

Thứ tự	Tên các phần tử trên sơ đồ	Ký hiệu
1	Hệ thống điện	H _• (H)
2	Máy phát điện	(F) (-)
3	Trạm biến áp (TBA)	(H)
4	Trạm phân phối, trạm đóng cắt (TPP)	(H)
5	Máy biến áp (MBA)	React Developer Tools
6	Máy cắt điện (MC)	(H)
7	Trạm biến điện áp (BU hoặc VT)	(H)
8	Trạm biến dòng điện (BI hoặc CT)	(H)
9	Dao cách ly (DCL)	(H)
10	Cầu chì (CC) và cầu chì tự rơi (CCTD)	(H)
11	Chống sét van (CSV)	(H)
12	Tụ bù công suất phản kháng	(H)
13	Áp tô mát	(H)
14	Thanh cái, cáp, nối đất	(H)
15	Khởi động từ, động cơ, bóng đèn	(H)

$K_s(K_{dt})$ (Hệ số đồng thời) = $\frac{P_{nhmax}(\text{công suất max của nhóm n phụ tải})}{\text{tổng } P_{max} \text{ của n phụ tải}}$; DF (hệ số không đồng thời) = $\frac{1}{K_s}$;

$P_{tt} = K_u P_{dm} = K_{nc} P_{đặt} = K_{max} P_{tb} = p_o \left(\text{suất phụ tải } \frac{kW}{m^2} \right) F(\text{diện tích sản xuất}) = \frac{a(\text{suất điện năng } kWh/sp)M(\text{sản lượng})}{T_{max}(\text{thời gian sử dụng công suất lớn nhất})}$

Lựa chọn công suất của MBA

Điều kiện làm việc bình thường

Khi sự cố 1 máy biến áp

$$nS_{MBA} \geq \frac{S_{max}}{K_t}$$

$$(n-1) \cdot S_{MBA} \geq \frac{S_{max}}{K_{tt} \cdot K_t}$$

$$K_t = 1 - \frac{t-t_0}{100}$$

S_n : Công suất của máy biến áp (VA)
 S_{max} : Công suất cực đại của tải
 n : Số lượng máy biến áp
 K_t : Hệ số nhiệt độ hiệu chỉnh.
 t : Nhiệt độ môi trường
 t_0 : Nhiệt độ môi trường thiết kế
 K_{tt} : Hệ số quá tải thiết kế của máy biến áp

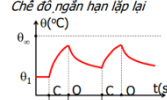
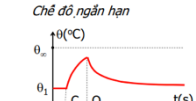
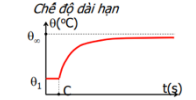
VD. 2. Tổng dung lượng bù là 250kVAR. Thông số đường dây

$r_3 = 0.025 \Omega$; $Q_3 = 50 \text{ kVAR}$
 $r_2 = 0.012 \Omega$; $Q_2 = 250 \text{ kVAR}$
 $r_{12} = 0.004 \Omega$; $Q_{12} = Q_2 + Q_3 = 300 \text{ kVAR}$
 $r_1 = 0.008 \Omega$; $Q_1 = 100 \text{ kVAR}$

Giải: $Q = Q_1 + Q_{12} = 400 \text{ kVAR}$
 $R_{eq2} = r_2 / r_3 = 0.008\Omega$
 $R_{eq1} = r_1 / (r_{eq2} + r_{12}) = 0.0048\Omega$
 $Q_{b1} = \frac{(Q - Q_b) \cdot R_{eq1}}{r_1} = \frac{(400 - 250) \times 0.0048}{0.008} = 10 \text{ kVAR}$
 $Q_{b12} = Q_c - Q_{b1} = 250 - 10 = 240 \text{ kVAR}$
 $Q_{b2} = Q_2 - \frac{(Q_{12} - Q_{b12}) \cdot R_{eq2}}{r_2} = 250 - \frac{(300 - 240) \times 0.008}{0.012} = 209.5 \text{ kVAR}$
 $Q_{b3} = Q_{b12} - Q_{b2} = 30.5 \text{ kVAR}$

Phân loại phụ tải

Theo chế độ làm việc



Hệ số đóng điện
 $K_d \% = \frac{t_{d1} \cdot 100}{T}$
 τ : Thời gian đóng điện
 T : Chu kỳ công tác
Công suất quy đổi về dài hạn
 $P_{đl} = P_{dm} \cdot \sqrt{K_d \%}$

Tham khảo một số hệ số đồng thời (K_s) và hệ số không đồng thời DF

Mạch chức năng	K_s (%)
Lighting	90%
Heating and air conditioning	80%
Socket-outlets	70%
Lifts and catering hoist	100%
For the most powerful motor	75%
For the second most powerful motor	80%
For all motors	80%

Các mạch chức năng (theo IEC)

Phụ tải	Sinh hoạt	Dịch vụ	Chung	Công nghiệp
Between individual users	2.00	1.46	1.45	
Between transformers	1.30	1.30	1.35	1.05
Between feeders	1.15	1.15	1.15	1.05
Between substations	1.10	1.10	1.10	1.10
From users to transformers	2.00	1.46	1.44	
From users to feeder	2.60	1.90	1.95	1.15
From users to substation	3.00	2.18	2.24	1.32
From users to generating station	3.29	2.40	2.46	1.45

Mạch điện sinh hoạt

Sinh hoạt (số hộ)	K_s
2-4	1
5-9	0.78
10-14	0.63
15-19	0.53
20-24	0.49
25-29	0.46
30-34	0.44
35-39	0.42
40-50	0.41
50	0.40

P thủy điện $P = 9.81 \eta QH$; η hiệu suất, Q lưu lượng, H chiều cao nước

$$Q_l = Q_h + Q_c$$

Nhiệt lượng sinh ra:
 $Q_l = I^2 \cdot R \cdot \Delta t$

Đốt nóng dây dẫn:
 $Q_h = c \cdot G \cdot \Delta u$

Tỏa nhiệt ra môi trường:
 $Q_c = q \cdot S_c \cdot (v - v_1) \Delta t$

G: Khối lượng dây dẫn (kg) R: Điện trở dây dẫn (Ω)
 Δv : Độ tăng nhiệt độ ($^{\circ}C$) I: Dòng điện (A),
q: Năng suất tỏa nhiệt ($W/m^2 \cdot ^{\circ}C$) Δt : Thời gian có dòng điện (s)
 S_c : Diện tích bề mặt dây dẫn (m^2) c: Nhiệt dung riêng ($J/kg \cdot ^{\circ}C$)
 v_1, v : Nhiệt độ dây dẫn trước và sau thời gian Δt ($^{\circ}C$)

$S_{dm} = \sqrt{Q_{dm}^2 + P_{dm}^2}$; $I_{dm} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3} U_{dm}}$; $P_{đặt}(P_d) =$ tổng P_{dm} thiết bị; $P_{min} \leq P_{tb} \leq P_{tt} \leq P_{max} \leq P_{dm} \leq P_{đặt}$; $K_{max} = \frac{1}{K_t} \geq 1$; $K_{nc}(\text{hệ số nhu cầu}) = \frac{P_{tt}}{P_{đặt}}$;
 $K_t(\text{hệ số tải đặc trưng độ điện kín}) = \frac{P_{trung bình}}{P_{max}}$; $K_{sd}(\text{Hệ số sử dụng trung bình}) = \frac{P_{tb}}{P_{dm}}$;
 $K_u(\text{Hệ số sử dụng lớn nhất}) = \frac{P_{max}}{P_{dm}}$;

Theo số pha sử dụng điện

- Phụ tải 3 pha
- Phụ tải 1 pha

Cần quy đổi công suất phụ tải về 3 pha

Sử dụng điện áp pha

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

Sử dụng điện áp dây

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

hệ số đặc trưng của phụ tải

Tham khảo hệ số tải và hệ số nhu cầu

Phụ tải	K_{sc}
Residential	0.6
Commercial	0.7
Flats	0.7
Hotel	0.75
Mail	0.7
Restaurant	0.7
Office	0.7
School	0.8
Common Area in building	0.8
Public Facility	0.75
Street Light	0.9
Indoor Parking	0.8
Outdoor Parking	0.9
Park / Garden	0.8
Hospital	0.8
Workshops	0.6
Ware House	0.7
Farms	0.9
Fuel Station	0.7
Factories	0.9

Số xuất tuyến	I_{max}	$\Delta U_{max} (\%)$	Công suất tải (kVA/km ²)
4	$\frac{D_1^2}{\sqrt{3} U_{dm}}$	$\frac{2}{3} \cdot K \cdot D_1^2$	$4 \cdot D_1^2$
6	$\frac{D_1^2}{3 U_{dm}}$	$\frac{2}{3 \sqrt{3}} \cdot K \cdot D_1^2$	$\frac{6}{\sqrt{3}} \cdot D_1^2$

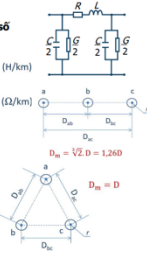
Điện trở
- Điện trở một chiều (Ω/m): $R_0 = \frac{\rho}{S}$
- Điện trở thay đổi theo nhiệt độ: ρ : Điện trở suất của dây dẫn ($\Omega \cdot m$)
 $R_t = R_0 [1 + \alpha(t - t_0)]$
 t_0 : Nhiệt độ thiết kế ($20^{\circ}C$)
 R_0 : Điện trở ở t_0 (Ω)
 α : Hệ số nhiệt của điện trở
- Điện trở xoay chiều: mật độ dòng điện phân bố không đều do hiệu ứng bề mặt, $R_{ac} > R_{dc}$. Ở tần số 50Hz, sự khác nhau không đáng kể ($\sim 0.2\%$) nếu $\cos R_{ac} \sim R_{dc}$

Trong thiết kế, tra điện trở đơn vị r_0 do nhà sản xuất cung cấp.
 $R_0 = r_0 l$

1. Sơ đồ thay thế đường dây

Sơ đồ thay thế và cách xác định các thông số

Điện kháng
 $L = \frac{\mu_0}{4\pi} \ln \left(\frac{1 + 4 \ln \frac{D_m}{r}}{r} \right) = 2 \times 10^{-4} \ln \frac{D_m}{0.779r}$ (H/km)
 $X_L = 2\pi f L = 0.1213 \times \ln \frac{D_m}{0.779r}$ (Ω/km)
 μ_0 : Từ thẩm của không khí ($4\pi \cdot 10^{-7} H/m$)
 r : Bán kính dây dẫn (m)
 D_m : Khoảng cách trung bình hình học (GMD) (m)
 $D_m = \sqrt[3]{D_{11} \cdot D_{22} \cdot D_{33}}$
 D_{11}, D_{22}, D_{33} : Khoảng cách giữa các pha
Trong thiết kế, tra điện kháng đơn vị x_0 do nhà sản xuất cung cấp.
 $X_0 = x_L l$



Tham khảo một số hệ số đồng thời (K_s) và hệ số không đồng thời DF

Mạch chức năng	K_s (%)
Lighting	90%
Heating and air conditioning	80%
Socket-outlets	70%
Lifts and catering hoist	100%
For the most powerful motor	75%
For the second most powerful motor	80%
For all motors	80%

Các mạch chức năng (theo IEC)

Phụ tải	Sinh hoạt	Dịch vụ	Chung	Công nghiệp
Between individual users	2.00	1.46	1.45	
Between transformers	1.30	1.30	1.35	1.05
Between feeders	1.15	1.15	1.15	1.05
Between substations	1.10	1.10	1.10	1.10
From users to transformers	2.00	1.46	1.44	
From users to feeder	2.60	1.90	1.95	1.15
From users to substation	3.00	2.18	2.24	1.32
From users to generating station	3.29	2.40	2.46	1.45

Mạch điện sinh hoạt

Sinh hoạt (số hộ)	K_s
2-4	1
5-9	0.78
10-14	0.63
15-19	0.53
20-24	0.49
25-29	0.46
30-34	0.44
35-39	0.42
40-50	0.41
50	0.40

3. Xác định phụ tải tính toán theo P_{tb} và K_{max} (tiếp)

Giải

Bước 0: Qui đổi các phụ tải đặc biệt

- Phụ tải 1 pha
- Phụ tải làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại

Bước 1: Xác định phụ tải có công suất lớn nhất $\rightarrow n_1, P_1$ và P_2

Bước 2: Xác định n_{hq} theo n^*, P^*

Bước 3: Xác định $n_{hq} = n^* \cdot n$

Bước 4: Tra K_{max} theo n_{hq} và K_{sd} (cần tính K_{sd} của nhóm khi mỗi thiết bị có K_{sd} khác nhau)

Bước 5: Tính P_{tr}, Q_{tr}, S_{tr} và I_{tr}

Tra cosphi của nhóm tb

$$P_{tr} = K_{max} \cdot P_{đb} = K_{max} \cdot K_{sd} \cdot P_{đm}$$

$$\rightarrow Q_{tr}, S_{tr} \text{ và } I_{tr}$$

Phương pháp hệ số vượt trước: Tỷ số giữa nhịp độ phát triển năng lượng với nhịp độ phát triển của toàn bộ nền kinh tế quốc dân (thường lấy 5 - 10 năm). Xác định hệ số vượt trước, từ đó xác định được điện năng ở năm dự báo, phụ thuộc: xu hướng sử dụng điện, tiến bộ KHKT... Phương pháp hệ số vượt trước chỉ nêu lên được xu thế phát triển tương lai với mức độ chính xác không cao lắm.

Phương pháp tính trực tiếp: Xác định nhu cầu điện năng của năm dự báo dựa trên tổng sản lượng của các ngành kinh tế năm đó và suất tiêu hao điện năng cho một đơn vị sản phẩm. Phương pháp này cho ta kết quả chính xác với điều kiện nền kinh tế phát triển có kế hoạch và ổn định. Phương pháp này thường dùng cho các dự báo ngắn hạn với mức độ chính xác từ 5 đến 10 năm.

Ưu điểm: tính toán đơn giản, cho ta biết được tỉ lệ sử dụng điện năng trong các ngành kinh tế như công nghiệp, nông nghiệp, dân dụng, v.v... và xác định được nhu cầu điện năng ở từng địa phương (sử dụng thuận tiện trong qui hoạch).

Nhược điểm: Mức độ chính xác phụ thuộc nhiều vào việc thu thập số liệu của các ngành, địa phương dự báo.

Phương pháp ngoại suy theo thời gian: nghiên cứu sự diễn biến của nhu cầu điện năng trong quá khứ thời gian quá khứ tương đối ổn định, tìm ra quy luật phát triển của nó rồi kéo dài sự phát triển đó cho tương lai.

Ví dụ qui luật phát triển có dạng hàm mũ biểu diễn như sau:

$$A_t = A_0 (1 + \alpha)^t$$

Trong đó:

- α : tốc độ phát triển bình quân hàng năm
- t : thời gian dự báo
- A_0 : điện năng ở năm chọn làm gốc
- A_t : điện năng dự báo ở năm thứ t

Phương pháp tương quan: 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 (ví dụ công nghiệp...) từ số liệu trong quá khứ. Từ đó nếu có dự báo của tổng sản lượng ngành đó thì sẽ suy ra nhu cầu điện năng cho năm dự báo.

Phương pháp đối chiếu: Phương pháp này so sánh đối chiếu với sự phát triển nhu cầu điện năng của các nước có hoàn cảnh tương tự. Phương pháp này đơn giản và thích hợp cho dự báo ngắn hạn.

$$C = \frac{2\pi \epsilon_0}{\ln \frac{D_m}{r}} \cdot 18 \times 10^9 \frac{(F/km)}{2\pi f} \quad (F/km); \quad X_c = \frac{1}{2\pi f C} \quad (\Omega/km)$$

ϵ_0 : Hằng số không gian ($\epsilon_0 = \frac{1}{36 \times \pi \times 10^9} F/m$)
 r : Bán kính ngoài của dây dẫn (m)
 D_m : Khoảng cách trung bình hình học giữa các dây dẫn (GMD) (m)

Điện dẫn
 $G = \frac{A P_{\Delta P}}{U^2} \quad (1/\Omega km)$
 $U_{\Delta P}$: Suất tổn thất voltage (W/km)
 $U_{\Delta P}$: Điện áp định mức (KV)

Tổn thất công suất trên MBA gồm có 2 thành phần

- Tổn thất công suất không tải (tổn hao sắt)

$$\Delta S_0 = m(\Delta P_0 + jQ_0)$$

- Tổn thất công suất có tải (tổn hao đồng)

$$Z_{mb} = \frac{1}{m} \cdot \frac{P^2 + Q^2}{V^2} \cdot (R_b + jX_b)$$

Nếu MBA có $U_{dm} = V$ (điện áp định mức của mạng điện)

$$\Delta P = m \times \Delta P_0 + \frac{1}{m} \cdot \Delta P_{\Delta P}$$

$$\Delta Q = m \times \frac{I_0^2 \times X_{mb}}{100} + \frac{1}{m} \times \frac{I_{\Delta P}^2 \times X_{\Delta P}}{100}$$

$$\Delta S_{BA} = \Delta P + j\Delta Q$$

$\Delta P_0, \Delta P_{\Delta P}$: Tổn thất có tải và không tải
I_0 : Điện áp ngắn mạch (%)
$I_{\Delta P}$: Dòng điện không tải (tổn hao)