

UBND TỈNH LÂM ĐỒNG  
TRƯỜNG CAO ĐẲNG ĐÀ LẠT

## GIÁO TRÌNH

MÔN HỌC/MÔ ĐUN: CUNG CẤP ĐIỆN

NGÀNH/NGHỀ: ĐIỆN CÔNG NGHIỆP

TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP VÀ CAO ĐẲNG

## TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

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

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

### LỜI GIỚI THIỆU

*Giới thiệu xuất xứ của giáo trình:* Để phù hợp với chương trình giảng dạy theo kiểu tích lũy tín chỉ nội dung của từng môn học cũng được điều chỉnh lại cho phù hợp với chương trình. Vì vậy trong quá trình biên soạn tác giả đã tổng hợp thông tin của nhiều nguồn tài liệu khác nhau để giáo trình giảng dạy cho mô đun môn học được ngắn gọn và súc tích hơn. Giáo trình gồm có bốn chương được xếp theo thứ tự để dễ tiếp thu kiến thức người học. Các chương trong chương trình đảm bảo phù hợp với chương trình khung.

*Lời cảm ơn.* Tôi xin gửi lời cảm ơn đến Thầy Nguyễn Văn Tiến tác giả giáo trình cung cấp điện. Và lời cảm ơn chân thành đến tất cả quý thầy cô đồng nghiệp đã nhiệt tình góp ý giúp đỡ để hoàn thiện được giáo trình này.

Đà Lạt, ngày 25 tháng 06

năm 2017

Tham gia biên soạn

1. Chủ biên: Nguyễn Trần Kha Ngọc Linh
2. Phan Trung Hiếu

# MỤC LỤC

## TRANG

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN.....	4
LỜI GIỚI THIỆU .....	4
GIAO TRÌNH MÔN HỌC/MÔ ĐUN.....	9
Tên môn học/mô đun: Cung cấp điện 1 .....	9
Mã môn học/mô đun: MĐ15 .....	9
Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn học/mô đun: .....	9
Mục tiêu của môn học/mô đun: .....	9
KHÁI NIỆM HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN .....	10
Giới thiệu: Chương này giúp người học có tổng hợp hệ thống cung cấp điện của ngành điện Việt Nam.....	10
Mục tiêu:.....	10
Nội dung chính: .....	10
1. LƯỚI ĐIỆN VÀ LƯỚI CUNG CẤP ĐIỆN.....	10
2. NHỮNG YÊU CẦU ĐỐI VỚI PHƯƠNG ÁN CUNG CẤP ĐIỆN.....	11
2.1. Độ tin cậy cung cấp điện.....	11
2.2. Chất lượng điện.....	12
2.3. Kinh tế .....	12
2.4. An toàn .....	13
3. MỘT SỐ KÝ HIỆU TRÊN SƠ ĐỒ CẤP ĐIỆN .....	13
BÀI 1: TÍNH TOÁN PHỤ TẢI ĐIỆN.....	15
Giới thiệu: Chương này giúp người học có tổng hợp hệ thống cung cấp điện của ngành điện Việt Nam.....	15
Mục tiêu:.....	15
Nội dung chính: .....	15
1. KHÁI NIỆM CHUNG. ....	15
2. XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI ĐIỆN KHU VỰC NÔNG THÔN .....	16
2.1. Phụ tải điện trạm bơm. ....	16
2.2. Phụ tải điện trường học.....	10
2.3. Phụ tải ánh sáng sinh hoạt. ....	11

3. XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI ĐIỆN KHU VỰC CÔNG NGHIỆP .....	13
3.1. Trong giai đoạn dự án khả thi .....	13
3.2. Trong giai đoạn xây dựng nhà xưởng .....	14
3.3. Trong giai đoạn thiết kế chi tiết.....	16
BÀI TẬP CHƯƠNG 1 .....	19
Chương 2: TÍNH TOÁN TỔN THẤT ĐIỆN ÁP, TỔN THẤT CÔNG SUẤT, TỔN THẤT ĐIỆN NĂNG .....	21
Giới thiệu: Chương này giúp người học có tổng hợp hệ thống cung cấp điện của ngành điện Việt Nam.....	21
Mục tiêu:.....	21
Nội dung chính: .....	21
1. SƠ ĐỒ THAY THỂ LƯỚI CUNG CẤP ĐIỆN.....	21
1.1. Sơ đồ thay thế đường dây tải điện.....	21
1.2. Sơ đồ thay thế máy biến áp.....	24
2. TÍNH TOÁN TỔN THẤT ĐIỆN ÁP.....	25
2.1. Đường dây 1 phụ tải .....	26
2.2. Đường dây n phụ tải .....	27
2.3. Đường dây phân nhánh .....	30
3. TÍNH TOÁN TỔN THẤT CÔNG SUẤT.....	30
3.1. Tổn thất công suất .....	30
3.1.1. Đường dây 1 phụ tải điện. ....	31
3.1.2. Đường dây n phụ tải .....	31
3.2. Tổn thất công suất trong trạm biến áp .....	33
3.2.1. Trạm 1 biến áp.....	33
3.2.2. Trạm biến áp đặt 2 máy .....	34
BÀI TẬP CHƯƠNG 2 .....	35
Chương 3: LỰA CHỌN CÁC THIẾT BỊ ĐIỆN TRONG LƯỚI CUNG CẤP ĐIỆN .....	36
Giới thiệu: Chương này giúp người học có tổng hợp hệ thống cung cấp điện của ngành điện Việt Nam.....	36
Mục tiêu:.....	36
Nội dung chính: .....	36

1. LỰA CHỌN MÁY BIẾN ÁP .....	36
2. LỰA CHỌN MÁY CẮT ĐIỆN .....	40
3. LỰA CHỌN CẦU CHÌ, DAO CÁCH LY .....	42
3.1. Lựa chọn dao cách ly, cầu chì cao áp .....	42
3.2. Lựa chọn cầu dao, cầu chì hạ áp .....	45
3.2.1. Lựa chọn cầu dao hạ áp.....	46
3.2.2. Lựa chọn cầu chì hạ áp.....	47
3.3. LỰA CHỌN ÁPTÔMÁT.....	49
4. LỰA CHỌN DÂY DẪN VÀ CẤP. ....	50
4.1. Giới thiệu chung về các phương pháp và phạm vi áp dụng. ....	50
4.1.1. Chọn tiết diện theo mật độ kinh tế của dòng điện .....	50
4.1.2. Chọn tiết diện theo điện áp cho phép $\Delta U_{cp}$ .....	50
4.1.3. Chọn dây dẫn theo dòng phát nóng lâu dài cho phép.....	50
4.2. Lựa chọn tiết diện theo $J_{kt}$ .....	51
4.3. Chọn tiết diện dây dẫn theo $\Delta U_{cp}$ .....	54
BÀI TẬP CHƯƠNG 3 .....	57
Chương 4. TÍNH TOÁN CHIẾU SÁNG.....	58
Giới thiệu: Chương này giúp người học có tổng hợp hệ thống cung cấp điện của ngành điện Việt Nam.....	58
Mục tiêu:.....	58
Nội dung chính: .....	58
1. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ CHIẾU SÁNG .....	58
2. MỘT SỐ ĐẠI LƯỢNG DÙNG TRONG TÍNH TOÁN CHIẾU SÁNG.....	59
2.1. Quang thông .....	59
2.2. Cường độ ánh sáng .....	60
2.3. Độ trung và độ rọi .....	60
3. CÁC LOẠI ĐÈN .....	61
3.1. Đèn sợi đốt.....	62
3.2. Đèn tuýp.....	62
3.3. Các loại chao đèn .....	64

4. THIẾT KẾ CHIẾU SÁNG DÂN DỤNG.....	64
5. THIẾT KẾ CHIẾU SÁNG CÔNG NGHIỆP.....	65
BÀI TẬP CHƯƠNG 5 .....	80
TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	81
PHỤ LỤC .....	82

## GIÁO TRÌNH MÔN HỌC/MÔ ĐUN

**Tên môn học/mô đun: Cung cấp điện 1**

**Mã môn học/mô đun: MĐ15**

**Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn học/mô đun:**

- Vị trí: Mô đun này học sau các môn học: An toàn lao động; Mạch điện; Đo lường điện; Vật liệu điện; Khí cụ điện. Học trước các môn kỹ thuật cảm biến, vi điều khiển, PLC

- Tính chất: Là mô đun kỹ thuật chuyên ngành, thuộc mô đun đào tạo nghề bắt buộc.

- Ý nghĩa và vai trò của môn học/mô đun: Sau khi học xong mô đun này học sinh có thể tham gia vào ngành điện lực. Môn đun này đóng vai trò quan trọng trong việc thiết kế cung cấp hệ thống điện cho ngành điện công nghiệp.

**Mục tiêu của môn học/mô đun:**

- Về kiến thức:

+ Chọn phương được án, lắp đặt được đường dây cung cấp điện cho một phân xưởng phù hợp yêu cầu cung cấp điện theo Tiêu chuẩn Việt Nam.

- Về kỹ năng:

+ Tính chọn được dây dẫn, bố trí hệ thống chiếu sáng phù hợp với điều kiện làm việc, mục đích sử dụng theo qui định kỹ thuật.

+ Tính chọn được nối đất và chống sét cho đường dây tải điện và các công trình phù hợp điều kiện làm việc, theo Tiêu chuẩn Việt Nam.

- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:

+ Rèn luyện đức tính cẩn thận, tỉ mỉ, tư duy sáng tạo và khoa học

+ Có khả năng tự nghiên cứu, tự học, tham khảo tài liệu liên quan đến môn học để vận dụng vào hoạt động học tập.

+ Vận dụng được các kiến thức tự nghiên cứu, học tập và kiến thức, kỹ năng đã được học để hoàn thiện các kỹ năng liên quan đến môn học một cách khoa học, đúng quy định.

# KHÁI NIỆM HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN

**Giới thiệu:** Chương này giúp người học có tổng hợp hệ thống cung cấp điện của ngành điện Việt Nam.

**Mục tiêu:**

- Phân tích được đặc điểm, các yêu cầu đối với nguồn năng lượng, nhà máy điện, mạng lưới điện, hộ tiêu thụ, hệ thống bảo vệ và trung tâm điều độ.
- Vận dụng đúng các yêu cầu và nội dung chủ yếu khi thiết kế hệ thống cung cấp điện.
- Rèn luyện tính cẩn thận, chính xác và nghiêm túc trong học tập và trong thực hiện công việc.

**Nội dung chính:**

## 1. LƯỚI ĐIỆN VÀ LƯỚI CUNG CẤP ĐIỆN

Hệ thống điện bao gồm ba khâu: nguồn điện, truyền tải điện và tiêu thụ điện

Nguồn điện là các nhà máy điện (thủy điện, nhiệt điện, điện nguyên tử ...) và các trạm phát điện (điêzen, điện mặt trời...).

Tiêu thụ điện bao gồm tất cả các đối tượng sử dụng điện năng trong các lĩnh vực kinh tế và đời sống: công nghiệp, nông nghiệp, lâm nghiệp, giao thông vận tải, thương mại, dịch vụ, phục vụ sinh hoạt...

Để truyền tải điện từ nguồn phát đến các hộ tiêu thụ người ta sử dụng lưới điện. Lưới điện bao gồm đường dây tải điện và trạm biến áp. Lưới điện nước ta hiện có nhiều cấp điện áp: 0,4KV, 6KV, 10KV, 22KV, 35KV, 110KV, 220KV và 500KV. Một số chuyên gia cho rằng trong tương lai lưới điện Việt nam chỉ nên tồn tại năm cấp điện áp: 0,4KV, 22KV, 110KV, 220KV và 500KV.

Có nhiều cách phân loại lưới điện:

Căn cứ vào trị số của điện áp, chia ra lưới điện siêu cao áp (500KV), lưới điện cao áp (220KV, 110KV), lưới trung áp (35KV, 22KV, 10KV, 6KV) lưới điện hạ áp (0,4KV).

Căn cứ vào nhiệm vụ, chia ra lưới cung cấp (500KV, 220KV, 110KV), lưới phân phối (35KV, 22KV, 10KV, 6KV, 0,4KV).

Ngoài ra còn nhiều cách chia khác, Ví dụ căn cứ vào phạm vi cấp điện, chia ra lưới khu vực, lưới địa phương: căn cứ vào số pha, chia ra lưới một pha, hai pha, ba pha; căn cứ vào đối tượng cấp điện chia ra lưới công nghiệp, lưới



nông nghiệp, lưới đô thị...

## **2. NHỮNG YÊU CẦU ĐỐI VỚI PHƯƠNG ÁN CUNG CẤP ĐIỆN**

Bất kỳ một phương án (hoặc dự án) cung cấp điện nào cũng phải thoả mãn 4 yêu cầu cơ bản sau:

### **2.1. Độ tin cậy cung cấp điện**

Đó là mức đảm bảo liên tục cung cấp điện tùy thuộc vào tính chất của hệ dùng điện.

*Hộ loại 1:* là những hộ rất quan trọng không được để mất điện, nếu xảy ra mất điện sẽ gây ra hậu quả nghiêm trọng.

- Làm mất an ninh chính trị, mất trật tự xã hội. Đó là sân bay, cảng hàng hải, khu quân sự, khu ngoại giao đoàn, các đại sứ quán, nhà ga, bến xe, trục giao thông chính trong thành phố...

- Làm thiệt hại lớn đối với nền kinh tế quốc dân. Đó là khu công nghiệp, khu chế xuất, dầu khí, luyện kim, nhà máy cơ khí lớn, trạm bơm nông nghiệp lớn... Những hộ này đóng vai trò quan trọng trong nền kinh tế quốc dân.

- Làm nguy hại đến tính mạng con người.

*Hộ loại 2:* bao gồm các xí nghiệp chế tạo hàng tiêu dùng (như xe đạp, vòng bi, bánh kẹo, đồ nhựa ...) và thương mại, dịch vụ (khách sạn, siêu thị, trung tâm thương mại lớn...). Với những hộ này nếu mất điện sẽ bị thua thiệt về kinh tế như dẫn công, gây thứ phẩm, chế phẩm phá vỡ hợp đồng cung cấp nguyên liệu hoặc sản phẩm cho khách hàng, làm giảm sút doanh số và lãi xuất...

*Hộ loại 3:* là những hộ không quan trọng cho phép mất điện tạm thời khi cần thiết. Đó là hộ ánh sáng sinh hoạt đô thị và nông thôn.

## 2.2. Chất lượng điện

Chất lượng điện được thể hiện ở hai chỉ tiêu: tần số (f) và điện áp (U). Một phương án cấp điện có chất lượng tốt là phương án đảm bảo trị số tần số và điện áp nằm trong giới hạn cho phép. Cơ quan Trung tâm Điều độ Quốc gia chịu trách nhiệm điều chỉnh tần số chung cho hệ thống điện. Việc đảm bảo cho điện áp tại mọi điểm nút trên lưới trung áp và hạ áp nằm trong phạm vi cho phép là nhiệm vụ của kỹ sư thiết kế và vận hành lưới cung cấp điện.

Để đảm bảo cho các thiết bị dùng điện (động cơ, đèn, quạt, tủ lạnh, ti vi...) làm việc bình thường yêu cầu điện áp đặt vào cực các thiết bị dùng điện không được chênh lệch quá 5% so với trị số điện áp định mức. Độ chênh lệch điện áp so với trị số định mức gọi là độ chênh lệch điện áp, ký hiệu là  $\delta U$ .

$$\delta U = U - U_{dm}$$

Yêu cầu:  $|\delta U| \leq 5\% U_{dm}$

## 2.3. Kinh tế

Tính kinh tế của một phương án cấp điện thể hiện qua hai chỉ tiêu: vốn đầu tư và phí tổn vận hành.

Vốn đầu tư một công trình điện bao gồm tiền mua vật tư, thiết bị, tiền vận chuyển, tiền thí nghiệm, thử nghiệm, tiền mua đất đai, đền bù hoa màu, tiền khảo sát thiết kế, tiền lắp đặt, nghiệm thu.

Phí tổn vận hành bao gồm các khoản tiền phải chi phí trong quá trình vận hành công trình điện: Tiền lương cán bộ quản lý, cán bộ kỹ thuật, công nhân vận hành, tiền bảo dưỡng định kỳ, tiền sửa chữa, trung đại tu, tiền thử nghiệm, thí nghiệm, tiền tổn thất điện năng trên công trình điện.

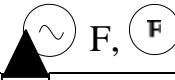
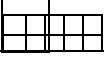

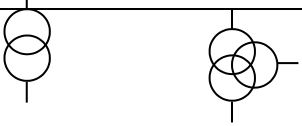
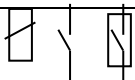
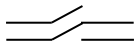
Thường thì hai khoản kinh phí này luôn mâu thuẫn nhau, nếu vốn đầu tư lớn thì phí tổn vận hành nhỏ và ngược lại. Ví dụ: nếu chọn tiết diện dây dẫn nhỏ thì tiền mua ít đi nhưng tiền tổn thất điện năng lại tăng lên do điện trở dây lớn hơn. Ví dụ: nếu mua thiết bị điện loại tốt thì đắt nhưng giảm được phí tổn vận hành do ít phải sửa chữa, bảo dưỡng...


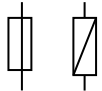
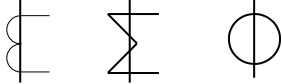

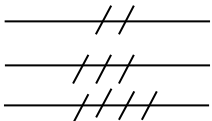




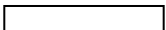
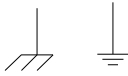


## 2.4. An toàn

An toàn là vấn đề quan trọng, thậm chí phải đặt lên hàng đầu khi thiết kế, lắp đặt, vận hành công trình điện. An toàn cho cán bộ vận hành, an toàn cho thiết bị, công trình điện, an toàn cho người dân và các công trình dân dụng lân cận.

Người thiết kế và vận hành công trình điện phải nghiêm chỉnh tuân thủ triệt để các quy định, nội quy an toàn, ví dụ khoảng cách an toàn giữa công trình điện và công trình dân dụng, khoảng cách an toàn từ dây dẫn tới mặt đất...

## 3. MỘT SỐ KÝ HIỆU TRÊN SƠ ĐỒ CẤP ĐIỆN

TT	Thiết bị điện	Ký hiệu trên bản vẽ
	Máy phát điện	
	Trạm biến áp	
	Trạm phân phối	
	Máy biến áp 2 cuộn dây, 3 cuộn dây	
	Máy cắt điện	
	Dao cách ly, cầu dao	

Dao cắt phụ tải, máy cắt phụ tải		
Cầu chì		
Máy biến dòng điện		
Dây dẫn		
Dây dẫn ghi rõ số dây		
Áp tô mát		
Khởi động từ		
Động cơ điện		
Đèn sợi đốt		
Đèn tuýp		
Nối đất		
Đồng hồ ampe, vôn	 	

# BÀI 1: TÍNH TOÁN PHỤ TẢI ĐIỆN

**Giới thiệu:** Chương này giúp người học có tổng hợp hệ thống cung cấp điện của ngành điện Việt Nam.

**Mục tiêu:**

- Phân tích được đặc điểm, các yêu cầu đối với nguồn năng lượng, nhà máy điện, mạng lưới điện, hộ tiêu thụ, hệ thống bảo vệ và trung tâm điều độ.
- Vận dụng đúng các yêu cầu và nội dung chủ yếu khi thiết kế hệ thống cung cấp điện.
- Rèn luyện tính cẩn thận, chính xác và nghiêm túc trong học tập và trong thực hiện công việc.

**Nội dung chính:**

## 1. KHÁI NIỆM CHUNG.

Phụ tải điện là số liệu đầu tiên và quan trọng nhất để tính toán thiết kế hệ thống cung cấp điện. Xác định phụ tải điện quá lớn so với thực tế sẽ dẫn đến chọn thiết bị điện quá lớn làm tăng vốn đầu tư. Xác định phụ tải điện quá nhỏ dẫn tới chọn thiết bị điện quá nhỏ sẽ bị quá tải gây cháy nổ hư hại công trình, làm mất điện.

Xác định chính xác phụ tải điện là việc làm khó. Công trình điện thường phải được thiết kế, lắp đặt trước khi có đối tượng sử dụng điện. Ví dụ: cần thiết kế và lắp đặt trạm biến áp trung gian để cấp điện cho khu chế xuất ngay từ giai đoạn xây dựng cơ sở hạ tầng (đường giao thông, điện, nước), sau đó mới mời các xí nghiệp vào mua đất xây dựng nhà máy. Khi thiết kế lắp đặt đường dây cao áp và trạm biến áp trung gian cấp điện cho khu chế xuất người thiết kế chỉ biết thông tin rất ít: diện tích khu chế xuất và tính chất của các xí nghiệp sẽ xây dựng tại đó (công nghiệp nặng, nhẹ).

Phụ tải cần xác định trong giai đoạn tính toán thiết kế hệ thống cung cấp điện gọi là phụ tải tính toán. Cần lưu ý phân biệt phụ tải tính toán và phụ tải thực tế khi các nhà máy đã đi vào hoạt động. Phụ tải tính toán là phụ tải gần đúng chỉ dùng để tính toán thiết kế hệ thống cung cấp điện còn phụ tải thực tế là phụ tải chính xác có thể xác định được bằng các đồng hồ đo điện trong quá trình vận hành.

Có nhiều phương pháp xác định phụ tải điện. Cần căn cứ vào lượng thông tin thu nhận được qua từng giai đoạn thiết kế để lựa chọn phương pháp thích hợp.

Càng có nhiều thông tin về đối tượng sử dụng càng lựa chọn được phương pháp chính xác.

## ***2. XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI ĐIỆN KHU VỰC NÔNG THÔN***

Nông thôn có nhiều đối tượng sử dụng điện, phổ biến nhất vẫn là trạm bơm, trường học và ánh sáng sinh hoạt.

### **2.1. Phụ tải điện trạm bơm.**

Các máy bơm nông nghiệp thường có các thang công suất 14KW, 20KW, 33KW, 45KW, 55KW, 75KW, 100KW. Với máy bơm công suất nhỏ sử dụng

điện hạ áp, máy bơm công suất lớn 100KW trở lên thường dùng điện 6KV hoặc 10KV.

Trạm bơm chia làm 2 loại: trạm bơm tưới và trạm bơm tiêu. Trạm bơm tưới làm việc hầu như quanh năm. Trạm bơm tiêu chỉ làm việc ít ngày vào những dịp úng lụt.

Phụ tải trạm bơm được xác định theo công thức sau:

$$P_{tt} = k_{dt} \cdot \sum_{i=1}^n k_{ti} P_{dmi}$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \text{tg}\phi$$

Trong đó:  $P_{tt}$ ,  $Q_{tt}$  - phụ tải tác dụng và phản kháng tính toán của trạm bơm.

$$k_{dt} = \frac{n_{lv}}{n}$$

Với  $n$  - tổng số máy bơm đặt trong trạm  $n_{lv}$  - số máy bơm làm việc.

Với trạm bơm tưới đặt nhiều máy bơm người ta thường cho một máy bơm thay phiên nhau nghỉ để bảo dưỡng.

Với trạm bơm tiêu, do tính cấp bách của việc chống lũ lụt bảo vệ hoa màu, cần cho 100% máy bơm làm việc

$K_t$  - hệ số tải

với trạm bơm tưới lấy theo thực tế.

với trạm bơm tiêu cho máy tải 100% công suất.

Như vậy với trạm bơm tiêu trong những ngày làm việc phải cho 100% máy bơm vận hành đầy tải, nghĩa là:

$$K_t = k_{dt} = 1$$

Khi đó phụ tải điện của trạm bơm tiêu sẽ là:

$$P_{tt} = \sum_{i=1}^n k_{dmi}$$

Trị số  $\cos\phi$  của trạm bơm lấy như sau:

với trạm bơm tiêu  $\cos\phi = \cos\phi_{dm} \approx 0,8$  ( $k_t = 1$ )

với trạm bơm tưới  $\cos\phi = 0,6 \div 0,7$  tùy theo  $k_t$

## 2.2. Phụ tải điện trường học.

Hiện nay ở nông thôn trường học phát triển mạnh mẽ và đều khắp, mỗi xã có trường học tiểu học, trường phổ thông cơ sở, mỗi huyện có 1, 2 thậm chí 3, 4 trường phổ thông trung học.

Với các trường phổ thông, điện chỉ dùng để chiếu sáng và quạt mát, vì thế phụ tải điện được xác định theo diện tích.

Để thiết kế cấp điện cho trường cần xác định phụ tải điện từng phòng học, cả nhà học và toàn trường.

Phụ tải điện một phòng học xác định theo công thức:

$$P_{tt} = P_o \cdot S$$

Trong đó:

S - Diện tích phòng học ( $m^2$ ). Một phòng học của trường phổ thông thường có diện tích  $S = 8 \times 10 = 80m^2$ .

$P_o$  - Suất phụ tải trên đơn vị diện tích  $P_o = (15 - 20) (W/m^2)$ .

$$Q_p = P_p \cdot \text{tg}\phi$$

hệ số công suất  $\cos\phi$  của phòng học lấy như sau:

Nếu là đèn tuýp + quạt:  $\cos\phi = 0,8$

Nếu là đèn sợi đốt + quạt:  $\cos\phi = 0,9$

Phụ tải tính toán một tầng nhà gồm n phòng học:

$$P_T = k_{dt} \cdot \sum_{p=1}^n P_p$$

Trong đó:  $k_{dt}$  - hệ số đồng thời. Nếu các phòng học thường xuyên sử dụng hết thì  $k_{dt} = 1$ .

Ví dụ 2.2: Yêu cầu xác định phụ tải tính toán của một trường phổ thông cơ sở của xã bao gồm nhà học 2 tầng, mỗi tầng 6 phòng học mỗi phòng có diện tích  $80m^2$  và khu nhà thường trực, hiệu trưởng, phòng họp, giáo viên có tổng diện tích  $100m^2$ .

**GIẢI**

Phụ tải một phòng học với  $P_o = 15 (W/m^2)$

$$P_p = P_o \cdot S = 15 \cdot 80 = 1200 (W) = 1,2 (kW)$$

Phụ tải tầng gồm 6 tầng học giống nhau:

$$P_T = 6 \cdot P_p = 6 \cdot 1,2 = 7,2 (kW)$$

Phụ tải cả nhà học 2 tầng:



$$P_N = 2.7,2 = 14,4 \text{ (KW)}$$

Phụ tải khu nhà thường trực, phòng họp:

$$P_H = 20.100 = 2000 \text{ (W)} = 2 \text{ (kW)}$$

Tổng phụ tải điện toàn trường

$$P_\Sigma = P_N + P_H = 14,4 + 2 = 16,4 \text{ (kW)}$$

Giả thiết dùng đèn tuýp,  $\cos\phi = 0,8$ , xác định được phụ tải toàn phần.

$$S_\Sigma = \frac{P_\Sigma}{\cos\phi} = \frac{16,4}{0,8} = 20,5 \text{ (kVA)}$$

### 2.3. Phụ tải ánh sáng sinh hoạt.

Đây là phụ tải điện của các hộ gia đình. Ở nông thôn, các gia đình dùng điện không chênh lệch nhau lắm.

Phụ tải tính toán của một thôn, xóm hoặc làng được xác định như sau:

$$P_{tt} = P_o \cdot H$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \tan\phi$$

Trong đó: H - số hộ dân trong thôn, làng

$P_o$  - suất phụ tải tính toán cho 1 hộ, thường lấy  $P_o = (0,5 \div 0,8)$  (kW/hộ).

với 0,5 dành cho khu vực thuần nông

0,6 ÷ 0,8 dành cho khu vực có nghề phụ hoặc làng xóm ven đường.

Để phục vụ sinh hoạt các hộ thường dùng nhiều loại thiết bị điện gia dụng khác nhau như: đèn, quạt, tivi, radio, bàn là, tủ lạnh v.v...trong tính toán cung vấp điện thường lấy hệ số công suất chung là  $\cos\phi = 0,85$ .

Phụ tải tính toán toàn xã bao gồm các thôn xóm, trường học, trạm bơm v.v... là:

$$P_x = k_{dt} \sum_{i=1}^n P_{ti}$$

$$Q_x = k_{dt} \sum_{i=1}^n Q_{ti}$$

$$\text{Vậy: } S_x = \sqrt{P_x^2 + Q_x^2}$$

$k_{dt}$  - hệ số đồng thời

với  $n = 1, 2 \rightarrow k_{dt} = 1$  nếu  $n = 3, 4 \rightarrow k_{dt} = 0,9 \div 0,95$

$$n = 5, 6, 7 \rightarrow k_{dt} = 0,8 \div 0,85$$

Ví dụ 2.3. Yêu cầu xác định phụ tải điện cho 1 xã nông nghiệp bao gồm:

Thôn 1: 300 hộ dân, thuần nông

Thôn 2: 200 hộ dân, thuần nông

Thôn 3: 120 hộ dân, bám mặt đường liên xã

Trường PTCS: 12 lớp học + 100m<sup>2</sup> khu hành chính

Trạm bơm: 1x33 (kW)

### GIẢI

Để xác định phụ tải điện toàn xã cần xác định phụ tải cho từng khu vực:

Phụ tải điện thôn 1: là thôn thuần nông lấy  $P_o = 0,5$  (kW/hộ)

$$P_1 = 0,5.300 = 150 \text{ (kW)}$$

$$Q_1 = 150.0,75 = 112,5 \text{ (kVAr)} \quad (\cos\phi = 0,85 \rightarrow \tan\phi = 0,75)$$

$$\phi = \arctan(0,75)$$

Phụ tải thôn 2:

$$P_2 = 0,5.200 = 100 \text{ (kW)}$$

$$Q_2 = 100.0,75 = 75 \text{ (kVAr)}$$

Phụ tải thôn 3 với  $P_o = 0,8$  (kW/hộ)

$$P_3 = 0,8.120 = 96 \text{ (kW)}$$

$$Q_3 = 96.0,75 = 72 \text{ (kVAr)}$$

$$S = 120 \text{ kva.}$$

Phụ tải trường học đã tính ở ví dụ 2.2

$$P_T = 16,4 \text{ (kW)}$$

$$Q_T = 16,4.0,75 = 12,3 \text{ (kVAr)}$$

Phụ tải trạm bơm với  $k_t = 1$

$$P_B = 33 \text{ (kW)}$$

$$Q_B = 33.0,75 = 24,75 \text{ (kVAr)}$$

Lấy hệ số đồng thời  $k_{dt} = 0,8$ , xác định được phụ tải điện toàn xã

$$P_X = k_{dt} \cdot (P_1 + P_2 + P_3 + P_T + P_B)$$

$$P_X = 0,8 \cdot (150 + 100 + 96 + 16,4 + 33) = 316 \text{ (kW)}$$

$$Q_X = 0,8 \cdot (112,5 + 75 + 72 + 12,3 + 24,75) = 219 \text{ (kVAr)}$$

$$S_X = \sqrt{316^2 + 219^2} = 385 \text{ (kVA)}$$

### 3. XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI ĐIỆN KHU VỰC CÔNG NGHIỆP

#### 3.1. Trong giai đoạn dự án khả thi.

Trong giai đoạn này các nhà máy, hoặc khu công nghiệp chưa xây dựng. Cần xác định phụ tải điện để chuẩn bị nguồn điện, thiết kế và xây dựng đường dây cao áp và trạm biến áp trung gian. Thông tin thu nhận được ở giai đoạn dự án khả thi rất ít, chỉ là diện tích hoặc sản lượng.

Công thức xác định phụ tải điện cho khu chế xuất hoặc khu công nghiệp thường căn cứ vào diện tích:

$$S_{tt} = s_0 \cdot D$$

Trong đó:  $s_0$  - Suất phụ tải trên một đơn vị diện tích (ha)

$D$  - Diện tích khu chế xuất hoặc khu công nghiệp (ha).

Trị số của  $s_0$  lấy như sau:

- Với khu công nghiệp nhẹ (dệt, may, giày dép, kẹo bánh...)

$$s_0 = 100 \div 200 \text{ (kVA/ha)}$$

- Với khu công nghiệp nặng (luyện kim, cơ khí, hoá chất...)

$$s_0 = 300 \div 400 \text{ (kVA/ha)}$$

Với một số xí nghiệp, trong giai đoạn dự án khả thi thường biết sản lượng, công thức xác định phụ tải điện như sau:

$$P_{TT} = \frac{a \cdot M}{T_{MAX}}$$

Trong đó:

$a$  - Suất điện năng chi phí để sản xuất 1 sản phẩm (kWh/1sp)

$M$  - Sản lượng, nghĩa là số sản phẩm một năm.

$T_{max}$  - Thời gian sử dụng công suất lớn nhất

Trị số của  $a$  và  $T_{max}$  tra bảng.

*Ví dụ 2.4.* Yêu cầu xác định phụ tải điện cho một khu chế xuất trong giai đoạn dự án khả thi, dự định sẽ xây dựng sau 5 năm, biết rằng khu chế xuất được xây dựng trên diện tích 80 (ha) và là khu công nghiệp nặng.

#### GIẢI

Vì chỉ biết duy nhất thông tin là diện tích, phụ tải điện của khu chế xuất xác định theo công thức  $S_{tt} = s_0 \cdot D$ . Giả thiết các nhà máy trong khu đều được trang bị máy móc hiện đại, công nghệ cao, dây chuyền sản xuất tiên tiến, chọn suất phụ tải  $s_0 = 400$  (kVA/ha), phụ tải điện của khu chế xuất là:

$$S_{tt} = s_0 \cdot D = 400 \cdot 80 = 32000 \text{ (kVA)}.$$

Ví dụ 2.5. Yêu cầu xác định phụ tải điện cho xi nghiệp sản xuất xe đạp, sản lượng một vạn chiếc/năm, dự định xây dựng sau 3 năm.

### GIẢI

Thông tin về nhà máy tương lai là sản lượng, ta phải áp dụng công thức:

$$P_{TT} = \frac{a \cdot M}{T_{MAX}}$$

Tra cẩm nang với nhà máy sản xuất xe đạp  $a_0 = 200$  (kWh/xé) và  $T_{max} = 5000$  (h), xác định được phụ tải điện.

$$P_{tt} = \frac{a \cdot M}{T_{MAX}} = \frac{200 \cdot 10^4}{5000} = 400 \text{ (kW)}$$

Tiếp tục tra cẩm nang được  $\cos\phi = 0,6 \rightarrow \text{tg}\phi = 1,33$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \text{tg}\phi = 400 \cdot 1,33 = 533 \text{ (kVAr)}$$

$$S = \frac{P_{tt}}{\cos\phi} = \frac{400}{0,6} = 667 \text{ (kVA)}$$

### 3.2. Trong giai đoạn xây dựng nhà xưởng

Ở giai đoạn này, thông tin mà người thiết kế điện nhận được là công suất đặt của từng phân xưởng và diện tích của các phân xưởng.

Phụ tải điện của từng phân xưởng xác định theo công thức:

$$P_{tt} = k_{nc} \cdot P_d$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \text{tg}\phi$$

Trong đó:  $k_{nc}$  - hệ số nhu cầu

$P_d$  - công suất đặt của phân xưởng (kW)

$$P_d = \sum_{i=1}^n P_{đmi}$$

với  $P_{đmi}$  - công suất định mức của từng máy (động cơ)

$n$  - số máy (động cơ) đặt trong phân xưởng.

Hai công thức trên xác định phụ tải điện của các máy móc đặt trong phân xưởng, còn gọi là phụ tải động lực.

Phụ tải điện chiếu sáng phân xưởng được xác định theo diện tích

$$P_{cs} = P_o \cdot D$$

Trong đó:  $D$  - diện tích phân xưởng ( $m^2$ )

$P_o$  - Công suất chiếu sáng trên đơn vị diện tích ( $W/m^2$ )

Tùy theo yêu cầu, tính chất làm việc của các phân xưởng mà lấy trị số  $P_0$  thích hợp:

Với các phân xưởng cơ khí, luyện kim...	$P_0 = 12 \div 15 \text{ (W/m}^2\text{)}$
Với các phân xưởng dệt, may, hoá chất...	$P_0 = 15 \div 20 \text{ (W/m}^2\text{)}$
Với kho bãi...	$P_0 = 5 \div 15 \text{ (W/m}^2\text{)}$
Với xưởng thiết kế...	$P_0 = 25 \div 30 \text{ (W/m}^2\text{)}$
Với nhà hành chính ...	$P_0 = 20 \div 25 \text{ (W/m}^2\text{)}$

Phụ tải chiếu sáng phản kháng của phân xưởng xác định theo công thức:

$$Q_{cs} = P_{cs} \cdot \operatorname{tg}\phi$$

Nếu dùng đèn sợi đốt  $\cos\phi = 1 \rightarrow \operatorname{tg}\phi = 0 \rightarrow Q_{cs} = 0$

Nếu dùng đèn tuýp  $\cos\phi = 0,8 \rightarrow \operatorname{tg}\phi = 0,75$

Phụ tải điện toàn phân xưởng

$$P_{PX} = P_{tt} + P_{cs}$$

$$Q_{PX} = Q_{tt} + Q_{cs}$$

$$S_{PX} = \sqrt{P_{PX}^2 + Q_{PX}^2}$$

$$\operatorname{Cos}\phi = \frac{P_{PX}}{Q_{PX}}$$

Sau khi lần lượt tính toán phụ tải điện các phân xưởng, ta xác định được phụ tải điện toàn xí nghiệp bao gồm n phân xưởng:

$$P_{XN} = k_{dt} \cdot \sum_{i=1}^n P_{PXi}$$

$$Q_{XN} = k_{dt} \cdot \sum_{i=1}^n Q_{PXi}$$

Từ đây sẽ tính được phụ tải toàn phần và  $\cos\phi$  của xí nghiệp:

$$S_{PX} = \sqrt{P_X^2 + Q_X^2}$$

$$\operatorname{Cos}\phi = \frac{P_{PX}}{Q_{PX}}$$

*Ví dụ 2.6.* Một xưởng sửa chữa ô tô có công suất đặt 200kW, diện tích xưởng  $20 \times 40 = 800\text{m}^2$ . Yêu cầu xác định phụ tải điện

**GIẢI**

Xưởng sửa chữa ô tô đặt các máy công cụ như phay, tiện, dập, khoan, mài... thực chất là một xưởng cơ khí.

Tra PL 2 với xưởng cơ khí  $k_{nc} = 0,2 \div 0,3$ . Vì là xưởng sửa chữa, máy móc làm việc không liên tục, không tải cố định như sản xuất dây chuyền lấy  $k_{nc} = 0,3$ , phụ tải tính toán động lực:

$$P_{tt} = k_{nc} \cdot P_d = 0,3 \cdot 200 = 60 \text{ (kW)}$$

Phụ tải chiếu sáng với  $P_0 = 12 \text{ (W/m}^2\text{)}$

$$P_{cs} = P_0 \cdot D = 12 \cdot 800 = 9600 \text{ (W)} = 9,6 \text{ (kW)}$$

Phụ tải toàn xưởng

$$P_X = P_{tt} + P_{cs} = 60 + 9,6 = 69,6 \text{ (kW)}$$

Xưởng dùng đèn sợi đốt

$$Q_{cs} = 0 \rightarrow Q_{XN} = Q_{tt} = P_{tt} \cdot \text{tg}\phi$$

Tra sổ tay có  $\cos\phi = 0,5 \div 0,6$ . Vì là xưởng sửa chữa lấy  $\cos\phi = 0,5$ .

Xác định được phụ tải điện phản kháng

$$Q_X = Q_{tt} = 60 \cdot 1,73 = 103,8 \text{ (kVAr)}$$

Phụ tải điện toàn phần

$$S_X = 69,6 + j103,8 \text{ (kVA)}$$

$$S_X = \sqrt{69,6^2 + 103,8^2} = 125 \text{ (kVA)}$$

$$\Rightarrow \cos\phi = \frac{P_X}{S_X} = \frac{69,6}{125} = 0,56$$

### 3.3. Trong giai đoạn thiết kế chi tiết

Đây là công đoạn cuối cùng trong quá trình thiết kế cấp điện cho xí nghiệp công nghiệp. Ở giai đoạn này đã biết hết thông tin về đối tượng sử dụng điện: công suất, chủng loại động cơ, vị trí đặt trong phân xưởng và đặc tính kỹ thuật, công nghệ của chúng. Nhiệm vụ của người thiết kế là phải đề ra phương án cấp điện hợp lý cho các phân xưởng và thiết kế mạng hạ áp phân xưởng đưa điện đến từng động cơ.

Để xác định phụ tải điện phân xưởng, ta chia ra thành các nhóm máy cho các động cơ đặt gần nhau, mỗi nhóm khoảng 8 ÷ 12 máy, sau đó xác định phụ tải điện cho từng nhóm máy và cuối cùng cho cả phân xưởng.

Phụ tải tính toán cho một nhóm n máy xác định theo công thức căn cứ vào công suất trung bình  $P_{tb}$  và hệ số cực đại  $k_{max}$ .

$$P_{tt} = k_{max} \cdot P_{tb} = k_{max} \cdot k_{sd} \cdot \sum_{\text{H}}^n P_{\text{đmi}}$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \text{tg}\phi$$

Trong đó:  $P_{tb}$  – công suất trung bình của nhóm máy trong thời gian khảo sát, thường lấy là 1 ca hoặc 1 ngày đêm.

$P_{đm}$  – công suất định mức của máy  $k_{sd}$  hệ số sử dụng

$\cos\phi$  - hệ số công suất của nhóm máy công cụ, tra PL1 với nhóm máy công cụ  $\cos\phi = 0,5 \div 0,6$ .

$k_{max}$  - hệ số cực đại, tra PL5 (theo  $k_{sd}$  và  $n_{hq}$ )

$n_{hq}$  - số thiết bị dùng điện hiệu quả.  $N_{hq}$  là số thiết bị giả tưởng có công suất bằng nhau, có cùng chế độ làm việc và gây ra một phụ tải tính toán đúng bằng phụ tải tính toán do nhóm thiết bị thực tế gây ra.

Ý nghĩa của  $n_{hq}$  là ở chỗ: một nhóm máy bất kỳ bao gồm nhiều máy có công suất khác nhau, đặc tính kỹ thuật khác nhau, chế độ làm việc, quá trình công nghệ khác nhau rất khó tính chính xác phụ tải điện. Người ta đưa vào đại lượng trung gian  $n_{hq}$  nhằm giúp cho việc xác định phụ tải điện của nhóm máy dễ dàng tiện lợi mà sai số phạm phải là cho phép.

Trình tự xác định  $n_{hq}$  như sau:

1. Xác định  $n_1$  - số động cơ có công suất lớn hơn hay bằng một nửa công suất động cơ có công suất lớn nhất.

2. Xác định  $P_{n1}$  – công suất của  $n_1$  động cơ trên.  $P_{n1} = \sum_{i=1}^n P_{đmi}$

3. Xác định các tỉ số:  $n^* = \frac{n_1}{n}$ ,  $p^* = \frac{P_{n1}}{P_{\Sigma}}$

4. Tra phụ lục 4 (theo  $n^*$  và  $P^*$ ) tìm được  $n_{hq^*}$

5. Xác định  $n_{hq}$  theo biểu thức

$$n_{hq} = n \cdot n_{hq^*}$$

*Ghi chú:*

1. Nếu trong nhóm máy có thiết bị một pha thì phải quy đổi về 3 pha theo các biểu thức:

- Dùng điện áp pha:

$$P_{qđ} = 3P_{đm}^*$$

- Dùng điện áp dây:

$$P_{qđ} = \sqrt{3}P_{đm}$$

2. Nếu trong nhóm này có động cơ làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp đi lặp lại thì phải quy đổi về dài hạn:

$$P_{qd} = P_{dm} \cdot \sqrt{k_d\%}$$

$k_d\%$  - hệ số đóng điện phần trăm, lấy theo thực tế.

$k_d\% = \text{Thời gian làm việc (đóng máy)}/\text{Thời gian khảo sát}$

Các động cơ làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại là cần cầu, máy nâng, cầu trục, biến áp hàn. Riêng biến áp hàn thường chế tạo một pha đấu vào điện áp dây, khi xác định phụ tải điện phải quy đổi.

Ví dụ: Yêu cầu xác định phụ tải điện của nhóm máy công cụ có các số liệu cho theo bảng:

TT	Tên máy	$P_{dm}(kW)$	Đặc điểm	Số lượng
1.	Cầu trục	14	$k_d\% = 36\%$	1
2.	Biến áp hàn	12	$U_d, k_d\% = 49\%$	1
3.	Máy mài thô	10		2
4.	Máy mài tinh	7		2
5.	Máy tiện	5,5		3
6.	Máy khoan	4,5		3
7.	Quạt gió	1,7	$U_f$	1

### GIẢI

Trước hết phải quy đổi các thiết bị về 3 pha và dài hạn

Cầu trục:

$$P_{qd} = P_{dm} \cdot \sqrt{k_d\%} = 14 \cdot \sqrt{36\%} = 8,4 \text{ (kW)}$$

Biến áp hàn

$$P_{qd} = \sqrt{3} P_{dm} \cdot \sqrt{k_d\%} = \sqrt{3} \cdot 12 \cdot \sqrt{49\%} = 14,57 \text{ (kW)}$$

Quạt gió

$$P_{qd} = P_{dm} = 3 \cdot 1,7 = 5,1 \text{ (kW)}$$

Sau khi quy đổi, cần sắp xếp lại thứ tự các máy theo độ lớn công suất

TT	Tên máy	Số lượng	$P_{dm}(kW)$
1.	Biến áp hàn	1	14,57



2.	Máy mài thô	2	10
3.	Cầu trục	1	8,4
4.	Máy mài tinh	2	7
5.	Máy tiện	3	5,5
6.	Quạt gió	1	5,1
7.	Máy khoan	3	4,5

### Xác định số thiết bị dùng điện hiệu quả:

1. Thiết bị có công suất lớn nhất là biến áp hàn 14,57 (kW), một nửa công suất là 7,28 (kW). Vậy có 4 thiết bị có công suất lớn hơn trị số này là biến áp hàn (1), máy mài thô (2) và cầu trục (1).  $n_1 = 4$
2. Tổng công suất của  $n_1$  máy:  $P_{n1} = (14,57 + 2.10 + 8,4) = 42,97$  (kW)
3. Xác định  $n^*$ ,  $P^*$

$$P^* = \frac{42,97}{42,97 + 2,7 + 3.5,5 + 5,1 + 3.4,5} = 0,47 \quad n^* = n_1/n = 0,3$$

4. Tra sổ tay với  $P^* = 0,47$  và  $n^* = 0,3$  suy ra  $n_{hq^*} = 0,88$

5. Tính được

$$n_{hq} = n.n_{hq^*} = 13.0,88 = 11,44$$

Tiếp theo, tra sổ tay với  $n_{hq} = 11,44$  và  $k_{sd} = 0,2$  được  $k_{max} = 1,8$

Từ đây xác định được phụ tải điện của nhóm

$$P_{tt} = k_{max}.P_{tb} = k_{max}.k_{sd} \cdot \sum_H^n P_{đmi} = 1,8.0,2.92,37 = 33,25 \text{ (kW)}$$

Tra cẩm nang có  $\cos\phi = 0,6 \rightarrow \text{tg}\phi = 1,33$

$$Q_{tt} = 33,25.1,33 = 44,22 \text{ (kVAr)}$$

Vậy phụ tải điện của nhóm máy là:  $S_{tt} = 33,25 + j44,22$  (kVA)

## BÀI TẬP CHƯƠNG 1

**Bài tập 1.** Yêu cầu xác định phụ tải điện cho một trường dạy nghề, bao gồm:

1 nhà giảng đường 3 tầng  $\times$  5 lớp học

1 nhà 2 tầng:

- Tầng dưới hội trường 200m<sup>2</sup>

- Tầng trên thư viện  $200\text{m}^2$

1 xưởng thực tập cơ khí  $300\text{m}^2$ , công suất đặt  $P_d = 150\text{kW}$

1 ký túc xá 3 tầng  $\times$  12 phòng. Mỗi phòng 10 học sinh.

**Bài tập 2.** Một khu văn phòng đại diện gồm:

1 nhà 4 tầng, mỗi tầng 8 phòng học  $\times$   $24\text{m}^2$

1 nhà 2 tầng, mỗi tầng 6 phòng học  $\times$   $40\text{m}^2$

Yêu cầu xác định phụ tải điện cân cấp cho khu văn phòng.

## Chương 2: TÍNH TOÁN TỔN THẤT ĐIỆN ÁP, TỔN THẤT CÔNG SUẤT, TỔN THẤT ĐIỆN NĂNG

**Giới thiệu:** Chương này giúp người học có tổng hợp hệ thống cung cấp điện của ngành điện Việt Nam.

**Mục tiêu:**

- Phân tích được đặc điểm, các yêu cầu đối với nguồn năng lượng, nhà máy điện, mạng lưới điện, hộ tiêu thụ, hệ thống bảo vệ và trung tâm điều độ.

- Vận dụng đúng các yêu cầu và nội dung chủ yếu khi thiết kế hệ thống cung cấp điện.

- Rèn luyện tính cẩn thận, chính xác và nghiêm túc trong học tập và trong thực hiện công việc.

**Nội dung chính:**

### 1. SƠ ĐỒ THAY THẾ LƯỚI CUNG CẤP ĐIỆN

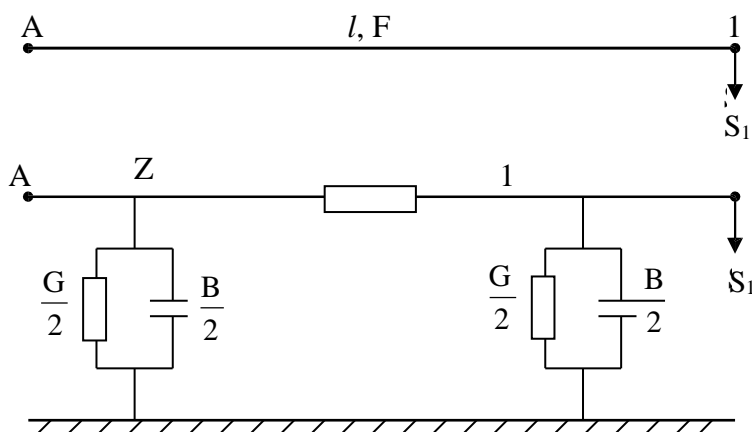
Thường dùng 2 loại sơ đồ: sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế.

Sơ đồ nguyên lý là sơ đồ chấp nối các phần tử của lưới cung cấp điện (MBA, đường dây, máy cắt, attomat, cầu dao, cầu chì...) nhằm mô tả cách thức cấp điện từ nguồn đến các phụ tải.

Sơ đồ thay thế là sơ đồ dùng trong quá trình tính toán lưới cung cấp điện, trên đó người ta đã thay thế các phần tử của lưới bằng các đại lượng đặc trưng cho quá trình truyền tải điện.

#### 1.1. Sơ đồ thay thế đường dây tải điện

Sơ đồ thay thế đầy đủ của một đoạn đường dây tải điện là sơ đồ hình 2.1



**Hình 2.1.** Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế đoạn  
đường dây tải điện dài  $l$  (km) tiết diện  $F$

Ba đại lượng đặc trưng cho quá trình truyền tải điện trên đường dây là  $Z$ ,  
 $G$  và  $B$

Trong đó:  $Z$  - tổng trở của đoạn dây, là đại lượng phức:  $Z = R + jX$

Với  $R$  - điện trở đoạn đường dây:  $R = \rho \frac{l}{F}$

$\rho$  - điện trở suất của vật liệu làm dây

Có 3 loại vật liệu làm dây: nhôm (A), đồng (M) và thép (C), trong đó A,  
M dẫn điện, C làm tăng độ bền cơ.

$\rho_A = 31,5$  ( $\Omega\text{mm}^2/\text{km}$ ),  $\rho_M = 18,8$  ( $\Omega\text{mm}^2/\text{km}$ ).

R tượng trưng cho tổn thất công suất tác dụng do phát nóng dây dẫn.

X tượng trưng cho tổn thất công suất phản kháng do từ hoá dây dẫn.

Trong tính toán thực tế người ta lập sẵn các bảng tra  $r_0$  ( $\Omega/\text{km}$ ) và  $x_0$  ( $\Omega/\text{km}$ ) trong Phụ lục, khi đó tổng trở đoạn đường dây  $l$  (km) là:

$$Z = r_0 l + jx_0 l$$

Muốn tra  $x_0$ , ngoài biết tiết diện dây cần biết cách treo dây trên xà để xác định khoảng cách trung bình hình học  $D$  giữa các dây.

Trong tính toán sơ bộ, có thể cho phép lấy  $x_0 = 0,4$  ( $\Omega/\text{km}$ )

Với cáp, nếu không có bảng tra, lấy gần đúng  $x_0 = 0,08 \div 0,1$  ( $\Omega/\text{km}$ ).

G - Điện dẫn của đoạn đường dây, tượng trưng cho tổn thất công suất tác dụng do rò điện qua sứ, cột và do vàng quang điện. Vàng quang điện là hiện tượng khi là cường độ điện trường trên bề mặt dây dẫn đủ lớn làm ion hoá lớp không khí xung quanh tạo nên một vàng sáng xung quanh dây dẫn, mắt thường có thể nhìn thấy được vào những đêm ẩm ướt cuối tháng tối trời, làm tổn hao công suất.

$$G = \frac{\Delta P_{vq}}{U^2}$$

Tổn thất do công suất tác dụng do vàng quang thực tế chỉ xảy ra ở đường dây trên không điện áp  $>220\text{kV}$ .

B – Dung dẫn của đoạn đường dây. Khi dây dẫn tải điện, giữa các dây đặt gần nhau và giữa dây với đất hình thành những bản cực, kết quả là tạo ra một công suất phản kháng  $Q_c$  phóng lên đường dây. Với đường dây cao áp (110, 220KV) nhiều khi hiện tượng này có lợi vì nó bù lại lượng công suất  $Q$  tổn thất trên điện kháng  $X$  của đường dây, nhưng lại rất nguy hiểm ở những đường dây siêu cao đặc biệt khi không tải và non tải, làm cho điện áp cuối đường dây tăng cao vượt quá trị số cho phép.

$$B = b_0 \cdot l$$

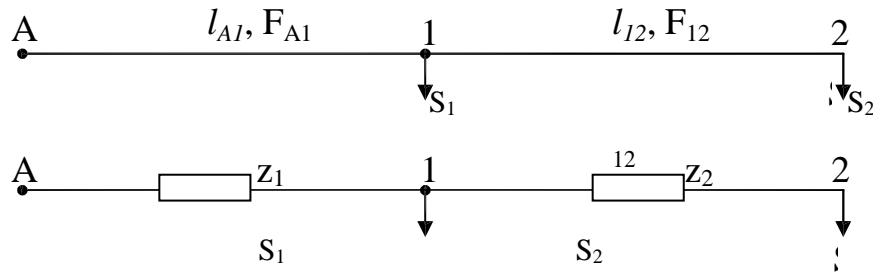
với:  $b_0$  là dung dẫn trên 1km đường dây;  $l$  là chiều dài đường dây.

Lượng  $Q_c$  do đường dây sinh ra tỉ lệ với bình phương điện áp tải điện, với điện áp đường dây  $U \leq 35$  (kV) lượng  $Q_c$  này nhỏ, có thể bỏ qua.

Cũng vì điện áp trung và hạ áp tổn thất vàng quang và rò điện rất nhỏ, người ta cho phép bỏ qua đại lượng  $G$  trên sơ đồ thay thế.

$$\text{Tổng dẫn đường dây } \frac{Y}{2} = \frac{G}{2} + j \frac{B}{2}$$

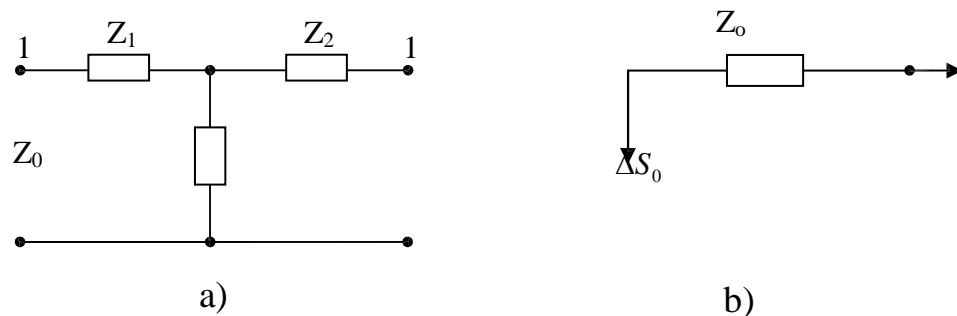
Tóm lại, với lưới cung cấp điện cho phép sử dụng sơ đồ thay thế đơn giản chỉ bao gồm tổng trở các đoạn đường dây.



**Hình 2.2.** Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế đường dây trung áp và hạ áp

### 1.2. Sơ đồ thay thế máy biến áp

Máy biến áp là thiết bị điện làm nhiệm vụ biến đổi điện áp và truyền tải công suất.



**Hình 2.3.** Sơ đồ thay thế máy biến áp hai cuộn dây

a) sơ đồ thay thế chính xác máy biến áp; b) sơ đồ thay thế gần đúng máy biến áp

Máy biến áp làm việc theo nguyên tắc cảm ứng điện từ, gồm 3 bộ phận chính là cuộn dây 1, cuộn dây 2 và lõi thép non có độ dẫn từ cao. Để đặc trưng cho các đại lượng tổn thất trên 3 phần tử đó trong quá trình tải điện người ta dùng sơ đồ thay thế hình T với 3 phần đại lượng  $Z_1$ ,  $Z_2$ ,  $Z_0$ . Sơ đồ này tính toán khó. Người ta thường sử dụng sơ đồ thay thế gần đúng hình  $\pi$

Tổng trở MBA:  $Z_B = R_B + jX_B$

Trong đó:  $R_B$  - điện trở hai cuộn dây, tượng trưng cho tổn thất công suất tác dụng do phát nóng 2 cuộn dây.

$X_B$  - điện kháng hai cuộn dây, tượng trưng cho tổn thất công suất phản kháng do từ hoá hai cuộn dây.

Với máy biến áp nhà chế tạo cho 4 thông số sau:

$\Delta P_0$  (W, kW) - tổn hao không tải.

$\Delta P_N$  (W, kW) - tổn hao ngắn mạch, đó chính là tổn hao định mức trong 2 cuộn dây.

$I_o$ (%) – dòng điện không tải (%)

$U_N$ (%) - điện áp ngắn mạch (%)

Từ 4 thông số này ta có thể xác định được các đại lượng trên sơ đồ thay thế máy biến áp:

$$Z_B = \frac{\Delta P_N \cdot U_{dmB}^2}{S_{dmB}^2} \times 10^3 + j \frac{U_N \cdot U_{dmB}^2}{S_{dmB}} \times 10(\Omega)$$

Trong công thức này:

$U_{dmB}$ (kV) - điện áp định mức của biến áp. Nếu tính  $Z_B$  về phía cao áp thì lấy  $U_{dmB}$  ở phía cao áp, nếu tính  $Z_B$  về phía hạ áp thì lấy  $U_{dmB}$  ở phía hạ áp.

$S_{dmB}$  – công suất định mức của MBA

$U_N$ (%) – nhà chế tạo

$\Delta S_o$  - tổn thất công suất trong lõi thép còn gọi là tổn thất không tải và không phụ thuộc vào trị số của công suất tải qua biến áp. Trị số  $\Delta S_o$  không đổi trong suốt thời gian đóng máy vào lưới điện.

$$\Delta S_o = \Delta P_o + j\Delta Q_o$$

Trong đó:  $\Delta P_o$  – nhà chế tạo cho, tượng trưng cho tổn thất công suất tác dụng do phát nóng lõi thép.

$\Delta Q_o$  - tổn thất công suất phản kháng do từ hoá lõi thép, xác định theo công thức:

$$\Delta Q_o = \frac{I_o S_{dmB}}{100}$$

Nếu hai máy biến áp làm việc song song.

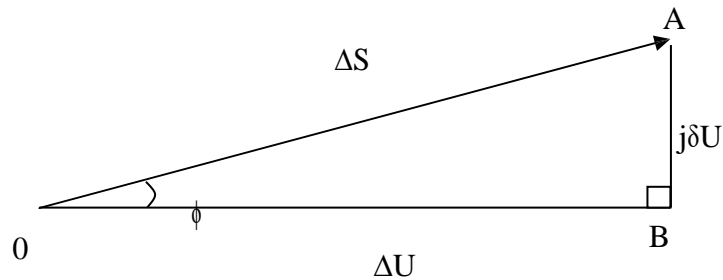
$$Z_B = \frac{\Delta P_N \cdot U_{dmB}^2}{2S_{dmB}^2} \times 10^3 + j \frac{U_N \cdot U_{dmB}^2}{2S_{dmB}} \times 10(\Omega)$$

$$\text{Và } \Delta S_o = 2\Delta P_o + j2\Delta Q_o.$$

## 2. TÍNH TOÁN TỔN THẤT ĐIỆN ÁP

Tổn thất điện áp là đại lượng phức (véc tơ phức)  $\Delta U = \Delta U + j\delta U$ . Trong lưới cung cấp điện, người ta chỉ quan tâm đến trị số của tổn thất điện áp, trị số này có độ lớn xấp xỉ độ lớn của thành phần thực  $\Delta U$ .

Nhìn trên hình 2.4 nhận thấy trị số (độ lớn) của véctơ  $\Delta U$ :  $|\Delta U| = OA \approx OB$  (trị số của thành phần thực  $\Delta U$ ). Vì thế, để đơn giản trong tính toán, có thể tính tổn thất điện áp theo trị số của hành phần thực.



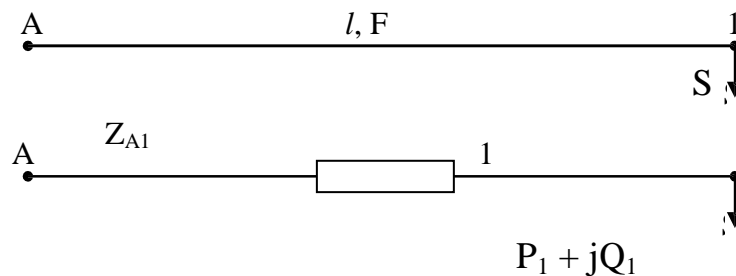
**Hình 2.4.** Véc tơ tổn thất  $\Delta U$  và thành phần  $\Delta U$

Tổn thất điện áp (thành phần thực) là do công suất tác dụng gây nên điện trở R và công suất phản kháng gây trên X.

$$\Delta U = \frac{PR}{U_{dm}} + \frac{QX}{U_{dm}} = \frac{PR + QX}{U_{dm}}$$

Nếu P(kW), Q(kVAr), R, X( $\Omega$ ),  $U_{dm}$ (kV) thì  $\Delta U$ (V)

### 2.1. Đường dây 1 phụ tải



**Hình 2.5:** Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế đường dây 1 phụ tải. Trên sơ đồ thay thế, để tính tổn thất điện áp theo công thức.

$$\Delta U = \frac{PR}{U_{dm}} + \frac{QX}{U_{dm}} = \frac{PR + QX}{U_{dm}}$$

Dạng  $S \angle \cos\Phi$  về dạng  $P + jQ$

Tổn thất điện áp trên đoạn đường dây A1 là:

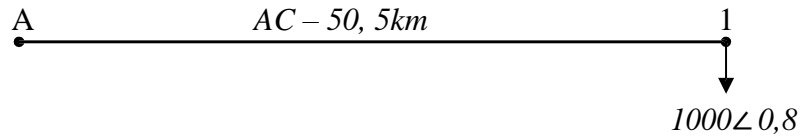
$$\Delta U_{A1} = \frac{P_1 R_{A1} + Q_1 X_{A1}}{U_{dm}}$$

Trong đó:  $Z_{A1} = R_{A1} + jX_{A1} = r_0 l_{A1} + jx_0 l_{A1}$

$$\text{Và } S_{A1} = S_1 = S_1 \cos\phi + jS_1 \sin\phi.$$



Ví dụ 2.1: Đường dây trên không 10(kV) (Viết tắt là ĐDK – 10 kV) cấp điện cho xí nghiệp có các số liệu ghi trên hình vẽ. Yêu cầu xác định tổn thất điện áp trên đường dây.



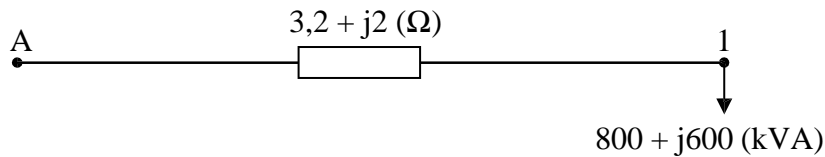
Hình 2.6. ĐDK – 10 (kV) cấp điện cho xí nghiệp

**GIẢI**

Trước hết cần vẽ sơ đồ thay thế đường dây. Tra Phụ lục 25 với dây AC – 50 có  $r_0 = 0,64 (\Omega/\text{km})$ ,  $x_0 = 0,4 (\Omega/\text{km})$

$$Z_{A1} = 0,64.50 + j0,4.50 = 3,2 + j2 (\Omega)$$

$$S = 1000 \angle 0,8 = 1000.0,8 + j1000.0,6 = 800 + j600 (\text{kVA})$$



Hình 2.7. Sơ đồ thay thế đường dây của ví dụ 2.1

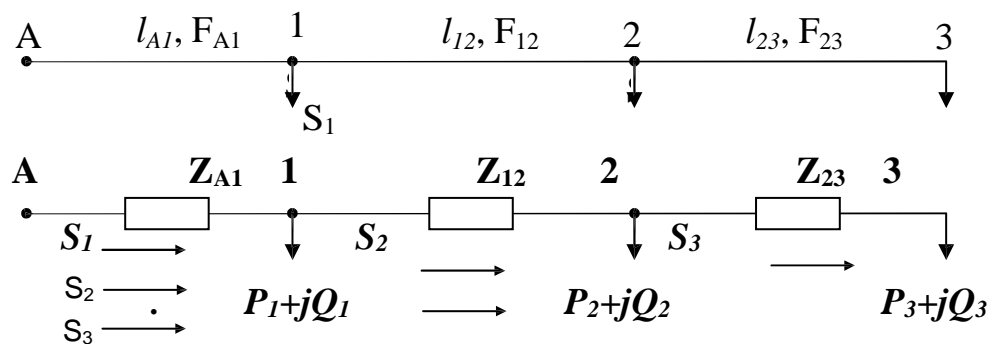
Điện áp tổn thất trên đường dây cấp cho xí nghiệp:

$$\Delta U_{A1} = \frac{800.3,2 + 600.2}{10} = 376 (\text{V})$$

**2.2. Đường dây n phụ tải.**

Với đường dây liên thông cấp điện cho 3 phụ tải, tổn thất điện áp bằng tổng tổn thất điện áp trên 3 đoạn đường dây.

$$\Delta U_{\Sigma} = \Delta U_{\text{max}} = \Delta U_{A123} = \Delta U_{A1} + \Delta U_{12} + \Delta U_{23}$$



Hình 2.8. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế đường dây liên thông cấp điện cho 3 phụ tải

Với lưới điện trung và hạ áp, để tính toán tổn thất điện áp cho phép coi điện áp tại mọi điểm trên đường dây bằng  $U_{dm}$  và cho phép coi dòng công suất chạy trên các đoạn đường dây bằng công suất phụ tải, nghĩa là cho phép bỏ qua tổn thất điện áp và tổn thất công suất trên các đoạn đường sau khi tính tổn thất trên đoạn đường dây trước. Ví dụ khi tính toán đoạn 12, lẽ ra công suất chạy trên đoạn 12 bao gồm phụ tải 2, 3 ( $S_2, S_3$ ) và tổn thất trên đoạn 2, 3 nhưng cho phép bỏ qua lượng tổn thất này,  $S_{12} = S_1 + S_2$

Điện áp tổn thất trên các đoạn như sau:

$$\Delta U_{23} = \frac{P_3 R_{23} + Q_3 X_{23}}{U_{dm}}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{(P_2 + P_3) R_{12} + (Q_2 + Q_3) X_{12}}{U_{dm}}$$

$$\Delta U_{A1} = \frac{(P_1 + P_2 + P_3) R_{A1} + (Q_1 + Q_2 + Q_3) X_{A1}}{U_{dm}}$$

Từ đây xác định được tổn thất điện áp trên toàn bộ tuyến dây

$$\Delta U_{\Sigma} = \Delta U_{123} \frac{(P_1 + P_2 + P_3) R_{A1} + (Q_1 + Q_2 + Q_3) X_{A1}}{U_{dm}} + \frac{(P_2 + P_3) R_{12} + (Q_2 + Q_3) X_{12}}{U_{dm}} +$$

$$\text{Tổng quát } \Delta U_{\Sigma} = \frac{\sum_{ij} P_{ij} R_{ij} + \sum_{ij} Q_{ij} X_{ij}}{U_{dm}}$$

Trong đó:  $n$  - số đoạn đường dây

$P_{ij}, Q_{ij}$  - công suất tác dụng và phản kháng chạy trên đoạn đường dây  $ij$ . Ví dụ:

$$\text{Công suất chạy trên đoạn A1: } P_{A1} = P_1 + P_2 + P_3$$

$$Q_{A1} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$\text{Công suất chạy trên đoạn 1, 2: } P_{12} = P_2 + P_3$$

$$Q_{12} = Q_2 + Q_3$$

$$\text{Công suất chạy trên đoạn 2, 3: } P_{23} = P_3$$

$$Q_{23} = Q_3$$

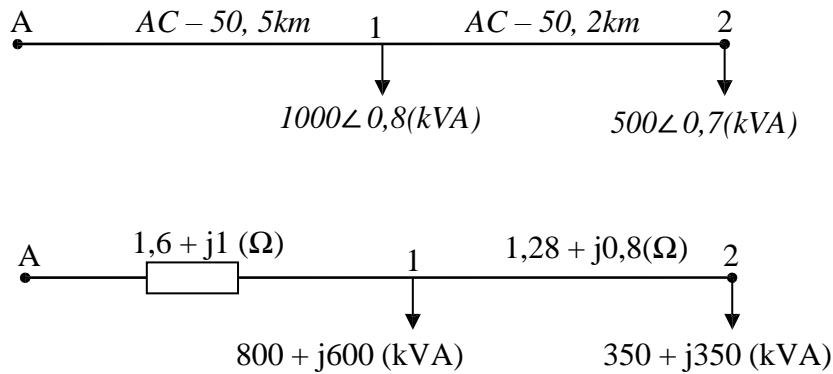
Ví dụ 2.2. ĐDK – 10kV cấp điện cho 2 xí nghiệp, toàn bộ đường dây dùng AC – 50, các số liệu khác cho trên hình vẽ. Yêu cầu:

1. Kiểm tra tổn thất điện áp

2. Biết  $U_1 = 10,250$  (kV), cần xác định  $U_2, U_A$

## BÀI GIẢI

Sơ đồ thay thế đường dây:



**Hình 2.9.** Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế ĐDK – 10(kV) của ví dụ 2.2

$$Z_{A1} = \frac{0,64.5 + j0,4.5}{2} = 1,6 + j1 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$Z_{12} = 0,64.2 + 0,4.2 = 1,28 + j0,8 \text{ (}\Omega\text{) S}$$

$$S_1 = 1000 \angle 0,8 = 800 + j600 \text{ (kVA)}$$

$$S_2 = 500 \angle 0,7 = 350 + j350 \text{ (kVA)}$$

### 1. Kiểm tra tổn thất điện áp

Cần xác định  $\Delta U$  của đường dây và so sánh với trị số cho phép xem có thoả mãn hay không. Các biểu thức so sánh như sau:

- Khi đường dây làm việc bình thường:  $\Delta U_{\Sigma} \leq \Delta U_{cp} = 5\% U_{\text{đm}}$

- Khi đường dây có sự cố:  $\Delta U_{\Sigma} \leq \Delta U_{cp} = 10\% U_{\text{đm}}$

Với đường dây trong ví dụ này, tổn thất điện áp khi đường dây làm việc bình thường là:

$$\Delta U_{\Sigma} = 351,8 \text{ (V)}$$

Khi sự cố 1 đường dây trên đoạn A1, đường dây lộ kép chỉ còn lộ đơn, tổng trở tăng gấp đôi nên  $\Delta U$  cũng tăng gấp đôi.

$$\Delta U_{sc} = 2.279 + 72,8 = 630,8 \text{ (V)}$$

Kết quả kiểm tra:

$$\Delta U_{\Sigma} = 351,8 \text{ (V)} < \Delta U_{cp} = 5\% \cdot 10\,000 = 500 \text{ (V)}$$

$$\Delta U_{sc} = 630,8 \text{ (V)} < \Delta U_{cp} = 10\% \cdot 10\,000 = 1000 \text{ (V)}$$

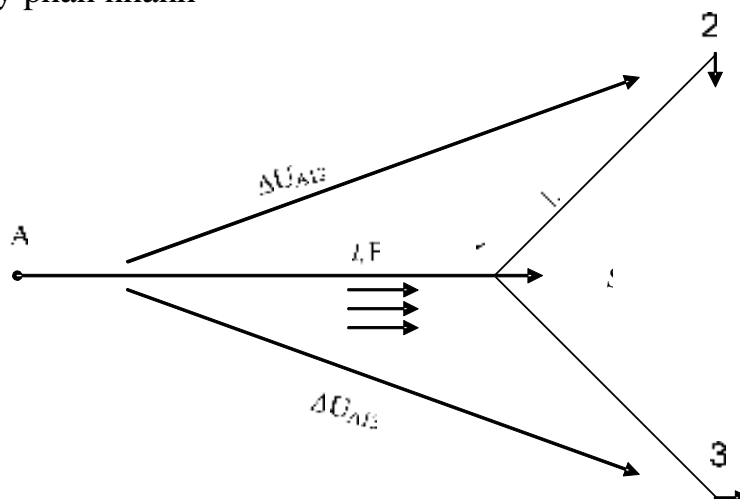
Vậy đường dây đảm bảo yêu cầu (hoặc thoả mãn yêu cầu) về tổn thất điện áp.

### 2. Xác định điện áp các điểm khi biết $U_1 = 10,250 \text{ (kV)}$

$$U_2 = U_1 - \Delta U_{12} = 10,250 - 0,073 = 10,177 \text{ (kV)}$$

$$U_A = U_1 + \Delta U_{A1} = 10,250 + 0,279 = 10,529 \text{ (kV)}$$

### 2.3. Đường dây phân nhánh



**Hình 2.10.** Đường dây phân nhánh

Trên lưới cung cấp điện nhiều khi gặp đường dây phân nhánh, nghĩa là đến 1 nút nào đó thì đường dây rẽ ra thành 2, 3 tuyến theo hướng khác nhau. Để kiểm tra tổn thất điện áp trên đường dây phân nhánh cần lưu ý rằng: tổn thất điện áp là tổn thất trên từng tuyến dây để từ nguồn đến điềề nút xa nhất của tuyến. Ví dụ với đường dây phân nhánh trên hình 2.10 cần kiểm tra  $\Delta U$  theo 2 tuyến dây: tuyến A12 và tuyến A13, tuyến có trị số  $\Delta U$  lớn phải nhỏ hơn  $\Delta U_{cp}$ .

## 3. TÍNH TOÁN TỔN THẤT CÔNG SUẤT

### 3.1. Tổn thất công suất

Tổn thất công suất trên đường dây là một đại lượng phức:

$$\Delta S = \Delta P + j\Delta Q$$

Trong đó:  $\Delta P$  - tổn thất công suất tác dụng do phát nóng trên điện trở đường dây

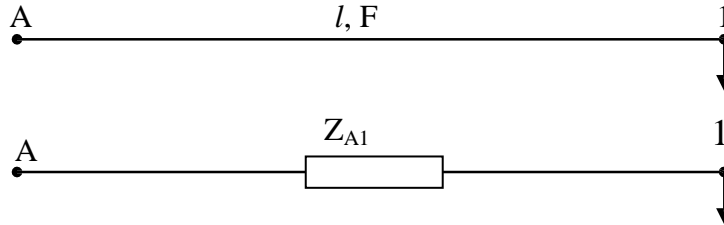
$\Delta Q$  - tổn thất công suất phản kháng do từ hoá đường dây.

Tổn thất công suất trên đường dây xác định theo biểu thức.

$$\Delta S = I^2 \cdot Z = \frac{P^2 + Q^2}{U_{dm}^2} (R + jX)$$

Nếu  $S$  (kVA),  $P$  (kW),  $Q$  (KVA<sub>r</sub>),  $Z$ ,  $X$ ,  $Y$  ( $\Omega$ ) và  $U_{dm}$  (kV) thì  $\Delta S$  (VA)  
Đơn vị công suất và tổn thất công suất thường dùng ở lưới cung cấp điện là (kVA) cần phải nhân với  $10^{-3}$ .

### 3.1.1. Đường dây 1 phụ tải điện.



**Hình 2.11.** Đường dây 1 phụ tải và sơ đồ thay thế

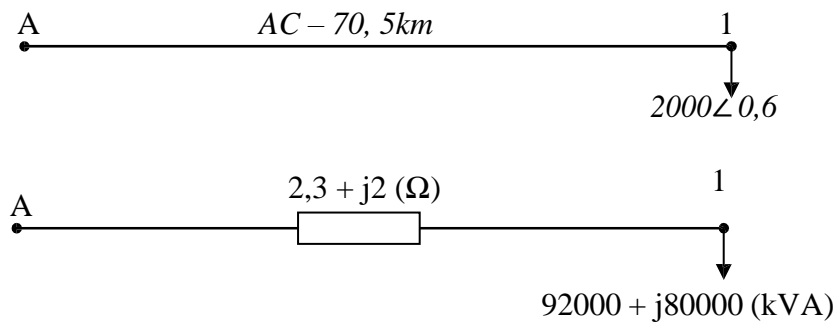
Với đường dây 1 phụ tải, công suất chạy qua tổng trở  $Z_{12}$  chính là phụ tải

$$S_1. \text{ Vậy: } \Delta S_{A1} = \frac{S_{A1}^2}{U_{dm}^2} Z_{A1}$$

Ví dụ 2.3. ĐDK – 10 (kV) cấp điện cho xí nghiệp cơ khí có phụ tải điện 2000 (kV),  $\cos\phi = 0,6$ . Dây dẫn AC – 70, dài 5km. Yêu cầu xác định tổn thất công suất trên đường dây.

GIẢI

Sơ đồ thay thế đường dây



**Hình 2.12.** Đường dây 10 (kV) cấp điện cho xí nghiệp và sơ đồ thay thế

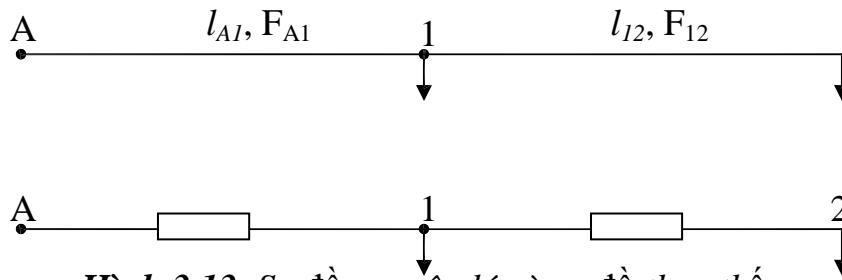
Tra bảng có  $r_o = 0,46$  ( $\Omega/\text{km}$ ),  $x_o = 0,4$  ( $\Omega/\text{km}$ )

$$Z_{A1} = 0,46.5 + j0,4.5 = 2,3 + j2$$
 ( $\Omega$ )

Tổn thất công suất trên đường dây:

$$\Delta S_{A1} = 92 + j80$$
 (kVA)

### 3.1.2. Đường dây n phụ tải



**Hình 3.13.** Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế đường dây cấp điện cho 2 phụ tải

Cũng tương tự như khi tính toán  $\Delta U$ , khi tính  $\Delta S$  coi điện áp các điểm bằng  $U_{dm}$  và coi công suất gây  $\Delta S$  trên các đoạn chỉ là công suất tải (bỏ qua  $\Delta S$  của đoạn sau)

$$\Delta S_{\Sigma} = \Delta S_{A12} = \Delta S_{A1} + \Delta S_{12}$$

Tổng quát với đường dây  $n$  tải

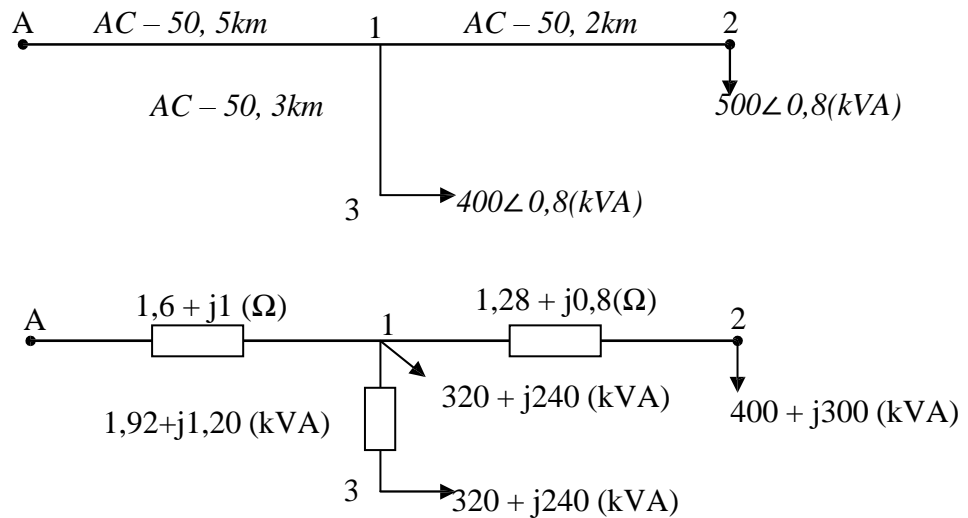
$$\text{Trong đó: } \Delta S_{\Sigma} = \frac{\sum_{ij} S_{ij}^2 Z_{ij}}{U_{dm}^2}$$

- $n$  - Số đoạn đường dây hoặc số phụ tải
- $S_{ij}, P_{ij}, Q_{ij}$  - Công suất  $S, P, Q$  chạy trên đoạn đường dây  $ij$
- $Z_{ij}$  - Tổng trở của đoạn đường dây  $ij$
- $U_{dm}$  - Điện áp định mức của đường dây.

**Ví dụ 2.4.** Đường dây trên không 10 (kV) cấp điện cho 3 phụ tải, toàn bộ dùng dây AC – 50. Chiều dài các đoạn đường dây và số liệu phụ tải cho trên hình vẽ. Yêu cầu xác định tổng tổn thất công suất trên đường dây.

**GIẢI**

Trước hết ta cần vẽ sơ đồ thay thế đường dây, dùng công thức tính tổng trở quen thuộc và các công thức biến đổi công suất S sang P, Q được các thông số của sơ đồ thay thế.



**Hình 2.14.** Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế đường dây

Tổng tổn thất công suất trên đường dây là:

Thay số vào ta có:

$$\begin{aligned} \Delta S_{\Sigma} &= \Delta S_{A1} + \Delta S_{12} + \Delta S_{13} \\ &= 63,56 + j39,46(\text{kVA}) \end{aligned}$$

### 3.2. Tổn thất công suất trong trạm biến áp

#### 3.2.1. Trạm 1 biến áp



**Hình 2.15.** Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế trạm biến áp

Tổn thất công suất trong trạm biến áp chỉ là tổn thất trong các máy biến áp đặt trong trạm, các thiết bị điện khác như máy cắt, dao cách ly có tổng trở nhỏ gần như bằng 0, tổn thất công suất trên chúng là không đáng kể.

Tổn thất công suất trong máy biến áp bao gồm tổn thất trong lõi thép và tổn thất trên hai cuộn dây. Tổn thất trong máy biến áp là một đại lượng phức:

$$\Delta S_B = \Delta S_0 + \Delta S_{Cu} = \Delta S_B + j\Delta Q_B$$

Trong đó:  $j\Delta Q_B = \Delta P_0 + j \cdot I_0 \cdot S_{dmB} / 100$

- Tổn thất trên 2 cuộn dây có thể xác định theo 2 cách.

Theo tổng trở biến áp:

$$\Delta S_{cu} = \frac{S^2}{U_{dm}^2} Z_B$$

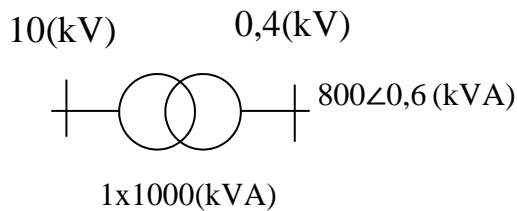
Theo  $\Delta P_N$  và  $U_N$

$$\Delta P_{cu} = \Delta P_{cu} + j\Delta Q_{cu}$$

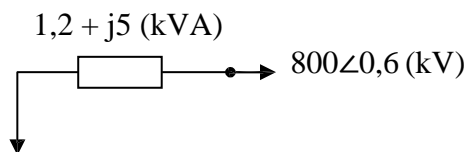
Trong đó:  $\Delta P_N$ ,  $U_N$  là số liệu nhà chế tạo cho với tải định mức, cần quy đổi về tải  $S$  bất kỳ bằng cách nhân với bình phương hệ số tải.

Ví dụ 3.5. Trạm biến áp cấp điện cho xí nghiệp cơ khí đặt 1 biến áp 1000(kV) – 10/0,4 (kV) có các số liệu kỹ thuật  $\Delta P_o = 5$  (kW),  $\Delta P_N = 12$  (kW),  $I_o\% = 3$  (%),  $U_N (\%) = 5$  (%). Phụ tải nhà máy là  $800\angle 0,6$  (kVA) hình vẽ. Yêu cầu xác định tổn thất công suất trong trạm.

GIẢI



Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế trạm biến áp của xí nghiệp cơ khí.



$$5 + j30 \text{ (kVA)}$$

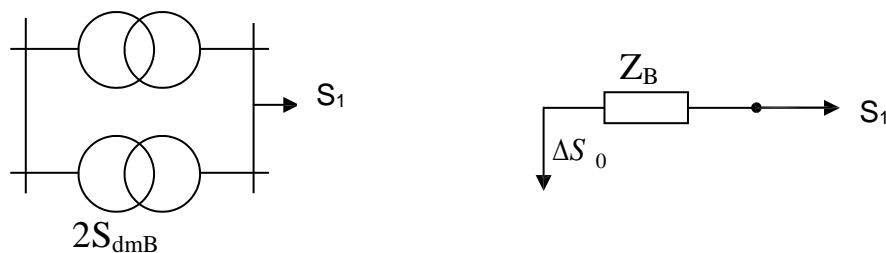
$$\Delta S_o = 5 + j30 \text{ (kVA)}$$

$$Z_B = 1,2 + j5 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Trường hợp này tổn thất trong trạm biến áp

$$\Delta S_{cu} = (5 + 7,68) + j(30 + 32) = 12,68 + j62 \text{ (kVA)}$$

### 3.2.2. Trạm biến áp đặt 2 máy



Hình 2.17. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế trạm biến áp đặt 2 máy



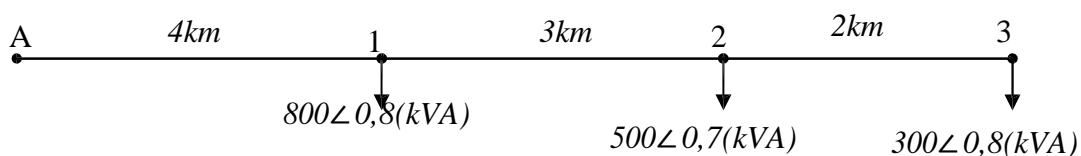
Với trạm biến áp đặt 2 máy so với trạm 1 máy, tổng trở giảm đi 1 nửa còn  $\Delta S_0$  tăng gấp đôi.

$$\Delta S_0 = 2\Delta P_0 + 2j\Delta Q_B = 2\Delta P_0 + j\frac{2I_0 S_{đm}}{100}$$

## **BÀI TẬP CHƯƠNG 2**

**Bài tập 1.** Đường dây 10kV cấp điện cho 3 phụ tải, toàn bộ dùng dây AC – 70 các số liệu cho trên hình vẽ. Yêu cầu:

1. Kiểm tra tổn thất điện áp
2. Cho biết  $U_2 = 10.18\text{kV}$ , hãy xác định trị số điện áp  $U_A, U_1, U_3$ .



**Bài tập 2.** Đường dây phân nhánh cấp điện cho 4 phụ tải, toàn bộ dùng dây AC – 50, có số liệu cho trên hình vẽ. Yêu cầu:

1. Kiểm tra tổn thất điện áp
2. Biết  $U_3 = 9,850\text{kV}$ , Yêu cầu xác định  $U_A, U_1, U_3, U_4$ .

## Chương 3: LỰA CHỌN CÁC THIẾT BỊ ĐIỆN TRONG LƯỚI CUNG CẤP ĐIỆN

**Giới thiệu:** Chương này giúp người học có tổng hợp hệ thống cung cấp điện của ngành điện Việt Nam.

**Mục tiêu:**

- Phân tích được đặc điểm, các yêu cầu đối với nguồn năng lượng, nhà máy điện, mạng lưới điện, hộ tiêu thụ, hệ thống bảo vệ và trung tâm điều độ.

- Vận dụng đúng các yêu cầu và nội dung chủ yếu khi thiết kế hệ thống cung cấp điện.

- Rèn luyện tính cẩn thận, chính xác và nghiêm túc trong học tập và trong thực hiện công việc.

**Nội dung chính:**

Hệ thống điện bao gồm các thiết bị điện được lắp nối với nhau theo một nguyên tắc chặt chẽ tạo nên một cơ cấu đồng bộ, hoàn chỉnh. Mỗi thiết bị điện cần được lựa chọn đúng để thực hiện tốt chức năng trong sơ đồ cấp điện và góp phần làm cho hệ thống cung cấp điện vận hành đảm bảo các chỉ tiêu kỹ thuật, kinh tế và an toàn.

### 1. LỰA CHỌN MÁY BIẾN ÁP

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.

Người ta chế tạo ra máy biến áp rất đa dạng, nhiều kiểu cách, kích cỡ, nhiều chủng loại. Người thiết kế căn cứ vào đặc điểm của đối tượng dùng điện (khách hàng) để lựa chọn hợp lý máy biến áp.

Thường ký hiệu máy biến áp như sau:

Kiểu máy – công suất –  $U_1/U_2$

Ví dụ: 4JB 5444 – 3LA – 250 – 24/0,4 là máy biến áp phân phối do Siemens chế tạo, kiểu 4JB – 4LA, công suất 250 kVA, điện áp  $U_1=24$  kV,  $U_2 = 0,4$  kV.

Cũng có khi ký hiệu đơn giản hơn: Kiểu – Công suất/điện áp

Ví dụ: 8CB8 – 400/35 là biến áp phân phối khô, công suất 400 kVA, điện áp 35/0,4 kV do ChongQing chế tạo.

Lựa chọn máy biến áp bao gồm lựa chọn số lượng, công suất, chủng loại, kiểu cách và các tính năng khác của biến áp.

Số lượng biến áp đặt trong một trạm phụ thuộc vào độ tin cậy cung cấp điện cho phụ tải của trạm đó.

- Với phụ tải quan trọng không được phép mất điện, phải đặt hai biến áp.

- Với các xí nghiệp hàng tiêu dùng, khách sạn, siêu thị (hệ loại 2) thường đặt 1 biến áp cộng với máy dự phòng.

- Với các hộ ánh sáng sinh hoạt thường chỉ đặt trạm 1 máy.

Công suất máy biến áp được chọn theo các công thức sau:

Với trạm 1 máy:  $S_{\text{đmB}} \geq S_{\text{tt}}$  Với trạm 2 máy:  $S_{\text{đmB}} \geq \frac{S_{\text{tt}}}{1,4}$

---

Trong đó:  $S_{dmB}$  – công suất định mức của máy biến áp, nhà chế tạo cho  
 $S_{tt}$  – công suất tính toán, nghĩa là công suất yêu cầu lớn nhất của phụ tải

1,4 - hệ số quá tải  $k = 1,4$

Cần lưu ý rằng hệ số quá tải phụ thuộc thời gian quá tải. Lấy  $k_{qt} = 1,4$  là ứng với điều kiện thời gian như sau: quá tải không quá 5 ngày đêm, mỗi ngày quá tải không quá 6 giờ. Nếu không thoả mãn điều kiện thời gian trên phải tra đồ thị tìm  $k_{qt}$  trong sổ tay cung cấp điện hoặc không cho quá tải.

Hai công thức trên chỉ dùng để chọn máy biến áp chế tạo trong nước hoặc với máy biến áp ngoại nhập đã nhiệt đới hoá.

Khi sử dụng máy ngoại nhập chưa nhiệt đới hoá cần phải đưa vào công thức hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ  $k_{hc}$  kể đến sự chênh lệch nhiệt độ giữa môi trường chế tạo và môi trường sử dụng máy.

$$K_{hc} = 1 - \frac{\theta_1 - \theta_2}{100}$$

Trong đó:  $\theta_1$  - nhiệt độ môi trường sử dụng ( $^{\circ}C$ )

$\theta_2$  - nhiệt độ môi trường chế tạo ( $^{\circ}C$ )

Ví dụ: Nếu dùng máy biến áp Nga ở Việt nam thì.

$$K_{hc} = 1 - \frac{24 - 5}{100} = 0.8$$

Với 24 - nhiệt độ trung bình ở Hà Nội

5 - nhiệt độ trung bình ở Mátcova.

Khi đó công suất máy biến áp được tính theo công thức:

$$S_{dm} \geq \frac{S_{tt}}{k_{hc}} \text{ và } S_{dm} \geq \frac{S_{tt}}{1,4k_{hc}}$$

Cũng cần lưu ý là máy biến áp rất ít xảy ra sự cố, nếu như khảo sát thống kê được trong hộ loại 1 có một số phần trăm nào đó hộ loại 3 có thể cắt điện khi cần thiết với thời gian kể trên thì khi 1 biến áp sự cố, biến áp còn lại chỉ cần cấp điện cho hộ loại 1. Kết quả là sẽ lựa chọn được cỡ máy nhỏ hơn, hợp lý hơn. Công thức chọn công suất máy cho 2 trạm máy sẽ là:

$$S_{dmB} \geq \frac{S_1}{1,4}$$

Ví dụ 3.1. Yêu cầu chọn máy biến áp cho khu chung cư có phụ tải điện  $S_{tt} = 300$  kVA, điện áp trung áp 22 KV.

---

---

## GIẢI

Vì cấp điện cho khu chung cư, trạm đặt 1 máy

Ta có:  $S_{dmB} \geq 300$  kVA

Chọn máy 315 kVA do ABB chế tạo: 315 – 22/0,4

Ví dụ 3.2. Yêu cầu chọn máy biến áp cho trạm biến áp nhà máy luyện kim có phụ tải điện  $S_B = 1200$  (kVA) trong hai trường hợp: không biết số % phụ tải loại 3 và biết phụ tải loại 3 là 20%.

## GIẢI

Trạm cấp điện cho nhà máy luyện kim phải đặt 2 máy biến áp.

Khi không biết số phụ tải loại 3 của nhà máy, khi sự cố 1 máy biến áp, máy còn lại phải cấp đủ công suất 1200 (kVA).

$$S_{dmB} \geq \frac{S_{tt}}{1,4} = \frac{1200}{1,4} = 857 \text{ (kVA)}$$

Chọn dòng 2 máy biến áp do Công ty thiết bị điện Đông Anh chế tạo, công suất 1000 (kVA), 2x1000 – 22/0,4

Trường hợp khảo sát thống kê được trong nhà máy có 20% phụ tải loại 3 (ví dụ nhà kho, nhà hành chính, phân xưởng sửa chữa...).

$$S_{dm} \geq \frac{S_1}{1,4} = \frac{80\% \cdot 1200}{1,4} = 685 \text{ (kVA)}$$

Chọn dùng 2 máy biến áp do Công ty thiết bị điện Đông Anh chế tạo, công suất 750 (kVA), 2x750 – 11/0,4

So sánh hai phương án chọn máy:

Phương án chọn 2 máy 1000 (kVA) có lợi là khi 1 máy sự cố không phải cắt điện phụ tải loại 3 nhưng có hại là vốn đầu tư lớn, hệ số tải nhỏ.

$$K_1 = \frac{S_{tt}}{2S_{dmB}} = \frac{1200}{2000} = 0,6$$

Phương án chọn 2 máy 750 (kVA) có lợi là vốn đầu tư nhỏ, hệ số tải cao

$$K_1 = \frac{S_{tt}}{2S_{dmB}} = \frac{1200}{1500} = 0,8$$

Tuy nhiên, khi có sự cố 1 máy, máy còn lại cho phép tải 1,4 sẽ phải cắt 1 lượng tải loại 3 là:

$$1200 - 1,4 \cdot 750 = 150 \text{ (kVA)}$$

Số % phải cắt:

$$\frac{1200}{1500} \cdot 100 = 12,5\%$$

Nghĩa là không cần cắt hết 20% phụ tải loại 1.

## 2. LỰA CHỌN MÁY CẮT ĐIỆN

Máy cắt điện, ký hiệu là MC là thiết bị đóng cắt mạch điện cao áp (trên 1000V). Ngoài nhiệm vụ đóng, cắt điện phụ tải phục vụ cho công tác vận hành, máy cắt còn có chức năng cắt dòng điện ngắn mạch để bảo vệ các phần tử của hệ thống cung cấp điện.

Máy cắt cũng được chế tạo nhiều chủng loại, nhiều kiểu cách, mẫu mã. Có máy cắt ít dầu, máy cắt nhiều dầu, máy cắt không khí, máy cắt chân không, máy cắt khí SF<sub>6</sub>.

Máy cắt hợp bộ (MCHB) là loại máy cắt chế tạo thành tủ, trong đó đặt sẵn máy cắt và hai dao cách ly, loại máy dùng rất tiện lợi cho các trạm biến áp hoặc trạm phân phối kiểu trong nhà.

Máy cắt phụ tải (MCPT) bao gồm dao cắt phụ tải dùng kết hợp với cầu chì, trong đó dao cắt phụ tải dùng để đóng cắt dòng phụ tải còn cầu chì (CDPT - CC) để cắt dòng ngắn mạch. Máy cắt phụ tải rẻ tiền hơn nhưng làm việc không chắc chắn, tin cậy bằng máy cắt.

Máy cắt điện được chọn và kiểm tra theo các điều kiện ghi trong bảng

**Bảng 3.1. CÁC ĐIỀU KIỆN CHỌN VÀ KIỂM TRA MÁY CẮT**

Các điều kiện chọn và kiểm tra	Điều kiện
Điện áp định mức (kV)	$U_{dmMC} \geq U_{dmLD}$
Dòng điện định mức (A)	$I_{dmMC} \geq I_{cb}$
Dòng cắt định mức (kA)	$I_{Cdm} \geq I_N''$
Công suất cắt định mức (MVA)	$S_{Cdm} \geq S_N''$
Dòng điện ổn định động (kA)	$I_{odd} \geq i_{xk}$
Dòng điện ổn định nhiệt (kA)	$I_{odnh} \geq I_{\infty} \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{nhdh}}}$

**Bảng 3.2. ĐIỀU KIỆN CHỌN VÀ KIỂM TRA MÁY CẮT PHỤ TẢI**

Các điều kiện chọn và kiểm tra	Điều kiện
Điện áp định mức (kV)	$U_{dmMC} \geq U_{dmLD}$
Dòng điện định mức (A)	$I_{dmMC} \geq I_{cb}$
Dòng ổn định động (kA)	$I_{odd} \geq i_{ck}$
Dòng ổn định nhiệt (kA)	$I_{odnh} \geq I_{\infty} \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{nh.dm}}}$
Dòng điện định mức của cầu chì (A)	$I_{dmcc} \geq I_{cb}$
Dòng cắt định mức của cầu chì (kA)	$I_{cdn} \geq I''$
Công suất cắt định mức của cầu chì (MVA)	$S_{cdm} \geq S''$

Trong 2 bảng trên:

$U_{dmLD}$  - điện áp định mức của lưới điện (kV)

$I_{cb}$  - dòng điện cường bức, nghĩa là dòng điện làm việc lớn nhất đi qua máy cắt, xác định theo sơ đồ cụ thể.

$I_{\infty}$ ,  $I''$  - dòng ngắn mạch vô cùng và siêu quá độ trong tính toán ngắn mạch lưới cung cấp điện, coi ngắn mạch là xa nguồn, các dòng này bằng nhau và bằng dòng ngắn mạch chu kỳ.

$I_{xk}$  - dòng điện ngắn mạch xung kích, là trị số tức thời lớn nhất của dòng ngắn mạch.

$$I_{xk} = 1,8 \cdot \sqrt{2} I_N$$

$S''$  - công suất ngắn mạch

$$S'' = \sqrt{3} U_{tb} I''$$

$t_{nh.dm}$  - thời gian ổn định nhiệt định mức, nhà chế tạo cho tương ứng với  $I_{nh.dm}$  ( $I_{odnh}$ ).

$t_{qd}$  - thời gian quy đổi, xác định bằng cách tính toán và tra đồ thị. Trong tính toán thực tế lưới trung áp, người ta cho phép lấy  $t_{qd}$  bằng thời gian tồn tại ngắn mạch, nghĩa là bằng thời gian cắt ngắn mạch.

$$\text{Vậy: } I_{cdm} = I_{nh.dm} \geq \sqrt{\frac{t_c}{t_{nh.dm}}}$$

Các thiết bị điện có  $I_{dm} > 1000$  (A) không cần kiểm tra ổn định nhiệt.

Ví dụ 3.1. Trạm biến áp phân phối 1000 (kVA) – 22/0,4 (kV) cấp điện cho khách sạn dùng máy cắt phụ tải (DCPT - CC) 22 (kV). Biết dòng ngắn mạch sau cầu chì trung áp  $I'' = 8$  (kA), yêu cầu lựa chọn máy cắt phụ tải cho TBAPP.

### GIẢI

Dòng cường bức qua máy cắt chính là dòng định mức của biến áp với giả thiết không cho biến áp quá tải thì  $I_{qt} = 1,25I_{dmB}$  (trạm 1 máy),  $I_{qt} = 1,4I_{dmB}$  (trạm 2 máy).

$$I_{cb} = I_{dmB} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 22} = 26,27 \text{ (A)}$$

Chọn dùng dao cắt phụ tải của ABB kết hợp với bộ cầu chì ống của Siemens có các thông số kỹ thuật ghi trong bảng

**Bảng 3.3. THÔNG SỐ KỸ THUẬT CỦA DAO CẮT PHỤ TẢI DO ABB CHẾ TẠO**

Loại dao cắt phụ tải	$U_{dm}$ (kV)	$I_{dm}$ (A)	$I_{Nmax}$ (kA)	$I_{N3s}$ (kA)
NPS 24 B1/A1	24	400	40	10

**Bảng 3.4. THÔNG SỐ KỸ THUẬT CỦA CẦU CHÌ ỐNG DO SIEMENS CHẾ TẠO**

Loại cầu chì ống	$U_{dm}$ (kV)	$I_{dm}$ (A)	$I_{Nmax}$ (kA)	$I_{N3s}$ (kA)
3GD1 406 4B	24	32	31,5	27

Căn cứ vào dòng ngắn mạch đã cho, lập bảng kiểm tra bộ DCTT – CC

**Bảng 3.5. BẢNG KIỂM TRA DCTT – CC ĐÃ CHO**

Các điều kiện chọn và kiểm tra	Điều kiện
Điện áp định mức (kV)	$U_{dmMC} = 24 \geq U_{dmLD} = 22$
Dòng điện định mức (A)	$I_{dmMC} = 400 \geq I_{cb} = 16,27$
Dòng ổn định động (kA)	$I_{odd} = 40 \geq i_{ck} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 8 = 20,3$
Dòng ổn định nhiệt (kA)	$I_{odnh} = 10 \geq I_{\infty} \cdot \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{nh.dm}}} = 8 \sqrt{\frac{0,8}{3}} = 4,13$



Dòng điện định mức của cầu chì (A)	$I_{dmcc} = 32 \geq I_{cb} = 26,27$
Dòng cắt định mức của cầu chì (kA)	$I_{cdn} = 40 \geq I'' = 8$
Công suất cắt định mức của cầu chì (MVA)	$S_{cdm} = \sqrt{3} \cdot 24 \cdot 40 \geq S'' = \sqrt{3} \cdot 8 \cdot 23$

### 3. LỰA CHỌN CẦU CHÌ, DAO CÁCH LY

Cầu chì là phần tử “yếu” nhất trong hệ thống cung cấp điện do người thiết kế tạo ra nhằm cắt đứt mạch điện khi có dòng điện lớn quá trị số cho phép đi qua. Vì thế chức năng của cầu chì là bảo vệ quá tải và ngắn mạch. Cần lưu ý là dây chì chế tạo rất khó đồng nhất tiết diện và khó khử hết tạp chất nên làm việc không được tin cậy lắm, không cắt dòng thật chính xác, vì thế chức năng chủ yếu là bảo vệ ngắn mạch, cầu chì chỉ làm dự phòng bảo vệ quá tải cho aptômat hoặc khởi động từ.

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 trông thấy phục vụ cho công tác sửa chữa, kiểm tra, bảo dưỡng. Sở dĩ không cho phép dao cách ly đóng cắt mạch khi đang mang tải vì không có bộ phận dập hồ quang. Tuy nhiên, có thể cho phép dao cách ly đóng, cắt không tải biến áp khi công suất máy không lớn (thường nhỏ hơn 1000 kVA)

Cầu chì và dao cách ly được chế tạo với mọi cấp điện áp.

Trong lưới cung cấp điện, cầu chì có thể dùng riêng rẽ, nhưng thường dùng kết hợp với dao cách ly hoặc dao cắt phụ tải. Dao cách ly cũng có thể dùng riêng rẽ, nhưng thường dùng kết hợp với máy cắt và cầu chì.

#### 3.1. Lựa chọn dao cách ly, cầu chì cao áp

Trong lưới điện cao áp, cầu chì thường dùng ở các vị trí sau:

- Bảo vệ máy biến điện áp
- Kết hợp với dao cắt phụ tải thành bộ máy cắt phụ tải trung áp để bảo vệ các đường dây.

Cầu chì được chế tạo nhiều loại, nhiều kiểu, ở điện áp trung phổ biến nhất là cầu chì ống. Ở điện áp trung người ta còn dùng cầu chì tự rơi (CCTR) thay cho bộ cầu dao - cầu chì (CD - CC).

Trong lưới cung cấp điện trung và cao áp, dao cách ly ít dùng riêng rẽ, thường dùng kết hợp.

- Kết hợp với máy cắt trong tủ máy cắt hoặc trong bộ MC – DCL
- Kết hợp với cầu chì trung áp đặt tại các trạm BAPP

Cầu chì và cầu dao cách ly trung, cao áp được chọn và kiểm tra theo các điều kiện ghi trong bảng 3.6, 3.7.

**Bảng 3.6. CÁC ĐIỀU KIỆN CHỌN VÀ KIỂM TRA DAO CÁCH LY**

Các điều kiện chọn và kiểm tra	Điều kiện
Điện áp định mức (kV)	$U_{dmDCL} \geq U_{dmLD}$
Dòng điện định mức (A)	$I_{dmDCL} \geq I_{cb}$
Dòng điện ổn định động (kA)	$I_{d,d} \geq i_{xk}$
Dòng điện ổn định nhiệt (kA)	$I_{nh.dm} \geq I_{\infty} \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{nh.dm}}}$

**Bảng 3.7. CÁC ĐIỀU KIỆN CHỌN VÀ KIỂM TRA CẦU CHÌ**

Các điều kiện chọn và kiểm tra	Điều kiện
Điện áp định mức (kV)	$U_{dmCC} \geq U_{dmLD}$
Dòng điện định mức (A)	$I_{dmCCL} \geq I_{cb}$
Dòng cắt định mức (kA)	$I_{dm} \geq I''$
Công suất cắt định mức (MVA)	$S_{cdm} \geq S''$

Ví dụ 3.2. Trạm biến áp của một xã nông nghiệp đặt 1 máy biến áp 320 (kVA) điện áp 110/0,4 (kV), Biết rằng trạm được cấp điện từ TBATG 35/10 (kV) của huyện cách 3km bằng ĐDK – 10, dây AC – 35. Máy cắt dầu đường dây là của Liên xô (cũ) đã mất Catalog. Yêu cầu chọn DCL – CC 10 (kV) cho trạm.

### GIẢI

Dòng điện lớn nhất qua dao cách ly và cầu chì chính là dòng quá tải máy biến áp. Ở các máy biến áp cấp điện cho nông thôn, do non tải suốt ngày, buổi tối có thể cho phép quá tải với  $k_{rt} = 1,25$ .

Dòng cường bức qua DCL – CC là:

$$I_{cb} = I_{qtB} = 1,25I_{dmB} = 1,25 \frac{320}{\sqrt{3}.10} = 27,75 \text{ (A)}$$

Căn cứ vào  $I_{cb} = 27,75 \text{ (A)}$  chọn dao cách ly 3DC điện áp 12kV và cầu chì ống 3GD do Siemens chế tạo có các thông số kỹ thuật ghi trong bảng:

**BẢNG CHỌN DAO CÁCH LY**

Loại DCL	$U_{dm}$ (kV)	$I_{dm}$ (A)	$I_{Nmax}$ (kA)	$I_{N3}$ (kA)
3DC	12	400	40	10

**BẢNG CHỌN CẦU CHÌ**

Loại CC	$U_{dm}$ (kV)	$I_{dm}$ (A)	$I_{Nmax}$ (kA)	$I_{N3}$ (kA)
3GD1 - 120 - 2B	12	100	80	40

Để kiểm tra ổn định điện động dao cách ly cần tính trị số dòng ngắn mạch xung kích:  $i_{xk} = 1,8\sqrt{2} I_N = 1,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 1,9 = 4,79 \text{ (kA)}$ .

**KẾT QUẢ KIỂM TRA DAO CÁCH LY**

Các điều kiện chọn và kiểm tra	Điều kiện
Điện áp định mức (kV)	$U_{dmDCL} = 12 \geq U_{dmLD} = 10$
Dòng điện định mức (A)	$I_{dmDCL} = 400 \geq I_{cb} = 27,75$
Dòng điện ổn định động (kA)	$I_{d.d} = 40 \geq i_{xk} = 4,79$
Dòng điện ổn định nhiệt (kA)	$I_{nh.dm} = 10 \geq I_{\infty} \cdot \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{nh.dm}}} = 1,9 \sqrt{\frac{0,8}{3}}$

**BẢNG KẾT QUẢ KIỂM TRA CẦU CHÌ**

Các điều kiện chọn và kiểm tra	Điều kiện
Điện áp định mức (kV)	$U_{dmCC} = 12 \geq U_{dmLD} = 10$
Dòng điện định mức (A)	$I_{dmCCL} = 100 \geq I_{cb} = 27,75$
Dòng cắt định mức (kA)	$I_{dm} = 80 \geq I'' = 1,9$
Công suất cắt định mức (MVA)	$S_{cdm} = \sqrt{3} \cdot 12 \cdot 80 \geq S'' = \sqrt{3} \cdot 10 \cdot 5 \cdot 1,9$

### 3.2. Lựa chọn cầu dao, cầu chì hạ áp

Ở lưới hạ áp thường gọi dao cách ly là cầu dao. Người ta chế tạo cầu dao 1 pha, 2 pha, 3 pha với số cực khác nhau: 1 cực, 2 cực, 3 cực, 4 cực. Về khả năng đóng cắt, cầu dao được chế tạo gồm hai loại:

- Cầu dao (thường, không tải) chỉ làm nhiệm vụ cách ly, đóng cắt không tải hoặc dòng nhỏ
- Cầu dao phụ tải làm nhiệm vụ cách ly và đóng cắt dòng phụ tải.

Cầu chì hạ áp cũng được chế tạo gồm 3 loại:

- Cầu chì thông thường (không làm nhiệm vụ cách ly, cắt tải).
- Cầu chì cách ly có một đầu cố định, 1 đầu mở ra được như dao cách ly làm nhiệm vụ cách ly như cầu dao.
- Cầu chì cắt tải là cầu chì cách ly có thể đóng cắt dòng phụ tải như cầu dao phụ tải.

Người ta cũng chế tạo bộ cầu dao – cầu chì theo loại:

- Bộ cầu dao – cầu chì thông thường
- Bộ cầu dao phụ tải - cầu chì

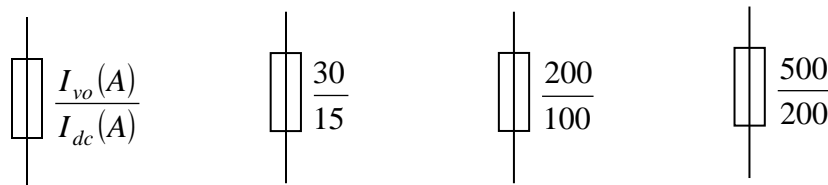
Bảng 3.5 chỉ ra ký hiệu, sơ đồ và chức năng của từng loại cầu dao, cầu chì hạ áp.

Cầu chì hạ áp được đặc trưng bởi 2 đại lượng:

$I_{dc}$  - dòng định mức của dây chảy cầu chì (A)

$I_{v0}$  - dòng định mức của vỏ cầu chì (bao gồm cả đế và nắp).

Khi lựa chọn cầu chì hạ áp phải lựa chọn cả  $I_{dc}$  và  $I_{v0}$ . Thường chọn  $I_{v0} \geq I_{dc}$  vài cấp để khi dây chảy đứt vì quá tải, ngắn mạch hoặc khi cần tăng tải ta chỉ cần thay dây chảy chứ không cần thay vỏ. Ký hiệu đầy đủ cầu chì hạ áp cho trên hình vẽ.



**Hình 3.1.** Ký hiệu đầy đủ cầu chì hạ áp và các ví dụ



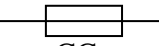


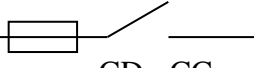

Cũng cần lưu ý là:

Khi nói cầu chì 100 (A) phải hiểu cầu chì có  $I_{v0} = 100$  (A)

Khi nói bộ cầu dao - cầu chì 100 (A) phải hiểu là  $I_{CD} = I_{v0CC} = 100$  (A)

Trong lưới hạ áp cầu chì và cầu dao thường được đặt khá xa nguồn (TBAPP) vì thế dòng ngắn mạch qua chúng dù nhỏ, nên không cần kiểm tra các đại lượng liên quan đến dòng ngắn mạch.

**Bảng 3.8. CÁC LOẠI CẦU DAO, CẦU CHÌ HẠ ÁP**

Loại	Ký hiệu	Chức năng
Cầu dao (dao cách ly)	 CD(DCL)	Cách ly, đóng cắt dòng nhỏ
Cầu dao phụ tải (dao cắt tải)	 CDPT	Cách ly, đóng cắt dòng phụ tải
Cầu chì	 CC	Bảo vệ quá tải và ngắn mạch
Cầu chì cách ly	 CCCL	Bảo vệ quá tải ngắn mạch, cách ly
Cầu chì cắt tải	 CCCT	Bảo vệ quá tải và ngắn mạch, Đóng cắt dòng điện phụ tải
Bộ cầu dao - cầu chì	 CD - CC	Bảo vệ quá tải và ngắn mạch, cách ly
Bộ cầu dao phụ tải - cầu chì	 CDPT - CC	Bảo vệ quá tải và ngắn mạch, đóng cắt dòng điện phụ tải

### 3.2.1. Lựa chọn cầu dao hạ áp

Cầu dao hạ áp được chọn theo 2 điều kiện:

$$U_{dmCD} \geq U_{dmLD}$$

$$I_{dmCD} \geq I_{tt}$$

Trong đó:  $U_{dmCD}$  - điện áp định mức của cầu dao, thường chế tạo 220V, 230V, 250V, 380V, 400V, 440V, 500V, 690V.

$U_{dmLD}$  - điện áp định mức của lưới điện hạ áp, có trị số 220V (điện áp pha), hoặc 380V (điện áp dây)

Ngoài ra, còn phải chú ý đến số pha, số cực, khả năng cắt tải, trong nhà, ngoài trời...

### 3.2.2. Lựa chọn cầu chì hạ áp

a) Trong lưới điện thấp sang, sinh hoạt

Cầu chì được chọn theo 2 điều kiện

$$U_{dmCD} \geq U_{dmLD}$$

$$I_{dc} \geq I_{tt}$$

Trong đó:  $U_{dmCC}$  - điện áp định mức của cầu chì, chế tạo các cỡ điện áp như với cầu dao.

$I_{dc}$  – dòng điện định mức của dây chảy (A) nhà chế tạo cho

$I_b$  – dòng điện tính toán, là dòng lâu dài lớn nhất chạy qua dây chảy cầu chì (A)

- Với phụ tải 1 pha (ví dụ các thiết bị gia dụng)

$$I_{tt} = I_{dm} = \frac{P_{dm}}{U_{pdm} \cos\phi}$$

Trong đó:

$U_{pdm}$  - điện áp pha định mức, bằng 220V

$\cos\phi$  - hệ số công suất

với đèn sợi đốt, bàn là, bếp điện, bình nóng lạnh,  $\cos\phi = 1$

với quạt, tủ lạnh, điều hoà, đèn tuýp,  $\cos\phi = 0,8$

với căn hộ gia đình  $\cos\phi = 0,83$

với lớp học dùng quạt + đèn sợi đốt  $\cos\phi = 0,9$

với lớp học dùng quạt + đèn tuýp  $\cos\phi = 0,8$

- Với phụ tải 3 pha:

$$I_{tt} = \frac{P_{tt}}{\sqrt{3}U_{dm} \cos\phi}$$

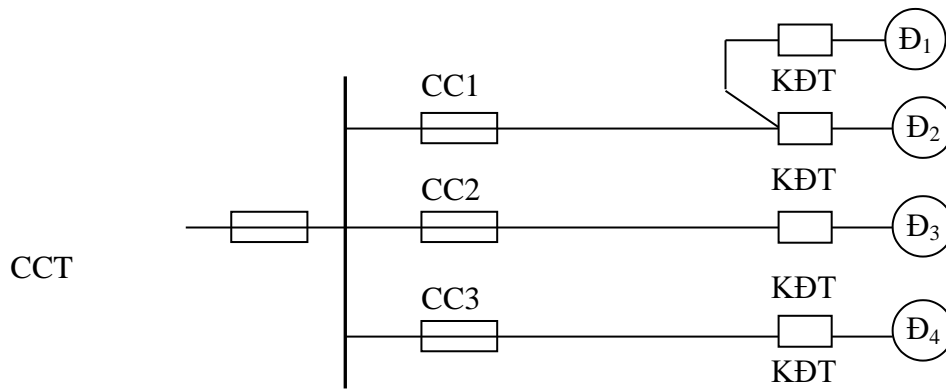
Trong đó:

$U_{dm}$  - điện áp dây định mức, bằng 380V

$\cos\phi$  - lấy theo phụ tải

b) Trong lưới điện công nghiệp

Phụ tải chủ yếu của lưới công nghiệp là các máy móc công cụ, các động cơ. Sơ đồ cấp điện cho các động cơ giới thiệu trên hình vẽ.



**Hình 3.2.** Cầu chì bảo vệ 1 động cơ (CC2, CC3), bảo vệ 2 động cơ (CC1) và cả nhóm động cơ (CCT)

- Cầu chì bảo vệ 2, 3 động cơ

Trong thực tế, cụm 2, 3 động cơ nhỏ hơn hoặc 1 động cơ lớn cùng 1, 2 động cơ nhỏ ở gần có thể được cấp điện chung 1 đường dây và được bảo vệ chúng bằng 1 cầu chì (như Đ<sub>1</sub>, Đ<sub>2</sub> trên hình 3.2)

Trường hợp này cầu chì được chọn theo 2 điều kiện sau:

$$I_{dc} \geq \sum_{i=1}^n k_{ti} I_{dmi}$$

$$I_{dc} \geq \frac{I_{mmax} + \sum_{i=1}^{n-1} k_{ti} I_{dmi}}{\alpha}$$

$\alpha$  lấy theo tính chất của động cơ mở máy.

- Cầu chì tổng bảo vệ nhóm động cơ

Cầu chì tổng được chọn theo 3 điều kiện

$$I_{dc} \geq I_{tt}$$

$$I_{dc} \geq \frac{I_{mm}}{\alpha}$$

Hai điều kiện trên là điều kiện chọn lọc, nghĩa là CTT chỉ chảy khi có ngắn mạch trên thanh cái tủ điện, còn khi xảy ra ngắn mạch tại động cơ nào hoặc dây dẫn nào thì chỉ cầu chì nhánh đó chảy, đảm bảo cho cả nhóm không bị mất điện. Muốn vậy, người ta quy ước phải chọn  $I_{dc}$  của cầu chì tổng lớn hơn ít nhất là 2 cấp so với  $I_{dc}$  của cầu chì nhánh lớn nhất.

**Ví dụ 3.3.** Yêu cầu lựa chọn cầu chì bảo vệ bóng đèn sợi đốt 100 (W)

**GIẢI**

Bóng đèn sợi đốt dùng điện áp 220V và  $\cos\phi = 1$ , cầu chì chọn theo công thức:

$$I_{dc} \geq I_{tt} = 0,45.$$

Vậy chọn cầu chì hạ áp có  $I_{dc} = 2A$ ,  $I_{v0} = 5A$

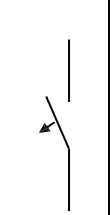
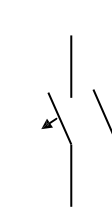
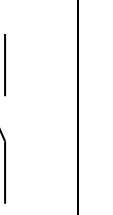
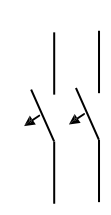
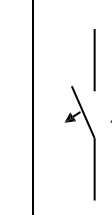
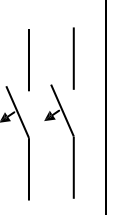
### 3.3. LỰA CHỌN ÁPTÔMÁT

Áptômát là thiết bị đóng cắt hạ áp có chức năng bảo vệ quá tải và ngắn mạch.

Do cơ 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 nên áptômát mặc dù có giá đắt hơn vẫn ngày càng được dùng rộng rãi trong lưới điện hạ áp công nghiệp, dịch vụ cũng như lưới điện sinh hoạt.

Áptômát được chế tạo với điện áp khác nhau: 400V, 440V, 500V, 600V, 690V.

Người ta cũng chế tạo các loại áptômát 1 pha, 2 pha, 3 pha với số cực khác nhau: 1 cực, 2 cực, 3 cực, 4 cực. Ký hiệu áptômát cho ở bảng dưới đây:

Ký hiệu						
Số cực	1 cực	1 cực + TT	2 cực	3 cực	3 cực + TT	4 cực

Ngoài áptômát thông thường, người ta còn chế tạo loại áptômát chống rò điện. Áptômát chống rò tự động cắt mạch điện nếu dòng rò có trị số 30mA, hoặc 300mA tùy loại.

Áptômát được chọn theo 3 điều kiện:

$$U_{dmA} \geq U_{dmLD}$$

$$I_{dmA} \geq I_B$$

$$I_{cdmA} \geq I_N$$



Ví dụ 3.4. Yêu cầu chọn aptômat tổng cho căn hộ gia đình có công suất đặt là 6kW.

### GIẢI

Phụ tải tính toán căn hộ

$$P_{tt} = k_{dt} \cdot P_d = 0,8 \cdot 6 = 4,8 \text{ kW}$$

Căn hộ dùng điện áp 220V,  $\cos\phi = 0,85$

$$I_B = \frac{4,8}{0,22 \cdot 0,85} = 25,66 \text{ A}$$

Có thể chọn aptômat 32A, ở đây dự phòng phát triển phụ tải, chọn aptômat 1 pha G4CB 1040 do Clipsal chế tạo có  $I_{dm} = 40 \text{ A}$ ,  $I_{cdm} = 6 \text{ kA}$ .

## 4. LỰA CHỌN DÂY DẪN VÀ CÁP.

4.1. Giới thiệu chung về các phương pháp và phạm vi áp dụng.

Có 3 phương pháp lựa chọn tiết diện dây dẫn và cáp.

### 4.1.1. Chọn tiết diện theo mật độ kinh tế của dòng điện

$J_{kt}$  (A/mm<sup>2</sup>) là số ampe lớn nhất trên 1mm<sup>2</sup> tiết diện chọn theo phương pháp này sẽ có lợi về kinh tế.

Phương pháp chọn tiết diện dây theo  $J_{kt}$  áp dụng với điện có điện áp  $U \geq 110 \text{ kV}$ , bởi vì trên lưới ngày không có thiết bị sử dụng điện trực tiếp đấu vào, vấn đề điện áp không cấp bách, nghĩa là yêu cầu không chặt chẽ.

Lưới trung áp đô thị và xí nghiệp nói chung khoảng cách tải điện ngắn, thời gian sử dụng công suất lớn cũng được chọn theo  $J_{kt}$ .

### 4.1.2. Chọn tiết diện theo điện áp cho phép $\Delta U_{cp}$

Phương pháp lựa chọn tiết diện này lấy chỉ tiêu chất lượng điện làm điều kiện tiên quyết. Chính vì thế nó được áp dụng để lựa chọn tiết diện dây cho lưới điện nông thôn, thường đường dây tải điện khá dài, chỉ tiêu điện áp rất dễ bị vi phạm.

### 4.1.3. Chọn dây dẫn theo dòng phát nóng lâu dài cho phép.

Phương pháp này tận dụng hết khả năng tải của dây dẫn và cáp, áp dụng cho lưới hạ áp đô thị, công nghiệp và sinh hoạt.

Bảng 3.9. PHẠM VI ÁP DỤNG CÁC PHƯƠNG PHÁP LỰA CHỌN TIẾT DIỆN DÂY DẪN VÀ CÁP.

Lưới điện	$J_{kt}$	$\Delta U_{cp}$	$I_{cp}$
-----------	----------	-----------------	----------

Cao áp	Mọi đối tượng	-	-
Trung áp	Đô thị, công nghiệp	Nông thôn	-
Hạ áp	-	Nông thôn	Đô thị, công nghiệp

Tiết diện dù chọn theo phương pháp nào cũng phải thoả mãn các điều kiện kỹ thuật sau đây:

$$\Delta U_{bt} \leq \Delta U_{btcp}$$

$$\Delta U_{sc} \leq \Delta U_{sccp}$$

$$I_{sc} \leq I_{cp}$$

Trong đó:

$\Delta U_{bt}$ ,  $\Delta U_{sc}$  – là tổn thất điện áp lúc đường dây làm việc bình thường và khi ở đường dây bị sự cố nặng nề nhất (đứt 1 đường dây trong lộ kép, đứt đoạn dây trong mạch kín).

$\Delta U_{btcp}$ ,  $\Delta U_{sccp}$  - trị số  $\Delta U$  cho phép lúc bình thường và sự cố.

$$\text{với } U \geq 110\text{kV: } \Delta U_{btcp} = 10\% U_{\text{đm}}$$

$$\Delta U_{sccp} = 20\% U_{\text{đm}}$$

$$\text{Với } U \leq 35\text{kV: } \Delta U_{btcp} = 5\% U_{\text{đm}}$$

$$\Delta U_{sccp} = 10\% U_{\text{đm}}$$

$I_{sc}$ ,  $I_{cp}$  – dòng điện sự cố lớn nhất qua dây dẫn và dòng điện phát nóng lâu dài cho phép.

Ngoài ra, tiết diện dây dẫn đường dây trên không phải thoả mãn các điều kiện độ bền cơ học và tổn thất vàng quang điện.

Riêng với cáp ở mọi cấp điện áp phải thoả mãn điều kiện ổn định nhiệt dòng ngắn mạch.

$$F \geq \alpha \cdot I_{\infty} \cdot \sqrt{t_{qd}}$$

Trong đó:  $\alpha$  - hệ số, với nhôm  $\alpha = 11$ , với đồng  $\alpha = 6$

$t_{qd}$  - thời gian quy đổi, với ngắn mạch trung, hạ áp cho phép lấy  $t_{qd} = t_c$  (thời gian cắt ngắn mạch), thường  $t_c = (0,5 \div 1)\text{s}$ .

#### 4.2. Lựa chọn tiết diện theo $J_{kt}$

Trình tự lựa chọn tiết diện theo phương pháp này như sau:

1. Căn cứ vào loại dây định dùng (dây dẫn hoặc cáp) và vật liệu làm dây (nhôm hoặc đồng) và trị số  $T_{\max}$  tra bảng chọn trị số  $J_{kt}$ .

Bảng 3.10. TRỊ SỐ  $J_{kt}$  THEO  $T_{\max}$  VÀ LOẠI DÂY DẪN

Loại dây	$T_{\max}$ (h)		
	<3000	3000 – 5000	>5000
Dây đồng	2,5	2,1	1,8
Dây A, AC	1,3	1,1	1
Cáp đồng	3,5	3,1	2,7
Cáp nhôm	1,6	1,4	1,2

Nếu đường dây cáp điện cho nhiều phụ tải có  $T_{\max}$  khác nhau thì xác định trị số trung bình của  $T_{\max}$  theo biểu thức:

$$T_{\text{Maxtb}} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i T_{\max i}}{\sum_{i=1}^n S_i} \approx \frac{\sum_{i=1}^n S_i T_{\max i}}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

Trong đó:  $S_i, P_i$  – là phụ tải điện (phụ tải tính toán) của hộ tiêu thụ

2. Xác định trị số dòng điện lớn nhất chạy trên các đoạn dây

$$I_{ij} = \frac{S_{ij}}{n \sqrt{3} U_{dm}} = \frac{P_{ij}}{n \sqrt{3} U_{dm} \cos \phi}$$

Với  $n$  - số lộ đường dây (lộ đơn  $n = 1$ , lộ kép  $n = 2$ )

3. Xác định tiết diện kinh tế từng đoạn.

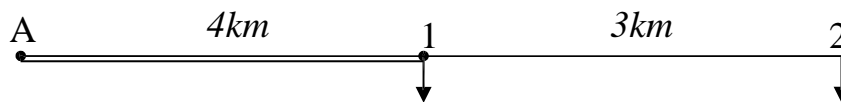
$$F_{ktij} = \frac{I_{ij}}{J_{ij}}$$

Căn cứ vào trị số  $F_{ij}$  tính được, tra sổ tay tìm tiết diện tiêu chuẩn nhất nhất bé hơn.

4. Kiểm tra tiết diện đã chọn theo các điều kiện kỹ thuật. Nếu không thỏa mãn phải nâng tiết diện lên 1 cấp và thử lại.

Ví dụ 3.5: Yêu cầu lựa chọn dây dẫn cho đường dây từ 10kV cấp điện cho 2 xí nghiệp như hình vẽ. Các số liệu phụ tải cho trong bảng.

Phụ tải	S (kVA)	$\cos \phi$	$T_{\max}$ (h)
Xí nghiệp 1	2000	0,8	5200
Xí nghiệp 2	1000	0,7	4000



**Hình 3.3.** Đường dây 10kV cấp điện cho 2 xí nghiệp

**GIẢI**

Vì đường dây cấp điện cho xí nghiệp (có chiều dài ngắn,  $T_{\max}$  lớn) chọn tiết diện theo  $J_{kt}$ , dây AC.

$$T_{\max tb} = \frac{2000 \cdot 5200 + 1000 \cdot 4000}{2000 + 1000} = 4800(h)$$

Từ  $T_{\max} = 4800h$  và dây AC tra bảng có  $J_{kt} = 1,1$  (A/mm<sup>2</sup>)

Trị số dòng điện trên các đoạn:

$$I_{12} = \frac{S_2}{\sqrt{3}U_{dm}} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 57,8(A)$$

Tiết diện kinh tế mỗi đoạn:

$$F_{12} = \frac{57,8}{1,1} = 52,5(mm^2)$$

$$F_{A1} = \frac{86,4}{1,1} = 78,5(mm^2)$$

Tra bảng tiết diện tiêu chuẩn chọn dây gần nhất bé hơn

Đoạn 12 chọn AC – 50 có  $x_0 = 0,65$  (Ω/km);  $r_0 = 0,368$  (Ω/km)

Đoạn A1 chọn 2AC – 70 có  $x_0 = 0,46$  (Ω/km);  $r_0 = 0,36$  (Ω/km)

Tổn thất điện áp lớn nhất lúc bình thường (không dây nào bị đứt)

$$\Delta U_{\max} = \Delta U_{A12} = \Delta U_{A1} + \Delta U_{12}$$

$$\Delta U_{\max} = \frac{(1600 + 700) \cdot 0,46}{2 \cdot 10} + \frac{(1200 + 710) \cdot 0,36}{10} + \frac{700 \cdot 0,64 + 710 \cdot 0,368}{10} = 561,8(V)$$

$$\Delta U_{\max} = 561,8V > \Delta U_{btcp} = 5\% U_{dm} = 500V$$

Cần tăng tiết diện đoạn A1 lên 95mm<sup>2</sup> có  $x_0 = 0,33$  (Ω/km);  $r_0 = 0,34$  (Ω/km)

$$\Delta U_{\max} = 494,5 V$$

$$\Delta U_{\max} = 494,5V < \Delta U_{btcp} = 5\% U_{dm} = 500V$$

Khi sự cố một dây trên dây kép A1, dòng điện trên đường còn lại tăng gấp đôi.

$$I_{sc} = 2I_{A1} = 2.86,4 = 172,8A \quad I_{sc} = 172,8A < I_{cp} = 325A$$

Vậy chọn dây dẫn cho toàn bộ đường dây như sau:

Đoạn A1: 2AC – 95

Đoạn 12: AC – 50

#### 4.3. Chọn tiết diện dây dẫn theo $\Delta U_{cp}$

Xuất phát từ nhận xét: khi tiết diện dây dẫn thay đổi thì điện trở thay đổi theo còn điện kháng rất ít thay đổi, tra sổ tay thấy  $x_0$  ( $\Omega/km$ ) có giá trị  $x_0 = 0,33 \div 0,45$  bất kể cỡ dây dẫn và khoảng cách giữa các pha. Vì thế cho một trị số  $x_0$  ban đầu nằm trong khoảng giá trị trên thì sai số là không lớn.

Tổn thất điện áp được xác định theo biểu thức đã biết

$$\Delta U = \frac{PR + QX}{U_{dm}} = \frac{PR}{U_{dm}} + \frac{QX}{U_{dm}} = \Delta U' + \Delta U''$$

Khi cho giá trị  $x_0$  tính được:

$$\Delta U'' = \frac{QX}{U_{dm}} = x_0 \frac{Ql}{U_{dm}}$$

Từ đây xác định được

$$\Delta U' = \Delta U_{cp} - \Delta U''$$

Mặt khác:  $\Delta U' = \frac{PR}{U_{dm}}$

Suy ra:  $F = \frac{P\rho l}{\Delta U' U_{dm}}$

Vậy trình tự xác định tiết diện dây theo phương pháp này như sau:

1. Cho một trị số lân cận 0,4 ( $\Omega/km$ ), trường hợp tổng quát đường dây n tải,

tính được: 
$$\Delta U'' = \frac{x_0}{U_{dm}} \sum_{i=1}^n Q_{ij} \cdot l$$

2. Xác định thành phần  $\Delta U'$ :

$$\Delta U' = \Delta U_{cp} - \Delta U''$$

3. Xác định tiết diện tính toán theo  $\Delta U_{cp}$

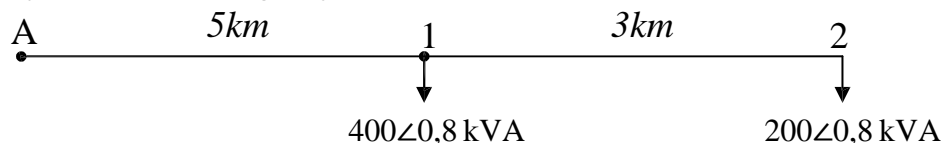
Chọn tiết diện tiêu chuẩn gần nhất lớn hơn,

4. Kiểm tra lại tiết diện đã chọn theo các tiêu chuẩn kỹ thuật

Trong các công thức trên:

$Q(\text{kVAr}), P(\text{kW}), l(\text{km}), \Delta U'(\text{V}), U_{\text{đm}}(\text{kV})$

Ví dụ 3.6. ĐDK – 10 kV cấp điện cho 2 phụ tải (hình vẽ). Cho biết tổn thất điện áp cho phép từ điểm rẽ A đến phụ tải 2 là  $3\%U_{\text{đm}}$ . Yêu cầu xác định tiết diện dây dẫn cho đường dây.



**Hình 3.4.** Đường dây cấp điện cho 2 phụ tải

**GIẢI**

Dây được chọn theo  $\Delta U_{\text{cp}}$ , loại dây AC

Chọn  $x_0 = 0,35 (\Omega/\text{km})$ ,

$$\Delta U'' = \frac{0,35}{10} [(400 \cdot 0,6 + 200 \cdot 0,65) \cdot 5 + 200 \cdot 0,6 \cdot 3] = 75,6 (\text{V})$$

$$\Delta U' = 3\% U_{\text{đm}} - \Delta U'' = 300 - 75,6 = 224,4 (\text{V})$$

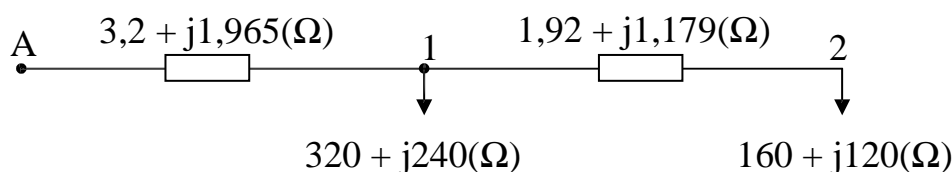
Tiết diện tính toán:

$$F = \frac{31,5}{10 \cdot 224,4} [(400 \cdot 0,8 + 200 \cdot 0,8) \cdot 5 + 200 \cdot 0,8 \cdot 3] = 40,43 \text{mm}^2$$

Chọn tiết diện tiêu chuẩn  $50 \text{mm}^2 \rightarrow \text{AC} - 50$

Kiểm tra lại:

Tra sổ tay với dây AC – 50, treo trên đỉnh tam giác đều cách 2m có  $x_0 = 0,393 (\Omega/\text{km})$ ;  $r_0 = 0,64 (\Omega/\text{km})$ .



**Hình 3.5.** Sơ đồ thay thế đường dây 10kV

$$Z_{A1} = 064 \cdot 5 + j0,393 \cdot 5 = 3,2 + j1,965 (\Omega)$$

$$Z_{12} = 064 \cdot 3 + j0,393 \cdot 3 = 1,92 + j1,179 (\Omega)$$

$$\text{Vậy: } \Delta U_{12} = 296,2 (\text{V})$$

---

---

Với  $\Delta U_{A12} = 269,2V < \Delta U_{cp} = 300V$

Vậy chọn dây AC – 50 cho toàn tuyến là hợp lý.

Công thức xác định tiết diện theo  $I_{cp}$  rất đơn giản

$$K_1 K_2 I_{cp} \geq I_{tt} \quad (*)$$

Trong đó:

$K_1$  - hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ kể đến sự chênh lệch nhiệt độ môi trường chế tạo và môi trường đặt dây, tra sổ tay.

$K_2$  - hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ, kể đến số lượng cáp đặt chung một rãnh, tra sổ tay.

$I_{cp}$  – dòng phát nóng cho phép, nhà chế tạo cho ứng với từng loại dây, từng tiết diện dây, tra sổ tay.

$I_{tt}$  – dòng điện làm việc lớn nhất (dài hạn) qua dây.

Tiết diện dây sau khi chọn theo (\*) phải thử lại mọi điều kiện kỹ thuật, ngoài ra còn phải kiểm tra điều kiện kết hợp với các thiết bị bảo vệ.

Nếu bảo vệ bằng cầu chì:

$$K_1 K_2 I_{cp} \geq I/\alpha.$$

$\alpha = 3$  với mạch động lực (cấp điện cho các máy)

$\alpha = 0,8$  với mạch sinh hoạt

Nếu bảo vệ bằng aptômat.

$$K_1 K_2 I_{cp} \geq \frac{1,25 I_{dm}}{1,5}$$

Với  $1,25 I_{dm}$  là dòng khởi động nhiệt ( $I_{kd.nh}$ ) của aptômat, trong đó 1,25 là hệ số cắt quá tải của aptômat.

*Ví dụ 3.7.* Yêu cầu lựa chọn dây dẫn cấp điện cho động cơ máy mài có số liệu kỹ thuật cho theo bảng dưới đây, biết rằng dây dẫn đi chung một rãnh với 5 dây khác, nhiệt độ môi trường  $+30^\circ C$ , dây được bảo vệ bằng cầu chì có  $I_{dc} = 50A$ .

Động cơ	$P_{dm}(kW)$	$\cos\phi$	$k_{mm}$	$\eta$
Máy mài	10	0,8	5	0,9

### GIẢI

Dòng điện lâu dài lớn nhất qua máy mài là dòng định mức.

$$I_{tt} = I_{dmD} = 21,125 A$$

Tra bảng chọn cáp đồng 4 lõi PVC (3.2,5 + 1.2,5) có  $I_{cp} = 36A$   
 Từ nhiệt độ môi trường tra sổ tay có  $K_1 = 0,94$

Với 6 cáp đi chung một rãnh tra sổ tay có  $K_2 = 0,75$ .

$$K_1 K_2 I_{cp} = 0,94 \cdot 0,75 \cdot 36 = 25,38A > 21,125A$$

Thử lại điều kiện kết hợp cầu chì bảo vệ:

$$K_1 K_2 I_{cp} = 25,38A > \frac{I_{dc}}{3} = \frac{50}{3} = 16,67A$$

Không cần kiểm tra  $\Delta U$  vì đường dây ngắn.

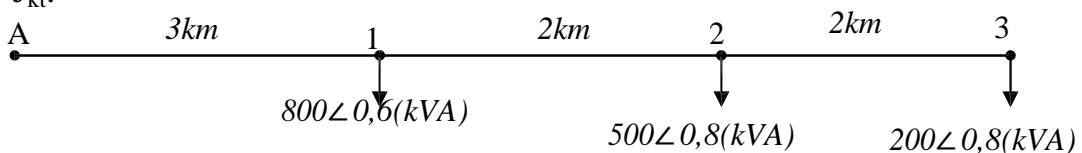
Không cần kiểm tra ổn định nhiệt dòng ngắn mạch vì xa nguồn.

### BÀI TẬP CHƯƠNG 3

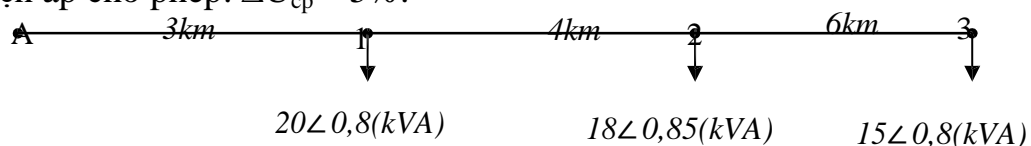
**Bài tập 1.** Yêu cầu lựa chọn bộ CD – CCT và các cầu chì nhánh đặt trong tủ động lực cấp điện cho một nhóm máy công cụ có các số liệu cho trong bảng dưới đây

Động cơ	$P_{dm}$ (kW)	$\cos\phi$	$K_{mm}$	$K_t$	$\eta$
Máy mài	12	0,8	5	0,8	0,9
Máy khoan	7,5	0,8	5	0,8	0,9
Máy tiện 1	5	0,8	5	0,8	0,9
Máy tiện 2	4	0,8	5	0,8	0,9
Quạt gió	1,7	0,8	5	0,8	0,9

**Bài tập 2.** Cho một đường dây 10kV cấp điện cho phụ tải cho trên hình vẽ. Biết khoảng cách trung bình giữa các pha là 1m. Yêu cầu lựa chọn tiết diện dây dẫn theo  $J_{kt}$ .



**Bài tập 3.** Một đường dây 10kV cấp điện cho 3 phụ tải (hình vẽ), biết khoảng cách trung bình giữa các pha là 0,8. Yêu cầu lựa chọn tiết diện dây dẫn theo hao tổn điện áp cho phép.  $\Delta U_{cp} = 5\%$ .





## Chương 4. TÍNH TOÁN CHIẾU SÁNG

**Giới thiệu:** Chương này giúp người học có tổng hợp hệ thống cung cấp điện của ngành điện Việt Nam.

**Mục tiêu:**

- Phân tích được đặc điểm, các yêu cầu đối với nguồn năng lượng, nhà máy điện, mạng lưới điện, hộ tiêu thụ, hệ thống bảo vệ và trung tâm điều độ.
- Vận dụng đúng các yêu cầu và nội dung chủ yếu khi thiết kế hệ thống cung cấp điện.
- Rèn luyện tính cẩn thận, chính xác và nghiêm túc trong học tập và trong thực hiện công việc.

**Nội dung chính:**

### 1. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ CHIẾU SÁNG

Chiếu sáng đóng vai trò hết sức quan trọng trong đời sống sinh hoạt cũng như trong sản xuất công nghiệp. Nếu ánh sáng thiết sẽ gây hại mắt, hai sức khoẻ, làm giảm năng suất lao động, gây ra thứ phẩm phế phẩm, gây tai nạn lao động... Đặc biệt, có những công việc không thể tiến hành được nếu thiếu ánh sáng hoặc ánh sáng không thật (nghĩa là không giống ánh sáng ban ngày) như bộ phận kiểm tra chất lượng máy, bộ phận pha chế hoá chất, bộ phận nhuộm màu...

Có nhiều cách phân loại cá hình thức chiếu sáng.

- Căn cứ vào đối tượng cần chiếu sáng chia ra chiếu sáng dân dụng và chiếu sáng công nghiệp. Chiếu sáng dân dụng bao gồm chiếu sáng cho căn hộ gia đình, các cơ quan, trường học, bệnh viện, khách sạn... Chiếu sáng công nghiệp nhằm cung cấp ánh sáng cho các khu vực sản xuất như nhà xưởng, kho bãi...
- Căn cứ vào mục đích chiếu sáng chia ra chiếu sáng chung, chiếu sáng cục bộ, chiếu sáng sự cố, chiếu sáng chung tạo nên độ sáng đồng đều trên toàn bộ diện tích cần chiếu sáng (phòng khách, hội trường, nhà hàng, phân xưởng...). Chiếu sáng cục bộ là hình thức tập trung ánh sáng vào 1 điểm hoặc 1 diện tích hẹp (bàn làm việc, chi tiết cần gia công chính xác như tiện, khoan, đường chỉ máy khâu...). Chiếu sáng sự cố là hình thức chiếu sáng dự phòng khi xảy ra mất điện lưới nhằm mục đích an toàn cho con người trong các khu vực sản xuất hoặc nơi tập trung đông người (nhà hát, hội trường...).

- Ngoài ra còn chia ra chiếu sáng trong nhà, ngoài trời, chiếu sáng trang trí, chiếu sáng bảo vệ...

Mỗi hình thức chiếu sáng có yêu cầu riêng, đặc điểm riêng, dẫn tới phương pháp tính toán, cách sử dụng loại đèn, bố trí đèn khác nhau.

## ***2. MỘT SỐ ĐẠI LƯỢNG DÙNG TRONG TÍNH TOÁN CHIẾU SÁNG.***

### **2.1. Quang thông**

Năng lượng do một nguồn sáng phát ra qua một diện tích trong một đơn vị thời gian gọi là thông lượng của quang năng. Những ánh sáng của nguồn quang phát ra gồm nhiều sóng điện từ có độ dài sóng khác nhau, do đó năng lượng của nguồn quang điện biểu thị bằng biểu thức:

$$E_{\lambda_1\lambda_2} = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} e_{\lambda} d\lambda$$

Trong đó:  $e_{\lambda}$  - hàm phân bố năng lượng

$\lambda$  - bước sóng

$E_{\lambda_1\lambda_2}$  - thông lượng của quang năng từ  $\lambda_1$  đến  $\lambda_2$

Thông lượng toàn phần:

$$E = \int_0^{\infty} e_{\lambda} d\lambda$$

Trong nguồn quang có công suất khá lớn, nhưng có các bước sóng khác nhau, sẽ gây cho mắt ta cảm giác nhau. Do đó, người ta đưa thêm vào khái niệm độ rõ, kí hiệu  $V_{\lambda}$ .

Cuối cùng người ta định nghĩa quang thông là tích phân của thông lượng quang năng và hàm độ rõ  $V_{\lambda}$ :

$$F = \int_0^{\infty} V_{\lambda} e_{\lambda} d\lambda$$

Đơn vị của quang thông là Lumen (lm).

## 2.2. Cường độ ánh sáng

Nếu có một nguồn sáng S bức xạ theo mọi phương, trong góc đặc  $d\omega$  nó truyền đi một quang thông  $dF$  thì đại lượng  $\frac{dF}{d\omega}$  gọi là cường độ ánh sáng của

nguồn sáng trong phương đó:  $I = \frac{dF}{d\omega}$

Nếu  $dF$  tính bằng Lumen, góc đặc tính bằng stê-ra-đi-an thì cường độ ánh sáng tính bằng nền quốc tế, gọi tắt là *Nền*, ký hiệu là Cd,  $1\text{Cd} = 1\text{lm}/1\text{sr}$ .

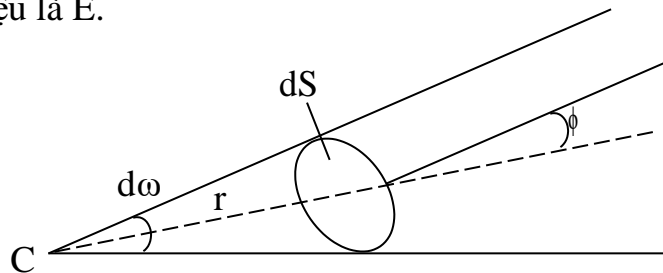
## 2.3. Độ trung và độ rọi

Một nguồn sáng có kích thước giới hạn, trên đó lấy một diện tích  $dS$ , quang thông bức xạ theo mọi phương của góc đặc  $2\pi$  gọi là  $dF$  thì độ trung của nguồn sáng được định nghĩa:

$$R = \frac{dF}{dS}^{(*)}$$

Như vậy độ trung là quang thông bức xạ trên một đơn vị diện tích của nguồn.

Ngược lại, độ rọi là phần quang thông tới trên một đơn vị diện tích  $dS$ . Độ rọi ký hiệu là  $E$ .



Hình 5.1. Hình minh họa xác định độ rọi

Giả thiết có nguồn sáng C, diện tích được chiếu sáng  $dS$  có phương pháp tuyến N (hình vẽ), thông lượng của nguồn C đi qua diện tích  $dS$  là  $dF = Id\omega$ .

$$d\omega = \frac{dS \cos\phi}{r^2}$$

$r$  là khoảng cách từ C đến tâm  $dS$

Thay vào công thức (\*) ta có:

$$E = \frac{dF}{dS} = \frac{IdS \cos\phi}{r^2 dS}$$

Vậy độ rọi của nguồn sáng tỷ lệ thuận với cường độ ánh sáng và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách từ nguồn tới tâm diện tích được chiếu sáng, ngoài ra còn phụ thuộc vào hướng tới của nguồn.

Tóm lại, người ta định nghĩa mật độ quang thông rơi trên một bề mặt gọi là độ rọi, đơn vị là *lux* (viết tắt là *lx*)

$$E = \frac{F}{S}$$

Trong đó:  $F$  – quang thông của nguồn sáng (lm)

$S$  - diện tích chiếu sáng ( $m^2$ )

### 3. CÁC LOẠI ĐÈN

Để tạo nguồn sáng người ta thường dùng các loại đèn điện, thông dụng nhất là đèn sợi đốt và đèn tuýp.

### 3.1. Đèn sợi đốt

Đèn sợi đốt còn gọi là đèn dây tóc được dùng rộng rãi trong các lĩnh vực do cấu tạo đơn giản, lắp đặt dễ dàng. Nguyên tắc làm việc của đèn sợi đốt dựa trên cơ sở bức xạ nhiệt. Khi dòng điện đi qua sợi dây tóc, dây tóc sẽ phát sáng và phát quang. Vật liệu làm dây tóc là Vonfram, Tungsten vặn xoắn ốc hoặc để thẳng mắc dích dắc trên các cực phụ và hai cực chính trong bóng đèn. Nhiệt độ của dây tóc trong bóng có thể lên tới  $200 - 3000^{\circ}\text{C}$ . Trong bóng có thể chứa khí trơ hoặc chân không. Thường bóng công suất nhỏ thì hút chân không, bóng công suất lớn (trên 75W) thì nạp khí trơ.

Ưu điểm của đèn sợi đốt:

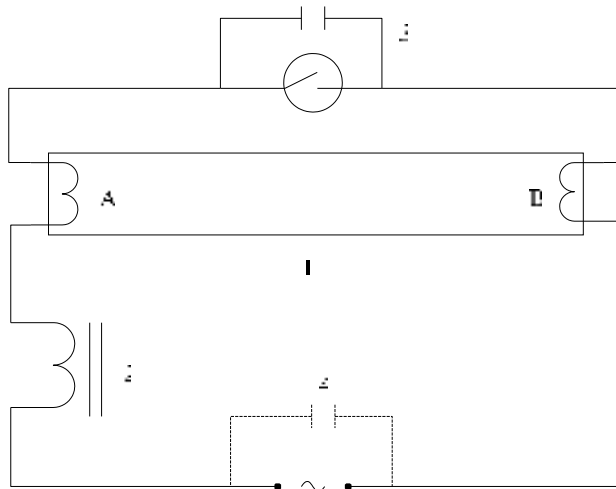
- Nối trực tiếp vào lưới điện
- Kích thước nhỏ
- Rẻ tiền
- Bật sáng ngay
- Tạo ra màu sắc ấm áp
- $\cos\phi$  cao (bằng 1)

Nhược điểm chủ yếu là tổn điện và phát nóng. Ngoài ra, tính năng của đèn thay đổi đáng kể theo biến thiên điện áp nguồn. Mọi biến thiên điện dẫn tới biến thiên dòng điện và do đó biến thiên sợi đốt nóng là ảnh hưởng đến quan thông và tuổi thọ của đèn. Ví dụ, nếu điện áp giảm đi 10% tuổi thọ đèn là 3700h, khi quá điện áp 5% tuổi thọ của đèn nhỏ hơn 500h.

### 3.2. Đèn tuýp

Đèn tuýp còn gọi là đèn huỳnh quang. Nguyên tắc phát quang của loại đèn này dựa trên cơ sở phóng điện của các chất khí. Sau khi rút chân không người ta nạp vào trong bóng một ít khí argon và thủy ngân. Phía mặt trong ống bôi một ít bột huỳnh quang. Hai điện cực đặt ở hai đầu ống. Hai điện cực đặt ở hai đầu ống. Sơ đồ nối dây đèn tuýp cho trên hình 5.2. Khi dòng điện hai đầu cực của Stác-te có điện thế khá lớn làm cho Stác-te phóng điện, mạch điện được nối liền. Hai điện cực A và B của bóng được đốt nóng. Sự đốt nóng này là cần thiết cho sự phóng điện trong đèn. Khi stác-te đã phóng điện thì điện thế trên hai cực của nó giảm xuống, nhiệt lượng trên stác-te cũng giảm, tiếp điểm của stác-te mở ra. Hiện tượng quá độ trong mạch điện xảy ra làm cho đèn phóng điện từ cực A sang cực B. Các sóng điện từ phóng từ A sang B và ngược lại có tần số lớn, các

song này đập vào màn huỳnh quang ở vách bóng và phát ra các tia bức xạ thứ cấp lần 2 ở các bước sóng này mắt người ta mới cảm thấy được.



**Hình 5.2.** Sơ đồ nối dây đèn tuýp

1. bóng đèn; 2. chấn lưu; 3. Stắcte; 4. tụ điện bù  $\cos\phi$

a) Vai trò của cuộn dây chấn lưu (chấn lưu điện cảm)

Chấn lưu điện cảm cho phép san bằng dạng sóng dòng điện. Dòng điện không còn hình sin nữa

b) Chấn lưu điện tử

Do sự phát triển của kỹ thuật điện tử nên người ta đã nghiên cứu và thay thế các chấn lưu kiểu cuộn dây – lõi thép bằng một mạch bán dẫn nhẹ hơn và tiêu thụ điện năng ít hơn.

Vấn đề cơ bản ở đây là biến đổi tần số từ 50Hz lên khoảng 20kHz bằng bộ chỉnh lưu - nghịch lưu. Chấn lưu điện tử có kích thước nhỏ hơn nhiều so với các loại chấn lưu cuộn dây lõi thép và loại trừ được hiệu ứng nhấp nháy

c) Ưu điểm đèn tuýp:

- Hiệu suất ánh sáng lớn, dùng ở nơi cần độ rọi lớn.
- Tuổi thọ cao
- Diện tích phát quang lớn
- Khi điện áp thay đổi trong phạm vi cho phép, quang thông giảm ít

(1%)

d) Nhược điểm:

- Chế tạo phức tạp, giá thành cao,  $\cos\phi$  thấp

---

- Quang thông phụ thuộc vào nhiệt độ, phạm vi phát quang cũng phụ thuộc nhiệt độ. Khi nhiệt độ dưới 15°C thì stacte làm việc khó khăn.

- Khi đóng điện đèn không sáng ngay.

Ngoài hai loại đèn sợi đốt và huỳnh quang còn dùng các đèn khác như: đèn khí natri áp suất thấp, đèn khí natri áp suất cao, đèn halogen kim loại...

### 3.3. Các loại chao đèn

Chao đèn là bộ phận bao bọc ngoài bóng đèn. Nó được dùng để phân phối lại quang thông của bóng đèn một cách hợp lý và theo yêu cầu nhất định.

Chao đèn còn có tác dụng làm cho mắt khỏi bị chói, bảo vệ cho bóng khỏi va đập, bụi bẩn hoặc khỏi phá huỷ bởi các khí ăn mòn...

Theo cách phân bố quang thông, chao đèn được chia ra làm 3 loại: chao đèn chiếu trực tiếp, chao đèn phản xạ và chao đèn khuếch tán. Chao đèn chiếu trực tiếp có thể tập trung hơn 90% quang thông của nguồn sáng xuống phía dưới. Ngược lại, chao đèn phản xạ tập trung hơn 90% quang thông của nguồn sáng lên phía trên rồi phản xạ trở xuống. Chao đèn khuếch tán tạo ra ánh sáng khuếch tán chứ không thiếu ánh sáng trực tiếp.

## 4. THIẾT KẾ CHIẾU SÁNG DÂN DỤNG

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.

Trình tự thiết kế chiếu sáng dân dụng như sau:

1. Căn cứ vào tính chất của đối tượng cần chiếu sáng, chọn suất phụ tải chiếu sáng  $P_o$  ( $W/m^2$ ) thích hợp, từ đây tính được tổng công suất chiếu sáng cho khu vực có diện tích  $S$  ( $m^2$ ).  $P_{cs} = P_o \cdot S$

2. Chọn loại đèn, công suất đèn  $P_d$ , xác định tổng số bóng đèn cấp lắp trong khu vực:  $n = \frac{P_{cs}}{P_d}$

---

3. Căn cứ vào diện tích cần chiếu sáng, vào số lượng bóng đèn, vào tính chất yêu cầu sử dụng ánh sáng mà chọn cách bố trí đèn thích hợp (bố trí dải đều hay thành rãnh, thành cụm, số lượng bóng trong mỗi cụm...)

4. Vẽ sơ đồ đầu dây từ bảng điện đến từng bóng đèn. Đó là bản vẽ mặt bằng cấp điện chiếu sáng.

5. Vẽ sơ đồ nguyên lý lưới điện chiếu sáng.

6. Lựa chọn và kiểm tra các phần tử trên sơ đồ (Áptomat, cầu chì, thanh cái, dây dẫn).

*Ghi chú:* Trong tính toán chiếu sáng dân dụng đô thị bao gồm cả tính toán thiết kế cho quạt. Trong trường hợp này có 2 cách làm:

- Lấy suất phụ tải cung cho cả chiếu sáng và quạt, sau đó trừ đi công suất quạt (lấy thoe thực tế) tìm được công suất chiếu sáng.

- Lấy riêng suất phụ tải cho chiếu sáng để tính toán thiết kế chiếu sáng, còn quạt lấy theo thực tế, tính toán riêng.

*Ví dụ 5.1.* Yêu cầu thiết kế chiếu sáng cho 1 siêu thị nhỏ, diện tích 10x10m.

### GIẢI

Siêu thị điện thoại yêu cầu mức độ chiếu sáng cao. Chọn suất chiếu sáng;

$$P_o = 30\text{W/m}^2.$$

Tổng công suất cần cấp cho chiếu sáng siêu thị

$$P = P_o \cdot S = 30(10 \times 10) = 3000\text{W}$$

Chọn dùng đèn tuýp dài 1,2m, công suất 40W. Số lượng bóng đèn cần dùng là

$$n = \frac{3000}{40} = 75 \text{ bóng}$$

số lượng này được bố trí thành 5 dãy, mỗi dãy 15 bóng chia làm 3 cụm, mỗi cụm 3 bóng.

## 5. THIẾT KẾ CHIẾU SÁNG CÔNG NGHIỆP

Với các nhà xưởng sản xuất công nghiệp thường là chiếu sáng chung khi cần tăng cường ánh sáng tại điểm làm việc đã có chiếu sáng cục bộ.

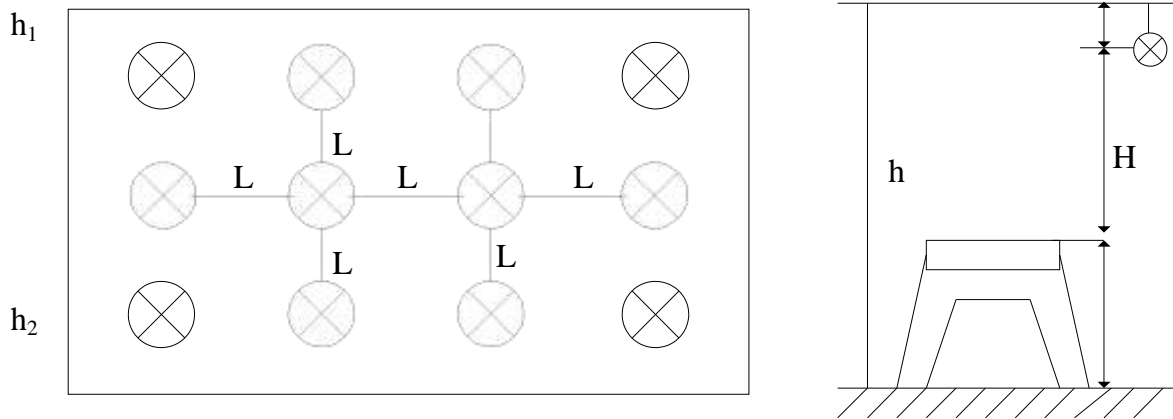
Vì là phân xưởng sản xuất, yêu cầu khá chính xác về độ rọi tại mặt bàn công tác, nên để thiết kế chiếu sáng cho khu vực này thường dùng phương pháp hệ số sử dụng.

Trình tự tính toán theo phương pháp này như sau:



1. Xác định độ treo cao đèn  $H = h - h_1 - h_2$

Trong đó:  $h$  - độ cao của nhà xưởng  
 $h_1$  - khoảng cách từ trần đến bóng đèn  
 $h_2$  - độ cao mặt bàn làm việc



**Hình 5.2.** Bố trí đèn trên mặt bằng và mặt đứng

2. Xác định khoảng cách giữa 2 đèn kề nhau ( $L$ ) theo tỉ số hợp lý  $L/H$  tra theo bảng 5.1

**Bảng 5.1. TỈ SỐ L/H HỢP LÝ CHO CÁC ĐỐI TƯỢNG CHIẾU SÁNG**

Loại đèn và nơi sử dụng	L/H bố trí nhiều Dây		L/H bố trí 1 dây		Chiều rộng giới hạn của nhà xưởng bố trí 1 dây
	Tốt nhất	Max cho Phép	Tốt nhất	Max cho phép	
Chiếu sáng nhà xưởng dùng chao mờ hoặc sắt tráng men	2,3	3,2	1,9	2,5	1,3H
Chiếu sáng nhà xưởng dùng chao vụn năng	1,8	2,5	1,8	2,0	1,2H
Chiếu sáng cơ quan văn phòng	1,6	1,8	1,5	1,8	1,0H

3. Căn cứ vào sự bố trí đèn trên mặt bằng, mặt cắt xác định hệ số phản xạ của tường ( $\rho_{tg}\%$ ), trần ( $\rho_{tr}\%$ ).

4. Xác định chỉ số của phòng (có kích thước  $a \times b$ )

$$\phi = \frac{a \times b}{H(a \times b)}$$

5. Từ  $\rho_{tg}, \rho_{tr}, \phi$  tra bảng tìm hệ số sử dụng  $k_{sd}$

6. Xác định quang thông của đèn

$$F = \frac{k_{dt} E.S.Z}{n.k_{sd}} \quad (\text{lm})$$

Trong đó:  $k_{dt}$  - hệ số dự trữ, tra bảng 5.2

$E$  - độ rọi ( $lx$ ) theo yêu cầu của nhà xưởng

$S$  - diện tích nhà xưởng ( $m^2$ )

$Z$  - hệ số tính toán  $Z = 0,8 \div 1,4$

$n$  - số bóng đèn được xác định chính xác sau khi bố trí đèn trên mặt bằng

7. Tra sổ tay tìm công suất bóng có  $F \geq F$  tính toán tính theo công thức ở bước 6

8. Vẽ sơ đồ cấp điện chiếu sáng trên mặt bằng

9. Vẽ sơ đồ nguyên lý cấp điện chiếu sáng

10. Lựa chọn các phân tử trên sơ đồ nguyên lý.

Bảng 5.2. HỆ SỐ DỰ TRỮ

Tính chất môi trường	Số lần lau bóng ít nhất một tháng	Hệ số dự trữ	
		Đèn tuýp	Đèn sợi đốt
Nhiều bụi khói, tro, mờ hóng	4	2	1,7
Mức khói, bụi, mờ hóng trung bình	3	1,8	1,5
Ít bụi khói, tro, mờ hóng	2	1,5	1,3

Ví dụ 5.2. Yêu cầu thiết kế chiếu sáng cho phân xưởng cơ khí có  $a = 20m$ ,  $b = 50m$ ,  $cao = 4,5m$ ,  $h_2 = 0,8m$ ,  $h_1 = 0,7m$

### GIẢI

1. Xác định số lượng, công suất bóng

Nội dung phần này bao gồm các hạng mục từ 1 đến 7 trong trình tự tính toán nêu trên.

Vì là xưởng sản xuất, dự định dùng đèn sợi đốt  $\cos\phi = 1$

Chọn độ rọi cho chiếu sáng chung là  $E = 30lx$

Độ treo cao đèn

$$H = 4,5 - 0,8 - 0,7 = 3\text{m}$$

Tra bảng đèn sợi đốt, bóng vạng năng có  $L/H = 1,8$ . Xác định được khoảng cách giữa các đèn

$$L = 1,8.H = 1,8.3 = 5,4\text{m}$$

Căn cứ vào bề rộng phòng (20m) chọn  $L = 5\text{m}$

Đèn sẽ được bố trí làm 4 dãy cách nhau 5, cách tường 2,4m tổng cộng 36 bóng, mỗi dãy 9 bóng.

Xác định chỉ số phòng

$$\phi = \frac{a \times b}{H(a \times b)} = \frac{20.50}{3(20 + 50)} \approx 5$$

Lấy hệ số phản xạ tường 50%, trần 30%, tra sổ ta tìm được hệ số sử dụng  $k_{sd} = 0,48$ .

Lấy  $k_{dt} = 1,3$ , hệ số tính toán  $Z = 1,1$  xác định được quang thông mỗi đèn là:

$$F = \frac{k_{dt} E.S.Z}{n.k_{sd}} = \frac{1,3.30.1000.1,1}{36.0,48} = 2483 \text{ (lm)}$$

Tra bảng chọn bóng sợi đốt 200W có  $F = 2528\text{lm}$ .

Tổng công suất chiếu sáng toàn xưởng:

$$P = 36.200 = 7200\text{W} = 7,2\text{kW}.$$

## ***BÀI TẬP CHƯƠNG 5***

**Bài tập 1.** Yêu cầu thiết kế chiếu sáng và quạt cho 1 lớp học kích thước  $8 \times 10\text{m}$ .

**Bài tập 2.** Yêu cầu thiết kế chiếu sáng cho 1 phòng làm việc của văn phòng đại diện nước ngoài kích thước  $4 \times 6\text{m}$ .

**Bài tập 3.** Yêu cầu thiết kế chiếu sáng cho một hội trường có diện tích  $12 \times 20\text{m}$ .

**Bài tập 4.** Yêu cầu thiết kế hệ thống chiếu sáng chung cho phân xưởng may xuất khẩu kích thước  $15 \times 30\text{m}$ . Yêu cầu độ rọi  $100\text{l/x}$ .

## ***TÀI LIỆU THAM KHẢO***

1. Cung cấp điện (NXB KHKT), Nguyễn Xuân Phú, Nguyễn Công Hiến, Nguyễn Bội Khê...
2. Giáo trình cung cấp điện (NXB Đại học và THCN), Nguyễn Công Hiến, Đặng Ngọc Dinh...
3. Mạng cung cấp và phân phối điện (NXB KHKT), Bùi Ngọc Thư
4. Lưới điện và Hệ thống điện (NXB KHKT), Trần Bách
5. Giáo trình cung cấp điện (NXB GD), Ngô Hồng Quang

## PHỤ LỤC

PL1 Trị số trung bình  $k_{sd}$  và  $\cos\phi$  của các nhóm thiết bị điện

Nhóm thiết bị	$k_{sd}$	$\cos\phi$
Nhóm máy gia công kim loại (tiện, cưa, bào, khoan...)	0,2 – 0,4	0,6 – 0,7
- Phân xưởng cơ khí	0,14 – 0,2	0,5 – 0,6
- Phân xưởng sửa chữa cơ khí	0,5 – 0,6	0,7
Nhóm máy phân xưởng rèn	0,25 – 0,35	0,6 – 0,7
Nhóm máy của phân xưởng đúc	0,3 – 0,35	0,6 – 0,7
Nhóm động cơ làm việc liên tục (quạt gió, máy bơm, máy nén khí)	0,6 – 0,7	0,7 – 0,8
Nhóm động cơ làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại (cần trục, cần cẩu...)	0,05 – 0,1	0,4 – 0,5
Nhóm máy vận chuyển làm việc liên tục (băng tải, băng chuyền)	0,6 – 0,7	0,65 – 0,75
Nhóm lò điện (lò điện trở, lò sấy)		
- Lò điện trở làm việc liên tục	0,7 – 0,8	0,9 – 0,95
- Lò cảm ứng	0,75	0,3 – 0,4
Lò cao tần	0,5 – 0,6	0,7
Nhóm máy hàn		
- Biến áp hàn hồ quang	0,3	0,35
- Thiết bị hàn hơi, hàn đường, nung tán đỉnh	0,35 – 0,4	0,5 – 0,6
Nhóm máy dệt	0,7 – 0,8	0,7 – 0,8

PL2. Trị số trung bình  $k_{nc}$  và  $\cos\phi$  của các phân xưởng

Tên phân xưởng	$k_{nc}$	$\cos\phi$
Phân xưởng cơ khí lắp ráp	0,3 – 0,4	0,5 – 0,6
Phân xưởng nhiệt luyện	0,6 – 0,7	0,7 – 0,9
Phân xưởng rèn, dập	0,5 – 0,6	0,6 – 0,7
Phân xưởng đúc	0,6 – 0,7	0,7 – 0,8
Phân xưởng sửa chữa cơ khí	0,2 – 0,3	0,5 – 0,6
Phân xưởng nhuộm, tẩy, hấp	0,65 – 0,7	0,8 – 0,9
Phân xưởng nén khí	0,6 – 0,7	0,7 – 0,8
Phân xưởng mộc	0,4 – 0,5	0,6 – 0,7
Phòng thí nghiệm, nghiên cứu khoa học	0,7 – 0,8	0,7 – 0,8
Nhà hành chính, quản lý	0,7 – 0,8	0,8 – 0,9

PL3. Trị số trung bình  $T_{max}$  và  $\cos\phi$  của các xí nghiệp

Tên phân xưởng	$T_{max}(h)$	$\cos\phi$
Xí nghiệp cơ khí chế tạo máy	4500 – 5000	0,6 – 0,7
Xí nghiệp chế tạo bông bi	5000 – 5500	0,7 – 0,75
Xí nghiệp chế tạo dụng cụ	3000 – 4000	0,62 – 0,7
Xí nghiệp gia công gỗ	3000 – 3500	0,65 – 0,7
Xí nghiệp hoá chất	5500 – 6000	0,8 – 0,84
Xí nghiệp đường	1800 – 5200	0,7 – 0,8
Xí nghiệp luyện kim	5000 – 5500	0,75 – 0,88
Xí nghiệp bánh kẹo	5000 - 5300	0,7 – 0,75
Xí nghiệp ô tô máy kéo	4000 – 4500	0,72 – 0,8
Xí nghiệp in	3000 – 3500	0,75 – 0,82
Xí nghiệp dệt	4800 – 5500	0,7 – 0,8

## MỤC LỤC

<i>Lời nói đầu</i>	<i>Trang</i>
<b>KHÁI NIỆM VỀ HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN</b>	
1. Lưới điện và lưới cung cấp điện	4
2. Những yêu cầu đối với phương án cung cấp điện	4
3. Một số ký hiệu trên sơ đồ cấp điện	6
<b>Chương 1: TÍNH TOÁN PHỤ TẢI ĐIỆN</b>	<b>8</b>
1.1. Khái niệm chung	8
2.2. Xác định phụ tải điện khu vực nông thôn	8
2.3. Xác định phụ tải điện khu vực công nghiệp	13
<b>BÀI TẬP CHƯƠNG 1</b>	<b>19</b>
<b>Chương 2: TÍNH TOÁN TỶ SỐ TỶ THẤT ĐIỆN ÁP, TỶ THẤT CÔNG SUẤT, ỔN THẤT ĐIỆN NĂNG</b>	
2.1. Sơ đồ thay thế lưới cung cấp điện	21
2.2. Tính toán tổn thất điện áp	24
2.3. Tính toán tổn thất công suất	29
<b>BÀI TẬP CHƯƠNG 2</b>	<b>35</b>
<b>Chương 3: LỰA CHỌN CÁC THIẾT BỊ ĐIỆN TRONG LƯỚI CUNG CẤP ĐIỆN</b>	
3.1. Lựa chọn máy biến áp	36
3.2. Lựa chọn máy cắt điện	39
3.3. Lựa chọn cầu chì, dao cách ly	42
3.4. Lựa chọn aptômát	49
3.4. Lựa chọn dây dẫn và cáp	50
<b>BÀI TẬP CHƯƠNG 3</b>	<b>57</b>
<b>Chương 4. CHIẾU SÁNG CÔNG NGHIỆP</b>	
4.1. Hệ số công suất và ý nghĩa của việc nâng cao hệ số công suất	58
4.2. Các biện pháp nâng cao hệ số $\cos\phi$ tự nhiên	61
4.3. Các biện pháp nâng cao hệ số $\cos\phi$ nhân tạo	64
4.4. Xác định dung lượng bù	65
4.5. Phân phối dung lượng bù trong mạng điện	67
	70
<b>TÍNH TOÁN CHIẾU SÁNG</b>	
5.1. Khái niệm chung về chiếu sáng	71
5.2. Một số đại lượng dùng trong tính toán chiếu sáng.	71
5.3. Các loại đèn	73
5.4. Thiết kế chiếu sáng dân dụng	76
5.5. Thiết kế chiếu sáng công nghiệp	77
	80