

ỦY BAN NHÂN DÂN THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG CAO ĐẲNG LÝ TỰ TRỌNG TP. HỒ CHÍ MINH

BÀI GIẢNG
MÔN: KỸ THUẬT LẮP ĐẶT ĐIỆN

TP. Hồ Chí Minh – Năm 2020

CHƯƠNG I: KIẾN THỨC VÀ KỸ NĂNG CƠ BẢN

1.1 Khái niệm chung về kỹ thuật lắp đặt điện.

1. Tổ chức công việc lắp đặt điện.

Nội dung tổ chức công việc bao gồm các hạng mục chính sau:

- Kiểm tra và thống kê chính xác các hạng mục công việc cần là theo thiết kế và các bản vẽ thi công. Lập bản thống kê tổng hợp các trang thiết bị, vật tư, vật liệu cần thiết cho việc lắp đặt.
- Lập biểu đồ tiến độ lắp đặt, bố trí nhân lực phù hợp với trình độ, tay nghề bậc thợ, trình độ chuyên môn theo từng hạng mục, khối lượng và đối tượng công việc. Lập biểu đồ luân chuyển nhân lực cung cấp vật tư và các trang thiết bị điện theo tiến độ lắp đặt.
- Soạn thảo các phiếu công nghệ trong đó miêu tả chi tiết công nghệ, công đoạn cho tất cả công việc lắp đặt được đề ra theo thiết kế.
- Chọn và dự tính số lượng các máy móc thi công, các dụng cụ phục vụ cho việc lắp đặt cũng như các phụ kiện cần thiết để tiến hành công việc lắp đặt.
- Xác định số lượng các phương tiện vận chuyển cần thiết.
- Soạn thảo hình thức thi công mẫu để thực hiện công việc lắp đặt điện cho các trạm mẫu hoặc các công trình mẫu.
- Soạn thảo các biện pháp về kỹ thuật an toàn.

Việc áp dụng thiết kế tổ chức công việc lắp đặt điện cho phép tiến hành các hạng mục công việc theo biểu đồ và tiến độ thi công cho phép rút ngắn được thời gian lắp đặt, nhanh chóng đưa đối tượng công trình vào vận hành. Biểu đồ tiến độ lắp đặt điện được thành lập trên cơ sở biểu đồ tiến độ của các công việc lắp đặt và hoàn thiện. Khi biết được khối lượng, thời hạn hoàn thành công việc lắp đặt và hoàn thiện giúp ta xác định được cường độ công việc theo số giờ- người. Từ đó ta xác định được số đội, số tổ, số nhóm cần thiết để thực hiện công việc. Tất cả các công việc này được tiến hành theo biểu đồ công nghệ, việc tổ chức được xem xét dựa vào các biện pháp thực hiện công việc lắp đặt.

Việc vận chuyển vật tư, vật liệu phải tiến hành theo đúng biểu đồ và phải đặt hàng chế tạo trước các chi tiết về điện đảm bảo sẵn sàng cho công việc lắp đặt.

Các thiết bị, vật tư, vật liệu điện phải được tập kết gần công trình cách nơi làm việc không quá 100m.

Ở mỗi đối tượng công trình, ngoài các trang thiết bị chuyên dụng cần có thêm máy mài, êtô, hòm dụng cụ và máy hàn cần thiết cho công việc lắp đặt điện.

Nguồn điện phục vụ cho các máy móc thi công lấy từ lưới điện tạm thời hoặc các máy phát cấp điện tại chỗ.

2. Tổ chức các đội, tổ, nhóm chuyên môn.

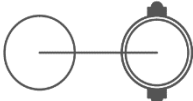
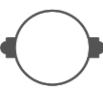
Kinh nghiệm chỉ ra rằng khi xây dựng, lắp đặt các công trình điện có tầm cỡ quốc gia, đặc biệt là khi khối lượng lắp đặt điện lớn, hợp lý nhất là tổ chức các đội, tổ, nhóm lắp đặt theo từng lĩnh vực chuyên môn. Việc chuyên môn hóa các cán bộ và công nhân lắp đặt điện theo từng dạng công việc và công việc được tiến hành nhịp nhàng không bị ngừng trệ.

Các đội, tổ, nhóm lắp đặt có thể tổ chức theo cơ cấu sau:

- Bộ phận chuẩn bị tuyến công tác: khảo sát tuyến, chia khoản cột, vị trí móng cột theo địa hình cụ thể, đánh dấu, đục lỗ các hộp, tủ điện phân phối, đục rãnh đi dây trên tường xẻ rãnh đi dây trên nền (rãnh cáp, mương cáp, hào cáp...).
- Bộ phận lắp đặt các đường trục và các trang thiết bị điện tử điện, bảng điện.
- Bộ phận lắp đặt điện trong nhà, ngoài trời...
- Bộ phận lắp đặt các trang thiết bị điện và mạng điện cho các thiết bị, máy móc cũng như các công trình chuyên dụng...
- Thành phần, số lượng các đội, tổ, nhóm được phân chia phụ thuộc vào khối lượng và thời hạn hoàn thành công việc.

Các ký hiệu thường sử dụng trong kỹ thuật lắp đặt điện.

1. Thiết bị điện, trạm biến áp, nhà máy điện.

TT	Tên gọi	Kí hiệu	TT	Tên gọi	Kí hiệu
1.	Động cơ điện không đồng bộ		10.	Máy đổi điện dùng động cơ điện không đồng bộ và máy phát điện một chiều	
2.	Động cơ điện đồng bộ		11.	Nắn điện thủy ngân	
3.	Động cơ điện một chiều		12.	Nắn điện bán dẫn	
4.	Máy phát điện đồng bộ		13.	Trạm, tủ, ngăn tụ điện tĩnh	
5.	Máy phát điện một chiều		14.	Thiết bị bảo vệ máy thu vô tuyến chống nhiễu loại Công nghiệp	
6.	Một số động cơ tạo thành tổ truyền động		15.	Trạm biến áp	
7.	Máy biến áp		16.	Trạm phân phối điện	
8.	Máy tự biến áp (biến áp tự ngẫu)		17.	Trạm đổi điện (nắn điện)	
9.	Máy biến áp hợp bộ có cầu chảy Và máy cắt điện		18.	Nhà máy điện A - loại nhà máy B - công suất (MW)	

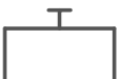
2. Bảng, bàn, tủ điện.

TT	Tên gọi	Ký hiệu
1.	Bảng, bàn, tủ điều khiển	
2.	Bảng phân phối điện	
3.	Tủ phân phối điện (động lực và ánh sáng)	
4.	Hộp hoặc tủ hàn kẹp nối dây	
5.	Bảng điện dùng cho chiếu sáng làm việc	
6.	Bảng điện dùng cho chiếu sáng sự cố	
7.	Mã hiệu tủ và bảng điện A - số thứ tự trên mặt bảng B - mã hiệu tủ	
8.	Bảng, hộp tín hiệu	

3. Thiết bị khởi động đổi nối

TT	Tên gọi	Ký hiệu	TT	Tên gọi	Ký hiệu
1.	Khởi động từ		6.	Điện kháng	
2.	Biến trở		7.	Hộp đặt máy cắt điện hạ áp (áp tô mát)	
3.	Bộ không chế		8.	Hộp đặt cầu dao	
4.	Bộ không chế kiểu bàn đạp		9.	Hộp đặt cầu chảy	
5.	Bộ không chế kiểu bàn trống		10.	Hộp có cầu dao và cầu chảy	

Thiết bị khởi động, đổi nối(tiếp theo).

TT	Tên gọi	Ký hiệu	TT	Tên gọi	Ký hiệu
11.	Hộp cầu dao đổi nối		22.	Hãm điện ly tâm	
12.	Hộp khởi động thiết bị điện áp cao		23.	Xenxin	
13.	Hộp đầu dây vào		24.	Nhiệt cầu	
14.	Khóa điều khiển		25.	Tế bào quan điện	
15.	Hộp nối dây 2 ngả		26.	Nhiệt kế thủy ngân có tiếp điện	
16.	Hộp nối dây 3 ngả		27.	Nhiệt kế điện trở	
17.	Hộp nối dây rẽ nhánh		28.	Dụng cụ tự ghi	
18.	Nút điều khiển (số chấm tùy theo số nút)		29.	Role	
19.	Nút điều khiển bằng chân		30.	Máy đếm điện (công tơ điện) (Wh - máy đếm điện năng tác dụng)	
20.	Hãm điện hành trình		31.	Chuông điện	
21.	Hãm điện có cờ hiệu		32.	Còi điện	

4. Thiết bị dùng điện.

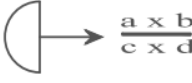
TT	Tên gọi	Ký hiệu
1.	Lò điện trở	
2.	Lò hồ quang	
3.	Lò cảm ứng	
4.	Lò điện phân	
5.	Bộ truyền động điện từ (để điều khiển máy khí nén, thủy lực..)	
6.	Máy phân ly bằng từ	
7.	Bàn nam châm điện	
8.	Bộ hãm điện từ	

5. Dụng cụ chiếu sáng.

TT	Tên gọi	Ký hiệu	TT	Tên gọi	Ký hiệu
1.	Đèn thường		12.	Đèn mở thường có chụp mờ	
2.	Đèn thường có chao		13.	Đèn chống nổ không chao	
3.	Đèn "alpha"		14.	Đèn chống nổ có chao	
4.	Đèn chiếu sâu có chao trắng men		15.	Đèn chịu nổ	
5.	Đèn chiếu sâu có chao tráng gương		16.	Đèn chống thấm và chống nổ có chao	
6.	Đèn có bóng trắng gương		17.	Đèn chống hóa chất ăn mòn	
7.	Đèn thủy ngân áp lực cao		18.	Đèn chiếu nghiêng	
8.	Đèn vạn năng không chụp		19.	Đèn đặt sát tường hoặc sát trần	
9.	Đèn vạn năng có chụp		20.	Đèn cổ cò	
10.	Đèn chống nước và bụi		21.	Đèn chiếu sáng cục bộ	
11.	Đèn mở thường có chụp trong suốt		22.	Đèn chiếu sáng cục bộ trọn bộ gồm có máy giảm áp, giả lắp, bóng đèn	

Dụng cụ chiếu sáng (tiếp theo).

TT	Tên gọi		Ký hiệu
23	Đèn huỳnh quang	a - số bóng đèn b- công suất bóng đèn (W)	 a x b

24	Đèn chùm huỳnh quang	a - số bóng đèn b- công suất bóng đèn (W)	 a x b
25	Đèn chùm	a - số bóng đèn b- công suất bóng đèn (W)	 a x b
26	Giá đỡ đèn hình cầu	a - số bóng đèn b- công suất bóng đèn (W)	 a x b
27	Giá đỡ đèn hình chén	a - số bóng đèn b- công suất bóng đèn (W)	 a x b
28	Giá đỡ đèn hình trụ	a - số bóng đèn b- công suất bóng đèn (W)	 a x b
29	Giá đỡ đèn (ký hiệu đèn vẽ theo kiểu tương ứng)	a - ký hiệu giá đỡ b - kiểu giá đỡ	 a x b
30	Đèn tín hiệu	X - xanh Đ - đỏ V - vàng	
31	Đèn báo hiệu chỗ đặt bình chữa cháy		
32	Đèn báo hiệu chữa cháy		
33	Đèn pha	a - công suất b - góc nghiêng(⁰) c - độ cao đặt đèn(m) d - góc tà (⁰)	
34	Ổ cắm điện 2 cực	a - kiểu thường b - kiểu kín	

Dụng cụ chiếu sáng (tiếp theo).

TT	Tên gọi		Ký hiệu
35	Ổ cắm điện hai cực có cực thứ ba nổi đất	a - kiểu thường b - kiểu kín	
36	Ổ cắm điện 3 cực có cực thứ tư nổi đất	a - kiểu thường b - kiểu kín	
37	Hãm điện kiểu thường	a - một cực b - hai cực c - ba cực	
38	Hãm điện kiểu kín	a - một cực b - hai cực c - ba cực	
39	Hãm điện hai chiều	a - kiểu thường b - kiểu kín	

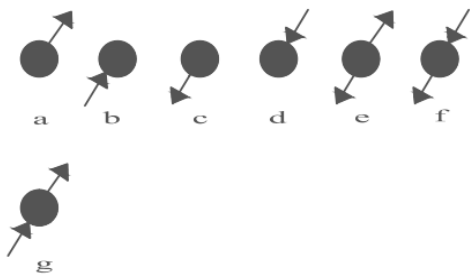
6. Chiếu sáng ngoài trời.

TT	Tên gọi	Ký hiệu
1	Cột bê tông ly tâm không có đèn	
2	Cột bê tông vuông không có đèn	
3	Cột sắt không có đèn	
4	Đèn đặt trên cột (ký hiệu đèn và cột vẽ theo kiểu tương ứng)	
5	Đèn treo trên dây (ký hiệu đèn vẽ theo kiểu tương ứng)	
6	Điểm kiểm tra độ rọi tính toán a-b - độ rọi theo phương thẳng đứng về hai phía c - độ chiếu sáng theo phương ngang	

7. Lưới điện.

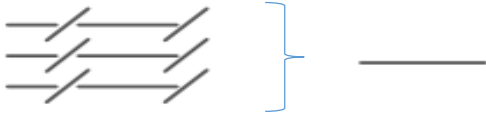
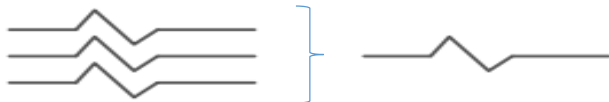
TT	Tên gọi	Ký hiệu
----	---------	---------

1	Đường dây của lưới phân phối động lực tới 1000v a - đường dây trần b - đường cáp	a -  b - 
2	Đường dây của lưới phân phối động lực trên 1000v a - đường dây trần b - đường cáp	a -  b - 
3	Đường dây của lưới phân phối động lực một chiều	
4	Đường dây của lưới phân phối động lực xoay chiều có tần số khác 50Hz	
5	Cáp và dây dẫn mềm di động dùng cho động lực và chiếu sáng	
6	Đường dây của lưới chiếu sáng làm việc a - đối với bản vẽ chỉ có chiếu sáng b - đối với bản vẽ có lưới động lực và chiếu sáng	a -  b - 
7	Đường dây của lưới chiếu sáng sự cố a - đối với bản vẽ chỉ có chiếu sáng b - đối với bản vẽ có lưới động lực và chiếu sáng	a -  b - 
8	Đường dây của lưới chiếu sáng bảo vệ	
9	Đường dây của lưới điện dưới 360v	
10	Đường dây của lưới kiểm tra, đo lường tín hiệu, khống chế, điều khiển	
11	Đường dây cáp treo vào dây treo	
12	Đường trục điện xoay chiều dùng dây dẫn hoặc thanh dẫn	
13	Đường trục điện một chiều dùng dây dẫn hoặc thanh dẫn	
14	Thanh dẫn kín đặt trên trụ đỡ	

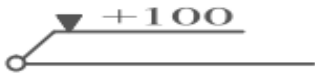
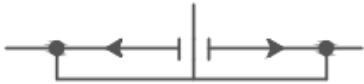
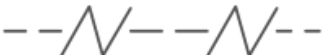
TT	Tên gọi	Ký hiệu
15	Thanh dẫn kín đặt trên giá treo	
16	Thanh dẫn kín đặt trên giá đỡ	
17	Thanh dẫn kín đặt dưới sàn	
18	Đường dây trượt (trolley)	
19	Đường dây nối đất hoặc đường dây trung tính	
20	Nối đất tự nhiên	
21	Nối đất có cọc a - cọc bằng thép ống, thép tròn b - cọc bằng thép hình	
22	Chỗ rẽ nhánh	
23	Chỗ mặt cắt dây thay đổi	$\underline{1(3 \times 10)} \times \underline{1(3 \times 10)}$
24	a - đường dây đi lên b - đường dây đi từ dưới lên c - đường dây đi xuống d - đường dây đi từ trên xuống e - đường dây đi lên và đi xuống f - đường dây đi xuyên từ trên xuống g - đường dây đi xuyên từ dưới lên	
25	Chỗ co dẫn của thanh cái	
26	Hộp nối cáp	
27	Hộp cáp rẽ nhánh	

TT	Tên gọi	Ký hiệu
28	Hộp cáp đầu	
29	Bộ chống sét	
30	Dây chống sét	
31	Nối đất	
32	Đánh dấu các pha : pha thứ nhất là A ; pha thứ hai là B pha thứ ba là C dây trung tính là N ; điểm trung tính là O	A, B, C, O AB, AC, BC-AO, BO, CO
Chú thích: Trên bảng vẽ mặt bằng của thiết kế cải tạo, các đường dây đã có sẵn cùng dùng ký hiệu như các đường dây thiết kế mới, nhưng cần thêm vào đầu mũi tên → Ví dụ:  Đường dây đã có của lưới phân phối động lực xoay chiều điện áp trên 1000v.		

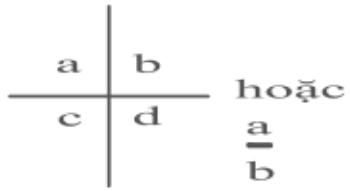
8. Các thành phần trong mặt bằng xây dựng.

TT	Tên gọi	Ký hiệu
1	Ký hiệu chung móng tổ máy, tổ động cơ, tủ phân phối, tủ điều khiển..v..v..	
2	Ống đặt nổi	
3	Nhóm ống đặt nổi	
4	Ống đặt trong bê tông hoặc trong đất có chỉ độ sâu đặt ống, vd: sâu 800m	
5	Nhóm ống đặt trong bê tông hoặc trong đất có chỉ độ sâu đặt ống, vd: sâu 800m	
6	Ống đặt nổi trên trần của tần dưới	
7	Nhóm ống đặt nổi trên trần của tần dưới	
8	Cáp đặt nổi	
9	Nhóm cáp đặt nổi	
10	Đưa ống có cáp xuống dưới	
11	Ống đi xuống dưới có ghi độ cao của đầu ống ví dụ: 500m	

Các thành phần mặt bằng công trình xây dựng (tiếp theo).

TT	Tên gọi	Ký hiệu
12	Ống đi lên có ghi độ cao của đầu ống. Ví dụ: 100mm	
13	Ống xuyên qua sàn	
14	Kết cấu đỡ ống, cáp dây dẫn	
15	Đường dây bị kẹp chặt 1 đầu	
16	Đường dây bị kẹp chỗ hai đầu tiếp giáp và nối bằng dây lèo	
17	Dây dẫn được đỡ bằng vật trung gian cách điện	
18	Dây treo bị kẹp chặt một đầu	
19	Mương cáp	
20	Mương cáp (trên mặt bằng của thiết kế xây dựng lại)	
21	Hào cáp	
22	Hào cáp (trên mặt bằng của thiết kế xây dựng lại)	
23	Bó cáp	
24	Bó cáp (trên mặt bằng của thiết kế xây dựng lại)	
25	a - giếng cáp b - nắp hầm hào cáp	
26	Hầm cáp	
27	Hầm cáp (trên mặt bằng của thiết kế xây dựng lại)	

9. Chữ viết tắt và cách ghi.

TT	Tên gọi	Ký hiệu
1	Thiết bị dùng điện a - số hiệu trên mặt bằng b – công suất định mức (kva, kw), đối với các thiết bị điện phân (A). c – dòng điện làm chảy cầu chảy hoặc tác động máy cắt đầu dây (A). d – độ cao đặt thiết bị (m).	
2	Thanh dẫn kín nối kiểu cắm	Tdc
3	Thanh dẫn kín nối bằng bulong	Tdb
4	Đường dây trực	DT
5	Dây trượt (trolley)	Tr
6	Đặt trong ống kim loại	Ok
7	Đặt trong ống cách điện	Ocd
8	Đặt trong ống thủy tinh	Ot
9	Đặt trong ống mềm bằng kim loại	Om
10	Đặt trên vật cách điện	Cd

1.2 Các công thức thường sử dụng để tính toán.

1. Các công thức kỹ thuật điện.

- Điện trở 1 chiều của dây dẫn ở 20°C

$$r_o = \rho \frac{l}{F}, \Omega$$

Trong đó : ρ - điện trở suất của vật liệu làm dây dẫn, $\Omega \text{ mm}^2/\text{km}$.

+ đối với dây đồng : $\rho = 18,5 \Omega \text{ mm}^2/\text{km}$.

+ đối với dây nhôm : $\rho = 29,4 \Omega \text{ mm}^2/\text{km}$.

+ đối với dây hợp kim nhôm $\rho = 32,3 \Omega \text{ mm}^2/\text{km}$.

+ l - chiều dài đường dây (km).

+ F - tiết diện dây dẫn (mm^2)

- Điện trở của dây dẫn ở t°C:

$$r_t = r_o + r_o \cdot \alpha \cdot (t - 20^\circ)$$

Trong đó: r_o - điện trở ở 20°C.

α - hệ số nhiệt độ.

+ đối với dây đồng $\alpha = 0,0040$.

+ đối với dây nhôm $\alpha = 0,0043 + 0,00429$.

+ đối với dây thép $\alpha = 0,0057 + 0,0062$.

- Định luật ôm đối với dòng điện một chiều:

$$I = \frac{U}{R} \quad \text{hoặc} \quad U = I \cdot R$$

Đối với dòng điện xoay chiều:

$$I = \frac{U}{Z} \quad \text{hoặc} \quad U = I \cdot Z$$

Trong đó: I - dòng điện, A.

U - điện áp, V.

R - điện trở, Ω .

Z - tổng trở, Ω .

$$Z = \sqrt{r^2 + (x_L - x_C)^2}$$

Trong đó : r - điện trở tác dụng , Ω .

x_L - điện kháng, Ω .

x_C - dung kháng, Ω .

- Công suất dòng điện 1 chiều:

$$P = U.I = I^2 R = \frac{U^2}{R}$$

- Công suất dòng điện xoay chiều 1 pha:

- + Công suất tác dụng: $P = U.I.\cos\varphi$.

- + Công suất phản kháng: $Q = U.I.\sin\varphi$.

- + Công suất biểu kiến: $S = \sqrt{P^2 + Q^2} = U.I$.

- Công suất dòng điện xoay chiều 3 pha:

- + Công suất tác dụng: $P = \sqrt{3}U.I.\cos\varphi$, (W).

- + Công suất phản kháng: $Q = \sqrt{3}U.I.\sin\varphi$, (Var).

- + Công suất biểu kiến: $S = \sqrt{3}U.I$, (VA).

Trong đó: U - điện áp pha đối với dòng xoay chiều một pha, điện áp dây đối với dòng xoay chiều 3 pha, V.

I - dòng điện, A.

R - điện trở, Ω .

$\cos\varphi$ - hệ số công suất.

φ - góc lệch pha giữa vector điện áp và vector dòng điện trong mạch điện xoay chiều.

$\cos\varphi$ có giá trị từ 0 tới 1.

2. Công thức và bản để xác định tiết diện dây dẫn và giá trị tổn thất điện áp tại đường dây trên không có điện áp tới 1000v.

Tổn thất điện áp cực đại tính theo phần trăm ($\Delta U\%$) trên đoạn đường dây nối từ máy biến áp tới thiết bị tiêu thụ điện xa nhất không được vượt quá 4÷ 6%.

Việc xác định tiết diện dây đồng và dây nhôm trần của đường dây trên không tới 1kV được tiến hành theo công thức:

$$F = \frac{M}{C\Delta U\%}$$

Trong đó: F - tiết diện dây dẫn, mm^2 .

M - momen phụ tải, kW.m .

$M=P.l$ (tích của phụ tải - kW với chiều dài đường dây - m).

C - hệ số (xem bảng 1 - 1).

ΔU - tổn thất điện áp, %.

Ví dụ: Xác định tiết diện dây dẫn của đường dây trên không 3 pha 4 dây, dùng dây nhôm điện áp 400/230V có chiều dài $l=200\text{m}$. Phụ tải của đường dây $P=15\text{kW}$, $\cos\varphi=1$. Tổn thất điện áp cho phép $\Delta U_{cp}\%=4\%$.

Tính momen phụ tải $M = Pl = 15.200 = 3000 \text{ kW.m}$

Xác định tiết diện dây dẫn mỗi pha:

$$F = \frac{M}{C\Delta U\%} = \frac{3000}{50.4} = 15\text{mm}^2$$

Chọn dây nhôm có tiết diện chuẩn 16mm^2 mã hiệu A - 16 là tiết diện gần nhất với tiết diện tính toán và là tiết diện dây nhỏ nhất theo quy trình trang bị điện cho phép đối với dây nhôm ở cấp điện áp 0,4kV theo độ bền cơ học.

Kiểm tra lại tổn thất điện áp:

$$\Delta U\% = \frac{M}{C.F} = \frac{3000}{50.16} = 3,85\% < \Delta U_{cp} = 4\%$$

Tiết diện dây dẫn chọn thỏa mãn yêu cầu.

Trong trường hợp cần xác định tiết diện dây dẫn của đường dây có một vài phụ tải phân bố dọc theo đường dây, ta xác định momen phụ tải theo công thức:

$$M = P_1.l_1 + P_2.l_2 + P_3.l_3 + \dots$$

Trong đó: $P_1, P_2, P_3 \dots$ - các phụ tải, kW .

$l_1, l_2, l_3 \dots$ - độ dài các đoạn đường dây, m .

Thay giá trị M tính được vào công thức đã nêu trên.

Tiết diện dây dẫn được chọn theo tổn thất điện áp cần phải kiểm tra về đốt nóng theo phụ lục của giáo trình cung cấp điện.

Bảng 1 - 1

**GIÁ TRỊ HỆ SỐ C ĐỂ XÁC ĐỊNH TỶ SỐ THẤT ĐIỆN ÁP
TRÊN ĐƯỜNG DÂY DÙNG DÂY ĐỒNG (M) VÀ DÂY NHÔM (A)**

Dạng dòng điện, điện áp và hệ thống phân phối năng lượng	C		Dạng dòng điện, điện áp và hệ thống phân phối năng lượng	C	
	Dây đồng	Dây nhôm		Dây đồng	Dây nhôm
Đường dây 3 pha 4 dây 380/220v khi phụ tải phân bố đều trên các pha.	83	50	Đường dây 3 pha 4 dây (3 dây pha, 1 dây trung tính) 220/127v khi phụ tải phân bố đồng đều.	28	17
Đường dây 2 pha (hai dây pha 1 dây mát) của hệ thống 3 pha 380/220v khi phụ tải phân bố đều trên các pha.	37	20	Đường dây 2 pha (2 dây pha, 1 dây mát) của hệ thống 3 pha 220/127v khi phụ tải phân bố đồng đều.	12,2	7,5
Đường dây 1 pha hoặc đường dây dòng điện 1 chiều 220v.	14	8,4	Đường dây 1 pha 127v.	4,6	2,75
Đường dây 3 pha 120v khi phụ tải phân bố đồng đều.	8	5	Đường dây 1 pha hoặc đường dây dòng điện 1 chiều 110v.	3,5	2
Đường dây 2 pha của hệ thống 3 pha 120v khi phụ tải phân bố đồng đều.	3,6	2,2	Đường dây 1 pha hoặc đường dây dòng điện 1 chiều 120v.	0,41	0,24

Trong trường hợp cần xác định dòng điện với giá trị $\cos\varphi$ khác với giá trị cho trong bảng 1 - 2, có thể tính dòng điện theo các công thức sau:

+ Đối với phụ tải 3 pha tính theo điện áp dây:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}.U.\cos\varphi}$$

+ Đối với phụ tải 1 pha tính theo điện áp pha:

$$I = \frac{P}{U.\cos\varphi}$$

Bảng 1 - 2

DÒNG ĐIỆN PHỤ THUỘC VÀO CÔNG SUẤT VÀ ĐIỆN ÁP (110-380V)

Công suất kW	Dòng điện xoay chiều 3 pha						Dòng điện 1 pha hoặc 1 chiều, A	
	Điện áp, V							
	120		220		380			
	Cosφ						110	220
	0,8	1	0,8	1	0,8	1		
0,5	3,1	2,4	1,6	1,32	0,9	0,7	4,5	2,3
1	6	4,8	3,3	2,6	1,9	1,5	9,1	4,5
2	12	9,6	6,5	5,2	3,8	3	18,2	9,1
3	18,1	14,4	9,8	7,8	5,7	4,5	27,2	13,6
4	24	19,2	13,1	10,5	7,6	6,1	36,4	18,2
5	30,7	24,1	16,4	13,1	9,5	7,6	45,5	22,7
6	35,4	24,2	19,6	15,7	11,4	9,1	54,5	27,2
7	41,4	33	23	18,3	13,3	10,6	63,8	31,9
8	48,1	38,5	26,2	21	15,2	12.2	72,8	36,4
9	54,1	43,3	29,4	23,6	17,1	13,7	82	41
10	60,3	48,1	52,2	26,2	19	15,2	91	45,5
20	120	96,2	65,5	52,2	38	30,4	182	91
30	181	144,3	98	78,5	57	45,5	272	136
40	240	192,4	131	105	76	61	364	182
50	307	241	164	131	95	76	455	227,5
60	354	282,6	196	157	114	91	545	272,5
70	414	330,7	230	183	133	106	638	319
80	481	384,8	262	210	152	122	728	364
90	541,9	432,9	294	236	171	137	820	410
100	603	481	328	262	190	152	910	455

3. Công thức và bảng để xác định tiết diện dây dẫn và giá trị tổn thất điện áp trên đường dây 3÷ 10kV.

Tiết diện đường dây 3÷ 10kV được chọn theo mật độ dòng điện kinh tế theo bảng 1 - 3. Mật độ dòng điện kinh tế J_{kt} là số ampe trên 1 đơn vị tiết diện.

Bảng 1 - 3

MẬT ĐỘ DÒNG ĐIỆN KINH TẾ GIỚI HẠN (J_{kt})

Số giờ sử dụng phụ tải cực đại trong năm $T_{\max,h}$	Mật độ dòng điện kinh tế giới hạn A/mm ²			Chú thích
	Dây đồng	Dây nhôm	Dây thép	
Trên 1000 đến 3000	2,5	1,3	0,45	
Trên 3000 đến 5000	2,1	1,1	0,40	
Trên 5000 đến 8760	1,8	1,0	0,35	

Để xác định tiết diện cho lưới điện 3÷ 10kV theo mật độ dòng điện kinh tế ta tiến hành theo các bước sau:

- tính dòng điện theo công thức:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}.U} \quad \text{hoặc} \quad I = \frac{P}{\sqrt{3}.U.\cos\varphi}$$

- xác định tiết diện dây dẫn theo:

$$F = \frac{I}{J_{kt}}, mm^2$$

- Chọn tiết diện tiêu chuẩn gần nhất với tiết diện tính theo công thức trên. Sau khi chọn được tiết diện chuẩn cần kiểm tra lại tổn thất điện áp ΔU (tính theo %) so với tổn thất điện áp cho phép $\Delta U_{cp}\%$.

Tổn thất điện áp cực đại cho phép đối với đường dây 3÷ 10kV không được vượt quá 5%÷6%.

Tổn thất điện áp (tính theo %) đối với đường dây đồng và dây nhôm được xác định theo công thức sau:

$$\Delta U\% = \frac{MZ\varphi}{10U^2}$$

Trong đó: M - momen phụ tải kW.km.

$Z\varphi = R\cos\varphi + X\sin\varphi$: tổng trở của 1km đường dây, Ω/km .

(Xem bảng 1 - 4,5), R điện trở, X - điện kháng phụ thuộc vào $\cos\varphi$.

U - điện áp định mức của lưới điện, kV.

$\Delta U\%$ - tổn thất điện áp trên đường dây tính theo %, công thức trên chỉ dùng cho đường dây có cùng tiết diện.

**Bảng 1 - 4. GIÁ TRỊ TỔNG TRỞ Z_0 ĐỐI VỚI ĐƯỜNG DÂY 3÷ 10Kv
DÙNG DÂY ĐỒNG**

Hệ số công suất $\cos\varphi$	Mã dây								
	M - 10	M - 16	M - 25	M - 35	M - 50	M - 70	M - 95	M - 120	M - 150
0,7	1,563	1,085	0,795	0,634	0,513	0,430	0,373	0,339	0,314
0,8	1,698	1,155	0,808	0,645	0,509	0,418	0,354	0,317	0,290
0,9	1,810	1,208	0,842	0,639	0,488	0,388	0,320	0,280	0,250

**Bảng 1 - 5. GIÁ TRỊ TỔNG TRỞ Z_0 ĐỐI VỚI ĐƯỜNG DÂY 3÷ 10Kv
DÙNG DÂY NHÔM**

Hệ số công suất $\cos\varphi$	Mã dây							
	A - 16	A - 25	A - 35	A - 50	A - 70	A - 95	A - 120	A - 150
0,7	1,615	1,137	0,883	0,741	0,557	0,459	0,416	0,367
0,8	1,762	1,218	0,929	0,769	0,563	0,452	0,404	0,351
0,9	1,889	1,279	0,956	0,780	0,550	0,439	0,377	0,319

Chú thích: Ký hiệu mã dây M - 10: M - dây đồng trần, 10 - tiết diện chuẩn 10mm² A - 16: A - dây nhôm trần, 16 - tiết diện chuẩn 16mm².

Ví dụ: Xác định tiết diện đường dây điện áp 6kV dùng dây nhôm cung cấp cho 3 phụ tải $P_1 = 100\text{kW}$, $P_2 = 50\text{kW}$; $P_3 = 30\text{kW}$. Với chiều dài các đoạn đường dây

$l_1 = 2\text{km}$, $l_2 = 1\text{km}$, $l_3 = 3\text{km}$ có cùng tiết diện, hệ số công suất của phụ tải có $\cos\varphi = 0,8$, thời gian sử dụng công suất $T_{\max} = 3500\text{h}$.

Giải:

- Tổng phụ tải của đường dây:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = 100 + 50 + 30 = 180 \text{ kW}$$

- Tính dòng điện:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}UCos\varphi} = \frac{180}{1,73.6.0,8} = 21,6 \text{ A}$$

- Tính tiết diện dây:

Theo bảng 1 - 3 với $T_{\max} = 3500\text{h}$ và dây nhôm tra được $J_{kt} = 1,1 \text{ A/mm}^2$

$$F = \frac{I}{J_{kt}} = \frac{21,6}{1,1} = 19,18 \text{ mm}^2$$

- Chọn tiết diện chuẩn:

Chọn dây nhôm có tiết diện chuẩn gần nhất mã hiệu A - 16 có tiết diện chuẩn là 16 mm^2 .

Kiểm tra tổn thất điện áp:

$$\Delta U\% = \frac{MZ\varphi}{10U^2} = \frac{[(180.2) + (80.1) + (30.3)].1,762}{10.6^2} = 2,46\%$$

$$\Delta U\% = 2,46 < \Delta U_{cp}\% = 5 \div 6\%$$

Kiểm tra tiết diện dây dẫn đã chọn theo điều kiện phát nóng (phụ lục của giáo trình cung cấp điện), với dây A - 16 dòng điện làm việc lâu dài cho phép là $105A > 21,6A$ vậy dây dẫn được chọn thỏa mãn cả điều kiện tổn thất điện áp lẫn điều kiện phát nóng.

4. Tính toán điện cho đường dây 35kV.

- Tiết diện của đường dây 35kV được tính toán và chọn theo mật độ dòng điện kinh tế.
- Tổn thất điện áp trên đường dây 35kV được tính kết hợp với tổn thất điện áp trong máy biến áp ($35/3 \div 10 \text{ kV}$) để lựa chọn nấc đặt đầu phân áp đảm bảo nâng được điện áp trên thanh cái đầu ra ($3 \div 10 \text{ kV}$) lớn hơn 5% giá trị điện áp định mức.

Việc tính toán đường dây từ 35kV trở lên do cơ quan thiết kế đảm nhiệm.

1.3 Các quy chuẩn vật tư, thiết bị dùng trong kỹ thuật lắp đặt điện.

❖ **Tiết diện tối thiểu của ruột dây dẫn và cáp điện trong đường dẫn điện (TCVN 9026 : 2012)**

Tên đường dây	Tiết diện tối thiểu của ruột dây dẫn và cáp điện mm ²	
	Đồng	Nhôm
Lưới điện nhóm chiếu sáng không có ổ cắm.	1,5	2,5
Lưới điện nhóm chiếu sáng có ổ cắm điện; lưới điện nhóm ổ cắm.	2,5	4
Lưới điện phân phối động lực.	2,5	4
Đường dây từ tủ điện tầng đến tủ điện các phòng.	4	6

Đường dây trực đứng cấp điện cho một hoặc một số tầng.	6	10
--	---	----

❖ **Quy định bán kính cong tối thiểu của cáp (TCVN 9028 : 2012)**

Cáp điện	Lớp bọc	Đường kính ngoài của cáp mm	Bán kính cong tối thiểu của cáp tính bằng số lần đường kính ngoài của cáp
Cáp điện cao su, PVC hoặc XLPE	Không bọc thép	Đến 10	3
		Lớn hơn 10 và đến 25	4
		Lớn hơn 25	6
Cáp điện cao su, PVC hoặc XLPE	Bọc thép	Bất kỳ	6
Cáp điện PVC, XLPE lõi đồng hoặc nhôm cứng	Bọc thép hoặc không bọc thép	Bất kỳ	6
Cáp điện bằng giấy tẩm dầu	Bọc chì	Bất kỳ	6
Cáp điện bằng chất khoáng	Bọc đồng hoặc nhôm có hoặc không có PVC	Bất kỳ	6

❖ **Khoảng cách lớn nhất cho phép giữa các điểm cố định dây dẫn bọc cách điện không có vỏ bảo vệ đặt trên các giá đỡ cách điện (TCVN 9207 : 2012)**

Phương pháp đặt dây dẫn	Khoảng cách lớn nhất cho phép (m) khi tiết diện ruột dẫn điện (mm ²)						
	Đến 2,5	4	6	10	16 đến 25	35 đến 70	95 trở lên
Trên puli, kẹp	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0	1,2	1,2
Trên vật cách điện đặt ở tường và trần nhà	1	2	2	2	2,5	3	6
Trên vật cách điện đặt ở tường thuộc đường dẫn điện ngoài nhà	2	2	2	2	2	2	2

Trên vật cách điện đặt ở vì kèo, cột hoặc tường						
- Với dây dẫn ruột đồng	6	12				
- Với dây dẫn ruột nhôm	-	6	6	12		

❖ **Vị trí quy định các điểm giữ cáp điện (TCVN 9207 : 2012)**

Vị trí đặt cáp điện	Vị trí các điểm giữ cáp điện
Mặt phẳng nằm ngang	Cáp điện đặt trên giá đỡ: 1 m với cáp điện động lực và chiếu sáng.
Mặt phẳng thẳng đứng	- Cáp điện đặt trên giá đỡ: 1 m với cáp điện động lực và chiếu sáng - Cáp điện đặt bằng các kẹp: 0,8 m đến 1 m - Tất cả các điểm cần tránh cho vỏ chì biến dạng, đồng thời tránh ruột cáp điện trong hộp đầu dây kể cận bị tác động bởi trọng lượng bản thân của cáp điện gây ra
Mặt phẳng nằm ngang chỗ uốn cong	Điểm cuối mỗi đoạn cáp điện. Điểm cuối của đoạn cáp điện uốn cong, nếu cáp điện lớn thì cần đặt kẹp ở giữa đoạn uốn cong.
Gần hộp nối cáp điện và đầu hộp nối cáp điện, cáp điện dẫn vào thiết bị điện hoặc chỗ bịt đầu cáp điện	Ở hai bên hộp nối cáp điện. Cách hộp nối, đầu cáp điện hoặc chỗ bịt đầu cáp điện không quá 100 mm.
Chỗ đi qua khe lún, mạch co dẫn	Hai bên khe lún, mạch co dẫn

❖ **Quy định tiết diện dây trung tính (TCVN 9207 : 2012)**

Loại mạng điện	Tỷ lệ sóng hài		
	$0 < TH \leq 15\%$ ⁽¹⁾	$15\% < TH \leq 33\%$ ⁽²⁾	$TH > 33\%$ ⁽³⁾
Mạng điện 1 pha 2 dây	$S_N = S_P$	$S_N = S_P$	$S_N = S_P$

Mạng điện (3P + N), Cáp nhiều ruột $S_P \leq 16\text{mm}^2$ với dây đồng hoặc 25mm^2 với dây nhôm	$S_N = S_P$	$S_N = S_P$ $I_N = I_P$ Hệ số 0,84 (4)	$S_P = S_N$ S_N cần được xác định $I_N = 1,45I_P$ Hệ số 0,84 (4)
Mạng điện (3P + N), Cáp nhiều ruột $S_P > 16\text{mm}^2$ với dây đồng hoặc 25mm^2 với dây nhôm	$S_N = \frac{S_P}{2}$ N cần được bảo vệ	$S_N = S_P$ $I_N = I_P$ Hệ số 0,84 (4)	$S_P = S_N$ S_N cần được xác định $I_N = 1,45I_P$ Hệ số 0,84 (4)
Mạng điện (3P + N), Cáp một ruột $S_P > 16\text{mm}^2$ với dây đồng hoặc 25mm^2 với dây nhôm	$S_N = \frac{S_P}{2}$ cho phép N cần được bảo vệ	$S_N = S_P$ $I_N = I_P$ Hệ số 0,84 (4)	$S_N > S_P$ $I_N = 1,45I_P$ Hệ số 0,84 (4)
CHÚ THÍCH 1: ⁽¹⁾ Mạng điện động lực cung cấp điện cho động cơ điện xoay chiều, bình đun nước nóng, hệ thống điều hòa không khí và thông gió, hệ thống giặt là v.v.. CHÚ THÍCH 2: ⁽²⁾ Mạng điện chiếu sáng cung cấp điện cho các đèn phóng khí, trong đó có đèn huỳnh quang ở văn phòng, xưởng sản xuất v.v.. CHÚ THÍCH 3: ⁽³⁾ Mạng điện cấp cho văn phòng, các máy tính, thiết bị điện tử ở các khu văn phòng, trung tâm máy tính, ngân hàng, gian chợ, các cửa hàng chuyên dụng v.v.. CHÚ THÍCH 4: ⁽⁴⁾ Hệ số giảm dòng điện cho phép, hệ số này được xét tới khi lựa chọn tiết diện dây trung tính do tác dụng phát nóng gây ra bởi các sóng hài bậc 3 và bội số của 3. GHI CHÚ: TH - tỷ lệ sóng hài bậc 3 và bội số của 3; N - dây trung tính; P - dây pha; S - tiết diện dây (mm^2)			