



CHƯƠNG 2. PHỤ TẢI ĐIỆN

TS. Nguyễn Đức Tuyên
tuyen.nguyenduc@hust.edu.vn

October 13, 2021

NỘI DUNG

2.1. ĐẶT VẤN ĐỀ

2.2. KHÁI NIỆM CHUNG

2.2.1. Phụ tải điện

2.2.2. Tác dụng nhiệt của dòng điện lên dây dẫn

2.2.3. Phân loại phụ tải điện

2.3. CÁC ĐẶC TRƯNG CỦA PHỤ TẢI ĐIỆN

2.3.1. Đồ thị phụ tải điện

2.3.2. Các đặc trưng công suất

2.4. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI TÍNH TOÁN

2.4.1. Xác định phụ tải tính toán theo công suất đặt ($P_{\text{đặt}}$) và hệ số nhu cầu (K_{nc})

2.4.2. Xác định phụ tải tính toán theo công suất trung bình (P_{tb}) và hệ số hình dáng (K_{hd})

2.4.3. Xác định phụ tải tính toán theo công suất trung bình (P_{tb}) và độ lệch của phụ tải khỏi giá trị trung bình (σT)

NỘI DUNG

- 2.4.4. Xác định phụ tải tính toán theo công suất trung bình (P_{tb}) và hệ số cực đại (K_{max}) hay còn gọi là Phương pháp số thiết bị hiệu quả hoặc phương pháp sắp xếp biểu đồ Ca-ia-lốp G.M.
- 2.4.5. Xác định phụ tải tính toán theo hệ số đồng thời
- 2.4.6. Xác định phụ tải tính toán theo suất tiêu hao điện năng
- 2.4.7. Xác định phụ tải tính toán theo suất phụ tải trên một đơn vị diện tích

2.5. BIỂU ĐỒ PHỤ TẢI

- 2.5.1. Xác định tâm phụ tải
- 2.5.2. Biểu đồ phụ tải
- 2.5.3. Các thành phần phụ tải

2.6. DỰ BÁO PHỤ TẢI

- 2.6.1. Phân loại dự báo nhu cầu điện
- 2.6.2. Các phương pháp dự báo nhu cầu điện

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

□HTCCĐ cần đáp ứng tối đa nhu cầu phụ tải mọi thời điểm

- ❖ Khi thiết kế: Chọn thiết bị điện, thiết bị đóng cắt, bảo vệ, bù...
- ❖ Khi vận hành: quá tải (mất an toàn) và non tải (ứ đọng vốn)

□Xác định phụ tải

- ❖ Phải xác định trong giai đoạn thiết kế (dự báo ngắn hạn)
- ❖ Đồ thị phụ tải (biểu diễn thay đổi công suất theo thời gian) là hợp lý nhất nhưng chỉ có được sau khi vận hành

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

□ Phương pháp xác định phụ tải điện

❖ Phương pháp kỹ sư

➤ Dựa vào kinh nghiệm thiết kế, vận hành phụ tải điện đưa ra các hệ số đặc trưng

➤ Nhanh nhưng khó đánh giá độ tin cậy

❖ Phụ tải tính toán (lý thuyết sác xuất, thống kê)

➤ Xét được ảnh hưởng của nhiều yếu tố

➤ Chính xác nhưng phức tạp

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

☐ Phụ tải điện có tính dự báo

- ❖ Cần đúng cho hiện tại, sau khi vận hành
- ❖ Xác định phụ tải khi thiết kế là dự báo ngắn hạn nhu cầu điện
- ❖ Dự báo dài hạn phức tạp hơn

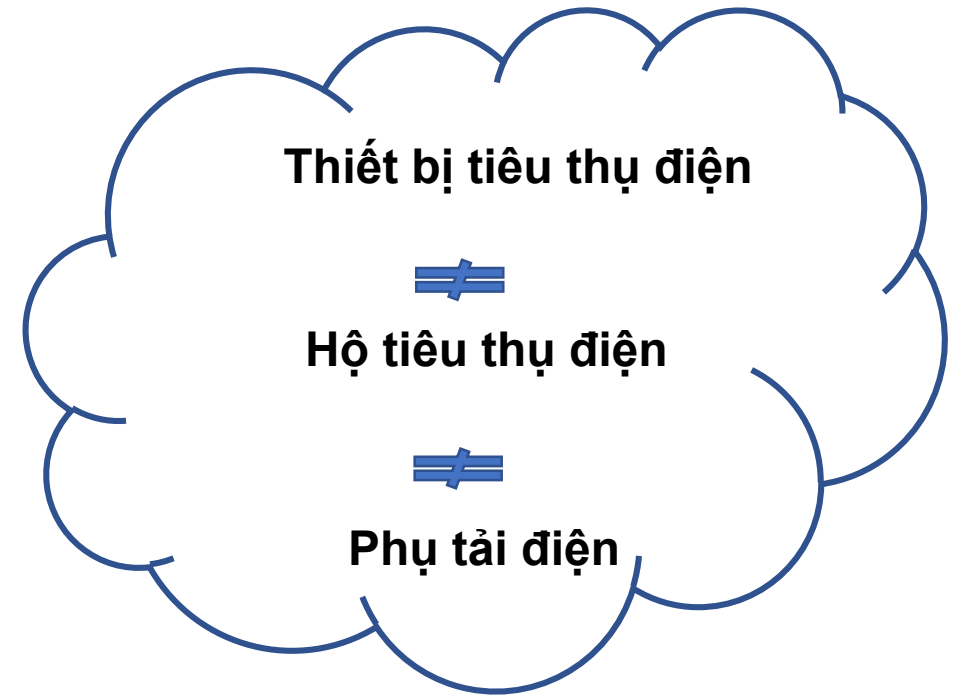
☐ HTCCĐ công nghiệp, nông nghiệp, đô thị ...

- ❖ Các điều kiện sản xuất thay đổi theo thời gian (không xác định trong được giai đoạn thiết kế)
 - Quy trình công nghệ
 - Nâng cao hiệu suất sử dụng của thiết bị
 - Không cần độ chính xác quá cao

☐ Sai số phụ tải điện cho phép $\pm 10\%$ khi thiết kế

2. PHỤ TẢI ĐIỆN

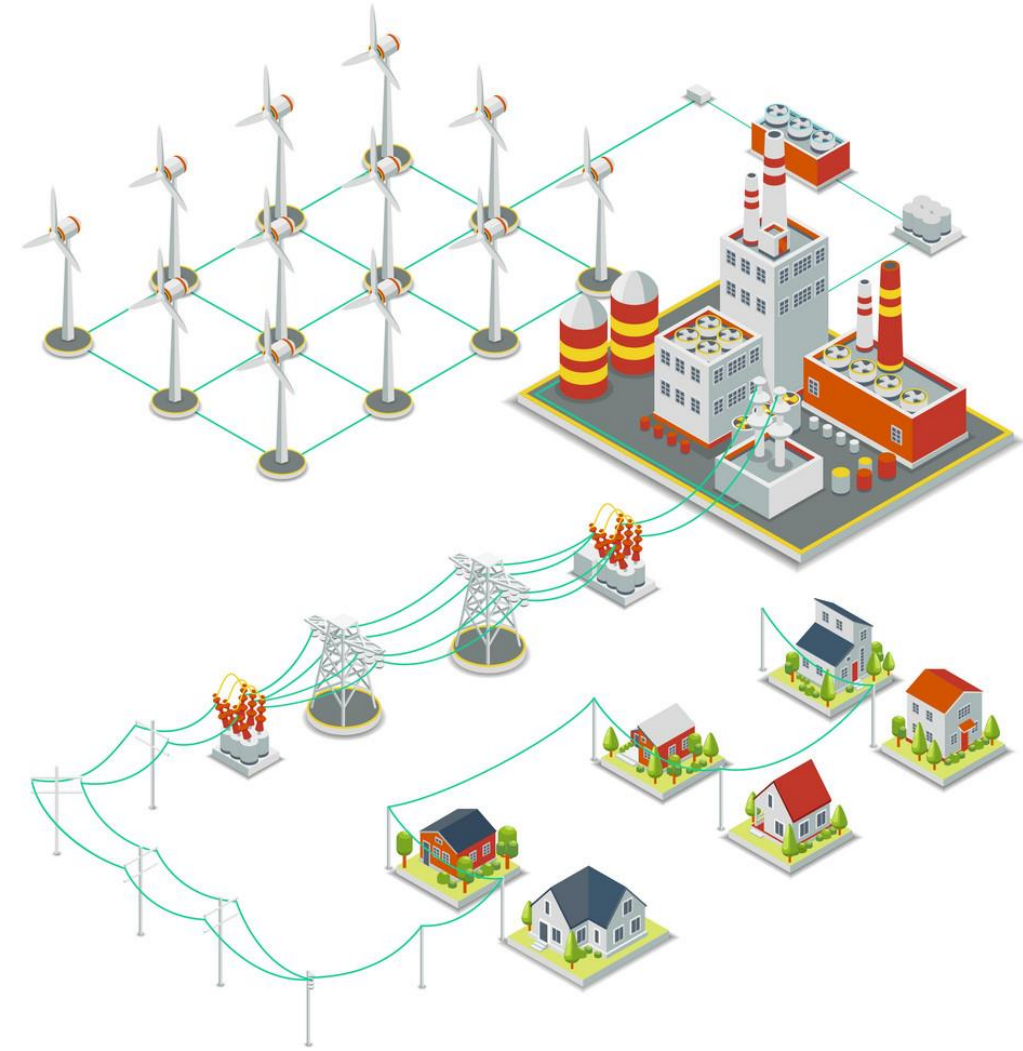
- ❑ **Thiết bị tiêu thụ điện:** thiết bị máy móc biến đổi điện năng thành dạng năng lượng khác phục vụ sản xuất và sinh hoạt
- ❑ **Hệ tiêu thụ điện:** tập hợp các thiết bị tiêu thụ điện
- ❑ **Phụ tải điện:**
 - ❖ Đại lượng đặc trưng cho công suất tiêu thụ của các thiết bị điện hoặc các hệ tiêu thụ điện.
 - ❖ Được biểu diễn thông qua các đại lượng: dòng điện, công suất tác dụng hoặc công suất phản kháng



2. PHỤ TẢI ĐIỆN

❑ Phụ tải điện có tính tương đối

- ❖ Động cơ điện có thể là phụ tải điện của lưới điện phân xưởng
- ❖ Phụ tải điện của cả phân xưởng cũng được xem như một phụ tải trong lưới điện trung áp của một xí nghiệp



3. TÁC DỤNG NHIỆT CỦA DÒNG ĐIỆN LÊN DÂY DẪN

❑ **Tác dụng nhiệt:** yếu tố cơ bản xác định phụ tải tính toán

❑ **Xét trường hợp đơn giản**

❖ Dây dẫn

➤ Trần, đồng nhất

➤ Tiết diện ngang không đổi

➤ Cùng vật liệu

➤ Chiều dài vô hạn

❖ Không có truyền nhiệt dọc dây, chỉ truyền giữa dây và môi trường

→ Nhiệt độ mọi điểm trong dây như nhau

3. TÁC DỤNG NHIỆT CỦA DÒNG ĐIỆN LÊN DÂY DẪN

□ Phương trình cân bằng nhiệt

$$Q_I = Q_{đn} + Q_{tn}$$

- $Q_I = I^2 \cdot R \cdot dt$: Nhiệt lượng do dòng điện hiệu dụng $I(A)$ chạy trong dây dẫn điện điện trở $R(\Omega)$ trong thời gian dt (s)
- $Q_{đn} = c \cdot G \cdot d\vartheta$: Nhiệt lượng đốt nóng (đn) dây dẫn khối lượng G (kg), nhiệt dung riêng c (J/kg.°C) và làm tăng nhiệt độ vật dẫn $d\vartheta$ (°C)
- $Q_{tn} = q \cdot S_{bm} \cdot (\vartheta - \vartheta_0) \cdot dt$: Nhiệt lượng tỏa ra môi trường từ diện tích bề mặt (bm) tỏa nhiệt (tn) S_{bm} (m²) của dây dẫn chênh lệch với môi trường $(\vartheta - \vartheta_0)$ °C với năng suất tỏa nhiệt q (W/m².°C, với $W = J/s$) trong thời gian dt (s).

3. TÁC DỤNG NHIỆT CỦA DÒNG ĐIỆN LÊN DÂY DẪN

□ Phương trình cân bằng nhiệt

$$I^2 \cdot R \cdot dt = c \cdot G \cdot d\vartheta + q \cdot S_{bm} \cdot (\vartheta - \vartheta_0) \cdot dt$$

$$\rightarrow dt = \frac{c \cdot G}{R \cdot I^2 - q \cdot S_{bm} \cdot (\vartheta - \vartheta_0)} d\vartheta$$

$$\rightarrow \int_0^t dt = \int_{\vartheta_1}^{\vartheta} \frac{c \cdot G}{R \cdot I^2 - q \cdot S_{bm} \cdot (\vartheta - \vartheta_0)} d\vartheta$$

$$\rightarrow t = -\frac{c \cdot G}{q \cdot S_{bm}} \ln \frac{R \cdot I^2 - q \cdot S_{bm} \cdot (\vartheta - \vartheta_0)}{R \cdot I^2 - q \cdot S_{bm} \cdot (\vartheta_1 - \vartheta_0)}$$

- $T_0 = \frac{c \cdot G}{q \cdot S_{bm}}$: hằng số phát nóng của dây dẫn
- $\theta_1 = \vartheta_1 - \vartheta_0$: độ tăng nhiệt độ ban đầu
- $\theta = \vartheta - \vartheta_0$: độ tăng nhiệt độ tại thời điểm t

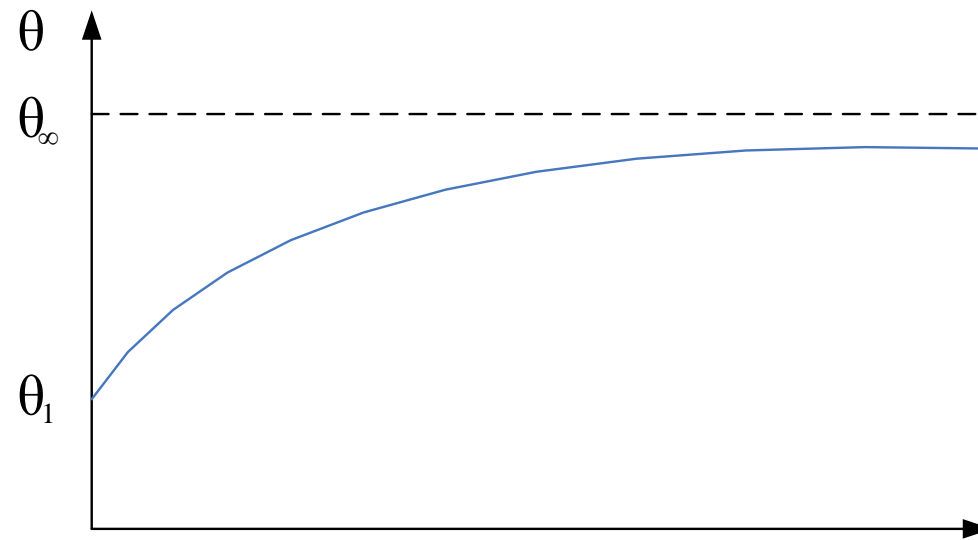
$$\rightarrow t = -T_0 \ln \frac{R \cdot I^2 - q \cdot S_{bm} \cdot \theta}{R \cdot I^2 - q \cdot S_{bm} \cdot \theta_1} \rightarrow \frac{R \cdot I^2 - q \cdot S_{bm} \cdot \theta}{R \cdot I^2 - q \cdot S_{bm} \cdot \theta_1} = e^{-\frac{t}{T_0}}$$

3. TÁC DỤNG NHIỆT CỦA DÒNG ĐIỆN LÊN DÂY DẪN

$$\rightarrow \theta = \frac{R.I^2}{q.S_{bm}} \left(1 - e^{-\frac{t}{T_0}}\right) + \theta_1 \cdot e^{-\frac{t}{T_0}}$$

$$\rightarrow \theta_{\infty} = \lim_{t \rightarrow \infty} \left[\frac{R.I^2}{q.S_{bm}} \left(1 - e^{-\frac{t}{T_0}}\right) + \theta_1 \cdot e^{-\frac{t}{T_0}} \right] = \frac{R.I^2}{q.S_{bm}}$$

$$\rightarrow \theta = \theta_{\infty} \left(1 - e^{-\frac{t}{T_0}}\right) + \theta_1 \cdot e^{-\frac{t}{T_0}} = \theta_{\infty} - (\theta_{\infty} - \theta_1) e^{-\frac{t}{T_0}}$$



Đường cong phát nóng khi có dòng điện chạy qua

4. PHÂN LOẠI PHỤ TẢI ĐIỆN

❑ Phân loại theo dòng điện

- ❖ Phụ tải điện xoay chiều một pha (U_d hoặc U_f)
- ❖ Phụ tải điện xoay chiều ba pha
- ❖ Phụ tải điện một chiều

Chú ý: Khi tính toán thiết kế lưới điện xoay chiều ba pha phải quy đổi phụ tải một pha thành phụ tải điện ba pha

❑ Phân loại theo điện áp

- Phụ tải hạ áp
- Phụ tải trung áp
- Phụ tải điện áp cao
- ❖ Phụ tải nhận điện ở cấp điện áp nào thì gọi theo điện áp đó
- ❖ Có loại PT dùng điện tại một cấp điện áp như đèn chiếu sáng, có loại vận hành ở nhiều cấp điện áp như động cơ

4. PHÂN LOẠI PHỤ TẢI ĐIỆN

❑ Phân loại theo yêu cầu cung cấp điện

Hệ tiêu thụ loại I:

- ❖ Ngừng cấp gây tổn thất kinh tế lớn, hư hỏng thiết bị, rối loạn quy trình công nghệ, tổn thất tính mạng, an ninh quốc gia.
- ❖ Thường khu luyện kim, hóa chất, y tế, máy tính chủ trung tâm điều khiển quân sự, cơ quan trung ương
- ❖ Đòi hỏi độ tin cậy cung cấp điện cao:
 - Cần 2 nguồn độc lập
 - Cần bộ lưu điện độc lập



Đài kiểm soát không lưu

4. PHÂN LOẠI PHỤ TẢI ĐIỆN

Hệ tiêu thụ loại II:

- ❖ Ngừng cấp điện chỉ dẫn đến thiệt hại kinh tế (hư sản phẩm, ngừng trệ sản xuất, phí công lao động...)
- ❖ Thường là các phân xưởng cơ khí, công nghiệp nhẹ
- ❖ Cho phép mất điện
- ❖ Được cấp từ nguồn điện chính (có hoặc không có dự phòng)
- ❖ Có dự phòng hay không phải dựa vào so sánh kinh tế giữa thiệt hại do mất điện và chi phí làm nguồn dự phòng



Nhà máy CN nhẹ

4. PHÂN LOẠI PHỤ TẢI ĐIỆN

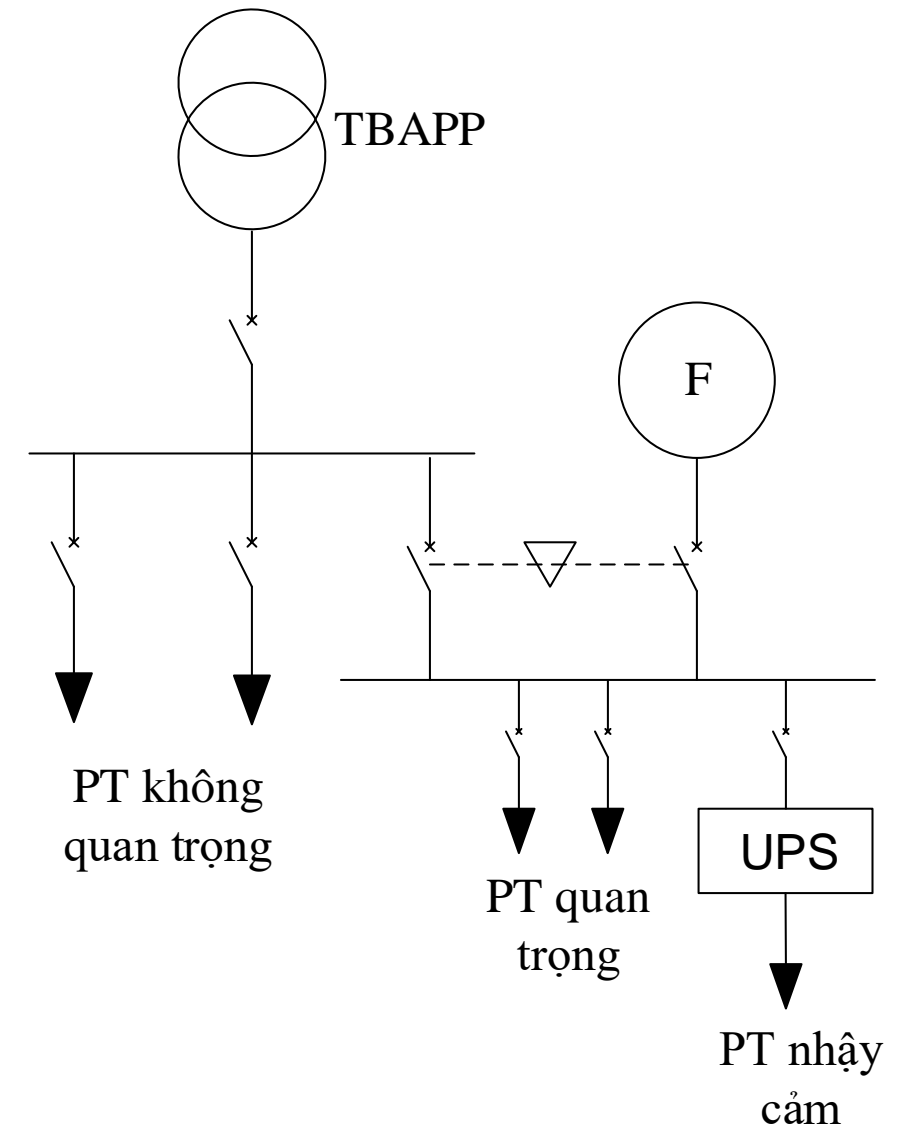
Hệ tiêu thụ loại III:

- ❖ Các hộ còn lại ngoài hộ loại I và II
- ❖ Thường là các khu nhà ở, trường học, lưới cho nông nghiệp



4. PHÂN LOẠI PHỤ TẢI ĐIỆN

- ❑ Phân loại phụ tải I, II, III có ý nghĩa tương đối
- ❖ Phụ tải loại I có thể gồm nhiều phụ tải loại II và III
- ❖ Khi sự cố, có thể cắt phụ tải loại II nằm trong phụ tải loại I
- ❖ Phụ tải loại I là so với các loại phụ tải khác ở cùng lưới điện (ví dụ cùng cấp điện áp)



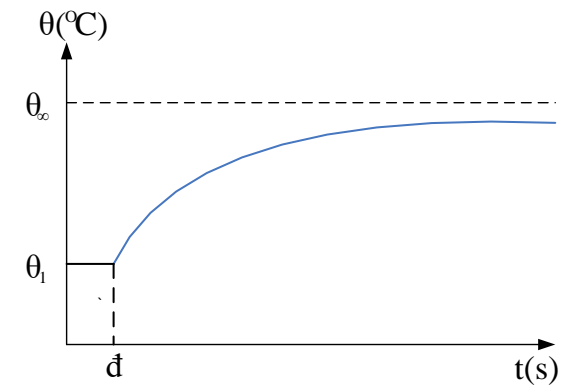
4. PHÂN LOẠI PHỤ TẢI ĐIỆN

□ Phân loại phụ tải theo chế độ làm việc

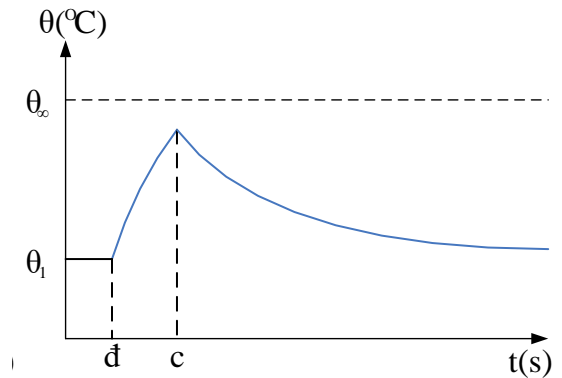
- ❖ Dài hạn: thời gian làm việc dài ($>3T_0$) để đạt θ_∞ và nghỉ dài để về nhiệt độ ban đầu. Ví dụ: máy bơm, nén khí, quạt gió.
- ❖ Ngắn hạn: thời gian làm việc chưa đủ dài để đạt θ_∞ và nghỉ chưa đủ dài để về nhiệt độ ban đầu. Ví dụ: Lúc sửa chữa
- ❖ Ngắn hạn lặp lại: làm việc ngắn hạn xen kẽ và nghỉ có chu kỳ. Ví dụ: máy hàn, máy nâng. Hệ số đóng điện:

$$K_d = \frac{t_d}{t_{ck}} \cdot 100\% [\%]$$

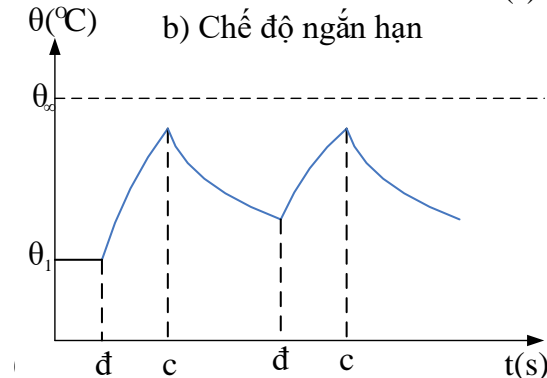
(t_d : Thời gian đóng điện, t_{ck} : Chu kỳ đóng cắt điện)



a) Chế độ dài hạn



b) Chế độ ngắn hạn

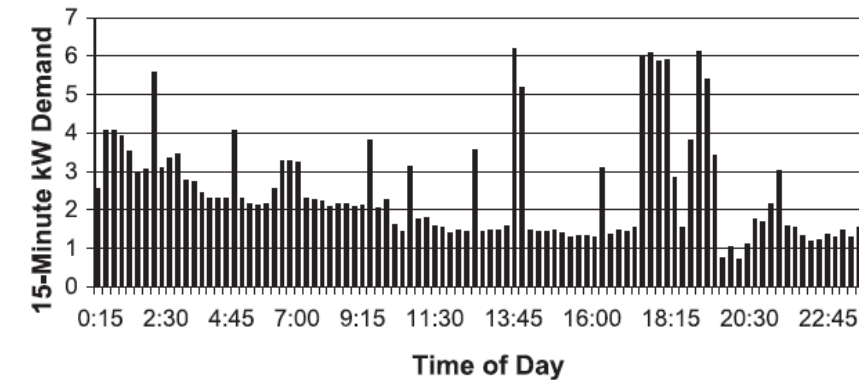


c) Chế độ ngắn hạn lặp lại

5. ĐỒ THỊ PHỤ TẢI ĐIỆN (ĐTPT)

❑ Định nghĩa đồ thị phụ tải điện

- ❖ Đường cong biểu diễn sự thay đổi phụ tải theo thời gian
- ❖ Phụ thuộc vào quá trình công nghệ, chế độ vận hành...



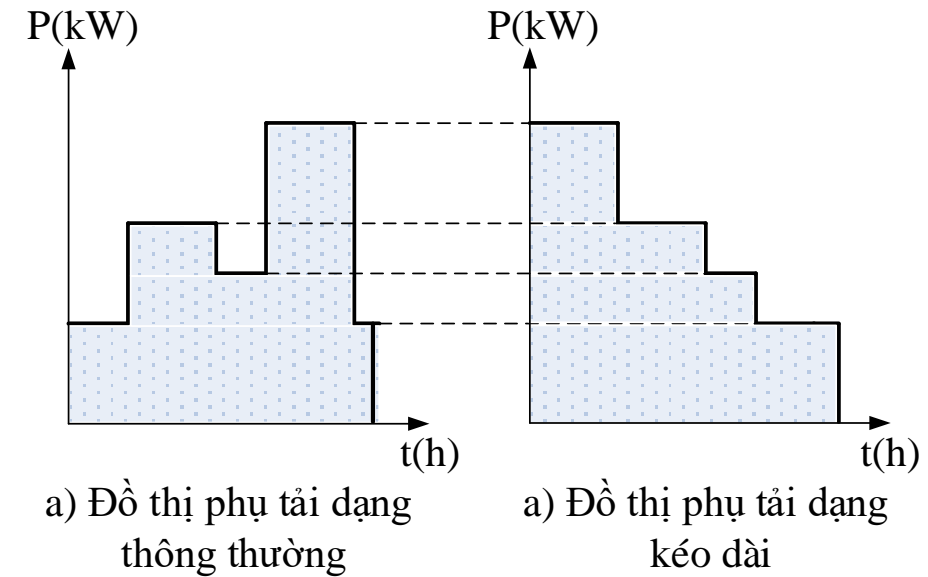
24 hour (daily) 15 minute kW demand curve

❑ Phân loại đồ thị phụ tải

- ❖ Theo thông số đặc trưng: $P(t)$, $Q(t)$, $I(t)$
- ❖ Theo thời gian: một ca làm việc, ngày, tháng, năm

❑ ĐTPT kéo dài

- ❖ Trong phân tích tiêu thụ điện năng



5. ĐỒ THỊ PHỤ TẢI ĐIỆN

❑ Cách xác định ĐTPT

❖ *Phương pháp đồng hồ tự ghi:* Cho số liệu chính xác

- Thực hiện: đồng hồ tự ghi, công tơ điện tử, đồng hồ vạn năng
- Giá trị đo (P,Q,I): được đo ở chu kỳ ngắn đến hàng giờ và ghi ngay ra đầu ghi hoặc lưu trong bộ nhớ thiết bị
- Dữ liệu: lưu trữ và gửi về trung tâm điều khiển

❖ *Phương pháp đo và ghi:* Đo và ghi thủ công trong khoảng thời gian nhất định

- Thực hiện: nhân viên vận hành
- Dữ liệu: ổn định → chu kỳ ghi dài, thay đổi nhiều → chu kỳ ngắn

5. ĐỒ THỊ PHỤ TẢI ĐIỆN

❑ Cách xác định ĐTPT (tiếp)

❖ Phương pháp tổng hợp

- Phương pháp cộng đồ thị có xét trọng số
- Kém chính xác, chỉ dùng tính toán sơ bộ

❖ Phương pháp so sánh đối chiếu

- Lấy số liệu ĐTPT một phụ tải tương tự để làm số liệu ĐTPT
- Độ chính xác không cao, chỉ dùng cho quy hoạch, thiết kế khi phương pháp đo chưa thực hiện được

❖ Phương pháp giải tích xác suất

$$P(t) = P_0 + P_{CK} + P_{SS}$$

- P_0 : Thành phần không đổi của công suất
- P_{CK} : Thành phần thay đổi theo chu kỳ của công suất
- P_{SS} : Thành phần sai số của công suất

Trong thời gian dài, $P_{SS} \sim 0 \rightarrow P(t) = P_0 + P_{CK} \rightarrow$ Khai triển Fourier

6. CÁC ĐẶC TRƯNG CÔNG SUẤT

□ Công suất danh định (công suất định mức: $P_{đm}$, $Q_{đm}$, $S_{đm}$)

- ❖ Là công suất ghi trên nhãn hay spec thiết bị
- ❖ Làm việc lâu ở công suất này, thiết bị đảm bảo chỉ tiêu Kinh tế-Kỹ thuật
 - Với Động cơ, công suất danh định trên trục động cơ với $U_{đm}$
 - Quy đổi chế độ làm việc ngắn hạn lặp lại về dài hạn

$$P'_{đm} = P_{đm} \cdot \sqrt{K_d} \quad (K_d \text{ tính ở slide 18})$$

- Quy đổi về csđm 3 pha quy ước nếu làm việc ở mạng 3 pha
 - ✓ ≥ 3 phụ tải một pha nối vào 3 pha: $P_{đmqv} = 3 \cdot \sum P_{đmpha-max}$
 - ✓ 1 phụ tải nối vào điện áp dây: $P_{đmqv} = \sqrt{3} \cdot P_{đmdây}$
 - ✓ 3 phụ tải nối vào điện áp dây: $P_{đmqv} = \sqrt{3} \cdot P_{đmdây-max}$
 - ✓ Hỗn hợp phụ tải nối vào cả dây và pha (slide tiếp theo)

6. CÁC ĐẶC TRƯNG CÔNG SUẤT

➤ Hỗn hợp phụ tải nối vào cả dây và pha:

Tính quy đổi về từng pha một riêng biệt, ví dụ:

- Về pha A: $P_{đmA} = P_{đmAB} \cdot p_{(AB)A} + P_{đmAC} \cdot p_{(AC)A} + P_{đmAN}$
- ✓ $P_{đmAB}, P_{đmAC}, P_{đmAN}$: Tổng công suất định mức của phụ tải nối vào các điện áp dây (AB, AC) và điện áp pha A với trung tính
- ✓ $p_{(AB)A}, p_{(AC)A}$: Hệ số quy đổi công suất từ điện áp dây sang điện áp pha ở bảng slide sau
- Về pha B, C tương tự
- Cuối cùng $\rightarrow P_{đmqv} = 3 \cdot P_{đmmax-pha}$ (qv: quy ước)

6. CÁC ĐẶC TRƯNG CÔNG SUẤT

❖ Công suất đm một nhóm: $P_{\text{đm-nhóm}} = \sum_{i=1}^n P_{\text{đmi}}$

Phụ tải pha	Hệ số công suất phụ tải							
	0,4	0,5	0,6	0,65	0,7	0,8	0,9	1
$P_{(AB)A}, P_{(BC)B}, P_{(CA)C}$	1,17	1	0,89	0,84	0,8	0,72	0,64	0,5
$P_{(AB)B}, P_{(BC)C}, P_{(AC)A}$	-0,17	0	0,11	0,16	0,2	0,28	0,36	0,5
$Q_{(AB)A}, Q_{(BC)B}, Q_{(CA)C}$	0,86	0,58	0,38	0,3	0,22	0,09	-0,05	-0,29
$Q_{(AB)B}, Q_{(BC)C}, Q_{(AC)A}$	1,44	1,16	0,96	0,88	0,8	0,67	0,53	0,29

❖ Quy đổi công suất phản kháng tương tự

6. CÁC ĐẶC TRƯNG CÔNG SUẤT

□ Công suất đặt ($P_{\text{đặt}}$)

- ❖ Là công suất điện đầu vào của thiết bị dùng điện ứng với điện áp đặt vào thiết bị bằng điện áp định mức. Trong thiết kế, có thể coi $P_{\text{đặt}} = P_{\text{đm}}$.

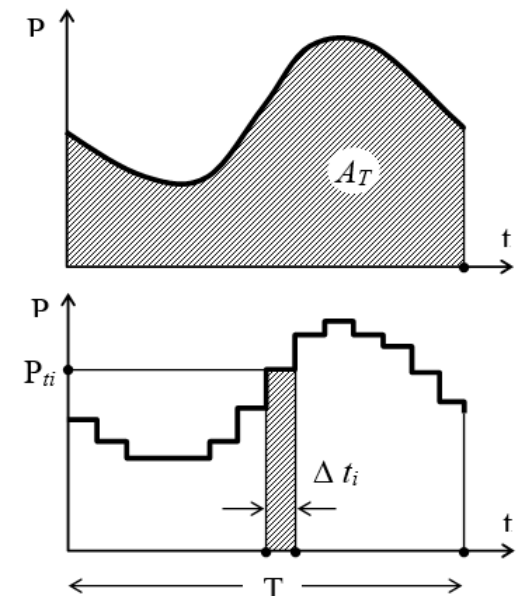
□ Công suất trung bình (P_{tb}):

$$P_{tb} = \frac{1}{t} \int_0^t P(t) \cdot dt = \frac{A_t}{t} \text{ hoặc } P_{tb} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{tbi} \cdot \Delta t_i}{\sum_{i=1}^n \Delta t_i}$$

- ✓ A_t : Điện năng tiêu thụ trong thời gian t của phụ tải
- ✓ P_{tbi} : Công suất trung bình trong khoảng thời gian Δt_i

- ❖ Với nhóm phụ tải: $P_{tb-nhóm} = \sum_{i=1}^n P_{tbi}$; $Q_{tb-nhóm} = \sum_{i=1}^n Q_{tbi}$

- Công suất trung bình cho biết mức độ sử dụng thiết bị.



6. CÁC ĐẶC TRƯNG CÔNG SUẤT

❑ Công suất trung bình bình phương (P_{tbbp})

$$P_{tbbp} = \sqrt{\frac{1}{t} \int_0^t P^2(t) dt} \text{ hoặc } P_{tbbp} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n P_{tbi}^2 \cdot \Delta t_i}{\sum_{i=1}^n \Delta t_i}}$$

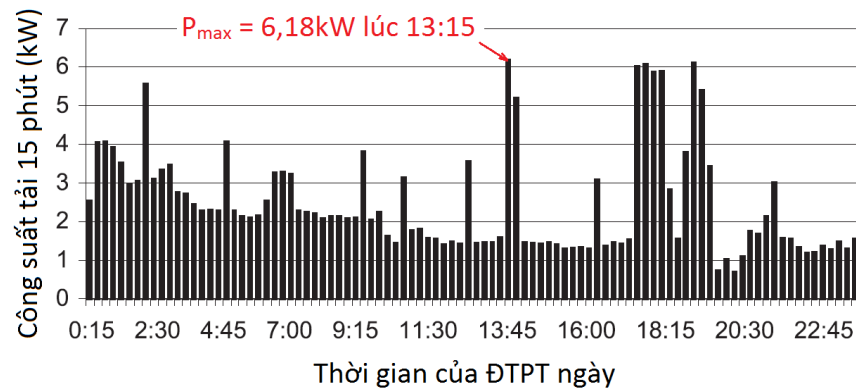
- Là giá trị trung bình nhân
- P_{tbbp} đảm bảo điều kiện tương đương về tổn thất công suất và điện năng

❑ Công suất cực đại

- ❖ *Phụ tải cực đại* (P_{\max}): công suất trung bình lớn nhất xuất hiện trong thời gian T tương đối ngắn T (đủ lớn để thiết bị đạt nhiệt độ xác lập $T=3T_0$)
- T_0 phụ thuộc vào vật liệu từ 5min ÷ 1h, đa số dây dẫn điện có $T_0 = 10$ phút $\rightarrow P_{\max}(3T_0)$ là “*công suất cực đại nửa giờ*”.

6. CÁC ĐẶC TRƯNG CÔNG SUẤT

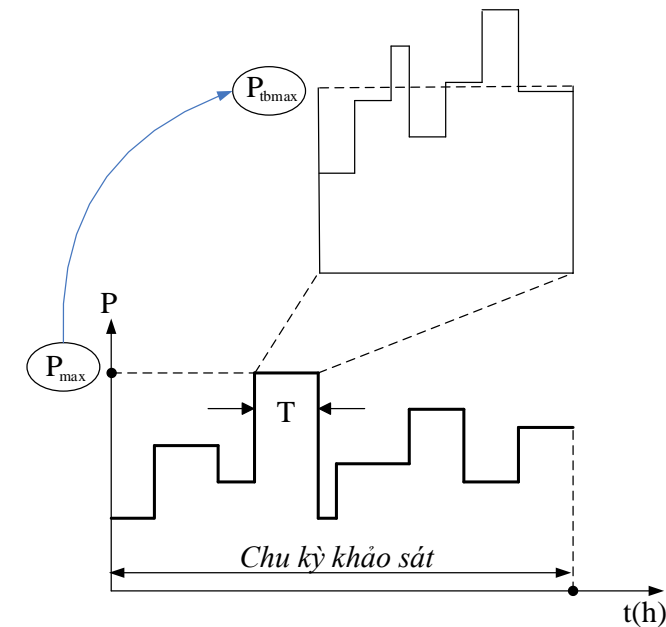
- Phụ tải cực đại để tính tổn thất công suất lớn nhất, chọn dây dẫn theo điều kiện phát nóng dài hạn



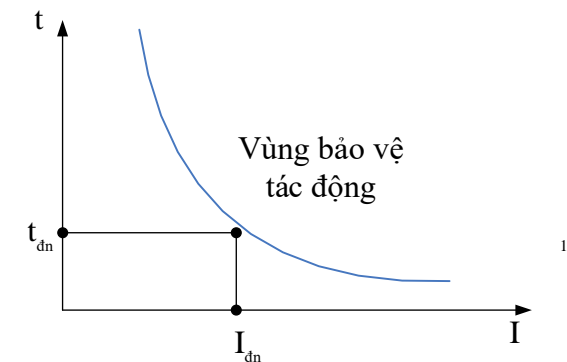
❖ Phụ tải đỉnh nhọn ($P_{\text{đn}}$)

- Công suất max trong vài s
- Với động cơ, công suất khởi động động cơ
- $P_{\text{đn}}$ để lựa chọn, kiểm tra điều kiện tác động của thiết bị bảo vệ (relay, fuse, khởi động từ...)

- Đặc tính bảo vệ nằm trên điểm làm việc của $P_{\text{đn}}$



Công suất trung bình lớn nhất

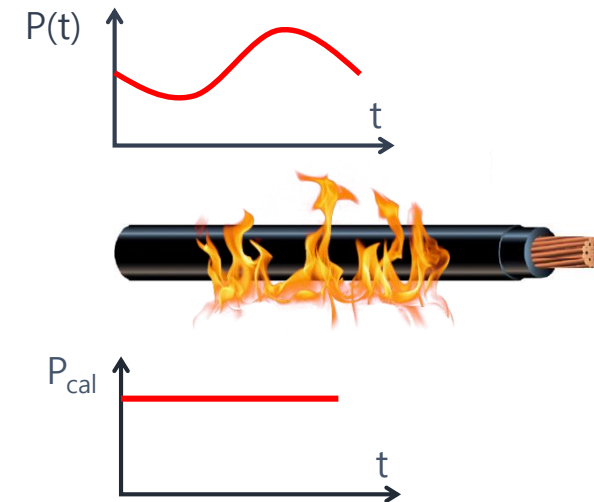


Đặc tính bảo vệ và điểm làm việc đỉnh nhọn

6. CÁC ĐẶC TRƯNG CÔNG SUẤT

□ Công suất tính toán (P_{tt})

- ❖ Phụ tải tính toán là *phụ tải giả thiết lâu dài, không đổi* trong quá trình làm việc, gây hiệu quả phát nhiệt (hoặc mức độ phá hủy cách điện) đối với các vật dẫn điện của hệ thống cấp điện bằng với công suất thực tế gây ra trong suốt thời gian làm việc.
- ❖ Phụ tải tính toán xem như giá trị đẳng trị của phụ tải thực tế với điều kiện đảm bảo đặc trưng vật lý như mức độ phát nhiệt hoặc hiệu quả phá hủy cách điện là không thay đổi.
- ❖ P_{max} ($3T_0$) thường được dùng để xác định phụ tải tính toán → **Phụ tải tính toán~phụ tải max nửa giờ trong ca mang tải max**



□ Bảy đặc trưng của phụ tải điện có quan hệ: ($P_{đn}$ không có liên quan hệ số công suất)

$$P_{tb} \leq P_{tbbp} \leq P_{tt} \leq P_{max} \leq P_{đm} \leq P_{đặt}$$

7. CÁC HỆ SỐ PHỤ TẢI

$$P_{tb} \leq P_{tbbp} \leq P_{tt} \leq P_{max} \leq P_{đm} \leq P_{đặt}$$

□ Ý nghĩa hệ số phụ tải

- ❖ Biểu diễn mối quan hệ giữa các đặc trưng công suất
- ❖ Tổng hợp trong sổ tay dựa trên kinh nghiệm thiết kế vận hành
- ❖ Tính được đặc trưng công suất khi biết hệ số phụ tải và các đặc trưng công suất khác

□ Hệ số nhu cầu (K_{nc})

- ❖ Tỷ số giữa P_{tt} và $P_{đặt}$ (hoặc $P_{đm}$) của phụ tải
- ❖ Đặt ra đối với các phụ tải lớn: nhóm thiết bị, các phân xưởng, nhà máy, các khu thương mại

➤ 1 phụ tải: $K_{nc} = \frac{P_{tt}}{P_{đặt}}$ hoặc $K_{nc} = \frac{P_{tt}}{P_{đm}}$ ($P_{tt} \leq P_{đm} \rightarrow K_{nc} \leq 1$)

➤ 1 nhóm phụ tải: $K_{nc-nhóm} = \frac{P_{tt-nhóm}}{\sum_{i=1}^n P_{đmi}}$ ($P_{đmi}$: csđm phụ tải thứ i)

7. CÁC HỆ SỐ PHỤ TẢI

Hệ số nhu cầu của một số phụ tải điển hình

Loại phụ tải	Hệ số nhu cầu
Khu dân cư	0,6
Kinh doanh thương mại	0,7
Căn hộ	0,7
Khách sạn	0,75
Trung tâm thương mại	0,7
Nhà hàng	0,7
Văn phòng	0,7
Trường học	0,8
Đèn đường	0,9
Bãi đậu xe trong nhà	0,8
Bãi đậu xe ngoài trời	0,9
Công viên	0,8
Bệnh viện	0,8
Nhà máy	0,9

7. CÁC HỆ SỐ PHỤ TẢI

$$P_{tb} \leq P_{tbbp} \leq P_{tt} \leq P_{max} \leq P_{đm} \leq P_{đặt}$$

□ Hệ số sử dụng (K_{sd})

- ❖ Tỷ số giữa P_{tb} và $P_{đm}$ của phụ tải trong một khoảng thời gian khảo sát.
- ❖ Hệ số sử dụng thường được đặt ra đối với từng thiết bị dùng điện hoặc nhóm thiết bị.

➤ 1 thiết bị:
$$K_{sd} = \frac{P_{tb}}{P_{đm}} (P_{tb} \leq P_{đm} \rightarrow K_{sd} \leq 1)$$

➤ 1 nhóm thiết bị:
$$K_{sd-nhóm} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{tbi}}{\sum_{i=1}^n P_{đmi}}$$

□ Hệ số đóng điện (K_d)

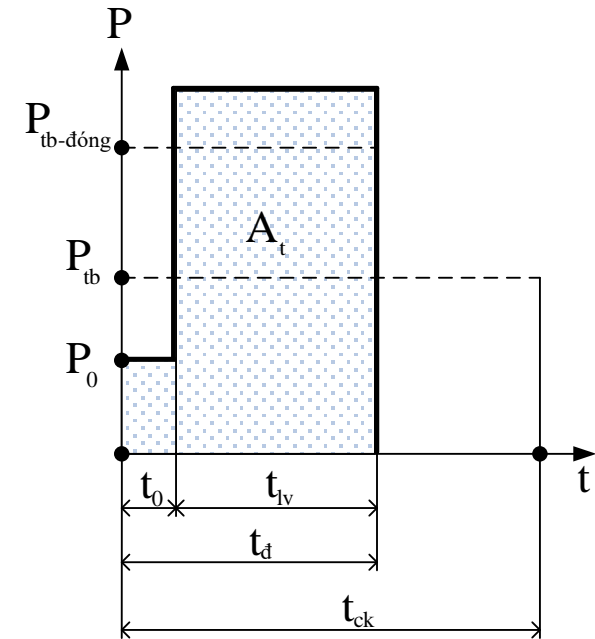
- ❖ Tỷ số giữa thời gian phụ tải đóng điện và thời gian khảo sát.
- ❖ Đặt ra cho từng thiết bị riêng biệt hoặc từng nhóm thiết bị làm việc đồng thời.

7. CÁC HỆ SỐ PHỤ TẢI

$$P_{tb} \leq P_{tbbp} \leq P_{tt} \leq P_{max} \leq P_{đm} \leq P_{đặt}$$

$$K_d = \frac{t_d}{t_{ck}} = \frac{t_0 + t_{lv}}{t_{ck}} \leq 1 \text{ (xem hình bên)}$$

- ✓ t_d : Thời gian đóng điện vào thiết bị
- ✓ t_{ck} : Chu kỳ thời gian khảo sát, ví dụ 1 ca làm việc
- ✓ t_0 : Thời gian thiết bị vận hành không tải
- ✓ t_{lv} : Thời gian thiết bị vận hành có tải



□ Hệ số tải (K_t)

- ❖ Tỷ số giữa công suất trung bình trong thời gian đóng điện $P_{tb-đóng}$ và $P_{đm}$
- ❖ Biểu thị mức độ mang tải của phụ tải khi làm việc và thường đặt ra đối với từng thiết bị

$$K_t = \frac{P_{tb-đóng}}{P_{đm}}$$

7. CÁC HỆ SỐ PHỤ TẢI

$$P_{tb} \leq P_{tbbp} \leq P_{tt} \leq P_{max} \leq P_{đm} \leq P_{đặt}$$

□Mối quan hệ K_t từ K_{sd} và K_d

$$K_t = \frac{P_{tb-\text{đóng}}}{P_{đm}} = \frac{1}{P_{đm}} \cdot \frac{A_t}{t_d} = \frac{P_{tb}}{P_{đm}} \frac{t_{ck}}{t_d} = \frac{K_{sd}}{K_d}$$

✓ $P_{tb-\text{đóng}} = \frac{A_t}{t_d}$ và $A_t = P_{tb} \cdot t_{ck}$

✓ $P_{tb-\text{đóng}}$: Công suất trung bình trong thời gian đóng

✓ A_t : Điện năng tiêu thụ của phụ tải trong t_{ck} (chính là điện năng tiêu thụ trong thời gian t_d)

7. CÁC HỆ SỐ PHỤ TẢI

$$P_{tb} \leq P_{tbbp} \leq P_{tt} \leq P_{max} \leq P_{đm} \leq P_{đặt}$$

❑ Hệ số cực đại (K_{max})

❖ Tỷ số giữa P_{max} và P_{tb} . Nếu P_{max} là cực đại nửa giờ thì công suất cực đại bằng P_{tt} .

$$K_{max} = \frac{P_{max}}{P_{tb}} \approx \frac{P_{tt}}{P_{tb}} \quad (P_{tb} \leq P_{tt} \rightarrow K_{max} \geq 1)$$

❖ K_{max} thường tính ứng với ca làm việc có phụ tải lớn nhất.

❖ K_{max} phụ thuộc nhiều yếu tố liên quan đến chế độ làm việc của thiết bị điện: số thiết bị hiệu quả (n_{hq}), hệ số sử dụng K_{sd} ...

❖ K_{max} xác định trong sổ tay $K_{max} = f(n_{hq}, K_{sd})$ hoặc tính gần đúng $K_{max} = 1 + 1,3 \sqrt{\frac{1-K_{sd}}{n_{hq}K_{sd}+2}}$

✓ K_{sd} : hệ số sử dụng của nhóm phụ tải

✓ n_{hq} : số thiết bị hiệu quả

7. CÁC HỆ SỐ PHỤ TẢI

$$P_{tb} \leq P_{tbbp} \leq P_{tt} \leq P_{max} \leq P_{đm} \leq P_{đặt}$$

□ **Hệ số điền kín ($K_{đk}$):** $K_{đk} = \frac{P_{tb}}{P_{max}}$ ($K_{đk} = \frac{1}{K_{max}}$)

- ❖ $K_{đk}$ càng gần bằng 1 thì đồ thị phụ tải càng bằng phẳng
- ❖ $K_{đk}$ đặc trưng cho sự không đồng đều của ĐTPT theo thời gian

□ **Hệ số hình dáng (K_{hd}):** $K_{hd} = \frac{P_{tbbp}}{P_{tb}}$

□ **Hệ số đồng thời ($K_{đt}$):** $K_{đt} = \frac{P_{tt-nhóm}}{\sum_{i=1}^n P_{tti}}$

- ❖ Đặc trưng cho mức độ sử dụng điện đồng thời của các phụ tải
- ❖ Biểu thị quan hệ giữa các cá thể và đám đông
- ❖ Đặt ra với tất cả các nút, nút càng gần nguồn càng nhiều phụ tải nên $K_{đt}$ càng giảm
- ❖ Trong thiết kế cung cấp điện, giả thiết $K_{đt} = 0,8 \div 0,9$

8. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI TÍNH TOÁN

□ Xác định phụ tải tính toán (PTTT) theo $P_{\text{đặt}}$ và hệ số nhu cầu (K_{nc})

❖ 1 phụ tải: $P_{tt} = K_{nc} P_{\text{đặt}} = K_{nc} P_{\text{đm}}$

❖ Nhóm phụ tải: $P_{tt} = K_{nc} \cdot \sum_{i=1}^n P_{\text{đmi}}$ hoặc $P_{tt} = \sum_{i=1}^n K_{nci} \cdot P_{\text{đmi}}$

✓ K_{nc} của nhóm phụ tải đặc trưng, K_{nci} của phụ tải thứ i được **tra trong sổ tay**

❖ Nếu $P_{tt} = P_{\text{tb-đóng}} \rightarrow K_{nc} \approx K_t \rightarrow K_{nc} \approx K_t = \frac{K_{sd}}{K_{\text{đ}}} = (1,1 \div 1,2) \cdot K_{sd}$

✓ Xác định K_{nc} dựa vào K_{sd} cũng được **tra trong sổ tay**

❖ Tra $\cos \varphi_i$ ($\cos \varphi_{\text{nhóm}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{\text{đmi}} \cdot \cos \varphi_i}{\sum_{i=1}^n P_{\text{đmi}}}$) để tìm Q_{tt} , S_{tt} , I_{tt}

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \tan \varphi; S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2}; I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} U_{\text{đm}}}$$

8. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH PTTT

❖ Ví dụ: Xác định P_{tt} của phân xưởng đúc có $P_{\text{đặt}} = 1800 \text{ kW}$.

Giải

✓ Tra trong sổ tay, $K_{nc} = 0,7$; $\cos\varphi = 0,8$.

✓ $P_{tt} = 0,7 \cdot 1800 = 1260 \text{ kW}$.

✓ $Q_{tt} = P_{tt} \cdot \tan\varphi = P_{tt} \cdot \sqrt{1 - \cos^2\varphi} / \cos\varphi = 1260 \cdot 0,75 = 945 \text{ kVAr}$

✓ $S_{tt} = \sqrt{1260^2 + 945^2} = 1575 \text{ kVA}$

❖ Phạm vi áp dụng:

➤ Ưu điểm là đơn giản.

➤ K_{nc} trong sổ tay với từng nhóm thiết bị có cùng chế độ làm việc sẽ có giá trị không đổi. Thực tế, K_{nc} phụ thuộc nhiều yếu tố (số thiết bị trong nhóm, chế độ làm việc của các thiết bị...)

➤ Đây chỉ là phương pháp gần đúng cho thiết kế sơ bộ khi rất thiếu thông tin về phụ tải.

8. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH PTTT

□ Xác định PTTT theo P_{tb} và hệ số hình dáng (K_{hd})

❖ Giả thiết $P_{tt} \approx P_{ttbp} \rightarrow P_{tt} \approx P_{ttbp} = K_{hd} \cdot P_{tb}$

✓ K_{hd} : Hệ số hình dáng được xác định từ ĐTPT.

✓ $P_{tb} = \frac{A_t}{t}$: Công suất trung bình

❖ Phạm vi ứng dụng:

➤ $P_{tt} \approx P_{ttbp}$ chỉ khi ĐTPT tương đối bằng bằng ($K_{hd} = 1, 1 \div 1,2$)

➤ Phải biết dạng của ĐTPT mà thực tế rất khó biết khi thiết kế

➤ Chỉ được ứng dụng trong thiết kế sơ bộ, *khi xác định phụ tải tính toán tại các thanh cái của nhóm phụ tải lớn có ĐTPT tương đối bằng phẳng* (như phân xưởng hoặc hạ áp của trạm biến áp phân xưởng) thanh cái của trạm biến áp trung gian và có thể lấy gần đúng $K_{hd} = 1, 1 \div 1,2$.

8. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH PTTT

□Xác định PTTT theo P_{tb} và σ_T

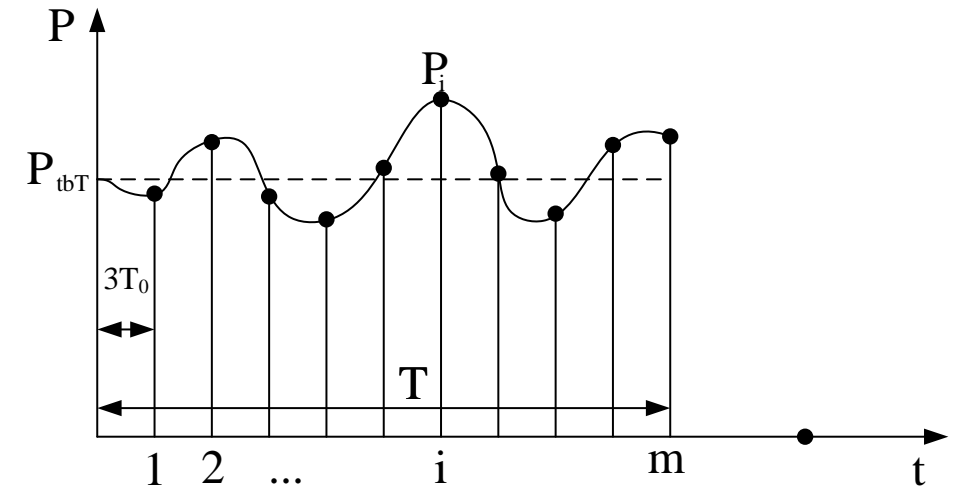
$$P_{tt} = P_{tbT} + \beta \cdot \sigma_T$$

✓ P_{tbT} : Công suất trung bình trong thời gian T

✓ σ_T : Độ lệch của phụ tải khỏi giá trị trung bình trong T

$$\sigma_T = \frac{1}{m} \sqrt{\sum_{i=1}^m (P_i - P_{tbT})^2}$$

✓ β : Hệ số tán xạ tương ứng σ_T .



❖ Xác suất P_{tt} vượt $(P_{tbT} + 2,5 \cdot \sigma_T)$ là 0,005: $P(t) \approx P_{tbT} + 2,5 \cdot \sigma_T$

❖ Với nhóm thiết bị cùng công suất và chế độ làm việc:

$$P_{tt-nhóm} = P_{tbT-nhóm} + 2,5 \cdot \sigma_{T-nhóm} = \left(K_{sd} + \frac{2,5 \cdot \sigma_{T_0}}{\sqrt{n}} \right) P_{đm-nhóm}$$

8. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH PTTT

❑ Xác định PTTT theo P_{tb} và hệ số cực đại (K_{max}) hay còn gọi là Phương pháp số thiết bị hiệu quả hoặc phương pháp sắp xếp biểu đồ Ca-ia-lốp G.M.

$$P_{tt} = K_{max} \cdot P_{tb} = K_{max} \cdot K_{sd} \cdot P_{đm}$$

❖ K_{sd} : Hệ số sử dụng, tra trong sổ tay ứng với phụ tải hay nhóm phụ tải đặc trưng

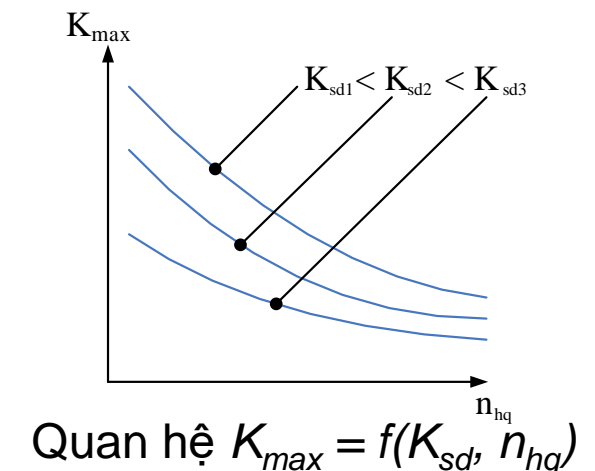
❖ K_{max} : Hệ số cực đại công suất tác dụng: $K_{max} = f(K_{sd}, n_{hq})$

❖ n_{hq} : Số thiết bị hiệu quả của nhóm thiết bị

➤ là số thiết bị có cùng công suất

➤ cùng chế độ làm việc

➤ gây ra hiệu quả phát nhiệt (hoặc mức độ phá hủy cách điện) đối với dây dẫn đúng bằng số thiết bị thực tế có công suất và chế độ làm việc khác nhau gây ra trong quá trình làm việc



8. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH PTTT

$$n \begin{cases} \neq P_{\text{đm}} \\ \neq K_{sd} \\ \neq t \end{cases} \Leftrightarrow n_{hq} \begin{cases} = P_{\text{đm}} \\ = K_{sd} \\ = t \end{cases}$$

❖ Xác định n_{hq} : $n_{hq} = \frac{(\sum_{i=1}^n P_{\text{đm}i})^2}{\sum_{i=1}^n P_{\text{đm}i}^2}$ (chính xác với $n \leq 5$)

❖ Nếu $n \geq 5$, dùng phương pháp đơn giản hóa để tính:

➤ Trường hợp 1: Nếu $m = \frac{P_{\text{đm}Max}}{P_{\text{đm}Min}} \leq 3$ và $K_{sd} \geq 0,4$ thì $n_{hq} = n$

Ví dụ: Nhóm thiết bị (10tb×20kW, 10tb×15kW, 5tb× 10kW, 10 tb×8kW). $K_{sd} = 0,53 \rightarrow$ Vì $m = 20/8 = 2,5 < 3$ và $K_{sd} > 0,4$ nên $n_{hq} = n = 10+10+5+10 = 35$ (tb)

(Khi xác định n_{hq} bỏ qua các thiết bị có tổng công suất của nó nhỏ hơn 5% tổng công suất của nhóm thiết bị, ví dụ như trên thêm 5tb×2kW)

8. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH PTTT

➤ Trường hợp 2: Nếu $m > 3$ và $K_{sd} \geq 0,2 \rightarrow \begin{cases} n_{hq} = \frac{2 \cdot \sum_{i=1}^n P_{đmi}}{P_{đmMax}} \\ n_{hq} \leq n \\ P_{đmMax} = \text{Max} \{ P_{đmi}, i = \overline{1, n} \} \end{cases}$

Ví dụ: Ví dụ trên với $K_{sd} = 0,35$ và thêm 20 thiết bị 2kW nữa.

Giải: $P_{đm-nhóm} = 10.20 + 10.15 + 5.10 + 10.8 + 20.2 = 520 \text{ kW}$, $n = 10 + 10 + 5 + 10 + 20 = 55$ thiết bị

✓ Không nhóm nào công suất $< 5\%$ tổng công suất $\rightarrow n = 55$

✓ Kiểm tra điều kiện: $K_{sd} = 0,35 > 0,2$; $m = \frac{20}{2} = 10 > 3$

$$n_{hq} = \frac{2(10.20 + 10.15 + 5.10 + 10.8 + 20.2)}{20} = 52 < n = 55$$

8. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH PTTT

➤ Trường hợp 3: ngoài ra, trình tự xác định n_{hq}

✓ Bước 1: Tính n_1 (số thiết bị có công suất lớn \geq một nửa công suất của thiết bị có công suất lớn nhất trong nhóm)

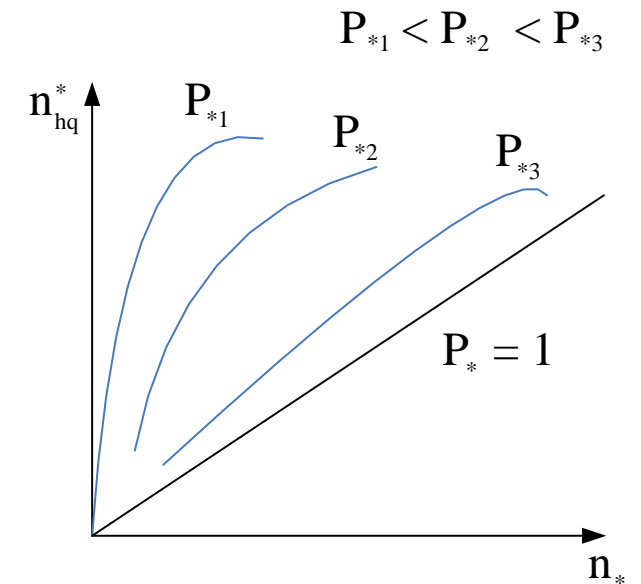
✓ Bước 2: Tính $n_* = \frac{n_1}{n}$; $P_* = \frac{P_1}{P}$ ($P = \sum_{i=1}^n P_{đmi}$; $P_1 = \sum_{i=1}^{n_1} P_{đmi}$)

✓ Bước 3: Tìm n_{hq}^* từ $n_{hq}^* = f(n_*, P_*)$ trong sổ tay tra

$$\text{Hoặc gần đúng: } n_{hq}^* = \frac{0,95}{\frac{P_*^2}{n_*} + \frac{(1-P_*)^2}{(1-n_*)}}$$

✓ Bước 4: Tính $n_{hq} = n_{hq}^* \cdot n$

Chú ý: Nếu P^* nhỏ và n^* nhỏ mà không có trong bảng tra n_{hq}^* thì cho phép lấy $n_{hq}^* = 1$.



8. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH PTTT

Ví dụ: Ví dụ trên, nhưng cho $K_{sd} = 0,16 \rightarrow$ xác định n_{hq} ?

Giải:

$$n = 55; n_1 = 25 \rightarrow n^* = 0,45$$

$$P = 520\text{kW}; P_1 = 400 \text{ kW} \rightarrow P^* = 0,77$$

$$\text{Tra từ bảng quan hệ } n_{hq}^* = f(n_*, P_*): n_{hq}^* = f(0,45; 0,77) = 0,67$$

$$\rightarrow n_{hq} = 0,67.55 \approx 36 \text{ (thiết bị)}$$

❖ Các trường hợp khác:

➤ Các trường hợp trên chỉ sử dụng được khi $4 \leq n_{hq} \leq 300$. Với các giá trị n_{hq} khác không tra K_{max} theo đường cong $K_{max} = f(n_{hq}, K_{sd})$ được. Lúc đó, tính gần đúng:

$$\checkmark \text{ Nếu } n_{hq} \leq 4 \text{ và } n \leq 3: P_{tt} = \sum_{i=1}^n P_{đmi}; Q_{tt} = \sum_{i=1}^n Q_{đmi} = \sum_{i=1}^n P_{đmi} \cdot \tan \varphi_i$$

8. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH PTTT

✓ Nếu $n_{hq} \leq 4$ và $n > 3$:

$$P_{tt} = \sum_{i=1}^n P_{đmi} \cdot K_{ti}$$

K_{ti} : hệ số của phụ tải thứ i . Tính gần đúng K_t

- Thiết bị làm việc ở chế độ dài hạn thì $K_t = 0,9$
- Thiết bị làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại thì $K_t = 0,75$

✓ Nếu $n_{hq} > 300$ và $K_{sd} < 0,5$ thì xác định K_{max} theo $n_{hq} = 300$.

✓ Nếu $n_{hq} > 300$ và $K_{sd} \geq 0,5$ thì $P_{tt} = 1,05 \cdot K_{sd} \cdot P_{đm}$

✓ Nếu nhóm phụ tải làm việc lâu dài với ĐTPT bằng phẳng (bơm, máy nén khí...) : $K_{max} = 1$ và coi $P_{tt} = P_{tb} = K_{sd} \cdot P_{đm}$

➤ Phạm vi ứng dụng: Phương pháp này cho phép xét đến độ lớn và chế độ làm việc của các thiết bị trong nhóm phụ tải nên kết quả tính toán khá chính xác

➔ Sử dụng phổ biến để xác định phụ tải tính toán của các xí nghiệp công nghiệp.

8. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH PTTT

❑Xác định phụ tải tính toán theo hệ số đồng thời

- ❖ Do tính chất ngẫu nhiên của nhu cầu sử dụng điện nên tại một thời điểm nhất định, không phải tất cả các thiết bị dùng điện đều được đóng điện.
- ❖ Vì vậy khi xác định phụ tải tính toán tại các nút có nhiều phụ tải nối vào thì phải xét đến tính chất đồng thời đóng điện của các phụ tải thông qua hệ số đồng thời:

$$P_{tt-nhóm} = K_{đt} \cdot \sum_{i=1}^n P_{tti}$$

- ❖ Phạm vi ứng dụng: Phương pháp này dùng để xác định phụ tải tính toán tại các nút nhiều phụ tải như TBA các phân xưởng có công suất lớn, trạm biến áp trung gian cấp cho các nhà máy, các khu công nghiệp v.v...

8. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH PTTT

□ Xác định phụ tải tính toán theo suất tiêu hao điện năng

$$P_{ttT} = \frac{M_T \cdot w_0}{T}$$

✓ M_T : số đơn vị sản phẩm được sản xuất trong thời gian T ; w_0 : suất tiêu hao điện năng kWh/đơn vị sản phẩm tra sổ tay ; T : Thời gian khảo sát (1 ca, 1 năm...)

❖ Xét cả năm: $P_{ttT} = \frac{M_T \cdot w_0}{T_{max}}$ (T_{max} : thời gian sử dụng P_{max} (giờ).

❖ **Ví dụ:** Tính P_{tt} của một nhóm máy nén khí có sản lượng 300.10^6 m^3 , biết suất tiêu thụ $100\text{kWh}/10^3\text{m}^3$, $T_{max} = 7000$ giờ.

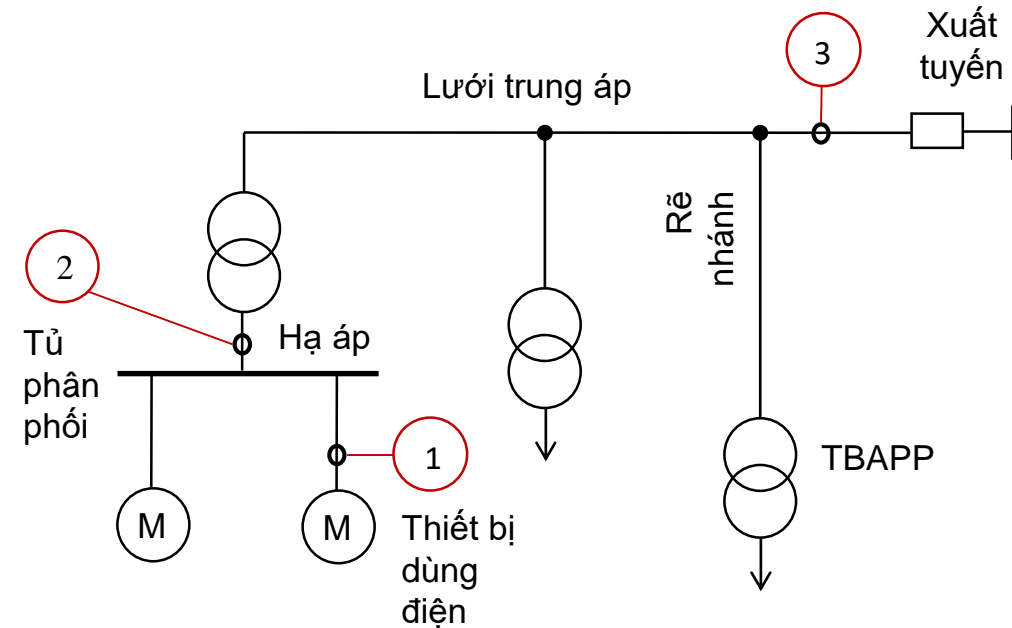
➤ **Giải:** $P_{tt} = \frac{300.10^6 \cdot 100}{7000.10^3} = 4286 \text{ kW}$

❖ **Phạm vi áp dụng:** Đơn giản kém chính xác, chỉ sơ bộ xác định P_{tt} hộ có ĐTPT ít thay đổi (quạt gió, bơm, lò điện trở) $\rightarrow P_{tt} \approx P_{tb}$.

8. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH PTTT

❑ Tổng kết một số phương pháp xác định

- ❖ Tại vị trí 1, sử dụng phương pháp xác định phụ tải tính toán theo hệ số nhu cầu hoặc hệ số sử dụng lớn nhất.
- ❖ Tại vị trí 2, sử dụng phương pháp xác định phụ tải tính toán theo công suất trung bình và hệ số cực đại hoặc phương pháp dùng hệ số nhu cầu của một nhóm phụ tải.
- ❖ Tại vị trí 3, sử dụng phương pháp dùng hệ số đồng thời.



9. BIỂU ĐỒ PHỤ TẢI

Biểu diễn thích hợp phụ tải → khi thiết kế hình dung một cách rõ ràng sự phân bố phụ tải trên mặt bằng → có cơ sở vạch các phương áp cung cấp điện cho toàn công trình, chọn vị trí đặt các trạm biến áp, vạch các tuyến đường dây

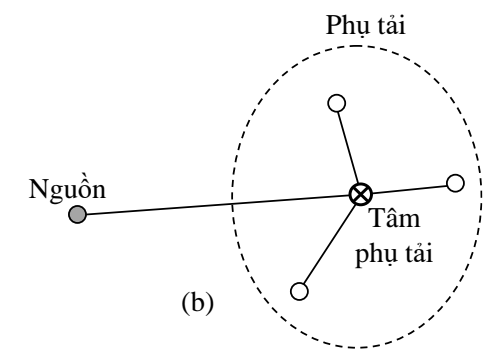
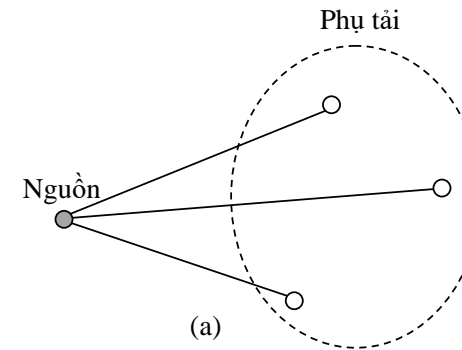
❑ Xác định tâm phụ tải

❖ Quan điểm triết học: $x_0(y_0, z_0) = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot x_i(y_i, z_i)}{\sum_{i=1}^n S_i}$

- ✓ x_i, y_i, z_i là các tọa độ của phụ tải thứ i có công suất S_i
- ✓ Phụ tải z khi phụ tải là các nhà cao tầng

❖ Tính đến thời gian làm việc: $x_0(y_0, z_0) = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot T_i \cdot x_i(y_i, z_i)}{\sum_{i=1}^n P_i \cdot T_i}$

- ✓ T_i là thời gian làm việc của phụ tải thứ i .



9. BIỂU ĐỒ PHỤ TẢI

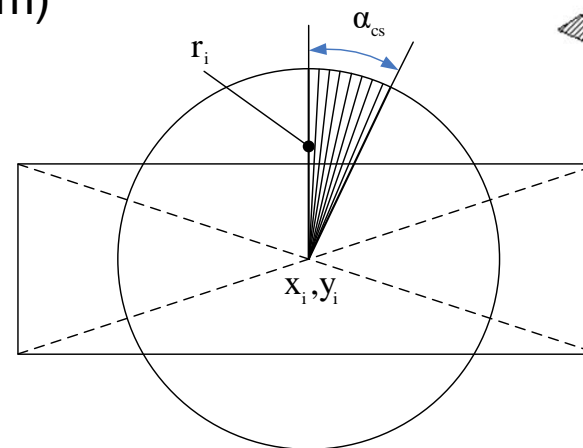
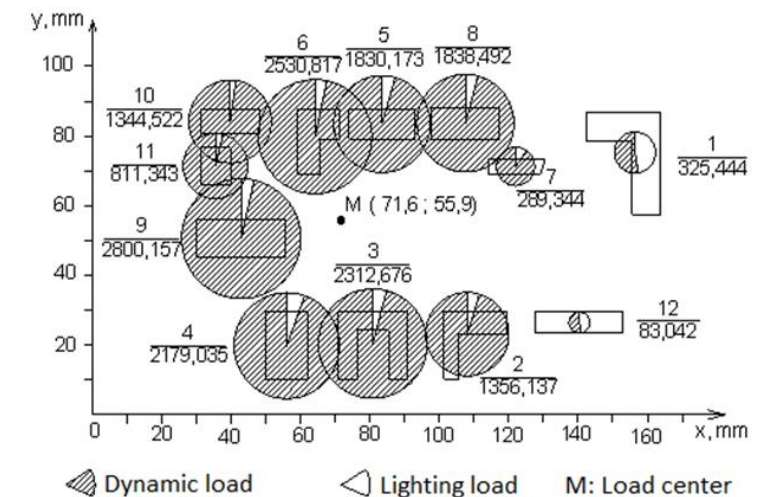
□ Biểu đồ phụ tải

- ❖ Vòng tròn có tâm trùng với tâm phụ tải, có diện tích tỷ lệ với công suất phụ tải theo một tỷ lệ xích tùy chọn.

$$S_i = m \cdot \pi \cdot r_i^2 \Rightarrow r_i = \sqrt{\frac{S_i}{m\pi}}$$

➤ m: Tỷ lệ xích (kVA/cm²)

➤ r_i: Bán kính vòng tròn phụ tải thứ i (cm)



9. BIỂU ĐỒ PHỤ TẢI

□ Các thành phần phụ tải

- ❖ Một phụ tải lớn có thể phân chia thành nhiều thành phần:
 - Công nghiệp: phụ tải phân xưởng=động lực+chiếu sáng.
 - Nông thôn: phụ tải tưới tiêu + phụ tải sinh hoạt.
 - Đô thị: công nghiệp+thương mại+d/vụ+sinh hoạt+giao thông.
- ❖ Các *thành phần phụ tải* có thể được biểu diễn trên vòng tròn biểu đồ của phụ tải thông qua các góc:

$$\alpha_i = \frac{360.P_i}{P}$$

- ✓ P_i : Công suất tiêu thụ của thành phần phụ tải thứ i
- ✓ P : Tổng công suất tiêu thụ của phụ tải

DỰ BÁO PHỤ TẢI

□ Phân loại dự báo nhu cầu điện

❖ Dự báo ngắn hạn

- Từ 1 đến 2 năm và được dùng trong thiết kế.
- Yêu cầu độ chính xác cao, cho phép sai số $5\div 10\%$

❖ Dự báo tầm vừa

- Từ $5\div 10$ năm, dùng chủ yếu cho công tác quy hoạch
- Sai số cho phép từ $10\div 20\%$.

❖ Dự báo tầm xa

- Từ $10\div 20$ năm, thường chỉ mang tính chiến lược, chỉ nêu nên phương hướng phát triển chủ yếu.

DỰ BÁO PHỤ TẢI

□ Các phương pháp dự báo nhu cầu điện

❖ Phương pháp hệ số vượt trước: $K = \frac{\alpha_{ncđn}}{\alpha_{nkt}}$

✓ $\alpha_{ncđn}$: Tỷ lệ tăng trưởng nhu cầu điện [%] trong quá khứ

✓ α_{nkt} : Tỷ lệ tăng trưởng của nền kinh tế [%] trong quá khứ

➤ Biết K và biết dự báo tỷ lệ tăng trưởng của nền kinh tế trong tương lai → Xác định được mức độ tăng nhu cầu điện trong tương lai tương ứng → Nhu cầu điện năng tại năm dự báo.

➤ Độ chính xác thấp

❖ Phương pháp trực tiếp

➤ Tương tự p/pháp xác định phụ tải theo suất tiêu hao điện năng khi dự báo tổng sản lượng của một ngành kinh tế và suất tiêu hao điện năng trên một đơn vị sản phẩm. Thích hợp với dự báo ngắn hạn, nền kinh tế ổn định

DỰ BÁO PHỤ TẢI

□ Các phương pháp dự báo nhu cầu điện

❖ Phương pháp tương quan

- Từ số liệu trong quá khứ, lập quan hệ giữa tổng nhu cầu điện năng với các chỉ số của nền kinh tế quốc dân như tổng sản lượng của một ngành.
- Từ đó, nếu có dự báo của tổng sản lượng ngành đó thì sẽ suy ra nhu cầu điện năng cho năm dự báo.

Năm	1	2	...	Hiện tại	...	Tương lai
Nhu cầu điện năng (kWh)	A_1	A_2	...	A_{HT}	...	A_{TLi}
Chỉ số (ngành)	N_1	N_2	...	N_{HT}	...	N_{TLi}

❖ Phương pháp so sánh đối chiếu

- So sánh đối chiếu với sự phát triển nhu cầu điện năng của các nước có hoàn cảnh tương tự.
- Đơn giản và thích hợp cho dự báo ngắn hạn.

DỰ BÁO PHỤ TẢI

□ Các phương pháp dự báo nhu cầu điện

❖ Phương pháp ngoại suy theo thời gian:

- Nghiên cứu diễn biến nhu cầu điện năng trong quá khứ tương đối ổn định → tìm quy luật nó để dự báo nhu cầu điện năng cho tương lai.

- ✓ Ngoại suy tuyến tính: $S(t) = S_{tt0} \cdot (1 + \alpha \cdot t)$

$S(t)$: Công suất tính toán sau t năm dự báo

S_{tt0} : Công suất tính toán ở thời điểm gốc ban đầu

α : Tỷ lệ phát triển hàng năm của phụ tải cực đại (tính toán)

- ✓ Ngoại suy theo dạng hàm mũ

$$S(t) = S_{tt0} \cdot e^{\alpha \cdot t} \text{ hoặc } S(t) = S_{tt0} \cdot (1 + \alpha)^t$$

- Kết quả khá chính xác, có thể dùng cho dự báo tầm trung và dài hạn nếu tương lai không có sự thay đổi đột biến về phụ tải.

DỰ BÁO PHỤ TÀI



Phương pháp dự báo nhu cầu điện



- Các biến số quan trọng sẵn có:
 - Dự báo GDP theo ngành và theo vùng miền;
 - Dân số, tỷ lệ đô thị hóa;
 - Dự báo nhu cầu điện các tỉnh, thành phố.
- Phương pháp dự báo kết hợp:
 - Phương pháp **trên-xuống (top-down)**:
 - **Phân tích hồi quy** tiêu thụ điện theo các biến số chính, GDP, dân số, tỷ lệ đô thị hóa, giá điện...
 - Phân tích chuỗi số liệu theo thời gian (time-series)
 - Phương pháp **dưới-lên (bottom-up)**:
 - Tổng hợp **nhu cầu điện tỉnh và các phụ tải quan trọng**.
 - Sử dụng **mô hình TIMES** đánh giá nhu cầu điện từng phân ngành trong nhu cầu năng lượng.



☑ **$LN(\text{Tổng điện thương phẩm}) = 1.4783(B) + 1.0156 * LN(\text{GDP đầu người}) - 0.22457 * LN(\text{Giá điện TB}) + 0.56577 * LN(\text{Tỷ trọng GDP CN}) + 2.552 * LN(\text{Tỷ trọng dân đô thị})$**

15

DỰ BÁO PHỤ TÀI



Kết quả dự báo Kịch bản cơ sở



- ☑ Điện thương phẩm 478 tỷ kWh vào năm 2030 và 861 tỷ kWh vào năm 2045;
- ☑ Điện sản xuất 537 tỷ kWh vào năm 2030 và 959 tỷ kWh vào năm 2045;
- ☑ Điện thương phẩm sẽ duy trì mức tăng 8,3% giai đoạn 2021-2030 sau đó giảm xuống mức 3,5%/năm giai đoạn 2031-2045.
- ☑ Hệ số đàn hồi điện đối với GDP 5-năm giảm xuống mức 1,13 lần vào năm 2030 và sau đó giảm mạnh đến mức 0,58 lần vào năm 2045.

	Đơn vị	2020	2025	2030	2040	2045
Tổng sản phẩm trong nước giá 2010	Tỷ đồng	3.921.735	5.444.877	7.424.248	12.838.292	16.565.515
Công nghiệp - Xây dựng	%	41.0%	42.8%	43.9%	45.2%	45.6%
Nông nghiệp - Lâm nghiệp - Thủy sản	%	15.1%	13.0%	11.4%	9.4%	8.7%
Thương mại - Dịch vụ	%	43.9%	44.3%	44.7%	45.4%	45.7%
Dân số	Triệu người	96.7	101.8	107.1	118.2	124
Tỷ lệ đô thị hóa	%	36.8	40.0	43.1	49.4	52.6
Điện thương phẩm toàn quốc	GWh	215.200	337.544	478.138	742.602	861.326
Tổn thất	%	6.6	6.3	6.0	6.0	6.0
Tự dùng	%	5.4	5.1	4.9	4.5	4.2
Điện sản xuất	GWh	244,101	381,143	536,560	829,274	959,436
Pmax	MW	39,426	59,778	84,203	130,055	150,544
Tiêu thụ điện đầu người	kWh/người	2309	3316	4465	6284	6949
Tăng trưởng GDP 5-năm	%/năm	4.9%	6.8%	6.4%	5.4%	5.2%
Tăng trưởng điện thương phẩm 5-năm	%/năm	5,8%	9,4%	7,2%	3,9%	3,0%
Hệ số đàn hồi điện đối với GDP 5-năm		1.20	1.38	1.13	0.72	0.58

16

DỰ BÁO PHỤ TẢI



SO SÁNH KẾT QUẢ DỰ BÁO VỚI QHĐ VII HC



Dự báo tăng trưởng GDP hàng năm KB trung bình

Giai đoạn	KB Cơ sở QHĐ 7 HC				Dự báo cập nhật QHĐ8			
	Toàn quốc	Miền Bắc	Miền Trung	Miền Nam	Toàn quốc	Miền Bắc	Miền Trung	Miền Nam
2016-2020	7.0	6.3	6.5	7.4	5,8	8.56	5.26	4.85
2021-2025	7.0	6.4	6.6	7.5	9,4	7.15	6.74	6.45
2026-2030	7.0	6.4	6.6	7.5	6,4	6.75	6.35	6.06
2031-2035	7.0	6.4	6.6	7.5	5,9	6.23	5.83	5.54
2036-2040					5,4	5.72	5.33	5.03
2041-2045					5,2	5.57	5.18	4.88
2046-2050					5,0	5.32	4.95	4.64

SO SÁNH DỰ BÁO PHỤ TẢI (GWH)

■ Điện sản xuất QHĐ 7 GWh ■ Điện sản xuất QHĐ 8 GWh



Dự báo QHĐ VIII thấp hơn so với QHĐ VII điều chỉnh: Asx năm 2030 thấp hơn 35 TWh

- Pmax QHĐ VIII các năm 2020, 2025, 2030, 2040, 2045 lần lượt là: 39GW, 60GW, 84 GW, 130MW, 151MW
- Tăng trưởng Asx giai đoạn 2021-2030: 8,2%/năm; giai đoạn 2031-2045: 4,1%/năm

17

BÀI TẬP- XÁC ĐỊNH SỐ THIẾT BỊ ĐIỆN HIỆU QUẢ n_{hq}

□ **Biết:** 8 tb×20kW, 10 tb×15kW, 16 tb×6kW, 20 tb×3kW, 5 tb×1kW, $K_{sd} = 0,25$.

□ **Kiểm tra để loại bỏ nhóm thiết bị có công suất nhỏ**

❖ $P_{đm-nhóm} = 8.20 + 10.15 + 16.6 + 20.3 + 5.1 = 471 \text{ kW}$

❖ Tổng số thiết bị là $n = 8 + 10 + 16 + 20 = 54$ thiết bị

❖ Tổng công suất là $P_{đm-nhóm} = 8.20 + 10.15 + 16.6 + 20.3 = 466 \text{ kW}$

□ **Kiểm tra tỷ số m và hệ số sử dụng**

❖ $K_{sd} = 0,25 > 0,2$ và $m = \frac{P_{đmMax}}{P_{đmMin}} = \frac{20}{3} > 3$.

❖ $n_{hq} = \frac{2 \cdot \sum_{i=1}^n P_{đmi}}{P_{đmMax}} = \frac{2 \cdot 466}{20} = 46 < n = 54$ thiết bị

BÀI TẬP- XÁC ĐỊNH SỐ THIẾT BỊ ĐIỆN HIỆU QUẢ n_{hq}

□ **Biết:** 8tb×20kW, 10tb×15kW, 16tb×6kW, 20tb×3kW, $k_{sd}=0,16$.

□ **Xác định số thiết bị hiệu quả**

❖ $k_{sd} = 0,16 < 0,2$

→ $n_1 = 18 \text{ tb}$ ($P_1 = 20.8 + 15.10 = 310\text{kW}$, $P = P_{\text{đm-nhóm}} = 466\text{kW}$)

$$n_* = \frac{n_1}{n} = \frac{18}{54} = 0,33 \text{ và } P_* = \frac{P_1}{P} = \frac{310}{466} = 0,67$$

❖ Tra bảng, $n_{hq}^* = f(n_*, P_*) = f(0,33; 0,67) = 0,65$

$$n_{hq} = n_{hq}^* \cdot n = 0,65.54 = 35 \text{ tb}$$

BÀI TẬP- XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI TÍNH TOÁN

❖ Xác định n_{hq}^* theo công thức gần đúng:

$$n_{hq}^* = \frac{0,95}{\frac{P_*^2}{n_*} + \frac{(1-P_*)^2}{(1-n_*)}} = \frac{0,95}{\frac{0,67^2}{0,33} + \frac{(1-0,67)^2}{(1-0,33)}} = 0,62 \rightarrow n_{hq} = n_{hq}^* \cdot n = 0,62 \cdot 54 = 33$$

□ Xác định K_{max} :

❖ Tra sổ tay, $K_{max} = f(n_{hq}, K_{sd}) = f(35; 0,16) = 1,4$

❖ Hoặc xác định K_{max} từ công thức kinh nghiệm:

$$K_{max} = 1 + 1,3 \sqrt{\frac{1-K_{sd}}{n_{hq} \cdot K_{sd} + 2}} = 1 + 1,3 \cdot \sqrt{\frac{1-0,16}{35 \cdot 0,16 + 2}} = 1,43$$

□ Xác định phụ tải tính toán

$$P_{tt} = K_{max} \cdot P_{tb} = K_{max} \cdot K_{sd} \cdot P_{đm} = 1,43 \cdot 0,16 \cdot 466 = 104,38 \text{ kW}$$

BÀI TẬP- XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI TÍNH TOÁN

□ Một trạm biến áp phân phối cấp điện cho 4 nhà kho với $P_{\text{đặt}}$ lần lượt là 250 kVA, 200 kVA, 150 kVA và 400 kVA, cùng với $\cos\varphi = 0.9$, $K_{nc} = 0,9; 0,8; 0,75$ và $0,85$ ($K_{nc} = \frac{P_{tt}}{P_{\text{đặt}}}$). Hệ số không đồng thời $K_{\text{đt}} = 0,9$. Tính phụ tải tính toán mà trạm biến áp cần tải.

□ **Giải**

Phụ tải tính toán của nhóm 4 nhà kho:

$$\begin{aligned} P_{tt.nhóm} &= K_{\text{đt}} \cdot \sum_{i=1}^n P_{i.tt} = K_{\text{đt}} \cdot \sum_{i=1}^n K_{i.nc} P_{i.đ} \\ &= 0,9 \times (250 \times 0,9 + 200 \times 0,8 + 150 \times 0,75 + 400 \times 0,85) \\ &= 753,75 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$K_{\text{đt}} = \frac{P_{tt-nhóm}}{\sum_{i=1}^n P_{tti}}$$

BÀI TẬP- XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI TÍNH TOÁN

❑ Xác định phụ tải tính toán của một phân xưởng nhỏ có 3 nhóm động cơ với công suất định mức P_{dm} và hệ số nhu cầu lớn nhất K_{nc} được cho trong bảng sau:

	Số thứ tự của thiết bị	Công suất định mức (kW)	Hệ số nhu cầu lớn nhất	Hệ số đồng thời nhóm	Hệ số đồng thời của phân xưởng
Nhóm 1	1	6	0,9	0,7	0,8
	2	2	1		
	3	8	0,8		
	4	4	0,8		
Nhóm 2	5	7	1	0,7	
	6	3	1		
	7	6	0,8		
	8	6	0,8		
Nhóm 3	9	5	0,8	0,6	
	10	3	0,8		
	11	3	0,8		
	12	5	0,8		
	13	4	1		
	14	4	1		

BÀI TẬP- XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI TÍNH TOÁN

Nhóm	P _{i.đm} (kW)	K _{i.nc}		P _{i.tt} (kW)		K _{đt.nhóm}	P _{tt.nhóm} (kW)		K _{đt.px}	P _{tt.px} (kW)						
Nhóm 1	6	0,9	→	5,4	→	0,7	11,9	→	0,8	32,144						
	2	1	→	2												
	8	0,8	→	6,4												
	4	0,8	→	3,2												
Nhóm 2	7	1	→	7	→	0,7	13,72				→	0,8	32,144			
	3	1	→	3												
	6	0,8	→	4,8												
	6	0,8	→	4,8												
Nhóm 3	5	0,8	→	4	→	0,6	14,56							→	0,8	32,144
	3	0,8	→	2,4												
	3	0,8	→	2,4												
	5	0,8	→	4												
	4	1	→	4												
	4	1	→	4												

BÀI TẬP- XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI TÍNH TOÁN

□ Thông số nhà máy cơ khí địa phương

TT	Tên phân xưởng	P _{đặt} (kW)	TT	Tên phân xưởng	P _{đặt} (kW)
1	PX kết cấu kim loại	2200	6	PX gia công gỗ	200
2	PX lắp ráp cơ khí	1500	7	PX sửa chữa cơ khí	300
3	PX đúc	800	8	Trạm bơm	150
4	PX rèn	1200	9	Phòng kiểm định	200
5	PX nén khí	500	10	Khu văn phòng	100

□ **Tra:** K_{nc} ; $\cos\varphi \rightarrow P_{tt} = K_{nc} \cdot P_{đặt}$; $Q_{tt} = P_{tt} \cdot \tan\varphi = P_{tt} \cdot \frac{\sqrt{1-\cos^2\varphi}}{\cos\varphi}$

TT	Tên phân xưởng	P _{đặt} (kW)	K _{nc}	cosφ	P _{tt} (kW)	Q _{tt} (kVAr)
1	PX kết cấu kim loại	2200	0,6	0,7	1320	1347
2	PX lắp ráp cơ khí	1500	0,3	0,5	450	779
3	PX đúc	800	0,6	0,7	480	490
4	PX rèn	1200	0,5	0,6	600	800
5	PX nén khí	500	0,6	0,7	300	306
6	PX gia công gỗ	200	0,4	0,6	80	107
7	PX sửa chữa cơ khí	300	0,2	0,5	60	104
8	Trạm bơm	150	0,6	0,7	90	92
9	Phòng kiểm định	200	0,7	0,7	140	143
10	Khu văn phòng	100	0,7	0,8	70	53

BÀI TẬP- XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI TÍNH TOÁN

□ Phụ tải tính toán của toàn nhà máy

- ❖ $P_{NM} = K_{đt} (P_{tt1} + P_{tt2} + \dots + P_{tt10}) = 0,85.3590 = 3051,5kW$
- ❖ $Q_{NM} = K_{đt} (Q_{tt1} + Q_{tt2} + \dots + Q_{tt10}) = 0,85.4220 = 3586,6kVar$
- ❖ $S_{NM} = \sqrt{P_{NM}^2 + Q_{NM}^2} = \sqrt{3051,5^2 + 3586,6^2} = 4709,11kVA$

BÀI TẬP- XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI TÍNH TOÁN

❑ Xác định PTTT của nhóm máy công cụ có số liệu sau ($k_{sd} = 0,2$). Hệ số $\cos \phi$ của nhóm tổ máy là 0,6.

TT	Máy	P_{dm} (kW)	Đặc điểm	Số lượng
1	Cầu trục	10	$k_d\% = 49\%$	1
2	Biến áp hàn	12	$U_d, k_d\% = 36\%$	1
3	Máy mài thô	10		2
4	Máy mài tinh	7		2
5	Máy tiện	5,5		3
6	Máy khoan	4,5		3
7	Quạt gió	1,7	U_f	1

BÀI TẬP- XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI TÍNH TOÁN

□ Quy đổi công suất của quạt gió, cầu trục, biến áp hàn về dài hạn ba pha

❖ Cầu trục: $P_{qđ} = P_{đm} \sqrt{k_d\%} = 10\sqrt{0,49} = 7$ (kW)

❖ Biến áp hàn: $P_{qđ} = \sqrt{3}P_{đm} \sqrt{k_d\%} = \sqrt{3}.12\sqrt{0,36} = 12,47$ (kW)

❖ Quạt gió: $P_{qđ} = 3P_{đm} = 5,1$ (kW)

Bảng sắp xếp phụ tải theo thứ tự công suất nhỏ dần

TT	Máy	$P_{đm}$ (kW)	Số lượng
1	Biến áp hàn	12,47	1
2	Máy mài thô	10	2
3	Máy mài tinh	7	2
4	Cầu trục	7	1
5	Máy tiện	5,5	3
6	Quạt gió	5,1	1
7	Máy khoan	4,5	3

BÀI TẬP- XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI TÍNH TOÁN

□ Tính toán n_{hq}

❖ Thiết bị có công suất lớn nhất là biến áp hàn 12,47 (kW), 1 nửa công suất là 6,24 (kW). Vậy có 6 thiết bị có công suất lớn hơn trị số này là biến áp hàn (1), máy mài thô (2), máy mài tinh (2) và cầu trục (1). $n_1=6$.

❖ Tổng công suất của 6 máy này là: $P_{n1} = (12,47+2.10+2.7+7)=53,47$ (kW)

❖ Xác định n_* , P_* :

$$n_* = \frac{n_1}{n} = \frac{6}{13} \approx 0,5$$

$$P_* = \frac{P_{n1}}{P_{tổng}} = \frac{53,47}{53,47 + 5,5.3 + 5,1 + 4,5.3} \approx 0,67$$

BÀI TẬP- XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI TÍNH TOÁN

□ Tra sổ tay với $n_* = 0,5, P_* = 0,67$ được $n_{hq*} = 0,85$

□ Tính được $n_{hq} = n \cdot n_{hq*} = 13 \cdot 0,85 = 11,05 \approx 11$

□ Tra sổ tay với $k_{sd} = 0,2$ và $n_{hq} = 11$ được $k_{max} = 1,71$

□ Phụ tải tính toán của nhóm:

$$P_{tt} = k_{max} k_{sd} \sum_{i=1}^{13} P_{đmi} = 1,71 \cdot 0,2 \cdot 88,57 = 30,29 \text{ (kW)}$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \frac{\sin \phi}{\cos \phi} = \frac{30,29}{0,6} = 40,39 \text{ (kW)}$$

□ Phụ tải tính toán của nhóm máy là: $\underline{S}_{tt} = 30,29 + j40,39 \text{ (kVA)}$

Câu hỏi ôn tập

1. Phân loại phụ tải điện theo yêu cầu cung cấp điện và theo chế độ làm việc ?
2. Nêu định nghĩa và cách xác định các đặc trưng công suất của phụ tải điện ?
3. Nêu định nghĩa và cách xác định các đặc trưng hệ số của phụ tải điện ?
4. Đồ thị phụ tải là gì ?
5. Trình bày nội dung và phạm vi ứng dụng của các phương pháp xác định phụ tải tính toán sau đây
 - Xác định phụ tải tính toán theo hệ số nhu cầu và công suất đặt ?
 - Xác định phụ tải tính toán theo hệ số đồng thời ?
 - Xác định phụ tải tính toán theo suất phụ tải trên một đơn vị diện tích ?
6. Biểu đồ phụ tải là gì ? Cách xác định tâm phụ tải ?
7. Trình bày tóm tắt các phương pháp dự báo phụ tải ?