

SỞ LAO ĐỘNG - THƯƠNG BINH VÀ XÃ HỘI HÀ NỘI
TRƯỜNG TRUNG CẤP CÔNG NGHỆ VÀ DU LỊCH HÀ NỘI



GIÁO TRÌNH

MÔ ĐUN: KỸ THUẬT LẮP ĐẶT ĐIỆN

NGHỀ: CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT ĐIỆN – ĐIỆN TỬ

TRÌNH ĐỘ TRUNG CẤP

*(Ban hành kèm theo Quyết định số: 32 /QĐ-CNDL ngày 28 tháng 02 năm 2023
của Hiệu trưởng trường Trung cấp Công nghệ và Du lịch Hà Nội)*

Hà Nội, năm 2023

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

LỜI GIỚI THIỆU

Nội dung của giáo trình đã được xây dựng dựa trên cơ sở kế thừa những nội dung được giảng dạy ở các trường kết hợp với những nội dung mới nhằm đáp ứng yêu cầu nâng cao chất lượng đào tạo phục vụ sự nghiệp công nghiệp hóa hiện đại hóa. Đề cương của giáo trình đã được thông qua Khoa Kỹ thuật Điện - Công nghệ và Ban giám hiệu trường đã được nhận được nhiều ý kiến thiết thực giúp cho tác giả biên soạn phù hợp hơn.

Giáo trình do các nhà giáo đã có kinh nghiệm giảng dạy tại trường biên soạn. Giáo trình được biên soạn ngắn gọn, dễ hiểu, bổ sung nhiều kiến thức mới và biên soạn theo quan điểm mở, nghĩa là đề cập những nội dung cơ bản, cốt yếu để tùy theo tính chất của các ngành nghề đào tạo mà nhà trường tự điều chỉnh cho thích hợp và không trái với quy định của các chương trình khung đào tạo.

Hy vọng nhận được sự đóng góp ý kiến của các độc giả để giáo trình được biên soạn tiếp hoặc tái bản lần sau có chất lượng tốt hơn. Mọi đóng góp ý kiến xin gửi về Khoa Kỹ thuật Điện - Công nghệ trường Trung cấp Công nghệ và Du lịch Hà Nội.

Lời cảm ơn của các cơ quan liên quan, các đơn vị và cá nhân đã tham gia.

Hà Nội, ngày.....tháng.... năm 2023

Ban biên soạn

Khoa KT Điện – Công nghệ

MỤC LỤC

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN	1
LỜI GIỚI THIỆU	2
MỤC LỤC	3
GIÁO TRÌNH MÔ ĐUN.....	6
BÀI 1: CÁC KIẾN THỨC VÀ KỸ NĂNG CƠ BẢN VỀ LẮP ĐẶT ĐIỆN.....	7
1. Khái niệm chung về kỹ thuật lắp đặt điện.....	7
1.1. Tổ chức công việc lắp đặt điện.....	7
1.2. Tổ chức các đội nhóm chuyên môn.....	8
2. Một số kí hiệu thường dùng	8
2.1. Thiết bị điện, trạm biến áp, nhà máy điện. (bảng 1-1)	8
2.2. Bảng, bàn tủ điện. (bảng 1-2).....	9
2.3. Thiết bị khởi động, đổi nối. (Bảng 1-3).....	10
2.4. Thiết bị dung điện.....	12
2.5. Kí hiệu trong lắp đặt điện.(bảng 1-5)	13
3. Các công thức cần dùng trong tính toán.....	13
3.1. Các công thức kỹ thuật điện	13
3.2. Công thức và bảng để xác định tiết diện dây dẫn và giá trị tổn thất điện áp trên đường dây trên không điện áp tới 1000V	15
4. Các loại sơ đồ cho việc tiến hành lắp đặt một hệ thống điện	16
4.1. Sơ đồ mặt bằng.....	17
4.2. Sơ đồ chi tiết.....	17
4.3. Sơ đồ đơn tuyến.....	18
5. Sử dụng dụng cụ đồ nghề dung trong lắp đặt điện.....	19
5.1. Sử dụng bút điện.....	19
5.2. Sử dụng khoan pin cầm tay	20
5.3. Sử dụng khoan điện.....	22
5.4. Sử dụng máy khoan bê tông	24
5.5. Sử dụng máy cắt gạch, máy cắt rãnh tường	25
5.5.1. Máy cắt gạch	25
5.5.2. Máy cắt rãnh tường	25
5.6. Sử dụng dụng cụ đo điện cơ bản	27

5.6.1. Sử dụng đồng hồ vạn năng (VOM)	27
5.6.2. Sử dụng ampe kim.....	28
5.6.3. Sử dụng đồng hồ đo tiếp địa chống sét	29
BÀI 2. LẮP ĐẶT HỆ THỐNG ĐIỆN CHIẾU SÁNG VÀ DÂN DỤNG	32
1. Mục tiêu:.....	32
2.1. Các loại đèn chiếu sáng cơ bản	32
2.1.1. Đèn sợi đốt - Cấu tạo đèn sợi đốt:	32
2.1.2. Đèn compac	35
2.1.3. Đèn huỳnh quang.....	35
2.1.4. Đèn Led	36
2.1.5. Đèn cao áp thủy ngân	38
2.2. Một số loại mạch điện cơ bản <i>Mục tiêu:</i>	40
2.2.1. Mạch đèn đơn giản (mạch đèn tắt mở).....	40
2.2.2. Mạch đèn mắc nối tiếp	41
2.2.3. Mạch đèn mắc song song	42
2.2.4. Mạch đèn điều khiển hai trạng thái	42
2.2.5. Mạch đèn điều khiển bốn trạng thái	43
2.2.6. Mạch tuần tự.....	44
2.2.7. Mạch đèn cầu thang.....	44
2.2.8. Mạch đèn huỳnh quang	46
2.2.9. Mạch đèn hành lang	47
2.2.10. Mạch với thiết bị báo gọi.....	49
2.2.11. Mạch điều khiển quạt trần	50
Hình 2- 27. Sơ đồ mạch điều khiển quạt trần.....	50
2.3.Các kích thước trong lắp đặt điện và lựa chọn dây dẫn	50
2.3.1. Các kích thước hợp lý trong lắp đặt điện	50
2.3.2. Lựa chọn dây dẫn	51
2.4. Các phương thức đi dây <i>Mục tiêu:</i>	52
2.4.1. Phương pháp phân tải từ đường dây chính.....	53
2.4.2. Phương pháp phân tải từ tủ điện chính (tập trung).....	53
BÀI 3. LẮP ĐẶT TỦ ĐIỆN CÔNG NGHIỆP.....	55
1.Khái niệm chung về tủ điện công nghiệp	55
1.1. Tủ điện công nghiệp	55

1.2. Yêu cầu chung khi thực hiện lắp đặt	56
2.1. Lắp đặt tủ động lực.....	57
2.1.1. Đọc bản vẽ điện.....	57
2.1.2. Dự trù, thiết bị vật tư	59
2.1.3. Gia công tủ điện, thanh cái, thanh gài	59
2.1.4. Gá lắp đặt thiết bị	62
2.1.5. Đấu nối thiết bị.....	63
2.1.6. Kiểm tra vận hành	63
2.2. Lắp đặt tủ phân phối <i>Mục tiêu:</i>	64
2.2.1. Đọc bản vẽ.....	67
2.2.2. Dự trù, thiết bị vật tư	67
2.2.3. Gia công tủ điện	67
2.2.4. Gá lắp đặt thiết bị	68
2.2.5. Đấu nối thiết bị.....	68
2.2.6. Kiểm tra vận hành	70
BÀI 4. LẮP ĐẶT HỆ THỐNG NỔ ĐẤT VÀ CHỐNG SÉT	71
Giới thiệu:.....	71
1. Khái niệm về nổ đất và chống sét trong hệ thống điện công nghiệp	71
<i>Mục tiêu:</i>	71
1.1. Khái niệm về nổ đất	71
1.2. Khái niệm về chống sét	72
2. Lắp đặt hệ thống nổ đất.....	73
2.1. Nổ đất tự nhiên bao gồm	73
2.2. Nổ đất nhân tạo	73
2.3. Lắp đặt điện cực nổ đất	74
3. Lắp đặt hệ thống chống sét <i>Mục tiêu:</i>	77
TÀI LIỆU THAM KHẢO	80

GIÁO TRÌNH MÔ ĐUN

Tên mô đun: Kỹ thuật lắp đặt điện

Mã mô đun: MĐ 18

Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của mô đun:

- Vị trí: Mô đun Kỹ thuật lắp đặt điện học sau các mô đun/môn học: Trang bị điện, Đo lường điện.

- Tính chất: Là mô đun chuyên môn nghề.

Mục tiêu của mô đun:

- Trình bày được cấu tạo, nguyên lý các loại đèn, các mạch đèn chiếu sáng cơ bản;
- Thiết kế và lắp đặt được mạng cung cấp điện các công trình sử dụng điện một pha cỡ nhỏ;

- Lắp đặt được một số loại tủ điện công nghiệp đảm bảo yêu cầu kỹ thuật

- Thi công lắp đặt thiết bị đóng cắt, phụ tải điện theo bản vẽ; - Tính toán các hệ thống nối đất và chống sét theo yêu cầu kỹ thuật; - Rèn luyện tính cẩn thận, chính xác, ham học hỏi.

BÀI 1: CÁC KIẾN THỨC VÀ KỸ NĂNG CƠ BẢN VỀ LẮP ĐẶT ĐIỆN

Giới thiệu:

Các công trình điện ngày càng phức tạp hơn và có nhiều thiết bị điện quan trọng đòi hỏi người công nhân lắp đặt cũng như vận hành các công trình điện phải có trình độ tay nghề cao, nắm vững các kiến thức và kỹ năng lắp đặt các hệ thống điện.

Nội dung bài học này nhằm trang bị cho học viên những kiến thức, kỹ năng cơ bản về lắp đặt điện nhằm ứng dụng có hiệu quả trong ngành nghề của mình.

Mục tiêu:

- Trình bày được các khái niệm và các yêu cầu kỹ thuật trong lắp đặt điện.
- Phân tích được các loại sơ đồ lắp đặt một hệ thống điện theo nội dung bài đã học.
- Sử dụng thành thạo các dụng cụ, máy móc dung trong lắp đặt điện.
- Rèn luyện tính tích cực, chủ động, nghiêm túc trong công việc.

Nội dung chính:

1. Khái niệm chung về kỹ thuật lắp đặt điện

Mục tiêu: Cho người học có cái nhìn tổng quát về công việc lắp đặt điện;

1.1. 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 làm theo thiết kế và các bản vẽ thi công. Lập bảng 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 điều động nhân lực, vật tư và các trang thiết bị theo tiến độ lắp đặt.

Soạn thảo các phiếu công nghệ trong đó miêu tả chi tiết công nghệ, công đoạn cho tất cả các dạng công việc lắp đặt được đề ra theo thiết kế.

Chọn và dự định lượng máy móc thi công, các dụng cụ phục vụ cho 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 các công việc lắp đặt điện cho các trạm mẫu hoặc các công trình mẫu.

Soạn thảo các biện pháp an toàn về kỹ thuật.

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 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 gian hoàn thành các công việc lắp đặt và hoàn thiện giúp ta xác định được cường độ công việc theo số giờ - người. Từ đó 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 kế hoạch và cần phải đặt hàng chế tạo trước các chi tiết về điện đảm bảo sẵn sàng cho việc bắt đầu công việc lắp đặt.

Các trang 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 dùng cần có thêm máy mài, ê tô, hòm dụng cụ và máy hàn cần thiết cho công việc lắp đặt điện.

1.2. Tổ chức các đội nhóm chuyên môn

Khi xây dựng, lắp đặt các công trình 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 lĩnh vực công việc có thể tăng năng suất lao động, nâng cao chất lượng, công việc được tiến hành nhịp nhàng không bị ngưng trệ. Các đội nhóm lắp đặt có thể tổ chức theo cơ cấu sau:

- Bộ phận chuẩn bị tuyến công tác: Khảo sát tuyến, chia Khoảng 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, sẻ rãnh đi dây trên nền.
- Bộ phận lắp đặt đường trục và các trang thiết bị điện, tủ điện, bảng điện.
- Bộ phận điện lắp đặt 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.


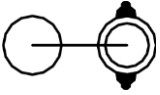










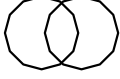





2. Một số kí hiệu thường dùng

Mục tiêu:

Đọc và vẽ được các ký hiệu của các thiết bị điện


2.1. Thiết bị điện, trạm biến áp, nhà máy điện. (bảng 1-1)

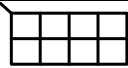

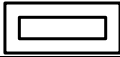



Bảng 1-1. Một số các kí hiệu của các thiết bị điện

Số TT	Tên gọi	Ký hiệu	Số TT	Tên gọi	Ký 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.	
9	Máy biến áp hợp bộ.		18	Nhà máy điện. A – Loại nhà máy. B – Công suất (MW).	

2.2. Bảng, bàn tủ điện. (bảng 1-2)

Bảng 1-2. Bảng, bàn tủ điện















Số 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 hàng kẹp đầu 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.	AB
8	Bảng, hộp tín hiệu.	

2.3. Thiết bị khởi động, đổi nối. (Bảng 1-3)



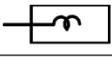




Bảng 1-3. Thiết bị khởi động, đổi nối

Số TT	Tên gọi	Ký hiệu	Số TT	Tên gọi	Ký hiệu
1	Khởi động từ		17	Hộp nối dây rẽ nhánh	
2	Biến trở		18	Nút điều khiển (số chấm tùy theo số nút)	
3	Bộ khống chế		19	Nút điều khiển bằng chân	
4	Bộ khống chế kiểu bàn đạp		20	Hãm điện hành trình	
5	Bộ khống chế kiểu hình trống		21	Hãm điện có cờ hiệu	
6	Điện kháng		22	Hãm điện ly tâm	
7	Hộp đặt máy cắt điện hạ áp(atstomat)		23	Xenxin	
8	Hộp đặt cầu dao		24	Nhiệt ngẫu	
9	Hộp đặt cầu chảy		25	Té bào quang điện	

10	Hộp có cầu dao và cầu chảy		26	Nhiệt kế thủy ngân có tiếp điểm	
11	Hộp cầu dao đôi nối		27	Nhiệt kế điện trở	
12	Hộp khởi động thiết bị điện cao áp		28	Dụng cụ tự ghi	
13	Hộp đầu dây vào		29	Rơle	
14	Khóa điều khiển		30	Máy đếm điện (Công tơ)	
15	Hộp nối dây hai ngã		31	Chuông điện	
16	Hộp nối dây ba ngã		32	Còi điện	

2.4. Thiết bị dung điện

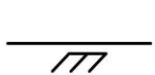

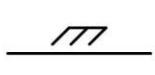

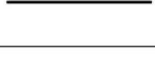
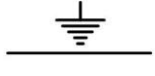


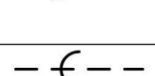
Bảng 1-4. Thiết bị dùng điện

Số 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 nén khí, thủy lực ...)	
6	Máy phân ly bằng từ	
7	Bàn nam châm điện	

8	Bộ hãm điện từ	H
---	----------------	---

2.5. Kí hiệu trong lắp đặt điện.(bảng 1-5)

Bảng 1-5. Kí hiệu trong lắp đặt điện

Kí hiệu	Tên gọi	Kí hiệu	Tên gọi
-----	Nối với nhau về cơ khí		Dây dẫn ngoài lớp trát
└-----	Vận hành bằng tay		Dây dẫn trong lớp trát
E-----	Vận hành bằng tay, ấn		Dây dẫn dưới lớp trát
┌-----	Vận hành bằng tay, kéo		Dây dẫn trong ống lắp đặt
└-----	Vận hành bằng tay, xoay		Cáp nối đất
└-----	Vận hành bằng tay, lật		Cuộn dây
○-----	Cảm biến		Tụ điện
---√---	Ở trạng thái nghỉ		Mở chậm
			Đóng chậm

3.Các công thức cần dùng trong tính toán

Mục tiêu:

Trình bày và áp dụng được các công thức kỹ thuật điện dùng trong tính toán lắp đặt

3.1.Các công thức kỹ thuật điện

a.Điện trở một chiều của dây dẫn ở 20⁰C

$$r_0 = \rho \frac{L}{F}, \Omega$$

Trong đó: r - điện trở suất của vật liệu làm dây dẫn , Wmm²/ km, + Đối với dây đồng r = 18,5Wmm²/km,

+ Đối với dây nhôm r = 29,4Wmm²/km, + Đối với dây hợp kim nhôm r = 32,3Wmm²/km.

L - chiều dài đường dây , km. F - tiết diện dây dẫn, mm².

b. Điện trở của dây dẫn ở $t^{\circ}\text{C}$

$$r_t = r_0 + r_0 a (t - 20^{\circ})$$

Trong đó : r_0 – điện trở ở 20°C ,

a - hệ số nhiệt độ

+ Đối với dây đồng $a = 0,0040$;

+ Đối với dây nhôm $a = 0,00403$, $0,00429$; + Đối

với dây thép $a = 0,0057$, $0,0062$.

c. Định luật ôm đối với dòng điện một chiều.

U

$$I = \frac{U}{R} \text{ hoặc } U = I.R$$

R

Đối với dòng điện xoay chiều:

U

$$I = \frac{U}{Z} \text{ hoặc } U = I.Z$$

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

d. Công suất dòng một chiều

U_2

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

R

Công suất dòng xoay chiều một pha

+ Công suất tác dụng $P = U.I.\cos\Phi$

+ Công suất phản kháng $Q = U.I.\sin\Phi$

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

e. Công suất dòng xoay chiều 3 pha.

+ Công suất tác dụng $P = \sqrt{3}UI\cos\varphi$, W

+ Công suất phản kháng $Q = \sqrt{3}UI\sin\varphi$, Var

+ Công suất biểu kiến $S = \sqrt{3}UI$, VA ;

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

I – dòng điện, A.

R – điện trở, Ω .

$\cos\varphi$ - hệ số công suất. φ – góc lệch pha giữa véc tơ điện áp và véc tơ dòng điện trong

mạch dòng xoay chiều.

$\cos\varphi$: có giá trị từ 0 tới 1.

3.2. Công thức và bảng để xác định tiết diện dây dẫn và giá trị tổn thất điện áp trên đường dây trên không 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% đến 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, mm².
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)
DU- tổn thất điện áp, %.

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

Tính momen phụ tải $M = P l = 15.200 = 3000 \text{ kw.m}$.

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 16mm² – 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:

$$DU\% = \frac{M}{CF} = \frac{3000}{50.16} = 3,85\% < DU_{cp} = 4\%$$

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

$$M = P_1 l_1 + P_2 l_2 + P_3 l_3 + \dots \text{ Trong đó : } P_1,$$

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 được chọn theo tổn thất điện áp cần phải kiểm tra về điều kiện phát nóng theo phụ lục của giáo trình cung cấp điện.

(Bảng 1-6). Giá trị hệ số C để xác định tổn thất điện áp trên đường dây dùng dây đồng (M) và dây nhôm (A).

Bảng 1-6. Giá trị hệ số C để xác định tổn thất điện áp

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 một pha hoặc đường dây dòng điện một chiều 110V.	3,5	2
Đường dây 2 pha (hai dây mát) của hệ thống 3 pha 380/220V khi phụ tải phân bố đều trên các pha.	37	20	Đường dây một pha hoặc đường dây dòng điện một chiều 120V.	0,41	0,24
Đường dây một pha hoặc đường dây dòng điện một chiều 220V.	14	8,4			

4. Các loại sơ đồ cho việc tiến hành lắp đặt một hệ thống điện

Mục tiêu:

Đọc được các loại sơ đồ áp dụng cho việc tiến hành lắp đặt một hệ thống điện.

Trong việc vẽ sơ đồ thiết kế hệ thống điện, phải nghiên cứu kỹ nơi lắp đặt, yêu cầu thấp sáng, công suất... Trên cơ sở đó thiết kế cho đáp ứng yêu cầu trang bị điện.

Khi trình bày bảng vẽ thiết kế có thể dùng các sơ đồ sau:

- + Sơ đồ mặt bằng (sơ đồ vị trí).
- + Sơ đồ đơn tuyến (sơ đồ tổng quát).
- + Sơ đồ chi tiết (sơ đồ nối dây).
- + Sơ đồ nguyên lý (sơ đồ kí hiệu).

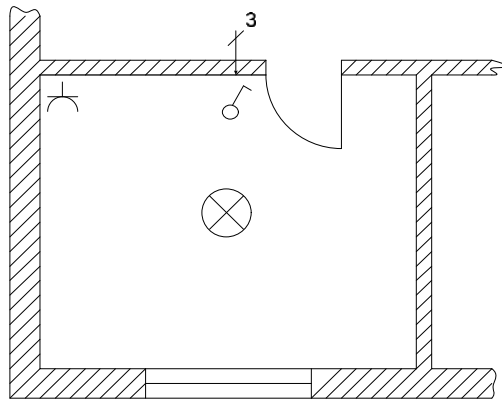
Trên các sơ đồ điện cần có việc hướng dẫn ghi chú việc lắp đặt:

- + Phương thức đi dây cụ thể từng nơi.
- + Loại dây, tiết diện, số lượng dây.

- + Loại thiết bị điện, loại đèn và nơi đặt + Vị trí đặt
- hộp điều khiển, ổ lấy điện, công tắc.
- + Công suất của điện năng kế.

4.1. Sơ đồ mặt bằng

Một bản vẽ mặt bằng được biểu diễn với các thiết bị điện cũn được gọi là sơ đồ lắp đặt. Trên sơ đồ mặt bằng đánh dấu vị trí đặt đèn, vị trí đặt các thiết bị điện thực tế ...theo đúng sơ đồ kiến trúc. Các đèn và thiết bị có ghi đường liên hệ với công tắc điều khiển hoặc đơn giản chỉ cần vẽ các kí hiệu của các thiết bị điện ở những vị trí cần lắp đặt mà không vẽ các đường dây nối đến các thiết bị. Ví dụ: Trong một căn phòng cần lắp đặt 1 bóng đèn với một công tắc và 1 ổ cắm có dây bảo vệ như (hình1-1).



Hình 1-1. Sơ đồ xây dựng

4.2. Sơ đồ chi tiết

Sơ đồ này trình bày tất cả các chi tiết về đường dây, vẽ rõ từng dây một chỉ sự nối dây giữa đèn và hộp nối, công tắc trong mạch điện theo ký hiệu. Trong sơ đồ chi tiết các thiết bị được biểu diễn dưới dạng ký hiệu nhiều cực. Theo nguyên tắc các công tắc được nối với dây pha.

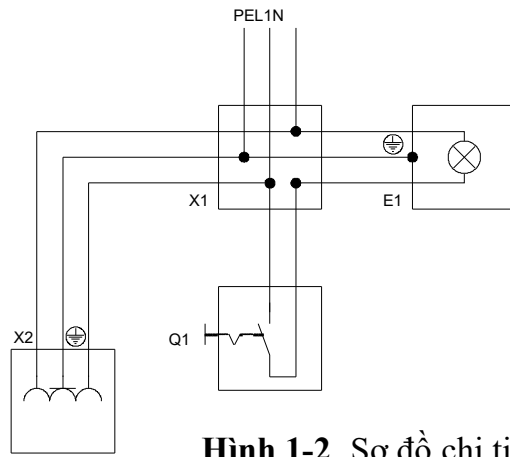
Các thiết bị điện được biểu diễn dưới trạng thái không tác động và mạch điện ở trạng thái không có nguồn. (hình 1-2).

Sơ đồ chi tiết được áp dụng để vẽ chi tiết một mạch đơn giản, ít đường dây, để hướng dẫn đi dây một phần trong chi tiết bản vẽ. Có thể áp dụng cho bản vẽ mạch phân phối điện và kiểm soát.

X: Vị trí hộp nối, ổ cắm, phích cắm.

Q: Công tắc.

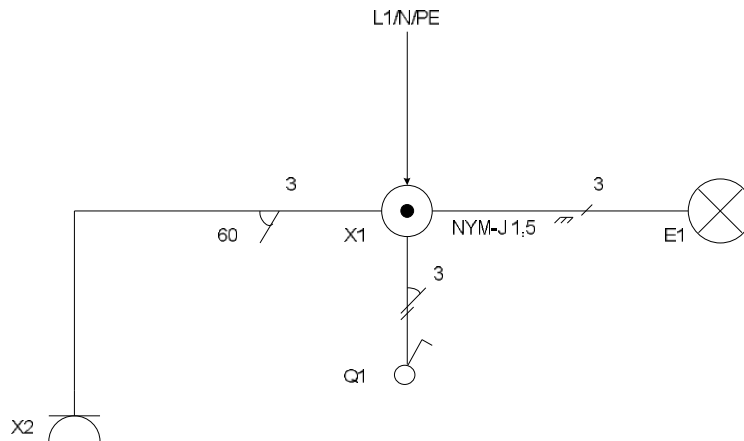
E: “Tải”, Đèn, quạt



Hình 1-2. Sơ đồ chi tiết

4.3. Sơ đồ đơn tuyến

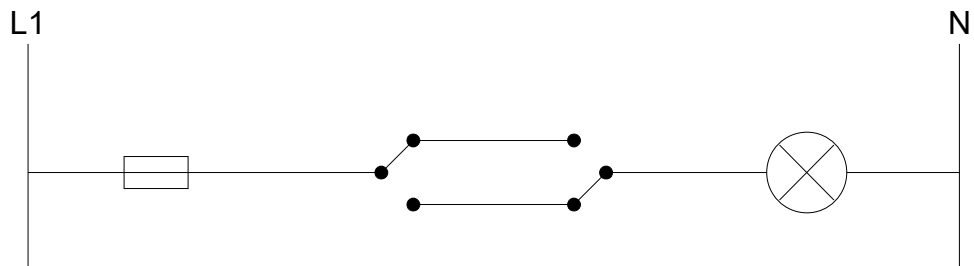
Để đơn giản hóa các bản vẽ nhiều đường dây khó đọc, thấy rõ quan hệ trong mạch, người ta thường sử dụng sơ đồ đơn tuyến. Trong sơ đồ này cũng nêu rõ chi tiết, vị trí thực tế của các đèn, thiết bị điện như sơ đồ chi tiết. Tuy nhiên các đường vẽ chỉ vẽ một nét và có đánh số lượng dây, vì vậy dễ vẽ hơn và tiết kiệm nhiều thời gian vẽ, dễ đọc, dễ hiểu hơn so với sơ đồ chi tiết. (hình 1-3).



Hình 1-3. Sơ đồ đơn tuyến

4.4. Sơ đồ nguyên lý

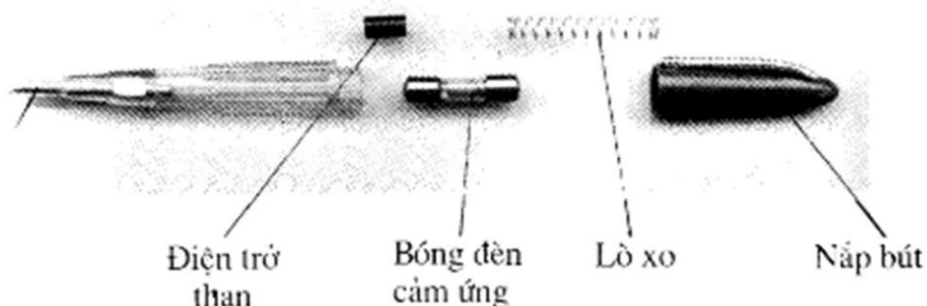
Dùng để vẽ các mạch điện đơn giản. Trong sơ đồ ký hiệu không cần ton trọng các vị trí đèn, thiết bị điện trong mạch, nhằm thấy rõ sự tương quan giữa các phần tử trong mạch. (hình 1-4).



Hình 1-4. Sơ đồ ký hiệu.

5. Sử dụng dụng cụ đồ nghề dung trong lắp đặt điện

5.1. Sử dụng bút điện



Hình 1-5. Cấu tạo bút điện truyền thống

Bút thử điện được sử dụng để kiểm tra dòng điện xoay chiều, thế nên không thể kiểm tra được cho điện áp một chiều. Bút thử điện sử dụng điện dung ký sinh trên cơ thể người để làm vật dẫn điện. Vì thế nếu dùng bút để đo dòng điện 1 chiều sẽ gây giật nếu bóng đèn bên trong hoặc điện trở bị chạm (do nước lọt vào bên trong bút).

Khi đầu bút được đặt lên vật mang điện, dòng điện sẽ đi qua điện trở, qua bóng đèn và qua dung kháng của cơ thể người để hình thành mạch kín, làm cho bóng đèn sáng lên. Dòng điện này rất nhỏ, do đó an toàn khi sử dụng.

Ngoài bút thử điện truyền thống thì bút thử điện điện tử cũng được sử dụng rộng rãi với nhiều tính năng tiện lợi



Hình 1-6. Bút thử điện điện tử

5.2. Sử dụng khoan pin cầm tay



Hình 1-7. Cấu tạo của máy khoan pin -
Cách sử dụng khoan pin cần tiến hành theo các bước sau:

- Bước 1: Sạc pin đầy và lắp pin vào máy khoan.
 - Bước 2: Nhấn cò để kiểm tra thử vận hành của máy.
 - Bước 3: Chọn chế độ khoan.
 - Bước 4: Điều chỉnh lực siết nếu ta sử dụng máy ở chế độ khoan bắt vít.
 - Bước 5: Chọn tốc độ hộp số.
 - Bước 6: Chọn chiều mũi khoan trên nút đảo chiều.
 - Bước 7: Tiến thao lắp mũi khoan phù hợp.
 - Bước 8: Nhấn cò để vận hành máy, khi vận hành ta điều chỉnh tốc độ điện tử trên chính cò máy.
- Ở máy khoan pin: Có một vòng chỉnh chế độ khoan, được đặt cạnh với vị trí chỉnh lực siết, nằm ở phía đầu máy. Ở mỗi chế độ sẽ có ký hiệu hình ảnh tương ứng, dù khoan pin 2 chế độ hay 3 chế độ cách xoay vòng chỉnh để lựa chọn cũng sẽ tương tự.
- Thông thường trên máy khoan sẽ có 2 chức năng hoặc 3 chức năng sẽ được đánh số hoặc chèn biểu tượng rất rõ ràng. Ví dụ như chế độ khoan thường, bắt vít hoặc chế độ khoan búa



Hình 1-8. Các chế độ khoan, bắt vít trên máy khoan

- **Điều chỉnh lực siết:** để điều chỉnh lực siết của máy khi thực hiện bắt vặn ốc vít, mức càng to lực siết sẽ càng lớn. Ta chỉ cần xoay vòng chỉnh để lựa chọn như hình



Hình 1-9. Vòng chỉnh lực siết của máy khoan pin

- **Tháo lắp mũi khoan đầu khoan Autolock:** chọn chiều quay của máy theo chiều ngược kim đồng hồ, một tay cầm cò máy, một tay giữ phần đầu kẹp. Điều chỉnh tốc độ quay từ từ để mở đầu kẹp, đặt mũi khoan lên sau đó chọn chiều mũi khoan theo chiều kim đồng hồ để vặn chắc mũi khoan.



Hình 1-10. Tháo lắp mũi khoan đầu khoan Autolock

5.3. Sử dụng khoan điện

Mỗi loại khoan dùng điện sẽ có cấu tạo khác nhau, nhưng các nút chức năng không khác nhau



Hình 1-11. Cấu tạo máy khoan điện

- Cách sử dụng khoan tay điện thực hiện theo các thao tác dưới đây:
 - Bước 1: Kiểm tra các chi tiết của máy xem đã chắc chắn chưa, lắp tay cầm phụ và thước đo độ sâu
 - Bước 2: Lắp mũi khoan
 - Bước 3: Chọn chế độ khoan
 - Bước 4: Chọn chiều khoan chuẩn xác
 - Bước 5: Kết nối với nguồn điện
 - Bước 6: Nhấn công tắc và bắt đầu vận hành máy.
- Công dụng các nút chức năng:
 - + Điều chỉnh tốc độ điện tử:

Nút điều chỉnh tốc độ hay còn gọi là công tắc điều chỉnh tốc độ điện tử khoan chính là công tắc tắt/mở: Lực ngón tay áp nhẹ máy hoạt động với công suất nhẹ, trung bình. Lực áp mạnh làm máy tăng tốc và tăng tốc độ xoay. Hầu hết máy khoan cầm tay hiện nay đều có chức năng này, các nút bấm thường được thiết kế ngay trên thân máy, ngay phía tay cầm người dùng để dàng thao tác cùng lúc.



Hình 1-12. Công tắc điều chỉnh tốc độ điện tử trên máy khoan + Đảo chiều máy khoan:

Hiện nay hầu hết khoan điện, tất cả các dòng khoan đều có nút đảo chiều, nhiệm vụ chính là đảo chiều mũi khoan theo chiều kim đồng hồ hoặc ngược chiều kim đồng hồ. Thao tác bằng cách nhấn để gạt chiều khoan theo ý. Trên nút đã có ký hiệu mũi tên. Nút chức năng này sẽ vô cùng hữu ích khi sử dụng máy khoan để bắt vặn vít. Mỗi thương hiệu, mỗi dòng khoan sẽ có nút đảo chiều được thiết kế ở các vị trí khác nhau, nhưng về cơ bản thì cách sử dụng của chúng đều giống nhau.



Hình 1-13. Nút đảo chiều của máy khoan

+ Tháo lắp mũi khoan: Cần đến dụng cụ vặn mở, ta mở đầu kẹp có kích thước tương ứng với đường kính mũi khoan, đặt mũi khoan và dùng dụng cụ siết chặt lại. Mở ra ta tiến hành ngược lại



Hình 1-14. Tháo lắp mũi khoan

5.4. Sử dụng máy khoan bê tông

- Ở máy khoan bê tông: sẽ là núm vặn với khoan bê tông 2 chế độ hoặc khoan bê tông 3 chế độ, núm vặn này được đặt ở phần đầu máy. Ta chọn chế độ trước khi cho máy chạy, luôn dừng thao tác sau đó mới điều chỉnh tốc độ.



Hình 1-15. Núm chọn chế độ ở máy khoan bê tông

- Duy trì thao tác khoan: đây là tính năng riêng biệt duy nhất ở khoan điện, ta sử dụng bằng cách nhấn tối đa công tắc và nhấn nút duy trì tốc độ khoan, để sử dụng máy khoan ở chế độ rảnh tay, tốc độ khoan mạnh mẽ nhất.



Hình 1-16. Núm duy trì thao tác khoan

5.5. Sử dụng máy cắt gạch, máy cắt rãnh tường

5.5.1. Máy cắt gạch



Hình 1-17. Cấu tạo máy cắt gạch

Các bước sử dụng máy cắt gạch:

Bước 1: Tay phải cầm máy cắt gạch đa năng tiếp xúc liên tục bên bề mặt gạch một cách dứt khoát, duy chuyển máy cắt gạch để thực hiện đường cắt theo ý muốn, với độ sâu đường cắt theo ngưỡng chỉnh ban đầu.

Bước 2: Kết thúc công việc cần phải tắt máy vào cho máy ngừng hẳn mới đặt xuống đất, đồng thời cũng phải bảo quản và vệ sinh máy trước và sau khi làm việc để máy hoạt động tốt hơn, những bụi bẩn đóng nhiều sẽ làm cho lưỡi cắt hoạt động chậm, hơn nữa thấy lưỡi cắt bị mòn cũng phải thay thế kịp thời. Lưỡi cắt cùn sẽ làm hư máy, cháy máy, hư hỏng vật liệu cắt.

5.5.2. Máy cắt rãnh tường

Máy cắt rãnh tường (máy cắt tường, máy phay rãnh tường, máy đục rãnh tường, máy cắt rãnh) là thiết bị quan trọng trong xây dựng. Máy không chỉ giúp giảm sức người mà còn đem lại hiệu suất công việc cao.



Hình 1-18. Hình ảnh máy cắt rãnh tường

Cách dùng máy cắt rãnh tường đúng kỹ thuật đảm bảo an toàn

Bước 1: Kiểm tra máy trước khi sử dụng. Trước khi dùng máy cắt mạch tường, cần kiểm tra kỹ nguồn điện, lưỡi cắt, đảm bảo chắc chắn. Tuyệt đối không sử dụng lưỡi cắt

đã quá mòn, cong vênh, hoặc có vết nứt, vỡ. Khu vực thi công phải đảm bảo an toàn, không có dây điện ngầm trong tường hoặc đã được cắt điện hoàn toàn.

Bước 2: Bật máy để chạy không tải và kiểm tra tình trạng máy cũng như lưỡi cắt.

Bước 3: Cách cầm máy cắt rãnh tường

Các máy cắt rãnh tường thường có 3 bộ phận chính đó là thân máy, tay cầm dẫn hướng và lưỡi cắt. Khi sử dụng, tùy theo từng người thuận tay nào mà chúng ta sẽ cầm theo cách đó, nhưng phải đảm bảo:

+ Một tay giữ chặt phần thân máy, không cầm quá xa hay quá gần lưỡi cắt. Vị trí tốt nhất là phần giữa của thân máy.

+ Một tay nắm chặt tay dẫn hướng.

+ Đặt lưỡi cắt vuông góc hoặc chéo góc (tùy nhu cầu sử dụng) với bề mặt cần cắt.

+ Mở nắp bảo vệ và điều chỉnh lưỡi cắt phù hợp với độ sâu cần thực hiện.

+ Bật máy và chờ vài giây để máy khởi động và lưỡi cắt đạt tốc độ tối đa.

+ Từ từ đặt lưỡi cắt tiếp xúc với tường.

+ Tay cầm thân máy giữ chặt để đỡ trọng lượng máy, tạo sự ổn định khi cắt, tay còn lại điều chỉnh đường cắt.

+ Sau khi lưỡi cắt tạo khe trên tường, tay giữ thân máy đẩy chậm, nhẹ nhàng và từ từ để tiến hành tạo rãnh.

+ Chỉ được di chuyển máy theo chiều từ dưới lên trên hoặc từ phải sang trái.



Hình 1-19. Kỹ thuật cầm máy cắt rãnh tường

Bước 4: Kỹ thuật dừng máy

+ Khi cắt xong, không được phép rút lưỡi dao cắt ra đột ngột, mà phải từ từ nhấc nhẹ.

+ Cầm dụng cụ điện trên tay cho tới khi lưỡi cắt dừng hoàn toàn.

+ Máy cắt xong cần tháo lưỡi, vệ sinh máy để đảm bảo an toàn cho lần sử dụng tiếp theo cũng như đảm bảo tuổi thọ máy.

5.6. Sử dụng dụng cụ đo điện cơ bản

5.6.1. Sử dụng đồng hồ vạn năng (VOM)

5.6.1.1. Đồng hồ kim

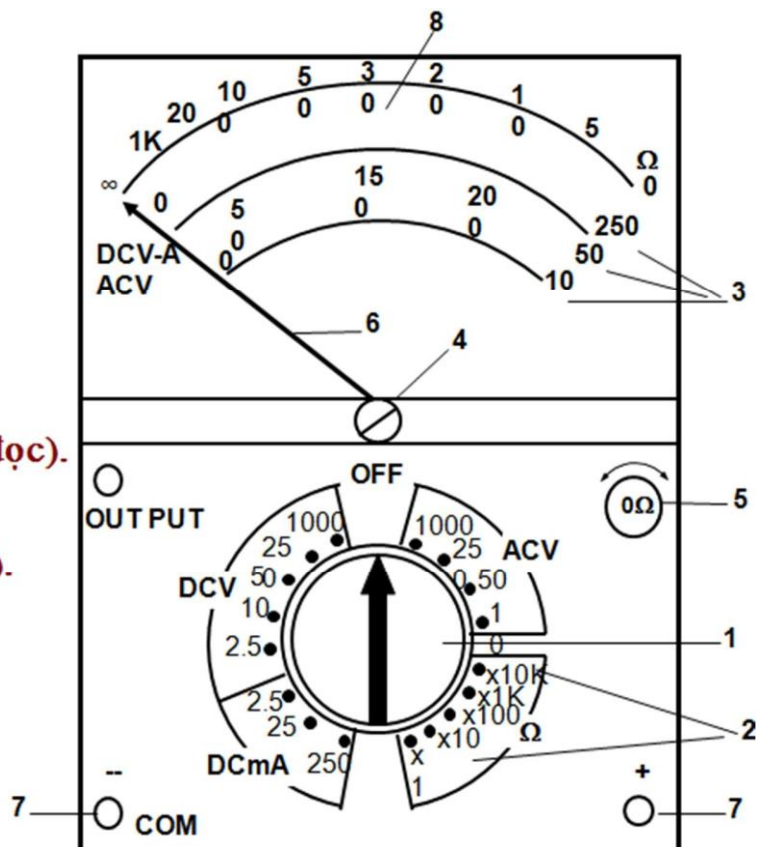


Hình 1-20. Hình ảnh đồng hồ kim

VOM

Kết cấu mặt ngoài của
VOM Trong đó:

1. Núm xoay.
2. Các thang đo.
3. Các vạch số (vạch đọc).
4. Vít chỉnh kim.
5. Núm chỉnh 0Ω (Adj).
6. Kim đo.
7. Lỗ cắm que đo.
8. Gương phản chiếu.



Hình 1-21. Hình ảnh kết cấu mặt ngoài của đồng hồ kim

5.6.1.2. Đồng hồ số



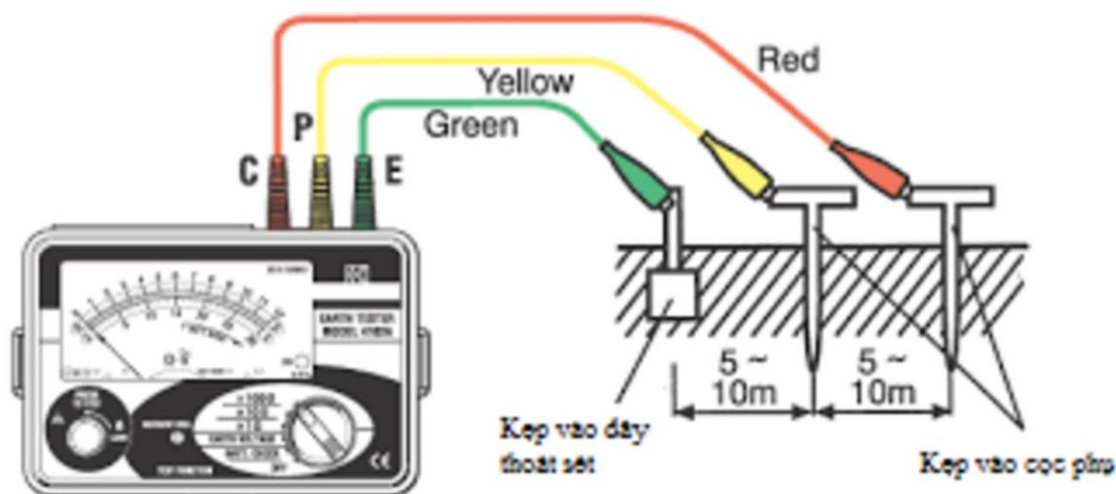
Hình 1-22. Hình ảnh kết cấu mặt ngoài của đồng hồ số

5.6.2. Sử dụng ampe kìm



Hình 1-23. Hình ảnh kết cấu mặt ngoài của ampekìm

5.6.3. Sử dụng đồng hồ đo tiếp địa chống sét



Hình 1-24. Hình ảnh kết nối dây để đo tiếp địa chống sét

Bước 1: Kiểm tra điện áp PIN

Bật công tắc tới vị trí “BATT. CHECK” và ấn nút “PRESS TO TEST” để kiểm tra điện áp Pin.

Để máy hoạt động chính xác thì kim trên đồng hồ phải chỉ ở vị trí “BATT. GOOD”

Bước 2: Đấu nối các dây nối.

Cắm 2 cọc hỗ trợ như sau: Cọc 1 cách điểm đo 5~10m, cọc 2 cách cọc 1 từ 5~10m.

Dây màu xanh (Green) dài 5m kẹp vào điểm đo.

Dây màu vàng (Yellow) dài 10m, dây màu đỏ (red) dài 20m kẹp vào cọc 1 và cọc 2 sao cho phù hợp với chiều dài của dây.

Bước 3: Kiểm tra điện áp của tổ đất cần kiểm tra
Bật công tắc tới vị trí “EARTH VOLTAGE” và ấn nút “PRESS TO TEST” để kiểm tra điện áp đất.

Để kết quả đo được chính xác thì điện áp đất không được lớn hơn 10V.

Bước 4: Kiểm tra điện trở đất.

Đầu tiên ta bật công tắc tới vị trí $\times 100\Omega$ để kiểm tra điện trở đất.

Nếu điện trở quá cao ($>1200\Omega$) thì đèn **OK** sẽ không sáng, khi đó ta cần kiểm tra lại các đầu đấu nối.

Nếu điện trở nhỏ thì ta bật công tắc tới vị trí $\times 10\Omega$ hoặc $\times 1\Omega$ sao cho phù hợp để có thể dễ đọc được trị số điện trở trên đồng hồ.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

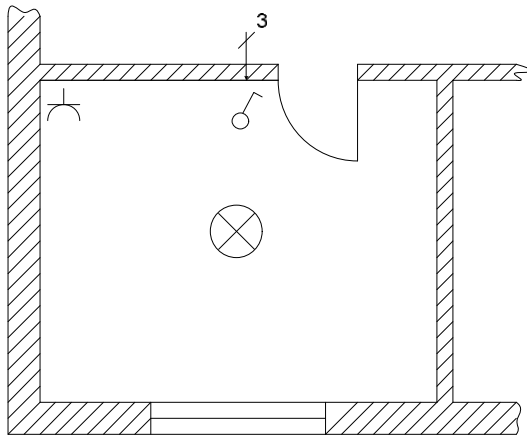
Câu hỏi:

1. Trình bày các bước tổ chức công việc khi lắp đặt điện ?
2. Gọi tên các thiết bị điện theo (bảng 1-7).

Tên gọi	Ký hiệu		Tên gọi	Ký hiệu

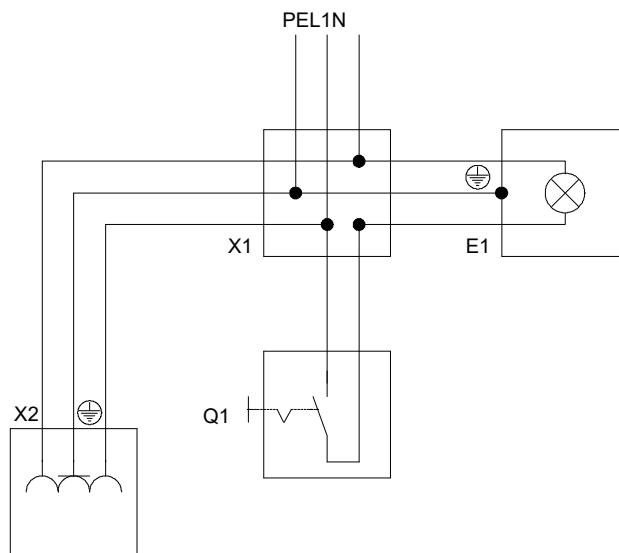
Bài tập:

1. Mô tả sơ đồ mặt bằng sau? (hình 1-25).



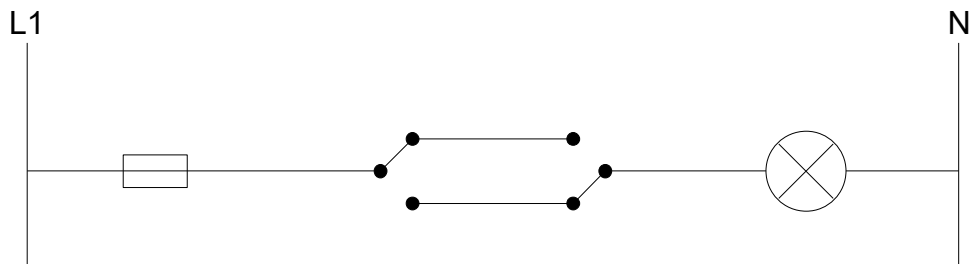
Hình 1-25. Sơ đồ mặt bằng

2. Mô tả sơ đồ chi tiết sau ? (hình 1-26).



Hình 1-26. Sơ đồ chi tiết

2. Mô tả sơ đồ nguyên lý ? (hình 1-27).



Hình 1-27. Sơ đồ nguyên lý

BÀI 2. LẮP ĐẶT HỆ THỐNG ĐIỆN CHIẾU SÁNG VÀ DÂN DỤNG

Giới thiệu:

Đất nước ta đang trong quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa mạnh mẽ. Đi cùng với nó là các công trình phục vụ cho công nghiệp và dân dụng ngày càng nhiều, song song với các công trình đó là các công trình điện.

Các công điện ngày càng phức tạp hơn và có nhiều thiết bị điện quan trọng đòi hỏi người công nhân lắp đặt cũng như vận hành các công trình điện phải có trình độ tay nghề cao, nắm vững các kiến thức và kỹ năng lắp đặt các hệ thống điện.

Nội dung môn học này nhằm trang bị cho học viên những kiến thức cơ bản và cần thiết về lắp đặt các hệ thống điện nhằm ứng dụng có hiệu quả trong ngành nghề của mình.

1. Mục tiêu:

- Trình bày được các khái niệm và các yêu cầu kỹ thuật trong lắp đặt điện;
- Phân tích được các loại sơ đồ lắp đặt một hệ thống điện theo nội dung bài đã học;
- Trình bày được các yêu cầu của mạng điện chiếu sáng theo nội dung bài đã học;
- Lắp đặt được mạng điện chiếu sáng theo sơ đồ;
- Thực hiện lắp đặt được các mạch điện dân dụng đạt yêu cầu kỹ thuật; - Rèn luyện tính cẩn thận, tỉ mỉ, chính xác, tư duy khoa học và sáng tạo.

2.1. Các loại đèn chiếu sáng cơ bản

2.1.1. Đèn sợi đốt - Cấu tạo đèn sợi đốt:



Hình 2-1. Cấu tạo đèn sợi đốt

Đèn sợi đốt được cấu tạo gồm 3 phần chính đó là: Sợi đốt, bóng thủy tinh và đuôi đèn.

- Sợi đốt làm bằng Vonfram, chịu được nhiệt độ cao, có chức năng biến đổi điện năng thành quang năng.
- Bóng đèn được làm bằng thủy tinh chịu nhiệt, chịu được nhiệt độ cao, bảo vệ sợi đốt
- Đuôi đèn (đuôi xoáy E27 hoặc E14 và đuôi ngạnh B22) được làm bằng đồng hoặc sắt tráng kẽm gắn chặt với bóng thủy tinh, có chức năng nối với mạng điện cung cấp cho đèn.

- Nguyên lý hoạt động đèn sợi đốt:

Khi có dòng điện, dòng điện chạy trong dây tóc đèn làm dây tóc nóng lên đến nhiệt độ cao, dây tóc phát sáng. Ánh sáng đèn sợi đốt được sinh ra từ nhiệt độ cao lý giải tại sao đèn sợi đốt rất nóng và hiệu năng phát sáng không cao như đèn huỳnh quang hay đèn LED hiện tại.

- Phân loại đèn sợi đốt:

Hiện nay đèn sợi đốt được chia làm 2 loại: đèn sợi đốt dây tóc và đèn sợi đốt halogen

+ **Đèn sợi đốt dây tóc** : Đèn sợi đốt dây tóc hoạt động bằng cách dùng dòng điện xoay chiều để đốt nóng sợi vonfram cho tới khi nó phát sáng.



Hình 2-2. Hình ảnh đèn sợi đốt dây tóc

Ưu điểm:

- Ưu điểm duy nhất của đèn sợi đốt có chỉ số CRI (độ hoàn màu – trung thực màu) gần bằng 100 – mức độ cao nhất.
- Màu sắc của các vật sẽ rõ nét, trung thực hơn.

Nhược điểm:

- Tiêu tốn rất nhiều điện năng: chỉ có 6-7% điện năng được chuyển thành quang năng, tiêu hao 93-94% cho phát nhiệt.
- Bóng đèn bị nóng nhiều khi sử dụng do nhiệt phát ra quá lớn, ngồi gần gây cảm giác khó chịu, nhức mắt.
- Ở môi trường lạnh đèn không hoạt động tốt, do cơ chế hoạt động là đốt nóng dây tóc để phát sáng.
- Tuổi thọ thấp (Khoảng 1000 giờ), dễ bị đứt dây tóc trong bóng đèn.
- Phát ra nhiều khí thải CO₂, độc hại với môi trường
- Khi hoạt động tạo ra một lượng đáng kể tia cực tím và bức xạ hồng ngoại gây hại cho da.
- Công suất vừa và nhỏ, chỉ thích hợp chiếu sáng trong không gian nhỏ.

+ Đèn sợi đốt halogen

Đèn sợi đốt halogen tương tự như đèn sợi đốt thông thường, có thêm một lượng khí halogen được thêm vào, bao bọc sợi dây tóc vonfram. Hoạt động bằng cách dùng điện để đốt nóng sợi vonfram cho tới khi nó phát sáng.



Hình 2-3. Hình ảnh đèn sợi đốt halogen

Ưu điểm: Độ hoàn màu CRI (độ trung thực màu) gần bằng 100, nên nhìn màu sắc của các vật trung thực rõ nét.

Nhược điểm:

- Tốn kém điện năng: Tuy đèn halogen có hiệu suất là việc cao hơn đèn sợi đốt dây tóc thông thường. Tuy nhiên vẫn hoạt động dựa trên việc đốt nóng sợi dây vonfram để phát sáng. Nên việc tiêu hao năng lượng là cực lớn.
- Bóng đèn bị nóng nhiều khi sử dụng, do nhiệt phát ra quá lớn, ngồi gần gây khó chịu, nhức mắt.
- Không hoạt động tốt ở môi trường lạnh, do cơ chế hoạt động là đốt nóng dây tóc để phát sáng.
- Phát ra nhiều khí thải CO₂, độc hại với môi trường
- Khi hoạt động tạo ra một lượng đáng kể tia cực tím và bức xạ hồng ngoại gây hại cho da.
- Công suất vừa và nhỏ, chỉ thích hợp chiếu sáng trong không gian nhỏ.

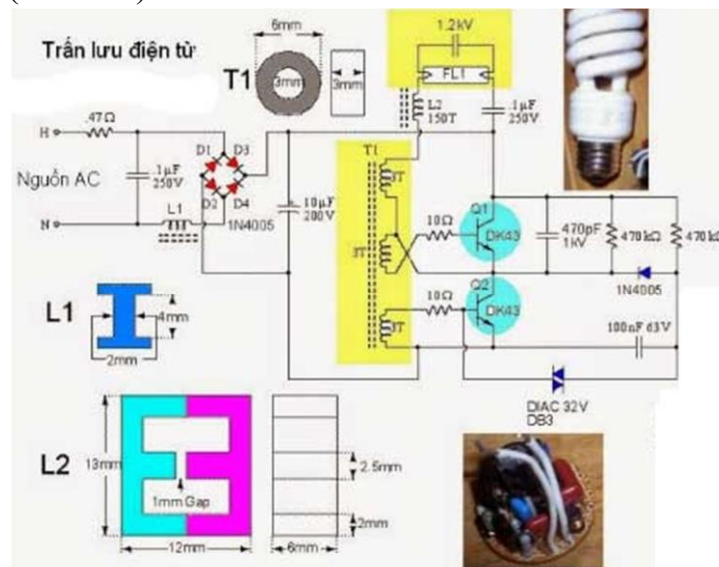
Kết luận: Với sự tiêu hao điện năng lớn, và nhiều nhược điểm như đã nêu ở trên thì đèn sợi đốt ngày càng ít được sử dụng, và được thay thế bởi các loại đèn khác.

2.1.2. Đèn compac



Hình 2-4. Hình ảnh đèn compac

Đèn compact là loại đèn huỳnh quang đặc biệt có chất bột huỳnh quang mịn và tinh khiết hơn các đèn huỳnh quang thông thường nên có chất lượng màu và hiệu quả chiếu sáng cao (hình 2-4).



Hình 2-5. Sơ đồ mạch đèn compac

Có cấu tạo gồm đèn, chấn lưu, tắc te được tích hợp thành một khối. Trong đui đèn thông dụng (đui xoáy và đui gài) có tích hợp chấn lưu điện tử. Vì thế thay thế đèn sợi đốt bằng đèn compact đơn giản. Ngoài ra còn có các loại đèn có chấn lưu rời, đui đặc biệt để tránh mắc sai vào lưới.

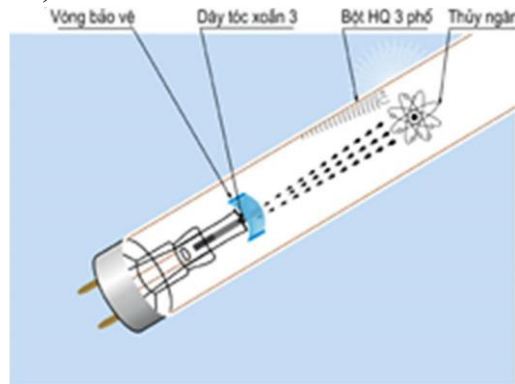
2.1.3. Đèn huỳnh quang

Đèn huỳnh quang là loại đèn phát ra ánh sáng lạnh, dựa trên nguyên tắc phóng điện giữa các điện cực và dưới tác dụng của tia cực tím lên lớp bột huỳnh quang tráng ở bên trong ống đèn thủy tinh, làm phát ra ánh sáng. Màu sắc ánh sáng phát ra từ đèn tùy thuộc vào thành phần lớp bột huỳnh quang bao gồm các chất: tungstat calci, tungstat magne, silicat kẽm + glucinium, borat cadmium....

Đèn gồm đui đèn, tắc te, chân lưu, dây dẫn được lắp gọn trong thân máng. Thân máng được sơn tĩnh điện. Máng đèn thường được lắp cùng các loại chao khác như chao DNCM 2, CM3, chao Inox

- Cấu tạo đèn:

* Bóng đèn : (hình 2-6)



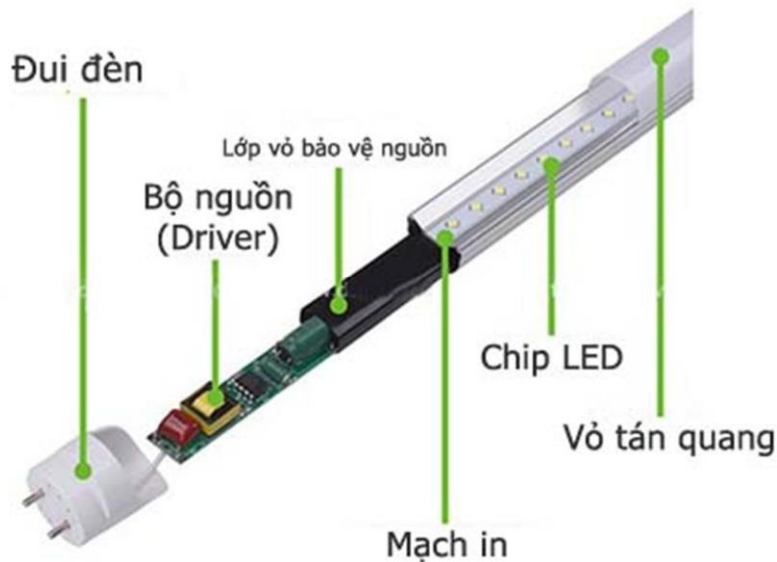
Hình 2-6: Cấu tạo đèn huỳnh quang

Đèn huỳnh quang được cấu tạo bao gồm một ống thủy tinh bên trong có chứa hơi thủy ngân và một ít khí hiếm néon, argon dưới áp suất thấp khoảng 1/100 millimet thủy ngân để dễ dàng khởi mào đèn. Bên trong ống đèn được tráng một lớp bột huỳnh quang. Ở hai đầu ống có các điện cực là tim đèn bằng chất tungstene có phủ oxit bari và strotium để tăng cường sự phát xạ các electron.

2.1.4. Đèn Led

Đèn LED được cấu tạo từ 1 khối bán dẫn loại p ghép với một khối bán dẫn loại n. Trong hai khối bán dẫn, một khối chứa các điện tử điện tích âm và khối còn lại mang những lỗ trống điện tích dương. Khi chúng gặp nhau, các điện tích âm và dương kết hợp với nhau, tạo ra các electron giải phóng năng lượng dưới dạng lượng tử ánh sáng.

Đèn LED không sử dụng nguồn điện xoay chiều 220V thông thường mà chỉ sử dụng nguồn điện một chiều với hiệu điện thế nhỏ nên thường có bộ lọc và bộ điều khiển đi kèm.



Hình 2-7: Cấu tạo đèn tuýp LED

- Cấu tạo đèn tuýp LED

Đèn tuýp led có cấu tạo đơn giản không cần dây nhợ lằng nhằng như bóng đèn huỳnh quang truyền thống, cấu tạo đèn tuýp led gồm 4 bộ phận chính mà ta không bỏ qua được đó là chip led - bộ nguồn - mạch in - máng đèn

+ Chip led: Chip led là nơi phát ra ánh sáng, là bộ phận chính của bóng đèn, chip thường sử dụng thường là chip SMD.

Đây là một bộ phận dẫn điện cho chip led hoạt động cho ra chất lượng mạch in có thể ảnh hưởng tới chip led, mạch in không tốt thì sẽ gây ra oxi hóa làm đứt mạch in từ đó đèn không thể phát sáng được, không chỉ dẫn điện cho chip led mạch in còn có tác dụng tản nhiệt cho chip led để tránh quá tải khi hoạt động

+ Bộ nguồn của đèn tuýp LED:

Đây cũng là bộ phận quan trọng nhất của đèn, dòng điện xoay chiều 220V được biến đổi thành nguồn 1 chiều có điện áp ổn định giúp đèn hoạt động ổn định. Bộ nguồn quyết định đến yếu tố đến tuổi thọ đèn. Đèn huỳnh quang không sử dụng chip led mà sử dụng tắc te/ chấn lưu sẽ tiêu tốn nhiều điện năng tiêu thụ. với chip led thì vấn đề điện năng tiêu thụ này được giải quyết. Vì vậy bạn không cần lo tuổi thọ của đèn cũng như điện năng tiêu thụ của đèn nữa

+ Vỏ nhôm: có tác dụng làm giá đỡ cho đèn và các linh kiện khác, là bộ phận tản nhiệt cho chip led hoạt động. đây là bộ phận bảo vệ bên trong, làm tăng tính thẩm mỹ cho bóng, vỏ nhựa tán quang: được làm từ lớp vỏ xuyên sáng, là loại nhựa có thể chịu được nhiệt độ cao, cách điện.

- Nguyên lý hoạt động đèn tuýp LED

Đèn tuýp led hoạt động dựa trên công nghệ bán dẫn, khi khối bán dẫn chứa nhiều loại lỗ trống mang điện tích, gặp khối bán dẫn N thì các lỗ trống này khuếch tán vào

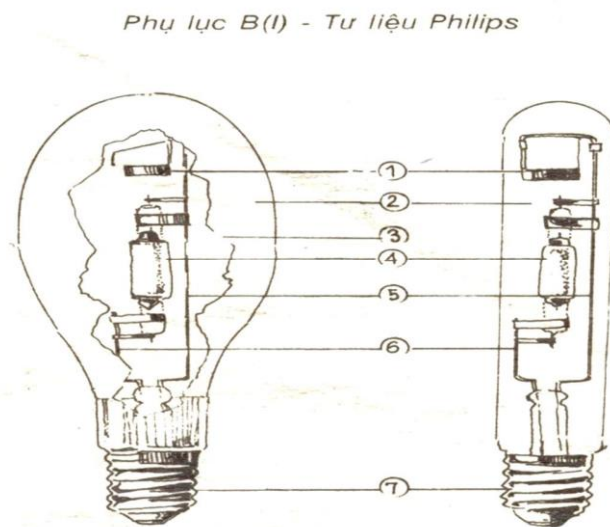
khôì N, Đồng thời N cũng có điện tử do mang điện tích âm, như vậy màu sắc ánh sáng của bóng đèn phụ thuộc vào cấu tạo chất bán dẫn.

Các điện tử có lỗ trống tiến và hút lại gần nhau ở hai bên giới mặt tiếp giáp tạo thành điện tử trung hòa, quá trình này diễn ra sẽ giải phóng năng lượng dưới dạng ánh sáng phát ra theo chiều của bóng đèn. Màu sắc khác nhau tùy thuộc vào chất bán dẫn của từng nhà sản xuất.

2.1.5. Đèn cao áp thủy ngân

2.1.5.1. Cấu tạo, nguyên lý đèn cao áp thủy ngân chấn lưu trong

- Cấu tạo



Hình 2-8: Nhìn bóc tách đèn HPI (/T) halogen kim loại cao áp

1. Vòng cố định giữ khí chân không cao đảm bảo hiệu quả cực đại cho đèn
2. Vỏ ngoài hình ống hoặc elíp bằng thủy tinh bền không chịu ảnh hưởng khí quyển
3. Lớp phủ bên trong
4. Ống phóng điện thạch anh
5. Màng xông bảo vệ giá đỡ
6. Điện vào/ giá đỡ
7. Đui xoáy E40

- Nguyên lý làm việc

Khi có dòng điện chạy qua dây tóc thì sẽ có một lượng nhất định các phân tử kim loại bị bay hơi vào hỗn hợp khí trong bầu thủy tinh. Khí halogen (mà thành phần chính là Argon) nạp bên trong bầu thủy tinh là khí trơ nên các phân tử kim loại nói trên sẽ không kết hợp được với các phân tử khí và phần lớn các phân tử kim loại nói trên sẽ va chạm với các phân tử khí halogen, bật trở lại và bám vào dây tóc khi tắt bóng đèn (số 2). Các phân tử kim loại không bám vào dây tóc sẽ bám trên bề mặt thủy tinh của bóng đèn (số 1).

Sự hao hụt trên khiến cho dây tóc của bóng đèn halogen sẽ bị nhỏ dần, cuối cùng là bị đứt dây tóc. Quá trình này khiến cho bóng đèn halogen sẽ có tuổi thọ nhất định.

Đèn halogen kim loại:

Trong hỗn hợp hơi thủy ngân và halogen áp suất cao như iốtua – natri hoặc tali thì sự phóng điện cho ta một màu trắng từ 4000-6000⁰K.

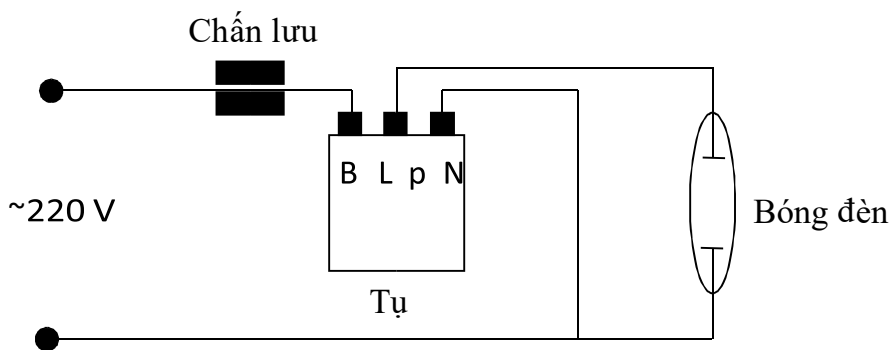
Các đặc tính của đèn như sau:

- Hiệu quả ánh sáng có thể đạt đến 95 lm/W
- Tuổi thọ trung bình là 4000 giờ
- Chỉ số màu chấp nhận được vào khoảng 60-90

Theo cỡ công suất từ 250 ÷ 2000W, đèn halogen được dùng để chiếu sáng điện tích lớn với yêu cầu cao trong việc thể hiện màu sắc như chiếu sáng các sân thể thao khi cần truyền hình màu.

Nhược điểm của loại này là giá thành cao và trong quá trình sử dụng bị giảm nhiệt độ màu. Thông thường dùng từ 500 đến 1000 giờ thì nên thay để đèn giữ vững chất lượng màu trong truyền hình

2.1.5.2. Đèn cao áp thủy ngân chấn lưu ngoài - Sơ đồ lắp đặt :



Hình 2-9: Sơ đồ mạch đấu nối đèn cao áp dùng chấn lưu ngoài - Lắp đặt mạch đèn:

Chuẩn bị vật tư, dụng cụ

+ Vật tư-vật liệu : bóng đèn huỳnh quang, công tắc, cầu chì, đui đèn, chấn lưu, bộ khởi động (tắc te), máng đèn, dây điện (12/10 hoặc 1mm²), băng dính cách điện, vít bắt gỗ...

+ Dụng cụ : Kim cách điện, dao gọt, tuốc nơ vít 2 cạnh, 4 cạnh, búa...

Lắp đặt

+ Lắp chấn lưu vào máng đèn.

+ Lắp tụ

+ Mắc dây điện vào hai đui đèn.

+ Đi dây từ bảng điện đến vị trí cần lắp đèn (bảng điện được lắp sẵn từ trước)

+ Xác định chính xác vị trí mắc đèn

- + Kiểm tra chân đèn xem đã chắc chắn chưa
- + Nối dây điện từ đèn vào bảng điện, khoan lỗ bắt bảng điện lên tường.
- + Lắp nắp cầu chì vào cầu chì, cấp nguồn cho bảng điện, bật công tắc kiểm tra sự làm việc của đèn

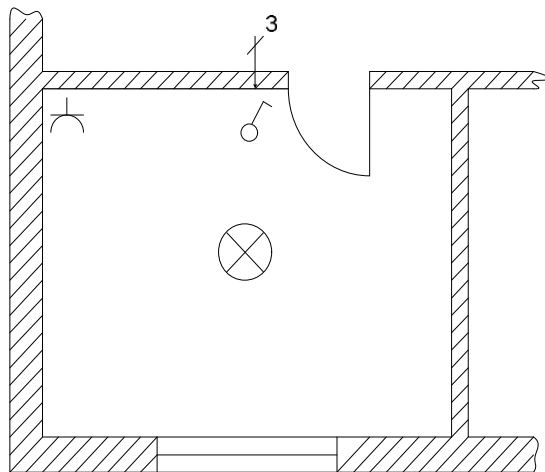
2.2. Một số loại mạch điện cơ bản *Mục tiêu:*

- Trình bày được nguyên lý hoạt động của mạch điện cơ bản
- Lắp đặt được một số loại mạch điện cơ bản đúng kỹ thuật

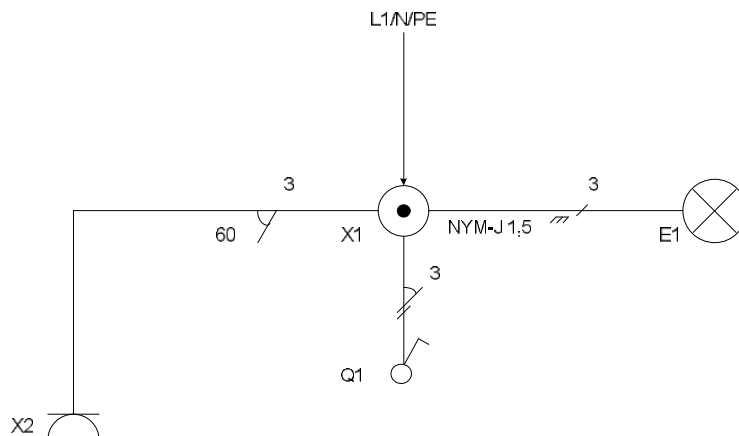
2.2.1. Mạch đèn đơn giản (mạch đèn tắt mở).

Vấn đề: Một phòng cần lắp một bóng đèn và một công tắc bảo vệ, một ổ cắm (hình 2-10). Dây dẫn sử dụng loại NYM, loại công tắc nút bật. Ổ cắm luôn luôn có điện.

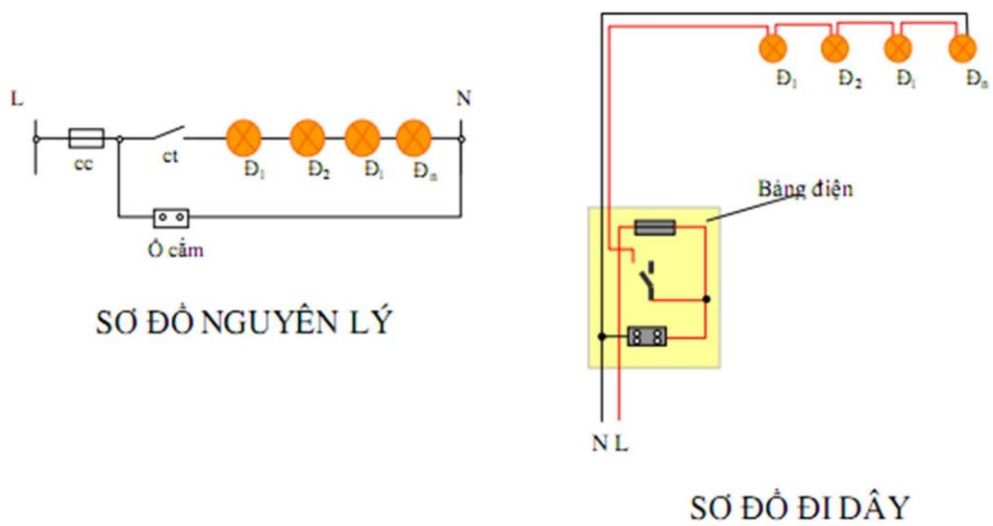
Sơ đồ mặt bằng: Là sơ đồ lắp đặt (hình 2-10) chỉ ra các thiết bị đặt ở đâu trong phòng. Qua sơ đồ tổng quát (hình 2-11) cho ta thấy mối quan hệ giữa các thiết bị điện trong phòng. Sơ đồ này cho ta thấy sự đi dây giữa các thiết bị, loại dây dẫn và loại bảo vệ, có nối đất.



Hình 2-10. Sơ đồ mặt bằng (vị trí lắp đặt).



Hình 2-11. Sơ đồ tổng quát (đơn tuyến).

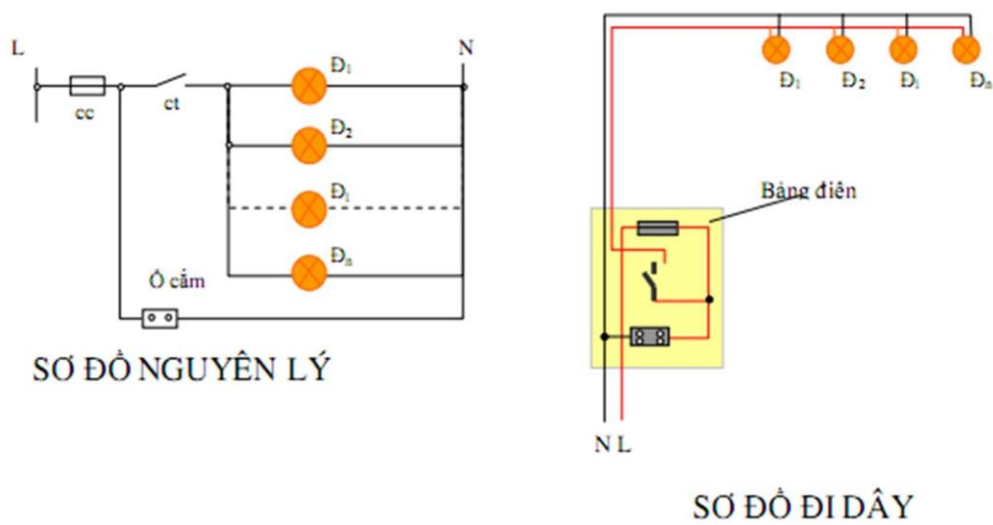


Hình 2-14. Mạch đèn mắc nối tiếp Điều kiện:

Các bóng đèn phải là đèn nung sáng.

2.2.3. Mạch đèn mắc song song

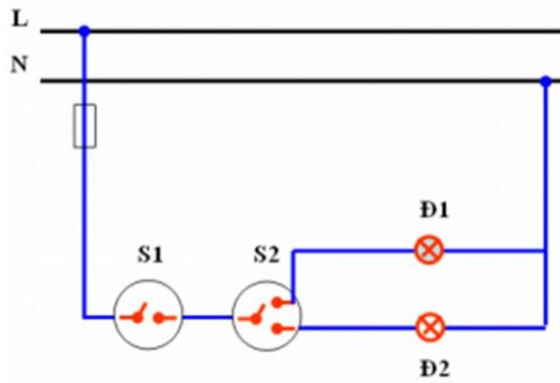
Gồm có nguồn điện, công tắc, ô cảm và nhiều bóng đèn mắc song song nhau



Hình 2- 15. Mạch đèn mắc song song

2.2.4. Mạch đèn điều khiển hai trạng thái

2.2.4.1. Mạch đèn sáng luân phiên



Hình 2- 16. Mạch đèn sáng luân phiên Nguyên lý:

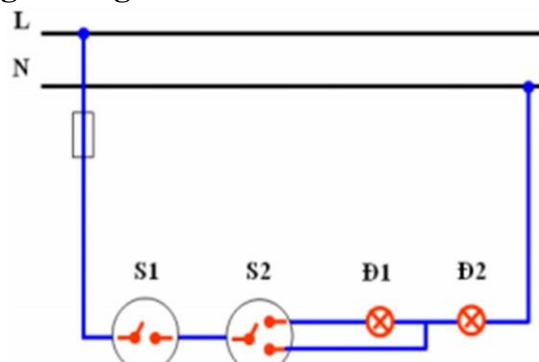
Trạng thái 1: Đèn 1 sáng và đèn 2 tắt

Trạng thái 2: Đèn 2 sáng và đèn 1 tắt

Công tắc S1 dùng để tắt mở

Hai đèn 1 và 2 khác loại hoặc có công suất khác nhau

2.2.4.2. Mạch đèn sáng tổ sáng mờ



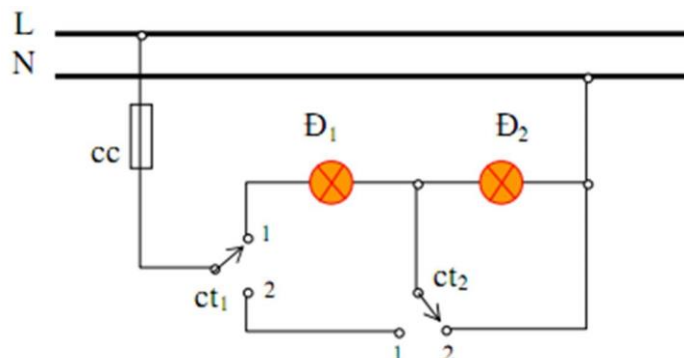
Hình 2-17. Mạch đèn sáng tổ sáng mờ Nguyên lý:

Trạng thái 1: Đèn 1 và đèn 2 mắc nối tiếp, khi đó hai đèn sáng mờ

Trạng thái 2: Đèn 1 bị nối tắt, chỉ có đèn 2 sáng tỏ Công tắc S1 dùng để tắt mở

2.2.5. Mạch đèn điều khiển bốn trạng thái

Mạch đèn gồm hai công tắc 3 cực và hai bóng đèn nung sáng



Hình 2- 18. Mạch đèn điều khiển 4 trạng thái Nguyên lý:

Trạng thái 1: CT 1-1, CT2-1 khi đó đèn 1 và đèn 2 sáng mờ

Trạng thái 2: CT1-1,CT2-2 khi đó đèn 1 sáng tỏ đèn 2 tắt

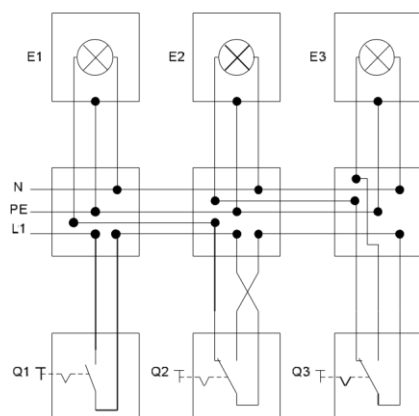
Trạng thái 3: CT 1-2, CT2-1 khi đó đèn 2 sáng tỏ đèn 1 tắt

Trạng thái 4: CT1-2,CT2-2 khi đó đèn 1 và đèn 2 tắt

2.2.6. Mạch tuần tự

Mục đích của việc thiết kế mạch này nhằm tiết kiệm điện, tránh trường hợp quên tắt đèn khi sử dụng xong. Trong mạch này, buộc người sử dụng khi đến nơi nào thì mở sáng đèn, nơi vừa đi qua đèn lại tắt, để khi đến bậc cuối cùng hoặc quay lại vị trí đầu, tắt đèn đầu tiên thì các đèn ở trong hầm hoặc trong kho đó tắt hết. Việc sử dụng đèn phải theo một trật tự nhất định. Các công tắc 3 cực được phối hợp để chuyển mạch dẫn dòng điện để chỉ cho một đèn được thắp sáng. Vì vậy nguyên tắc hoạt động của mạch theo một trật tự nếu không mạch không sáng như ý muốn. Khi đóng Q1, dòng điện qua Q2 để đèn E1 làm đèn sáng. Khi tiếp tục bật Q2 thì đèn E1 tắt, đèn E2 sáng. Nếu tiếp tục bật công tắc Q3 thì đèn E2 lại tắt, đèn E3 sáng. Nếu bật công tắc theo chiều ngược lại Q3 thì Q2 thì các đèn sẽ sáng theo trình tự ngược lại.

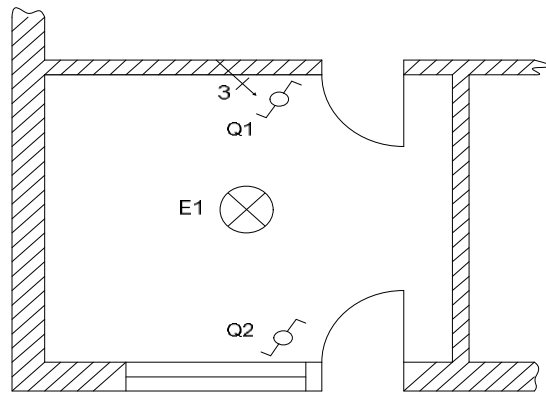
Ứng dụng: Thắp sáng cho hầm rượu hoặc cho kho tàng ít người lui tới để nhắc nhở người sử dụng buộc phải điều khiển theo trình tự nói trên.



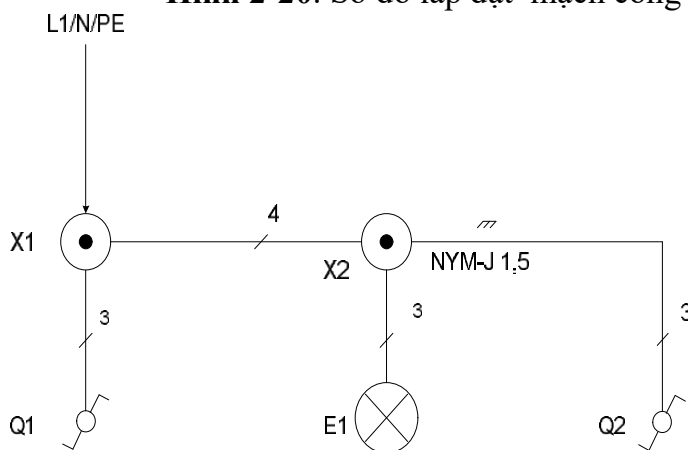
Hình 2-19. Sơ đồ chi tiết mạch tuần tự.

2.2.7. Mạch đèn cầu thang

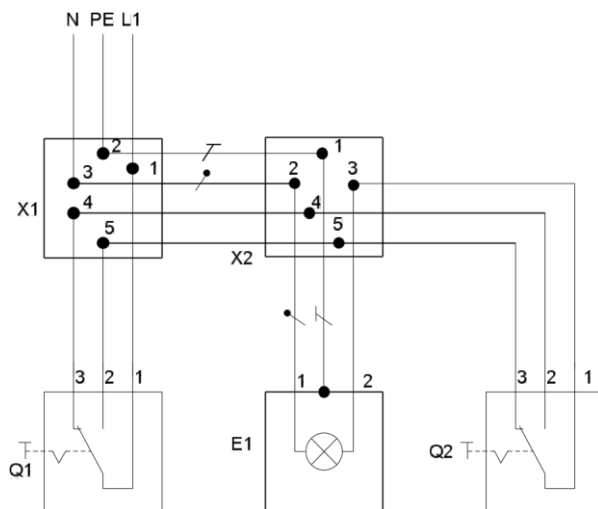
Vấn đề: Một phòng có hai cửa, cần lắp một bóng đèn trần. Đèn đ ược điều khiển bằng hai công tắc riêng biệt đặt ở hai cửa ra vào (hình 2-20). Để thực hiện điều này người ta sử dụng công tắc ba cực (công tắc đảo chiều).



Hình 2-20. Sơ đồ lắp đặt mạch công tắc ba cực.



Hình 2-20. Sơ đồ tổng quát mạch công tắc ba cực.



Hình 2-21. Sơ đồ chi tiết mạch công tắc ba cực.

Nguyên lý hoạt động của mạch

- Q1 tác động Q2 không tác động:

Khi tác động Q1 sẽ có điện áp đặt lên đèn E1 sáng.

L1 fi X1:1 fi Q1:1 Q1: 2 fi fi X1:5 X2:5 Q2:3 fi fi fi Q2: 1 fi X2:3 fi E1:2 E1:1 X2:2 X1:3 Nfi fi fi fi - Q2 tác động Q1 không tác động:

Khi tác động Q2 điện áp từ L1 qua cực số 2 của công tắc Q2 được đặt lên đèn E1 làm đèn sáng.

L1 fi X1:1 fi Q1:1 Q1: 3 fi fi X1:4 X2:4 Q2:2 fi fi fi Q2: 1 fi X2:3 fi E1:2 E1:1 X2:2 X1:3 Nfi fi fi fi

2.2.8. Mạch đèn huỳnh quang

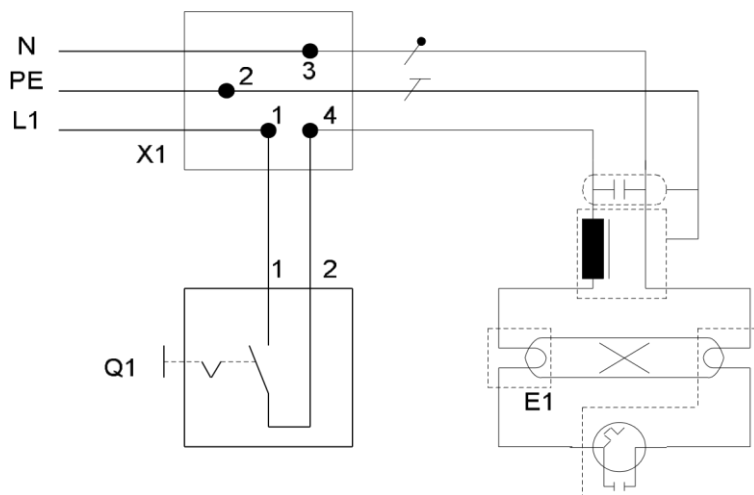
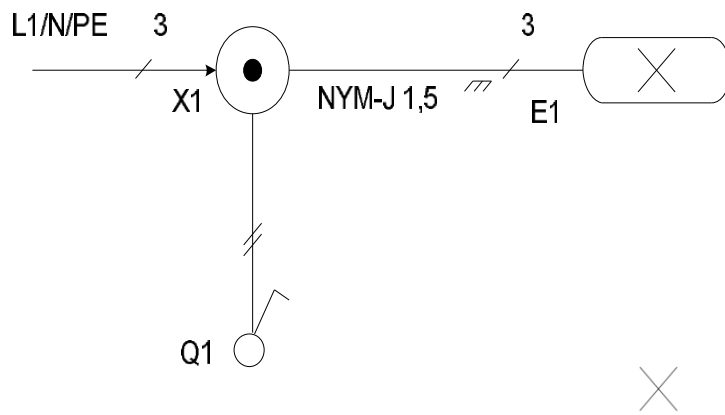
Để đèn huỳnh quang hoạt động, cần phải mắc thêm vào một bộ khởi động (starter, tắc te) và một cuộn cảm (chấn lưu, ballast), qua đó để tạo điện áp môi và giới hạn dòng làm việc. Cuộn cảm được mắc nối tiếp với đèn, còn tắc te được mắc song song với đèn.

Qui trình môi: Khi đóng công tắc, cuộn cảm, dây tóc đèn, tắc te được nối nối tiếp với nhau. Một dòng điện chạy qua tắc te sẽ tạo ra bên trong nó một đám mây điện tích, thanh lưỡng kim sẽ nóng lên cho đến khi tiếp điểm của nó đóng lại, tạo ra một dòng điện lớn gấp 1,5 lần dòng điện đèn, chạy qua dây tóc đèn và tạo ra trong cuộn cảm một từ trường mạnh. Tiếp điểm thanh lưỡng kim đóng lại, thanh lưỡng kim bị nguội và hở ra trở lại. Dòng điện bị ngắt, sự thay đổi của từ trường tạo ra một điện áp cảm ứng vào khoảng 800V và đèn được môi sáng. Sau đó cuộn cảm đóng vai trò như một điện trở để giới hạn dòng điện chạy qua đèn. Do điện áp rơi trên chấn lưu nên điện áp trên đèn chỉ có khoảng 70V, với điện áp này tắc te không hoạt động trở lại được.

Cách chọn cuộn cảm và tắc te cho phù hợp với cỡ đèn.

Cỡ đèn (m)	Điện áp	Cuộn cảm	Tắc te
1,20	220V	40W/220V	FS4 (180-240V)
0,60	220V	20W/220V	FS2 hoặc FS4
0,30	220V	10W/220V	FS1

Vấn đề: Lắp mạch điện chiếu sáng cho một phòng học bằng đèn huỳnh quang. Sử dụng mạch tắt mở để lắp mạch này. Chú ý công tắc cần đặt ở vị trí gần cửa ra vào.



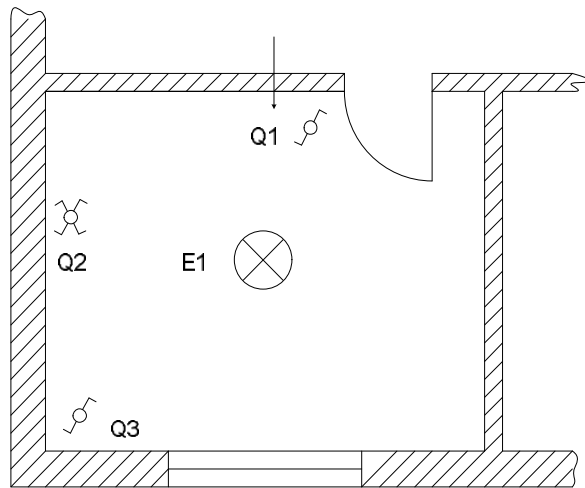
Hình 2-22. Sơ đồ

tổng quát mạch đèn huỳnh quang.

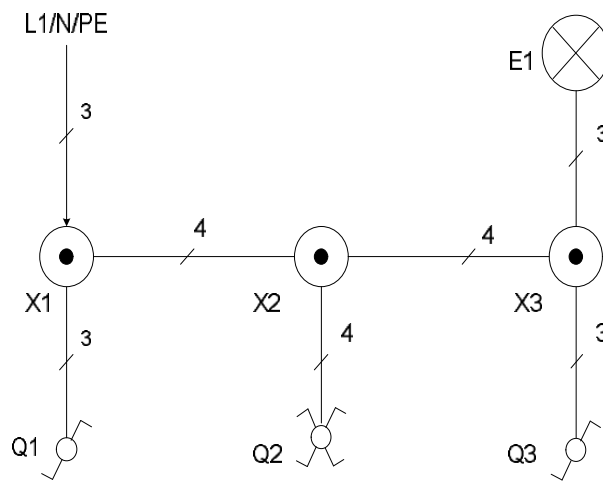
Hình 2-23. Sơ đồ chi tiết mạch đèn huỳnh quang.

2.2.9. Mạch đèn hành lang

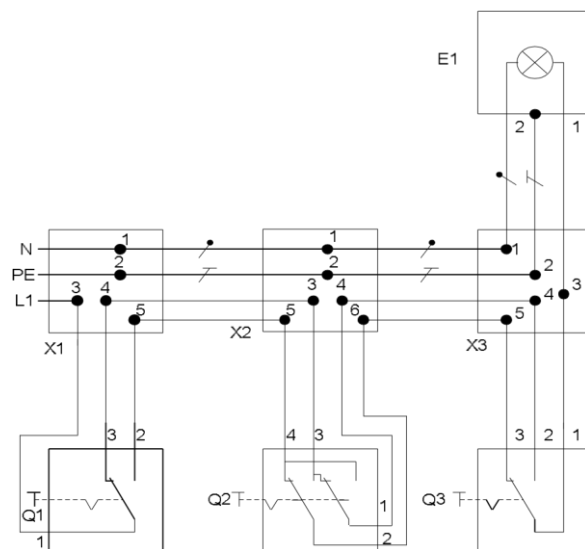
Vấn đề: Một đèn trần trong phòng ngủ có thể đóng tắt ở cửa ra vào cũng như hai bên đầu giường ngủ. Như vậy đèn được điều khiển ở 3 nơi. Để thực hiện mạch này ta sử dụng mạch đèn hành lang.



Hình 2-24. Sơ đồ lắp đặt mạch công tắc bốn cực.



Hình 3-21. Sơ đồ tổng quát mạch công tắc bốn cực.



Hình 2-25. Sơ đồ chi tiết mạch công tắc bốn cực.

Nguyên lý hoạt động của mạch

- Q1 tác động, Q2 và Q3 không tác động:

L1 X1:3 fi fi Q1:1 Q1: 2 X1:5 X2:5 Q2:4 Q2:2 fi fi fi fi fi X2:6 fi X3:5 Q3:3
 Q3:1 fi fi fi X3:3 E1:1 E1:2 X3:1 X2:1 fi fi fi fi fi X1:1 fi N fi Đèn sáng.

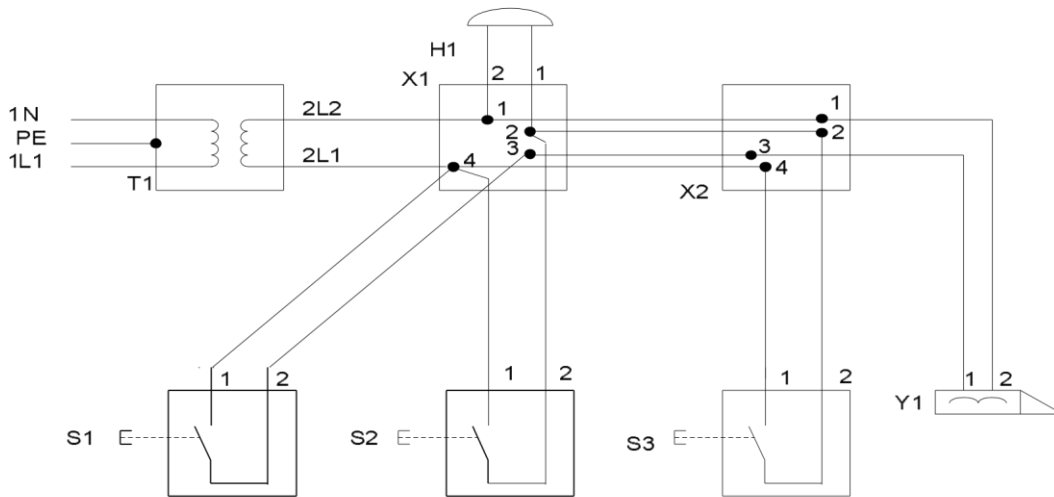
- Q1 không tác động, Q2 tác động, Q3 không tác động:

L1 X1:3 fi fi Q1:1 Q1:3 X1:4 X2:3 Q2:3 Q2:2 fi fi fi fi fi X2:6 fi X3:5 Q3:3
 Q3:1 fi fi fi X3:3 E1:1 E1:2 X3:1 X2:1 fi fi fi fi fi X1:1 fi N fi Đèn sáng.

2.2.10. Mạch với thiết bị báo gọi

Vấn đề: Một biệt thự vườn cần lắp một thiết bị mở cửa và chuông báo gọi cổng. Để đảm bảo an toàn các thiết bị cho hoạt động với điện áp thấp bởi vậy sử dụng biến thế T1. Để biến đổi điện áp còn khoảng 8V. Đầu ra của biế áp không nối với nguồn nên không có dây trung tính. Có thể để nút nhấn ở 2L1 hoặc 2L2.

Các nút nhấn S2 và S3 thuộc mạch chuông H1, S1 để mở cổng Y1. Thiết bị mở cửa gồm có cuộn dây, khi có dòng điện chạy qua chốt cửa trong ổ khóa được rút ra và cửa được mở, khách có thể đẩy cửa vào.



Hình 2- 26. Sơ đồ chi tiết mạch báo gọi.

Nguyên lý hoạt động của mạch chuông - Tác

động S3.

2L1 X1:4 fi fi X2:4 S3:1 fi fi S3:2 fi X2:2 X1:2 H1:1 H1:2fi fi fi

X1:1 2L2 chuông kêu.fi fi

- Tác động S2: Nút nhấn S2 nối vào X1:4 và X1:2 mắc song song với S3, ấn S2 chuông H1 kêu.

Nguyên lý hoạt động của mạch mở cửa - Tác

động S1

2L1 X1:4 fi fi S1:1 S1:2 fi fi X1:3 fi X2:3 Y1:1 Y1:2 X2:1fi fi fi fi X1:1 fi 2L2 fi
 cửa mở, đẩy vào.

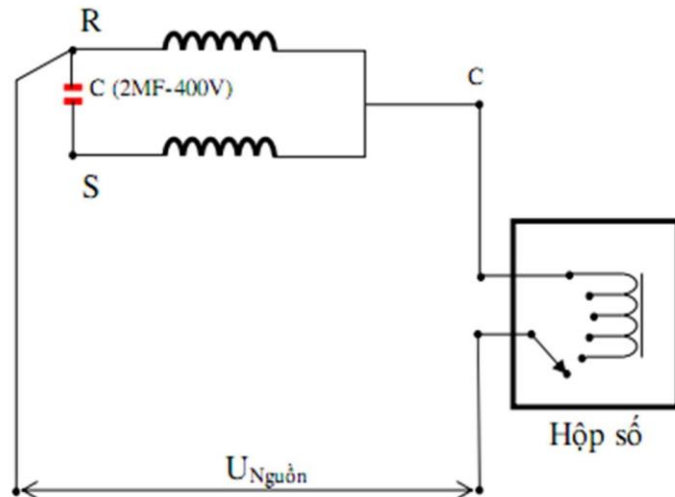
2.2.11. Mạch điều khiển quạt trần

Trong đó:

R : đầu dây chạy

S : đầu dây đề.

C : đầu dây chung.



Hình 2- 27. Sơ đồ mạch điều khiển quạt trần.

2.3. Các kích thước trong lắp đặt điện và lựa chọn dây dẫn

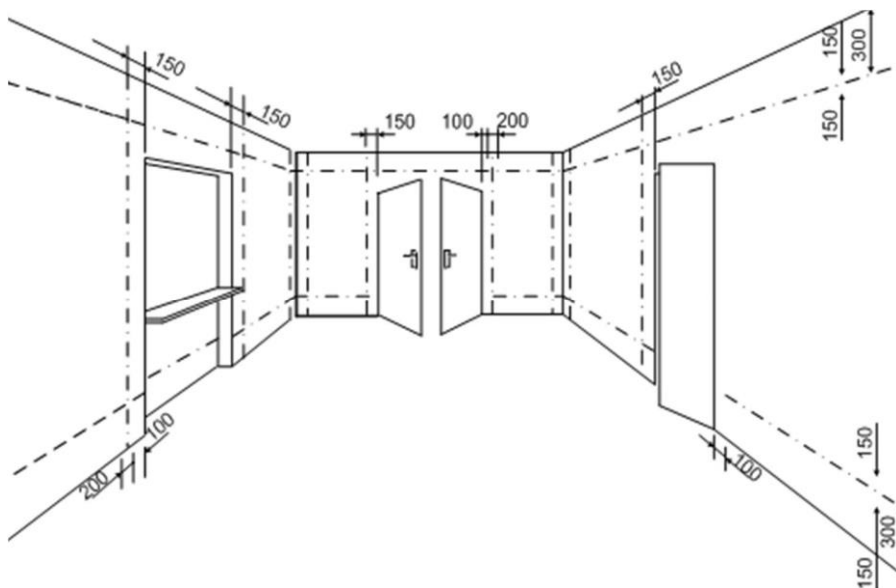
Mục tiêu:

- Chọn được kích thước trong lắp đặt điện và tiết diện dây dẫn

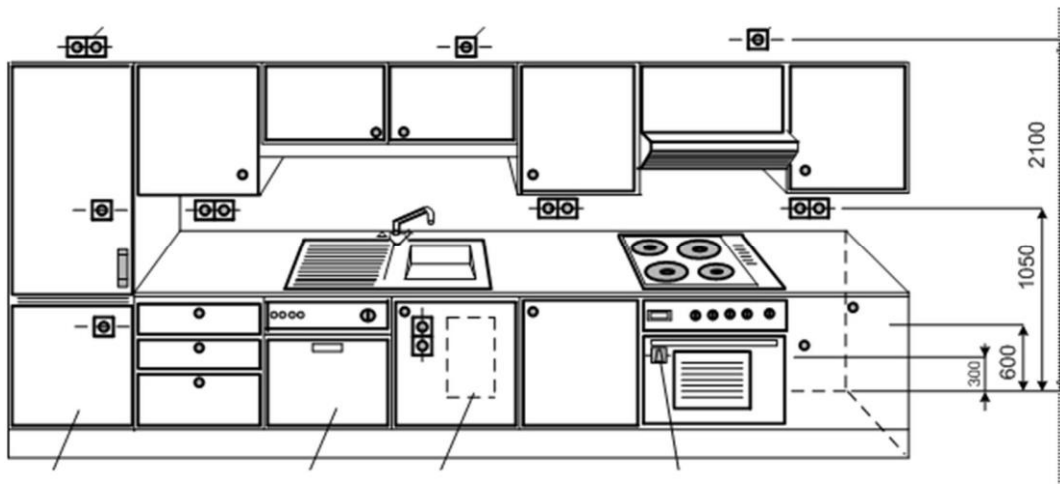
Việc chọn tiết diện dây của đường dây tải điện phải lưu ý đến các vấn đề sau:

- + Độ sụt áp cho phép trên đường dây.
- + Sự phát nhiệt cho phép trên đường dây.
- + Tổn hao trên đường dây.
- + Sức bền về cơ của dây theo qui định.

2.3.1. Các kích thước hợp lý trong lắp đặt điện



Hình 2- 28. Kích thước lắp đặt điện trong các phòng.



Hình 2-29. Sơ đồ thiết bị và kích thước lắp đặt ở trong bếp.

2.3.2. Lựa chọn dây dẫn

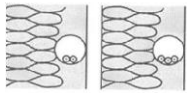
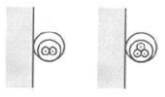
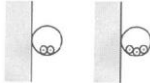

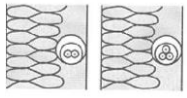
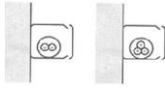
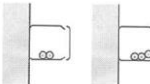

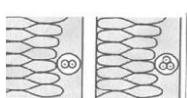



Việc tính toán, lựa chọn tiết diện dây dẫn được tiến hành theo hai phương pháp sau:

- Chọn theo phát nóng giới hạn cho phép hay chọn theo dòng điện làm việc lâu dài.
- Chọn theo mật độ dòng điện cho phép, nếu tiết diện dây dẫn khi tính toán được nhỏ hơn tiết diện yêu cầu theo các điều kiện khác như: Dòng điện ngắn mạch, tổn thất điện áp, độ bền cơ học... thì lấy tiết diện lớn hơn thỏa mãn một trong những điều kiện nêu trên.

Khi tiến hành công tác lắp đặt thường va chạm tới việc chọn tiết diện dây dẫn. Dưới đây nêu một bảng chính phục vụ cho việc chọn tiết diện dây dẫn theo dòng phụ tải lâu dài cho phép, để lắp đặt điện trong gia đình.(bảng 2-1)

Bảng 2-1. Tiết diện dây dẫn theo dòng phụ tải lâu dài cho phép

Khả năng chịu tải của dây dẫn cách điện bằng PVC cho các loại lắp đặt, làm việc lâu dài ở nhiệt độ môi trường 30°C								
Loại dây dẫn	NYM, NYBUY, NYIF, H07V-R, H07V-K							
Số lõi	2	3	2	3	2	3	2	3
Loại lắp	A		B1		B2		C	
	Trong tường hoặc tường có lớp cách nhiệt		Trên hoặc trong ường hoặc dưới đất					
	Đi dây trong ống hoặc trong máng cách điện						Lắp đặt trực tiếp	

			
<p>Dây dẫn đơn đi trong ống</p>		<p>Dây dẫn có nhiều lõi đặt trong ống trên tường, trên đất</p>	
	<p>Dây dẫn đơn đi trong ống đặt trên tường</p>		<p>Dây dẫn nhiều lõi đặt trên tường</p>
<p>Dây dẫn nhiều lõi đi trong ống</p>		<p>Dây dẫn nhiều lõi đi trong máng đặt trên tường, trên mặt đất</p>	
	<p>Dây dẫn nhiều lõi đi trong máng đặt trên tường.</p>		<p>Dây dẫn 1 lõi có vỏ bọc đặt trên tường</p>
<p>Dây dẫn nhiều lõi Đặt trong tường</p>		<p>Dây dẫn có nhiều lõi đặt trong tường</p>	
	<p>Dây dẫn đơn, dây dẫn 1 lõi có vỏ bọc, dây dẫn có nhiều lõi</p>		

<p>Tiết diện (Cu) mm²</p>	<p>Dòng điện hoạt động cho phép I_z và dòng điện tải I_{đm} tính theo A</p>											
--------------------------------------	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	I _z	I _{đm}	I _z	I _{đm}	I _z	I _{đm}	I _z	I _{đm}	I _z	I _{đm}	I _z	I _{đm}
1,5	15,5	16	13	10	17,5	16	15,5	16	15,5	16	14	10
2,5	19,5	20	18	16	24	20	21	20	21	20	19	16
	26	25	24	20	32	25	28	25	28	25	26	25
6	34	25	31	25	41	35	36	35	37	35	33	25
10	46	35	42	35	57	50	50	50	50	50	46	35
16	61	50	56	50	76	63	68	63	68	63	61	50
25	80	80	73	63	101	100	89	80	90	80	77	63
35	99	80	89	80	125	125	111	100	110	100	95	80

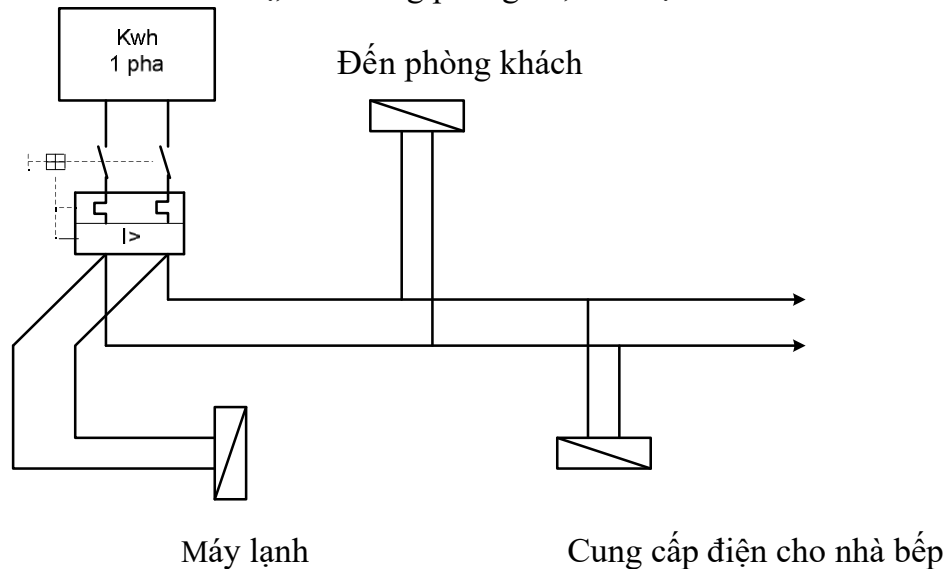
2.4. Các phương thức đi dây Mục tiêu:

- Trình bày và thực hiện được các phương pháp đi dây Có hai phương pháp đi dây căn bản:

- + Phương thức đi dây phân tải bằng cách rẽ nhánh từ đường dây chính.
- + Phương pháp đi dây phân tải tập trung tại tủ phân phối.

2.4.1. Phương pháp phân tải từ đường dây chính

Khi thiết kế theo phương thức này, từ nguồn điện sau điện năng kế (kWh), đi suốt đường dây chính qua các khu vực cần cung cấp điện đến khu vực nào thì rẽ nhánh cấp điện cho khu vực đó và lần lượt cho đến cuối nguồn. Nếu có các tải quan trọng như máy lạnh, máy bơm nước... có thể đi riêng thêm một đường dây lấy từ nguồn chính (hình 2-30). Ở mỗi phòng, mỗi khu vực có một tủ điện gồm các ELCB, CB và các công tắc để bảo vệ và điều khiển thiết bị, đèn trong phòng đó, khu vực đó.



Hình 2-30. Mạch phân phối tải từ đường dây chính.

Ưu điểm:

- Đi dây theo phương thức này mạch đơn giản, dễ thi công, ít tốn dây và thiết bị bảo vệ nên khá thông dụng trang bị điện cho nhà ở Việt Nam.
- Chỉ sử dụng chung đường dây trung tính nên ít tốn kém dây.
- Việc điều khiển, kiểm soát đèn trong nhà nếu thiết kế đúng dễ điều khiển.

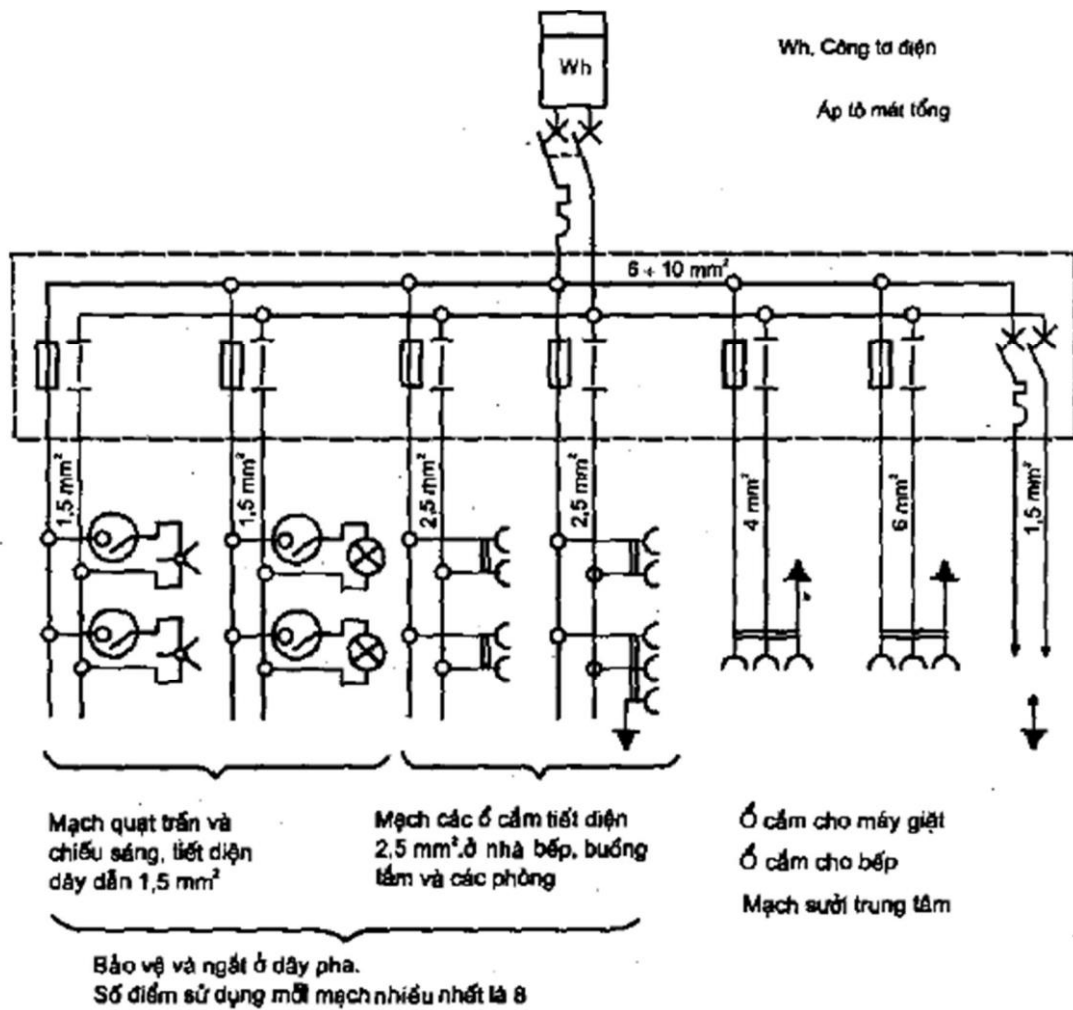
Nhược điểm:

- Không có sự bảo vệ đoạn đường dây từ hộp nối rẽ dây đến bảng điện ở khu vực. Nếu có sự cố chập mạch sẽ có sự cố toàn bộ hệ thống.
- Việc sửa chữa không thuận tiện.
- Nếu mạch ba pha khó phân tải đều các pha.
- Do phân tán bảng điện đến từng khu vực, nên ảnh đến trang trí mỹ thuật.

2.4.2. Phương pháp phân tải từ tủ điện chính (tập trung)

Khi thiết kế theo phương pháp này, nguồn điện chính sau điện năng kế (Kwh) được đưa đến tủ điện. Từ đây được phân ra nhiều nhánh, sau khi đi qua CB bảo vệ chính đi trực tiếp đến từng khu vực (tầng lầu, phòng...). Ở từng lầu lại có tủ phân phối, từ đó phân đến từng phòng theo nhiều nhánh (nhánh ổ cắm, nhánh đèn chiếu sáng, nhánh máy nước nóng, nhánh máy lạnh...). Tại nơi sử dụng chỉ bố trí công tắc đèn, ổ cắm,

...rất tiện sử dụng. Khi có sự cố ở nhánh đèn hoặc các nhánh khác thì chỉ nhánh đó không có điện do CB bảo vệ nhánh đó đó cắt điện bảo vệ. (hình 2-31).



Hình 2-31. Sơ đồ tổng quát một tủ phân phối điện ở 1 căn hộ.

Ưu điểm:

- Bảo vệ mạch điện khi có sự cố ngắn mạch hoặc quá tải, tránh hỏa hoạn.
- Không làm ảnh hưởng đến mạch khác khi đang sửa chữa.
- Dễ phân tải đều các pha.
- Dễ điều khiển, kiểm tra và an toàn điện - Có tính kỹ thuật, mỹ thuật.

Nhược điểm

- Đi dây tốn kém, sử dụng nhiều thiết bị bảo vệ.
- Thời gian thi công lâu, phức tạp

BÀI 3. LẮP ĐẶT TỦ ĐIỆN CÔNG NGHIỆP

Giới thiệu:

Đất nước ta đang trong quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa mạnh mẽ. Đi cùng với nó là các công trình phục vụ cho công nghiệp và dân dụng ngày càng nhiều, song song với các công trình đó là các công trình điện.

Các công điện ngày càng phức tạp hơn và có chiều thiết bị điện quan trọng đòi hỏi người công nhân lắp đặt cũng như vận hành các công trình điện phải có trình độ tay nghề cao, nắm vững các kiến thức và kỹ năng lắp đặt các hệ thống điện.

Nội dung môn học này nhằm trang bị cho học viên những kiến thức cơ bản và cần thiết về lắp đặt các hệ thống điện nhằm ứng dụng có hiệu quả trong ngành nghề của mình.

Mục tiêu:

- Trình bày được các yêu cầu của tủ điện công nghiệp;
- Tính toán thiết kế được tủ điện công nghiệp phù hợp với phân xưởng;
- Lắp đặt được tủ điện công nghiệp đảm bảo kỹ thuật và mỹ thuật; - Rèn luyện tính cẩn thận, tỉ mỉ, chính xác, tư duy khoa học và sáng tạo.

1. Khái niệm chung về tủ điện công nghiệp

Mục tiêu:

- Trình bày được khái niệm về tủ điện công nghiệp và yêu cầu chung khi lắp đặt

1.1. Tủ điện công nghiệp

Tủ điện công nghiệp là tủ động lực ba pha cung cấp điện cho các phụ tải công nghiệp. Phụ tải công nghiệp bao gồm máy móc, trang thiết bị dụng cụ công nghiệp sử dụng năng lượng điện sản xuất ra các sản phẩm công nghiệp trong các dây chuyền công nghệ.

Tủ điện Công nghiệp là một bộ phận không thể thiếu trong bất kỳ công trình công nghiệp hay dân dụng nào, từ nhà máy điện đến các trạm biến áp, hệ thống truyền tải phân phối đến các hộ tiêu thụ điện. Đảm bảo cách ly những thiết bị mang điện với người sử dụng điện trong quá trình vận hành.

Tủ điện công nghiệp có hệ thống kết nối và các cấu trúc mạch điều khiển phức tạp. Việc thiết kế, lắp đặt tủ đạt tiêu chuẩn chất lượng là yếu tố quan trọng hàng đầu quyết định vào sự an toàn cho con người, ổn định của hệ thống điện, dây chuyền máy móc.

Phụ tải điện công nghiệp chủ yếu là các động cơ điện xoay chiều ba pha cao, hạ áp, dòng điện xoay chiều tần số công nghiệp 50Hz; các lò điện trở, lò hồ quang, lò cảm ứng trung tần, các thiết bị biến đổi và chỉnh lưu.... Trong các xí nghiệp công nghiệp dùng chủ yếu là các động cơ điện không đồng bộ 3 pha hạ áp có điện áp < 1kV như điện áp D/Y: 220/380V; D/Y: 380/660V; D/Y: 660/1140V. Các động cơ điện cao áp 3kV, 6kV, 10kV, 15kV thường dùng trong các dây truyền công nghệ có công suất lớn như các máy nghiền, máy cán, ép, máy nén khí, quạt gió, máy bơm... Như ở trong các nhà máy sản xuất xi măng, các trạm bơm công suất lớn....

Ngoài phụ tải động lực là các động cơ điện ra, trong xí nghiệp còn có phụ tải chiếu sáng phục vụ chiếu sáng cho nhà xưởng, bến, bãi, chiếu sáng cho đường đi và bảo vệ. Các thiết bị này dùng điện áp 220V, tần số 50Hz.

Tủ điện xí nghiệp bao gồm:

- Tủ điện cao áp cung cấp điện cho các trạm biến áp xí nghiệp, trạm biến áp phân xưởng và các động cơ cao áp.
- Tủ điện hạ áp cung cấp điện cho các động cơ điện hạ áp dùng trong truyền động cho các máy công cụ và chiếu sáng.

1.2. Yêu cầu chung khi thực hiện lắp đặt

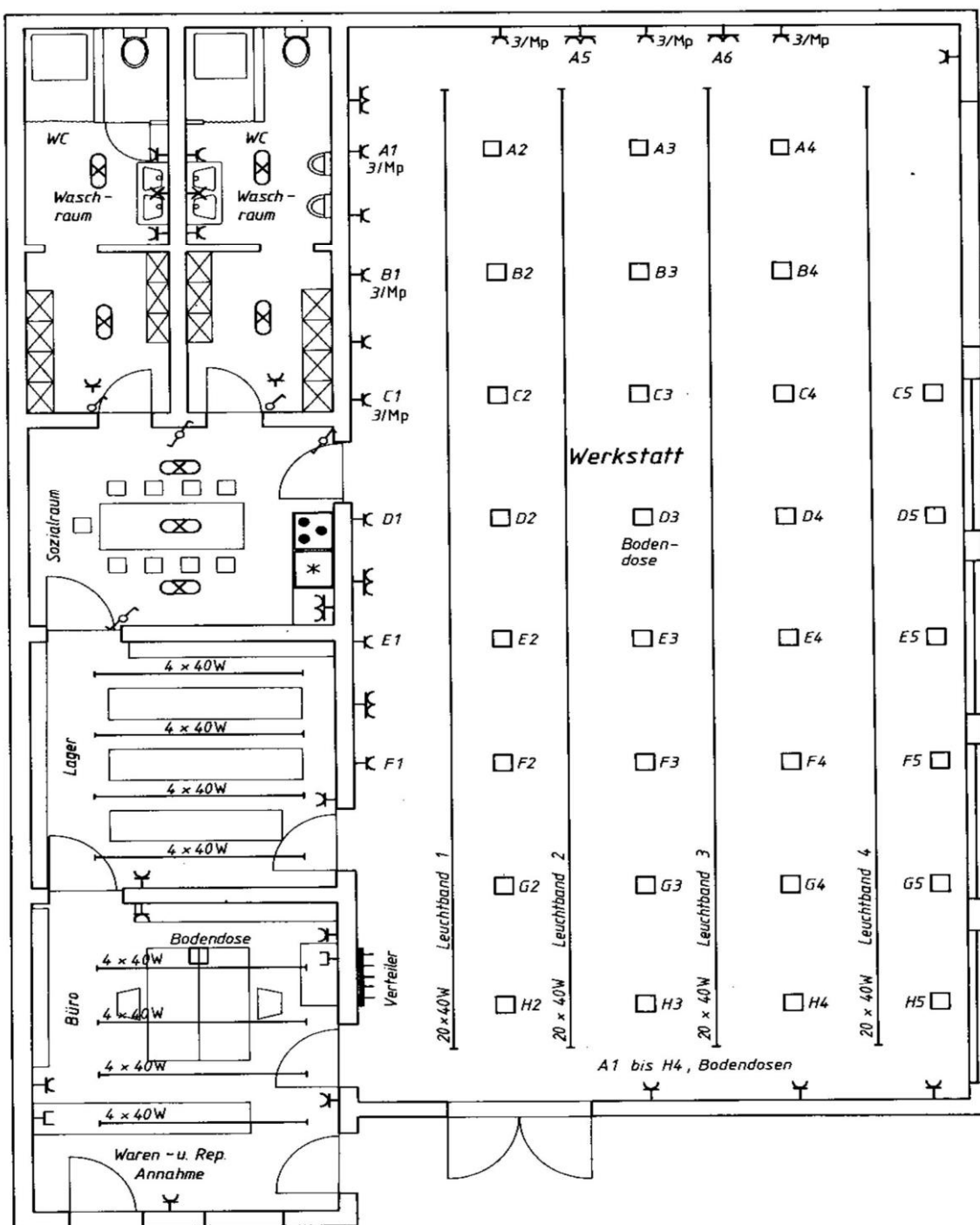
Việc thiết kế, lắp đặt tủ điện công nghiệp đạt tiêu chuẩn chất lượng, góp phần vào sự ổn định và an toàn của hệ thống điện, máy móc. Tủ điện công nghiệp có vai trò quan trọng trong việc vận hành hệ thống điện hoặc hệ thống máy móc trong nhà máy.

Để thực hiện lắp đặt trước hết phải có mặt bằng bố trí nhà xưởng, mặt bằng bố trí thiết bị trong nhà xưởng trên bản đồ địa lý hành chính, trên đó ghi rõ tỉ lệ xích để dựa vào đó xác định sơ bộ các kích thước cần thiết, xác định được diện tích nhà xưởng, chiều dài các tuyến dây. Từ đó, vẽ bản đồ đi dây toàn nhà máy; bản vẽ sơ đồ đi dây mạng điện các phân xưởng bao gồm mạng động lực và mạng chiếu sáng.

- Sơ đồ đi dây toàn nhà máy (mạng điện bên ngoài nhà xưởng).

Bản vẽ này thể hiện các tuyến dây của mạng điện bên ngoài nhà xưởng. Trên bản vẽ thể hiện số lượng dây dẫn hoặc cáp đi trên mỗi tuyến, mã hiệu, kí hiệu của đường dây, cao trình lắp đặt, đường kính ống thép lồng dây, ... - Bản vẽ sơ đồ đi dây mạng điện phân xưởng (hình 3-1).

Trên sơ đồ đi dây của mạng điện phân xưởng (mạng điện trong nhà), trên đó thể hiện vị trí đặt các tủ phân phối và tủ động lực và các máy công cụ.



Hình 3-1. Sơ đồ mặt bằng phân xưởng.

2.1. Lắp đặt tủ động lực

2.1.1. Đọc bản vẽ điện

Để có thể thực hiện tiến hành lắp đặt tủ điện theo đúng yêu cầu kỹ thuật, thì yếu tố cần thiết nhất đối với người thợ đó là đọc được bản vẽ điện, hoặc nếu không có bản vẽ điện sẵn thì người thợ cũng phải biết các tiêu chuẩn, các yêu cầu cần thiết để tiến hành tự thiết kế, lắp đặt một tủ điện đảm bảo đúng kỹ thuật và thẩm mỹ.

Việc bố trí thiết bị trong tủ phải đảm bảo đầy đủ các tính năng kỹ thuật, hướng cáp vào cáp ra làm sao cho thuận lợi nhất trong quá trình đấu nối, đảm bảo đầy đủ các tính năng cần thiết. Việc bố trí thiết bị phải tối ưu về không gian nhưng phải đảm bảo yêu cầu kỹ thuật và nguyên lý hoạt động của tủ để đưa ra phương án gia công tủ cho phù hợp.

Khâu đọc bản vẽ cần được chú trọng và kiểm tra kỹ lưỡng, nhằm tránh xảy ra những sai sót bởi chỉ một sai sót nhỏ có thể có thể dẫn tới việc phải làm lại toàn bộ quá trình từ đầu. Lưu ý tới quá trình mở rộng hay sự nâng cấp các thiết bị trong tương lai. Cần phải tối ưu trong thiết kế tủ điện nhằm giảm vật tư và hạ giá thành cấu thành sản phẩm.

Việc thiết kế bố trí thiết bị trên tủ điện đúng cách sẽ làm cho tủ điện giảm ảnh hưởng độ nhiễu giữa các thiết bị, tăng tính thẩm mỹ tiết kiệm dây dẫn điện,, giúp tăng tuổi thọ các thiết bị và vận hành ổn định hơn.

Khâu đọc bản vẽ có vai trò rất quan trọng trong việc lắp đặt và đấu nối tủ điện. Vì nếu chúng ta chọn sai thiết bị không đúng với bản vẽ thì sẽ không đảm bảo về mặt kỹ thuật cũng như mỹ thuật. Chính vì vậy, chúng ta cần nghiên cứu kỹ bản vẽ thiết kế, xem có chỗ nào chưa chuẩn để phản hồi lại. Đưa ra giải pháp cuối cùng trước khi lắp đặt tủ điện.

Nhìn chung để thực hiện đọc bản vẽ ta cần thực hiện theo các bước:

Bước 1: Đảm bảo các bản vẽ cần thiết

- Bản vẽ thể hiện cách bố trí các thiết bị
- Bản vẽ sơ đồ nguyên lý
- Bản vẽ thể hiện cách đi dây

Bước 2: Đọc bảng ghi chú ký hiệu

Đây là bảng quy định về cách ký hiệu các thiết bị như ổ cắm, máy lạnh, đèn... của bên thiết kế. Tùy thuộc vào từng bản vẽ, nhà thiết kế sẽ có một bảng ghi chú ký hiệu riêng.

Bước 3: Đọc cách bố trí các thiết bị

Đây là phần quen thuộc nhất mà chúng ta vẫn thường hay làm. Công việc chính của bước này là xác định vị trí lắp đặt, cách lắp đặt, kích thước hình dạng thực tế và các thông số kèm theo cho từng thiết bị trong cách đọc bản vẽ tủ điện.

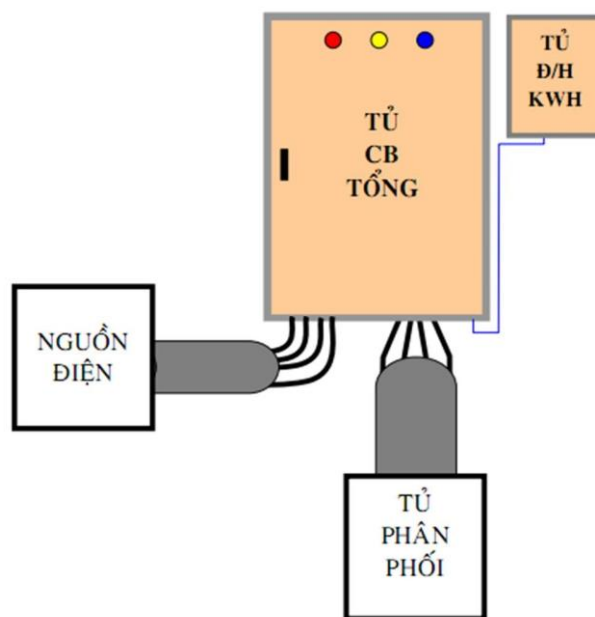
Bước 4: Đọc cách đi dây

Bước 5: Đọc sơ đồ nguyên lý

Khi thực hiện bước này chúng ta cần lưu ý tới:

- Thông số của các thiết bị đóng cắt, điều khiển
- Thông số của cáp nguồn, dây tải điện
- Thiết bị đóng cắt nào sẽ điều khiển loại tải nào.
- Vị trí của tủ điện trong sơ đồ nguyên lý và cách đi dây của từng loại tải đến tủ.

Sơ đồ khối của tủ



Hình 3-2.Sơ đồ gá lắp tủ

2.1.2. Dự trù, thiết bị vật tư

Ta cần phải xác định được số lượng phụ tải, số nhánh cần phân phối. Để tính toán giá trị của thiết bị đóng cắt, thiết bị bảo vệ và dây dẫn điện. Chúng ta cần cân đối hợp lý giữa bài toán kỹ thuật cũng như chất lượng và giá thành. không lựa chọn giá trị thiết bị quá cao so với cần thiết bởi sẽ ảnh hưởng tới giá thành của sản phẩm khi hoàn thiện.

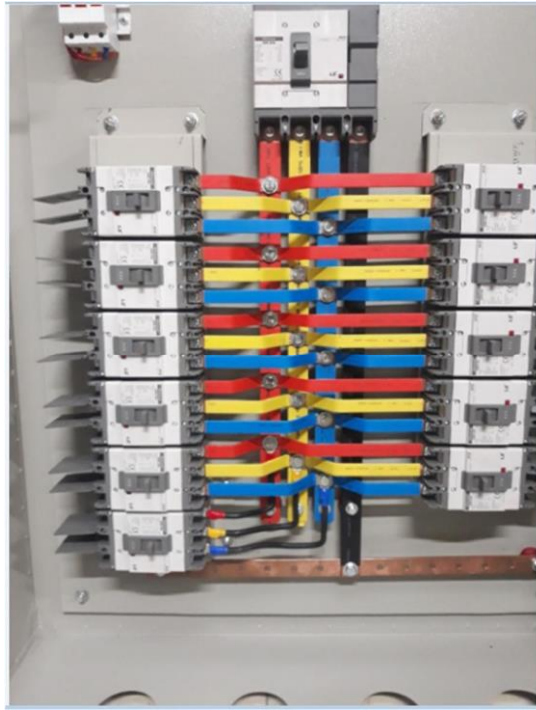
Mỗi thiết bị điện cần được lựa chọn đúng để thực hiện tốt chức năng trong sơ đồ cấp điện và góp phần làm cho hệ thống cung cấp điện vận hành đảm bảo các chỉ tiêu kỹ thuật, an toàn.

Đối với các dự án lắp đặt tủ điện công nghiệp cho các khu bệnh viện, chung cư, Toà nhà cao cấp... Cần sự ổn định và chính xác cao. Ta nên sử dụng thiết bị của các hãng có uy tín và thương hiệu lớn của thế giới như Schneider, ABB, Mitsubishi... Bởi chất lượng và thương hiệu đã được khẳng định tại Việt Nam.

Việc dự trù đúng đủ thiết bị vật, giúp ta có thể thực hiện lắp đặt theo đúng bản vẽ, cũng như hoạch toán được kinh tế, giá thành khi lắp đặt tủ từ đó đưa ra quyết định cụ thể trong lựa chọn thiết bị nhằm mang tính hợp lý nhất. Muốn dự trù chính xác đòi hỏi người thợ phải theo sát bản vẽ thiết kế.

2.1.3. Gia công tủ điện, thanh cái, thanh gài

Tùy theo yêu cầu của tủ và số lượng phụ tải để ta tiến hành chọn tủ và gia công thanh cái thanh gài cho phù hợp đảm bảo về mặt kỹ thuật và mỹ thuật.



Hình 3-3. Hình ảnh một tủ động lực

Khi lắp các thiết bị lên vỏ tủ điện, ta cần tuân thủ những vấn đề sau:

Một số thiết bị như: đồng hồ đo dòng điện, đèn báo nguồn, đồng hồ chỉ thị, điện áp phải đặt ngang tầm mắt để nhân viên vận hành quan sát thông số dễ dàng

Thiết bị điều khiển: công tắc, nút bấm đặt phía dưới, ngang với ngực để điều khiển, vận hành thiết bị đơn giản hơn

Công tắc, nút ấn cần đặt trên 1 hàng để giúp vận hành thuận tiện hơn

Trên vỏ tủ phải có các vị trí khoan khoét thông với bên ngoài như: vị trí đầu dây vào, quạt thông gió, lưới che chắn,...

Việc gia công vỏ tủ phải dựa trên bản vẽ bố trí thiết bị tủ shop drawing từ đó sẽ định dạng được tủ có kết cấu cơ khí như thế nào, phụ kiện gì? Từ đó sẽ cho ra bản vẽ cơ khí chi tiết tủ, khung tủ, cánh tủ, thanh gắn thiết bị... Trên mặt tủ, ta sẽ gia công các lỗ để gá lắp các thiết bị như đèn báo, đồng hồ, nút nhấn ... Việc gia công được thực hiện trên các loại máy móc có độ chính xác cơ khí cao như máy đột CNC, máy cắt CNC

Gia công, lắp ráp thanh cái đồng:

Với các tủ điện có dòng định mức của át tổng nhỏ hơn 50A thì các át nhánh sẽ được kết nối với át tổng bằng dây dẫn,... Các tủ điện có dòng điện át tổng từ 100A trở lên thông thường sẽ được kết nối bằng thanh cái đồng.

Phần lắp ráp thanh đồng và dây điện động lực là khâu vô cùng quan trọng. Nếu siết các điểm nối không chặt hay bóp cốt lỏng sẽ ảnh hưởng lớn đến khả năng truyền và dẫn điện, lâu dài sẽ bị chập, cháy, hỏng thiết bị



Hình 3-4. Thanh cái đồng được gia công và lắp ráp

Gia công thanh cái đồng theo bản vẽ sản xuất gồm các bước sau:

- Bước 1: Cắt phôi đồng cho đúng kích thước đồng và chiều dài phôi đồng.
- Bước 2: Đặt lỗ trên các thanh cái đồng theo bản vẽ.
- Bước 3: Uốn thanh cái đồng.
- Bước 4: Mạ thanh cái đồng để chống oxi hóa đồng và tăng khả năng dẫn điện, thông thường đồng mạ bằng thiếc. Tốt hơn thì mạ bằng niken. Cao cấp thì mạ bằng bạc (ở Việt Nam gần như không sử dụng mạ đồng bằng bạc).
- Bước 5: Bọc co nhiệt PVC hoặc sơn epoxy để phân biệt màu.

Lắp ráp thanh cái theo các bước:

Bước 1: Lắp các thanh cái chính trước;

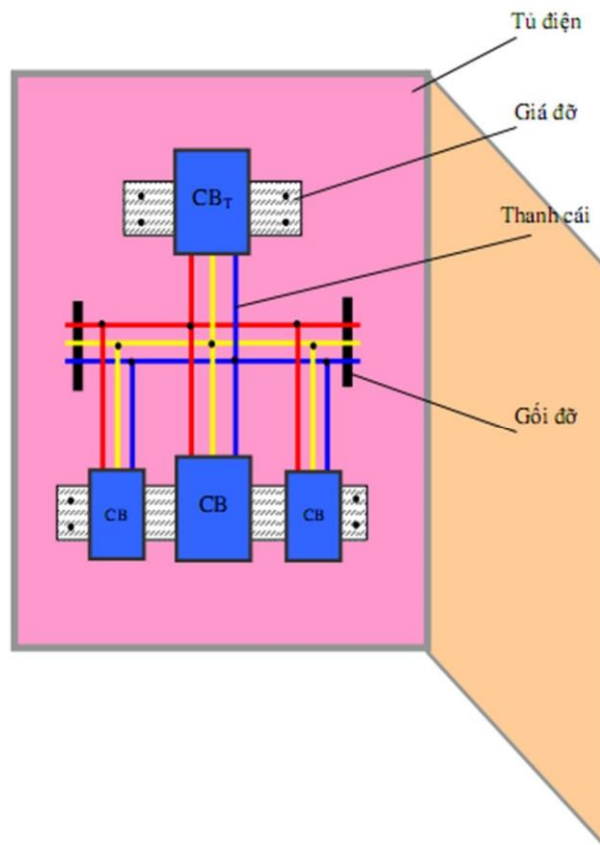
Bước 2: Siết chặt lại bulong và ecu (mỗi bộ bu lông, ecu gồm để bắt thanh cái đồng gồm: 1 bu lông + 2 long đen phẳng + 1 long đen vênh + 1 ecu).

Bước 3: Kiểm tra lại các điểm xiết ốc và đánh dấu đã kiểm tra.

Bước 4: Cắt mica và lắp để che thanh cái đồng.

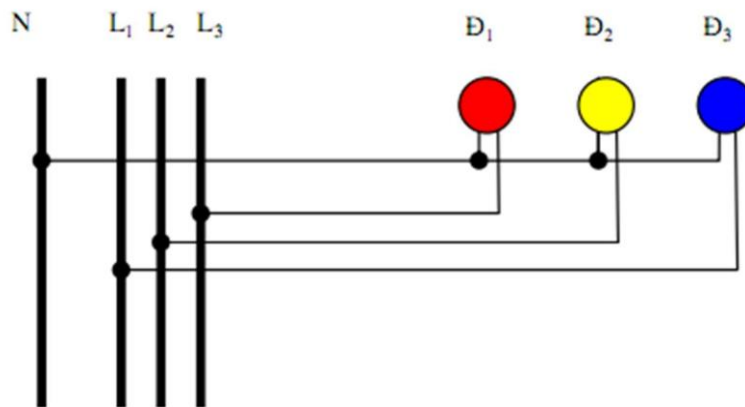
Các bước lắp đặt thiết bị

+ Lắp đặt thanh cái và CB



Hình 3-5. Sơ đồ gá lắp thanh cái

+ Lắp đèn báo nguồn



Hình 3-6. Sơ đồ gá lắp đèn báo nguồn

2.1.4. Gá lắp đặt thiết bị

Theo đúng bản vẽ thiết kế, và tủ đã gia công đảm bảo chắc chắn.

Theo trình tự các bước sau:

Bước 1: Vạch dấu

Bước 2: Gá thiết bị vào vị trí đã vạch dấu Bước 3:
Gá lắp thanh dẫn.

Trên mặt tủ, ta sẽ gia công các lỗ để gá lắp các thiết bị như đèn báo, đồng hồ, nút nhấn ... Việc gia công các lỗ khoan này có thể được thực hiện đột dập bằng máy CNC (Với những tủ điện yêu cầu cao về chính xác, độ phức tạp và tính thẩm mỹ) hoặc có thể khoan khoét bằng tay.

Khi lắp đặt thiết bị lên vỏ Tủ điện cần tuân theo các nguyên tắc sau:

Các thiết bị như đèn báo nguồn, đồng hồ đo dòng điện, điện áp, đồng hồ chỉ thị đặt ở phía trên cao.

Các thiết bị điều khiển (Nút nhấn, công tắc) đặt phía dưới.

Cần phân bố các nút nhấn, công tắc cùng điều khiển 1 thiết bị trên cùng 1 hàng (ngang hoặc dọc) để thuận tiện cho quá trình vận hành.

2.1.5. Đấu nối thiết bị

Sau khi gá lắp xong ta cần thực hiện đấu nối theo đúng sơ đồ nguyên lý, sơ đồ đi dây... theo bản vẽ đã được thiết kế

Khi tiến hành đấu nối dây dẫn điện ta cần lưu ý một số vấn đề sau:

- Đấu nối dây giữa các thiết bị cần được kết nối một cách chính xác và khoa học.
- Có sự phân biệt rõ ràng giữa màu của các phase, có đầu số ghi cầu đấu chi tiết giúp việc sửa chữa và bảo trì sau này dễ dàng.
- Mạch điều khiển và mạch động lực cần đi xa nhau tránh hiện tượng bị nhiễu tín hiệu đối với các con sensor hay cảm biến.
- Dây dẫn giữa các thiết bị cần bố trí gọn gàng, hợp lý
- Đầu cốt phải phân màu, đánh số thứ tự để dễ dàng sửa chữa, kiểm soát
- Dây mạch lực và dây tín hiệu bắt buộc phải có vỏ bọc để chống nhiễu
- Dây phần mạch động lực đấu trước sau đó tới dây điều khiển
- Dây mạch lực và dây điều khiển phải bố trí vuông góc với nhau

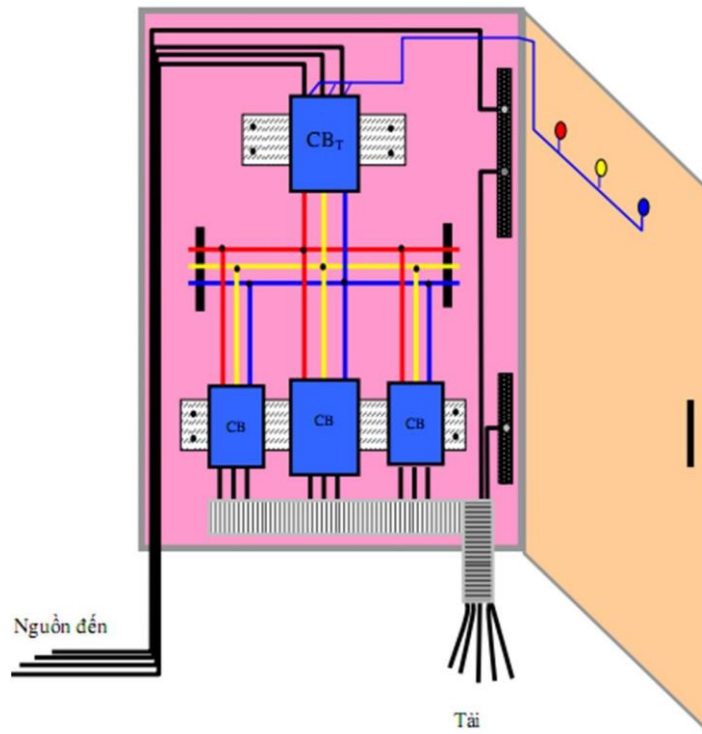
2.1.6. Kiểm tra vận hành

Sau khi hoàn thành đấu dây, ta cần sử dụng đồng hồ vạn năng, đồng hồ Megaôm để kiểm tra lại hệ thống trước khi cấp nguồn. Lúc này, cần để tủ điện làm việc không tải để phát hiện các lỗi trước khi đấu tải.

Ta tiến hành kiểm tra các mục sau:

- Kiểm tra không điện: Thực hiện kiểm tra về mặt ngoại quan, đo đạt các thông số yêu cầu theo các tiêu chuẩn IEC, TCVN,... để đảm bảo tủ điện an toàn trước khi cấp điện.
- Kiểm tra mang điện: cấp nguồn cho chạy tải, đo đạt các thông số khi có nguồn đảm bảo đúng yêu cầu
- Kiểm tra thiết bị đóng cắt đã đấu đúng sơ đồ nguyên lý chưa.

- Kiểm tra độ chặt của các điểm đấu nối cơ khí và điện, các điểm kết nối cần đánh dấu bằng bút dấu.
- Kiểm tra nhãn mác thiết bị.
- Kiểm tra và loại bỏ các dụng cụ còn để trong tủ điện.
- Đo cách điện giữa các pha, giữa các pha với tiếp địa. Dùng đồng hồ MegaOhm đo cách điện các pha đạt yêu cầu là $0,5M\Omega/0,5k$.



Hình 3-7.Lắp đặt hoàn chỉnh tủ động lực

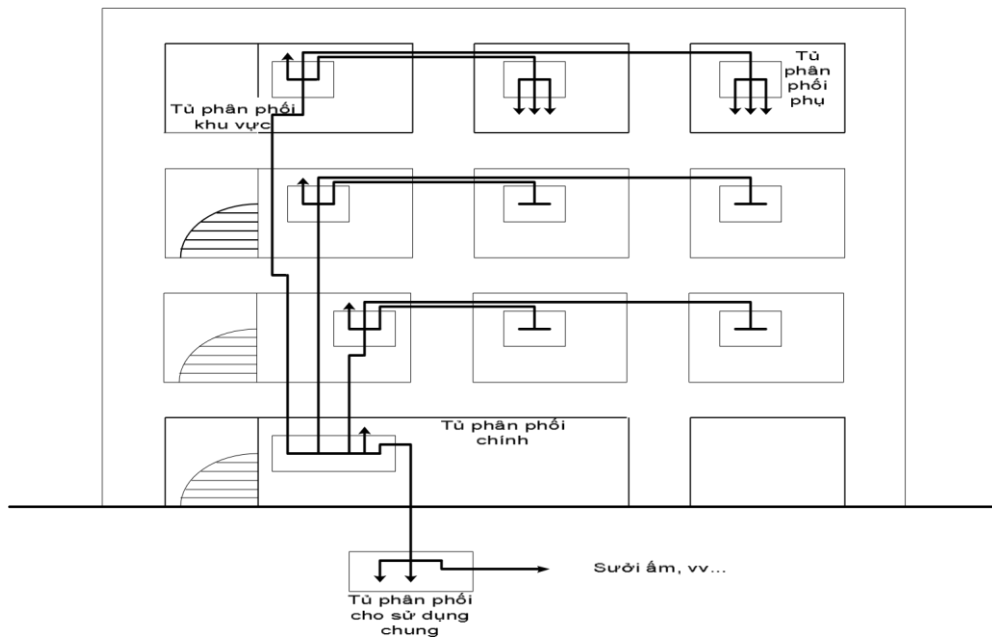
2.2. Lắp đặt tủ phân phối *Mục tiêu:*

- Trình bày được các thành phần cơ bản của tủ phân phối
- Thực hiện lắp đặt được hai loại tủ phân phối đúng kỹ thuật

Tất cả hệ thống điện công nghiệp và dân dụng đều cần được bảo vệ đầy đủ và có thể điều khiển mạch. Tủ phân phối chính là nơi nguồn cung cấp đi vào và được chia ra thành các mạch nhánh, mỗi mạch nhánh được điều khiển và bảo vệ bởi cầu chì hoặc máy cắt. Nói chung nguồn điện được nối vào thanh cái qua một thiết bị đóng cắt chính là CB (Circuit Breaker) hoặc bộ cầu dao, cầu chì. Các mạch riêng lẻ thường được nhóm lại theo chức năng: Động lực, chiếu sáng, sưởi ấm (hoặc làm lạnh) ...được nuôi từ các thanh cái. Một số mạch được mắc thẳng vào tủ phân phối khu vực nơi diễn ra sự phân chia nhánh. Ở những mạng hạ áp lớn đôi khi cần có tủ phân phối phụ, do đó ta có 3 mức phân phối.

Hiện tại người ta thường dùng các tủ phân phối có vỏ là kim loại hoặc nhựa tổng hợp, nhằm để:

- Bảo vệ người tránh bị điện giật.
- Bảo vệ máy cắt, đồng hồ chỉ thị, rơ le, cầu chì, chống va đập cơ học, rung và những tác động ngoại lai ảnh hưởng tới hoạt động của hệ như: Nhiễu, bẩn, bụi, ẩm,..



Hình 3-8. Vị trí lắp đặt các loại tủ phân phối ở một nhà cao tầng.

***) Các loại tủ phân phối**

Các tủ phân phối hoặc một tập hợp các thiết bị đóng cắt hạ thế sẽ khác nhau theo loại ứng dụng và nguyên tắc thiết kế (đặc biệt theo sự bố trí của thanh cái), được phân loại dựa theo yêu cầu của tải. Các loại tủ phân phối chính tiêu biểu là:

- + Tủ phân phối chính.
- + Tủ phân phối khu vực.
- + Tủ phân phối phụ.
- + Tủ điều khiển công nghệ hay tủ chức năng. Ví dụ như tủ điều khiển động cơ, tủ điều khiển sưởi ấm...

Các tủ khu vực và tủ phụ nằm rải rác ở khắp lưới điện. Các tủ điều khiển công nghệ có thể nằm gần tủ phân phối chính hoặc gần với dây chuyền công nghệ được kiểm soát.

***) Các thành phần cơ bản của tủ phân phối**

Tùy theo chức năng, yêu cầu cần bảo vệ của tải mà tủ phân phối có các thành phần sau:

- + Vỏ tủ điều khiển và phân phối.
- + Đầu kết nối: Cầu dao tự động (CB) đầu vào.
- + Bảo vệ chống sét: Bộ bảo vệ chống sét.
- + Bảo vệ quá dòng và cách ly: Cầu chì ống, CB, ELCB.

+ Điều khiển từ xa: bộ định thời...`+

Quản lý năng lượng.

Tủ cần đặt ở độ cao với tới được từ 1÷1,8m. Độ cao 1,3m giành cho người tàn tật và lớn tuổi.

Cách thực hiện hai loại tủ phân phối Người ta phân biệt:

- Tủ phân phối thông dụng trong đó công tắc và cầu chì được gắn vào một khung nằm bên trong.
- Tủ phân phối chức năng cho những ứng dụng đặc thù.

Các tủ phân phối thông dụng

CB và cầu chì thường nằm trên một giàn khung lui về phía sau của tủ. Các thiết bị hiển thị và điều khiển: Đồng hồ đo, đèn, nút ấn... được lắp ở mặt trước hoặc hông của tủ. Việc đặt các dụng cụ bên trong tủ cần được nghiên cứu cẩn thận có xét đến kích thước của mỗi vật, các chỗ đầu nối và khoảng trống cần thiết đảm bảo hoạt động an toàn và thuận lợi. Để dự đoán tổng diện tích cần thiết có thể nhân tổng diện tích các thiết bị với 2,5.

Các tủ phân phối chức năng

Tủ này giành cho các chức năng đặc biệt và sử dụng các mô đun chức năng bao gồm máy cắt và các thiết bị cùng các phụ kiện để lắp đặt và đầu nối. Ví dụ như các đơn vị điều khiển động cơ dạng ô kéo bao gồm công tắc tơ, cầu chì, cầu dao, nút nhấn, đèn báo...Thiết kế các tủ loại này thường không tốn thời gian, vì chỉ cần cộng một số mô đun cần thiết cùng với khoảng trống để thêm vào sau này nếu cần. Dùng các bộ phân tiền chế để lắp tủ được dễ dàng hơn.

Các kỹ thuật lắp ráp tủ phân phối chức năng:

- Các đơn vị chức năng cố định: Tủ bao gồm nhiều đơn vị chức năng cố định như: Khởi động từ và các rơ le liên quan tùy theo chức năng. Các đơn vị này không thích hợp cho việc cô lập thanh cái. Do đó bất kỳ một sự can thiệp nào để bảo trợ, sửa chữa, thay đổi...đều phải cắt điện toàn tủ. Sử dụng các đơn vị tháo lắp được để giảm tối thiểu thời gian cắt điện.

- Các đơn vị chức năng có thể cô lập: Mỗi đơn vị chức năng được đặt trên một panel tháo lắp được, có kèm theo thiết bị cô lập phía đầu vào (thanh cái) và ngắt điện phía lộ ra. Một đơn vị như vậy có thể rút ra để bảo trì mà không cần ngắt điện toàn bộ.

- Các đơn vị chức năng dạng ngăn kéo: Máy cắt và phụ kiện được lắp trên một khung dạng ô kéo nằm ngang rút ra được. Chức năng này phức tạp và thường được dùng để điều khiển động cơ. Cách ly được cả phía vào và phía ra bằng các ô kéo.



Hình 3-10. Hình ảnh của một tủ điều khiển

2.2.4. Gá lắp đặt thiết bị

Theo đúng bản vẽ thiết kế, và tủ đã gia công đảm bảo chắc chắn.
Theo trình tự các bước sau:

Bước 1: Vạch dấu

Bước 2: Gá thiết bị vào vị trí đã vạch dấu

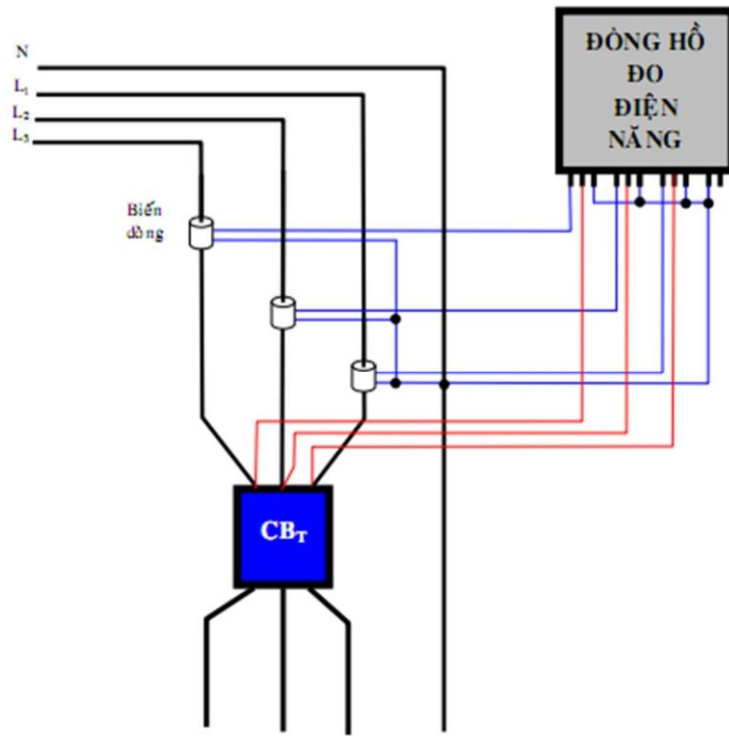
Bước 3: Kiểm tra độ chắc chắn của các vị trí thiết bị đã được bố trí trên tủ, đảm bảo về khoảng cách nhất định tránh chạm chập.

2.2.5. Đấu nối thiết bị

Thực hiện đấu nối theo các sơ đồ đã có như: sơ đồ nguyên lý, sơ đồ đi dây...

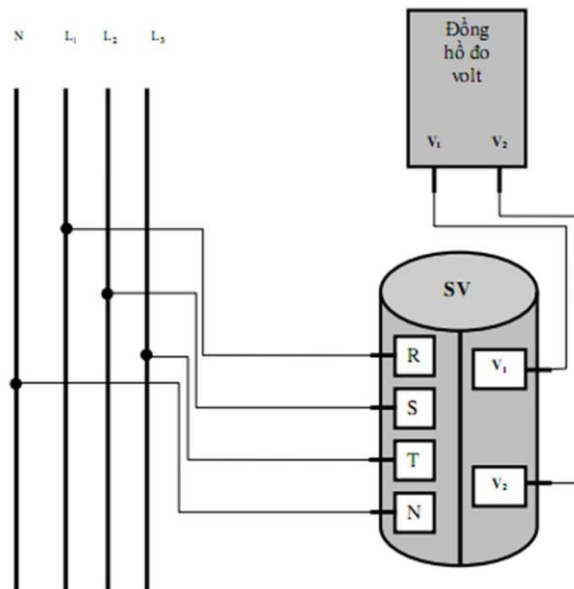
Ví dụ một số sơ đồ lắp trong tủ điều khiển:

+ Lắp đồng đo điện năng



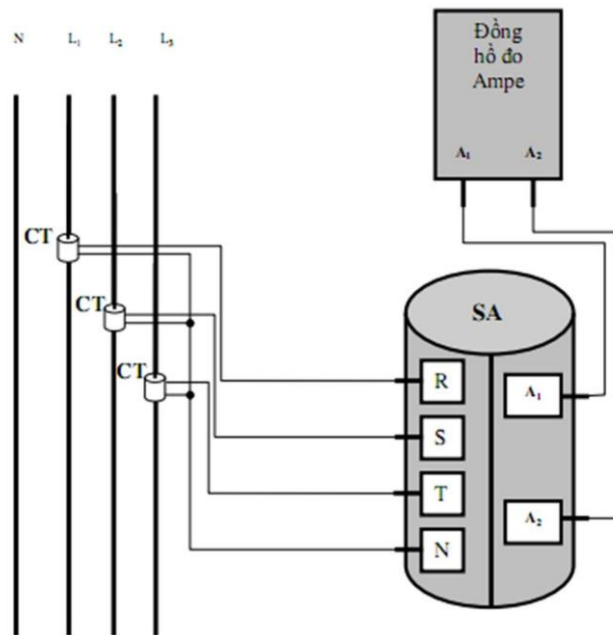
Hình 3-11. Sơ đồ gá lắp công tơ điện

+ Lắp đồng hồ đo điện áp qua công tắc chuyển mạch



Hình 3-12. Sơ đồ nối dây công tắc chuyển mạch

+ Lắp đồng hồ đo dòng điện qua công tắc chuyển mạch



Hình 3-13.Sơ đồ nối dây công tắc chuyển mạch

2.2.6. Kiểm tra vận hành

Sau khi hoàn thành đấu dây, ta cần sử dụng đồng hồ vạn năng, đồng hồ Megaôm để kiểm tra lại hệ thống trước khi cấp nguồn. Lúc này, cần để tủ điện làm việc không tải để phát hiện các lỗi trước khi đấu tải.

Ta tiến hành kiểm tra các mục sau:

- Kiểm tra không điện: Thực hiện kiểm tra về mặt ngoại quan, đo đạt các thông số yêu cầu theo các tiêu chuẩn IEC, TCVN,... để đảm bảo tủ điện an toàn trước khi cấp điện.
- Kiểm tra mang điện: cấp nguồn cho chạy tải, đo đạt các thông số khi có nguồn đảm bảo đúng yêu cầu
- Kiểm tra thiết bị đóng cắt đã đấu đúng sơ đồ nguyên lý chưa.
- Kiểm tra độ chặt của các điểm đấu nối cơ khí và điện, các điểm kết nối cần đánh dấu bằng bút dấu.
- Kiểm tra nhãn mác thiết bị.
- Kiểm tra và loại bỏ các dụng cụ còn để trong tủ điện.
- Đo cách điện giữa các pha, giữa các pha với tiếp địa. Dùng đồng hồ MegaOhm đo cách điện các pha đạt yêu cầu là $0,5M\Omega / 0,5k$.

BÀI 4. LẮP ĐẶT HỆ THỐNG NỐI ĐẤT VÀ CHỐNG SÉT

Giới thiệu:

Đất nước ta đang trong quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa mạnh mẽ. Đi cùng với nó là các công trình phục vụ cho công nghiệp và dân dụng ngày càng nhiều, song song với các công trình đó là các công trình điện.

Các công điện ngày càng phức tạp hơn và có chiều thiết bị điện quan trọng đòi hỏi người công nhân lắp đặt cũng như vận hành các công trình điện phải có trình độ tay nghề cao, nắm vững các kiến thức và kỹ năng lắp đặt các hệ thống điện.

Nội dung môn học này nhằm trang bị cho học viên những kiến thức cơ bản và cần thiết về lắp đặt các hệ thống điện nhằm ứng dụng có hiệu quả trong ngành nghề của mình.

Mục tiêu:

- Trình bày được các khái niệm, công dụng của nối đất và chống sét trong hệ thống điện công nghiệp.
- Tính toán các hệ thống nối đất và chống sét theo yêu cầu kỹ thuật.
- Thực hiện được lắp đặt hệ thống nối đất và chống sét cho một phân xưởng theo yêu cầu kỹ thuật.
- Rèn luyện tính cẩn thận, tỉ mỉ, chính xác, tư duy sáng tạo và an toàn.

1. Khái niệm về nối đất và chống sét trong hệ thống điện công nghiệp

Mục tiêu:

Trình bày được khái niệm về nối đất, chống sét trong hệ thống điện công nghiệp

1.1. Khái niệm về nối đất

Nối đất và nối dây trung hòa thực hiện chức năng bảo vệ cho người khỏi bị điện giật, nghĩa là bảo đảm cho thiết bị điện hay các dụng cụ điện làm việc bình thường.

Nối đất và nối dây trung hòa chỉ là một trong những biện pháp bảo vệ an toàn về điện. Ngoài hai phương pháp kể trên người ta còn có một số cách khác: cân bằng điện tích, dùng điện áp thấp, cách điện và thường xuyên kiểm tra cách điện, cắt điện tự động, biến áp phân chia, rào chắn bảo vệ, và các biện pháp khác.

Nối đất và nối dây trung hòa là những biện pháp bảo vệ chủ yếu. Nối đất là tạo nên giữa vỏ máy cần bảo vệ và đất một mạch điện an toàn với điện trở đủ nhỏ để khi điện rò do cách điện hỏng, dòng điện sẽ đi qua vỏ máy xuống đất, còn nếu có người chạm phải vỏ máy, dòng điện đi qua người sẽ nhỏ nhất không gây nguy hiểm cho người. Xong đôi khi dòng điện chập khá lớn, nên dòng điện qua người trong trường hợp này có thể gây nguy hiểm. Vì vậy người ta còn áp dụng các biện pháp đặc biệt khác để tránh khỏi sự nguy hiểm đó, thí dụ dùng biện pháp cân bằng điện thế tại vùng dòng điện chập đi qua.

Nối đất và nối dây trung hòa là tạo nên một mạch điện an toàn giữa tất cả vỏ máy hay kết cấu bằng kim loại với dây trung hòa nối đất của máy biến áp qua một dây dẫn bảo vệ đặc biệt gọi là dây trung hòa, dây trung hòa còn có thể nối đất lặp lại. Chính nhờ biện pháp này tất cả các dòng điện rò ra vỏ đều trở thành dòng ngắn mạch, chúng được chuyển qua dây bảo vệ, dây trung hòa làm cắt cầu chì hay cắt tự động đoạn sự cố được bảo vệ.

1.2. Khái niệm về chống sét

Sét là sự phóng điện trong khí quyển giữa đám mây và đất, hay giữa các đám mây mang điện khác dấu. Trước khi có sự phóng điện của sét đó có sự phân chia và tích lũy rất mạnh điện tích trong các đám mây giông do tác dụng của các luồng không khí nóng bốc lên và hơi nước ngưng tụ trong các đám mây. Các đám mây mang điện là do kết quả của sự phân tích các điện tích trái dấu và tập trung chúng trong các phần tử khác nhau của đám mây.

Phần dưới của đám mây giông thường tích điện tích âm. Các đám mây cùng với đất hình thành các tụ điện mây đất. Ở phần trên đám mây thường tích lũy điện tích dương. Cường độ điện trường của tụ điện mây – đất tăng dần lên và nếu tại chỗ nào đó cường độ đạt tới trị số giới hạn 25-30 kV/cm thì không khí bị ion hóa và bắt đầu trở nên dẫn điện. Sự phóng điện của sét chia làm ba giai đoạn:

Phóng điện giữa đám mây và đất được bắt đầu bằng sự xuất hiện một dòng sáng chuyển xuống đất, chuyển động từng đợt với tốc độ $100 \div 1000$ km/gy. Dòng này mang phần lớn điện tích của đám mây, tạo nên ở đầu cực của nó một điện thế rất cao hàng triệu vôn. Giai đoạn này gọi là giai đoạn phóng điện tiên đạo từng bậc.

Khi dòng tiên đạo vừa mới phát triển đến đất hay các vật dẫn điện nối đến đất thì giai đoạn thứ hai bắt đầu, đó là giai đoạn phóng điện chủ yếu của sét. Trong giai đoạn này, các điện tích dương của đất di chuyển có hướng từ đất theo dòng tiên đạo với tốc độ lớn ($6 \cdot 10^4 \div 10^5$ km/gy) chạy lên và trung hòa các điện tích âm của dòng tiên đạo.

Sự phóng điện chủ yếu được đặc trưng bởi dòng điện lớn qua chỗ sét đánh gọi là dòng điện sét và sự lóe sáng mãnh liệt của dòng điện phóng. Không khí trong dòng phóng được nung nóng đến nhiệt độ khoảng 10.000°C và giãn nở rất nhanh tạo thành dòng điện âm thanh. Ở giai đoạn thứ ba của sét sẽ kết thúc sự di chuyển các điện tích của mây và từ đó bắt đầu phóng điện, và sự lóe sáng dần dần biến mất.

Bảo vệ chống sét cho nhiều đối tượng khác nhau cũng khác nhau: Bảo vệ chống sét đánh trực tiếp đối với trạm biến áp, bảo vệ chống sét đường dây tải điện, bảo vệ chống sét từ đường dây truyền vào trạm, bảo vệ chống sét cho các công trình. Những nguyên tắc bảo vệ thiết bị nhờ cột thu sét còn gọi là cột thu lôi đó hầu như không thay đổi từ những năm 1750 khi B. Franklin kiến nghị thực hiện bằng một cột cao có đỉnh nhọn bằng kim loại được nối đến hệ thống nối đất. Trong quá trình thực hiện người ta đã đưa đến những kiến thức khá chính xác về hướng đánh trực tiếp của sét, về bảo vệ cột thu sét và thực hiện hệ thống nối đất (còn gọi là hệ thống tiếp đất).

Khi có một đám mây tích điện tích âm đi qua đỉnh của một cột thu lôi có chiều cao đối với mặt đất và có điện thế của đất xem như bằng không. Nhờ cảm ứng tĩnh điện thì đỉnh của cột thu lôi sẽ nạp một điện tích dương. Do đỉnh cột thu lôi nhọn nên cường độ điện trường trong vùng này khá lớn. Điều này sẽ dễ tạo nên một kênh phóng điện từ đầu cột thu lôi đến đám mây tích điện tích âm, do vậy sẽ có dòng điện phóng từ đám mây xuống đất. Khoảng không gian gần cột thu lôi mà vật được bảo vệ đặt trong đó, rất ít có khả năng bị sét đánh gọi là vùng hay phạm vi bảo vệ của cột thu lôi.

2. Lắp đặt hệ thống nối đất

Mục tiêu:

Trình bày và thực hiện được các bước lắp đặt hệ thống nối đất

2.1. Nối đất tự nhiên bao gồm

1. Các đường ống nước, các đường ống bằng kim loại trừ các đường ống dẫn khí đốt hóa lỏng cũng như những đường dẫn khí đốt và các khí dễ cháy dễ nổ.
2. Các ống chôn sâu trong đất của giếng khoan.
3. Kết cấu kim loại và bê tông cốt thép nằm dưới đất của các nhà ở và công trình xây dựng
4. Các đường ống kim loại của công trình thủy lợi.
5. Vỏ chì của các đường cáp chôn trong đất.

Khi xây dựng trang bị nối đất cần phải tận dụng các vật liệu tự nhiên sẵn có. Điện trở nối đất này được xác định bằng cách đo thực tế tại chỗ hay dựa theo các tài liệu để tính.

2.2. Nối đất nhân tạo

Thường sử dụng các cọc thép tròn, thanh thép dẹp hình chữ nhật hay hình thép góc dài từ 2 ÷ 3m đóng sâu vào đất sao cho đầu trên của chúng cách mặt đất khoảng 0,5 ÷ 0,7. Các loại nối đất nhân tạo:

1. Các cọc thép tròn hoặc thép góc, thép ống đóng thẳng đứng xuống đất.
2. Các thanh thép dẹp, thép tròn đặt nằm ngang trong đất.

Kích thước tối thiểu các điện cực nối đất (các cọc, ống, thanh) cho trong (bảng 4-1)

Bảng 4-1. Kích thước nhỏ nhất của các cọc thép nối đất và dây nối đất.

Tên gọi cực nối đất	Trong nhà	Thiết bị đặt ngoài trời	Trong đất
Day dẫn tròn, đường kính, mm	5	6	
Thanh dẫn hình chữ nhật Tiết diện, mm ²	24	48	
Bề dày, mm ²	3	4	

Thép góc, bề dày của cạnh, mm	2	2,5	4
Thép ống, bề dày của ống, mm	2,5	2,5	3,5

Đối với mạng điện áp dưới 1000V, điện trở nối đất tại mọi thời điểm trong năm không được vượt quá 4 Ω . Riêng đối với các thiết bị nhỏ, công suất tổng của máy phát điện và máy biến áp không quá 100kVA thì cho phép đến 10 Ω .

Nối đất lặp lại của dây trung tính trong mạng 380/220V phải có điện trở không được quá 10 Ω .

Đối với thiết bị điện áp cao hơn 1000V có dòng điện chạm đất nhỏ và các thiết bị có điện áp đến 100V nên sử dụng nối đất tự nhiên sẵn có.

Đối với đường dây tải điện trên không, cần nối đất các cột bê tông cốt thép và cột sắt của tất cả các đường dây tải điện 35kV, còn các đường dây 3-20kV chỉ cần nối đất ở khu vực có dân cư.

Trên các đường dây ba pha bốn dây 380/220V có điểm trung tính trực tiếp nối đất, các cột sắt, xà sắt của cột bê tông cốt thép cần phải được bố trí nối với dây trung tính.

Trong các mạng điện có điện áp dưới 1000V, có điểm trung tính cách điện, các cột sắt và bê tông cốt thép cần có điện trở nối đất không quá 50 Ω .

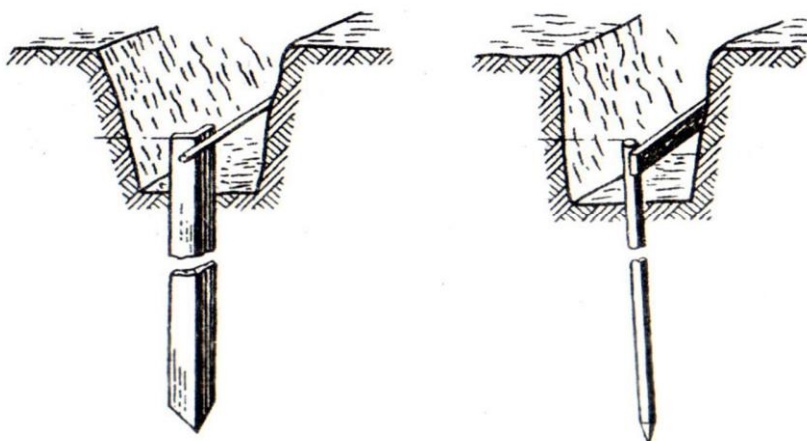
2.3. Lắp đặt điện cực nối đất

Thiết bị nối đất thẳng đứng.

Thiết bị tiếp đất có thể làm bằng thép với các kích thước sau:

- Hình tròn, đường kính 10mm, nếu cọc tròn tráng kẽm thì có thể giảm xuống còn 6cm;
- Hình chữ nhật tiết diện 48mm², dày 4mm.
- Thép góc thành dày 4 mm.
- Thép dạng ống, thành ống dày 3,5 mm (hình 4-1).

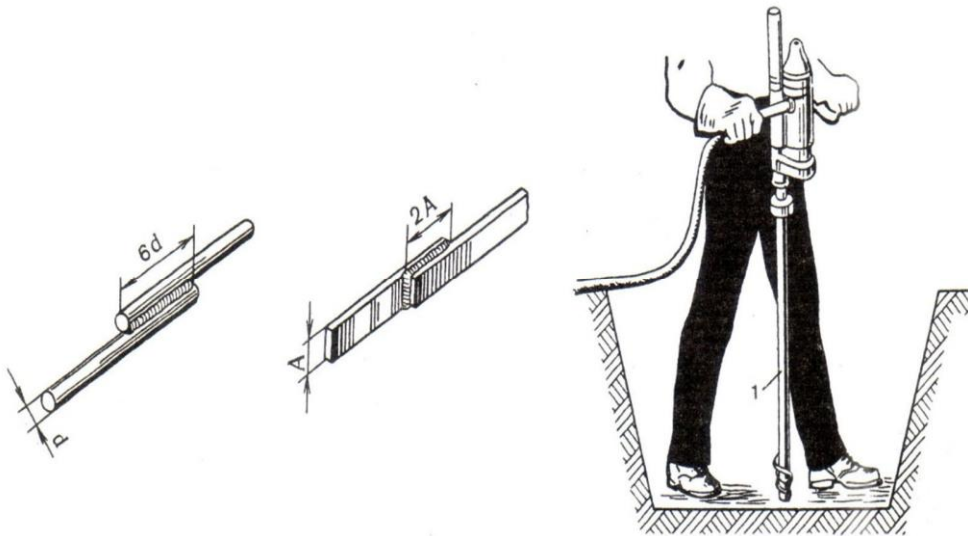
Tất cả các thanh dẫn dài 2 ÷ 3m.



Hình 4-1. Cấu tạo của thiết bị tiếp đất.

Trước khi đóng điện cực xuống đất, tất cả các điện cực đều phải cạo sạch sơn, gỉ, dầu mỡ... Nếu môi trường đóng có tính xâm thực cao, thì tiết diện điện cực có thể tăng lên hay bề mặt của nó được tráng kẽm.

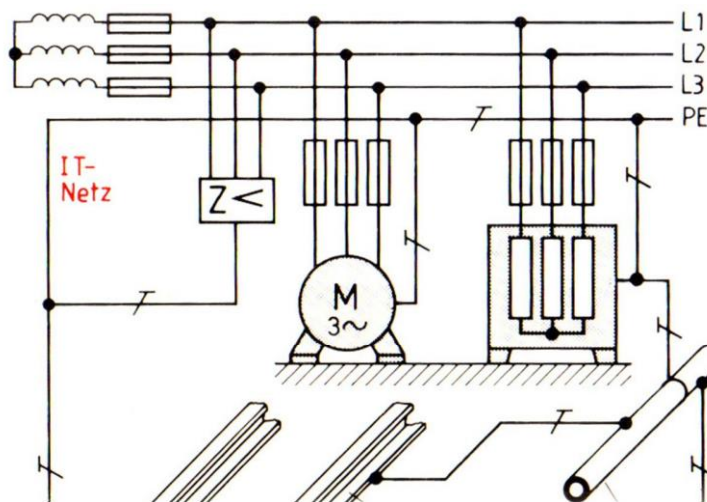
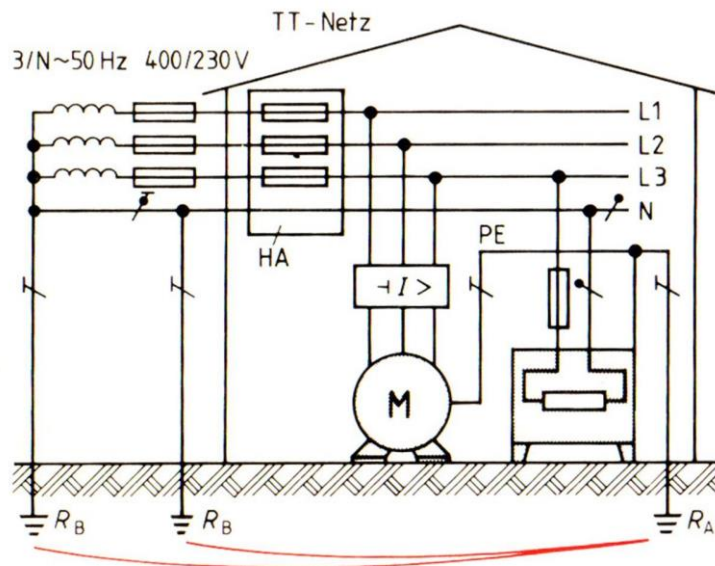
Để đóng các thiết bị tiếp đất, trước hết người ta đào một đường rãnh sâu $500 \div 700\text{mm}$ và đóng ép hay đóng xoắn các điện cực xuống đáy rãnh. Để làm việc đó người ta thường dùng búa tạ, máy ép rung, máy ép thủy lực hay bằng các máy khoan chuyên dùng. Đầu điện cực thò lên trên rãnh đào khoảng $100 \div 200\text{mm}$. Các điện cực ngang được đặt trực tiếp trên đáy rãnh, nếu các điện cực bằng thép dẹt thì người ta đặt nó theo chiều dẹt áp với thành rãnh.



Hình 4-2. Nối các thiết bị tiếp đất nằm ngang và đóng điện cực tiếp đất thẳng đứng.

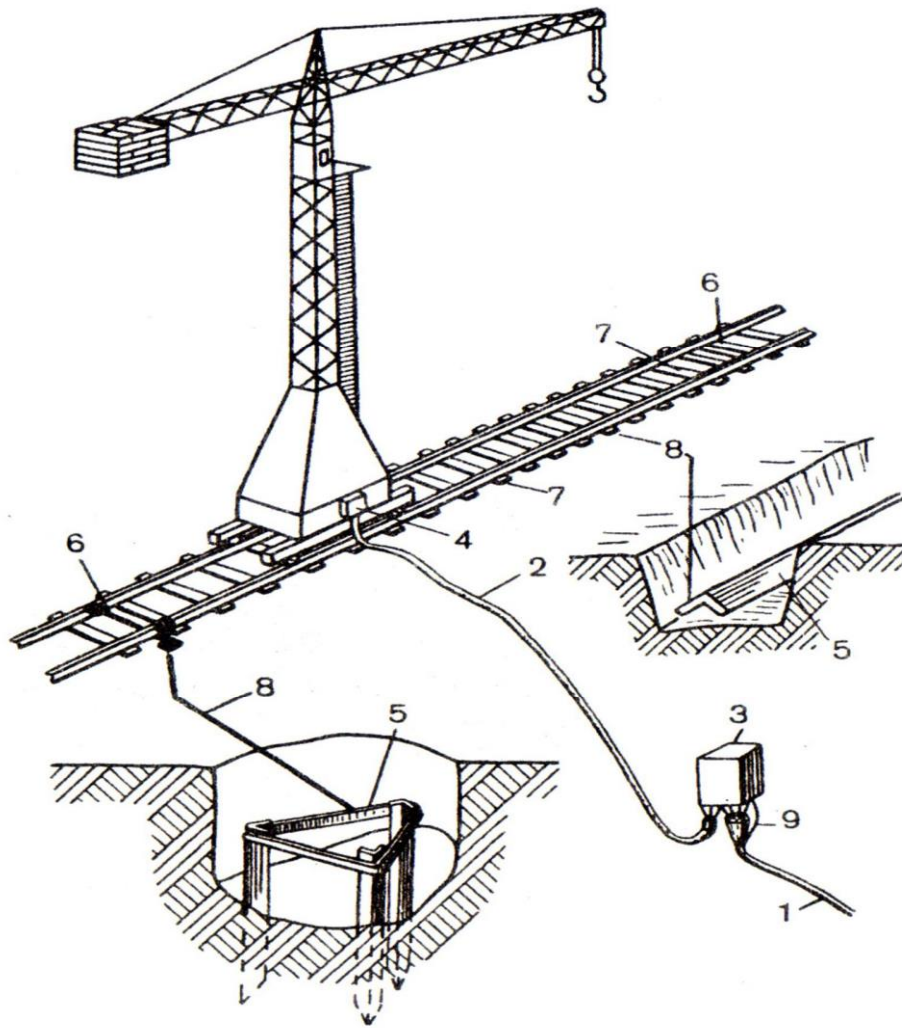
Dây nối đất chung đấu với thiết bị tiếp đất ở hai điểm. Việc nối các thiết bị nối đất, các đường dây tiếp đất chính và mạng nối đất bên trong thường thực hiện bằng cách hàn điện và phải bảo đảm tiếp xúc điện tốt nhất. Chất lượng mối hàn phải kiểm tra kỹ trước khi lấp đất và độ bền của chúng có thể dùng búa nặng gần 1 kg gõ nhẹ vào mối hàn. Cho phép dùng mối nối bu lông, nếu như không làm giảm tiếp xúc điện.

Một số ví dụ về nối đất



Hình 4-3. Hình ảnh minh họa nối đất

a)



b)

Hình 4-4. Nối đất mạng TT

a. Mạng IT

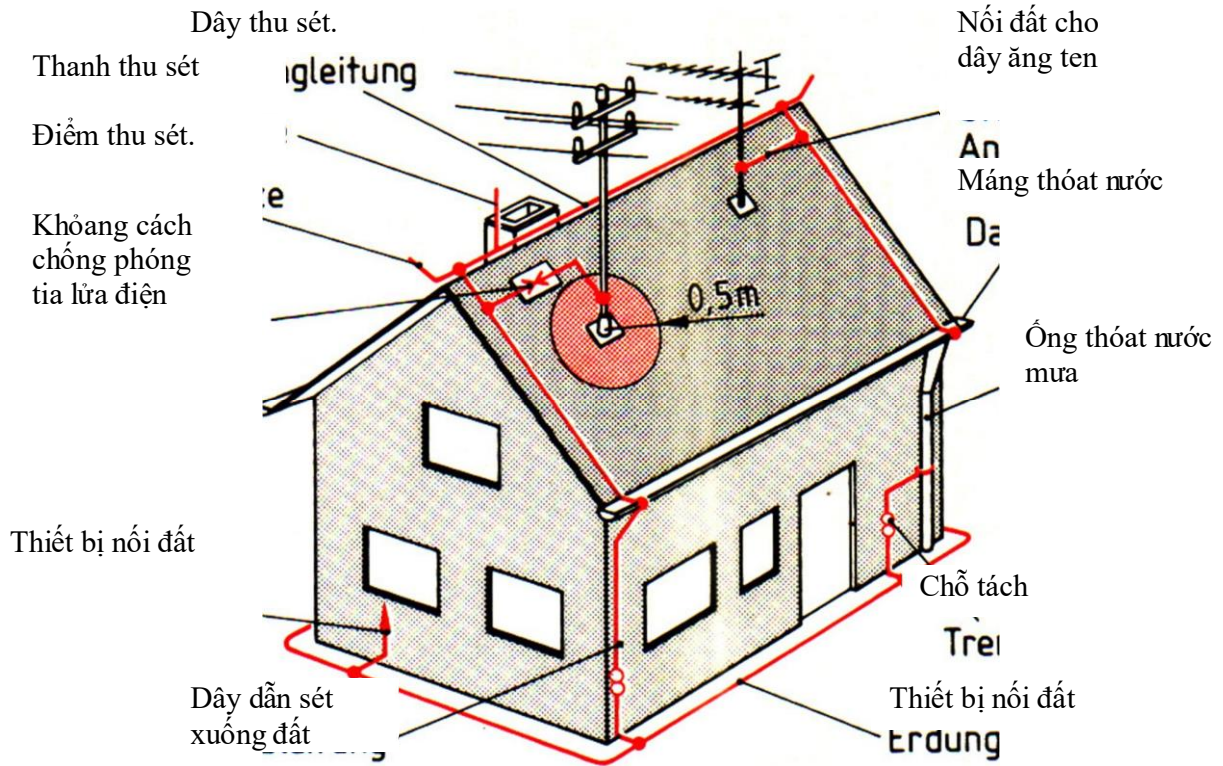
b. Nối đất dây trung hoà cho cần cầu tháp

3. Lắp đặt hệ thống chống sét *Mục tiêu:*

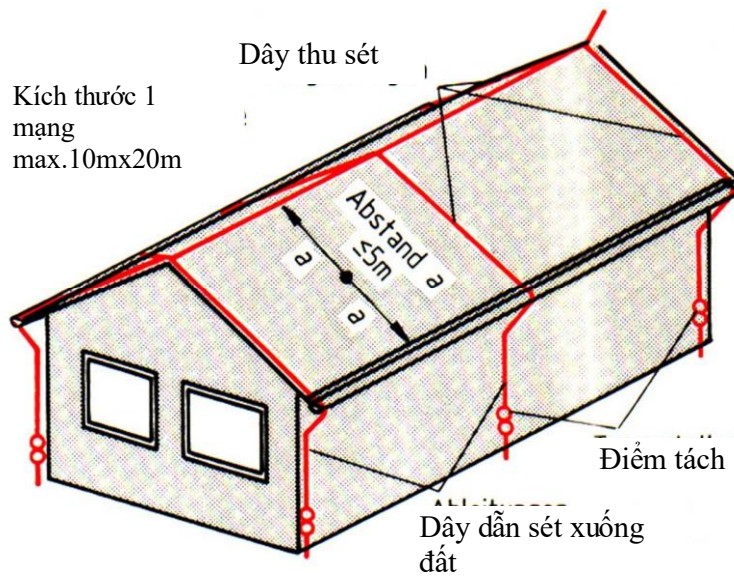
Trình bày và thực hiện được các bước lắp đặt hệ thống chống sét

Hệ thống bảo vệ chống sét cơ bản gồm: Một bộ phận thu đón bắt sét đặt trong không trung, được nối xuống một dây dẫn đưa xuống, đầu kia của dây dẫn lại nối đến mạng lưới nằm trong đất còn gọi là hệ thống nối đất. Hệ thống bảo vệ được đặt ở vị trí nhằm đạt được yêu cầu bảo vệ trước sự tấn công đột ngột, trực tiếp của sét. Vai trò của bộ phận đón bắt sét nằm trong không trung rất quan trọng và sẽ trở thành điểm đánh thích ứng nhất của sét. Dây dẫn nối từ bộ phận đón bắt sét hay còn gọi là đầu thu từ trên đưa xuống có nhiệm vụ đưa dòng sét xuống hệ thống kim loại nằm trong đất và tỏa nhanh vào lòng đất. Như vậy hệ thống lưới này dùng để khuếch tán năng lượng của sét vào trong đất.

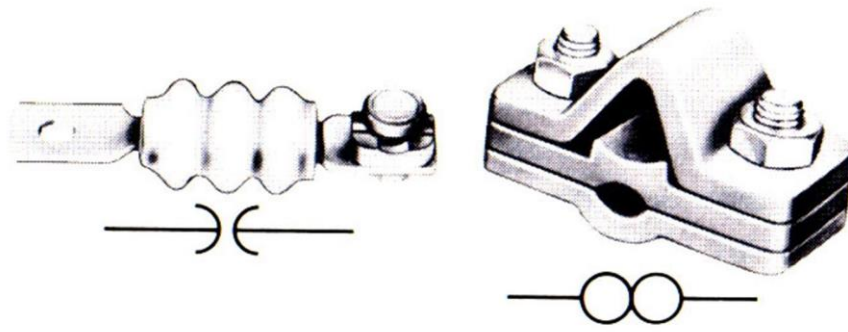
Một số cách lắp dây chống sét.



Hình 4-5. Sử dụng thiết bị chống sét.



Hình 4-6. Sử dụng dây thu sét trong mạng.



a)

b)

Hình 4-7. Thiết bị chống sét (a) và điểm tách (b).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Trung Tâm Việt - Đức, *Tài liệu giảng dạy Kỹ thuật lắp đặt điện*, Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.Hồ Chí Minh.
- [2] Phan Đăng Khải, *Giáo trình kỹ thuật lắp đặt điện*, NXB Giáo dục 2002.
- [3] *Technical Drawing for Electrical Engineering 1 Basic Course* .
- [4] *Technical Drawing for Electrical Engineering 1 Basic Course (workbook*
- [5] Ngọc Thạch, hướng dẫn thực hành lắp đặt điện, Đại học quốc gia Tp. Hồ Chí Minh, 1998
- [6] TS. Phan Đăng Khải , *Giáo trình lắp đặt điện*, Nhà xuất bản Giáo dục, 1999
- [7] Schneider Electric, hướng dẫn thiết kế lắp đặt điện, NXB khoa học và kỹ thuật, 2001
- [8] Nguyễn Xuân Phú , *Vật liệu điện*, NXB Khoa Học và Kỹ Thuật, 1998.
- [9] *Kỹ Thuật Điện - Đặng Văn Đào*, NXB Giáo Dục, 1999.
- [10] Đặng Văn Đà, *Cung cấp điện* , NXB Khoa học và Kỹ thuật, 1998.
- [11] K.B. Raina, s.k.bhattacharya (Phạm Văn Niên dịch), *Thiết kế điện và dự toán giá thành* , NXB Khoa và Học Kỹ Thuật, 1996.
- [12] Đỗ Xuân Khôi , *Tính toán phân tích hệ thống điện*, NXB Khoa học và Kỹ thuật , 2001.