

TÍNH TOÁN PHỤ TẢI ĐIỆN

1 KHÁI NIỆM PHỤ TẢI ĐIỆN VÀ PHỤ TẢI TÍNH TOÁN

1.1. Phụ tải điện (*Electrical Load*)

Trên thực tế, tại bất kỳ thời điểm nào, việc tiêu thụ năng lượng điện đều được thực hiện bởi rất nhiều chủng loại thiết bị, dụng cụ, máy móc khác nhau với nhiều công nghệ khác nhau, quy trình và chế độ làm việc khác nhau. Tùy theo từng quy trình công nghệ và trình độ của người sử dụng cũng như rất nhiều yếu tố liên quan khác dẫn tới việc các thiết bị tiêu thụ điện luôn hoạt động với công suất *thấp hơn* công suất định mức và thường *thay đổi* phức tạp. Điều này dẫn đến việc giá trị của các thông số điện tiêu thụ nói chung luôn biến động tại mọi thời điểm.

Phụ tải điện là một khái niệm bao hàm tất cả những đối tượng có chức năng sử dụng năng lượng điện và các thông số điện liên quan, có **giá trị định lượng** là giá trị của một hàm nhiều biến (tức phụ thuộc vào nhiều yếu tố ảnh hưởng) thay đổi theo thời gian và thường không tuân theo một quy luật nhất định, nhưng lại chứa các thông số ổn định có thể dựa vào đó làm cơ sở tính toán, đánh giá, lựa chọn các phần tử hệ thống.

1.2. Phụ tải tính toán

Như vậy, việc xác định chính xác phụ tải điện tuy rất khó khăn, nhưng là nhiệm vụ rất cần thiết. Ngoài khó khăn do phụ tải điện luôn biến động trong quá trình sản xuất, phụ thuộc vào quy trình sản xuất, trình độ khoa học kỹ thuật, trình độ tay nghề công nhân... còn có khó khăn do các yếu tố chủ quan trong quá trình làm công tác thống kê và đánh giá. Việc xác định chính xác phụ tải điện là cơ sở khoa học để làm căn cứ trong việc lựa chọn thiết bị điện, thiết bị cung cấp điện. *Giá trị công suất xác định được từ các phép tính toán phụ tải gọi là **phụ tải tính toán***. Nếu phụ tải tính toán nhỏ hơn phụ tải thực tế, dẫn đến việc các thiết bị điện được chọn phải làm việc quá tải, gây giảm tuổi thọ hoặc gây ra các sự cố cháy nổ. Nếu phụ tải tính toán lớn hơn phụ tải thực tế sẽ gây lãng phí về mặt kinh tế.

Nhiều công trình nghiên cứu nhằm đưa ra các phương pháp xác định phụ tải tính toán sao cho gần chính xác nhất với phụ tải thực tế nhưng chủ yếu vẫn là 2 nhóm phương pháp tính toán phụ tải như sau:

- Nhóm các phương pháp dựa trên kinh nghiệm thiết kế, vận hành và được tổng kết lại bằng các hệ số tính toán. Ưu điểm của phương pháp này là tính toán thuận lợi, nhanh chóng đạt kết quả, nhưng thường cho kết quả kém chính xác. Nhóm này có các phương pháp sau:

- Phương pháp tính theo hệ số yêu cầu kinh tế.
- Phương pháp tính theo công suất tiêu hao điện năng cho một đơn vị sản phẩm.
- Phương pháp tính theo suất phụ tải trên một đơn vị diện tích sản xuất.

- Nhóm các phương pháp dựa trên cơ sở của lý thuyết xác suất thống kê toán học. Đặc điểm phương pháp này là tính toán phức tạp nhưng cho kết quả khá chính xác. Nhóm này gồm:

- Phương pháp tính theo công suất trung bình và hệ số hình dáng của đồ thị phụ tải.
- Phương pháp tính theo công suất trung bình và phương sai của phụ tải tính toán (phương pháp thống kê toán).
- Phương pháp tính theo công suất trung bình và hệ số cực đại (tính số thiết bị hiệu quả).

2 CÁC ĐẠI LƯỢNG CƠ BẢN, CÁC ĐẶC TRƯNG VÀ CÁC HỆ SỐ TÍNH TOÁN

2.1. Các đại lượng cơ bản

a) Công suất định mức

Công suất định mức của một thiết bị tiêu thụ điện là công suất ghi trên nhãn máy hoặc trong bảng lý lịch máy. Đối với động cơ điện, công suất định mức ghi trên nhãn máy chính là công suất trên trục động cơ. Về mặt cung cấp điện, chỉ quan tâm đến công suất đầu vào của động cơ gọi là công suất đặt và được tính như sau:

$$P_d = \frac{P_{dm}}{\eta} \quad (2.1)$$

Trong đó:

P_d : Công suất đặt động cơ (công suất điện đầu vào), KW

P_{dm} : Công suất định mức động cơ, KW

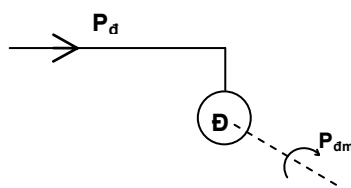
η : Hiệu suất định mức động cơ.

Thông thường $\eta = 0,8 \div 0,95$ (đối với động cơ không đồng bộ không tải), để đơn giản tính toán, lấy $P_d = P_{dm}$

b) Công suất đặt

- **Thiết bị chiếu sáng:** Công suất đặt là công suất tương ứng với số ghi trên đế hay ở bầu đèn, đây chính là công suất tiêu thụ của đèn khi điện áp mạng là định mức.

- **Động cơ điện:** Các động cơ làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại như cầu trục, máy nâng hạ. Công suất định mức sử dụng khi tính toán phải được qui đổi về công suất định mức trong chế độ làm việc dài hạn với hệ số tiếp điện $\varepsilon\% = 100\%$.



Hình 2.1. Mô hình quan hệ giữa công suất đặt với công suất định mức động cơ

Trong những trường hợp không đòi hỏi tính toán chính xác, có thể xấp xỉ công suất đặt với công suất định mức động cơ theo biểu thức:

$$P_d \approx P = P_{dm} = P_{dm} \sqrt{\varepsilon_{dm}} \quad (2.2)$$

- **Máy biến áp hàn:** Chế độ làm việc của máy biến áp hàn là chế độ làm việc ngắn hạn lặp lại cho nên phải qui đổi công suất của máy biến áp về chế độ làm việc dài hạn (tức phải qui về chế độ làm việc có hệ số tiếp điện tương đối) trước khi tính toán.

$$P_d = S_{dm} \cos \varphi_{dm} \sqrt{\varepsilon_{dm}} \quad (2.3)$$

- **Máy biến áp lò điện:** Công suất của máy biến áp lò điện tính bởi công thức:

$$P_d = S_{dm} \cos \varphi_{dm} \quad (2.4)$$

Trong đó các thông số S_{dm} , $\cos \varphi_{dm}$, ε_{dm} được cho trong lý lịch máy.

c) Điện áp định mức

Điện áp định mức (U_{dm}) của phụ tải phải phù hợp với điện áp của lưới điện. Trong xí nghiệp có nhiều thiết bị khác nhau nên lưới điện cũng có nhiều cấp điện áp định mức tương ứng.

- **Điện áp một pha:** 12V, 3V sử dụng cho mạng chiếu sáng cục bộ hoặc các nơi nguy hiểm.

- **Điện áp ba pha:** 127/220V, 220/380V, 380/660V cung cấp cho phần lớn các thiết bị của xí nghiệp (cấp 220/380V là cấp được dùng phổ biến nhất).

- **Cấp 0,4 kV, 15 kV:** Dùng cung cấp cho các lò nung; các động cơ công suất lớn. Ngoài ra còn có cấp 35kV, 110kV dùng để truyền tải hoặc cung cấp điện cho các thiết bị đặc biệt (công suất cực lớn). Với thiết bị chiếu sáng yêu cầu chặt chẽ hơn nên để thích ứng với việc sử dụng ở các vị trí khác nhau trong lưới. Thiết bị chiếu sáng thường được thiết kế nhiều loại khác nhau trong cùng một cấp điện áp định mức. Ví dụ ở mạng 110V có các loại bóng đèn 100, 110, 115, 120, 127V.

d) Tần số định mức

Do quy trình công nghệ và sự đa dạng của thiết bị trong xí nghiệp sử dụng dòng điện với nhiều tần số khác nhau từ $f = 0\text{Hz}$ (thiết bị một chiều) đến các thiết bị có tần số hàng triệu Hz (thiết bị cao tần). Tuy nhiên hầu hết các loại thiết bị đều nhận điện từ lưới điện có tần số công nghiệp định mức (50 hoặc 60Hz), do vậy, cần phải có quá trình biến đổi tần số công nghiệp thành các tần số thích hợp với thiết bị thông qua các *máy biến tần*.

Trong trường hợp các động cơ thiết kế ở tần số định mức 60Hz khi sử dụng ở lưới có tần số định mức 50Hz vẫn có thể chấp nhận được với điều kiện điện áp cấp cho động cơ phải giảm đi theo tỷ lệ của tần số (ví dụ như động cơ có tần số định mức 60Hz muốn làm việc ở lưới có tần số 50Hz thì điện áp trước đó của nó phải là $450 \div 460\text{V}$).

2.2. Các đặc trưng của phụ tải

Mỗi phụ tải có các đặc trưng và các chỉ tiêu xác định điều kiện làm việc cụ thể mà khi thiết kế cung cấp điện cần phải được tính toán sao cho phù hợp. Có các đặc trưng sau:

a) Phụ tải trung bình (Average Load)

Phụ tải trung bình là *đặc trưng tĩnh* của phụ tải trong một khoảng thời gian nào đó. Phụ tải trung bình giúp đánh giá được giới hạn dưới của phụ tải và mức độ sử dụng của thiết bị.

Đối với một phụ tải

$$P_{tb} = \frac{\int_0^t P dt}{t} \quad (2.5)$$

$$Q_{tb} = \frac{\int_0^t Q dt}{t} \quad (2.6)$$

hoặc

$$P_{tb} = \frac{A_p}{t} \quad (2.7)$$

$$Q_{tb} = \frac{A_q}{t} \quad (2.8)$$

Trong đó

P : Công suất tác dụng của phụ tải, KW

Q : Công suất phản kháng của phụ tải, KVA

A_p : Điện năng tác dụng tiêu thụ trong khoảng thời gian khảo sát, KWh.

A_q : Điện năng phản kháng tiêu thụ trong khoảng thời gian khảo sát, KVAh

t : Thời gian khảo sát, h

Đối với một nhóm phụ tải

$$P_{tb} = \sum_{i=1}^n P_{tbi} \quad (2.9)$$

$$Q_{tb} = \sum_{i=1}^n Q_{tbi} \quad (2.10)$$

Trong đó

P_{tbi} : Công suất tác dụng của phụ tải thứ i , KW

Q_{tbi} : Công suất phản kháng của phụ tải thứ i , KVA

Phụ tải trung bình tính theo dòng điện

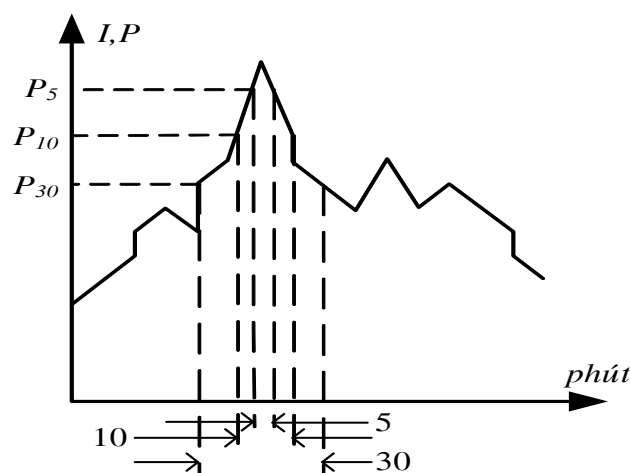
$$I_{tb} = \frac{\sqrt{P_{tb}^2 + Q_{tb}^2}}{\sqrt{3}U_{dm}} \quad (2.11)$$

Với U_{dm} là điện áp dây định mức của mạng điện, V

b) Phụ tải cực đại (Maximum Load)

Phụ tải cực đại là *phụ tải trung bình lớn nhất* được tính trong khoảng thời gian tương đối ngắn 5, 10, 30 phút, thông thường là 30 phút (như hình 2.2).

Đôi khi sử dụng phụ tải cực đại tính tổn thất công suất lớn nhất, lựa chọn thiết bị điện, dây dẫn, dây cáp theo mật độ dòng điện kinh tế.



Hình 2.2. Phụ tải cực đại

c) Phụ tải đỉnh nhọn (Peak Load)

Phụ tải đỉnh nhọn là phụ tải cực đại trong khoảng thời gian rất ngắn từ 1 ÷ 2 giây. Phụ tải đỉnh nhọn được sử dụng để kiểm tra độ dao động điện áp, điều kiện khởi động của động cơ, kiểm tra điều kiện làm việc của cầu chì, tính toán dòng điện khởi động rơle bảo vệ. Phụ tải đỉnh nhọn xuất hiện khi động cơ có công suất lớn khởi động.

Ngoài việc quan tâm đến trị số của phụ tải đỉnh nhọn còn phải quan tâm đến tần số xuất hiện loại phụ tải này. Số lần xuất hiện phụ tải đỉnh nhọn càng nhiều đồng nghĩa với sự làm việc không bình thường của các thiết bị dùng điện khác trong cùng mạng điện gia tăng.

d) Phụ tải tính toán

Phụ tải tính toán là phụ tải được giả thiết lâu dài không đổi, giống phụ tải thực tế (biến thiên) về mặt hiệu ứng nhiệt lớn nhất. Phụ tải tính toán làm nóng dây dẫn đến nhiệt độ bằng nhiệt độ lớn nhất do phụ tải thực tế gây ra. Lựa chọn các thiết bị điện theo phụ tải tính toán có thể đảm bảo an toàn cho các thiết bị trong các điều kiện vận hành. Quan hệ giữa phụ tải tính toán và phụ tải khác được thể hiện qua bất đẳng thức:

$$P_{tb} \leq P_{tt} \leq P_{max} \quad (2.12)$$

Hầu hết thời gian phát nóng của các vật liệu dẫn điện đặt trong không khí hay dưới đất đều dao động quanh trị số 30 phút một cách ngẫu nhiên. Do đó trị số phụ tải trung bình lớn nhất trong khoảng 30 phút được sử dụng làm phụ tải tính toán.

2.3. Các hệ số tính toán

a) Hệ số sử dụng

Hệ số sử dụng thiết bị là tỷ số giữa phụ tải tác dụng trung bình với công suất định mức (công suất đặt) của thiết bị.

- Hệ số sử dụng của một thiết bị:

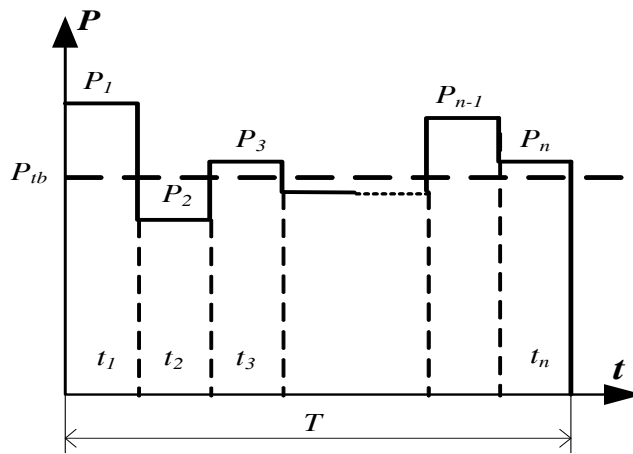
$$k_{sd} = \frac{P_{tb}}{P_{dm}} \quad (2.13)$$

- Hệ số sử dụng của nhóm thiết bị:

$$k_{sd} = \frac{P_{tb}}{P_{dm}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{tbi}}{\sum_{i=1}^n P_{dmi}} \quad (2.14)$$

Phụ tải trung bình với ca sản xuất có phụ tải lớn nhất trong ba ca làm việc. Nếu đồ thị phụ tải tổng quát như hình 2.3, hệ số sử dụng được tính theo công thức:

$$k_{sd} = \frac{P_{tb1} + P_{tb2} + \dots + P_{tbn}}{P_{dm1} + P_{dm2} + \dots + P_{dmn}} \quad (2.15)$$



Hình 2.3. Đồ thị phụ tải tổng quát

Hệ số sử dụng cho biết mức độ sử dụng, khai thác công suất của thiết bị điện trong một chu kỳ làm việc.

b) Hệ số phụ tải

Hệ số phụ tải hay *hệ số mang tải* là tỷ số giữa phụ tải thực tế tiêu thụ và công suất định mức của thiết bị. Phụ tải thực tế (P_t) là phụ tải được xét trong khoảng thời gian nào đó và là phụ tải trung bình trong khoảng thời gian đó.

$$k_{pt} = \frac{P_t}{P_{dm}} \quad (2.16)$$

hoặc

$$k_{pt} = \frac{P_{tb}}{P_{dm}} \quad (2.17)$$

c) Hệ số cực đại

Hệ số cực đại được tính với ca sản xuất có phụ tải lớn nhất. Hệ số cực đại k_{max} phụ thuộc vào số thiết bị sử dụng hiệu quả n_{hq} , hệ số sử dụng k_{sd} và các yếu tố đặc trưng khác. Do đó k_{max} là một hàm phức tạp. Hệ số cực đại k_{max} thường tính theo đường cong $k_{max} = f(k_{sd}, n_{hq})$ hoặc tra trong sổ tay kỹ thuật.

d) Hệ số nhu cầu

Hệ số nhu cầu là tỷ số giữa công suất tính toán hoặc công suất tiêu thụ và công suất đặt của nhóm hộ tiêu thụ.

$$k_{nc} = \frac{P_{tt}}{P_{dm}} = k_{max} k_{sd} \quad (2.18)$$

k_{nc} tính cho phụ tải tác dụng. Đối với hệ thống chiếu sáng thì hệ số nhu cầu $k_{nc} = 0.8$.

e) Số thiết bị sử dụng hiệu quả

Giả thiết một nhóm thiết bị có công suất định mức và chế độ làm việc khác nhau. Gọi n_{hq} là số thiết bị tiêu thụ điện năng hiệu quả của nhóm thiết bị. Đây là một số quy đổi gồm có n thiết bị có công suất định mức và chế độ làm việc như nhau. Phụ tải tính toán bằng phụ tải tiêu thụ thực của n thiết bị tiêu thụ. Số thiết bị sử dụng hiệu quả n_{hq} được tính như sau:

$$n_{hq} = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n_1} P_{dmi} \right)^2}{\sum_{i=1}^n (P_{dmi})^2} \quad (2.19)$$

Khi số thiết bị dùng điện trong một nhóm lớn hơn 5 ($n > 5$), n_{hq} tính theo công thức trên khá phức tạp. Thực tế n_{hq} được tra trong sổ tay kỹ thuật hoặc đường cong tính toán cho trước.

Số thiết bị sử dụng hiệu quả n_{hq} còn có thể tính theo các bước sau:

Bước 1: Xác định số thiết bị n và tổng công suất định mức của n thiết bị.

Bước 2: Tính số thiết bị quy đổi và công suất quy đổi về cùng chế độ làm việc.

$$n_* = \frac{n_1}{n} \quad (2.20)$$

$$p_* = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} P_{dmn1}}{\sum_{i=1}^n P_{dmn}} \quad (2.21)$$

Trong đó

n_1 : Số thiết bị có công suất lớn nhất trong nhóm và không nhỏ hơn một nửa công suất của thiết bị có công suất lớn nhất.

n : Tổng số thiết bị trong nhóm.

$\sum_{i=1}^{n_1} P_{dmn1}$: Tổng công suất của n_1 thiết bị.

$\sum_{i=1}^n P_{dmn}$: Tổng công suất của n thiết bị.

Sau khi tính n^* và p^* tra đồ thị hoặc dùng bảng tìm được số thiết bị hiệu quả quy đổi n_{hq}^* . Số thiết bị hiệu quả n_{hq} được tính như sau:

$$n_{hq} = n_{hq}^* n \quad (2.22)$$

Ví dụ 1: Xác định số động cơ sử dụng hiệu quả của nhóm động cơ cho trong bảng sau:

Động cơ	Công suất, KW
Động cơ 1	10
Động cơ 2	7.5
Động cơ 3	4.5
Động cơ 4	2.8
Động cơ 5	1

Giải

Số thiết bị sử dụng $n = 5$

Tổng công suất của nhóm thiết bị

$$\sum_{i=1}^n p_{dmn} = 10 + 7,5 + 4,5 + 2,8 + 1 = 25,8 \text{ KW}$$

Số động cơ có công suất không nhỏ hơn một nửa công suất của động cơ có công suất lớn nhất $n_1 = 2$. Số thiết bị và công suất quy đổi được tính như sau:

$$n_* = \frac{n_1}{n} = \frac{2}{5} = 0,4$$

$$p_* = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} p_{dmn1}}{\sum_{i=1}^n p_{dmn}} = \frac{17,5}{25,8} = 0,678 = 0,7$$

Tra bảng tìm được $n_{hq}^* = 0,69$

Số thiết bị sử dụng hiệu quả: $n_{hq} = n_{hq}^* n = 0,69 \times 5 = 3,45 \approx 3$

3 ĐỒ THỊ PHỤ TẢI

3.1. Định nghĩa

Do phụ tải điện là một hàm nhiều biến thay đổi theo thời gian nên ***hình ảnh thiết lập trên đồ thị biểu diễn mối quan hệ (hay sự biến thiên) của phụ tải theo thời gian được gọi là đồ thị phụ tải.*** Trong đó trục tung của đồ thị là trục biểu diễn các giá trị công suất (công suất tác dụng, công suất phản kháng, công suất biểu kiến), trục hoành là trục thời gian.

Khi thiết kế cung cấp điện, nếu biết ***đồ thị phụ tải điển hình*** của xí nghiệp sẽ có căn cứ lựa chọn thiết bị điện, tính điện năng tiêu thụ của phụ tải trong khoảng thời gian nào đó. Khi vận hành, nếu biết đồ thị phụ tải xí nghiệp sẽ dễ dàng hoạch định ra phương thức vận hành hợp lý và kinh tế các phụ tải điện.

Do vậy, đồ thị phụ tải đặc trưng cho sự tiêu dùng năng lượng điện của từng thiết bị điện riêng lẻ, của một nhóm thiết bị, của một phân xưởng hoặc của toàn bộ xí nghiệp, nó là

những dữ liệu vô cùng quan trọng phục vụ trong công tác thiết kế cũng như trong vận hành hệ thống điện xí nghiệp.

3.2. Phân loại

Tùy vào các hình thức thiết lập mối quan hệ mà có nhiều cách phân loại các dạng đồ thị phụ tải điện như sau:

Theo đại lượng đo:

- Đồ thị phụ tải công suất tác dụng, $P(t)$
- Đồ thị phụ tải công suất phản kháng, $Q(t)$
- Đồ thị phụ tải điện năng, $A(t)$
- Đồ thị phụ tải dòng điện, $I(t)$

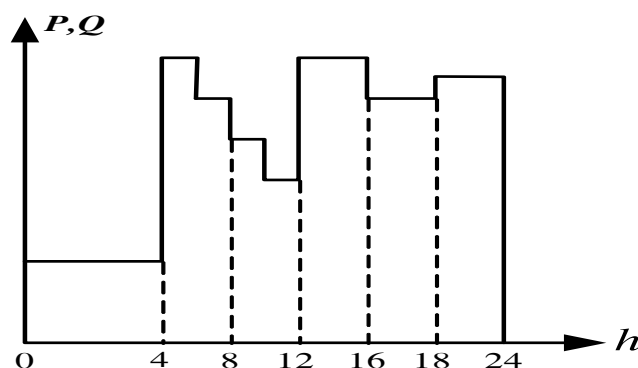
Theo thời gian khảo sát:

- Đồ thị phụ tải hàng ngày (24 giờ).
- Đồ thị phụ tải tháng (30 hoặc 31 ngày).
- Đồ thị phụ tải năm (365 ngày hoặc 8760 giờ)

Quy ước: Khi biểu diễn đồ thị phụ tải của các thiết bị riêng lẻ, dùng các ký hiệu: $p(t)$, $q(t)$, $i(t)$... khi biểu diễn đồ thị phụ tải của một nhóm thiết bị, dùng các ký hiệu: $P(t)$, $Q(t)$, $I(t)$...

a) Đồ thị phụ tải ngày (Daily Load Curve)

Là đồ thị phụ tải của một nhóm thiết bị, một phân xưởng hoặc của cả xí nghiệp, được khảo sát với chu kỳ thời gian là trong một ngày đêm (24 giờ), và được xác định bằng 2 cách: hoặc có thể sử dụng thiết bị đo chuyên dùng tự động ghi và vẽ trực tiếp đồ thị phụ tải, hoặc có thể do các nhân viên trực ghi lại trị số phụ tải sau những giờ nhất định. Tuy nhiên, để dễ dàng trong tính toán, người ta thường biểu diễn đồ thị phụ tải theo dạng *bậc thang*, trong đó giá trị được ghi lại là *giá trị trung bình của phụ tải* trong những khoảng thời gian nhất định, như hình 2.4.



Hình 2.4. Đồ thị phụ tải ngày

Việc nghiên cứu đồ thị phụ tải ngày của một phân xưởng, một xí nghiệp giúp ta nhận biết và đánh giá được tình trạng làm việc của thiết bị, của các phân xưởng hoặc cả xí nghiệp để từ đó có thể sắp xếp lại quy trình vận hành hợp lý hơn nhằm mục đích có được hình dáng của đồ thị phụ tải càng “bằng phẳng” càng tốt, vì điều này đồng nghĩa với việc giảm được

các tổn thất điện năng. Đồ thị phụ tải ngày còn là căn cứ quan trọng để lựa chọn thiết bị điện, tính toán điện năng tiêu thụ.

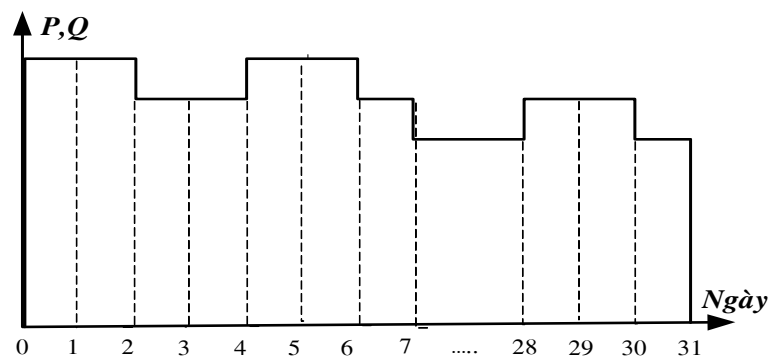
Một số thông số đặc trưng của đồ thị phụ tải ngày:

- Phụ tải cực đại: P_{max}, Q_{max}
- Hệ số công suất cực đại: $\cos \varphi_{max}$ tương ứng có: $\tan \varphi_{max} = Q_{max} / P_{max}$
- Điện năng tác dụng và phản kháng trong 1 ngày đêm: $A [kWh]; Ar [kVArh]$.
- Hệ số công suất trung bình: $\cos \varphi_{tb}$, tương ứng có: $\tan \varphi_{tb} = Ar/A$
- Hệ số điền kín của đồ thị phụ tải ngày: $K_{dk} = \frac{A}{24.P_{max}}, K_{dkr} = \frac{Ar}{24.Q_{max}}$

b) Đồ thị phụ tải tháng (Monthly Load Curve)

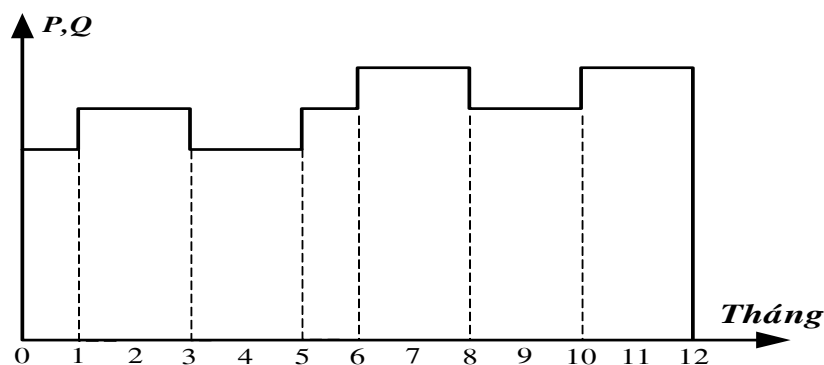
Có 2 dạng biểu diễn đồ thị phụ tải tháng

- Đồ thị phụ tải tháng được xây dựng theo *phụ tải trung bình của các ngày trong tháng* (hình 2.5). Nghiên cứu đồ thị phụ tải tháng dạng này giúp ta biết được nhịp độ sản xuất trong từng tháng của xí nghiệp. Từ đó có thể đề ra lịch vận hành bảo trì sửa chữa các thiết bị điện một cách hợp lý nhất, nhằm đáp ứng các yêu cầu vận hành theo thực tế.



Hình 2.5. Đồ thị phụ tải tháng theo giá trị trung bình các ngày trong tháng

- Đồ thị phụ tải tháng được xây dựng theo *phụ tải trung bình của 12 tháng trong năm* (hình 2.6). Vì vậy dạng đồ thị này còn được gọi là *đồ thị phụ tải năm theo phụ tải trung bình từng tháng*.



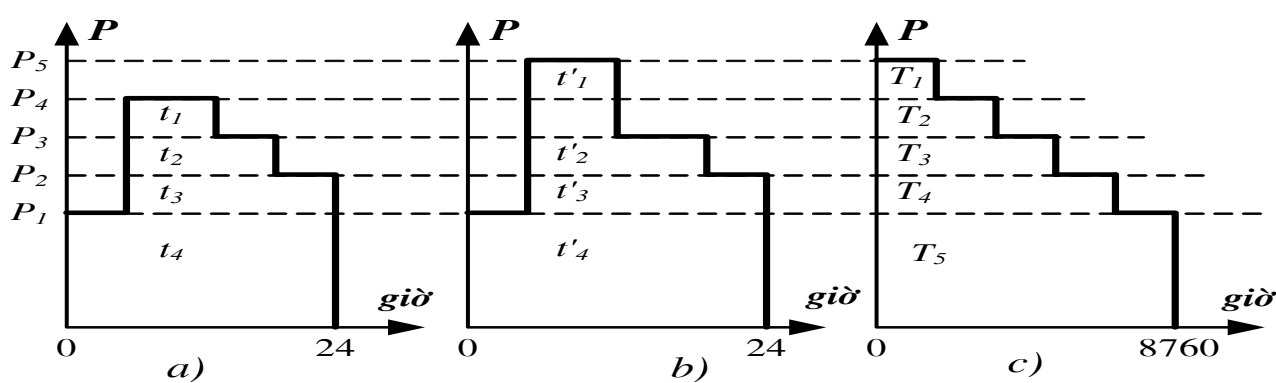
Hình 2.6. Đồ thị phụ tải tháng (trong 1 năm) /ĐT phụ tải năm theo phụ tải trung bình tháng

Việc xây dựng đồ thị phụ tải 12 tháng trong năm giúp chúng ta có một cái nhìn tổng quát tình hình hoạt động của phụ tải trong cả một năm. Chẳng hạn, trên đồ thị hình 2.6, cho thấy phụ tải xí nghiệp trong khoảng thời gian tháng 4 và tháng 5 là nhỏ nhất nên có những tiến hành sửa chữa vừa và lớn. Ở các tháng cuối năm, phụ tải xí nghiệp thường lớn nhất, do đó chỉ nên có kế hoạch sửa chữa nhỏ như bảo dưỡng, thay thế thiết bị điện hư hỏng.

c) Đồ thị phụ tải năm (Annual Load Curve)

Đồ thị phụ tải năm có thể xây dựng theo dạng bậc thang dựa theo các ngày điển hình hoặc theo phụ tải cực đại hàng tháng hoặc theo phụ tải trung bình từng tháng như đã trình bày.

- Đồ thị phụ tải năm dạng bậc thang được xây dựng trên cơ sở đồ thị phụ tải ngày điển hình (thường chọn một ngày điển hình mùa hè và một ngày điển hình mùa đông). Phương pháp xây dựng đồ thị phụ tải năm dạng bậc thang như trên hình 2.7 sau đây:



Hình 2.7. Đồ thị phụ tải năm dạng bậc thang

Hình 2.7a biểu diễn phụ tải ngày mùa hè điển hình. Hình 2.7b biểu diễn phụ tải ngày mùa đông điển hình. Hình 2.7c là phụ tải năm dạng bậc thang tính theo hình 2.7a và 2.7b.

Đối với đồ thị phụ tải năm dạng bậc thang, giá trị trên trục tung (công suất) được chiếu ngang từ đồ thị phụ tải ngày điển hình, giá trị trên trục hoành là tổng thời gian tương ứng.

Ví dụ mùa hè kéo dài 180 ngày, mùa đông 185 ngày:

$$T_1 = 185t'_1$$

$$T_2 = 180t_1 + 185t'_1$$

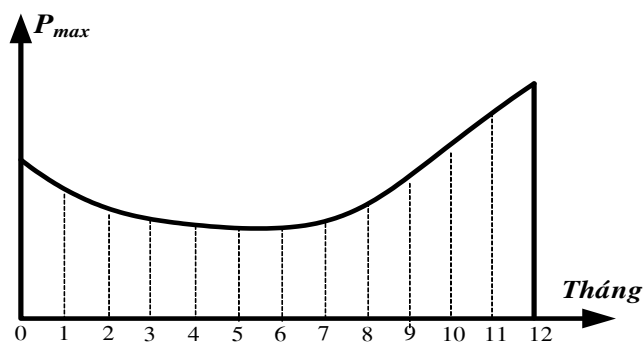
$$T_3 = 180t_2 + 185t'_2$$

$$T_4 = 180t_3 + 185t'_3$$

$$T_5 = 180t_4 + 185t'_4 = 8760 \text{ giờ}$$

Đồ thị phụ tải năm dạng bậc thang cho phép xác định chi phí nguyên liệu hằng năm và hệ số sử dụng công suất đặt.

- Đồ thị phụ tải hàng năm theo phụ tải cực đại hàng tháng được xây dựng như hình 2.8.



Hình 2.8. Đồ thị phụ tải năm tính theo phụ tải cực đại hàng tháng

Các thông số đặc trưng của đồ thị phụ tải năm:

- Điện năng tác dụng và phản kháng tiêu thụ trong một năm: $A[kWh/năm]$, $A_r[kVArh/năm]$
(Điện năng được xác định bằng diện tích hình thang cong (hoặc hình bậc thang) giới hạn bởi đường biểu diễn đồ thị phụ tải và trục thời gian).

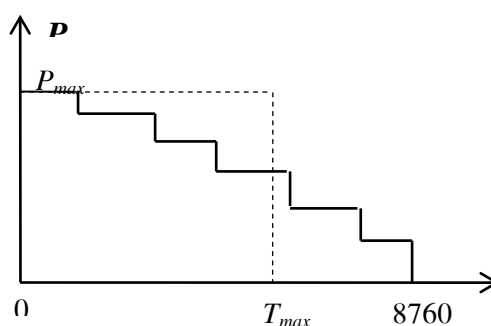
- Thời gian sử dụng công suất cực đại: $T_{max} = \frac{A}{P_{max}}$, $T_{max r} = \frac{A_r}{Q_{max}}$

- Hệ số công suất trung bình: $\cos \varphi_{tb}$, tương ứng có: $\tan \varphi_{tb} = \frac{A_r}{A}$

- Hệ số điền kín đồ thị phụ tải năm: $K_{dk} = \frac{A}{8760 \times P_{max}} = \frac{T_{max}}{8760}$, $K_{dkr} = \frac{A_r}{8760 \times Q_{max}} = \frac{T_{max r}}{8760}$

* **Khái niệm về T_{max} và τ :**

Định nghĩa T_{max} : Với giả thiết phụ tải luôn sử dụng công suất cực đại thì T_{max} là thời gian cần thiết để phụ tải tiêu thụ lượng điện năng bằng đúng lượng điện năng mà phụ tải đó tiêu thụ trong thực tế (biến thiên) một năm. T_{max} được gọi là thời gian sử dụng công suất lớn nhất (của phụ tải trên lý thuyết).



Hình 2.9. Minh họa giá trị T_{max} trên đồ thị phụ tải

- T_{max} ứng với mỗi phụ tải khác nhau sẽ có giá trị khác nhau.

- Trị số T_{max} được tra bảng và thường được định nghĩa theo P và Q hai thông số này thường không trùng nhau.

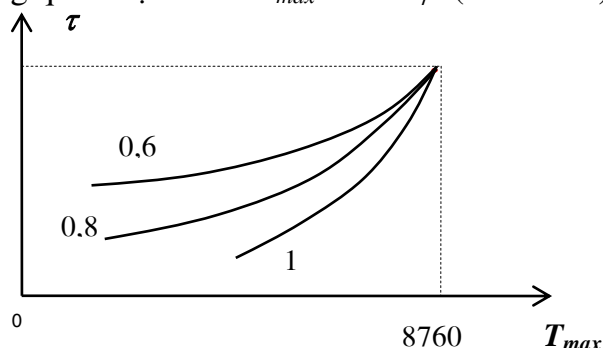
- Qua thống kê có thể đưa ra T_{max} điển hình của một số xí nghiệp.

- T_{max} càng lớn, đồ thị phụ tải càng “bằng phẳng”.

- T_{max} càng nhỏ, đồ thị phụ tải càng “gồ ghề” (tức ít “bằng phẳng” hơn).

Định nghĩa τ : Giả thiết phụ tải luôn vận hành với tổn thất công suất lớn nhất thì τ là thời gian cần thiết để gây ra một lượng điện năng tổn thất bằng lượng điện năng tổn thất do phụ tải thực tế gây ra trong một năm. τ được gọi là thời gian chịu tổn thất công suất lớn nhất của phụ tải.

τ và T_{max} có quan hệ rất mật thiết với nhau nhưng thường không bằng nhau, và cũng không tỷ lệ tuyến tính vì tổn thất ΔP không chỉ xuất hiện lúc có tải, mà ngay cả lúc không tải. Người ta thường xây dựng quan hệ τ theo T_{max} và $\cos\varphi$ (hình 2.10)



Hình 2.10. Đồ thị biểu diễn quan hệ τ theo T_{max} và $\cos\varphi$

4 PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN PHỤ TẢI

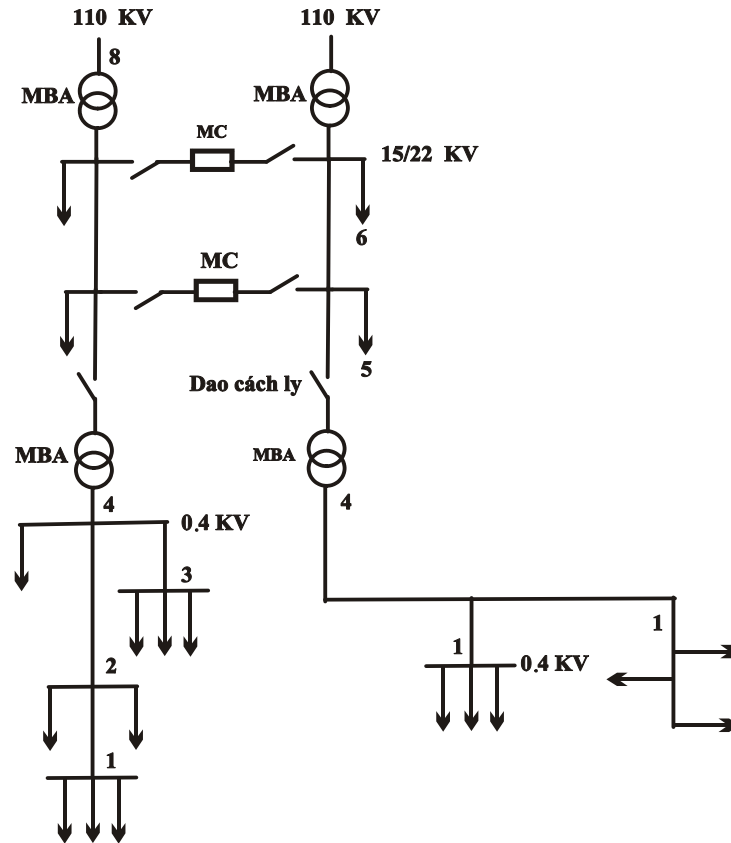
4.1. Khái niệm

Như trên đã đề cập, có nhiều phương pháp xác định phụ tải tính toán. Những phương pháp tính toán đơn giản, thuận tiện nhưng kết quả thì không chính xác, còn các phương pháp cho kết quả tính toán chính xác thì quá trình tính toán hết sức phức tạp. Tuy vậy, tùy theo yêu cầu thiết kế cụ thể mà cần chọn phương pháp tính toán thích hợp. Trong thiết kế cung cấp điện cho xí nghiệp công nghiệp, cần thiết phải chia ra hai giai đoạn sau:

- *Giai đoạn làm nhiệm vụ thiết kế (thiết kế kỹ thuật):* Phát thảo phụ tải điện và tính toán sơ bộ một cách gần đúng phụ tải trên cơ sở tổng công suất đã biết của các hộ tiêu thụ.
- *Giai đoạn thiết kế thi công:* Tiến hành các phép tính toán chính xác phụ tải điện dựa vào các số liệu cụ thể, hộ tiêu thụ, phân xưởng.

Đối với một hệ thống cung cấp điện cụ thể, ngoài việc tính toán chính xác phụ tải điện các cấp điện áp của hệ thống, cần phải tính đến tổn thất công suất của các cấp điện áp trong hệ thống điện. Tổn thất công suất chủ yếu xảy ra trong máy biến áp và dây dẫn.

Phụ tải của hệ thống cung cấp điện được tính từ thiết bị dùng điện tính ngược về nguồn, tiến hành tính toán từ cấp điện áp thấp nhất đến cấp điện áp cao nhất của hệ thống cung cấp điện.



Hình 2.11. Sơ đồ cung cấp điện xí nghiệp tổng quát

Mục đích tính toán phụ tải điện nhằm để:

- Chọn tiết diện dây dẫn lưới cung cấp và phân phối.
- Chọn số lượng và công suất máy biến áp của trạm biến áp.
- Chọn thiết diện thanh dẫn của trạm phân phối.
- Chọn các thiết bị chuyển mạch và bảo vệ.

4.2. Các phương pháp tính toán phụ tải

a) Công suất đặt và hệ số nhu cầu

$$P_{tt} = k_{nc} \sum_{i=1}^n P_{đi} \quad (2.23)$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \tan \varphi \quad (2.24)$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \frac{P_{tt}}{\cos \varphi} \quad (2.25)$$

Một cách gần đúng, $P_d = P_{đm}$ thì

$$P_{tt} = k_{nc} \sum_{i=1}^n P_{đmi} \quad (2.26)$$

Trong đó

$P_{đi}$: Công suất đặt của thiết bị thứ i, KW

$P_{đmi}$: Công suất định mức thiết bị thứ i, KW

P_{tt} , Q_{tt} , S_{tt} : Công suất tác dụng tính toán, phản kháng tính toán, biểu kiến tính toán của nhóm thiết bị, KW, KVAR, KVA

k_{nc} : Hệ số nhu cầu của nhóm thiết bị tiêu thụ, tra sổ tay.

Nếu hệ số công suất của các thiết bị trong nhóm không giống nhau thì phải tính hệ số công suất trung bình.

$$\cos\varphi_{tb} = \frac{P_1 \cos\varphi_1 + P_2 \cos\varphi_2 + \dots + P_n \cos\varphi_n}{P_1 + P_2 + \dots + P_n} \quad (2.27)$$

Phụ tải tính toán tại các điểm nút của hệ thống cung cấp điện được xác định bằng tổng phụ tải tính toán các nhóm thiết bị nối đến nút này.

$$S_{tt} = k_{dt} \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n P_{tti}\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n Q_{tti}\right)^2} \quad (2.28)$$

với

$\sum_{i=1}^n P_{tti}$: Tổng phụ tải tác dụng tính toán của các nhóm thiết bị và được xác định như:

$$P_{tt} = k_{nc} \sum_{i=1}^n P_{di}, \text{ KW} \quad (2.29)$$

$\sum_{i=1}^n Q_{tti}$: Tổng phụ tải phản kháng tính toán của các nhóm thiết bị và được xác định như:

$$Q_{tt} = P_{tt} \tan\varphi, \text{ KVAR} \quad (2.30)$$

k_{dt} : Hệ số làm việc đồng thời của các nhóm thiết bị, $k_{dt} = 0,85 \div 1$

Phụ tải tính toán tính theo hệ số nhu cầu có các ưu nhược điểm sau:

- **Ưu điểm:** Đơn giản, tính toán thuận tiện, được sử dụng rộng rãi.
- **Nhược điểm:** Độ chính xác không cao vì giá trị k_{nc} tra trong sổ tay là một giá trị cố định, mà $k_{nc} = k_{sd} k_{max}$ và k_{nc} phụ thuộc vào k_{max} và phụ thuộc vào quá trình sản xuất và số thiết bị trong nhóm máy, hai yếu tố này thường xuyên thay đổi, cho nên giá trị k_{nc} tra trong sổ tay không chính xác.

Ví dụ 2: Xác định phụ tải tính toán một phân xưởng sản xuất hóa chất có 4 nhóm máy móc chuyên dùng với các số liệu sau:

- Nhóm 1: Gồm 16 thiết bị vận chuyển có tổng công suất định mức 191,4KW, $k_{nc}=0,8$, $\cos\varphi=0,75$.
- Nhóm 2: Gồm 2 máy pha nguyên liệu có tổng công suất định mức 9KW, $k_{nc}=0,35$, $\cos\varphi=0,5$.
- Nhóm 3: Gồm 23 động cơ trộn có tổng công suất định mức 158,5KW, $k_{nc}=0,6$, $\cos\varphi=0,75$.
- Nhóm 4: Gồm 8 quạt gió có tổng công suất định mức 18KW, $k_{nc}=0,8$, $\cos\varphi=0,85$.

Giải

Nhóm 1: $P_{tt} = k_{nc}P_{dm} = 0,8.191,4 = 153,1 \text{ KW}$
 $Q_{tt} = P_{tt}\tan\varphi = 153,1.0,882 = 135 \text{ KVAR}$
 $S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{153,1^2 + 135^2} = 204,1 \text{ KVA}$

Nhóm 2: $P_{tt} = k_{nc}P_{dm} = 0,35.9 = 3,15 \text{ KW}$
 $Q_{tt} = P_{tt}\tan\varphi = 3,15.1,372 = 5,5 \text{ KVAR}$
 $S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{3,15^2 + 5,5^2} = 6,3 \text{ KVA}$

Nhóm 3: $P_{tt} = k_{nc}P_{dm} = 0,6.158,5 = 95,1 \text{ KW}$
 $Q_{tt} = P_{tt}\tan\varphi = 95,1.0,882 = 83,8 \text{ KVAR}$
 $S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{95,1^2 + 83,8^2} = 126,7 \text{ KVA}$

Nhóm 4: $P_{tt} = k_{nc}P_{dm} = 0,8.18 = 14,4 \text{ KW}$
 $Q_{tt} = P_{tt}\tan\varphi = 14,4.0,62 = 8,9 \text{ KVAR}$
 $S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{14,4^2 + 8,9^2} = 16,6 \text{ KVA}$

b) Suất phụ tải trên một đơn vị diện tích sản xuất

Phương pháp này cho kết quả gần đúng. Sử dụng tính phụ tải các phân xưởng có mật độ máy tương đối đều (phân xưởng dệt, gia công cơ khí,...)

$$P_{tt} = P_0 F, \text{ KW} \quad (2.32)$$

Trong đó

F : Diện tích sản xuất (diện tích đặt máy sản xuất) , m^2

P_0 : Suất phụ tải tính toán trên một đơn vị diện tích sản xuất là m^2 (KW/ m^2), giá trị P_0 tra trong sổ tay.

Ví dụ 3: Xác định phụ tải tính toán của phân xưởng gia công nguội nhà máy cơ khí chế tạo máy. Cho biết suất tiêu thụ phụ tải tính toán $S_0 = 0,3 \text{ KVA}/m^2$ và diện tích $F = 13000 m^2$.

Giải:

Phụ tải tính toán xác định bởi: $S_{tt} = S_0 F = 0,3.13000 = 3900 \text{ KVA}$

c) Suất tiêu hao điện năng trên một đơn vị sản phẩm

Phương pháp này sử dụng tính toán các thiết bị có đồ thị phụ tải biến thiên hoặc không biến thiên, (quạt gió, bơm nước, máy nén khí,...) khi đó phụ tải tính toán gần phụ tải trung bình, kết quả tương đối chính xác.

$$P_{tt} = \frac{MW_0}{T_{max}} \quad (2.33)$$

Với:

M : Số đơn vị sản phẩm sản xuất ra trong một năm

W_0 : Suất tiêu hao điện năng một đơn vị sản phẩm (KWh/sp)

$T_{\max}$: Thời gian sử dụng công suất lớn nhất, (h)

Ví dụ 4: Tính phụ tải tính toán của nhóm máy nén khí. Biết một năm nhóm máy này sản xuất được 312.10^6 m^3 khí nén. Điện năng tiêu thụ trên 10^3 m^3 khí nén là $W_0 = 100 \text{ KWh}/10^3 \text{ m}^3$. Thời gian sử dụng công suất lớn nhất là 7000 giờ.

Giải

$$P_{tt} = \frac{MW_0}{T_{\max}} = \frac{321.10^6.10^2}{7.10^3.10^3} = 4457 \text{ KW}$$

d) Số thiết bị hiệu quả (hệ số cực đại $k_{\max}$ và công suất trung bình P_{tb})

$$P_{tt} = k_{\max} P_{tb} \quad (2.34)$$

Mà: $P_{tb} = k_{sd} P_{dm}$, nên:

$$P_{tt} = k_{\max} k_{sd} P_{dm} = k_{nc} P_{dm} \quad (2.35)$$

Trong đó:

P_{tb} , P_{dm} : Công suất trung bình, công suất định mức, KW

$k_{\max}$, k_{sd} : Hệ số cực đại, hệ số sử dụng. k_{sd} tra sổ tay kỹ thuật

$k_{\max}$ được tính trong phụ tải cực đại

Đặc điểm của phương pháp tính số thiết bị hiệu quả:

- Kết quả tính toán khá chính xác.
- Khi tính toán có kể đến ảnh hưởng của số thiết bị trong đó.
- Khi tính toán có tính đến các chế độ làm việc khác nhau của thiết bị.
- Ảnh hưởng của số thiết bị có công suất lớn nhất đối với các thiết bị còn lại rất rõ rệt.

Một điều cần lưu ý khi sử dụng phương pháp tính toán này là:

- Khi $n \leq 3$ và $n_{hq} < 4$ thì P_{tt} được xác định như sau:

$$P_{tt} = \sum_{i=1}^n P_{dmi} \quad (2.36)$$

- Khi $n > 3$ và $n_{hq} < 4$ thì P_{tt} được xác định bởi:

$$P_{tt} = \sum_{i=1}^n k_{pti} P_{dmi} \quad (2.37)$$

Với k_{pti} là hệ số phụ tải từng máy. Nếu không có k_{pti} thì có thể chọn $k_{pti} = 0,9$ nếu thiết bị làm việc ở chế độ dài hạn, $k_{pti} = 0,75$ nếu thiết bị làm việc ở chế độ ngắn hạn hoặc ngắn hạn lặp lại. n_{hq} tính bằng cách tra bảng. Các thiết bị có đồ thị phụ tải tương đối bằng phẳng như máy bơm, nén khí, quạt gió, công suất tính toán xác định theo công thức (2.35)

Nếu trong mạng điện có các thiết bị một pha thì phải cố gắng phân phối đều các thiết bị trên mạng ba pha.

Ví dụ 5: Hãy xác định công suất tính toán của một phân xưởng cơ khí có các số liệu máy móc cho trong bảng sau:

Tên máy	Số lượng	$P_{dm} (KW)$	$\sum P_{dm} (KW)$	$\cos \varphi$
Máy tiện T630	4	10	40	0,7
Máy tiện C620	5	7	35	0,6
Máy tiện T616	4	4,5	18	0,65
Máy khoan đứng	5	2,8	14	0,5
Máy khoan bàn	20	1	20	0,5

Cho biết hệ số sử dụng chung các máy $k_{sd} = 0,1$

Giải:

Xác định n_1 và n_*

$$n_1 = 4 + 5 = 9$$

$$n_* = \frac{n_1}{n} = \frac{9}{38} = 0,23$$

Với: $p_1 = 40 + 35 = 75 \text{ KW}$

$$\sum p = 40 + 35 + 18 + 14 + 20 = 127 \text{ KW}$$

$$P_* = \frac{p_1}{\sum p} = \frac{75}{127} = 0,59$$

Tra bảng tìm được $n_{hq}^* = 0,54$

$$n_{hq} = n_{hq}^* n = 0,54.38 = 20,52$$

Nếu tính theo công thức

$$n_{hq} = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n_1} p_{dmi} \right)^2}{\sum_{i=1}^n (p_{dmi})^2} = \frac{(40 + 35 + 18 + 14 + 20)^2}{40.10^2 + 5.7^2 + 4.4,5^2 + 5.2,8^2 + 20.1^2} = \frac{128^2}{785,2} = 20,6$$

Với cách tính theo công thức thì kết quả gần giống như trên nhưng việc tính toán phức tạp hơn rất nhiều.

Tính công suất tính toán P_{tt}

$$P_{tt} = K_{\max} k_{sd} \sum_{i=1}^n P_{dm}$$

Từ $n_{hq} = 20,52$ và $k_{sd} = 0,1$, tính được $k_{\max} = 1,82$

Vậy: $P_{tt} = 1,82.0,1.127 = 23,1 \text{ KW}$

Vì $\cos \varphi$ của nhóm máy không giống nhau nên

$$\cos \varphi = \frac{P_1 \cos \varphi_1 + P_2 \cos \varphi_2 + \dots + P_n \cos \varphi_n}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

$$= \frac{40.0,7 + 32.0,6 + 18.0,65 + 14.0,5 + 20.0,5}{127} = 0,61$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \tan \varphi = 23,1 \cdot 1,299 = 30 \text{ KVAR}$$

$$S_{tt} = \frac{P_{tt}}{\cos \varphi} = \frac{23,1}{0,61} = 38,1 \text{ KVA}$$

e) Tính phụ tải đỉnh nhọn

Phụ tải đỉnh nhọn là phụ tải cực đại xuất hiện và kéo dài trong thời gian $1 \div 2$ giây. Phụ tải đỉnh nhọn thường biểu diễn ở dạng dòng điện đỉnh nhọn. Dòng điện đỉnh nhọn là cơ sở việc chọn các thiết bị bảo vệ (cầu chì, rơle,...), kiểm tra độ lệch điện áp. Ngoài việc quan tâm đến giá trị I_{dn} còn phải quan tâm đến tần số xuất hiện. Dòng điện đỉnh nhọn xuất hiện khi động cơ có công suất lớn khởi động, máy hàn làm việc, lò hồ quang,...

* Đối với một máy

$$I_{dn} = I_{mm} = k_{mm} I_{dm} \quad (2.38)$$

Với: k_{mm} là hệ số mở máy động cơ

Trường hợp không có số liệu thì k_{mm} có thể tham khảo các giá trị sau:

- Động cơ điện một chiều $k_{mm} = 2,5$
- Động cơ xoay chiều rotor lồng sóc $k_{mm} = 5 \div 7$
- Lò hồ quang điện, máy biến áp hàn $k_{mm} \geq 3$

* Đối với một nhóm máy

Dòng điện đỉnh nhọn chỉ xuất hiện khi động cơ có dòng điện khởi động lớn nhất trong nhóm máy khởi động và các động cơ khác đang làm việc bình thường.

$$I_{dn} = I_{mmax} + (I_{tt} - k_{sd} I_{dmmax*}) \quad (2.39)$$

Trong đó:

I_{mmax} : Dòng điện mở máy của động cơ có công suất lớn nhất và hệ số mở máy lớn nhất.

$$I_{mmax} = I_{dmmax} k_{mmax}$$

I_{tt} : Dòng điện tính toán cả nhóm máy

k_{sd} : Hệ số sử dụng của động cơ có dòng điện mở máy lớn nhất

I_{dmmax*} : Dòng điện định mức động cơ có dòng điện khởi động lớn nhất được qui đổi về chế độ làm việc liên tục.

$$I_{dmmax*} = I_{dmmax} \sqrt{\varepsilon_{td}}$$

Ví dụ 6: Tính dòng điện đỉnh nhọn trên đường dây cung cấp cho cầu trục có các thông số của các động cơ thành phần như sau:

Động cơ	P_{dm} KW	$\varepsilon\%$	$\cos \varphi$	k_{mm}
Nâng hàng	12	15	0,76	5,5
Xe con	4	15	0,72	2,5
Xe lớn	8	15	0,75	2,5

Biết cầu trục vận hành trong mạng điện có điện áp 380 V và các động cơ thành phần đều có cùng hệ số sử dụng là $k_{sd} = 0,1$

Giải:

Trong nhóm động cơ này động cơ nâng hàng có dòng mở máy lớn nhất

$$I_{mmax} = k_{mm} I_{dm} = 24.5,5 = 132A$$

Phụ tải tính toán nhóm động cơ quy đổi về chế độ làm việc dài hạn ($\varepsilon\% = 100$)

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

$$Q_{tt} = \sum_{i=1}^3 (P_{dmi} \sqrt{\varepsilon_{dmi}} \tan \varphi_i) = 12 \cdot \sqrt{0,15} \cdot 0,85 + 4 \cdot \sqrt{0,15} \cdot 1 + 8 \cdot \sqrt{0,15} \cdot 0,88 = 8,2KVAR$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \sqrt{9,3^2 + 8,2^2} = 12,4KVA$$

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3}U_{dm}} = \frac{12,4}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 18,8A$$

Dòng định mức động cơ nâng hàng quy đổi

$$I_{dmmax*} = I_{dmmax} \sqrt{\varepsilon_{dm}} = 24 \sqrt{0,15} = 9,3A$$

Dòng điện đỉnh nhọn trên đường dây

$$I_{dn} = I_{mmax} + (I_{tt} - k_{sd} I_{dmmax*}) = 132 + (18,8 - 0,1 \cdot 9,3) = 149,8A$$

Ví dụ 7: Một xí nghiệp cơ khí chế tạo máy có sơ đồ cung cấp điện như hình vẽ sau đây, biết rằng hai máy biến áp MBA1 và MBA2 làm nhiệm vụ cung cấp điện cho các thiết bị của 1 phân xưởng trong xí nghiệp gồm:

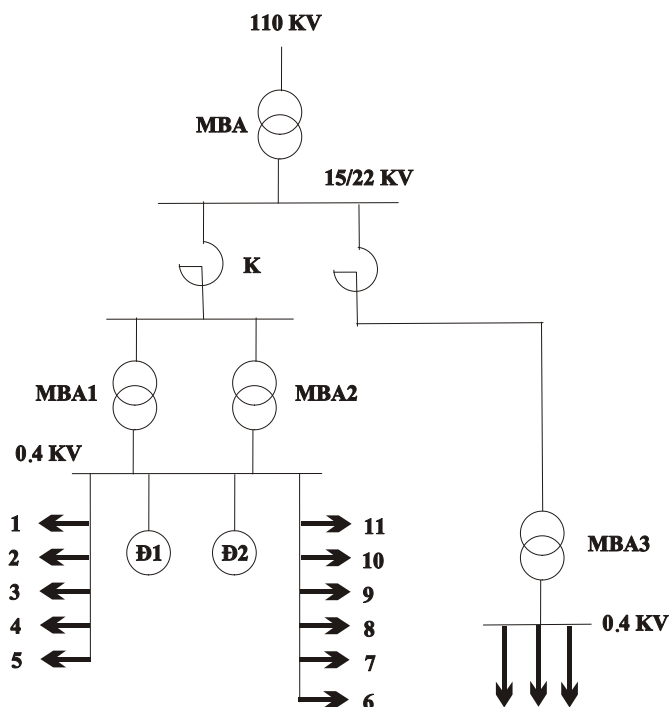
- Một dãy 5 máy cắt gọt kim loại (đánh số từ 1 đến 5, nhánh bên trái) có các thông số:

$P_{d1} = 8 KW$, $P_{d2} = 12 KW$, $P_{d3} = 10 KW$, $P_{d4} = 16 KW$, $P_{d5} = 14 KW$, biết $k_{nc} = 0,2$ và $\cos \varphi = 0,65$.

- Hai động cơ quay máy nén khí Đ₁ và Đ₂, biết $P_{dc1} = 80 KW$, $P_{dc2} = 120 KW$, có $k_{nc} = 0,8$, $\cos \varphi = 0,85$ giống nhau cho cả 2 động cơ.

- Một nhóm 6 máy hàn giống nhau (đánh số từ 6 đến 11 ở nhánh phải), công suất mỗi máy là 24 KW, với $k_{nc} = 0,35$ và $\cos \varphi = 0,6$.

- Một phụ tải chiếu sáng công nghiệp cho toàn phân xưởng, biết diện tích mặt bằng phân xưởng là 3000m^2 và suất chiếu sáng là $p = 0,012 \text{ KW/m}^2$.



Hãy xác định:

- Công suất tính toán của nhóm 5 máy cắt gọt kim loại trên.
- Xác định công suất tính toán của hai động cơ quay máy nén khí Đ₁ và Đ₂.
- Công suất tính toán của nhóm 6 máy hàn.
- Công suất tính toán của phụ tải chiếu sáng.
- Công suất tính toán của thanh cái trạm MBA1 phía điện áp thấp, biết $k_{nc} = 0,95$

Giải

- Công suất tác dụng tính toán nhóm 5 máy cắt gọt kim loại xác định theo công thức

$$P_{tt} = k_{nc} \sum_{i=1}^n P_{di}$$

với $k_{nc} = 0,2$ dùng chung cho các thiết bị.

$$P_{tt} = k_{nc}(P_{d1} + P_{d2} + P_{d3} + P_{d4} + P_{d5})$$

$$P_{tt} = 0,2(8 + 12 + 10 + 16 + 14) = 12 \text{ KW}$$

$$S_{tt1} = \frac{P_{tt1}}{\cos \varphi} = \frac{12}{0,65} \approx 18,4 \text{ KVA}$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2}$$

$$Q_{tt1} = \sqrt{S_{tt1}^2 - P_{tt1}^2} = \sqrt{18,4^2 - 12^2} = 13,9 \text{ KVAR}$$

b. Phụ tải động cơ Đ₁ và Đ₂

$$P_{tt2} = k_{nc} \sum_{i=1}^n P_{di} = 0,8 \cdot (80 + 120) = 160 \text{ KW}$$

$$Q_{tt2} = P_{tt2} \tan \varphi = 160 \cdot 0,6 = 96 \text{ KVAR}$$

c. Phụ tải nhóm 6 máy hàn

$$P_{tt3} = k_{nc} \sum_{i=1}^n P_{di} = 0,35 \cdot (6 \times 24) = 50,4 \text{ KW}$$

$$Q_{tt3} = P_{tt3} \tan \varphi = 50,4 \cdot 1,33 = 67 \text{ KVAR}$$

d. Phụ tải chiếu sáng

$$P_{ttcs} = Fpk_{nc} = 3000 \cdot 0,012 \cdot 0,8 = 28,8 \text{ KW}$$

e. Phụ tải tính toán của thanh cái trạm MBA1 phía điện áp thấp

$$P_{ttT1} = P_{tt1} + P_{tt2} + P_{tt3} + P_{ttcs} = 12 + 160 + 50,4 + 28,8 = 251,2 \text{ KW}$$

$$Q_{ttT1} = Q_{tt1} + Q_{tt2} + Q_{tt3} = 13,9 + 96 + 67 = 176,9 \text{ KVAR}$$

với $k_{dt} = 0,95$

$$P'_{ttT1} = k_{dt} P_{ttT1} = 0,95 \cdot 251,2 = 240 \text{ KW}$$

$$Q'_{ttT1} = k_{dt} Q_{ttT1} = 0,95 \cdot 176,9 = 168 \text{ KVAR}$$

ÔN TẬP CHƯƠNG II

2.1. Theo sự hiểu biết của mình, hãy cho biết trên thực tế, đồ thị phụ tải ngày do các thiết bị đo vẽ chuyên dùng ghi lại có dạng nào: bậc thang, đỉnh nhọn, đường cong hay tập hợp các đường gấp khúc có độ dài thay đổi liên tục, giải thích tại sao?

2.2. Trong mỗi đồ thị phụ tải nhận được, thông số nào đóng vai trò quan trọng nhất cho việc tính toán phụ tải? Tại sao?

2.3. Đối với một phụ tải điện có đồ thị phụ tải không đổi, giá trị τ và T_{max} được xác định như thế nào? Tương tự, với một phụ tải điện có đồ thị phụ tải biến thiên, giá trị τ và T_{max} được xác định như thế nào?

2.4. Phân biệt và so sánh các khái niệm: hệ số tải, hệ số công suất và hiệu suất.

2.5. Khái niệm số thiết bị sử dụng hiệu quả có ý nghĩa như thế nào trong bài toán tính toán phụ tải điện?