

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG



ISO 9001:2008

**THIẾT KẾ CUNG CẤP ĐIỆN CHO KHU CHUNG CƯ
CAO TẦNG BẮC SƠN – HẢI PHÒNG**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH ĐIỆN TỰ ĐỘNG CÔNG NGHIỆP**

HẢI PHÒNG - 2017

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG



ISO 9001:2008

THIẾT KẾ CUNG CẤP ĐIỆN CHO KHU CHUNG CƯ
CAO TẦNG BẮC SƠN – HẢI PHÒNG

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH ĐIỆN TỰ ĐỘNG CÔNG NGHIỆP

Sinh viên: Đỗ Văn Quân

Người hướng dẫn: Th.S Đỗ Thị Hồng Lý

HẢI PHÒNG - 2017

Cộng hoà xã hội chủ nghĩa Việt Nam
Độc lập – Tự Do – Hạnh Phúc
-----o0o-----
BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Sinh viên : Đỗ Văn Quân – MSV : 1312102005
Lớp : ĐC1701- Ngành Điện Tự Động Công Nghiệp
Tên đề tài : Thiết kế cung cấp điện cho khu chung cư cao tầng
Bắc Sơn – Hải Phòng

CÁC CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Người hướng dẫn thứ nhất:

Họ và tên : Đỗ Thị Hồng Lý
Học hàm, học vị : Thạc Sĩ
Cơ quan công tác : Trường Đại học dân lập Hải Phòng
Nội dung hướng dẫn : Toàn bộ đề tài

Người hướng dẫn thứ hai:

Họ và tên :
Học hàm, học vị :
Cơ quan công tác :
Nội dung hướng dẫn :

Đề tài tốt nghiệp được giao ngày.....tháng.....năm 2017.

Yêu cầu phải hoàn thành xong trước ngày.....tháng.....năm 2017

Đã nhận nhiệm vụ Đ.T.T.N
Sinh viên

Đã giao nhiệm vụ Đ.T.T.N
Cán bộ hướng dẫn Đ.T.T.N

Đỗ Văn Quân

Th.S Đỗ Thị Hồng Lý

Hải Phòng, ngày.....tháng.....năm 2017

HIỆU TRƯỞNG

GS.TS.NGUYỄN TRẦN HỮU NGHỊ

**NHẬN XÉT ĐÁNH GIÁ CỦA NGƯỜI CHĂM PHẢN BIỆN
ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP**

1. Đánh giá chất lượng đề tài tốt nghiệp về các mặt thu thập và phân tích số liệu ban đầu, cơ sở lý luận chọn phương án tối ưu, cách tính toán chất lượng thuyết minh và bản vẽ, giá trị lý luận và thực tiễn đề tài.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Cho điểm của cán bộ chấm phản biện
(*Điểm ghi bằng số và chữ*)

Ngày.....tháng.....năm 2017
Người chấm phản biện
(*Ký và ghi rõ họ tên*)

MỤC LỤC

LỜI MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1	2
GIỚI THIỆU KHU CHUNG CƯ CAO TẦNG BẮC SƠN	2
KIẾN AN, HẢI PHÒNG.	2
1.1 ĐẶT VẤN ĐỀ.	2
1.2. XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI TÍNH TOÁN CỦA CHUNG CƯ'	4
1.2.1. Phụ tải điện sinh hoạt	4
1.2.2. Tính toán phụ tải động lực	6
1.2.3. Phụ tải chiếu sáng công cộng	7
1.3. TỔNG HỢP PHỤ TẢI	8
CHƯƠNG 2	9
LỰA CHỌN CÁC THIẾT BỊ ĐIỆN CHO CHUNG CƯ'	9
2.1 ĐẶT VẤN ĐỀ.	9
2.2 LỰA CHỌN SƠ ĐỒ CẤP ĐIỆN.....	9
2.3 VỊ TRÍ TRẠM BIẾN ÁP CỦA CHUNG CƯ'	11
2.4. TÍNH CHỌN DÂY DẪN.....	13
2.4.1. Chọn dây dẫn từ TBA đến TPP.....	13
2.4.2. Chọn dây dẫn đến các tầng.....	15
2.4.3. Chọn dây dẫn cho mạch điện thang máy.....	19
2.4.4. Chọn dây dẫn cho đường dây đến trạm bơm.....	20
2.4.5. Chọn tiết diện dây dẫn cho mạng điện chiếu sáng	21
2.5. TÍNH CHỌN MÁY BIẾN ÁP (MBA)	26
2.5.1. Đặt vấn đề	26
2.5.2. Tính chọn máy biến áp.....	26
2.6.CHỌN THIẾT BỊ BẢO VỆ	31
2.6.1. Đặt vấn đề	31
2.6.2 Chọn thiết bị phân phối phía cao áp.....	32
2.6.3. Chọn cầu chì cao áp	32
2.6.4. Chọn dao cách ly.....	33
2.6.5. Chọn chống sét.....	33
2.7. CHỌN THIẾT BỊ PHÂN PHỐI PHÍA HẠ ÁP	33

2.7.1. Chọn thanh cái.....	34
2.7.2. Chọn sứ cách điện.....	35
2.7.3. Chọn aptomat.....	36
2.8. CHỌN MÁY BIẾN DÒNG.....	39
CHƯƠNG 3.....	41
TÍNH TOÁN TỶ SỐ TỶ THẤT ĐIỆN NĂNG VÀ CHIẾU SÁNG CHO KHU CHUNG CƯ.....	41
3.1. TÍNH TOÁN TỶ SỐ TỶ THẤT ĐIỆN NĂNG TRONG MẠNG ĐIỆN.....	41
3.2. TÍNH TOÁN CHIẾU SÁNG CHO MỘT CĂN HỘ.....	44
3.2.1. Đặt vấn đề.....	44
3.2.2. Tiêu chuẩn ánh sáng.....	45
3.2.3. Công suất chiếu sáng của căn hộ.....	46
3.2.4. Sơ đồ nguyên lý, sơ đồ bố trí bóng đèn trong căn hộ.....	47
KẾT LUẬN.....	49
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	50

LỜI MỞ ĐẦU

Trong công cuộc xây dựng và phát triển đất nước, ngành công nghiệp điện luôn chiếm vị trí vô cùng quan trọng. Ngày nay, điện năng là năng lượng không thể thiếu trong hầu hết tất cả lĩnh vực. Khi xây dựng một khu công nghiệp mới, một xí nghiệp mới hay khu chung cư mới thì việc đầu tiên là xây dựng hệ thống cung cấp điện để phục vụ cho sản xuất và sinh hoạt trong khu vực đó.

Khu chung cư cao tầng là hộ tiêu thụ loại II vì vậy cần phải thiết kế hệ thống cung cấp điện chính xác. Việc cung cấp điện tốt đảm bảo cuộc sống sinh hoạt của người dân và không thiệt hại về kinh tế. Thiết kế và vận hành hệ thống cung cấp điện của khu chung cư cao tầng là một nhiệm vụ mới mẻ của người thiết kế.

Sau khi kết thúc chương trình học của mình, với những kiến thức đã học em được nhận đề tài “**Thiết kế cung cấp điện cho khu chung cư cao tầng Bắc Sơn - Hải Phòng**” do cô giáo Đỗ Thị Hồng Lý hướng dẫn. Đồ án gồm các chương với nội dung như sau:

Chương 1: Giới thiệu khu chung cư cao tầng Bắc Sơn Kiến An Hải Phòng.

Chương 2: Lựa chọn các thiết bị điện cho chung cư.

Chương 3: Tính toán tổn thất điện năng và chiếu sáng cho chung cư.

CHƯƠNG 1.

GIỚI THIỆU KHU CHUNG CƯ CAO TẦNG BẮC SƠN KIẾN AN, HẢI PHÒNG.

1.1 ĐẶT VẤN ĐỀ.

Hiện nay trên địa bàn các thành phố lớn, nhu cầu nhà ở là một vấn đề bức thiết. Vì vậy nên rất cần thiết kế những khu chung cư cao tầng để đáp ứng nhu cầu sinh hoạt của người dân. Các khu chung cư cao tầng này được thiết kế và thi công theo các kỹ thuật tiên tiến, đặc biệt chúng có chế độ làm việc tin cậy và an toàn cao.

Hệ thống điện trong khu chung cư cao tầng có các đặc điểm cơ bản sau:

- Phụ tải phong phú đa dạng.
- Phụ tải tập trung trong không gian hẹp, mật độ phụ tải tương đối cao.
- Có các hệ thống cấp nguồn dự phòng.
- Không gian lắp đặt bị hạn chế và phải thoả mãn các yêu cầu mỹ thuật trong kiến trúc xây dựng.
- Yêu cầu cao về chế độ làm việc và an toàn cho người sử dụng.

Phần giới thiệu sau đây được trích dẫn từ bài báo trên mạng internet với địa chỉ như sau: <http://www.tinmoi.vn/khanh-thanh-va-ban-giao-khu-chung-cu-bac-son-hai-phong-01938557.html>



Hình 1.1 Ảnh chụp tổng thể khuôn viên khu chung cư Bắc Sơn

- **Vị trí** : khu đô thị Cựu Viên, Lê Duẩn, Bắc Sơn, quận Kiến An, Hải Phòng
- **Ngày khởi công** : 24/04/2010
- **Ngày hoàn thành** : 09/09/2011
- **Diện tích khuôn viên** : 20.8 ha
- **Tổng số căn hộ/nền/Villa** : 504 căn hộ, 51-60m²
- **Tổng mức phí đầu tư** : 188 tỷ đồng
- **Chủ đầu tư** : Công ty cổ phần Xây dựng và Phát triển Đầu tư Hải Phòng

Khu chung cư Bắc Sơn chủ yếu dành cho những đối tượng: cán bộ, công chức hưởng lương từ ngân sách thuộc các đơn vị sự nghiệp công lập; sĩ quan, quân nhân chuyên nghiệp...

Khu chung cư Bắc Sơn là dự án đầu tư đặc biệt nhằm thực hiện chương trình phát triển nhà ở xã hội theo sự chỉ đạo của Bộ Xây dựng và Thủ tướng Chính phủ về việc thực hiện chính sách phát triển nhà ở cho người thu nhập thấp tại khu vực đô thị.

Với tổng mức đầu tư gần 200 tỷ đồng, dự án Khu chung cư Bắc Sơn được xây dựng trên diện tích 20,8 ha, bao gồm 9 khối chung cư 5 tầng và 2 khối chung cư 10 tầng cùng hệ thống cơ sở hạ tầng đồng bộ và khép kín.

Theo thiết kế, Khu chung cư Bắc Sơn có 504 căn hộ, trong đó có 360 căn hộ có diện tích 51 m²/căn, 72 căn hộ với diện tích 57 m²/căn và 72 căn hộ còn lại có diện tích 60 m²/căn. Mỗi căn hộ chung cư đều có hai phòng ngủ, một phòng khách, bếp ăn và nhà vệ sinh riêng biệt. Các toà nhà đều được trang bị hệ thống thang máy hiện đại đảm bảo và các căn hộ đều được hưởng các điều kiện thông gió, ánh sáng, hướng nhà tốt nhất. Hệ thống các công trình phụ trợ như: tường rào, nhà để xe, cây xanh, hệ thống cấp thoát nước, đường đi nội bộ... được thiết kế xây dựng hoàn chỉnh và đồng bộ. Chính vì hướng đến tính tiện ích cao, nên tại đây, có khu trung tâm thương mại để tiện việc mua sắm, khu trung tâm văn hoá - thể thao, hệ thống 2 trường mầm non, 1 trường tiểu học.

1.2. XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI TÍNH TOÁN CỦA CHUNG CƯ

1.2.1. Phụ tải điện sinh hoạt

Trước hết ta xác định mô hình dự báo phụ tải: coi năm cơ sở là năm hiện tại $t_0=0$, áp dụng mô hình (1.22) trang 13 sách BTCCĐ - NXBKH&KT có dạng

$$P_t = P_0 + P_0\alpha(t-t_0) = P_0(1+\alpha(t-t_0)) = 1,36(1+0.03t)$$

Phụ tải tính toán sẽ là phụ tải ở năm cuối của chu kỳ thiết kế. Suất phụ tải của mỗi hộ gia đình ở cuối chu kỳ thiết kế là :

$$P_0 = 1,36(1+0,03.15) = 1,972 \text{ (kW)}$$

Để tiện chọn thiết bị ngoài việc xác định phụ tải tổng của toàn khu chung cư, ta cần xác định phụ tải riêng của mỗi tầng. Hệ số đồng thời của mỗi tầng được xác định theo biểu thức

$$k_{dt}^d = p^d + 1,5 \sqrt{\frac{p^d(1-p^d)}{n_{ho}}} = 0,7 + 1,5 \sqrt{\frac{0,7(1-0,7)}{8}} = 0,493$$

$$k_{dt}^n = p^n + 1,5 \sqrt{\frac{p^n(1-p^n)}{n_{ho}}} = 0,35 + 1,5 \sqrt{\frac{0,35(1-0,35)}{8}} = 0,392$$

Công suất tính toán của mỗi tầng:

$$P_{t\text{ang}}^n = k_{dt}^n \cdot p_{0-15} \cdot n_{ho} = 0,392 \cdot 1,972 \cdot 8 = 6,184 \text{ (kW)}$$

$$P_{t\text{ang}}^d = k_{dt}^d \cdot p_{0-15} \cdot n_{ho} = 0,493 \cdot 1,972 \cdot 8 = 7,816 \text{ (kW)}$$

$$P_{t\text{ang}} = \text{Max}(P_{t\text{ang}}^n; P_{t\text{ang}}^d) = \text{Max}(6,184; 7,816) = 7,816 \text{ (kW)}$$

Hệ số đồng thời của toàn chung cư với tổng số $n = 504$ hộ

$$k_{dt}^n = p^n + 1,5 \sqrt{\frac{p^n(1-p^n)}{n}} = 0,35 + 1,5 \sqrt{\frac{0,35(1-0,35)}{504}} = 0,371$$

$$k_{dt}^d = p^d + 1,5 \sqrt{\frac{p^d(1-p^d)}{n}} = 0,7 + 1,5 \sqrt{\frac{0,7(1-0,7)}{504}} = 0,73$$

Phụ tải sinh hoạt ngày và đêm của toàn chung cư:

$$P_{sh}^n = k_{dt}^n \cdot p_{0-15} \cdot n = 0,371 \cdot 1,972 \cdot 504 = 368,732 \text{ (kW)}$$

$$P_{sh}^d = k_{dt}^d \cdot p_{0-15} \cdot n = 0,73 \cdot 1,972 \cdot 504 = 725,538 \text{ (kW)}$$

$$\text{Ta có tỉ lệ: } \frac{P_{sh}^n}{P_{sh}^d} = \frac{368,732}{725,538} = 0,508$$

Tra bảng 3.plBT tr.455 sách BTCCĐ-NXBKH&KT

Ta có hệ số công suất trung bình của phụ tải sinh hoạt là $\cos\varphi_{tb} = 0,9$

1.2.2. Tính toán phụ tải động lực

1.2.2a. Thang máy.

Chọn hệ số tiếp điện $\varepsilon = 0,8$

$\cos\varphi_{tm} = 0,54$; công suất của mỗi thang máy $P_{1tm} = 7$ (kW)

Công suất của các thang máy quy về chế độ làm việc dài hạn là :

$$P_{tm} = P_{1tm} \cdot \sqrt{\varepsilon} = 7 \cdot \sqrt{0,8} = 6,26 \text{ (kW)}$$

Đối với khu chung cư cao tầng có 4 thang máy với nhà cao 10 tầng, tra bảng 2 tr.732 sách CCĐ-NXBKH&KT ta có $k_{nctm} = 0,58$.

Suy ra tổng công suất của 8 thang máy là

$$P_{\Sigma tm} = k_{nctm} \cdot \Sigma P_{tm} = 0,58 \cdot 8 \cdot 6,26 = 29,046 \text{ (kW)}$$

Đối với thang máy có thể coi hệ số tham gia vào cực đại ở các giờ cao điểm là như nhau và bằng 1, tức là $P_{tm}^n = P_{tm}^d = 29,046$ (kW)

1.2.2b. Bơm nước

Chọn công suất của mỗi máy bơm là 6,3 kW

Hệ số sử dụng $k_{sd} = 0,55$; $\cos\varphi = 0,78$;

Vì 4 máy bơm có công suất giống nhau nên hệ số nhu cầu của trạm bơm là:

$$k_{nc} = k_{sd} + \frac{1 - k_{sd}}{n_b} = 0,55 + \frac{1 - 0,55}{\sqrt{4}} = 0,775$$

Công suất tính toán của trạm bơm là:

$$P_b = k_{nc} n_b P_{nbom} = 0,775 \cdot 4 \cdot 6,3 = 19,53 \text{ (kW)}$$

Chọn hệ số tham gia cực đại ngày = 1, hệ số tham gia cực đại đêm = 0,55

Công suất tính toán ở các thời điểm cực đại:

- Ngày: $P_{bngay} = 1 \cdot 19,53 = 19,53$ (kW)

- Đêm: $P_{\text{bdem}} = 0,55 \cdot 19,53 = 10,7415$ (kW)

áp dụng phương pháp số gia ta có:

Công suất tính toán của nhóm động lực là:

$$P_{dl}^n = P_{tm} + P_b^n \left(\left(\frac{P_b^n}{5} \right)^{0,04} - 0,41 \right) = 21,7848 + 19,53 \left(\left(\frac{19,53}{5} \right)^{0,04} - 0,41 \right) = 34,4 \text{ (kW)}$$

$$P_{dl}^d = P_{tm} + P_b^d \left(\left(\frac{P_b^d}{5} \right)^{0,04} - 0,41 \right) = 21,7848 + 10,7415 \left(\left(\frac{10,7415}{5} \right)^{0,04} - 0,41 \right) = 28,456 \text{ (kW)}$$

Hệ số công suất của nhóm động lực:

$$\cos \varphi_{dl} = \frac{\sum P_i \cos \varphi_i}{\sum P_i} = \frac{P_{tm} \cos \varphi_{tm} + P_b \cos \varphi_b}{P_{tm} + P_b}$$

$$\cos \varphi_{dl} = \frac{21,784 \cdot 0,54 + 19,53 \cdot 0,78}{21,784 + 19,53} = 0,653$$

1.2.3. Phụ tải chiếu sáng công cộng

1.2.3a. Chiếu sáng trong nhà

Chọn chiếu sáng trong nhà với diện tích $F_{\text{tr.n}} = 1,75\%$ tổng diện tích mặt bằng. Tổng chiều dài mạng điện chiếu sáng trong nhà bằng 4,5 tổng chiều cao của chung cư. Chọn $P_{0\text{cs1}} = 15$ (w/m²)

Suy ra tổng diện tích chiếu sáng là:

$$F_{\text{cs1}} = 0,0175 \cdot 20,8 \cdot 10^4 = 3640 \text{ (m}^2\text{)}$$

Công suất chiếu sáng trong nhà

$$P_{\text{cs1}} = p_{0\text{cs1}} F_{\text{cs1}} = 20 \cdot 10^{-3} \cdot 3640 = 54,6 \text{ (kW)}$$

1.2.3b. Chiếu sáng bên ngoài

Chiếu sáng ngoài với tổng chiều dài bằng nửa chu vi của khu chung cư

$$L_{\text{cs2}} = A + B = 600 + 350 = 950 \text{ (m)}$$

Công suất chiếu sáng ngoài trời

$$P_{cs2} = p_{0cs2} \cdot L_{cs2} = 0,02 \cdot 950 = 19 \text{ (kW)}$$

1.3. TỔNG HỢP PHỤ TẢI

Ta có: tổng công suất chiếu sáng

$$P_{cs} = k_{dt}(P_{cs1} + P_{cs2}) = 1 \cdot (54,6 + 19) = 73,6 \text{ (kW)}$$

Hệ số đồng thời của hai nhóm phụ tải chiếu sáng đều bằng 1, $k_{dt}=1$

Bảng 1.1. Số liệu về phụ tải tính toán của các nhóm ở các giờ cao điểm

Công suất ở giờ cao điểm (kW)	Phụ tải sinh hoạt		Động lực		Chiếu sáng	
	P_{sh}^n	P_{sh}^d	P_{dl}^n	P_{dl}^d	P_{cs}^n	P_{cs}^d
	368,732	725,531	138,061	99,905		73,6

Công suất tổng hợp của toàn chung cư:

$$P_{\Sigma}^n = P_{sh}^n + P_{dl}^n + P_{cs}^n = 368,732 + 138,061 + 0 = 506,793 \text{ (kW)}$$

$$P_{\Sigma}^d = P_{sh}^d + P_{dl}^d + P_{cs}^d = 725,538 + 99,905 + 73,6 = 899,043 \text{ (kW)}$$

Như vậy công suất tính toán là:

$$P_{tt} = \max(P_{\Sigma}^n; P_{\Sigma}^d) = \max(506,793; 899,043) = 899,043 \text{ (kW)}$$

Coi hệ số công suất của phụ tải chiếu sáng bằng 1 ta có hệ số công suất tổng là:

$$\cos\varphi_{\Sigma} = \frac{\sum P_i \cos\varphi_i}{\sum P_i} = \frac{P_{sh}^d \cos\varphi_{tb} + P_{dl}^n \cos\varphi_{tb} + P_{cs} \cos\varphi_{tb}}{P_{sh}^d + P_{dl}^n + P_{cs}}$$

$$\cos\varphi_{\Sigma} = \frac{725,538 \cdot 0,9 + 138,061 \cdot 0,729 + 73,6}{725,538 + 138,061 + 73,6} = 0,882$$

$$\text{Suy ra } \varphi_{\Sigma} = 28,11^{\circ}$$

Vậy công suất biểu kiến là:

$$S_{tt} = \frac{P_{tt}}{\cos\varphi_{\Sigma}} = \frac{899,043}{0,882} = 1019,323 \text{ (kVA)}$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \tan\varphi_{\Sigma} = 899,043 \cdot 0,534 = 480,088 \text{ (kVAr)}.$$

CHƯƠNG 2

LỰA CHỌN CÁC THIẾT BỊ ĐIỆN CHO CHUNG CƯ

2.1 ĐẶT VẤN ĐỀ.

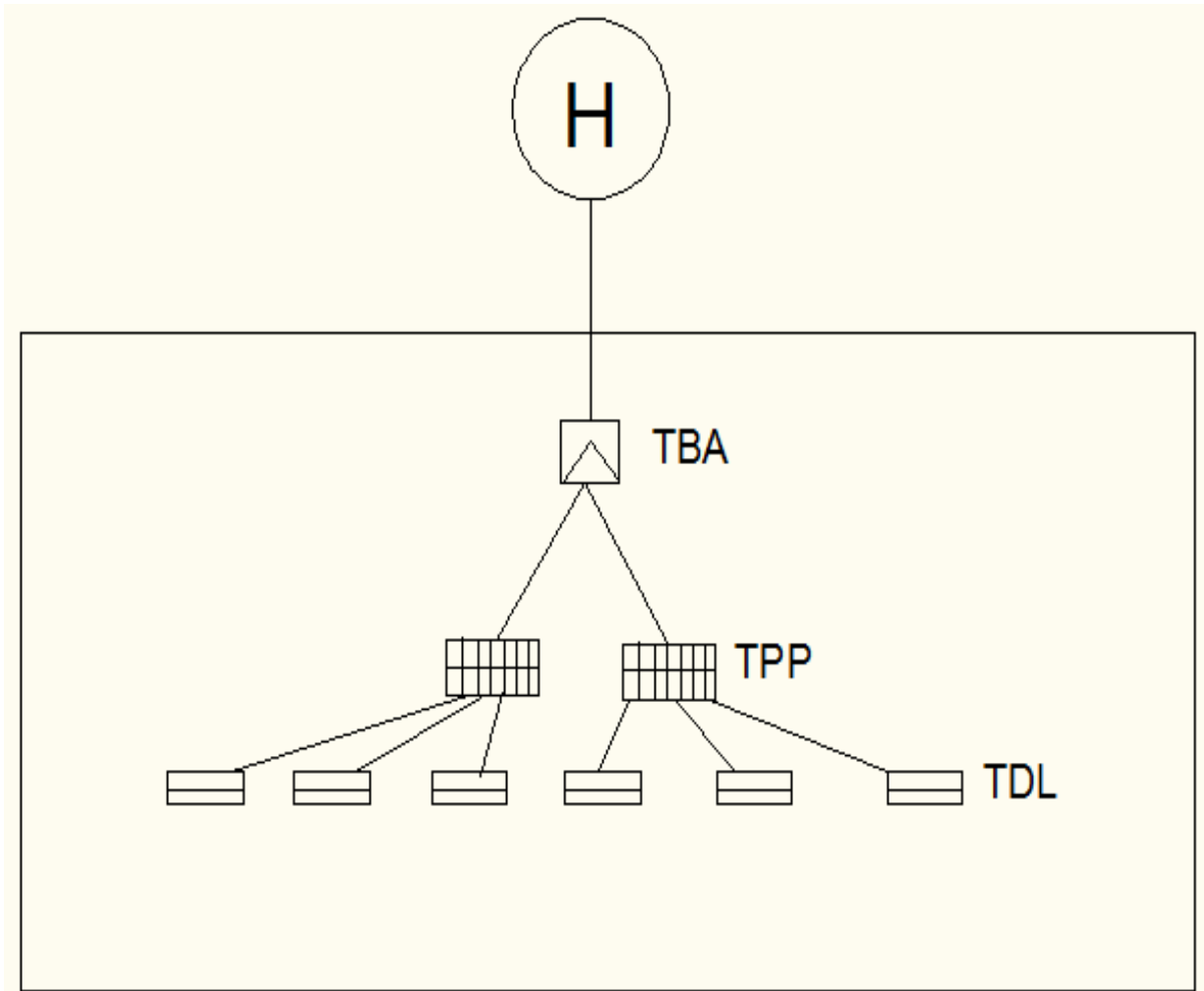
Đối với nhu cầu phụ tải đã tính toán ở trên và tăng độ tin cậy cung cấp điện cần đặt trạm biến áp riêng cho đối tượng. Hệ thống cấp điện cho đối tượng bao gồm một đường dây trung áp nhận điện từ hệ thống (trạm biến áp trung gian hoặc đường dây trung áp gần nhất). Một trạm biến áp chung, một mạng điện hạ áp cấp điện cho các tòa nhà, các trạm bơm, chiếu sáng công cộng của chung cư...

2.2 LỰA CHỌN SƠ ĐỒ CẤP ĐIỆN.

Chung cư có mười một tòa nhà và một số phụ tải phục vụ chung cư. Sơ đồ cấp điện của chung cư có dạng gần giống với một xí nghiệp vừa và nhỏ, với một số cụm phụ tải nhất định và tổng công suất vào khoảng vài trăm kW.

Sơ đồ cấp điện của chung cư bao gồm:

- Một đường dây trung áp nhận điện từ hệ thống
- Một trạm biến áp chung
- Một mạng điện hạ áp cấp điện đến các tủ điện phân phối đặt tại các tòa nhà
 - Các tủ phân phối hạ áp cung cấp điện cho các tòa nhà trạm bơm và chiếu sáng công cộng.
 - Các tủ động lực đặt tại các tòa nhà, trạm bơm và phòng chiếu sáng công cộng
 - Các tủ điện tổng của mỗi tầng cung cấp điện cho các căn hộ đặt tại phòng kỹ thuật bên cạnh thang máy.



Hình 2.1 Sơ đồ cấp điện cho chung cư

Trong đó: H là hệ thống cấp điện(TBA trung gian hay đường dây trung áp)

TBA là trạm biến áp của chung cư

TPP là tủ điện phân phối cho tòa nhà đặt tại các quả nhà

TDL là tủ điện chung của tầng

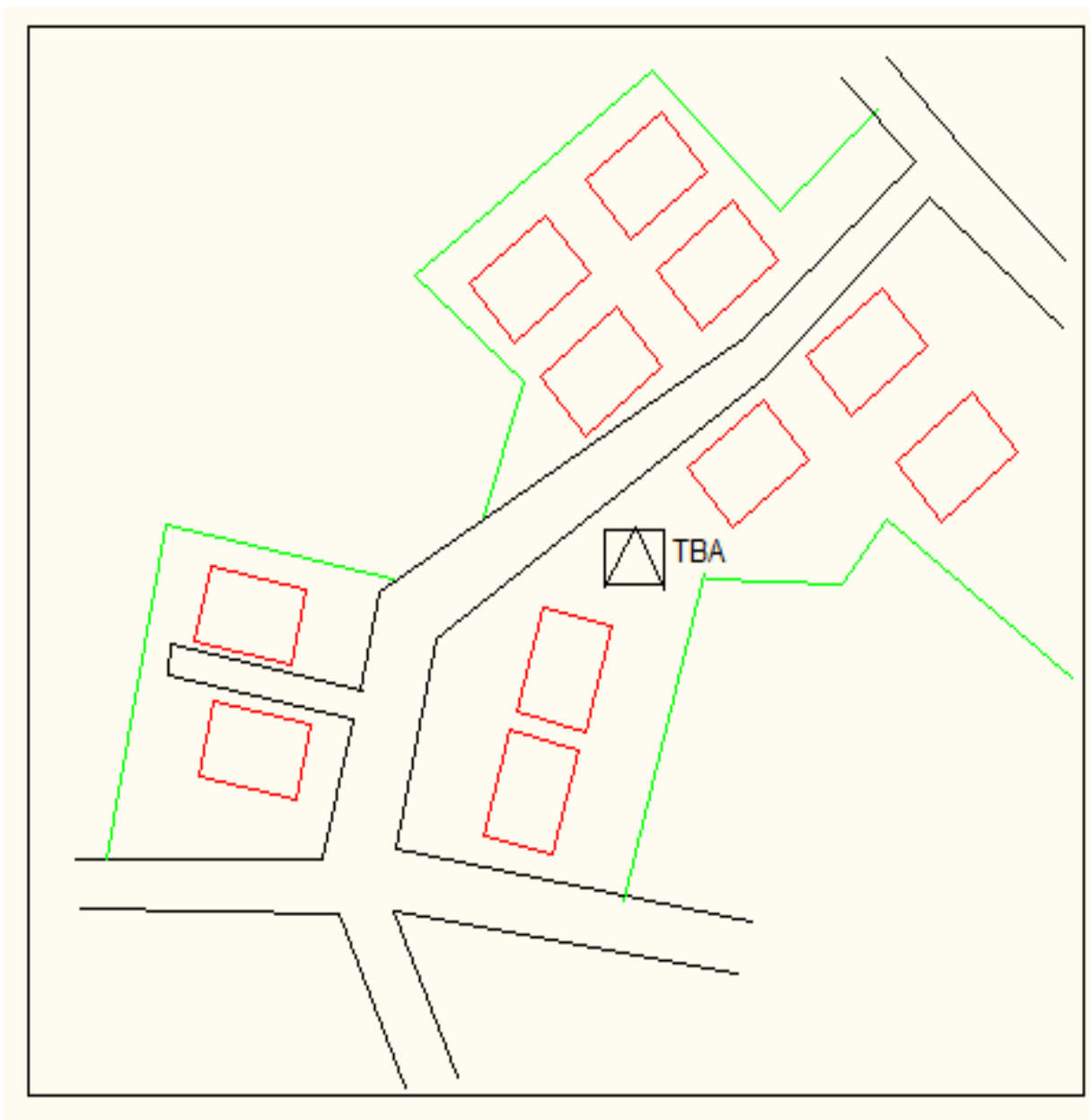
Từ hệ thống (H) kéo một đường dây trung áp đến TBA của chung cư rồi từ phía hạ áp của máy biến áp kéo các đường cáp hạ áp đến các tủ phân phối đặt tại các tòa nhà. Tùy theo số tầng của tòa nhà mà có thể có một hai hay nhiều tủ phân phối. Cụ thể đối với chung cư này có hai loại tòa nhà cao 10 tầng và 5 tầng. Đối với tòa 10 tầng, ta đặt 2 tủ phân phối còn với tòa 5 tầng ta đặt 1 tủ phân phối. Ngoài ra còn có 1 tủ phân phối cho các trạm bơm và 1 tủ cho chiếu sáng và phụ tải công cộng. Từ các TPP kéo các đường cáp đến các tủ điện chung của mỗi tầng; ở đây các tầng có số căn hộ là không nhiều và giống nhau, 8 căn.

Mỗi căn hộ sẽ có 1 hộp điện tổng có các thiết bị cần thiết như trong 1 hộ dân. Trong các TPP, TDL đều có các thiết bị đóng cắt bảo vệ và các thiết bị đo lường.

2.3 VỊ TRÍ TRẠM BIẾN ÁP CỦA CHUNG CƯ

Đối với các tòa nhà lớn có phụ tải cao, việc đặt biến áp ngoài trời có thể gây tốn kém. Nhưng đối với khu chung cư gồm nhiều tòa nhà việc đặt TBA trong nhà lại gây nhiều khó khăn trong việc bố trí đường dây và gây ảnh hưởng đến những hộ dân sống gần trạm. Ngoài ra, khu chung cư có nhu cầu phụ tải không nhỏ nên công suất trạm cũng không nhỏ. Việc xây dựng TBA đảm bảo yêu cầu kỹ thuật và an toàn trong nhà sẽ gặp khó khăn, tốn kém chi phí. Vậy nên việc cách ly trạm biến áp với các tòa nhà tránh ảnh hưởng và thuận tiện cho việc bố trí dây dẫn đến các tòa nhà là hợp lý đối với đối tượng là khu chung cư nhiều tòa nhà này.

Xét trên sơ đồ mặt bằng, chọn vị trí đặt TBA tại khoảng trống gần giữa chung cư.



Hình 2.2 Sơ đồ vị trí đặt TBA

Ưu điểm

- Thuận tiện cho việc bố trí đường dây cung cấp đến các tòa nhà
- Tiết kiệm dây dẫn, trạm xây dựng đơn giản
- Cách ly với các tòa nhà thuận tiện cho sửa chữa bảo trì bảo dưỡng
- Tiết kiệm chi phí xây dựng các phòng cách âm, và bố trí đường dây trung áp đi đến trạm so với việc đặt TBA tại 1 trong các tòa nhà.

Nhược điểm

- Mất một diện tích đất nhỏ, ảnh hưởng bởi thời tiết.
- Chi phí cách điện cao, chi phí xây dựng hệ thống chống sét cho trạm

2.4. TÍNH CHỌN DÂY DẪN.

2.4.1. Chọn dây dẫn từ TBA đến TPP.

Đối với các tòa 10 tầng đã chia thành 2 TPP, mỗi tủ cấp điện cho 5 tầng nên các TPP đặt tại các tòa nhà là như nhau.

Tủ phân phối tổng được đặt tại phòng điện cạnh thang máy với tổng chiều dài $l_1=50m$, trong tổng số hao tổn điện áp cho phép 5% ta phân bố cho ba đoạn như sau: từ TBA đến tủ phân phối tổng $\Delta U_{cp1} = 2\%$, từ tủ phân phối tổng đến tủ phân phối các tầng và từ tủ phân phối tầng đến các hộ gia đình đều bằng 1,5%.

Dự định chọn cáp lõi đồng có độ dẫn điện

$$j = 54 \text{ (km}/\Omega\text{mm}^2)$$

$$\text{Sơ bộ chọn } x_0 = 0,07 \text{ (}\Omega/\text{km)}$$

Có công suất của mỗi TPP tổng(cung cấp 5 tầng)

$$P_{TPP} = P_{tang} \cdot 5 = 14,876.5 = 74,38(\text{kW})$$

$$Q_{TPP} = P_{TPP} \cdot \tan \varphi = 74,38 \cdot 0,534 = 39,718 \text{ (kVAr)}$$

Xác định thành phần hao tổn điện áp phản kháng

$$\Delta U_{x1} = \frac{Q_{TTP} \cdot x_0 \cdot l_1}{U_{dm}} = \frac{39,718.0,07.50.10^{-3}}{0,38} = 0,365 \text{ (V)}$$

$$\Delta A\% = \frac{0,365}{380} \cdot 100 = 0,096\%$$

$$\Delta U_{cp1} = \frac{2}{100} \cdot 380 = 7,6 \text{ (V)}$$

Thành phần hao tổn điện áp tác dụng

$$\Delta U_{r1} = \Delta U_{cp1} - \Delta U_{x1} = 7,6 - 0,365 = 7,235 \text{ (V)}$$

$$\Delta U_{r1}\% = 2 - 0,096 = 1,904\%$$

Tiết diện dây dẫn của đường dây cung cấp cho tủ phân phối tổng được xác định theo công thức:

$$F_1 = \frac{P_{\Sigma} \cdot l_1}{\gamma \cdot \Delta U_{r1} \cdot U_{dm}} = \frac{74,38.50}{54.7,235.0,38} = 25,05 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Tra bảng PL V.2 trang 293 sách TKCĐ - NXBKHKHT

Chọn cáp vặn xoắn có tiết diện:

Cáp chiều dài $l_1=50\text{m}$:

$$F_1=35\text{mm}^2$$

$$x_0=0,06 \text{ (}\Omega/\text{km)}$$

$$r_0=0,54 \text{ (}\Omega/\text{km)}$$

Đường kính dây: 7,5(mm)

Hao tổn thực tế là:

$$\Delta U_1 = \frac{P_{\Sigma} \cdot r_{01} + Q_{\Sigma} \cdot x_{01}}{U_{dm}} \cdot l_1 = \frac{74,38.0,54 + 39,718.0,06}{380.10^{-3}} \cdot 50.10^{-3} = 5,598 \text{ (V)}$$

$$\Rightarrow \Delta U_1 = 5,598 \text{ (V)} < 7,6 \text{ (V)}$$

Như vậy cáp đã chọn đảm bảo yêu cầu về chất lượng điện áp .

Tra bảng PL V.13.- sách TKCĐ- NXBKHK&KT ta có cáp ruột đồng có tiết diện 35mm^2 thì dòng điện cho phép bằng 158(A)

2.4.2. Chọn dây dẫn đến các tầng

Ta tính điển hình cho 1 tòa nhà cao nhất của chung cư rồi từ đó suy ra kết quả cho các tòa còn lại.

Có thể thực hiện theo hai phương án:

Phương án 1: mỗi tầng một tuyến dây đi độc lập

Phương án 2: chọn một tuyến dây dọc chung cho tất cả các tầng.

2.4.2a. Phương án 1

Tính toán cho tầng cao nhất là tầng 10

Chiều dài từ tủ phân phối đến tủ phân phối tầng 10 là: $l_3 = 3,5 \cdot 10 = 35$ (m)

Công suất phản kháng của mỗi tầng đã được xác định như ở trên

$$Q_{\text{tang}} = P_{\text{tang}} \cdot \text{tg} \varphi = 14,876 \cdot \text{tg} 28,11^\circ = 14,876 \cdot 0,534 = 7,943 \text{ (kVAr)}$$

$$\Delta U_{\text{cp3}} = \frac{1,5}{100} \cdot 380 = 5,7 \text{ (V)}$$

Thành phần hao tổn điện áp phản kháng:

$$\Delta U_{\text{x3}} = \frac{Q_{\text{tang}} \cdot x_0 \cdot l_3}{U_{\text{dm}}} = \frac{7,943 \cdot 0,07 \cdot 35 \cdot 10^{-3}}{0,38} = 0,051 \text{ (V)}$$

$$\Delta U_{\text{x3}} \% = \frac{0,051}{380} \cdot 100 = 0,013 \%$$

Thành phần hao tổn điện áp tác dụng:

$$\Delta U_{\text{r3}} = \Delta U_{\text{cp3}} - \Delta U_{\text{x3}} = 5,7 - 0,051 = 5,649 \text{ (V)}$$

$$\Delta U_{\text{r3}} \% = 1,5 - 0,013 = 1,487 \%$$

Tiết diện dây dẫn của đường dây cung cấp cho tủ phân phối tầng được xác định theo công thức:

$$F = \frac{P_{\text{tang}} \cdot l_3}{\gamma \cdot \Delta U_{\text{r3}} \cdot U_{\text{dm}}} = \frac{14,876 \cdot 35}{54 \cdot 5,649 \cdot 380 \cdot 10^{-3}} = 4,491 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Tra bảng PL V2 trang 293 sách TKCĐ - NXBKHK

Chọn cáp vặn xoắn có tiết diện 6mm^2 cách điện XLPE vỏ PVC ta có:

$$x_0 = 0,07 (\Omega/\text{km}) ; r_0 = 3,06 (\Omega/\text{km})$$

Hao tổn thực tế là:

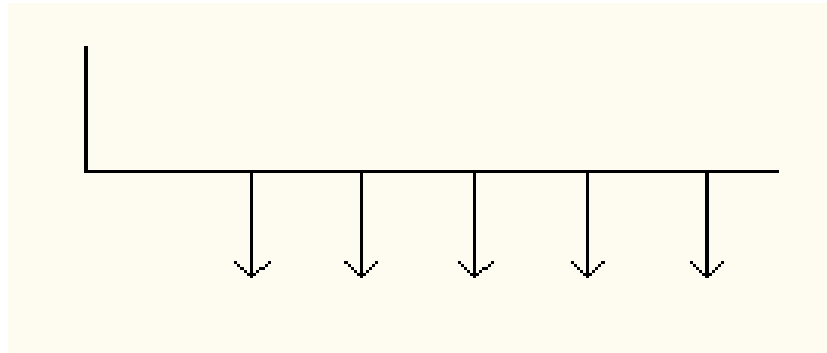
$$\Delta U_3 = \frac{P_{\text{tang}} \cdot r_0 + Q_{\text{tang}} \cdot x_0}{U_{\text{dm}}} \cdot l_3 = \frac{14,876.0,07 + 7,943.3,06.35}{380} = 2,334 \text{ (V)}$$

$$\Rightarrow \Delta U_3 = 2,334 \text{ (V)} < 5,7 \text{ (V)}$$

Như vậy cáp đã chọn đảm bảo yêu cầu về chất lượng điện áp.

2.4.2b. Phương án 2

Chọn một tuyến đường dây dọc chung cho các tầng



Hình 2.3 . Sơ đồ đường dây lên các tầng

Coi đường dây dọc lên các tầng có phụ tải phân bố đều như hình 3.2

Thành phần hao tổn điện áp phản kháng:

$$\Delta U_{x3} = \frac{Q_{\Sigma} x_0 l_0}{2U_{\text{dm}}} = \frac{39,718.0,07.35}{2.380} = 0,128 \text{ (V)}$$

$$\Delta U_{x3} \% = \frac{0,128}{380} \cdot 100 = 0,033\%$$

Thành phần hao tổn điện áp tác dụng :

$$\Delta U_{r3} = \Delta U_{\text{cp3}} - \Delta U_{x3} = 5,7 - 0,128 = 5,572 \text{ (V)}$$

$$\Delta U_{r3} \% = 1,5 - 0,033 = 1,467 \%$$

Tiết diện dây dẫn của đường dây cung cấp cho tủ phân phối tổng được xác định theo công thức:

$$F = \frac{P_{\Sigma} l_3}{2 \cdot \gamma \Delta U_{r3} U_{\text{dm}}} = \frac{74,38.35}{2.54.5,572.0.38} = 11,384 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Tra bảng PL.V2. trang 293 sách TKCD - NXBKHKHT

Chọn cáp vặn xoắn có tiết diện 16 (mm²) cách điện XLPE vỏ PVC ta có:

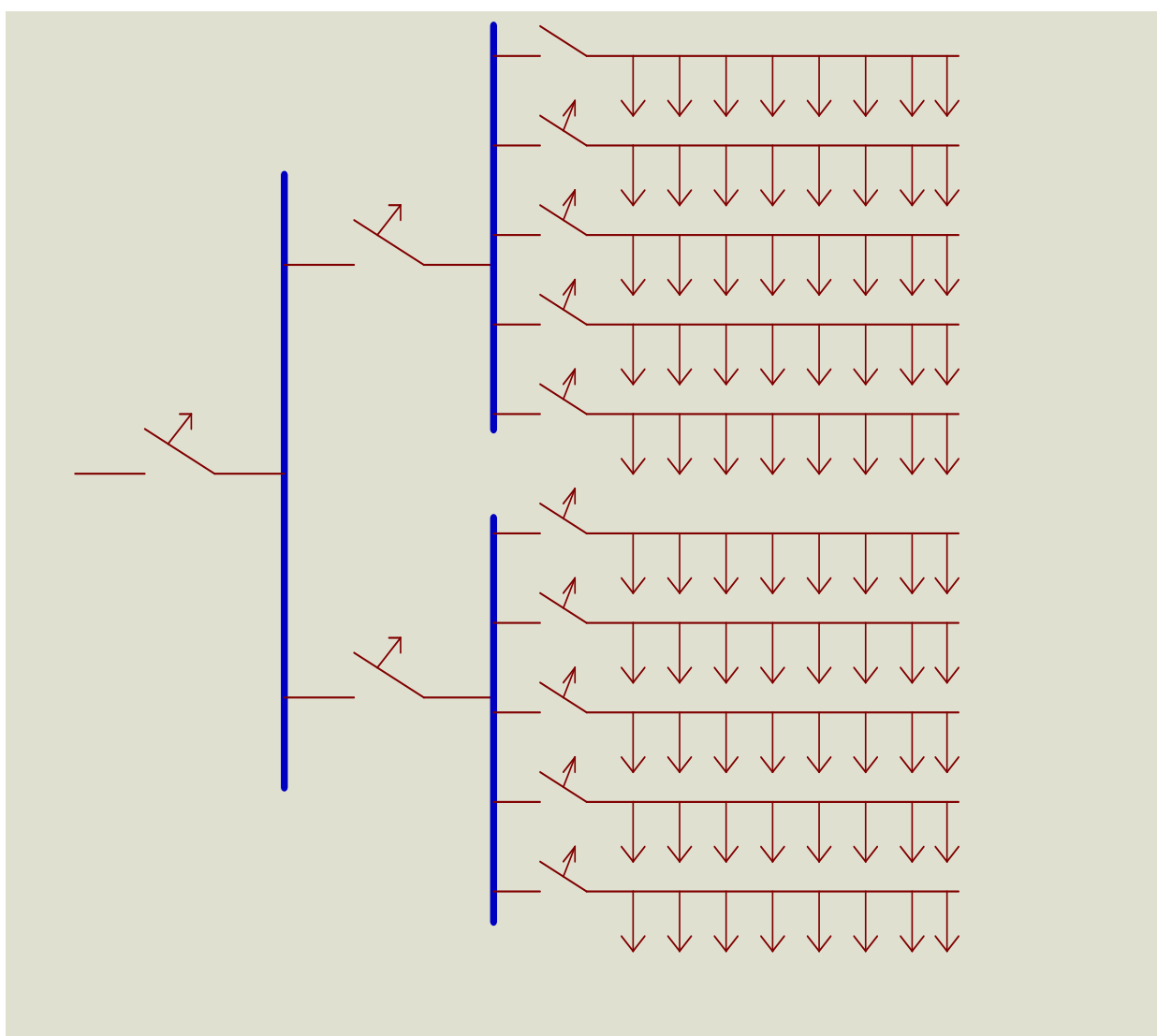
$x_0 = 0,06 (\Omega/\text{km})$; $r_0 = 1,2 (\Omega/\text{km})$

Hao tổn thực tế là:

$$\Delta U_3 = \frac{P_{\Sigma} r_0 + Q_{\Sigma} x_0}{2U_{dm}} \cdot l_3 = \frac{74,38 \cdot 1,2 + 39,718 \cdot 0,06}{2 \cdot 380} \cdot 35 = 4,22 (\text{V})$$

$$\Rightarrow \Delta U_3 = 4,22 (\text{V}) < 5,7 (\text{V})$$

Như vậy cáp đã chọn đảm bảo yêu cầu về chất lượng điện áp .



Hình 2.4. Sơ đồ nguyên lý mạng điện cung cấp cho chung cư 10 tầng.

2.4.2c. So sánh 2 phương án

-Phương án 1:

Tổng chiều dài của tất cả các nhánh dây lên các tầng là

$$\sum l_1 = 3,5 + 7 + 10,5 + 14 + 17,5 = 52,5 \text{ (m)}$$

Tổn thất điện năng trên các đoạn dây theo phương án 1

$$\Delta A_1 = \frac{P_{\text{tang}}^2 + Q_{\text{tang}}^2}{U_{\text{dm}}^2} \cdot r_0 \cdot \sum l_1 \cdot \tau = \frac{14,876^2 + 7,943^2}{0,38^2} \cdot 3,06 \cdot 52,5 \cdot 2181 \cdot 10^{-6}$$

$$\Delta A_1 = 690,046 \text{ (kWh)}$$

Giá thành tổn thất điện năng là $c_{\Delta} = 1500 \text{ đ}$

Chi phí do tổn thất là:

$$C_{\Delta A} = c_{\Delta} \cdot \Delta A_1 = 1500 \cdot 690,046 = 1,035 \cdot 10^6 \text{ (đ)}$$

Tra tr.11 tạp chí thị trường giá cả vật tư số 47 ra ngày 7/3/2006.

Suất vốn đầu tư của cáp XLPE -6 là $v_{01} = 49,300 \text{ đ/m}$.

Chi phí qui đổi theo phương án 1:

$$Z_1 = p_0 \cdot v_{01} \cdot l_{\Sigma} + C_{\Delta A} = 0,136 \cdot 49,300 \cdot 1925 \cdot 10^6 + 1,035 \cdot 10^6 = 2,325 \cdot 10^6 \text{ (đ)}$$

-Tính toán cho phương án 2:

Tổng chiều dài của dây dọc lên các tầng là:

$$l_{\Sigma} = 35 \text{ (m)}$$

Tổn thất điện năng trên đoạn dây theo phương án 2

$$\Delta A_2 = \frac{P_{\Sigma}^2 + Q_{\Sigma}^2}{U_{\text{dm}}^2} \cdot r_0 \cdot \sum l_2 \cdot \tau = \frac{74,38^2 + 39,718^2}{0,38^2} \cdot 1,2 \cdot 35 \cdot 2181 \cdot 10^{-6}$$

$$\Delta A_2 = 1503,419 \text{ (kWh)}$$

Chi phí do tổn thất là

$$C_{\Delta A} = c_{\Delta} \cdot \Delta A_2 = 1500 \cdot 1503,419 = 2,255 \cdot 10^6 \text{ (vnd)}$$

Tra tr.11 tạp chí thị trường giá cả vật tư số 47 ra ngày 7/3/2006.

Suất vốn đầu tư của cáp XLPE -16 là $v_{02} = 71811 \text{ (vnd/m)}$

Chi phí qui đổi theo phương án 2

$$Z^1 = p_0 \cdot v_{02} \cdot l_2 + C_{\Delta A} = 0,136 \cdot 71,811 \cdot 0,035 \cdot 10^6 + 2,255 \cdot 10^6 = 2,5968 \cdot 10^6 \text{ đ}$$

Bảng 2.1. Các chỉ tiêu kinh tế của 2 phương án đi dây lên các tầng.

Phương án	l(m)	v. 10^6 .đ	$\Delta A(kWh)$	C. 10^6 .đ	Z. 10^6 .đ
1	192,5	49,3	992,223	1,488	2,325
2	35	71,811	1503,419	2,255	2,5968

So sánh kết quả tính toán ta thấy về kỹ thuật cả 2 phương án đều đảm bảo yêu cầu của chất lượng điện, về kinh tế: tổng chi phí quy đổi của phương án 1 nhỏ hơn của phương án 2, do đó dây dẫn sẽ được chọn theo phương án 1.

2.4.3. Chọn dây dẫn cho mạch điện thang máy

Chiều dài đến thang máy xa nhất là 50m

Theo sổ tay thiết kế các thang máy có hệ số:

$$\cos\varphi_{tb} = 0,54;$$

Công suất phản kháng của thang máy là:

$$Q_{tm} = P_{tm} \cdot \text{tg}\varphi = 6,26 \cdot \text{tg}57,31^\circ = 9,757 \text{ (kVAr)}$$

Thành phần hao tổn điện áp phản kháng:

$$\Delta U_{x3} = \frac{Q_{tm} \cdot x_0 \cdot l_3}{U_{dm}} = \frac{9,757 \cdot 0,07 \cdot 50 \cdot 10^{-3}}{380 \cdot 10^{-3}} = 0,089 \text{ (V)}$$

$$\Delta U_{x3}\% = \frac{0,089}{380} \cdot 100 = 0,023\%$$

Thành phần hao tổn điện áp tác dụng:

$$\Delta U_{r3} = \Delta U_{cf3} - \Delta U_{x3} = 5,7 - 0,089 = 5,61 \text{ (V)}$$

$$\Delta U_{r3}\% = 1,5\% - 0,023\% = 1,476\%$$

Tiết diện dây dẫn được chọn là:

$$F = \frac{P_{tm} l_3}{\gamma \Delta U_{r3} U_{dm}} = \frac{6,26.50}{54.5,61.0,38} = 2,718 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Tra bảng PL V2 trang 293 sách TKCD - NXBKHKHT

Chọn cáp vặn xoắn có tiết diện 4 mm² cách điện XLPE vỏ PVC ta có:

$$x_0 = 0,09 \text{ (}\Omega/\text{km)}; r_0 = 5 \text{ (}\Omega/\text{km)}$$

Hao tổn thực tế:

$$\Delta U_3 = \frac{Q_{tm} \cdot x_0 + P_{tm} \cdot r_0}{U_{dm}} \cdot l_3 = \frac{9,757.0,09 + 6,26.5}{380.10^{-3}} \cdot 50.10^{-3} = 4,23 < 5,7 \text{ (v)}$$

Vậy cáp đã chọn đảm bảo yêu cầu về chất lượng điện áp.

2.4.4. Chọn dây dẫn cho đường dây đến trạm bơm

Chọn chiều dài từ tủ phân phối tổng đến trạm bơm là $l_4 = 65\text{m}$.

Công suất phản kháng của máy bơm:

$$Q_b = P_b \cdot \text{tg}\varphi = 19,53 \cdot \text{tg}38,759 = 15,668 \text{ (kVAr)}$$

Thành phần hao tổn điện áp phản kháng:

$$\Delta U_{x4} = \frac{Q_b \cdot x_0 l_4}{U_{dm}} = \frac{15,668.0,07.65.10^{-3}}{380.10^{-3}} = 0,187 \text{ (V)}$$

$$\Delta U_{x4}\% = \frac{0,187}{380} \cdot 100 = 0,049\%$$

Thành phần hao tổn điện áp tác dụng:

$$\Delta U_{r4} = \Delta U_{cp4} - \Delta U_{x4} = 7,6 - 0,187 = 7,413 \text{ (V)}$$

$$\Delta U_{x4}\% = \frac{7,413}{380} \cdot 100 = 1,95\%$$

Tiết diện dây dẫn được chọn là:

$$F = \frac{P_b \cdot l_4}{\gamma \cdot \Delta U_{x4} \cdot U_{dm}} = \frac{19,53.65}{54.0,38.7,413} = 8,345 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Tra bảng 2 - 36 trang 645 sách CCD - NXBKHKHT

Chọn cáp vặn xoắn có tiết diện 10 mm^2 cách điện XLPE vỏ PVC ta có:

$$x_0 = 0,07 (\Omega/\text{km}); r_0 = 2 (\Omega/\text{km})$$

Hao tổn thực tế:

$$\Delta U_4 = \frac{Q_b \cdot x_0 + P_b \cdot r_0}{U_{dm}} \cdot I_4 = \frac{15,668 \cdot 0,07 + 19,35 \cdot 2}{380 \cdot 10^{-3}} \cdot 65 \cdot 10^{-3} = 6,807 < 7,6(\text{V})$$

Vậy cáp đã chọn đạt yêu cầu về chất lượng điện áp

2.4.5. Chọn tiết diện dây dẫn cho mạng điện chiếu sáng

2.4.5a. Chiếu sáng trong nhà

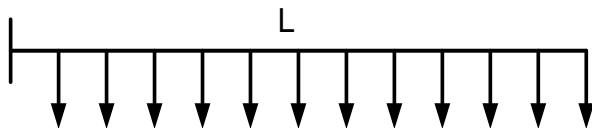
Ta tính điển hình cho 1 tòa nhà cao nhất của chung cư rồi từ đó suy ra kết quả cho các tòa còn lại.

Do không có số liệu cụ thể nên tạm thời coi chiều dài của mạng điện chiếu sáng trong nhà bằng 4,5 lần chiều cao của chung cư

$$L_{cstr} = 4,5 \cdot 35 = 157,5 (\text{m})$$

Chọn hệ thống chiếu sáng trong nhà là mạng điện 1 pha 220(V). Hao tổn điện áp cho phép là:

$$\Delta U_{cf} = 3(\%)$$



Hình 2.5. Sơ đồ mạng điện chiếu sáng trong nhà

Khi phụ tải chiếu sáng phân bố đều, có thể coi là mạng điện tương đương có phụ tải tập trung tại điểm giữa.

Mômen tải:

$$M = \frac{P_{cs} L_{cstr}}{2} = \frac{54,6 \cdot 157,5}{2} = 4299,5(\text{kWm})$$

Tra bảng 4.PLbt trang 455 sách BTCCĐ-NXBKH&KT có $C_1 = 14$ (cáp đồng)

Tiết diện dây dẫn:

$$F_1 = \frac{M}{C_1 U_{cp} \%} = \frac{4299,5}{14.3} = 102,369 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Chọn cáp lõi đồng có tiết diện 120mm^2 .

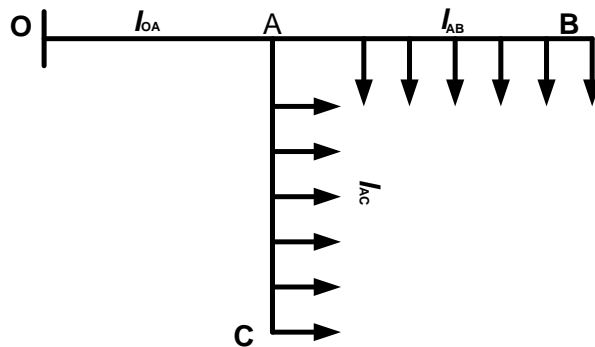
Tra bảng 2-26 trang 645 sách CCĐ- NXBKH&KT có:

$$x_0 = 0,06 \text{ (}\Omega/\text{km)}; r_0 = 0,158 \text{ (}\Omega/\text{km)}$$

Hao tổn thực tế:

$$\Delta U_{cstr} = \frac{M}{C_1 F_1} = \frac{4299,5}{14.120} = 2,559 \% < 3\%.$$

2.4.5b. Mạng điện chiếu sáng ngoài trời



Hình 2.6. Sơ đồ mạng điện chiếu sáng ngoài trời

Chiều dài đoạn OA là $l_1 = 0,655.55 = 30\text{m}$, đoạn AB có $l_2 = 180\text{m}$, đoạn AC có $l_3 = 200\text{m}$. Suất phụ tải trên 1 đơn vị chiều dài là $p_{o2} = 0,025 \text{ kW/m}$, hao tổn điện áp cho phép là $U_{cf} = 3\%$.

Các đoạn dây trên đường trục từ nguồn O đến điểm B được xây dựng với 4 dây dẫn, các nhánh rẽ AC thuộc loại 2 pha có dây trung tính. Trước hết ta sơ bộ phân bố hao tổn điện áp cho phép trên các đoạn dây như sau:

Trên đoạn OA có $\Delta U_{cf1} = 1,9\%$. Trên đoạn AB, AC là $\Delta U_{cf2} = \Delta U_{cf3} = 1,1\%$

Công suất tính toán chạy trên các đoạn dây

$$P_{AB} = p_{02}.l_2 = 0,025.180 = 4,5 \text{ (kW)}$$

$$P_{AC} = p_{02}.l_3 = 0,025.200 = 5 \text{ (kW)}$$

$$P_{OA} = P_{AB} + P_{AC} = 4,5 + 5 = 9,5 \text{ (kW)}$$

Momen tải của các đoạn dây

$$M_{OA} = P_{OA}.l_1 = 9,5.30 = 285 \text{ (kWm)}$$

$$M_{AB} = P_{AB}.l_2 = 4,5.180 = 810 \text{ (kWm)}$$

$$M_{AC} = P_{AC}.l_3 = 5.200 = 1000 \text{ (kWm)}$$

Tra bảng 5.PLbt trang 455 sách BTCCĐ-NXBKH&KT có giá trị hệ số $\alpha = 1,39$

Xác định Momen qui đổi

$$M_{qd} = M_{OA} + \alpha(M_{AB} + M_{AC}) = 285 + 1,39(810 + 1000) = 2800,9 \text{ (kWm)}$$

Tiết diện dây dẫn có ở đoạn OA là

$$F_{OA} = \frac{M_{qd}}{C.\Delta U_{ic1}} = \frac{2800,9}{83.1,9} = 17,761 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Tra bảng 2 -36 trang 645 sách CCĐ - NXBKHKHT

Chọn cáp vặn xoắn có tiết diện 25 mm² cách điện XLPE vỏ PVC ta có:

$$r_0 = 0,8 \text{ (}\Omega\text{/km)}; x_0 = 0,07 \text{ (}\Omega\text{/km)}$$

Hao tổn thực tế trên đoạn AO là:

$$\Delta U_{OA} = \frac{M_{qd}}{C.F_{OA}} = \frac{2800,9}{83.25} = 1,3498\%$$

Hao tổn điện áp trên các đoạn còn lại là

$$\Delta U_{cf2} = \Delta U_{AB} = \Delta U_{AC} = \Delta U_{CP} - \Delta U_{CA} = 3 - 1,3498 = 1,6502\%$$

Tra bảng 4.pl.BT trang 455 sách BTCCĐ - NXBKHK&KT có C=37

Tiết diện dây dẫn ở các đoạn còn lại là:

$$F_{AB} = \frac{M_{AB}}{C.\Delta U_{ic2}} = \frac{810}{37.1,6502} = 13,266 \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$F_{AC} = \frac{M_{AC}}{C \cdot \Delta U_{ic2}} = \frac{1000}{37.1,6502} = 16,378 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Tra bảng 2 -36 trang 645 sách CCD - NXBKHKHT

Chọn cáp vặn xoắn có tiết diện 25 mm² cách điện XLPE vỏ PVC cho đoạn AC ta có: r₀ = 0,8 (Ω/km); x₀ = 0,07 (Ω/km)

Chọn cáp vặn xoắn có tiết diện 16 mm² cách điện XLPE vỏ PVC cho đoạn AB ta có: r₀ = 1,25 (Ω/km); x₀ = 0,07 (Ω/km)

Hao tổn thực tế trên đoạn AC, AB là:

$$\Delta U_{AB} = \frac{M_{AB}}{C \cdot F_{AB}} = \frac{810}{37.16} = 1,368\%$$

$$\Delta U_{AC} = \frac{M_{AC}}{C \cdot F_{AC}} = \frac{1000}{37.25} = 1,081\%$$

Như vậy tổng hao tổn điện áp thực tế trong mạch chiếu sáng

$$\Delta U_{CS} = \Delta U_{OA} + \Delta U_{AC} = 1,3498 + 1,368 = 2,718\%$$

$$\Delta U_{CS} = 2,718\% < 3\% = \Delta U_{CP}$$

Vậy cáp được chọn đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật, kết quả tính chọn dây dẫn được thể hiện trong bảng 2.2

Bảng 2.2. Kết quả tính chọn dây dẫn

Đoạn	(m)	P(kW)	Q(kVAr)	$\Delta U_{cp}\%$	$\Delta U_x\%$	$U_r\%$	$F_{tt}mm^2$	$F_c mm^2$	$\Delta U\%$
Dây chính 1	50	74,38	39,718	2	0,096	1,904	25,05	35	1,473
Lên tầng	35	14,876	7,943	1,5	0,013	1,487	4,491	6	0,614
Thang máy	50	6,26	9,757	1,5	0,023	1,476	2,718	4	1,113
Trạm bơm	65	19,53	15,668	2	0,049	5,512	11,223	16	1,147
CS.trong nhà	157,5	54,6		3			102,369	120	0,673
CS.ngoài OA	30	9,5		1,3498			22,497	25	1,3498
CS.ngoài AB	180	4,5		1,6502			13,266	16	1,368
CS.ngoài AC	200	5		1,6502			24,454	25	1,081

2.5. TÍNH CHỌN MÁY BIẾN ÁP (MBA)

2.5.1. Đặt vấn đề

Trong sơ đồ cấp điện, máy biến áp có vai trò rất quan trọng, làm nhiệm vụ biến đổi điện áp và truyền tải công suất. Nguyên tắc cấu tạo và làm việc của máy biến áp đã được minh họa trên hình 3.4 tr.53 sách giáo trình cung cấp điện-NXBGD.

Người ta chế tạo máy biến áp rất đa dạng, nhiều kiểu cách, kích cỡ, nhiều chủng loại. Người thiết kế cần căn cứ vào đặc điểm của đối tượng dùng điện để lựa chọn hợp lý máy biến áp. Đối với khu chung cư cao tầng là hộ tiêu thụ loại II nên cũng có tầm quan trọng lớn ta chọn máy biến áp phù hợp để góp phần làm cho hệ thống cung cấp điện vận hành đảm bảo ở các chỉ tiêu kỹ thuật, kinh tế an toàn.

2.5.2. Tính chọn máy biến áp

Phụ tải của khu chung cư cao tầng được coi là hộ tiêu thụ loại II, do vậy suất thiệt hại do mất điện là $g_{th} = 4000 \text{đ/kWh}$.

Tổng công suất tính toán của toàn chung cư có kể đến tổn thất là:

$$S_{tt} = S + \Delta S = P + \Delta P_{\Sigma} + j(Q + \Delta Q_{\Sigma}) = 899,043 + 3,265 + j(480,088 + 0,632)$$

$$S_{tt} = 902,308 + j480,72$$

$$S_{tt} = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{902,308^2 + 480,72^2} = 1022,375 \text{ (kVA)}$$

Căn cứ vào kết quả phụ tải S_{tt} ta chọn công suất và số lượng máy biến áp 10/0,4 kV theo 2 phương án sau:

Phương án 1: dùng 6 máy 2x160 kVA;

Phương án 2: dùng 3 máy 1x315 kVA;

Tra tr.12.tạp chí giá cả thị trường vật tư số 38, thứ 4 ngày 21/2/2006 ta có các tham số của máy biến áp do công ty TNHH Nhật Linh địa chỉ 226-Đống Đa - Hà nội theo bảng sau:

Bảng 2.3. Các tham số của máy biến áp

$S_{BA}(kVA)$	$\Delta P_0(kW)$	$\Delta P_k(kW)$	Vốn đầu tư. 10^6 đ
6x160	0,28	1,95	363
3x315	0,39	3,33	315,06

Dưới góc độ kĩ thuật , các phương án không ngang nhau về độ tin cậy cung cấp điện. Đối với phương án 1 khi có sự cố ở 1 trong 6 máy biến áp , các máy còn lại sẽ phải gánh một phần phụ tải. Còn ở phương án 2 sẽ phải ngừng cung cấp điện cho nhiều hộ tiêu thụ khi xảy ra sự cố trong máy biến áp. Để đảm bảo sự tương đồng về kĩ thuật của các phương án cần xét đến các thành phần thiệt hại do mất điện khi có sự cố xảy ra ở 1 trong các máy biến áp.

2.5.2a. Phương án 1:

Trước hết cần kiểm tra khả năng làm việc quá tải của máy biến áp.

Hệ số điện kín đồ thị có thể xác định theo biểu thức:

$$k_{dk} = \frac{P_{tb}}{P_M} = \frac{T_M}{P_M} = \frac{3750}{8760} = 0,43 < 0,75$$

Như vậy máy biến áp có khả năng chịu được quá tải 40% trong thời gian xảy ra sự cố

Ta xác định phụ tải tính toán của toàn chung cư qua các năm theo biểu thức:

$$S_i = \frac{P_{shi} + \Delta P_{dl\&cs}}{\cos \varphi} = \frac{k_{dk}^d \cdot n \cdot p_{oi} \cdot t + \Delta P_{dl\&cs}}{\cos \varphi}$$

Phụ tải các năm được xác định theo biểu thức:

$$S_t = \frac{k_{dt}^d \cdot n \cdot p_0 \cdot (1 + \alpha t) + \Delta P_{dl\&cs}}{\cos \varphi}$$

Ta tính toán cho năm thứ nhất:

$$S_1 = \frac{k_{dt}^d \cdot n \cdot p_0 \cdot (1 + \alpha t) + \Delta P_{dl\&cs}}{\cos \varphi} = \frac{0,872 \cdot 192 \cdot 1,36(1 + 0,03 \cdot 1) + 24,455}{0,889}$$

$$S_1 = 291,318(\text{kVA})$$

Để đảm bảo máy biến áp không quá tải 40% so với giá trị định mức khi có sự cố 1 trong 2 máy biến áp cần phải cắt bớt một lượng công suất sau:

$$S_{th1} = S_{t1} - 1,4 \cdot S_{BA} = 291,318 - 1,4 \cdot 160 = 67,318(\text{kVA});$$

Thiệt hại do mất điện:

$$Y_1 = S_{th1} \cdot \cos \varphi \cdot t_f \cdot g_{th} = 67,318 \cdot 0,889 \cdot 24 \cdot 4 \cdot 10^3 = 5,74 \cdot 10^6(\text{vnd})$$

Xác định tổn thất điện năng trong máy biến áp ở năm thứ nhất:

$$\Delta A_{I-1} = n_{BA} \cdot \Delta P_0 \cdot t + \frac{\Delta P_k}{2} \cdot t \cdot \left(\frac{S_1}{S_{BA}}\right)^2 = 2 \cdot 0,5 \cdot 8760 + \frac{2,95}{2} \cdot 2181 \cdot \left(\frac{291,318}{160}\right)^2$$

$$\Delta A_{I-1} = 19424,55 (\text{kWh})$$

Chi phí tổn thất ở năm thứ nhất :

$$C_1 = C_{\Delta} \cdot \Delta A_{I-1} = 1500 \cdot 19424,55 = 29,1368 \cdot 10^6 (\text{đ/năm}).$$

Tổng chi phí ở năm thứ nhất là :

$$C_{\Sigma 1} = Y_1 + C_1 = 4,379 \cdot 10^6 + 29,1368 \cdot 10^6 = 33,516 \cdot 10^6 (\text{đồng})$$

Giá trị tổng chi phí quy về hiện tại PVC được xác định theo biểu thức:

$$PVC = \sum_0^T C_{\Sigma t} \cdot \beta^t \rightarrow \min$$

Với hệ số quy đổi là:

$$\beta = \frac{1}{1+i} = \frac{1}{1+0,1} = 0,909$$

Chọn hệ số chiết khấu $i=0,1$.

Đối với năm thứ nhất:

$$C_{\Sigma} \cdot \beta^1 = 33,516 \cdot 10^6 \cdot 0,909 = 30,49956 \cdot 10^6(\text{đ})$$

Tính toán tương tự cho các năm và cho phương án 2 , kết quả ghi trong bảng 2.4 và 2.5

Bảng 2.4. Kết quả tính toán của phương án 1:dùng 6 MBA 6x160kVA

TT	S (kVA)	S _{sc} (kVA)	ΔA (kWh)	Y.10 ⁶ .đ	C.10 ⁶	C _Σ	β ^t	C _Σ .β ^t
0						363	1	363
1	259,360	35,3603	10478,9	3,01779	15,7184	18,7361	0,909	17,0312
2	265,960	41,9602	10766,1	3,58106	16,1492	19,7303	0,826	16,2972
3	272,560	48,5602	11060,6	4,14432	16,5909	20,7353	0,751	15,5722
4	279,160	55,1601	11362,3	4,70759	17,0435	21,7511	0,683	14,856
5	285,760	61,7600	11671,2	5,27085	17,5068	22,7777	0,621	14,145
6	292,36	68,36	11987,3	5,83412	17,981	23,8152	0,564	13,4317
7	298,959	74,9599	12310,7	6,39738	18,4661	24,8634	0,513	12,7549
8	305,559	81,5598	12641,2	6,96065	18,9619	25,9225	0,467	12,1058
9	312,159	88,1598	12979,0	7,52391	19,4686	26,9925	0,424	11,4448
10	318,759	94,7597	13324,0	8,08717	19,9861	28,0733	0,386	10,8363
11	325,359	101,359	13676,2	8,65044	20,5144	29,1648	0,35	10,2077
12	331,959	107,959	14035,7	9,2137	21,0536	30,2673	0,319	9,65526
13	338,559	114,559	14402,3	9,77697	21,6035	31,3805	0,29	9,10035
14	345,159	121,159	14776,2	10,3402	22,1643	32,5046	0,263	8,5487
15	351,759	127,759	15157,3	10,9035	22,736	33,6395	0,239	8,03983
Σ			190629	104,41	285,944	511,354		305,027

Bảng 2.5. Kết quả tính toán của phương án 2:dùng 3 MBA 3x315(kVA)

TT	S(kVA)	S _{sc} (kVA)	ΔA (kWh)	$Y \cdot 10^6 \cdot đ$	$C \cdot 10^6$	C_{Σ}	β'	$C_{\Sigma} \cdot \beta'$
0						105,02	1	105,02
1	259,360	259,360	9892,731	22,1348	14,8391	36,9739	0,909	33,6093
2	265,960	265,960	10077,53	22,6981	15,1163	37,8144	0,826	31,2347
3	272,560	272,560	10266,98	23,2614	15,4005	38,6618	0,751	29,035
4	279,160	279,160	10461,07	23,8246	15,6916	39,5163	0,683	26,9896
5	285,760	285,760	10659,81	24,3879	15,9897	40,3776	0,621	25,0745
6	292,36	292,36	10863,18	24,9512	16,2948	41,2459	0,564	23,2627
7	298,959	298,959	11071,21	25,5144	16,6068	42,1212	0,513	21,6082
8	305,559	305,559	11283,87	26,0777	16,9258	43,0035	0,467	20,0826
9	312,159	312,159	11501,18	26,641	17,2518	43,8927	0,424	18,6105
10	318,759	318,759	11723,13	27,2042	17,5847	44,7889	0,386	17,2885
11	325,359	325,359	11949,73	27,7675	17,9246	45,6921	0,35	15,9922
12	331,959	331,959	12180,97	28,3308	18,2715	46,6022	0,319	14,8661
13	338,559	338,559	12416,85	28,894	18,6253	47,5193	0,29	13,7806
14	345,159	345,159	12657,38	29,4573	18,9861	48,4434	0,263	12,7406
15	351,759	351,759	12902,55	30,0206	19,3538	49,3744	0,239	11,8005
Σ			169908,2	391,166	254,862	751,048		420,996

Bảng 2.6. Kết quả tổng hợp của các phương án chọn máy biến áp.

Tham số	Phương án 1	Phương án 2
Vốn đầu tư V.10 ⁶	363	315,06
$\Delta A(kWh)$	190629,6	169908,2
Thiệt hại Y.10 ⁶	104,41	391,166
PVC.10 ⁶	305,027	420,996

Từ kết quả tính toán ở bảng 4.4 , ta thấy phương án 1 có PCV nhỏ hơn so với phương án 2 , nên đó chính là phương án tối ưu cần xác định. Tóm lại ta chọn trạm biến áp gồm 6 máy có dung lượng 160 kVA loại TM.160/10.

2.6.CHỌN THIẾT BỊ BẢO VỆ

2.6.1. Đặt vấn đề

Các thiết bị điện, sứ cách điện và các bộ phận dẫn điện khác của hệ thống điện trong điều kiện vận hành có thể ở một trong 3 chế độ cơ bản sau:

- Chế độ làm việc lâu dài (tức là chế độ làm việc bình thường)
- Chế độ quá tải (đối với một số thiết bị điện có thể cho phép quá tải đến 1,4 lần định mức)
- Chế độ chịu dòng điện ngắn mạch;

Trong chế độ làm việc lâu dài, các thiết bị điện và các bộ phận dẫn điện khác sẽ làm việc tin cậy nếu chúng được chọn theo đúng điện áp và dòng định mức.

Trong chế độ quá tải, dòng của các thiết bị lớn hơn so với dòng định mức. Nếu mức quá tải không vượt qua giới hạn cho phép thì chúng vẫn làm việc tin cậy.

Trong tình trạng ngắn mạch, các khí cụ điện, sứ cách điện và các bộ phận dẫn điện khác vẫn đảm bảo làm việc tin cậy nếu quá trình lựa chọn chúng có các thông số theo đúng điều kiện ổn định động và ổn định nhiệt. Tuy nhiên khi xảy ra ngắn mạch, để hạn chế tác hại của nó cần phải nhanh chóng loại trừ tình trạng ngắn mạch.

Như vậy dòng điện ngắn mạch là số liệu quan trọng để chọn và kiểm tra các thiết bị điện. Khi thành lập sơ đồ thay thế để tính dòng điện ngắn mạch nhằm lựa chọn các khí cụ điện và các bộ phận dẫn điện khác, ta cần xác định điểm ngắn mạch tính toán tương ứng với tình trạng làm việc nguy hiểm nhất sao cho phù hợp với điều kiện làm việc thực tế.

Tóm lại việc lựa chọn đúng các thiết bị có ý nghĩa quan trọng đảm bảo cho hệ thống CCĐ vận hành an toàn tin cậy và kinh tế.

2.6.2 Chọn thiết bị phân phối phía cao áp

Để chọn và kiểm tra thiết bị điện ta giả thiết thời gian cắt của bảo vệ là $t_k=0,5(s)$.

2.6.3. Chọn cầu chì cao áp

Chức năng của cầu chì là bảo vệ quá tải và ngắn mạch.

Điều kiện chọn cầu chì cao áp là:

$$- U_{dmCC} \geq U_{dm\text{mạng}}$$

$$- I_{dmCC} \geq I_{lvmax}$$

$$I_{lvmax} = 1,25 \cdot I_{dm} = 1,25 \cdot \frac{S_{dm}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = 1,25 \cdot \frac{160}{\sqrt{3} \cdot 10} = 11,547(A)$$

Tra bảng 2.25 tr.124-Sổ tay lựa chọn và tra cứu thiết bị điện 0,4 đến 500 kV của Ngô Hồng Quang-NXBKH&KT. Ta chọn kiểu ПК - 10 có $U_{đm} = 10$ kV, dòng định mức $I_{đm} = 30$ (A) do công ty thiết bị điện Đông Anh chế tạo.

Vây cầu chì cao áp đã chọn thoả mãn yêu cầu kỹ thuật.

2.6.4. Chọn dao cách ly

Dao cách ly (còn gọi là cầu dao) có nhiệm vụ chủ yếu là cách ly phần có điện và phần không có điện tạo khoảng cách an toàn phục vụ cho công tác sửa chữa, kiểm tra, bảo dưỡng.

Căn cứ vào dòng điện làm việc I_{lvmax} .Tra bảng 2.30-32 tr.126- 127-Sổ tay lựa chọn và tra cứu thiết bị điện 0,4 đến 500 kV của Ngô Hồng Quang-NXBKH&KT. Ta chọn kiểu DT 10/20 có $U_{đm} = 10$ kV, $I_{đm} = 200$ (A) do công ty thiết bị điện Đông Anh chế tạo.

2.6.5. Chọn chống sét

Tra bảng p.16.8 tr.414- Sách HTCCĐ-NXBKH&KT ta chọn thiết bị chống sét 3 đến 30 kV do hãng Cooper Mỹ chế tạo loại AZLP501B10.

2.7. CHỌN THIẾT BỊ PHÂN PHỐI PHÍA HẠ ÁP

Các thiết bị điện dùng trong mạng điện áp thấp ($U < 1000$ V) như cầu dao, aptomat, công tắc tơ, cầu chì...Đều được chọn theo điều kiện điện áp định mức, dòng điện định mức, kiểu loại và hoàn cảnh làm việc.

Những thiết bị như aptomat, cầu chì thì được kiểm tra thêm theo điều kiện công suất cắt. Nói chung các thiết bị điện hạ áp đều được thiết kế ở mức chịu được lực điện động và hiệu ứng nhiệt do dòng ngắn mạch gây ra khi máy biến áp có công suất nhỏ hơn 1000 kVA. Do vậy không cần phải kiểm tra chúng theo điều kiện ổn định động và ổn định nhiệt nữa. Việc chọn thiết bị phân phối ở phía hạ áp có ý nghĩa rất quan trọng. Phải chọn thiết bị điện như thế nào để hệ thống điện vận hành ở chế độ làm việc lâu dài.

2.7.1. Chọn thanh cái

Dòng làm việc chạy qua thanh cái:

$$I_{\Sigma} = \frac{S_{\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{344,946}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 524,1(A)$$

Tiết diện thanh dẫn chọn theo mật độ dòng kinh tế:

$$F = \frac{I_{\Sigma}}{J_{kt}} = \frac{524,1}{2,1} = 249,57(mm^2)$$

Tra bảng 8-6 Tr.276 sách CCD-NXBKH&KT

Ta có $J_{kt}=2,1$ với thời gian sử dụng công suất lớn nhất $T_{max}=3750$ (h)

Ta chọn thanh cái $50 \times 5 = 250$ (mm²)

Kiểm tra thanh cái theo điều kiện ổn định động

Khi ngắn mạch thanh cái chịu lực tác dụng của lực điện động vì vậy trong vật liệu thanh cái xuất hiện ứng lực. Để kiểm tra ổn định động của thanh cái khi ngắn mạch ta cần xác định được ứng suất trong vật liệu thanh cái do lực điện động gây ra và so sánh ứng suất này với ứng suất cho phép .

Điều kiện ổn định động của thanh cái là : $\delta_{tt} < \delta_{cp}$

Lực tính toán $F_{tt} = 1,76 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{l}{a} \cdot i_k^2$

Trong đó :

Khoảng cách giữa các sứ của một pha chọn $l=130$ (cm).

Khoảng cách giữa các pha là $a=60$ (cm).

$$F_{tt} = 1,76 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{130}{60} \cdot 8,99767^2 = 3,0862(KG)$$

Xác định mômen uốn :

Khi thanh cái có từ 3 nhịp trở lên thì M được xác định theo công thức sau:

$$M = \frac{F_{tt} \cdot l}{10} = \frac{3,0862 \cdot 130}{10} = 40,133(KGcm)$$

Mômen chống uốn là:

$$W = \frac{b^2}{h} = \frac{0,5^2 \cdot 5}{6} = 0,21 (\text{cm}^3)$$

W được tính như ở bảng 7 Tr.267 sách CCD- NXBKH&KT

ứng suất tính toán trong vật liệu cho phép là:

$$S_{tt} = \frac{M}{W} = \frac{40,133}{0,21} = 192,638 (\text{kg/cm}^2)$$

Tra trang 275 sách CCD- NXBKH&KT ta thấy:

$$\delta_{ttCu} = 1400 (\text{kg/cm}^2)$$

Như vậy: $\delta_{tt} < \delta_{cp}$

Điều kiện ổn định động đảm bảo

Kiểm tra ổn định nhiệt của thanh dẫn để đảm bảo khi có dòng điện ngắn mạch đi qua thì nhiệt độ thanh cái không vượt quá trị số giới hạn cho phép lúc đốt nóng ngắn hạn tức là lúc ngắn mạch

$$F_{tc} \geq F_{\text{ôdn}}$$

$$F_{\text{ôdn}} = \alpha \cdot I_{\infty} \cdot \sqrt{t_k}$$

Tra bảng 8-8 trang 280 sách CCD- NXBKH&KT

Ta có: $\alpha = 6$

Giả thiết thời gian cắt của bảo vệ là $t_k = 0,5$ (s)

$$I_{\infty} = I_{ck}^3$$

$$F_{\text{ôdm}} = 6,5,1309 \cdot \sqrt{0,5} = 21,768$$

Như vậy: $F_{tc} = 250 \text{ mm}^2 > 21,768 = F_{\text{ôdm}}$

Thanh cái đã chọn thoả mãn yêu cầu.

2.7.2. Chọn sứ cách điện

Sứ có tác dụng vừa làm giá đỡ các bộ phận mang điện vừa làm vật cách điện giữa các bộ phận đó với đất. Do đó sứ phải có đủ độ bền chịu được lực điện

động do dòng điện ngắn mạch gây ra, đồng thời phải chịu được điện áp của mạng kể cả lúc quá điện áp.

Các điều kiện chọn và kiểm tra sứ:

$$-U_{đmsứ} \geq U_{đmmạng}$$

$$-I_{đmsứ} \geq I_{lvmax}$$

$$-F_{cp} \geq F'' = k.F_{tt}$$

Tra bảng 2-25 trang 640 sách CCD- NXBKH&KT chọn ϕ -10-375 có

$U_{đm} = 10kV$; lực phá huỷ $F_{ph} = 375$ (kg), do Liên Xô sản xuất

Lực cho phép lên đầu sứ:

$$F_{cp} = 0,6.F_{ph} = 0,6.375 = 225 \text{ (kg)}$$

$$F_{tt} = 3,086 \text{ mm}^2$$

Hệ số hiệu chỉnh

$$\text{Lực tính toán hiệu chỉnh } k = \frac{H'}{H} = \frac{17,5}{15} = 1,17$$

$$F_{hc} = k.F_{tt} = 1,15.3,086 = 3,5489 < F_{cp}$$

→ Sứ lựa chọn đảm bảo chất lượng

2.7.3. Chọn aptomat

Aptomat là thiết bị đóng cắt hạ áp có chức năng bảo vệ quá tải và ngắn mạch. Do có ưu điểm hơn hẳn cầu chì là khả năng làm việc chắc chắn, tin cậy, an toàn, đóng cắt đồng thời 3 pha và có khả năng tự động hoá cao nhưng mặc dù aptomat có giá cao hơn nhưng vẫn được dùng rộng rãi trong lưới điện sinh hoạt.

Aptomat A_0 bảo vệ lộ tổng

Aptomat A_1 bảo vệ mạch điện sinh hoạt.

Aptomat A_2 bảo vệ mạch điện mạch điện động lực

Aptomat A_3 bảo vệ trạm bơm

Aptomat A_4 bảo vệ cho mỗi mạch gồm hai thang máy

Aptomat A₅ bảo vệ mỗi mạch gồm hai tầng

Aptomat A₆ bảo vệ cho mạch điện của mỗi tầng

Aptomat A₇ bảo vệ cho mỗi mạch chiếu sáng

Với aptomat A₀ bảo vệ lộ tổng: căn cứ vào dòng làm việc lớn nhất đã xác định ở trên $I_{\Sigma} = 524,1(A)$ ta chọn Aptomat loại SA603-G do Nhật chế tạo. Tra bảng pl.36 Tr.365 sách HTCCĐ- NXBKH&KT

Với loại Aptomat loại SA603-G có dòng điện định mức là: 600(A)

Aptomat A₁ bảo vệ mạch điện sinh hoạt

Dòng điện làm việc lớn nhất của mạng điện sinh hoạt là

$$I_{cs} = \frac{P_{sh}}{\cos_{tb} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{277,531}{0,91 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 463,367(A)$$

Tra bảng pl.3.6. Tr.356 sách HTCCĐ- NXBKH&KT ta chọn Aptomat loại SA603 - G có dòng điện định mức là 500(A).

Aptomat A₂ bảo vệ mạch động lực.

Theo yêu cầu ta thấy mạch động lực gồm 6 động cơ thang máy và 4 động cơ máy bơm.

Trước hết ta xác định dòng định mức của các máy.

$$I_{tm} = \frac{P_{tm}}{\cos_{tm} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{7}{0,54 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 19,65(A)$$

Dòng định mức quy về chế độ làm việc dài hạn:

$$I'_{tm} = \frac{P'_{tm}}{\cos_{tm} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{6,26}{0,54 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 17,61(A)$$

Máy bơm:

$$I_b = \frac{P_b}{\cos_b \cdot \sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{6,3}{0,78 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 12,27(A)$$

Như vậy dòng khởi động của Aptomat được xác định theo biểu thức:

$$I_{KD} \geq \frac{I_{mm\max}}{\alpha} + \sum_1^{n-1} I_{ni}$$

Dòng mở máy lớn nhất của động cơ:

$$I_{mm\max} k_{mm} \cdot I_{dm} = 4,5 \cdot I_{tm} = 4,5 \cdot 19,695 = 88,6275(A)$$

Với mạng động lực ta chọn $\alpha = 3$

$$\frac{I_{mm\max}}{\alpha} + \sum_1^{n-1} I_{ni} = \frac{79,245}{3} + (5 \cdot I'_{tm} + 4I_b) = \frac{88,6275}{3} + (5 \cdot 17,61 + 4 \cdot 12,27) = 166,6725(A)$$

Vậy: $I_{KD} \geq 166,6725(A)$

Dòng khởi động cắt nhanh của Aptomat phải thỏa mãn điều kiện:

$$I_{Kdcn} \geq 1,25 \cdot I_{mm} = 1,25 \cdot 88,6275 = 110,78(A)$$

Tra bảng pl3.5. Tr.356 sách HTCCĐ- NXBKH&KT ta chọn Aptomat loại EA 203 - G có dòng định mức 125(A)

Aptomat A_3 bảo vệ trạm bơm

$$I_{KDb} \geq \frac{I_{mm} \cdot b}{\alpha_b} + I_b$$

$$I_{mmb} k_{mm} \cdot I_b = 4,5 \cdot 12,27 = 55,215(A)$$

Tra bảng 12.pl.BT Tr.457 sách BTCCĐ- NXBKH&KT chọn $\alpha_b = 2,5$

(khởi động nhẹ)

$$\frac{I_{mmb}}{\alpha_b} + I_b = \frac{55,215}{2,5} + 12,27 = 34,356(A)$$

Như vậy: $I_{Kdb} \geq 1,25 \cdot I_{mmb} = 1,25 \cdot 34,356 = 42,945(A)$

Tra bảng pl3.5 Tr.356 sách HTCCĐ- NXBKH&KT ta chọn Aptomat loại EA103-G do Nhật chế tạo có dòng điện định mức là 75(A).

Chọn khởi động từ cho thang máy và trạm bơm theo dòng làm việc tương tự đối với aptomat, ta chọn khởi động từ loại ПМЕ – 211 do Nga sản xuất.

Tính toán tương tự cho các mạch khác, kết quả ghi trong bảng 2.7

Bảng 2.7. Kết quả tính toán chọn và kiểm tra thiết bị bảo vệ

Mạch bảo vệ	Ký hiệu	Số lượng	Loại aptomat	Dòng điện khởi động	
				Tính toán	Định mức
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Lộ tổng	A ₀	1	SA603-G	524,1	600
Sinh hoạt	A ₁	1	SA603-G	463,367	500
Động lực	A ₂	1	EG203-G	110,78	125
Trạm bơm	A ₃	2	EA103-G	69,02	75
Thang máy	A ₄	6	PCB6C363	55,146	63
Nhánh lên tầng	A ₅	65	PCBTC3H0	83,04	90
Các tầng	A ₆	504	PCB4C340	33,89	40
Chiếu sáng	A ₇	11	PCB4C325	20,11	25
Khởi động từ thang máy		12	ΠME-231	18,32	25
Khởi động từ máy bơm		8	ΠME-231	16,22	25

2.8. CHỌN MÁY BIẾN DÒNG

Máy biến dòng có nhiệm vụ biến đổi dòng điện từ một trị số lớn xuống trị số nhỏ để cung cấp cho các dụng cụ đo lường, bảo vệ role và tự động hoá. Máy biến dòng được chọn và kiểm tra theo các điều kiện ổn định lực điện động và ổn định khi có dòng điện ngắn mạch chạy qua.

Biến dòng cho công tơ tổng

Điều kiện chọn và kiểm tra máy biến dòng:

$$-U_{đmBI} \geq U_{đmmạng}$$

$$-I_{1đmBI} \geq I_{lvmax}$$

$$-S_{2đmBI} \geq S_{2tt}$$

Căn cứ vào giá trị dòng điện chạy trên đoạn dây tổng $I_{\Sigma}=524,1\text{A}$. Tra bảng 8-6 tr.383- Sổ tay lựa chọn và tra cứu thiết bị điện 0,4 đến 500 kV của Ngô Hồng Quang-NXBKH&KT ta chọn máy biến dòng loại BD13 có điện áp định mức là 0,5kV, dòng định mức phía sơ cấp là 600 A , cấp chính xác là 0,5%, công suất định mức phía thứ cấp là 6VA, hệ số biến dòng $k_i = 600/5 = 120$ do công ty Thiết bị điện chế tạo.

Kiểm tra chế độ làm việc của công tơ khi phụ tải cực tiểu.

Ta thấy công tơ làm việc bình thường nếu dòng thứ cấp khi phụ tải cực tiểu lớn hơn dòng sai số 0,5% ($I_{0,5\%} = 0,005.6 = 0,03 \text{ A}$)

Dòng điện khi phụ tải nhỏ nhất(25% phụ tải tính toán)

$$I_{\min} = 0,25.I_{\Sigma} = 0,25.524,1 = 131,025 \text{ (A)}$$

Dòng điện thứ cấp khi phụ tải cực tiểu là:

$$I_{2\min} = \frac{I_{\min}}{k_i} = \frac{131,025}{120} = 1,092 \text{ (A)} > I_{0,5\%} = 0,033 \text{ (A)}$$

Vậy biến dòng làm việc bình thường khi phụ tải cực tiểu.

CHƯƠNG 3

TÍNH TOÁN TỔN THẤT ĐIỆN NĂNG VÀ CHIẾU SÁNG CHO KHU CHUNG CƯ

3.1. TÍNH TOÁN TỔN THẤT ĐIỆN NĂNG TRONG MẠNG ĐIỆN

Khi truyền tải điện năng từ nguồn đến tủ tổng, đến tủ phân phối tầng, đến các thang máy, đến trạm bơm... thì mỗi phần tử của mạng điện do có tổng trở nên đều gây tổn thất công suất và điện áp.

Tổn thất công suất gây tình trạng thiết hụt điện năng tại nơi tiêu thụ, làm tăng giá thành truyền tải điện và đưa đến hiệu quả kinh tế kém.

Tổn thất điện áp tạo nên điện áp tại các nơi tiêu thụ bị giảm thấp quá, ảnh hưởng đến chất lượng điện.

Hao tổn điện năng trên đoạn dây từ trạm biến áp đến tủ phân phối tổng

$$\Delta P_1 = \frac{P_{\Sigma}^2 + Q_{\Sigma}^2}{U_{dm}^2} r_0 l_1 = \frac{74,38^2 + 39,718^2}{0,38^2} \cdot 0,54 \cdot 50 \cdot 10^{-6} = 1,329 \text{ (kW)}$$

$$\Delta Q_1 = \frac{P_{\Sigma}^2 + Q_{\Sigma}^2}{U_{dm}^2} x_0 l_1 = \frac{74,38^2 + 39,718^2}{0,38^2} \cdot 0,06 \cdot 50 \cdot 10^{-6} = 0,147 \text{ (kVAr)}$$

Thời gian hao tổn cực đại

$$\tau = (0,124 + T_M \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = (0,124 + 3750 \cdot 10^{-4}) \cdot 8760 = 2181 \text{ (h)}$$

Tổn thất điện năng trên đoạn dây từ trạm biến áp đến tủ phân phối tổng :

$$\Delta A_1 = \frac{P_{\Sigma}^2 + Q_{\Sigma}^2}{U_{dm}^2} \cdot r_0 l_1 \tau = \frac{74,38^2 + 39,718^2}{0,38^2} \cdot 0,54 \cdot 50 \cdot 2181 \cdot 10^{-6} = 325 \text{ (kWh)}$$

Hao tổn điện năng trên đoạn dây từ tủ phân phối tổng lên đến tủ phân phối các tầng

$$\Delta P_2 = \frac{P_{\tan g}^2 + Q_{\tan g}^2}{U_{dm}^2} \cdot r_0 \cdot l_2 = \frac{14,876^2 + 7,943^2}{0,38^2} \cdot 3,06.52,5 \cdot 10^{-6} = 0,316 \text{ (kW)}$$

$$\Delta Q_2 = \frac{P_{\tan g}^2 + Q_{\tan g}^2}{U_{dm}^2} \cdot x_0 \cdot l_2 = \frac{14,876^2 + 7,943^2}{0,38^2} \cdot 0,07.52,5 \cdot 10^{-6} = 0,072 \text{ (kVAr)}$$

Thời gian hao tổn cực đại

$$\tau = (0,124 + T_M \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = (0,124 + 3750 \cdot 10^{-4}) \cdot 8760 = 2181 \text{ (h)}$$

Tổn thất điện năng trên đoạn dây từ trạm biến áp đến tủ phân phối tổng

$$\Delta A_2 = \frac{P_{\tan g}^2 + Q_{\tan g}^2}{U_{dm}^2} \cdot r_0 \cdot l_2 \cdot \tau = \frac{14,876^2 + 7,943^2}{0,38^2} \cdot 3,06.52,5 \cdot 2181 \cdot 10^{-6}$$

$$\Delta A_2 = 690,046 \text{ (kWh)}$$

Hao tổn điện năng trên đoạn dây từ tủ tổng đến các thang máy

$$\Delta P_3 = \frac{P_{tm}^2 + Q_{tm}^2}{U_{dm}^2} \cdot r_0 \cdot l_3 = \frac{6,26^2 + 9,757^2}{0,38^2} \cdot 5.50 \cdot 10^{-6} = 0,232 \text{ (kW)}$$

$$\Delta Q_3 = \frac{P_{tm}^2 + Q_{tm}^2}{U_{dm}^2} \cdot x_0 \cdot l_3 = \frac{6,26^2 + 9,757^2}{0,38^2} \cdot 0,09.50 \cdot 10^{-6} = 0,0042 \text{ (kVAr)}$$

Thời gian hao tổn cực đại

$$\tau = (0,124 + T_M \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = (0,124 + 3750 \cdot 10^{-4}) \cdot 8760 = 2181 \text{ (h)}$$

Tổn thất điện năng trên đoạn dây từ tủ phân phối tổng đến thang máy thứ 6

$$\Delta A_3 = \frac{P_{tm}^2 + Q_{tm}^2}{U_{dm}^2} \cdot r_0 \cdot l_3 \cdot \tau = \frac{6,26^2 + 9,757^2}{0,38^2} \cdot 5.50 \cdot 2181 \cdot 10^{-6} = 505,992 \text{ (kWh)}$$

Hao tổn điện năng trên đoạn dây từ tủ phân phối tổng đến trạm bơm

$$\Delta P_4 = \frac{P_b^2 + Q_b^2}{U_{dm}^2} \cdot r_0 \cdot l_4 = \frac{19,53^2 + 15,668^2}{0,38^2} \cdot 1,25.65 \cdot 10^{-6} = 0,352 \text{ (kW)}$$

$$\Delta Q_4 = \frac{P_b^2 + Q_b^2}{U_{dm}^2} \cdot x_0 \cdot l_4 = \frac{19,53^2 + 15,668^2}{0,38^2} \cdot 0,07 \cdot 65 \cdot 10^{-6} = 0,0197 (\text{kVAr})$$

Thời gian hao tổn cực đại

$$\tau = (0,124 + T_M \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = (0,124 + 3750 \cdot 10^{-4}) \cdot 8760 = 2181 (\text{h})$$

Tổn thất điện năng trên đoạn dây từ tủ phân phối tổng đến trạm bơm

$$\Delta A_4 = \frac{P_b^2 + Q_b^2}{U_{dm}^3} \cdot r_0 \cdot l_4 \cdot \tau = \frac{6,26^2 + 9,757^2}{0,38^2} \cdot 1,25 \cdot 65 \cdot 2181 \cdot 10^{-6} = 769,33 (\text{kWh})$$

Hao tổn điện năng từ tủ tổng đến mạng điện chiếu sáng

Vì đường dây chiếu sáng có phụ tải phân bố đều nên tổn thất bằng 1 phần 3 so với đường dây có phụ tải tập trung.

Chiếu sáng trong nhà:

Do mạng điện chiếu sáng là một pha và có phụ tải phân bố đều nên tổn thất điện năng được xác định theo công thức sau:

$$\Delta P_5 = \frac{2P^2}{3U^2} r_0 l_{cstr} = \frac{2 \cdot 54,6^2}{3 \cdot 0,22^2} \cdot 0,158 \cdot 157,5 \cdot 10^{-6} = 1,021 (\text{kW})$$

$$\Delta Q_5 = \frac{2P^2}{3U^2} x_0 l_{cstr} = \frac{2 \cdot 54,6^2}{3 \cdot 0,22^2} \cdot 0,07 \cdot 52,5 \cdot 10^{-6} = 0,388 (\text{kVAr})$$

Thời gian hao tổn cực đại

$$\tau = (0,124 + T_M \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = (0,124 + 3750 \cdot 10^{-4}) \cdot 8760 = 2181 (\text{h})$$

Tổn thất điện năng trên đoạn dây từ tủ phân phối tổng đến mạng chiếu sáng trong nhà

$$\Delta A_5 = \frac{2P^2}{3U^2} \cdot r_0 l_{cstr} \tau = \frac{2 \cdot 54,6^2}{3 \cdot 0,22^2} \cdot 0,158 \cdot 157,5 \cdot 2181 \cdot 10^{-6} = 2228,65 (\text{kWh})$$

Chiếu sáng ngoài trời:

$$\Delta P_{OA} = \frac{P^2}{3U^2} \cdot r_0 \cdot L_{OA} = \frac{2 \cdot 9,5^2}{3 \cdot 0,22^2} \cdot 0,8 \cdot 30 \cdot 10^{-6} = 0,0149 (\text{kW})$$

$$\Delta Q_{OA} = \frac{P^2}{3.U^2} \cdot x_0 \cdot L_{OA} = \frac{9,5^2}{3.0,22^2} \cdot 0,07.30.10^{-6} = 0,0013(kAr)$$

Thời gian hao tổn cực đại

$$\tau = (0,124 + T_M \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = (0,124 + 3750 \cdot 10^{-4}) \cdot 8760 = 2181 (h)$$

Tổn thất điện năng trên đoạn dây từ tủ phân phối tổng đến mạng chiếu sáng ngoài trời

$$\Delta A_5 = \frac{P^2}{3.U^2} \cdot r_0 \cdot L_{cs.tr.nha} \cdot \tau = \frac{12,6^2}{3.0,22^2} \cdot 0,57.189.2181 \cdot 10^{-6} = 32,4969(kWh)$$

Tổng tổn hao công suất trong mạng điện:

$$\Delta P_{\Sigma} = 3,265 (kW)$$

$$\Delta Q_{\Sigma} = 0,632(kVAr)$$

Tổng tổn thất điện năng trong tất cả các đoạn dây là

$$\Delta A_{\Sigma d} = 4551,514 (kWh)$$

Tổng điện năng tiêu thụ trong năm :

$$A = P_{\Sigma} \cdot T_M = 899,043.3750 = 3,371.10^6 (kWh)$$

Tỷ lệ tổn thất điện năng:

$$\Delta A_{\%} = \frac{\Delta A_{\Sigma}}{A} = \frac{36497,04}{1149963,75} \cdot 100 = 3,173 (\%)$$

3.2. TÍNH TOÁN CHIẾU SÁNG CHO MỘT CĂN HỘ

3.2.1. Đặt vấn đề

Chiếu sáng dân dụng bao gồm chiếu sáng cho các khu vực ánh sáng sinh hoạt như nhà ở, hội trường, trường học, cơ quan, văn phòng đại diện, cửa hàng, siêu thị, bệnh viện v.v... Ở những khu vực này yêu cầu chiếu sáng chung, không đòi hỏi thật chính xác trị số độ rọi cũng như các thông số kỹ thuật khác. Trong chiếu sáng dân dụng, tùy theo khả năng kinh phí, tùy theo mức độ

yêu cầu mỹ quan có thể sử dụng mọi loại đèn: đèn sợi đốt, đèn tuýp, đèn halogen, đèn natri cao, thấp áp.

3.2.2. Tiêu chuẩn ánh sáng

Không phải hệ thống chiếu sáng nào cũng đạt chuẩn. Về hệ thống chiếu sáng cho nhà ở, để đáp ứng đủ nhu cầu về đời sống, sinh hoạt, sự an toàn, tiết kiệm và tốt cho sức khỏe, Bộ Xây dựng và Bộ Y tế đã đề ra quy chuẩn như sau:

Bảng 3.1. Tiêu chuẩn ánh sáng

STT	Không gian chức năng	Yêu cầu				
		Độ rọi (lux)	Độ đồng đều	Chỉ số hoàn màu	Mật độ công suất (W/m ²)	Giới hạn hệ số chói lóa
1	Phòng khách	≥300	0.7	≥80	≤13	19
2	Phòng ngủ	≥100		≥80	≤8	
3	Phòng bếp, phòng ăn	≥500		≥80	≤13	22
4	Hành lang, cầu thang, ban công	≥100	0.5		≤7	
5	Tầng hầm (khu vực đỗ xe)	≥75				

Theo Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 09:2013/BXD

Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 7114-1:2008

Quy chuẩn xây dựng Việt Nam QCVN 05:2008/BXD

Quyết định của Bộ Y tế QĐ/BYT 3733/2002

Các quy chuẩn này có mục tiêu:

- Đáp ứng đủ điều kiện ánh sáng trong sinh hoạt, làm việc. Không có hiện tượng thiếu sáng, nhấp nháy sáng, không gây chói lóa.

- Đáp ứng tiêu chuẩn về mật độ công suất, sử dụng năng lượng hiệu quả.
- Lựa chọn nhiệt độ màu ánh sáng phù hợp: 2700K (ánh sáng vàng), 5500K (ánh sáng vàng nhạt), 6500K (ánh sáng trắng).

Trong đó ý nghĩa các đơn vị tính quan trọng:

- Độ rọi (lux): là mật độ năng lượng ánh sáng tính trên diện tích 1m².
- Chỉ số hoàn màu: là chỉ số độ trung thực của màu sắc các vật thể khi nhìn vào (ở điều kiện ánh sáng đầy đủ ngoài trời vào ban ngày, chỉ số hoàn màu là 100 vì màu sắc vật thể trung thực nhất; vào ban đêm sử dụng ánh sáng đèn, màu sắc vật thể bị thay đổi ít hay nhiều do nguồn sáng).

- Mật độ công suất (W/m²): sử dụng để đáp ứng tiêu chuẩn về sử dụng năng lượng hiệu quả. Sử dụng công suất quá nhiều sẽ gây tốn điện, lãng phí tài nguyên quốc gia.

- Hệ số chói lóa: độ chói khi ánh sáng phản chiếu vào mắt, quá cao có thể gây hại cho mắt.

3.2.3. Công suất chiếu sáng của căn hộ

Căn hộ có tổng diện tích S=51 (m²)

Chọn suất phụ tải chiếu sáng tên đơn vị diện tích là P₀=7 (W/m²)

Công suất chiếu sáng của căn hộ

$$P_{\text{ttho}} = P_0 \cdot S = 7 \cdot 51 = 357 \text{ (W)}$$

Số bóng đèn và công suất bóng đèn

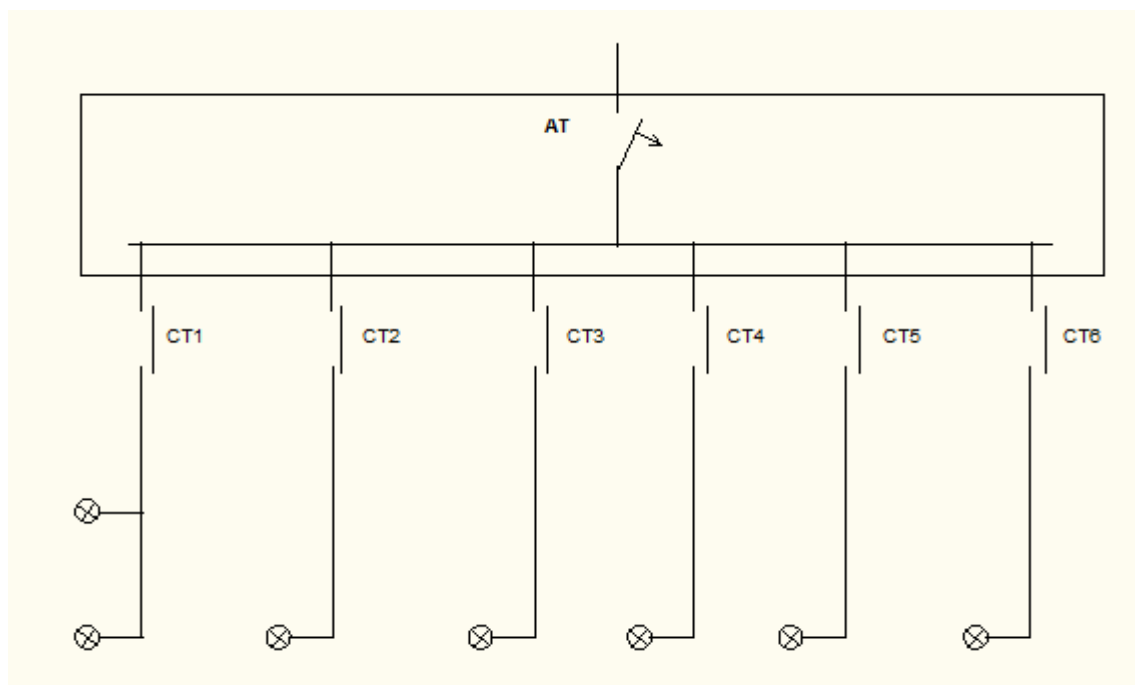
Chọn đèn tuýp loại 60W: 5 cái,

Bóng đèn compac tròn 25W: 2 cái

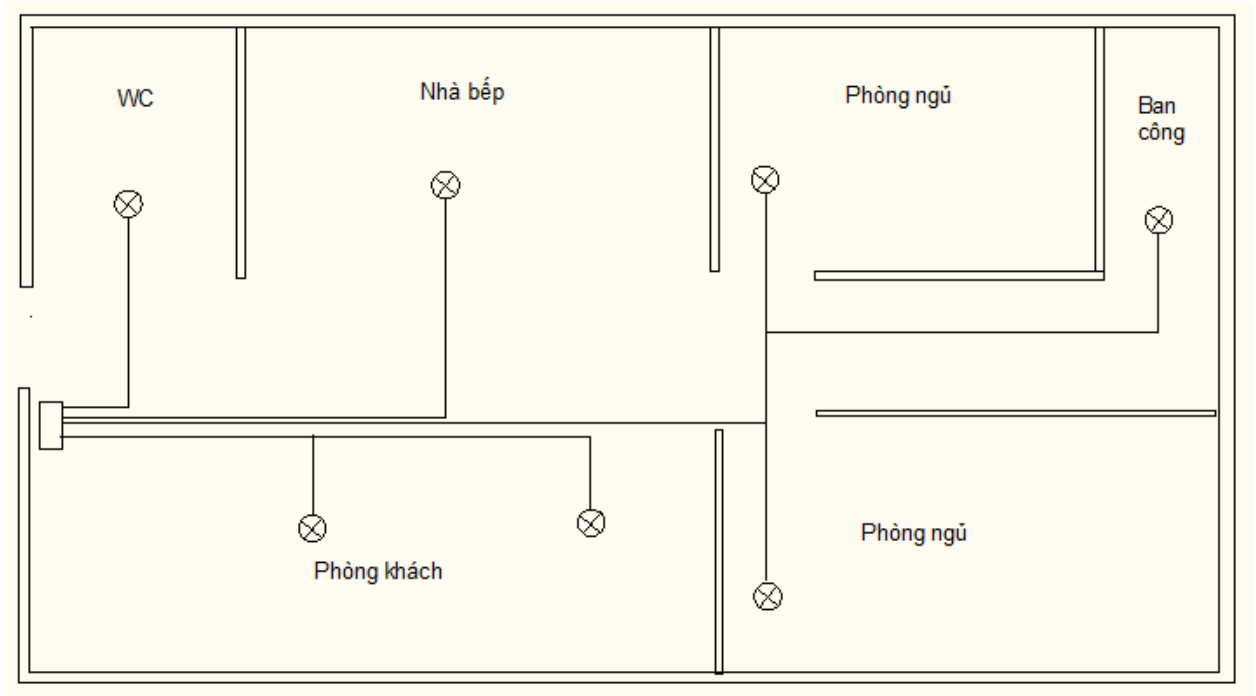
Bảng 3.2 Bảng thống kê bóng đèn trong căn hộ

STT	Tên phòng	Số bóng đèn	Công suất/ bóng
1	Phòng khách	2	60W
2	Phòng ngủ	1	60W
3	Nhà bếp	1	60W
4	Nhà WC	1	25W
5	Ban công	1	25W

3.2.4. Sơ đồ nguyên lý, sơ đồ bố trí bóng đèn trong căn hộ



Hình 3.1 Sơ đồ nguyên lý chiếu sáng cho căn hộ



Hình 3.2 Sơ đồ bố trí đèn chiếu sáng căn hộ

KẾT LUẬN

Sau 3 tháng được giao nhiệm vụ tốt nghiệp với đề tài “**Thiết kế cung cấp điện cho khu chung cư cao tầng Bắc Sơn - Hải Phòng**”, em đã cố gắng hết mức có thể để hoàn thành đề án tốt nghiệp của mình. Trong phạm vi đề án tốt nghiệp, em đã thực hiện được những công việc như sau:

- 1) Thiết kế cấp điện: vạch sơ đồ cấp điện, sơ đồ bố trí trạm biến áp, lựa chọn các phương án cung cấp điện cho khu chung cư.
- 2) Tính toán cho thiết kế:

Tính chọn các thiết bị điện

Tính chọn dây dẫn và các thiết bị bảo vệ

Tính tổn hao điện năng

Tính chiếu sáng cho chung cư

Tuy nhiên, với kiến thức còn hạn chế nên không thể tránh khỏi thiếu sót.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ngô Hồng Quang (2001), *Thiết kế cấp điện*, nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
2. Nguyễn Xuân Phú(2012), *Cung cấp điện*, nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
3. Trần Quang Khánh(2005), *Bài tập cung cấp điện*, nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
4. Patrick Vandeplanque(2002), *Kỹ thuật chiếu sáng*, nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
5. Nguyễn Xuân Phú(2012), *Kỹ thuật an toàn điện và tính toán dây dẫn, các khí cụ điện bảo vệ và các vấn đề liên quan đến kỹ thuật an toàn trong cung cấp Điện lưới hạ áp(<10000V)*, nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.