

LỜI NÓI ĐẦU

Đất nước Việt Nam trong công cuộc công nghiệp hoá - hiện đại hoá, nền kinh tế đang trên đà phát triển. Yêu cầu sử dụng điện và thiết bị điện ngày càng tăng. Việc trang bị kiến thức về hệ thống điện nhằm phục vụ cho nhu cầu sinh hoạt của con người, cung cấp điện năng cho các thiết bị của khu vực kinh tế, các khu chế xuất, các xí nghiệp là rất cần thiết.

Với một vai trò quan trọng như vậy và xuất phát từ yêu cầu, kế hoạch đào tạo, chương trình môn học của **Trường Cao Đẳng Ngoại ngữ - Công nghệ Việt Nhật**. Chúng tôi đã biên soạn cuốn giáo trình **Cung cấp điện** gồm 5 chương với những nội dung cơ bản sau:

- Chương 1: Tính toán phụ tải điện
- Chương 2: Tính toán tổn thất điện áp, tổn thất công suất.
- Chương 3: Lựa chọn các thiết bị điện trong lưới cung cấp điện.
- Chương 4: Nâng cao hệ số công suất.
- Chương 5: Tính toán chiếu sáng.

Giáo trình **cung cấp điện** được biên soạn phục vụ cho công tác giảng dạy của giáo viên và là tài liệu học tập của học sinh.

Do chuyên môn và thời gian có hạn nên không tránh khỏi những thiếu sót, vậy rất mong nhận được ý kiến đóng góp của đồng nghiệp và bạn đọc để cuốn sách đạt chất lượng cao hơn.

TÁC GIẢ

GIỚI THIỆU CHUNG VỀ CUNG CẤP ĐIỆN

1. LƯỚI ĐIỆN VÀ LƯỚI CUNG CẤP ĐIỆN

Hệ thống điện bao gồm ba khâu: nguồn điện, truyền tải điện và tiêu thụ điện

Nguồn điện là các nhà máy điện (thủy điện, nhiệt điện, điện nguyên tử ...) và các trạm phát điện (điêzen, điện mặt trời...).

Tiêu thụ điện bao gồm tất cả các đối tượng sử dụng điện năng trong các lĩnh vực kinh tế và đời sống: công nghiệp, nông nghiệp, lâm nghiệp, giao thông vận tải, thương mại, dịch vụ, phục vụ sinh hoạt...

Để truyền tải điện từ nguồn phát đến các hộ tiêu thụ người ta sử dụng lưới điện. Lưới điện bao gồm đường dây tải điện và trạm biến áp. Lưới điện nước ta hiện có nhiều cấp điện áp: 0,4KV, 6KV, 10KV, 22KV, 35KV, 110KV, 220KV và 500KV. Một số chuyên gia cho rằng trong tương lai lưới điện Việt nam chỉ nên tồn tại năm cấp điện áp: 0,4KV, 22KV, 110KV, 220KV và 500KV.

Có nhiều cách phân loại lưới điện:

Căn cứ vào trị số của điện áp, chia ra lưới điện siêu cao áp (500KV), lưới điện cao áp (220KV, 110KV), lưới trung áp (35KV, 22KV, 10KV, 6KV) lưới điện hạ áp (0,4KV).

Căn cứ vào nhiệm vụ, chia ra lưới cung cấp (500KV, 220KV, 110KV), lưới phân phối (35KV, 22KV, 10KV, 6KV, 0,4KV).

Ngoài ra còn nhiều cách chia khác, Ví dụ căn cứ vào phạm vi cấp điện, chia ra lưới khu vực, lưới địa phương: căn cứ vào số pha, chia ra lưới một pha, hai pha, ba pha; căn cứ vào đối tượng cấp điện chia ra lưới công nghiệp, lưới nông nghiệp, lưới đô thị...

2. NHỮNG YÊU CẦU ĐỐI VỚI PHƯƠNG ÁN CUNG CẤP ĐIỆN

Bất kỳ một phương án (hoặc dự án) cung cấp điện nào cũng phải thoả mãn 4 yêu cầu cơ bản sau:

2.1. Độ tin cậy cung cấp điện

Đó là mức đảm bảo liên tục cung cấp điện tùy thuộc vào tính chất của hộ dùng điện.

Hộ loại 1: là những hộ rất quan trọng không được để mất điện, nếu xảy ra mất điện sẽ gây ra hậu quả nghiêm trọng.

- Làm mất an ninh chính trị, mất trật tự xã hội. Đó là sân bay, cảng hàng hải, khu quân sự, khu ngoại giao đoàn, các đại sứ quán, nhà ga, bến xe, trục giao thông chính trong thành phố...

- Làm thiệt hại lớn đối với nền kinh tế quốc dân. Đó là khu công nghiệp, khu chế xuất, dầu khí, luyện kim, nhà máy cơ khí lớn, trạm bơm nông nghiệp lớn... Những hộ này đóng vai trò quan trọng trong nền kinh tế quốc dân.

- Làm nguy hại đến tính mạng con người.

Hộ loại 2: bao gồm các xí nghiệp chế tạo hàng tiêu dùng (như xe đạp, vòng bi, bánh kẹo, đồ nhựa ...) và thương mại, dịch vụ (khách sạn, siêu thị, trung tâm thương mại lớn...). Với những hộ này nếu mất điện sẽ bị thua thiệt về kinh tế như dẫn công, gây thứ phẩm, chế phẩm phá vỡ hợp đồng cung cấp nguyên liệu hoặc sản phẩm cho khách hàng, làm giảm sút doanh số và lãi xuất...

Hộ loại 3: là những hộ không quan trọng cho phép mất điện tạm thời khi cần thiết. Đó là hộ ánh sáng sinh hoạt đô thị và nông thôn.

2.2. Chất lượng điện

Chất lượng điện được thể hiện ở hai chỉ tiêu: tần số (f) và điện áp (U). Một phương án cấp điện có chất lượng tốt là phương án đảm bảo trị số tần số và điện áp nằm trong giới hạn cho phép. Cơ quan Trung tâm Điều độ Quốc gia chịu trách nhiệm điều chỉnh tần số chung cho hệ thống điện. Việc đảm bảo cho điện áp tại mọi điểm nút trên lưới trung áp và hạ áp nằm trong phạm vi cho phép là nhiệm vụ của kỹ sư thiết kế và vận hành lưới cung cấp điện.

Để đảm bảo cho các thiết bị dùng điện (động cơ, đèn, quạt, tủ lạnh, ti vi...) làm việc bình thường yêu cầu điện áp đặt vào cực các thiết bị dùng điện không được chênh lệch quá 5% so với trị số điện áp định mức. Độ chênh lệch điện áp so với trị số định mức gọi là độ chênh lệch điện áp, ký hiệu là δU .

$$\delta U = U - U_{dm}$$

Yêu cầu: $|\delta U| \leq 5\% U_{dm}$

2.3. Kinh tế

Tính kinh tế của một phương án cấp điện thể hiện qua hai chỉ tiêu: vốn đầu tư và phí tổn vận hành.

Vốn đầu tư một công trình điện bao gồm tiền mua vật tư, thiết bị, tiền vận chuyển, tiền thí nghiệm, thử nghiệm, tiền mua đất đai, đền bù hoa màu, tiền khảo sát thiết kế, tiền lắp đặt, nghiệm thu.

Phí tổn vận hành bao gồm các khoản tiền phải chi phí trong quá trình vận hành công trình điện: Tiền lương cán bộ quản lý, cán bộ kỹ thuật, công nhân vận hành, tiền bảo dưỡng định kỳ, tiền sửa chữa, trung đại tu, tiền thử nghiệm, thí nghiệm, tiền tổn thất điện năng trên công trình điện.





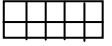
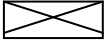
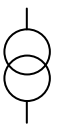
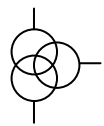



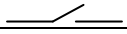
Thường thì hai khoản kinh phí này luôn mâu thuẫn nhau, nếu vốn đầu tư lớn thì phí tổn vận hành nhỏ và ngược lại. Ví dụ: nếu chọn tiết diện dây dẫn nhỏ thì tiền mua ít đi nhưng tiền tổn thất điện năng lại tăng lên do điện trở dây lớn hơn. Ví dụ: nếu mua thiết bị điện loại tốt thì đắt nhưng giảm được phí tổn vận hành do ít phải sửa chữa, bảo dưỡng...


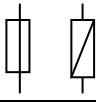
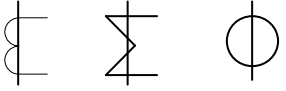

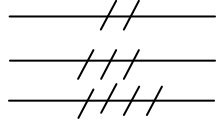




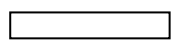
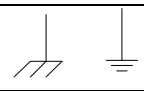


2.4. An toàn

An toàn là vấn đề quan trọng, thậm chí phải đặt lên hàng đầu khi thiết kế, lắp đặt, vận hành công trình điện. An toàn cho cán bộ vận hành, an toàn cho thiết bị, công trình điện, an toàn cho người dân và các công trình dân dụng lân cận.

Người thiết kế và vận hành công trình điện phải nghiêm chỉnh tuân thủ triệt để các quy định, nội quy an toàn, ví dụ khoản cách an toàn giữa công trình điện và công trình dân dụng, khoảng cách an toàn từ dây dẫn tới mặt đất...

3. MỘT SỐ KÝ HIỆU TRÊN SƠ ĐỒ CẤP ĐIỆN

TT	Thiết bị điện	Ký hiệu trên bản vẽ
	Máy phát điện	 F, 
	Trạm biến áp	 
	Trạm phân phối	 
	Máy biến áp 2 cuộn dây, 3 cuộn dây	 
	Máy cắt điện	  
	Dao cách ly, cầu dao	

Dao cắt phụ tải, máy cắt phụ tải		
Cầu chì		
Máy biến dòng điện		
Dây dẫn		
Dây dẫn ghi rõ số dây		
Áp tô mát		
Khởi động từ		
Động cơ điện		
Đèn sợi đốt		
Đèn tuýp		
Nối đất		
Đồng hồ ampe, vôn	 	

Chương 1: TÍNH TOÁN PHỤ TẢI ĐIỆN

1.1. KHÁI NIỆM CHUNG

Phụ tải điện là số liệu đầu tiên và quan trọng nhất để tính toán thiết kế hệ thống cung cấp điện. Xác định phụ tải điện quá lớn so với thực tế sẽ dẫn đến chọn thiết bị điện quá lớn làm tăng vốn đầu tư. Xác định phụ tải điện quá nhỏ dẫn tới chọn thiết bị điện quá nhỏ sẽ bị quá tải gây cháy nổ hư hại công trình, làm mất điện.

Xác định chính xác phụ tải điện là việc làm khó. Công trình điện thường phải được thiết kế, lắp đặt trước khi có đối tượng sử dụng điện. Ví dụ: cần thiết kế và lắp đặt trạm biến áp trung gian để cấp điện cho khu chế xuất ngay từ giai đoạn xây dựng cơ sở hạ tầng (đường giao thông, điện, nước), sau đó mới mời các xí nghiệp vào mua đất xây dựng nhà máy. Khi thiết kế lắp đặt đường dây cao áp và trạm biến áp trung gian cấp điện cho khu chế xuất người thiết kế chỉ biết thông tin rất ít: diện tích khu chế xuất và tính chất của các xí nghiệp sẽ xây dựng tại đó (công nghiệp nặng, nhẹ).

Phụ tải cần xác định trong giai đoạn tính toán thiết kế hệ thống cung cấp điện gọi là phụ tải tính toán. Cần lưu ý phân biệt phụ tải tính toán và phụ tải thực tế khi các nhà máy đã đi vào hoạt động. Phụ tải tính toán là phụ tải gần đúng chỉ dùng để tính toán thiết kế hệ thống cung cấp điện còn phụ tải thực tế là phụ tải chính xác có thể xác định được bằng các đồng hồ đo điện trong quá trình vận hành.

Có nhiều phương pháp xác định phụ tải điện. Cần căn cứ vào lượng thông tin thu nhận được qua từng giai đoạn thiết kế để lựa chọn phương pháp thích hợp. Càng có nhiều thông tin về đối tượng sử dụng càng lựa chọn được phương pháp chính xác.

2.2. XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI ĐIỆN KHU VỰC NÔNG THÔN

Nông thôn có nhiều đối tượng sử dụng điện, phổ biến nhất vẫn là trạm bơm, trường học và ánh sáng sinh hoạt.

2.2.1. Phụ tải điện trạm bơm

Các máy bơm nông nghiệp thường có các thang công suất 14KW, 20KW, 33KW, 45KW, 55KW, 75KW, 100KW. Với máy bơm công suất nhỏ sử dụng

điện hạ áp, máy bơm công suất lớn 100KW trở lên thường dùng điện 6KV hoặc 10KV.

Trạm bơm chia làm 2 loại: trạm bơm tưới và trạm bơm tiêu. Trạm bơm tưới làm việc hầu như quanh năm. Trạm bơm tiêu chỉ làm việc ít ngày vào những dịp úng lụt.

Phụ tải trạm bơm được xác định theo công thức sau:

$$P_{tt} = k_{dt} \cdot \sum_{i=1}^n k_{ti} P_{dmi}$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \text{tg} \varphi$$

Trong đó: P_{tt} , Q_{tt} - phụ tải tác dụng và phản kháng tính toán của trạm bơm

k_{dt} - hệ số đồng thời, lấy theo tục tế

$$k_{dt} = \frac{n_{lv}}{n}$$

với n - tổng số máy bơm đặt trong trạm

n_{lv} - số máy bơm làm việc.

Với trạm bơm tưới đặt nhiều máy bơm người ta thường cho một máy bơm thay phiên nhau nghỉ để bảo dưỡng.

Với trạm bơm tiêu, do tính cấp bách của việc chống lũ lụt bảo vệ hoa màu, cần cho 100% máy bơm làm việc

K_t - hệ số tải

với trạm bơm tưới lấy theo thực tế.

với trạm bơm tiêu cho máy tải 100% công suất.

Như vậy với trạm bơm tiêu trong những ngày làm việc phải cho 100% máy bơm vận hành đầy tải, nghĩa là:

$$K_t = k_{dt} = 1$$

Khi đó phụ tải điện của trạm bơm tiêu sẽ là:

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

Trị số $\cos \varphi$ của trạm bơm lấy như sau:

với trạm bơm tiêu $\cos \varphi = \cos \varphi_{dm} \approx 0,8$ ($k_t = 1$)

với trạm bơm tưới $\cos \varphi = 0,6 \div 0,7$ tùy theo k_t

2.2.2. Phụ tải điện trường học

Hiện nay ở nông thôn trường học phát triển mạnh mẽ và đều khắp, mỗi xã có trường học tiểu học, trường phổ thông cơ sở, mỗi huyện có 1, 2 thậm chí 3, 4 trường phổ thông trung học.

Với các trường phổ thông, điện chỉ dùng để chiếu sáng và quạt mát, vì thế phụ tải điện được xác định theo diện tích.

Để thiết kế cáp điện cho trường cần xác định phụ tải điện từng phòng học, cả nhà học và toàn trường.

Phụ tải điện một phòng học xác định theo công thức:

$$P_{tt} = P_o \cdot S$$

Trong đó:

S - Diện tích phòng học (m^2). Một phòng học của trường phổ thông thường có diện tích $S = 8 \times 10 = 80m^2$.

P_o - Suất phụ tải trên đơn vị diện tích $P_o = (15 - 20) (W/m^2)$.

$$Q_p = P_p \cdot \text{tg}\varphi$$

hệ số công suất $\cos\varphi$ của phòng học lấy như sau:

Nếu là đèn tuýp + quạt: $\cos\varphi = 0,8$

Nếu là đèn sợi đốt + quạt: $\cos\varphi = 0,9$

Phụ tải tính toán một tầng nhà gồm n phòng học:

$$P_T = k_{dt} \cdot \sum_{i=1}^n P_p$$

Trong đó: k_{dt} - hệ số đồng thời. Nếu các phòng học thường xuyên sử dụng hết thì $k_{dt} = 1$.

Ví dụ 2.2: Yêu cầu xác định phụ tải tính toán của một trường phổ thông cơ sở của xã bao gồm nhà học 2 tầng, mỗi tầng 6 phòng học mỗi phòng có diện tích $80m^2$ và khu nhà thường trực, hiệu trưởng, phòng họp, giáo viên có tổng diện tích $100m^2$.

GIẢI

Phụ tải một phòng học với $P_o = 15 (W/m^2)$

$$P_p = P_o \cdot S = 15 \cdot 80 = 1200 (W) = 1,2 (kW)$$

Phụ tải tầng gồm 6 tầng học giống nhau:

$$P_T = 6 \cdot P_p = 6 \cdot 1,2 = 7,2 (kW)$$

Phụ tải cả nhà học 2 tầng:

$$P_N = 2.7,2 = 14,4 \text{ (KW)}$$

Phụ tải khu nhà thường trực, phòng họp:

$$P_H = 20.100 = 2000 \text{ (W)} = 2 \text{ (kW)}$$

Tổng phụ tải điện toàn trường

$$P_\Sigma = P_N + P_H = 14,4 + 2 = 16,4 \text{ (kW)}$$

Giả thiết dùng đèn tuýp, $\cos\varphi = 0,8$, xác định được phụ tải toàn phần

$$S_\Sigma = \frac{P_\Sigma}{\cos\varphi} = \frac{16,4}{0,8} = 20,5 \text{ (kVA)}$$

2.2.3. Phụ tải ánh sáng sinh hoạt

Đây là phụ tải điện của các hộ gia đình. Ở nông thôn, các gia đình dùng điện không chênh lệch nhau lắm.

Phụ tải tính toán của một thôn, xóm hoặc làng được xác định như sau:

$$P_{tt} = P_o \cdot H$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \text{tg}\varphi$$

Trong đó: H - số hộ dân trong thôn, làng

P_o - suất phụ tải tính toán cho 1 hộ, thường lấy $P_o = (0,5 \div 0,8)$ (kW/hộ).

với 0,5 dành cho khu vực thuần nông

0,6 ÷ 0,8 dành cho khu vực có nghề phụ hoặc làng xóm ven đường.

Để phục vụ sinh hoạt các hộ thường dùng nhiều loại thiết bị điện gia dụng khác nhau như: đèn, quạt, tivi, radio, bàn là, tủ lạnh v.v...trong tính toán cung vấp điện thường lấy hệ số công suất chung là $\cos\varphi = 0,85$.

Phụ tải tính toán toàn xã bao gồm các thôn xóm, trường học, trạm bơm v.v... là:

$$P_X = k_{dt} \cdot \sum_{i=1}^n P_{tti}$$

$$Q_X = k_{dt} \cdot \sum_{i=1}^n Q_{tti}$$

$$S_X = \sqrt{P_X^2 + Q_X^2}$$

k_{dt} - hệ số đồng thời

với $n = 1, 2 \rightarrow k_{dt} = 1$

$n = 3, 4 \rightarrow k_{dt} = 0,9 \div 0,95$

$$n = 5, 6, 7 \rightarrow k_{dt} = 0,8 \div 0,85$$

Ví dụ 2.3. Yêu cầu xác định phụ tải điện cho 1 xã nông nghiệp bao gồm:

Thôn 1: 300 hộ dân, thuần nông

Thôn 2: 200 hộ dân, thuần nông

Thôn 3: 120 hộ dân, bám mặt đường liên xã

Trường PTCS: 12 lớp học + 100m² khu hành chính

Trạm bơm: 1x33 (kW)

GIẢI

Để xác định phụ tải điện toàn xã cần xác định phụ tải cho từng khu vực:

Phụ tải điện thôn 1: là thôn thuần nông lấy $P_o = 0,5$ (kW/hộ)

$$P_1 = 0,5.300 = 150 \text{ (kW)}$$

$$Q_1 = 150.0,527 = 79 \text{ (kVAr)} \quad (\cos\varphi = 0,85 \rightarrow \tan\varphi = 0,527)$$

Phụ tải thôn 2:

$$P_2 = 0,5.200 = 100 \text{ (kW)}$$

$$Q_2 = 100.0,527 = 52,7 \text{ (kVAr)}$$

Phụ tải thôn 3 với $P_o = 0,8$ (kW/hộ)

$$P_3 = 0,8.120 = 96 \text{ (kW)}$$

$$Q_3 = 96.0,527 = 50,59 \text{ (kVAr)}$$

Phụ tải trường học đã tính ở ví dụ 2.2

$$P_T = 16,4 \text{ (kW)}$$

$$Q_T = 16,4.0,75 = 12,3 \text{ (kVAr)}$$

Phụ tải trạm bơm với $k_t = 1$

$$P_B = 33 \text{ (kW)}$$

$$Q_B = 33.0,75 = 24,75 \text{ (kVAr)}$$

Lấy hệ số đồng thời $k_{dt} = 0,8$, xác định được phụ tải điện toàn xã

$$P_X = k_{dt} \cdot (P_1 + P_2 + P_3 + P_T + P_B)$$

$$P_X = 0,8 \cdot (150 + 100 + 96 + 16,4 + 33) = 316 \text{ (kW)}$$

$$Q_X = 0,8 \cdot (79 + 52,7 + 50,6 + 12,5 + 24,7) = 219 \text{ (kVAr)}$$

$$S_X = \sqrt{316^2 + 219^2} = 385 \text{ (kVA)}$$

2.3. XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI ĐIỆN KHU VỰC CÔNG NGHIỆP

2.3.1. Trong giai đoạn dự án khả thi

Trong giai đoạn này các nhà máy, hoặc khu công nghiệp chưa xây dựng. Cần xác định phụ tải điện để chuẩn bị nguồn điện, thiết kế và xây dựng đường dây cao áp và trạm biến áp trung gian. Thông tin thu nhận được ở giai đoạn dự án khả thi rất ít, chỉ là diện tích hoặc sản lượng.

Công thức xác định phụ tải điện cho khu chế xuất hoặc khu công nghiệp thường căn cứ vào diện tích:

$$S_{tt} = s_0 \cdot D$$

Trong đó: s_0 - suất phụ tải trên một đơn vị diện tích (ha)

D - diện tích khu chế xuất hoặc khu công nghiệp (ha).

Trị số của s_0 lấy như sau:

- Với khu công nghiệp nhẹ (dệt, may, giày dép, kẹo bánh...)

$$s_0 = 100 \div 200 \text{ (kVA/ha)}$$

- Với khu công nghiệp nặng (luyện kim, cơ khí, hoá chất...)

$$s_0 = 300 \div 400 \text{ (kVA/ha)}$$

Với một số xí nghiệp, trong giai đoạn dự án khả thi thường biết sản lượng, công thức xác định phụ tải điện như sau:

$$P_{tt} = \frac{a \cdot M}{T_{max}}$$

Trong đó:

a - suất điện năng chi phí để sản xuất 1 sản phẩm (kWh/1sp)

M - sản lượng, nghĩa là số sản phẩm một năm

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

Trị số của a và T_{max} tra bảng.

Ví dụ 2.4. Yêu cầu xác định phụ tải điện cho một khu chế xuất trong giai đoạn dự án khả thi, dự định sẽ xây dựng sau 5 năm, biết rằng khu chế xuất được xây dựng trên diện tích 80 (ha) và là khu công nghiệp nặng.

GIẢI

Vì chỉ biết duy nhất thông tin là diện tích, phụ tải điện của khu chế xuất xác định theo công thức $S_{tt} = s_0 \cdot D$. Giả thiết các nhà máy trong khu đều được trang bị máy móc hiện đại, công nghệ cao, dây chuyền sản xuất tiên tiến, chọn suất phụ tải $s_0 = 400$ (kVA/ha), phụ tải điện của khu chế xuất là:

$$S_{tt} = s_0 \cdot D = 400 \cdot 800 = 32000 \text{ (kVA)}.$$

Ví dụ 2.5. Yêu cầu xác định phụ tải điện cho xi nghiệp sản xuất xe đạp, sản lượng một vạn chiếc/năm, dự định xây dựng sau 3 năm.

GIẢI

Thông tin về nhà máy tương lai là sản lượng, ta phải áp dụng công thức

$$P_{tt} = \frac{a \cdot M}{T_{\max}}$$

Tra cẩm nang với nhà máy sản xuất xe đạp $a_0 = 200$ (kWh/xẻ) và $T_{\max} = 5000$ (h), xác định được phụ tải điện;

$$P_{tt} = \frac{a \cdot M}{T_{\max}} = \frac{200 \cdot 10^4}{5000} = 400 \text{ (kW)}$$

Tiếp tục tra cẩm nang được $\cos\varphi = 0,6 \rightarrow \text{tg}\varphi = 1,33$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \text{tg}\varphi = 400 \cdot 1,33 = 533 \text{ (kVAr)}$$

$$S = \frac{P_{tt}}{\cos\varphi} = \frac{400}{0,6} = 667 \text{ (kVA)}$$

2.3.2. Trong giai đoạn xây dựng nhà xưởng

Ở giai đoạn này, thông tin mà người thiết kế điện nhận được là công suất đặt của từng phân xưởng và diện tích của các phân xưởng.

Phụ tải điện của từng phân xưởng xác định theo công thức:

$$P_{tt} = k_{nc} \cdot P_d$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \text{tg}\varphi$$

Trong đó: k_{nc} - hệ số nhu cầu

P_d - công suất đặt của phân xưởng (kW)

$$P_d = \sum_{i=1}^n P_{dm_i}$$

với P_{dm} - công suất định mức của từng máy (động cơ)

n - số máy (động cơ) đặt trong phân xưởng.

Hai công thức trên xác định phụ tải điện của các máy móc đặt trong phân xưởng, còn gọi là phụ tải động lực.

Phụ tải điện chiếu sáng phân xưởng được xác định theo diện tích

$$P_{cs} = P_o \cdot D$$

Trong đó: D - diện tích phân xưởng (m^2)

P_o - Công suất chiếu sáng trên đơn vị diện tích (W/m^2)

Tùy theo yêu cầu, tính chất làm việc của các phân xưởng mà lấy trị số P_0 thích hợp:

với các phân xưởng cơ khí, luyện kim... $P_0 = 12 \div 15 \text{ (W/m}^2\text{)}$

với các phân xưởng dệt, may, hoá chất... $P_0 = 15 \div 20 \text{ (W/m}^2\text{)}$

với kho bãi... $P_0 = 5 \div 15 \text{ (W/m}^2\text{)}$

với xưởng thiết kế... $P_0 = 25 \div 30 \text{ (W/m}^2\text{)}$

với nhà hành chính ... $P_0 = 20 \div 25 \text{ (W/m}^2\text{)}$

Phụ tải chiếu sáng phản kháng của phân xưởng xác định theo công thức:

$$Q_{cs} = P_{cs} \cdot \text{tg}\varphi$$

Nếu dùng đèn sợi đốt $\cos\varphi = 1 \rightarrow \text{tg}\varphi = 0 \rightarrow Q_{cs} = 0$

Nếu dùng đèn tuýp $\cos\varphi = 0,8 \rightarrow \text{tg}\varphi = 0,75$

Phụ tải điện toàn phân xưởng

$$P_{PX} = P_{tt} + P_{cs}$$

$$Q_{PX} = Q_{tt} + Q_{cs}$$

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

$$\cos\varphi_{PX} = \frac{P_{PX}}{Q_{PX}}$$

Sau khi lần lượt tính toán phụ tải điện các phân xưởng, ta xác định được phụ tải điện toán xí nghiệp bao gồm n phân xưởng:

$$P_{XN} = k_{dt} \cdot \sum_{i=1}^n P_{PXi}$$

$$Q_{XN} = k_{dt} \cdot \sum_{i=1}^n Q_{PXi}$$

Từ đây sẽ tính được phụ tải toàn phần và $\cos\varphi$ của xí nghiệp:

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

$$\cos\varphi_{PX} = \frac{P_{PX}}{Q_{PX}}$$

Ví dụ 2.6. Một xưởng sửa chữa ô tô có công suất đặt 200kW, diện tích xưởng $20 \times 40 = 800\text{m}^2$. Yêu cầu xác định phụ tải điện

GIẢI

Xưởng sửa chữa ô tô đặt các máy công cụ như phay, tiện, dập, khoan, mài... thực chất là một xưởng cơ khí.

Tra PL 2 với xưởng cơ khí $k_{nc} = 0,2 \div 0,3$. Vì là xưởng sửa chữa, máy móc làm việc không liên tục, không tải cố định như sản xuất dây chuyền lấy $k_{nc} = 0,3$, phụ tải tính toán động lực:

$$P_{tt} = k_{nc} \cdot P_d = 0,3 \cdot 200 = 60 \text{ (kW)}$$

Phụ tải chiếu sáng với $P_0 = 12 \text{ (W/m}^2\text{)}$

$$P_{cs} = P_0 \cdot D = 12 \cdot 800 = 9600 \text{ (W)} = 9,6 \text{ (kW)}$$

Phụ tải toàn xưởng

$$P_X = P_{tt} + P_{cs} = 60 + 9,6 = 69,6 \text{ (kW)}$$

Xưởng dùng đèn sợi đốt

$$Q_{cs} = 0 \rightarrow Q_{XN} = Q_{tt} = P_{tt} \cdot \text{tg}\varphi$$

Tra sổ tay có $\cos\varphi = 0,5 \div 0,6$. Vì là xưởng sửa chữa lấy $\cos\varphi = 0,5$.

Xác định được phụ tải điện phản kháng

$$Q_X = Q_{tt} = 60 \cdot 1,73 = 103,8 \text{ (kVAr)}$$

Phụ tải điện toàn phần

$$S_X = 69,6 + j103,8 \text{ (kVA)}$$

$$S_X = \sqrt{69,6^2 + 103,8^2} = 125 \text{ (kVA)}$$

$$\cos\varphi = \frac{P_X}{S_X} = \frac{69,6}{125} \approx 0,56$$

2.3.3. Trong giai đoạn thiết kế chi tiết

Đây là công đoạn cuối cùng trong quá trình thiết kế cấp điện cho xí nghiệp công nghiệp. Ở giai đoạn này đã biết hết thông tin về đối tượng sử dụng điện: công suất, chủng loại động cơ, vị trí đặt trong phân xưởng và đặc tính kỹ thuật, công nghệ của chúng. Nhiệm vụ của người thiết kế là phải đề ra phương án cấp điện hợp lý cho các phân xưởng và thiết kế mạng hạ áp phân xưởng đưa điện đến từng động cơ.

Để xác định phụ tải điện phân xưởng, ta chia ra thành các nhóm máy cho các động cơ đặt gần nhau, mỗi nhóm khoảng $8 \div 12$ máy, sau đó xác định phụ tải điện cho từng nhóm máy và cuối cùng cho cả phân xưởng.

Phụ tải tính toán cho một nhóm n máy xác định theo công thức căn cứ vào công suất trung bình P_{tb} và hệ số cực đại k_{max} .

$$P_{tt} = k_{max} \cdot P_{tb} = k_{max} \cdot k_{sd} \cdot \sum_{i=1}^n P_{đmi}$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \text{tg}\varphi$$

Trong đó: P_{tb} – công suất trung bình của nhóm máy trong thời gian khảo sát, thường lấy là 1 ca hoặc 1 ngày đêm.

P_{dm} – công suất định mức của máy

k_{sd} - hệ số sử dụng

$\cos\varphi$ - hệ số công suất của nhóm máy công cụ, tra PL1 với nhóm máy công cụ $\cos\varphi = 0,5 \div 0,6$.

k_{max} - hệ số cực đại, tra PL5 (theo k_{sd} và n_{hq})

n_{hq} - số thiết bị dùng điện hiệu quả. N_{hq} là số thiết bị giả tưởng có công suất bằng nhau, có cùng chế độ làm việc và gây ra một phụ tải tính toán đúng bằng phụ tải tính toán do nhóm thiết bị thực tế gây ra.

Ý nghĩa của n_{hq} là ở chỗ: một nhóm máy bất kỳ bao gồm nhiều máy có công suất khác nhau, đặc tính kỹ thuật khác nhau, chế độ làm việc, quá trình công nghệ khác nhau rất khó tính chính xác phụ tải điện. Người ta đưa vào đại lượng trung gian n_{hq} nhằm giúp cho việc xác định phụ tải điện của nhóm máy dễ dàng tiện lợi mà sai số phạm phải là cho phép.

Trình tự xác định n_{hq} như sau:

1. Xác định n_1 - số động cơ có công suất lớn hơn hay bằng một nửa công suất động cơ có công suất lớn nhất.

2. Xác định P_{n_1} – công suất của n_1 động cơ trên. $P_{n_1} = \sum_{i=1}^{n_1} P_{dmi}$

3. Xác định các tỉ số: $n_* = \frac{n_1}{n}$, $P_* = \frac{P_{n_1}}{P_{\Sigma}} = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} P_{dmi}}{\sum_{i=1}^n P_{dmi}}$

4. Tra phụ lục 4 (theo n_* và P_*) tìm được n_{hq*}

5. Xác định n_{hq} theo biểu thức

$$n_{hq} = n \cdot n_{hq*}$$

Ghi chú:

1. Nếu trong nhóm máy có thiết bị một pha thì phải quy đổi về 3 pha theo các biểu thức:

- Dàn điện áp pha:

$$P_{qd} = 3P_{dm}^*$$

- Dàn điện áp dây

$$P_{qd} = \sqrt{3} P_{dm}$$

2. Nếu trong nhóm này có động cơ làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp đi lặp lại thì phải quy đổi về dài hạn:

$$P_{qd} = P_{dm} \cdot \sqrt{k_d \%}$$

$k_d \%$ - hệ số đóng điện phần trăm, lấy theo thực tế

$k_d \%$ = Thời gian làm việc (đóng máy)/Thời gian khảo sát

Các động cơ làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại là cần cầu, máy nâng, cầu trục, biến áp hàn. Riêng biến áp hàn thường chế tạo một pha đấu vào điện áp dây, khi xác định phụ tải điện phải quy đổi.

Ví dụ: Yêu cầu xác định phụ tải điện của nhóm máy công cụ có các số liệu cho theo bảng:

TT	Tên máy	$P_{dm}(kW)$	Đặc điểm	Số lượng
1.	Cầu trục	14	$k_d \% = 36\%$	1
2.	Biến áp hàn	12	$U_d, k_d \% = 49\%$	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

GIẢI

Trước hết phải quy đổi các thiết bị về 3 pha và dài hạn

Cầu trục:

$$P_{qd} = P_{dm} \cdot \sqrt{k_d \%} = 14 \cdot \sqrt{36\%} = 8,4 \text{ (kW)}$$

Biến áp hàn

$$P_{qd} = \sqrt{3} P_{dm} \cdot \sqrt{k_d \%} = \sqrt{3} \cdot 12 \cdot \sqrt{49\%} = 14,57 \text{ (kW)}$$

Quạt gió

$$P_{qd} = P_{dm} = 3 \cdot 1,7 = 5,1 \text{ (kW)}$$

Sau khi quy đổi, cần sắp xếp lại thứ tự các máy theo độ lớn công suất

TT	Tên máy	Số lượng	$P_{dm}(kW)$
1.	Biến áp hàn	1	14,57

2.	Máy mài thô	2	10
3.	Cầu trục	1	8,4
4.	Máy mài tinh	2	7
5.	Máy tiện	3	5,5
6.	Quạt gió	1	5,1
7.	Máy khoan	3	4,5

Xác định số thiết bị dùng điện hiệu quả:

1. Thiết bị có công suất lớn nhất là biến áp hàn 14,57 (kW), một nửa công suất là 7,28 (kW). Vậy có 4 thiết bị có công suất lớn hơn trị số này là biến áp hàn (1), máy mài thô (2) và cầu trục (1). $n_1 = 4$

2. Tổng công suất của n_1 máy: $P_{n1} = (14,57 + 2.10 + 8,4) = 42,97$ (kW)

3. Xác định n_* , P_*

$$n_* = \frac{n_1}{n} = \frac{4}{13} = 0,3$$

$$P_* = \frac{42,97}{42,97 + 2.7 + 3.5,5 + 5,1 + 3.4,5} = 0,47$$

4. Tra sổ tay với $n_* = 0,3$ và $k_{sd} = 0,88$

5. Tính được

$$n_{hq} = n.n_{hq*} = 13.0,88 = 11,44$$

Tiếp theo, tra sổ tay với $n_{hq} = 11,44$ và $k_{sd} = 0,2$ được $k_{max} = 1,8$

Từ đây xác định được phụ tải điện của nhóm

$$P_{tt} = k_{max}.P_{tb} = k_{max}.k_{sd} \cdot \sum_{i=1}^n P_{đmi} = 1,8.0,2.92,37 = 33,25$$
 (kW)

Tra cầm nang có $\cos\varphi = 0,6 \rightarrow \operatorname{tg}\varphi = 1,33$

$$Q_{tt} = 33,25.1,33 = 44,22$$
 (kVAr)

Vậy phụ tải điện của nhóm máy là: $S_{tt} = 33,25 + j44,22$ (kVA)

BÀI TẬP CHƯƠNG 1

Bài tập 1. Yêu cầu xác định phụ tải điện cho một trường dạy nghề, bao gồm:

1 nhà giảng đường 3 tầng \times 5 lớp học

1 nhà 2 tầng:

- tầng dưới hội trường 200m²

- tầng trên thư viện 200m^2

1 xưởng thực tập cơ khí 300m^2 , công suất đặt $P_d = 150\text{kW}$

1 ký túc xá 3 tầng \times 12 phòng. Mỗi phòng 10 học sinh.

Bài tập 2. Một khu văn phòng đại diện gồm:

1 nhà 4 tầng, mỗi tầng 8 phòng học \times 24m^2

1 nhà 2 tầng, mỗi tầng 6 phòng học \times 40m^2

Yêu cầu xác định phụ tải điện cần cấp cho khu văn phòng.

TaiLieu.vn

Chương 2: TÍNH TOÁN TỶ SỐ THẤT ĐIỆN ÁP, TỶ SỐ THẤT CÔNG SUẤT, TỶ SỐ THẤT ĐIỆN NĂNG

2.1. SƠ ĐỒ THAY THẾ LƯỚI CUNG CẤP ĐIỆN

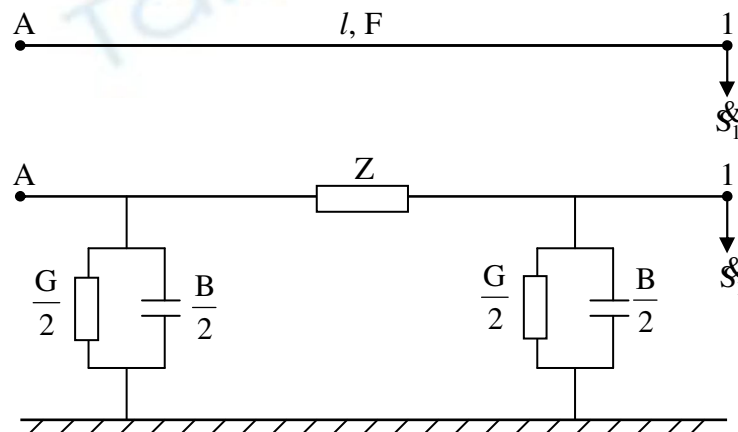
Thường dùng 2 loại sơ đồ: sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế.

Sơ đồ nguyên lý là sơ đồ chấp nối các phần tử của lưới cung cấp điện (MBA, đường dây, máy cắt, attomat, cầu dao, cầu chì...) nhằm mô tả cách thức cấp điện từ nguồn đến các phụ tải.

Sơ đồ thay thế là sơ đồ dùng trong quá trình tính toán lưới cung cấp điện, trên đó người ta đã thay thế các phần tử của lưới bằng các đại lượng đặc trưng cho quá trình truyền tải điện.

2.1.1. Sơ đồ thay thế đường dây tải điện

Sơ đồ thay thế đầy đủ của một đoạn đường dây tải điện là sơ đồ hình 2.1



Hình 2.1. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế đoạn đường dây tải điện dài l (km) tiết diện F

Ba đại lượng đặc trưng cho quá trình truyền tải điện trên đường dây là Z , G và B

Trong đó: Z - tổng trở của đoạn dây, là đại lượng phức: $Z = R + jX$

với R - điện trở đoạn đường dây: $R = \rho \frac{l}{F}$

ρ - điện trở suất của vật liệu làm dây

Có 3 loại vật liệu làm dây: nhôm (A), đồng (M) và thép (C), trong đó A, M dẫn điện, C làm tăng độ bền cơ.

$\rho_A = 31,5$ ($\Omega\text{mm}^2/\text{km}$), $\rho_M = 18,8$ ($\Omega\text{mm}^2/\text{km}$).

R tượng trưng cho tổn thất công suất tác dụng do phát nóng dây dẫn.

X tượng trưng cho tổn thất công suất phản kháng do từ hoá dây dẫn.

Trong tính toán thực tế người ta lập sẵn các bảng tra r_0 (Ω/km) và x_0 (Ω/km) trong Phụ lục, khi đó tổng trở đoạn đường dây l (km) là:

$$Z = r_0 l + jx_0 l$$

Muốn tra x_0 , ngoài biết tiết diện dây cần biết cách treo dây trên xà để xác định khoảng cách trung bình hình học D giữa các dây.

Trong tính toán sơ bộ, có thể cho phép lấy $x_0 = 0,4$ (Ω/km)

Với cáp, nếu không có bảng tra, lấy gần đúng $x_0 = 0,08 \div 0,1$ (Ω/km).

G - Điện dẫn của đoạn đường dây, tượng trưng cho tổn thất công suất tác dụng do rò điện qua sứ, cột và do vàng quang điện. Vàng quang điện là hiện tượng khi là cường độ điện trường trên bề mặt dây dẫn đủ lớn làm ion hoá lớp không khí xung quanh tạo nên một vàng sáng xung quanh dây dẫn, mắt thường có thể nhìn thấy được vào những đêm ẩm ướt cuối tháng tối trời, làm tổn hao công suất.

$$G = \frac{\Delta P_{vq}}{U^2}$$

Tổn thất do công suất tác dụng do vàng quang thực tế chỉ xảy ra ở đường dây trên không điện áp $>220\text{kV}$.

B – Dung dẫn của đoạn đường dây. Khi dây dẫn tải điện, giữa các dây đặt gần nhau và giữa dây với đất hình thành những bản cực, kết quả là tạo ra một công suất phản kháng Q_c phóng lên đường dây. Với đường dây cao áp (110, 220KV) nhiều khi hiện tượng này có lợi vì nó bù lại lượng công suất Q tổn thất trên điện kháng X của đường dây, nhưng lại rất nguy hiểm ở những đường dây siêu cao đặc biệt khi không tải và non tải, làm cho điện áp cuối đường dây tăng cao vượt quá trị số cho phép.

$$B = b_0 l$$

với: b_0 là dung dẫn trên 1km đường dây; l là chiều dài đường dây.

Lượng Q_c do đường dây sinh ra tỉ lệ với bình phương điện áp tải điện, với điện áp đường dây $U \leq 35$ (kV) lượng Q_c này nhỏ, có thể bỏ qua.

Cũng vì điện áp trung và hạ áp tổn thất vàng quang và rò điện rất nhỏ, người ta cho phép bỏ qua đại lượng G trên sơ đồ thay thế.

$$\text{Tổng dẫn đường dây } \frac{Y}{2} = \frac{G}{2} + j\frac{B}{2}$$