

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI



ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

Thiết kế hệ thống cung cấp điện cho chung cư S1.09 Vinhomes Ocean Park

***Ngành Kỹ thuật điện
Chuyên ngành Thiết bị điện***

Giảng viên hướng dẫn: TS. Triệu Việt Linh
Sinh viên thực hiện: Phạm Trung Hiếu
MSSV: 20173878
Bộ môn: Thiết bị điện- Điện tử
Trường: Điện- Điện tử

Chữ ký của GVHD

HÀ NỘI, 2023

NHIỆM VỤ
THIẾT KẾ TỐT NGHIỆP

Họ và tên SV: Phạm Trung Hiếu

Khoá: K62.....Trường Điện-điện tử.

Ngành học: Điện công nghiệp và dân dụng

1. Đầu đề thiết kế tốt nghiệp:

Thiết kế cung cấp điện cho chung cư S1.09 Vinhomes Ocean Park

2. Các số liệu ban đầu:

Bản vẽ CAD mặt bằng xây dựng

3. Nội dung các phần thuyết minh và tính toán:

- Tính toán phụ tải điện
- Tính chọn máy biến áp, máy phát điện, phương án cấp điện, cải thiện hệ số công suất
- Tính toán ngắn mạch
- Tính toán dây dẫn/cáp và thiết bị điện
- Tính toán hệ thống bảo vệ chống sét và nối đất an toàn

4. Các bản vẽ và đồ thị: 4 Bản vẽ

5. Ngày nộp quyền: 4/8/2023

BCN KHOA ĐIỆN

CÁN BỘ HƯỚNG DẪN

Triệu Việt Linh

Lời cảm ơn

Hiện nay đất nước ta đang trong quá trình công nghiệp hóa – hiện đại hóa gắn liền với xây dựng nền kinh tế thị trường định hướng xã hội chủ nghĩa. Do đó, rất nhiều ngành đang phát triển mạnh mẽ như xây dựng, công nghiệp, dịch vụ,... Việc xây dựng các tòa nhà cao tầng là điều hết sức cần thiết vì nó giúp tiết kiệm diện tích, tạo nhiều không gian hơn cho việc sinh sống, làm việc, vui chơi. Chính vì thế, em càng nhận ra rằng vai trò của bản đồ án tốt nghiệp này thực sự là quan trọng trong và sau khi ra trường đi làm.

Em xin cảm ơn các thầy, cô giáo tại trường Điện – Điện tử, bộ môn Thiết bị điện – điện tử, đã giảng dạy và truyền cảm hứng học tập cho em. Em xin chúc bộ môn sẽ ngày càng phát triển và lớn mạnh

Em đặc biệt cảm ơn thầy giáo TS Triệu Việt Linh, thầy đã tận tình chỉ bảo, hướng dẫn em trong suốt một thời gian dài làm đồ án tốt nghiệp. Em xin chúc thầy và gia đình luôn mạnh khỏe, hạnh phúc và thành công với sự nghiệp trồng người.

Bản báo cáo tốt nghiệp em viết dựa trên những kiến thức em học được trong thời gian học tập tại trường, tham khảo từ thầy cô, các bạn, sách tham khảo, mạng internet. Mặc dù đã rất cố gắng song do thời gian có hạn và trình độ hạn chế nên bản báo cáo khó tránh khỏi những thiếu sót, rất mong thầy cô, các anh chị và các bạn góp ý để em hoàn thiện hơn.

Nội dung

DANH MỤC BẢNG BIỂU	7
DANH MỤC HÌNH ẢNH.....	9
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ DỰ ÁN	10
CHƯƠNG 2. Tổng quan về hệ thống cung cấp điện	11
2.1 <i>Khái niệm</i>	11
2.1.1 <i>Các nhà máy điện.....</i>	11
2.1.2 <i>Lưới truyền tải.....</i>	11
2.1.3 <i>Lưới phân phối</i>	11
2.1.4 <i>Phụ tải điện</i>	11
2.2 <i>Đặc điểm của các hộ tiêu thụ điện.....</i>	11
2.2.1 <i>Hộ loại 1</i>	11
2.2.2 <i>Hộ loại 2</i>	12
2.2.3 <i>Hộ loại 3</i>	12
2.3 <i>Những yêu cầu khi thiết kế cung cấp điện</i>	12
CHƯƠNG 3. TỔNG QUAN VỀ CHIẾU SÁNG.....	14
3.1 <i>Khái niệm và các đại lượng đo ánh sáng.....</i>	14
3.1.1 <i>Khái niệm.....</i>	14
3.1.2 <i>Các đại lượng đo ánh sáng.....</i>	14
3.1.3 <i>Yêu cầu chung với hệ thống chiếu sáng</i>	14
3.1.4 <i>Các hình thức chiếu sáng</i>	15
3.2 <i>Các phương pháp tính toán chiếu sáng</i>	16
3.2.1 <i>Phương pháp tính gần đúng</i>	16
3.2.2 <i>Phương pháp quang thông tổng.....</i>	16
3.3 <i>Tính toán chiếu sáng cho tòa nhà.....</i>	16
3.3.1 <i>Tính toán chiếu sáng cho các căn hộ.....</i>	16
CHƯƠNG 4. TÍNH TOÁN PHỤ TẢI.....	21
4.1 <i>Đặt vấn đề</i>	21
4.2 <i>Các đại lượng thường gặp</i>	21
4.2.1 <i>Công suất định mức.....</i>	21

4.2.2	<i>Phụ tải cực đại, phụ tải đỉnh nhọn.....</i>	22
4.2.3	<i>Phụ tải tính toán.....</i>	23
4.2.4	<i>Hệ số phụ tải.....</i>	23
4.2.5	<i>Hệ số cực đại.....</i>	23
4.2.6	<i>Hệ số nhu cầu.....</i>	24
4.2.7	<i>Số thiết bị hiệu quả.....</i>	24
4.2.8	<i>Hệ số sử dụng lớn nhất.....</i>	25
4.2.9	<i>Hệ số đồng thời.....</i>	25
4.3	<i>Các phương pháp xác định phụ tải tính toán.....</i>	25
4.3.1	<i>Các phương pháp xác định phụ tải tính toán theo công suất đặt và hệ số nhu cầu.....</i>	25
4.3.2	<i>Phương pháp xác định phụ tải tính toán theo suất tiêu hao điện năng cho một đơn vị sản phẩm.....</i>	27
4.3.3	<i>Phương pháp xác định phụ tải tính toán theo hệ số cực đại k_{max} và công suất trung bình.....</i>	27
4.3.4	<i>Phương pháp xác định phụ tải tính toán theo hệ số sử dụng lớn nhất, hệ số đồng thời và công suất của thiết bị.....</i>	28
4.4	<i>Tính toán phụ tải động lực công trình.....</i>	29
4.4.1	<i>Thang máy.....</i>	29
4.4.2	<i>Tính toán công suất máy bơm.....</i>	31
4.4.3	<i>Tính toán công suất quạt cấp gió, hút khói, tăng áp.....</i>	32
4.5	<i>Tính toán phụ tải điện tử điện công cộng công trình.....</i>	33
4.5.1	<i>Tính toán phụ tải điện tử điện TĐ-H1.....</i>	33
4.5.2	<i>Tính toán phụ tải điện tử điện ĐB-T1.....</i>	35
4.5.3	<i>Tính toán phụ tải điện tử điện DB-T5, tương tự cho tủ điện TĐ-10, TĐ-15, TĐ-20, TĐ-25.....</i>	36
4.5.4	<i>Tính toán phụ tải điện tử điện DB-TM.....</i>	39
4.5.1	<i>Tính toán phụ tải điện tử điện DB-ĐN.....</i>	40
4.5.2	<i>Xác định phụ tải tính toán các tủ điện khác.....</i>	41
4.5.3	<i>Xác định phụ tải tính toán nhóm căn hộ.....</i>	41
4.5.4	<i>Tổng công suất khối căn hộ và phân chia phụ tải tủ điện tầng căn hộ ..</i>	45

4.5.5	Tổng công suất khối căn hộ, phụ tải công cộng và phụ tải PCC	47
4.5.6	Tính toán dung lượng tụ bù	54
CHƯƠNG 5. TÍNH TOÁN THIẾT BỊ MẠNG HẠ ÁP CHO TÒA NHÀ.....		56
5.1	Sơ đồ nguyên lý cung cấp điện:.....	56
5.2	Tính toán lựa chọn dây dẫn.....	57
5.2.1	Trình tự tính toán chọn dây dẫn.....	57
5.3	Tính toán lựa chọn dây dẫn, thanh dẫn cho phụ tải tòa nhà	63
5.4	Tính toán ngắn mạch phía hạ áp.	67
5.5	Tính toán sụt áp hệ thống điện tòa nhà.....	73
5.6	Lựa chọn thiết bị đóng cắt trong tòa nhà.....	79
5.6.1	Tính toán lựa chọn ACB cho đầu vào, đầu ra tủ MSB.....	79
5.7	Tính toán lựa chọn thiết bị đóng cắt khối phụ tải căn hộ.	82
5.8	Tính toán lựa chọn thiết bị đóng cắt khối phụ tải công cộng.	87
CHƯƠNG 6. BẢO VỆ NỔ ĐẤT VÀ CHỐNG SÉT		92
6.1	An toàn điện.....	92
6.1.1	Các khái niệm cơ bản về an toàn điện	92
6.1.2	Các biện pháp an toàn.....	92
6.1.3	Lựa chọn sơ đồ nối đất, tính toán nối đất bảo vệ	95
6.2	TÍNH TOÁN THIẾT KẾ HỆ THỐNG CHỐNG SÉT VÀ TẢN DÒNG SÉT	97
6.2.1	Định nghĩa	97
6.2.2	Các hậu quả của sét.	98
6.2.3	Các kiểu thu sét	98
6.2.4	Tính toán lựa chọn thiết bị chống sét cho tòa nhà.....	98
6.2.5	Nguyên tắc tính toán vùng bảo vệ của đầu thu ESE	98
6.2.6	Chọn đầu thu sét và các phụ kiện	99
6.2.7	Tính toán nối đất chống sét	101
Tài liệu tham khảo		103

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 1. Tổng hợp số lượng căn hộ điển hình	17
Bảng 2. Tổng hợp công suất chiếu sáng	20
Bảng 3. Hệ số sử dụng một số loại tải	28
Bảng 4. Hệ số đồng thời trong chung cư	29
Bảng 5. Hệ số đồng thời cho tủ phân phối	29
Bảng 6. Hệ số Ks theo chức năng của mạch	29
Bảng 7. Hệ số yêu cầu của nhóm phụ tải thang máy, với nhà ở	30
Bảng 8. Hệ số yêu cầu cho thang máy	31
Bảng 9. Hệ số yêu cầu của nhóm phụ tải bơm nước, thông gió	31
Bảng 10. Công suất các loại bơm trong tòa nhà	32
Bảng 11. Thông số quạt gió	33
Bảng 12. Phụ tải chiếu sáng tủ điện công cộng tầng hầm	34
Bảng 13. Phụ tải ổ cắm và thông gió tủ điện công cộng tầng hầm	34
Bảng 14. Phụ tải chiếu sáng tủ điện công cộng tầng 1	35
Bảng 15. Phụ tải ổ cắm và thông gió tủ điện công cộng tầng 1	36
Bảng 16. Phụ tải chiếu sáng tủ điện công cộng tầng 5	38
Bảng 17. Phụ tải ổ cắm và thông gió tủ điện công cộng tầng 5	39
Bảng 18. Phụ tải chiếu sáng tủ điện công cộng tầng mái	40
Bảng 19. Phụ tải ổ cắm, bơm tăng áp tủ điện công cộng tầng mái	40
Bảng 20. Tủ điện nhẹ	41
Bảng 21. Các tủ điện khác trong tòa nhà	41
Bảng 22. Bảng phân loại căn hộ	42
Bảng 23. Tính toán phụ tải căn hộ loại 1(1PN+1WC)	43
Bảng 24. Tính toán phụ tải căn hộ loại 1(2PN+2WC)	44
Bảng 25. Tính toán phụ tải căn hộ loại 1(3PN+2WC)	45
Bảng 26. Tổng công suất của căn hộ điển hình tầng 3-tầng 27	46
Bảng 27. Tổng công suất phụ tải tủ điện thương mại tầng 1	47
Bảng 28. Tổng công suất phụ tải tủ điện tầng 2	47
Bảng 29. Tổng công suất của phụ tải thương mại và căn hộ tầng 1 đến 27	48
Bảng 30. Tổng công suất phụ tải công cộng	50
Bảng 31. Tổng công suất phụ tải phòng cháy chữa cháy	50

Bảng 32.Công suất tính toán tủ điện tổng tòa nhà tủ điện MSB	51
Bảng 33. Thông số kỹ thuật tủ tụ bù	55
Bảng 34. Vật tư tủ tụ bù.....	55
Bảng 35. Bảng chọn dây các tủ điện trong tòa nhà.....	67
Bảng 36.Thông số chung các thiết bị tính toán ngắn mạch.....	69
Bảng 37.Thông số máy cắt ACB 1.....	80
Bảng 38.Kiểm tra lại điều kiện chọn ACB 1	80
Bảng 39.Thông số máy cắt ACB 2.....	81
Bảng 40.Kiểm tra lại điều kiện chọn ACB 2	81
Bảng 41.Thông số MCCB 1.....	81
Bảng 42.Kiểm tra lại điều kiện chọn MCCB 1	82
Bảng 43.Thông số MCCB tủ DB-1	82
Bảng 44.Kiểm tra lại điều kiện chọn MCCB tủ DB-1	82
Bảng 45.Thông số MCCB tủ DB-2.....	83
Bảng 46.Kiểm tra lại điều kiện chọn MCCB tủ DB-2	83
Bảng 47.Giá trị của thiết bị đóng cắt tủ điện tầng căn hộ	83
Bảng 48.Thông số MCB tủ điện căn hộ 1PN+1WC	84
Bảng 49.Kiểm tra lại điều kiện chọn MCB tủ điện căn hộ 1PN+1WC	84
Bảng 50.Thông số MCB tủ điện căn hộ 2PN+2WC	84
Bảng 51.Kiểm tra lại điều kiện chọn MCB tủ điện căn hộ 2PN+2WC	85
Bảng 52.Thông số MCB tủ điện căn hộ 3PN+2WC	85
Bảng 53.Kiểm tra lại điều kiện chọn MCB tủ điện căn hộ 3PN+2WC	85
Bảng 54.Thông số MCB line chiếu sáng điển hình.	86
Bảng 55.Kiểm tra lại điều kiện chọn MCB line chiếu sáng điển hình.....	86
Bảng 56.Thông số MCB line ổ cắm khác khu vực bếp.....	86
Bảng 57.Kiểm tra lại điều kiện chọn MCB line ổ cắm khác khu vực bếp.	87
Bảng 58.Thông số MCB line ổ cắm khu vực bếp.	87
Bảng 59.Kiểm tra lại điều kiện chọn MCB line ổ cắm khu vực bếp.	87
Bảng 60.Thông số MCCB tủ điện TĐ-BCC.....	88
Bảng 61.Kiểm tra lại điều kiện chọn MCCB tủ TĐ-BCC.....	88
Bảng 62.Thông số MCCB tủ điện TĐ-HK1	89
Bảng 63.Kiểm tra lại điều kiện chọn MCCB tủ TĐ-HK1	89
Bảng 64.Thông số MCCB tủ điện TĐ-H1.....	89

Bảng 65.Kiểm tra lại điều kiện chọn MCCB tủ TĐ-H1.....	89
Bảng 66.bảng chọn thiết bị đóng cắt của tủ điện MDB cấp nguồn cho các phụ tải khác .	90

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 1. Đặc tính kỹ thuật máy biến áp 3P 4000kVA.....	52
Hình 2.Máy phát điện Cumins 200 KVA	53
Hình 3. Thông số kỹ thuật máy phát điện Cumins 200KVA	53
Hình 4.Hệ số hiệu chỉnh theo một số nhiệt độ môi trường(K1).	58
Hình 5. Hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ đất (K2)	59
Hình 6.Hệ số hiệu chỉnh theo tính chất của đất	59
Hình 7.Hệ số suy giảm đối với nhóm có nhiều mạch hoặc nhiều cáp đa lõi	60
Hình 8. Phương pháp lắp đặt dây dẫn	60
Hình 9.Phương pháp lắp đặt dây dẫn	61
Hình 10. Quy tắc chọn dây PE.....	62
Hình 11.Khả năng mang dòng của cáp đồng theo phương thức lắp đặt (TCVN 9207:2012).	62
Hình 12.Bảng tính ngắn mạch khối căn hộ.....	72
Hình 13.Bảng tính ngắn mạch khối công cộng và PCCC	73
Hình 14.Độ sụt điện áp cho phép của hệ thống điện(TCVN:9207)	73
Hình 15.Bảng tra hệ số sụt áp của cáp điện.....	74
Hình 16.Bảng tra hệ số sụt áp của Busway.	75
Hình 17.Sơ đồ nối đất kiểu TT.....	93
Hình 18.Sơ đồ nối đất kiểu TN-C	94
Hình 19.Sơ đồ nối đất kiểu TN-S.....	94
Hình 20.Sơ đồ nối đất TN-CS.....	95
Hình 21.Sơ đồ nối đất kiểu IT.....	95
Hình 22. Các phụ kiện đi kèm hệ thống chống sét.....	101

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ DỰ ÁN

Tên dự án: Chung cư S1.09 Vinhomes Ocean Park.

- Vị trí: Tòa S1.09 nằm trên đường Đại Dương 1 kéo dài, Gia Lâm, Hà Nội
- Chủ đầu tư: Tập đoàn Vingroup

Tòa S1.09 nằm gần với cả 2 trục giao thông chính của khu đô thị Vinhomes Ocean Park là đường Hải Đăng và Biển Hồ, nên kết nối giao thông nội – ngoại khu tương đối tiện lợi.

Tòa S1.09 nằm tại trung tâm phân khu The Sapphire 1 Vinhomes Ocean Park. Đây là 1 trong 3 tòa căn hộ đẳng cấp & đáng sống nhất tại The Sapphire 1, bởi nằm vừa gần hồ trái cát trắng 24.5 ha, chỉ mất chưa đầy 5 phút đi bộ, vừa hội tụ nhiều tiện ích độc đáo: vườn ánh sáng, bể bơi ngoài trời hình “cá voi xanh” và vừa sở hữu tầm nhìn toàn cảnh cả hồ Ngọc Trai & khu biệt thự San Hô

- Diện tích mặt sàn 1 tầng: 1312,5m²
- Chiều cao: 27 tầng

Tầng 1 – 2: Shophouse

Tầng 3 – 27: Căn hộ

Tầng hầm: 1 tầng

- Tổng số căn hộ: 550 căn hộ

Mật độ căn hộ: 22 căn hộ/mặt sàn

Loại hình căn hộ: studio, 1PN, 1PN+1, 2PN+1, 3PN

- Thang máy: 4 thang thường + 1 thang hàng

CHƯƠNG 2. Tổng quan về hệ thống cung cấp điện

2.1 Khái niệm

Hệ thống cung cấp điện bao gồm những thành phần sau:

- Các nhà máy điện
- Lưới truyền tải
- Lưới phân phối
- Phụ tải điện

2.1.1 Các nhà máy điện

- Các nhà máy sản xuất điện năng từ các nguồn năng lượng khác nhau (dầu, than đá, nhiệt, năng lượng hạt nhân...), các nhà máy điện kết nối với nhau nhờ lưới hệ thống (500kV).
- Các trạm biến áp: Các nhà máy điện kết nối với hệ thống truyền tải qua các máy biến áp tăng áp

2.1.2 Lưới truyền tải

- Lưới truyền tải chuyển điện năng đi xa từ trạm trung gian khu vực đến trạm địa phương 110-220kV

2.1.3 Lưới phân phối

- Giảm cấp điện áp xuống điện áp cơ bản của lưới phân phối;
- Hệ thống phân phối điện năng từ lưới phân phối qua các máy biến áp phân phối. Điện áp khoảng 6-35 KV;
- Máy biến áp phân phối chuyển đổi điện áp xuống điện áp sử dụng và chuyển tới khách hàng sử dụng điện qua lưới hạ áp (220-380V).

2.1.4 Phụ tải điện

- Là các hộ tiêu thụ điện/ trực tiếp dùng điện.

2.2 Đặc điểm của các hộ tiêu thụ điện

Hộ tiêu thụ điện là một đơn vị quan trọng của hệ thống cung cấp điện. Tùy theo mức độ quan trọng của hộ tiêu thụ mà hộ tiêu thụ điện được chia làm 3 loại.

2.2.1 Hộ loại 1

- Là hộ tiêu thụ điện mà khi ngừng cung cấp sẽ dẫn đến nguy hiểm đối với tính mạng con người, gây thiệt hại lớn về kinh tế (hư hỏng máy móc, thiết bị, gây ra hàng loạt phế phẩm,...), ảnh hưởng lớn đến chính trị, quốc phòng,...

- Có thể lấy ví dụ về hộ tiêu thụ điện loại 1: Nhà máy hóa chất, sân bay, bến cảng, lò luyện thép, văn phòng chính phủ, phòng mổ bệnh viện....
- Đối với hộ tiêu thụ loại 1 ít nhất phải có 2 nguồn điện độc lập hoặc phải có nguồn dự phòng nóng.

2.2.2 Hộ loại 2

- Là hộ tiêu thụ điện mà khi bị ngừng cung cấp điện sẽ gây ra thiệt hại lớn về kinh tế như hư hỏng một đèn phân máy móc thiết bị, gây ra phế phẩm, ngưng trệ sản xuất.
- Ví dụ về hộ tiêu thụ loại 2: Nhà máy cơ khí, nhà máy thực phẩm, khách sạn lớn, trạm bơm...
- Cung cấp điện cho hộ tiêu thụ loại 2 thường có thêm nguồn dự phòng. Vấn đề ở đây là phải so sánh giữa vốn đầu tư nguồn dự phòng và hiệu quả kinh tế đem lại do không bị ngừng cung cấp điện.

2.2.3 Hộ loại 3

- Là những hộ tiêu thụ điện còn lại như khu dân cư, trường học, phân xưởng, nhà kho của các nhà máy,...

2.3 Những yêu cầu khi thiết kế cung cấp điện

Mục tiêu cơ bản của nhiệm vụ thiết kế cung cấp điện là đảm bảo cho hộ tiêu thụ có đủ lượng điện năng yêu cầu với chất lượng tốt. Có thể nêu ra một số yêu cầu chính sau đây:

- **Độ tin cậy cung cấp điện:** Độ tin cậy cung cấp điện tùy thuộc vào hộ tiêu thụ loại nào, trong điều kiện cho phép người ta cố gắng chọn phương án cung cấp điện có độ tin cậy càng cao càng tốt
- **Chất lượng điện:** Chất lượng điện được đánh giá bằng hai chỉ số tần số và điện áp. Trong đó, chỉ tiêu tần số do cơ quan điều khiển hệ thống điện điều chỉnh. Chỉ có những hộ tiêu thụ lớn (hàng chục MW trở lên) mới phải quan tâm đến chế độ vận hành của mình sao cho hợp lý để góp phần ổn định tần số của hệ thống điện.

Vì vậy người thiết kế cung cấp điện thường chỉ phải quan tâm đảm bảo chất lượng điện áp cho khách hàng. Nói chung điện áp ở lưới trung áp và hạ áp cho phép dao động quanh giá trị $\pm 5\%$ điện áp định mức. Đối với những phụ tải có yêu cầu về chất lượng điện áp như nhà máy hóa chất, điện tử, cơ khí chính xác,... điện áp chỉ cho phép dao động trong khoảng $\pm 2.5\%$.

- **An toàn cung cấp điện:** Hệ thống cung cấp điện phải được vận hành an toàn đối với người và thiết bị điện. Muốn đạt được điều đó người thiết kế phải chọn sơ đồ cung cấp điện hợp lý, rõ ràng, mạch lạc để tránh được nhầm lẫn trong quá trình vận hành. Các thiết bị điện phải được chọn đúng chủng loại, đúng công suất. Công tác

xây dựng, lắp đặt hệ thống cung cấp điện ảnh hưởng lớn đến độ an toàn cung cấp điện

Cuối cùng việc vận hành quản lý hệ thống điện có vai trò đặc biệt quan trọng. Người sử dụng phải tuyệt đối chấp hành những quy định về an toàn sử dụng điện

- **Kinh tế:** Khi đánh giá so sánh các phương án cung cấp điện, chỉ tiêu kinh tế chỉ được xét đến khi các tiêu chuẩn kỹ thuật nêu trên đã được thỏa mãn

Chỉ tiêu kinh tế được đánh giá qua: tổng số vốn đầu tư, chi phí vận hành và thời gian thu hồi vốn đầu tư

Việc đánh giá chỉ tiêu kinh tế phải thông qua tính toán và so sánh tỉ mỉ giữa các phương án từ đó mới có thể đưa ra được phương án tối ưu

CHƯƠNG 3. TỔNG QUAN VỀ CHIẾU SÁNG

3.1 Khái niệm và các đại lượng đo ánh sáng

3.1.1 Khái niệm

- Sóng điện từ là hiện tượng lan truyền theo đường thẳng của điện trường và từ trường. Mọi sóng điện từ đều tuân theo các đại lượng vật lý, cụ thể là các định luật truyền sóng, các định luật phản xạ khúc xạ, những ảnh hưởng của sóng khác nhau rõ rệt tùy theo năng lượng được truyền, nghĩa là tùy theo bước sóng.
- Ánh sáng là một loại sóng điện từ mà mắt người có thể cảm nhận được trực tiếp. Ánh sáng có bước sóng nằm trong khoảng 380nm – 780nm.

3.1.2 Các đại lượng đo ánh sáng

3.1.2.1. Cường độ ánh sáng(I)

- Cường độ ánh sáng được đo bằng đơn vị nền, viết tắt là cd (từ chữ candela). Là một đơn vị đặc trưng cho khả năng phát quang của ánh sáng.
- Candela là cường độ sáng theo một phương đã cho của nguồn phát một bức xạ đơn sắc có tần số là 540.10^{12}Hz ($\lambda = 555\text{nm}$) và cường độ theo phương này là 1/683 W/Sr.

3.1.2.2. Quang thông(F)

- Đại lượng đo quang cơ bản là quang thông. Lumen là là quang thông do nguồn phát ra trong một góc đặc bằng một steradian.
- Quang thông là đặc tính của nguồn sáng, đơn vị đo là Lumen (lm).

3.1.2.3. Độ rọi(E)

- Độ rọi là đặc tính của mặt nhận ánh sáng từ nguồn sáng chiếu tới, đơn vị đo lux (lx). Ta có quan hệ:

$$E = \frac{dF}{dS} \text{ (lm/m}^2\text{)} \quad \text{PT 3.1}$$

- Như vậy một mặt phẳng có diện tích $S = 1\text{m}^2$ nhận được một quang thông $F = 1 \text{ lm}$ sẽ có độ rọi $E = 1 \text{ lx}$.

3.1.3 Yêu cầu chung với hệ thống chiếu sáng

Trong thiết kế chiếu sáng, vấn đề quan trọng nhất phải quan tâm là đáp ứng yêu cầu về độ rọi và yêu cầu và hiệu quả của chiếu sáng đối với thị giác. Ngoài độ rọi, hiệu quả của chiếu sáng còn phụ thuộc quang thông, màu sắc ánh sáng, sự lựa chọn hợp lý chao chụp

đèn, sự bố trí chiếu sáng vừa đảm bảo tính kinh tế kỹ thuật và mỹ quan hoàn cảnh. Thiết kế chiếu sáng phải đảm bảo các yêu cầu sau:

- **Không bị lóa mắt:** Cường độ ánh sáng mạnh sẽ làm cho mắt có cảm giác lóa, thần kinh bị căng thẳng, thị giác sẽ mất chính xác.
- **Không lóa do phản xạ:** Ở một số vật công tác có các tia phản xạ cũng khá mạnh và trực tiếp do đó khi bố trí đèn cần phải chú ý tránh hiện tượng này.
- **Không có bóng tối:** Bóng tối chỉ có một số trường hợp cần như trong rạp xiếc, diễn kịch... còn ở nơi sản xuất sinh hoạt không nên có bóng tối mà phải là ánh sáng đều để có thể quan sát được toàn bộ khu vực.
- **Phải có độ rọi đồng đều:** Phải có độ rọi đồng đều để khi quan sát từ nơi này qua nơi khác mắt không phải điều tiết quá nhiều, gây hiện tượng mỏi mắt.
- **Phải tạo ra được ánh sáng giống ánh sáng ban ngày:** Điều này giúp mắt nhận xét, đánh giá sự vật chính xác

3.1.4 Các hình thức chiếu sáng

3.1.4.1. Chiếu sáng chung

Chiếu sáng chung là hình thức chiếu sáng tạo độ rọi đồng đều trên toàn bộ diện tích của khu vực cần chiếu sáng. Trong hình thức chiếu sáng này thông thường các bóng đèn được treo cao trên trần nhà theo một quy luật nào đó. Chiếu sáng chung được sử dụng phổ biến ở những nơi mà yêu cầu không đòi hỏi mắt phải làm việc quá căng thẳng như ở hành lang, lối đi...

3.1.4.2. Chiếu sáng cục bộ

Ở những nơi cần quan sát chính xác tỉ mỉ, phân biệt các chi tiết thì cần có độ rọi cao mới làm việc được. Muốn vậy phải dùng phương pháp chiếu sáng cục bộ nghĩa là đặt đèn vào gần nơi quan sát.

3.1.4.3. Chiếu sáng hỗn hợp

Chiếu sáng hỗn hợp là hình thức chiếu sáng bao gồm chiếu sáng chung với chiếu sáng cục bộ.

3.1.4.4. Chiếu sáng làm việc và chiếu sáng sự cố

Ngoài hệ thống chiếu sáng làm việc, phải đặt thêm hệ thống chiếu sáng sự cố. Hệ thống chiếu sáng sự cố phải thiết kế lớn hơn 10% độ rọi của hệ thống chiếu sáng làm việc. Để lúc xảy ra sự cố hỏa hoạn, cháy nổ thì chiếu sáng giúp xác định vị trí thoát hiểm.

3.1.4.5. Chiếu sáng ngoài trời

Chiếu sáng ngoài trời là chiếu sáng các khu vực làm việc ngoài trời như sân bãi, đường đi... Chiếu sáng ngoài trời chịu ảnh hưởng của các yếu tố khí hậu như sương mù, mưa bụi, khói... vì thế khi thiết kế chiếu sáng ngoài trời cần phải chú ý đến các yếu tố này.

3.2 Các phương pháp tính toán chiếu sáng

3.2.1 Phương pháp tính gần đúng

Phương pháp này thích hợp để tính toán chiếu sáng cho các phòng nhỏ hoặc chỉ số, yêu cầu tính toán không cần chính xác lắm.

Phương pháp này khá thích dụng trong khi tính toán và thiết kế sơ bộ. Sử dụng phương pháp này chỉ cần xác định được công suất ánh sáng trên đơn vị diện tích (W/m²) theo từng yêu cầu chiếu sáng khác nhau (tra trong QCVN 09-2013 BXD), sau đó nhân với diện tích cần chiếu sáng là được công suất tổng. Từ công suất tổng có thể xác định số đèn, loại đèn...

3.2.2 Phương pháp quang thông tổng

Xác định diện tích mặt bằng, độ rọi yêu cầu, hệ số suy giảm và các thông số của đèn đèn như quang thông của đèn đèn, hiệu suất của đèn đèn, hệ số có ích. Ta có thể tính được quang thông cần thiết để chiếu sáng mặt bằng. Từ đó chia cho quang thông của một đèn đèn sẽ được số đèn đèn cần thiết.

Công thức tính số đèn:

$$N = \frac{E \cdot S}{F \cdot M \cdot U} \quad PT\ 3.2$$

Trong đó :

- N : số lượng đèn đèn cần lắp;
- E : độ rọi trung bình (Lux);
- F : quang thông của đèn đèn (Lm);
- M : hệ số bảo trì, duy trì tồn hao (%);
- U : hệ số sử dụng (%);
- S : diện tích căn phòng (m²).

3.3 Tính toán chiếu sáng cho tòa nhà

3.3.1 Tính toán chiếu sáng cho các căn hộ

Loại căn hộ	Diện tích xây dựng (m ²)	SL tầng 3-27
STUDIO	35,5	2

1 PN	48,1	8
2PN	62,8	9
3PN	98,5	3

Bảng 1. Tổng hợp số lượng căn hộ điển hình

Phương pháp tính toán:

- Phương pháp xác định quang thông tổng
- Tiêu chuẩn : TCVN 7114-2008(Bảng chỉ tiêu độ rọi, hạn chế chói lóa và chất lượng màu sắc cho các khu vực làm việc và hoạt động.)

Loại đèn sử dụng:

Bóng LED (LED Bulb) A70/12W của Rạng Đông _1200lm

LED Tube (LED dạng ống) T8 120/18W của Rạng Đông _ 2000lm

Bóng LED (LED Bulb) A60/8W của Rạng Đông_ 800lm

Tên phòng	Độ rọi E_{yc} (lux)
Phòng khách	300
Phòng ngủ	100
Phòng bếp	300
Công trình phụ	150
Logia	100

3.3.1.1. Căn hộ loại 2PN

Chi tiết diện tích

Loại CH	Tên phòng	Diện tích (m ²)
2PN	Khách + bếp	18,44
	P.Ngủ 1	15
	P.Ngủ 2	16
	WC1	4

	WC2	4
	LOGIA1	1,5
	LOGIA2	1,5
	Phoi đồ	2,36

➤ **Phòng khách + bếp:**

Phòng khách liền bếp có diện tích $S = 18,44\text{m}^2$

Độ rọi yêu cầu $E_{yc} = 500\text{lux}$

Sử dụng bộ 2 đèn có quang thông $F = 2000\text{lm} - 18\text{W}$

Hệ số bảo trì, duy trì tổn hao $M = 0,9$

Hệ số sử dụng $U = 0,7$

Thay vào công thức ta có:

$$N = \frac{E * S}{M * U * F} = \frac{500 * 18,44}{0,9 * 0,7 * 2000} = 7,3(\text{Đèn})$$

Ta chọn $N = 8$ đèn.

➤ **Phòng ngủ 1**

Phòng ngủ 1 có diện tích $S = 15\text{m}^2$

Độ rọi yêu cầu $E_{yc} = 100\text{lux}$

Sử dụng đèn có quang thông $F = 2000\text{lm} - 18\text{W}$

Hệ số bảo trì, duy trì tổn hao $M = 0,9$

Hệ số sử dụng $U = 0,7$

Thay vào công thức (PT 3.2) ta có :

$$N = \frac{E * S}{M * U * F} = \frac{100 * 15}{0,9 * 0,7 * 2000} = 1,2(\text{Đèn})$$

Ta chọn $N = 2$ đèn.

➤ **Phòng ngủ 2**

Phòng ngủ 1 có diện tích $S = 16\text{m}^2$

Độ rọi yêu cầu $E_{yc} = 100\text{lux}$

Sử dụng đèn có quang thông $F = 2000\text{lm} - 18\text{W}$

Hệ số bảo trì, duy trì tổn hao $M = 0,9$

Hệ số sử dụng $U = 0,7$

Thay vào công thức (PT 3.2) ta có :

$$N = \frac{E * S}{M * U * F} = \frac{100 * 16}{0,9 * 0,7 * 2000} = 1,3(\text{Đèn})$$

Ta chọn N = 2 đèn.

➤ **WC 1, WC 2**

WC có diện tích S = 4m²

Độ rọi yêu cầu E_{yc}= 150lux

Sử dụng đèn có quang thông F = 1200lm -12W

Hệ số bảo trì, duy trì tổn hao M = 0,9

Hệ số sử dụng U = 0,7

Thay vào công thức (PT 3.2) ta có :

$$N = \frac{E * S}{M * U * F} = \frac{150 * 4}{0,9 * 0,7 * 1200} = 0,8(\text{Đèn})$$

Ta chọn N = 1 đèn.

➤ **LOGIA 1, LOGIA 2**

Lôgia có diện tích S = 1.5m²

Độ rọi yêu cầu E_{yc}= 100lux

Sử dụng đèn có quang thông F = 800lm -8W

Hệ số bảo trì, duy trì tổn hao M = 0,9

Hệ số sử dụng U = 0,7

Thay vào công thức (PT 3.2) ta có:

$$N = \frac{E * S}{M * U * F} = \frac{100 * 1.5}{0,9 * 0,7 * 800} = 0,3(\text{Đèn})$$

Ta chọn N = 1 đèn.

➤ **Phơi đồ**

Phơi đồ có diện tích S = 2.36m²

Độ rọi yêu cầu E_{yc}= 100lux

Sử dụng đèn có quang thông F = 800lm -8W

Hệ số bảo trì, duy trì tổn hao M = 0,9

Hệ số sử dụng U = 0,7

Thay vào công thức (PT 3.2) ta có:

$$N = \frac{E * S}{M * U * F} = \frac{100 * 2,36}{0,9 * 0,7 * 800} = 0,5(\text{Đèn})$$

Ta chọn N = 1 đèn.

Tổng kết chiếu sáng căn hộ loại S1-S4

Loại đèn	P đèn (W)	SL	P Tổng (W)
Bóng LED (LED Bulb) A70/12W	12	2	24
LED Tube (LED dạng ống) T8 120/18W	18	20	360
Bóng LED (LED Bulb) A60/8W	8	3	24
Tổng P	408		

Tương tự ta có tổng kết cho các căn hộ còn lại

Loại căn hộ	Tổng công suất chiếu sáng (W)	CS 1 tầng (W)
STUDIO	298	7734
1 PN	356	
2PN	408	
3PN	618	
Tổng công suất cho chiếu sáng		193350

Bảng 2. Tổng hợp công suất chiếu sáng

CHƯƠNG 4. TÍNH TOÁN PHỤ TẢI

4.1 Đặt vấn đề

Khi thiết kế cung cấp điện cho một công trình nào đó thì nhiệm vụ đầu tiên là xác định phụ tải điện của công trình đó. Tùy theo quy mô của công trình mà phụ tải điện phải được xác định theo phụ tải thực tế hoặc còn phải kể đến khả năng phát triển của công trình trong tương lai 5 năm hoặc 10 năm, hoặc lâu hơn nữa. Như vậy xác định phụ tải điện là giải bài toán dự báo phụ tải dài hạn hoặc ngắn hạn.

Dự báo phụ tải ngắn hạn tức là xác định phụ tải của công trình ngay sau khi công trình đi vào vận hành. Phụ tải đó thường được gọi là phụ tải tính toán. Người thiết kế cần biết phụ tải để chọn các thiết bị như: máy biến áp, dây dẫn, các thiết bị đóng cắt, bảo vệ... Để tính các tổn thất điện áp, công suất, để chọn các thiết bị bù. Như vậy phụ tải tính toán là một số liệu quan trọng để thiết kế cung cấp điện.

Nói như vậy phụ tải tính toán là một phụ tải giả thiết lâu dài, không đổi trong suốt quá trình làm việc, gây ra một hiệu ứng phát nhiệt đối với các vật dẫn điện của hệ thống bằng với công suất thực tế gây ra trong suốt quá trình làm việc.

Phụ tải điện phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: công suất và số lượng các máy, chế độ vận hành của chúng, quy trình công nghệ sản xuất, trình độ vận hành của công nhân ... Vì vậy để xác định chính xác phụ tải tính toán là một nhiệm vụ khó khăn nhưng rất quan trọng. Bởi vì nếu phụ tải tính toán được xác định nhỏ hơn phụ tải thực tế thì sẽ làm giảm tuổi thọ của các thiết bị điện, có thể dẫn tới cháy nổ, rất nguy hiểm. Nếu phụ tải tính toán lớn hơn phụ tải thực tế thì sẽ gây ra lãng phí.

Do tính chất quan trọng như vậy nên từ trước đến nay đã có nhiều công trình nghiên cứu và nhiều phương pháp tính toán phụ tải điện. Hiện nay đã có một số phương pháp tính toán hay được sử dụng như sau:

- Phương pháp tính theo hệ số nhu cầu.
- Phương pháp tính theo suất trung bình.
- Phương pháp tính theo suất phụ tải trên một đơn vị diện tích.
- Tính theo suất tiêu hao điện năng cho một đơn vị sản phẩm.
- Phương pháp tính theo hệ số đồng thời và công suất của thiết bị.

4.2 Các đại lượng thường gặp

4.2.1 Công suất định mức

Công suất định mức (P_{dm}) là công suất điện đầu vào của thiết bị dùng điện ứng với điện áp đặt vào thiết bị bằng điện áp định mức.

Công suất đặt được tính như sau:

$$P_d = \frac{P_{dm}}{\eta} \quad \text{PT 4.1}$$

Trong đó:

- P_d : Công suất đặt của động cơ điện, kW;
- P_{dm} : Công suất định mức của động cơ điện, kW;
- η : Hiệu suất định mức của động cơ điện.

(Thông thường $\eta = 0,8 - 0,95$ nên để đơn giản trong thiết kế coi $P_d = P_{dm}$).

1.1.1.1 Phụ tải trung bình

Phụ tải trung bình (P_{tb}) là một đặc trưng tĩnh của phụ tải trong một khoảng thời gian nào đó. Tổng phụ tải trung bình của các thiết bị cho ta căn cứ để đánh giá giới hạn của phụ tải tính toán.

$$P_{tb} = \frac{\Delta P}{t} \quad \text{và} \quad Q_{tb} = \frac{\Delta Q}{t} \quad \text{PT 4.1}$$

Trong đó:

- $\Delta P, \Delta Q$: điện năng tiêu thụ trong khoảng thời gian khảo sát, kW, kVAr;
- t : thời gian khảo sát.

Phụ tải trung bình của nhóm thiết bị được tính theo công thức sau:

$$P_{tb} = \sum_1^n P_i \quad \text{và} \quad Q_{tb} = \sum_1^n Q_i \quad \text{PT 4.2}$$

Phụ tải trung bình thường được xác định với thời gian khảo sát là 1 ca làm việc, một tháng hoặc một năm. Phụ tải trung bình là một số liệu quan trọng để xác định phụ tải tính toán.

4.2.2 *Phụ tải cực đại, phụ tải đỉnh nhọn*

Phụ tải cực đại (P_{max}): là phụ tải trung bình lớn nhất tính trong khoảng thời gian tương đối ngắn (5, 10 hoặc 30 phút) ứng với ca làm việc có phụ tải lớn nhất trong ngày. Đôi khi ta dùng phụ tải cực đại được xác định như trên để làm phụ tải tính toán.

Người ta dùng phụ tải cực đại để tính tổn thất công suất lớn nhất, để chọn các thiết bị điện, chọn dây dẫn và dây cáp theo điều kiện mật độ dòng điện kinh tế...

Phụ tải đỉnh nhọn (P_{dn}): là phụ tải cực đại xuất hiện trong khoảng 1 - 2s.

Phụ tải đỉnh nhọn được dùng để kiểm tra dao động điện áp, điều kiện tự khởi động của động cơ, kiểm tra điều kiện làm việc của cầu chì, tính dòng điện khởi động của rơ le bảo vệ...

Phụ tải đỉnh nhọn thường xảy ra khi động cơ khởi động. Chúng ta không những chỉ quan tâm đến trị số phụ tải đỉnh nhọn mà còn quan tâm đến tần suất xuất hiện của nó. Bởi vì số lần xuất hiện của phụ tải đỉnh nhọn càng tăng thì càng ảnh hưởng tới sự làm việc bình thường của các thiết bị dùng điện khác ở cùng một mạng điện.

4.2.3 Phụ tải tính toán

Phụ tải tính toán là một số liệu rất cơ bản dùng để thiết kế cung cấp điện.

Phụ tải tính toán (P_{tt}): là phụ tải giả thiết lâu dài không đổi, tương đương với phụ tải thực tế (biến đổi) về mặt hiệu ứng nhiệt lớn nhất. Nói một cách khác phụ tải tính toán cũng làm nóng dây dẫn lên tới nhiệt độ lớn nhất do phụ tải thực tế gây ra. Như vậy nếu chọn các thiết bị điện theo phụ tải tính toán thì có thể đảm bảo an toàn (về mặt phát nóng) cho các thiết bị đó trong mọi trạng thái vận hành. Quan hệ giữa phụ tải tính toán và các phụ tải khác được nêu trong bất đẳng thức sau:

$$P_{tb} \leq P_{tt} \leq P_{max} \quad \text{PT 4.3}$$

4.2.4 Hệ số phụ tải

Hệ số phụ tải (k_{pt} - còn gọi là hệ số mang tải): là hệ số giữa công suất thực tế với công suất định mức. Thường ta phải xét hệ số phụ tải trong một khoảng thời gian nào đó.

Vì vậy:

$$k_{pt} = \frac{P_{thucte}}{P_{dm}} = \frac{P_{tb}}{P_{dm}} \quad \text{PT 4.4}$$

Nếu có đồ thị phụ tải thì chúng ta cũng có thể tính hệ số phụ tải theo công thức ở trên. Hệ số phụ tải nói lên mức độ sử dụng, mức độ khai thác thiết bị điện trong thời gian đang xét.

4.2.5 Hệ số cực đại

Hệ số cực đại (k_{max}) là tỷ số giữa phụ tải tính toán và phụ tải trung bình trong khoảng thời gian đang xét.

$$k_{\max} = \frac{P_{tt}}{P_{tb}} \quad \text{PT 4.5}$$

Hệ số cực đại thường được tính ứng với ca làm việc có phụ tải lớn nhất. Hệ số cực đại phụ thuộc vào hệ số thiết bị hiệu quả (n_{hq}), vào hệ số sử dụng (k_{sd}) và các yếu tố khác đặc trưng cho chế độ làm việc của các thiết bị điện trong nhóm.

Công thức để tính k_{\max} rất phức tạp, trong thực tế người ta tính k_{\max} theo đường cong $k_{\max} = f(k_{sd}, n_{hq})$ hoặc bảng tra trong các sổ tay. Hệ số cực đại k_{\max} thường tính cho phụ tải tác dụng.

4.2.6 Hệ số nhu cầu

Hệ số nhu cầu (k_{nc}) là tỷ số giữa phụ tải tính toán với công suất định mức.

$$k_{nc} = \frac{P_{tt}}{P_{dm}} = \frac{P_{tt}}{P_{tb}} \cdot \frac{P_{tb}}{P_{dm}} = k_{\max} \cdot k_{sd} \quad \text{PT 4.6}$$

Cũng như hệ số cực đại, hệ số nhu cầu thường tính cho phụ tải tác dụng. Có khi k_{nc} được tính cho phụ tải phản kháng, nhưng số hiệu này ít được dùng hơn. Trong thực tế hệ số nhu cầu thường do kinh nghiệm vận hành mà tổng kết lại.

4.2.7 Số thiết bị hiệu quả

Số thiết bị hiệu quả (n_{hq}) là số thiết bị giả thiết có cùng công suất và chế độ làm việc, chúng đòi hỏi phụ tải bằng phụ tải tính toán của nhóm phụ tải thực tế (gồm các thiết bị có chế độ làm việc và công suất khác nhau).

Công thức tính n_{hq} như sau:

$$n_{hq} = \frac{(\sum_1^n P_{dmi})^2}{\sum_1^n (P_{dmi})^2} \quad \text{PT 4.7}$$

Khi số thiết bị dùng điện trong nhóm $n > 5$ thì công thức (PT 4.7) khá phiền phức, vì vậy trong thực tế người ta thường tìm n_{hq} theo bảng hoặc đường cong cho trước. Trình tự tính như sau:

Đầu tiên xác định:

- n : số thiết bị trong nhóm;
- n_1 : số thiết bị có công suất không nhỏ hơn một nửa công suất của thiết bị có công suất lớn nhất;
- P và P_1 : tổng công suất ứng với n và n_1 thiết bị trên

Sau đó tính được :

$$n^* = \frac{n_1}{n} \quad \text{và} \quad P^* = \frac{P_1}{P} \quad \text{PT 4.8}$$

Ta xác định được $n_{hq}^* = (n^*, p^*)$

Từ đó xác định

$$n_{hq} = n_{hq}^* \times n \quad \text{PT 4.9}$$

Số thiết bị hiệu quả là một trong những số liệu quan trọng để xác định phụ tải tính toán.

4.2.8 Hệ số sử dụng lớn nhất

Hệ số sử dụng lớn nhất k_u là tỉ số giữa công suất yêu cầu lớn nhất P_{yc} với công suất điện định mức P_{dm} của mỗi thiết bị tiêu thụ điện. Hệ số này cần được áp dụng cho từng phụ tải riêng biệt, nhất là cho các động cơ vì chúng ít khi chạy đầy tải. Hệ số sử dụng nói lên mức độ sử dụng, mức độ khai thác công suất của thiết bị điện trong một chu kỳ làm việc.

$$k_u = \frac{P_{yc}}{P_{dm}} \quad \text{PT 4.10}$$

Hệ số sử dụng là một số liệu quan trọng để tính phụ tải tính toán, thường tra trong sổ tay.

4.2.9 Hệ số đồng thời

Hệ số đồng thời (k_s) được dùng để tính toán công suất của một nhóm thiết bị điện. Hệ số đồng thời k_s của nhóm thiết bị điện là tỉ số giữa công suất tính toán $P_{tt\Sigma}$ của nhóm thiết bị điện với tổng công suất yêu cầu của từng thiết bị điện ΣP_{yci} trong nhóm đó.

$$k_s = \frac{P_{tt\Sigma}}{\Sigma P_{yci}} \quad \text{PT 4.11}$$

4.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán.

4.3.1 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán theo công suất đặt và hệ số nhu cầu.

Công thức tính :

$$P_{tt} = k_{nc} \cdot \sum_{i=1}^n P_{đi} \quad \text{PT 4.12}$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad \text{PT 4.13}$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \frac{P_{tt}}{\cos \varphi} \quad \text{PT 4.14}$$

Một cách gần đúng có thể lấy $P_d = P_{dm}$ do đó:

$$P_{tt} = k_{nc} \cdot \sum_{i=1}^n P_{dmi} \quad \text{PT 4.15}$$

Trong đó:

- P_{di}, P_{dmi} lần lượt là công suất đặt và công suất định mức của thiết bị thứ i (kW);
- P_{tt}, Q_{tt}, S_{tt} lần lượt là công suất tác dụng, công suất phản kháng, công suất biểu kiến tính toán của nhóm thiết bị (kW, kVAr, kVA);
- n là số thiết bị trong nhóm.

Nếu hệ số công suất $\cos \varphi$ của các thiết bị trong nhóm không giống nhau thì phải tính hệ số công suất trung bình theo công thức trung bình sau :

$$\cos \varphi_{tb} = \frac{P_1 \cos \varphi_1 + P_2 \cos \varphi_2 + \dots + P_n \cos \varphi_n}{P_1 + P_2 + \dots + P_n} \quad \text{PT 4.16}$$

Hệ số nhu cầu của các máy thường được cho trong các sổ tay.

1.1.1.2 Phương pháp xác định phụ tải tính toán theo suất phụ tải trên một đơn vị diện tích.

Công thức tính :

$$P_{tt} = p_0 \cdot A \quad \text{PT 4.17}$$

Trong đó:

- p_0 là suất phụ tải trên 1m^2 diện tích (W/m^2);
- A là diện tích (m^2);
- Giá trị p_0 có thể được tra trong các sổ tay.

Phương pháp thiết kế này cho hiệu quả gần đúng, vì vậy nó thường được dùng trong giai đoạn thiết kế sơ bộ đèn. Nó cũng được dùng để tính phụ tải các phân xưởng có mật độ máy móc sản xuất tại phân xưởng có mật độ máy móc sản xuất phân bố tương đối đều, như phân xưởng gia công cơ khí, dệt, sản xuất ô tô, vòng bi...

4.3.2 Phương pháp xác định phụ tải tính toán theo suất tiêu hao điện năng cho một đơn vị sản phẩm .

Công thức tính :

$$P_{tt} = \frac{M \cdot w_0}{T_{\max}} \quad \text{PT 4.18}$$

Trong đó :

- M là số đơn vị được sản xuất ra trong 1 năm (sản lượng);
- w_0 là suất tiêu hao điện năng cho một đơn vị sản phẩm (kWh/sp);
- T_{\max} là thời gian sử dụng công suất lớn nhất (h).

Phương pháp này thường được dùng để tính toán cho các thiết bị điện có đồ thị phụ tải ít biến đổi như quạt gió, bơm nước, máy nén khí, thiết bị điện phân... khi đó phụ tải tính toán gần bằng phụ tải trung bình và kết quả tính tương đối chính xác.

4.3.3 Phương pháp xác định phụ tải tính toán theo hệ số cực đại k_{\max} và công suất trung bình.

Khi không có các số liệu cần thiết để áp dụng các phương pháp tương đối đơn giản như đã nêu ở trên, hoặc khi cần nâng cao độ chính xác của phụ tải tính toán thì nên dùng phương pháp tính theo hệ số cực đại.

Công thức tính :

$$P_{tt} = k_{\max} k_{sd} P_{dm} \quad \text{PT 4.19}$$

Trong đó:

- P_{dm} là công suất định mức, kW;
- k_{\max} , k_{sd} là hệ số cực đại và hệ số sử dụng, tra trong bảng hoặc hình vẽ trong sổ tay.

Phương pháp này cho kết quả tương đối chính xác vì khi xác định số thiết bị hiệu quả chúng ta đã xét tới một loạt các yếu tố quan trọng như ảnh hưởng của số lượng thiết bị trong nhóm, số thiết bị có công suất lớn nhất cũng như sự khác nhau về chế độ làm việc của chúng.

4.3.4 Phương pháp xác định phụ tải tính toán theo hệ số sử dụng lớn nhất, hệ số đồng thời và công suất của thiết bị.

Công thức tính :

$$P_{tt} = k_u \cdot k_s \cdot P_{dm} \quad \text{PT 4.20}$$

Trong đó:

- k_u là hệ số sử dụng lớn nhất của thiết bị/nhóm thiết bị. Tra trong sổ tay hoặc các tiêu chuẩn;
- k_s là hệ số đồng thời của nhóm thiết bị, tra trong sổ tay hoặc các tiêu chuẩn;
- P_{dm} là công suất định mức của thiết bị, kW.

Nếu có nhiều nhánh ta sử dụng công thức :

$$P_{ttTong} = k_s' \cdot P_{tt} \quad \text{PT 4.21}$$

Trong đó

- k_s' là hệ số đồng thời cho tủ phân phối

Dưới đây là một số bảng biểu được trích từ TCVN 9206-2012

Loại tải	Hệ số sử dụng
Động cơ điện	0,75
Chiếu sáng	1
Sưởi, nước nóng, điều hòa, bơm nước, thông gió.	1
Ổ cắm	Phụ thuộc tải

Bảng 3. Hệ số sử dụng một số loại tải

Số lượng/nhóm	Hệ số đồng thời k_s	Số lượng/nhóm	Hệ số đồng thời k_s
2 đến 4	1	25 đến 29	0,46
5 đến 9	0,78	30 đến 34	0,44
10 đến 14	0,63	35 đến 39	0,42

15 đến 19	0,53	40 đến 49	0,41
20 đến 24	0,49	50 trở lên	0,40

Bảng 4.Hệ số đồng thời trong chung cư

Số mạch	Hệ số đồng thời k_s'
2 hoặc 3 (Tủ được kiểm nghiệm toàn bộ)	0,9
4 hoặc 5	0,8
6 đến 9	0,7
Từ 10 trở lên	0,6
Chiếu sáng	1,0

Bảng 5.Hệ số đồng thời cho tủ phân phối

Chức năng	Hệ số đồng thời k_s
Chiếu sáng	1
Sưởi và máy lạnh	1
Ổ cắm ngoài	0,5 tới 0,8
Thang máy :	
Cho động cơ mạnh nhất	1
Cho động cơ mạnh thứ nhì	0,75
Cho các động cơ khác	0,6

Bảng 6,Hệ số K_s theo chức năng của mạch

4.4 Tính toán phụ tải động lực công trình.

4.4.1 Thang máy

Dựa vào TCVN 9206-2012 (mục 5.6.2.2), ta có công thức tính phụ tải thang máy như sau :

$$P_{TM} = K_{yc} \cdot \sum_{i=1}^n (P_{ni} \cdot \sqrt{P_{vi}} + P_{gi}) \quad \text{PT 4.23}$$

Trong đó :

- P_{TM} - Công suất tính toán (kW) của nhóm phụ tải thang máy;
- P_{ni} - Công suất điện định mức (kW) của động cơ kéo thang máy thứ i;
- P_{gi} - Công suất (kW) tiêu thụ của các khí cụ điều khiển và các đèn điện trong thang máy thứ i, nếu không có số liệu cụ thể có thể lấy giá trị $P_{gi} = 0,1P_{ni}$;
- P_{vi} - Hệ số gián đoạn của động cơ điện theo lí lịch thang máy thứ i nếu không có số liệu cụ thể có thể lấy giá trị của $P_{vi} = 1$;
- K_{yc} - Hệ số yêu cầu của nhóm phụ tải thang máy, với nhà ở xác định theo. Hoặc có thể xem bảng trích trong dưới đây (Bảng 6-mục 5.6.2.2 TCVN 9206-2012)

Số tầng	Hệ số yêu cầu khi số lượng thang máy bằng					
	1	2	3	4	5	6
6 đến 7	1	0,85	0,70	0,55	0,55	0,45
8-9	1	0,90	0,75	0,65	0,60	0,55
10-11	-	0,95	0,80	0,70	0,63	0,56
12-13	-	1	0,85	0,73	0,65	0,58
14-15	-	1	0,97	0,85	0,75	0,70
16-17	-	1	1	0,90	0,80	0,75
18-19	-	-	1	1	0,90	0,80
20-24	-	-	1	1	0,95	0,85
25-30	-	-	1	1	1	1
31-40	-	-	1	1	1	1

Bảng 7. Hệ số yêu cầu của nhóm phụ tải thang máy, với nhà ở

- Chung cư được thiết kế 5 thang máy
- 1 thang máy trọng tải 1000kg, công suất 11kW
- 4 thang máy trọng tải 800kg, công suất 5,4kW

Thay vào công thức PT 4.23 ta có

$$P_{TM} = P_{TM1} + P_{TM2} = 1 \cdot (5,4 \cdot 4 \cdot 1 + 0,1) + 1 \cdot (11 \cdot 1 + 0,1) = 32,8 \text{ kW}$$

Áp dụng K_{yc} cho nhóm thang máy, được tra theo (Bảng 7-mục 5.7.2 TCVN 9206-2012) hoặc xem bảng dưới đây :

Số thang máy đặt trong nhà	K_{yc}	Hệ số công suất $\cos\phi$
Từ 1 đến 2	1	0,6
Từ 3 đến 4	0,9	0,6
Từ 4 trở lên	0,8-0,6	0,6

Bảng 8. Hệ số yêu cầu cho thang máy

Từ đó ta có :

$$P_{TMt} = 1 \cdot 32,8 = 32,8 \text{ (kW)}$$

4.4.2 Tính toán công suất máy bơm

- Với các động cơ điện như máy bơm, các thiết bị thông gió, cấp nhiệt và các thiết bị vệ sinh khác, lấy tổng công suất đặt tính với hệ số công suất bằng 0,8 và hệ số yêu cầu như sau: (theo mục 5.6.2.1 TCVN 9206 2012)

$$P_{TB} = k_{yc} \cdot \sum_{i=1}^n P_{bti}$$

PT 4.24

Số động cơ	k_{yc}	Số động cơ	k_{yc}	Số động cơ	k_{yc}
2	1(0,80)	8	0,75	20	0,65
3	0,9(0,75)	10	0,70	30	0,60
5	0,80(0,70)	15	0,65	50	0,55
Chú ý: con số trong ngoặc là cho loại động cơ có công suất lớn hơn 30 kW					

Bảng 9. Hệ số yêu cầu của nhóm phụ tải bơm nước, thông gió

Dựa theo bản vẽ kiến trúc xây dựng đã được chủ đầu tư đồng ý ta sử dụng các loại bơm có thông số sau:

Các loại bơm	Số lượng sử dụng	Công suất bơm(KW)	K_{yc}	Công suất tính toán (kW)
--------------	------------------	-------------------	----------	--------------------------

Bơm nước sinh hoạt CP-B2-WS	1	25	1	25
Bơm nước thải tầng hầm TĐ-BNT	1	20	1	20
Cụm Bơm nước chữa cháy tầng hầm 1 TĐ-BCC	1	110	1	110
Cụm Bơm thoát sàn tầng hầm TĐ-BTS	3	2	1	2

Bảng 10. Công suất các loại bơm trong tòa nhà

+ Nhóm 1: Bơm nước sinh hoạt TĐ-BSH

Hệ số nhu cầu của máy bơm theo bảng 9 ứng với 1 bơm $k_{nc1} = 1$

$$P_{bom\ sh} = k_{nc1} * n * P_{bom1} = 1 * 1 * 25 = 25 \text{ (kW)}$$

+ Nhóm 2: Bơm nước thải tầng hầm TĐ-BNT

Hệ số nhu cầu của máy bơm theo bảng 9 ứng với 1 bơm $k_{nc2} = 1$

$$P_{bom\ nước\ thải} = k_{nc2} * n * P_{bom2} = 1 * 1 * 20 = 20 \text{ (kW)}$$

+ Nhóm 3: Cụm Bơm nước chữa cháy tầng hầm 1 TĐ-BCC

Hệ số nhu cầu của máy bơm theo bảng 9 tương ứng với 1 bơm $k_{nc3}=0,8$

$$P_{bom\ cứu\ hỏa1} = k_{nc3} * n * P_{bom3} = 0,8 * 1 * 110 = 88 \text{ (kW)}$$

+Lưu ý: Các tủ điện bơm sẽ có 1 bơm dự phòng khi bơm chính bị sự cố thì bơm dự phòng sẽ hoạt động.

+ Nhóm 4: Cụm bơm thoát sàn tầng hầm TĐ-BTS

Hệ số nhu cầu của máy bơm theo bảng 9 tương ứng với 3 bơm $k_{nc4}=0,9$

$$P_{bom\ cứu\ hỏa1} = k_{nc4} * n * P_{bom3} = 0,9 * 3 * 2 = 5,4 \text{ (kW)}$$

+Lưu ý: Các tủ điện bơm sẽ có 1 bơm dự phòng khi bơm chính bị sự cố thì bơm dự phòng sẽ hoạt động, các hố bơm nước thải cũng sẽ trang bị 1 cụm bơm dự phòng.

4.4.3 Tính toán công suất quạt cấp gió, hút khói, tăng áp.

Chức năng	Số lượng	Công suất (kW)
-----------	----------	----------------

Quạt cấp khí tầng hầm 1 TĐ-QCG	1	10
Quạt tăng áp tầng mái TĐ-QTA	2	11
Quạt hút khói tầng hầm 1 TĐ-HK1	1	18,5
Quạt hút khói tầng hầm 1 TĐ-HK2	1	18,5
Các tủ điện đóng mở van MFD	2	2

Bảng 11. Thông số quạt gió

Công suất tính toán tủ điện Quạt cấp khí tầng hầm 1 TĐ-QCG

$$P_{QCG} = n * K_{yc} * P_d = 1 * 1 * 10 = 10 \text{ (kW)}$$

(Với $K_{yc} = 1$ / tra theo bảng 9 tương ứng với 1 quạt)

Công suất tính toán tủ điện Quạt tăng áp tầng mái TĐ-QTA

$$P_{QTA} = n * K_{yc} * P_d = 2 * 1 * 11 = 22 \text{ (kW)}$$

(Với $K_{yc} = 1$ / tra theo bảng 9 tương ứng với 2 quạt)

Công suất tính toán tủ điện Quạt hút khói tầng hầm 1 TĐ-HK1

$$P_{HK1} = n * K_{yc} * P_d = 1 * 1 * 18,5 = 18,5 \text{ (kW)}$$

(Với $K_{yc} = 1$ / tra theo bảng 9 tương ứng với 1 quạt)

Công suất tính toán tủ điện Quạt hút khói tầng hầm 1 TĐ-HK2

$$P_{HK2} = n * K_{yc} * P_d = 1 * 1 * 18,5 = 18,5 \text{ (kW)}$$

(Với $K_{yc} = 1$ / tra theo bảng 9 tương ứng với 1 quạt)

Công suất tính toán tủ điện Các tủ điện đóng mở van MFD

$$P_{MFD} = 4 \text{ (kW)}$$

4.5 Tính toán phụ tải điện tủ điện công cộng công trình.

4.5.1 Tính toán phụ tải điện tủ điện TĐ-H1

Tủ điện TĐ-H1 là tủ điện công cộng tầng hầm, tủ điện này sẽ cấp nguồn cho chiếu sáng tầng hầm, ổ cắm tầng hầm, và các quạt thải gió tầng hầm.

Ta có phụ tải chiếu sáng tủ điện công cộng tầng hầm là:

Theo chương thiết kế chiếu sáng ta có các loại đèn sử dụng cho tầng hầm 1 bao gồm.

- Đèn led tuýp 220V, 2x18W gắn ty lắp ở khu vực đỗ xe của tầng hầm 1 và phòng máy phát điện.
- Đèn led tuýp 220V, 1x18W gắn tường lắp ở khu vực phòng điện nặng và điện nhẹ.
- Đèn chiếu sáng sự cố cho tòa nhà trường hợp di tản dân cư khi hỏa hoạn.

Lộ	Khu vực	Lựa chọn đèn sử dụng	Số lượng bóng	Công suất (W)
----	---------	----------------------	---------------	---------------

TĐ-H1/L1	Nhà xe	Đèn led tuýp 220/2x18W	7	252
TĐ-H1/L2	Nhà xe	Đèn led tuýp 220/2x18W	7	252
TĐ-H1/L3	Nhà xe	Đèn led tuýp 220/2x18W	2	36
TĐ-H2 /EX	CSSC	Đèn mắt ếch 2x1,5W.	10	30
TỔNG(W)				570

Bảng 12. Phụ tải chiếu sáng tử điện công cộng tầng hầm

TÍNH TOÁN CẤP ĐIỆN PHỤ TẢI H1						
Lộ	Khu vực	Lựa chọn thiết bị	Công suất thiết bị (W)	Số lượng	Hệ số sử dụng	Công suất tính toán (W)
Tính toán cấp điện tủ điện TĐ-H1						
TĐ-H1/S1	Hầm 1	Ổ cắm đôi 3 chấu	300	5	0,5	750
TĐ-H1/S2		Ổ cắm đôi 3 chấu	300	5	0,5	750
TĐ-H1/S3		Ổ cắm đôi 3 chấu	300	5	0,5	750
TĐ-H1/TG 1		Quạt tg	300	1	1	300
TĐ-H1/TG 2		Quạt tg	300	1	1	300
TỔNG(W)						2850

Bảng 13. Phụ tải ổ cắm và thông gió tử điện công cộng tầng hầm

$$\sum P_{TĐ-H1} = \left(\sum P_{cs} + \sum P_{oc} + \sum P_{dhkk} + \sum P_{dự phòng} \right) \cdot k_{đt}$$

$$\sum P_{TĐ-H1} = \left(\sum P_{csH1} + \sum P_{ocH1} + \sum P_{dhkk} + \sum P_{dự phòng} \right) \cdot 0,8$$

$$= (570 + 2850 + 5000) \cdot 0,8 = 6,736 (kW)$$

4.5.2 Tính toán phụ tải điện tử điện ĐB-T1

Tủ điện TĐ-T1 là tủ điện công cộng tầng 1, tủ điện này sẽ cấp nguồn cho chiếu sáng tầng 1 khu vực sảnh lễ tân, thang bộ, cấp nguồn ổ cắm cho các thiết bị khu vực sảnh lễ tân, và hệ thống điều hòa không khí khu vực lễ tân

Ta có phụ tải chiếu sáng tủ điện công cộng tầng 1 là:

Theo chương thiết kế chiếu sáng ta có các loại đèn sử dụng cho sảnh chính bao gồm.

- Đèn BD M26L 120/36W Led Luminaire chiếu sáng cho khu vực sảnh chính.
- Đèn Led ốp trần 12W để chiếu sáng cho 2 thang bộ.
- Đèn chiếu sáng sự cố để trang bị cho tòa nhà trường hợp di tản dân cư khi hỏa hoạn.

Lộ	Khu vực	Lựa chọn đèn sử dụng	Số lượng bóng	Công suất (W)
TĐ-T1/L1	Sảnh chính	Đèn BD M26L 120/36W	7	252
TĐ-T1/TB1	Thang bộ	Đèn Led ốp trần 12W	2	24
TĐ-T1/TB2	Thang bộ	Đèn Led ốp trần 12W	2	24
TĐ-T1/EX	CSSC	Đèn mắt ếch 2x1.5W.	4	12
TỔNG(W)				312

Bảng 14. Phụ tải chiếu sáng tủ điện công cộng tầng 1

TÍNH TOÁN CẤP ĐIỆN PHỤ TẢI T1						
Lộ	Khu vực	Lựa chọn thiết bị	Công suất thiết bị (W)	Số lượng	Hệ số sử dụng	Công suất tính toán (W)
Tính toán cấp điện tủ điện TĐ-T1						
TĐ-T1/S1	Tầng 1	Ổ cắm đôi 3 chấu	300	5	0,5	750
TĐ-T1/S2		Ổ cắm đôi 3 chấu	300	5	0,5	750
TĐ-T1/TG1		Quạt tg	300	1	1	300
TĐ-T1/TG2		Quạt tg	300	1	1	300
TĐ-T1/DH1		Điều hòa	2500	1	1	2500
TĐ-T1/DH2		Điều hòa	2500	1	1	2500
TỔNG(W)						7100

Bảng 15. Phụ tải ổ cắm và thông gió tủ điện công cộng tầng 1

$$\sum P_{TĐ-T1} = \left(\sum P_{cs} + \sum P_{oc} + \sum P_{dhkk} + \sum P_{dự\ phòng} \right) \cdot k_{dt}$$

$$\sum P_{TĐ-T1} = \left(\sum P_{csT1} + \sum P_{ocT1} + \sum P_{dhkk} + \sum P_{dự\ phòng} \right) \cdot 0,8$$

$$= (312 + 7100 + 2000) \cdot 0,8 = 7,536 \text{ (kW)}$$

4.5.3 Tính toán phụ tải điện tủ điện DB-T5, tương tự cho tủ điện TĐ-10, TĐ-15, TĐ-20, TĐ-25

Tủ điện TĐ-T5 là tủ điện công cộng tầng 5, tủ điện này sẽ cấp nguồn cho chiếu sáng hành lang tầng 3 đến tầng 8, cấp nguồn cho chiếu sáng thang bộ tầng 3 đến tầng 8, cấp nguồn cho ổ cắm hành lang tầng 3 đến tầng 8.

Ta có phụ tải chiếu sáng tủ điện công cộng tầng 5 là:

Theo chương thiết kế chiếu sáng ta có các loại đèn sử dụng cho sảnh chính bao gồm.

- Đèn Led ốp trần 12W để chiếu sáng cho 2 thang bộ.
- Đèn Led âm trần 15W để chiếu sáng cho hành lang.
- Đèn chiếu sáng sự cố cho tòa nhà trường hợp di tản dân cư khi hỏa hoạn.

Lộ	Khu vực	Lựa chọn đèn sử dụng	Số lượng bóng	Công suất (W)
TĐ-T5/L1	Hành lang	Đèn Led âm trần 15W	6	90
TĐ-T5/L2	Hành lang	Đèn Led âm trần 15W	6	90
TĐ-T5/L3	Hành lang	Đèn Led âm trần 15W	6	90
TĐ-T5/L4	Hành lang	Đèn Led âm trần 15W	6	90
TĐ-T5/L5	Hành lang	Đèn Led âm trần 15W	6	90
TĐ-T5/L6	Hành lang	Đèn Led âm trần 15W	6	90
TĐ-T5/L7	Hành lang	Đèn Led âm trần 15W	6	90
TĐ-T5/L8	Hành lang	Đèn Led âm trần 15W	6	90
TĐ-T5/L9	Hành lang	Đèn Led âm trần 15W	6	90
TĐ-T5/L10	Hành lang	Đèn Led âm trần 15W	6	90
TĐ-T5/L11	Hành lang	Đèn Led âm trần 15W	6	90
TĐ-T5/L12	Hành lang	Đèn Led âm trần 15W	6	90

TĐ-T1/TB1	Thang bộ	Đèn Led ốp trần 12W	12	144
TĐ-T1/TB2	Thang bộ	Đèn Led ốp trần 12W	12	144
TĐ-H2 /EX	CSSC	Đèn âm trần 3W.	30	90
TỔNG(W)				1458

Bảng 16. Phụ tải chiếu sáng tử điện công cộng tầng 5

Ta có bảng tính phụ tải ổ cắm và thông gió tử điện công cộng tầng 5:

TÍNH TOÁN CẤP ĐIỆN PHỤ TẢI T5						
Lộ	Khu vực	Lựa chọn thiết bị	Công suất thiết bị (W)	Số lượng	Hệ số sử dụng	Công suất tính toán (W)
Tính toán cấp điện tử điện TĐ-T5						
TĐ-T5/S1	Tầng 3 - Tầng 8	Ổ cắm đôi 3 chấu	300	5	0,5	750
TĐ-T5/S2		Ổ cắm đôi 3 chấu	300	5	0,5	750
TĐ-T5/S3		Ổ cắm đôi 3 chấu	300	5	0,5	750
TĐ-T5/S4		Ổ cắm đôi 3 chấu	300	5	0,5	750
TĐ-T5/S5		Ổ cắm đôi 3 chấu	300	5	0,5	750
TĐ-T5/S6		Ổ cắm đôi 3 chấu	300	5	0,5	750
TĐ-T5/TG1		Quạt tg	300	1	1	300

TĐ-T5/TG2		Quạt tg	300	1	1	300
TĐ-T5/TG3		Quạt tg	300	1	1	300
TĐ-T5/TG4		Quạt tg	300	1	1	300
TĐ-T5/TG5		Quạt tg	300	1	1	300
TĐ-T5/TG6		Quạt tg	300	1	1	300
TỔNG(W)						6300

Bảng 17. Phụ tải ổ cắm và thông gió tủ điện công cộng tầng 5

$$\sum P_{TĐ-T5} = \left(\sum P_{cs} + \sum P_{oc} + \sum P_{dhkk} + \sum P_{dự phòng} \right) \cdot k_{đt}$$

$$\sum P_{TĐ-T5} = \left(\sum P_{cst5-10} + \sum P_{oct5-10} + \sum P_{dhkkt5-10} + \sum P_{dp} \right) \cdot 0,8$$

$$= (1458 + 6300 + 2000) \cdot 0,8 = 7,806 (kW)$$

4.5.4 Tính toán phụ tải điện tủ điện DB-TM

Tủ điện DB-TM là tủ điện công cộng tầng mái, tủ điện này sẽ cấp nguồn cho hệ thống chiếu sáng tầng mái, hệ thống ổ cắm bảo trì tầng mái và cấp nguồn cho 2 bơm tăng áp trên mái (5,5 KW) 1 chạy 1 dự phòng.

Ta có bảng tính phụ tải chiếu sáng tầng mái.

Lộ	Khu vực	Lựa chọn đèn sử dụng	Số lượng bóng	Công suất (W)
----	---------	----------------------	---------------	---------------

TĐ-TM/L1	Tầng mái tòa nhà	Đèn led tuýp 220/18W	5	90
TĐ-TM /EX	CSSC	Đèn mắt ếch 2x1,5W.	5	15
TỔNG(W)				105

Bảng 18. Phụ tải chiếu sáng tủ điện công cộng tầng mái

Ta có bảng tính phụ tải ổ cắm, bơm tăng áp tủ điện công cộng tầng mái.

TÍNH TOÁN CẤP ĐIỆN PHỤ TẢI TẦNG MÁI						
Lộ	Khu vực	Lựa chọn thiết bị	Công suất thiết bị (W)	Số lượng	Hệ số sử dụng	Công suất tính toán (W)
Tính toán cấp điện tủ điện TĐ-TM						
TĐ-TM/S1	Tầng mái	Ổ cắm đôi 3 chấu	300	5	0,5	750
TĐ-TM/BTA		Quạt tg	5500	1	1	5500
TỔNG(W)						6250

Bảng 19. Phụ tải ổ cắm, bơm tăng áp tủ điện công cộng tầng mái.

$$\sum P_{TĐ-TM} = \left(\sum P_{cs} + \sum P_{oc} + \sum P_{bơm} + \sum P_{dp} \right) \cdot k_{dt}$$

$$\sum P_{TĐ-TM} = \left(\sum P_{cstm} + \sum P_{octm} + \sum P_{bta} + \sum P_{dp} \right) \cdot 0,8$$

$$= (105 + 6250 + 2000) \cdot 0,8 = 6,684 \text{ (kW)}$$

4.5.1 Tính toán phụ tải điện tủ điện DB-ĐN

Tủ điện DB-ĐN là tủ điện cấp nguồn cho hệ thống điện nhẹ phụ trợ trong tòa nhà gồm hệ thống Internet, hệ thống âm thanh, hệ thống giữ xe, hệ thống báo cháy...các nguồn này sẽ có hệ thống bộ lưu điện UPS để dự phòng khi trường hợp mất điện.

Ta có bảng tính phụ tải tủ điện DB-ĐN như sau:

Lộ	Khu vực	Công suất	cosφ	Công suất
-----------	----------------	------------------	-------------	------------------

DB-ĐN/UPS1	Tầng hầm	5 kVA	0.8	8
DB-ĐN/UPS2	Tầng hầm	5 kVA	0.8	8
DB-ĐN/UPS3	Tầng hầm	2 kVA	0.8	1,6
DB-ĐN/UPS4	Tầng hầm	2 kVA	0.8	1,6
TỔNG(W)				19,2

Bảng 20. Tủ điện nhẹ

Do các hệ thống điện nhẹ hoạt động cùng lúc nên ta lấy hệ số đồng thời Kdt=1

$$\sum P_{TĐ-ĐN} = \left(\sum P_{ups} \right) . 1 = 19,2.1 = 19,2 (kW)$$

4.5.2 Xác định phụ tải tính toán các tủ điện khác

- Công trình còn có các tủ điện với phụ tải tương ứng ở bảng sau:

Tủ điện	Công năng	Công suất(KW)
SH-ST	Tủ điện siêu thị	13
SH-VP	Tủ điện văn phòng	10
SH-MNS	Tủ điện mini Shop	5
SH-VP1	Tủ điện văn phòng 1	25
SH-VP2	Tủ điện văn phòng 2	25
TĐ-SHCD	Tủ điện sinh hoạt cộng	5
TĐ-VT	Tủ điện viễn thông	15
TĐ-CSNN	Tủ điện chiếu sáng ngoài	6,34
Tổng (kW)		113

Bảng 21. Các tủ điện khác trong tòa nhà

4.5.3 Xác định phụ tải tính toán nhóm căn hộ.

Khu căn hộ từ tầng 3 tới tầng 27, từ mặt bằng kiến trúc ta phân ra các loại căn hộ như sau.

Tầng	Tên căn hộ	Loại căn hộ
	CH01	STUDIO
	CH02	2PN+2WC

TẦNG 3 - 27	CH03	1PN+1WC
	CH5A	2PN+2WC
	CH05	3PN+2WC
	CH06	2PN+2WC
	CH8A	1PN+1WC
	CH08	1PN+1WC
	CH09	1PN+1WC
	CH10	1PN+1WC
	CH11	3PN+2WC
	CH12	2PN+2WC
	CH12A	1PN+1WC
	CH15A	2PN+2WC
	CH15	2PN+2WC
	CH16	1PN+1WC
	CH17	3PN+2WC
	CH18	2PN+2WC
	CH19	2PN+2WC
	CH20	2PN+2WC
	CH21	1PN+1WC
	CH22	STUDIO

Bảng 22. Bảng phân loại căn hộ

- Phụ tải tính toán của toàn bộ các căn hộ trong nhà ở P_{CH} tính theo công thức:

$$P_{CH} = k_s \cdot \sum_{i=1}^n P_{yci} \quad \text{PT 4.25}$$

Theo tiêu chuẩn 9206: 2012 ta có:

- Hệ số đồng thời của phụ tải nhà ở riêng biệt, căn hộ , $K_s = 0.5-0.65$
- P_{yci} - Công suất yêu cầu (kW) của thiết bị điện thứ i.

Theo yêu cầu của chủ đầu tư và cũng như nhu cầu sử dụng của các hộ gia đình về việc bố trí các thiết bị điện và dựa vào mặt bằng, ta có bảng tính phụ tải các căn hộ điển hình của tòa nhà như sau.

4.5.3.1. Tính toán phụ tải căn hộ loại 1(1PN+1WC)

STT	Phụ tải điện	Công suất (W)	Hệ số sử dụng (K_{sd})	Công suất tính toán (W)
1	Hệ thống chiếu sáng	200	1	200
2	Ổ cắm điện phòng ngủ + p.khách	2.100	0,7	1470
3	Ổ cắm điện khu vực bếp		0,6	3090
	Máy hút mùi	300		
	Tủ lạnh	350		
	Nồi cơm điện	1.000		
	Lò vi sóng	1.000		
	Lò nướng	1.300		
	Máy giặt	1.200		
4	Bếp điện từ	6.000	0,7	4200
5	Bình nước nóng	2500	1	2500
6	Điều hòa nhiệt độ		1	3500
	Điều hòa nhiệt độ phòng ngủ	1500		
	Điều hòa nhiệt độ phòng khách	2000		
7	Tổng công suất lắp đặt (W)			14.960
8	Tổng công suất tính toán Ptt(W)	Ks	0,5	7.480
		Cos phi	0,85	
9	Tổng công suất tính toán Stt(VA)			8.800
10	Dòng điện tính toán 1 pha (A)			40

Bảng 23. Tính toán phụ tải căn hộ loại 1(1PN+1WC)

4.5.3.2. Tính toán phụ tải căn hộ loại 1(2PN+2WC)

STT	Phụ tải điện	Công suất (W)	Hệ số sử dụng (K_{sd})	Công suất tính toán (W)
1	Hệ thống chiếu sáng	400	1	200
	Ổ cắm điện phòng ngủ 1 + phòng ngủ 2	1800	0,7	1470

2	Ổ cắm điện phòng khách	1500	0,7	1050
3	Ổ cắm điện khu vực bếp		0,6	3090
	Máy hút mùi	300		
	Tủ lạnh	350		
	Nồi cơm điện	1.000		
	Lò vi sóng	1.000		
	Lò nướng	1.300		
	Máy giặt	1.200		
4	Bếp điện từ	6.000	0,7	4200
5	Bình nước nóng PN1	2500	1	2500
	Bình nước nóng PN2	2500	1	2500
6	Điều hòa nhiệt độ		1	5000
	Điều hòa nhiệt độ phòng ngủ 1	1500		
	Điều hòa nhiệt độ phòng ngủ 2	1500		
	Điều hòa nhiệt độ phòng khách	2000		
7	Tổng công suất lắp đặt (W)			20.210
8	Tổng công suất tính toán Ptt(W)	Ks	0,5	10.105
		Cos phi	0,85	
9	Tổng công suất tính toán Stt(VA)			11.888
10	Dòng điện tính toán 1 pha (A)			54

Bảng 24. Tính toán phụ tải căn hộ loại 1(2PN+2WC)

4.5.3.3. Tính toán phụ tải căn hộ loại 1(3PN+2WC)

STT	Phụ tải điện	Công suất (W)	Hệ số sử dụng (K _{sd})	Công suất tính toán (W)
1	Hệ thống chiếu sáng	494	1	200
2	Ổ cắm điện phòng ngủ 1 + phòng ngủ 2	1800	0,7	1260
	Ổ cắm điện phòng khách+phòng ngủ 3	2100	0,7	1470
3	Ổ cắm điện khu vực bếp		0,6	3090

	Máy hút mùi	300		
	Tủ lạnh	350		
	Nồi cơm điện	1.000		
	Lò vi sóng	1.000		
	Lò nướng	1.300		
	Máy giặt	1.200		
4	Bếp điện từ	6.000	0,7	4200
5	Bình nước nóng PN1	2500	1	2500
	Bình nước nóng PN2	2500	1	2500
6	Điều hòa nhiệt độ			
	Điều hòa nhiệt độ phòng ngủ 1	1500		
	Điều hòa nhiệt độ phòng ngủ 2	1500	1	5000
	Điều hòa nhiệt độ phòng ngủ 3	1500		
	Điều hòa nhiệt độ phòng khách	2000		
7	Tổng công suất lắp đặt (W)			22.014
8	Tổng công suất tính toán Ptt(W)	Ks	0,5	11007
		Cos phi	0,85	
9	Tổng công suất tính toán Stt(VA)			12949
10	Dòng điện tính toán 1 pha (A)			59

Bảng 25. Tính toán phụ tải căn hộ loại 1(3PN+2WC)

4.5.3.4. Tính toán phụ tải căn hộ loại 1(STUDIO)

Dựa vào bản vẽ kiến trúc cũng như thiết trí bố trí trong căn hộ ta có thể xác định được các phụ tải của căn hộ STUDIO tương tự như căn hộ loại 1PN+1WC. Do vậy tính toán phụ tải căn hộ STUDIO giống như căn hộ loại 1PN+1WC

4.5.4 Tổng công suất khối căn hộ và phân chia phụ tải tủ điện tầng căn hộ

❖ Tổng hợp phụ tải tủ điện tổng căn hộ tầng 3(diễn hình cho tầng 4 đến 27)

Tên tủ	Tủ điện tầng 3	Phụ tải			
	Tủ điện căn hộ	Pha A	Pha B	Pha C	Dòng điện(A)
CH01	CH01	7480			40
CH02	CH02		10105		54

CH03	CH03			7480	40
CH5A	CH5A	10105			54
CH05	CH05		11007		59
CH06	CH06			10105	54
CH8A	CH8A	7480			40
CH08	CH08		7480		40
CH09	CH09			7480	40
CH10	CH10	7480			40
CH11	CH11		11007		59
CH12	CH12			10105	54
CH12A	CH12A	7480			40
CH15A	CH15A		10105		54
CH15	CH15			10105	54
CH16	CH16	7480			40
CH17	CH17		11007		59
CH18	CH18			10105	54
CH19	CH19	10105			54
CH20	CH20		10105		54
CH21	CH21			7480	40
CH22	CH22	7480			40
		65090	70816	62860	
Tổng		198766			

Bảng 26. Tổng công suất của căn hộ điển hình tầng 3-tầng 27

❖ Tổng hợp phụ tải tủ điện tổng tầng thương mại dịch vụ tầng 1

- Ta lấy hệ số công suất cos phi của tủ điện này là 0,8, hệ số đồng thời của các tủ điện này là $K_s = 0,8$

Tên lộ	Tủ điện tầng 1	Phụ tải					
	Tủ điện căn hộ	Pha ABC	Pha ABC	Pha ABC	Cosφ	Ks	Dòng điện 3 pha [A]
SH-ST	Tủ điện siêu thị	13,000			0,8	0,8	20

SH-VP	Tủ điện văn phòng		10,000		0,8	0,8	15
SH-MNS	Tủ điện mini shop			5,000	0,8	0,8	8
		13,000	10,000	5,000			
Tổng		28,000					

Bảng 27. Tổng công suất phụ tải tủ điện thương mại tầng 1

❖ Tổng hợp phụ tải tủ điện tổng tầng thương mại dịch vụ tầng 2

- Ta lấy hệ số công suất cos phi của tủ điện này là 0,8, hệ số đồng thời của các tủ điện này là $K_s = 1$

Tên lộ	Tủ điện tầng 2	Phụ tải					
	Tủ điện căn hộ	Pha ABC	Pha ABC	Pha ABC	Cosφ	Ks	Dòng điện 3 pha [A]
SH-VP1	Tủ điện văn phòng 1	25,000			0,8	0,9	43
SH-VP2	Tủ điện văn phòng 2		25,000		0,8	0,9	43
		25,000	25,000				
Tổng		50,000					

Bảng 28. Tổng công suất phụ tải tủ điện tầng 2

4.5.5 Tổng công suất khối căn hộ, phụ tải công cộng và phụ tải PCC

❖ Tổng công suất khối căn hộ và thương mại dịch vụ

- Ta có bảng tính phụ tải công suất của khối thương mại và căn hộ như sau:

STT	Khu vực	Tủ điện	Công suất đặt (kW)	Hệ số đồng thời(Ks)	Công suất tính toán (kW)
1	Tầng 1	DB-1	28,000	0,9	25,200
2	Tầng 2	DB-2	50,000	0,9	45,000
3	Tầng 3	DB-3	198,766	0,7	139,162
4	Tầng 4	DB-4	198,766		
5	Tầng 5	DB-5	198,766		
6	Tầng 6	DB-6	198,766		

STT	Khu vực	Tủ điện	Công suất đặt (kW)	Hệ số đồng thời(Ks)	Công suất tính toán (kW)
7	Tầng 7	DB-7	198,766		
8	Tầng 8	DB-8	198,766		
9	Tầng 9	DB-9	198,766		
10	Tầng 10	DB-10	198,766		
11	Tầng 11	DB-11	198,766		
12	Tầng 12	DB-12	198,766		
13	Tầng 13	DB-13	198,766		
14	Tầng 14	DB-14	198,766		
15	Tầng 15	DB-15	198,766		
16	Tầng 16	DB-16	198,766		
17	Tầng 17	DB-17	198,766		
18	Tầng 18	DB-18	198,766		
19	Tầng 19	DB-19	198,766		
20	Tầng 20	DB-20	198,766		
21	Tầng 21	DB-21	198,766		
22	Tầng 22	DB-22	198,766		
23	Tầng 23	DB-23	198,766		
24	Tầng 24	DB-24	198,766		
25	Tầng 25	DB-25	198,766		
26	Tầng 26	DB-26	198,766		
27	Tầng 27	DB-27	198,766		
18	Busway	MSB	Tổng Ptt = 5047,15(kW)	0,6	3028,29

Bảng 29. Tổng công suất của phụ tải thương mại và căn hộ tầng 1 đến 27

❖ *Tổng công suất phụ tải công cộng.*

- Ta có bảng tính phụ tải công suất của phụ tải công cộng như sau:

STT	Khu vực	Tủ điện	Công suất đặt (kW)	Hệ số đồng thời(Ks)	Công suất tính toán (kW)
1	Tầng hầm 1	TĐ-QCG	10,000	1	10,000
2	Tầng hầm 1	TĐ-H1	6,736	DT	6,736
3	Tầng hầm 1	TĐ-BNT	20,000	1	20,000
4	Tầng hầm 1	TĐ-BSH	30,000	1	30,000
5	Tầng hầm 1	TĐ-BTS	5400	1	5400
6	Tầng 1	TĐ-T1	7,536	DT	7,530
7	Tầng 1	TĐ-CSNN	15,000	DT	15,000
8	Tầng 1	TĐ-ĐN	19,200	1	19,200
9	Tầng 1	TĐ-VT	15,000	1	15,000
10	Tầng 2	TĐ-SHCD	16,660	1	16,660
11	Tầng 5	TĐ-T5	7,720	DT	7,806
12	Tầng 10	TĐ-T10	7,720	DT	7,806
13	Tầng 15	TĐ-T15	7,720	DT	7,806
14	Tầng 20	TĐ-T20	7,720	DT	7,806

STT	Khu vực	Tủ điện	Công suất đặt (kW)	Hệ số đồng thời(Ks)	Công suất tính toán (kW)
15	Tầng 25	TĐ-T25	7,720	DT	7,806
16	Tầng mái	TĐ-TM	6,684	DT	6,684
17	Tầng mái	TĐ-LF	32,800	1	16,600
18	Tầng hầm 1	MDB	Tổng Ptt = 197,269(Kw)	0,8	157,812

Bảng 30. Tổng công suất phụ tải công cộng.

❖ Tổng công suất phụ tải phòng cháy chữa cháy.

- Ta có bảng tính phụ tải công suất của phụ tải phòng cháy chữa cháy như sau:

STT	Khu vực	Tủ điện	Công suất đặt (kW)	Hệ số đồng thời(Ks)	Công suất tính toán (kW)
1	Tầng hầm 1	TĐ-BCC	88,000	1	88,000
2	Tầng hầm 1	TĐ-HK1	18,500	1	18,500
3	Tầng hầm 1	TĐ-HK2	18,500	1	18,500
4	Tầng 3,8	TĐ-FD	4000	1	4000
5	Tầng mái	TĐ-QTA	22,000	1	22,000
7	Tầng hầm	MDB	Tổng Ptt=151,000(kW)	1	151,000

Bảng 31. Tổng công suất phụ tải phòng cháy chữa cháy.

❖ *Tổng công suất phụ tải toàn bộ tòa nhà và phân chia phụ tải toàn nhà*

- Theo dự kiến chúng ta sẽ sử dụng máy biến thế để cấp điện cho toàn tòa nhà, và máy phát điện sẽ cấp điện cho phụ tải ưu tiên tủ điện MDB, các phụ tải PCCC khi có cháy và mất lưới thì dùng nguồn máy phát, khi có cháy sẽ có tín hiệu từ hệ thống phòng cháy chữa cháy để ngắt tải phụ tải căn hộ và thương mại dịch vụ, và ngắt luôn phụ tải tủ điện MDB nhánh tải thường chỉ chạy phụ tải tủ điện MDB nhánh tải PCCC
- Ta có công suất tính toán tủ điện tổng tòa nhà tủ điện MSB

STT	Phụ tải	Công suất(kW)
1	A:Busway 01	3028,29
2	B:MDB(khi bình thường)	157,812
3	C:MDB(khi có cháy)	151,000
4	Tổng công suất A+B	3186,102
5	P(A+B).Ks với Ks=0.9	2867,492

Bảng 32. Công suất tính toán tủ điện tổng tòa nhà tủ điện MSB

- Nhận xét: Tổng công suất toàn bộ tòa nhà chạy nguồn máy biến thế là 2867,492(KW), phụ tải nhánh MDB tải thường nhỏ hơn phụ tải MDB tải phòng cháy chữa cháy, nên chúng ta sẽ lựa chọn máy phát dựa theo phụ tải MDB nhánh tải phòng cháy chữa cháy tương ứng với công suất 151,000(kW)

Từ kết quả bảng tính trên ta có công suất biểu kiến của máy biến thế là:

$$S_{tt} = \frac{P_{tt}}{\cos\varphi} = \frac{2867,492}{0,8} = 3584,365 \text{ (KVA)}$$

- Ta lựa chọn máy biến thế của hãng Thibidi có công suất là 4000(KVA)

TT	Mô tả	Đơn vị	Đặc tính
	Đặc tính chung		
1	Nhà sản xuất		THIBIDI
2	Tiêu chuẩn áp dụng		IEC 60076
3	Nơi lắp đặt		Trong nhà và ngoài trời
4	Kiểu máy biến áp		Ngâm dầu, kiểu hở
5	Công suất danh định	kVA	4.000
6	Điện áp phía cao thế / hạ thế khi không tải	kV	22 / 0,4
7	Số pha / Tần số danh định (Hz)		3 / 50
8	Điều chỉnh điện áp ở cấp cao thế 1	%	22±2x2,5
9	Tổ đấu dây		Dyn11
10	Nhiệt độ môi trường lớn nhất	°C	40
11	Độ tăng nhiệt của dầu / cuộn dây	°C	60 / 65
12	Điện áp cao thế lớn nhất của hệ thống	kV	24
13	Kiểu làm mát		Bằng không khí và dầu tuần hoàn tự nhiên (ONAN)
14	Chế độ làm việc		Liên tục
15	Dầu làm mát		Nynas Nytro Gemini X
16	Cấp cách điện		A
17	Vật liệu dây dẫn (cuộn dây cao áp và hạ áp)		Đồng
18	Màu sơn / Loại sơn		RAL – 7046 / Sơn tĩnh điện
	Thông số kỹ thuật		
19	Tổn hao không tải	W	≤ 4.400
20	Tổn hao ngắn mạch ở 75°C	W	≤ 31.500
21	Tổng tổn hao	W	
22	Điện áp ngắn mạch	%	4,0÷6,0
23	Dòng điện không tải	%	
24	Dòng điện	A	
25	Độ ồn	dB	IEC 60551
26	Điện áp thử ở tần số định mức cao thế / hạ thế	kV	50 / 3
27	Điện áp thử xung phía cao thế 1,2μs	kV	125
	Kích thước phủ bì		
28	Dài (L)	mm	2.860
29	Rộng (W)	mm	1.690
30	Cao (H)	mm	3.320
31	Khoảng cách bánh xe (A)	mm	1.070
	Trọng lượng		
32	Trọng lượng dầu / ruột máy / tổng	Kg	2.200 / / 11.140
	Phụ kiện		
	Mắt nhìn dầu, Van an toàn, Van xả dầu, Relay hơi, Bể dầu phụ		

Hình 1. Đặc tính kỹ thuật máy biến áp 3P 4000kVA

Từ kết quả bảng tính trên ta có công suất biểu kiến của máy phát điện là:

$$S_{tt} = \frac{P_{tt}}{\cos\varphi} = \frac{151.000}{0,8} = 188.750 \text{ (KVA)}$$

- Ta lựa chọn máy phát điện của hãng Cumins có công suất là 200(KVA) để làm nguồn điện dự phòng cho tòa nhà.



Hình 2. Máy phát điện Cummins 200 KVA

Công suất liên tục	200kVA (160Kw)
Công suất dự phòng	220kVA (176Kw)
Số pha	3
Điện áp/ Tần số	220/380V – 50Hz
Tốc độ vòng quay	1500 Vòng/phút
Dòng điện	306.7 A
Tiêu hao nhiên liệu tải	34 lít/h
Độ ồn	73±3 dB(A) @7m
Kích thước (LxWxH)	3200x1250x1850 mm
Bình nhiên liệu	530 lít
Trọng lượng	2450 kg
Động cơ của máy phát điện Cummins 200KVA	
Model	6CTAA8.3-G2
Xuất xứ	Trung quốc
Hãng sản xuất động cơ	Cummins
Số xi lanh	6 L
Tỉ số nén	16.0:1
Công suất liên tục	183kW
Điều chỉnh tốc độ	Điện tử
Dung tích nước làm mát	40 lít
Dung tích nhớt	23,8 lít
Dung tích xi lanh	8,3 lít

Hình 3. Thông số kỹ thuật máy phát điện Cummins 200KVA

4.5.6 Tính toán dung lượng tụ bù

Do tòa nhà sử dụng rất nhiều thiết bị động lực có động cơ 3 pha nên hệ số $\cos\varphi$ của tòa nhà sẽ rất thấp, chính vì vậy phải cải thiện hệ số $\cos\varphi$ theo quy định của điện lực $\cos\varphi \geq 0,9$

Ngoài ra cải thiện hệ số $\cos\varphi$ cho phép chọn máy biến áp, thiết bị đóng cắt và dây dẫn nhỏ hơn... Đồng thời giảm tổn thất điện năng và sụt áp lưới điện

Để nâng cao hệ số $\cos\varphi$ ta sử dụng phương pháp bù tập trung với dung lượng bù để điều chỉnh tự động theo cấp (bù ứng động).

Bộ tụ bù gồm nhiều phần và mỗi phần được điều khiển bằng contactor, việc đóng 1 contactor sẽ đóng một số tụ song song với các tụ vận hành. Vì vậy lượng công suất bù có thể tăng hay giảm theo từng cấp bằng cách thực hiện đóng hoặc cắt contactor điều khiển tụ

Một bộ điều khiển kiểm soát hệ số công suất của mạng điện sẽ thực hiện đóng và mở các contactor tương ứng để hệ số công suất cả hệ thống thay đổi (với sai số do điều chỉnh từng bậc). Khi điện áp nguồn lớn hơn 10% điện áp định mức thì bộ điều khiển sẽ cắt toàn bộ tụ ra khỏi lưới

Như vậy thực hiện bù chính xác bằng các giá trị tải yêu cầu sẽ tránh được hiện tượng quá điện áp khi tải giảm xuống thấp và do đó khử bỏ các điều kiện phát sinh quá điện áp và tránh các thiệt hại xảy ra cho trang thiết bị.

+ Tính toán dung lượng bù: Sử dụng phương pháp tính toán gần đúng ta có

+ Công suất phản kháng bù: $Q_{\text{Bù}} = P_{\text{tt}} \cdot (\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2)$

Trong đó: P_{tt} là công suất của phụ tải

$\tan\varphi_1$ tương ứng với $\cos\varphi_1$ là hệ số $\cos\varphi$ trước khi bù

$\tan\varphi_2$ tương ứng với $\cos\varphi_2$ là hệ số $\cos\varphi$ sau khi bù

Tính toán bù $\cos\varphi$ cho phụ tải khối căn hộ, phụ tải công cộng của tòa nhà là:

Với $\cos\varphi_1 = 0,8$ ta có $\tan\varphi_1 = 0,75$ và $\cos\varphi_2 = 0,93$ suy ra $\tan\varphi_2 = 0,4$

Như vậy ta có : $Q_{\text{bù}} = 2867,492 \cdot (0,75 - 0,4) = 1003,622 \text{ (kVAr)}$

Chọn bộ tụ tụ bù tự động 1000kVAr

Công suất:	1000kvar
Điện áp:	22/0.4kV
Dòng điện không tải cực đại (I_0):	1.5%
Điện áp ngắn mạch nhỏ nhất (U_k):	5%
Tiêu chuẩn:	TCVN 6306 (IEC 60076); QĐ số 62 / QĐ - EVN
Tiêu chuẩn chất lượng:	ISO 9001:2015; ISO 14001:2015

Tần số:	50Hz
Cấp bảo vệ khoang trung thế/ hạ thế:	IP5X,IP4X.
Cấp bảo vệ khoang máy biến áp:	IP4X
Vận hành:	Bên ngoài

Bảng 33. Thông số kỹ thuật tủ tụ bù

STT	TÊN VẬT TƯ THIẾT BỊ	Đơn vị tính	SL	Ghi chú
1	Tủ bù công suất phản kháng hạ thế 440V loại khô	KVAR	1000	Enerlux
2	MCCB 400A	Cái	4	Mitsubishi,LS, Chint
3	Bộ điều khiển đóng mở tự động cấp 12 theo hệ số công suất phụ tải dùng vi xử lý, cài đặt được hệ số công suất cần đạt.	Cái	1	SK,TP
4	Contactơ 65A 220V	Cái	22	LS,Chint
5	Vỏ tủ 1000x800x1600(dài x rộng x cao) sơn tĩnh điện kem nhẵn 1,5ly	Cái	1	Chung Nam
6	Dây cáp điện từ MCCB→ Contactơ, từ Contactơ →Tủ	Tủ	1	Lion
7	Phụ kiện tủ: Cáp nhệ thứ, đèn báo, Đồng hồ Vol, Amper, TI, đầu cosse...	Tủ	1	
8	Dây cáp điện từ tủ → MCCB trạm	Mét		

Bảng 34. Vật tư tủ tụ bù

Dòng điện tổng của tủ bù :

$$I_{\Sigma \text{tủ bù}} = \frac{S_{tb}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 1519,343 \text{ (A)}$$

CHƯƠNG 5. TÍNH TOÁN THIẾT BỊ MẠNG HẠ ÁP CHO TOÀ NHÀ

5.1 Sơ đồ nguyên lý cung cấp điện:

- Nguồn điện cung cấp cho công trình là lưới điện 3 pha 22 KV của điện lực. Được lấy vào theo đường cáp ngầm đưa vào trạm biến áp 22/0,4 (kV) của toà nhà.

- Công trình sẽ sử dụng một máy biến áp công suất của máy là: 4000 kVA.

+ Máy biến áp (MBA-4000KVA): Cấp điện cho tầng hầm đến tầng kỹ thuật mái của tòa nhà.

+ Ngoài sử dụng nguồn điện lưới quốc gia, công trình còn sử dụng thêm một nguồn điện dự phòng. Sử dụng 1 phát điện (MFD-200KVA), cấp điện cho những phụ tải ưu tiên, khi xảy ra sự cố trong công trình.

+ Bộ nguồn này cấp cho tòa nhà thông qua bộ chuyển đổi ATS, khi không có sự cố thì công trình sẽ lấy nguồn điện lưới quốc gia. Còn khi xảy ra sự cố mất điện thì cầu dao chuyển mạch sẽ nhảy và lấy nguồn từ máy phát điện.

- Về lưới điện:

+) Cấp điện từ trạm biến áp vào tủ điện tổng tòa nhà

+) Nguồn từ tủ điện tổng cấp điện cho các tủ điện tầng dùng cáp điện đi dọc theo thang cáp trong hộp kỹ thuật.

+) Từ tủ tổng cấp điện cho tủ điện tầng căn hộ đi thanh dẫn busway.

+) Dây dẫn đến các thiết bị dùng loại lõi đồng, hai lớp bọc, đi trong ống PVC, đi ngầm trong trần giả, tường, trần, sàn nhà.

+) Hệ thống điện cho chiếu sáng, ổ cắm, đèn, bơm nước,... độc lập với hệ thống điện cho điều hòa. Ta chỉ tính toán và đề đầu chờ nguồn cho điều hòa. Trong mỗi đơn vị dùng điện bố trí một bảng phân phối điện, trong đó lắp các Aptomat để bảo vệ và phân phối điện đến các thiết bị dùng điện nhằm đảm bảo an toàn và tăng sự linh hoạt trong công việc điều khiển hệ thống điện. Từ các tủ điện phân phối đi các phụ tải phải tính toán và bố trí sao cho công suất của các phụ tải ở các pha cân bằng nhau.

+) Tiết diện tối thiểu của dây dẫn như sau:

Dây dẫn từ công tắc ra đèn: $1,5 \text{ mm}^2$.

Dây dẫn cho mạch ổ cắm: $2,5 \text{ mm}^2$.

+) Hệ thống điện chiếu sáng được bảo vệ bằng các Aptomat lắp trong các bảng điện, điều khiển chiếu sáng bằng các công tắc lắp trên tường cạnh cửa ra vào, lối đi lại, ở những vị trí thuận lợi nhất.

+) Ngoài ra còn bố trí các ổ cắm điện nhằm phục vụ cho chiếu sáng cục bộ và các mục đích khác.

Quy tắc lắp đặt thiết bị điện trong công trình:

- +) Tủ điện tổng, tủ điện sự cố đặt ở dưới sàn nhà có giá đỡ.
- +) Hộp công tơ của các tầng lắp ở độ cao 1,5m trong phòng kỹ thuật.
- +) Hộp phân phối điện các phòng, công tắc lắp ở độ cao: 1500mm so với sàn nhà.
- +) Các ổ cắm điện lắp trong công trình ở độ cao 0,4m so với sàn nhà, riêng các ổ cắm điện dành cho bếp điện và máy giặt lắp ở độ cao 1,5 m so với sàn nhà.
- +) Toàn bộ dây dẫn được luồn trong ống nhựa chôn ngầm trần, tường, sàn và đi trong hộp kỹ thuật.
- +) Cấp điện từ tủ điện tầng đến các phòng đi trong máng lắp nổi sát trần.

5.2 Tính toán lựa chọn dây dẫn

- Tính toán cáp và dây dẫn cho phụ tải ta lựa chọn phương án tính toán dòng điện phát nóng cho phép.

5.2.1 Trình tự tính toán chọn dây dẫn

5.2.1.1. Phương pháp xác định dây pha, dây trung tính, dây nối đất.

Dựa vào mục G sách hướng dẫn thiết kế điện theo tiêu chuẩn IEC ta có các bước để xác định tiết diện nhỏ nhất cho phép của dây dẫn như sau:

- Bước 1: Xác định hệ số K

Mạch không chôn trong đất: Phương pháp thực tế xác định tiết diện nhỏ nhất cho phép dây dẫn (theo tiêu chuẩn IEC)

$$K = K_1 \times K_4 \quad \text{PT 5.1}$$

Cáp chôn trong đất

$$K = K_2 \times K_3 \times K_4 \quad \text{PT 5.2}$$

- Bước 2: Chọn tiết diện dây dẫn

Chọn dây theo điều kiện phát nóng cho phép, áp dụng tiêu chuẩn IEC:

Điều kiện chọn dây chính là chọn theo điều kiện phát nóng và được tính bằng công thức sau:

$$I'_{cp} = \frac{I_{cp}}{K} \geq \frac{I_{lv_max}}{K} \quad \text{PT 5.3}$$

Với I'_{cp} : là dòng điện cho phép của dây dẫn với các điều kiện chuẩn và nhiệt độ, cách thức đi dây, số dây nằm kề nhau.

I_{cp} : là dòng điện cho phép của dây dẫn với các điều kiện chuẩn của hãng chế tạo.

K: là hệ số hiệu chỉnh dây.

I_{lv_max} : dòng điện lớn nhất phụ tải tính toán.

$$I_{lv_max} = \begin{cases} I_{tt} : \text{nhóm thiết bị} \\ I_{dm} : \text{cho 1 thiết bị} \end{cases}$$

Dòng tính toán của tải :

$$I_{tt} = \frac{P_{tt}}{U_p \cos \phi} \quad \text{PT 5.4}$$

Chúng ta dựa vào tiêu chuẩn IEC 60364 – 5 – 52 để xác định hệ số hiệu chỉnh.

- Hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ môi trường (k_1)

Nhiệt độ môi trường °C	Cách điện	
	PVC	XLPE và EPR
10	1.22	1.15
15	1.17	1.12
20	1.12	1.08
25	1.06	1.04
35	0.94	0.96
40	0.87	0.91
45	0.79	0.87
50	0.71	0.82
55	0.61	0.76
60	0.50	0.71
65	-	0.65
70	-	0.58
75	-	0.50
80	-	0.41

Hình 4. Hệ số hiệu chỉnh theo một số nhiệt độ môi trường (k_1).

- Hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ đất (k_2)

Nhiệt độ của đất °C	Cách điện	
	PVC	XLPE và EPR
10	1.10	1.07
15	1.05	1.04
25	0.95	0.96
30	0.89	0.93
35	0.84	0.89
40	0.77	0.85
45	0.71	0.80
50	0.63	0.76
55	0.55	0.71
60	0.45	0.65
65	-	0.60
70	-	0.53
75	-	0.46
80	-	0.38

Hình 5. Hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ đất (K_2)

- Hệ số hiệu chỉnh theo tính chất của đất (k_3)

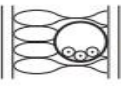
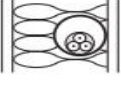



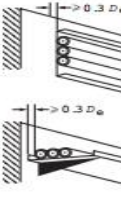
Tính chất của đất	k_3
Rất ướt (bão hòa)	1.21
Uớt	1.13
Ấm	1.05
Khô	1.00
Rất khô	0.86

Hình 6. Hệ số hiệu chỉnh theo tính chất của đất

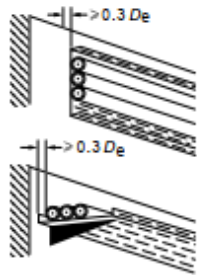


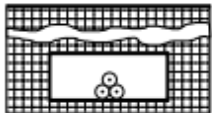
- Hệ số hiệu chỉnh theo số lượng dây dẫn hoặc cáp cùng mạch (k_4)
- Trường hợp có dây dẫn cách điện hoặc cáp đi cùng trong một nhóm, hệ số k_4 sẽ được áp dụng:
- Hai dây dẫn cách điện hoặc hai cáp đơn lõi, hoặc một cáp hai lõi.
- Ba dây dẫn cách điện hoặc ba cáp đơn lõi, hoặc một cáp ba lõi

Cách bố trí (Cáp đặt gần nhau)	Số lượng mạch hoặc cáp đa lõi												Phương thức lắp đặt
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
Bó cáp đi trên không hoặc đi trên bề mặt, gắn vào hoặc được bọc kín	1.00	0.80	0.70	0.65	0.60	0.57	0.54	0.52	0.50	0.45	0.41	0.38	Phương thức A đến F
Hàng đơn trên tường, nền nhà hoặc trên khay cáp không đục lỗ	1.00	0.85	0.79	0.75	0.73	0.72	0.72	0.71	0.70	Không có thêm hệ số suy giảm khi nhiều hơn chín mạch hoặc cáp đa lõi			Phương thức C
Hàng đơn được cố định dưới trần gỗ	0.95	0.81	0.72	0.68	0.66	0.64	0.63	0.62	0.61				
Hàng đơn nằm ngang hoặc trên máng đựng	1.00	0.88	0.82	0.77	0.75	0.73	0.73	0.72	0.72				Phương thức E và F
Hàng đơn trên thang cáp hoặc trên chêm vv...	1.00	0.87	0.82	0.80	0.80	0.79	0.79	0.78	0.78				

Hình 7. Hệ số suy giảm đối với nhóm có nhiều mạch hoặc nhiều cáp đa lõi

Mã số	Phương thức lắp đặt	Mô tả	Phương thức lắp đặt chuẩn được sử dụng dựa vào khả năng mang dòng điện cho phép
1	 Phòng	Dây dẫn cách điện hoặc cáp đơn lõi đặt trong ống dây trong tường cách điện chịu nhiệt.	A1
2	 Phòng	Cáp đa lõi đặt trong ống dây trong tường cách điện chịu nhiệt.	A2
4		Dây dẫn cách điện hoặc cáp đơn lõi đặt trong ống dây đi trên tường gỗ hoặc tường xây, hoặc có khoảng cách nhỏ hơn 0,3 x đường kính ống dây chứa nó.	B1
5		Cáp đa lõi đặt trong ống dây đi trên tường gỗ hoặc tường xây, hoặc có khoảng cách nhỏ hơn 0,3 x đường kính ống dây chứa nó.	B2
20		Cáp đơn lõi hoặc cáp đa lõi: - được cố định, hoặc có khoảng cách nhỏ hơn 0,3 x đường kính của cáp tính từ tường gỗ.	C
30		Đặt trên máng không khoan lỗ	C

Hình 8. Phương pháp lắp đặt dây dẫn

31		Đặt trên màng đục lỗ	E hoặc F
36		Dây dẫn trần hoặc dây dẫn cách điện đặt trên sứ	G
70		Cáp đa lõi đặt trong ống dây hoặc ống dẫn cáp đi trong đất	D
71		Cáp đơn lõi đặt trong ống dây hoặc ống dẫn cáp đi trong đất	D

Hình 9. Phương pháp lắp đặt dây dẫn

- Phương pháp xác định dây trung tính (N) và dây bảo vệ (PE)

Đối với dây trung tính

Theo mục 10.6, bảng 8 TCVN 9207:2012 quy định.

- Dây đồng: $S_{pha} \leq 16mm^2 \Rightarrow S_N = S_{pha}$
- Dây nhôm: $S_{pha} \leq 25mm^2 \Rightarrow S_N = S_{pha}$
- Dây đồng: $S_{pha} \geq 16mm^2 \Rightarrow S_N = S_{pha}$
- Dây nhôm: $S_{pha} \geq 25mm^2 \Rightarrow S_N = S_{pha}$

Theo mục 10.11, bảng 12 TCVN 9207:2012 quy định

Tiết diện dây pha mm^2 S	Tiết diện dây PE tối thiểu mm^2 S_{PE}
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S \leq 400$	S/2
$400 < S \leq 800$	200
$800 < S$	S/4

Hình 10. Quy tắc chọn dây PE

Phương pháp lắp đặt chuẩn trong Bảng B.52.1	Số ruột dẫn mang tải và loại hệ thống lắp đặt											
A1		3 PVC	2 PVC		3 XLPE	2 XLPE						
A2	3 PVC	2 PVC		3 XLPE	2 XLPE							
B1				3 PVC	2 PVC		3 XLPE		2 XLPE			
B2			3 PVC	2 PVC		3 XLPE	2 XLPE					
C					3 PVC		2 PVC	3 XLPE		2 XLPE		
E						3 PVC		2 PVC	3 XLPE		2 XLPE	
F							3 PVC		2 PVC	3 XLPE		2 XLPE
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Cỡ (mm^2) Đồng												
1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	18,5	19,5	22	23	24	26	-
2,5	17,5	18	19,5	21	23	25	27	30	31	33	36	-
4	23	24	26	28	31	34	36	40	42	45	49	-
6	29	31	34	36	40	43	46	51	54	58	63	-
10	39	42	46	50	54	60	63	70	75	80	86	-
16	52	56	61	68	73	80	85	94	100	107	115	-
25	68	73	80	89	95	101	110	119	127	135	149	161
35	-	-	-	110	117	126	137	147	158	169	185	200
50	-	-	-	134	141	153	167	179	192	207	225	242
70	-	-	-	171	179	196	213	229	246	268	289	310
95	-	-	-	207	216	238	258	278	298	328	352	377
120	-	-	-	239	249	276	299	322	346	382	410	437
150	-	-	-	-	285	318	344	371	395	441	473	504
185	-	-	-	-	324	362	392	424	450	506	542	575
240	-	-	-	-	380	424	461	500	538	599	641	679

Hình 11. Khả năng mang dòng của cáp đồng theo phương thức lắp đặt (TCVN 9207:2012).

5.2.1.2. Lựa chọn Busway

- Trong mạng điện hạ thế, ngoài kết nối bằng dây dẫn, người ta còn chọn thêm cách sử dụng busway để dẫn điện.
- **Ưu điểm của sử dụng Busway:**
 - + Khả năng dẫn dòng lớn với kích thước nhỏ hơn dây dẫn.
 - + Tiết kiệm không gian tại các điểm cua, rẽ nhánh, đầu nối.

- + Dễ dàng đấu nối, sửa chữa cục bộ.
- + Giảm tình trạng sụt áp trên đường dây.
- + Đảm bảo tính thẩm mỹ.
- + Có khả năng phát triển mở rộng hệ thống.
- Phương pháp xác định kích thước busway dựa vào đặc tính của dòng I_{tt} phụ tải và dòng I_{cu} Busway:

$$I_{bw} = K_{at} \cdot I_{tt}$$

I_{bw} : dòng điện của busway.

I_{tt} : dòng tính toán của phụ tải.

K_{at} : hệ số an toàn(thường lấy 1.2-1.3)

5.3 Tính toán lựa chọn dây dẫn, thanh dẫn cho phụ tải tòa nhà

- ❖ Tính toán thanh dẫn đi từ máy biến áp đến tủ hạ thế tổng
- Từ kết quả tính toán tổng hợp phụ tải ở chương 4 ta có tổng công suất phụ tải của tòa nhà là : $S_{tt} = 3584,365$ (KVA)
- Từ đó ta có dòng điện đi qua thanh dẫn là :

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3}U} = \frac{3584,365}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 5445,879 \text{ (A)}$$

$$\rightarrow I_{bw} = I_{tt} \cdot 1,2 = 5445,879 \cdot 1,2 = 6535,01 \text{ (A)}$$

- Ta lựa chọn Busway Cu 7500 A để cấp nguồn cho tủ MSB từ máy biến áp tòa nhà.

- ❖ Tính toán thanh dẫn đi từ tủ điện tổng đến phụ tải khối căn hộ.
- Từ kết quả tính toán tổng hợp phụ tải ở chương 4 ta có tổng công suất phụ tải của tòa nhà là : $P_{tt} = 2867,492$ (KW)
- Từ đó ta có dòng điện đi qua thanh dẫn là :

$$I_{tt} = \frac{P_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{2867,492}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 5125,533 \text{ (A)}$$

$$I_{bw} = I_{tt} \cdot 1,2 = 5125,533 \cdot 1,2 = 6150,640 \text{ (A)}$$

- Ta lựa chọn Busway Cu 7500 A để cấp nguồn cho phụ tải khối căn hộ từ tủ điện MSB

- ❖ Tính toán dây dẫn đi từ máy phát điện đến tủ điện phân phối chính.
- Từ kết quả tính toán tổng hợp phụ tải ở chương 4 ta có tổng công suất phụ tải của tòa nhà dùng máy phát là : $S_{tt} = 188,750$ (KVA)

- Từ đó ta có dòng điện đi qua dây dẫn là :

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3}U} = \frac{188,750}{\sqrt{3}.0,38} = 287 \text{ (A)}$$

- Ta có hệ số $K_1 = 0,96$ tương ứng với nhiệt độ thành phố Hà Nội, và cáp điện loại XLPE, $K_4 = 1$ tương ứng với cáp điện đi 1 lớp trên thang cáp.
- Dựa vào bảng khả năng mang dòng của cáp điện bằng đồng ta thấy dây dẫn bằng đồng tiết diện 120mm^2 có khả năng mang dòng là 382(A)
- Kiểm tra điều kiện: $K_1.K_4.I_{cp} = 0,96.1.382 = 366,7\text{(A)} > 287\text{(A)}$
 - Ta lựa chọn cáp điện Cu/XLPE/PVC $4 \times 1 \text{Cx} 120 \text{ mm}^2$ để cáp điện từ máy phát đến tủ phân phối chính.

❖ Tính toán dây dẫn đi từ tủ điện phân phối chính đến tủ điện TĐ-H1

- Từ kết quả tính toán tổng hợp phụ tải ở chương 4 ta có tổng công suất của tủ điện TĐ-H1 là : $P_{tt} = 6,736 \text{ (KW)}$
- Từ đó ta có dòng điện đi qua dây dẫn là :

$$I_{tt} = \frac{P_{tt}}{\sqrt{3}.U.\cos\varphi} = \frac{6,736}{\sqrt{3}.0,38.0,8} = 13 \text{ (A)}$$

- Ta có hệ số $K_1 = 0,96$ tương ứng với nhiệt độ thành phố Hà Nội, và cáp điện loại XLPE, $K_4 = 1$ tương ứng với cáp điện đi 1 lớp trên thang cáp.
- Dựa vào bảng khả năng mang dòng của cáp điện bằng đồng ta thấy dây dẫn bằng đồng tiết diện 4mm^2 có khả năng mang dòng là 45(A)
- Kiểm tra điều kiện: $K_1.K_4.I_{cp} = 0,96.1.45 = 43,2\text{(A)} > 13\text{(A)}$
 - Ta lựa chọn cáp điện Cu/XLPE/PVC $4 \times 1 \text{Cx} 4 \text{ mm}^2 + \text{Cu/PVC E}(4) \text{ mm}^2$ để cáp điện từ tủ phân phối chính đến tủ điện TĐ-H1

❖ Tính toán dây dẫn đi từ tủ điện phân phối chính đến tủ điện TĐ-T1

- Từ kết quả tính toán tổng hợp phụ tải ở chương 4 ta có tổng công suất của tủ điện TĐ-T1 là : $P_{tt} = 7,530 \text{ (KW)}$
- Từ đó ta có dòng điện đi qua dây dẫn là :

$$I_{tt} = \frac{P_{tt}}{\sqrt{3}.U.\cos\varphi} = \frac{7,530}{\sqrt{3}.0,38.0,8} = 14 \text{ (A)}$$

- Ta có hệ số $K_1 = 0,96$ tương ứng với nhiệt độ thành phố Hà Nội, và cáp điện loại XLPE, $K_4 = 1$ tương ứng với cáp điện đi 1 lớp trên thang cáp.
- Dựa vào bảng khả năng mang dòng của cáp điện bằng đồng ta thấy dây dẫn bằng đồng tiết diện 4mm^2 có khả năng mang dòng là 45(A)

- Kiểm tra điều kiện: $K_1.K_4.I_{cp} = 0,96.1.45 = 43,2(A) > 14(A)$
- Ta lựa chọn cáp điện Cu/XLPE/PVC 4x1Cx4 mm²+Cu/PVC E(4) mm² để cấp điện từ tủ phân phối chính đến tủ điện TĐ-T1
- Tính toán tương tự ta có bảng tính chọn dây các tủ điện trong tòa nhà như sau.

Tuyến cáp	Dòng tính toán (A)	CÁP	
		Loại + Tiết diện (mm ²)	I _{cp} cáp (A)
MDB đến TĐ-BCC	167	Cu/XLPE/Fr/PVC4x(1Cx70)mm ² +E(1x35)mm ²	268
MDB đến TĐ-HK1	35	Cu/XLPE/Fr/PVC4x(1Cx10)mm ² +E(1x10)mm ²	107
MDB đến TĐ-HK2	35	Cu/XLPE/Fr/PVC4x(1Cx10)mm ² +E(1x10)mm ²	107
MDB đến TĐ-BTS	10	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx4)mm ² +E(1x4)mm ²	45
MDB đến TĐ-QCG	28	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx6)mm ² +E(1x6)mm ²	58
MDB đến TĐ-BNT	38	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx10)mm ² +E(1x10)mm ²	107
MDB đến TĐ-BSH	47	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx16)mm ² +E(1x16)mm ²	107
MDB đến TĐ-CSNN	12,1	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx4)mm ² +E(1x4)mm ²	45
MDB đến TĐ-ĐN	21	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx6)mm ² +E(1x6)mm ²	58
MDB đến TĐ-VT	23	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx6)mm ² +E(1x6)mm ²	58
MDB đến TĐ-SHCĐ	31,7	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx10)mm ² +E(1x10)mm ²	107
MDB đến TĐ-5	15	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx4)mm ² +E(1x4)mm ²	58
MDB đến TĐ-10	15	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx4)mm ² +E(1x4)mm ²	58
MDB đến TĐ-15	15	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx4)mm ² +E(1x4)mm ²	58
MDB đến TĐ-LF	32	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx10)mm ² +E(1x10)mm ²	80
MDB đến TĐ-FD1	4	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx4)mm ² +E(1x4)mm ²	45
MDB đến TĐ-FD2	4	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx4)mm ² +E(1x4)mm ²	45
MDB đến TĐ-QTA	42	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx16)mm ² +E(1x16)mm ²	107
Plug in- DB-1	53	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx16)mm ² +E(1x16)mm ²	107
Plug in- DB-2	85	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx35)mm ² +E(1x16)mm ²	169
Plug in- DB-3	85	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx35)mm ² +E(1x16)mm ²	169
Plug in- DB-4	85	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx35)mm ² +E(1x16)mm ²	169

Tuyến cáp	Dòng tính toán (A)	CÁP	
		Loại + Tiết diện (mm ²)	I _{cp} cáp (A)
Plug in- DB-5	85	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx35)mm ² +E(1x16)mm ²	169
Plug in- DB-6	85	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx35)mm ² +E(1x16)mm ²	169
Plug in- DB-7	85	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx35)mm ² +E(1x16)mm ²	169
Plug in- DB-8	85	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx35)mm ² +E(1x16)mm ²	169
Plug in- DB-9	85	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx35)mm ² +E(1x16)mm ²	169
Plug in- DB-10	85	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx35)mm ² +E(1x16)mm ²	169
Plug in- DB-11	85	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx35)mm ² +E(1x16)mm ²	169
Plug in- DB-12	101	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx50)mm ² +E(1x25)mm ²	207
Plug in- DB-13	101	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx50)mm ² +E(1x25)mm ²	207
Plug in- DB-14	101	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx50)mm ² +E(1x25)mm ²	207
Plug in- DB-15	101	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx50)mm ² +E(1x25)mm ²	207
Plug in- DB-16	93	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx50)mm ² +E(1x25)mm ²	207
Plug in- DB-17	93	Cu/XLPE/PVC 4(1Cx50)mm ² +E(1x25)mm ²	207
Line chiếu sáng căn hộ	2,6	Cu/PVC/PVC 2x(1x1.5)+E(1x1.5)mm ²	13,5
Line ổ cắm căn hộ	8,4	Cu/PVC/PVC 2x(1x2.5)+E(1x2.5)mm ²	17,5
Line ổ cắm căn hộ khu vực bếp	17,6	Cu/PVC/PVC 2x(1x4)+E(1x4)mm ²	24
Line điều hòa 1500W	7,6	Cu/PVC/PVC 2x(1x2.5)+E(1x2.5)mm ²	17,5
Line điều hòa 2000W	10,1	Cu/PVC/PVC 2x(1x2.5)+E(1x2.5)mm ²	17,5
Line bếp điện	21,2	Cu/PVC/PVC 2x(1x6)+E(1x6)mm ²	31
Line ổ cắm công cộng	4,26	Cu/PVC/PVC 2x(1x2.5)+E(1x2.5)mm ²	17,5

Tuyến cáp	Dòng tính toán (A)	CÁP	
		Loại + Tiết diện (mm ²)	I _{cp} cáp (A)
Line chiếu sáng công cộng	0,45	Cu/PVC/PVC 2x(1x1.5)+E(1x1.5)mm ²	13,5
Line chiếu sáng sự cố	0,45	Cu/PVC/PVC 2x(1x1.5)+E(1x1.5)mm ²	13,5

Bảng 35. Bảng chọn dây các tủ điện trong tòa nhà

- Với hệ số $K_1 = 1$ hệ số hiệu chỉnh theo các thức lắp đặt, $K_4 = 0,96$ hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ môi trường tại thành phố Hà Nội ứng với cáp XLPE, $K_4 = 0,94$ hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ môi trường tại thành phố Hà Nội ứng với cáp PVC. Ta có $K_1.K_4.I_{cp} > I_{tt}$. Suy ra tất cả cáp điện chọn ở bảng đều thỏa mãn điều kiện lựa chọn dây dẫn.

5.4 Tính toán ngắn mạch phía hạ áp.

- Ngắn mạch là trạng thái sự cố của hệ thống điện khi có sự nối tắt giữa các cực pha trong hệ thống điện. Điều này làm tăng đột ngột dòng điện trong hệ thống, có khả năng gây cháy nổ cực kỳ nghiêm trọng. Nguyên nhân thường là do hư hỏng vật liệu cách điện trong hệ thống hoặc trong thiết bị điện.
- Dòng điện ngắn mạch có thể lên đến hàng nghìn KA, dòng điện này sẽ nhanh chóng làm cháy các dụng cụ điện, dây dẫn. Do đó để tránh những ảnh hưởng nghiêm trọng của sự cố ngắn mạch, ta cần tính toán ngắn mạch và chọn thiết bị bảo vệ thật chính xác để loại trừ được sự cố ngay khi sự cố xảy ra.
- Ngắn mạch có bốn loại: ngắn mạch một pha chạm đất, hai pha chạm nhau, hai pha chạm nhau và chạm đất, cuối cùng là ngắn mạch ba pha.
- Mục đích của việc tính toán ngắn mạch là để xác định dòng điện sự cố và dùng nó để chọn thiết bị bảo vệ trong hệ thống điện.
- Vì ngắn mạch xa nguồn nên ta xem máy biến áp là nguồn, khi đó tổng trở của máy biến áp quy về phía hạ áp được xác định theo tiêu chuẩn IEC.60364.

Dựa vào trang G27 sách hướng dẫn thiết kế điện theo tiêu chuẩn IEC kết hợp Catalog busway hãng LS ta có các công thức tính toán ngắn mạch thường dùng :

Trở kháng cáp điện:

$$R_d = \frac{\rho \cdot L}{S} \quad \text{PT 5.5}$$

Dung kháng cáp điện:

PT 5.6

$$X_d = R_d \cdot L \rightarrow S \geq 50 \text{ mm}^2$$

$$X_d = 0 \rightarrow S \leq 50 \text{ mm}^2$$

Trở kháng busway :

$$R_B = \frac{R_{Bw}}{100} \cdot L \quad \text{PT 5.7}$$

Dung kháng busway :

$$X_B = \frac{X_{Bw}}{100} \cdot L \quad \text{PT 5.8}$$

Ngắn mạch tại thanh cái hạ áp MBA :

$$I_{SC} = \frac{I_n \cdot 100}{U_{SC}}; I_n = \frac{P_n \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{20}} \quad \text{PT 5.9}$$

Ngắn mạch tại điểm bất kì :

$$I_{SC} = \frac{U_{20}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_t^2 + X_t^2}} \quad \text{PT 5.10}$$

- Từ lý thuyết và theo danh mục bảng ta tra được bảng số liệu tính toán sau:

A	THÔNG SỐ CHUNG		
I	PHẦN TRUNG THỂ:		THAM KHẢO
-	U ₁ [kV]:	22	Bảng G34 sách hướng dẫn thiết kế điện theo tiêu chuẩn IEC
-	P _{sc} [MVA]:	500	
-	R _a (mΩ)	0,035	
-	X _a (mΩ)	0,353	
II	TRANSFORMER:		Catalog MBA Thibidi
-	Hãng sản xuất:	IEC	
-	Loại [dầu/khô]:	Cast	

	Công suất: S [kVA]	4000	
	Dòng định mức I_n [A]:	1084	
	Điện áp thứ cấp U_{20} [V]:	400	
-	Điện áp ngắn mạch U_{cs} [%]:	6	
-	Công suất ngắn mạch P_o [kW]:	5,300	
-	R_{tr} (m Ω)	1,79	
-	X_{tr} (m Ω)	12,62	
III	DÂY DẪN:		Bảng G36 sách hướng dẫn thiết kế điện theo tiêu chuẩn IEC
-	ρ_{cu} [m $\Omega \times mm^2/m$]:	22,5	
-	ρ_{AL} [m $\Omega \times mm^2/m$]:	36	
	X_c [m Ω/m]:	0,08	
	Busbar: XB [m Ω/m]:	0,15	
	MCCB: XD[m $\Omega/pole$]:	0,15	
IV	BUSWAY Cu	7500	Tra catalogue Busway LS
	R_{Bw} (m Ω)/100m	0,62	
	X_{Bw} (m Ω)/100m	0,35	

Bảng 36. Thông số chung các thiết bị tính toán ngắn mạch

❖ Tính toán ngắn mạch một số điểm cho phía hạ áp máy biến áp.

Từ bảng 4.5 ta tra được thông số điện trở của máy biến áp $S_{ba} = 4000$ kVA là: $R_{tr} = 1,79(m\Omega)$, $X_{tr} = 12,67(m\Omega)$

$$\Rightarrow R_t = R_{tr} + R_a = 1,79 + 0,053 = 1,841(m\Omega)$$

$$\Rightarrow X_t = X_{tr} + X_a = 12,67 + 0,35 = 13,03(m\Omega)$$

Chiều dài dây Busway Cu 7500A dẫn từ máy biến áp đến tủ phân phối chính là 15m.

Ta có giá trị trở kháng cáp điện :

$$R_B = \frac{R_{Bw}}{100} \cdot L = \frac{0,62}{100} \cdot 15 = 0,093 (m\Omega)$$

$$X_B = \frac{X_{Bw}}{100} \cdot L = \frac{0,35}{100} \cdot 15 = 0,053 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$\Rightarrow R_t = 1,841 + 0,093 = 1,934 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$X_t = 13,03 + 0,053 = 13,083 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

Trị số dòng ngắn mạch trên busway là :

$$I_{SC} = \frac{U_{20}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_t^2 + X_t^2}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{1,934^2 + 13,083^2}} = 17,46 \text{ (kA)}$$

❖ Tính toán dòng ngắn mạch của ACB đầu vào tủ điện tổng.

Ta có R_{cb} của ACB = 0(mΩ), X_{cb} của ACB = 0,15(mΩ).

$$\Rightarrow R_{tcb} = 0 + 1,934 = 1,934 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$X_{tcb} = 13,083 + 0,15 = 13,233 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

Trị số dòng ngắn mạch là :

$$I_{SC} = \frac{U_{20}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_t^2 + X_t^2}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{1,934^2 + 13,233^2}} = 17,27 \text{ (kA)}$$

➤ Ta lựa chọn giá trị của dòng ngắn mạch của ACB đầu vào là 18 kA

Tính toán ngắn mạch cho Busbar tủ MSB với chiều dài busbar là 6.5 mét.

Ta có trở kháng, dung kháng Busbar tủ MSB là:

$$R_{BB} = 0 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$X_{BB} = 0,15 \cdot 6,5 = 0,975 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$\Rightarrow R_t = 1,934 + 0 = 1,934 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$X_t = 13,233 + 0,975 = 14,208 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

Trị số dòng ngắn mạch busbar là :

$$I_{SC} = \frac{U_{20}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_t^2 + X_t^2}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{1,934^2 + 14,208^2}} = 16,11 \text{ (kA)}$$

Ta lựa chọn giá trị của dòng ngắn mạch của Busbar tủ điện tổng là 18 kA

❖ Tính toán ngắn mạch cho MCCB ra của tủ MSB

Ta có trở kháng, dung kháng MCCB là:

$$R_{CB} = 0 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$X_{CB} = 0,15 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$\Rightarrow R_t = 1,934 + 0 = 1,934 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$X_t = 14,208 + 0,15 = 14,358 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

Trị số dòng ngắn mạch là :

$$I_{sc} = \frac{U_{20}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_t^2 + X_t^2}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{1,934^2 + 14,358^2}} = 15,94 \text{ (kA)}$$

➤ Ta lựa chọn giá trị của dòng ngắn mạch của MCCB đầu ra tủ MSB là 18 kA

❖ Tính toán dòng ngắn mạch của Tap off tầng 1

Chiều dài dây Busway Cu 7500A dẫn từ tủ điện tổng đến tap off tầng 1 là 25m.

Ta có giá trị trở kháng cáp điện :

$$R_B = \frac{R_{Bw}}{100} \cdot L = \frac{0,62}{100} \cdot 25 = 0,155 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$X_B = \frac{X_{Bw}}{100} \cdot L = \frac{0,35}{100} \cdot 25 = 0,088 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$\Rightarrow R_t = 1,934 + 0,155 = 2,089 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$X_t = 14,358 + 0,088 = 15,238 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

Trị số dòng ngắn mạch trên Busway là :

$$I_{sc} = \frac{U_{20}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_t^2 + X_t^2}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{2,089^2 + 15,238^2}} = 15,02 \text{ (kA)}$$

Tính toán ngắn mạch cho MCCB ra của tủ Tap off tầng 1

Ta có trở kháng, dung kháng MCCB là:

$$R_{CB} = 0 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$X_{CB} = 0,15 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$\Rightarrow R_t = 2,089 + 0 = 2,089 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$X_t = 15,238 + 0,15 = 15,388 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

Trị số dòng ngắn mạch là :

$$I_{sc} = \frac{U_{20}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_t^2 + X_t^2}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{2,089^2 + 15,388^2}} = 14,87 \text{ (kA)}$$

➤ Ta lựa chọn giá trị của dòng ngắn mạch của MCCB đầu ra Tap off tầng 1 là 16 kA

Tính toán ngắn mạch cho MCCB ra của tủ điện SH-ST tầng 1(Tủ điện gần tủ điện DB-1 nhất)

❖ Tính toán dòng ngắn mạch của tủ điện DB-1

Chiều dài dây Cu/XLPE/PVC 4x(1Cx16)mm² dẫn từ Tap off đến tủ điện DB-1 là 6 mét

Ta có giá trị trở kháng cáp điện :

$$R_d = \frac{\rho \cdot L}{S \cdot n} = \frac{22,5}{16.1} \cdot 6 = 8,44 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

$$X_d = 0 \text{ (m}\Omega\text{)} \text{ do tiết diện dây nhỏ hơn } 50\text{mm}^2$$

BẢNG TÍNH NGẮN MẠCH: MDB PHÂN CÔNG CỘNG, PCCC											
MSB	MDB	1 x1Cx	120	Cu/XLPE/PVC	10	1.88	0.8	4.55	15.38	14.40	
		CB vào				-	0.15	4.55	15.53	14.27	16
		Busbar			1	0.19	0.15	4.74	15.68	14.10	16
		CB ra 3P				-	0.15	4.74	15.83	13.98	16
		CB ra 2P				-	0.15	4.74	15.83	6.99	10
MDB	TĐ-BCC	1 x1Cx	70	Cu/XLPE/PVC	15	4.82	1.2	9.56	17.03	11.83	
		CB vào				-	0.15	9.56	17.18	11.75	16
		Busbar			1	0.32	0.15	9.88	17.33	11.58	16
		CB ra 3P				-	0.15	9.88	17.48	11.50	16
		CB ra 2P				-	0.15	9.88	17.48	5.75	6
MDB	TĐ-HK1	1 x1Cx	10	Cu/XLPE/PVC	15	33.75	0	38.49	15.83	5.55	
		CB vào				-	0.15	38.49	15.98	5.54	6
		Busbar			1	2.25	0.15	40.74	16.13	5.27	6
		CB ra 3P				-	0.15	40.74	16.28	5.26	6
		CB ra 2P				-	0.15	40.74	16.28	2.63	6
MDB	TĐ-BSH	1 x1Cx	25	Cu/XLPE/PVC	15	13.50	0	16.17	14.58	10.61	
		CB vào				-	0.15	16.17	14.73	10.56	16
		Busbar			1	0.90	0.15	17.07	14.88	10.20	16
		CB ra 3P				-	0.15	17.07	15.03	10.15	16
		CB ra 2P				-	0.15	17.07	15.03	5.08	6
MDB	TĐ-5(Tủ điện hành lang)	1 x1Cx	6	Cu/XLPE/PVC	30	112.50	0	115.17	14.58	1.99	
		CB vào				-	0.15	115.17	14.73	1.99	6
		Busbar			1	3.75	0.15	118.92	14.88	1.93	6
		CB ra 3P				-	0.15	118.92	15.03	1.93	6
		CB ra 2P				-	0.15	118.92	15.03	0.96	6

Hình 13. Bảng tính ngắn mạch khối công cộng và PCCC

5.5 Tính toán sụt áp hệ thống điện tòa nhà

- Kiểm tra sụt áp nhằm kiểm tra chất lượng của mạng điện được thiết kế
- Sụt áp trên dây dẫn được kiểm tra theo theo tiêu chuẩn TVCN 9207 – 2012 như sau:

Vị trí điểm đầu điện	Loại hình phụ tải điện			
	Chiếu sáng	Động cơ điện	Thiết bị điện áp 12 đến 42V	Các loại phụ tải khác
Từ tủ phân phối hạ áp trạm biến áp	5%U _{dm}	5%U _{dm}	10%	5%U _{dm}

Hình 14. Độ sụt điện áp cho phép của hệ thống điện(TCVN:9207)

Tính sụt áp đối với dây dẫn dựa vào trang G21 sách hướng dẫn thiết kế điện theo tiêu chuẩn IEC ta có công thức tính sụt áp như sau:

- Độ sụt áp sẽ được tính bằng công thức:

$$\Delta U = K \times I_b \times L \quad \text{PT 5.11}$$

Trong đó :

+ K sẽ tra trong bảng G28 trong sách Hướng dẫn thiết kế lắp đặt điện theo tiêu chuẩn IEC.

- + I_b : dòng tải làm việc lớn nhất trên cáp (A).
- + L : chiều dài cáp tính sụt áp (km).

Tính sụt áp đối với thanh dẫn dựa vào Catalog Busway hãng LS ta có công thức sau.

$$\Delta U(v) = a \times V_d \times I_b / I_m \times L \quad \text{PT 5.12}$$

$$\Delta U\% = (U(v) / 380) \times 100 \quad \text{PT 5.13}$$

Trong đó :

+ $I_b(A)$ - Dòng tải

+ $L(m)$ - Chiều dài busduct

+ $a = 1$: concentrated load, $a = 0.5$: distribution load.

+ V_d - Hệ số Busway (V/m)-Tra theo LS

Tiết diện cắt ngang (mm ²)		Mạch một pha			Mạch ba pha cân bằng		
		Động cơ		Chiếu sáng	Động cơ		Chiếu sáng
		Bình thường	Khởi động		Bình thường	Khởi động	
Đồng	Nhôm	$\cos \varphi = 0.8$	$\cos \varphi = 0.35$	$\cos \varphi = 1$	$\cos \varphi = 0.8$	$\cos \varphi = 0.35$	$\cos \varphi = 1$
1.5		24	10.6	30	20	9.4	25
2.5		14.4	6.4	18	12	5.7	15
4		9.1	4.1	11.2	8	3.6	9.5
6	10	6.1	2.9	7.5	5.3	2.5	6.2
10	16	3.7	1.7	4.5	3.2	1.5	3.6
16	25	2.36	1.15	2.8	2.05	1	2.4
25	35	1.5	0.75	1.8	1.3	0.65	1.5
35	50	1.15	0.6	1.29	1	0.52	1.1
50	70	0.86	0.47	0.95	0.75	0.41	0.77
70	120	0.64	0.37	0.64	0.56	0.32	0.55
95	150	0.48	0.30	0.47	0.42	0.26	0.4
120	185	0.39	0.26	0.37	0.34	0.23	0.31
150	240	0.33	0.24	0.30	0.29	0.21	0.27
185	300	0.29	0.22	0.24	0.25	0.19	0.2
240	400	0.24	0.2	0.19	0.21	0.17	0.16
300	500	0.21	0.19	0.15	0.18	0.16	0.13

Hình 15. Bảng tra hệ số sụt áp của cáp điện

AMP Rating	Impedance $\times 10^4 \Omega/100m$, 60Hz			Voltage Drop(100m)							
	R	X	Z	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
630	7.49	4.07	8.53	6.69	7.34	7.94	8.46	8.90	9.21	9.30	8.18
800	7.49	3.84	8.42	8.20	9.04	9.80	10.49	11.07	11.50	11.67	10.38
1,000	5.49	2.99	6.25	7.79	8.55	9.24	9.85	10.35	10.72	10.82	9.52
1,250	4.39	2.45	5.03	7.91	8.66	9.34	9.94	10.44	10.78	10.86	9.50
1,600	3.10	1.71	3.54	7.09	7.77	8.39	8.94	9.40	9.72	9.80	8.60
2,000	2.40	1.35	2.76	6.96	7.61	8.21	8.73	9.17	9.46	9.53	8.32
2,500	1.86	1.05	2.13	6.73	7.37	7.95	8.45	8.87	9.16	9.22	8.06
3,200	1.54	0.85	1.76	7.05	7.73	8.35	8.89	9.34	9.66	9.75	8.55
3,600	1.35	0.74	1.54	6.94	7.61	8.22	8.75	9.20	9.51	9.60	8.42
4,000	1.20	0.67	1.37	6.93	7.58	8.18	8.70	9.13	9.42	9.49	8.29
5,000	0.93	0.52	1.06	6.71	7.35	7.92	8.43	8.84	9.13	9.19	8.03
6,000	0.80	0.45	0.91	6.92	7.57	8.17	8.69	9.11	9.41	9.48	8.28
7,500	0.62	0.35	0.71	6.71	7.34	7.91	8.42	8.83	9.12	9.18	8.02

Hình 16. Bảng tra hệ số sụt áp của Busway.

Sụt áp thường xảy ra ở các mạch điện xa nguồn vì vậy trong đề tài này đối với khối căn hộ sẽ tính sụt áp đến tủ điện tầng căn hộ xa nhất đó là tủ điện DB-27 và đến căn hộ xa nhất tầng 27 là tủ CH-18 và tới line xa nhất trong căn hộ CH-18 là line ổ cắm S1, nếu tính đến Line S1 mà giá trị sụt áp nhỏ hơn 5% thì mạng điện khối căn hộ tòa nhà thỏa mãn yêu cầu sụt áp

Tương tự với khối công cộng ta sẽ tính đến tủ xa nhất đó là tủ điện công cộng TĐ-TM và đến line xa nhất của tủ đó là S1, nếu tính đến Line S1 mà giá trị sụt áp nhỏ hơn 5% thì mạng điện khối công cộng tòa nhà thỏa mãn yêu cầu sụt áp

Ta có 1 số thông số để tính sụt áp hệ thống điện như sau.

- Tuyến Busway Cu 7500A đi từ máy biến áp đến tủ MSB có chiều dài là 15 mét
- Tuyến Busway Cu 7500A đi từ tủ điện tổng đến Tap off tầng 27 có chiều dài là 110 mét
- Tuyến cáp 4x(1Cx50mm²-Cu/XLPE/PVC)+E(25) Cu/PVC đi từ Tap off đến tủ DB-27 có chiều dài là 6 mét.
- Tuyến cáp 2x1Cx16mm²-Cu/XLPE/PVC +E(16) Cu/PVC đi từ tủ điện DB-27 đến tủ CH-18 tầng 27 có chiều dài là 20 mét
- Tuyến cáp 2x1Cx2.5mm²-Cu/PVC +E(2.5) Cu/PVC đi từ tủ điện CH-18 đến line ổ cắm S1 là 12 mét.
- Dòng điện tính toán trên tuyến Busway 7500A dài 15m là 6535A

- Dòng điện tính toán trên tuyến Busway 7500A dài 110 là 6150,64A
- Dòng điện tính toán tủ điện DB-27 là 93A
- Dòng điện tính toán tủ điện CH-18 là 54A
- Dòng điện tính toán line S1 ổ cắm căn hộ CH-18 là 3A
- Dòng điện tính toán tủ điện DB-TM là 13A
- Dòng điện tính toán line S1 ổ cắm công cộng tủ điện DM-TM là 3A

Ta tính toán sụt áp khối căn hộ như sau :

- Tính toán sụt áp trên tuyến Busway CU 7500A đi từ máy biến áp đến tủ điện MSB có độ dài 15 mét.

❖ Hệ số Busway(V/m) tra theo Catalog Busway của hãng LS là :

$$V_d = \frac{9,12}{100} = 0,0912$$

❖ Giá trị sụt áp trên tuyến Busway 7500A là :

$$\Delta U_1 (V) = a.V_d \cdot \frac{I_b}{I_m} \cdot l = 1.0,0912 \cdot \frac{6535}{7500} \cdot 15 = 1,19(V)$$

❖ Giá trị % sụt áp trên tuyến Busway 7500A là:

$$\% \Delta U_1 = \frac{\Delta U_1}{U_{100}} = \frac{1,19}{400.100} = 0,2975(\%)$$

- Giá trị % sụt áp trên tuyến Busway đi từ máy biến thế đến tủ điện tổng tòa nhà là $0,2975(\%) < 5(\%)$ nên tuyến Busway này thỏa mãn điều kiện sụt áp của hệ thống điện.

- Tính toán sụt áp trên tuyến Busway 7500A đi từ tủ điện tổng đến Tap off tầng 27 có độ dài 110 mét.

❖ Hệ số Busway(V/m) tra theo Catalog Busway của hãng LS là :

$$V_{d2} = \frac{9,12}{100} = 0,0912$$

❖ Giá trị sụt áp trên tuyến Busway 7500A là :

$$\Delta U_2 (V) = a \cdot V_d \cdot \frac{I_b}{I_m} \cdot l = 0,5 \cdot 0,0912 \cdot \frac{6150,64}{7500} \cdot 110 = 4,114 (V)$$

❖ Giá trị % sụt áp trên tuyến Busway 7500A là:

$$\Delta U_2 \% = \frac{\Delta U_2}{U_{100}} = \frac{4,114}{400 \cdot 100} = 1,0285 (\%)$$

❖ Tổng giá trị % sụt áp trên tuyến Busway 1000A là:

$$\sum \Delta U_2 \% = \% \Delta U_1 + \% \Delta U_2 = 0,2975 + 1,0285 = 1,326 (\%)$$

➤ Giá trị % sụt áp trên tuyến Busway đi từ tủ điện tổng đến Tap off tầng 27 là 1,326(%) < 5(%) nên tuyến Busway này thỏa mãn điều kiện sụt áp của hệ thống điện.

- Tính toán sụt áp trên tuyến dây dẫn đi từ Tap off tầng 27 đến tủ điện DB-27 có độ dài là 6 mét.

Ta có các hệ số của 1Cx50mm²-Cu/XLPE/PVC như sau :

❖ Hệ số K cấp 0,75(Tra tiêu chuẩn TCVN 9207)

❖ Giá trị sụt áp trên tuyến cáp 1Cx50mm²-Cu/XLPE/PVC là :

$$\Delta U_3 (V) = k \cdot I_b \cdot \frac{l}{1000 \cdot n} = 0,75 \cdot 93 \cdot \frac{6}{1000 \cdot 1} = 0,419 (V)$$

❖ Giá trị % sụt áp trên tuyến cáp 1Cx50mm²-Cu/XLPE/PVC là :

$$\% \Delta U_3 = \frac{\Delta U_3}{U_{100}} = \frac{0,419}{400 \cdot 100} = 0,1046 (\%)$$

❖ Tổng giá trị % sụt áp trên tuyến cáp 1Cx50mm²-Cu/XLPE/PVC là :

$$\sum \Delta U_3 = \% \Delta U_2 + \% \Delta U_3 = 1,326 + 0,1046 = 1,4306 (\%)$$

➤ Giá trị % sụt áp trên tuyến cáp 1Cx50mm²-Cu/XLPE/PVC đi từ Tap off đến tủ điện DB-27 là 1,4306(%) < 5(%) nên tuyến cáp điện này thỏa mãn điều kiện sụt áp của hệ thống điện.

- Tính toán sụt áp trên tuyến dây dẫn đi từ tủ điện DB-27 đến tủ điện căn hộ xa nhất CH-18.

Ta có các hệ số của 1Cx16mm²-Cu/XLPE/PVC như sau :

❖ Hệ số K cáp là 2,36 (Tra tiêu chuẩn TCVN 9207)

❖ Giá trị sụt áp trên tuyến cáp 1Cx16mm²-Cu/XLPE/PVC là :

$$\Delta U_4 (V) = k \cdot I_b \cdot \frac{1}{1000 \cdot n} = 2,36 \cdot 54 \cdot \frac{20}{1000 \cdot 1} = 2,549 (V)$$

❖ Giá trị % sụt áp trên tuyến cáp 1Cx50mm²-Cu/XLPE/PVC là :

$$\% \Delta U_4 = \frac{\Delta U_4}{U_{100}} = \frac{2,549}{400 \cdot 100} = 0,637 (\%)$$

❖ Tổng giá trị % sụt áp trên tuyến cáp 1Cx16mm²-Cu/XLPE/PVC là :

$$\sum \Delta U_4 = \% \Delta U_3 + \% \Delta U_4 = 1,4306 + 0,637 = 2,0676 (\%)$$

➤ Giá trị % sụt áp trên tuyến cáp 1Cx16mm²-Cu/XLPE/PVC đi từ tủ điện tầng 27 đến tủ điện căn hộ CH-18 là 2,0676(%) < 5(%) nên tuyến cáp điện này thỏa mãn điều kiện sụt áp của hệ thống điện.

- Tính toán sụt áp trên tuyến dây dẫn đi từ tủ điện căn hộ CH-18 đến Line ổ cắm S1 trong căn hộ

Ta có các hệ số của 1Cx2.5mm²-Cu/XLPE/PVC như sau :

❖ Hệ số K cáp là 14,4 (Tra tiêu chuẩn TCVN 9207)

❖ Giá trị sụt áp trên tuyến cáp 1Cx2.5mm²-Cu/PVC là :

$$\Delta U_5 (V) = k \cdot I_b \cdot \frac{1}{1000 \cdot n} = 14,4 \cdot 3 \cdot \frac{12}{1000 \cdot 1} = 0,518 (V)$$

❖ Giá trị % sụt áp trên tuyến cáp 1Cx2.5mm²-Cu/XLPE/PVC là :

$$\% \Delta U_5 = \frac{\Delta U_5}{U_{100}} = \frac{0,518}{230 \cdot 100} = 0,2254 (\%)$$

❖ Tổng giá trị % sụt áp trên tuyến cáp 1Cx2.5mm²-Cu/PVC là :

$$\sum \Delta U_4 = \% \Delta U_3 + \% \Delta U_4 = 2,0676 + 0,2254 = 2,293 (\%)$$

➤ Giá trị % sụt áp trên tuyến cáp 1Cx2.5mm²-Cu/PVC đi từ tủ điện căn hộ đến line ổ cắm căn hộ là 2,293(%) < 5(%) nên tuyến cáp điện này thỏa mãn điều kiện sụt áp của hệ thống điện.

- Tính toán tương tự ta có giá trị sụt áp trên tuyến dây 1Cx4mm²-Cu/XLPE/PVC đi từ tủ điện MDB đến tủ điện TĐ-TM là 2,21%, và giá trị sụt áp trên tuyến dây 1Cx2.5mm²-Cu/PVC đi từ tủ điện TĐ-TM đến line ổ cắm S1 là 2,21(%) các giá trị này nhỏ hơn 5 % nên thỏa mãn điều kiện sụt áp trong hệ thống điện

HẠNG MỤC: BẢNG TÍNH SỤT ÁP

BẢNG TÍNH SỤT ÁP TỦ MSB

TT	TỪ	TỚI	CHIỀU DÀI L(m)	TIẾT DIỆN CÁP/PHA S(mm ²)	BUSDUCT Im(A)	DÒNG TẢI Ib(A)	HỆ SỐ K-Cáp/ Vd- Busway	ΔU (V)	%ΔU (%)	ΣΔU (%)	GHI CHÚ
1	MÁY BIẾN ÁP 1: TR	MSB	15	BUSWAY CU 7500A	7500	6.535	0.0912	1.192	0.298	0.298	
BẢNG TÍNH SỤT ÁP TỦ CÁN HỘ VÀ CÔNG CỘNG											
TT	TỪ	TỚI	CHIỀU DÀI L(m)	TIẾT DIỆN CÁP/PHA S(mm ²)	BUSDUCT Im(A)	DÒNG TẢI Ib(A)	HỆ SỐ K-Cáp/ Vd- Busway	ΔU (V)	%ΔU (%)	ΣΔU (%)	GHI CHÚ
2	TỦ MSB	TAP-OFF UNIT -T17 (BUSDUCT)	110	BUSWAY CU 7500A	7500	6.151	0.0912	4.1135	1.0284	1.3264	
3	TỦ TAP-OFF UNIT -T17 (BUSDUCT)	DB-27	6	1Cx50mm ² -Cu/XLPE/PVC		93	0.75	0.4185	0.1046	1.431	
4	DB-27	CH-18 (Cán hộ xa nhất)	20	1Cx16mm ² -Cu/XLPE/PVC		54	2.36	2.5488	0.6372	2.0682	

Bảng tính sụt áp hệ thống điện tòa nhà.

5.6 Lựa chọn thiết bị đóng cắt trong tòa nhà.

Thiết bị dùng để đóng cắt trong các hệ thống điện hạ áp thường là MCB ,MCCB,ACB. thường chế tạo có 2 cấp tiếp điểm (tiếp điểm chính và hồ quang), hoặc ba cấp tiếp điểm (chính, phụ và hồ quang). Khi đóng mạch, tiếp điểm hồ quang đóng trước, tiếp theo là tiếp điểm phụ và tiếp điểm chính. Khi ngắt mạch thì ngược lại. Như vậy hồ quang chỉ cháy trên tiếp điểm hồ quang, do đó bảo vệ được tiếp điểm chính. Việc dùng thêm tiếp điểm phụ để tránh hồ quang cháy lan vào làm hư hại tiếp điểm chính.

Điều kiện lựa chọn thiết bị đóng cắt :

-Điện áp định mức, V : $U_{dmAT} \geq U_{dmLD}$

-Dòng điện định mức, A : $I_{dmAT} \geq I_{lvmax} = I_{tt}$

-Dòng cắt định mức , kA : $I_{cdmAT} \geq I_N$

Khi tính toán được dòng điện định mức của thiết bị đóng cắt ta thường nhân với một hệ số an toàn thường là 1,2-1,3.

5.6.1 Tính toán lựa chọn ACB cho đầu vào, đầu ra tủ MSB.

- ❖ Tính toán lựa chọn ACB bảo vệ tủ MSB từ nguồn máy biến thế.

- Từ kết quả tính toán phụ tải ở chương 4 ta có công suất tính toán tủ điện MSB là:
 $P_{tt}=2867,492(\text{ kW})$.

- Ta có dòng điện tính toán

$$I_{tt} = \frac{P_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot \cos\varphi} = \frac{2867,492}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8} = 5445,88(\text{A})$$

- Dòng điện của ACB chọn là:

$$I_{acb} = I_{tt} \cdot K_{at} = 5445,88 \cdot 1,2 = 6535,06(\text{A})$$

➤ Kết hợp với điều kiện ngắn mạch ở mục 5.4 ta lựa chọn ACB có giá trị là ACB 3P-6300A-100kA của hãng Schneider có mã sản phẩm là NW63H13F2

Loại	$U_{dm} \text{ (V)}$	$I_{dm} \text{ (A)}$	$I_{Nmax}(\text{kA})$
NW63H13F2	690	6300	100

Bảng 37. Thông số máy cắt ACB 1

Đại lượng chọn và kiểm tra	Kết quả
Điện áp định mức	$U_{cb} = 690 \text{ (V)} > U_{lưới} = 380 \text{ V}$
Dòng điện định mức	$I_{cb} = 6300(\text{A}) > I_{tt} = 5445,88 \text{ (A)}$
Dòng cắt định mức	$I_{cu} = 100(\text{kA}) > I_{nm} = 16,84 \text{ (kA)}$

Bảng 38. Kiểm tra lại điều kiện chọn ACB 1

❖ Tính toán lựa chọn ACB bảo vệ khối phụ tải căn hộ qua thanh dẫn Busway.

- Từ kết quả tính toán phụ tải ở chương 4 ta có công suất tính toán Busway căn hộ là:
 $P_{tt}=3028,29(\text{ kW})$.

- Ta có dòng điện tính toán:

$$I_{tt} = \frac{P_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot \cos\varphi} = \frac{3028,29}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8} = 5751,26(\text{A})$$

- Dòng điện của ACB chọn là:

$$I_{acb} = I_{tt} \cdot K_{at} = 5751,26 \cdot 1,2 = 6901,5(\text{A})$$

➤ Kết hợp với điều kiện ngắn mạch ở mục 5.4 ta lựa chọn ACB có giá trị là ACB 3P-6300A-100kA của hãng Schneider có mã sản phẩm là NW63H13F2

Loại	$U_{dm} \text{ (V)}$	$I_{dm} \text{ (A)}$	$I_{Nmax}(\text{kA})$
NW63H13F2	690	6300	100

NW63H13F2	690	6300	100
-----------	-----	------	-----

Bảng 39. Thông số máy cắt ACB 2

Đại lượng chọn và kiểm tra	Kết quả
Điện áp định mức	$U_{cb} = 690 \text{ (V)} > U_{lưới} = 380 \text{ V}$
Dòng điện định mức	$I_{cb} = 6300 \text{ (A)} > I_{tt} = 5751,26 \text{ (A)}$
Dòng cắt định mức	$I_{cu} = 100 \text{ (kA)} > I_{nm} = 15,58 \text{ (kA)}$

Bảng 40. Kiểm tra lại điều kiện chọn ACB 2

❖ Tính toán lựa chọn MCCB bảo vệ khối phụ tải công cộng.

- Từ kết quả tính toán phụ tải ở chương 4 ta có công suất tính toán khối công cộng, PCCC là: $P_{tt}=151,000 \text{ (kW)}$, chúng ta sẽ lấy công suất phụ tải theo phụ tải PCCC do công suất phụ tải PCCC lớn hơn công suất công cộng và 2 phụ tải này không chạy cùng lúc với nhau.
- Ta có dòng điện tính toán:

$$I_{tt} = \frac{P_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot \cos\varphi} = \frac{151,0}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8} = 287 \text{ (A)}$$

- Dòng điện của MCCB chọn là:

$$I_{mccb} = I_{tt} \cdot K_{at} = 287 \cdot 1,2 = 344 \text{ (A)}$$

- Kết hợp với điều kiện ngắn mạch ở mục 5.4 ta lựa chọn MCCB có giá trị là MCCB-4P-350A-36Ka của hãng Schneider có mã sản phẩm là EZC400N4350N
- Thông số của MCCB từ tủ động MSB đi sang tủ điện MDB có giá trị giống với MCCB đầu vào tủ MDB từ nguồn máy phát điện.

Loại	$U_{dm} \text{ (V)}$	$I_{dm} \text{ (A)}$	$I_{Nmax} \text{ (kA)}$
EZC400N4350N	415	350	36

Bảng 41. Thông số MCCB 1

Đại lượng chọn và kiểm tra	Kết quả
Điện áp định mức	$U_{cb} = 415 \text{ (V)} > U_{lưới} = 380 \text{ V}$
Dòng điện định mức	$I_{cb} = 350 \text{ (A)} > I_{tt} = 287 \text{ (A)}$

Dòng cắt định mức	$I_{cu} = 36(kA) > I_{nm} = 15,58 (kA)$
-------------------	---

Bảng 42. Kiểm tra lại điều kiện chọn MCCB 1

5.7 Tính toán lựa chọn thiết bị đóng cắt khối phụ tải căn hộ.

❖ Tính toán lựa chọn MCCB tủ điện DB-1

- Từ kết quả tính toán phụ tải ở chương 4 ta có công suất tính toán tủ điện DB-1 là $P_{tt}=28(KW)$
- Ta có dòng điện tính toán:

$$I_{tt} = \frac{P_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot \cos\varphi} = \frac{28000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,85} = 50,05(A)$$

- Dòng điện của MCCB chọn là:

$$I_{mccb} = I_{tt} \cdot K_{at} = 50,05 \cdot 1,2 = 60(A)$$

- Kết hợp với điều kiện ngắn mạch ở mục 5.4 ta lựa chọn MCCB có giá trị là MCCB-4P-63A-25kA của hãng Schneider có mã sản phẩm là EZC250N4063

Loại	$U_{dm} (V)$	$I_{dm} (A)$	$I_{Nmax}(kA)$
LV426115	690	63	25

Bảng 43. Thông số MCCB tủ DB-1

Đại lượng chọn và kiểm tra	Kết quả
Điện áp định mức	$U_{cb} = 415 (V) > U_{lưới} = 380 V$
Dòng điện định mức	$I_{cb} = 63(A) > I_{tt} = 50,05 (A)$
Dòng cắt định mức	$I_{cu} = 25(kA) > I_{nm} = 11,51 (kA)$

Bảng 44. Kiểm tra lại điều kiện chọn MCCB tủ DB-1

❖ Tính toán lựa chọn MCCB tủ điện DB-2

- Từ kết quả tính toán phụ tải ở chương 4 ta có công suất tính toán tủ điện DB-2 là $P_{tt}=50(KW)$
- Ta có dòng điện tính toán:

$$I_{tt} = \frac{P_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot \cos\varphi} = \frac{50000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,85} = 89,37(A)$$

- Dòng điện của MCCB chọn là:

$$I_{acb} = I_{tt} \cdot K_{at} = 89,37 \cdot 1,2 = 107,25(A)$$

- Kết hợp với điều kiện ngắn mạch ở mục 5.4 ta lựa chọn MCCB có giá trị là MCCB-4P-100A-25kA của hãng Schneider có mã sản phẩm là EZC250N4100

Loại	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	$I_{Nmax}(kA)$
EZC250N4100	690	100	25

Bảng 45. Thông số MCCB tủ DB-2

Đại lượng chọn và kiểm tra	Kết quả
Điện áp định mức	$U_{cb} = 415 (V) > U_{lưới} = 380 V$
Dòng điện định mức	$I_{cb} = 100(A) > I_{tt} = 89,37 (A)$
Dòng cắt định mức	$I_{cu} = 25(kA) > I_{nm} = 11,51 (kA)$

Bảng 46. Kiểm tra lại điều kiện chọn MCCB tủ DB-2

Tính toán tương tự ta có giá trị của thiết bị đóng cắt tủ điện tầng căn hộ từ tầng 3-27:

STT	Tên lộ	Dòng điện tính toán(I_{tt})A	Hệ số an toàn (K_{at})	Dòng điện của MCB(I_{mccb})(A)	Chọn thiết bị bảo vệ
1	Tap off T3-DB-3	377,49	1,2	453	MCCB-4P-400A-36kA

Bảng 47. Giá trị của thiết bị đóng cắt tủ điện tầng căn hộ

❖ Tính toán lựa chọn thiết bị đóng cắt cho căn hộ (1PN+1WC) và STUDIO

Các căn hộ trong tòa nhà là các tủ điện âm tường nên chúng ta sẽ thiết kế CB dạng tếp để bảo vệ cho phụ tải căn hộ.

- Từ kết quả tính toán phụ tải ở chương 4 ta có công suất tính toán tủ điện căn hộ 1PN+1WC là $P_{tt}=7480(W)$
- Ta có dòng điện tính toán:

$$I_{tt} = \frac{P_{tt}}{U_{dm} \cdot \cos\varphi} = \frac{7480}{220 \cdot 0,85} = 40(A)$$

- Dòng điện của MCB chọn là:

$$I_{mcb} = I_{tt} \cdot K_{at} = 40 \cdot 1,2 = 48(A)$$

- Kết hợp với điều kiện ngắn mạch ở mục 5.4 ta lựa chọn MCB có giá trị là MCB-2P-50A-6kA của hãng Schneider có mã sản phẩm là A9K24250

Loại	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	$I_{Nmax}(kA)$
A9K24250	230	50	6

Bảng 48. Thông số MCB tủ điện căn hộ 1PN+1WC

Đại lượng chọn và kiểm tra	Kết quả
Điện áp định mức	$U_{cb} = 230 \text{ (V)} > U_{lưới} = 220 \text{ V}$
Dòng điện định mức	$I_{cb} = 50 \text{ (A)} > I_{tt} = 40 \text{ (A)}$
Dòng cắt định mức	$I_{cu} = 6 \text{ (kA)} > I_{nm} = 3,82 \text{ (kA)}$

Bảng 49. Kiểm tra lại điều kiện chọn MCB tủ điện căn hộ 1PN+1WC

❖ Tính toán lựa chọn thiết bị đóng cắt cho căn hộ 2PN+2WC

Các căn hộ trong tòa nhà là các tủ điện âm tường nên chúng ta sẽ thiết kế CB dạng hộp để bảo vệ cho phụ tải căn hộ.

- Từ kết quả tính toán phụ tải ở chương 4 ta có công suất tính toán tủ điện căn hộ 2PN+2WC là $P_{tt}=10105 \text{ (W)}$
- Ta có dòng điện tính toán:

$$I_{tt} = \frac{P_{tt}}{U_{dm} \cdot \cos\varphi} = \frac{10105}{220 \cdot 0,85} = 54 \text{ (A)}$$

- Dòng điện của MCB chọn là:

$$I_{mcb} = I_{tt} \cdot K_{at} = 54 \cdot 1,2 = 64,8 \text{ (A)}$$

- Kết hợp với điều kiện ngắn mạch ở mục 5.4 ta lựa chọn MCB có giá trị là MCB-2P-63A-6kA của hãng Schneider có mã sản phẩm là A9K24263

Loại	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	$I_{Nmax}(kA)$
A9K24263	230	63	6

Bảng 50. Thông số MCB tủ điện căn hộ 2PN+2WC

Đại lượng chọn và kiểm tra	Kết quả
Điện áp định mức	$U_{cb} = 230 \text{ (V)} > U_{lưới} = 220 \text{ V}$
Dòng điện định mức	$I_{cb} = 63 \text{ (A)} > I_{tt} = 54 \text{ (A)}$

Dòng cắt định mức	$I_{cu} = 6(kA) > I_{nm} = 3,82 (kA)$
-------------------	---------------------------------------

Bảng 51. Kiểm tra lại điều kiện chọn MCB tủ điện căn hộ 2PN+2WC

❖ Tính toán lựa chọn thiết bị đóng cắt cho căn hộ 3PN+2WC

Các căn hộ trong tòa nhà là các tủ điện âm tường nên chúng ta sẽ thiết kế CB dạng tếp để bảo vệ cho phụ tải căn hộ.

- Từ kết quả tính toán phụ tải ở chương 4 ta có công suất tính toán tủ điện căn hộ 3PN+2WC là $P_{tt}=11007(W)$
- Ta có dòng điện tính toán:

$$I_{tt} = \frac{P_{tt}}{U_{dm} \cdot \cos\varphi} = \frac{11007}{220 \cdot 0,85} = 59(A)$$

- Dòng điện của MCB chọn là:

$$I_{mcb} = I_{tt} \cdot K_{at} = 59 \cdot 1,2 = 71(A)$$

- Kết hợp với điều kiện ngắn mạch ở mục 5.4 ta lựa chọn MCB có giá trị là MCB-2P-80A-10kA của hãng Schneider có mã sản phẩm là A9N18361

Loại	$U_{dm} (V)$	$I_{dm} (A)$	$I_{Nmax}(kA)$
A9N18361	230	80	6

Bảng 52. Thông số MCB tủ điện căn hộ 3PN+2WC

Đại lượng chọn và kiểm tra	Kết quả
Điện áp định mức	$U_{cb} = 230 (V) > U_{lưới} = 220 V$
Dòng điện định mức	$I_{cb} = 80(A) > I_{tt} = 59 (A)$
Dòng cắt định mức	$I_{cu} = 10(kA) > I_{nm} = 3,82 (kA)$

Bảng 53. Kiểm tra lại điều kiện chọn MCB tủ điện căn hộ 3PN+2WC

❖ Tính toán lựa chọn thiết bị đóng cắt cho line chiếu sáng căn hộ điển hình cho tất cả căn hộ

- Từ kết quả tính toán phụ tải ở chương 4 ta có công suất tính toán của line chiếu sáng điển hình là $P_{tt} = 494(W)$ (Ta lấy line công suất lớn nhất)
- Ta có dòng điện tính toán:

$$I_{tt} = \frac{P_{tt}}{U_{dm} \cdot \cos\varphi} = \frac{494}{220 \cdot 0,85} = 2,6(A)$$

- Dòng điện của MCB chọn là:

$$I_{mcb} = I_{tt} \cdot K_{at} = 2,6 \cdot 1,2 = 3,12(A)$$

- Kết hợp với điều kiện ngắn mạch ở mục 5.4 ta lựa chọn MCB có giá trị là MCB-1P-10A-6kA của hãng Schneider có mã sản phẩm là A9K27110

Loại	U _{dm} (V)	I _{dm} (A)	I _{Nmax} (kA)
A9K27110	230	10	6

Bảng 54. Thông số MCB line chiếu sáng điển hình.

Đại lượng chọn và kiểm tra	Kết quả
Điện áp định mức	U _{cb} = 230 (V) > U _{lưới} = 220 V
Dòng điện định mức	I _{cb} = 10(A) > I _{tt} = 2,6 (A)
Dòng cắt định mức	I _{cu} = 6(kA) > I _{nm} = 3,65 (kA)

Bảng 55. Kiểm tra lại điều kiện chọn MCB line chiếu sáng điển hình.

- ❖ Tính toán lựa chọn thiết bị đóng cắt cho line ổ cắm (khác line ổ cắm khu vực bếp) căn hộ, điển hình cho tất cả căn hộ
- Từ kết quả tính toán phụ tải ở chương 4 ta có công suất tính toán của line ổ cắm điển hình là P_{tt}=1470(W) (Ta lấy line công suất lớn nhất)
- Ta có dòng điện tính toán:

$$I_{tt} = \frac{P_{tt}}{U_{dm} \cdot \cos \varphi} = \frac{1470}{220 \cdot 0,85} = 7,9(A)$$

- Dòng điện của MCB chọn là:

$$I_{mcb} = I_{tt} \cdot K_{at} = 7,9 \cdot 1,2 = 9,48(A)$$

- Kết hợp với điều kiện ngắn mạch ở mục 5.4 ta lựa chọn MCB có giá trị là MCB-1P-16A-6kA của hãng Schneider có mã sản phẩm là A9K27116

Loại	U _{dm} (V)	I _{dm} (A)	I _{Nmax} (kA)
A9K27116	230	16	6

Bảng 556. Thông số MCB line ổ cắm khác khu vực bếp.

Đại lượng chọn và kiểm tra	Kết quả
Điện áp định mức	U _{cb} = 230 (V) > U _{lưới} = 220 V

Dòng điện định mức	$I_{cb} = 16(A) > I_{tt} = 7,9 (A)$
Dòng cắt định mức	$I_{cu} = 6(kA) > I_{nm} = 3,65 (kA)$

Bảng 57. Kiểm tra lại điều kiện chọn MCB line ổ cắm khác khu vực bếp.

- ❖ Tính toán lựa chọn thiết bị đóng cắt cho line ổ cắm khu vực bếp, diễn hình cho tất cả căn hộ
- Từ kết quả tính toán phụ tải ở chương 4 ta có công suất tính toán của line ổ cắm khu vực bếp là $P_{tt} = 3090(W)$ (Ta lấy line công suất lớn nhất)
- Ta có dòng điện tính toán:

$$I_{tt} = \frac{P_{tt}}{U_{dm} \cdot \cos\varphi} = \frac{3090}{220 \cdot 0,85} = 16,5(A)$$

- Dòng điện của MCB chọn là:

$$I_{mcb} = I_{tt} \cdot K_{at} = 16,5 \cdot 1,2 = 19,8(A)$$

- Kết hợp với điều kiện ngắn mạch ở mục 5.4 ta lựa chọn MCB có giá trị là MCB-1P-16A-6kA của hãng Schneider có mã sản phẩm là A9K27116

Loại	$U_{dm} (V)$	$I_{dm} (A)$	$I_{Nmax}(kA)$
A9K27116	230	20	6

Bảng 58. Thông số MCB line ổ cắm khu vực bếp.

Đại lượng chọn và kiểm tra	Kết quả
Điện áp định mức	$U_{cb} = 230 (V) > U_{lưới} = 220 V$
Dòng điện định mức	$I_{cb} = 20(A) > I_{tt} = 16,5 (A)$
Dòng cắt định mức	$I_{cu} = 6(kA) > I_{nm} = 3,65 (kA)$

Bảng 59. Kiểm tra lại điều kiện chọn MCB line ổ cắm khu vực bếp.

- Tính toán tương tự ta có thông số thiết bị đóng cắt các Line còn lại của căn hộ là:
- Line điều hòa phòng ngủ 1500W: MCB-1P-16A-6kA.
- Line điều hòa phòng khách 2500W: MCB-1P-20A-6kA.
- Line máy nước nóng 2500W: MCB-1P-20A-6kA.
- Line bếp điện 4200W: MCB-1P-32A-6kA.

5.8 Tính toán lựa chọn thiết bị đóng cắt khối phụ tải công cộng.

- ❖ Tính toán lựa chọn MCCB tủ điện MDB cấp nguồn cho tủ điện TĐ-BCC
- Từ kết quả tính toán phụ tải ở chương 4 ta có công suất tính toán tủ điện TĐ-BCC là $P_{tt} = 88(\text{KW})$
- Ta có dòng điện tính toán:

$$I_{tt} = \frac{P_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot \cos\varphi} = \frac{88,000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8} = 167(\text{A})$$

- Dòng điện của MCCB chọn là:

$$I_{acb} = I_{tt} \cdot K_{at} = 167 \cdot 1,2 = 200,4(\text{A})$$

- Kết hợp với điều kiện ngắn mạch ở mục 5.4 ta lựa chọn MCCB có giá trị là MCCB-4P-200A-25kA của hãng Schneider có mã sản phẩm là EZC250N4200

Loại	$U_{dm} (\text{V})$	$I_{dm} (\text{A})$	$I_{Nmax}(\text{kA})$
EZC250N3200	415	200	25

Bảng 60. Thông số MCCB tủ điện TĐ-BCC

Đại lượng chọn và kiểm tra	Kết quả
Điện áp định mức	$U_{cb} = 415 (\text{V}) > U_{lưới} = 380 \text{ V}$
Dòng điện định mức	$I_{cb} = 200(\text{A}) > I_{tt} = 167 (\text{A})$
Dòng cắt định mức	$I_{cu} = 25(\text{kA}) > I_{nm} = 13,98 (\text{kA})$

Bảng 61. Kiểm tra lại điều kiện chọn MCCB tủ TĐ-BCC

- ❖ Tính toán lựa chọn MCCB tủ điện MDB cấp nguồn cho tủ điện TĐ-HK1, tương tự tủ điện TĐ-HK2
- Từ kết quả tính toán phụ tải ở chương 4 ta có công suất tính toán tủ điện TĐ-HK1 là $P_{tt} = 18,5(\text{KW})$
- Ta có dòng điện tính toán:

$$I_{tt} = \frac{P_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot \cos\varphi} = \frac{18500}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8} = 35(\text{A})$$

- Dòng điện của MCCB chọn là:

$$I_{acb} = I_{tt} \cdot K_{at} = 35 \cdot 1,2 = 42(\text{A})$$

- Kết hợp với điều kiện ngắn mạch ở mục 5.4 ta lựa chọn MCCB có giá trị là MCCB-4P-50A-25kA của hãng Schneider có mã sản phẩm là CVS100B

Loại	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	$I_{Nmax}(kA)$
CVS100B	415	50	25

Bảng 62. Thông số MCCB tủ điện TĐ-HK1

Đại lượng chọn và kiểm tra	Kết quả
Điện áp định mức	$U_{cb} = 415 \text{ (V)} > U_{lưới} = 380 \text{ V}$
Dòng điện định mức	$I_{cb} = 50(A) > I_{tt} = 35 \text{ (A)}$
Dòng cắt định mức	$I_{cu} = 25(kA) > I_{nm} = 13,98 \text{ (kA)}$

Bảng 63. Kiểm tra lại điều kiện chọn MCCB tủ TĐ-HK1

❖ Tính toán lựa chọn MCCB tủ điện MDB cấp nguồn cho TĐ-H1

- Từ kết quả tính toán phụ tải ở chương 4 ta có công suất tính toán tủ điện TĐ-H1 là $P_{tt} = 6,736 \text{ (KW)}$
- Ta có dòng điện tính toán:

$$I_{tt} = \frac{P_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot \cos\varphi} = \frac{6,736}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8} = 12,81(A)$$

- Dòng điện của MCCB chọn là:

$$I_{acb} = I_{tt} \cdot K_{at} = 12,81 \cdot 1,2 = 15,37(A)$$

- Kết hợp với điều kiện ngắn mạch ở mục 5.4 ta lựa chọn MCCB có giá trị là MCCB-4P-32A-25kA của hãng Schneider có mã sản phẩm là EZC100H3030

Loại	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	$I_{Nmax}(kA)$
EZC100H3030	415	32	25

Bảng 64. Thông số MCCB tủ điện TĐ-H1

Đại lượng chọn và kiểm tra	Kết quả
Điện áp định mức	$U_{cb} = 415 \text{ (V)} > U_{lưới} = 380 \text{ V}$
Dòng điện định mức	$I_{cb} = 32(A) > I_{tt} = 12,81 \text{ (A)}$
Dòng cắt định mức	$I_{cu} = 25(kA) > I_{nm} = 13,98 \text{ (kA)}$

Bảng 65. Kiểm tra lại điều kiện chọn MCCB tủ TĐ-H1

Tính toán tương tự ta có bảng chọn thiết bị đóng cắt của tủ điện MDB cấp nguồn cho các phụ tải khác như sau:

STT	Tên lộ từ tủ MDB đến	Dòng điện tính toán(I_{tt})A	Hệ số an toàn (K_{at})	Dòng điện của MCB(I_{mccb})(A)	Chọn thiết bị bảo vệ
1	TĐ-QCG	19.01	1,2	23	MCCB-4P-30A-25kA
2	TĐ-T1	14.32	1,2	17	MCCB-4P-25A-25kA
3	TĐ-BNT	38.03	1,2	46	MCCB-4P-50A-25kA
4	TĐ-BSH	47.54	1,2	57	MCCB-4P-63A-25kA
5	TĐ-BTS	10.27	1,2	12	MCCB-4P-25A-25kA
6	TĐ-CSNN	12.06	1,2	14	MCCB-4P-25A-25kA
7	TĐ-ĐN	21.30	1,2	26	MCCB-4P-30A-25kA
8	TĐ-VT	19.01	1,2	23	MCCB-4P-30A-25kA
9	TĐ-T5 TĐ-T10 TĐ-T15 TĐ-T20 TĐ-T25	14.84	1,2	18	MCCB-4P-25A-25kA
12	DB-TM	12.71	1,2	15	MCCB-4P-25A-25kA
13	TĐ-LF	31.68	1,2	38	MCCB-4P-40A-25kA
14	TĐ-SHCD	31.68	1,2	38	MCCB-4P-40A-25kA

Bảng 66.bảng chọn thiết bị đóng cắt của tủ điện MDB cấp nguồn cho các phụ tải khác

- Thông số của MCCB đầu ra từ MDB đến tủ điện của các phụ tải lấy nguồn từ tủ điện MDB có giá trị giống với MCCB đầu vào các tủ điện con của nó nhưng khác nhau về giá trị dòng cắt ngắn mạch, ta sẽ dựa vào bảng tính ngắn mạch để lựa chọn thiết bị đóng cắt tủ điện.

CHƯƠNG 6. BẢO VỆ NÓI ĐẤT VÀ CHỐNG SÉT

6.1 An toàn điện

6.1.1 Các khái niệm cơ bản về an toàn điện

Hiện tượng điện giật: Khi tiếp xúc với điện áp, con người có thể chịu một dòng điện nào đó qua người ($I_{\text{người}}$). Nếu trị số của dòng $I_{\text{người}}$ đủ lớn và thời gian tồn tại đủ lâu con người có thể bị tử vong. Dòng $I_{\text{người}}$ sẽ gây ra các tác hại về mặt sinh học đối với cơ thể con người như co giật, phỏng, rối loạn hô hấp, hệ thần kinh, tim ngừng đập.... dẫn đến tử vong. Các tác hại phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố: biên độ dòng $I_{\text{người}}$, thời gian tồn tại, đường đi của dòng điện qua người, trạng thái sức khỏe, môi trường xung quanh....

Chạm điện trực tiếp: Đây là trạng thái người tiếp xúc trực tiếp vào các phần tử mang điện áp, nguyên nhân do bất cẩn, vô tình, thao tác đóng cắt thiết bị sai, hoặc do hư hỏng cách điện.

Chạm điện gián tiếp: Khi các thiết bị điện có hiện tượng chạm vỏ hoặc có dòng điện rò trong đất, trong sàn nhà, tường, con người sẽ tiếp xúc trực tiếp với điện áp thông qua đất, sàn, tường, vỏ thiết bị bị nhiễm.

Điện áp tiếp xúc cho phép: Là điện áp giới hạn mà người tiếp xúc sẽ không bị nguy hiểm đến tính mạng.

6.1.2 Các biện pháp an toàn

6.1.2.1. Biện pháp chống chạm điện trực tiếp

Vì chạm điện trực tiếp rất nguy hiểm, nên việc bảo vệ chống chạm điện trực tiếp là yêu cầu cơ bản của một mạng điện, một thiết bị điện

Khi chế tạo dây dẫn hoặc thiết bị điện, nhà sản xuất phải đảm bảo điện trở cách điện phù hợp với từng cấp điện áp

Khi thi công các hệ thống điện, cần thực hiện các biện pháp bảo vệ chống chạm điện trực tiếp như:

- + Sử dụng các thiết bị điện có điện trở cách điện đúng theo cấp điện áp yêu cầu.
 - + Lắp đặt các phần mang điện trên cao, che chắn tránh người sử dụng có thể chạm tới.
 - + Lắp đặt các phần mang điện không được bọc cách điện trong tủ kín có khóa và chìa khóa giao cho người bên phòng kĩ thuật.
 - + Thiết kế và lắp đặt mạng lấy nguồn sau biến áp cách li đặc biệt và đảm bảo mức cách điện của mạng theo đúng yêu cầu an toàn điện, thực hiện nối đẳng thế vỏ thiết bị

Ngoài ra, trong khi sử dụng hoặc vận hành các thiết bị điện, do bất cẩn, do cách điện bị hư hỏng, hoặc do thao tác nhầm, con người vẫn có thể tiếp xúc với điện áp. Hiện nay, IEC và một số nước qui định bắt buộc sử dụng các biện pháp bảo vệ các nơi có nguy cơ

chạm điện cao, như các ổ cắm điện có $I_{dm} \geq 30(A)$ ($U \leq 1000V$) hoặc nơi ẩm ướt, đối với các thiết bị điện di động. Biện pháp bảo vệ phụ được thực hiện thông qua việc sử dụng thiết bị chống dòng rò RCD (Residual Current Device) ở đầu nguồn vào.

6.1.2.2. Biện pháp chống chạm điện gián tiếp

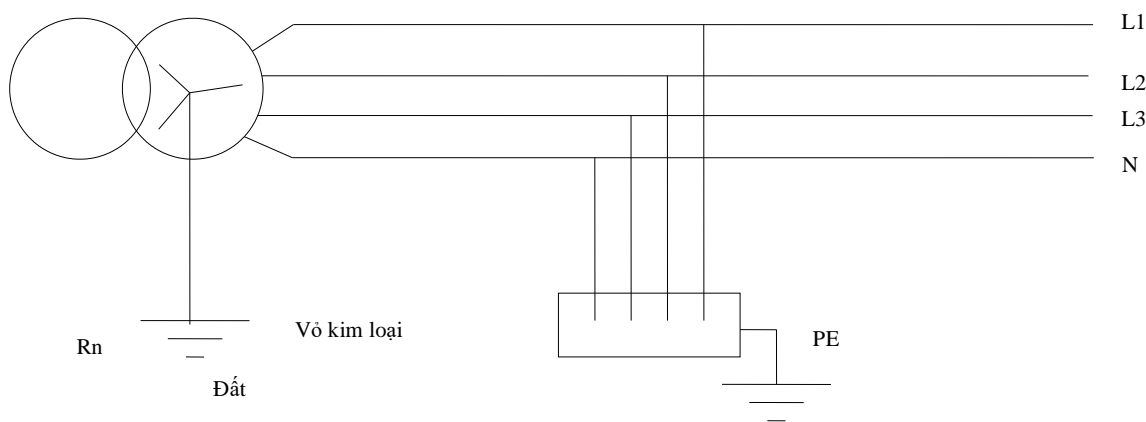
Tình trạng chạm điện gián tiếp xảy ra khi có sự cố về cách điều khiển các phần mang điện áp chạm vào vỏ kim loại của thiết bị điện. Trong trường hợp này nếu không có biện pháp bảo vệ, người sờ vào vỏ của thiết bị sẽ tiếp xúc với điện áp có trị số lớn tương đương với chạm trực tiếp vào mạch điện

6.1.2.3. Các sơ đồ an toàn điện

Các kiểu sơ đồ nối đất (TT, TN, và IT) được kí hiệu bằng 3 chữ cái

- Chữ thứ nhất: Chỉ tình trạng của trung tính nguồn so với đất.
 - T: nối trực tiếp trung tính với đất
 - I: Không nối trực tiếp trung tính với đất, trung tính cách li hoặc nối trung gian qua một tổng trở.

- Chữ thứ hai: Chỉ tình trạng nối đất của vỏ thiết bị.
 - T: Vỏ thiết bị nối đất riêng biệt với trung tính N
 - N: Vỏ thiết bị nối mát chung với trung tính N
- Chữ thứ 3: chỉ dùng với nối đất TN
 - TN-C: ghép chung với dây trung tính N và dây bảo vệ PE (gọi là dây PEN)
 - TN-S: Mắc riêng rẽ dây trung tính N và dây bảo vệ PE.
- ✓ Sơ đồ Nối đất kiểu TT:

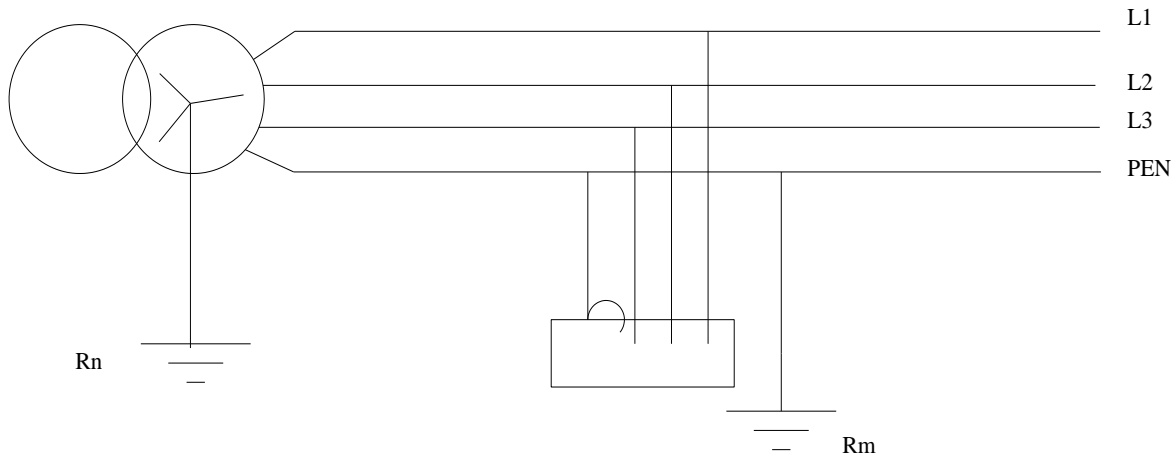


Hình 17. Sơ đồ nối đất kiểu TT.

Trong đó: R_n : điện trở nối đất của trung tính

✓ Sơ đồ nối đất kiểu TN: Trong sơ đồ này, trung tính nguồn trực tiếp nối đất, trong khi vỏ thiết bị được nối với trung tính. Ta phân biệt 2 dạng nối đất kiểu TN là TNC và TNS được trình bày trong hình sau:

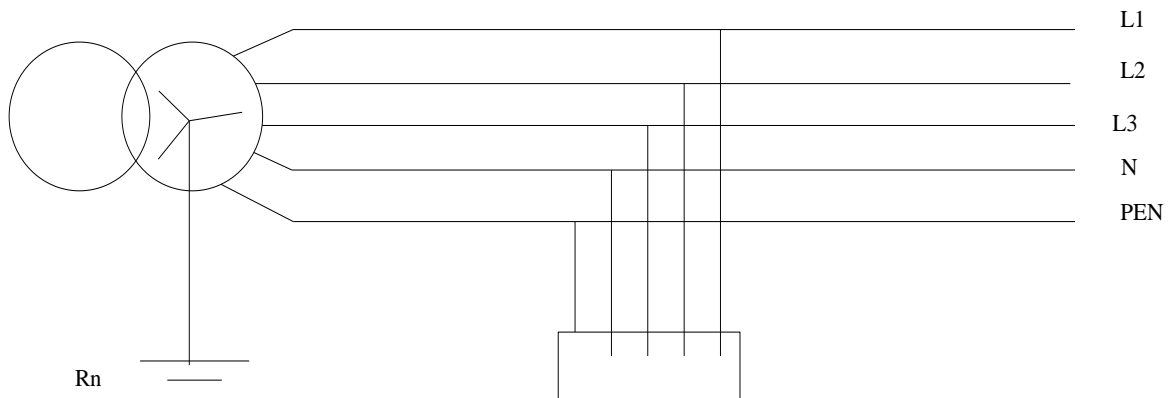
- Sơ đồ TN-C:



Hình 18. Sơ đồ nối đất kiểu TN-C

Ở sơ đồ TN-C, dây trung tính và dây PE kết hợp với nhau trong một dây gọi là dây PEN

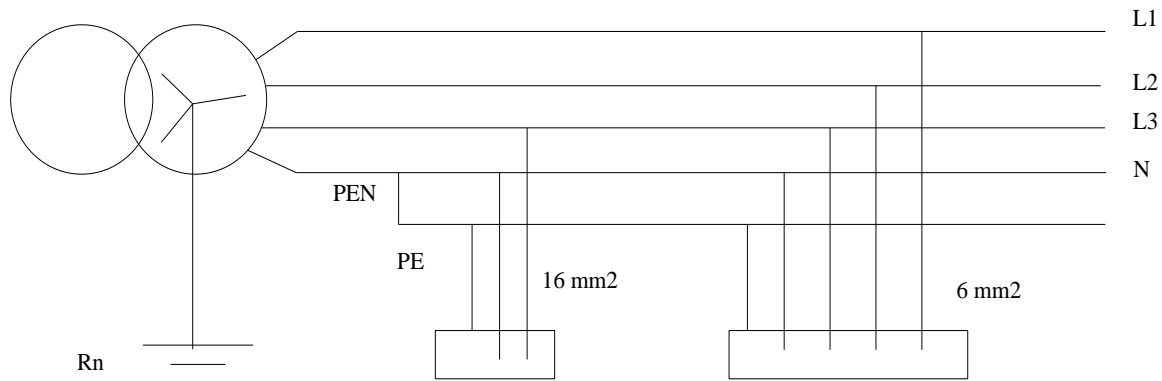
- Sơ đồ TN-S:



Hình 19. Sơ đồ nối đất kiểu TN-S

Sơ đồ này nhiều dây dẫn, nhưng bù lại sẽ tăng tính an toàn cho người vận hành

- ✓ Sơ đồ TN-CS:



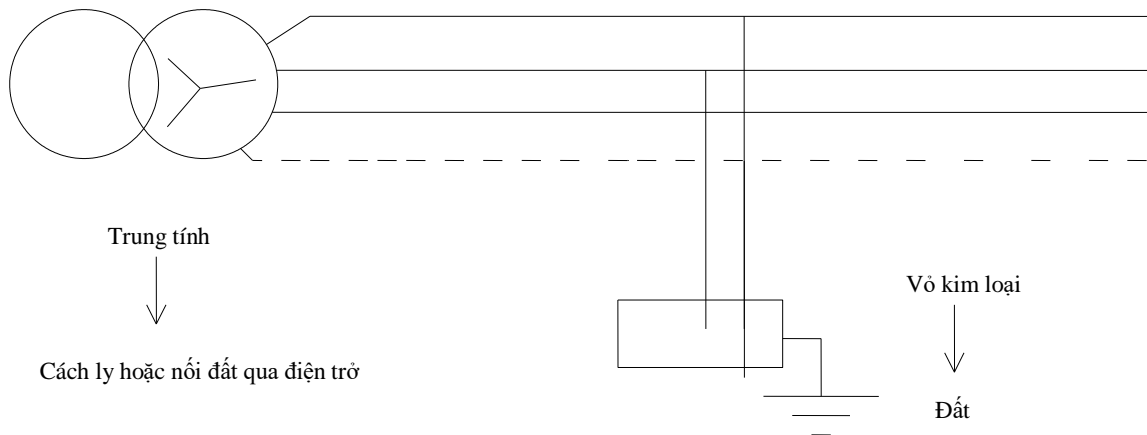
Hình 20. Sơ đồ nối đất TN-CS

Sơ đồ TN-C và TN-S có thể được cùng sử dụng. Trong sơ đồ TN-C-S, sơ đồ TN-C (4 dây) rất ít sử dụng sau sơ đồ TN-S. Điểm phân dây PE tách khỏi dây PEN thường là điểm đầu của lưới

✓ Sơ đồ nối dây kiểu IT:

Sơ đồ nối đất IT có trung tính nguồn cách ly hay nối qua tổng trở đối với đất, còn vỏ thiết bị được nối trực tiếp xuống đất qua cọc nối đất. Có 2 trường hợp: IT trung tính cách ly và IT có trung tính nối qua tổng trở.

Sơ đồ IT trung tính cách ly



Hình 21. Sơ đồ nối đất kiểu IT

Lựa chọn sơ đồ: Do đặc điểm của nhà cao tầng yêu cầu độ an toàn điện cao nên ta lựa chọn sơ đồ TN-S làm sơ đồ tính toán an toàn cho tòa nhà.

Dựa vào kiến trúc của tòa nhà chúng ta sẽ đóng hệ thống cọc nối đất ở vị trí tầng hầm 1, loại cọc sử dụng là cọc thép mạ đồng dài 2,4 mét đường kính 16mm, cáp liên kết các cọc tiếp địa ta sử dụng cáp đồng trần 70mm² và được hàn hóa nhiệt vào cọc nối đất.

Theo mục 9.6 TCVN 9358:2012 quy định cho phép thực hiện một hệ thống nối đất chung các thiết bị điện cao áp và hạ áp của trạm biến áp nếu điện trở nối đất của nó không lớn hơn 1 Ω . Nên chúng ta sẽ đóng 1 bãi tiếp địa cho toàn bộ tòa nhà bao gồm trung thế, hạ thế, và hệ thống điện nhẹ.

Hệ thống nối đất tòa nhà cũng sẽ được trang bị hệ thống kiểm tra điện trở tiếp đất, việc kiểm tra này rất quan trọng giúp chúng ta biết được điện trở nối đất là bao nhiêu, nếu lớn hơn giá trị cho phép thì tìm cách để khắc phục

❖ Tính toán cọc nối đất an toàn:

Điện trở suất của đất (Bảng D1 - TCVN 9226 : 2012), loại đất ở TP Đà Nẵng là đất bồi phù sa nên ta chọn điện trở suất của đất là 30 $\Omega \cdot m$ ta sẽ thiết kế hệ thống nối đất sao cho đảm bảo điện trở toàn bộ hệ thống nối đất $R(\text{hệ thống}) \leq 1 \Omega$ theo tiêu chuẩn."

Thông số cọc: Đường kính cọc 16mm, chiều dài cọc $L = 2,4m$

Thông số thanh dẫn nối các cọc: Tiết diện thanh dẫn $S(\text{thanh dẫn}) = 70 \text{ mm}^2$

Khoảng cách giữa các cọc dự tính đóng là $L=5$ mét

Theo sách bài tập kỹ thuật điện cao áp tác giả Hồ Văn Nhật Chương ta tính toán điện trở nối đất như sau:

Xác định điện trở nối đất của 1 cọc chôn sâu thẳng đứng trong đất ta có:

$$R_c = \frac{\rho_{tt}}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right), \Omega \quad \text{PT 6.1}$$

Trong đó: - l : Chiều dài cọc tiếp đất, $l = 2,4 \text{ m}$

- d : Đường kính cọc tiếp đất, $d = 16 \text{ mm} = 0.016 \text{ m}$

- t_0 : Độ sâu đặt bộ phận nối đất, $t_0 = 0.8m$ (tra bảng 3.5 chương 3- giáo trình An toàn điện)

- t : độ chôn sâu tính từ giữ cọc, $t = t_0 + \frac{l}{2} = 0.8 + \frac{2,4}{2} = 2 \text{ m}$.

- $\rho_{tt} = K_m \cdot \rho_{\text{đất}} = 1.4 \times 30 = 42 \Omega \cdot m$. (K_m lấy trong PL03- Sách bài tập kỹ thuật điện cao áp)

$$\Rightarrow R_c = \frac{42}{2\pi \cdot 2,4} \left(\ln \frac{2 \cdot 2,4}{0.016} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2 + 2,4}{4 \cdot 2 - 2,4} \right) = 15,89(\Omega)$$

Giả sử ta đóng 20 cọc tiếp đất cho hệ thống điện ta có điện trở là:

$$R_c = \frac{R_c}{\Pi_c \cdot n} = \frac{15,89}{0,75 \cdot 20} = 1,065(\Omega)$$

(Hệ số Π_c ta tra bảng PL04 trong Sách bài tập kỹ thuật điện cao áp- Hồ Văn Nhật Chương với tỷ số $A/L=3$ và số lượng 20 cọc là (0,74-0,79) ta lấy giá trị 0,75)

Xác định điện trở của cáp chôn trong đất trong đất với chiều dài cáp liên kết cọc là $L=50$ mét, đường kính cáp liên kết là 70mm^2 và độ sâu chôn cáp là 800mm ta có:

$$R_t = \frac{\rho}{2\pi L t} \cdot \ln\left(\frac{L t^2}{d t}\right) = \frac{42}{2\pi \cdot 50} \cdot \ln\left(\frac{50^2}{0,8 \cdot 0,016}\right) = 1,62(\Omega)$$

Điện trở tương đương của cáp nối các đầu cọc là:

$$R_t = \frac{R_t}{\eta_t} = \frac{1,6}{0,45} = 3,5(\Omega)$$

giá trị η_t tương ứng với tỷ số A/L bằng 3 và 20 cọc nối đất

➤ Điện trở của tổ hợp nối đất công trình là:

$$R_{nd} = \frac{R_c \cdot R_t}{R_c + R_t} = \frac{1,065 \cdot 3,5}{1,065 + 3,5} = 0,816(\Omega)$$

Kết luận: Với $R_{td} = 0,816(\Omega) < 1(\Omega)$ nên tòa nhà cần đóng 20 cọc tiếp địa để đảm bảo điện trở

❖ Tính toán dây nối đất an toàn:

Theo bảng G61 Hướng dẫn thiết kế điện theo tiêu chuẩn IEC.

Với máy biến thế 4000 kVA ta chọn dây nối đất cho máy biến áp và hệ thống tủ điện MSB là $1 \times 185\text{ Cu/XLPE/PVC}$, từ cọc nối đất sẽ kéo cáp nối đất vào thanh nối đất của tủ điện và máy biến áp, hệ thống nối đất sẽ trang bị hệ thống kiểm tra tiếp địa để kiểm tra điện trở của hệ thống nối đất.

Với máy phát điện ta chọn cáp điện $1 \times 50\text{ Cu/XLPE/PVC}$ để nối đất cho máy phát điện 200 kVA

Các tủ điện phân phối dây nối đất sẽ kéo về thanh nối đất tủ điện MDB với tiết diện đã tính ở chương 5.

6.2 TÍNH TOÁN THIẾT KẾ HỆ THỐNG CHỐNG SÉT VÀ TẢN DÒNG SÉT

6.2.1 Định nghĩa

Trong khí quyển, giữa các đám mây khi tích điện tích trái dấu sẽ sinh ra sự phóng điện. Trước khi có sự phóng điện của sét, đã có sự phân chia và tích lũy điện tích rất lớn trong các đám mây dông, do tác động của các luồng khí nóng bốc lên và hơi nước ngưng tụ trong các đám mây.

Điện áp giữa các đám mây giông và đất có thể đạt tới hàng chục, thậm chí hàng trăm triệu volt. Giữa các đám mây và đất hình thành các tụ điện khổng lồ. Cường độ điện trường của tụ điện giữa mây và đất không ngừng tăng lên và nếu cường độ điện trường đạt tới giá trị tới hạn ($25\text{--}30\text{ kV/cm}$) thì bắt đầu có sự phóng điện hay còn gọi là sét.

6.2.2 Các hậu quả của sét.

Khi lựa chọn phương pháp bảo vệ chống sét đánh trực tiếp vào công trình, cần phải lựa chọn phương pháp bảo vệ thích hợp với đặc tính cấu trúc, mục đích sử dụng, yêu cầu của công nghệ ở công trình đó.

Sét đánh trực tiếp vào đường dây tải điện gây nhiều tác hại nghiêm trọng như: làm gián đoạn việc cung cấp điện của hệ thống, làm ngắn mạch, chạm đất các pha ở các thiết bị điện do hiện tượng quá điện áp dẫn đến hư hỏng cách điện của các thiết bị. Khi sét đánh vào các công trình điện, tòa nhà cao tầng, dòng điện sét sẽ sinh ra gây tác dụng nhiệt, cơ, điện từ gây hư hại tài sản, vật dụng, thiết bị và nguy hiểm cho tính mạng con người. Do đó, bảo vệ chống sét là việc cần thiết cho các công trình.

6.2.3 Các kiểu thu sét

Bảo vệ chống sét đánh trực tiếp thường thực hiện bằng phương pháp dùng cột thu sét hoặc dây thu sét. Bao gồm: bộ phận thu sét, bộ phận nối đất, và bộ phận dẫn dòng điện sét tản xuống đất (nối liền từ bộ phận thu sét và bộ phận nối đất)

Để bảo vệ chống sét người ta dùng các kiểu thu sét như sau:

- + Dùng hệ chống sét cổ điển.
- + Dùng hệ chống sét tiên đạo

6.2.4 Tính toán lựa chọn thiết bị chống sét cho tòa nhà

Hiện nay đối với các tòa nhà cao tầng do yêu cầu thẩm mỹ và mỹ quan và an toàn cao nên kim thu sét cổ điển Franklin không còn được sử dụng nữa, thay vào đó là các kim thu sét có sử dụng các thiết bị điện tử với mức độ tin cậy và mỹ quan cho công trình cao hơn.

Kích thước mặt bằng của tòa nhà cần bảo vệ 56,5m x 62m cao 104,5m ta chọn đầu thu sét phát xạ sớm tia tiên đạo.

Đây là hệ thống chống sét trực tiếp tiên tiến nhất trên thế giới hiện nay với chứng nhận bản quyền phát minh sáng chế năm 1985. Ủy ban tiêu chuẩn an toàn của Quốc gia Pháp đã đưa ra tiêu chuẩn Quốc gia NFC 17-102/1995 .Hệ thống chống sét này gồm 3 bộ phận chính:

- Đầu thu sét phát xạ sớm.
- Cấp thoát sét bằng đồng.
- Hệ thống nối đất chống sét

6.2.5 Nguyên tắc tính toán vùng bảo vệ của đầu thu ESE

- + Cách lắp đặt:

Đầu ESE có thể được lắp đặt trên cột độc lập hoặc kết cấu công trình cần được bảo vệ, sao cho đỉnh kim cao hơn độ cao cần được bảo vệ.

+ Nguyên lý hoạt động:

ESE hoạt động dựa trên nguyên lý làm thay đổi trường điện từ xung quanh cấu trúc cần được bảo vệ thông qua việc sử dụng vật liệu cấp điện. Cấu trúc đặt biệt của ESE tạo sự gia tăng cường độ điện trường tại chỗ, tạo thời điểm kích hoạt sớm, tăng khả năng phát xạ ion, nhờ đó tạo được những điều kiện lý tưởng cho việc phát triển phóng điện sét.

+ Vùng bảo vệ: Bán kính bảo vệ của đầu thu sét ESE được tính theo công thức trong giáo trình An toàn điện- Quyền Huy Ánh

$$R_p = \sqrt{h \cdot (2D - h) + \Delta T \cdot (2D + \Delta L)} \quad \text{PT 6.2}$$

Trong đó :

- + R_p : Bán kính bảo vệ mặt phẳng ngang tính từ chân đặt kim thu sét
- + h : Chiều cao đầu thu sét ở trên bề mặt được bảo vệ
- + D : Chiều cao ảo tăng thêm khi chủ động phát xung theo tiêu chuẩn cấp 3. Bảo vệ dựa vào tiêu chuẩn NFC 17-102: 2011 ($D = 20\text{m}$ cho mức bảo vệ cấp 1 (cấp cao nhất), $D = 45\text{m}$ cho mức bảo vệ cấp 2 (cấp bảo vệ cao), $D = 60\text{m}$ cho mức bảo vệ cấp 3 (cấp tiêu chuẩn)).
- + ΔT (μs): thời gian phát tia tiên đạo E.S.E là: $\Delta T = 50\mu\text{s}$
- + $D = 60\text{m}$
- + $\Delta L = 10^6 \cdot \Delta T$ (Đường dẫn chủ động)
- + $\Delta T = 50\mu\text{s} = 50 \cdot 10^{-6}\text{s}$

Áp dụng vào công thức ta có:

$$+ R_p = \sqrt{h \cdot (2D - h) + \Delta T \cdot (2D + \Delta L)} = 95.26(\text{m})$$

6.2.6 Chọn đầu thu sét và các phụ kiện

Ta chọn đầu thu sét Stormaster - ESE 50 với $h = 5\text{ m}$, bảo vệ cấp 3, bán kính bảo vệ $R_p = 95\text{ (m)}$ do LPI chế tạo.

Bán kính bảo vệ của đầu thu set Stormaster – ESE

Bán kính bảo vệ (M) - (RP)									
H = độ cao của kim Stormaster trên vùng được bảo vệ (m)	2	4	5	6	10	15	20	45	60
Cấp 1 - Cấp cao nhất									
Stormaster 15	13	25	32	32	33	34	35	35	35

Stormaster 30	19	28	48	48	49	50	50	50	50
Stormaster 50	28	55	68	69	69	70	70	70	70
Stormaster 60	32	64	79	79	79	80	80	80	80
Cấp 2 - Cấp bảo vệ cao									
Stormaster 15	18	36	45	46	49	52	55	60	60
Stormaster 30	25	50	63	64	66	68	71	75	75
Stormaster 50	35	69	86	87	88	90	92	95	95
Stormaster 60	40	78	97	97	99	101	102	105	105
Cấp 3 - Cấp tiêu chuẩn									
Stormaster 15	20	41	51	52	56	60	63	73	75
Stormaster 30	28	57	71	72	75	77	81	89	90
Stormaster 50	38	76	95	96	98	100	102	110	110
Stormaster 60	44	87	107	107	109	111	113	120	120

Bán kính bảo vệ của đầu thu set Stormaster – ESE

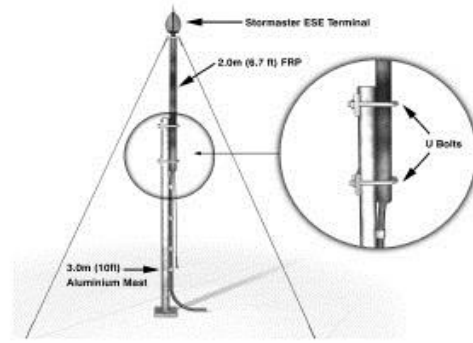
Các phụ kiện đi kèm của hệ thống chống sét:



Đầu thu Stormasters ESE30



Cáp thoát sét HVSC



Hộp đo điện trở nối đất

Hình 22. Các phụ kiện đi kèm hệ thống chống sét

6.2.7 Tính toán nối đất chống sét

Hệ thống nối đất chống sét ta sẽ lựa chọn thông số giống như thông số của các và thanh nối như trong hệ thống nối đất an toàn.

Đối với các công trình xây dựng theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 9395-2012 điện trở hệ thống nối đất chống sét có $R_{cp} \leq 10 (\Omega)$. Như vậy ta chọn điện trở nối đất cho phép của hệ thống tiếp địa chống sét $R_{cp} = 10 (\Omega)$

Thông số cọc: Đường kính cọc 16mm, chiều dài cọc $L = 2,4m$

Thông số thanh dẫn nối các cọc: Tiết diện thanh dẫn $S(\text{thanh dẫn}) = 70 \text{ mm}^2$

Khoảng cách giữa các cọc dự tính đóng là $L=5$ mét

Theo sách bài tập kỹ thuật điện cao áp tác giả Hồ Văn Nhật Chương ta tính toán điện trở nối đất như sau:

Xác định điện trở nối đất của 1 cọc chôn sâu thẳng đứng trong đất:

$$R_c = \frac{\rho_{tt}}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right) \Omega$$

Trong đó: - l : Chiều dài cọc tiếp đất, $l = 2,4 \text{ m}$

- d : Đường kính cọc tiếp đất, $d = 16 \text{ mm} = 0.016 \text{ m}$

- t : độ chôn sâu tính từ giữ cọc, $t = t_0 + \frac{l}{2} = 0.8 + \frac{2,4}{2} = 2 \text{ m}$.

$\rho_{tt} = K_m \cdot \rho_{\text{đất}} = 1.4 \times 30 = 42 \Omega m$.

$$\Rightarrow R_c = \frac{42}{2\pi \cdot 2,4} \left(\ln \frac{2 \cdot 2,4}{0.016} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2 + 2,4}{4 \cdot 2 - 2,4} \right) = 15,89 (\Omega)$$

Giả sử ta đóng 5 cọc tiếp đất cho hệ thống điện ta có điện trở là:

$$R_c = \frac{R_c}{\Pi_{c.n}} = \frac{15,89}{0,86.5} = 3,69(\Omega)$$

Hệ số Π_c ta tra bảng với tỷ số $A/L=3$ và số cọc là (0,85-0,88) ta lấy giá trị 0,86

Xác định điện trở của cáp chôn trong đất trong đất với chiều dài cáp liên kết cọc là 20 mét, đường kính cáp liên kết là 70mm^2 và độ sâu chôn cáp là 800mm ta có:

$$R_t = \frac{\rho}{2\pi L_t} \cdot \ln\left(\frac{L_t^2}{d \cdot t}\right) = \frac{42}{2\pi \cdot 20} \ln\left(\frac{20^2}{0,8 \cdot 0,016}\right) = 3,46(\Omega)$$

Điện trở tương đương của cáp nối các đầu cọc là:

$$R_t = \frac{R_t}{\eta_t} = \frac{3,46}{0,64} = 5,4(\Omega)$$

Giá trị η_t tương ứng với tỷ số A/L bằng 3 và 5 cọc nối đất

➤ Điện trở của tổ hợp nối đất công trình là:

$$R_{nd} = \frac{R_c \cdot R_t}{R_c + R_t} = \frac{3,69 \cdot 5,4}{3,69 + 5,4} = 2,19(\Omega)$$

Kết luận: Với $R_{td} = 2,19(\Omega) < 10(\Omega)$ thỏa mãn yêu cầu TCVN 9385-2012, nên chúng ta sẽ đóng 5 cọc để làm cọc nối đất cho hệ thống chống sét tòa nhà

Ta dùng dây đồng tròn đặc 70mm^2 để liên kết 4 cọc nối đất thì hệ thống nối đất thỏa mãn yêu cầu kỹ thuật theo bảng 2 mục 6.2 TCVN 9385:2012.

Chọn dây dẫn thoát sét: Dùng cáp đồng tròn đặc 70mm^2 để dẫn sét từ kim xuống bãi tiếp địa.

Hệ thống nối đất chống sét sẽ được trang bị thêm hộp đo điện trở và bộ đếm sét để kiểm tra điện trở hệ thống nối đất cũng như đếm số tia sét mà kim thu được.

Tài liệu tham khảo

1. Sách hướng dẫn thiết kế điện theo tiêu chuẩn IEC.
2. Các tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành TCVN 9206:2012, TCVN 9207:2012, TCVN 7114:2008, TCVN 9358:2012, TCVN 9385:2012, TCVN 9226:2012.
3. Các tiêu chuẩn quốc tế *NF C17-120 (07/1995) của Pháp*
4. Catalog các hãng thiết bị điện: LS, THIBIDI, SCHNEIDER, CUMINS, CADIVI....
5. Sách bài tập kỹ thuật điện cao áp, tác giả Hồ Văn Nhật Chương.
6. Giáo trình An toàn điện, tác giả Quyền Huy Ánh
7. Ngô Hồng Quang – Sổ tay lựa chọn và tra cứu thiết bị điện từ 0,4 đến 500kV – NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội 2002
8. Nguyễn Công Hiền, Nguyễn Mạnh Hoạch – Hệ thống cung cấp điện của xí nghiệp công nghiệp đô thị và nhà cao tầng – NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội 2003
9. Đặng Văn Đào – Kỹ thuật chiếu sáng – NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội 2005
10. PGS.TS Lã Văn Út – Ngắn mạch trong hệ thống điện – NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội 2002