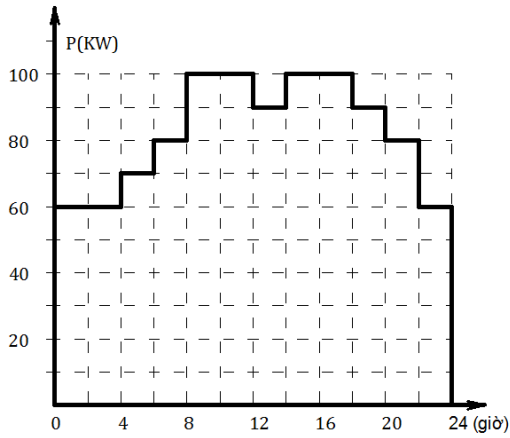


Chương 2 XÁC ĐỊNH NHU CẦU ĐIỆN

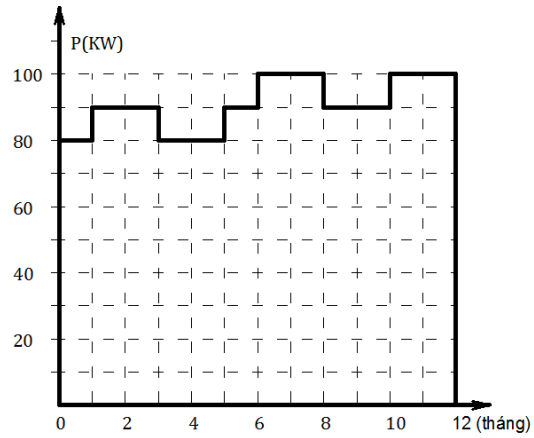
2.1. Đồ thị phụ tải

Quá trình sản xuất và tiêu thụ điện năng xảy ra đồng thời, phụ tải luôn biến động theo thời gian. Hàm theo thời gian của phụ tải được gọi là đồ thị phụ tải (ĐTPT). Các đồ thị phụ tải thông dụng như ĐTPT tác dụng, ĐTPT phản kháng, ĐTPT dòng điện.

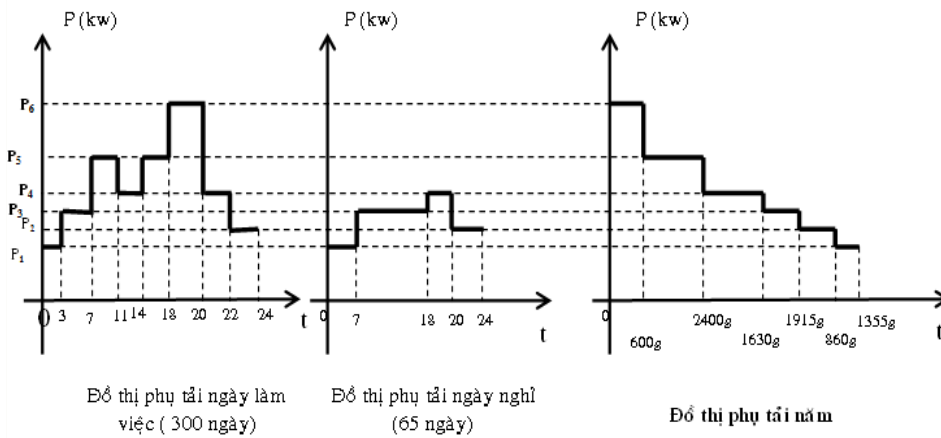
Đồ thị phụ tải hàng ngày là đồ thị phụ tải điện được ghi lại trong một ngày đêm như hình 2.1a. Đây là đồ thị phụ tải được xây dựng với thời gian khảo sát là 24 giờ. Dựa vào đồ thị phụ tải ngày có thể biết được tình trạng làm việc của các thiết bị. Từ đó, có thể định ra quy trình vận hành hợp lý nhất nhằm đạt được đồ thị phụ tải tương đối bằng phẳng.



Hình 2.1a. Đồ thị phụ tải ngày



Hình 2.1b. Đồ thị phụ tải tháng



Hình 2.1c. Đồ thị phụ tải năm

Đồ thị phụ tải hàng tháng được vẽ theo phụ tải trung bình hàng tháng như hình 2.1b. Cho biết mức độ tiêu thụ điện năng trong từng tháng cho nhiều năm. Dựa vào đồ thị này nhằm định ra lịch sửa chữa, bảo trì phù hợp.

Đồ thị phụ tải hàng năm căn cứ vào đồ thị của một ngày hoặc đồ thị điển hình của mỗi mùa có thể vẽ được đồ thị phụ tải cả năm. Dựa vào đồ thị phụ tải hàng năm dự báo về nhu cầu điện năng trong năm, và về hiệu quả kinh tế trong việc cung cấp điện.

2.2. Những định nghĩa cơ bản và các ký hiệu

2.2.1. Công suất định mức

Công suất định mức của một thiết bị tiêu thụ điện là công suất ghi trên nhãn máy. Ký hiệu là P_{dm}

2.2.2. Công suất đặt

Đối với động cơ điện thì công suất đầu vào của động cơ là công suất đặt và công suất cơ trên trục máy là công suất định mức xem hình 2.1. Vậy công suất đặt của động cơ được tính theo công thức (2.1).

$$P_d = \frac{P_{dm}}{\eta_{dc}} \quad 2.1$$

Trong đó: η_{dc} là hiệu suất của động cơ.

Vì η_{dc} khá cao ($\eta_{dc} = 0,8-0,9$) cho nên trong tính toán đơn giản không cần chính xác ta có thể lấy $P_{dm} = P_d$

Đối với thiết bị chiếu sáng: công suất đặt là công suất ghi trên đèn.

Đối với các động cơ làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại thì quy đổi về chế độ dài hạn như công thức (2.2)

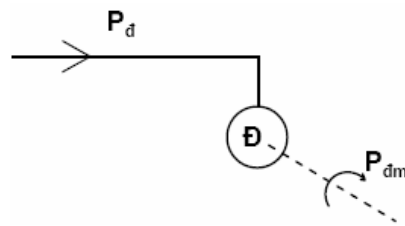
$$P_d = P_{dm} \sqrt{\varepsilon_{dm}} \quad 2.2$$

Trong đó: ε_{dm} là hệ số tiếp điện.

Đối với máy biến áp lò thì công suất đặt tính theo công thức (2.3)

$$P_d = S_{dm} \cos \varphi_{dm} \quad 2.3$$

Trong đó: S_{dm} là công suất biểu kiến của máy biến áp.



Hình 2.1 Mối quan hệ giữa công suất định mức và công suất đặt

Ví dụ 2.1: Động cơ cầu trục có công suất 15 (KW), hệ số tiếp điện 35%. Hỏi công suất đặt?

Giải: theo công thức 2.2

$$P_d = P_{dm} \sqrt{\varepsilon_{dm}} = 15 \cdot \sqrt{0,35} = 8,9 \text{ (KW)}$$

2.2.3. Phụ tải trung bình

Phụ tải trung bình (P_{tb}, Q_{tb}): là một đặc trưng tính của phụ tải trong một khoảng thời gian

nhất định, ví dụ một ngày. Công thức tính như sau.

$$P_{tb} = \frac{\int_0^t P \cdot dt}{T}; \quad Q_{tb} = \frac{\int_0^t Q \cdot dt}{T} \quad 2.4$$

Trong đó: P [KW], Q [KVAR] là công suất của tải.

t [giờ] là thời gian khảo sát.

T[gìờ] là tổng thời gian khảo sát.

Đối với nhóm thiết bị tính phụ tải trung bình theo công thức (2.5)

$$P_{tb} = \sum_{i=1}^n p_i; \quad Q_{tb} = \sum_{i=1}^n q_i \quad 2.5$$

Ví dụ 2.2: Xác định phụ tải trung bình (tác dụng) có đồ thị như hình 2.1a

Giải: Ta có:

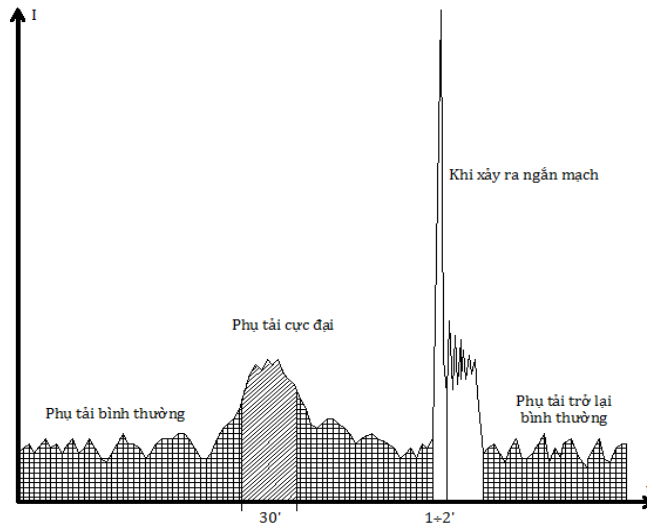
$$P_{tb} = \frac{\int_0^t P \cdot dt}{t} = \frac{\int_0^4 60 \cdot dt + \int_4^6 70 \cdot dt + \int_6^8 80 \cdot dt + \int_8^{12} 100 \cdot dt + \int_{12}^{14} 90 \cdot dt + \int_{14}^{18} 100 \cdot dt + \int_{18}^{20} 90 \cdot dt + \int_{20}^{22} 80 \cdot dt + \int_{22}^{24} 60 \cdot dt}{24}$$

$$= \frac{60(4 - 0 + 24 - 22) + 70(6 - 4) + 80(8 - 6 + 22 - 2) + 90(14 - 12 + 20 - 18) + 100(12 - 8 + 18 - 14)}{24}$$

$$= \frac{1980}{24} = 82,5 \text{ (KW)}$$

2.2.4. Phụ tải cực đại

Phụ tải cực đại, ký hiệu là P_{max} – là phụ tải có trung bình lớn nhất được tính trong khoảng thời gian tương đối ngắn. Để tính toán lưới điện và máy biến áp theo phát nóng, ta thường lấy bằng phụ tải trung bình lớn nhất trong khoảng thời gian 5, 10, 30 hay 60 phút (thông thường nhất lấy thời gian 30 phút, lúc ấy ký hiệu $P_{30}, Q_{30}, S_{30}, I_{30}$).



Hình 2.2 Phụ tải cực đại và phụ tải đỉnh nhọn

Giá trị phụ tải cực đại dùng để tính tổn hao công suất lớn nhất và để tính toán lựa chọn các thiết bị điện hay chọn dây dẫn theo mật độ dòng điện kinh tế.

2.2.5. Phụ tải đỉnh nhọn

Phụ tải đỉnh nhọn, ký hiệu là $P_{đn}$ – là phụ tải cực đại xuất hiện trong một khoảng thời gian rất ngắn (1 ÷ 2 giây). Hay còn gọi là phụ tải cực đại tức thời. Phụ tải này được dùng để kiểm tra độ dao động điện áp, kiểm tra điều kiện tự khởi động của động cơ, chọn dây chảy cầu chì và tính dòng điện khởi động của rơle bảo vệ.

2.2.6. Phụ tải tính toán theo đề kện phát nóng

Là phụ tải giả thiết không đổi lâu dài của các phân tử trong hệ thống cung cấp điện (máy biến áp, đường dây v.v...), tương đương với phụ tải thực tế biến đổi theo điều kiện tác dụng nhiệt nặng nề nhất. Nói cách khác, phụ tải tính toán cũng làm nóng dây dẫn lên tới nhiệt độ lớn nhất do phụ tải thực tế gây ra. Do vậy, về phương diện phát nóng, nếu ta chọn các thiết bị điện theo phụ tải tính toán thì có thể đảm bảo an toàn cho các thiết bị đó trong mọi trạng thái vận hành.

Trong thực tế thiết kế, người ta thường sử dụng khái niệm phụ tải tính toán theo công suất tác dụng P , mặc dù dây dẫn bị đốt nóng là do dòng điện phụ tải của nó. Sở dĩ như vậy vì khi vận hành các đồ thị $P(t)$ được xác định đơn giản hơn và được sử dụng thuận tiện hơn.

Quan hệ giữa phụ tải tính toán và các phụ tải khác thể hiện ở bất đẳng thức sau đây:

$$P_{tb} \leq P_{tt} \leq P_{max} \tag{2.6}$$

2.2.7. Hệ số sử dụng

Hệ số sử dụng k_{sd} là tỉ số giữa phụ tải tác dụng trung bình với công suất định mức trong một khoảng thời gian xem xét (giờ, ca, hoặc ngày đêm). Thời gian xem xét này được gọi là một chu kỳ xem xét t_{ck} .

Đối với một thiết bị:

$$k_{sd} = \frac{P_{tb}}{P_{dm}} \quad 2.7$$

Đối với một nhóm thiết bị:

$$k_{sd} = \frac{P_{tb}}{P_{dm}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{tbi}}{\sum_{i=1}^n P_{đmi}} = \frac{\sum_{i=1}^n k_{sdi} P_{đmi}}{\sum_{i=1}^n P_{đmi}} \quad 2.8$$

Ví dụ 2.3 Hãy xác định hệ số sử dụng cho nhóm máy sau.

TT	Công suất định mức (KW)	Phụ tải trung bình (KW)
1	2	2
2	5	4,5
3	10	8
4	25	15

Giải ta có:

$$k_{sd} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{tbi}}{\sum_{i=1}^n P_{đmi}} = \frac{\sum_{i=1}^4 (2 + 4,5 + 8 + 15)}{\sum_{i=1}^4 (2 + 5 + 10 + 25)} = 0,7$$

2.2.8. Hệ số đóng điện cho hệ tiêu thụ (k_{đóng}).

Là tỉ số giữa thời gian đóng điện cho hệ tiêu thụ $t_{đóng}$ với thời gian cả chu kỳ xem xét t_{ck} . Thời gian đóng điện cho hệ tiêu thụ $t_{đóng}$ trong một chu kỳ xem xét là tổng thời gian làm việc t_{lv} với thời gian chạy không tải t_{kt} .

$$k_{đóng} = \frac{t_{đóng}}{t_{ck}} = \frac{t_{lv} + t_{kt}}{t_{ck}} \quad 2.9$$

Hệ số đóng điện của nhóm hệ tiêu thụ được xác định như sau:

$$k_{đóng\ nhóm} = \frac{\sum_{i=1}^n k_{đi} \cdot P_{đmi}}{\sum_{i=1}^n P_{đmi}} \quad 2.10$$

Trong đó:

$P_{đmi}$ - công thức định mức tải thứ i.

$k_{đi}$ - hệ số đóng điện ứng với tải thứ i .

2.2.9. Hệ số phụ tải k_{pt}

Hệ số phụ tải còn gọi là hệ số mang tải, là tỉ số giữa công suất thực tế tiêu thụ (tức là phụ tải trung bình trong thời gian đóng điện tiêu thụ P_{tb} đóng) với công suất định mức. Ta thường xét hệ số phụ tải trong chu kỳ xem xét t_{ck} .

$$k_{pt} = \frac{P_{t.té}}{P_{đm}} = \frac{P_{tb}}{P_{đm}} \cdot \frac{t_{ck}}{t_{đóng}} = \frac{k_{sd}}{k_{đóng}} \quad 2.11$$

Từ biểu thức trên ta được:

$$k_{sd} = k_{pt} \cdot k_{đóng} \quad 2.12$$

2.2.10. Hệ số cực đại k_{max} ($k_{max} > 1$)

Hệ số cực đại k_{max} tỉ số giữa phụ tải tính toán và phụ tải trung bình trong khoảng thời gian xem xét.

$$k_{max} = \frac{P_{tt}}{P_{tb}} \quad 2.13$$

k_{max} có thể được tra theo đường cong $k_{max} = f(k_{sd}, n_{hq})$ như ở bảng tra 02.

2.2.11. Hệ số nhàn rỗi k_{nc} ($k_{nc} \leq 1$)

Hệ số nhu cầu k_{nc} là chỉ số giữa công suất tính toán (trong điều kiện thiết kế) hoặc công suất tiêu thụ (trong điều kiện vận hành) với công suất đặt (công suất định mức) của nhóm tải tiêu thụ.

$$k_{nc} = \frac{P_{tt}}{P_{đm}} = \frac{P_{tt}}{P_{đm}} \cdot \frac{P_{tb}}{P_{tb}} = k_{max} \cdot k_{sd} \quad 2.14$$

2.2.12. Hệ số điện kín đồ thị (k_{dk})

Hệ số điện kín k_{dk} là tỷ số giữa công suất trung bình với công suất cực đại trong thời gian khảo sát. Nếu coi rằng $P_{max} = P_{tt}$ thì hệ số điện kín đồ thị phụ tải là một đại lượng nghịch đảo của hệ số cực đại

$$k_{dk} = \frac{P_{tb}}{P_{max}} = \frac{1}{k_{max}} \quad 2.15$$

2.2.13. Hệ số đồng thời $k_{đt}$

Là một hệ số thực nghiệm phổ biến nói lên tính hoạt động đồng thời của một nhóm thiết bị hoặc của các thiết bị trong một hệ thống. Việc xác định hệ số này phụ thuộc và kinh nghiệm của người thiết kế và yêu cầu chi tiết của các hệ thống được lắp đặt. Vì vậy không thể đưa ra

được các hệ số chính xác cho các hệ thống tổng quát.

2.2.14. Số thiết bị tiêu thụ điện năng hiệu quả (n_{hq})

Ta gọi n_{hq} là số thiết bị tiêu thụ điện năng hiệu quả của nhóm đó, đó là một số quy đổi gồm có n_{hq} thiết bị có công suất định mức và chế độ làm việc như nhau và tạo nên phụ tải tính toán bằng phụ tải tiêu thụ thực bởi n thiết bị tiêu thụ trên. Số thiết bị tiêu thụ điện năng hiệu quả được xác định một cách tương đối chính xác như sau:

$$n_{hq} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n P_{đmi} \right)^2}{\sum_{i=1}^n (P_{đmi})^2} \quad 2.16$$

Ví dụ 2.4 Nhóm máy gồm 4 máy có công suất lần lượt là: 5, 10, 20, 25 (KW). Hãy tìm n_{hq} .

Giải

$$n_{hq} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n P_{đmi} \right)^2}{\sum_{i=1}^n (P_{đmi})^2} = \frac{\left(\sum_{i=1}^4 P_{đmi} \right)^2}{\sum_{i=1}^4 (P_{đmi})^2} = \frac{(5 + 10 + 20 + 25)^2}{(5)^2 + (10)^2 + (20)^2 + (25)^2} = 3,13$$

Vậy số thiết bị tiêu thụ điện năng hiệu quả là 3 (máy).

Khi nhóm thiết bị có trên 5 máy thì việc tính n_{hq} như (2.15) rất phức tạp, do vậy, ta sẽ dùng phương pháp đơn giản hơn để tính n_{hq} với sai số cho phép trong phạm vi $\pm 10\%$. Phương pháp tìm n_{hq} theo bảng tra hoặc theo đường cong tương đối đơn giản. Sau đây sẽ trình bày phương pháp tra bảng.

Nội dung phương pháp tìm n_{hq} dùng bảng tra

- Xác định số n là tổng số máy trong nhóm.
- Xác định tổng công suất định mức P của nhóm máy.
- Xác định số n_1 – là số thiết bị có công suất không nhỏ hơn một nửa công suất của thiết bị có công suất lớn nhất.
- Xác định tổng công suất định mức P_1 ứng với n_1 máy này: P_1
- Tìm giá trị n^* và P^*

$$n_* = \frac{n_1}{n} \quad 2.17$$

$$P_* = \frac{P_1}{P} \quad 2.18$$

Tra bảng 01 ta được n_{hq}^* từ đó tìm được $n_{hq} = n.n_{hq}^*$

Ví dụ 2.5 Tính toán số thiết bị tiêu thụ điện năng hiệu quả n_{hq} của nhóm máy sau.

TT	Số lượng	Công suất mỗi máy KW
1	2	50
2	3	25
3	4	15

Giải:

Công suất lớn nhất là 50 (KW)

Tổng số máy: $n = 2+3+4 = 9$ (máy)

Tổng công suất: $2.50 + 3.25 + 4.15 = 235$ (KW)

$n_1 = 2+3 = 5$ (máy)

$P_1 = 2.50 + 3.25 = 175$ (KW)

$$n_* = \frac{n_1}{n} = \frac{5}{9} = 0,56$$

$$P_* = \frac{P_1}{P} = \frac{175}{235} = 0,74$$

Tra **bảng tra 01** ta được $n_{hq*} = 0,82$

Say ra: $n_{hq} = n.n_{hq*} = 9.0,82 = 7,34$ vậy chọn $n_{hq} = 7$ (máy)

n^* \ P^*	1,0	0,95	0,9	0,85	0,80	0,75	0,70
0,55	0,52	0,57	0,63	0,69	0,75	0,82	0,87

2.3. Xác định phụ tải tính toán (Ptt)

2.3.1. Xác định Ptt theo công suất đặt và hệ số nhả tải

Ptt của nhóm thiết bị có cùng chế độ làm việc được tính theo biểu thức (2.18):

$$P_{tt} = k_{nc} \sum_{i=1}^n P_{đi}; \quad Q_{tt} = P_{tt} \operatorname{tg} \varphi; \quad S_{tt} = \frac{P_{tt}}{\cos \varphi} \quad 2.19$$

Trong đó: $P_{đ} \approx P_{đm}$

k_{nc} được tra trong bảng tra hoặc tính theo công thức (2.14)

Hệ số công suất trung bình là:

$$\cos \varphi_{tb} = \frac{P_1 \cos \varphi_1 + P_2 \cos \varphi_2 + P_3 \cos \varphi_3 + \dots + P_n \cos \varphi_n}{P_1 + P_2 + P_3 \dots + P_n} \quad 2.20$$

Ví dụ 2.6: Hãy xác định phụ tải tính toán của phụ tải sau. biết $k_{nc} = 0,55$

TT	Công suất (KW)	cosφ
1	12	0,6
2	25	0,707
3	50	0,8

Giải: ta có

$$P_{tt} = k_{nc} \sum_{i=1}^n P_{di} = 0,55 \sum_{i=1}^3 (12 + 25 + 50) = 47,85 \text{ (KW)}$$

$$\cos \varphi_{tb} = \frac{P_1 \cos \varphi_1 + P_2 \cos \varphi_2 + P_3 \cos \varphi_3}{P_1 + P_2 + P_3} = \frac{12 \cdot 0,6 + 25 \cdot 0,707 + 50 \cdot 0,8}{12 + 25 + 50} = 0,745$$

$$\Rightarrow \operatorname{tg} \varphi = 0,89$$

$$\Rightarrow Q_{tt} = P_{tt} \operatorname{tg} \varphi = 47,85 \cdot 0,89 = 42,75 \text{ (KVAR)}$$

$$\Rightarrow S_{tt} = \frac{P_{tt}}{\cos \varphi} = \frac{47,85}{0,745} = 64 \text{ (KVA)}$$

2.3.2. Xác định P_{tt} theo hệ số cực đại K_{max} và công suất trung bình P_{tb}

Phương pháp này cho kết quả tương đối chính xác, vì nó xét tới số ảnh hưởng của thiết bị trong nhóm, số thiết bị có công suất lớn nhất, cũng như sự khác nhau về chế độ làm việc của chúng.

Công thức tính như sau:

$$P_{tt} = k_{max} P_{tb} = k_{max} k_{sd} P_{dm} = k_{nc} P_{dm} \quad 2.21$$

2.3.3. Xác định P_{tt} theo hệ số đồng thời K_s và hệ số sử dụng K_u

2.3.3.1. Ứng dụng hệ số đồng thời K_s

Dưới đây là một bảng tham khảo về hệ số đồng thời theo tiêu chuẩn IEC.

Hệ số đồng thời tham khảo đối với các chung cư:

Số căn hộ	Hệ số đồng thời K_s
2 - 4	1
5 - 9	0,78
10 - 14	0,63
15 - 19	0,53
20 - 24	0,49

25 - 29	0,46
30 - 34	0,44
35 - 39	0,42
40 - 49	0,41
≥ 50	0,40

Ví dụ: Một căn khu nhà có 5 tầng bao gồm 25 căn hộ. Tầng trệt có 4 căn hộ. Lầu 1 có 6 căn hộ. Lầu 2 có 5 căn hộ. Lầu 3 có 4 căn hộ. Lầu 4 có 6 căn hộ. Công suất thiết kế cho mỗi căn hộ là 6KVA. Hệ số công suất chung của tòa nhà là 0,8. Hãy xác định P_{tt} ?

Giải:

Tổng công suất lắp đặt cho tòa nhà là:

$$S = 4.6 + 6.6 + 5.6 + 4.6 + 6.6 = 150 \text{ KVA}$$

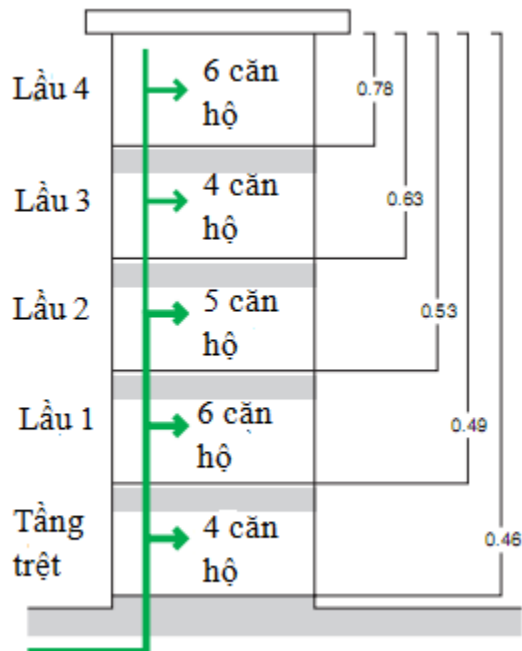
Tổng công suất của tòa nhà khi xét đến hệ số đồng thời là:

$$S_1 = 150.0.46 = 69 \text{ KVA}$$

Công suất tác dụng tính toán:

$$P_{tt} = S_1.\cos\varphi = 69.0.8 = 55,2 \text{ KW}$$

Hệ số đồng thời cho từng tầng cả khu nhà được thể hiện qua hình sau:



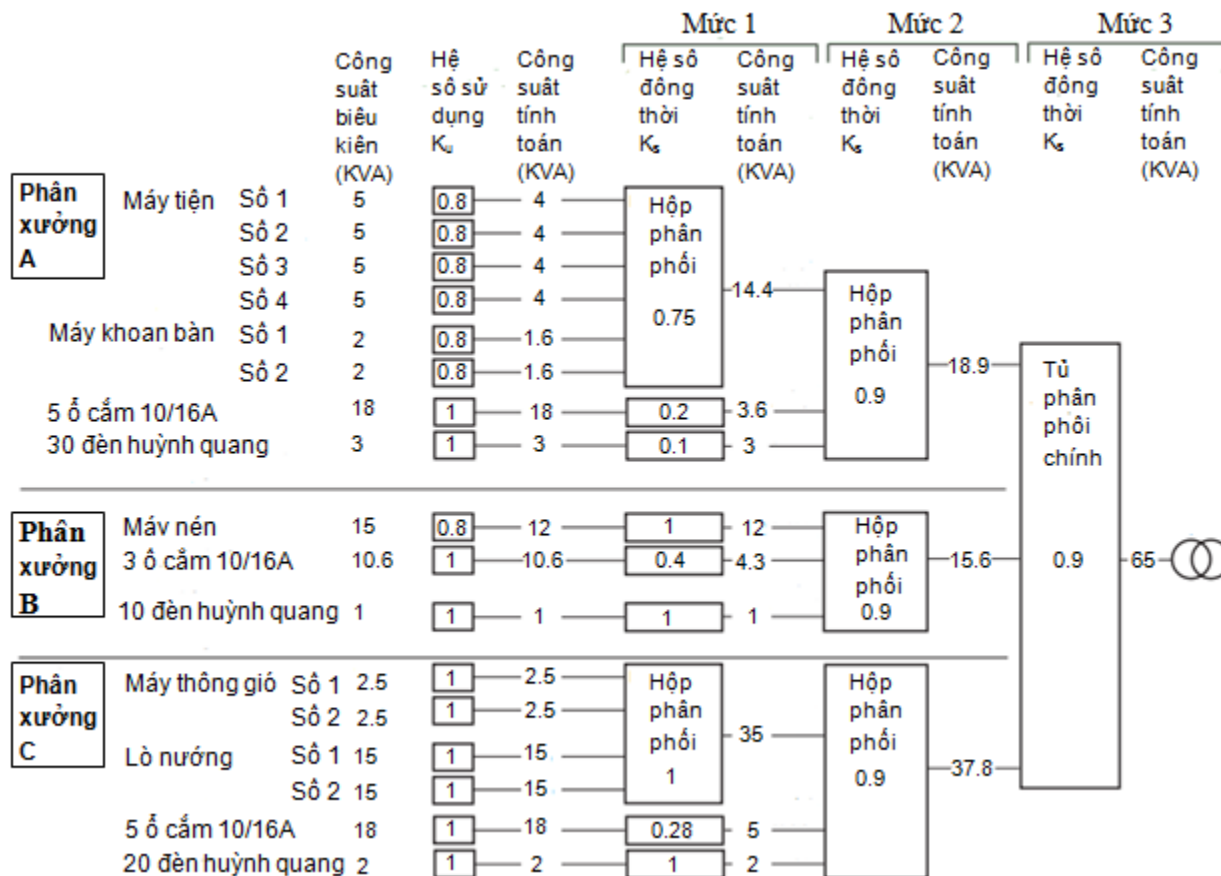
Hệ số đồng thời tham khảo cho các tủ phân phối: (theo tiêu chuẩn IEC 60439)

Số tủ phân phối	Hệ số đồng thời K_s
2 - 3	0,9
4 - 5	0,8
6 - 9	0,7
≥ 10	0,6

Hệ số đồng thời tham khảo đối với một số phụ tải khác:

Loại phụ tải	Hệ số đồng thời K_s
Chiếu sáng	1
Lò sưởi và điều hòa không khí	1
Ổ cắm	0,1 – 0,2

2.3.3.2. Ví dụ ứng dụng hệ số đồng thời K_s và hệ số sử dụng K_u



2.3.4. Xác định phụ tải đỉnh nhọn (I_{dn})

Trong trường hợp chỉ có một máy thì dòng điện đỉnh nhọn chính là dòng điện mở máy.

$$I_{dn} = I_{mm} = k_{mm} \cdot I_{dm} \quad 2.22$$

Trong đó: k_{mm} là hệ số mở máy của động cơ.

$k_{mm} = 5 \div 7$ đối với động cơ kđb mở máy trực tiếp.

$k_{mm} = 2,5$ đối với động cơ kđb rotor dây quấn và động cơ DC.

Trong trường hợp một nhóm máy thì dòng điện đỉnh nhọn xuất hiện khi máy có dòng mở máy lớn nhất trong nhóm khởi động. Công thức tính theo biểu thức sau:

$$I_{dn} = I_{mm \max} + I_{tt \text{ nhóm}} - k_{sd} I_{dm \max} \quad 2.23$$

Trong đó: $I_{mm \max}$ là dòng mở máy lớn nhất trong nhóm máy.

$I_{tt \text{ nhóm}}$ là dòng điện tính toán của nhóm máy.

$I_{dm\ max}$ là dòng điện định mức của máy có dòng mở máy lớn nhất trong nhóm.

Ví dụ 2.7: Tính dòng điện định mức của đường dây cung cấp cho cầu trục như sau, biết $U_{dm}=380V$, hệ số sử dụng $k_{sd} = 0,1$

Động cơ	$P_{dm}(kW)$	$\varepsilon\%$	$\cos\varphi$	$I_{dm} (A)$	k_{mm}
Nâng hàng	12	15	0,76	24	5,5
Xe con	4	15	0,72	8	2,5
Xe lớn	8	15	0,75	16	2,5

Giải

Theo đề bài thì động cơ nâng hàng có dòng điện mở máy lớn nhất.

$$I_{mm\ max} = k_{mm}.I_{dm} = 5,5. 24 = 132 (A)$$

Phụ tải tính toán của nhóm máy qui đổi về chế độ làm việc dài hạn $\varepsilon\%=100\%$ được tính như sau.

$$P_{tt} = P_d = \sum_{i=1}^3 P_{dmi} \sqrt{\varepsilon_i} = (12 + 4 + 8)\sqrt{0,15} = 9,3(KW)$$

$$\cos\varphi_{tb} = \frac{P_1 \cos\varphi_1 + P_2 \cos\varphi_2 + P_3 \cos\varphi_3}{P_1 + P_2 + P_3 \dots + P_n} = \frac{12.0,76 + 4.0,72 + 8.0,75}{12 + 4 + 8} = 0,75$$

Suy ra:

$$I_{tt} = \frac{P_{tt}}{\sqrt{3}U\cos\varphi_{tb}} = \frac{9,3}{\sqrt{3}.0,38.0,75} = 18,8(A)$$

Dòng điện định mức của động cơ nâng hàng qui đổi về dài hạn.

$$I_{dm\ max} = 24\sqrt{0,15} = 9,3(A)$$

Dòng điện định mức.

$$I_{dn} = I_{mm\ max} + I_{tt\ nhóm} - k_{sd} I_{dm\ max} = 132 + (18,8 - 0,1.9,3) = 150 (A)$$

2.4. Xác định Tâm Phụ Tải

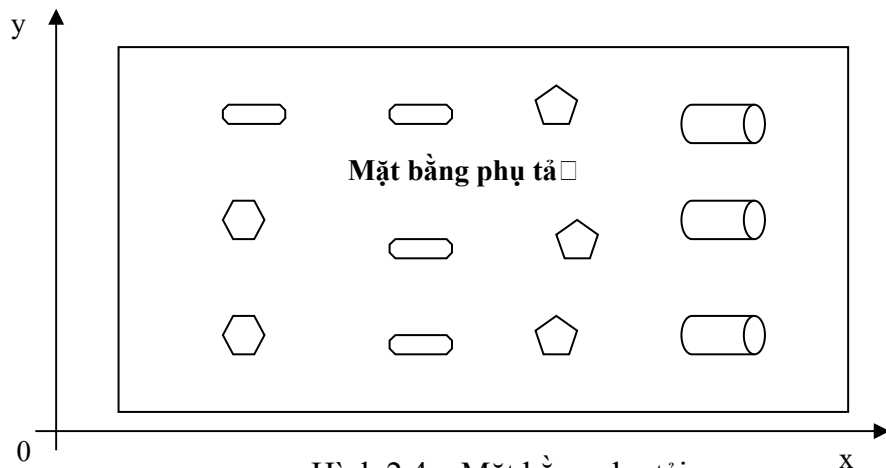
2.4.1. Ý nghĩa việc xác định tâm phụ tải

Tâm phụ tải là một điểm nằm trên mặt bằng phụ tải mà nếu ta đặt trạm biến áp hay phụ tải phân phối (động lực và chiếu sáng),... ngay tại tâm phụ tải thì các tổn thất về điện hay chi phí về kim loại màu nhỏ nhất. Do đó, xác định tâm phụ tải của nhóm máy nhằm biết được vị trí

đặt tải động lực, xác định tâm phụ tải của phân xưởng để biết vị trí đặt trạm biến áp phân xưởng, tủ phân phối chính.

2.4.2. Xác định tâm phụ tải

Chúng ta cần phải căn cứ vào mặt bằng thực tế của phân xưởng để dịch chuyển vị trí đặt máy biến áp và các tủ sao cho hợp lý, thuận tiện trong lắp đặt, vận hành, quan sát, không gây cản trở lối đi...



Hình 2.4 – Mặt bằng phụ tải

Vị trí tâm phụ tải thường đặt gần những phụ tải hoặc thiết bị có công suất lớn, tâm vòng tròn phụ tải được xác định như sau :

- Xác định hệ trục tọa độ phụ tải
- Xác định vị trí phụ tải hoặc thiết bị điện trên phụ tải
- Tâm phụ tải tính toán theo công thức :

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n x_i * P_{đmi}}{\sum_{i=1}^n P_{đmi}} \quad (2.24)$$

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^n y_i * P_{đmi}}{\sum_{i=1}^n P_{đmi}} \quad (2.25)$$

Với : n- Số thiết bị của nhóm ; $P_{đmi}$ – Công suất định mức của thiết bị thứ i

Các thông số	Tâm phụ tải của nhóm máy	Tâm phụ tải của phân xưởng
(X,Y): Tọa độ tâm phụ tải	Của nhóm máy	Của phân xưởng
P_i : Công suất định mức	Của thiết bị thứ i	Của nhóm thiết bị thứ i
$(x_i;y_i)$: Tọa độ	Của thiết bị thứ i	Của nhóm thiết bị thứ i

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

- Hãy trình bày cách tính các thông số cơ bản của phụ tải điện.
- Hộ tiêu thụ có các phụ tải như sau: 10 bóng đèn, mỗi bóng đèn có công suất 60W và hai bếp điện, mỗi bếp điện có công suất 1000W. Nhu cầu công suất cực đại của khách hàng là 1500W, trung bình mỗi ngày sử dụng 8 bóng đèn trong 5 giờ và mỗi bếp trong 3 giờ. Xác định tổng công suất tải, điện năng tiêu thụ hàng tháng và hệ số tải?
- Một nhà máy phát điện có công suất 100 (MW) phát ra công suất 100 (MW) trong 2 giờ, 50 (MW) trong 6 giờ và thời gian còn lại trong mỗi ngày không vận hành. Mỗi năm nhà máy phải dừng vận hành 45 ngày để bảo trì. Tính hệ số tải hàng năm?
- Hãy tính phụ tải tính toán của tải sau: $P_{đm1} = 8$ (KW), $P_{đm2} = 10$ (KW), $P_{đm3} = 12$ (KW), $P_{đm4} = 14$ (KW), $P_{đm5} = 16$ (KW); $k_{nc} = 0,2$; $\cos\varphi = 0,65$.

- 5* Hãy xác định phụ tải tính toán nhóm. Cho $K_{max} = 1,2$; $U_{đm} = 380$ (V)

$P_{đm.n}$ (KW)	2	5	8	10	20
k_{sd}	0,7	0,56	0,5	0,45	0,6

- 6* Một xưởng sản xuất gồm các thiết bị như sau, cho $K_{max} = 1,2$; $U_{đm} = 380$ (V). Hãy tính P_{tt} và $P_{đm}$.

$P_{đm.n}$ (KW)	2,8	3,5	4	7,3	7	8	10
k_{sd}	0,76	0,65	0,63	0,58	0,55	0,48	0,52
$\varepsilon\%$	-	0,8	-	-	0,75	-	-
$\cos\varphi$	0,8	0,78	0,78	0,74	0,74	0,70	0,74
k_{mm}	5,5	5	5	5	5		4,5

Hãy xác định phụ tải tính toán và phụ tải đỉnh nhọn.

- 7** Hãy xác định phụ tải tính toán và phụ tải đỉnh nhọn. $U_{đm} = 380$ (V)

TT	Tên máy	Số lượng	$P_{đm.n}$ (KW)	k_{sd}	$\cos\varphi$	k_{mm}
1	Máy tiện ren 1	2	7	0,16	0,6	5
2	Máy tiện ren 2	2	7	0,16	0,5	5

3	Máy tiện ren 3	2	10	0,1	0,6	5
4	Máy tiện ren CCS	1	1,7	0,16	0,6	5
5	Máy doa tọa độ	1	2	0,16	0,6	5

Chương 3 CHỌN PHƯƠNG ÁN CUNG CẤP ĐIỆN VÀ TRẠM BIẾN ÁP

3.1. Xác định cấp điện áp cho mạng điện

Chọn cấp điện áp là nhiệm vụ quan trọng trong thiết kế cung cấp điện, vì trị số điện áp ảnh hưởng đến các chỉ tiêu kinh tế và kỹ thuật như: Vốn đầu tư, tổn thất điện năng, phí tổn kim loại màu, chi phí vận hành. Ngoài ra còn hai yếu tố rất quan trọng trong lựa chọn cấp điện áp là những cấp điện áp thực tế hiện hành của lưới điện và điện áp làm việc của các thiết bị tải.

Sau đây là công thức tính chọn cấp điện áp theo kinh nghiệm của Đức và Hoa Kỳ.

Công thức của Vaykert - Đức

$$U = 3\sqrt{S} + 0,5l \quad 3.1$$

Công thức của Still - Hoa Kỳ

$$U = 4,34\sqrt{l + 16P} \quad 3.2$$

Trong đó: U - điện áp truyền tải, kV

S - công suất truyền tải, MVA

P - MW

l - khoảng cách cần truyền tải, km

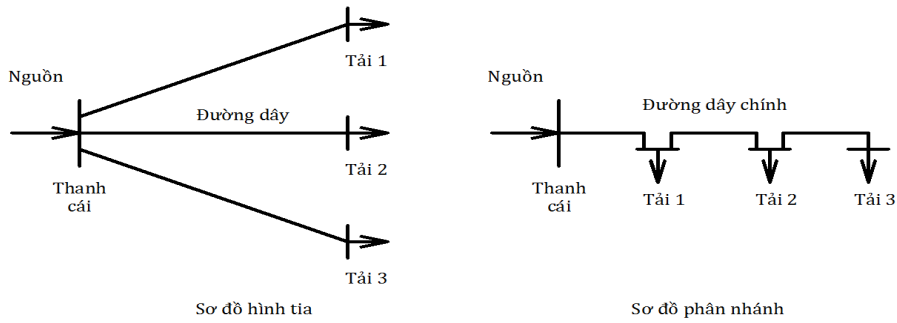
Thực tế, điện áp phụ thuộc rất nhiều yếu tố khác ngoài chiều dài đường dây và công suất, do đó trị số điện áp được tính theo công thức trên chỉ mang tính chất tham khảo. Có thể chọn cấp điện áp căn cứ vào công suất và khoảng cách truyền tải như bảng 3.1.

Bảng 3.1 giá trị gần đúng giữa U với S và l.

Cấp điện áp của lưới điện, U, [KV]	Loại đường dây	Công suất truyền tải, [KW]	Khoảng cách l, [km]
0,22	Trên không	<50	<0,15
	Cáp	<100	<0,20
0,38	Trên không	<100	<0,25
	Cáp	<175	<0,35
6	Trên không	<2000	5÷10
	Cáp	<3000	<8
10	Trên không	<3000	<8÷15
	Cáp	<5000	<10
22	Trên không	2000÷10000	20÷50
110	Trên không	10000÷50000	50÷150
220	Trên không	100000÷150000	200÷300

3.2. Sơ đồ mạng điện

Sơ đồ mạng điện là những hình thức bố trí đường dây tải điện để cung cấp cho các phụ tải. Tùy theo tính chất phân bố phụ tải mà người thiết kế sử dụng dạng sơ đồ cho hợp lý. Có hai dạng sơ đồ cơ bản là sơ đồ phân nhánh và hình tia (hình 3.1).



Hình 3.1 Sơ đồ mạng điện

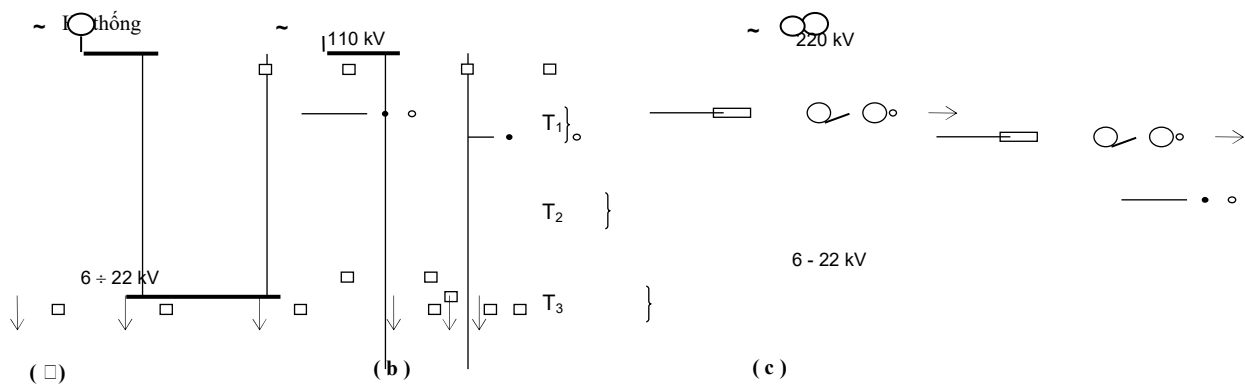
Sơ đồ hình tia thường được sử dụng trong trường hợp phụ tải phân bố đều và tải phân phối đặt gần trung tâm phụ tải.

Sơ đồ phân nhánh sử dụng trong trường hợp phụ tải phân bố trên diện tích hẹp, kéo dài hoặc nhóm máy có nhiều máy phụ (công suất rất nhỏ so với máy chính)

Trong nhiều trường hợp người ta có thể thiết kế một hệ thống điện hỗn hợp, trong đó có phần theo sơ đồ tia và phần khác của mạng theo sơ đồ phân nhánh, thậm chí nối mạch vòng.

3.2.1. Một số sơ đồ thường dùng

3.2.1.1. Sơ đồ mạng cao áp (như hình 3.2 (a,b,c))

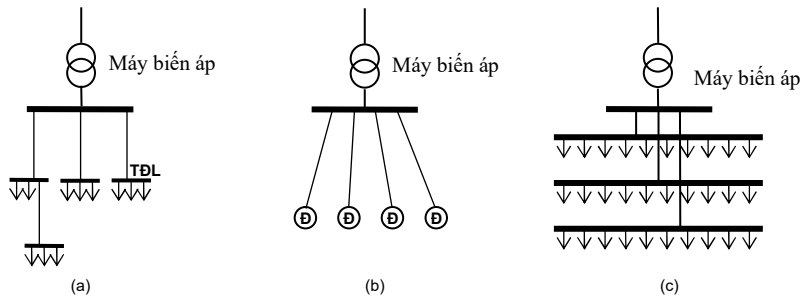


Hình 3.2 Sơ đồ mạng cao áp

Hình 3.2 a: Phụ tải được cấp bằng 2 đường dây song song, hình 3.2 b: đường dây cao thế lộ đôi dạng phân nhánh, hình 3.2 c: Đường dây cao áp song song sau đó hạ áp xuống trung áp.

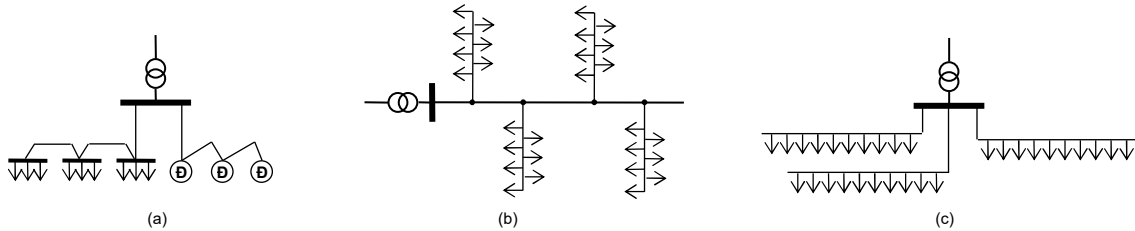
3.2.1.2. Sơ đồ mạng hạ áp

Sơ đồ mạng hạ áp hình tia như hình 3.3 (a,b,c). Sơ đồ hình 3.3 (a): cung cấp cho phụ tải phân tán. Sơ đồ hình 3.3 (b): cung cấp cho phụ tải tập trung. Sơ đồ hình 3.3 (c): cung cấp cho phụ tải có mật độ tải cao.



Hình 3.3 Sơ đồ mạng hạ áp hình tia

Hình 3.4 (a,b,c) là sơ đồ phân nhánh mạng hạ áp. Sơ đồ hình 3.4 (a): là dạng hỗn hợp cung cấp cho 2 nhóm phụ tải. Sơ đồ hình 3.4 (b): cung cấp điện bằng đường dây trực. Sơ đồ hình 3.4 (c): về hình thức giống hình 3.4 (a).



Hình 3.4 Sơ đồ phân nhánh mạng hạ áp

3.3. Tính toán và chọn công suất máy biến áp phân xưởng

3.3.1. Khái niệm

Trạm biến áp là nơi biến đổi điện năng từ cấp điện áp này sang cấp điện áp khác đáp ứng nhu cầu sử dụng. Trong hệ thống điện có hai loại trạm biến áp là trạm tăng áp và trạm hạ áp. Nếu phân loại trạm theo những điều kiện khác nhau thì có các loại trạm biến áp sau.

Phân loại theo nhiệm vụ.

- Trạm biến áp trung gian: nhận điện của hệ thống điện ở cấp cao áp (110, 220 kV) để biến đổi thành cấp trung áp ($U = 10; 22\text{kV}$).
- Trạm biến áp phân xưởng: nhận điện từ trạm biến áp trung gian biến đổi xuống các cấp điện áp thích hợp để phục vụ cho các phụ tải phân xưởng, thông thường cấp điện áp thông dụng trong công nghiệp và dân dụng là 0,4 kV.

Phân loại theo cấu trúc.

- Trạm biến áp ngoài trời: các thiết bị điện như dao cách ly, máy cắt, máy biến áp được đặt ngoài trời; các thiết bị phân phối phía điện áp thấp thì đặt trong nhà hoặc đặt trong tủ điện.
- Trạm biến áp trong nhà: tất cả các thiết bị đều đặt trong nhà.

3.3.2. Tính toán và chọn công suất máy biến áp phân xưởng

Vị trí: các trạm biến áp phải thỏa mãn yêu cầu:

- An toàn và liên tục cung cấp điện.
- Vị trí lắp đặt gần trung tâm phụ tải và thuận tiện cho nguồn cung cấp đi tới.

- Thao tác, vận hành và quản lý dễ dàng.
- Phòng nổ, cháy, bụi bặm, khí ăn mòn.
- Tiết kiệm vốn đầu tư và chi phí vận hành.

Vị trí trạm biến áp trung gian nên chọn gần trung tâm phụ tải. Những đường dây dẫn đến trạm thường có cấp điện áp 110, 220 kV. Do trạm chiếm diện tích mặt bằng khá lớn vì thế không thể đưa trạm vào quá sâu trong xí nghiệp. Đối với trạm biến áp phân xưởng có thể ở bên ngoài, liền kề hoặc bên trong phân xưởng mặc dù về mặt lý thuyết cần chọn vị trí đặt trạm tại tâm phụ tải.

Số lượng máy biến áp cho một trạm: mỗi trạm nên đặt 1 máy, khi cần thiết có thể đặt 2 máy, không nên đặt nhiều hơn 3 máy.

- Trạm 1 máy: Tiết kiệm mặt bằng, vật tư, vận hành đơn giản. Nhưng không đảm bảo được độ tin cậy cung cấp điện như trạm 2 máy.
- Trạm 2 máy: độ tin cậy cao hơn trạm có 1 máy nhưng chi phí cao hơn.
- Trạm 3 máy: Chỉ được dùng vào trường hợp đặc biệt.

Chọn dung lượng máy biến áp.

Về lý thuyết nên chọn theo chi phí vận hành nhỏ nhất là hợp lý nhất. Tuy nhiên còn khá nhiều yếu tố khác ảnh hưởng đến chọn dung lượng máy biến áp như: trị số phụ tải, $\cos\varphi$, mức bằng phẳng của đồ thị phụ tải, tính chất tải.

Chọn dung lượng máy biến áp theo phụ tải tính toán là phương pháp đơn giản nhất.

Vì phụ tải tính toán là phụ tải lớn nhất mà thực tế không phải lúc nào cũng như vậy. Cho nên dung lượng chọn theo S_{tt} không nên chọn quá dư. Ngoài ra còn phải chú ý đến công suất dự trữ khi xảy ra sự cố 1 máy (dành cho trạm có 2 máy). Những máy còn lại phải đảm bảo cung cấp được một lượng công suất cần thiết theo yêu cầu của phụ tải.

Trong điều kiện bình thường tính chọn công suất cho một máy biến áp theo điều kiện sau.

$$n \cdot S_{dm} \geq S_{tt} \quad 3.4$$

Trong đó: S_{dm} là công suất 1 máy biến áp.

S_{tt} là công suất tính toán của phụ tải mà trạm biến áp cung cấp điện.

n là số lượng máy biến áp trong trạm.

Trong trường hợp trạm có 2 máy biến áp, để đáp ứng yêu cầu khi có một máy bị sự cố cần phải sửa chữa thì máy còn lại phải đảm bảo cung cấp điện đủ cho số lượng phụ tải tối thiểu nào đó gọi là phụ tải sự cố (S_{sc}). Đối với trạm có 2 máy thì điều kiện là.

$$k_{qt} S_{dm} \geq S_{sc} \quad 3.5$$

Trong đó: k_{qt} – hệ số quá tải của máy biến áp.

S_{sc} – là công suất tối thiểu của phụ tải khi xảy ra sự cố.

Khi không có số liệu về k_{qt} thì có thể lấy $k_{qt} = 1,4$

Ví dụ 3.1: Hãy tính chọn công suất và số lượng máy biến áp của một trạm biến áp cung cấp cho phụ tải có $S_{tt} = 80$ KVA, trong đó phụ tải loại I chiếm 60 KVA. Cấp điện áp 22/0,4 KV.

G 3

Do có phụ tải loại I nên chọn trạm có 2 máy biến áp.

$$n \cdot S_{dm} \geq S_{tt} \implies S_{dm} \geq \frac{S_{tt}}{2} = \frac{80}{2} = 40 \text{ (KVA)}$$

Tính theo công thức khi có sự cố.

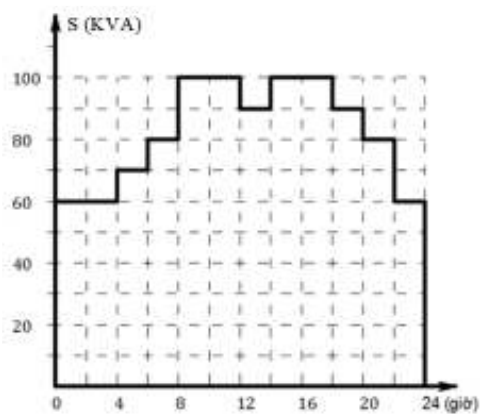
$$k_{qt} S_{dm} \geq S_{sc} \implies S_{dm} \geq \frac{S_{sc}}{k_{qt}} = \frac{60}{1,4} = 42,8 \text{ (KVA)}$$

Do vậy theo tính toán phải chọn $S_{dm} \geq 42,8$ (KVA) – dựa vào bảng tra 10 chọn $S_{BA} = 50$ (KVA).

Lý do: Không có máy có dung lượng từ 40 KVA đến cận 50 KVA.

3.3.3. Tính toán và chọn công suất máy biến áp theo đồ thị phụ tải

Cho đồ thị phụ tải ngày của một phân xưởng như sau :



Dung lượng máy biến áp được xác định theo công thức sau

$$S_{BA} \geq \frac{S_{max}}{K_{qt}}$$

Trong đó:

S_{BA} : công suất biểu kiến máy biến áp

S_{max} : công suất biểu kiến cực đại của phân xưởng

K_{qt} : hệ số quá tải của máy biến áp.

Hệ số quá tải của máy biến áp được xác định như sau:

$$K_{qt} = 1 + (1 - K_{dk}) \cdot 0,3$$

Trong đó:

K_{dk} : hệ số điền kín của đồ thị phụ tải

Hệ số điền kín của đồ thị phụ tải được tính theo công thức:

$$K_{dk} = \frac{P_{tb}}{P_{max}}$$

3.4. Vận hành kinh tế trạm biến áp

Vận hành trạm biến áp nhằm phát huy được các ưu điểm của phương án thiết kế và tận dụng hết khả năng của thiết bị. Căn cứ vào qui trình qui phạm để đề ra những qui định thích hợp như: Thao tác thường xuyên và định kỳ, sửa chữa kịp thời, ngăn ngừa sự cố phát triển.

Vận hành kinh tế trạm biến áp là tìm cách vận hành sao cho vừa đạt được nhiệm vụ chính là cấp điện an toàn, đồng thời tiết kiệm nhất. Tiết kiệm ở đây nghĩa là làm sao để tăng tuổi thọ của thiết bị, giảm hư hỏng, giảm tổn hao. Vấn đề này chỉ có ý nghĩa khi trạm có từ 2 máy biến áp trở lên.

Tổn thất công suất trong máy biến áp được tính như sau:

$$\Delta P_{BA} = \Delta P_0 + \Delta P_N \left(\frac{S_{pt}}{S_{dm}} \right)^2 \quad 3.6$$

Trong đó: ΔP_0 [KW] – tổn thất công suất tác dụng không tải của mba (tổn hao sắt).

ΔP_N [KW] – tổn thất công suất tác dụng khi ngắn mạch (tổn hao đồng).

S_{pt} [KVA] – là công suất của phụ tải.

S_{dm} [KVA] – là công suất của mba.

Tổn thất công suất tác dụng cần thiết để vận chuyển công suất phản kháng bị tổn thất ΔQ là.

$$k_{kt} \Delta P_{BA} = k_{kt} \left(\Delta Q_0 + \Delta Q_N \left(\frac{S_{pt}}{S_{dm}} \right)^2 \right) \quad 3.7$$

$$\Delta Q_0 = S_{dm} \frac{i_0 \%}{100} ; \quad \Delta Q_N = S_{dm} \frac{U_N \%}{100} \quad 3.8$$

Trong đó: k_{kt} [KW/KVAR] – đương lượng kinh tế của công suất phản kháng.

ΔQ_0 [KW] – công suất phản kháng để từ hóa mba ở điện áp không đổi.

ΔQ_N [KW] – tổn thất công suất phản kháng khi ngắn mạch.

$i_0\%$ – dòng điện không tải mba tính theo %.

$U_N\%$ – điện áp ngắn mạch của mba tính theo %.

$$k_{kt} = 0,02 \div 0,15$$

Tổn thất toàn bộ trong mba là:

$$\Delta P'_{BA} = \Delta P_{BA} + k_{kt} \cdot \Delta Q = \Delta P_0 + k_{kt} \cdot \Delta Q_0 + \left(\Delta P_N + \Delta Q_N k_{kt} \right) \left(\frac{S_{pt}}{S_{dm}} \right)^2 \quad 3.9$$

Ta đặt:

$$\begin{aligned} \Delta P'_0 &= \Delta P_0 + k_{kt} \cdot \Delta Q_0 \\ \Delta P'_N &= \Delta P_N + \Delta Q_N k_{kt} \end{aligned} \quad 3.10$$

Công thức 3.9 trở thành:

$$\Delta P'_{BA} = \Delta P'_0 + \Delta P'_N \left(\frac{S_{pt}}{S_{dm}} \right)^2 \quad 3.11$$

Phương trình có dạng $y = ax^2 + b$ là một đường parabol. Biến x là S_{pt} .

Trường hợp tổng quát trạm có n máy làm việc song song thì tổn thất của n máy tính theo công thức sau.

$$\Delta P'_{nBA} = n \cdot \Delta P'_0 + \frac{1}{n} \Delta P'_N \left(\frac{S_{pt}}{S_{dm}} \right)^2 \quad 3.12$$

Tổn thất được công suất trong trạm biến áp được biểu diễn bằng đồ thị như hình 3.5.

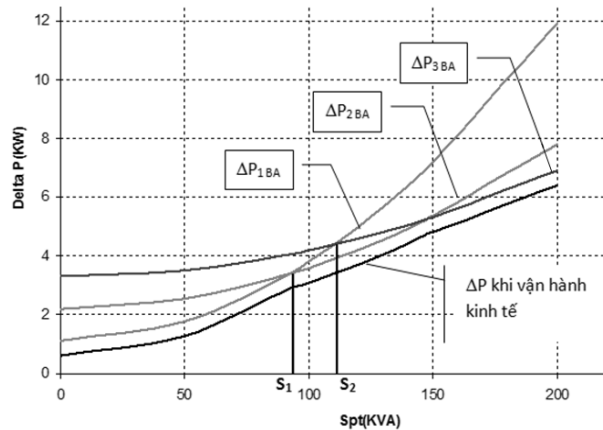
Khi $S_{pt} < S_1$ vận hành 1 mba

Khi $S_1 < S_{pt} < S_2$ vận hành 2 mba

Khi $S_{pt} > S_2$ vận hành 3 mba

Ví dụ 3.2: Một trạm biến áp có 2 mba giống nhau có các thông số cơ bản như sau: điện áp 10/0,4 (KV); công suất 100 (KVA); tổn thất không tải $\Delta P_0 = 730$ (W); tổn thất ngắn mạch $\Delta P_N = 2400$ (W); $U_N\% = 5,5$; $i_0\% = 7,5$.

Hãy tính toán vận hành kinh tế. Biết $k_{kt} = 0,05$, công suất tải lớn nhất là 250 (KVA).



Hình 3.5 Vận hành kinh tế trạm biến áp

Giải:

Ta có:

$$\Delta Q_0 = S_{\text{đm}} \frac{i_0 \%}{100} = 100 \frac{7.5}{100} = 7,5 (\text{KVAR})$$

$$\Delta Q_N = S_{\text{đm}} \frac{U_N \%}{100} = 100 \frac{5.5}{100} = 5,5 (\text{KVAR})$$

Suy ra

$$\Delta P'_0 = \Delta P_0 + k_{\text{kt}} \cdot \Delta Q_0 = 730 + 0,05 \cdot 7500 = 1105 (\text{W}) = 1,1 (\text{KW})$$

$$\Delta P'_N = \Delta P_N + \Delta Q_N k_{\text{kt}} = 2400 + 0,05 \cdot 5500 = 2675 (\text{W}) = 2,7 (\text{KW})$$

Tổn thất trong 1 mba là:

$$\Delta P'_{1\text{BA}} = \Delta P'_0 + \Delta P'_N \left(\frac{S_{\text{pt}}}{S_{\text{đm}}} \right)^2 = 1,1 + 2,7 \left(\frac{S_{\text{pt}}}{100} \right)^2 \quad (\text{a})$$

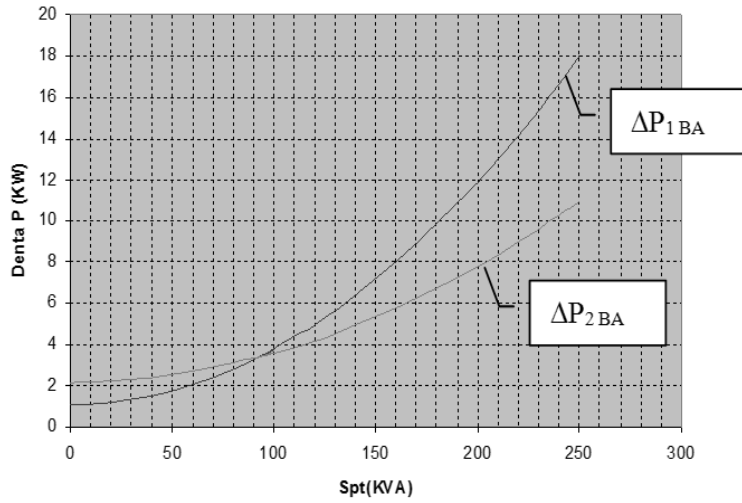
Tổn thất trong 2 mba là:

$$\Delta P'_{2\text{BA}} = 2 \cdot \Delta P'_0 + \frac{1}{2} \Delta P'_N \left(\frac{S_{\text{pt}}}{S_{\text{đm}}} \right)^2 = 2 \cdot 1,1 + \frac{1}{2} \cdot 2,7 \left(\frac{S_{\text{pt}}}{100} \right)^2 = 2,2 + 1,4 \left(\frac{S_{\text{pt}}}{100} \right)^2 \quad (\text{a})$$

Ta lập bảng tính tổn thất cho 2 trường hợp trên ứng với công suất tải thay đổi từ 0÷250(KVA)

S _{pt}	0	20	40	60	80	100	92	120	140	160	180	200	220	240	250
ΔP' _{1BA}	1.1	1.21	1.53	2.07	2.83	3.8	3.39	4.99	6.39	8.01	9.85	11.9	14.2	16.7	18
ΔP' _{2BA}	2.2	2.26	2.42	2.7	3.1	3.6	3.38	4.22	4.94	5.78	6.74	7.8	8.98	10.3	11

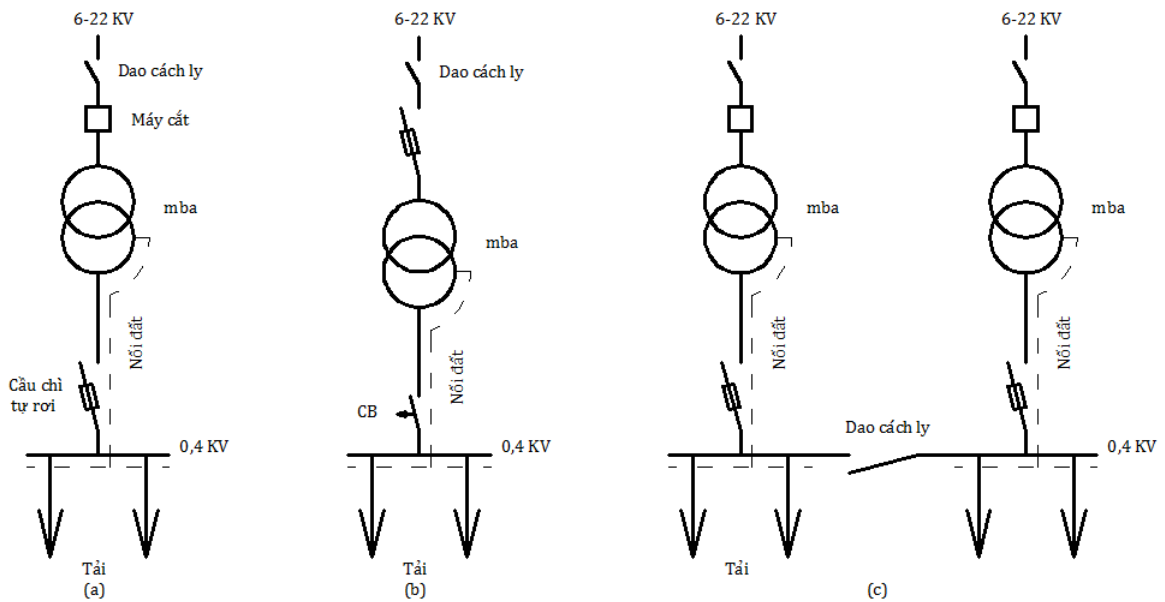
Tổn thất công suất trong trường hợp 1 và 2 máy



Hình 3.6 Tổn thất công suất trạm biến áp có 2 máy

Ta thấy tại vị trí có phụ tải 92 (KVA) thì tổn thất bằng nhau khi vận hành 1 hoặc 2 máy, vậy khi phụ tải < 92 (KVA) nên vận hành 1 máy và khi phụ tải > 92 (KVA) thì vận hành 2 máy.

3.5. Sơ đồ nối dây trạm biến áp phân xưởng

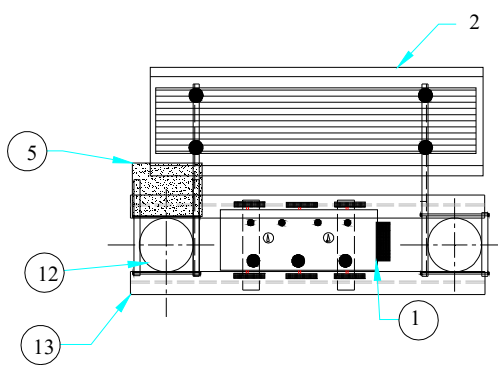


Hình 3.7 Sơ đồ nối dây trạm biến áp phân xưởng

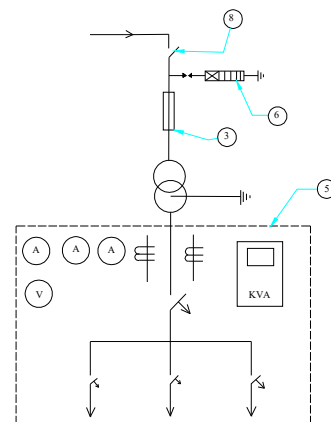
Sơ đồ của trạm có 1 mba như hình 3.7 (a,b): có thể sử dụng máy cắt và cầu chì tự rơi ở phía cao áp, còn phía hạ áp dùng cầu chì tự rơi (hình a), hoặc sử dụng dao cách ly kết hợp cầu chì tự rơi ở phía cao áp và CB ở hạ áp (hình b). Sơ đồ của trạm có 2 mba như hình 3.7 (c): phía hạ áp được liên kết bằng dao cách ly hoặc cầu dao.

Dưới đây là bản vẽ của một trạm biến áp thực tế.

KÝ HIỆU TRÊN BẢN VẼ	GHI CHÚ
1	Máy biến áp 10/0,4KV
2	Giàn theo tác
3	Cầu chì tự rơi
4	Sứ
5	Tủ hạ thế
6	Chống sét
7	Thanh truyền động dao cách ly
8	Dao cách ly
9	Thang
10	Thanh tiếp địa
11	Hộp dao cách ly
12	Cột bê tông
13	Giàn chữ I
14	Sứ cao áp
15	Dây cáp
16	Thanh dẫn

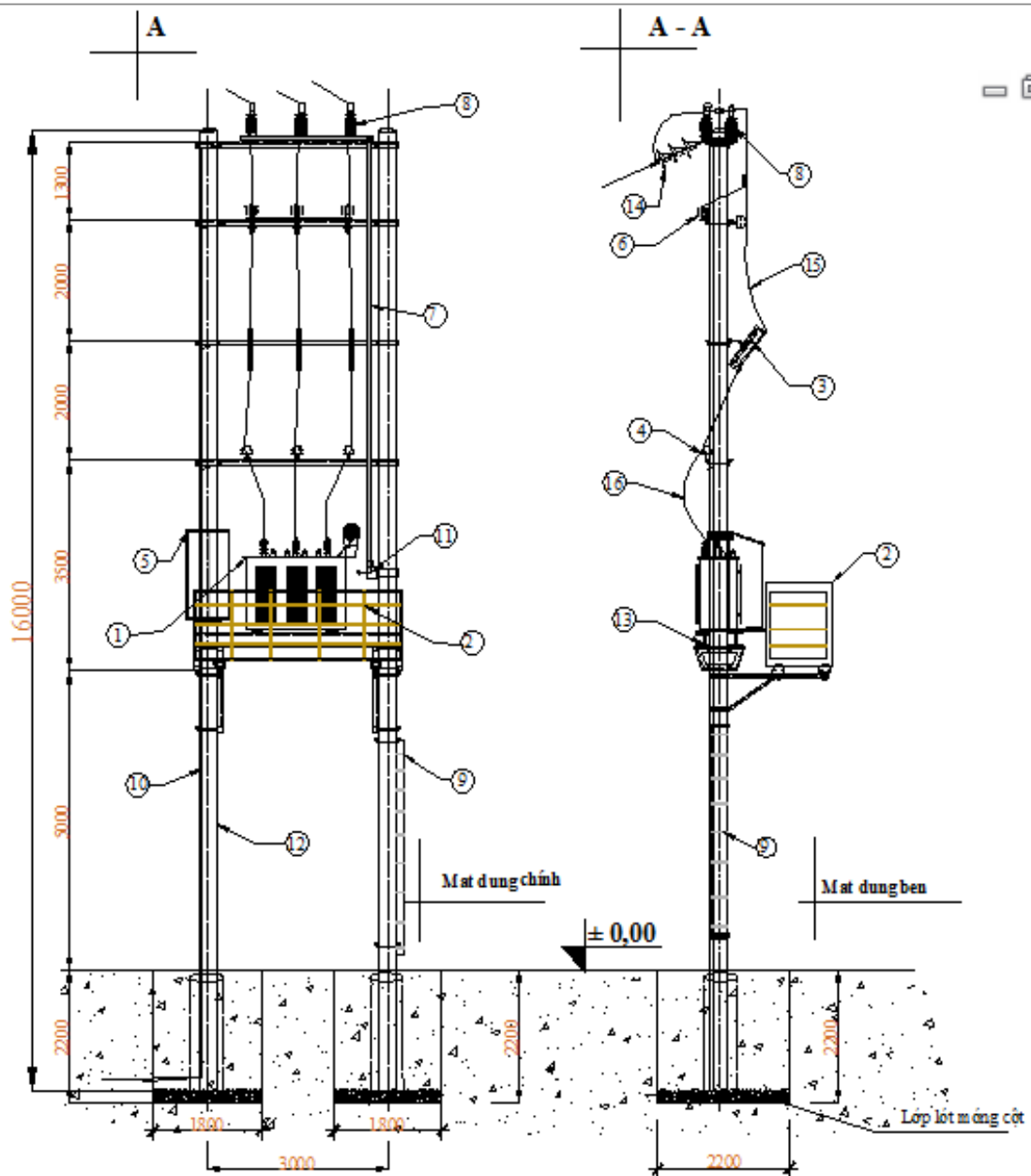


Hình 3.8 Mặt bằng Trạm biến áp



Hình 3.9 Sơ đồ nguyên lý trạm biến áp

Bản vẽ trạm biến áp 10/04,KV



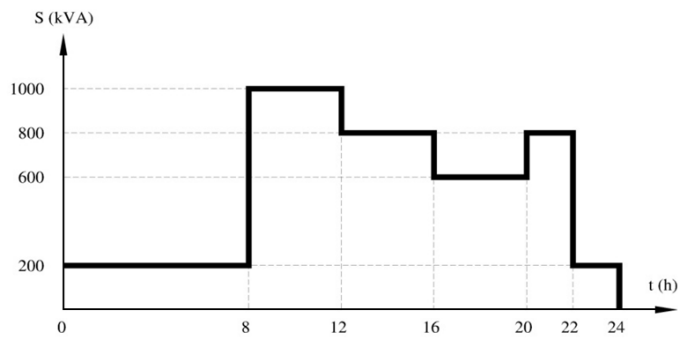
Hình 3.10 Kết cấu trạm biến áp

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

- 1 Hãy trình bày khái quát về lựa chọn cấp điện áp.
- 2 Hãy vẽ sơ đồ điện hình của mạng điện hình tia và mạng phân nhánh.
- 3 Hãy trình bày khái quát về trạm biến áp.
- 4 Hãy trình bày cách chọn dung lượng máy biến áp phân xưởng.
- 5* Hãy trình bày phương pháp vận hành kinh tế trạm biến áp.
- 6 Đường dây trên không cấp nguồn cho phụ tải cách xa 5 km, công suất tải 20 MVA. Hãy tính chọn cấp điện áp hợp lý, nhận xét.
- 7 Hãy tính chọn công suất và số lượng máy biến áp của một trạm biến áp cung cấp cho phụ tải có $S_{tt} = 200 \text{ KVA}$, Phụ tải vận hành khi xảy ra sự cố 150 KVA, cấp

điện áp 22/0,4 KV.

- 8* Trạm biến áp 22/0,4 kV cung cấp cho phụ tải loại 3 có đồ thị phụ tải theo ngày và đêm trình bày ở hình. Chọn số lượng và dung lượng máy biến áp cho trạm biến áp trên ?



- 9** Chọn số lượng và dung lượng máy biến áp của trạm biến áp 22/0,4 (KV) cung cấp điện cho nhà máy luyện kim có phụ tải điện tính toán là 1200 (KVA) trong hai trường hợp:
- Khi không biết phần trăm phụ tải loại 3 ?
 - Khi biết phần trăm phụ tải loại 3 là 20%?
- 10* Một trạm biến áp có 2 mba giống nhau: điện áp 22/0,4 (KV); công suất 75 (KVA). Hãy tính toán vận hành kinh tế. Biết $k_{kt} = 0,1$

Chương 4 TÍNH TỒN THẤT TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN

4.1. Sơ đồ thay thế củ mạng điện

Trong hệ thống điện thì 2 bộ phận có ảnh hưởng lớn nhất đối với các loại tổn thất là đường dây điện và máy biến áp. Các thành phần khác như thiết bị đóng cắt, thiết bị đo lường, thiết bị bảo vệ thì hầu như ảnh hưởng rất ít nên có thể bỏ qua.

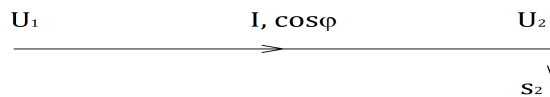
4.1.1. Sơ đồ thay thế củ đường dây điện

Đối với đường dây cao áp ($\geq 110\text{KV}$) có thể xuất hiện vàng quang điện (cường độ điện trường trên bề mặt dây dẫn đủ lớn làm ion hóa mạnh lớp không khí xung quanh gây nên hiện tượng phóng điện ion). Khi đó sẽ gây ra tổn thất công suất và điện dẫn (G) là thông số phản ánh hiện tượng này.

Khi truyền tải điện xoay chiều thì giữa các dây với nhau và giữa chúng với mặt đất tạo ra các trường tĩnh điện tương tự như các tụ điện và cung cấp một lượng công suất phản kháng vào đường dây còn gọi là công suất phản kháng do đường dây sinh ra.

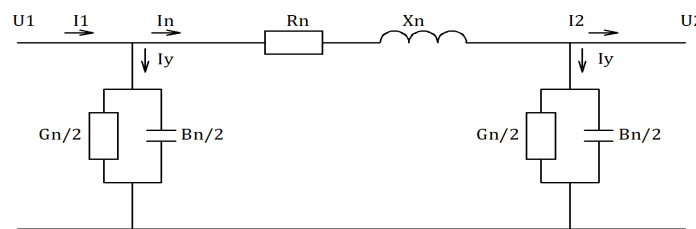
Đối với đường dây có điện áp $U \leq 35$ (KV) thì công suất này rất bé nên có thể bỏ qua và thành phần dung dẫn này (B) xem như không có.

Xét đường dây có sơ đồ đơn tuyến như hình 4.1.



Hình 4.1 Sơ đồ đường dây điện có 1 phụ tải cuối đường dây

Các thông số của đường dây là: điện dẫn, dung dẫn, điện trở và điện kháng của dây dẫn. Các thông số này hầu như phân bố đều dọc theo đường dây. Trong tính toán cho phép dùng các thông số tập trung. Sơ đồ thay thế hình π được sử dụng phổ biến có dạng như hình 4.2.



Hình 4.2 Sơ đồ thay thế đường dây (đầy đủ các thành phần)

Đối với mạng điện hạ áp ($U \leq 10$ KV) có thể bỏ qua điện dẫn và dung dẫn (vì các thành phần này rất nhỏ). Sơ đồ thay thế sẽ đơn giản hơn như hình 4.3.



Hình 4.3 Sơ đồ thay thế đường dây (đầy đủ các thành phần)

Điện trở và điện kháng dây dẫn được xác định như sau.

$$R = r_0.l \quad ; \quad X = x_0.l \quad 4.1$$

Trong đó: r_0, x_0 [Ω/km] : là điện trở và điện cảm của dây dẫn trên một đơn vị chiều dài.
 l [km] : là chiều dài đường dây.

Điện trở r_0 có thể tra bảng 04, 05, 06 hoặc xác định theo công thức sau.

$$r_0 = \frac{\rho}{F}, \quad (\Omega/\text{km}) \quad 4.2$$

Trong đó: ρ là điện trở suất của vật liệu làm dây dẫn, đơn vị $\Omega.\text{mm}^2/\text{km}$.
 F là tiết diện dây dẫn, mm^2 .

Điện trở suất của dây dẫn bằng đồng là: $18,8 \Omega.\text{mm}^2/\text{km}$. (điện dẫn suất $\gamma = 53 \text{ m}/\Omega.\text{mm}^2$)

Điện trở suất của dây dẫn bằng nhôm là: $31,5 \Omega.\text{mm}^2/\text{km}$. (điện dẫn suất $\gamma = 31,7 \text{ m}/\Omega.\text{mm}^2$)

Điện kháng x_0 có thể tra bảng 04, 05, 06 hoặc xác định theo công thức (4.3).

$$x_0 = 0,1445.\log_{10} \frac{D_{tb}}{R} + 0,0157, \quad (\Omega/\text{km}) \quad 4.3$$

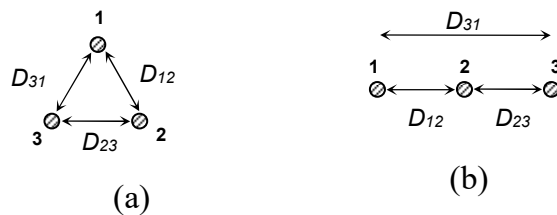
Trong đó: R là bán kính dây dẫn, mm .

D_{tb} là khoảng cách trung bình hình học giữa các pha, mm .

D_{tb} tính theo công thức như sau.

$$D_{tb} = \sqrt[3]{D_{12}D_{23}D_{31}} \quad , \quad (\text{mm}) \quad 4.4$$

Nếu 3 pha phân bố theo hình tam giác đều (hình 4.4 a) thì $D_{12} = D_{23} = D_{31} = D = D_{tb}$



Hình 4.4 Sơ đồ hình học bố trí dây điện

Nếu 3 pha phân bố nằm ngang cách đều nhau (hình 4.4 b) thì $D_{12} = D_{23} = D_{31}/2 = D$

Suy ra:

$$D_{tb} = \sqrt[3]{D_{12}D_{23}D_{31}} = \sqrt[3]{D.D.2D} = \sqrt[3]{2.D^3} = 1,26.D \quad , \quad (\text{mm}) \quad 4.5$$

Ví dụ 4.1: Hãy xác định thông số đường dây đặt hở điện áp 22 KV, dây dẫn bằng đồng trần, bố trí trên 3 đỉnh tam giác đều $D = 600 \text{ mm}$, tiết diện 50 mm^2 . (tính theo 2 cách và nhận xét)

G 3

Cách 1 – tra bảng

Tra bảng 04 ta được: $r_0 = 0,39 (\Omega/\text{km})$ và $x_0 = 0,325(\Omega/\text{km})$

Cách 2 – tính theo công thức.

$$r_0 = \frac{\rho}{F} = \frac{18,8}{50} = 0,376 (\Omega/\text{km})$$

$$x_0 = 0,1445 \cdot \log_{10} \frac{600}{4} + 0,0157 = 0,33 (\Omega/\text{km})$$

$$R = \sqrt{\frac{F}{\pi}} = \sqrt{\frac{50}{\pi}} = 3,989 \approx 4 (\text{mm})$$

Nhận xét: ta thấy kết quả của 2 cách tính khác nhau, tuy nhiên có thể chấp nhận được.

Ví dụ 4.2: Hãy xác định thông số đường dây đặt hở điện áp 22 KV, dây dẫn bằng nhôm, bố trí nằm ngang $D = 476 \text{ mm}$, tiết diện 70 mm^2 .

G 4

Tính D_{tb} bằng công thức (4.5) $D_{bt} = 1,26 \cdot D = 1,26 \cdot 476 = 600 (\text{mm})$

Tra bảng 05 ta được: $r_0 = 0,46 (\Omega/\text{km})$ và $x_0 = 0,315(\Omega/\text{km})$

Ví dụ 4.3: Hãy xác định thông số đường dây hạ áp 380 V, dây dẫn bằng đồng, đặt hở, tiết diện 35 mm^2 .

G 5

Tra bảng 06 ta được: $r_0 = 0,57 (\Omega/\text{km})$ và $x_0 = 0,26(\Omega/\text{km})$

Ví dụ 4.4: Hãy xác định thông số đường dây hạ áp 380 V, dây dẫn bằng nhôm, đặt ngầm (đặt trong ống hay cáp), tiết diện 50 mm^2 .

G 6

Tra bảng 06 ta được:

$$r_0 = 0,67 (\Omega/\text{km}) \text{ và } x_0 = 0,06(\Omega/\text{km})$$

4.1.2. Sơ đồ thay thế củ máy biến áp

Đối với mạng điện áp thấp $U \leq 22 \text{ KV}$ thường không sử dụng các máy biến áp tự ngẫu và mba 3 cuộn dây cho nên chỉ tập trung tính điện trở và điện kháng của mba 2 cuộn dây.

Ta có:

$$\Delta P_0 = 3I^2 R_{BA} = \frac{S_{dm}^2}{U_{dm}^2} R_{BA} \quad 4.6$$

Do đó:

$$R_{BA} = \frac{\Delta P_0 \cdot U_{dm}^2}{S_{dm}^2} \quad 4.7$$

Tính với đơn vị thường dùng.

$$R_{BA} = \frac{\Delta P_0 \cdot U_{dm}^2}{S_{dm}^2}, (\Omega) \quad 4.8$$

Trong đó: ΔP_0 là tổn thất công suất tác dụng không tải, KW
 S_{dm} dung lượng máy biến áp, KVA
 U_{dm} điện áp mba, KV
 R_{BA} điện trở mba.

Đối với máy biến áp, điện trở rất nhỏ so với điện kháng, tức là có thể bỏ qua điện áp rơi trên điện trở (R_{BA}), vậy:

$$U_0 \% = \frac{I_{dm} \cdot X_{BA}}{\sqrt{3} U_{dm}} \cdot 100 \quad 4.9$$

Do đó:

$$X_{BA} = \frac{U_0 \% \cdot U_{dm}^2}{S_{dm}} \cdot 10 \quad (\Omega) \quad 4.10$$

Trong đó: U_{dm} - Tính bằng KV.
 S_{dm} - Tính bằng KVA.

Nói chung điện trở và điện kháng của mba có thể được tính theo (4.8, 4.10) hoặc tra bảng 10.

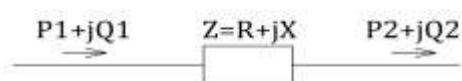
4.2. Tổn thất trong hệ thống cung cấp điện

Khi truyền tải điện năng trong mạng điện tồn tại 2 loại tổn thất là tổn thất công suất và tổn thất điện áp. Hai tổn thất này gây thiệt hại về kinh tế, ảnh hưởng đến chất lượng điện năng. Các thông số trên sẽ được sử dụng để tính toán lựa chọn dây dẫn và các phần tử khác trong mạng điện.

4.2.1. Tổn thất công suất

4.2.1.1. Tổn thất công suất trên đường dây

Để tính tổn thất công suất trên đường dây ta dùng sơ đồ hình π (PI), xét mạng điện như hình 4.5.



Hình 4.5 Sơ đồ thay thế của đường dây có 1 phụ tải

Tổn thất công suất tác dụng được tính như sau.

$$\Delta P_{DD} = 3I^2 R = \frac{S_2^2}{U_{dm}^2} \cdot R = \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_{dm}^2} \cdot R \quad 4.11$$

Tổn thất công suất phản kháng được tính như sau.

$$\Delta Q_{DD} = 3I^2 X = \frac{S_2^2}{U_{dm}^2} \cdot X = \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_{dm}^2} \cdot X \quad 4.12$$

Ví dụ 4.5: Cho mạng điện có sơ đồ thay thế như hình 4.5, điện áp định mức 0,4 KV, công suất phụ tải 25 + j20 (KVA), tổng trở $Z = 0,23 + j0,166$ (Ω). Hãy tính tổn thất công suất trong mạng điện.

Giải: ta có:

$$\Delta P_{DD} = \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_{dm}^2} \cdot R = \frac{25^2 + 20^2}{0,4^2} \cdot 0,23 = 1473,4 \text{ (W)}$$

$$\Delta Q_{DD} = \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_{dm}^2} \cdot X = \frac{25^2 + 20^2}{0,4^2} \cdot 0,166 = 1063,4 \text{ (VAR)}$$

$$\Delta S_{DD} = \Delta P_{DD} + j \Delta Q_{DD} = 1473,4 + j1063,4 \text{ (VA)}$$

4.2.1.2. Tổn thất công suất trong máy biến áp

Đối với máy biến áp, tổn thất công suất chia thành hai thành phần là tổn thất không tải và tổn thất có tải. Thành phần tổn thất trong lõi thép không thay đổi khi phụ tải thay đổi và bằng tổn thất không tải.

$$\Delta S_0 = \Delta P_0 + j \Delta Q_0 \quad ; \quad \Delta Q_0 = \frac{i_0 \%}{100} S_{dm} \quad 4.13$$

Đối với mba 2 cuộn dây, tổn thất công suất tác dụng trong các cuộn dây khi tải định mức bằng tổn thất ngắn mạch.

$$\Delta P_{CD_{dm}} = \Delta P_N \quad 4.14$$

Tổn thất công suất phản kháng trong các cuộn dây xác định như công thức 1.15 ($R_{BA} \ll X_{BA}$).

$$\Delta Q_{CD_{dm}} = \Delta Q_N = \frac{U_N \%}{100} \cdot S_{dm} \quad 4.15$$

Vì mba làm việc với phụ tải khác dung lượng định mức và hệ số phụ tải là ($k_{pt} = S_{pt}/S_{dm}$)

Khi đó tổn thất công suất trong các cuộn dây là.

$$\Delta S_{CD} = k^2 \Delta P_N + j \cdot k^2 \Delta Q_N = k^2 \Delta P_N + j \cdot k^2 \frac{U_N \% \cdot S_{dm}}{100} \quad 4.16$$

Vậy tổn thất công suất trong mba tính theo công thức sau.

$$\begin{aligned} \Delta S_{BA} &= (\Delta P_0 + k^2 \Delta P_N) + j(i_0 \% + k^2 U_N \%) \frac{S_{dm}}{100} \\ \Delta S_{BA} &= \Delta P_{BA} + j \Delta Q_{BA} \end{aligned} \quad 4.17$$

Trong đó:

$$\Delta P_{BA} = \Delta P_0 + \Delta P_N \left(\frac{S_{pt}}{S_{dm}} \right)^2 ; \quad \Delta Q_{BA} = \Delta Q_0 + \Delta Q_N \left(\frac{S_{pt}}{S_{dm}} \right)^2 ; \quad k_{pt} = \frac{S_{pt}}{S_{dm}} \quad 4.18$$

Ví dụ 4.6: Tính tổn thất công suất của máy biến áp 50-2/0,4; $S_{dm} = 50$ KVA

Giải: tra bảng 10 ta được: $\Delta P_0 = 190$ (W), $\Delta P_N = 1000$ (W), $U_N \% = 4$, $i_0 \% = 2$.

⇒ Tổn thất công suất tác dụng là.

$$\Delta P_{BA} = \Delta P_0 + \Delta P_N \left(\frac{S_{pt}}{S_{dm}} \right)^2 = 190 + 1000 \left(\frac{50}{50} \right)^2 \text{ (W)}$$

Khi vận với công suất tải bằng công suất định mức mba ($S_{pt} = 50$ KVA) thì:

$$\Delta P_{BA} = 190 + 1000 \left(\frac{50}{50} \right)^2 = 1190 \text{ (W)} = 1,19 \text{ (KW)}$$

Tổn thất công suất phản kháng.

$$\Delta Q_0 = \frac{i_0 \%}{100} S_{dm} = \frac{2}{100} 50 = 1 \text{ (KVAR)}$$

$$\Delta Q_N = \frac{U_N \%}{100} S_{dm} = \frac{4}{100} 50 = 2 \text{ (KVAR)}$$

$$\Delta Q_{BA} = \Delta Q_0 + \Delta Q_N \left(\frac{S_{pt}}{S_{dm}} \right)^2 = 1 + 2 \left(\frac{50}{50} \right)^2$$

Khi $S_{pt} = 50$ KVA thì:

$$\Delta Q_{BA} = 1 + 2 \left(\frac{50}{50} \right)^2 = 3 \text{ (KVAR)}$$

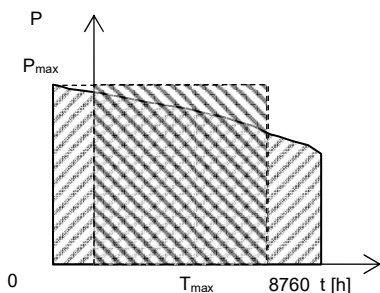
Tổn thất công suất toàn phần.

$$\Delta S_{BA} = \Delta P_{BA} + j \Delta Q_{BA} = 1,19 + j 3,0 \text{ (KVA)}$$

4.2.1.3. Tổn thất điện năng

Xác định thời gian sử dụng công suất lớn nhất T_{max}

Điện năng tiêu thụ phụ thuộc vào phụ tải và thời gian vận hành. Nhưng vì phụ tải luôn biến động, do đó để thuận tiện trong tính toán người ta giả thiết phụ tải luôn luôn không đổi và bằng phụ tải lớn nhất. Do vậy thời gian sử dụng điện lúc này là thời gian tương đương (T_{max}). Biểu đồ qui đổi tương đương như hình 4.6



Hình 4.6 Biểu đồ tính T_{max}

Thông thường T_{max} phụ thuộc vào tính chất tải. Để thuận tiện trong tính toán người ta xây dựng các bảng tra, trong giáo trình này bảng tra 03 cho phép xác định T_{max} của một số phụ tải.

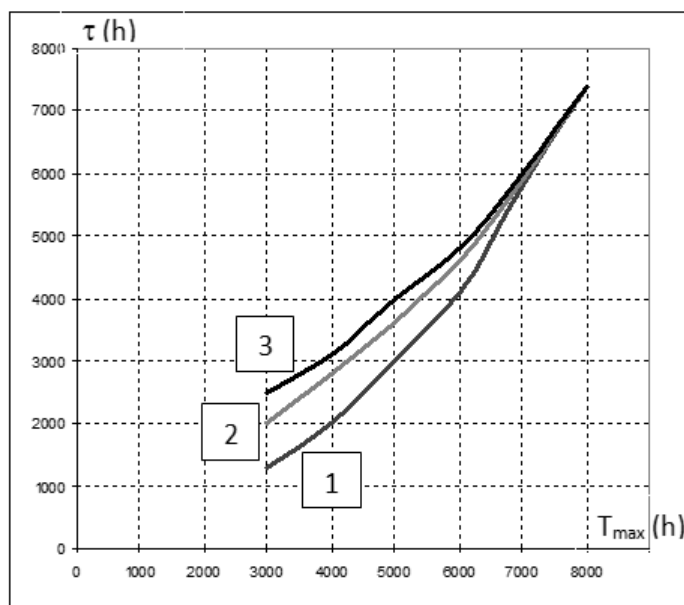
Ví dụ: 4.7 Nhà máy in có $T_{max} = 2975$ (giờ)

Xác định thời gian chịu tổn thất công suất lớn nhất τ .

Thời gian chịu tổn thất công suất lớn nhất τ là thời gian nếu trong đó mạng điện luôn luôn mang tải lớn nhất sẽ gây ra một tổn thất điện năng đúng bằng tổn thất điện năng thực tế trên mạng điện trong 1 năm.

Trị số τ có thể xác định theo công thức thực nghiệm (4.19) hoặc xác định theo đồ thị quan hệ $\tau = f(T_{max}, \cos\varphi)$ như hình 4.7

$$\tau = (0,124 + T_{max} \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 \quad (h) \quad 4.19$$



1. Khi $\cos\varphi=1$
2. Khi $\cos\varphi=0,8$
3. Khi $\cos\varphi=0,7$

Hình 4.7 Đường cong $\tau = f(T_{max}, \cos\varphi)$

Ví dụ 4.8: Phụ tải có $\cos\varphi=0,8$, $T_{max} = 5000$ h, hãy tìm τ .

Giải:

Cách 1 Tính theo công thức 4.19

$$\tau = (0,124 + T_{max} \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = (0,124 + 5000 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = 3410 \quad (h)$$

Cách 2 Tra bảng theo hình 4.7 kết quả $\tau \approx 3500$ (h)

Tổn thất điện năng trên đường dây

$$\Delta A_{DD} = \Delta P_{DD} \cdot \tau \quad (\text{KWh}) \quad 4.20$$

Tổn thất điện năng trong máy biến áp

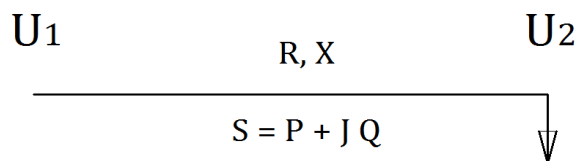
$$\Delta A_{BA} = n \cdot \Delta P_0 t + \frac{1}{n} \Delta P_N \left(\frac{S_{pt \max}}{S_{dm}} \right)^2 \cdot \tau \quad (\text{KWh}) \quad 4.21$$

Trong đó: t [h] là thời gian vận hành thực tế máy biến áp.

n là số lượng máy làm việc song song trong trạm .

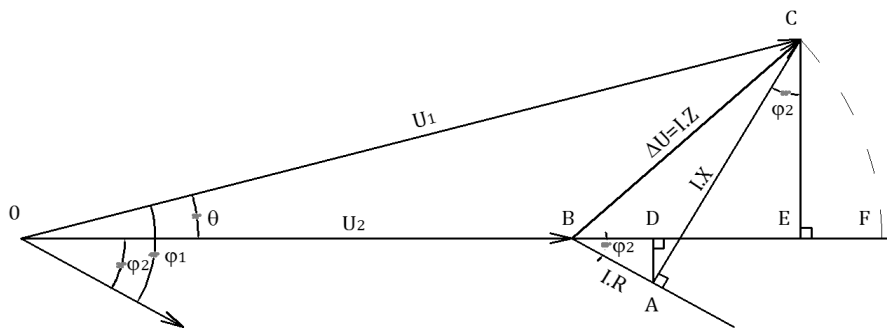
4.2.2. Tổn thất điện áp

Xét mạng điện có 1 phụ tải tập trung cuối đường dây như hình 4.8. Giả thiết phụ tải là đối xứng.



Hình 4.8 Sơ đồ mạng điện có 1 phụ tải cuối đường dây

Đồ thị véc tơ điện áp được biểu diễn như hình 4.9.



Hình 4.9 Biểu diễn đồ thị véc tơ điện áp của mạng điện hình 4.8

Tổn thất điện áp $\vec{\Delta U} = \vec{U}_1 - \vec{U}_2$

Độ lớn $|\vec{\Delta U}| = BC = I.Z$

Hai thành phần $|\vec{\Delta U}_R| = AB = I.R$ và $|\vec{\Delta U}_X| = AC = I.X$

Qua B vẽ cung tròn bán kính BC cắt trục ngang tại F.

Suy ra tổn thất điện áp trên 1 pha sẽ là:

$$\Delta U_p = BC = BF$$

Tính gần đúng thì: $\Delta U_p = BE$

Mà: $BE = BD + DE = IR. \cos\varphi_2 + IX. \sin\varphi_2$

Vậy tổn thất điện áp dây

$$\Delta U = \sqrt{3} \Delta U_p = \sqrt{3} (IR. \cos\varphi_2 + IX. \sin\varphi_2) \quad 4.22$$

Thay thế,

$$\begin{aligned} I &= \frac{S}{\sqrt{3} U_1} \\ \Rightarrow \Delta U &= \sqrt{3} \left(\frac{S}{\sqrt{3} U_1} R. \cos\varphi_2 + \frac{S}{\sqrt{3} U_1} X. \sin\varphi_2 \right) \\ \Leftrightarrow \Delta U &= \left(\frac{S}{U_1} R. \cos\varphi_2 + \frac{S}{U_1} X. \sin\varphi_2 \right) \\ \Rightarrow \Delta U &= \frac{PR + QX}{U} \quad 4.23 \end{aligned}$$

Trong đó: $S. \cos\varphi_2 = P$

$S. \sin\varphi_2 = Q$

và $U_1 = U$

Tính theo phần trăm

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{U} 100 \quad (\%) \quad 4.24$$

Ví dụ 4.9: Đường dây hạ áp (0,4 KV) cấp điện cho phụ tải $S = 40 + j40$ (KVA), chiều dài đường dây 200 m, dùng dây đồng M-35 đặt hở. Hãy tính tổn thất điện áp trên đường dây.

Giải tra bảng 06 ta có: $r_0 = 0,57 \Omega$, $x_0 = 0,26 \Omega$.

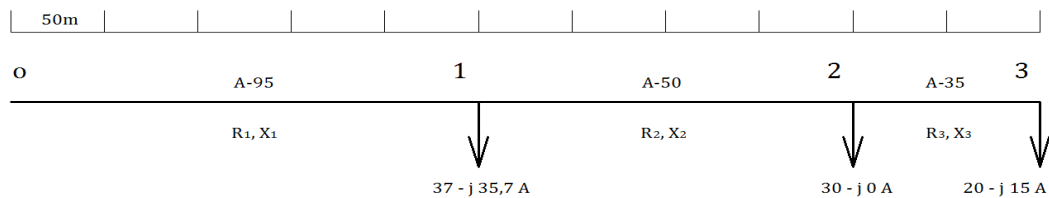
$\Rightarrow R = r_{0,l} = 0,57.0,2 = 0,114 \Omega$

và $X = x_{0,l} = 0,26.0,2 = 0,052 \Omega$

$$\Delta U = \frac{PR + QX}{U} = \frac{40.0,114 + 40.0,052}{0,4} = 16,6 \text{ (V)}$$

$$\Rightarrow \Delta U\% = \frac{\Delta U}{U} 100 = \frac{16,6}{0,4} = 4,15 \%$$

Ví dụ 4.10: Tính tổn thất điện áp trên đường dây 3 pha có điện áp định mức 380 V, $D_{tb} = 600$ (mm), các thông số khác như hình vẽ.



Giải:

Ta có: dòng điện trên các đoạn đường dây là:

$$I_{01} = 35 - j35,7 + 30 + 20 - j15 = 85 - j50 \text{ (A)}$$

$$I_{12} = 30 + 20 - j15 = 50 - j15 \text{ (A)}$$

$$I_{23} = 20 - j15 \text{ (A)}$$

Tra bảng 05 ta có:

$$\text{A-95 có } r_0 = 0,34 \ \Omega, \ x_0 = 0,303 \ \Omega$$

$$\text{A-50 có } r_0 = 0,64 \ \Omega, \ x_0 = 0,325 \ \Omega$$

$$\text{A-35 có } r_0 = 0,92 \ \Omega, \ x_0 = 0,336 \ \Omega$$

Tổn thất điện áp tính theo 4.22.

$$\begin{aligned} \Delta U_{\Sigma} &= \Delta U_{01} + \Delta U_{12} + \Delta U_{23} \\ &= \sqrt{3} [(r_{01} \cdot I_{a-01} + x_{01} \cdot I_{b-01})l_{01} + (r_{12} \cdot I_{a-12} + x_{12} \cdot I_{b-01})l_{12} + (r_{23} \cdot I_{a-23} + x_{23} \cdot I_{b-23})l_{23}] \\ &= \sqrt{3} [(0,34 \cdot 85 + 0,303 \cdot 50)0,25 + (0,64 \cdot 50 + 0,325 \cdot 15)0,2 + (0,92 \cdot 20 + 0,336 \cdot 15)0,1] \\ &= 35,91 \text{ (V)} \end{aligned}$$

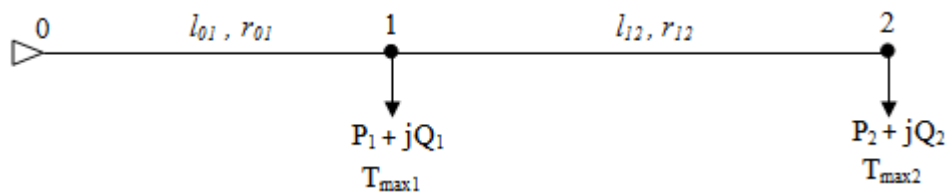
Tính theo phần trăm.

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{U} 100 = \frac{35,91}{380} 100 = 9,45\%$$

4.3. Một số trường hợp phân bố tải phụ tải trên đường dây

4.3.1. Phụ tải tập trung ở đường dây

4.3.1.1. Phụ tải phân bố trên một đường thẳng



Công suất truyền tải trên đường dây:

$$P_{01} = P_1 + P_2$$

$$Q_{01} = Q_1 + Q_2$$

$$P_{12} = P_2$$

$$Q_{12} = Q_2$$

Tổn thất điện áp trên đoạn 01:

$$\Delta U_{01} = \frac{P_{01}R_{01} + Q_{01}X_{01}}{U_{dm}}$$

Tổn thất điện áp trên đoạn 12:

$$\Delta U_{12} = \frac{P_{12}R_{12} + Q_{12}X_{12}}{U_{dm}}$$

Tổn thất điện áp trên toàn đường dây:

$$\Delta U = \Delta U_{01} + \Delta U_{12}$$

Tổn thất công suất tác dụng trên đoạn 01:

$$\Delta P_{01} = \frac{P_{01}^2 + Q_{01}^2}{U_{dm}^2} \cdot R_{01}$$

Tổn thất công suất tác dụng trên đoạn 12:

$$\Delta P_{12} = \frac{P_{12}^2 + Q_{12}^2}{U_{dm}^2} \cdot R_{12}$$

Tổn thất công suất tác dụng trên toàn đường dây:

$$\Delta P = \Delta P_{01} + \Delta P_{12}$$

Tổn thất công suất phản kháng trên đoạn 01:

$$\Delta Q_{01} = \frac{P_{01}^2 + Q_{01}^2}{U_{dm}^2} \cdot X_{01}$$

Tổn thất công suất phản kháng trên đoạn 12:

$$\Delta Q_{12} = \frac{P_{12}^2 + Q_{12}^2}{U_{dm}^2} \cdot X_{12}$$

Tổn thất công suất phản kháng trên toàn đường dây:

$$\Delta Q = \Delta Q_{01} + \Delta Q_{12}$$

Tổn thất công suất biểu kiến trên toàn đường dây:

$$\Delta S = \sqrt{\Delta P^2 + \Delta Q^2}$$

Tổn thất điện năng trong một năm:

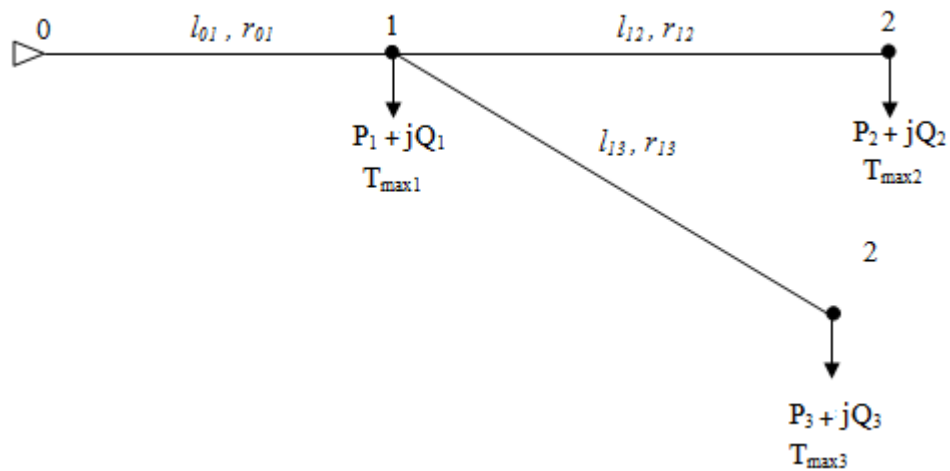
$$T_{\max b} = \frac{P_1 T_{\max 1} + P_2 T_{\max 2}}{P_1 + P_2}$$

$$\tau = (0,124 + T_{\max} \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 \quad (\text{h})$$

$$\Delta A = \Delta P \cdot \tau$$

Trong đó: P (kW), Q (kVar), R (Ω), X (Ω), $U_{\text{đm}}$ (V), r (Ω/km), x (Ω/km), l(km), ΔU (V), ΔP (W), ΔQ (Var), ΔS (VA), ΔA (Wh).

4.3.1.1. Phụ tải phân nhánh



Công suất truyền tải trên đường dây:

$$P_{01} = P_1 + P_2 + P_3$$

$$Q_{01} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$P_{12} = P_2$$

$$Q_{12} = Q_2$$

$$P_{13} = P_3$$

$$Q_{13} = Q_3$$

Tổn thất điện áp trên đoạn 01:

$$\Delta U_{01} = \frac{P_{01} R_{01} + Q_{01} X_{01}}{U_{\text{đm}}}$$

Tổn thất điện áp trên đoạn 12:

$$\Delta U_{12} = \frac{P_{12} R_{12} + Q_{12} X_{12}}{U_{\text{đm}}}$$

Tổn thất điện áp trên đoạn 13:

$$\Delta U_{13} = \frac{P_{13}R_{13} + Q_{13}X_{13}}{U_{dm}}$$

Tổn thất điện áp lớn nhất trên toàn đường dây:

$$\Delta U_{max} = \Delta U_{01} + \max(\Delta U_{12}, \Delta U_{13})$$

Tổn thất công suất tác dụng trên đoạn 01:

$$\Delta P_{01} = \frac{P_{01}^2 + Q_{01}^2}{U_{dm}^2} \cdot R_{01}$$

Tổn thất công suất tác dụng trên đoạn 12:

$$\Delta P_{12} = \frac{P_{12}^2 + Q_{12}^2}{U_{dm}^2} \cdot R_{12}$$

Tổn thất công suất tác dụng trên đoạn 13:

$$\Delta P_{13} = \frac{P_{13}^2 + Q_{13}^2}{U_{dm}^2} \cdot R_{13}$$

Tổn thất công suất tác dụng trên toàn đường dây:

$$\Delta P = \Delta P_{01} + \Delta P_{12} + \Delta P_{13}$$

Tổn thất công suất phản kháng trên đoạn 01:

$$\Delta Q_{01} = \frac{P_{01}^2 + Q_{01}^2}{U_{dm}^2} \cdot X_{01}$$

Tổn thất công suất phản kháng trên đoạn 12:

$$\Delta Q_{12} = \frac{P_{12}^2 + Q_{12}^2}{U_{dm}^2} \cdot X_{12}$$

Tổn thất công suất phản kháng trên đoạn 13:

$$\Delta Q_{13} = \frac{P_{13}^2 + Q_{13}^2}{U_{dm}^2} \cdot X_{13}$$

Tổn thất công suất phản kháng trên toàn đường dây:

$$\Delta Q = \Delta Q_{01} + \Delta Q_{12} + \Delta Q_{13}$$

Tổn thất công suất biểu kiến trên toàn đường dây:

$$\Delta S = \sqrt{\Delta P^2 + \Delta Q^2}$$

Tổn thất điện năng trong một năm:

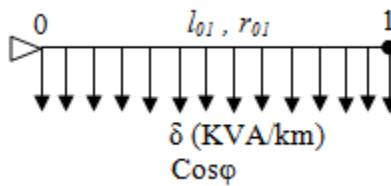
$$T_{\text{maxtb}} = \frac{P_1.T_{\text{max1}} + P_2.T_{\text{max2}} + P_3.T_{\text{max3}}}{P_1 + P_2 + P_3}$$

$$\tau = (0,124 + T_{\text{max}} \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 \quad (\text{h})$$

$$\Delta A = \Delta P \cdot \tau$$

Trong đó: P (kW), Q (kVar), R (Ω), X (Ω), $U_{\text{đm}}$ (V), r (Ω/km), x (Ω/km), l(km), ΔU (V), ΔP (W), ΔQ (Var), ΔS (VA), ΔA (Wh).

4.3.1.1. Phụ tải phân bố đều



Trong đó: δ : mật độ phụ tải trên một km chiều dài

Công suất phân bố trên đường dây 01:

$$S_{01} = \delta \cdot l_{01}$$

$$P_{01} = S_{01} \cdot \cos \varphi$$

$$Q_{01} = S_{01} \cdot \sin \varphi$$

Tổn thất điện áp trên đoạn 01:

$$\Delta U_{01} = \frac{1}{2} \frac{P_{01} R_{01} + Q_{01} X_{01}}{U_{\text{đm}}}$$

Tổn thất công suất tác dụng trên đoạn 01:

$$\Delta P_{01} = \frac{1}{3} \frac{P_{01}^2 + Q_{01}^2}{U_{\text{đm}}^2} \cdot R_{01}$$

Tổn thất công suất phản kháng trên đoạn 01:

$$\Delta Q_{01} = \frac{1}{3} \frac{P_{01}^2 + Q_{01}^2}{U_{\text{đm}}^2} \cdot X_{01}$$

Tổn thất công suất biểu kiến trên toàn đường dây:

$$\Delta S = \sqrt{\Delta P^2 + \Delta Q^2}$$

Tổn thất điện năng trong một năm:

$$\tau = (0,124 + T_{\text{max}} \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 \quad (\text{h})$$

$$\Delta A = \Delta P \cdot \tau$$

Trong đó: P (kW), Q (kVar), R (Ω), X (Ω), U_{dm} (V), r (Ω/km), x (Ω/km), l(km), ΔU (V), ΔP (W), ΔQ (Var), ΔS (VA), ΔA (Wh).

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

- Hãy xác định thông số đường dây đặt hở điện áp 22(KV), dây dẫn bằng đồng, bố trí trên 3 đỉnh tam giác đều $D=800(mm)$, tiết diện $70mm^2$. (tính theo 2 cách và nhận xét)
- Hãy xác định thông số đường dây đặt hở điện áp 10(KV), dây dẫn bằng nhôm, bố trí nằm ngang $D=588(mm)$, tiết diện $120mm^2$.
- Hãy xác định thông số đường dây hạ áp 380(V), dây dẫn bằng đồng, đặt hở, tiết diện $50mm^2$.
- Hãy xác định thông số đường dây hạ áp 380(V), dây dẫn bằng nhôm, đặt ngầm (đặt trong ống hay cáp), tiết diện $50mm^2$.
- Xí nghiệp được cung cấp điện bằng đường dây trên không 22 KV, dài $l = 30km$, sử dụng dây nhôm trần A-50, khoảng cách trung bình giữa các pha $D_{tb} = 1 m$, phụ tải tập trung cuối đường dây $S = 400 + j450 KVA$, $T_{max} = 3000 h$.

Hãy xác định tổn thất công suất, tổn thất điện áp, tổn thất điện năng trong 1 năm.

- Cho mạng điện như hình vẽ. Điện áp 22 KV, dây đồng trần đoạn 01 dùng dây M-70, đoạn 12 dùng dây M-50, phụ tải là nhà máy hóa chất. Hãy tính tổn thất công suất, tổn thất điện áp và tổn thất điện năng trong 1 năm. Cho $T_{max} = 4000 h$



- Cho mạng điện như hình vẽ. Điện áp 22KV, $D_{tb} = 800 mm$.

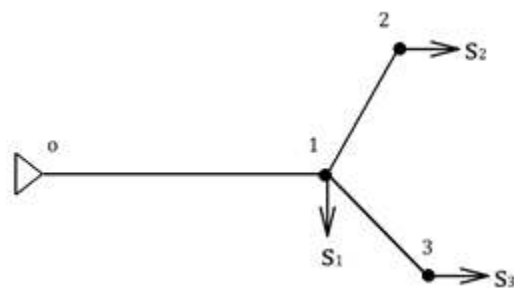
Chiều dài: $l_{01} = 4 km$, $l_{12} = 2 km$, $l_{13} = 2 km$

Dây cáp: 01 (M-70), 12 (M-50), 13 (M-50)

Hãy tính:

a/ Tổn thất công suất trên toàn bộ đường dây.

b/ Hãy tính tổn thất điện áp và tìm ra điểm có điện áp thấp nhất trong mạng.

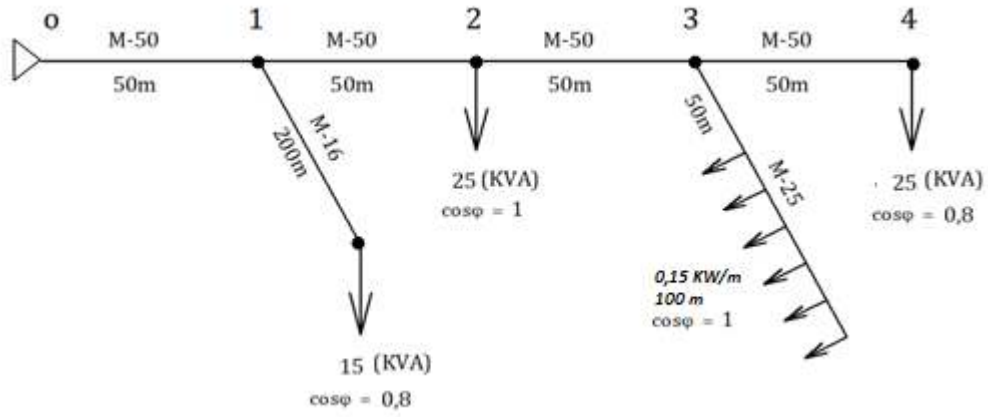


$$S_1 = 1000 + j700 \text{ (kVA)}$$

$$S_2 = 800 + j700 \text{ (kVA)}$$

$$S_3 = 1000 + j700 \text{ (kVA)}$$

8** Cho mạng điện như hình vẽ. Điện áp 380 V, đường dây đặt hở.



Hãy: - Xác định tổn thất công suất

- Xác định tổn thất điện áp cực đại.

