến của một phần nhỏ của mạng thứ cấp.



Hình 1.51. Sơ đồ đơn tuyến của một phần nhỏ của mạng thứ cấp



1.4.3. Mạng thứ cấp

a. Tuyến dây chính trên mạng thứ cấp

Cỡ dây và sự phân bố hợp lý của tuyến dây chính trên mạng thứ cấp cần phải thỏa mãn:

- ✓ Sự phân chia hợp lý của tải bình thường giữa các biến thế mạng.
- ✓ Sự phân chia hợp lý của dòng điện khi có sự cố giữa các biến thế mạng.
- ✓ Độ ổn định điện áp tốt cho mọi khách hàng.
- ✓ Cắt sự cố ngắn mạch hay chạm đất tại bất kỳ điểm nào mà không gián đoạn cung cấp điện.



b. Cầu chì hạn dòng bảo vệ dây dẫn, cáp

- Bộ cầu chì hạn dòng được đặt trên mỗi pha của các tuyến dây chính tại mỗi điểm chuyển tiếp.
- Độ nhạy cầu chì hay các đặc tính thời gian – dòng điện phải đảm bảo:
 - ✓ Dòng tải bình thường đi qua mà không chảy vỡ cáp.
 - ✓ Cắt nhanh loại trừ đoạn dây chính bị sự cố.
- Phối hợp đặc tính thời gian – dòng điện: giữa cầu chì hạn dòng với các thiết bị bảo vệ mạng và các đặc tính về hư hại vỏ bọc của cáp.

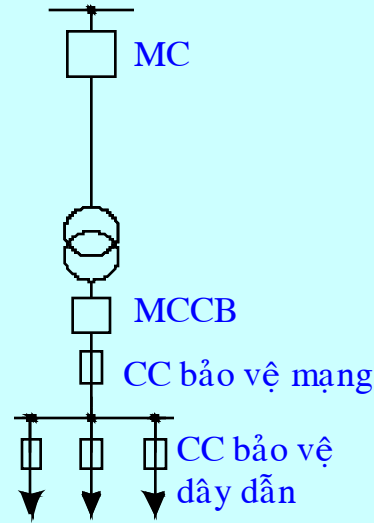
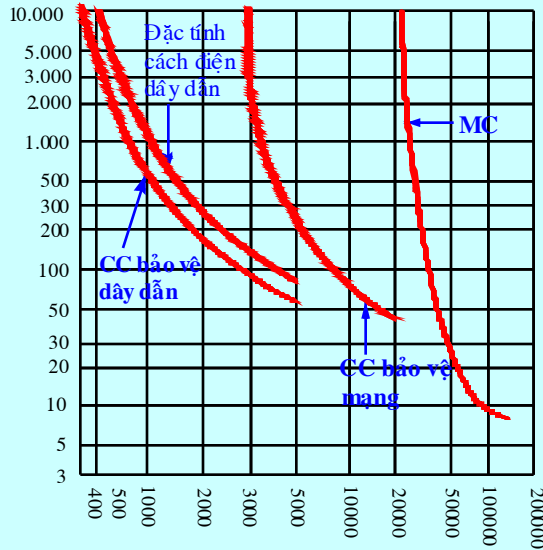


c. Thiết bị bảo vệ mạng

- Trong Hình 1.52, biến thế mạng được nối với mạng thứ cấp qua một thiết bị bảo vệ mạng (MCCB, MCB,..., và cầu chì dự phòng) bao gồm một máy cắt không khí và cầu chì bảo vệ dự phòng.
- Cầu chì bảo vệ dự phòng là ngắt biến thế mạng ra khỏi mạng nếu MCCB bị hư không hoạt động khi có sự cố.
- Mỗi mạng có cầu chì dự phòng, mỗi một cầu chì cho một pha.
- Hình 1.52 minh họa một sự phối hợp của các bảo vệ mạng thứ cấp.



c. Thiết bị bảo vệ mạng



Hình 1.52. Sự phối hợp hoàn hảo của các thiết bị bảo vệ mạng thứ cấp



1.4.4. Biến thế mạng

- Trong mạng thứ cấp ngoài trời, biến thế được gắn trên cột hay trên sà n.
- Trong mạng thứ cấp ngầm, biến thế được đặt trong các hầm.
- Các biến thế có thể là 1 pha hay 3 pha.
- MBA phân phối được trang bị bộ điều chỉnh không tải để điều chỉnh điện áp theo yêu cầu. Mức điện áp điều chỉnh điện áp khoảng $\pm 10\%$.





4.4. Biến thế mạng

❖ Hệ số sử dụng biến thế : là tỉ lệ giữa biến thế mạng được lắp đặt với tải.

$$\text{Hệ số sử dụng} = \Sigma S_T / \Sigma S_L$$

với ΣS_T – tổng công suất biến thế mạng

ΣS_L – tổng tải mạng thứ cấp

➤ Hệ số sử dụng phụ thuộc:

✓ Số phát tuyến được dùng.

✓ Mức độ phụ tải phân bố không đều giữa các biến thế mạng trong trường hợp xảy ra sự cố đơn.

✓ Tỉ lệ Z_M / Z_T



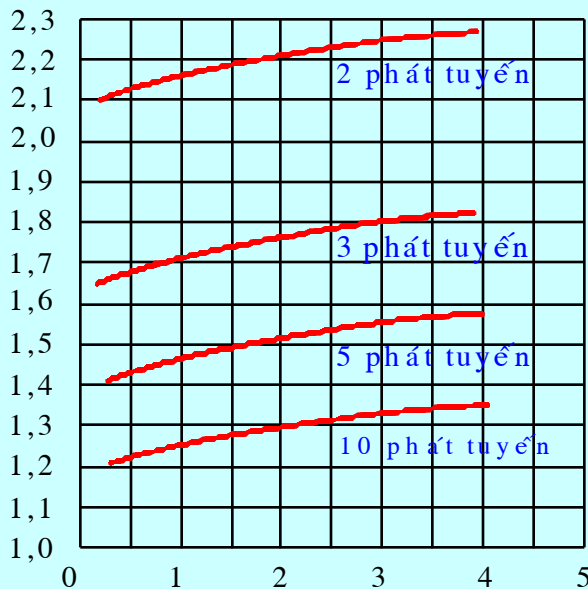
4.4. Biến thế mạng

Trong đó:

Z_M : trở kháng của mỗi phân đoạn của dây chính thứ cấp

Z_T : trở kháng của biến thế mạng thứ cấp

Hình 1.53. Hệ số sử dụng máy biến thế theo tỉ lệ Z_M/Z_T và số nhánh sử dụng





1.4.5. Độ sụt áp trong hệ thống phân phối một pha

➤ Điện áp ở tại các điểm khác nhau trên mạch phân phối điện xoay chiều đơn pha có thể được tìm từ điện trở hay trở kháng dây dẫn.

Nếu: I : dòng điện với hệ số công suất $\cos\varphi$ tại một điểm tải cụ thể

R : điện trở

X : trở kháng của dây dẫn

Thì điện áp rơi là $(IR\cos\varphi + IX\sin\varphi)$ (V) (1 pha)



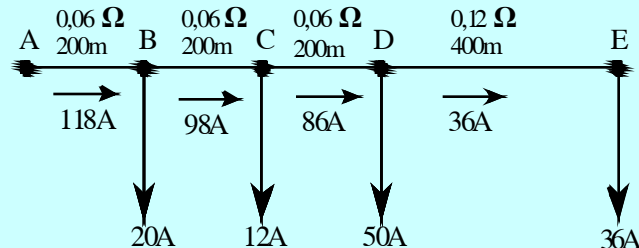
1.4.5. Độ sụt áp trong hệ thống phân phối một pha

Ví dụ 1.18.

Cáp 2 lõi có $r_0 = 0,3\Omega/\text{km}$, $x_0 = 0,15 \Omega/\text{km}$. Tìm điện áp tại các điểm cung cấp cho tải. Chiều dài đường dây 1 km, chiều dài mỗi đoạn và điện trở của mỗi đoạn cho ở Hình 1.54.

Tại các điểm B, C, D và E lần lượt là 25A ở $\cos\varphi = 0,8$, 15A ở $\cos\varphi = 0,8$, 50A ở $\cos\varphi = 1$, 40A ở $\cos\varphi = 0,9$. Điện áp tại điểm cung cấp A được duy trì ở 240 V.

Hình 1.54a. Phân bố thành phần tác dụng của dòng điện qua điện trở

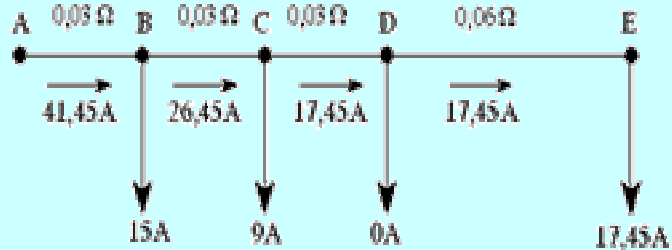




1.4.5. Độ sụt áp trong hệ thống phân phối một pha

Ví dụ 1.18.

Hình 1.54b. Phân bố thành phần tác dụng của dòng điện qua cảm kháng



Giải:

Thành phần sụt áp do điện trở

Đoạn	Dòng	Điện áp rơi	Điện áp rơi tới điểm
AB	118A	$118 \times 0,06 = 7,08\ \text{V}$	B: 7,08 V
BC	98A	$98 \times 0,06 = 5,88\ \text{V}$	C: 12,96 V
CD	86A	$86 \times 0,06 = 5,16\ \text{V}$	D: 18,12 V
DE	36A	$36 \times 0,12 = 4,32\ \text{V}$	E: 22,44 V



1.4.5. Độ sụt áp trong hệ thống phân phối một pha

Ví dụ 1.18. Thành phần sụt áp do kháng trở

Đoạn	Dòng	Điện áp rơi	Điện áp rơi tới điểm
AB	41,45A	$41,45 \times 0,03 = 1,24 \text{ V}$	B: 1,24 V
BC	26,45A	$26,45 \times 0,03 = 0,80 \text{ V}$	C: 2,04 V
CD	17,45A	$17,45 \times 0,03 = 0,52 \text{ V}$	D: 2,56 V
DE	17,45A	$17,45 \times 0,06 = 1,05 \text{ V}$	E: 3,61 V

Điện áp tại các nút:

$$V_A = 240 \text{ V}$$

$$V_B = 240 - (7,08 + 1,24) = 231,68 \text{ V}$$

$$V_C = 240 - (12,96 + 2,04) = 225 \text{ V}$$

$$V_D = 240 - (18,12 + 2,56) = 219,32 \text{ V}$$

$$V_E = 240 - (22,44 + 3,61) = 213,95 \text{ V}$$



1.4.6. Dòng điện phân phối và điện áp rơi trong hệ thống phân phối 3 pha 4 dây

Trong hệ thống 3 pha 4 dây:

- Tải động cơ và tải 3 pha cân bằng được cung cấp từ đường dây 3 pha.
- Tải 1 pha được phân bố giữa dây pha và dây trung tính.
- Các nối kết các tải dọc theo chiều dài cung cấp sao cho đạt được sự cân bằng có thể trên các pha.
- Cỡ của dây chính được chọn trong giới hạn độ sụt áp cho phép.
- Cỡ của dây trung tính thường được lấy bằng $\frac{1}{2}$ cỡ dây dẫn pha.



1.4.6. Dòng điện phân phối và điện áp rơi trong hệ thống phân phối 3 pha 4 dây

Ví dụ 1.19.

Các tải sau đây được nối đến HTPP 3 pha 4 dây 400/230V

1. Một tải 16 kW 3 pha, $\cos\varphi = 0,8$ trễ
2. Một tải 10 kW 3 pha, $\cos\varphi = 1$
3. Một tải 2 kW 1 pha, $\cos\varphi = 0,9$ trễ giữa pha A và trung tính
4. Một tải 3 kW 1 pha, $\cos\varphi = 0,8$ trễ giữa pha B và trung tính
5. Một tải 5 kW 1 pha, $\cos\varphi = 1$ trễ giữa pha C và trung tính

Thứ tự pha của hệ thống là A, B, C. Tính toán dòng trên mỗi dây và dòng trên dây trung tính. Vẽ đồ thị vectơ.



1.4.6. Dòng điện phân phối và điện áp rơi trong hệ thống phân phối 3 pha 4 dây

Ví dụ 1.19. Giải:

Dòng tải qua dây dẫn pha A:

1. Tải 3 pha, 16 kW, $\cos\varphi = 0,8$ trễ

$$\frac{S_{dm}}{\sqrt{3}U_{dm} \cos\varphi} = \frac{16 \times 1000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,8} = 23,10 - j17,3A$$

2. Tải 3 pha, 10 kW, $\cos\varphi = 1$: $14,45 + j0 A$

3. Tải 1 pha, 2 kW, $\cos\varphi = 0,9$ trễ : $8,68 - j4,2 A$

Tổng dòng điện qua pha A: $I_A = 46,23 - j21,5 = 51 \angle -25^\circ A$

Tính tương tự cho pha B và pha C:



1.4.6. Dòng điện phân phối và điện áp rơi trong hệ thống phân phối 3 pha 4 dây

Ví dụ 1.19.

➤ Tổng dòng điện qua pha B, lấy pha A làm chuẩn:

$$I_B = -32 - j39,7 = 51 \angle -128,6^\circ \text{ A}$$

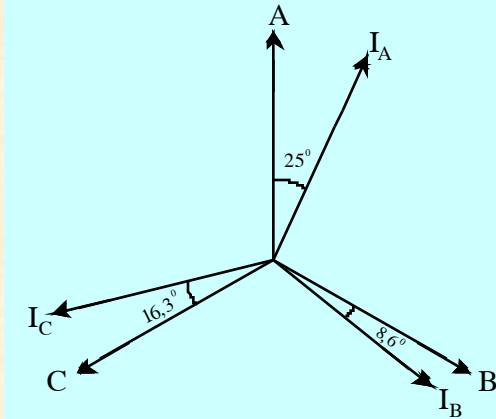
➤ Tổng dòng điện qua pha C, lấy pha A làm chuẩn:

$$I_C = -14,60 - j60 = 61,7 \angle -76,3^\circ \text{ A}$$

➤ Dòng điện trong dây trung tính:

$$-I_N = I_A + I_B + I_C = -0,37 - j1,2$$

$$\text{Hay: } I_N = 0,37 + j1,2 = 1,25 \angle 72,9^\circ$$



Hình 1.55. Giải đồ vectơ



1.4.7. Điều chỉnh điện áp

❖ Các phương pháp điều chỉnh:

- Nấc phân áp trên MBA 2, 5, 7% là các mức thường dùng
- Bộ điều chỉnh điện áp tự động
- Boosters (bộ tăng điện áp nguồn)
- Chuyển nấc tự động và Boosters
- Tụ bù





1.4.7. Điều chỉnh điện áp

- ❖ HTPP có thể được thiết kế với các giới hạn sau:
 - Điện áp rơi 8% giữa phía sơ cấp của MBA đầu tiên và đầu thứ cấp của MBA cuối phía thứ cấp khi tải cực đại trên toàn mạch.
 - Bộ điều chỉnh điện áp được chỉnh định.
 - Dùng bộ điều khiển tự động, bộ bù sụt áp đường dây được chỉnh định ở mức điện áp chuẩn cần được duy trì.
- ❖ Chỉnh nấc phân áp trong MBA cần lưu ý đến điện áp ở các thanh cái không được điều chỉnh trên phát tuyến
 - Điện áp lớn nhất tại thanh cái không được điều chỉnh quá cao để bộ điều áp có thể hạ thấp điện áp lúc tải cực tiểu đối với mạch có sụt áp ít nhất.



1.4.7. Điều chỉnh điện áp

- Điện áp thấp nhất tại thanh cái không được điều chỉnh quá thấp để bộ điều áp có thể nâng điện áp lúc tải cực đại đối với mạch có sụt áp lớn nhất.
- Tâm điều chỉnh của máy điều áp phải bằng nhau về cả hai phía tăng áp và giảm áp.
- ❖ Tự bù có thể được dùng trong HTPP vì có những ưu điểm sau:
 - Làm giảm điện áp rơi trên HTPP (bù ngang – bù ứng động).
 - Làm giảm dòng điện và cải thiện điện áp hệ thống.
 - Làm giảm tổn thất điện năng.



1.4.7. Điều chỉnh điện áp

Ví dụ 1.20. nguồn điện 1910/3300 V, phụ tải đỉnh có ứng với dòng 150A, $\cos\varphi = 80\%$ trễ, $r_0 = 0,8\Omega/\text{km}$, $x_0 = 1,4\Omega/\text{km}$. Sử dụng tụ.

+ Tính $Q_{\text{tụ}} = ?$ để $\cos\varphi$ từ 80% \rightarrow 90%.

+ Tìm S(kVA) của đường dây và dòng điện trên dây.

+ Điện áp rơi trước và sau khi lắp đặt tụ.

Giải:

Công suất tại dòng tải cực đại:

$$S_{\text{max}} = 3.1910.150/10^3 = 860\text{kVA}$$

$$P = S_{\text{max}} \cos\varphi = 860.0,8 = 688 \text{ kW}$$



1.4.7. Điều chỉnh điện áp

Ví dụ 1.20.

$$Q = S_{\max} \sin\varphi = 860.0,6 = 516 \text{ kVAr}$$

$$\text{Khi } \cos\varphi = 0,9; \sin\varphi = 0,435; \operatorname{tg}\varphi = 0,4834$$

$$Q = P \operatorname{tg}\varphi = 688.0,4834 = 332 \text{ kVAr}$$

$$Q_{\text{tự}} = 516 - 332 = 184 \text{ kVAr}$$

$$I_{\max} \text{ khi } \cos\varphi = 0,9: 120/0,9 = 135 \text{ A}$$

$$S_{\text{đường dây}} = 688/0,9 = 765 \text{ kVA}$$

$$\text{Điện áp rơi trên 1 pha: } 150(0,8.0,8 + 1,4.0,6) = 222 \text{ V}$$

$$\text{Điện áp rơi \% trên 1 pha: } (222/1910).100\% = 11,62\%$$

Khi có tự: + điện áp rơi trên 1 pha: 180 V

+ điện áp rơi \% trên 1 pha: 9,42%

