

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
VIỆN ĐIỆN
Bộ môn Hệ thống điện

HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN

EE3423

DÀNH CHO HỆ ĐÀO TẠO CHÍNH QUI



Đề cương môn học

2

- *Giới thiệu chung*
- *Chương 1:* Tổng quan về hệ thống cung cấp điện
- *Chương 2:* Xác định phụ tải điện
- *Chương 3:* Các sơ đồ và kết cấu hệ thống cung cấp điện
- *Chương 4:* Phân tích kinh tế - kỹ thuật trong cung cấp điện
- *Chương 5:* Tính toán về điện trong hệ thống cung cấp điện
- *Chương 6:* Tính toán ngắn mạch trong hệ thống cung cấp điện
- *Chương 7:* Lựa chọn các thiết bị điện
- *Chương 8:* Bù công suất phản kháng
- *Chương 9:* Bảo vệ rơle trong hệ thống cung cấp điện



Điều kiện hoàn thành học phần

3

- Lý thuyết:
 - ▶ Tham dự lớp đầy đủ
- Thi giữa kỳ
 - ▶ Thi viết (trọng số 30%)
- Thi cuối kỳ
 - ▶ Thi viết (trọng số 70%)



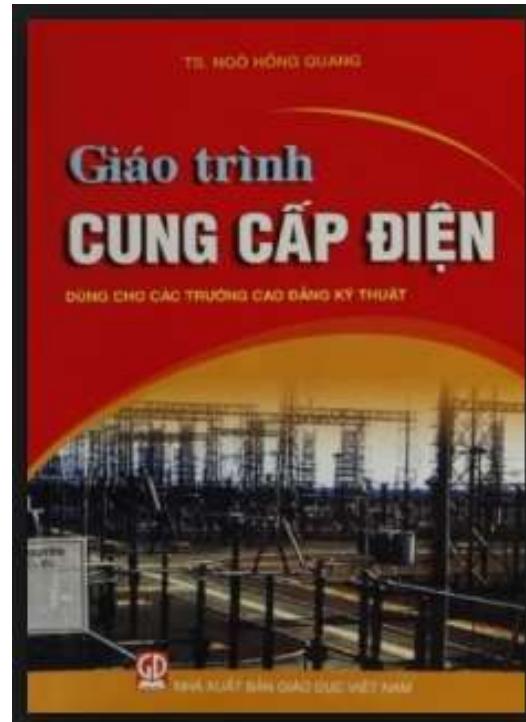


Tài liệu môn học

4

Tài liệu môn học

1. Giáo trình cung cấp điện – Tác giả: TS. Ngô Hồng Quang
2. Bài giảng môn học: Hệ thống cung cấp điện



Kiến thức cơ bản

Sinh viên có khả năng thiết kế, vận hành hệ thống điện ($U \leq 35kV$)

- + Cung cấp điện cho khu công nghiệp
- + Cung cấp điện cho Quận, huyện, xã, thôn
- + Cung cấp điện cho Bệnh viện, trường học, tòa nhà ...

Chương 01

Tổng quan về hệ thống cung cấp điện

1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

1.2 Lưới cung cấp điện

1.3 Các yêu cầu khi thiết kế lưới cung cấp điện

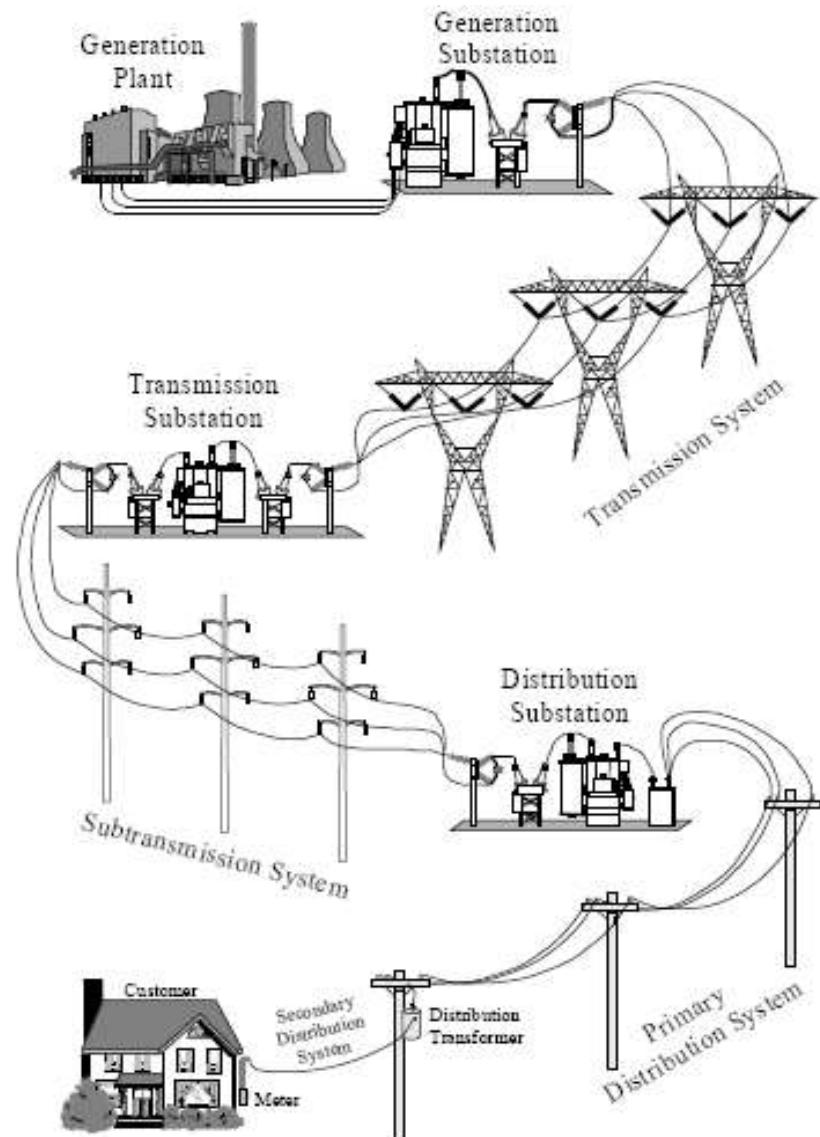


1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

6

- Các khái niệm chung

- **Hệ thống điện:** là tập hợp các thiết bị điện (nhà máy, trạm biến áp, đường dây,) được nối với nhau thành hệ thống làm nhiệm vụ sản xuất, truyền tải và phân phối điện.
- **Lưới điện (mạng điện):** là tập hợp các trạm biến áp, trạm phân phối, các đường dây liên kết với nhau làm nhiệm vụ liên kết giữa các nguồn điện và tải điện năng từ nguồn đến các phụ tải.
- **Phụ tải:** là các thiết bị tiêu thụ điện năng để biến đổi thành các dạng năng lượng khác.



Hệ thống điện = Nguồn điện + Lưới điện + Phụ tải điện



1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

7

- *Các đặc điểm công nghệ của hệ thống điện*
 - Điện năng nhìn chung không tích trữ được.
 - Điện năng được tạo ra từ các nguồn năng lượng khác.
 - Các quá trình điện xảy ra rất nhanh.
 - Các chế độ của hệ thống điện là các quá trình động, liên tục thay đổi theo thời gian như các thông số vận hành, nhu cầu phụ tải.
 - Quan hệ chặt chẽ với tất cả các ngành của nền kinh tế



1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

8

- *Các vấn đề cơ bản của hệ thống điện*
 - Tần số cần giữ ổn định → Cần giữ cân bằng công suất.
 - Các số liệu vận hành U, I, S cần được giữ trong một dải giá trị.
 - Phụ tải của lưới điện sẽ thay đổi về cả thời gian và không gian
→ Cần dự báo phụ tải
 - Cần có hệ thống điều khiển và bảo vệ để đáp ứng kịp với tốc độ thay đổi của các thông số vận hành lưới



1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

9

- *Các yêu cầu cơ bản đối với hệ thống điện:*
 - Tin cậy:
 - Đáp ứng được tối đa nhu cầu phụ tải cực đại ở bất cứ thời điểm nào.
 - Bao phủ phạm vi cần cấp điện
 - Vận hành chắc chắn của các phần tử
 - An toàn: cho cả người và thiết bị
 - Chất lượng: Đảm bảo chất lượng điện năng (U, f).
 - Có tính kinh tế cao.
 -

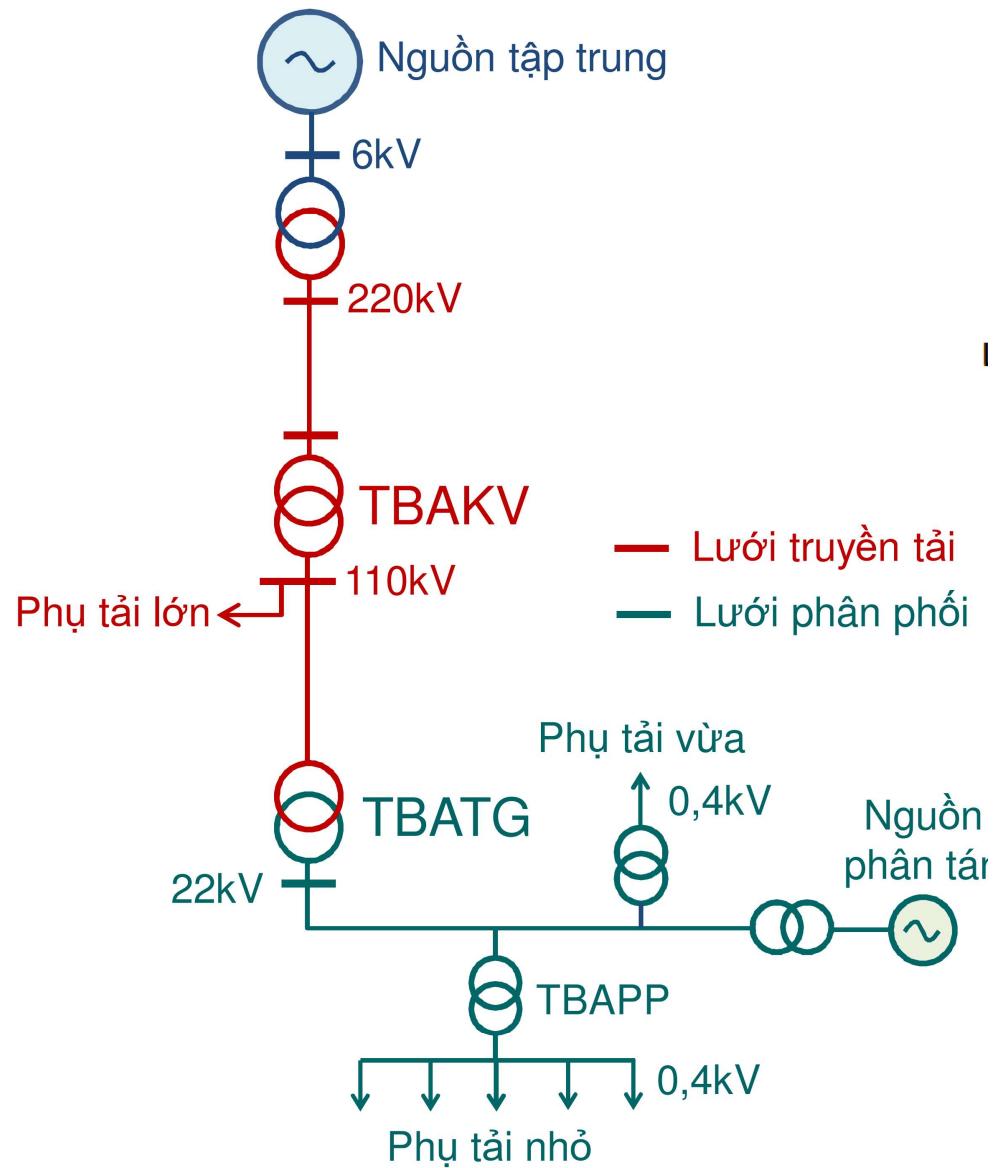
Trong quá trình thiết kế và vận hành HTĐ cần cân nhắc đến yêu cầu thực tế để phối hợp hài hòa giữa các yêu cầu.



1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

10

- Kết cấu chung của hệ thống điện:
Hệ thống điện gồm các khâu chính sau đây:
 - Sản xuất điện năng: Tại nguồn điện gồm các nhà máy điện.
 - Truyền tải, phân phối điện năng: Các hệ thống lưới truyền tải và phân phối điện.
 - Tiêu thụ điện năng: Các hộ tiêu thụ điện năng.





1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

11

Một số ký hiệu sử dụng

- Lưới điện
 - Nguồn (DC, AC)
 - Đường dây (trên không, cáp, thanh cáp)
 - Máy biến áp
 - Máy cắt
 - Cầu giao
 - Cầu chì
 - Thiết bị đo lường (điện áp, dòng điện, công suất, hệ số công suất)
 - Phụ tải (bóng đèn, động cơ)

Bảng 1.2. Một số ký hiệu thông dụng trong thiết kế cấp điện

Thứ tự	Tên các phần tử trên sơ đồ	Ký hiệu
1	Hệ thống điện	H • (H)
2	Máy phát điện	(F) ~
3	Trạm biến áp (TBA)	▲
4	Trạm phân phối, trạm đóng cát (TPP)	■■■■
5	Máy biến áp (MBA)	HOOH ○○○○
6	Máy cắt điện (MC)	—□— —×—
7	Trạm biến điện áp (BU hoặc VT)	HOO H○
8	Trạm biến dòng điện (BI hoặc CT)	—ℳ— —○—
9	Dao cách ly (DCL)	—/—
10	Cầu chì (CC) và cầu chì tự rơi (CCTD)	—□— —□□—
11	Chống sét van (CSV)	→→■■■■←
12	Tụ bù công suất phản kháng	—△—
13	Áp tõ mát	—×— —×—*
14	Thanh cáp, cáp, nối đất	— □ — □ — □ —
15	Khởi động từ, động cơ, bóng đèn	□ (D) ⊗



1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

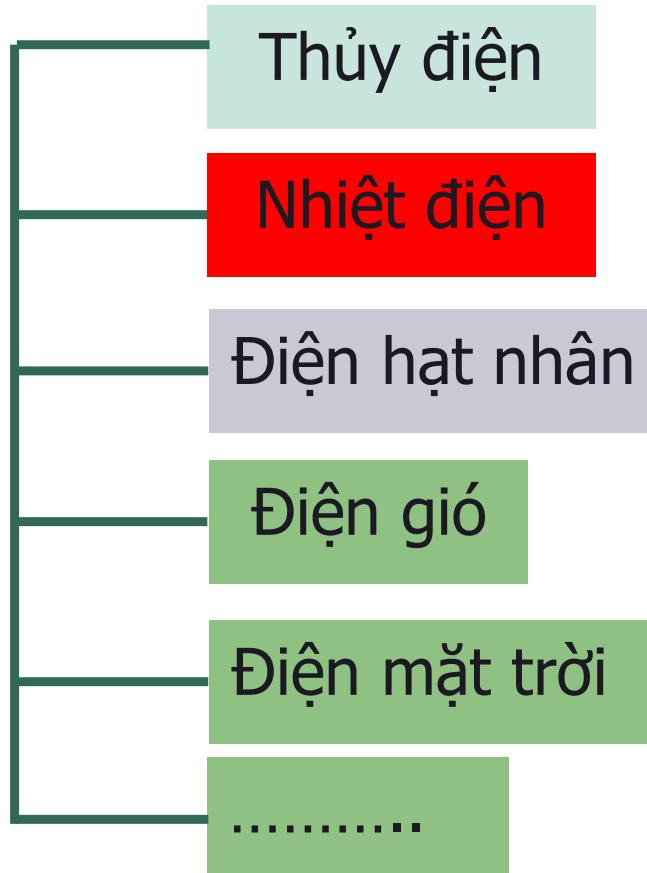
12

1) Nguồn điện

Sản xuất điện năng từ các dạng năng lượng sơ cấp khác nhau

Nhà máy điện

(Dựa vào dạng năng lượng sơ cấp)



- Trong các dạng nguồn điện, nhiệt điện và thủy điện vẫn là những nguồn chính, chiếm tỷ lệ lớn về điện năng phát triển trên thế giới.



1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

13

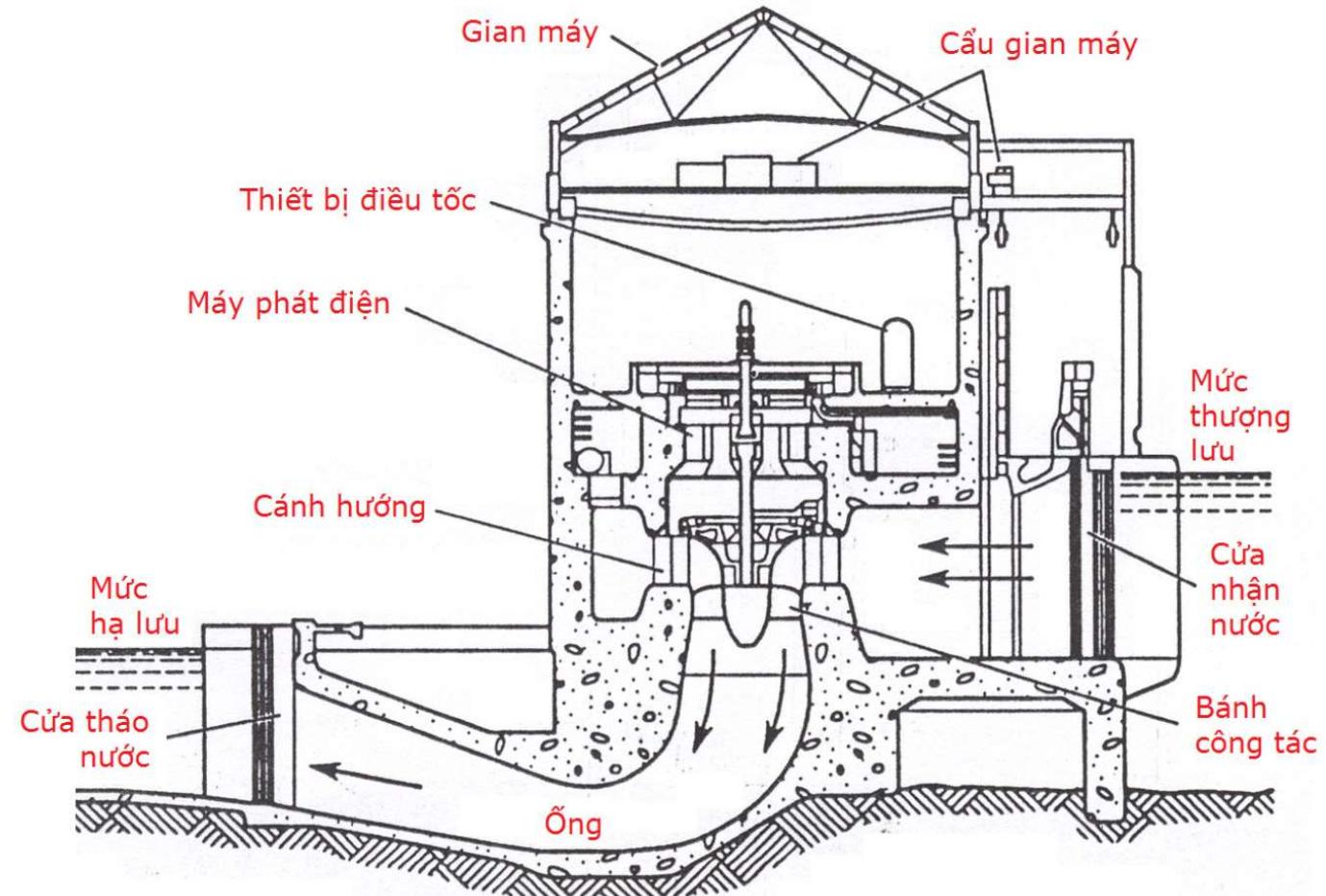
1) Nguồn điện

Thủy điện

Thể năng nước

Quay tua bin

Máy phát điện





1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

14

1) Nguồn điện

Thủy điện

- **Công suất của nhà máy thủy điện**

$$P = 9.81 \eta Q H$$

P: Công suất (kW)

η: hiệu suất của nhà máy

Q: Lưu lượng nước chảy (m^3/s)

H: Chiều cao cột nước (m)

- **Phân loại**
 - Nhà máy thủy điện kiểu đập.
 - Nhà máy thủy điện tích năng.
 - Nhà máy thuỷ điện kiểu ống dẫn.



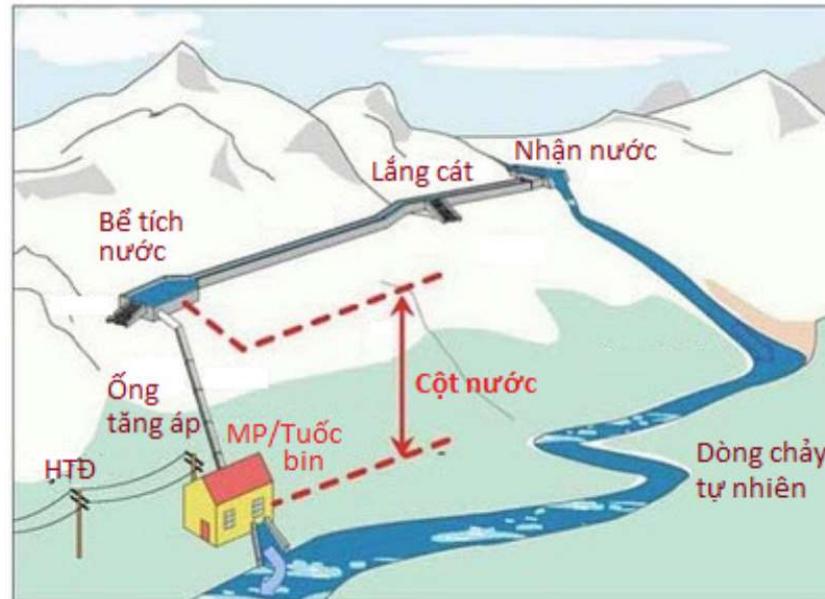
1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

15

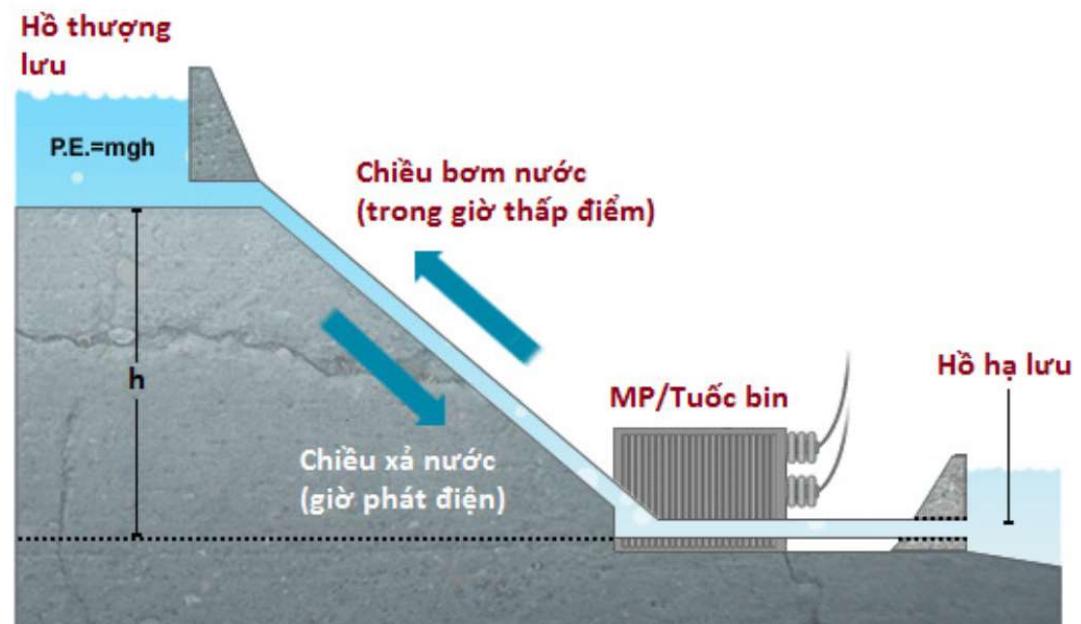
1) Nguồn điện

Thủy điện

- Nhà máy thủy điện kiểu ống dẫn.



- Nhà máy thủy điện kiểu đập.





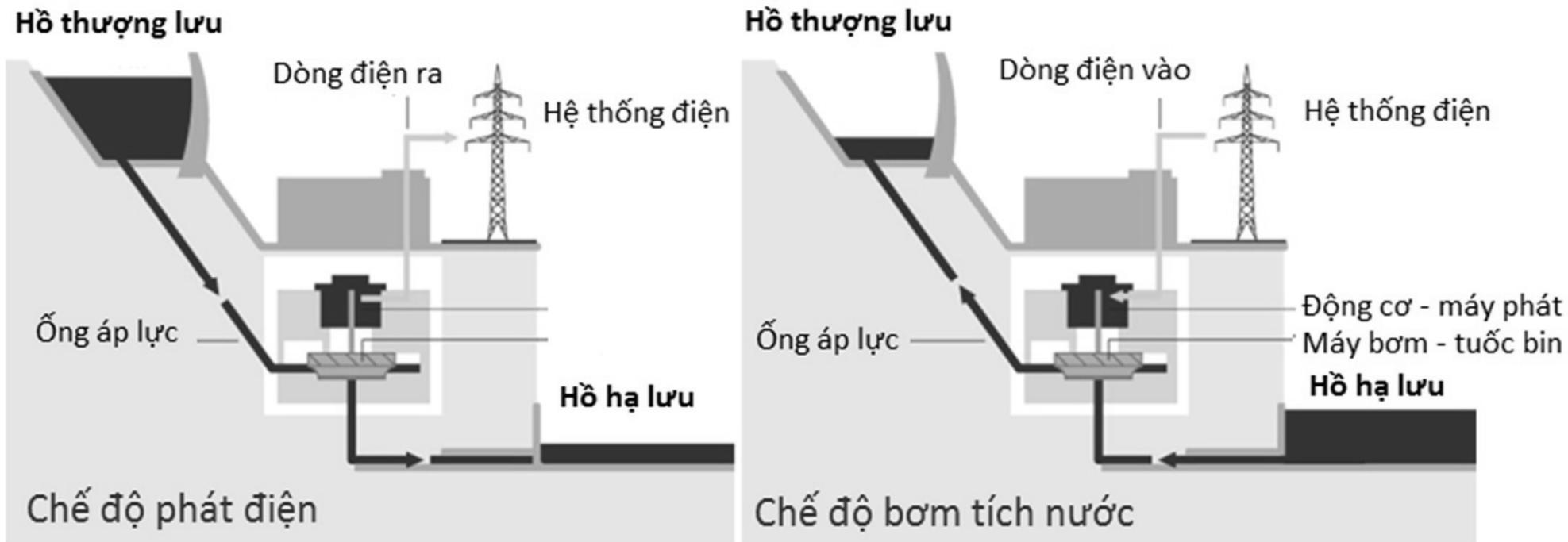
1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

16

1) Nguồn điện

Thủy điện

- Nhà máy thủy điện kiểu tích năng





1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

17

1) Nguồn điện

Thủy điện

- *Ưu điểm:*
 - + Chi phí vận hành thấp, vận hành đơn giản, khả năng tự động hóa cao, không cần nhiều nhân công nên giá thành điện năng thấp.
 - + Khả năng huy động công suất nhanh ($1 \div 2\text{ph}$) => có thể phân cho vài nhà máy thủy điện hoặc vài tổ máy của chúng làm nhiệm vụ điều tần (gánh phụ tải đỉnh). Hiệu suất cao $85\div90\%$
 - + Lượng điện tự dùng thấp do không có lò hơi và khâu xử lý nhiên liệu.
 - + Không gây ô nhiễm.
 - + Nhà máy thủy điện kiểu đập còn mang đến nhiều nguồn lợi khác như điều tiết nước phục vụ thủy lợi, nuôi bắt thủy sản, cải tạo cảnh quan môi trường, du lịch.



1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

18

1) Nguồn điện

Thủy điện

- *Nhược điểm:*
 - Giá thành xây dựng đắt do ngoài chi phí xây dựng nhà máy còn có chi phí xây dựng các đường dây cao áp đưa điện từ nhà máy vào lưới, chi phí để di dân .
 - Thời gian xây dựng lâu (10-20 năm).
 - Thường phải xây dựng xa vùng phụ tải nên tổn thất trên hệ thống truyền tải lớn.
 - Nguồn nước cung cấp cho các nhà máy thủy điện (từ các dòng chảy tự nhiên) thay đổi theo thời gian (phụ thuộc khí hậu, thời tiết) => gặp khó khăn trong việc xây dựng phương án điều tiết tối ưu.
 - Gây ảnh hưởng bất lợi đến môi trường sinh thái.

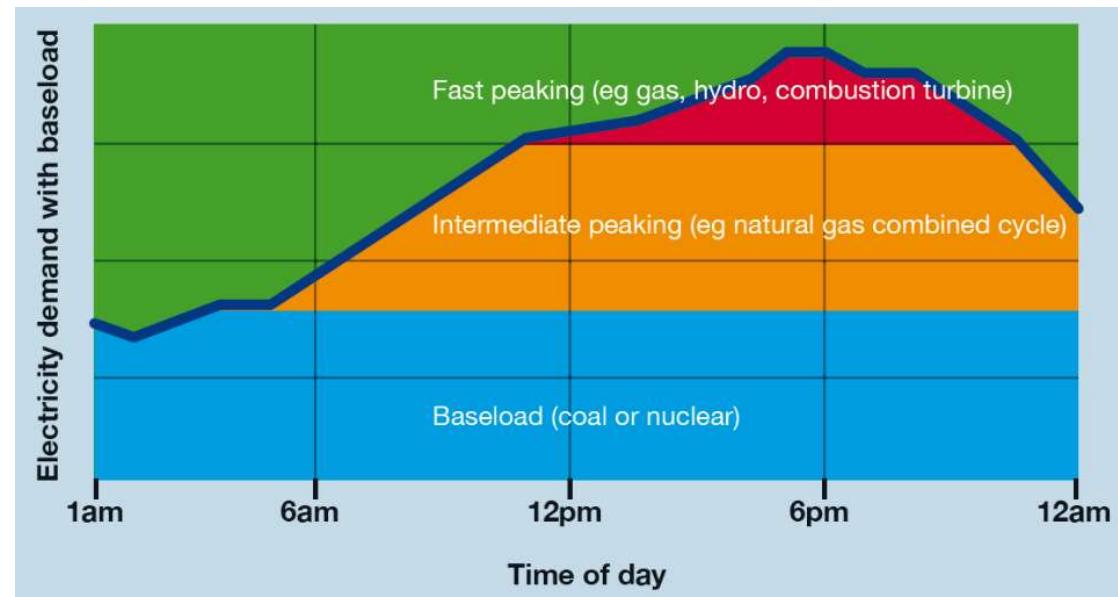


1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

19

1) Nguồn điện

Thủy điện



- *Kết luận:*
 - Xây dựng trên các dòng sông có độ lớn cao và chảy mạnh.
 - Đô thị phụ tải tự do, phần đỉnh và đáy đô thị (tần số và thủy lợi).
 - Tham gia phần đỉnh và phần đáy của ĐTPT hệ thống: phần đỉnh chạy với mục đích điều tần, phần đáy chạy với mục đích đảm bảo các yêu cầu thủy năng tối thiểu (cho giao thông, tưới tiêu)
 - Điều tiết thủy lợi, lũ lụt khi thiết kế nhà máy.
 - *Việc xây dựng NMTĐ cẩn cân nhắc kỹ tiềm năng thủy điện, đánh giá tác dụng trị thủy và nên có kế hoạch xây dựng và khai thác dài hạn.*



1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

20

1) Nguồn điện

Nhiệt điện



- Phân loại
 - Dạng nhiên liệu:
 - NMND chạy than (nhiên liệu là than)
 - NMND chạy khí (nhiên liệu là khí gas)
 - NMND diesel (nhiên liệu là dầu)
 - Theo phụ tải:
 - NMND ngưng hơi;
 - NMND rút hơi.

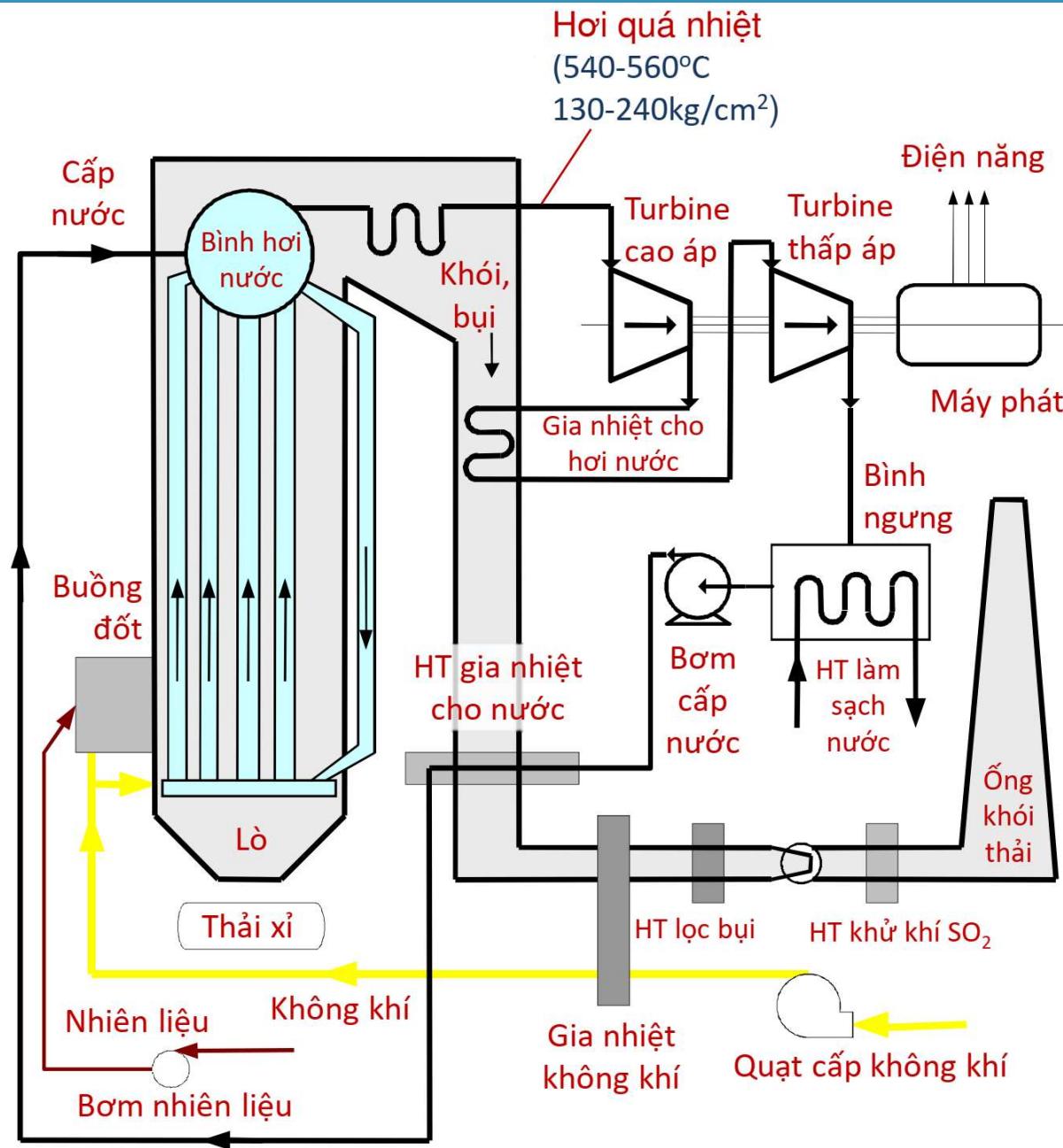


1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

21

1) Nguồn điện

Nhiệt điện





1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

22

1) Nguồn điện

Nhiệt điện

- **Ưu điểm**
 - + Vốn đầu tư thấp, hiệu quả thu hồi vốn nhanh.
 - Giá thành điện năng đắt do hiệu suất thấp (nhà máy nhiệt điện ngưng hơi có hiệu suất $30 \div 40\%$; nhà máy nhiệt điện trích hơi có hiệu suất cao hơn với hiệu suất là $60 \div 70\%$).
- **Nhược điểm**
 - Nhiên liệu đầu vào là loại nhiên liệu không tái tạo được.
 - Gây ô nhiễm môi trường do khói, bụi ảnh hưởng tới một vùng khá rộng.
 - Tỉ lệ điện tự dùng cao: $8 \div 10\%$
 - Khả năng huy động công suất chậm, từ 4h đến 8h.
 - Dải điều chỉnh công suất bị giới hạn bởi P_{min} do kỹ thuật.
 - Cần nhiều nhân công lao động.



1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

23

1) Nguồn điện

Nhiệt điện

- **Kết luận:**
 - Nhà máy nhiệt điện thường được xây dựng ở gần nguồn nhiên liệu.
 - Nhà máy nhiệt điện thường làm việc với đồ thị phụ tải ít thay đổi.
 - Đối với nhiệt điện rút hơi thì phải xây dựng gần phụ tải nhiệt.
 - Nhà máy nhiệt điện phù hợp với điều kiện không có nhiều vốn và cần phát điện nhanh.
 - Yêu cầu an toàn với các nhà máy điện hạt nhân.



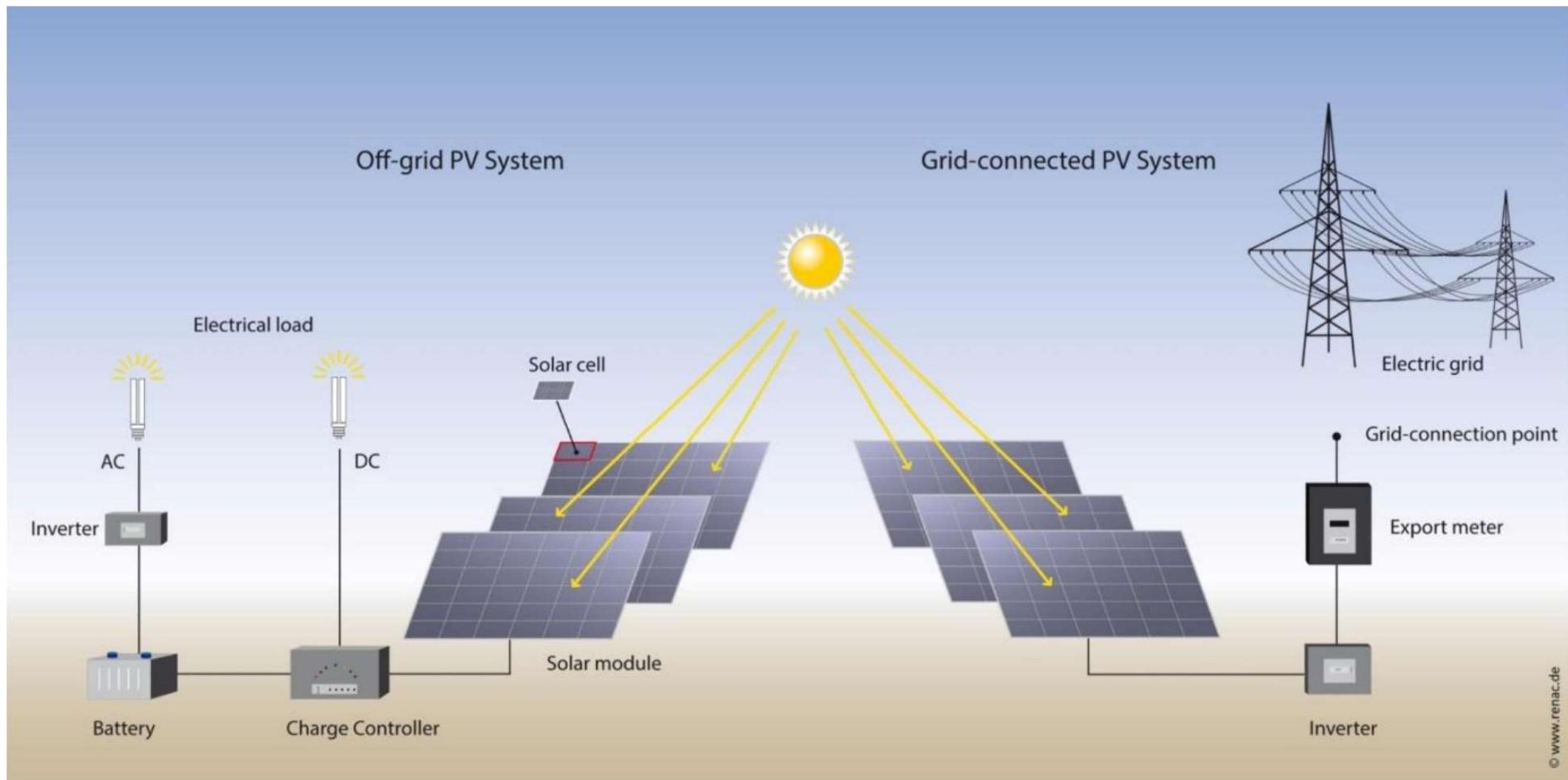
1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

24

1) Nguồn điện

Điện mặt trời

- Công nghệ quang điện dùng các tấm photovoltaics (PV)



Overview of off-grid (left) and grid-connected (right) PV systems. (Source: RENAC)



1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

25

1) Nguồn điện

Điện mặt trời

- Công nghệ quang điện dùng các tấm photovoltaics (PV)





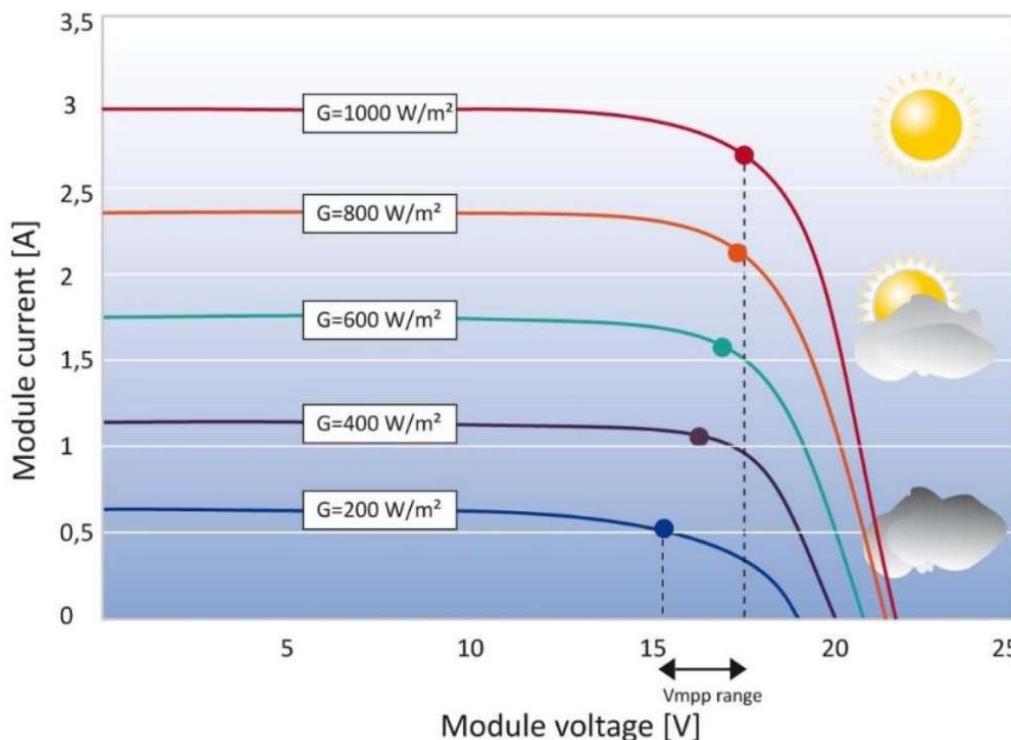
1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

26

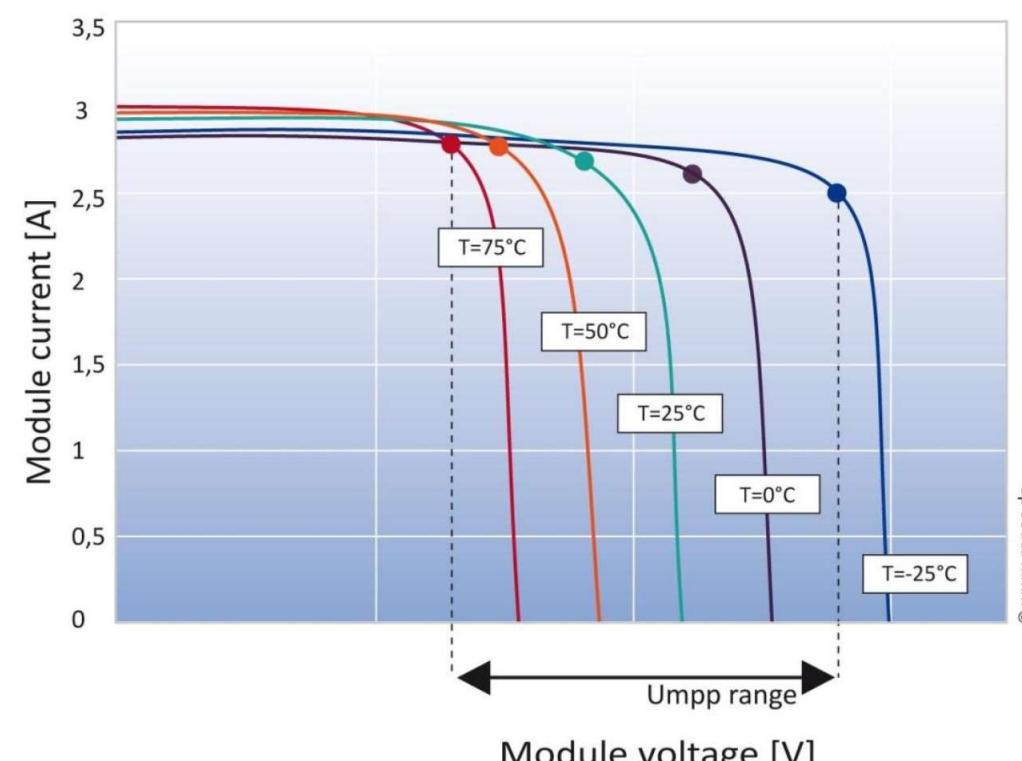
1) Nguồn điện

Điện mặt trời

- Công nghệ quang điện dùng các tấm photovoltaics (PV)



Solar irradiance dependent I-V curve (Source: RENAC)



Temperature dependent I-V curve (Source: RENAC)



1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

27

1) Nguồn điện Điện mặt trời

- Công nghệ tập trung nhiệt mặt trời (CSP – concentrated solar power)
- Dùng máng hình parabol (parabolic trough) để tập trung năng lượng mặt trời





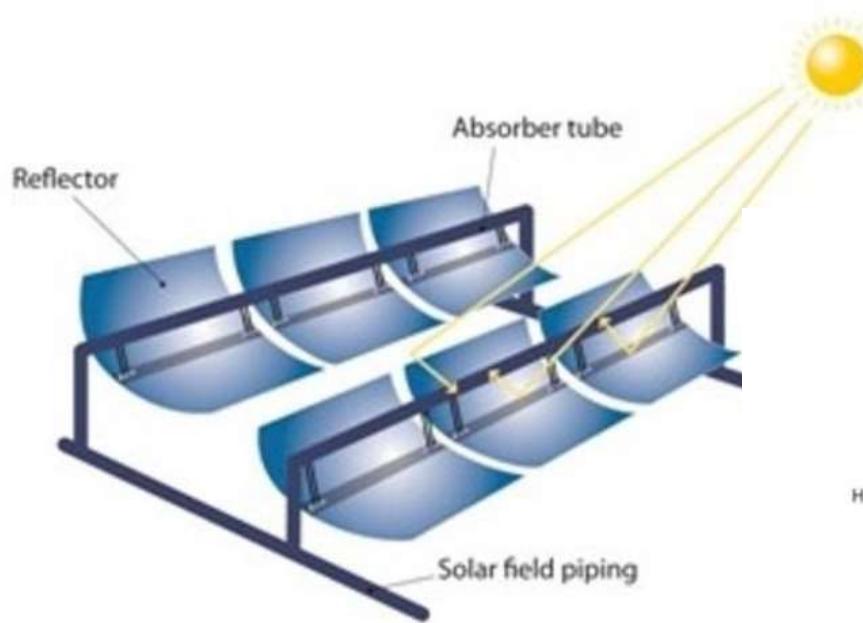
1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

28

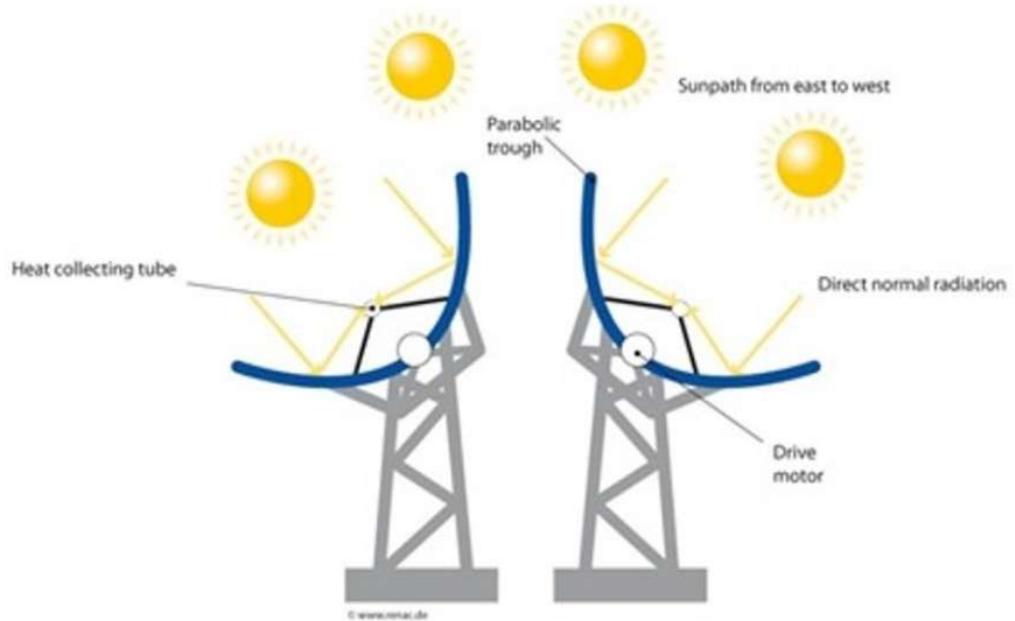
1) Nguồn điện

Điện mặt trời

- Công nghệ tập trung nhiệt mặt trời (CSP – concentrated solar power)



Operation of a parabolic trough collector (source: RENAC)



The parabolic trough tracks the sun throughout the day (source: RENAC)



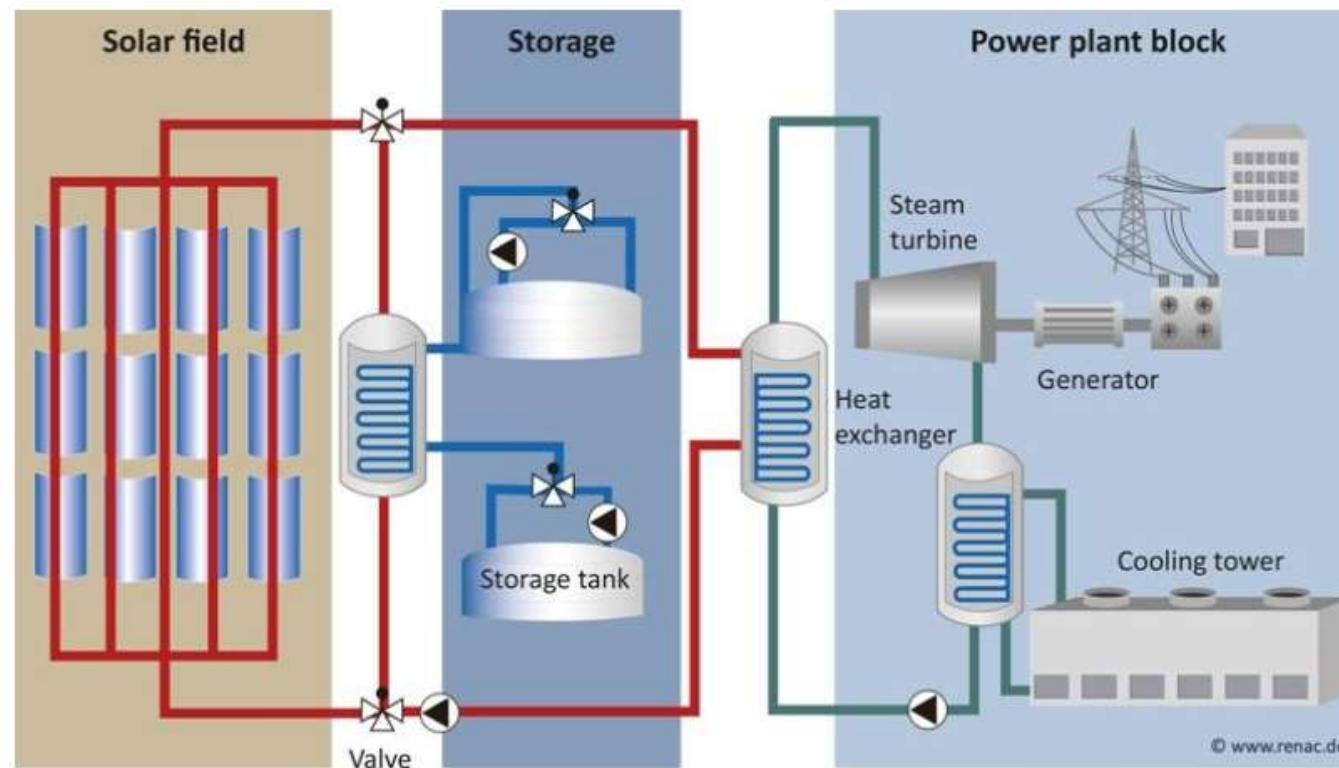
1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

29

1) Nguồn điện

Điện mặt trời

- Công nghệ tập trung nhiệt mặt trời (CSP – concentrated solar power)



Typical plant schematic for a parabolic trough plant with thermal storage (source: RENAC)



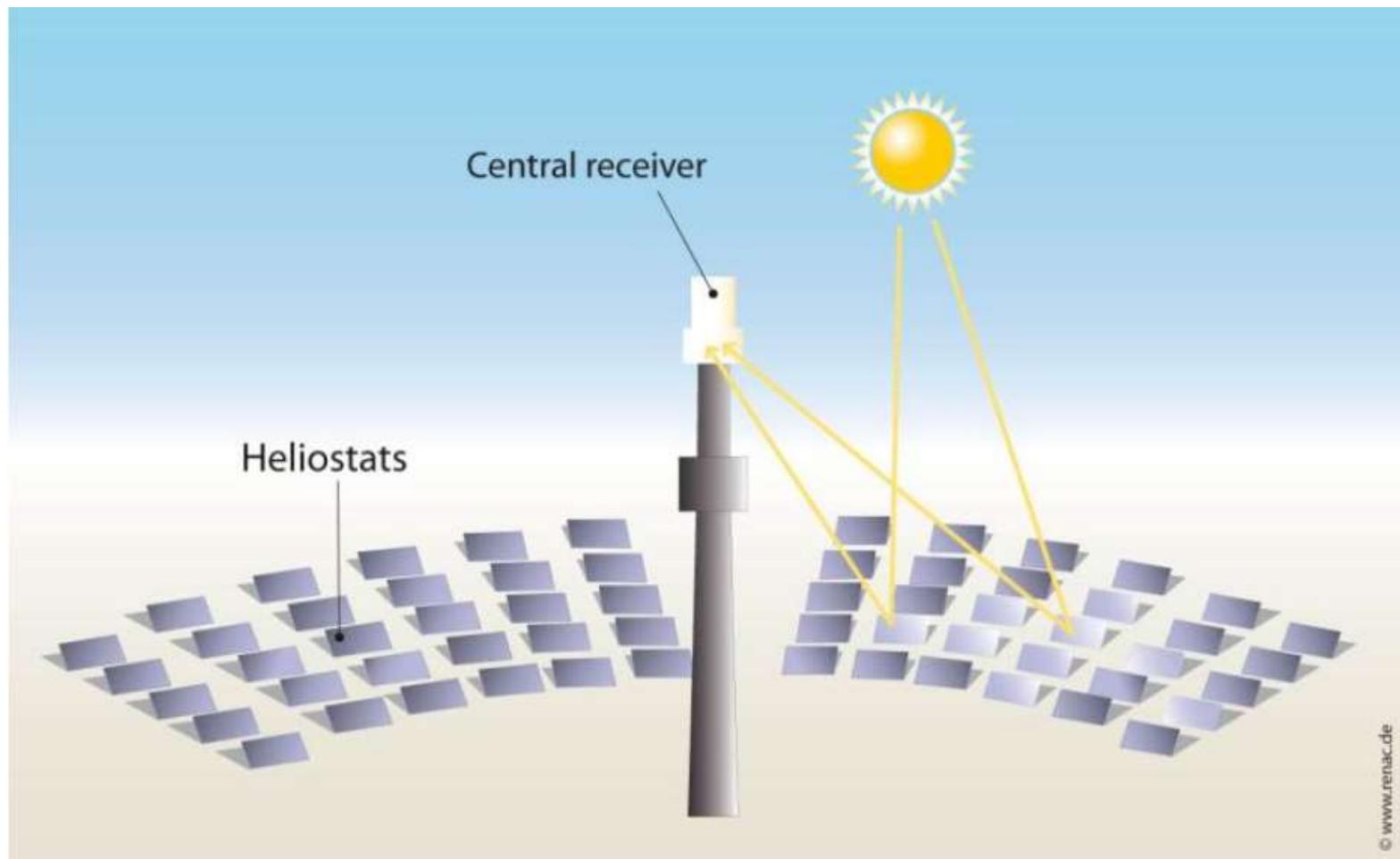
1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

30

1) Nguồn điện

Điện mặt trời

- Công nghệ tập trung nhiệt mặt trời (CSP – concentrated solar power)
 - Dùng tháp năng lượng mặt trời (solar tower) để tập trung năng lượng mặt trời



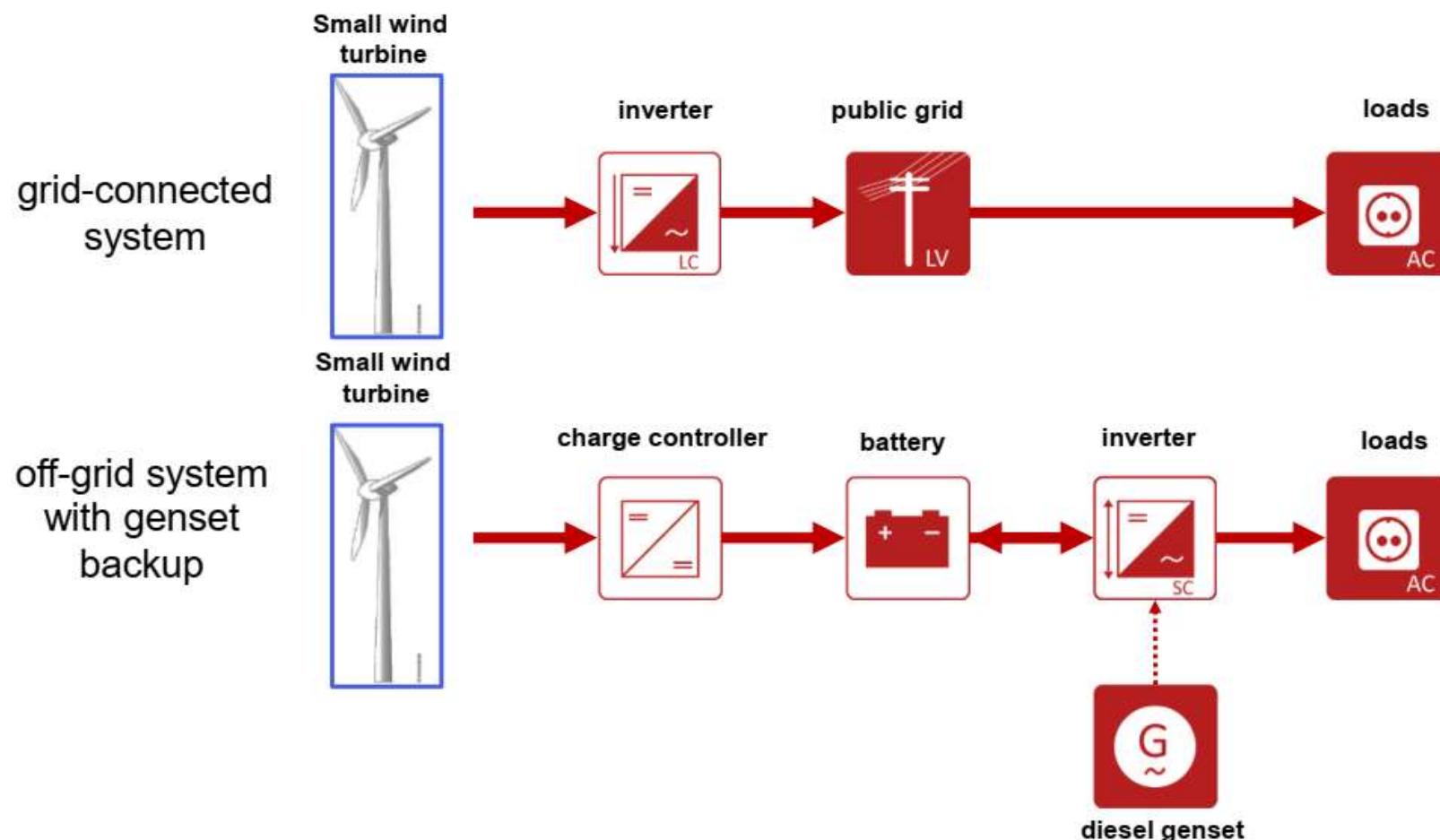


1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

31

1) Nguồn điện

Điện gió





1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

32

2) Lưới điện

Tập hợp các **trạm biến áp**, **trạm phân phối**, các **đường dây** làm nhiệm vụ **truyền tải** và **phân phối** điện năng đến hộ tiêu thụ điện

- Lưới điện Việt Nam có nhiều cấp điện áp (8 cấp):
0,4(kV), 6(kV), 10(kV), 22(kV), 35(kV), 110(kV), 220 (kV), 500(kV)
- Cấp điện áp thiết kế $U_{đm}$ (kV) phụ thuộc vào **chiều dài L (km)** và **công suất** truyền tải **P(kW)**



1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

33

2) Lưới điện

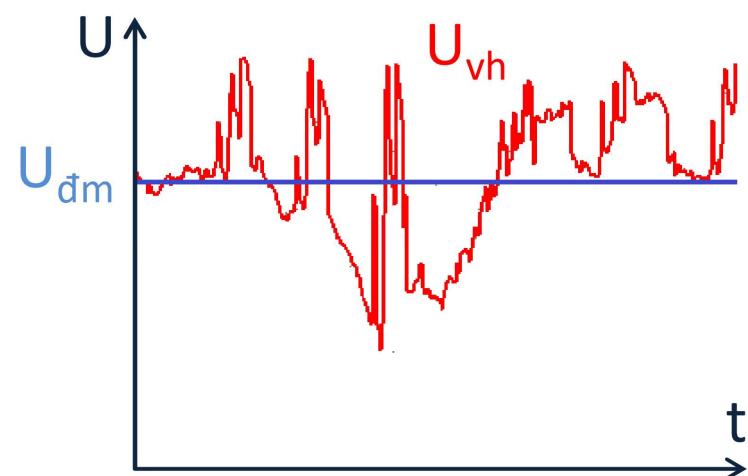
- Chọn điện áp tải điện tối ưu thường gấp khi thiết kế cung cấp điện cho một phụ tải.

$$U = 4,34 \cdot \sqrt{L + 16 \cdot P}$$

$$U = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{L} + \frac{2500}{P}}}$$

- Công suất truyền tải (P, MW)
- Chiều dài (L, km)
- VD: L = 20km, P = 2MW, U=?

- Note:
 - Phân biệt $U_{đm}$ và U_{vh} .
 $0,9 U_{đm} \leq U_{vh} \leq 1.1 U_{đm}$
 - Điện áp lưới điện thường là điện áp dây, chỉ trừ lưới hạ áp có xét cả điện áp dây và điện áp pha





1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

34

2) Lưới điện

Phân loại lưới điện

▪ Theo cấp điện áp U (kV)

Lưới điện Việt Nam có nhiều cấp điện áp (8 cấp):

0,4(kV), 6(kV), 10(kV), 22(kV), 35(kV),

110(kV), 220 (kV), 500(kV)

Hạ áp

Trung áp

Cao áp

Siêu cao áp

Lưới CCD

Lưới TT

▪ Theo tính chất phu tải

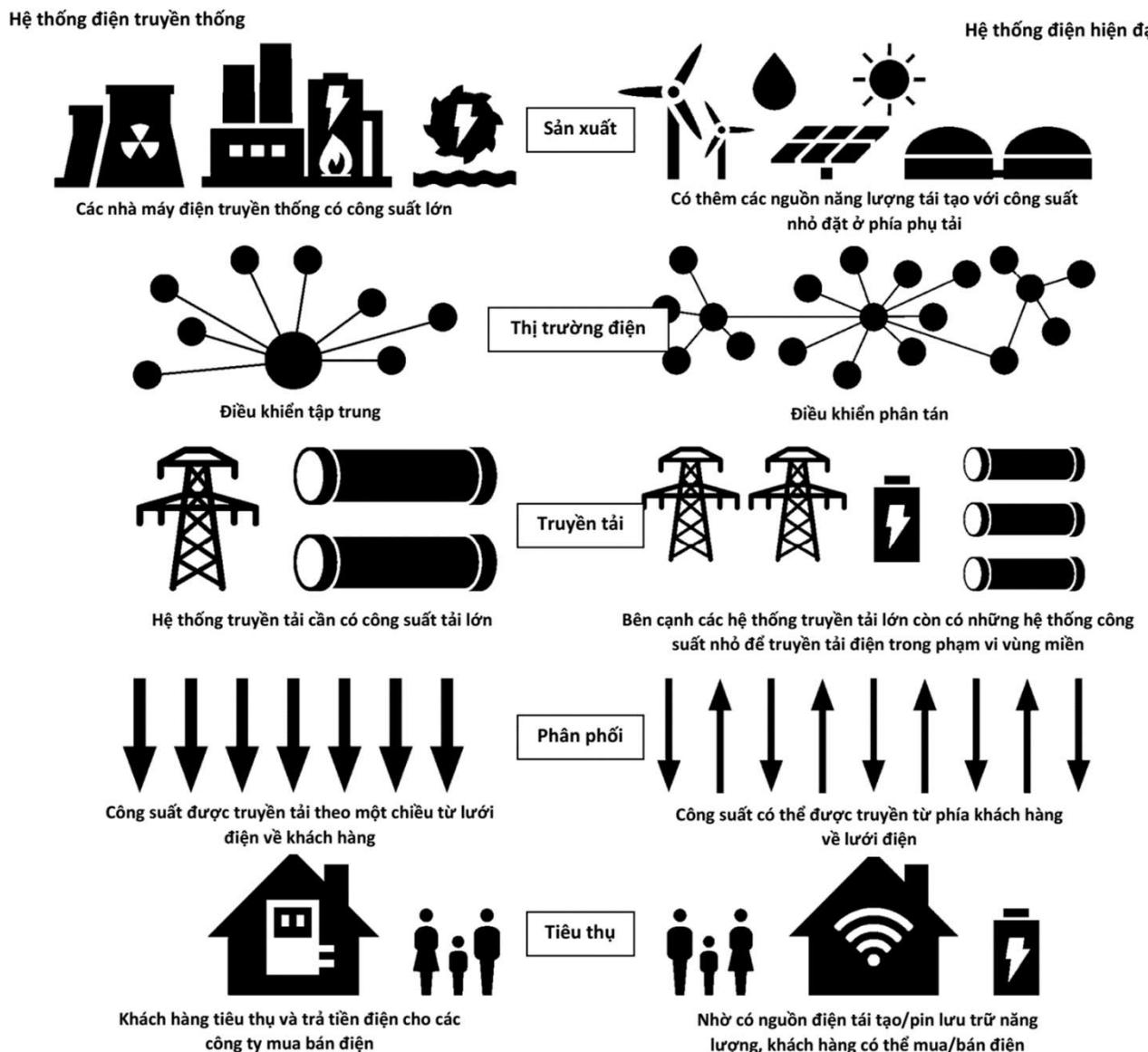
- *Lưới điện công nghiệp:* Cung cấp điện cho 1 khu công nghiệp, nhà máy
- *Lưới điện đô thị*
- *Lưới điện nông thôn*



1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

35

3) Sự thay đổi của hệ thống điện trong tương lai



Chương 01

Tổng quan về hệ thống cung cấp điện

1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

1.2 Lưới cung cấp điện

1.3 Các yêu cầu khi thiết kế lưới cung cấp điện



1.2 Lưới cung cấp điện

37

Phạm vi: Là lưới điện trung và hạ áp làm nhiệm vụ phân phối và cung cấp điện trực tiếp cho các hộ tiêu thụ điện

Khi thiết kế cần chú ý đến đối tượng mà lưới điện này cung cấp điện

-Lưới điện công nghiệp

-Lưới điện nông thôn

-Lưới điện đô thị

1) HTCCĐ đô thị

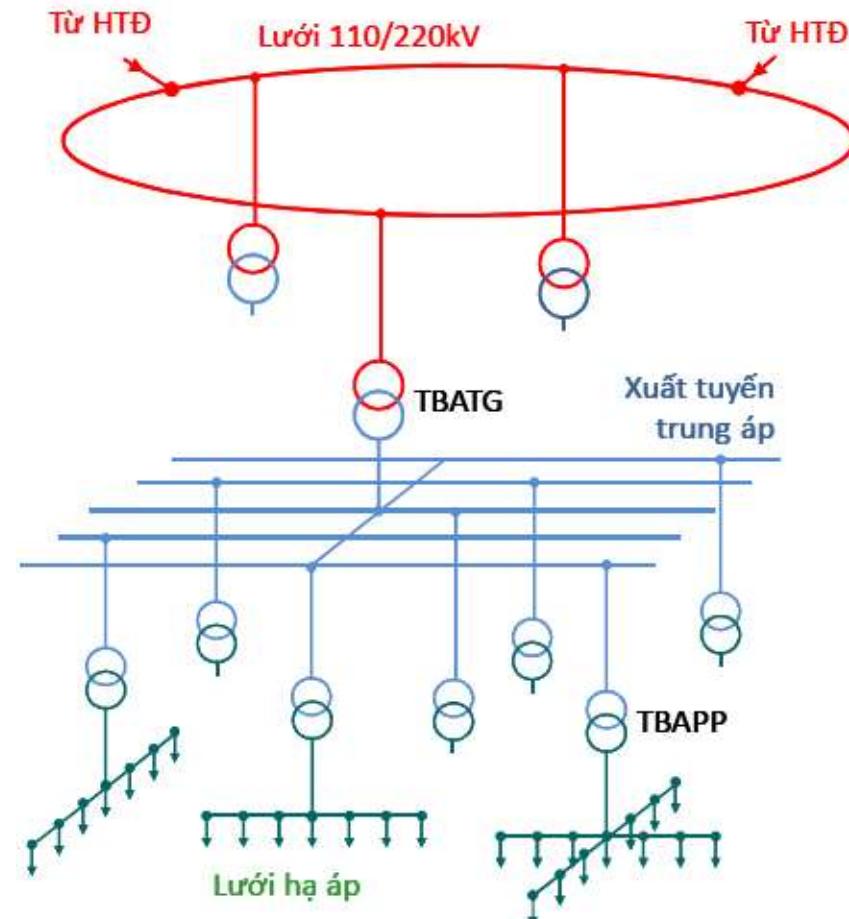
□ Phụ tải điện đô thị

- Công suất lớn, đều, mật độ cao (điển hình 5-30VA/m²)
- ĐTPT không bằng phẳng ($\frac{P_{\min}}{P_{\max}} = 0,3 \div 0,5$)

□ Lưới cao áp: Mạch vòng

□ Lưới trung áp: Trục chính

□ Hạ áp: Hình tia, 2-4 xuất tuyến từ TBAPP



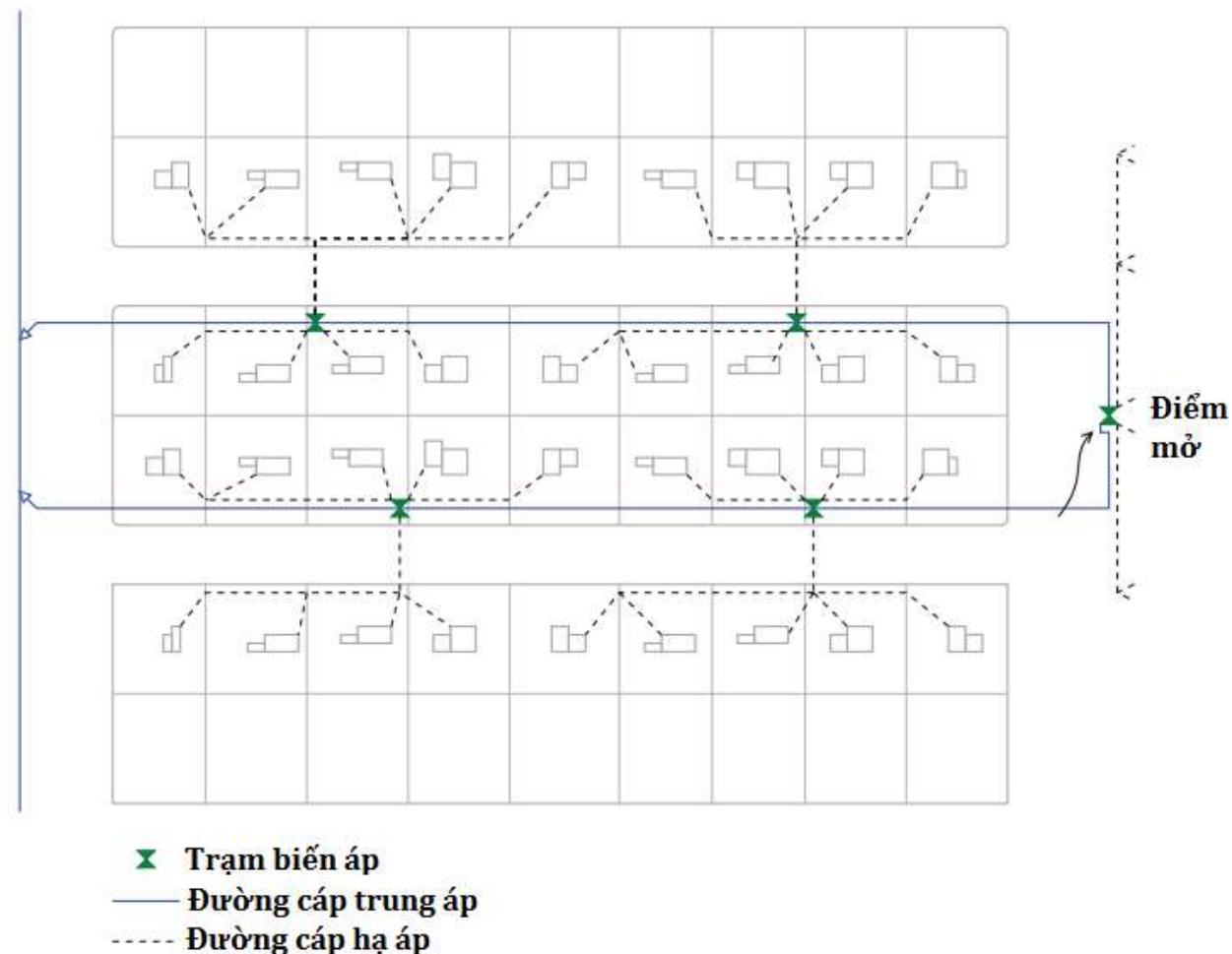


1.2 Lưới cung cấp điện

38

1) HTCCĐ đô thị

Ở các khu đô thị mới, các đường dây đều dùng cáp ngầm, có thể dùng sơ đồ mạch vòng để nâng cao độ tin cậy



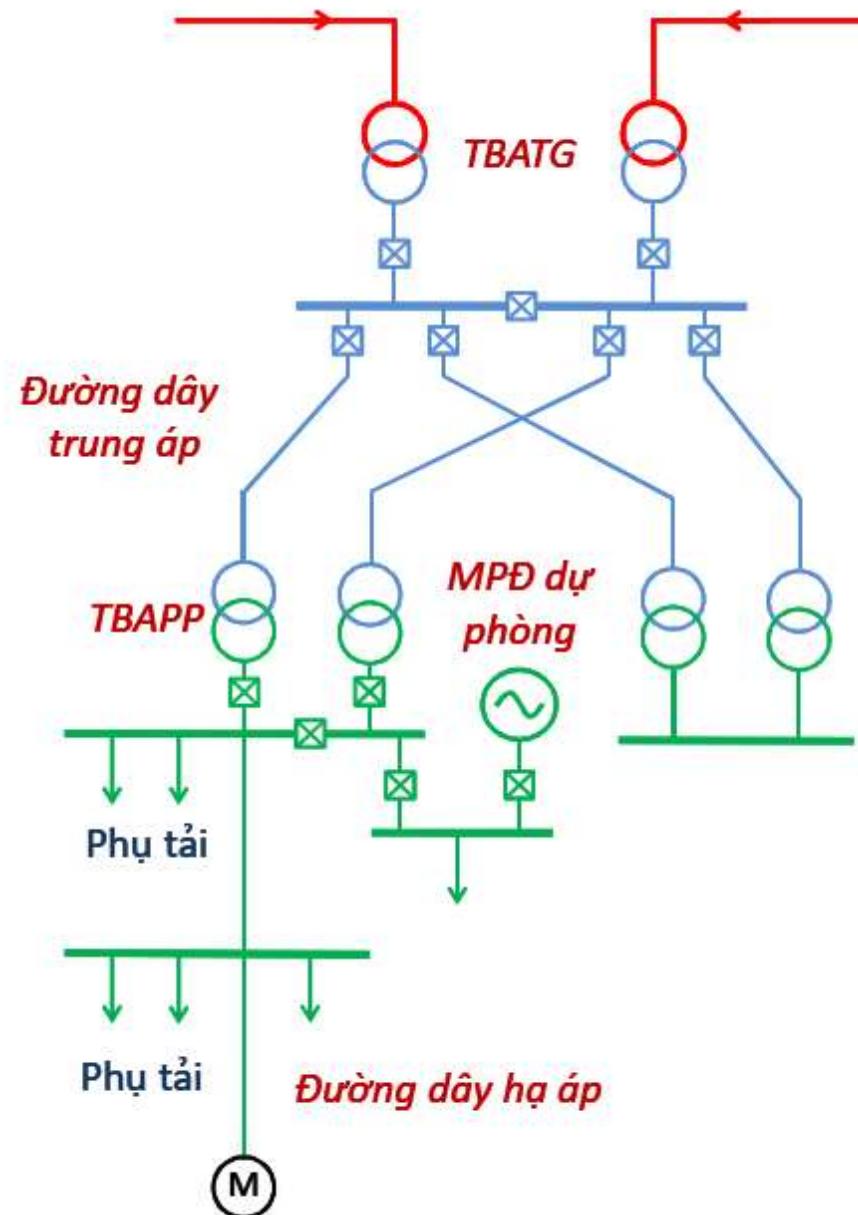


1.2 Lưới cung cấp điện

39

2) HTCCĐ khu công nghiệp

- Phụ tải điện công nghiệp
 - Công suất lớn, tập trung, phụ tải động cơ.
 - Yêu cầu độ tin cậy cao
 - ĐTPT khá bằng phẳng
- Lưới cao áp: Mạch vòng, dẫn sâu
- Lưới trung áp: Hình tia, mạch kép, khoảng cách ngắn
- Hạ áp: Hình tia, khoảng cách ngắn





1.2 Lưới cung cấp điện

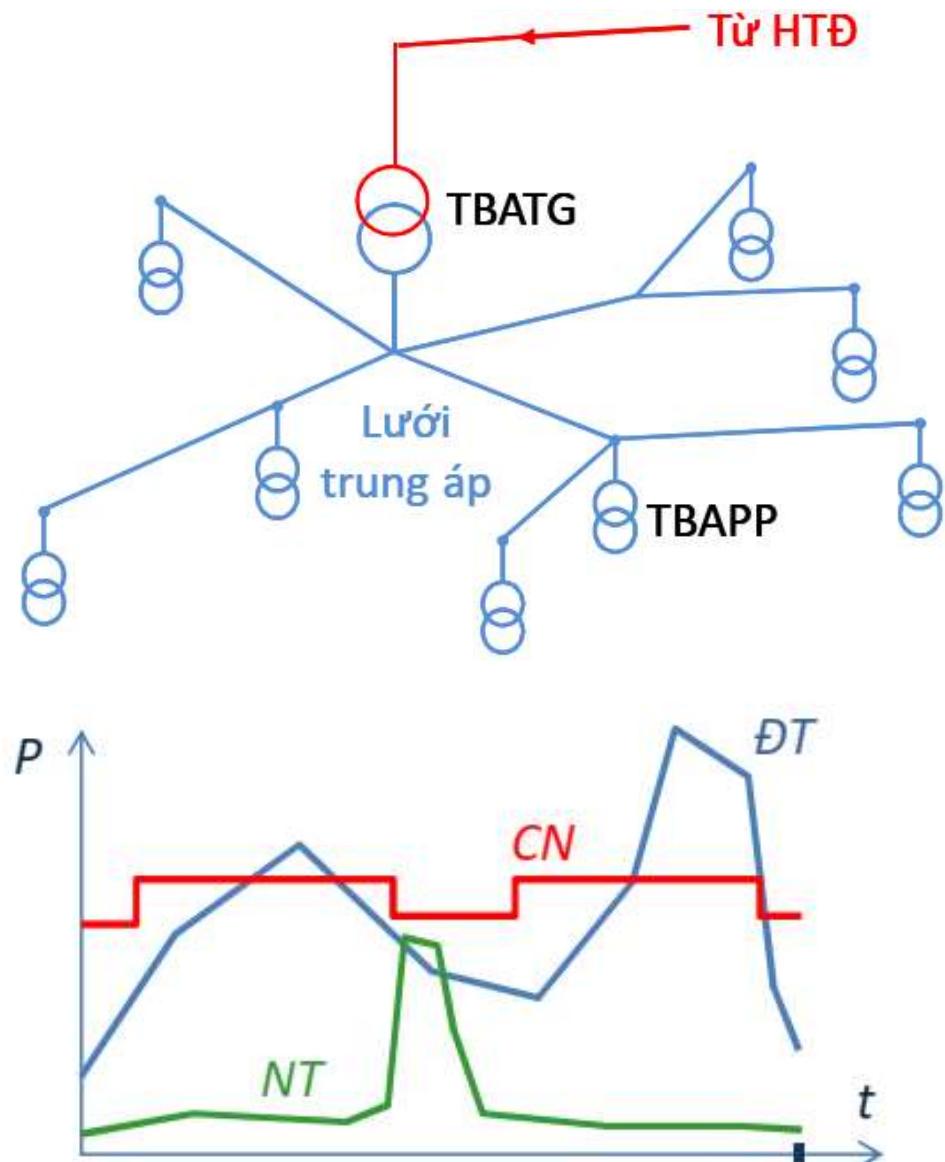
40

2) HTCCĐ nông thôn

□ Phụ tải điện

- Công suất nhỏ, phân tán, mật độ thấp (dưới 1VA/m²)
- ĐTPT không bằng phẳng, phản ảnh đặc điểm tưới tiêu

□ Lưới điện: hình tia, một mạch, khoảng cách lớn.



24g

Chương 01

Tổng quan về hệ thống cung cấp điện

1.1 Tổng quan về hệ thống điện Việt Nam

1.2 Lưới cung cấp điện

1.3 Các yêu cầu khi thiết kế lưới cung cấp điện



1.3 Các yêu cầu khi thiết kế lưới cung cấp điện

42

1) Những yêu cầu đối với lưới cung cấp điện

- ✓ **Độ tin cậy cung cấp điện** → đáp ứng yêu cầu của từng loại hộ phụ tải
Khái niệm: Độ tin cậy cung cấp điện đặc trưng cho mức độ cung cấp điện liên tục
- ✓ **Chất lượng điện năng** → U, f nằm trong phạm vi cho phép

- **Tần số f (Hz)** là chỉ tiêu toàn hệ thống \Rightarrow **Nhiệm vụ điều độ A0**

$$f = f_{\text{đm}} \pm \delta f \text{ với } \delta f \leq \delta f_{\text{cp}}$$

- + Chế độ bình thường $\delta f_{\text{cp}} = 0,2\text{Hz}$
- + Chế độ sự cố $\delta f_{\text{cp}} = 0,5\text{Hz}$

$$U = U_{\text{đm}} \pm \delta U \text{ với } \delta U \leq \delta U_{\text{cp}}$$

- + Chế độ bình thường $\delta U_{\text{cp}} = 5\%$
- + Chế độ sự cố $\delta U_{\text{cp}} = 10\%$



1.3 Các yêu cầu khi thiết kế lưới cung cấp điện

43

1) Những yêu cầu đối với lưới cung cấp điện

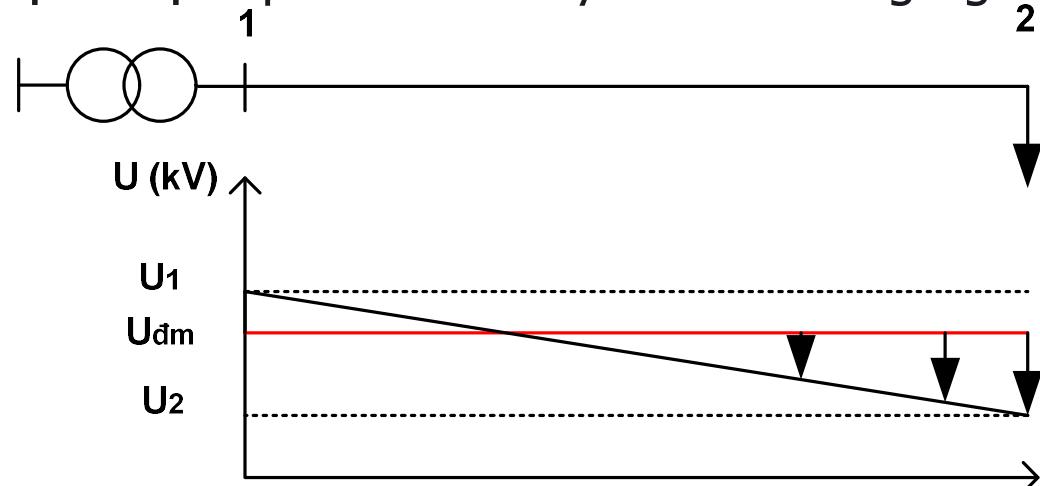
Độ lệch điện áp → là độ lệch của điện áp vận hành so với giá trị định mức

$$\partial U = U - U_{\text{đm}} \quad ; \quad \partial U \% = \frac{U - U_{\text{đm}}}{U_{\text{đm}}} \cdot 100$$

Tổn thất điện áp → là điện áp giáng trên phần tử của lưới điện xét trên cùng cấp điện áp

Vd: Tổn thất điện áp trên đường dây 1-2: $\Delta U_{12} = U_1 - U_2$

Thông thường điện áp đầu đường dây được điều chỉnh cao hơn định mức để độ lệch điện áp của toàn tuyến nằm trong ngưỡng cho phép



VD1: $U_1 = 400V$, $\Delta U_{12} = 15V$.
Hỏi U_2 và ∂U_2 , $\partial U_2\%$

VD2: $U_1 = 390V$. Hỏi $\Delta U_{12\text{cp}} = ?$
(SGK Tr.19)



1.3 Các yêu cầu khi thiết kế lưới cung cấp điện

44

1) Những yêu cầu đối với lưới cung cấp điện

- ✓ **Kinh tế** → Phương án kinh tế là phương án hài hòa vốn đầu tư và chi phí vận hành

$$Z = K + Y$$

K: Chi phí đầu tư

Y: Chi phí vận hành

- ✓ **An toàn**

- **An toàn cho người:** người vận hành, cư dân có lưới điện đi qua
- **An toàn cho thiết bị:** Các phần tử của HT CCĐ, hành lang lưới điện



1.3 Các yêu cầu khi thiết kế lưới cung cấp điện

45

2) Trình tự khi thiết kế hệ thống cung cấp điện

1. Thu thập dữ liệu ban đầu

- Nhiệm vụ thiết kế CCĐ
- Đối tượng được CCĐ
- Nguồn cấp

2. Đánh giá phụ tải

- Nhu cầu của thiết bị điện
- Nhu cầu của hộ dùng điện
- Tổng nhu cầu phụ tải

3. Chọn phương án cấp điện

- Sơ đồ lưới điện
- Sơ đồ trạm điện

4. Tính toán ngắn mạch

- Mạng cao áp
- Mạng hạ áp

5. Lựa chọn thiết bị điện

- Chọn máy biến áp
- Chọn dây dẫn
- Chọn thiết bị đóng cắt

6. Tính toán nối đất, chống sét

7. Thiết kế hệ thống bảo vệ và tự động hóa



Chương 02

Xác định phụ tải điện

2.1 Đặt vấn đề

2.2 Các đặc trưng của phụ tải điện

2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

2.4 Dự báo phụ tải



2.1 Đặt vấn đề

51

- Phụ tải điện là gì?
- Tại sao phải xác định phụ tải điện ?

Phụ tải điện

Khái niệm: Phụ tải điện đặc trưng bởi công suất tiêu thụ của hộ tiêu thụ điện

Ví dụ: Nhà máy, khu công nghiệp, nhà chung cư

Đây là số liệu đầu tiên và quan trọng nhất cần phải xác định để thiết kế hệ thống CCĐ

- **Lựa chọn các phương án cấp điện:** U, sơ đồ cấp điện cao áp, hạ áp, lựa chọn thiết bị điện...



2.1 Đặt vấn đề

52

- Tại sao phải xác định phụ tải điện ?

- *Cần đảm bảo tuổi thọ của các thiết bị điện*

- Độ lớn của dòng điện tác động trực tiếp lên nhiệt độ của các thiết bị truyền dẫn điện: dây dẫn, thanh cáp, máy biến áp...

Nhiệt độ cao quá mức cho phép → Thiết bị điện bị hỏng

- Quá trình nhiệt của dây dẫn khi có dòng điện chạy qua

$$Q_I = Q_h + Q_c$$

Nhiệt lượng sinh ra:

$$Q_I = I^2 \cdot R \cdot \Delta t$$

Đốt nóng dây dẫn:

$$Q_h = c \cdot G \cdot \Delta v$$

Tỏa nhiệt ra môi trường:

$$Q_c = q \cdot S_c \cdot (v - v_1) \Delta t$$

G : Khối lượng dây dẫn (kg)

R : Điện trở dây dẫn (Ω)

Δv : Độ tăng nhiệt độ (C°)

I : Dòng điện (A),

q : Năng suất tỏa nhiệt ($W/m^2.C^\circ$)

Δt : Thời gian có dòng điện (s)

S_c : Diện tích bề mặt dây dẫn (m^2)

c : Nhiệt dung riêng ($J/kg.C^\circ$)

v_1, v : Nhiệt độ dây dẫn trước và sau thời gian Δt (C°)



2.1 Đặt vấn đề

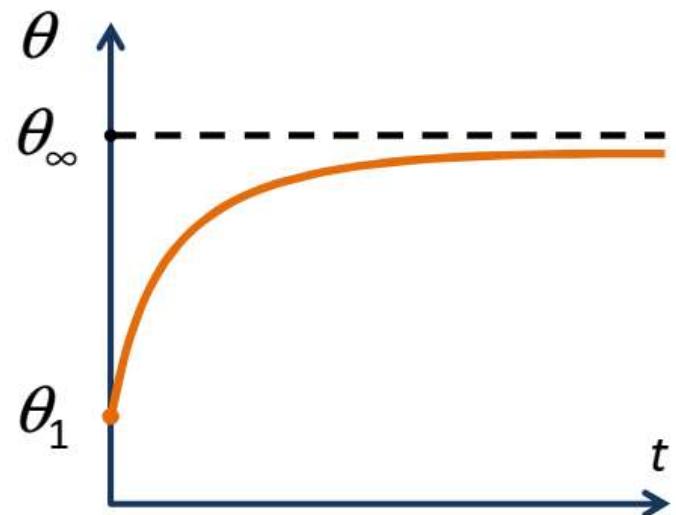
53

- Tại sao phải xác định phu tải điện?

Giải phương trình cân bằng nhiệt rút ra:

$$\theta = \theta_{\infty} (1 - e^{-t/T_0}) + \theta_1 \cdot e^{-t/T_0}$$

$$T_0 = \frac{c \cdot G}{q \cdot S_c} \quad \theta_{\infty} = \frac{R \cdot I^2}{q \cdot S_c}$$



$$\theta = \nu - \nu_0$$

T_0 : Hằng số thời gian (10 phút đối với Cu, Al)

$$\theta_1 = \nu_1 - \nu_0$$

θ_{∞} : Độ tăng nhiệt độ xác lập

ν : Nhiệt độ dây dẫn

ν_1 : Nhiệt độ ban đầu của dây dẫn

ν_0 : Nhiệt độ môi trường



2.1 Đặt vấn đề

54

- Tại sao phải xác định phụ tải điện ?

- **Yêu cầu cơ bản đối với HTĐ:** đảm bảo đáp ứng được nhu cầu phụ tải cực đại ở bất cứ thời điểm nào.

→ Ngay từ khâu thiết kế, cần đánh giá chính xác nhu cầu của phụ tải để lựa chọn thiết bị điện phù hợp.

- *Công suất tính toán quá nhỏ* → *Quá tải dẫn đến vận hành không tin cậy và mất an toàn.*
- *Công suất tính toán quá lớn* → *Quá non tải, quá thừa khả năng cấp điện gây ra tăng vốn đầu tư.*

Phụ tải được dự báo trong giai đoạn thiết kế gọi là **phụ tải tính toán**.



2.1 Đặt vấn đề

55

- Định nghĩa:

- *Phụ tải tính toán:* là phụ tải **cực đại dài hạn**, không thay đổi theo thời gian và **tương đương với phụ tải thực tế** về mặt phát nhiệt
- *Việc xác định phụ tải tính toán* dựa vào các đặc trưng của phụ tải được tổng kết từ kinh nghiệm thiết kế và vận hành trong quá khứ (dưới dạng sổ tay thiết kế).

Thông tin về đối tượng thiết kế cấp điện càng nhiều → Xác định phụ tải tính toán càng chính xác



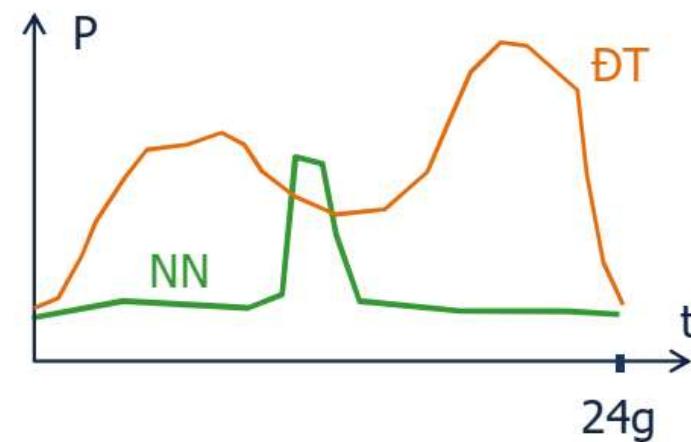
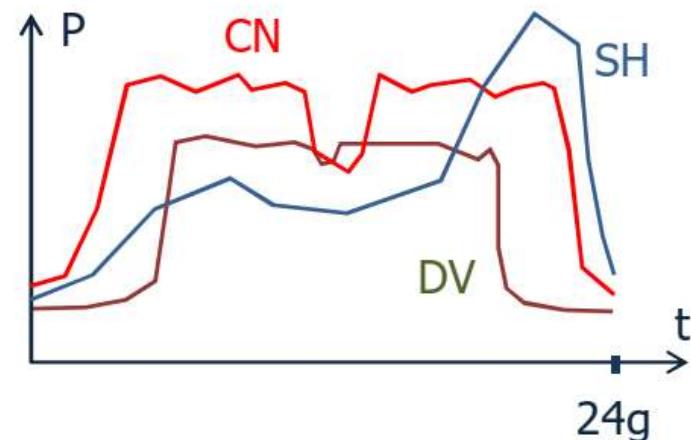
2.1 Đặt vấn đề

56

Phân loại phụ tải

□ Theo khách hàng dùng điện

- **Công nghiệp** (Công suất lớn, tập trung)
- **Sinh hoạt** (Phân bố đều, thiết bị dùng điện sinh hoạt)
- **Dịch vụ và thương mại** (Thiết bị văn phòng, thiết bị dịch vụ)
- **Đô thị** (Chiếu sáng đô thị)
- **Nông nghiệp** (Động cơ cho bơm tưới tiêu)





2.1 Đặt vấn đề

57

Phân loại phụ tải

Theo mức độ quan trọng: QP TBĐ, 2006, Điều I.2.25

Phụ tải	Loại I	Loại II	Loại III
Thiệt hại do gián đoạn cấp điện	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mất an toàn cho người. ▪ Tổn thất nghiêm trọng về kinh tế. ▪ Yêu cầu đặc biệt của phụ tải 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Không mất an toàn cho người ▪ Thiệt hại kinh tế không lớn 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Không mất an toàn và thiệt hại kinh tế không đáng kể
Yêu cầu nguồn cấp	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2 nguồn độc lập và một nguồn dự phòng tại chỗ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1 nguồn cấp chính và có xét đặt thêm nguồn dự phòng 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1 nguồn
Một số phụ tải điển hình	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Công nghiệp nặng, hóa chất ▪ Y tế, an toàn sức khỏe ▪ Chiếu sáng khẩn cấp ▪ Các hệ thống điều khiển ▪ Dịch vụ an toàn (báo cháy)... 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Các dây chuyền SX, lắp ráp. ▪ Các thiết bị phụ trợ công nghiệp 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Phụ tải sinh hoạt, ▪ thiết bị văn phòng, ▪ chiếu sáng không quan trọng...

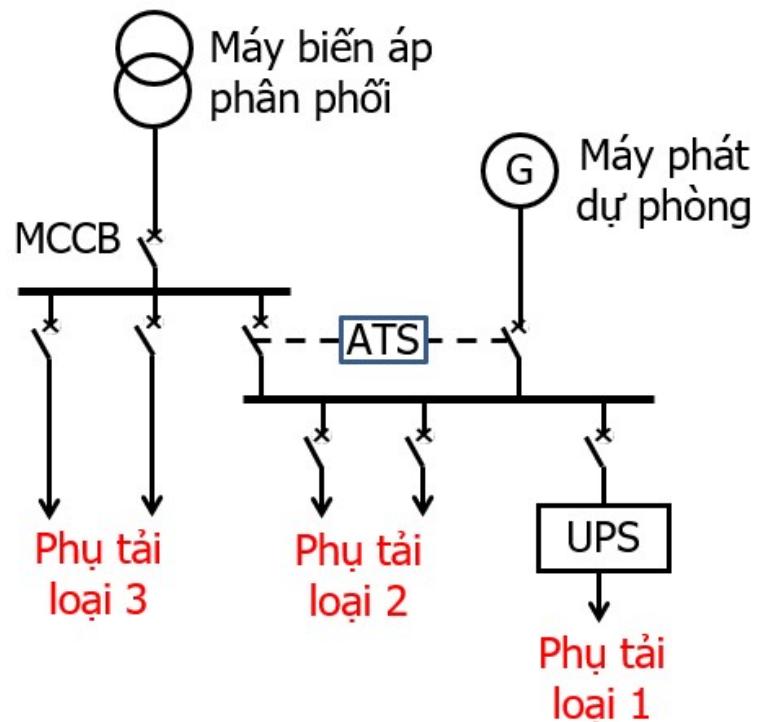


2.1 Đặt vấn đề

58

Phân loại phụ tải

Theo mức độ quan trọng:



ATS: Auto Transfer to Power Supply
(Thời gian thao tác vài giây)

UPS: Uninterruptible Power Supply
On-line: Không mất điện
Off-line: thời gian mất điện $\frac{1}{4}$ chu kì
đủ cho phần lớn các ứng dụng trung
tâm dữ liệu, máy tính



2.1 Đặt vấn đề

59

Phân loại phụ tải

Theo chế độ làm việc

- *Phụ tải làm việc theo chế độ dài hạn* : nhiệt độ của thiết bị tăng lên từ nhiệt độ môi trường, đạt đến chế độ xác lập và duy trì trong một thời gian đủ dài (các máy bơm, máy nén khí, quạt gió).
- *Phụ tải làm việc theo chế độ ngắn hạn*: nhiệt độ của thiết bị chưa đạt đến nhiệt độ xác lập thì đã bị cắt khỏi lưới, nhiệt độ thiết bị trở về nhiệt độ môi trường và duy trì trong một thời gian đủ dài (một vài giờ trước khi được đóng lại vào lưới).
- *Chế độ ngắn hạn lặp lại*: nhiệt độ của thiết bị chưa đạt đến nhiệt độ xác lập thì đã bị cắt ra khỏi lưới, nhiệt độ thiết bị chưa trở về nhiệt độ môi trường thì lại được đóng vào lưới. Cứ như vậy lặp đi lặp lại nhiều lần.



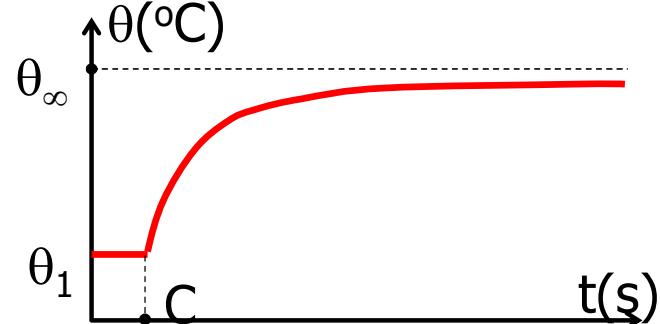
2.1 Đặt vấn đề

60

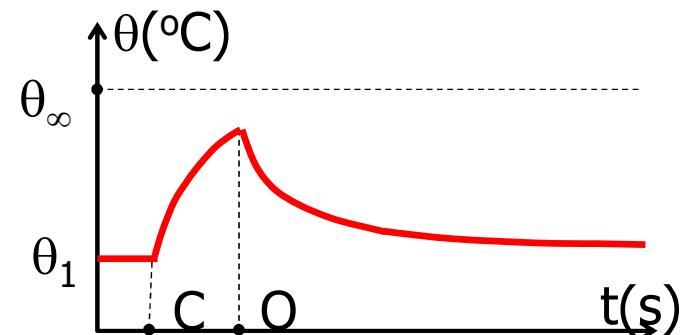
Phân loại phụ tải

Theo chế độ làm việc

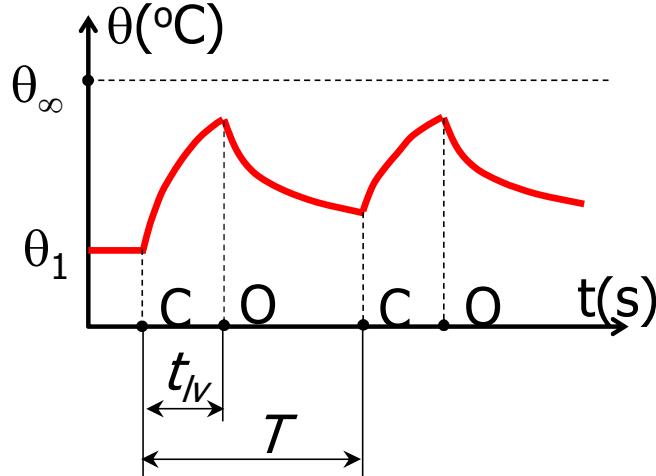
Chế độ dài hạn



Chế độ ngắn hạn



Chế độ ngắn hạn lặp lại



Hệ số đóng điện

$$K_{đ\%} = \frac{t_{lv}}{T} \cdot 100 \quad \tau : \text{Thời gian đóng điện}$$

T : Chu kỳ công tác

Công suất qui đổi về dài hạn

$$P_{qđ} = P_{đm} \cdot \sqrt{K_{đ\%}}$$



2.1 Đặt vấn đề

61

Phân loại phụ tải

- **Theo số pha sử dụng điện**

- Phụ tải 3 pha
- Phụ tải 1 pha

Cần quy đổi công suất phụ tải về 3 pha

Sử dụng điện áp pha

$$P_{qđ} = 3 \cdot P_{đm}$$

Sử dụng điện áp dây

$$P_{qđ} = \sqrt{3} \cdot P_{đm}$$

Chương 02

Xác định phụ tải điện

2.1 Đặt vấn đề

2.2 Các đặc trưng của phụ tải điện

2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

2.4 Dự báo phụ tải



2.2 Các đặc trưng của phụ tải điện

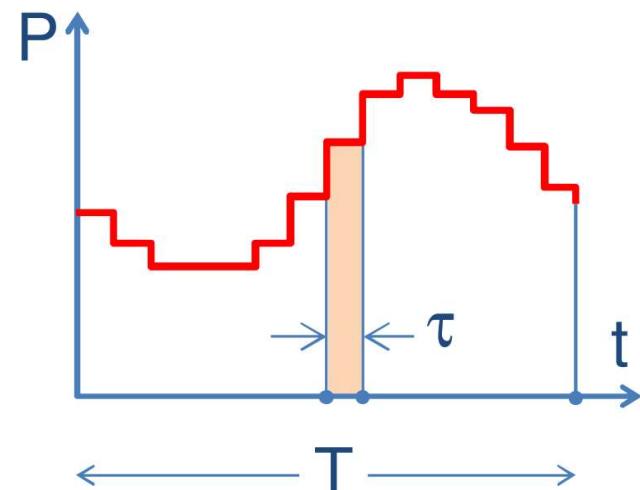
63

1. Đồ thị phụ tải

Vai trò: Biểu diễn biến thiên của phụ tải theo thời gian

- **Thời gian lấy mẫu (τ):** Được đặt bởi thiết bị đo lường. Từ giây đến giờ, điển hình 15 phút, 30 phút, 1 giờ.
- **Chu kỳ thời gian (T):** Khoảng thời gian nhu cầu điện có tính lặp lại.

Một ca làm việc, một ngày, một tháng, 1 năm.



Điện năng tiêu thụ A (Wh, kWh, MWh)

$$A = \int_0^T P(t)dt = P_{max} \cdot T_{max}$$

Ý nghĩa: Nếu phụ tải tiêu thụ công suất $P(t) = P_{max}$ thì sau khoảng thời gian T_{max} lượng điện năng do phụ tải tiêu thụ sẽ bằng lượng điện năng tiêu thụ thực tế

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



$$T_{max} = \frac{A}{P_{max}}$$

T_{max} càng lớn phụ tải càng bằng phẳng

$T_{max} = 2000h$ phụ tải sinh hoạt

$T_{max} = 4500h - 7000$ phụ tải công nghiệp



2.2 Các đặc trưng của phụ tải điện

64

1. Đồ thị phụ tải

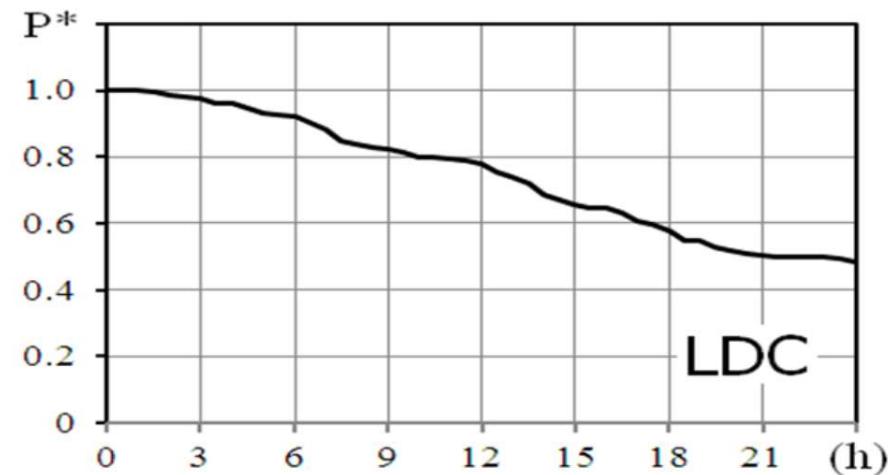
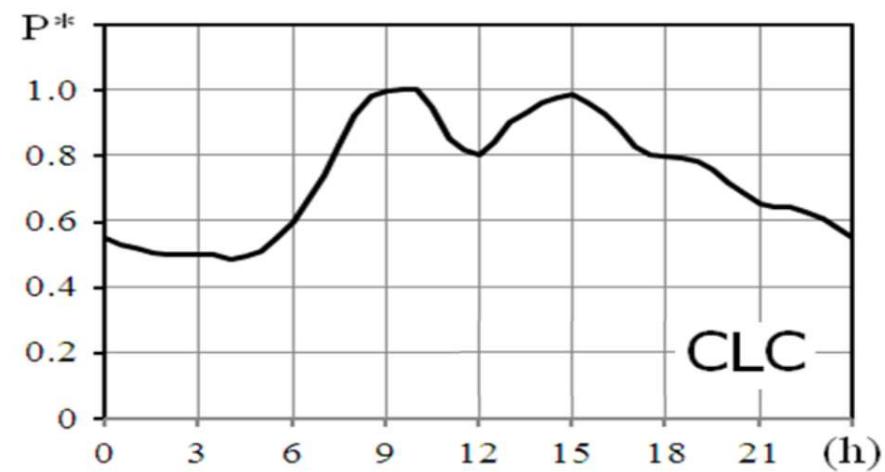
Các loại đồ thị phụ tải

- **ĐTPT thông thường**

(Chronological load curve - CLC):
Công suất phụ tải biểu diễn tuần tự theo thời gian lấy mẫu.

- **ĐTPT kéo dài**

(Load duration curve - LDC):
Sắp xếp lại công suất phụ tải theo thứ tự giảm dần trong chu kỳ thời gian (T)





2.2 Các đặc trưng của phụ tải điện

65

2. Các đặc trưng công suất

* Công suất danh định (định mức) $P_{\text{đm}}, Q_{\text{đm}}, S_{\text{đm}}, I_{\text{đm}}$: là công suất ghi trên nhãn thiết bị dùng điện. Đây là công suất cực đại cho phép để thiết bị có thể làm việc lâu dài mà vẫn đảm bảo chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật

- *Đối với một thiết bị:*

$$\begin{aligned}P_{\text{đm}} &= S_{\text{đm}} \cdot \cos\varphi_{\text{đm}} \\Q_{\text{đm}} &= S_{\text{đm}} \cdot \sin\varphi_{\text{đm}}\end{aligned}$$

$$I_{\text{đm}} = \frac{S_{\text{đm}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{đm}}}$$

- *Đối với một nhóm thiết bị:*

$$P_{\text{đm}} = \sum_{i=1}^m P_{\text{đmi}} \quad Q_{\text{đm}} = \sum_{i=1}^m Q_{\text{đmi}} \quad S_{\text{đm}} = \sqrt{P_{\text{đm}}^2 + Q_{\text{đm}}^2} \quad I_{\text{đm}} = \frac{S_{\text{đm}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{đm}}}$$



2.2 Các đặc trưng của phụ tải điện

66

2. Các đặc trưng công suất

* Công suất danh định (định mức) P_{dm} , Q_{dm} , S_{dm} , I_{dm} :

Note: - Công suất ghi trên các động cơ là công suất cơ trên trục động cơ, cần quy đổi sang công suất điện.

- Công suất trên các máy biến áp hàn thường là công suất toàn phần S (kVA).

- Công suất của các thiết bị điện 1 pha, làm việc ở chế độ ngắn hạn lắp lại cần quy đổi về dài hạn, 3 pha.

- Ba phụ tải một pha nối vào điện áp pha trên 3 pha khác nhau

$$P_{dmqu} = 3 \cdot P_{dm\text{ pha-max}}$$

- Một phụ tải nối vào điện áp dây

Kiểu :	3PN315L2	~3 pha	Cấp :	F	IP55
220 HP	160 kW	Δ	380/660	V	
2970 vg/ph	50 Hz	Δ	294 / 170	A	
η% 90	Cosφ 0,92	Exd	Tkd / Ids : 7,0		
Nº		200		1215 kg	

- Ba phụ tải nối vào điện áp dây

$$P_{dmqu} = \sqrt{3} \cdot P_{dmday}$$

$$P_{dmqu} = \sqrt{3} \cdot P_{dmday-max}$$



2.2 Các đặc trưng của phụ tải điện

67

2. Các đặc trưng công suất

* Công suất đặt (công suất kết nối) :

- Đối với hộ tiêu thụ trong đó đã biết tất cả các thiết bị tiêu thụ điện, công suất đặt còn gọi là **công suất kết nối** được tính như sau:

$$P_d = \sum_{i=1}^n P_{dm.i}$$

P_{dm.i}: Công suất định mức của thiết bị
tiêu thụ điện thứ i
n: Tổng số thiết bị tiêu thụ điện

- Đối với động cơ điện công suất đặt là công suất điện đầu vào khi điện áp đặt vào động cơ là điện áp định mức.
- Đối với hộ tiêu thụ trong đó không biết trước tất cả các thiết bị tiêu thụ điện, công suất đặt là công suất lớn nhất được đánh giá (dự báo) dựa trên các căn cứ liên quan đến việc tiêu thụ điện (mục đích, tính chất, quy mô sử dụng của công trình)

$$\eta_D = \frac{P_{dm.D}}{P_d}$$



2.2 Các đặc trưng của phụ tải điện

68

2. Các đặc trưng công suất

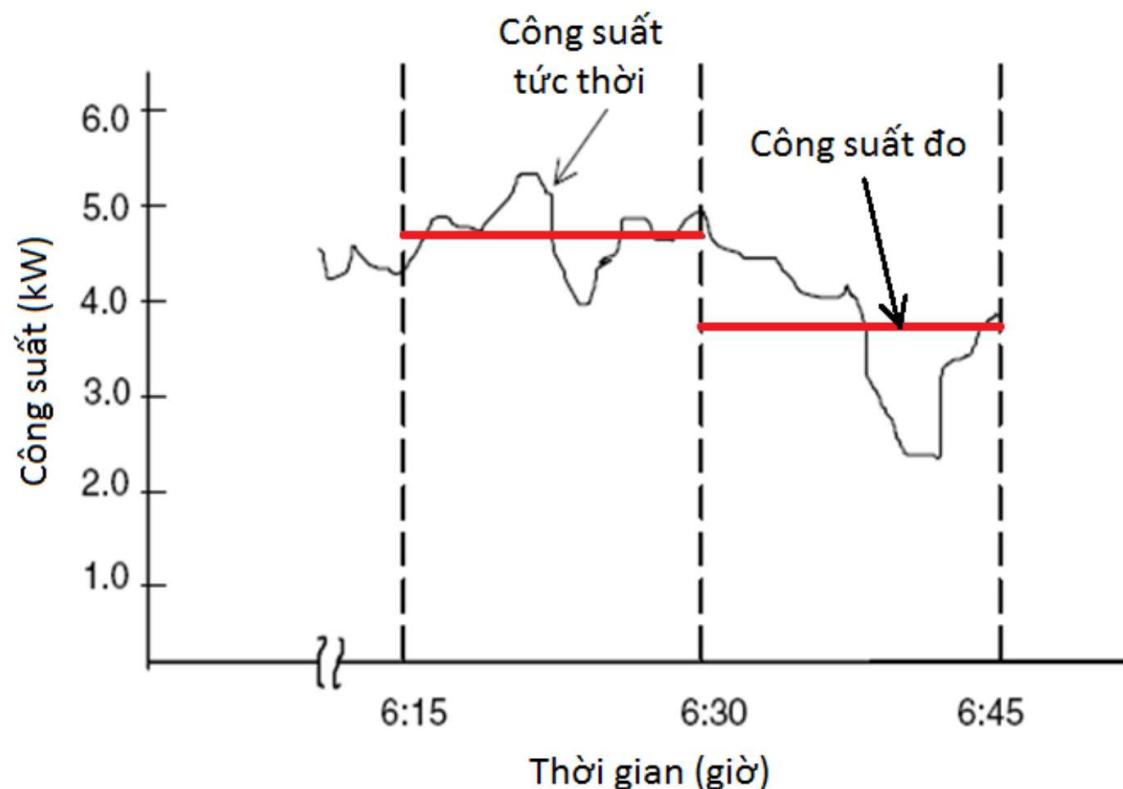
* Công suất trung bình (P_{tb})

Công suất trung bình của phụ tải trong thời gian T:

$$P_{tb} = \frac{\int_0^t P(t) dt}{T} = \frac{A_p}{T} \quad P_{tb} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot \Delta t_i}{\sum_{i=1}^n \Delta t_i}$$

P_{tb} đặc trưng cho giới hạn dưới của công suất tính toán của phụ tải. Biết P_{tb} cho phép đánh giá **mức độ sử dụng** thiết bị.

Chu kỳ đo thông thường là 15 phút hoặc 30 phút





2.2 Các đặc trưng của phụ tải điện

69

2. Các đặc trưng công suất

➤ **Công suất cực đại (P_{max})**

- Là P_{tb} lớn nhất của phu tải trong thời gian tương đối ngắn T (thông thường 30 phút trở lên) ứng với thời gian khảo sát
- Dùng để tính tổng thất công suất lớn nhất, chọn dây dẫn theo điều kiện phát nóng dài hạn

➤ **Công suất đỉnh nhọn (P_{dn})**

- Công suất cực đại của phu tải xuất hiện trong thời gian rất ngắn (vài giây)
- Đối với động cơ thì đây là công suất khởi động động cơ



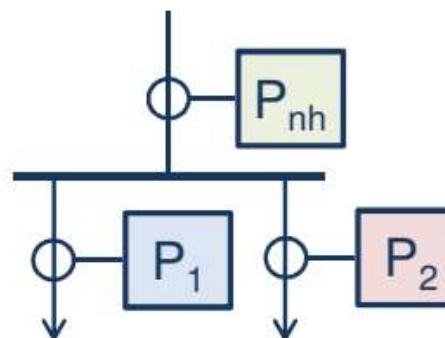
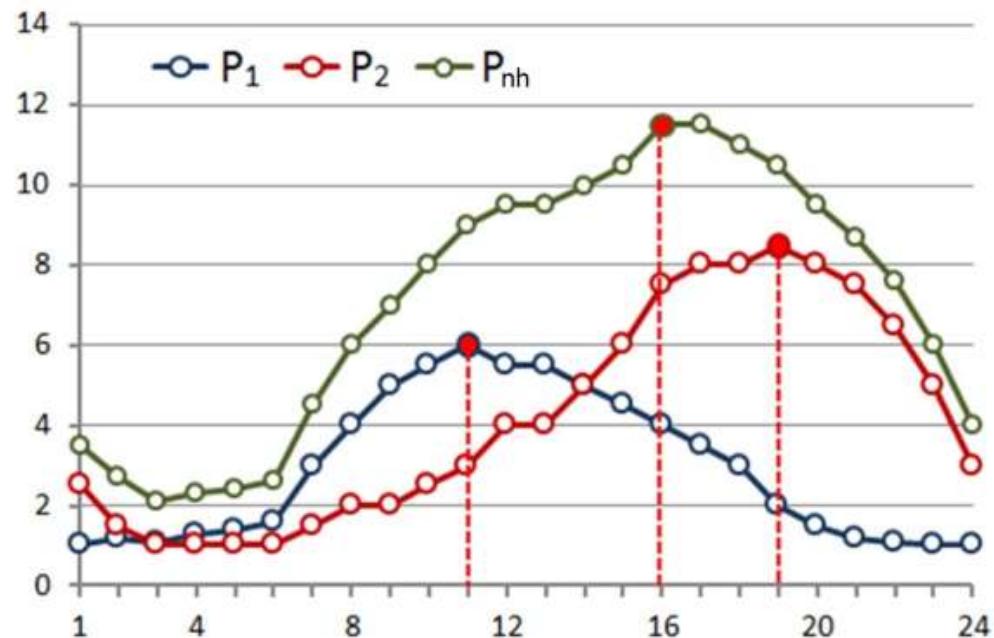
2.2 Các đặc trưng của phụ tải điện

70

2. Các đặc trưng công suất

□ Phụ tải nhóm

- *Phụ tải tổng (P_{nh})*: Tổng công suất các phụ tải theo từng thời gian lấy mẫu (cộng ĐTPT)
- *Công suất chung lớn nhất ($P_{nh,max}$)*: Trị số phụ tải tổng lớn nhất trong chu kỳ thời gian của ĐTPT.
- *Tổng công suất không đồng thời lớn nhất ($P_{\Sigma,max}$)*: Tổng các công suất cực đại của các phụ tải trong nhóm.



$$\begin{aligned}P_{1,max} &= 6 \quad (t = 11g) \\P_{2,max} &= 8,5 \quad (t = 19g) \\P_{nh,max} &= 11,5 \quad (t = 16g) \\P_{\Sigma,max} &= 14,5\end{aligned}$$



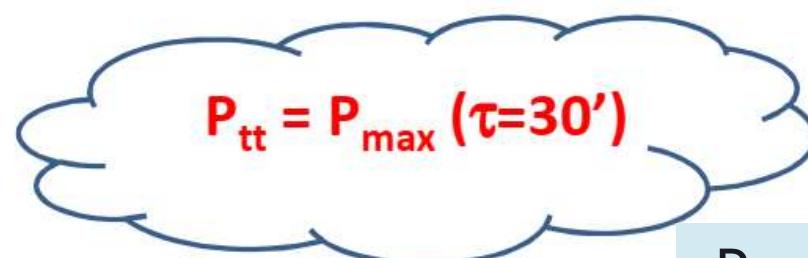
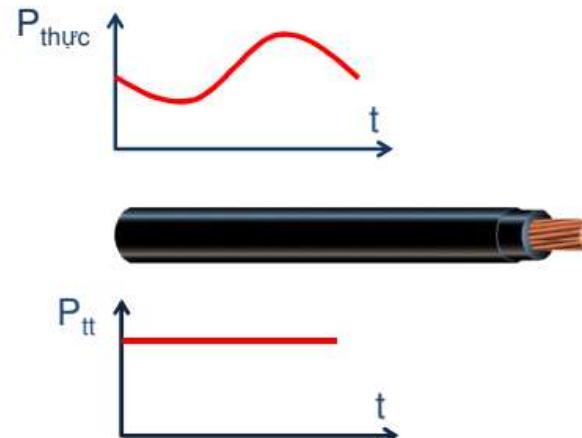
2.2 Các đặc trưng của phụ tải điện

71

2. Các đặc trưng công suất

- Phụ tải tính toán (P_{tt}): Phụ tải dùng cho thiết kế - Phụ tải dự báo ngắn hạn với các thuộc tính sau

- Giả thiết
- Lâu dài
- Không đổi
- Tương đương hiệu quả phát nhiệt (đốt nóng dây dẫn hay phá hủy cách điện vì nhiệt đối với dây dẫn) so với phụ tải thực



$$P_{\min} \leq P_{tb} \leq P_{tt} \leq P_{\max} \leq P_{dm} \leq P_{đặt}$$



2.2 Các đặc trưng của phụ tải điện

72

3. Các hệ số đặc trưng của phụ tải

* *Hệ số tải K_t và hệ số cực đại K_{max}*

$$K_t = \frac{P_{tb}}{P_{max}} = \frac{A}{P_{max} \cdot T} \leq 1;$$

$$K_{max} = \frac{1}{K_t} \geq 1$$

⇒ K_t đặc trưng cho mức độ điền kín (bằng phẳng) của ĐTPT

K_{max} đặc trưng cho mức độ biến đổi công suất của ĐTPT

Ví dụ: $P_{1.tb} = 3; P_{1.max} = 6 \Rightarrow K_t = \frac{P_{1.tb}}{P_{1.max}} = \frac{3}{6} = 0,5$



2.2 Các đặc trưng của phụ tải điện

73

3. Các hệ số đặc trưng của phụ tải

* **Hệ số nhu cầu K_{nc} :** thường được đặt ra đối với các phụ tải lớn

- Đối với 1 phụ tải

$$K_{nc} = \frac{P_{tt}}{P_{dat}} \quad \text{hoặc} \quad K_{nc} = \frac{P_{tt}}{P_{dm}}$$

Vì $P_{tt} \leq P_{dm}$ nên $K_{nc} \leq 1$

- Đối với một nhóm phụ tải

$$K_{nc-nhom} = \frac{P_{tt-nhom}}{\sum_{i=1}^n P_{dmi}}$$

Note: K_{nc} được cho trong bảng (Phụ lục 2, Tr. 263)

Vd: Tính phụ tải tính toán của Phân xưởng sửa chữa cơ khí **Pđặt = 500kW**

Tra: $K_{nc} = 0,3$; $\cos\phi = 0,6$



Q_{tt} và S_{tt}

$$P_{tt} = 0,3 \cdot 500 = 150 \text{ kW} ;$$



2.2 Các đặc trưng của phụ tải điện

74

3. Các hệ số đặc trưng của phụ tải

* *Hệ số sử dụng trung bình K_{sd}*: thường được đặt ra đối với từng thiết bị hoặc nhóm thiết bị.

- Đối với 1 phụ tải:

$$K_{sd} = \frac{P_{tb}}{P_{dm}}$$

P_{tb} : Công suất trung bình

P_{dm} : Công suất định mức

Vì P_{tb} ≤ P_{dm} nên K_{sd} ≤ 1

- Đối với một nhóm phụ tải:

$$K_{sd-nhom} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{tbi}}{\sum_{i=1}^n P_{dmi}}$$

Note: K_{sd} được cho trong bảng (Phụ lục 1, Tr. 263)



2.2 Các đặc trưng của phụ tải điện

75

3. Các hệ số đặc trưng của phụ tải

* *Hệ số sử dụng lớn nhất K_u :* Theo TCVN 9206:2012

$$K_u = \frac{P_{\max}}{P_{\text{đm}}}$$

⇒ Đặc trưng cho mức độ sử dụng công suất lớn nhất của thiết bị.

Ví dụ: $P_{1.\text{tb}} = 3; P_{1.\max} = 6, P_{1.\text{đm}} = 8$

$$\Rightarrow K_{\text{sd1}} = \frac{P_{1.\text{tb}}}{P_{1.\text{đm}}} = \frac{3}{8} = 0,375 \quad K_u = \frac{P_{1.\max}}{P_{1.\text{đm}}} = \frac{6}{8} = 0,75$$



2.2 Các đặc trưng của phụ tải điện

76

3. Các hệ số đặc trưng của phụ tải

Tham khảo hệ số tải và hệ số nhu cầu

Phụ tải	K _{nc}
Residential	0.6
Commercial	0.7
Flats	0.7
Hotel	0.75
Mall	0.7
Restaurant	0.7
Office	0.7
School	0.8
Common Area in building	0.8
Public Facility	0.75
Street Light	0.9
Indoor Parking	0.8
Outdoor Parking	0.9
Park / Garden	0.8
Hospital	0.8
Workshops	0.6
Ware House	0.7
Farms	0.9
Fuel Station	0.7
Factories	0.9

Các tòa nhà	K _{nc} (%)	K _t (%)
Communications – buildings	60-65	70-75
Telephone exchange building	55-70	20-25
Air passenger terminal building	65-80	28-32
Aircraft fire and rescue station	25-35	13-17
Aircraft line operations building	65-80	24-28
Academic instruction building	40-60	22-26
Applied instruction building	35-65	24-28
Chemistry and Toxicology Lab	70-80	22-28
Materials Laboratory	30-35	27-32
Physics Laboratory	70-80	22-28
Electrical and electronics systems Lab	20-30	3-7
Cold storage warehouse	70-75	20-25
General warehouse	75-80	23-28
Controlled humidity warehouse	60-65	33-38

Phụ tải	K _{nc}
Office ,School	0.4
Hospital	0.5
Air Port, Bank, Shops,	0.6
Restaurant, Factory,	0.7
Work Shop, Factory (24Hr Shift)	0.8
Arc Furnace	0.9
Compressor	0.5
Hand tools	0.4
Inductance Furnace	0.8



2.2 Các đặc trưng của phụ tải điện

78

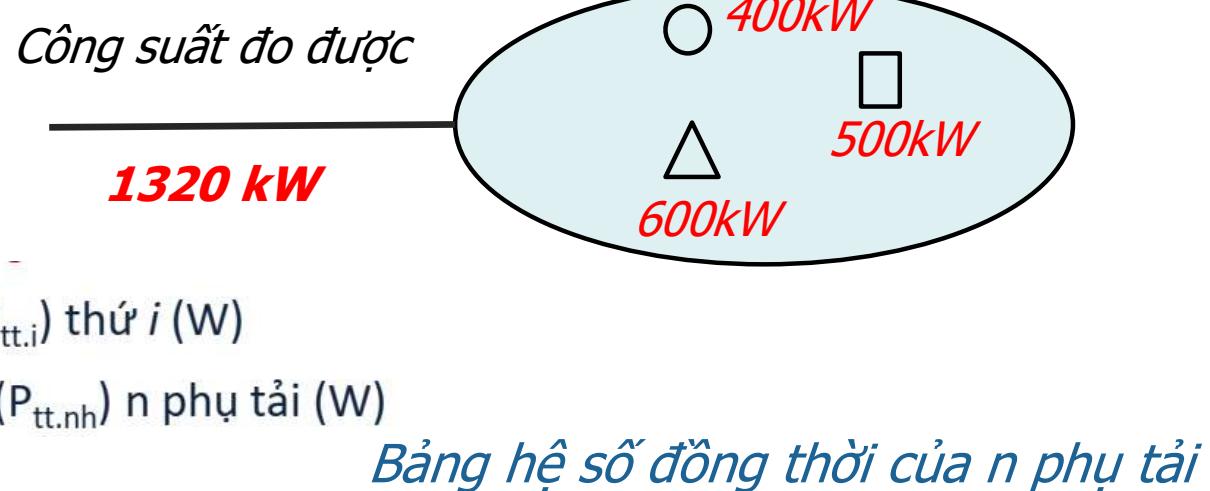
3. Các hệ số đặc trưng của phụ tải

* *Hệ số đồng thời K_{đt} (hoặc K_s)*: đặc trưng cho mức độ sử dụng điện đồng thời của các phụ tải.

$$K_s = \frac{P_{nh.\max}}{\sum_{i=1}^n P_{max.i}} \leq 1$$

$P_{max.i}$: Công suất max của phụ tải ($P_{tt.i}$) thứ i (W)

$P_{nh.\max}$: Công suất max của cả nhóm ($P_{tt.nh}$) n phụ tải (W)



* *Hệ số không đồng thời DF*

$$DF = \frac{1}{K_s}$$

$n = 1, 2$	$K_{\text{đt}} = 1$
$n = 3, 4, 5$	$K_{\text{đt}} = 0,9 - 0,95$
$n = 6 - 10$	$K_{\text{đt}} = 0,8 - 0,85$
$n > 10$	$K_{\text{đt}} = 0,7$

Note: Hệ số đồng thời phụ thuộc vào loại và số lượng phụ tải



2.2 Các đặc trưng của phụ tải điện

79

3. Các hệ số đặc trưng của phụ tải

* *Hệ số đồng thời K_{dt}:*

Tham khảo một số hệ số đồng thời (K_s) và hệ số không đồng thời DF

Các mạch chức năng (theo IEC 60439)

Mạch chức năng	K _s (%)
Lighting	90%
Heating and air conditioning	80%
Socket-outlets	70%
Lifts and catering hoist	
For the most powerful motor	100%
For the second most powerful motor	75%
For all motors	80%

Các mạch chức năng (theo IEC)

Phụ tải	DF			
	Sinh hoạt	Dịch vụ	Chung	Công nghiệp
Between individual users	2.00	1.46	1.45	
Between transformers	1.30	1.30	1.35	1.05
Between feeders	1.15	1.15	1.15	1.05
Between substations	1.10	1.10	1.10	1.10
From users to transformers	2.00	1.46	1.44	
From users to feeder	2.60	1.90	1.95	1.15
From users to substation	3.00	2.18	2.24	1.32
From users to generating station	3.29	2.40	2.46	1.45

Mạch điện sinh hoạt

Sinh hoạt (số hộ)	K _s
2 – 4	1
5 – 9	0.78
10 – 14	0.63
15 – 19	0.53
20 – 24	0.49
25 – 29	0.46
30 – 34	0.44
35 – 39	0.42
40 – 50	0.41
50	0.40

Chương 02

Xác định phụ tải điện

2.1 Đặt vấn đề

2.2 Các đặc trưng của phụ tải điện

2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

2.4 Dự báo phụ tải

2.3 Các phương pháp xác định phu tải tính toán

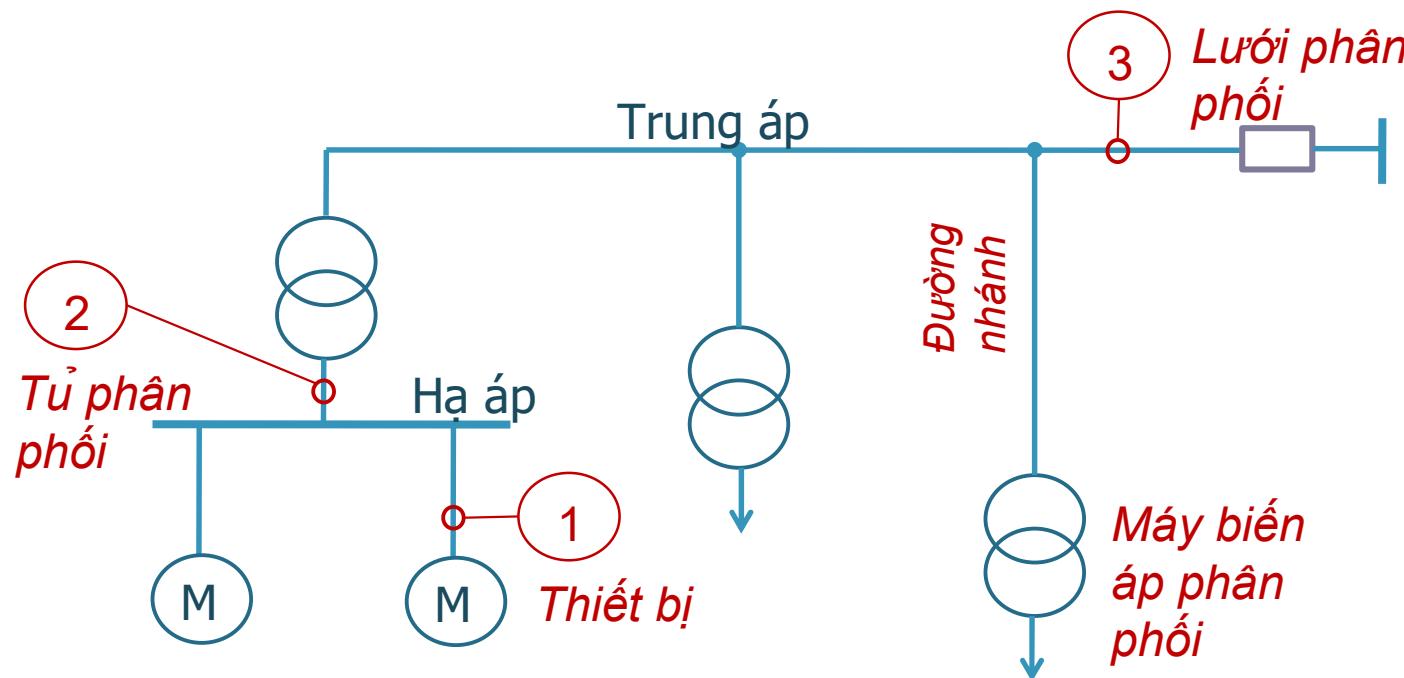


81

Mục đích: Xác định phu tải tính toán dùng cho thiết kế, lựa chọn thiết bị.

Phu tải tính toán là đối tượng cần được xác định để làm cơ sở cho việc thiết kế hệ thống cung cấp điện.

Các vị trí thường dùng để xác định phu tải tính toán





2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

82

1. Xác định phụ tải tính toán theo hệ số sử dụng lớn nhất k_u

$$P_{tt} = P_{max} = k_u \cdot P_{dm}$$

P_{max} : Công suất cực đại với thời gian đo $\tau = 30$ phút (W)

P_{dm} : Công suất định mức của phụ tải (W)

k_u : Hệ số sử dụng lớn nhất

Phạm vi áp dụng: đơn giản, thường được áp dụng với các phụ tải, thiết bị điện đơn lẻ, đặc biệt là các động cơ. Có thể kết hợp phương pháp này với phương pháp sử dụng hệ số đồng thời để xác định phụ tải tính toán cho nhóm thiết bị



2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

83

2. Xác định phụ tải tính toán theo $P_{đặt}$ và K_{nc}

Với 1 phu tải

$$P_{tt} = K_{nc} \cdot P_{đặt}$$

Với nhiều phu tải

$$P_{tt} = K_{nc} \cdot \sum_{i=1}^n P_{dmi} \quad \text{hoặc} \quad P_{tt} = \sum_{i=1}^n K_{nci} \cdot P_{dmi}$$

$$\cos \varphi_{nhom} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{dmi} \cdot \cos \varphi_i}{\sum_{i=1}^n P_{dmi}}$$

Phạm vi áp dụng: đơn giản, tuy nhiên kết quả không chính xác, thường được dùng trong tính toán sơ bộ

Bài toán thường đặt ra trong giai đoạn xây dựng dự án công nghiệp

+ Biết diện tích phân xưởng

+ Biết công suất đặt của phân xưởng → P_{tt} được xác định theo hệ số nhu cầu và công suất đặt



2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

84

2. Xác định phụ tải tính toán theo $P_{\text{đặt}}$ và K_{nc} (tiếp)

Ví dụ mẫu:

Xác định PTTT của phân xưởng đúc có công suất đặt là $P_{\text{đặt}} = 1800\text{kW}$.

Giải:

Tra trong sổ tay, với phân xưởng đúc điển hình được $K_{nc} = 0,7$; $\cos\varphi = 0,8$. Vậy đối với PX đúc cần tính toán, có:

$$P_{tt} = 0,7 \times 1800 = 1260 \text{ kW}$$

Với $\cos\varphi = 0,8$ nên $\operatorname{tg}\varphi = 0,75$; $Q_{tt} = P_{tt} \cdot \operatorname{tg}\varphi = 1260 \times 0,75 = 945 \text{ kVar}$

$$S_{tt} = \sqrt{1260^2 + 945^2} = 1575 \text{ kVA}$$



2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

85

3. Xác định phụ tải tính toán theo P_{tb} và K_{max}

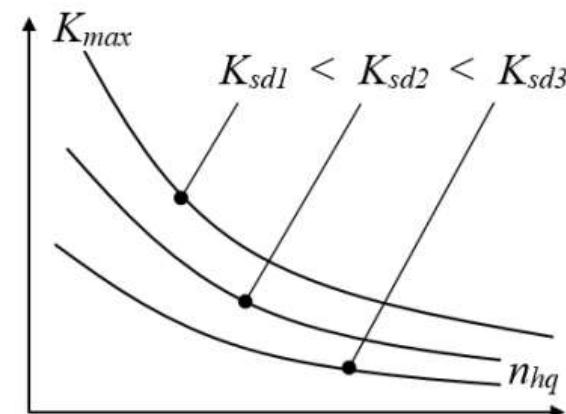
$$P_{tt.nh} = P_{max} = K_{max} \cdot P_{tb} = K_{max} \cdot K_{sd} \cdot \sum_{i=1}^n P_{đmi} \quad (*)$$

K_{sd} , K_{max} : Hệ số sử dụng trung bình và Hệ số cực đại của nhóm phụ tải

$P_{đm.nh}$: Công suất định mức của nhóm phụ tải (W)

- ⇒ Xác định K_{sd} : K_{sd} được cho trong bảng (Phụ lục 1, Tr. 263)
- ⇒ Xác định K_{max} : Trong công nghiệp, tính $K_{max} = f(n_{hq}, K_{sd})$
(phương pháp sắp xếp biểu đồ Ka-ia-lốp - số thiết bị hiệu quả)

n_{hq} : Số thiết bị hiệu quả
(của nhóm thiết bị): Số thiết
bị có cùng công suất, cùng
chế độ làm việc, gây hiệu quả
phát nhiệt đối với dây dẫn
bằng số thiết bị thực (n).





2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

86

3. Xác định phụ tải tính toán theo P_{tb} và K_{max} (tiếp)

Bước 1: Xác định n_{hq}

Nếu $n \leq 5$:

$$n_{hq} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n P_{dm,i} \right)^2}{\sum_{i=1}^n P_{dm,i}^2}$$

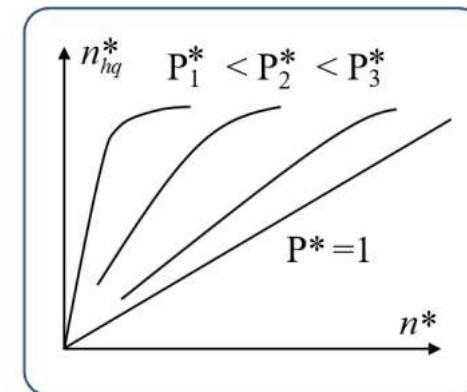
Nếu $n > 5$: Tính gần đúng

- $m = \frac{P_{dm,max}}{P_{dm,min}} \leq 3$ và $K_{sd} \geq 0,4 \rightarrow n_{hq} = n$

- $m > 3$ và $K_{sd} \geq 0,2 \rightarrow n_{hq} = \frac{2 \times \sum_{i=1}^n P_{dm,i}}{P_{dm,max}} \leq n$

- Các trường hợp khác

$$\begin{cases} n_1: \left\{ P_{dm,i} \geq \frac{1}{2} P_{dm,max} \right\}; P_1 = \sum_{i=1}^{n_1} P_{dm,i} \\ n^* = \frac{n_1}{n}; P^* = \frac{P_1}{P_{dm,nh}} \\ n_{hq}^* = f(n^*; P^*); \end{cases} \Rightarrow n_{hq} = n_{hq}^* \cdot n$$





2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

87

3. Xác định phụ tải tính toán theo P_{tb} và K_{max} (tiếp)

Bước 2: Tra bảng Phụ lục 1, Tr. 263 để thu được K_{sd}

Bước 3: Từ K_{sd} và n_{hq} , tra bảng Phụ lục 5, Tr. 265 để thu được K_{max}

Bước 4: Thay vào công thức (*)

Phạm vi áp dụng: có xét đến độ lớn và chẽ độ làm việc của từng thiết bị nên kết quả khá chính xác.

Bài toán thường đặt ra trong giai đoạn thiết kế chi tiết

+ Biết diện tích phân xưởng

+ Biết công suất đặt, vị trí và chẽ độ làm việc của từng thiết bị

→ Ptt được xác định theo hệ số cực đại và công suất trung bình



2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

88

3. Xác định phụ tải tính toán theo P_{tb} và K_{max} (tiếp)

- Các lưu ý khi tra hệ số k_{max}**

Bảng tra k_{max} chỉ tra được với $4 \leq n_{hq} \leq 300$

Các trường hợp còn lại có thể được tính toán một cách gần đúng như sau:

- Nếu $n_{hq} < 4$ và $n \leq 3$ thì:
$$P_{tt} = \sum_{i=1}^n P_{dmi}$$

- Nếu $n_{hq} < 4$ và $n > 3$ thì:
$$P_{tt} = \sum_{i=1}^n k_{ti} \cdot P_{dmi}$$

Trong đó

k_{ti} : Hệ số tải của thiết bị i.

+ $k_t = 0,9$ đối với thiết bị làm việc ở chế độ dài hạn.

+ $k_t = 0,75$ đối với thiết bị làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại.

- Nếu $n_{hq} > 300$ và $k_{sd} < 0,5$ thì k_{max} được lấy ứng với $n_{hq} = 300$.
- Nếu $n_{hq} > 300$ và $k_{sd} \geq 0,5$ thì $P_{tt} = 1,05 \cdot k_{sd} \cdot P_{dm}$
- Nếu thiết bị có đồ thị phụ tải bằng phẳng (các máy bơm, quạt nén khí...) thì $k_{max} = 1$



2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

89

3. Xác định phụ tải tính toán theo P_{tb} và K_{max} (tiếp)

- Nội suy khi tra bảng số liệu**

Tra K_{max} theo k_{sd} và n_{hq}

n_{hq}	K_{sd}	
	0,2	0,3
5	2,42	2
6	2,24	1,88

Tra n^*_{hq} theo n^* và P^*



Ví dụ

n_{hq}	K_{sd}	$K_{max} = ?$
5	0,2	2,42
6	0,26	2,024

$$\left\{ \begin{array}{l} n^* = 0,035 \\ P^* = 0,28 \end{array} \right. \quad \Rightarrow \quad n^*_{hq} = ?$$

PT đường thẳng đi qua 2 điểm $A(x_1, y_1), B(x_2, y_2)$

$$Y = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} (x - x_1) + y_1$$

- Tìm a biết $A(0,25; 0,36); B(0,3; 0,27)$
- Tìm b biết $A(0,25; 0,44); B(0,3; 0,34)$
- Tìm c biết $A(0,03; a); B(0,04; b)$

A1

Author, 10/3/2018



2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

92

3. Xác định phụ tải tính toán theo P_{tb} và K_{max} (tiếp)

Giải

Bước 0: Qui đổi các phụ tải đặc biệt

- Phụ tải 1 pha
- Phụ tải làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại

Bước 1: Xác định phụ tải có công suất lớn nhất $\rightarrow n_1, P_1$ và P_Σ

Bước 2: Xác định n^*_{hq} theo n^*, P^*

Bước 3: Xác định $n_{hq} = n^*_{hq} \cdot n$

Bước 4: Tra K_{max} theo n_{hq} và k_{sd} (cần tính k_{sd} của nhóm khi mỗi thiết bị có k_{sd} khác nhau)

Bước 5: Tính P_{tt}, Q_{tt}, S_{tt} và I_{tt}

Tra cosphi của nhóm tb

$$P_{tt} = K_{max} \cdot P_{tb} = K_{max} \cdot K_{sd} \cdot P_{dm}$$

$$\longrightarrow Q_{tt}, S_{tt} \text{ và } I_{tt}$$



2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

93

3. Xác định phụ tải tính toán theo P_{tb} và K_{max} (tiếp)

Bài tập

Ví dụ 1: Nhóm phụ tải

10 thiết bị x 20kW

10 thiết bị x 15kW Cho K_{sd} của cả nhóm bằng 0,53. Tính n_{hq} ?

5 thiết bị x 10kW

10 thiết bị x 8kW

Giải:

Vì $m = 20/8 = 2,5 < 3$ và $K_{sd} > 0,4$

$$\Rightarrow n_{hq} = n = 10 + 10 + 5 + 10 = 35 \text{ (thiết bị)}$$



2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

94

3. Xác định phụ tải tính toán theo P_{tb} và K_{max} (tiếp)

Bài tập

Ví dụ 2: Vẫn ví dụ 1 nhưng thêm 20 thiết bị có công suất 2kW và thay $K_{sd} = 0,35$

Giải:

$$P_{đmn\text{nhóm}} = 10 \cdot 20 + 10 \cdot 15 + 5 \cdot 10 + 10 \cdot 8 + 20 \cdot 2 = 520\text{kW}$$

$$n = 10 + 10 + 5 + 10 + 20 = 55 \text{ thiết bị}$$

Vì $K_{sd} = 0,35 > 0,2$ và $m = 20/2 = 10 > 3$

$$\Rightarrow n_{hq} = \frac{2 \times 520}{20} = 52 \leq n = 55$$



2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

95

3. Xác định phụ tải tính toán theo P_{tb} và K_{max} (tiếp)

Bài tập

Ví dụ 2: Vẫn ví dụ 2 nhưng thay $K_{sd} = 0,16$

Giải:

$$n_1 = 25; n^* = n_1/n = 25/55 = 0,45; P_1 = 400\text{ kW}; P^* = P_1/P_{đmn\text{hóm}} = 400/520 = 0,77$$

$$\text{Tra } n_{hq}^* = f(n^*, P^*) = f(0,45; 0,77) = 0,67 \Rightarrow n_{hq} = n_{hq}^* \cdot n = 0,67 \cdot 55 \approx 36 \text{ (thiết bị)}$$



2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

96

4. Xác định phụ tải tính toán theo hệ số đồng thời

Do tính chất ngẫu nhiên của nhu cầu sử dụng điện nên tại một thời điểm, không phải tất cả các thiết bị dùng điện đều được đóng điện.

$$P_{\text{tt-nhom}} = K_{\text{dt}} \sum_{i=1}^n P_{\text{tti}}$$

Phạm vi áp dụng: Phương pháp này dùng để xác định phụ tải tính toán tại các nút nhiễu phụ tải như TBA các phân xưởng có công suất lớn, TBA trung gian cấp cho các nhà máy, các khu công nghiệp ...

Bảng hệ số đồng thời của n phụ tải

$n = 1, 2$	$K_{\text{dt}} = 1$
$n = 3, 4, 5$	$K_{\text{dt}} = 0,9 - 0,95$
$n = 6 - 10$	$K_{\text{dt}} = 0,8 - 0,85$
$n > 10$	$K_{\text{dt}} = 0,7$



2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

97

4. Xác định phụ tải tính toán theo hệ số đồng thời (tiếp)

Các mạch chức năng (theo IEC 60439)

Tham khảo một số hệ số đồng thời (K_s) và hệ số không đồng thời DF

Mạch chức năng	K_s (%)
Lighting	90%
Heating and air conditioning	80%
Socket-outlets	70%
Lifts and catering hoist	
For the most powerful motor	100%
For the second most powerful motor	75%
For all motors	80%

Các mạch chức năng (theo IEC)

Phụ tải	DF			
	Sinh hoạt	Dịch vụ	Chung	Công nghiệp
Between individual users	2.00	1.46	1.45	
Between transformers	1.30	1.30	1.35	1.05
Between feeders	1.15	1.15	1.15	1.05
Between substations	1.10	1.10	1.10	1.10
From users to transformers	2.00	1.46	1.44	
From users to feeder	2.60	1.90	1.95	1.15
From users to substation	3.00	2.18	2.24	1.32
From users to generating station	3.29	2.40	2.46	1.45

Mạch điện sinh hoạt

Sinh hoạt (số hộ)	K_s
2 – 4	1
5 – 9	0.78
10 – 14	0.63
15 – 19	0.53
20 – 24	0.49
25 – 29	0.46
30 – 34	0.44
35 – 39	0.42
40 – 50	0.41
50	0.40



2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

98

4. Xác định phụ tải tính toán theo hệ số đồng thời (tiếp)

Bài tập

Một trạm biến áp phân phối cấp điện cho 4 nhà kho với P_d lần lượt là 250 kVA, 200 kVA, 150 kVA và 400 kVA, cùng với $\cos\varphi = 0,9$; $K_u = 0,9; 0,8; 0,75$ và $0,85$. Hệ số không đồng thời $DF = 1,5$.

Tính phụ tải tính toán mà trạm biến áp cần tải.

Giải

Phụ tải tính toán của nhóm 4 nhà kho:

$$\begin{aligned}P_{tt.nhóm} &= K_{dt} \cdot \sum_{i=1}^n P_{i.tt} = K_{dt} \cdot \sum_{i=1}^n K_{i.u} P_{i.d} \\&= 0,9 \times (250 \times 0,9 + 200 \times 0,8 + 150 \times 0,75 + 400 \times 0,85) / 1,5 \\&= 502,5 \text{ kW}\end{aligned}$$



2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

99

5. Xác định phụ tải tính toán theo suất phụ tải trên một đơn vị diện tích

$$P_{tt} = p_0 \cdot F$$

Trong đó:

p_0 - Suất phu tải trên một đơn vị diện tích sản xuất (kW/m^2)

F - Diện tích sản xuất (m^2)

Phạm vi áp dụng: tính toán sơ bộ đối với các phu tải có mật độ tương đối đều trên diện tích sử dụng. Đặc biệt tính toán phụ tải chiếu sáng



2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

100

6. Xác định phụ tải tính toán theo suất tiêu hao trên một đơn vị sản phẩm

$$P_{tt} = \frac{a \cdot M}{T_{max}}$$

Trong đó:

M- Sản lượng (sản phẩm/năm)

a - Suất điện năng trên một đơn vị sản phẩm (kWh/sp)

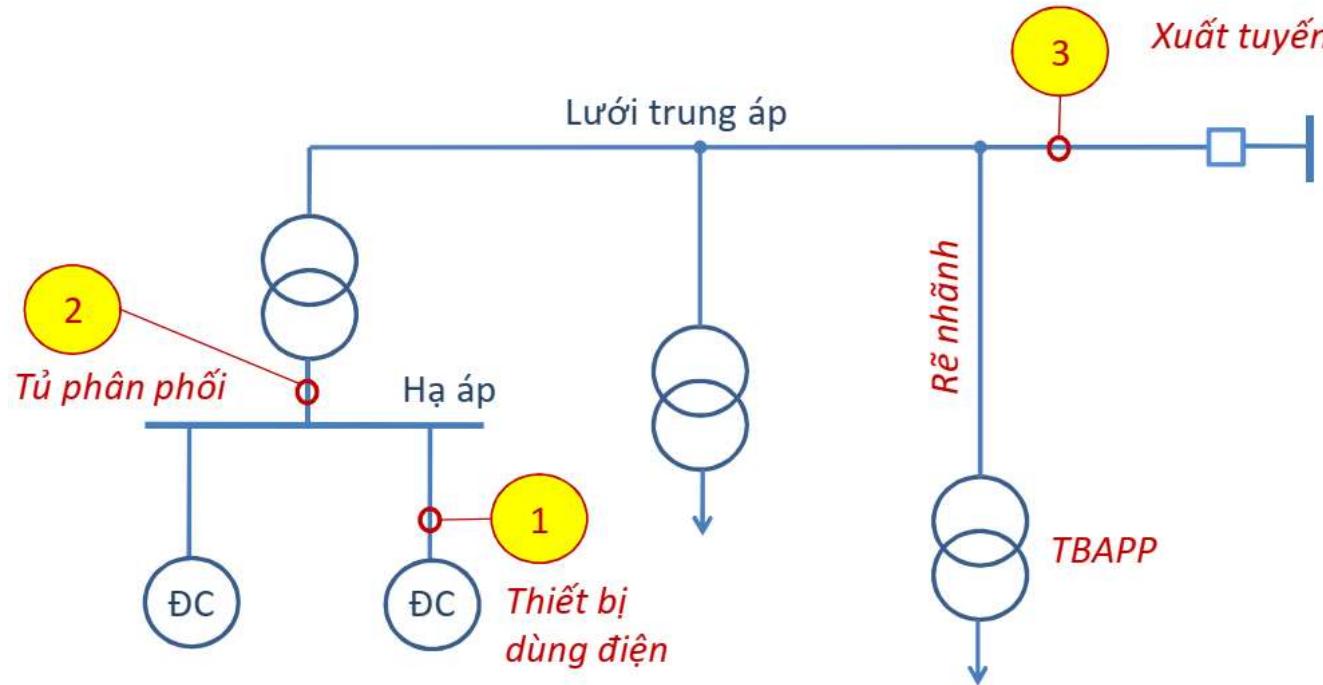
Tmax - Thời gian sử dụng công suất lớn nhất (giờ)

Phạm vi áp dụng: tính toán sơ bộ phụ tải trong giai đoạn dự án khả thi



2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

101



- Tại vị trí 1, sử dụng dòng định mức của động cơ hoặc có xét đến hệ số sử dụng lớn nhất.
- Tại vị trí 2, sử dụng phương pháp xác định phụ tải tính toán theo công suất trung bình và hệ số cực đại hoặc phương pháp dùng hệ số nhu cầu của một nhóm phụ tải.
- **Tại vị trí 3, sử dụng phương pháp dùng hệ số đồng thời.**

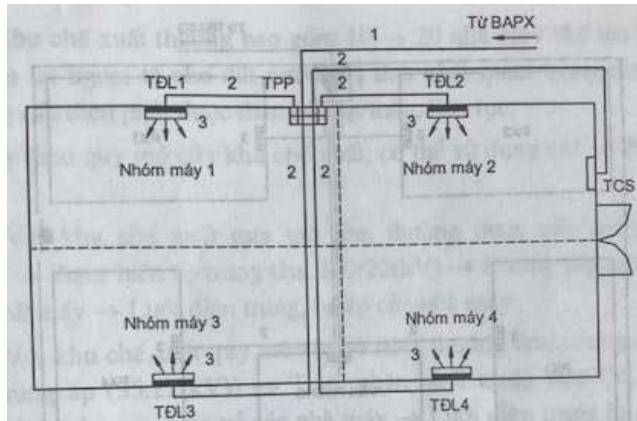
2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán



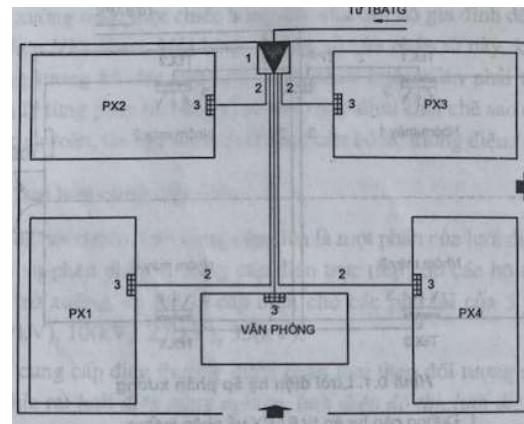
102

Ví dụ áp dụng

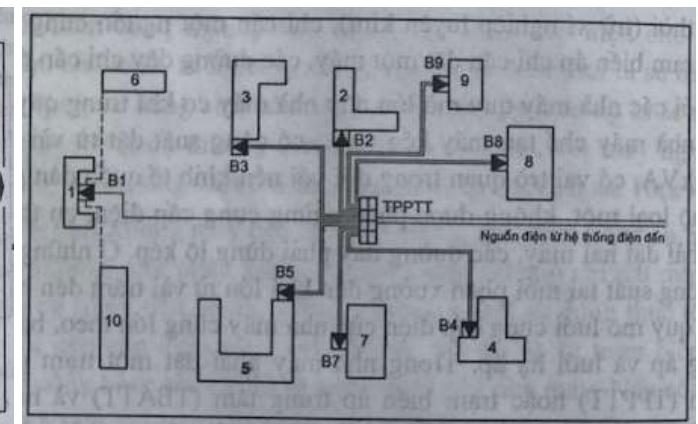
Xác định phụ tải tính toán khu công nghiệp



Phân xưởng



Nhà máy



Khu công nghiệp

Thứ tự tính toán

Nhóm thiết bị \rightarrow Phân xưởng \rightarrow Nhà máy \rightarrow Khu công nghiệp



2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

103

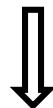
Ví dụ áp dụng

Thứ tự tính toán

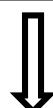
Nhóm thiết bị



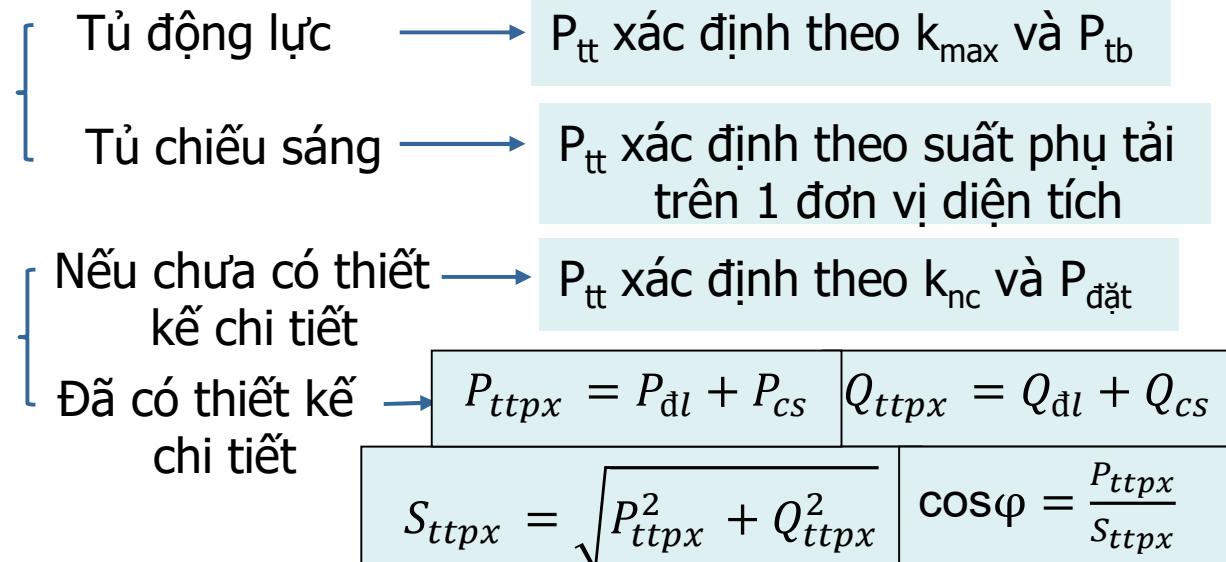
Phân xưởng



Nhà máy



Khu công nghiệp



Tổng hợp phụ tải tính toán từ các phân xưởng có xét đến $K_{đtx}$

$$P_{tt} = K_{đt} \cdot \sum_1^n P_{tti}$$

$$Q_{tt} = K_{đt} \cdot \sum_1^n Q_{tti}$$

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

Tổng hợp phụ tải tính toán từ các nhà máy có xét đến $K_{đtNM}$



2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

104

Bài tập

Bài 2.1. Xác định số thiết bị điện hiệu quả n_{hq} của nhóm thiết bị động lực sau

- 8 thiết bị điện có công suất 20kW
- 10 thiết bị điện có công suất 15kW
- 16 thiết bị điện có công suất 6kW
- 20 thiết bị điện có công suất 3kW
- 5 thiết bị điện có công suất 1kW

Biết hệ số sử dụng của cả nhóm thiết bị là $K_{sd} = 0,25$.



2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

105

Bài tập

Bài 2.2. Xác định phụ tải tính toán của nhóm thiết bị động lực có các thông số như sau

8 thiết bị điện có công suất 20kW

10 thiết bị điện có công suất 15kW

16 thiết bị điện có công suất 6kW

20 thiết bị điện có công suất 3kW

Biết hệ số sử dụng của cả nhóm thiết bị là $K_{sd} = 0,16$.



2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

106

Bài tập

Bài 2.3. Xác định phụ tải tính toán của một nhà máy cơ khí địa phương biết

TT	Tên phân xưởng	P _{đặt} (kW)	TT	Tên phân xưởng	P _{đặt} (kW)
1	Phân xưởng (PX) kết cấu kim loại	2200	6	PX gia công gỗ	200
2	PX lắp ráp cơ khí	1500	7	PX sửa chữa cơ khí	300
3	PX đúc	800	8	Trạm bơm	150
4	PX rèn	1200	9	Phòng kiểm định	200
5	PX nén khí	500	10	Khu văn phòng	100



2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

107

Bài tập: Xác định phụ tải của phân xưởng có 2 tủ điện với danh sách thiết bị trong từng tủ như trong bảng

<i>T/T</i>	<i>Tên thiết bị</i>	<i>số lượng</i>	<i>C/suất đặt P_{dm}, kW</i>	<i>Hệ số sử dụng, k_{sd}</i>	<i>Hệ số Cosφ</i>
TĐ-1					
1	Máy tiện	1	10,65	0,14	0,6
2	Máy tiện	2	31,3	0,14	0,6
3	Máy khoan	1	2,2	0,12	0,6
4	Máy phay	1	6,6	0,13	0,6
5	Máy phay	1	6,2	0,13	0,6
6	Máy phay	1	3,8	0,13	0,6
7	Máy mài	1	0,6	0,12	0,6
8	Máy doa	1	18,65	0,17	0,6
TĐ-2					
9	Cầu trục có $\varepsilon = 40\%$	1	19,2	0,1	0,5
10	Quạt gió	1	5,5	0,6	0,8
11	Quạt gió	1	3,0	0,6	0,8
12	Máy biến áp hàn	1	36 kVA	0,2	0,4
13	Tủ sấy	1	6,0	0,75	0,95
14	Lò điện	1	10,0	0,75	0,95
15	Máy hút bụi	1	4,0	0,06	0,5



2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

108

Kết luận

- Có nhiều phương pháp xác định phụ tải tính toán phụ thuộc các yếu tố sau:
 - + **Đối tượng thiết kế:** đa dạng (Chung cư, trường học, nông nghiệp, công nghiệp....). Do đó dữ liệu kinh nghiệm đa dạng, đặc trưng cho các loại phụ tải khác nhau
 - + **Mức độ chi tiết của đối tượng thiết kế** → lựa chọn số liệu cũng như phương pháp tính toán phù hợp
- Xác định phụ tải tính toán càng chính xác khi thông tin về đối tượng thiết kế càng chi tiết
- Cơ sở xác định phụ tải tính toán dựa trên thông tin có được về đối tượng thiết kế và các số liệu ghi chép từ kinh nghiệm vận hành trước đó (số liệu tra bảng)

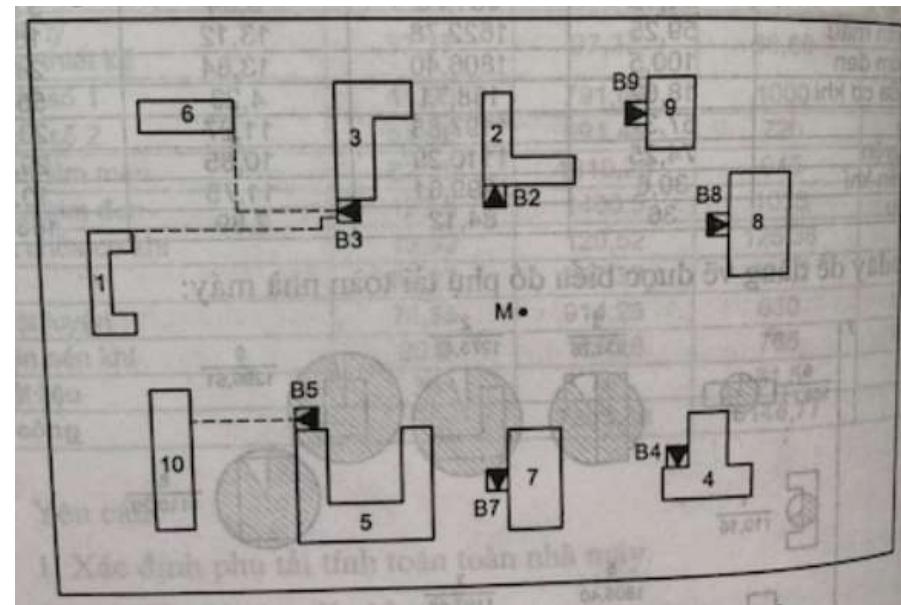
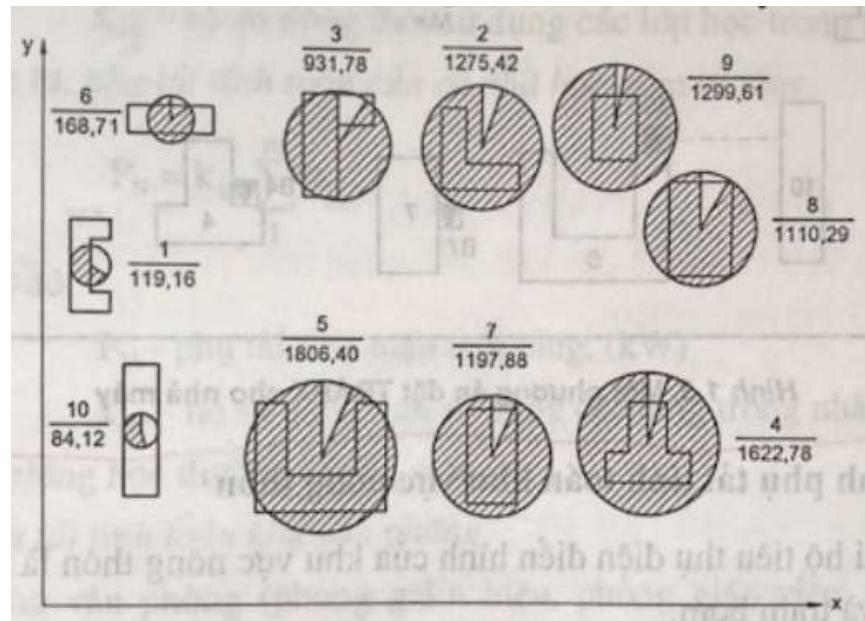


2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

109

6. Biểu đồ phụ tải

Biểu diễn các phụ tải trên một mặt phẳng tọa độ, để giúp cho việc định hướng vạch các phương án mạng trung áp



- Biết được phân bố phụ tải, tương quan giữa các phụ tải và tỉ phần chiếu sáng



2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

110

6. Biểu đồ phụ tải

- Biểu đồ phụ tải:** Là một vòng tròn có tâm trùng với tâm phụ tải, có diện tích tỉ lệ với công suất phụ tải.

$$S_{tt} = m \cdot \pi \cdot r^2 \Rightarrow r = \sqrt{\frac{S_{tt}}{m \pi}}$$

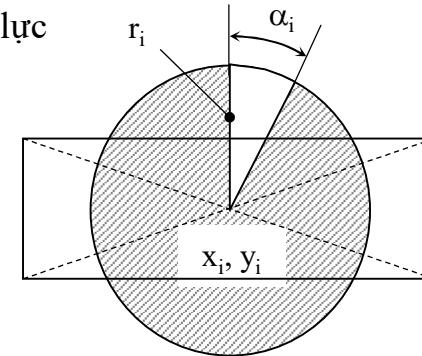
Trong đó:

m - Tỉ lệ xích (kVA/cm^2)

r - Bán kính vòng tròn phụ tải

Phụ tải chiếu sáng
Phụ tải động lực

STT của phụ tải
Phụ tải tính toán



Hình 2.10

Góc tỉ lệ công suất của thành phần phụ tải i tương ứng

$$\alpha_i = \frac{360 \cdot S_i}{S_{tt}}$$



2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

111

6. Biểu đồ phụ tải

- *Tâm phụ tải:* Vị trí đặt TBATT hoặc TPPTT

$$x_0 = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n S_i}$$
$$y_0 = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n S_i}$$
$$z_0 = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot z_i}{\sum_{i=1}^n S_i}$$

Trong đó:

x_0, y_0, z_0 - Tọa độ của tâm phụ tải

x_i, y_i, z_i - Tọa độ của phụ tải I

Chú ý: Trong thiết kế, cho phép bỏ qua tọa độ z khi khoảng các chiều dài giữa các phụ tải $\geq 1,5$ độ cao h của phụ tải.

Chương 02

Xác định phụ tải điện

2.1 Đặt vấn đề

2.2 Các đặc trưng của phụ tải điện

2.3 Các phương pháp xác định phụ tải tính toán

2.4 Dự báo phụ tải



2.4 Dự báo phụ tải

113

Trong thực tế, phụ tải không ngừng phát triển nên việc **dự báo** đúng đắn **sự phát triển của phụ tải** là **nhiệm vụ rất quan trọng** đối với người làm **quy hoạch và thiết kế**.

Có 3 loại dự báo sau:

- **Dự báo ngắn hạn**: từ 1 đến 2 năm. Loại dự báo này yêu cầu độ chính xác cao, cho phép sai số $5\div10\%$ và được dùng trong thiết kế.
- **Dự báo trung hạn**: từ $5\div10$ năm, dùng chủ yếu cho công tác quy hoạch, sai số cho phép từ $10\div20\%$.
- **Dự báo dài hạn**: từ $10\div20$ năm, thường chỉ mang tính chiến lược, chỉ nêu lên phương hướng phát triển chủ yếu.



2.4 Dự báo phụ tải

114

Các phương pháp dự báo phụ tải

Phương pháp hệ số vượt trước: Tỷ số giữa nhịp độ phát triển năng lượng với nhịp độ phát triển của toàn bộ nền kinh tế quốc dân (thường lấy 5 – 10 năm). Xác định hệ số vượt trước, từ đó xác định được điện năng ở năm dự báo, phụ thuộc: xu hướng sử dụng điện, tiến bộ KHKT... Phương pháp hệ số vượt trước chỉ nêu lên được xu thế phát triển trong tương lai với mức độ chính xác không cao lắm.

Phương pháp tính trực tiếp: Xác định nhu cầu điện năng của năm dự báo dựa trên tổng sản lượng của các ngành kinh tế năm đó và suất tiêu hao điện năng cho một đơn vị sản phẩm. Phương pháp này cho ta kết quả chính xác với điều kiện nền kinh tế phát triển có kế hoạch và ổn định. Phương pháp này thường dùng cho các dự báo ngắn hạn khi biết tương đối rõ các yếu tố của dự báo.

Ưu điểm: tính toán đơn giản, cho ta biết được tỉ lệ sử dụng điện năng trong các ngành kinh tế như công nghiệp, nông nghiệp, dân dụng, v.v... và xác định được nhu cầu điện năng ở từng địa phương (sử dụng thuận tiện trong qui hoạch)

Nhược điểm: Mức độ chính xác phụ thuộc nhiều vào việc thu thập số liệu của các ngành, địa phương dự báo.



2.4 Dự báo phụ tải

115

Các phương pháp dự báo phụ tải

Phương pháp ngoại suy theo thời gian: nghiên cứu sự diễn biến của nhu cầu điện năng trong quãng thời gian quá khứ tương đối ổn định, tìm ra quy luật phát triển của nó rồi kéo dài sự phát triển đó cho tương lai.

Ví dụ qui luật phát triển có dạng hàm mũ biểu diễn như sau:

$$A_t = A_0 (1 + \alpha)^t$$

Trong đó:

- α : tốc độ phát triển bình quân hàng năm
- t : thời gian dự báo
- A_0 : điện năng ở năm chọn làm gốc
- A_t : điện năng dự báo ở năm thứ t

Phương pháp tương quan: lập quan hệ giữa tổng nhu cầu điện năng với các chỉ số của nền kinh tế quốc dân như tổng sản lượng của một ngành (ví dụ công nghiệp...) từ số liệu trong quá khứ. Từ đó nếu có **dự báo** của **tổng sản lượng** ngành đó thì sẽ **suy ra** nhu cầu điện năng cho năm dự báo.



2.4 Dự báo phụ tải

116

Các phương pháp dự báo phụ tải

Phương pháp đối chiếu: Phương pháp này so sánh đối chiếu với **sự phát triển nhu cầu điện năng** của **các nước có hoàn cảnh tương tự**. Phương pháp này đơn giản và thích hợp cho dự báo ngắn hạn.



Chương 03

Các sơ đồ và kết cấu hệ thống cung cấp điện

3.1 Giới thiệu chung

3.2 Sơ đồ cung cấp điện

3.3 Sơ đồ trạm điện

3.4 Kết cấu đường dây tải điện



3.1 Giới thiệu chung

119

- *Yêu cầu đối với các sơ đồ cung cấp điện:*
 - Đảm bảo độ tin cậy cung cấp điện
 - Vận hành an toàn đối với người và thiết bị
 - Linh hoạt và thuận tiện trong lắp đặt, vận hành và sửa chữa.
 - Dễ dàng phát triển để đáp ứng sự gia tăng của nhu cầu phụ tải.
 - Hợp lý về mặt kinh tế.
- *Các vấn đề chính khi thiết lập sơ đồ:*
 - Chọn nguồn điện
 - Đặc điểm liên kết với nguồn điện
 - Hình dạng sơ đồ cung cấp điện
 - Các phương thức vận hành



3.1 Giới thiệu chung

120

- Đảm bảo độ tin cậy cung cấp điện

Những yếu tố bên ngoài tác động đến độ tin cậy cung cấp điện: Thời tiết, cây cối, động vật, con người, ...

**80-90% các sự cố mất điện
xuất phát từ các sự cố trên hệ
thống cung cấp điện**





3.1 Giới thiệu chung

121

- Đảm bảo độ tin cậy cung cấp điện

Làm sao để nâng cao độ tin cậy cung cấp điện?

Cung cấp điện từ
nhiều nguồn

Sử dụng cáp ngầm
thay cho đường dây
trên không

Sử dụng máy phát
dự phòng

Sử dụng hệ thống
lưu trữ năng lượng



3.1 Giới thiệu chung

122

- **Vận hành an toàn đối với người và thiết bị**

Các yêu cầu về an toàn phụ thuộc vào loại hình phụ tải (dân cư, công nghiệp, ...), mật độ dân cư

→ tác động lên cách chọn sơ đồ, kết cấu và loại thiết bị điện trong lưới.

- Cấp điện áp? có dây trung tính hay không?
- Dây dẫn trần hay cáp?
- Loại trạm biến áp?
- Loại thiết bị đóng cắt và bảo vệ: cầu chì, máy cắt, thiết bị chống rò điện (RCD)?



3.1 Giới thiệu chung

123

- Vận hành an toàn đối với người và thiết bị



Transformer Substation 250kVA
CPH in Binh Duong Province



Trạm biến áp kiểu kiosk

Trạm biến áp kiểu treo



3.1 Giới thiệu chung

124

- **Vận hành an toàn đối với người và thiết bị**



Trạm biến áp kiểu cột



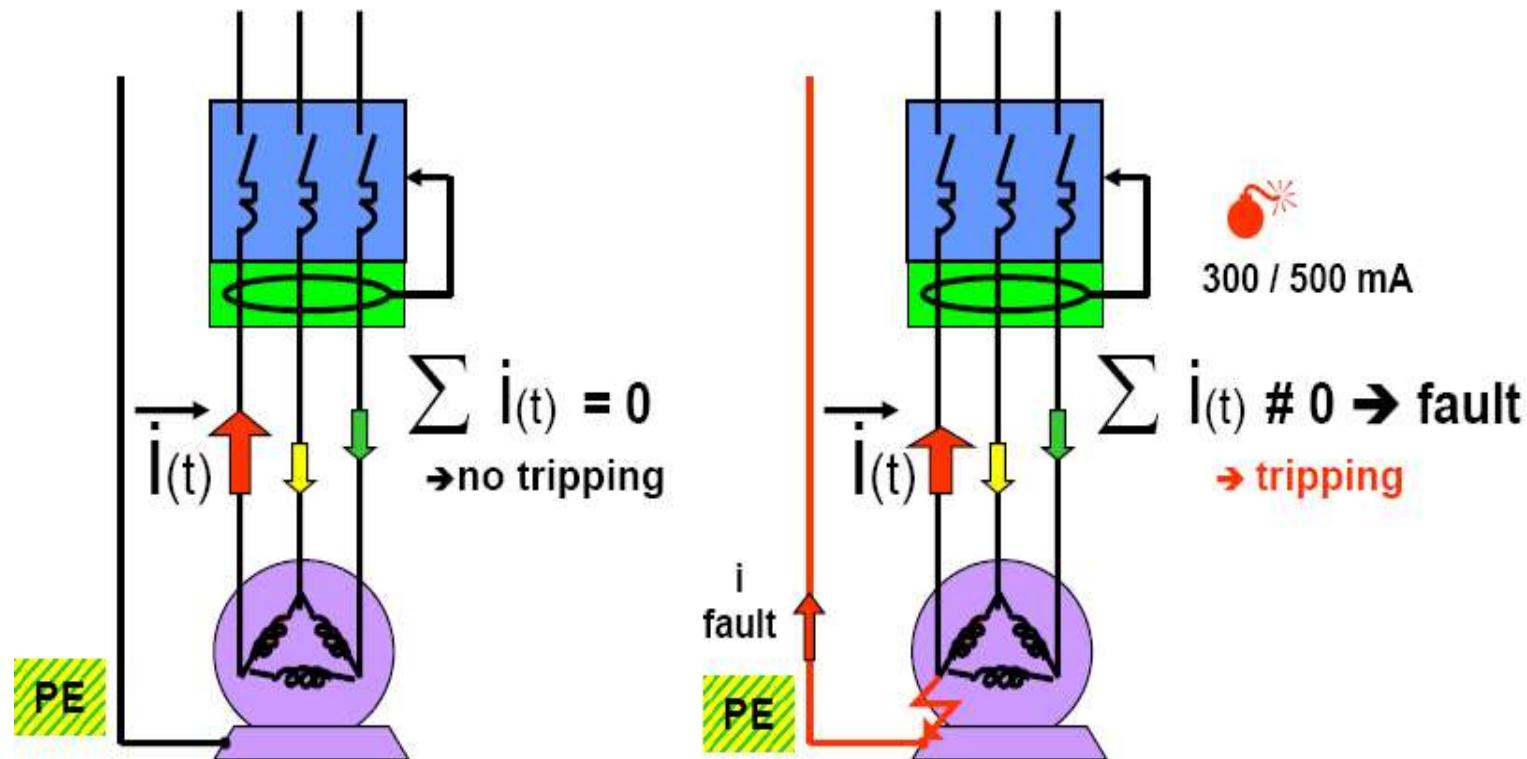
3.1 Giới thiệu chung

125

- Vận hành an toàn đối với người và thiết bị

Thiết bị chống dòng rò cần được lắp đặt ở cấp hạ áp

RCD 3 pha:



Chương 03

Các sơ đồ và kết cấu hệ thống cung cấp điện

3.1 Giới thiệu chung

3.2 Sơ đồ cung cấp điện

3.3 Sơ đồ trạm điện

3.4 Kết cấu đường dây tải điện



3.2 Sơ đồ cung cấp điện

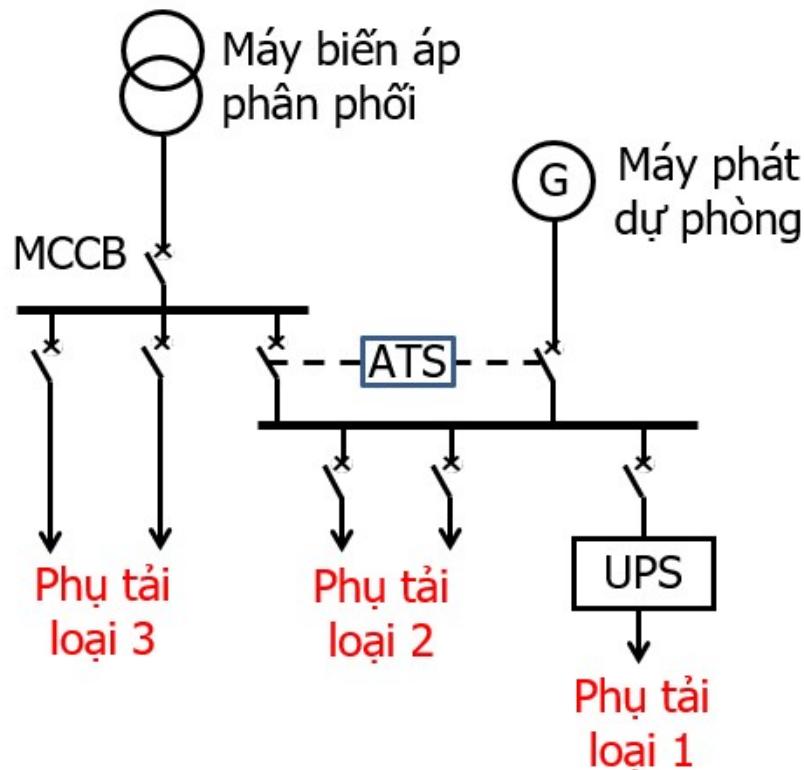
127

K/n: Là sơ đồ đấu nối nguồn đến phụ tải.

Tùy vào quy mô và tính chất phụ tải → Lựa chọn sơ đồ, phương án cung cấp điện phù hợp

Chọn nguồn điện

- Theo yêu cầu độ tin cậy



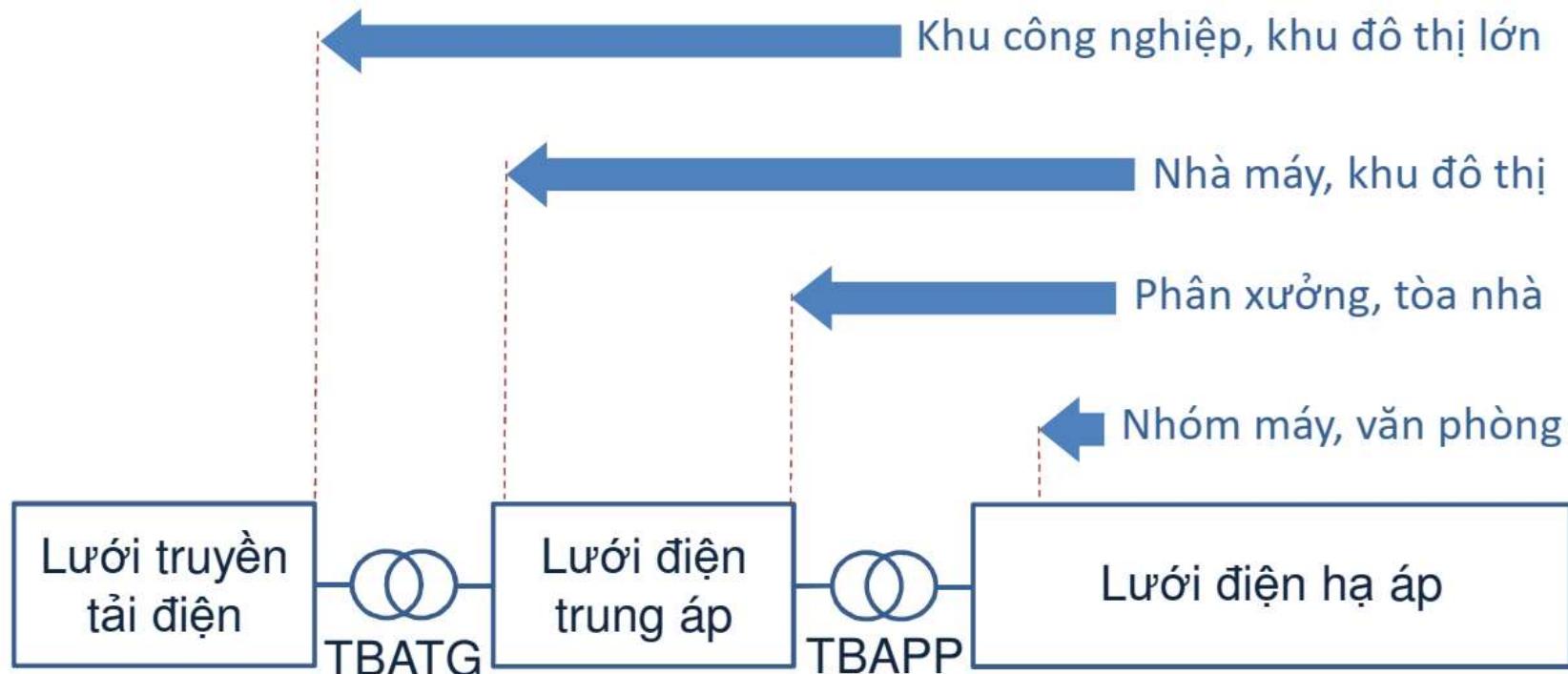


3.2 Sơ đồ cung cấp điện

128

Chọn nguồn điện (tiếp)

- Theo quy mô phụ tải





3.2 Sơ đồ cung cấp điện

129

Chọn nguồn điện (tiếp)

- Theo quy mô phụ tải

Phụ tải	Nguồn	Lưới điện
<ul style="list-style-type: none">▪ Khu công nghiệp,▪ Khu đô thị lớn, công suất từ 10-100MVA	<ul style="list-style-type: none">▪ Trạm biến áp trung gian CA/TA, 16-63MVA/MBA	Lưới trung áp 22, 35kV
<ul style="list-style-type: none">▪ Nhà máy, khu đô thị nhỏ công suất từ 2-10MVA	<ul style="list-style-type: none">▪ Trạm biến áp trung gian TA/TA, 2,5-12,5MVA/MBA	Lưới trung áp 6-35kV
<ul style="list-style-type: none">▪ Các phân xưởng trong nhà máy▪ Tòa nhà lớn, khu dân cư công suất dưới 2000kVA	<ul style="list-style-type: none">▪ Trạm biến áp phân phối TA/HA, 50-2500kVA/MBA▪ Nguồn dự phòng dưới 500kVA	Lưới hạ áp
<ul style="list-style-type: none">▪ Nhóm máy▪ Dãy văn phòng▪ Phòng làm việc	<ul style="list-style-type: none">▪ Tủ phân phối dưới 100kVA	Lưới hạ áp



3.2 Sơ đồ cung cấp điện

130

❖ Chọn sơ đồ cung cấp điện

1. Sơ đồ hình tia

Các phu tải được cấp điện trực tiếp từ nguồn

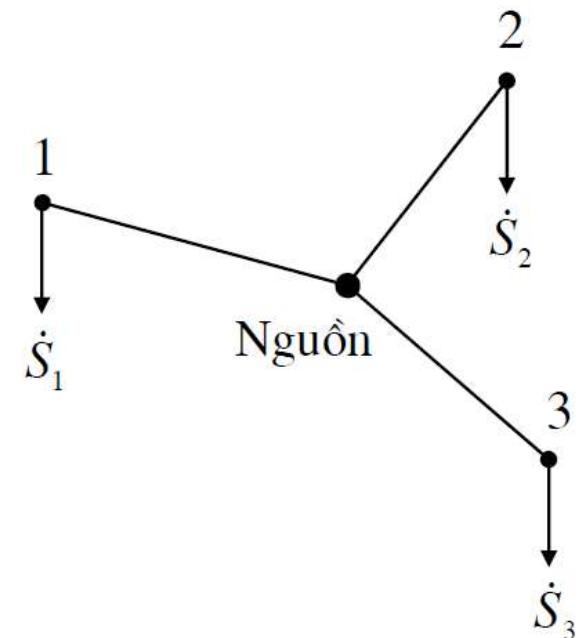
Ưu điểm:

- Độ tin cậy cao (khi sứt 1 đường dây thì chỉ có đường dây đó bị cắt ra)
- Thiết kế chỉnh định bảo vệ rõ ràng đơn giản, dễ tự động hóa

Nhược điểm:

- Vốn đầu tư lớn (chiều dài đường dây dài)

Ứng dụng: mạng điện cao áp cấp điện cho phu tải quan trọng (phu tải công suất lớn)





3.2 Sơ đồ cung cấp điện

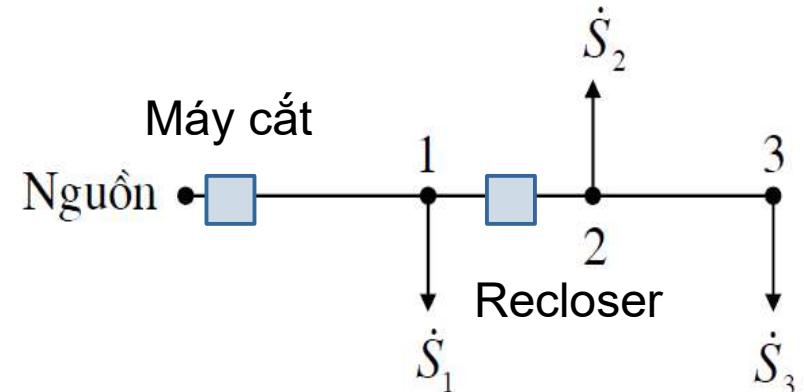
131

❖ Chọn sơ đồ cung cấp điện (tiếp)

2. Sơ đồ đường trực chính

Các phu tải được cấp điện từ một đường trực chính

- **Ưu điểm:** Vốn đầu tư giảm (chiều dài đường dây và thiết bị đóng cắt)
- **Nhược điểm:**
 - Độ tin cậy cung cấp điện thấp (khi sụt cố đường trực chính nhiều phu tải mất điện)
 - Kém linh hoạt khi vận hành
 - Thiết kế chỉnh định bảo vệ rơ le phức tạp
- **Ứng dụng:** cấp điện cho phu tải ít quan trọng (phu tải loại 2,3)





3.2 Sơ đồ cung cấp điện

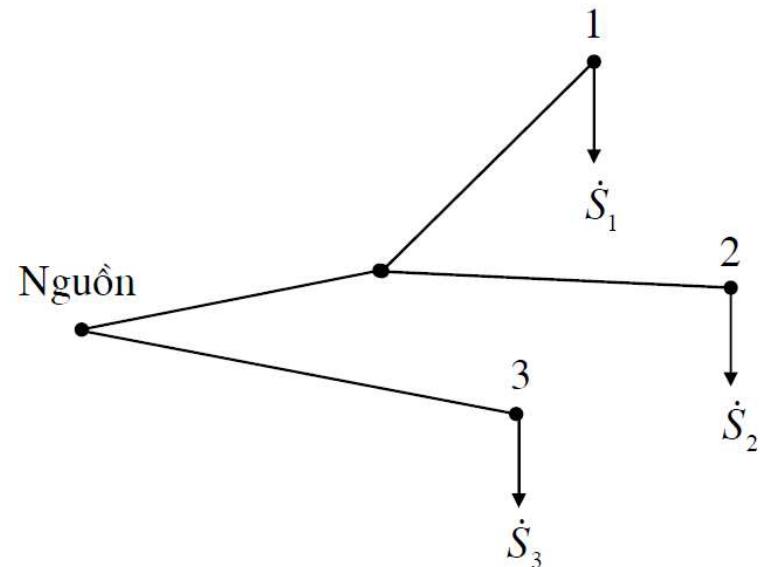
132

❖ Chọn sơ đồ cung cấp điện (tiếp)

3. Sơ đồ hỗn hợp

Kết hợp giữa sơ đồ hình tia và đường trực chính

- Có cả ưu nhược điểm của hai loại sơ đồ trên
- Hợp lý hóa giữa chi phí đầu tư và độ tin cậy cung cấp điện
 - *Ứng dụng:* cung cấp điện trong công nghiệp





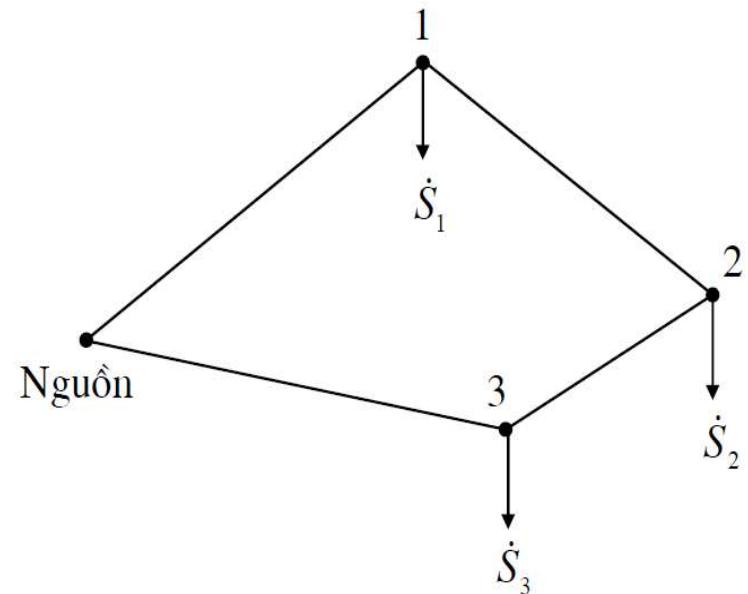
3.2 Sơ đồ cung cấp điện

133

❖ Chọn sơ đồ cung cấp điện (tiếp)

4. Sơ đồ mạch vòng kín

- *Ưu điểm:*
 - Nâng cao độ tin cậy (mỗi phu tải cấp điện từ 2 phía)
 - Vốn đầu tư rẻ hơn
- *Nhược điểm:*
 - Khi có sự cố đoạn đường dây gần nguồn khó đảm bảo được chất lượng điện năng và điện áp
 - Vận hành phức tạp
 - Thiết kế chỉnh định bảo vệ rơle phức tạp
- *Ứng dụng:* cấp điện cho mạng cao áp để tăng cường độ tin cậy.





3.2 Sơ đồ cung cấp điện

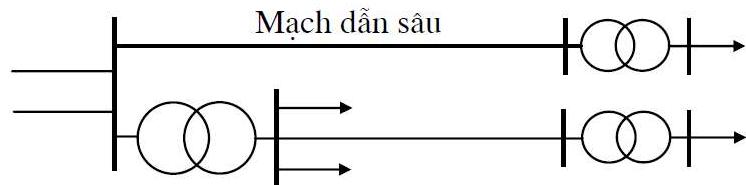
134

❖ Chọn sơ đồ cung cấp điện (tiếp)

5. Sơ đồ dẫn sâu

Đưa thẳng các đường dây cao áp tới tận phụ tải

- *Ưu điểm:*
 - Giảm tổn thất trên lưới trung áp
 - Vốn đầu tư rẻ hơn (TBATG và TPPTT)
- *Nhược điểm:*
 - Tăng vốn đầu tư của đường dây trung áp và TBAPP
 - Vận hành phức tạp, khó quản lý
- *Ứng dụng:* cung cấp điện cho các phu tải công suất lớn nằm sâu trong khu vực phu tải có mật độ thấp



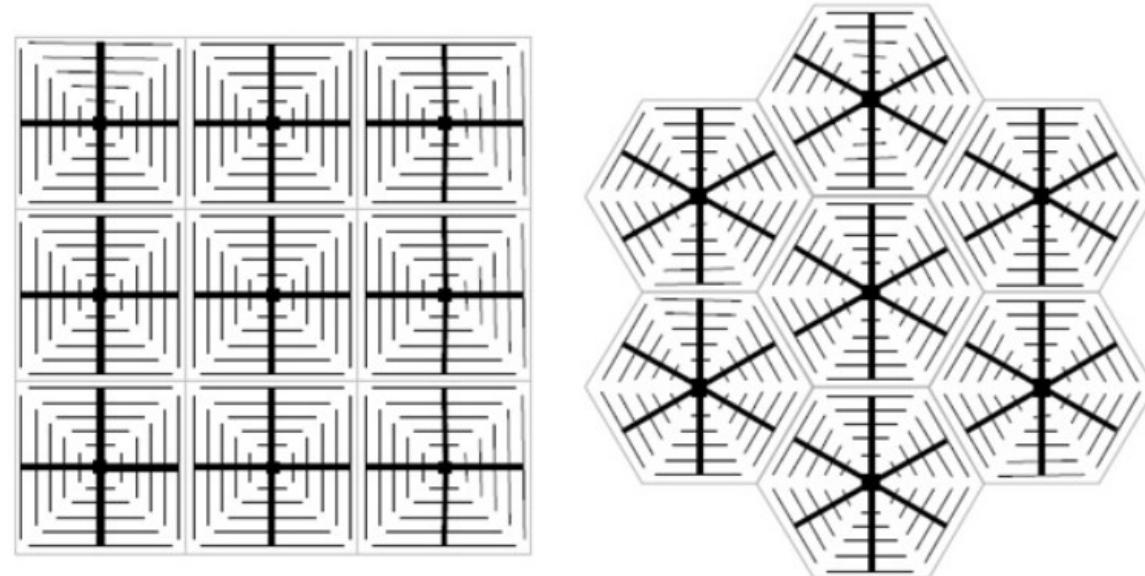


3.2 Sơ đồ cung cấp điện

135

❖ Chọn sơ đồ cung cấp điện (tiếp)

6. Tính toán phạm vi cấp điện của lưới trung áp



- TBATG
- Trục chính
- Nhánh
- Phạm vi cấp điện 1TBATG

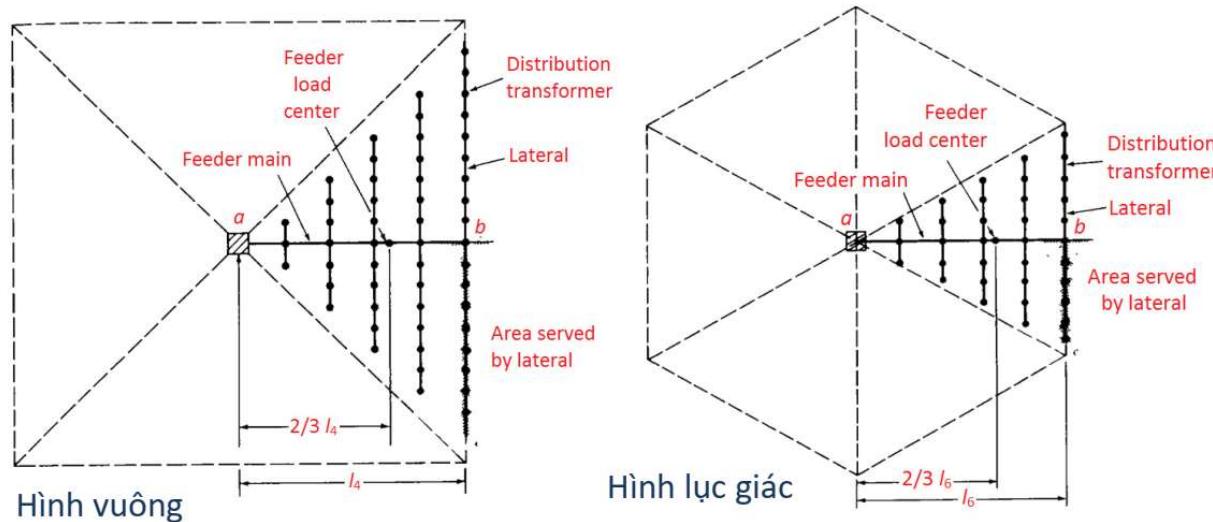


3.2 Sơ đồ cung cấp điện

136

❖ Chọn sơ đồ cung cấp điện (tiếp)

6. Tính toán phạm vi cấp điện của lưới trung áp



Số xuất tuyến	I_{\max}	$\Delta U_{\max} (\%)$	Công suất tải
4	$\frac{D.l_4^2}{\sqrt{3}.U_{\text{đm}}}$	$\frac{2}{3}.K.D.l_4^3$	$4.D.l_4^2$
6	$\frac{D.l_6^2}{3.U_{\text{đm}}}$	$\frac{2}{3\sqrt{3}}.K.D.l_6^3$	$\frac{6}{\sqrt{3}}.D.l_6^2$

D: Mật độ phụ tải
(kVA/km²)

K: Hằng số tổn thất
điện áp (%U_{đm} - km)

U_{đm}: Điện áp



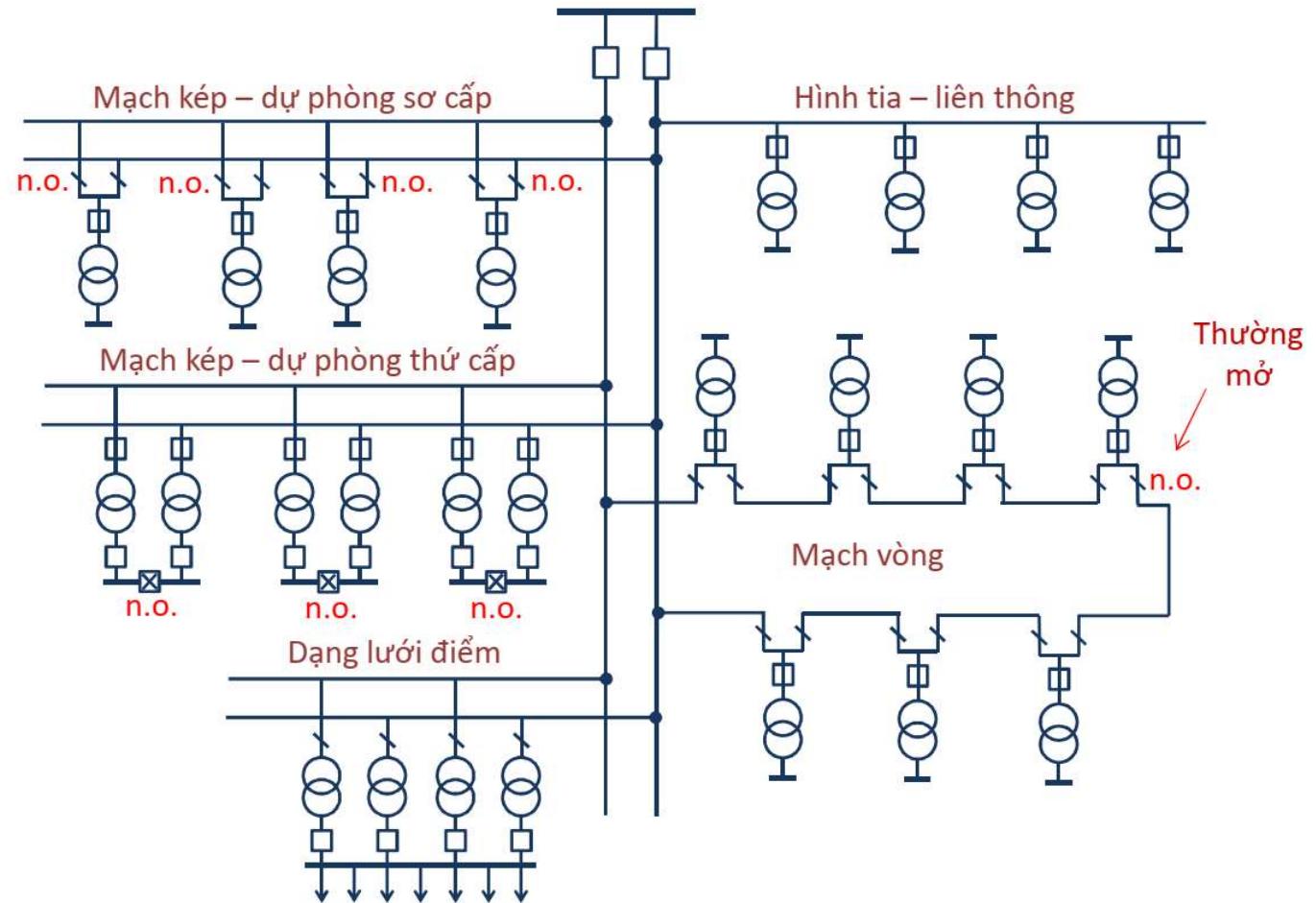
3.2 Sơ đồ cung cấp điện

137

❖ Chọn sơ đồ cung cấp điện (tiếp)

7. Một số dạng điện hình của lưới trung áp và hạ áp

Lưới trung áp





3.2 Sơ đồ cung cấp điện

138

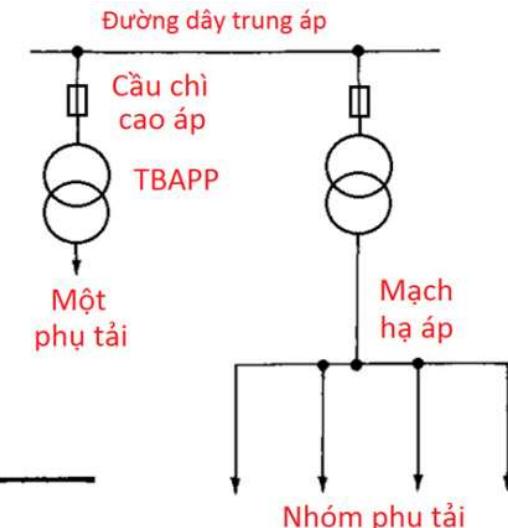
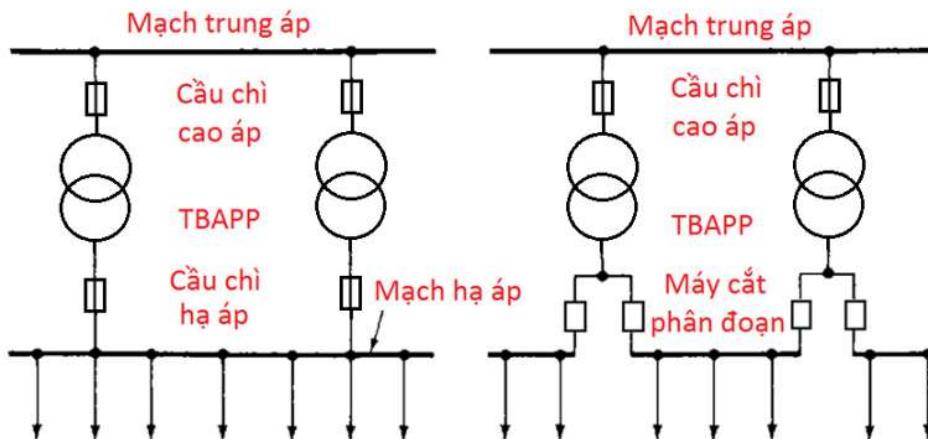
❖ Chọn sơ đồ cung cấp điện (tiếp)

7. Một số dạng điện hình của lưới trung áp và hạ áp

□ Hệ thống cấp cho

- Một phụ tải
- Một nhóm phụ tải
- Một dãy tải phân bố đều

Lưới hạ áp





3.2 Sơ đồ cung cấp điện

139

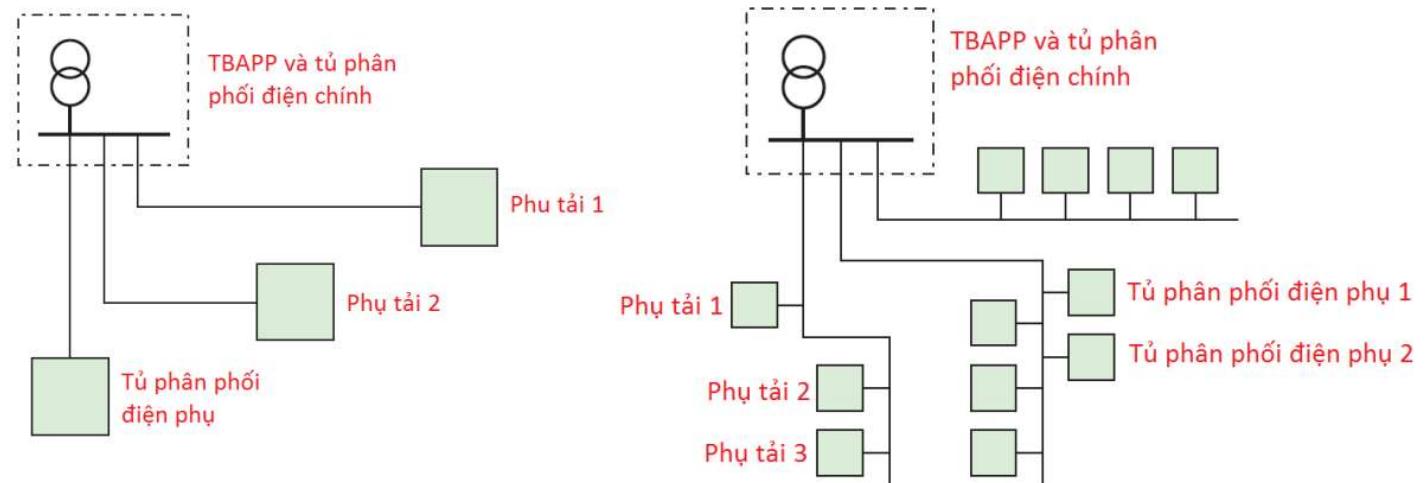
❖ Chọn sơ đồ cung cấp điện (tiếp)

7. Một số dạng điện hình của lưới trung áp và hạ áp

□ Sơ đồ lưới điện

- Cấp điện kiểu tập trung (hình tia)
- Cấp điện kiểu phân tán (liên thông)

Lưới hạ áp



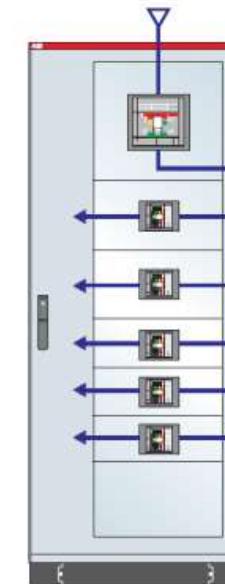
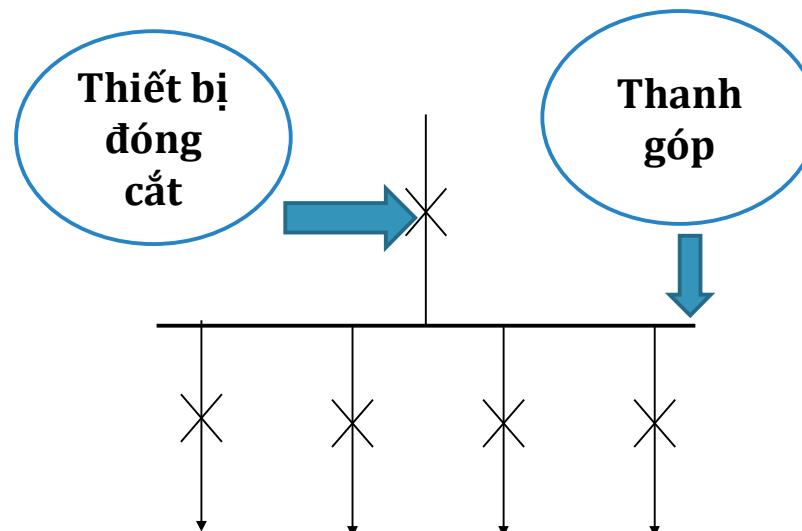


3.2 Sơ đồ cung cấp điện

140

❖ Sơ đồ phân phối điện tại các trạm điện

1. Sơ đồ hệ thống một thanh góp



Minh họa:
Tủ phân phối
hạ áp ArTu K
(ABB)

- + Kết cấu đơn giản, rẻ
- Độ tin cậy không cao
- Không linh hoạt trong vận hành
- Khó khăn khi bảo dưỡng
- ⇒ Dùng thiết kế các trạm ít quan trọng hoặc các tủ phân phối điện hạ áp ít quan trọng



3.2 Sơ đồ cung cấp điện

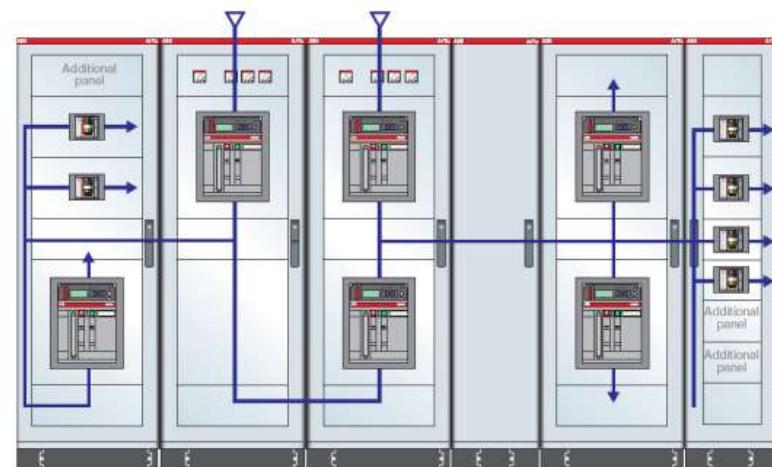
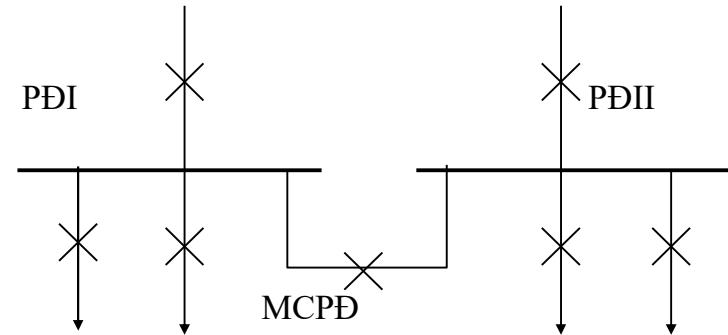
141

❖ Sơ đồ phân phối điện tại các trạm điện (tiếp)

2. Thanh gộp có phân đoạn

- + Nâng cao độ tin cậy cung cấp điện.
- Giá thành tăng do phải thêm mạch phân đoạn.

⇒ Thường dùng cho các phu tải quan trọng trong lưới trung và hạ áp.



Minh họa: Tủ phân phối
hạ áp ArTu K (ABB)



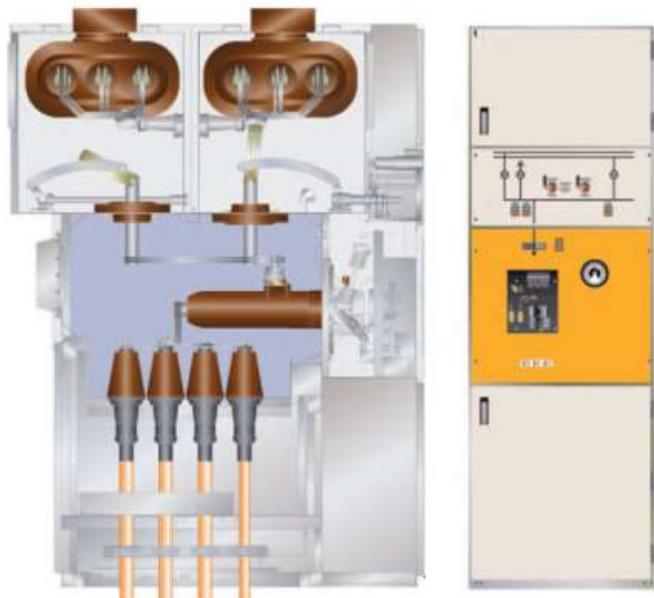
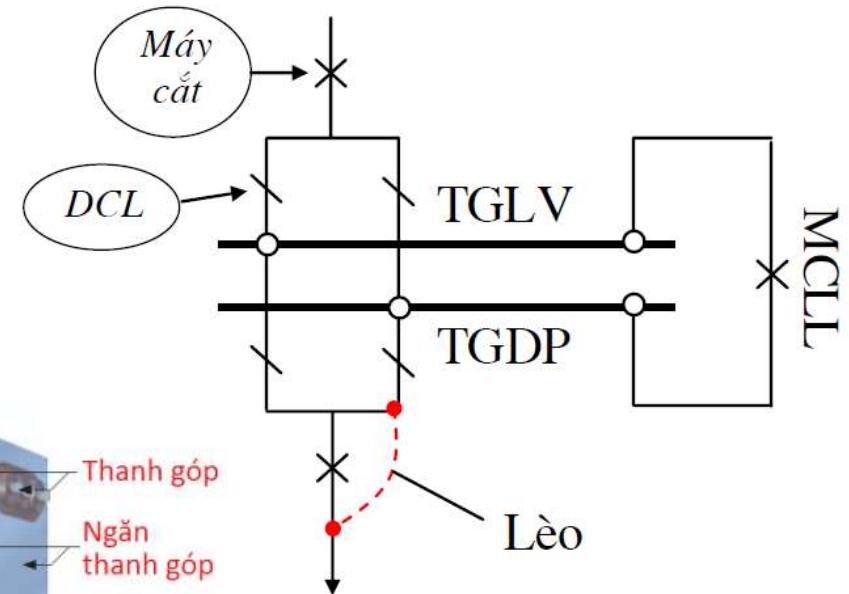
3.2 Sơ đồ cung cấp điện

142

❖ Sơ đồ phân phối điện tại các trạm điện (tiếp)

3. Hai thanh góp

- + Hai thanh góp
- + Mỗi mạch vào và ra có 1 máy cắt và 2 dao cách ly
- + Có máy cắt liên lạc giữa hai thanh góp



Minh họa: Máy cắt hợp bộ
CBGS2 (Schneider)



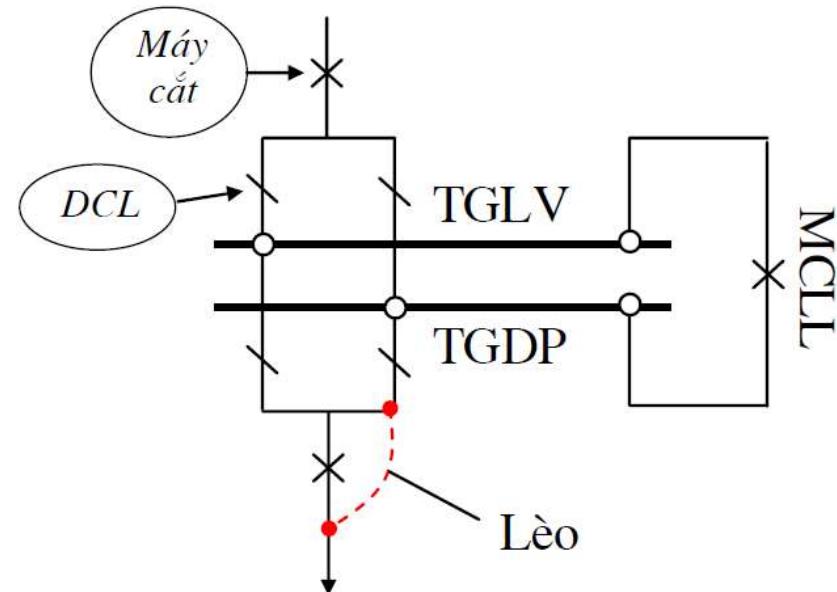
3.2 Sơ đồ cung cấp điện

143

❖ Sơ đồ phân phối điện tại các trạm điện (tiếp)

3. Hai thanh góp

- + Linh hoạt với 2 thanh góp. Thanh góp chính có thể đưa ra bảo dưỡng.
- Vốn đầu tư cao do có thêm một thanh góp và mỗi mạch ra cần thêm 1 dao cách ly.
- Khi sự cố trên đường dây thì cả 2 thanh góp sẽ mất điện.



Phương thức I: 2 TG cùng làm việc

- Dùng cho tủ phân phối điện
- Máy cắt liên lạc (MCLL) đóng
- Mỗi thanh góp nối với một nửa số mạch vào và ra.
- Dùng cho trạm phân phối tại các nhà máy điện

Phương thức II: 1 TG làm việc, 1TG dự phòng

- Tất cả các mạch vào và ra nối với thanh góp làm việc.
- MCLL mở.

Chương 03

Các sơ đồ và kết cấu hệ thống cung cấp điện

3.1 Giới thiệu chung

3.2 Sơ đồ cung cấp điện

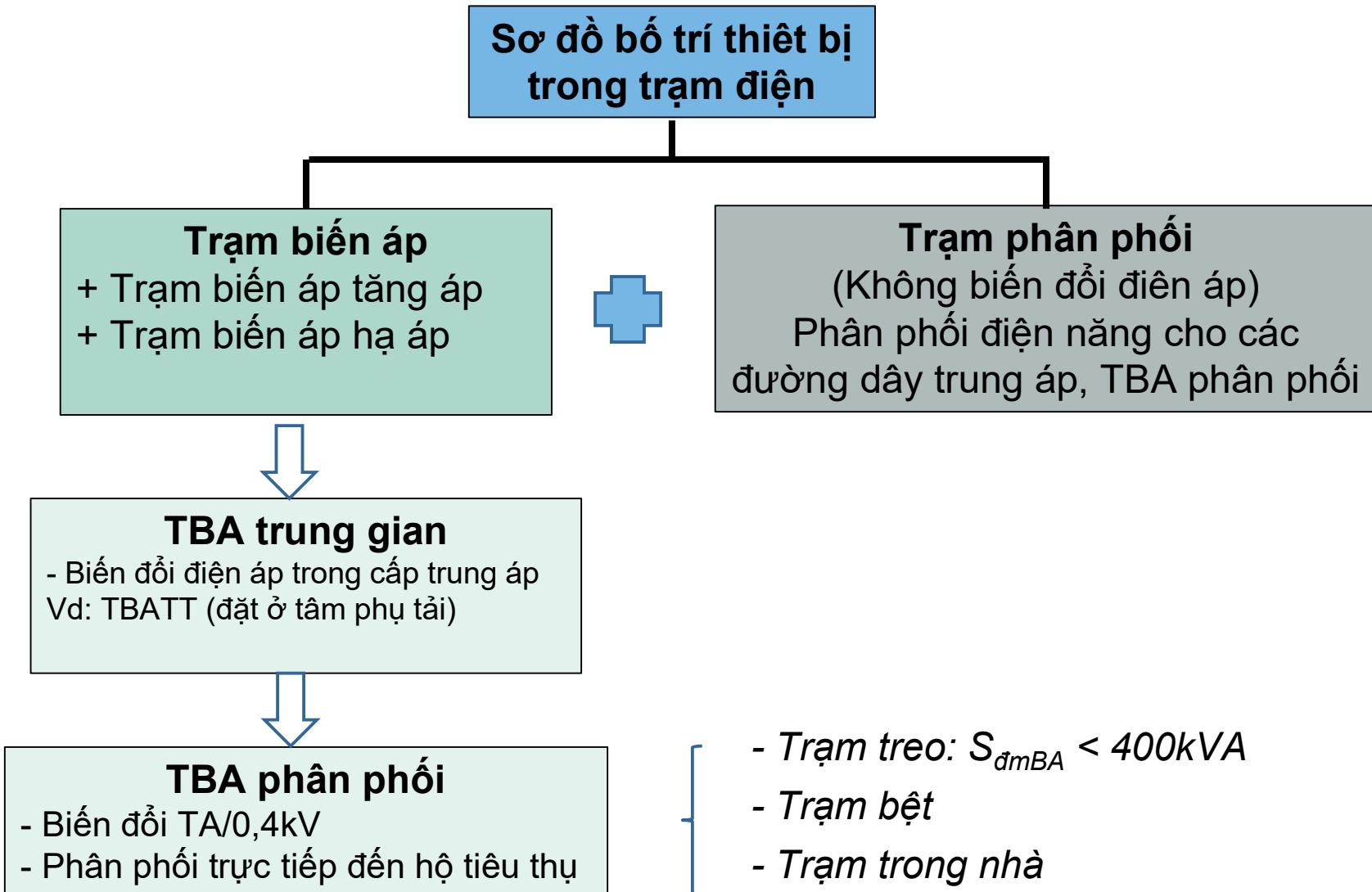
3.3 Sơ đồ trạm điện

3.4 Kết cấu đường dây tải điện



3.3 Sơ đồ trạm điện

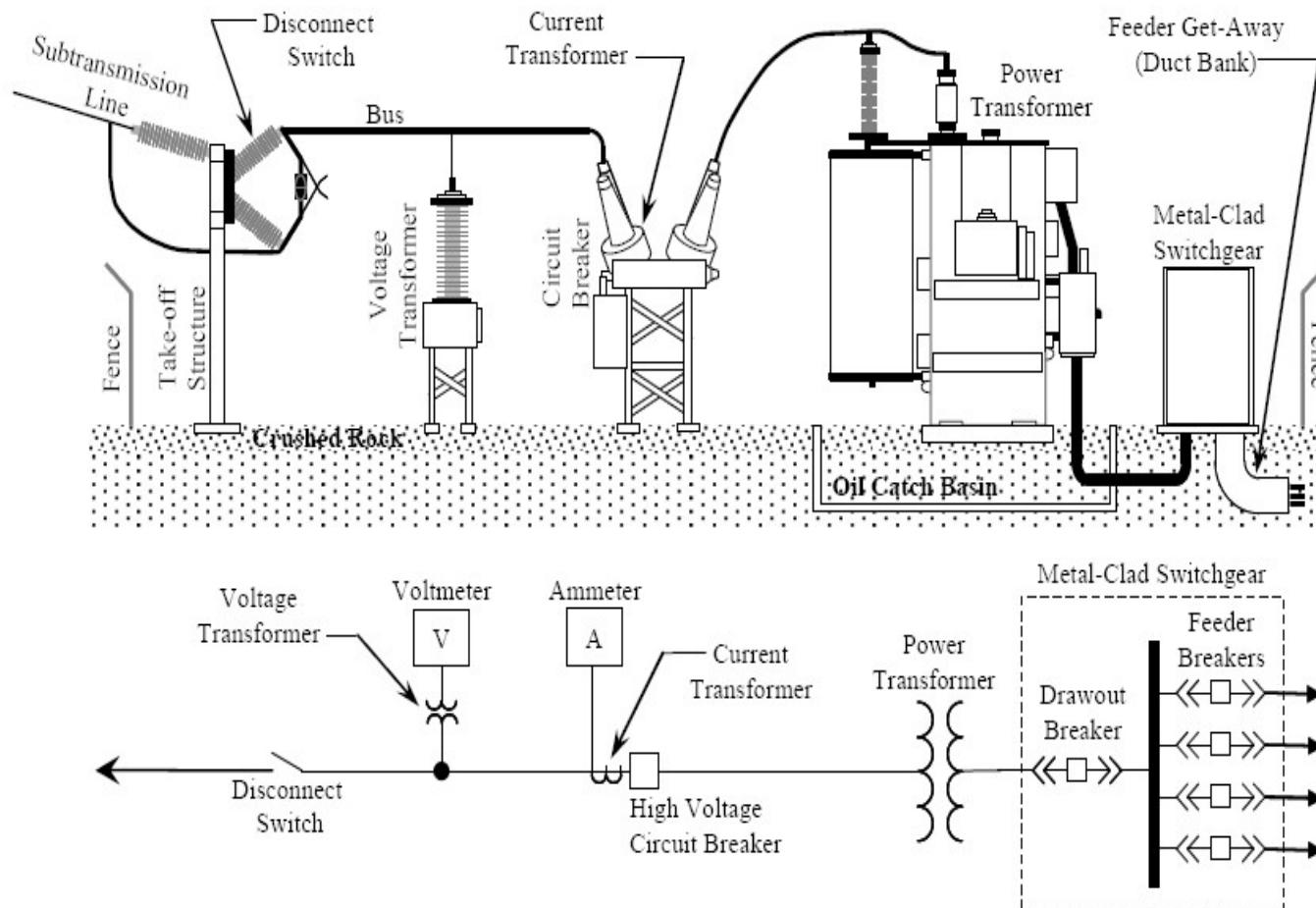
145





3.3 Sơ đồ trạm điện

146

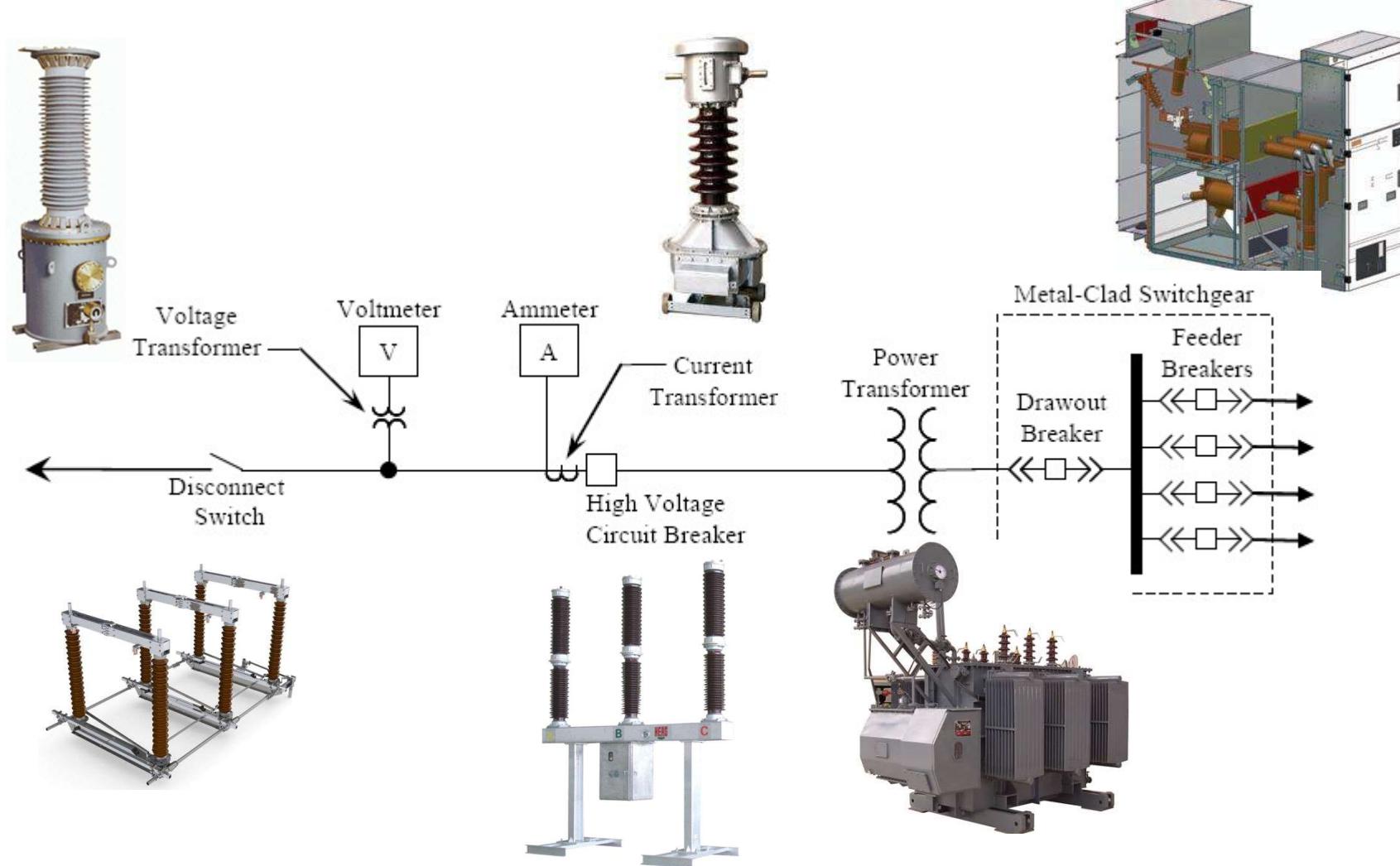


Các thiết bị cơ bản trong trạm phân phối
(1 nguồn, 1 máy biến áp và 4 lô ra).



3.3 Sơ đồ trạm điện

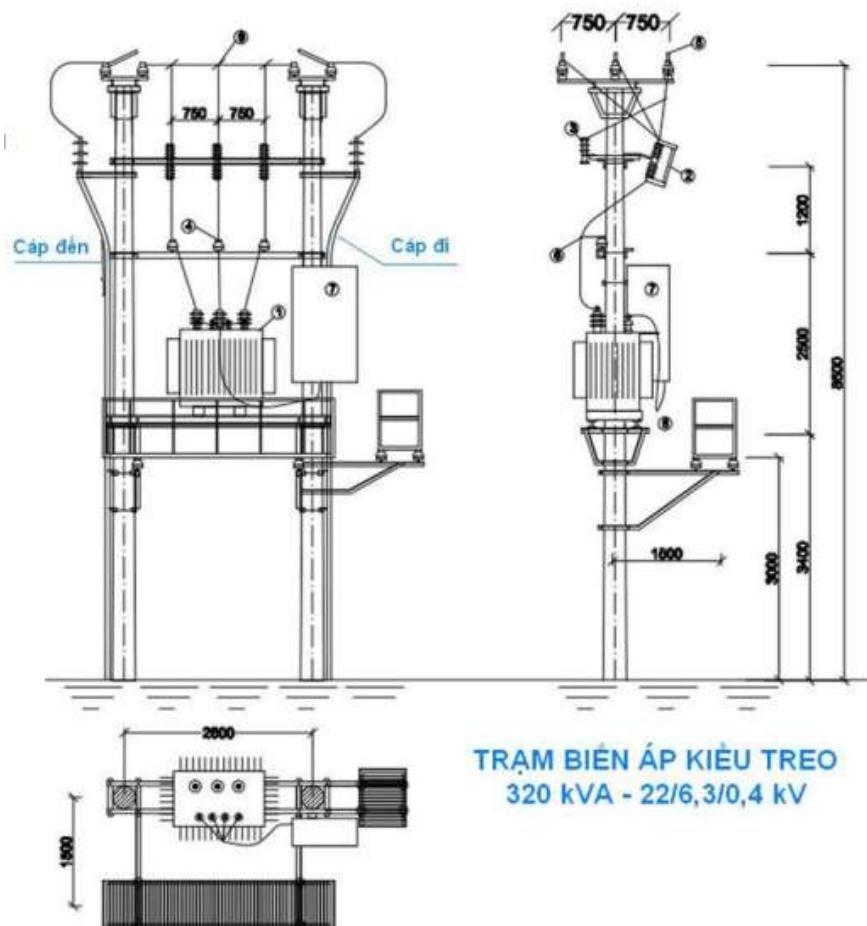
147



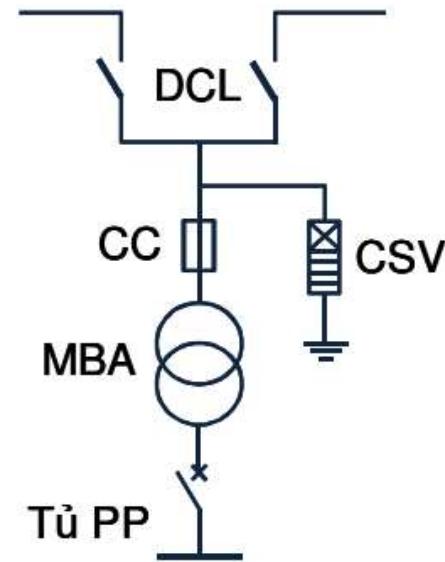


3.3 Sơ đồ trạm điện

148



Trạm biến áp
kiểu treo





3.3 Sơ đồ trạm điện

149

Các phần tử trong trạm

1. Máy biến áp
2. Máy cắt
3. Máy biến dòng và máy biến điện áp
4. Chống sét van
5. Cầu giao cao áp: Cách li các bộ phận trong trạm biến áp trong quá trình bảo trì hoặc sửa chữa, mở và đóng đối với dòng điện bình thường (tải bị phá hỏng) hoặc khi không có dùng điện (không tải).
Giảm điện áp và dòng điện cấp điện cho các đồng hồ và thiết bị bảo vệ.
6. Thiết bị phân phối trung áp (thanh cáp)
Thường đặt trong hộp hoặc vị trí thích hợp, bao gồm cầu giao, máy cắt và các thanh cáp, thiết bị bảo vệ và điều khiển.
7. Dây dẫn, cáp...



3.3 Sơ đồ trạm điện

150

Một số tính toán thiết kế

□ Vị trí trạm biến áp

- Gần tâm phụ tải.
- Thuận tiện cho lắp đặt, vận hành và sửa chữa.
- Dễ phòng chống cháy và tác động của môi trường.
- Hợp lý về mặt kinh tế.

□ Số lượng máy biến áp trong trạm

- Phụ tải loại I: 2 MBA
- Phụ tải loại II: 1-2 MBA
- Phụ tải loại III: 1 MBA



3.3 Sơ đồ trạm điện

151

Lựa chọn công suất của MBA

Điều kiện làm việc bình thường

$$nS_{MBA} \geq \frac{S_{\max}}{K_t}$$

$$K_t = 1 - \frac{t - t_0}{100}$$

Khi sự cố 1 máy biến áp

$$(n - 1) \cdot S_{MBA} \geq \frac{S_{\max}}{K_{qt} \cdot K_t}$$

S_n : Công suất của máy biến áp (VA)

S_{\max} : Công suất cực đại của tải

n : Số lượng máy biến áp

K_t : Hệ số nhiệt độ hiệu chỉnh.

t : Nhiệt độ môi trường

t_0 : Nhiệt độ môi trường thiết kế

K_{qt} : Hệ số quá tải thiết kế của máy biến áp

K_{qt}	1,3	1,6	1,75	2,0	2,4	3,0
t_{qtcp} (ph)	120	30	15	7,5	3,5	1,5

Chương 03

Các sơ đồ và kết cấu hệ thống cung cấp điện

3.1 Giới thiệu chung

3.2 Sơ đồ cung cấp điện

3.3 Sơ đồ trạm điện

3.4 Kết cấu đường dây tải điện



3.4 Kết cấu đường dây tải điện

153

Hai loại đường dây tải điện cơ bản:

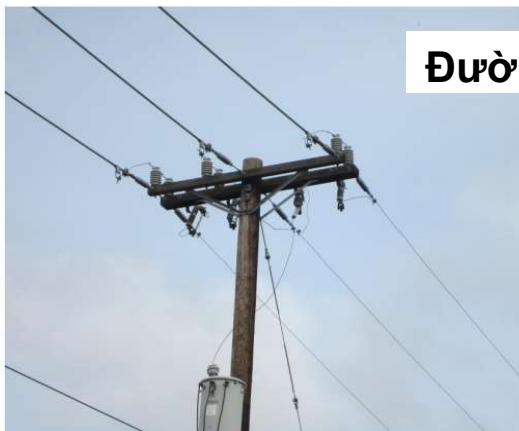
- Đường dây trên không (overhead line)
- Cáp ngầm (underground cables)



3.4 Kết cấu đường dây tải điện

154

Đường dây trên không: Đường dây bao gồm dây dẫn (dây trần hoặc dây bọc cách điện) mang điện được đỡ hoặc treo trên không bởi sứ cách điện trên các kết cấu cơ khí như xà và cột điện.



Đường dây ba pha



CONSUMPTION
U.S. Department of Energy



Đường dây một pha





3.4 Kết cấu đường dây tải điện

155

Đường dây trên không:

- Yêu cầu kỹ thuật : phải có độ dẫn điện tốt, độ bền cơ học cao, có khả năng chịu đựng tác động của môi trường và có giá thành hợp lý.
- Vật liệu dây dẫn : Nhôm, đồng hoặc dây nhôm lõi thép, dây hợp kim nhôm lõi thép.
- Kết cấu dây dẫn : Được chế tạo theo kiểu một hay nhiều sợi vặn xoắn, được quấn thành nhiều lớp quanh một sợi lõi.





3.4 Kết cấu đường dây tải điện

156

Đường dây trên không:

- Ký hiệu dây dẫn :
 - Ký hiệu của Nga : A - Dây nhôm, AC - Dây nhôm lõi thép, M - Dây đồng.
 - Ký hiệu của Tây Âu - Mỹ : ACSR - Dây nhôm lõi thép, AAC - Dây nhôm, AAAC (All Aluminium Alloy Conductor) - Dây hợp kim nhôm.
 - Số kèm theo sau là thiết diện dây dẫn.
 - A16 : Dây nhôm thiết diện 16mm².
 - AC50/8 : Dây nhôm lõi thép có thiết diện phần nhôm là 50mm², phần thép là 8mm².

Thiết diện tiêu chuẩn: 1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500; 600; 700 (mm²).

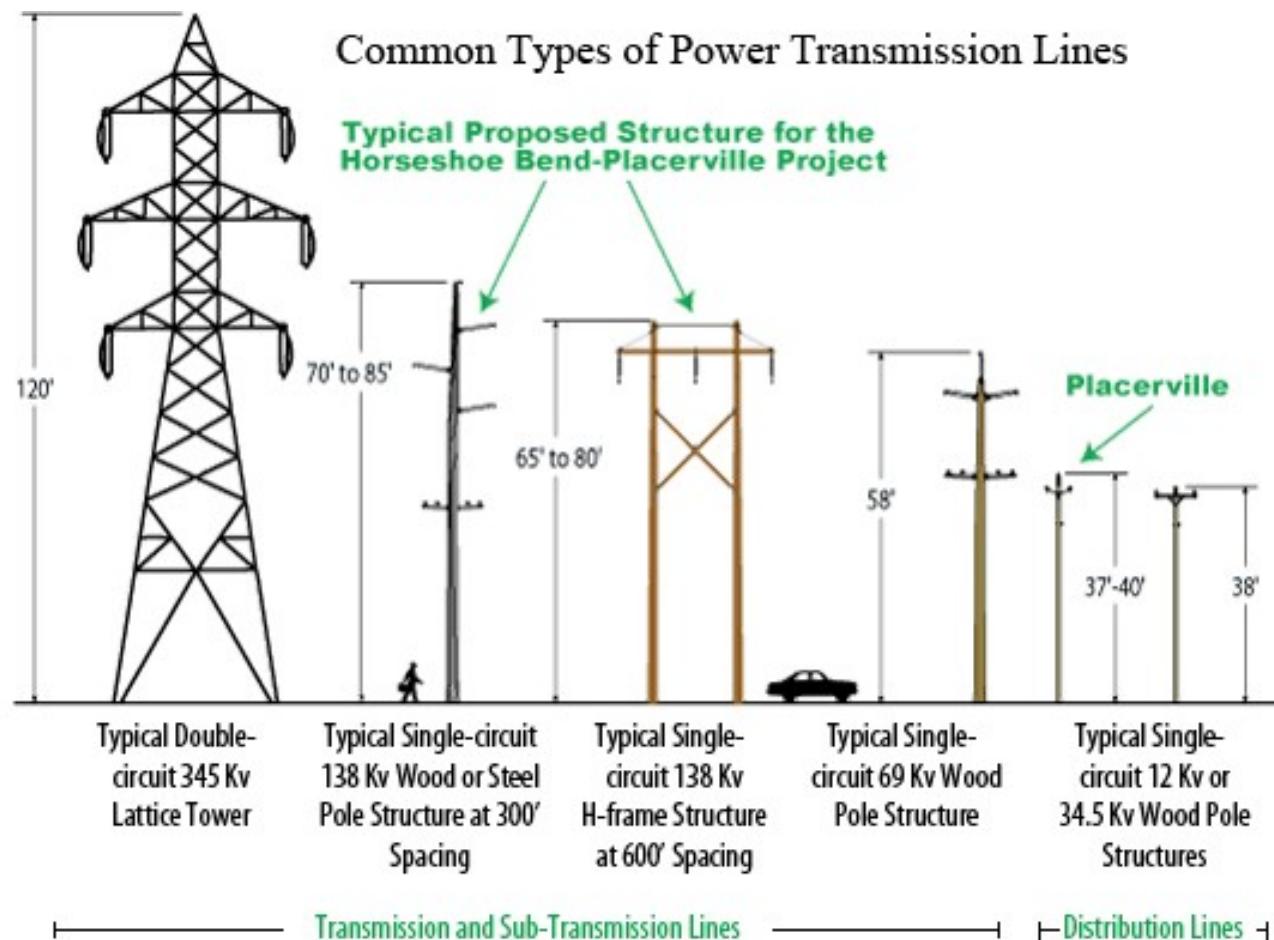


3.4 Kết cấu đường dây tải điện

157

Đường dây trên không:

- Kết cấu xà và cột:





3.4 Kết cấu đường dây tải điện

158

Cáp ngầm: - Dây dẫn được cách điện và bảo vệ bằng lớp vỏ bọc ngoài.

- Lắp đặt trên bề mặt nổi của các công trình hoặc đặt ngầm trong đất, trong các mương cáp dưới đất hoặc trong nước.

Phân loại cáp:

- Cách điện của cáp: PVC và XLPE.
- Cáp trung áp hoặc cao áp: cáp một lõi hay 3 lõi
- Cáp hạ áp: cáp 1, 2, 3 hoặc 4 lõi
- Lõi cáp có thể bằng đồng hoặc bằng nhôm.

Ký hiệu cáp:

- Cáp đồng 35kV XLPE(3x240) : Cáp đồng, 35kV, cách điện XLPE, 3 lõi, thiết diện mỗi lõi là 240mm^2 .
- Cáp đồng 0,6/1kV PVC(3x25+1x16) : Cáp đồng hạ áp cách điện PVC, 4 lõi, 3 lõi thiết diện 25mm^2 (3 pha), 1 lõi thiết diện 16mm^2 (trung tính).



3.4 Kết cấu đường dây tải điện

159

	Đường dây trên không	Cáp ngầm
Giá thành	Chi phí đầu tư cho dây dẫn thấp	Chi phí cho giải phóng mặt bằng thấp
Tuổi thọ	có thể đạt đến 30 - 50 năm	20-40 năm
Chi phí vận hành, bảo dưỡng	Cao do chịu ảnh hưởng của thời tiết, cây cối, động vật	Thấp do ít chịu tác động từ bên ngoài
Độ tin cậy	Dễ bị sụt cổ nhưng thời gian sửa chữa ngắn	Ít khi bị sụt cổ nhưng khó phát hiện vị trí bị sụt cổ. Thời gian sửa chữa dài
Khả năng chịu tải	Chịu quá tải tốt hơn cáp	
Độ an toàn	Thấp	Cao
Tổn thất điện áp		Thấp hơn đường dây trên không do điện kháng rất nhỏ



3.3 Sơ đồ bố trí các thiết bị trong trạm điện

160

Bài tập về nhà

Nhóm 1: Tìm hiểu về bố trí thiết bị trong trạm biến áp trung gian

Nhóm 2: Tìm hiểu về bố trí thiết bị trong trạm biến áp phân phối

- Sơ đồ đấu nối trong trạm: nguyên lý, mặt bằng, mặt cắt (qui định khoảng cách an toàn)
- Các thiết bị trong trạm: Công dụng, hình ảnh thực tế



Chương 04

Phân tích kinh tế - kỹ thuật trong cung cấp điện

4.1 Khái niệm chung

**4.2 Các phương pháp tính toán kinh tế -
kỹ thuật**



4.1 Khái niệm chung

163

Bài toán kinh tế - kỹ thuật trong cung cấp điện

Tính kinh tế là một trong những yêu cầu cơ bản đối với một hệ thống cung cấp điện

Hệ thống
cung cấp điện

Điều kiện cần: Đảm bảo yêu cầu về kỹ thuật

Điều kiện đủ: Đảm bảo yêu cầu về kinh tế

Lựa chọn phương án cung cấp điện tối ưu, ta thực hiện các bước sau:

Bước 1: Vạch tất cả các phương án hợp lý (định tính)

Bước 2: Sơ bộ tính toán kỹ thuật, loại bỏ các phương án không thỏa mãn yêu cầu kỹ thuật

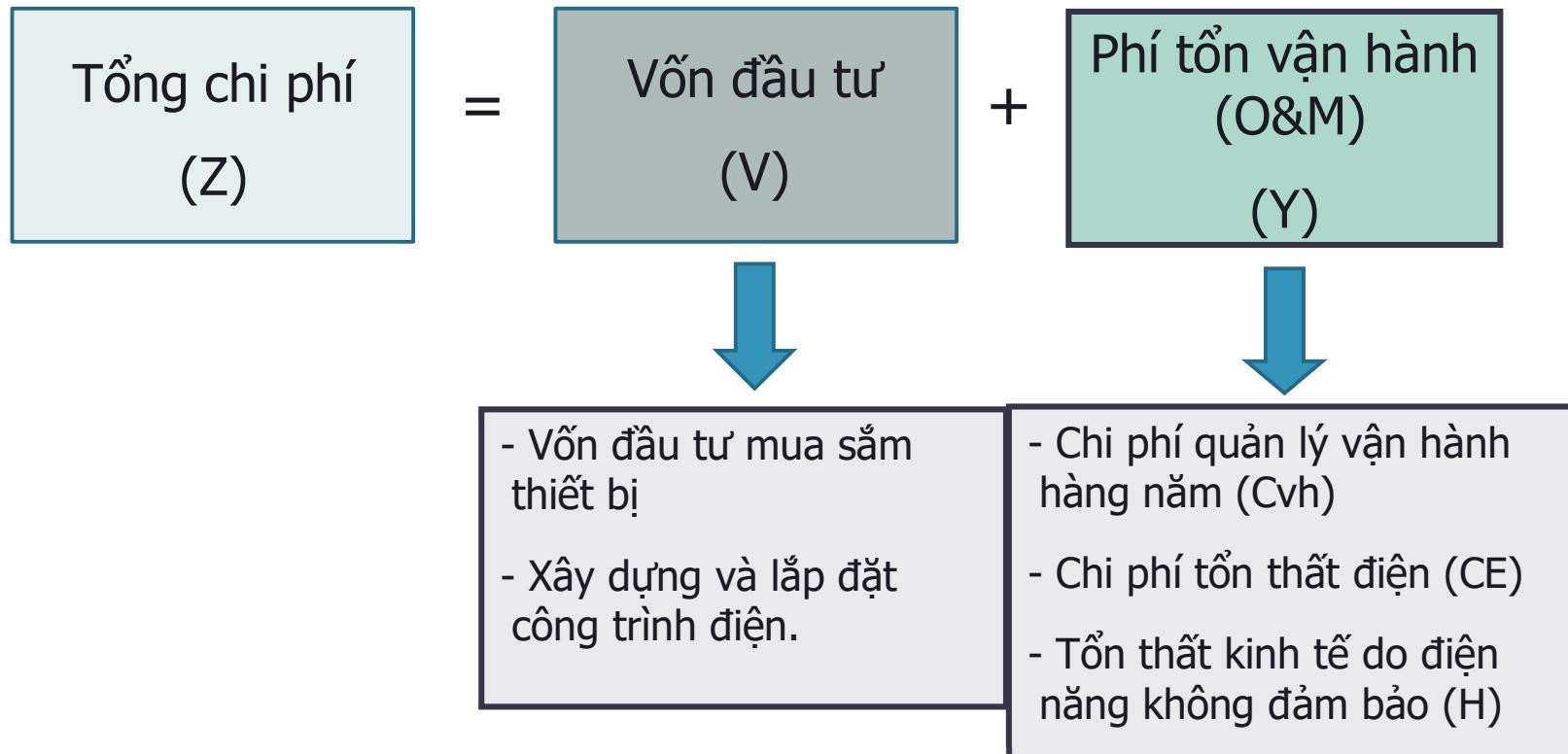
Bước 3: So sánh kinh tế các phương án đạt yêu cầu kỹ thuật



4.1 Khái niệm chung

164

Các thành phần chi phí của dự án



Note: Vốn đầu tư và phí tổn vận hành thường tỷ lệ nghịch với nhau

(VD: tiết diện dây dẫn liên quan đến tổn thất điện năng trên đường dây)

→ Các phương pháp phân tích KT-KT nhằm tìm lời giải tối ưu, phối hợp hài hòa hai mặt trên



4.1 Khái niệm chung

165

Vốn đầu tư: V

$$V = V_{tb} + V_{xd}$$

- Vốn đầu tư mua sắm thiết bị V_{tb} (đường dây, trạm biến áp, bảo vệ, đóng cắt ...)
- Vốn đầu tư cho công tác xây dựng và lắp đặt công trình V_{xd} .

Ví dụ

Vốn đầu tư cho đường dây

$$V_D = m \cdot v_0 \cdot L$$

$m = 1,6$ với đường dây 2 mạch

Trường hợp TBA nhiều MBA thì m thường lấy bằng 1,8

Trong đó:

m : hệ số phản ánh số mạch đường dây
 v_0 : Suất vốn đầu tư đường dây (VND/km)
 L : Chiều dài đường dây



4.1 Khái niệm chung

166

Chi phí vận hành: Y

- Phí tổn vận hành là chi phí vận hành của thiết bị hoặc công trình trong suốt thời gian sử dụng
- Nếu giả thiết Y của các năm ít thay đổi thì có thể biểu thị phí tổn vận hành dưới dạng *phí tổn vận hành hàng năm Y_0*

$$Y_0 = C_{vh} + C_E + H$$

- Chi phí quản lý vận hành hàng năm (C_{vh})
- Chi phí tổn thất điện (C_E).
- Tổn thất kinh tế do điện năng không đảm bảo (H) (khó định lượng do phạm vi rộng của các hiện tượng chất lượng điện năng).



4.1 Khái niệm chung

167

Chi phí vận hành: Y

- Chi phí vận hành có thể biểu diễn như sau:

$$Y = k_{vh} \cdot V + \Delta A \cdot \alpha_A$$

Chi phí quản lý vận hành
(O&M cost)

Chi phí tổn thất điện năng

Trường hợp hệ số vận hành của đường dây k_{vhD} và TBA k_{vhT} khác nhau

$$Y = k_{vhD} \cdot V_D + k_{vhT} \cdot V_{TBA} + \Delta A \cdot \alpha_A$$

Trong đó: $k_{vhD} = 0,04$; $k_{vhT} = 0,1$

(khi không nắm rõ hệ số vận hành có thể lấy $k_{vh} = 0,1$ cho tất cả các thiết bị trong lưới)

α_A – Giá tiền 1KWh điện năng tổn thất (VND/kWh)

ΔA : Tổn thất điện năng (kWh)

Chương 04

Phân tích kinh tế - kỹ thuật trong cung cấp điện

4.1 Khái niệm chung

4.2 Các phương pháp tính toán kinh tế -
kỹ thuật



4.2 Các phương pháp tính toán kinh tế - kỹ thuật

169

So sánh các phương án cung cấp điện, có thể sử dụng các phương pháp sau

1. Không xét đến sự thay đổi của giá trị dòng tiền theo thời gian (**So sánh tĩnh**)

→ Hàm chi phí tính toán hàng năm (Z)

2. Có xét tới sự thay đổi giá trị dòng tiền theo thời gian (**So sánh động**)

→ Chi phí vòng đời, giá trị hiện tại của dòng tiền (**NPV: Net Present Value**), tỷ suất hoàn vốn nội tại (**IRR: Internal rate of return**), tỉ số lợi ích/chi phí (**B/C: Benefit/cost**)

3. So sánh sử dụng xác suất thống kê (tính bất định)

4.2 Các phương pháp tính toán kinh tế - kỹ thuật



170

1. Phương pháp dùng hàm chi phí tính toán hàng năm (Z)

$$Z = V_0 + Y_0$$

Lựa chọn phương án có chi phí tính toán nhỏ nhất

So sánh phương án liên quan đến đường dây và TBA: Vốn đầu tư và chi phí vận hành tính cho 1 năm

Vốn đầu tư tính cho 1 năm

$$V_0 = k_{tc} V = k_{tc} (V_D + V_{TBA})$$

Chi phí vận hành hàng năm

$$Y_0 = k_{vhD} \cdot V_D + k_{vhT} \cdot V_{TBA} + \Delta A \cdot \alpha_A$$

k_{tc} : hệ số hiệu quả thu hồi vốn đầu tư

$$k_{tc} = \frac{1}{T_{tc}}$$

(T_{tc} : thời gian thu hồi vốn tiêu chuẩn: thường khoảng 5- 8 năm đối với lưới CĐ)



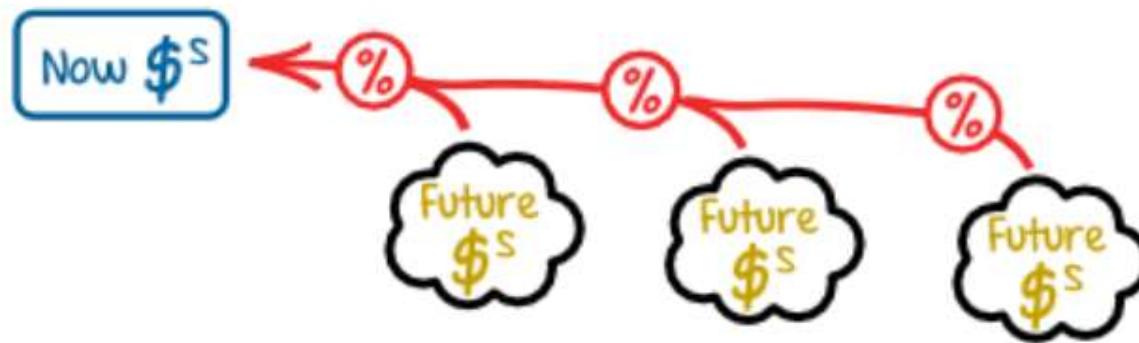
$$Z = (k_{tc} + k_{vhD}) \cdot V_D + (k_{tc} + k_{vhT}) \cdot V_{TBA} + \Delta A \cdot \alpha_A$$

4.2 Các phương pháp tính toán kinh tế - kỹ thuật



171

2. Phương pháp dùng hàm chi phí vòng đời



Giá trị qui đổi của dòng tiền

Thời gian	Giá qui đổi
Hiện tại	P
Năm 1	$P + P.r = P.(1+r)$
Năm 2	$P.(1+r) \cdot (1+r) = P.(1+r)^2$
...	...
Năm n	$F = P.(1+r)^n$

Trong đó
r : hệ số chiết khấu (lãi suất
ngân hàng 8% - 10%)

Qui đổi dòng tiền từ tương lai về
hiện tại (NPV)

$$P = F \cdot \frac{1}{(1+r)^n}$$



4.2 Các phương pháp tính toán kinh tế - kỹ thuật

172

2. Phương pháp dùng hàm chi phí vòng đời

Các chi phí qui đổi về hiện tại \Rightarrow Lựa chọn phương án có chi phí nhỏ nhất

- Vốn đầu tư K giả sử thực hiện trong 1 năm (Năm thứ 0)

- Chi phí vận hành

- + Năm thứ 1, chi phí vận hành là Y_1
- + Năm thứ 2, chi phí vận hành là Y_2
- + Năm thứ 3, chi phí vận hành là Y_3

.....
+ Năm thứ N, chi phí vận hành là Y_N (N: tuổi thọ của lưới cung cấp)

Cân qui đổi chi phí vận hành $Y_1 \rightarrow Y_N$ về năm thứ 0

$$\frac{Y_1}{1+r}; \frac{Y_2}{(1+r)^2}; \frac{Y_3}{(1+r)^3}; \dots \dots ; \frac{Y_N}{(1+r)^N}$$

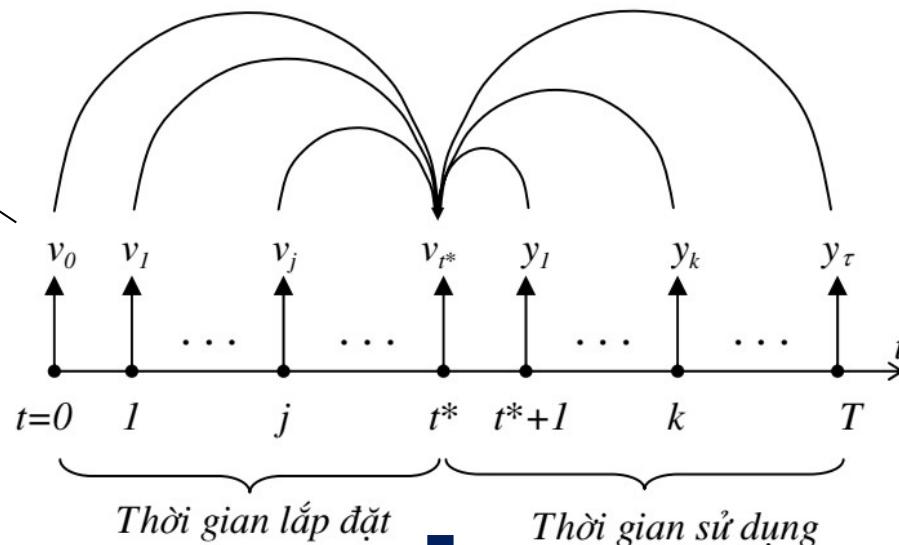
4.2 Các phương pháp tính toán kinh tế - kỹ thuật



173

2. Phương pháp dùng hàm chi phí vòng đời

$$V = \sum_{j=0}^{t^*} v_j \cdot (1+i)^{t^*-j}$$



$$Y = \sum_{k=1}^{\tau} \frac{y_k}{(1+i)^k}$$
$$(\tau = T - t^*)$$

Quy đổi về thời điểm đưa công trình vào vận hành t^*

Chi phí qui đổi về hiện tại của dự án

$$NPV = V + Y$$



Chương 05

Tính toán về điện trong hệ thống cung cấp điện

5.1 Khái niệm chung

5.2 Sơ đồ thay thế của hệ thống cung cấp điện

5.3 Phân bố công suất trên mạng điện

5.4 Tốn thất điện áp trên mạng điện

5.5 Tốn thất công suất trên mạng điện

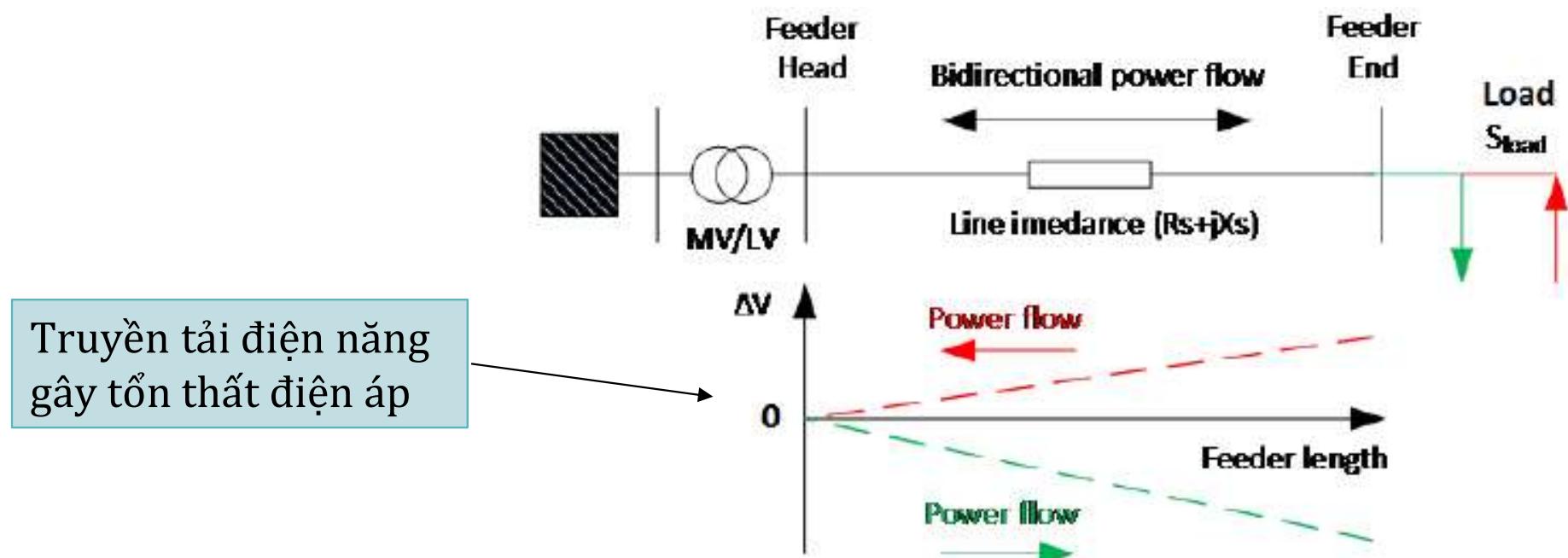
5.6 Tốn thất điện năng trên mạng điện



5.1 Khái niệm chung

176

Nội dung chính chương 5



Sau khi thiết kế, cần kiểm tra xem **các thông số chế độ của hệ thống cung cấp điện** bao gồm điện áp tại các nút và dòng công suất trên tất cả các nhánh của sơ đồ cung cấp điện có đảm bảo yêu cầu chất lượng điện năng hay không?

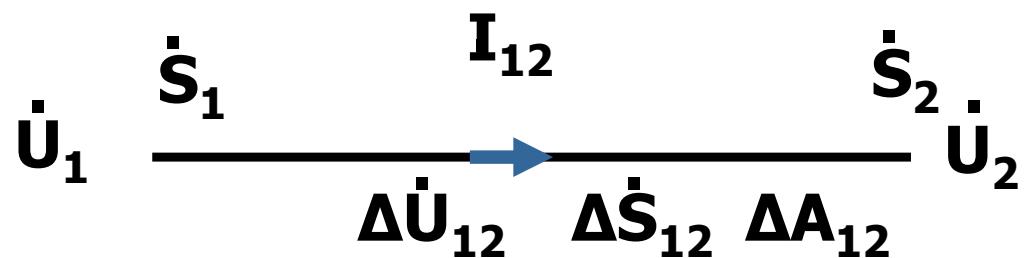


5.1 Khái niệm chung

177

Nội dung chính chương 5 (tiếp)

Tính toán các thông số của mạng điện trong chế độ xác lập



- Xác định dòng công suất (chiều và trị số) → xác định được mức độ mang tải của thiết bị (quá tải hay không)
- Xác định tổn thất điện áp (ΔU) và U tại các nút trên mạng điện → chất lượng điện áp tại các nút.
- Xác định tổn thất công suất (ΔP) và tổn thất điện năng (ΔA) trên mạng điện

Chế độ xác lập: là chế độ tồn tại lâu dài, các thông số chế độ (U , I , P , Q , f , ...) biến đổi chậm quanh giá trị trung bình.

→ **Thành lập sơ đồ thay thế** của mạng điện để tính toán các thông số chế độ xác lập



5.1 Khái niệm chung

178

Bài toán đặt ra

- Số liệu ban đầu
 - Sơ đồ lưới điện,
 - Các thông số của đường dây và máy biến áp,
 - Điện áp nguồn U_0
 - Công suất các nút phụ tải.
- Nhiệm vụ tính toán
 - Dòng điện và công suất chạy trên các nhánh
 - TỔN THẤT công suất trên các nhánh
 - TỔN THẤT điện áp các nhánh và điện áp các nút trên lưới
 - TỔN THẤT điện năng trên lưới điện.

Chương 05

Tính toán về điện trong hệ thống cung cấp điện

5.1 Khái niệm chung

5.2 Sơ đồ thay thế của hệ thống cung cấp điện

5.3 Tốn thất điện áp trên mạng điện

5.4 Tốn thất công suất trên mạng điện

5.5 Tốn thất điện năng trên mạng điện



5.2 Sơ đồ thay thế của hệ thống cung cấp điện

180

1. Sơ đồ thay thế đường dây

Thông số đường dây đặc trưng cho quá trình vật lý xảy ra trong dây dẫn khi có điện áp đặt lên hoặc dòng điện xoay chiều đi qua.

- Phát nóng do hiệu ứng Joule: **Điện trở** (r_0)
- Dòng điện XC gây nên **từ trường** tự cảm của từng dây dẫn và hỗ cảm giữa các dây dẫn với nhau. **Điện kháng** (x_0)
- Điện áp cao áp gây ra **điện trường** lớn trên bề mặt dây dẫn (hiện tượng ion hóa không khí quanh dây dẫn, hiện tượng văng quang) gây ra tổn hao: **Điện dẫn** (g_0)
- Điện áp xoay chiều gây nên điện trường giữa các dây dẫn với nhau và với đất như các bản tụ điện: **Dung dẫn** (b_0)

5.2 Sơ đồ thay thế của hệ thống cung cấp điện



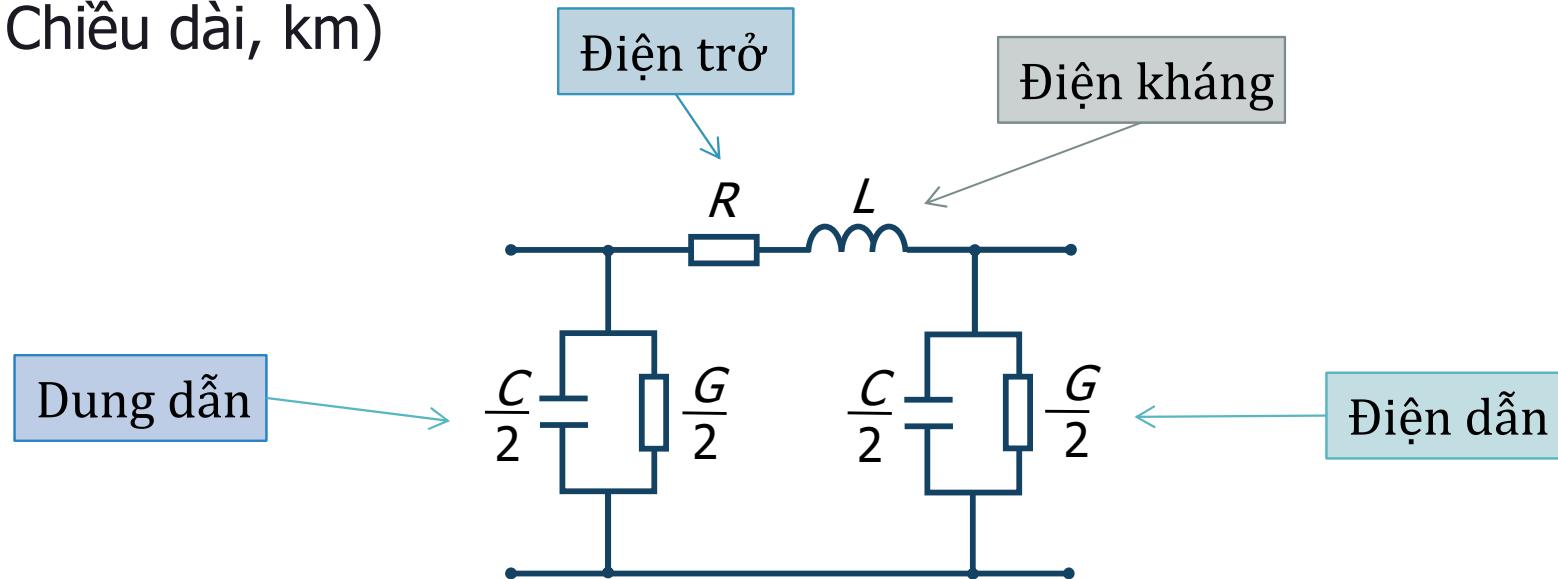
181

1. Sơ đồ thay thế đường dây

Sơ đồ thay thế và cách xác định các thông số

– *Mạng 2 cửa hình π*

- Tổng trở: $Z=R+jX=(r_0+jx_0).l$
- Tổng dẫn: $Y=G+jB=(g_0+jb_0).l$
- (l : Chiều dài, km)





5.2 Sơ đồ thay thế của hệ thống cung cấp điện

182

1. Sơ đồ thay thế đường dây

Sơ đồ thay thế và cách xác định các thông số

- Điện trở*

- Điện trở một chiều (Ω/m): $R_0 = \frac{\rho}{F}$

- Điện trở thay đổi theo nhiệt độ:

$$R_t = R_0[1 + \alpha(t - t_0)]$$

t_0 : Nhiệt độ thiết kế (20°C)

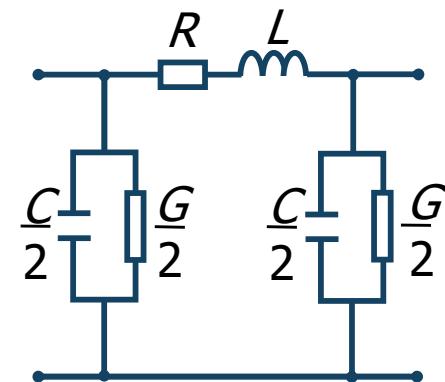
R_0 : Điện trở ở t_0 (Ω)

α : Hệ số nhiệt của điện trở

- Điện trở xoay chiều: mật độ dòng điện phân bố không đều do hiệu ứng bề mặt, $R_{xc} > R_{dc}$. Ở tần số 50Hz, sự khác nhau không đáng kể ($\sim 0 \div 2\%$) nên coi $R_{xc} \sim R_{dc}$

Trong thiết kế, tra điện trở đơn vị r_0 do nhà sản xuất cung cấp.

$$R_D = r_0 l$$



ρ : Điện trở suất của dây dẫn ($\Omega \cdot \text{m}$)

F : Thiết diện dây dẫn (m^2)

Cu: $\alpha = 3,93 \cdot 10^{-3} (1/\text{ }^\circ\text{C})$

Al: $\alpha = 4,03 \cdot 10^{-3} (1/\text{ }^\circ\text{C})$

5.2 Sơ đồ thay thế của hệ thống cung cấp điện



183

1. Sơ đồ thay thế đường dây

Sơ đồ thay thế và cách xác định các thông số

- Điện kháng

$$L = \frac{\mu_0}{8\pi} \left(1 + 4 \ln \frac{D_m}{r} \right) = 2 \times 10^{-4} \ln \frac{D_m}{0.779r}$$

$$X_L = 2\pi f L = 0.1213 \times \ln \frac{D_m}{0.779r}$$

μ_0 : Từ thẩm của không khí ($4\pi \cdot 10^{-4}$ H/km)

r: Bán kính dây dẫn (m)

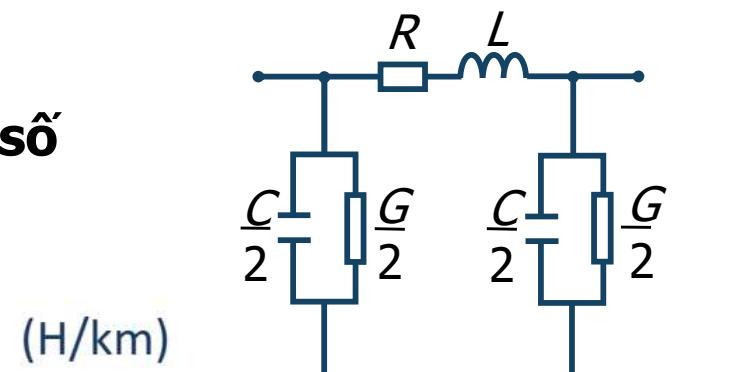
D_m : Khoảng cách trung bình hình học (GMD) (m)

$$D_m = \sqrt[3]{(D_{ab} \times D_{bc} \times D_{ac})}$$

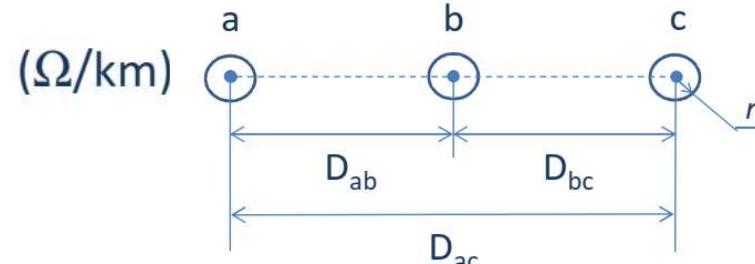
D_{ab} , D_{bc} , D_{ac} : Khoảng cách giữa các pha

Trong thiết kế, tra điện kháng đơn vị x_0 do nhà sản xuất cung cấp.

$$X_D = x_0 I$$

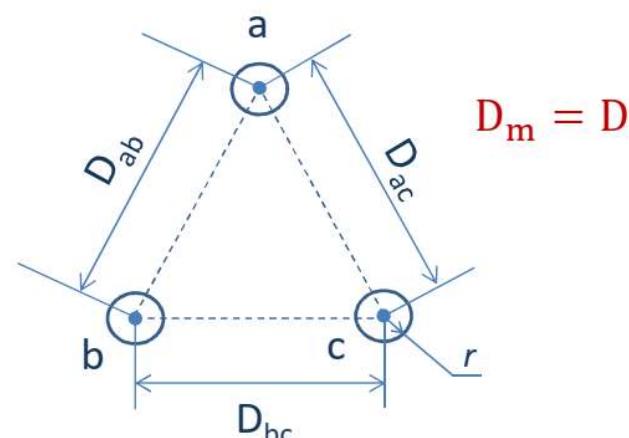


(H/km)



(Ω/km)

$$D_m = \sqrt[3]{2} \cdot D = 1,26D$$



5.2 Sơ đồ thay thế của hệ thống cung cấp điện



184

1. Sơ đồ thay thế đường dây

Sơ đồ thay thế và cách xác định các thông số

- Dung dẫn

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln \frac{D_m}{r}} = \frac{10^{-9}}{18 \times \ln \frac{D_m}{r}} \quad (\text{F/km}) ; \quad X_c = \frac{1}{2\pi f C} \quad (\Omega/\text{km})$$

ϵ_0 : Khoảng cách không gian ($\epsilon_0 = \frac{1}{36 \times \pi \times 10^9}$ F/m)

r: Bán kính ngoài của dây dẫn (m)

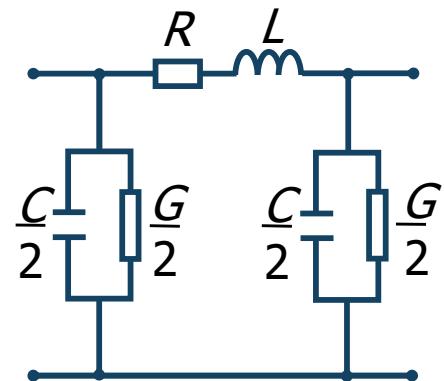
D_m : Khoảng cách trung bình hình học giữa các dây dẫn (GMD) (m)

- Điện dẫn

$$G = \frac{\Delta P_{c0}}{U_n^2} \quad (1/\Omega\text{km})$$

ΔP_{c0} : Suất tổn thất vắng quang (W/km)

U_n : Điện áp định mức (kV)



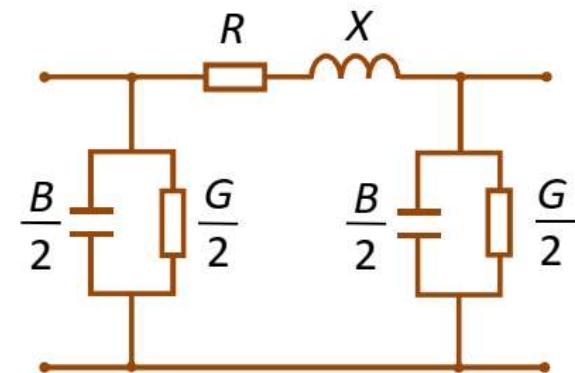


5.2 Sơ đồ thay thế của hệ thống cung cấp điện

185

1. Sơ đồ thay thế đường dây

- Sơ đồ mạng 2 cửa hình π
- Thông số tập trung
- Tổng trớ: $Z = R + jX = r_o \cdot l + jx_o \cdot l$
- Tổng dẫn: $Y = G + jB = g_o \cdot l + jb_o \cdot l$



- ĐDK 110kV,
- Cáp ngầm 35-22kV,
- Cáp ngầm dưới 22kV khoảng cách dài:

Bỏ qua G

- ĐDK trung áp,
- Cáp ngầm dưới 22kV khoảng cách ngắn (<1km):

Bỏ qua Y

- Dây dẫn hạ áp:

Bỏ qua Y, X

Tổng trớ của đường dây có n mạch song song:

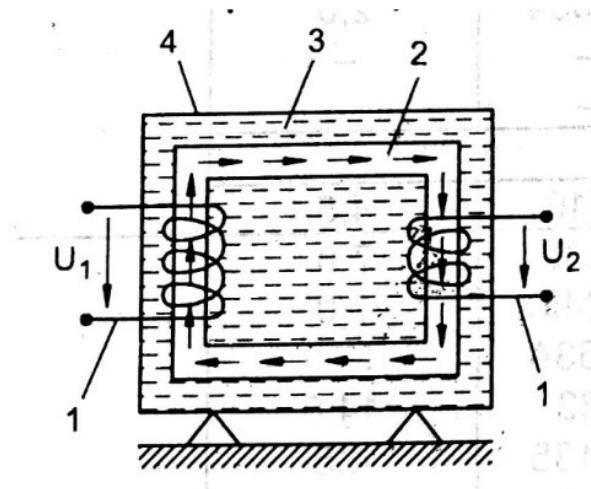
$$Z_D = \frac{1}{n} \cdot (R_D + jX_D)$$



5.2 Sơ đồ thay thế của hệ thống cung cấp điện

187

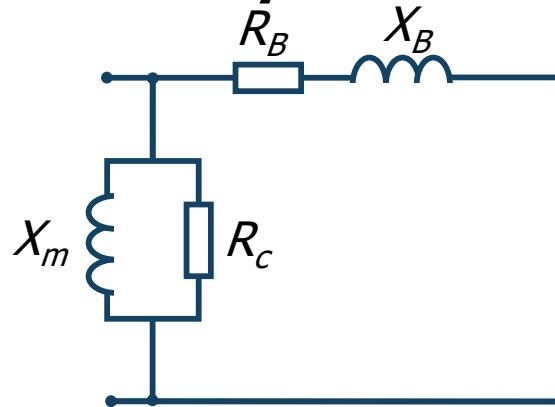
2. Sơ đồ thay thế MBA



Cấu tạo:

1. Cuộn dây
2. Lõi thép
3. Dầu MBA
4. Vỏ máy

Sơ đồ thay thế



Đặc trưng vật lý của các thông số MBA

Z_B : đặc trưng cho tổn thất trên cuộn dây của MBA (phát nóng, từ hóa 2 cuộn dây)

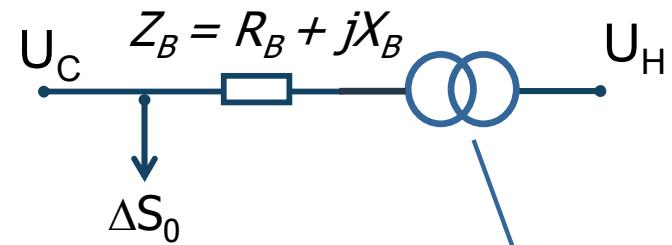
ΔS_0 : Tổn thất trong Lõi thép (tổn thất không tải)

R_b, X_b : Điện trở và điện kháng vòng dây

R_c : Điện trở do tổn thất trong lõi thép

X_m : Điện kháng do từ trường

Sơ đồ thay thế gần đúng



MBA lý tưởng

$$k = \frac{U_{C\text{đm}}}{U_{H\text{đm}}}$$



5.2 Sơ đồ thay thế của hệ thống cung cấp điện

188

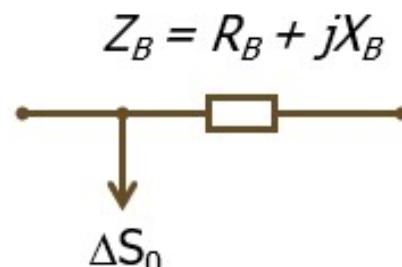
2. Sơ đồ thay thế MBA

Sơ đồ thay thế và cách xác định các thông số

Các số liệu kỹ thuật của MBA 2 cuộn dây

- Điện áp định mức: U_{cdm}/U_{hdm} (kV)
 - Công suất định mức: S_{dm} (kVA)
 - Các thông số kỹ thuật thí nghiệm MBA
 - + Thí nghiệm ngắn mạch ($\Delta P_N, U_N\%$)
 - + Thí nghiệm không tải ($\Delta P_0, I_0\%$)
- Được cung cấp bởi nhà sản xuất

$$Z_b = R_b + jX_b$$

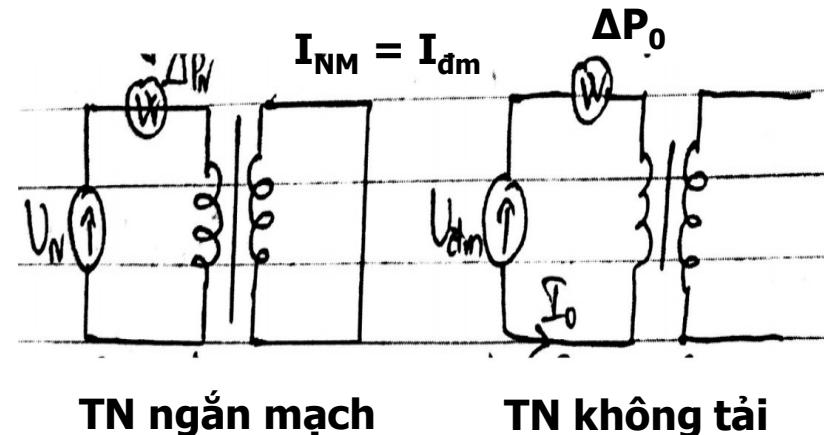


$$\Delta S_0 = \Delta P_0 + j\Delta Q_0$$

$$R_b = \Delta P_N \cdot \frac{U_{cdm}^2}{S_{dm}^2}$$

$$X_b = \frac{U_N\% \cdot U_{cdm}^2}{100 S_{dm}}$$

$$\Delta Q_0 = \frac{I_0\% \cdot S_{dm}}{100}$$



$\Delta P_N, \Delta P_0$:	Tổn thất có tải và không tải
$U_N\%$:	Điện áp ngắn mạch (%)
I_0 :	Dòng điện không tải (từ trường)

Sơ đồ m MBA làm việc //

$$Z_{mB} = \frac{1}{m} Z_b, \Delta S_{0mB} = m \cdot \Delta S_{01B}$$

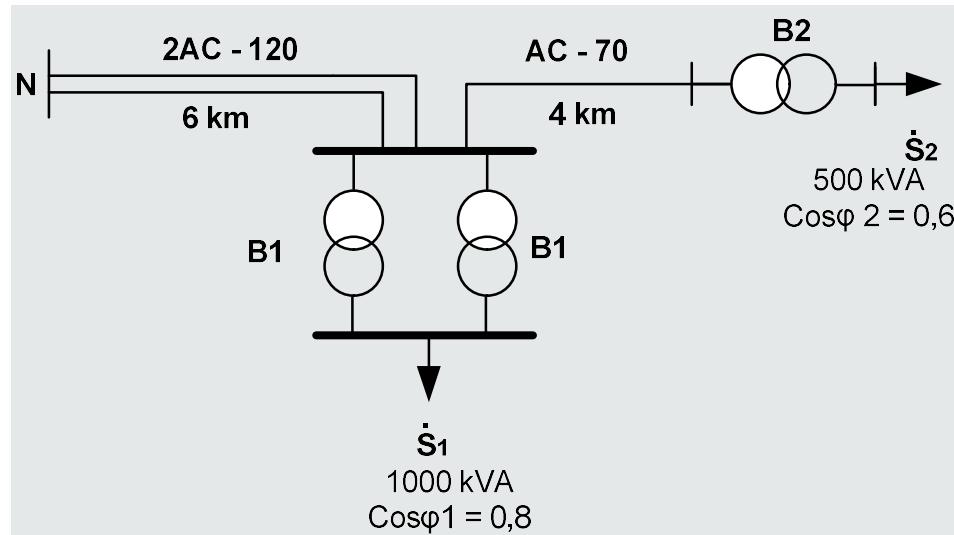


5.2 Sơ đồ thay thế của hệ thống cung cấp điện

189

3. Ví dụ

Lập sơ đồ thay thế của mạng điện sau



- $\mathbf{U}_{\text{đm}} = 22\text{kV}$ ($D_{tb} = 2,5\text{m}$)
- **B1:** $S_{\text{đm}} = 2500 \text{ kVA}$; $U_{\text{đm}}$ 22/ 0,4kV
- **B2:** $S_{\text{đm}} = 1000 \text{ kVA}$; $U_{\text{đm}}$ 22/0,4kV

Loại dây	$r_o (\Omega/\text{km})$	$x_o (\Omega/\text{km})$
AC-70	0,46	0,396
AC-120	0,24	0,379

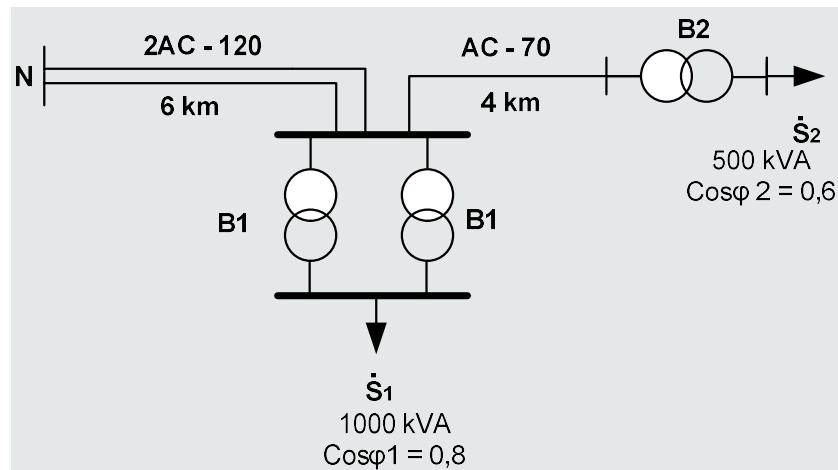
$S_{\text{đm}} \text{ MBA} (\text{kVA})$	$\Delta P_o (\text{kW})$	$\Delta P_N (\text{kW})$	$I_0 \%$	$U_N \%$
1000	1,57	9,5	1,3	5
2500	3,3	20,41	0,8	6



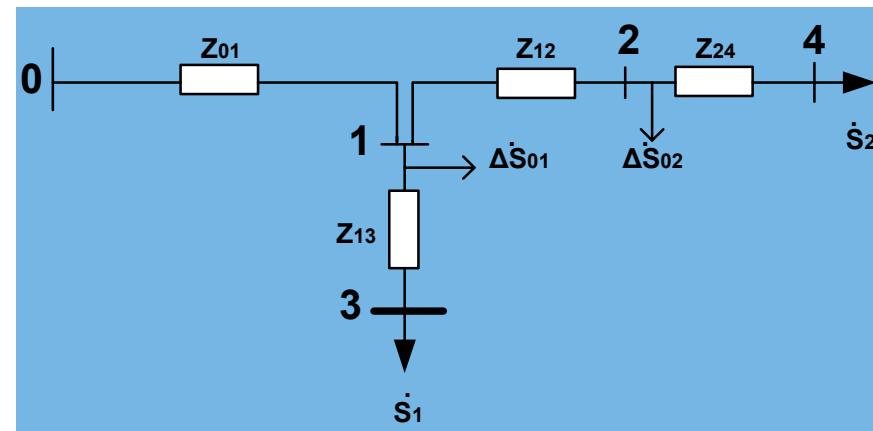
5.2 Sơ đồ thay thế của hệ thống cung cấp điện

190

3. Ví dụ



Giải





5.2 Sơ đồ thay thế của hệ thống cung cấp điện

191

3. Ví dụ

Kết quả

$$Z_{01} = 0,72 + j 1,137 \text{ } (\Omega)$$

$$\Delta S_{01} = 6,6 + j 40 \text{ } (\text{kVA})$$

$$Z_{12} = 1,84 + j 1,584 \text{ } (\Omega)$$

$$\Delta S_{02} = 1,57 + j 13 \text{ } (\text{kVA})$$

$$Z_{13} = 0,79 + j 5,81 \text{ } (\Omega)$$

$$S_1 = 800 + j 600 \text{ (kVA)}$$

$$Z_{24} = 4,6 + j 24,2 \text{ } (\Omega)$$

$$S_2 = 300 + j 400 \text{ (kVA)}$$

Chương 05

Tính toán về điện trong hệ thống cung cấp điện

5.1 Khái niệm chung

5.2 Sơ đồ thay thế của hệ thống cung cấp điện

5.3 Phân bố công suất trên mạng điện

5.4 Tốn thất điện áp trên mạng điện

5.5 Tốn thất công suất trên mạng điện

5.6 Tốn thất điện năng trên mạng điện



5.3 Phân bổ công suất trên mạng điện

193

Trong lưới cung cấp điện, cho phép bỏ qua tổn thất công suất khi tính toán dòng công suất chạy trong mạng điện

* **Mạng điện hở** → đã biết chiều dòng công suất

Nguyên tắc chung: Tính từ phía phụ tải về phía nguồn và áp dụng định luật Kirchoff I tại các nút:

Tổng dòng công suất vào bằng tổng dòng công suất ra

Dòng công suất trên các nhánh:

$$\dot{S}_{23} = \dot{S}_3$$

$$\dot{S}_{24} = \dot{S}_4$$

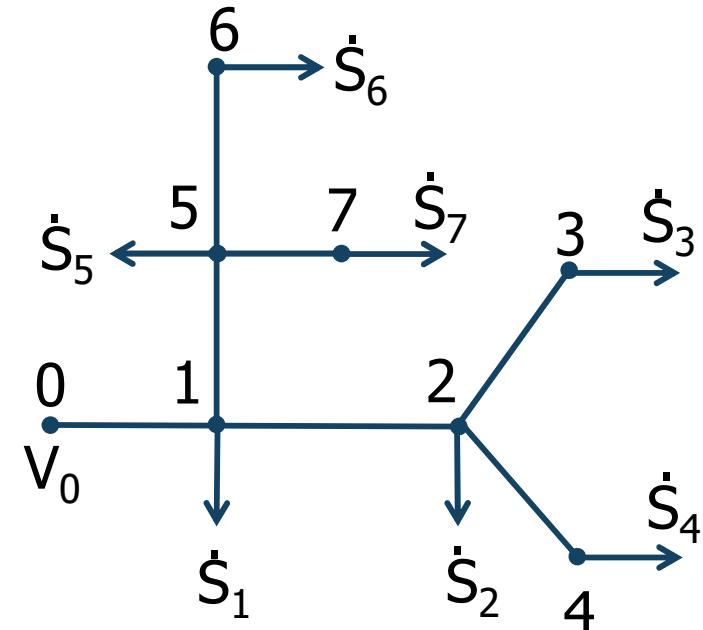
$$\dot{S}_{56} = \dot{S}_6$$

$$\dot{S}_{57} = \dot{S}_7$$

$$\dot{S}_{12} = \dot{S}_2 + \dot{S}_{22} + \dot{S}_{24} = \dot{S}_2 + \dot{S}_3 + \dot{S}_4$$

$$\dot{S}_{15} = \dot{S}_5 + \dot{S}_{56} + \dot{S}_{57} = \dot{S}_5 + \dot{S}_6 + \dot{S}_7$$

$$\dot{S}_{01} = \dot{S}_1 + \dot{S}_{12} + \dot{S}_{15} = \dot{S}_1 + \dot{S}_2 + \dot{S}_3 + \dot{S}_4 + \dot{S}_5 + \dot{S}_6 + \dot{S}_7$$





5.3 Phân bổ công suất trên mạng điện

194

Trong lưới cung cấp điện, cho phép bỏ qua tổn thất công suất khi tính toán dòng công suất chạy trong mạng điện

* **Mạng điện kín** → chưa biết chiều dòng công suất

Bài toán → Biết \dot{S}_1, \dot{S}_2 cần tìm $\dot{S}_{01}, \dot{S}_{02}, \dot{S}_{12}$

Nguyên tắc chung: Áp dụng định luật Kirchoff I, II để tìm dòng công suất chảy trên các nhánh

Định luật Kirchhoff I tại nút phụ tải 1 và 2

$$\dot{S}_{01} - \dot{S}_{12} - \dot{S}_1 = 0 \quad (1)$$

$$\dot{S}_{02} + \dot{S}_{12} - \dot{S}_2 = 0 \quad (2)$$

Định luật Kirchhoff II cho mạch vòng

Trong đó

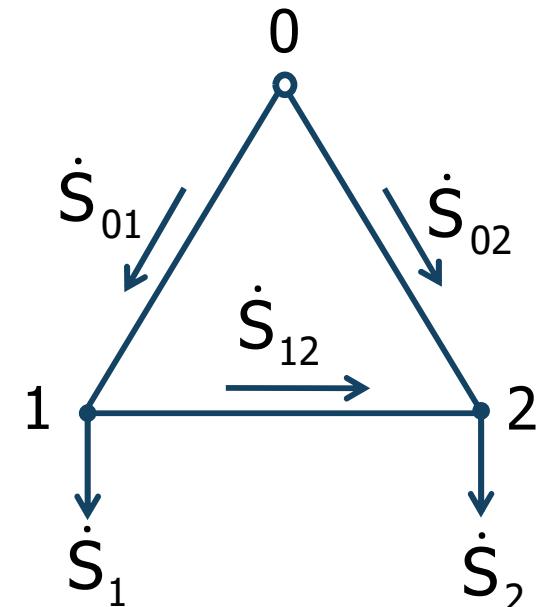
$$\dot{I}_{01} = \frac{\dot{S}_{01}}{\sqrt{3} U_0} \cong \frac{\dot{S}_{01}}{\sqrt{3} U_r}$$

$$\dot{I}_{12} \cong \frac{\dot{S}_{12}}{\sqrt{3} U_r}$$

$$\dot{I}_{02} \cong \frac{\dot{S}_{02}}{\sqrt{3} U_r}$$

$$\dot{I}_{01} \cdot Z_{01} + \dot{I}_{12} \cdot Z_{12} - \dot{I}_{02} \cdot Z_{02} = 0 \quad (3)$$

$$\Rightarrow \dot{S}_{01} \cdot Z_{01} + \dot{S}_{12} \cdot Z_{12} - \dot{S}_{02} \cdot Z_{02} = 0 \quad (3')$$





5.3 Phân bổ công suất trên mạng điện

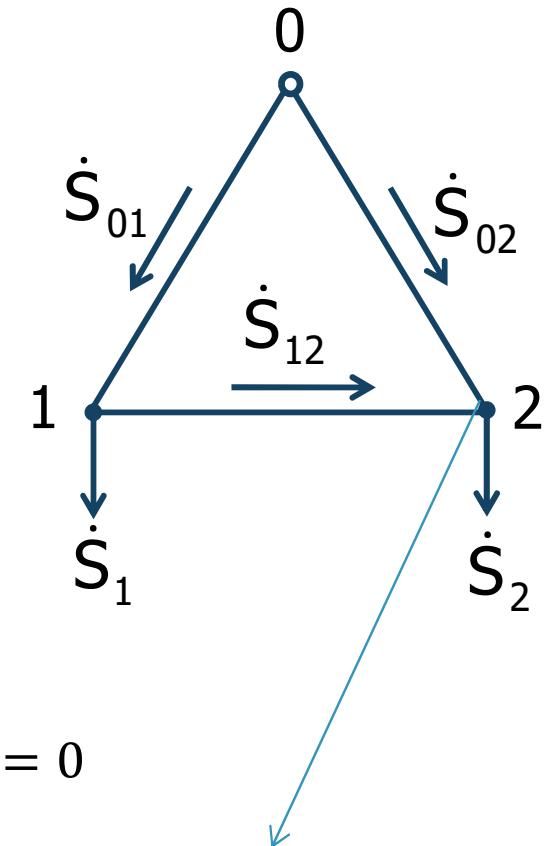
195

Giải hệ 3pt, 3 ẩn số suy ra nghiệm

$$\begin{cases} \dot{S}_{01} - \dot{S}_{12} - \dot{S}_1 = 0 \\ \dot{S}_{02} + \dot{S}_{12} - \dot{S}_2 = 0 \\ * S_{01} \cdot Z_{01} + * S_{12} \cdot Z_{12} - * S_{02} \cdot Z_{02} = 0 \end{cases}$$

→ $\begin{cases} \dot{S}_{01} = \dot{S}_{12} + \dot{S}_1 \\ \dot{S}_{02} = \dot{S}_2 - \dot{S}_{12} \\ (\dot{S}_{12} + \dot{S}_1) \cdot \widehat{Z_{01}} + \dot{S}_{12} \cdot \widehat{Z_{12}} - (\dot{S}_2 - \dot{S}_{12}) \cdot \widehat{Z_{02}} = 0 \end{cases}$

→ $\begin{cases} \dot{S}_{12} = \frac{\dot{S}_2 \cdot \widehat{Z_{02}} - \dot{S}_1 \cdot \widehat{Z_{01}}}{\widehat{Z}_{01} + \widehat{Z}_{12} + \widehat{Z}_{02}} \\ \dot{S}_{01} = \dot{S}_{12} + \dot{S}_1 \\ \dot{S}_{02} = \dot{S}_2 - \dot{S}_{12} \end{cases}$



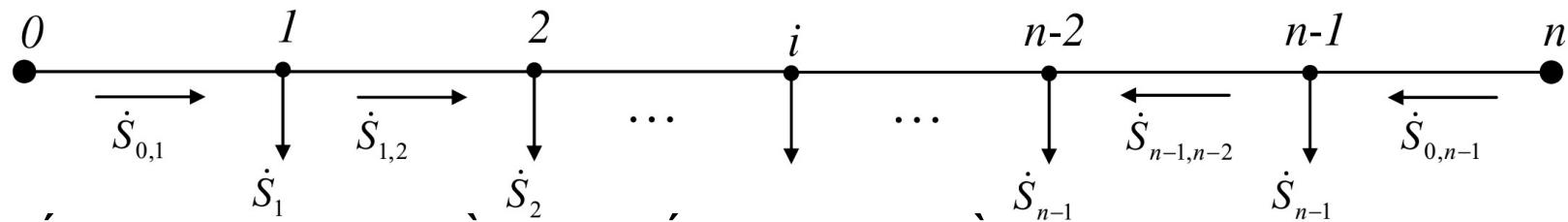
Điểm phân công suất



5.3 Phân bổ công suất trên mạng điện

196

Lưới kín dạng tổng quát có n nút, trong đó $n-1$ nút là nút phụ tải, nút $0 \equiv n$ là nút nguồn



Công suất trên hai nhánh đầu tiên nối với nút nguồn

$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{S}_{0,1} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \dot{S}_i \cdot \hat{Z}_{i,n}^{\Delta}}{\hat{Z}_{\Sigma}} \\ \dot{S}_{0,n-1} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \dot{S}_i \cdot \hat{Z}_{0,i}^{\Delta}}{\hat{Z}_{\Sigma}} \end{array} \right.$$

Trong đó

\hat{Z}_{Σ} : Tổng các tổng trở của tất cả các nhánh trên mạch vòng kín.

$\hat{Z}_{i,n}^{\Delta}$: Tổng trở của đoạn đường dây từ nút i đến nút n .

$\hat{Z}_{0,i}^{\Delta}$: Tổng trở của đoạn đường dây từ nút 0 đến nút i .

\dot{S}_i : Phụ tải nút i .



5.3 Tốn thất điện áp trên mạng điện

197

Bài tập

Tính phân bố dòng công suất trên mạng điện sau

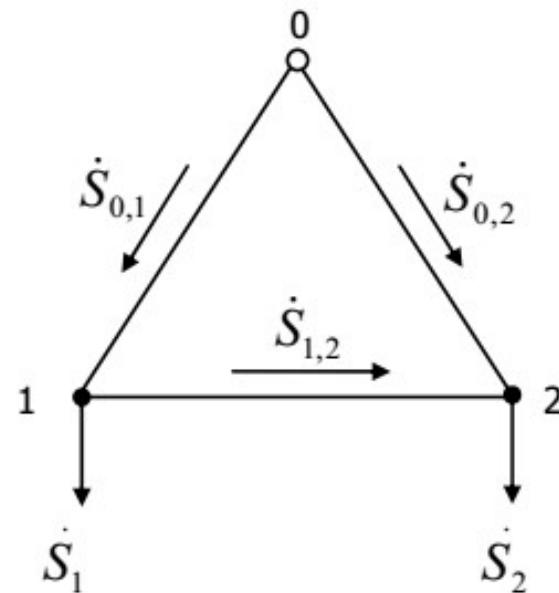
Hai phụ tải 1 và 2 lấy điện từ lưới 35kV

$$S_1 = 25+j20 \text{ MVA}$$

$$S_2 = 15+j12 \text{ MVA}$$

Thông số đường dây:

- Đoạn 01: AC-120, 30km
- Đoạn 12: AC-95, 30km
- Đoạn 02: AC-95, 40km



Chương 05

Tính toán về điện trong hệ thống cung cấp điện

5.1 Khái niệm chung

5.2 Sơ đồ thay thế của hệ thống cung cấp điện

5.3 Phân bố công suất trên mạng điện

5.4 Tốn thất điện áp trên mạng điện

5.5 Tốn thất công suất trên mạng điện

5.6 Tốn thất điện năng trên mạng điện

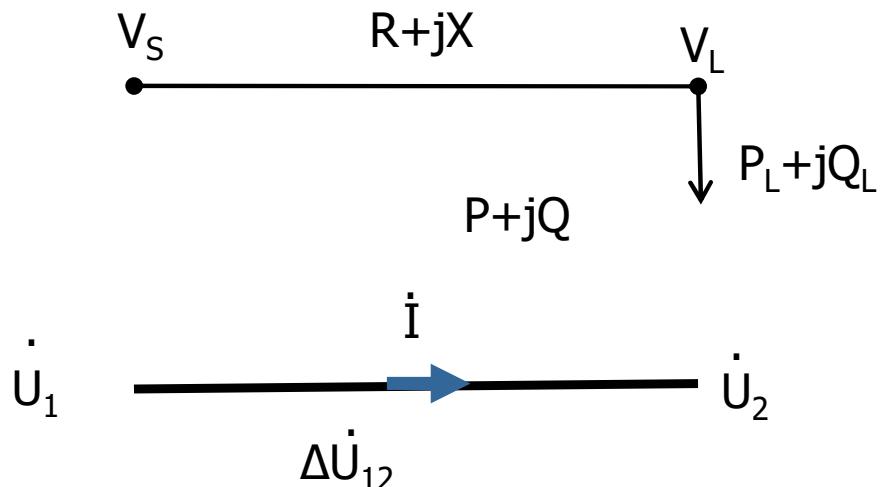


5.4 Tốn thất điện áp trên mạng điện

200

a. Công thức tổng quát

Sơ đồ thay thế



$$\Delta \dot{V} = \dot{V}_S - \dot{V}_L = \sqrt{3} \dot{I} \cdot (R + jX)$$

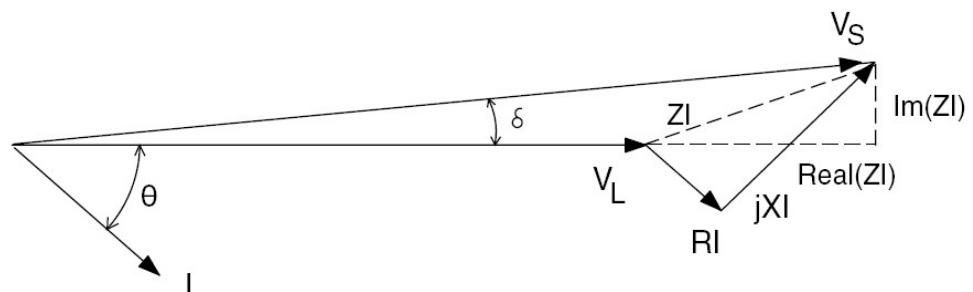
$$\Delta \dot{V} = \sqrt{3} \cdot \frac{S^*}{\sqrt{3} \cdot V^*} \cdot (R + jX)$$

$$\Delta \dot{V} = \frac{(P - jQ)(R + jX)}{V^*}$$

Coi $\dot{V} = V_{dm} = V \angle 0$

$$\Delta \dot{V} = \frac{(PR + QX)}{V} + j \frac{(PX - Q)}{V} \approx \frac{(PR + QX)}{V}$$

Biểu diễn véc tơ



$$\dot{S} = \sqrt{3} \dot{U} \cdot \dot{I}^* \rightarrow \dot{I} = \frac{S^*}{\sqrt{3} \cdot U^*}$$

$$S^* = P - jQ$$

$$\Delta V = \frac{(PR + QX)}{V} \rightarrow \text{Số thực}$$



5.4 Tốn thất điện áp trên mạng điện

201

a. Công thức tổng quát

* Một số giả thiết gần đúng khi tính tổn thất điện cho lưới CCĐ

1. Khi tính tổn thất ΔV coi điện áp lưới bằng V_{dm}
2. Bỏ qua tổn thất công suất \rightarrow dòng công suất là dòng cung cấp cho các phụ tải
3. Trong biểu thức tính ΔV bỏ qua thành phần ảo do có giá trị nhỏ

Kết luận

R, X: Điện trở và điện kháng

V_1 : Điện áp nút 1 (điện áp dây)

V_2 : Điện áp nút 2 (điện áp dây)

V: Điện áp định mức của mạng điện (điện áp dây)

I: Dòng tải (trên 1 pha)

P, Q: công suất tải 3 pha kW và kVAr chạy trên đoạn đường dây giữa hai nút
(cần phân biệt với công suất phụ tải – xem slide tiếp theo)

$$\Delta V = \frac{(PR+QX)}{V}$$

$$V_2 = V_1 - \Delta V$$

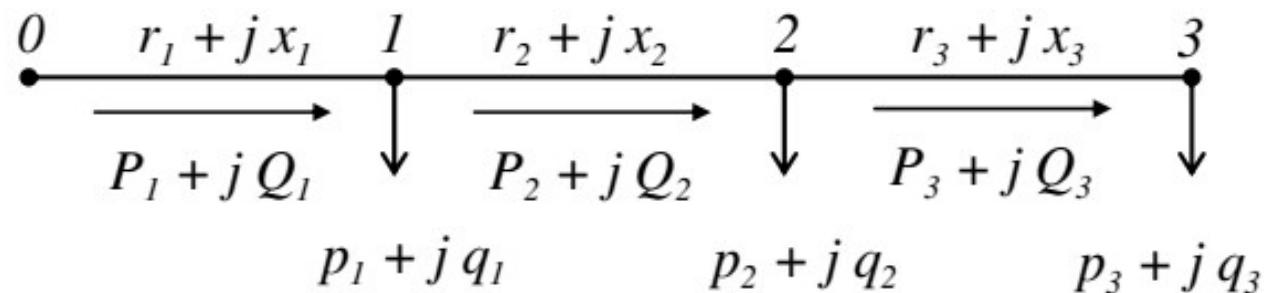


5.4 Tốn thất điện áp trên mạng điện

202

a. Công thức tổng quát

Tốn thất điện áp trên đường dây có nhiều phụ tải



$$\Delta U = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i \cdot r_i + Q_i \cdot x_i)}{U_{dm}} \quad [\text{V}]$$



5.4 Tốn thất điện áp trên mạng điện

203

a. Công thức tổng quát

Note: **Tốn thất điện áp trên đường dây có phụ tải phân bố đều**

Xác định tổn thất điện áp do công suất tác dụng gây trên đoạn đường dây dx tại chiều dài đường dây x từ cuối

$$d\Delta V_{Px} = \frac{P_x \cdot dR_x}{V} = \frac{P_0 \cdot x \cdot r_0 \cdot dx}{V}$$

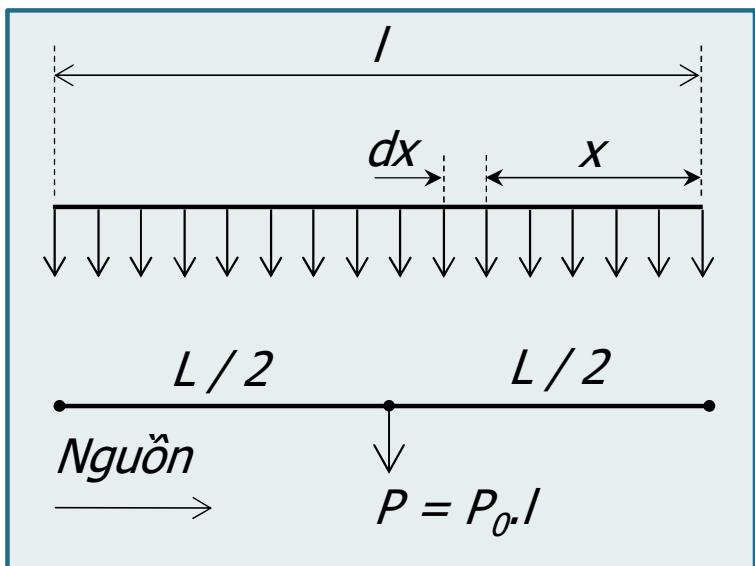
Tổng tổn thất điện áp do công suất tác dụng

$$\Delta V_P = \int_0^l \frac{P_0 \cdot r_0 \cdot x \cdot dx}{V} = \frac{P_0 \cdot r_0 \cdot l^2}{2 \cdot V} = \frac{P \cdot R}{2 \cdot V}$$

Tương tự, $\Delta V_Q = \frac{Q \cdot X}{2 \cdot V}$



$$\Delta V = \Delta V_P + \Delta V_Q = \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{2 \cdot V}$$



Tương đương phụ tải tập trung ở vị trí $L/2$



5.4 Tốn thất điện áp trên mạng điện

204

b. Tốn thất điện áp lớn nhất của mạng điện ΔU_{\max}

Định nghĩa: là tổn thất điện áp tính từ nguồn đến điểm có điện áp thấp nhất trong mạng điện

Điểm có khả năng điện áp thấp nhất:
{3; 4; 6; 7}

$$\Delta V = \frac{(PR+Q)}{V}$$

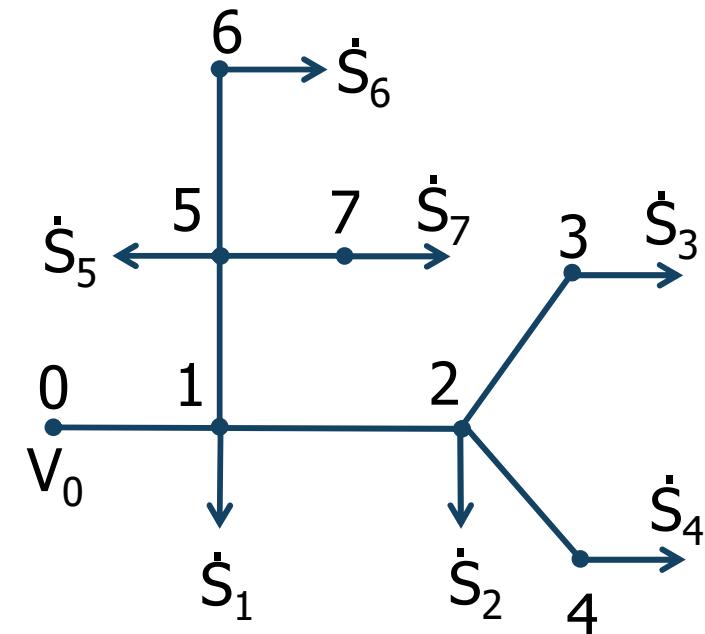
Tính tổn thất từ nguồn đến các điểm trên

$$\Delta U_{0-3} = \Delta U_{0-1} + \Delta U_{1-2} + \Delta U_{2-3}$$

$$\Delta U_{0-4} = \Delta U_{0-1} + \Delta U_{1-2} + \Delta U_{2-4}$$

$$\Delta U_{0-6} = \Delta U_{0-1} + \Delta U_{1-5} + \Delta U_{5-6}$$

$$\Delta U_{0-7} = \Delta U_{0-1} + \Delta U_{1-5} + \Delta U_{5-7}$$



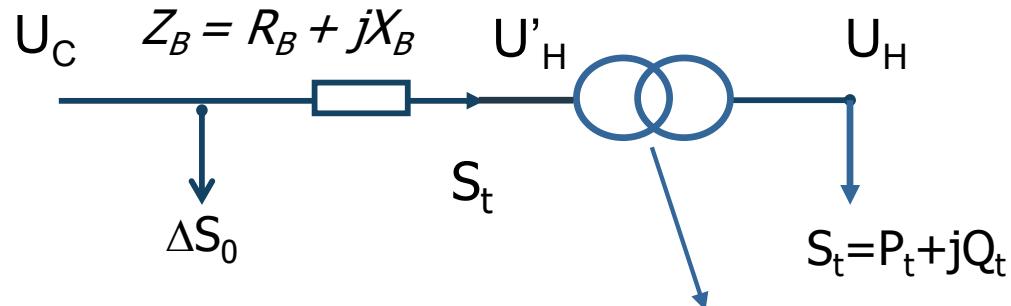
$$\Delta U_{\max} = \max\{\Delta U_{0-3}; \Delta U_{0-4}; \Delta U_{0-6}; \Delta U_{0-7}\}$$



5.4 Tốn thất điện áp trên mạng điện

205

c. Tốn thất điện áp trên tổng trở của máy biến áp



$$\text{MBA lý tưởng } k = \frac{U_{C\text{đm}}}{U_{H\text{đm}}}$$

$$\Delta U_B = \frac{P_t R_B + Q_t X_t}{U_{C\text{đm}}}$$

- Biết điện áp phía hạ áp U_H , tính điện áp phía cao áp:

$$U_C = kU_H + \Delta U_B$$

- Biết điện áp phía cao áp U_C , tính điện áp phía hạ áp:

$$U_H = (U_C - \Delta U_B)/k$$



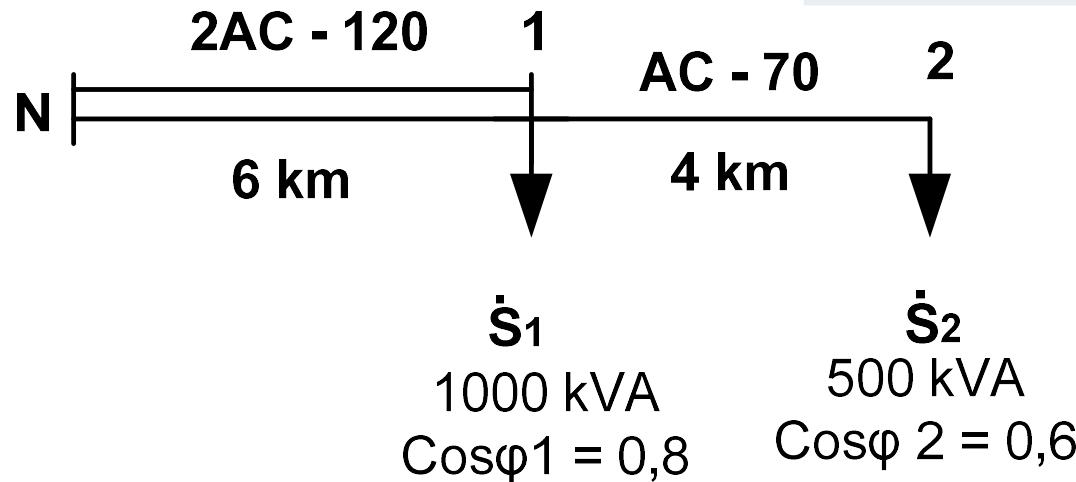
5.4 Tốn thất điện áp trên mạng điện

206

d. Ví dụ

Biết $V_1 = 10,3 \text{ kV}$. Tính V_N và V_2

Loại dây	$r_o (\Omega/\text{km})$	$x_o (\Omega/\text{km})$
AC-70	0,46	0,4
AC-120	0,24	0,4



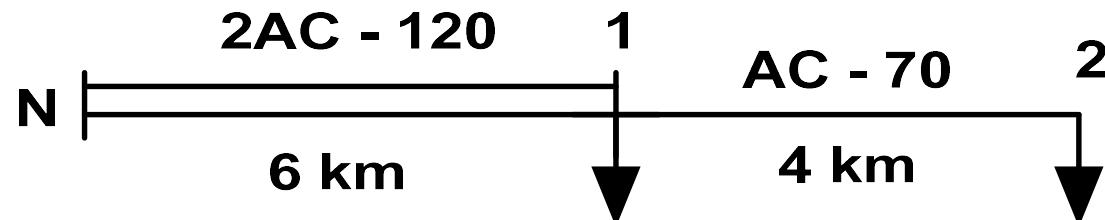


5.4 Tốn thất điện áp trên mạng điện

207

d. Ví dụ

Đáp án



Ş1
1000 kVA
 $\text{Cos}\varphi_1 = 0,8$

500 kVA

Chương 05

Tính toán về điện trong hệ thống cung cấp điện

5.1 Khái niệm chung

5.2 Sơ đồ thay thế của hệ thống cung cấp điện

5.3 Phân bố công suất trên mạng điện

5.4 Tốn thất điện áp trên mạng điện

5.5 Tốn thất công suất trên mạng điện

5.6 Tốn thất điện năng trên mạng điện

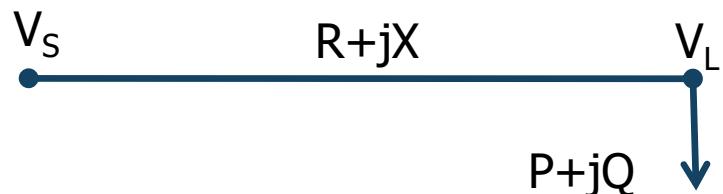


5.5 Tốn thất công suất trên mạng điện

209

a. Tốn thất công suất trên đường dây

$$\Delta \dot{S} = \Delta P + j\Delta Q$$



- Tốn thất công suất tác dụng

$$\Delta P \cong 3 \cdot I^2 \cdot R = 3 \times \left(\frac{S}{\sqrt{3}V_L} \right)^2 \times R$$

$$= \frac{S^2}{V_L^2} \times R \cong \frac{P^2 + Q^2}{V^2} \times R$$

- Tốn thất công suất phản kháng

$$\Delta Q = \frac{P^2 + Q^2}{V^2} \times X$$

R, X: Tổng trở 1 pha

V: Điện áp định mức

V_S : Điện áp nguồn

V_L : Điện áp tải

I: Dòng điện tải

P, Q: Công suất tác dụng và phản kháng của phụ tải 3 pha

$$\Delta \dot{S} = \frac{P^2 + Q^2}{V^2} \cdot (R + jX)$$



5.5 Tốn thất công suất trên mạng điện

210

a. Tốn thất công suất trên đường dây

Note: Tốn thất công suất của đường dây có phụ tải phân bố đều

Mật độ phụ tải I_0 (A/m), chiều dài l (m)

Tốn thất công suất trên vi phân dx của đường dây

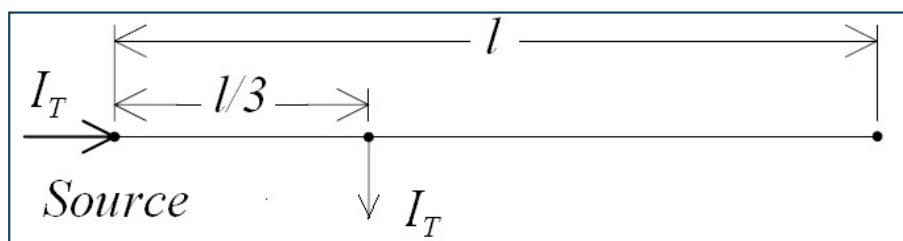
$$d(\Delta P_x) = 3 \cdot I_x^2 \cdot R_x = 3 \cdot (I_0 \cdot x)^2 \cdot r_0 \cdot dx$$

Tốn thất trên toàn tuyến:

$$\Delta P = \int_0^l 3 \cdot I_0^2 \cdot r_0 \cdot x^2 \cdot dx = I_0^2 \cdot r_0 \cdot l^3 = I^2 \cdot R$$

Tương tự ta có

$$\Delta \dot{S} = \frac{P^2 + Q^2}{V^2} \cdot (R + jX)/3$$



Tương đương phụ tải tập trung ở vị trí L/3



5.5 Tổn thất công suất trên mạng điện

211

b. Tổn thất công suất trên MBA

Tổn thất công suất trên MBA gồm có 2 thành phần

- Tổn thất công suất không tải (tổn hao sắt)

$$\Delta S_0 = m(\Delta P_0 + j\Delta Q_0)$$

- Tổn thất công suất có tải (tổn hao đồng)

$$Z_{mB} = \frac{1}{m} \cdot \frac{P^2 + Q^2}{V^2} \cdot (R_b + jX_b)$$

$$R_b = \Delta P_N \cdot \frac{U_{cdm}^2}{S_{dmBA}^2} \quad X_b = \frac{U_N \% \cdot U_{cdm}^2}{100 S_{dmBA}}$$

$$\Delta Q_0 = \frac{I_0 \% \cdot S_{dmBA}}{100}$$

Nếu MBA có $U_{cdm} = V$ (điện áp định mức của mạng điện)

$$\left. \begin{aligned} \Delta P &= m \times \Delta P_0 + \frac{1}{m} \cdot \Delta P_N \cdot \frac{S^2}{S_{dmBA}^2} \\ \Delta Q &= m \times \frac{I_0 \% \times S_{dmBA}}{100} + \frac{1}{m} \times \frac{U_N \% \times S^2}{100 S_{dmBA}} \end{aligned} \right\}$$

$$\Delta S_{BA} = \Delta P + j\Delta Q$$

$\Delta P_N, \Delta P_0$: Tổn thất có tải và không tải

$U_N \%$: Điện áp ngắn mạch (%)

I_0 : Dòng điện không tải (từ trường)

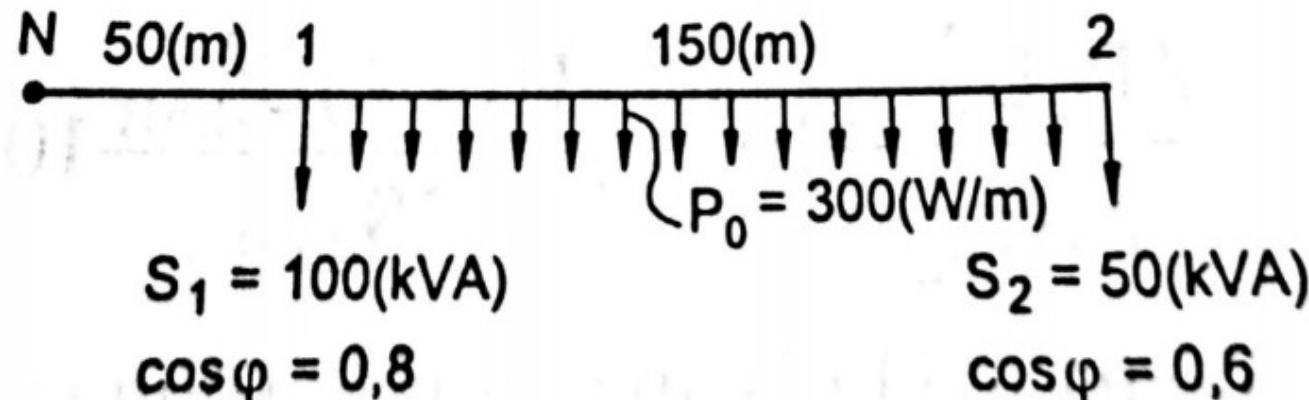


5.5 Tốn thất công suất trên mạng điện

212

c. Ví dụ

Ví dụ 2.4 tr. 78



Tính tổn thất công suất và tổn thất điện áp của đường dây hạ áp trên. Biết loại dây là cáp PVC mã 4G70 do Lens chế tạo

4G70	$r_o (\Omega/\text{km})$	$x_o (\Omega/\text{km})$
	0,268	0,1

Phụ tải phân bố đều	$P_0 (\text{W/m})$	$\cos \varphi$
	300	0,85

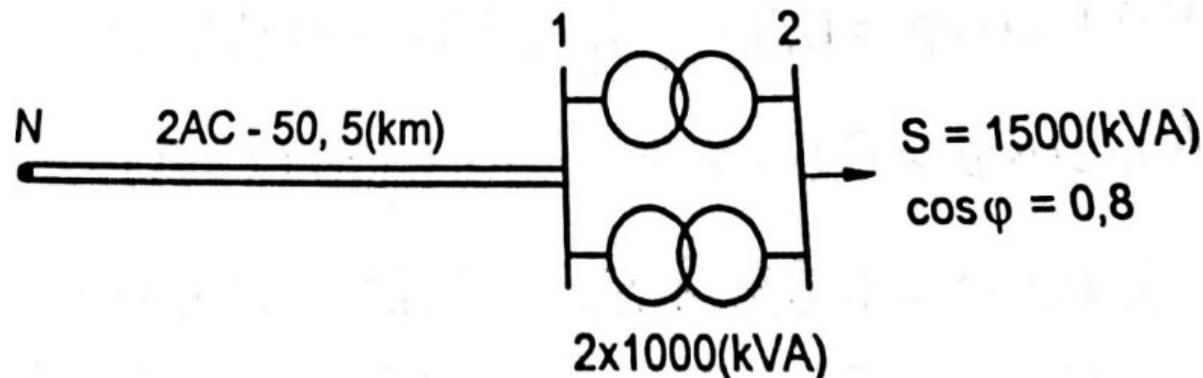


5.5 Tốn thất công suất trên mạng điện

214

c. Ví dụ

Ví dụ 2.5 tr. 80



Tính tổn thất công suất trên lưới điện trên. Biết MBA 22/0,4kV do Công ty thiết bị điện Đông Anh chế tạo



5.5 Tổn thất công suất trên mạng điện

215

Giải

Trình tự thực hiện

Bước 1: Thành lập sơ đồ thay thế

- Chuyển đổi phụ tải phân bố đều về phụ tải tập trung
- Tra các thông số kỹ thuật của đường dây và MBA

Bước 2: Tính toán phân bổ dòng công suất qua các tổng trở

Bước 3: Tính toán tổn thất điện áp và tổn thất công suất trên các phần tử

Chương 05

Tính toán về điện trong hệ thống cung cấp điện

5.1 Khái niệm chung

5.2 Sơ đồ thay thế của hệ thống cung cấp điện

5.3 Phân bố công suất trên mạng điện

5.4 Tốn thất điện áp trên mạng điện

5.5 Tốn thất công suất trên mạng điện

5.6 Tốn thất điện năng trên mạng điện



5.6 Tốn thất điện năng trên mạng điện

217

a. Công thức tổng quát

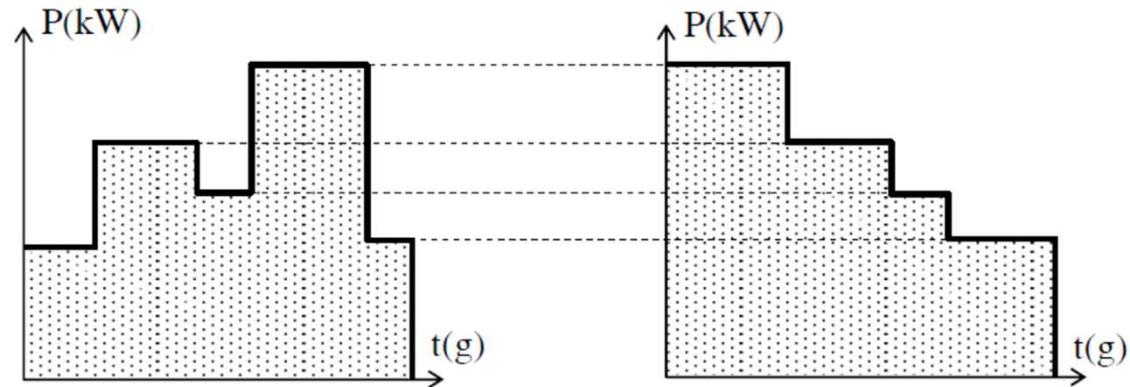
* Theo đồ thị phụ tải

- Tốn thất điện năng
 - Định nghĩa (ΔA) :

$$\Delta A = \int_0^T \Delta P(t) dt$$

$\Delta P(t)$: Tốn thất công suất của lưới điện

T: Khoảng thời gian trên đồ thị phụ tải



a) Đồ thị phụ tải dạng thông thường

Hình 2.5

b) Đồ thị phụ tải dạng kéo dài

Nhận xét:

- Chính xác
- Tính toán nhiều
- Chỉ áp dụng được khi biết đồ thị phụ tải



5.6 Tốn thất điện năng trên mạng điện

218

a. Công thức tổng quát

* Theo đồ thị phụ tải

- Tốn thất điện năng đường dây

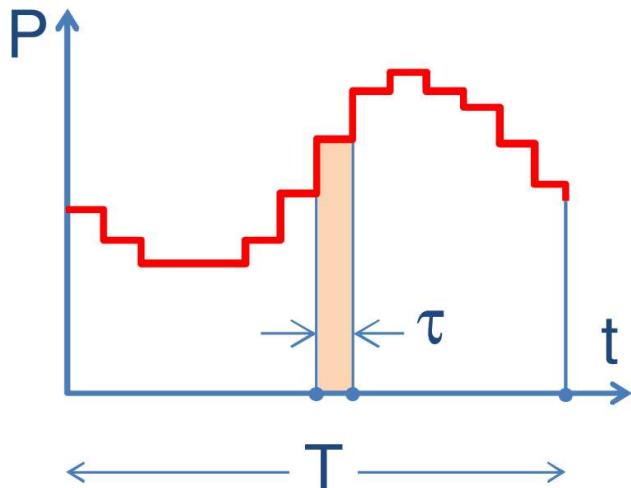
$$\Delta A = \int_0^T \Delta P(t) dt = \sum_{i=1}^n \Delta P_i \cdot \Delta t_i = \sum_{i=1}^n \frac{P_i^2 + Q_i}{U_{\text{đm}}^2} \cdot R \cdot \Delta t_i$$

- Tốn thất điện năng trạm biến áp

$$\Delta A = n \cdot \Delta P_0 \cdot T + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_N \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_i^2 + Q_i^2}{S_{\text{đm.B}}^2} \cdot \Delta t_i \right)$$

n : Số máy biến áp trong trạm biến áp

T : Thời gian đóng điện trạm biến áp





5.6 Tốn thất điện năng trên mạng điện

219

a. Công thức tổng quát

* Theo thời gian tổn thất lớn nhất

- Tổn thất điện năng đường dây

$$\Delta A = \Delta P_{\max} \cdot \tau = \frac{P_{\max}^2 + Q_{\max}^2}{U_{\text{đm}}^2} \cdot R \cdot \tau$$

- Tổn thất điện năng trạm biến áp

$$\Delta A = n \cdot \Delta P_0 \cdot T + \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{S_{\max}}{S_{\text{đm.B}}} \right)^2 \cdot \Delta P_N \cdot \tau$$

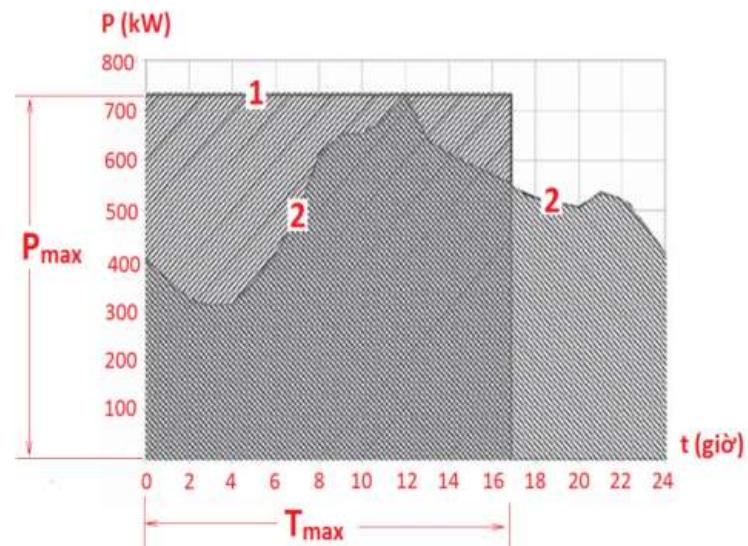
n : Số máy biến áp trong trạm biến áp

T : Thời gian đóng điện trạm biến áp

τ : Thời gian tổn thất công suất lớn nhất của đường dây, trạm biến áp

$$\tau = (0,124 + T_{\max} \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760$$

T_{\max} : Thời gian sử dụng công suất lớn nhất của phụ tải



1 : Diện tích $P_{\max} \times T_{\max}$. 2 : ĐTPT

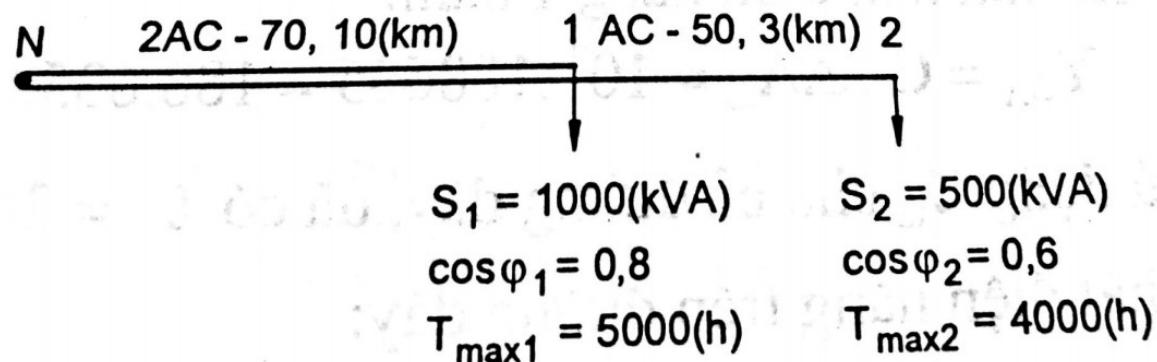


5.6 Tốn thất điện năng trên mạng điện

222

d. Ví dụ 1

Ví dụ 2.6 tr. 91



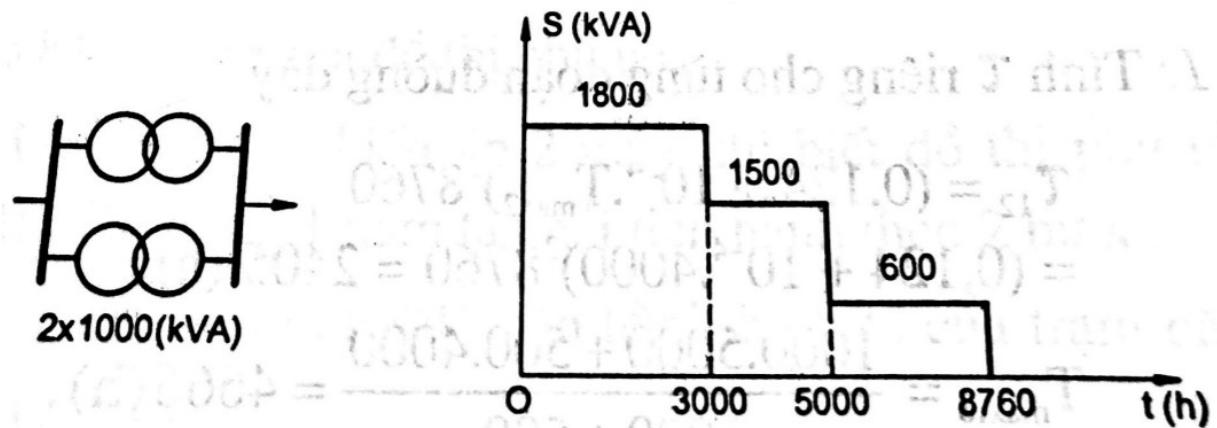
Tính giá tổn thất điện năng trên đường dây 10kV cấp điện cho 2 nhà máy. Biết giá $c = 1000\text{đ/kWh}$.



5.6 Tốn thất điện năng trên mạng điện

223

d. Ví dụ 2



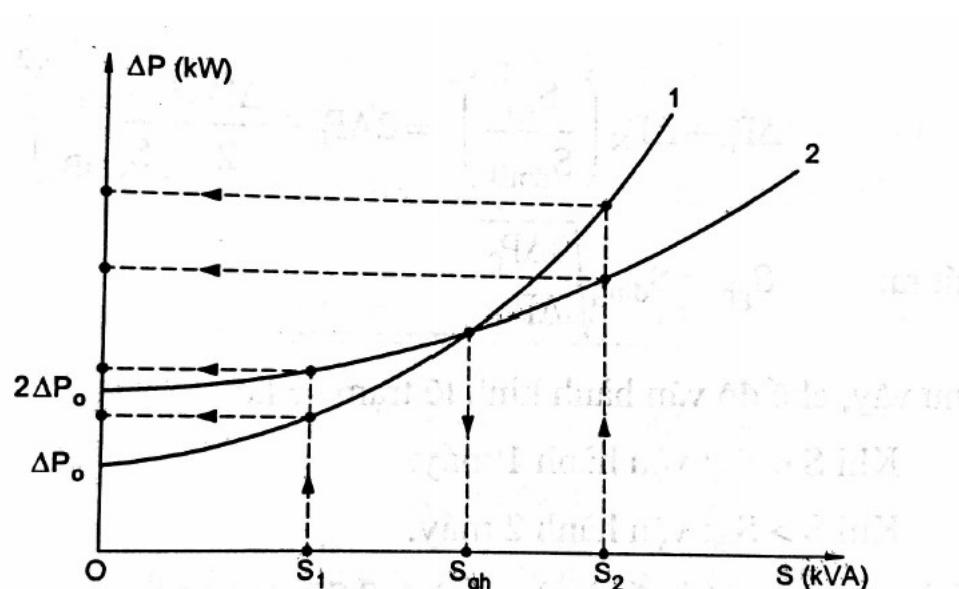
Tính giá tổn thất điện năng cho TBA cung cấp cho phụ tải có đồ thị như trên hình vẽ.

Biết thông số MBA: $S_{dm} = 1000\text{kVA}$, $\Delta P_0 = 4,9 \text{ (kW)}$, $\Delta P_N = 15 \text{ (kW)}$, $c = 1000\text{đ/kWh}$. Tính cho 2 trường hợp:

1. Vận hành // 2 máy suốt năm
2. Vận hành theo chế độ kinh tế



5.6 Tốn thất điện năng trên mạng điện



Hình 2.30. Đường cong tổn thất công suất trên trạm biến áp

1. $\Delta P_B = f(S)$ khi vận hành 1 máy

2. $\Delta P_B = f(S)$ khi vận hành 2 máy

$$\Delta P_0 + \Delta P_N \left(\frac{S_{gh}}{S_{\text{đm}B}} \right)^2 = 2\Delta P_0 + \frac{\Delta P_N}{2} \left(\frac{S_{gh}}{S_{\text{đm}B}} \right)^2$$

Suy ra

$$S_{gh} = S_{\text{đm}} \sqrt{\frac{2\Delta P_0}{\Delta P_N}}$$

Nếu $S > S_{gh}$ vận hành 2 máy và ngược lại

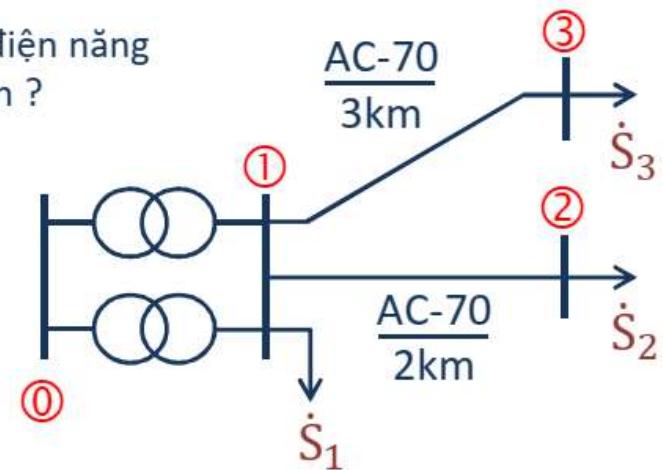


5.6 Tốn thất điện năng trên mạng điện

Bài tập

- Phụ tải của xí nghiệp:** $S_1 = 1000\text{kVA}$, $\cos\varphi_1 = 0,8$; $S_2 = 3000\text{kVA}$, $\cos\varphi_2 = 0,6$; $S_3 = 2000\text{kVA}$, $\cos\varphi_3 = 0,8$
- Dây dẫn:** AC-70 có $r_o = 0,46\Omega/\text{km}$
- Trạm biến áp:** 2 MBA; $S_{\text{đmB}} = 4000\text{kVA}$, $35/10\text{kV}$
 $\Delta P_o = 12,5\text{kW}$; $\Delta P_N = 42\text{kW}$
 T_{max} của các xí nghiệp đều bằng 5000 giờ.

Tốn thất điện năng
mạng điện ?





Chương 06

TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH TRONG HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN

6.1 Khái niệm chung

6.2 Tính toán ngắn mạch trong lưới trung áp

6.3 Tính toán ngắn mạch trong lưới hạ áp



6.1 Khái niệm chung

228

Hiện tượng ngắn mạch

- Đây là hiện tượng các pha chập nhau, chập đất hoặc chập dây trung tính
- Tổng trở của hệ thống giảm đi
- Dòng điện đi qua thiết bị tăng cao rất nhiều lần so với dòng định mức

□ Dòng điện ngắn mạch

$$i_N R_N + L_N \frac{di_N}{dt} = u(t)$$

$$i_N = i_{N.ck} + i_{N.kck}$$

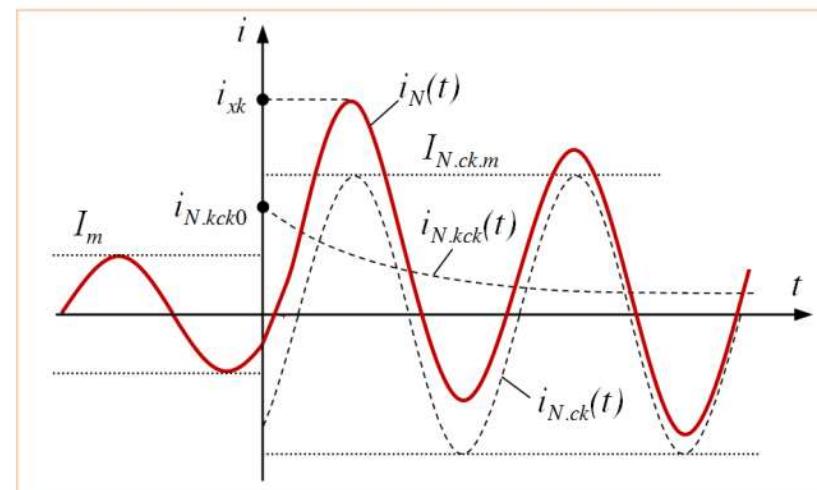
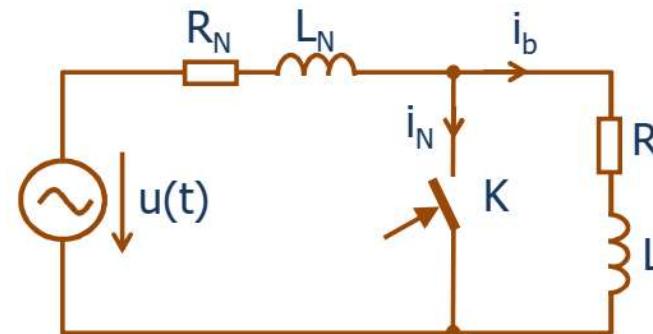
$$= \frac{U_m}{Z_N} \sin(\omega t + \alpha - \varphi_N) + C.e^{-\frac{t}{T_a}}$$

$$\xrightarrow{\hspace{1cm}} u(t) = U_m \sin(\omega t + \alpha)$$

$$Z_N = \sqrt{R_N^2 + (\omega L_N)^2}$$

$$\varphi_N = \tan^{-1} \left(\frac{\omega L_N}{R_N} \right)$$

$$T_a = \frac{R_N}{L_N}$$





6.1 Khái niệm chung

229

Hiện tượng ngắn mạch

❑ Các đặc trưng dòng điện ngắn mạch

- Dòng NM siêu quá độ: I''
- Dòng NM xác lập: I_∞
- Dòng NM xung kích: i_{xk}

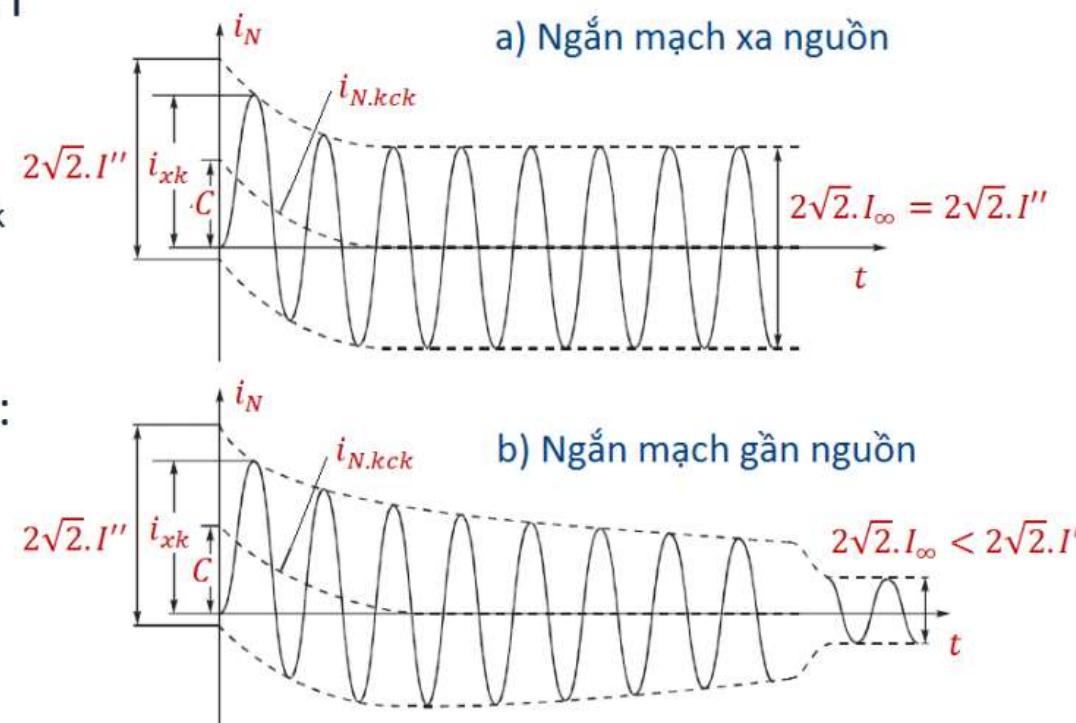
❑ Phân loại

- Ngắn mạch gần nguồn:

$$I'' > I_N > I_\infty$$

- Ngắn mạch xa nguồn:

$$I'' = I_N = I_\infty$$





6.1 Khái niệm chung

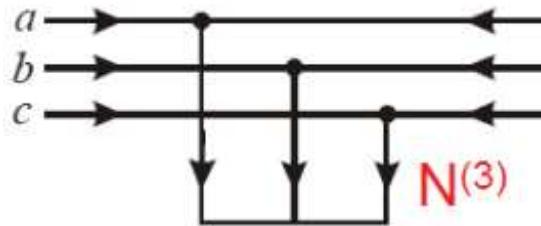
230

Hiện tượng ngắn mạch

Phân loại:

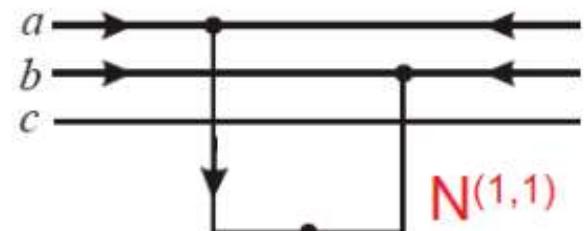
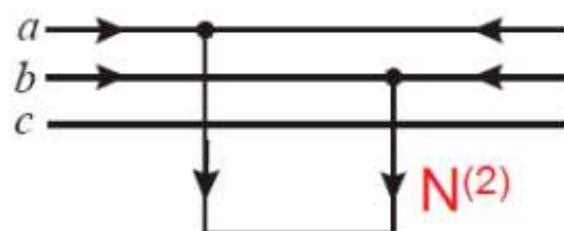
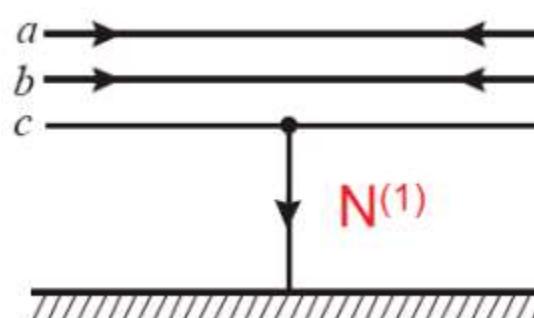
- Ngắn mạch đối xứng:

Ngắn mạch 3 pha – $N^{(3)}$



- Ngắn mạch không đối xứng

- Ngắn mạch 1 pha – đất - $N^{(1)}$
- Ngắn mạch 2 pha đất - $N^{(1,1)}$
- Ngắn mạch pha – pha - $N^{(2)}$





6.1 Khái niệm chung

231

Hiện tượng ngắn mạch

Xác xuất xuất hiện các hiện tượng ngắn mạch:

Dạng ngắn mạch	Xác xuất xuất hiện
NM SLG	70%
NM L-L	15%
NM 2 LG	10%
NM 3φ	5%

Thường dòng NM 3 pha có giá trị
lớn nhất



Tính toán để kiểm tra lựa chọn thiết
bị điện



6.2 Tính toán ngắn mạch trong lưới trung áp

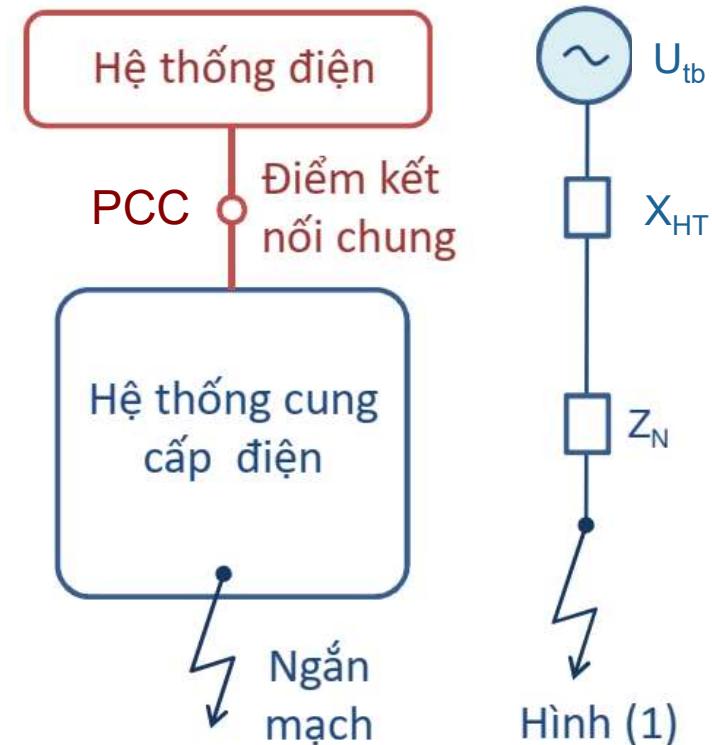
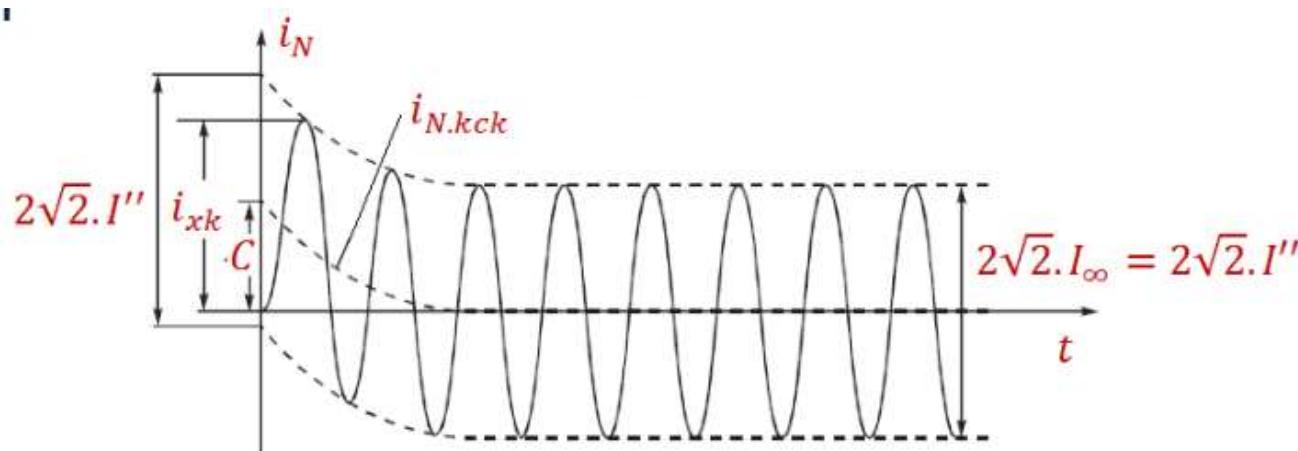
232

□ Giả thiết

- Bỏ qua phụ tải
- Bỏ qua các thành phần điện trở nhỏ
- Ngắn mạch xa nguồn $X_{HT} = \frac{U_{tb}^2}{S_N}$

U_{tb} : Điện áp trung bình tại PCC ($=1,05U_{dm}$)

S_N : Công suất ngắn mạch của HTĐ tại PCC





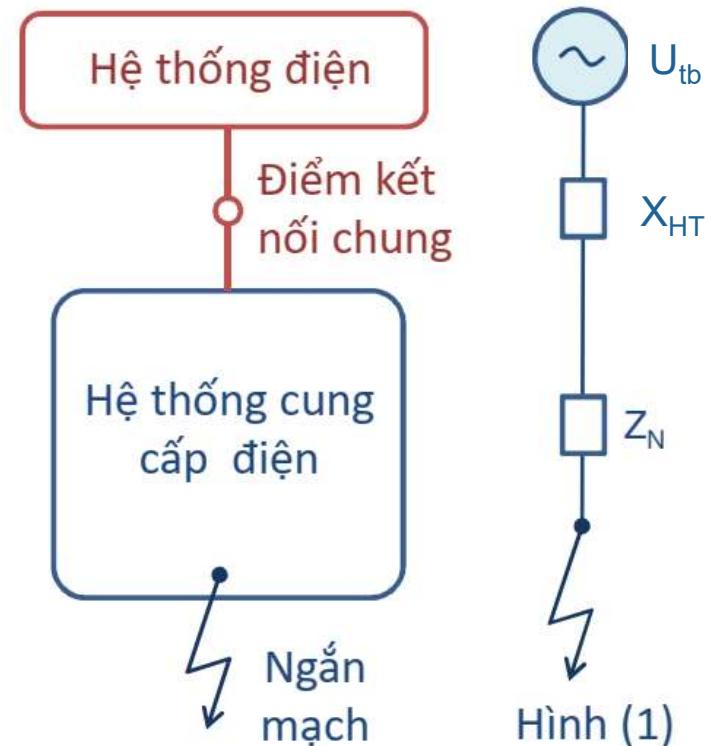
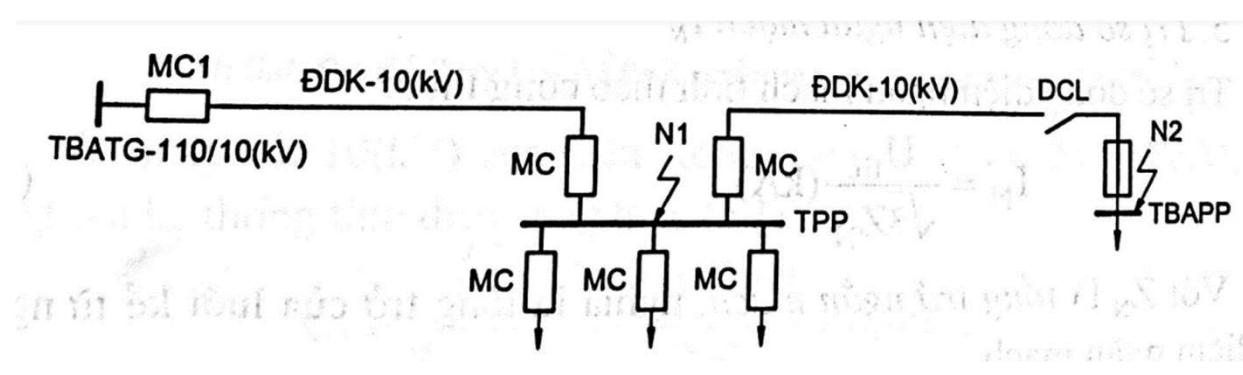
6.2 Tính toán ngắn mạch trong lưới trung áp

233

Các bước tính toán ngắn mạch 3 pha

Bước 1: Xác định điểm ngắn mạch.

Lưu ý việc tính toán ngắn mạch liên qua đến lựa chọn các thiết bị điện như cáp, máy cắt, dao cách ly, thanh gốp



Bước 2: Vẽ sơ đồ thay thế và biến đổi về Hình (1)



6.2 Tính toán ngắn mạch trong lưới trung áp

234

Các bước tính toán ngắn mạch 3 pha

Bước 3: Tính các tổng trở từ hệ thống đến điểm ngắn mạch

$$x_{HT} = \frac{U_{tb}^2}{S_N} [\Omega]$$

U_{tb} : Điện áp trung bình của lưới trung áp ra khỏi trạm nguồn nối với hệ thống điện; $U_{tb} = 1,05 U_{dm}$

S_N : Công suất ngắn mạch của HTĐ tại điểm chọn U_{tb}

Bước 4: Tính trị số dòng ngắn mạch

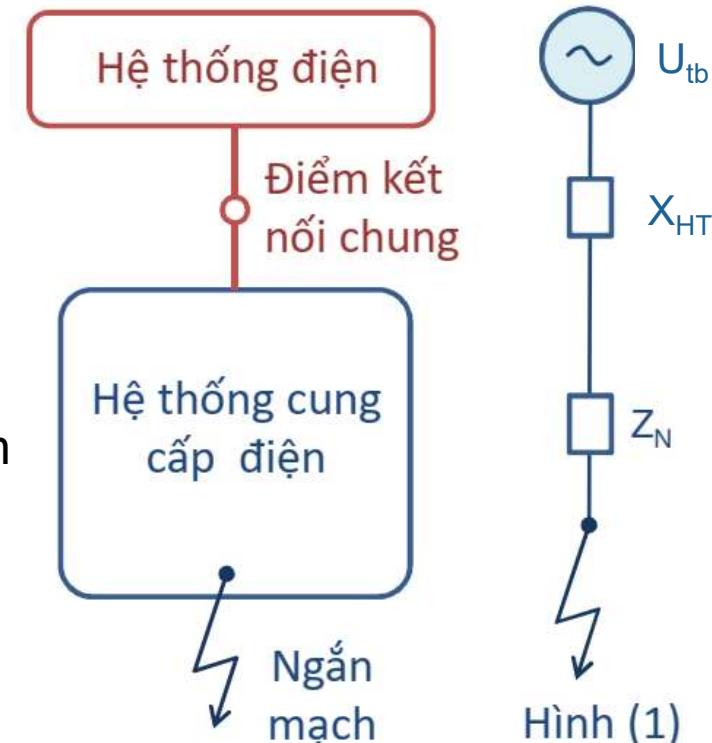
$$I_N = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3}Z_\Sigma}$$

Tính dòng NM xung kích

$$I_{xk} = k_{xk} \sqrt{2} I_N$$

k_{xk} : Hệ số xung kích.

$k_{xk} = 1.8$ với lưới trung áp trở lên
 $k_{xk} = 1.2 \div 1.3$ đối với lưới hạ áp



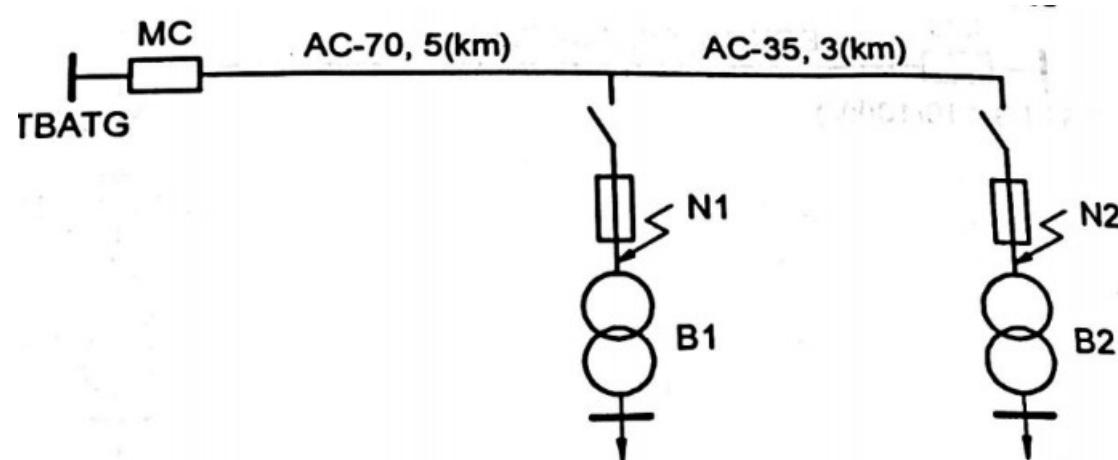


6.2 Tính toán ngắn mạch trong lưới trung áp

235

Bài tập: Tính ngắn mạch tại hai điểm N1 và N2 của lưới điện 22kV như hình dưới.

Cho công suất ngắn mạch của hệ thống $S_N = 250\text{MVA}$.





6.3 Tính toán ngắn mạch trong lưới hạ áp

236

□ Giả thiết

- Ngắn mạch xa nguồn $U_{S,TBAPP} = U_{dm}$
- Phải xét các thành phần điện trở nhỏ
- Phải xét phụ tải động gần điểm ngắn mạch

□ Dòng điện ngắn mạch

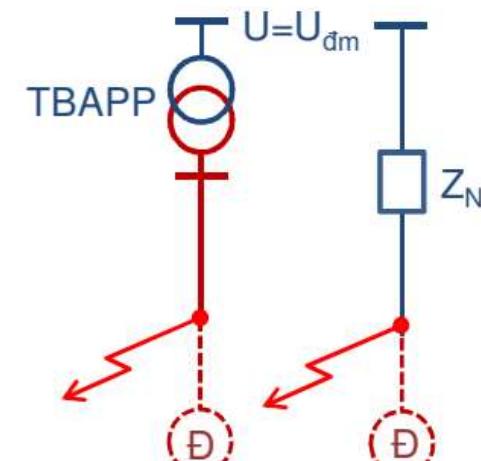
- Lập sơ đồ thay thế và biến đổi về Hình (2)

Trong đó:

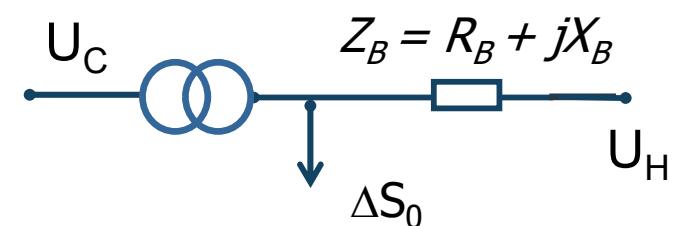
- Điện áp dùng để tính ngắn mạch là điện áp định mức của lưới hạ áp: $U_{dm} = 0.38kV$
- Trong Z_N phải tính đến tổng trở TBAPP theo công thức sau:

$$R_b = \Delta P_N \cdot \frac{U_{hdm}^2}{S_{dm}^2}$$

$$X_b = \frac{U_N \% \cdot U_{hdm}^2}{100 S_{dm}}$$



Hình (2)



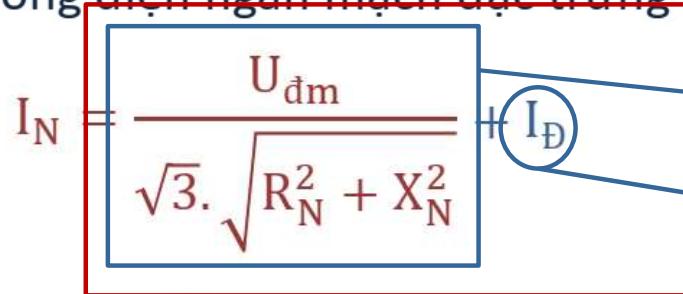


6.3 Tính toán ngắn mạch trong lưới hạ áp

237

□ Dòng điện ngắn mạch

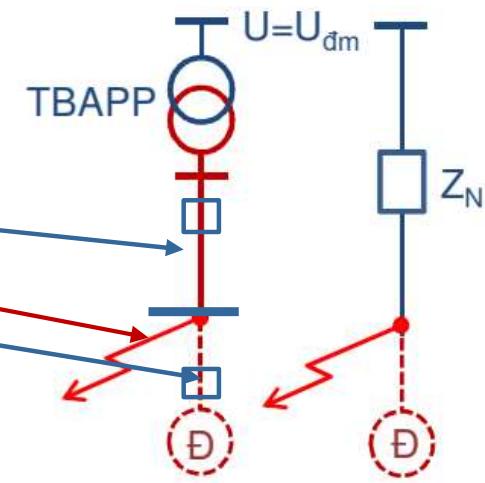
- Tính các dòng điện ngắn mạch đặc trưng



$$i_{xk} = \sqrt{2} I_N k_{xk} + 6,5 \cdot I_D$$

$$k_{xk} = 1,2 \div 1,3$$

Trong đó:



Hình (2)

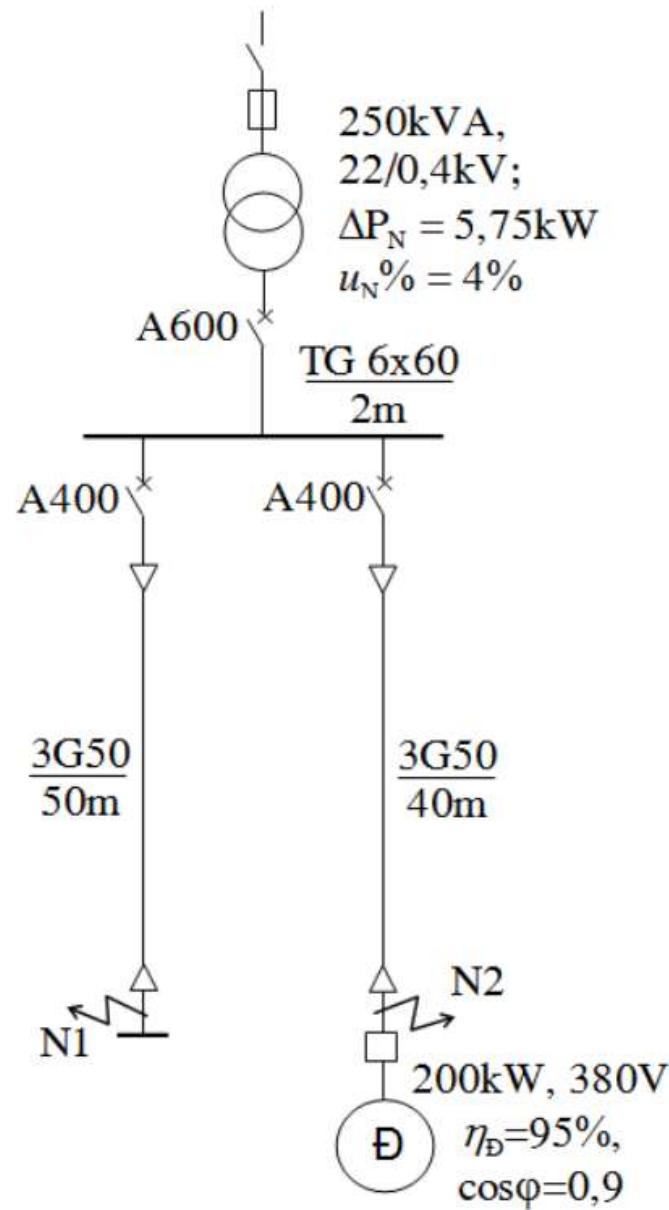
$$I_D = \frac{P_{dm,D}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm,D} \cos \varphi_D \eta_D}$$



6.3 Tính toán ngắn mạch trong lưới hạ áp

238

Bài tập: Tính dòng ngắn mạch tại hai điểm
N1 và N2 ở trong lưới điện hình bên



Chương 07

LỰA CHỌN THIẾT BỊ ĐIỆN

7.1 Khái niệm chung

7.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

7.3 Lựa chọn máy biến áp

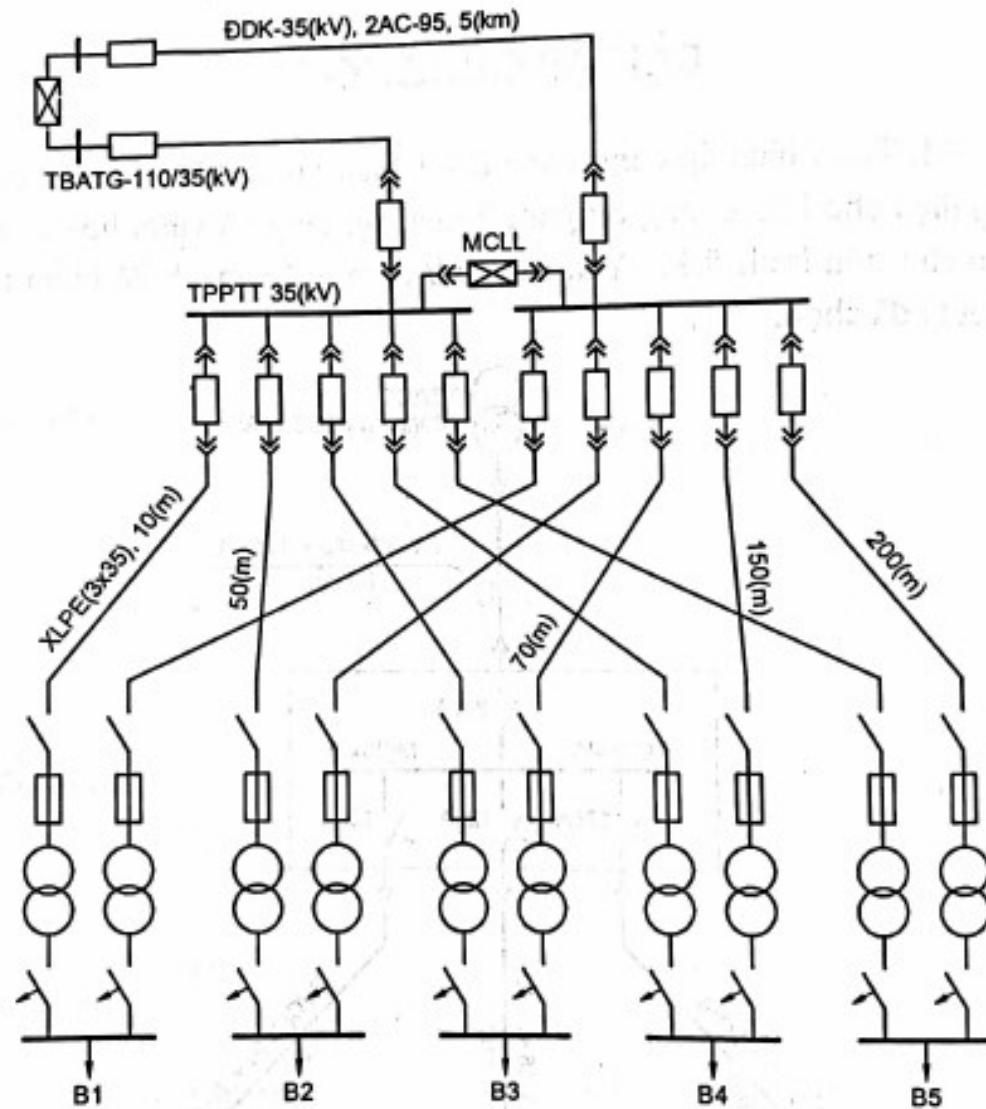
7.4 Lựa chọn các thiết bị phân phối điện



7.1 Khái niệm chung

249

Trong trình tự thiết kế lưới điện, sau khi tính toán phụ tải, cần xác định kích cỡ của đường dây, máy biến áp, máy cắt, ... và kiểm tra xem các thiết bị có đảm bảo các điều kiện vận hành hay không.





7.1 Khái niệm chung

250

Trong vận hành, thiết bị điện có thể làm việc ở các chế độ cơ bản: lâu dài, quá tải và ngắn mạch.

- ***Chế độ làm việc lâu dài:*** Thiết bị điện sẽ làm việc tin cậy nếu được chọn theo **điện áp định mức** và **dòng điện định mức**.
- ***Chế độ làm việc quá tải:*** Khả năng quá tải của thiết bị nằm trong giới hạn cho phép.
- ***Chế độ ngắn mạch:*** Thiết bị điện sẽ đảm bảo làm việc tin cậy nếu được lựa chọn theo **độ bền nhiệt** và **điện động**.



7.1 Khái niệm chung

251

1. Chọn thiết bị theo điều kiện làm việc lâu dài

- *Chọn điện áp định mức:* điện áp định mức của thiết bị phải lớn hơn điện áp định mức của lưới + (10÷15)%

$$U_{\text{đm.TBD}} \geq (110 \div 115)\% U_{\text{đm.m}}$$

- *Chọn dòng điện định mức:*

$$I_{\text{đm.TBD}} \geq I_{lv.\text{max}}$$

- Đổi với mạch kép có một mạch sự cố
- Đổi với MBA làm việc với khả năng quá tải của nó
- Đổi với thanh góp, thanh dẫn, làm việc với chế độ vận hành xấu nhất
- Đổi với máy phát điện vận hành ở chế độ quá tải lớn nhất cho phép.



7.1 Khái niệm chung

252

2. Chọn thiết bị theo dòng điện ngắn mạch

Dòng ngắn mạch ảnh hưởng nghiêm trọng đến độ bền nhiệt và độ bền cơ của thiết bị → Cần kiểm tra khả năng chịu đựng dòng ngắn mạch

- *Kiểm tra ổn định động:* $I_{\text{ôđđ}} \geq I_{xk}$

$I_{\text{ôđđ}}$: Dòng điện ổn định động của thiết bị (do nhà sản xuất cung cấp)

I_{xk} : Giá trị lớn nhất có thể xảy ra của dòng ngắn mạch

- *Kiểm tra ổn định nhiệt:* $I_{\text{ôđn}} t_{\text{ôđn}} \geq B_N$

hoặc $I_{\text{ôđn}}^2 t_{\text{ôđn}} \geq I_\infty^2 t_{\text{qd}}$

hoặc $I_{\text{ôđn}} \geq I_\infty \sqrt{\frac{t_{\text{qd}}}{t_{\text{ôđn}}}}$

$I_{\text{ôđn}}$: Dòng điện ổn định nhiệt ứng với thời gian $t_{\text{ôđn}}$

t_{qd} : Thời gian qui đổi nhiệt của dòng điện ngắn mạch

B_N : Xung lượng nhiệt do dòng điện ngắn mạch gây ra

I_∞ : Dòng điện ngắn mạch xác lập

Chương 07

LỰA CHỌN THIẾT BỊ ĐIỆN

7.1 Khái niệm chung

7.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

7.3 Lựa chọn máy biến áp

7.4 Lựa chọn các thiết bị phân phối điện



7.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

260

Khái quát chung

- Vốn đầu tư dây dẫn chiếm **khoảng 30%** tổng vốn đầu tư cho đường dây
→ Lựa chọn dây dẫn phù hợp là rất quan trọng.
- Tiêu chí lựa chọn dây dẫn khác nhau phụ thuộc:
 - + Cấp điện áp U
 - + Loại đường dây (DDK, Cáp)
 - + Tính chất phụ tải (công nghiệp, đô thị, nông thôn)
- Phương pháp lựa chọn tiết diện dây dẫn thường dùng:
 - + Theo điều kiện phát nóng dài hạn
 - + Theo tổn thất điện áp cho phép của mạng điện
 - + Theo mật độ dòng điện kinh tế



7.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

261

1. Lựa chọn theo điều kiện phát nóng dài hạn

Điều kiện chọn:

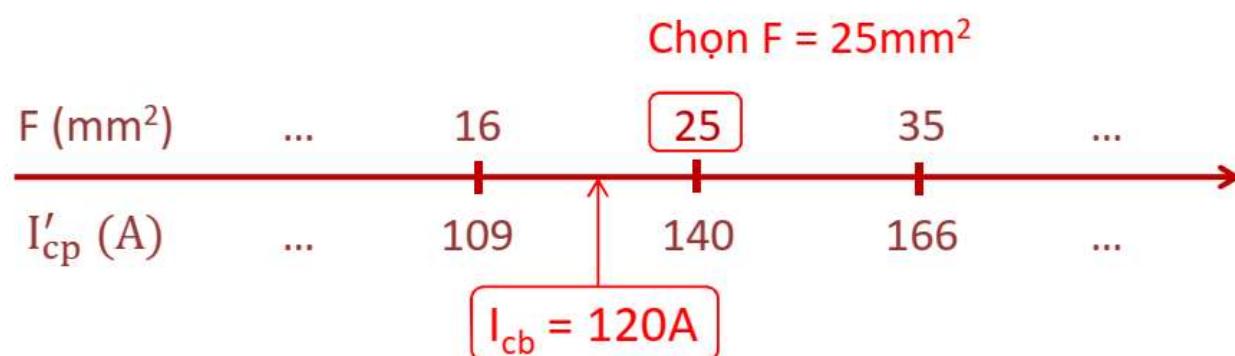
$$I'_{cp} = k_d \cdot I_{cp} \geq I_{cb}$$

I_{cb} : Dòng điện làm việc cường bức lâu dài lớn nhất của dây dẫn, A (xét đến điều kiện n-1)

I'_{cp} : Dòng điện cho phép trong điều kiện lắp đặt thực tế, A

I_{cp} : Dòng điện cho phép trong điều kiện lắp đặt thiết kế, A

k_d : Hệ số hiệu chỉnh I_{cp} theo điều kiện lắp đặt thực tế,





7.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

262

1. Lựa chọn theo điều kiện phát nóng dài hạn

$$I'_{cp} = k_d \cdot I_{cp} \geq I_{cb}$$

□ Dòng điện cho phép trong điều kiện lắp đặt thiết kế, I_{cp}

- *Đối với dây dẫn trần*, I_{cp} được cho dưới dạng bảng phụ thuộc các yếu tố sau:

- Vật liệu làm dây dẫn
- Độ tăng nhiệt độ lớn nhất
- Nhiệt độ môi trường lắp đặt dây dẫn
- Tốc độ gió

Độ tăng nhiệt
độ lớn nhất

Ampacities of ACSR

Conductor	Stranding	Conductor Temp. = 75°C				Conductor Temp. = 100°C			
		Ambient = 25°C		Ambient = 40°C		Ambient = 25°C		Ambient = 40°C	
		No Wind	Wind	No Wind	Wind	No Wind	Wind	No Wind	Wind
6	6/1	61	105	47	86	79	126	68	112
4	6/1	84	139	63	114	109	167	94	149
4	7/1	85	141	64	116	109	168	94	149
2	6/1	114	184	86	151	148	222	128	197
2	7/1	117	187	88	153	150	224	129	199



7.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

263

1. Lựa chọn theo điều kiện phát nóng dài hạn

$$I'_{cp} = k_d \cdot I_{cp} \geq I_{cb}$$

- Đối với cáp điện, I_{cp} được tra theo bảng phụ thuộc các yếu tố sau:

– Vật liệu làm dây dẫn: Đồng, nhôm

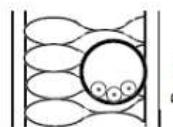
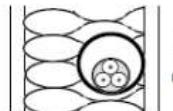
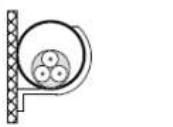
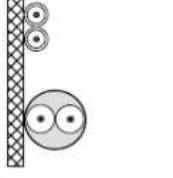
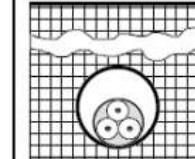
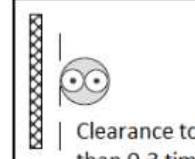
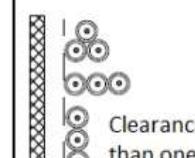
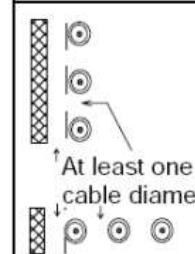
– Vật liệu cách điện

⇒ Độ tăng nhiệt độ lớn nhất

– Phương pháp lắp đặt:

Theo IEC60364 có 9 phương pháp
lắp đặt mẫu

A1, A2, B1, B2, C, D, E, F và G

	Insulated conductors in conduit in a thermally insulated wall	A1
	Multi-core cable in conduit in a thermally insulated wall	A2
	Insulated conductors in conduit on a wooden wall	B1
	Multi-core cable in conduit on a wooden wall	B2
	Single-core or multi-core cable on a wooden wall	C
	Multi-core cable in ducts in the ground	D
	Multi-core cable in free air Clearance to wall not less than 0,3 times cable diameter	E
	Single-core cables, touching in free air Clearance to wall not less than one cable diameter	F
	Single-core cables, spaced in free air At least one cable diameter	G



7.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

264

1. Lựa chọn theo điều kiện phát nóng dài hạn

$$I'_{cp} = k_d \cdot I_{cp} \geq I_{cb}$$

Vật liệu cách điện	Độ tăng nhiệt độ lớn nhất của dây dẫn	Nhiệt độ môi trường trong điều kiện mẫu	Phương pháp lắp đặt mẫu
<p>Table A.52-2 (52-C1) – Current-carrying capacities in amperes for methods of installation in table A.52-1 (52-B1) – PVC insulation/two loaded conductors/copper or aluminium – Conductor temperature: 70 °C Ambient temperature: 30 °C in air, 20 °C in ground</p>			

Nominal cross-sectional area of conductor mm ²	Installation methods of table A.52-1					
	A1	A2	B1	B2	C	D
Copper						
1,5	14,5	14	17,5	16,5	19,5	22
2,5	19,5	18,5	24	23	27	29
4	26	25	32	30	36	38
6	34	32	41	38	46	47
10	46	43	57	52	63	63
...
240	321	291	—	—	461	361
300	367	334	—	—	530	408
Aluminium						
2,5	15	14,5	18,5	17,5	21	22
4	20	19,5	25	24	28	29
6	26	25	32	30	36	36
10	36	33	44	41	49	48



7.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

265

1. Lựa chọn theo điều kiện phát nóng dài hạn

$$I'_{cp} = k_d \cdot I_{cp} \geq I_{cb}$$

- Hệ số hiệu chỉnh I_{cp} theo điều kiện lắp đặt thực tế, k_d

$k_d = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4$. Các hệ số (theo IEC60364) như sau:

- Hiệu chỉnh theo nhiệt độ môi trường lắp đặt dây dẫn (k_1, k_2)

Ví dụ: Theo IEC 60364 - Cáp XLPE

Điều kiện lắp đặt	Nhiệt độ môi trường										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Nối (k_1)	-	-	1,08	1,04	1	0,96	0,91	0,87	0,82	0,76	0,71
Ngầm (k_2)	1,07	1,04	1	0,96	0,93	0,89	0,85	0,8	0,76	-	-

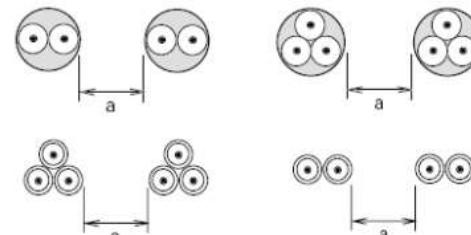
- Hiệu chỉnh theo nhiệt trớ suất của đất nếu đặt ngầm (k_3)

Nhiệt trớ suất (K.m/W)	1	1,5	2	2,5	3
Hệ số hiệu chỉnh (k_3)	1,18	1,1	1,05	1	0,96

- Hiệu chỉnh khi nhiều đường dẫn đặt cạnh hoặc gần nhau (k_4)

Ví dụ: Cáp chôn trực tiếp trong đất - IEC 60364

Số mạch	Khoảng cách giữa các mạch (a)				
	Tiếp xúc	Đường kính	0,125m	0,25m	0,5m
2	0,75	0,8	0,85	0,9	0,9
3	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85
4	0,6	0,6	0,7	0,75	0,8





7.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

266

1. Lựa chọn theo điều kiện phát nóng dài hạn

$$I'_{cp} = k_d \cdot I_{cp} \geq I_{cb}$$

Khi áp dụng cho mạng điện hạ áp trong nhà: tiết diện dây dẫn cần phối hợp với các thiết bị bảo vệ (Cầu chì, aptomat)

- Theo tiêu chuẩn cũ của Liên Xô:

- Khi bảo vệ bằng cầu chì

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

I_{dc} : Dòng điện định mức của dây chày

I_{cp} : Dòng điện cho phép

α : Hệ số phụ thuộc đặc điểm của mạng điện.

$\alpha = 0.8$ (sinh hoạt), 3 (mạng động lực)

- Khi bảo vệ bằng áp tôt mát

$$I_{cp} \geq \frac{I_{kdn}}{1.5}$$

$$I_{cp} \geq \frac{I_{kdt}}{4.5}$$

I_{kdn} : Dòng điện khởi động nhiệt ATM

I_{kdt} : Dòng điện khởi động điện từ của ATM



7.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

267

1. Lựa chọn theo điều kiện phát nóng dài hạn

$$I'_{cp} = k_d \cdot I_{cp} \geq I_{cb}$$

Khi áp dụng cho mạng điện hạ áp trong nhà: tiết diện dây dẫn cần phôi hợp với các thiết bị bảo vệ (Cầu chì, aptomat)

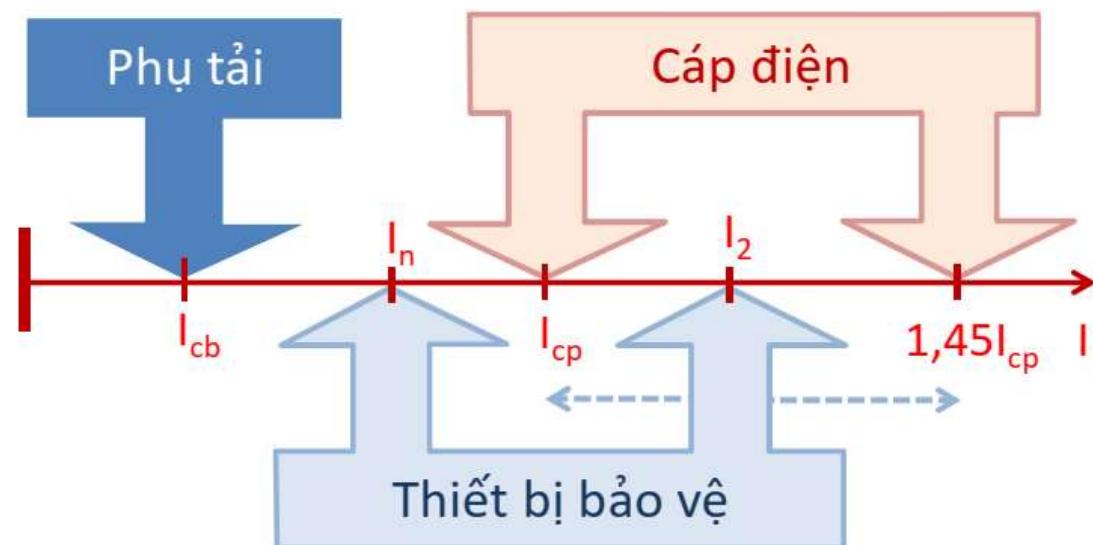
- Theo tiêu chuẩn IEC 60364:

$$I_{cb} \leq I_n \leq I_{cp} \quad (1)$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_{cp} \quad (2)$$

I_n : Dòng điện định mức của thiết bị bảo vệ

I_2 : Dòng điện tác động hiệu quả của bảo vệ trong thời gian xác định



(1): Đảm bảo bảo vệ không tác động nhầm và dây không bị quá tải.

(2): Cho phép quá tải 45% trong thời gian xác định.



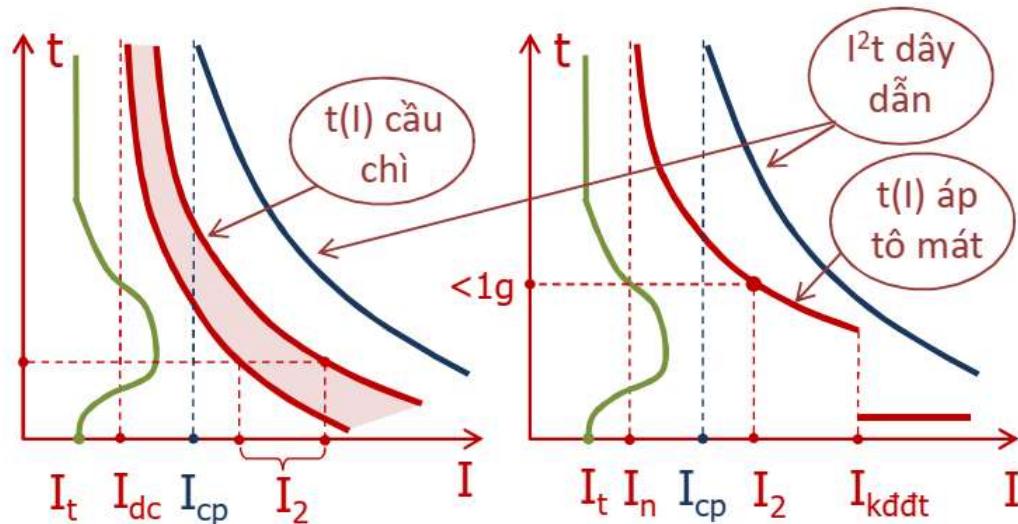
7.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

268

1. Lựa chọn theo điều kiện phát nóng dài hạn

- Theo tiêu chuẩn IEC 60364:

$$I'_{cp} = k_d \cdot I_{cp} \geq I_{cb}$$



- Dây dẫn được bảo vệ bởi áp tô mát:**

Chỉ cần kiểm tra (1) $I_n \leq I_{cp}$ vì: $I_2 = 1,3I_n$ với áp tô mát dùng cho công nghiệp (theo IEC60947-2)

$I_2 = 1,45I_n$ với áp tô mát dùng cho tòa nhà (theo IEC 60898)

⇒ Điều kiện (2) luôn thỏa mãn khi (1) $I_n \leq I_{cp}$ thỏa mãn.

- Dây dẫn được bảo vệ bởi cầu chì:**

Theo IEC60269-2-1, $I_2 = 1,6 \cdot I_n$ nên điều kiện (2) viết lại: $1,6 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_{cp}$

$$\Rightarrow 0,9 \cdot I_{cp} \geq I_n$$



7.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

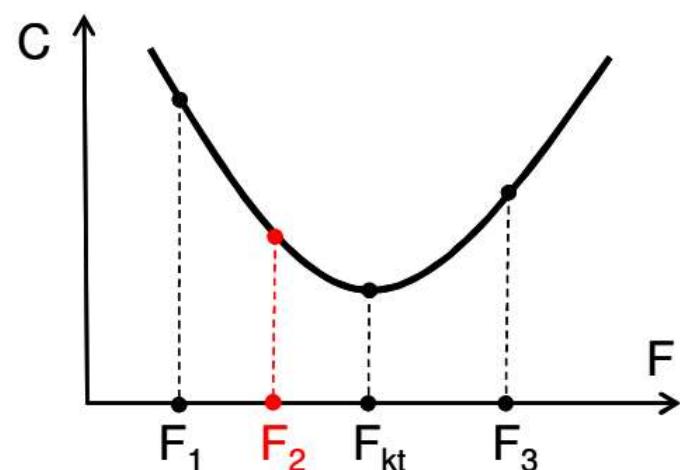
269

2. Lựa chọn theo điều kiện mật độ kinh tế của dòng điện

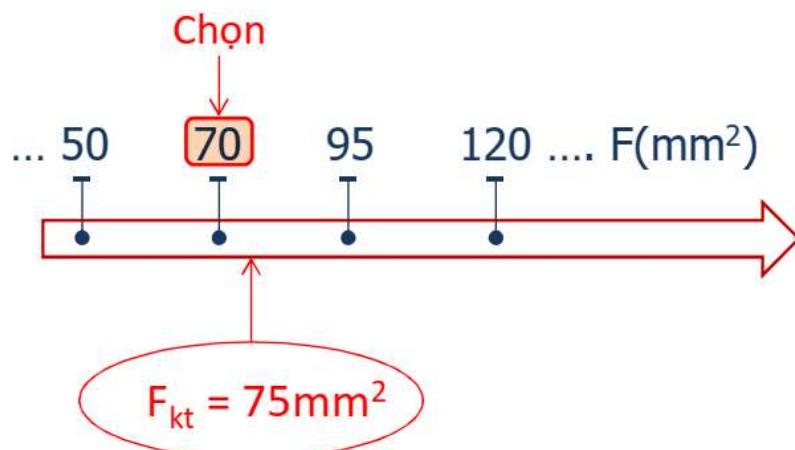
Tiết diện được chọn là tiết diện theo chuẩn thiết kế và gần giá trị tiết diện kinh tế nhất.

Quan hệ giữa mật độ dòng điện kinh tế và tiết diện kinh tế

$$F_{kt} = \frac{I_{hv}}{J_{kt}}$$



I_{hv} : Dòng điện làm việc lớn nhất ở chế độ làm việc bình thường qua dây dẫn
 J_{kt} : Mật độ dòng điện kinh tế (tra sổ tay theo loại dây và T_{max} phụ tải)





7.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

270

2. Lựa chọn theo điều kiện mật độ kinh tế của dòng điện

Mật độ dòng điện kinh tế ứng với các loại dây khác nhau được cho trong bảng

Vật dẫn điện	Mật độ dòng điện kinh tế (A/mm^2)		
	Số giờ sử dụng phụ tải cực đại trong năm (h)		
	1000 đến 3000	3000 đến 5000	Trên 5000
Thanh và dây trần: + Đồng + Nhôm	2,5 1,3	2,1 1,1	1,8 1,0
Cáp cách điện giấy, dây bọc cao su, hoặc PVC: + Ruột đồng + Ruột nhôm	3,0 1,6	2,5 1,4	2,0 1,2
Cáp cách điện cao su hoặc nhựa tổng hợp: + Ruột đồng + Ruột nhôm	3,5 1,9	3,1 1,7	2,7 1,6

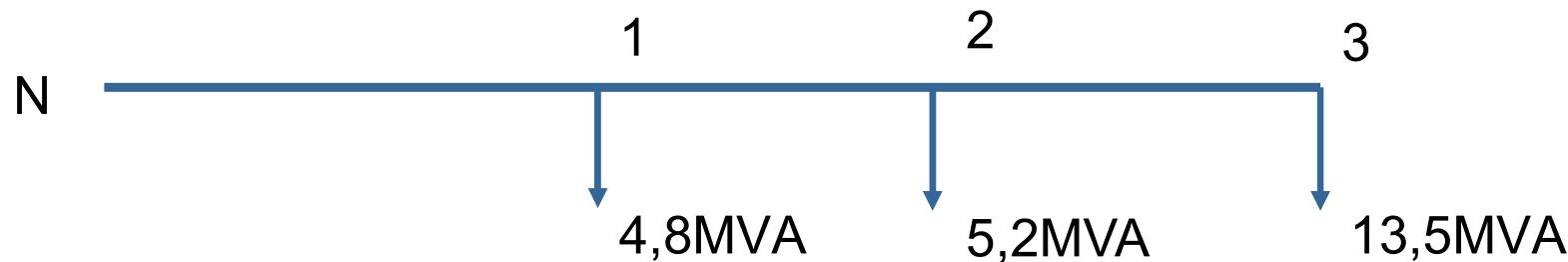


7.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

271

Bài tập 1

Mạng điện 110kV cung cấp điện cho 3 phụ tải với công suất cho trên hình vẽ. Xác định tiết diện các dây nhôm lõi thép của các đoạn đường dây. Giả thiết cả 3 phụ tải có cùng hệ số cosphi và thời gian sử dụng công suất cực đại là 4200h.





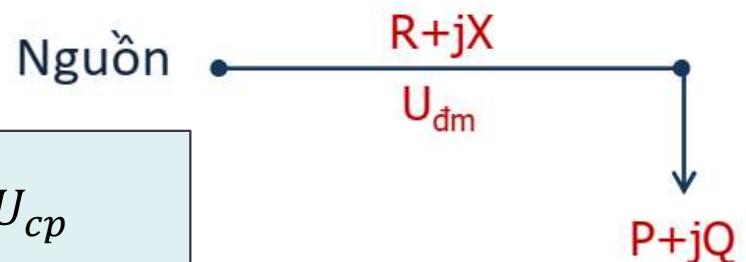
7.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

273

3. Lựa chọn theo điều kiện tổn thất điện áp cho phép

Tổn thất điện áp trên đường dây

$$\Delta U = \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U_{dm}} = \Delta U_P + \Delta U_Q \leq \Delta U_{cp}$$



- Tổn thất điện áp do công suất phản kháng

$$\Delta U_Q = \frac{Q \cdot X}{U_{dm}} = \frac{Q \cdot x_0 \cdot l}{U_{dm}} \quad x_0 = \begin{cases} 0.35 \div 0.42 (\Omega/km) & (\text{trên không}) \\ 0.07 \div 0.1 (\Omega/km) & (\text{cáp}) \end{cases}$$

- Tổn thất điện áp do công suất tác dụng

$$\Delta U_P = \frac{P \cdot R}{U_{dm}} = \frac{P \cdot \rho \cdot l}{U_{dm} \cdot F} \leq \Delta U_{CP} - \Delta U_Q = \Delta U_P^* \quad \Rightarrow$$

$$F \geq \frac{P \cdot \rho \cdot l}{U_{dm} \cdot \Delta U_P^*}$$

Dây nhôm lõi thép AC có : $\rho = 31,5 \Omega \text{mm}^2/\text{km}$



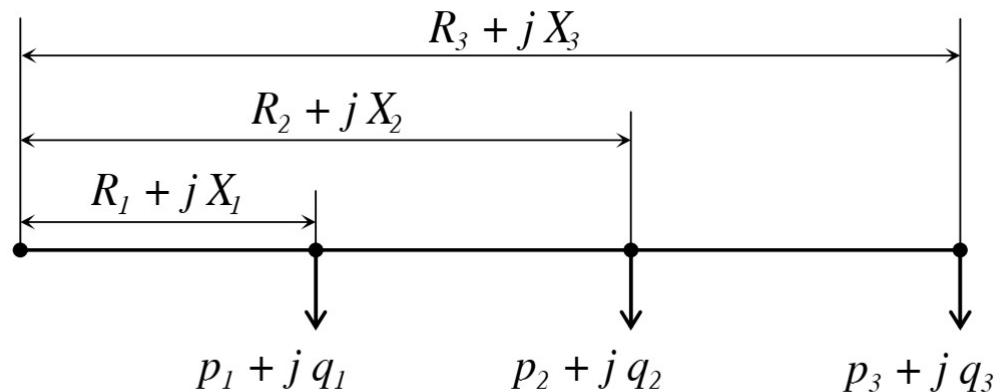
7.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

274

3. Lựa chọn theo điều kiện tổn thất điện áp cho phép

- Đối với mạng điện hạ áp, x_0 rất bé, chiều dài / ngắn do đó có thể bỏ qua ΔU_Q
- Đối với đường dây trực tiếp điện cho nhiều phụ tải
Nếu toàn bộ đường dây chọn *cùng một thiết diện*

$$F \geq \frac{\rho \sum_k p_k \cdot l_k}{U_{dm} \cdot \Delta U_{CP} - x_0 \sum_k q_k \cdot l_k}$$



* Note: l_k chiều dài đường dây tính từ nguồn đến phụ tải



7.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

275

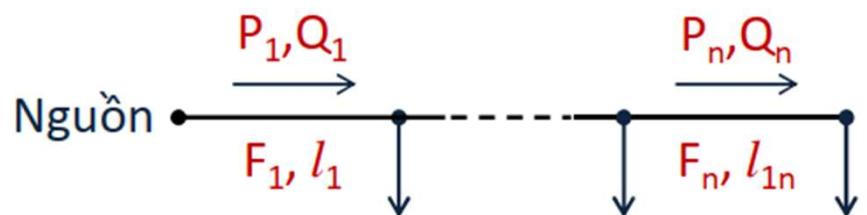
3. Lựa chọn theo điều kiện tổn thất điện áp cho phép

- Đối với đường dây trực tiếp điện cho nhiều phụ tải

Nếu toàn bộ đường dây chọn *cùng một thiết bị*

Có thể dùng công thức sau:

$$\Rightarrow F \geq \frac{\rho \sum_{i=1}^n P_i \cdot l_i}{\Delta U_{cp} \cdot U_{dm} - x_o \cdot \sum_{i=1}^n Q_i \cdot l_i}$$





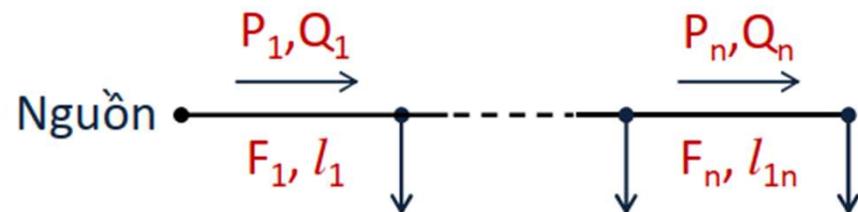
7.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

276

2. Lựa chọn theo điều kiện tổn thất điện áp cho phép

- Đối với đường dây trực tiếp cấp điện cho nhiều phụ tải

Nếu toàn bộ đường dây chọn *cùng một mật độ dòng điện*



$$\Delta U_{P.cp} = \sum_{i=1}^n \frac{P_i \cdot \rho \cdot l_i}{U_{\text{đm}} \cdot F_i} = \sqrt{3} \rho \sum_{i=1}^n \left[\frac{I_i}{F_i} \right] \cdot \cos \varphi_i \cdot l_i = \sqrt{3} \rho \cdot J \cdot \sum_{i=1}^n \cos \varphi_i \cdot l_i$$

$$\Rightarrow J = \frac{\Delta U_{P.cp}}{\sqrt{3} \rho \sum_{i=1}^n \cos \varphi_i \cdot l_i}$$

so sánh với J_{kt} , chọn J bé hơn.

$$F_i = \frac{I_i}{J}$$



7.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

277

4. Kiểm tra điều kiện phát nóng khi ngắn mạch (chỉ dành cho cáp)

Điều kiện ổn định nhiệt của cáp

$$F \geq F_{\text{ôđn}} = \alpha \times I_{\infty} \times \sqrt{t_{\text{qd}}}$$

Trong đó:

$F_{\text{ôđn}}$: Thiết diện ổn định nhiệt của cáp, mm²

I_{∞} : Dòng điện ngắn mạch xác lập, A_{rms}

t_{qd} : Thời gian quy đổi nhiệt

α : Hệ số xác định bởi nhiệt độ phát nóng giới hạn cho phép của cáp

Loại cáp	Nhiệt độ cho phép (°C)	α
Cáp đồng	250	7
Cáp nhôm	250	12



7.2 Lựa chọn thiết bị dây dẫn

278

4. Kiểm tra điều kiện phát nóng khi ngắn mạch (chỉ dành cho cáp)

Điều kiện ổn định nhiệt của cáp theo tiêu chuẩn IEC 60364

$$F \geq F_{\text{ôđn}} = \frac{I_N \sqrt{t_N}}{k}$$

$F_{\text{ôđn}}$: Thiết bị ổn định nhiệt của cáp, mm^2

I_N : Dòng điện ngắn mạch lớn nhất (I_∞), A_{rms}

t_N : Thời gian tồn tại ngắn mạch, giây (Thời gian cắt của bảo vệ)

k: Hệ số phụ thuộc vật liệu dây dẫn, loại cách điện, nhiệt độ đầu tiên và cuối cùng

- Đối với đồng,

$$k = 226 \sqrt{\ln \left(1 + \frac{\theta_f - \theta_i}{234,5 + \theta_i} \right)}$$

θ_f : Nhiệt độ cuối cùng của cáp (ngắn mạch bị loại trừ), $^\circ\text{C}$

- Đối với nhôm,

$$k = 148 \sqrt{\ln \left(1 + \frac{\theta_f - \theta_i}{228 + \theta_i} \right)}$$

θ_i : Nhiệt độ đầu tiên của cáp (ngắn mạch xảy ra), $^\circ\text{C}$



7.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

279

4. Kiểm tra điều kiện phát nóng khi ngắn mạch (chỉ dành cho cáp)

Điều kiện ổn định nhiệt của cáp theo tiêu chuẩn IEC 60364

$$F \geq F_{\text{đdn}} = \frac{I_N \sqrt{t_N}}{k}$$

- Ví dụ hệ số k của cáp đơn theo IEC 60364

Nhiệt
độ làm
việc lâu
dài lớn
nhất

Conductor insulation	Temperature °C ^b		Material of conductor		
	Initial	Final	Copper	Aluminium	Steel
70 °C PVC	30	160/140 ^a	143/133 ^a	95/88 ^a	52/49 ^a
90 °C PVC	30	160/140 ^a	143/133 ^a	95/88 ^a	52/49 ^a
90 °C thermosetting	30	250	176	116	64
60 °C rubber	30	200	159	105	58
85 °C rubber	30	220	166	110	60
Silicone rubber	30	350	201	133	73

^a The lower value applies to PVC insulated conductors of cross-sectional area greater than 300 mm².

^b Temperature limits for various types of insulation are given in IEC 60724.

^c For the method of calculating k, see the formula at the beginning of this annex.



7.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

280

5. Các điều kiện kỹ thuật của dây

- Độ bền cơ học (áp dụng với đường dây trên không từ 110kV trở lên)

$$F_{min}^{cơ\ hoc} = 35\ mm^2$$

- Vâng quang điện: chỉ áp dụng với đường dây trên không $U_{dm} \geq 110\text{kV}$

$$110\text{kV}: F_{min}^{vq} = 70\ mm^2; 220\text{kV}: F_{min}^{vq} = 240\ mm^2$$

- Điều kiện ổn định nhiệt của cáp
- Tổn thất điện áp cho phép

$$\Delta U_{maxbt} \leq 5\% U_{dm}; \Delta U_{maxsc} \leq 10\% U_{dm}$$



7.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

281

6. Phạm vi ứng dụng của các phương pháp chọn tiết diện dây

Lưới điện	J_{kt}	ΔU_{cp}	I_{cp}
Cao áp	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—
Trung áp CN và đô thị	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—
Trung áp nông thôn	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—
Hạ áp CN và đô thị		—	<input checked="" type="checkbox"/>
Hạ áp nông thôn		<input checked="" type="checkbox"/>	—

: Điều kiện chọn chính

: Điều kiện chọn phụ

— : Điều kiện kiểm tra



7.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

282

6. Phạm vi ứng dụng của các phương pháp chọn tiết diện dây

Trình tự tính toán đối với đường dây trung áp cấp cho phụ tải
tập trung có T_{max} lớn

Bước 1 Tính dòng điện trên đường dây trong chế độ làm việc bình thường

$$I_{max} = \frac{S_{max}}{\sqrt{3} \cdot n \cdot U_{dm}}$$

Bước 2 Từ vật liệu dây và T_{max} trang bảng được J_{kt}

Bước 3 Tính tiết diện kinh tế → chọn tiết diện tiêu chuẩn gần nhất với tiết diện kinh tế

$$F_{kt} = \frac{I_{max}}{J_{kt}}$$

Bước 4 Kiểm tra các điều kiện kỹ thuật của dây

+ Với cáp : Điều kiện phát nóng lâu dài, điều kiện ổn định nhiệt, điều kiện tổn thất điện áp cho phép

+ Với DDK: Độ bền cơ học, phát nóng lâu dài, tổn thất điện áp cho phép



7.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

283

6. Phạm vi ứng dụng của các phương pháp chọn tiết diện dây

Trình tự tính toán đối với đường dây hạ và trung áp cấp cho phụ tải phân tán, đường dây dài

Bước 1 Lựa chọn dây theo điều kiện tổn thất điện áp

Bước 2 Kiểm tra lại điều kiện phát nóng

Bước 3 Kiểm tra các điều kiện kỹ thuật của dây

+ Với cáp : *Điều kiện phát nóng lâu dài, điều kiện ổn định nhiệt, điều kiện tổn thất điện áp cho phép*

+ Với DDK: *Độ bền cơ học, phát nóng lâu dài, tổn thất điện áp cho phép*



7.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

284

6. Phạm vi ứng dụng của các phương pháp chọn tiết diện dây

Trình tự tính toán đối với đường dây hạ áp

Bước 1 Lựa chọn dây theo điều kiện phát nóng

Bước 2 Nếu đường dây dài cần kiểm tra lại điều kiện tổn thất điện áp của dây

Bước 3 Kiểm tra các điều kiện kỹ thuật khác của dây

+ Với cáp : *Điều kiện phát nóng lâu dài, điều kiện ổn định nhiệt, điều kiện tổn thất điện áp cho phép*

+ Với DDK: *Độ bền cơ học, phát nóng lâu dài, tổn thất điện áp cho phép*



7.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

286

Bài tập 2

Đường dây trên không 10kV có chiều dài 2,5km dùng dây nhôm trán cung cấp điện cho phụ tải $S = 750+j600\text{kVA}$. Khoảng cách trung bình hình học của các dây là 1m. Tổn thất điện áp cho phép là 4,5%. Xác định tiết diện dây nhôm

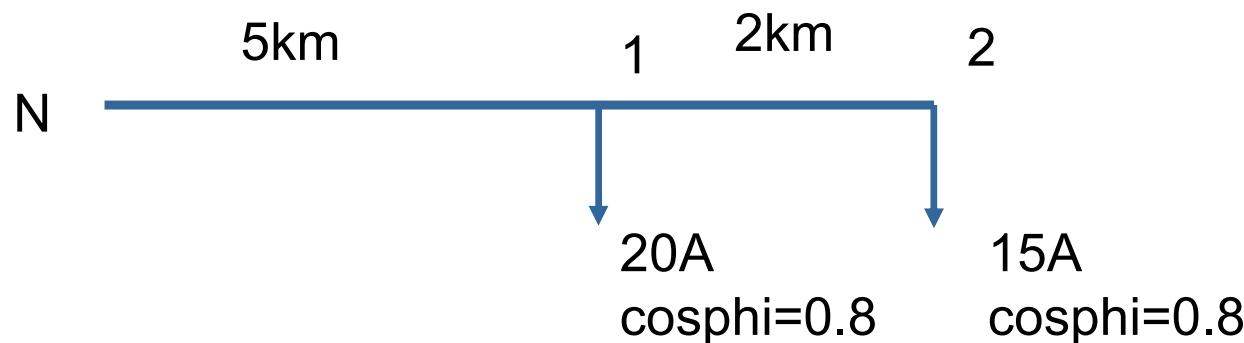


7.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

288

Bài tập 3

Mạng điện 6kV cung cấp điện cho 2 phụ tải với công suất cho trên hình vẽ. Các đoạn dây dùng dây nhôm với cùng một tiết diện, khoảng cách trung bình hình học giữa các dây pha là 800mm. TỔN THẤT ĐIỆN ÁP CHO PHÉP là 4%.



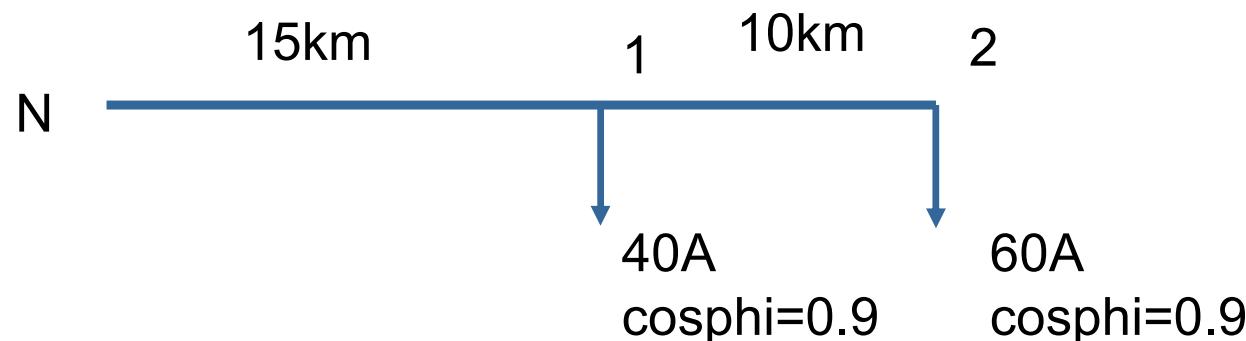


7.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

290

Bài tập 4

Mạng điện 35kV cung cấp điện cho 2 phụ tải với công suất cho trên hình vẽ. Các đoạn dây dùng dây nhôm lõi thép, khoảng cách trung bình hình học giữa các dây pha là 3m. TỔN THẤT ĐIỆN ÁP CHO PHÉP là 6%. Xác định các tiết diện dây dẫn theo mật độ không đổi của dòng điện.



Chương 07

LỰA CHỌN THIẾT BỊ ĐIỆN

7.1 Khái niệm chung

7.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

7.3 Lựa chọn máy biến áp

7.4 Lựa chọn các thiết bị phân phối điện



6.3 Lựa chọn máy biến áp

303

Lựa chọn công suất của MBA

Điều kiện làm việc bình thường

$$nS_{MBA} \geq \frac{S_{\max}}{K_t}$$

$$K_t = 1 - \frac{t - t_0}{100}$$

Khi sự cố 1 máy biến áp

$$(n - 1) \cdot S_{MBA} \geq \frac{S_{\max}}{K_{qt} \cdot K_t}$$

S_n : Công suất của máy biến áp (VA)

S_{\max} : Công suất cực đại của tải

n: Số lượng máy biến áp

K_t : Hỗn số nhiệt độ hiệu chỉnh.

t: Nhiệt độ môi trường

t_0 : Nhiệt độ môi trường thiết kế

K_{qt} : Hỗn số quá tải thiết kế của máy biến áp

K_{qt}	1,3	1,6	1,75	2,0	2,4	3,0
t_{qtcp} (ph)	120	30	15	7,5	3,5	1,5

Chương 07

LỰA CHỌN THIẾT BỊ ĐIỆN

7.1 Khái niệm chung

7.2 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

7.3 Lựa chọn máy biến áp

7.4 Lựa chọn các thiết bị phân phối điện



7.4 Lựa chọn các thiết bị phân phối điện

305

1. Chọn thanh cái

Thanh cái (Thanh góp)

- **Chức năng:**
là thiết bị dùng để tiếp nhận và phân phối điện năng.
- Ở cấp trung áp trở xuống thường được chế tạo ở dạng thanh góp cứng bằng đồng hoặc nhôm
- Thanh góp được cách điện với các phần khác bằng sứ đõ





7.4 Lựa chọn các thiết bị phân phối điện

306

1. Chọn thanh cái

Điều kiện chọn:

- Phát nóng dài hạn

$$I'_{cp} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot I_{cp} \geq I_{lv\max}$$

I_{cp} : Dòng điện làm việc cho phép của thanh cái.

k_1 : Hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ làm việc thực.

k_2 : Hệ số hiệu chỉnh theo cách bố trí thanh cái (đặt nằm ngang).

k_3 : Hệ số hiệu chỉnh khi đặt thanh cái các pha gần nhau.

$I_{lv\max}$: Dòng điện làm việc lâu dài lớn nhất của thanh cái



7.4 Lựa chọn các thiết bị phân phối điện

307

1. Chọn thanh cái

Điều kiện chọn:

- Phát nóng khi ngắn mạch (ổn định nhiệt)

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

I_{∞} : Dòng điện ngắn mạch 3 pha xác lập

t_{qd} : Thời gian qui đổi.

α : Hệ số xác định bởi nhiệt độ phát nóng giới hạn cho phép của loại thanh dẫn.

Loại thanh dẫn	Nhiệt độ cho phép (°C)	Hệ số α
Đồng	300	6
Nhôm	200	11
Thép	400	15



7.4 Lựa chọn các thiết bị phân phối điện

308

1. Chọn thanh cái

Điều kiện chọn:

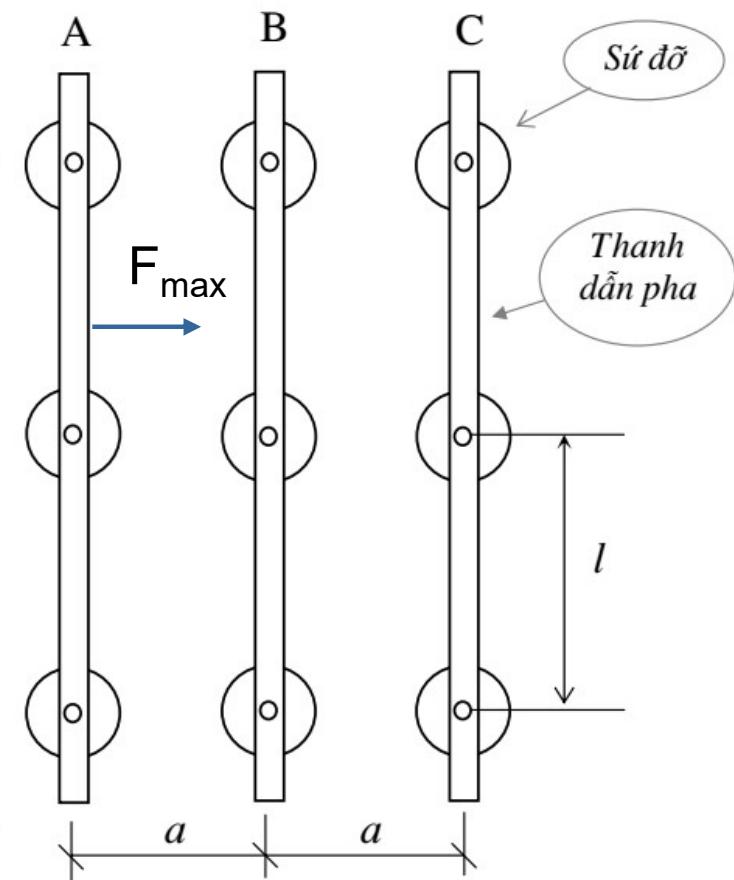
- Ổn định động
 - Lực điện động tác động lên thanh góp

$$F_{\max} = 1,76 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{l}{a} \cdot i_{xk}^2 \text{ (kG)}$$

a : khoảng cách giữa các pha thanh cái (cm)

l : Khoảng cách giữa các sứ (cm)

i_{xk} : Dòng điện ngắn mạch ba pha xung kích (A).





7.4 Lựa chọn các thiết bị phân phối điện

309

1. Chọn thanh cái

Điều kiện chọn:

- **Ổn định động**

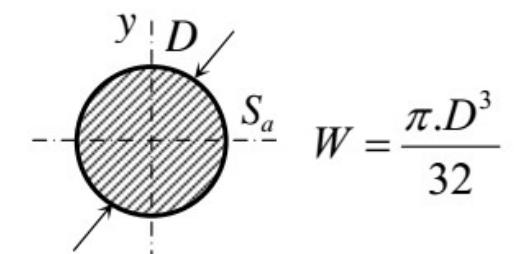
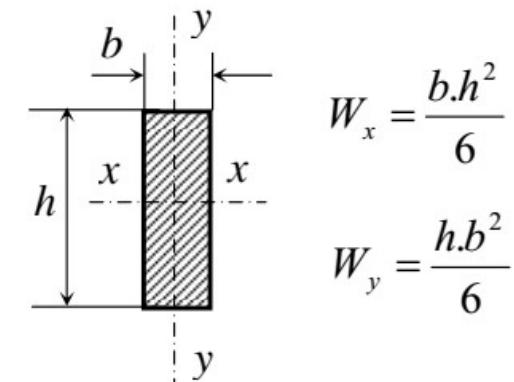
- Mô-men uốn tác động lên phần giữa hai bát sứ đỡ

$$M = \frac{F_{\max} \cdot l}{10} \text{ (kG.cm)}$$

- Yêu cầu cho ổn định động: **Ứng suất tính toán phải nhỏ hơn ứng suất cho phép của vật liệu làm thanh góp**

$$\sigma_{tt} = \frac{M}{W} \leq \sigma_{cp}$$

W : Mô-men chống uốn phụ thuộc vào hình dạng và cách lắp đặt thanh cái.





7.4 Lựa chọn các thiết bị phân phối điện

310

2. Chọn sứ đỡ

Điều kiện chọn:

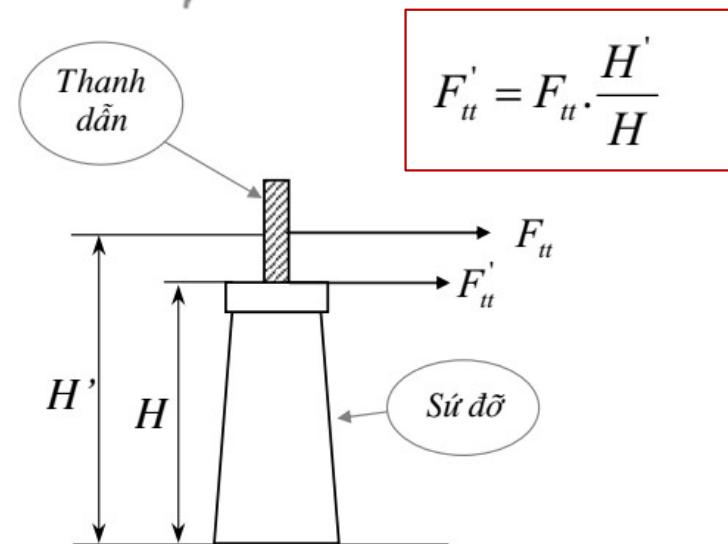
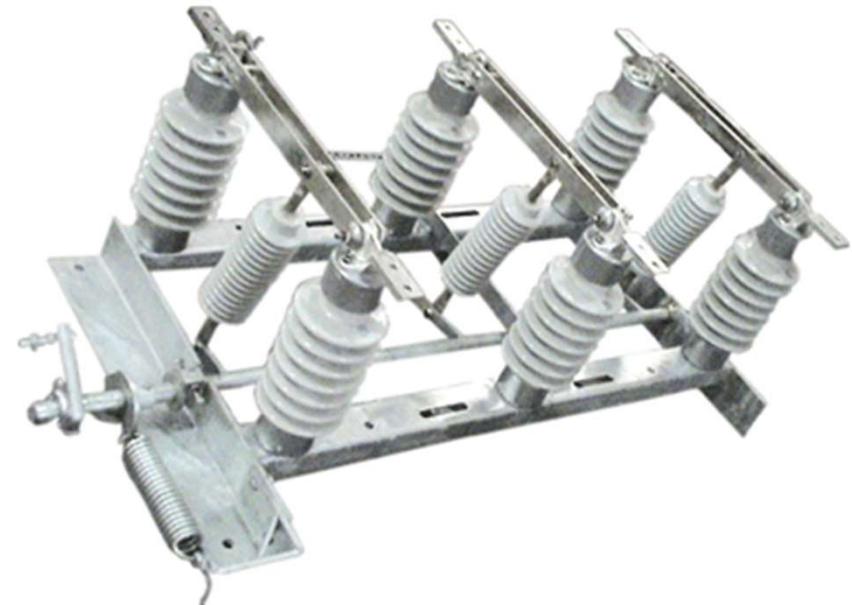
- Điều kiện cách điện: $U_{dm.S} \geq U_{dm.m}$
- Điều kiện về độ bền cơ học: Lực tác động lên thanh cái cũng trực tiếp tác động lên sứ
 \rightarrow cần kiểm tra độ bền cơ khi có ngắn mạch

$$F'_{tt} \leq F_{cp} = k \cdot F_{ph}$$

F_{cp} : Lực cho phép tác động lên đầu sứ

F_{ph} : Lực phá hỏng sứ đỡ.

k : Hệ số dự trữ. Thường chọn $k = 0,6$.



$$F'_{tt} = F_{tt} \cdot \frac{H'}{H}$$



7.4 Lựa chọn các thiết bị phân phối điện

311

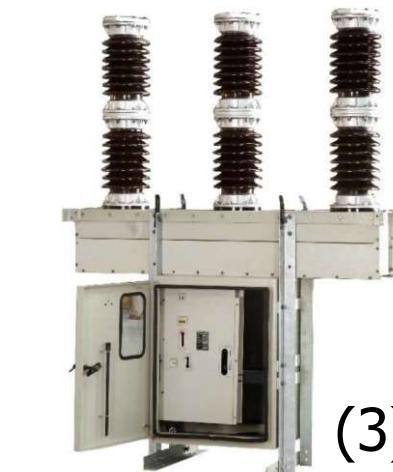
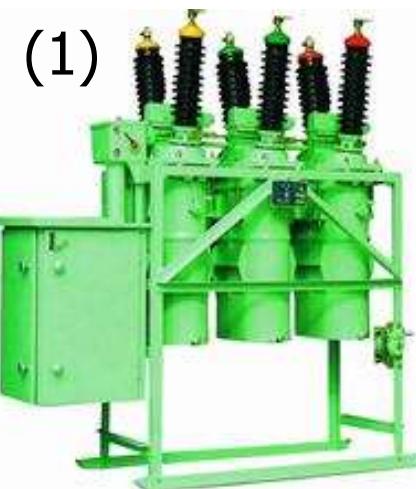
3. Chọn máy cắt trung áp

- Chức năng:

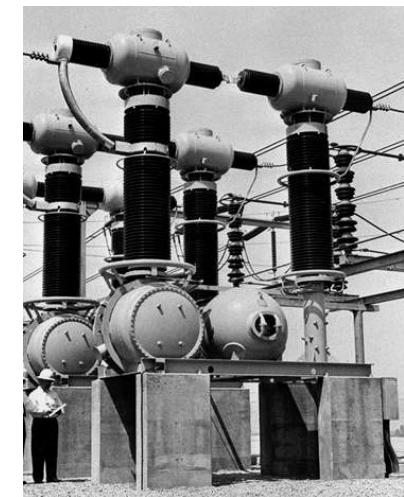
Dùng để đóng cắt mạch điện có **dòng điện phụ tải** và **cắt dòng điện ngắn mạch**

- Phân loại:

- Theo công nghệ dập hổ quang: Dầu (1), không khí (2), chân không và khí SF6 (Sulphur hexafluoride) (3)
- Lắp đặt: Ngoài trời (3), trong nhà (4)



(1) (2)



(4)

(3)



7.4 Lựa chọn các thiết bị phân phối điện

312

3. Chọn máy cắt điện

❑ Các thông số cơ bản máy cắt trung áp



electrical characteristics

		type				SF1 circuit breaker			
CEI 56, VDE 0670, BS 5311, UTE C 64-100/101									
rated voltage (kV 50/60 Hz)		17.5			24			36	
insulation level	kV rms 50 Hz-1 min	38			50			70	
	kV impulse 1.2/50 µs	95			125			170	
rated current	400	■	■	■	■	■	■	■	
Ia (A)	630	■	■	■	■	■	■	■	
	1250	■	■	■	■	■	■	■	
	2500								
	3150								
breaking capacity	at (kV) :	≤ 17,5	12,5	20	25				
Isc (kA rms)						12,5	16	20	25
								12,5	20
								20	25
making capacity (kA peak)		31,5	50	63		31,5	40	50	63
short-time withstand current (kA rms-3s)		12,5	20	25		12,5	16	20	25

Minh họa: Máy cắt hợp bộ SF của Schneider



7.4 Lựa chọn các thiết bị phân phối điện

313

3. Chọn máy cắt trung áp

Điều kiện chọn

Máy cắt (cao áp)

$$\left\{ \begin{array}{l} U_{đm.MC} \geq U_{đm.m} \\ I_{đm.MC} \geq I_{cb} \\ I_{ôđn.MC}^2 \cdot t_{ôđn.MC} \geq B_N = I_\infty^2 \cdot t_{qđ} \\ I_{ôđđ.MC} \geq i_{xk} \\ I_{cắt.MC} \geq I'' \end{array} \right.$$



7.4 Lựa chọn các thiết bị phân phối điện

314

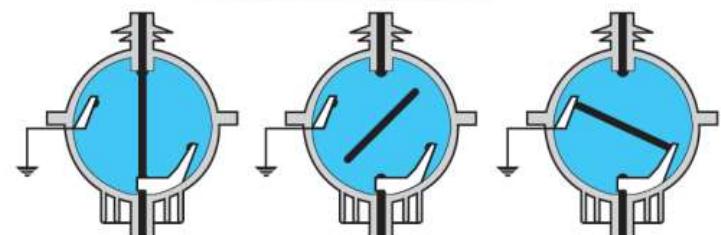
4. Chọn cầu dao trung áp (dao cách ly)

- ❑ Cầu dao phụ tải: Đóng cắt các mạch đến dòng điện định mức.
- ❑ Dao cách ly: Cách ly về điện giữa các phần mang điện
- ❑ Điều kiện chọn

$$\left\{ \begin{array}{l} U_{\text{đm.CD}} \geq U_{\text{đm.m}} \\ I_{\text{đm.CD}} \geq I_{\text{cb}} \\ I_{\text{ôđn.CD}}^2 \cdot t_{\text{ôđn.CD}} \geq B_N = I_\infty^2 \cdot t_{\text{qd}} \\ I_{\text{ôđđ.CD}} \geq i_{xk} \end{array} \right.$$



Cầu dao phụ tải
loại trong nhà



Tiếp điểm đóng Tiếp điểm mở Tiếp điểm nối đất



Dao cách ly trung
áp loại ngoài trời



7.4 Lựa chọn các thiết bị phân phối điện

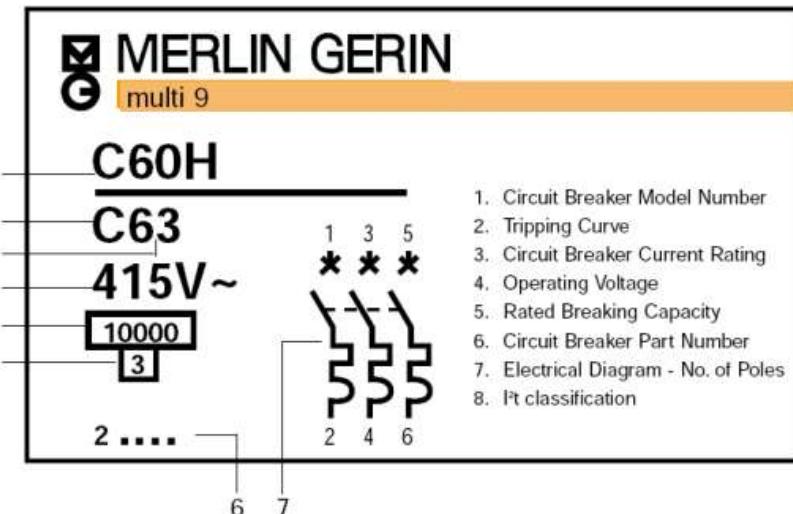
315

5. Chọn áp tôt mát (máy cắt hạ áp)

- Áp tôt mát loại lớn (công nghiệp)

1. Loại áp tôt mát
2. Điện áp cách điện, U_i
3. Điện áp chịu xung kích, U_{imp}
4. Dòng cắt làm việc, $I_{cs} (= \% I_{cu})$
5. Dòng cắt cuối cùng, I_{cu}
6. Điện áp vận hành, U_e
7. Dòng điện ổn định nhiệt, I_{cw}

(Tiếp tục ở Chương 9)



- Áp tôt mát loại nhỏ

1. Loại áp tôt mát
2. Đặc tính bảo vệ (B, C, D, Chương 9)
3. Dòng định mức, I_{dmA}
4. Điện áp vận hành, U_{vh}
5. Dòng cắt định mức, $I_{cắt.A}$
8. Cấp giới hạn năng lượng (I^2t).



7.4 Lựa chọn các thiết bị phân phối điện

316

5. Chọn áp tô mát (máy cắt hạ áp)

Điều kiện chọn

$$U_{đm.A} \geq U_{đm.m}$$

$$I_{đm.A} \geq I_{cb}$$

$$I_{cắt.A} \geq I'' = I_{\infty} \text{ hoặc } I_{sc} \geq I'' = I_{\infty}$$

Đặt tính bảo vệ $t=f(I) \Rightarrow$ **Xem Chương 9**



7.4 Lựa chọn các thiết bị phân phối điện

317

6. Chọn cầu dao hạ áp

Contactor:

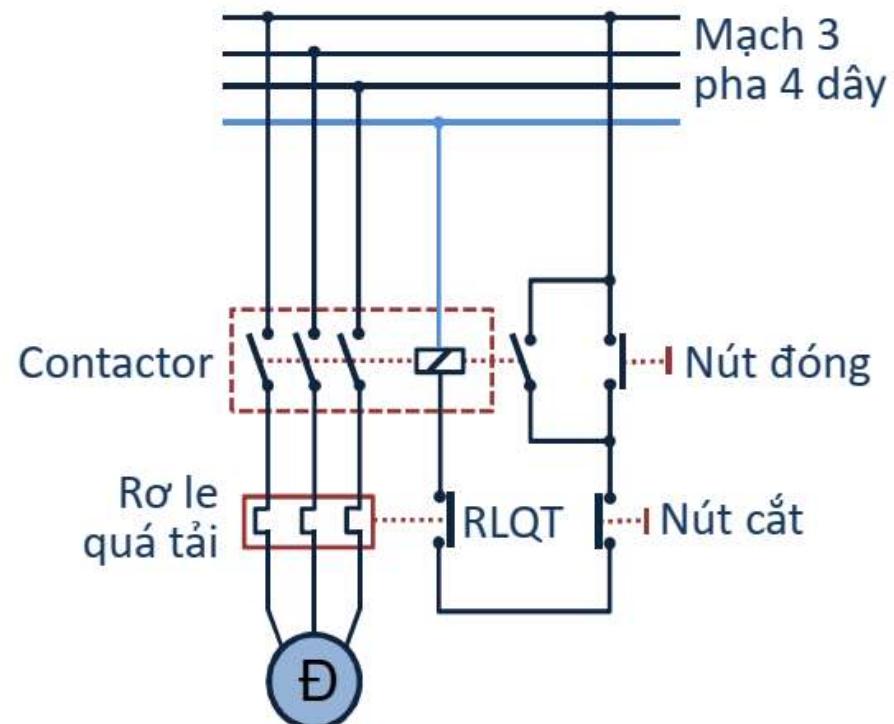
Đóng cắt các mạch đến dòng điện định mức.

Khởi động từ:

Contactor + Rơ le BV quá tải.

Điều kiện chọn

- $U_{\text{đm.CTT}} \geq U_{\text{đm.m}}$
- $I_{\text{đm.CTT}} \geq I_{cb}$
- Chọn đặc tính bảo vệ quá tải





7.4 Lựa chọn các thiết bị phân phối điện

318

7. Chọn cầu chì

- Chức năng: Bảo vệ quá dòng điện (quá tải, ngắn mạch).
- Cầu chì hạ áp
- Cầu chì trung áp



Ví dụ: Cầu chì hạ áp và hộp (loại thường)



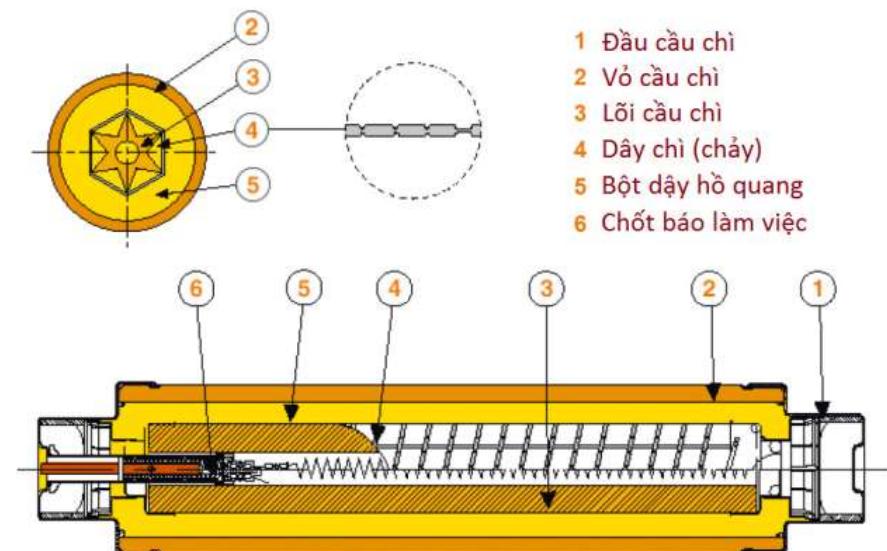
Ví dụ: Cầu chì hạ áp và hộp (loại hạn chế dòng ngắn mạch - HRC)



Cầu chì 10kV



Cầu chì tự rơi 10kV



Ví dụ: Kết cấu cầu chì trung áp – Merlin Gerin

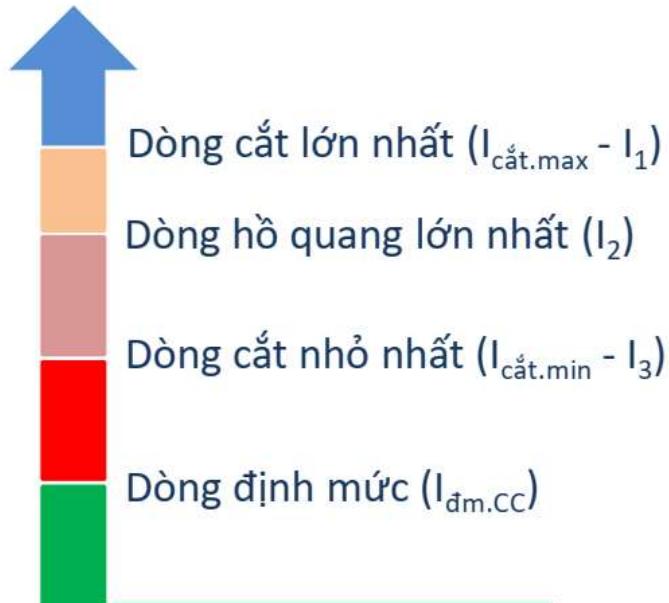


7.4 Lựa chọn các thiết bị phân phối điện

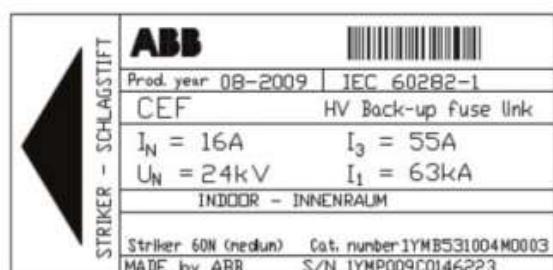
320

7. Chọn cầu chì

Cầu chì trung áp



Cầu chì hạ áp



Ví dụ: Nhãn cầu chì ABB

Điều kiện chọn cầu chì

$$\left\{ \begin{array}{l} U_{đm.cc} \geq U_{đm.m} \\ I_{đm.cc} \geq I_{cb} \\ I_{cắt.max.cc} \geq I'' = I_{\infty} \\ \text{Đặt tính bảo vệ } t=f(I) \end{array} \right.$$



Chương 09

BẢO VỆ RƠ LE VÀ TỰ ĐỘNG HÓA TRONG HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN

9.1 Khái niệm chung

9.2 Các nguyên tắc bảo vệ trong hệ thống CCĐ

9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

9.4 Tự động hóa trong hệ thống CCĐ



9.1 Khái niệm chung

377

1. Các sự cố và làm việc không bình thường

□ Ngắn mạch:

- Xung lượng nhiệt: $B_N = \int_0^{t_N} i_N^2(t)dt$
- Xung lực điện động: i_{xk}

□ Quá tải:

- Quá tải nhiệt: $\theta \geq \theta_{cp} = \frac{R \cdot I_{cp}^2}{K}$

□ Các chế độ không bình thường khác:

- Quá tải/Sụt giảm áp
- Không đối xứng
- Hư hỏng thiết bị hoặc thiết bị làm việc sai

⇒ Phải bảo vệ hệ thống cung cấp điện!



9.1 Khái niệm chung

378

2. Nhiệm vụ của các thiết bị bảo vệ

➤ Chế độ làm việc bình thường:

Các thiết bị bảo vệ **không được phép tác động**.

➤ Chế độ làm việc không bình thường:

Các thiết bị bảo vệ **có thể cảnh báo** xong không được phép tác động khi thời gian cho phép chưa hết (ví dụ: quá trình khởi động động cơ).

➤ Chế độ sự cố:

Hệ thống không cho phép làm việc trong chế độ này vì vậy **cần loại trừ thiết bị hoặc phần bị sự cố của hệ thống ra khỏi lưới càng nhanh càng tốt** để hạn chế tối đa tác hại của nó.



9.1 Khái niệm chung

379

3. Các yêu cầu chung đối với hệ thống bảo vệ

- Tác động nhanh** Thời gian phát hiện và loại trừ sự cố ngắn nhất và không gây hư hỏng thiết bị được bảo vệ
- Tính chọn lọc** Khả năng thiết bị bảo vệ phát hiện và loại trừ đúng phần HTĐ bị sự cố mà không gây ảnh hưởng đến các bộ phận khác của HTĐ
- Tính nhạy** Khả năng nhạy cảm với sự cố và các chế độ làm việc không bình thường
- Độ tin cậy** Khả năng thiết bị làm việc chắc chắn.

Độ tin cậy làm việc: Tính chắc chắn làm việc của bảo vệ khi có sự cố trong nhiệm vụ bảo vệ

Độ tin cậy không làm việc: Khả năng không làm việc nhầm khi không có sự cố hoặc khi có sự cố ngoài nhiệm vụ bảo vệ

- Tính kinh tế** Chi phí cho hệ thống bảo vệ và thiệt hại do hưng hỏng thiết bị do không được bảo vệ



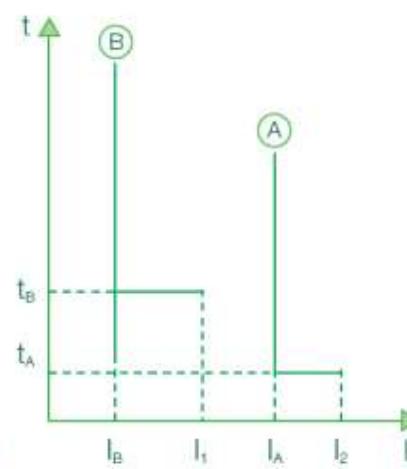
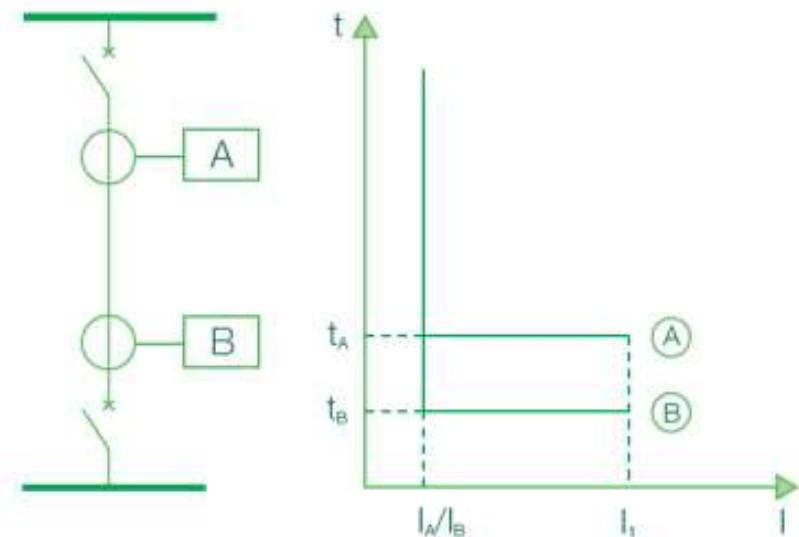
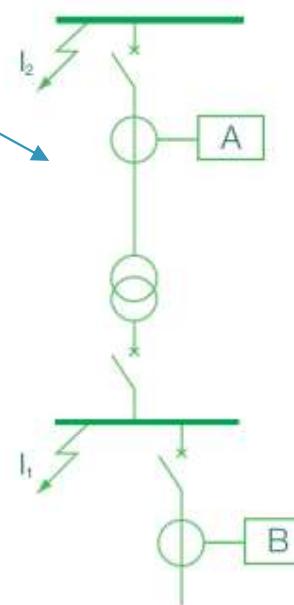
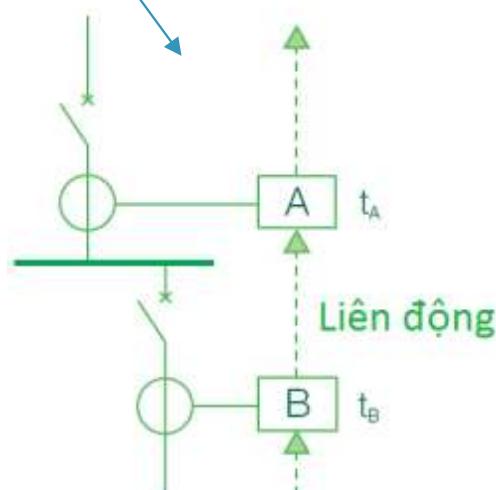
9.1 Khái niệm chung

380

3. Các yêu cầu chung đối với hệ thống bảo vệ

Các nguyên lý đảm bảo tính chọn lọc của bảo vệ trong lưới phân phối

- Thời gian tác động
- Dòng điện
- Logic





9.1 Khái niệm chung

381

4. Phân loại bảo vệ

- Công nghệ** Rơ le điện từ, rơ le tĩnh, rơ le số, hợp bộ sơ le số
- Đại lượng đầu vào** Dòng điện, điện áp, tần số, tổng trở, nhiệt độ, áp suất...
- Nguyên lý** Bảo vệ cực đại, bảo vệ cực tiểu, bảo vệ so lệch, bảo vệ có hướng
- Chức năng** Rơ le trung gian, thời gian, tín hiệu...
- Ký hiệu** QD cắt nhanh QD thời gian QD cắt nhanh thứ tự không QD thời gian thứ tự không

IEC

I >>

I >

I₀>>

I₀>

IEEE

50

51

50N

51N



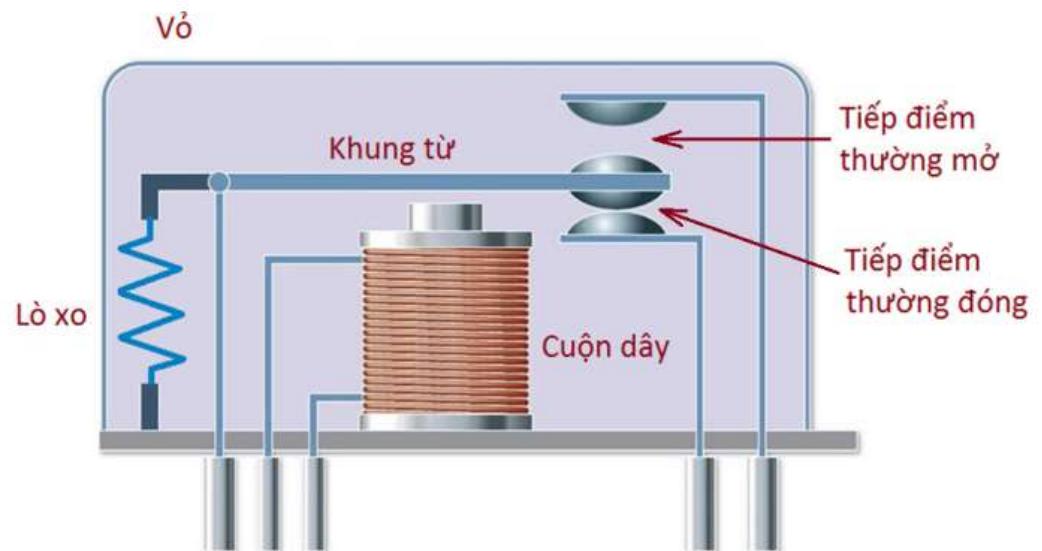
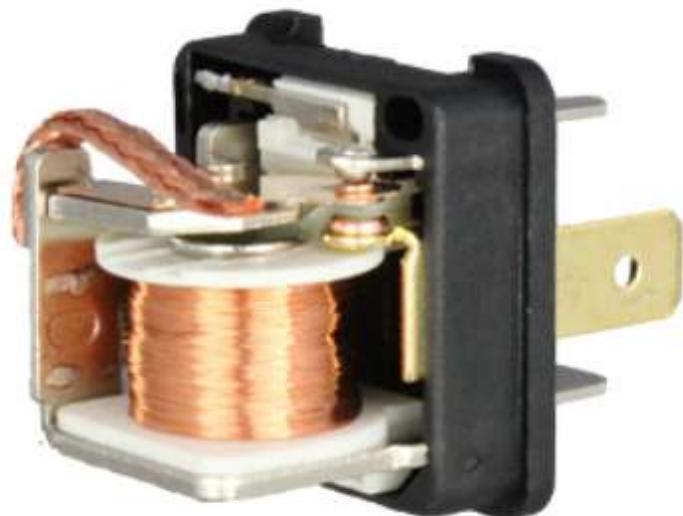
9.1 Khái niệm chung

382

4. Phân loại bảo vệ

□ Rơ le điện cơ

- Kết cấu chung: Điện từ
- Chức năng: Một chức năng





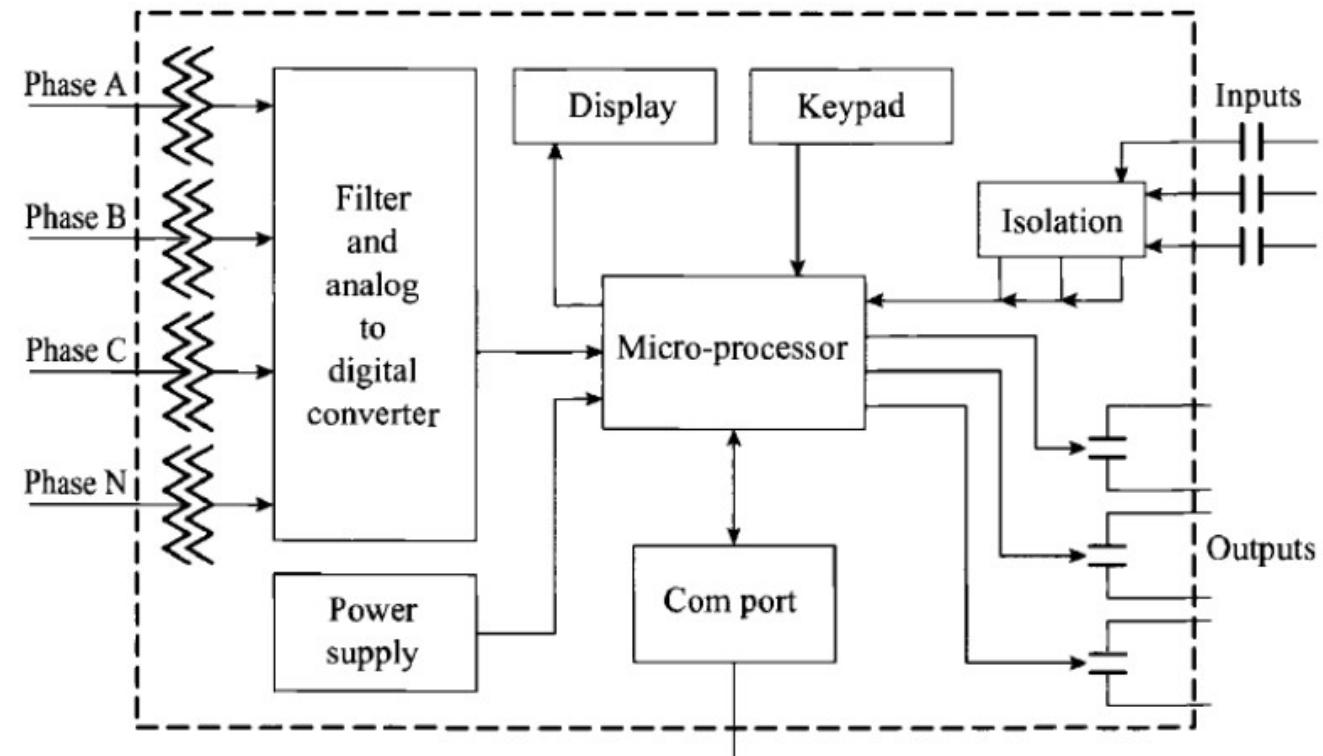
9.1 Khái niệm chung

383

4. Phân loại bảo vệ

□ Rơ le số

- Kết cấu chung





9.1 Khái niệm chung

384

4. Phân loại bảo vệ

Rơ le số

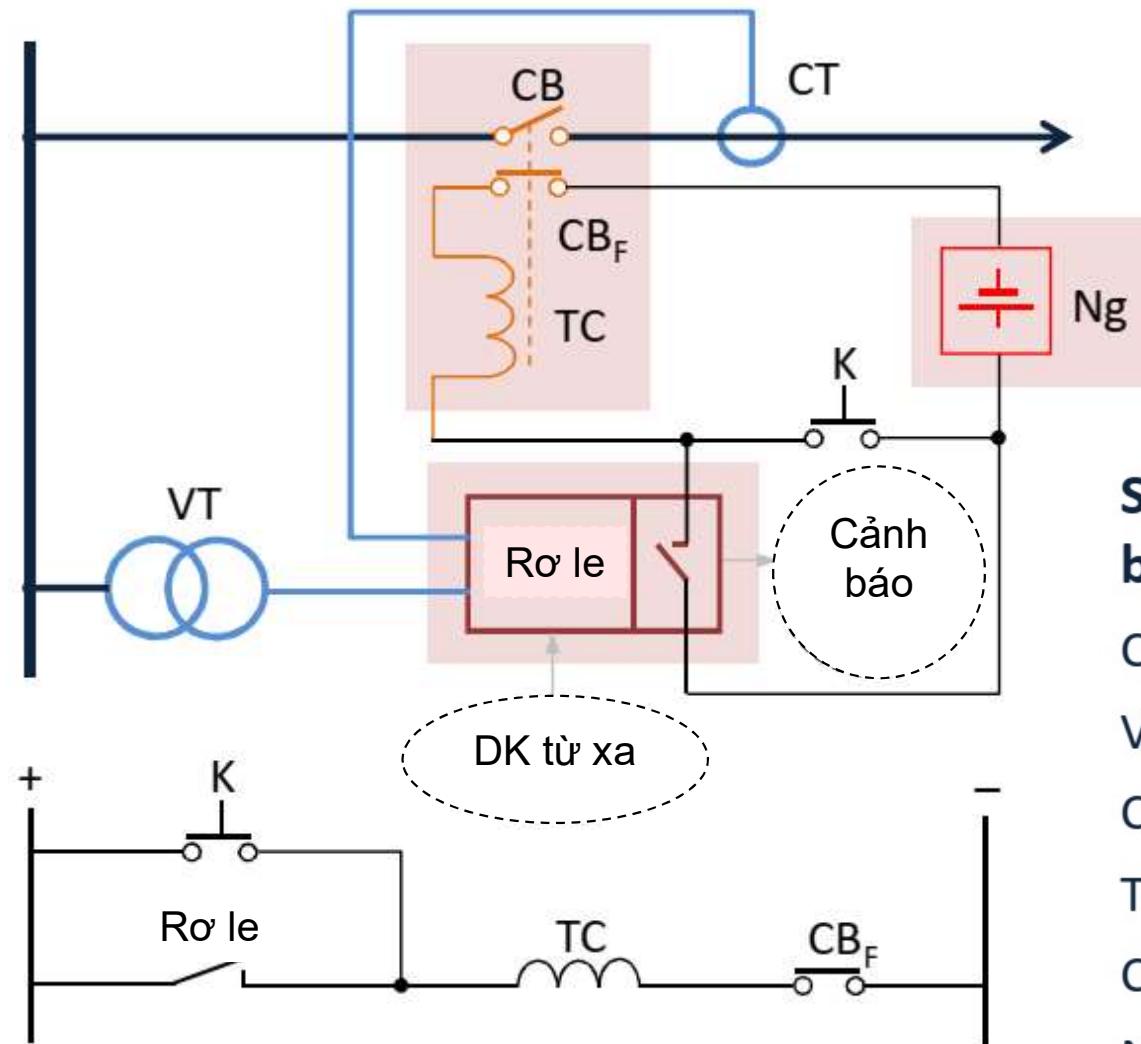
- Các chức năng cơ bản
 - Bảo vệ: Quá dòng điện 3 pha có và không có hướng, Quá dòng điện thứ tự nghịch; hướng công suất; Quá kích thích, quá và thiếu áp tần số thấp, cao, bảo vệ khoảng cách, mất từ trường, bảo vệ so lệch, giám sát máy cắt hỏng, tự động đóng lại
 - Đo lường: Điện áp, dòng điện, tần số, hệ số công suất, công suất tác dụng, phản kháng
 - Điều khiển: tại chỗ, từ xa.
 - Cổng truyền thông tin
 - Cảnh báo và báo cáo



9.1 Khái niệm chung

385

5. Cấu trúc cơ bản



Sơ đồ nguyên lý một hệ thống bảo vệ

CT : Biến dòng điện

VT : Biến điện áp

CB : Máy cắt, RL : Rơ le

TC : Cuộn cắt

CB_F : Tiếp điểm phụ của MC

Ng : Nguồn thao tác

Chương 09

BẢO VỆ RƠ LE VÀ TỰ ĐỘNG HÓA TRONG HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN

9.1 Khái niệm chung

9.2 Các nguyên tắc bảo vệ trong hệ thống CCĐ

9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

9.4 Tự động hóa trong hệ thống CCĐ



9.2 Các nguyên tắc bảo vệ trong HTCCĐ

388

1. Bảo vệ quá dòng

Nguyên lý làm việc

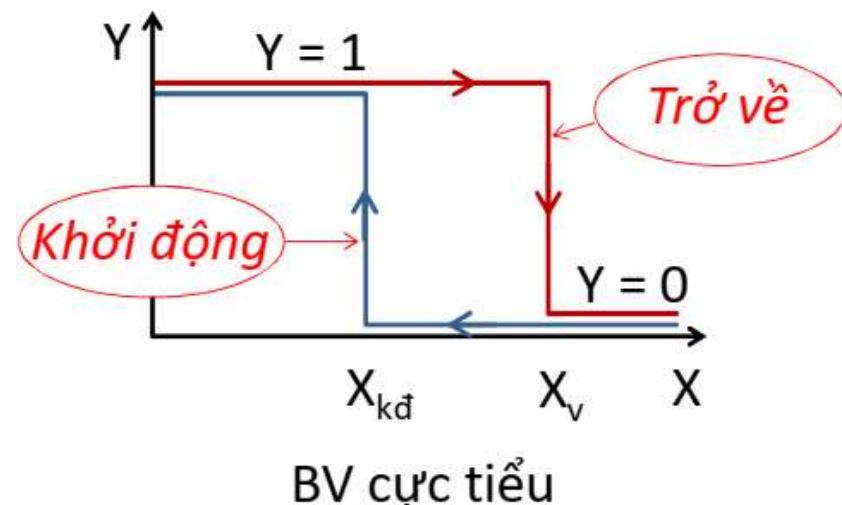
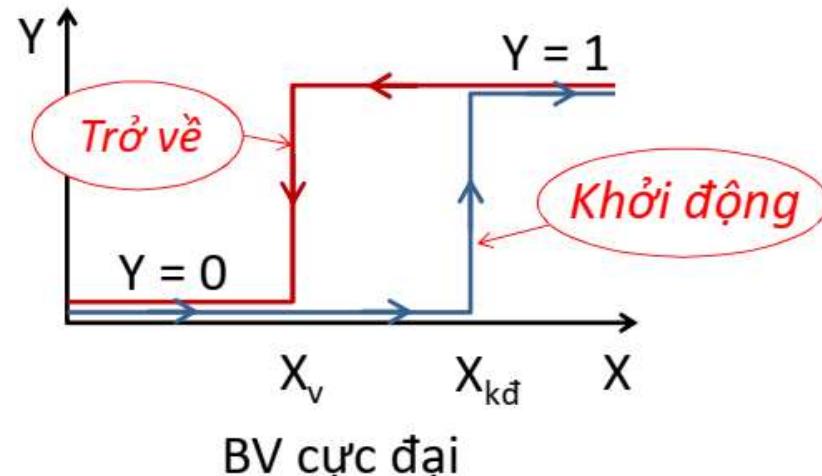
- Bảo vệ cực đại/cực tiểu
 - Hệ số trở về:



$$K_{tv} = \frac{X_v}{X_{kd}}$$

BV cực đại: $K_{tv} < 1$

BV cực tiểu: $K_{tv} > 1$





9.2 Các nguyên tắc bảo vệ trong HTCCĐ

389

1. Bảo vệ quá dòng

Bảo vệ quá dòng cắt nhanh

Thời gian tác động: $t_{BV} = 0$

Dòng khởi động

$$I_{kđ1} > I_{N.ng.max}$$

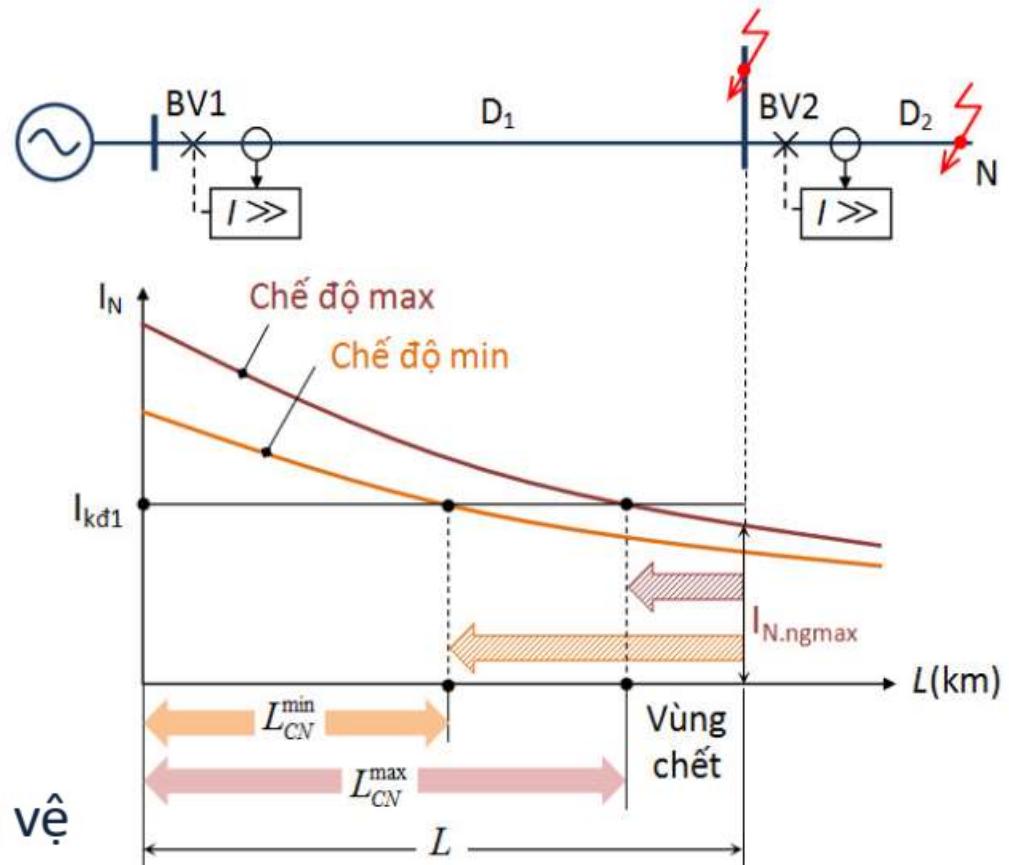
$$\Rightarrow I_{kđ1} = K \cdot I_{N.ng.max}$$

$K > 1$, thường lấy $K = 1.25$

Nhược điểm:

- Tồn tại vùng chết của bảo vệ
- Vùng chết của bảo vệ mở rộng khi ngắn mạch xảy ra ở thời điểm công suất ngắn mạch min.

Áp dụng: Bảo vệ dự phòng





9.2 Các nguyên tắc bảo vệ trong HTCCĐ

390

1. Bảo vệ quá dòng

Bảo vệ quá dòng có thời gian

- Để đảm bảo tính chọn lọc

$$I_{kđ} \geq I_{lvmax}$$

$$I_{kđ} \geq I_{sau.sc}$$

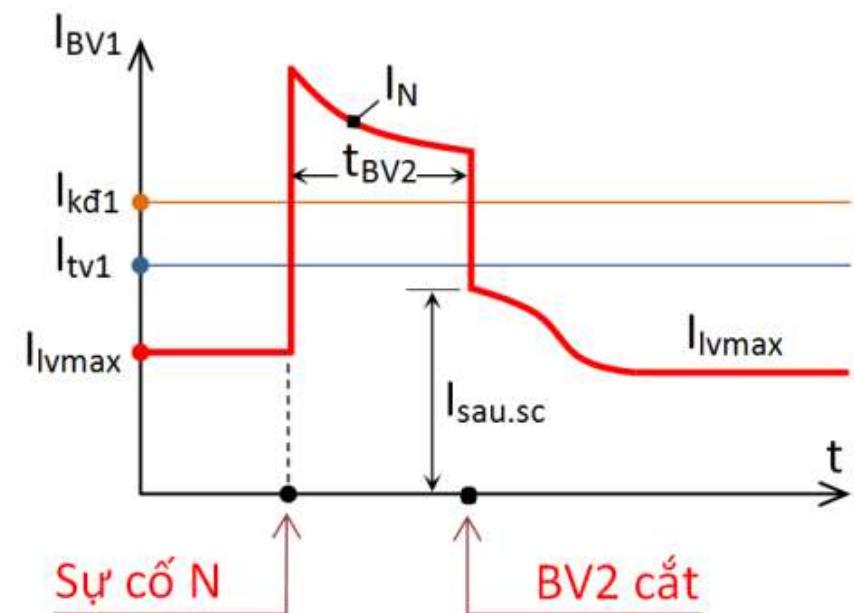
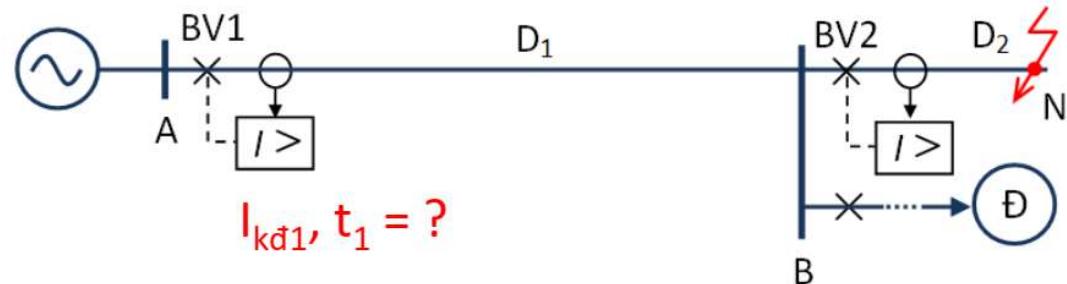
Sau khi sự cố đã được loại trừ, một số phụ tải động lực được cấp điện qua mạch có đặt bảo vệ sẽ khởi động trở lại.

$$I_{sau.sc} = K_{mm} I_{lvmax}$$

K_{mm} : Hệ số mở máy, xét đến ảnh hưởng của các động cơ trong lưới

$K_{mm} = 1 \rightarrow 5$. $K_{mm} \rightarrow 5$ khi Đ gần BV

$K_{mm} \rightarrow 1$ khi Đ xa BV





9.2 Các nguyên tắc bảo vệ trong HTCCĐ

391

1. Bảo vệ quá dòng

Bảo vệ quá dòng có thời gian

- Dòng trở về

$$I_{tv1} > I_{sau.sc} = K_{mm} \cdot I_{lvmax}$$

$$I_{tv1} = K_{mm} \cdot K_{at} \cdot I_{lvmax}$$

K_{at} : Hệ số an toàn (dự trữ) tính đến sai số của bảo vệ, từ 1,1 (đối với rơ le tĩnh) đến 1,2 (đối với rơ le điện cơ)

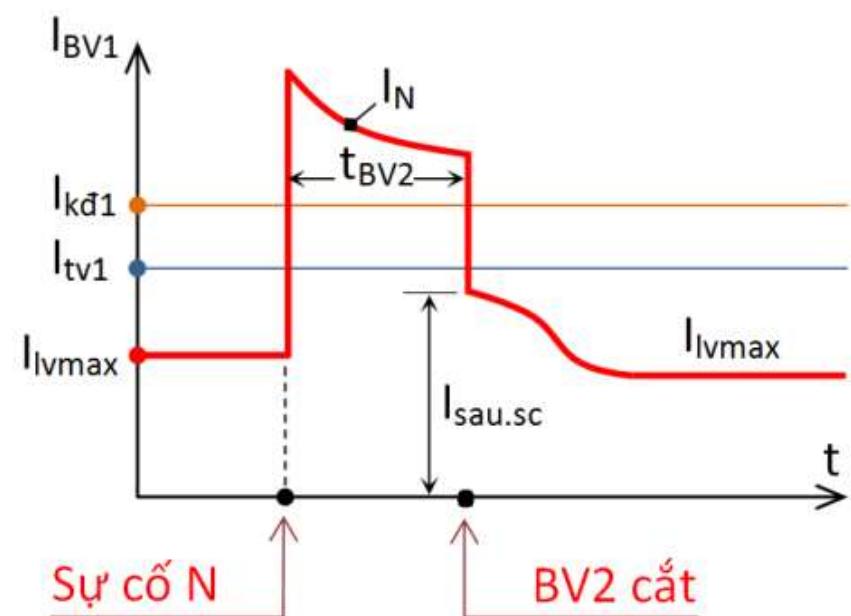
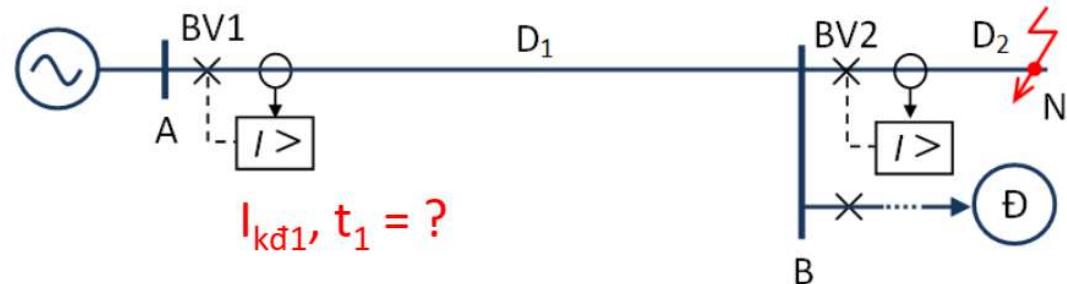
- Dòng khởi động (phía sơ cấp)

$$I_{kđ1} = \frac{K_{mm} \cdot K_{at}}{K_v} \cdot I_{lvmax}$$

K_v : Hệ số trở về ($I_{tv}/I_{kđ}$)

Đối với rơ le điện cơ, $K_v \neq 1$. Đối với rơ le tĩnh và rơ le số, $K_v = 1$

Để tính dòng khởi động phía thứ cấp, cần biết tỉ số biến dòng





9.2 Các nguyên tắc bảo vệ trong HTCCĐ

392

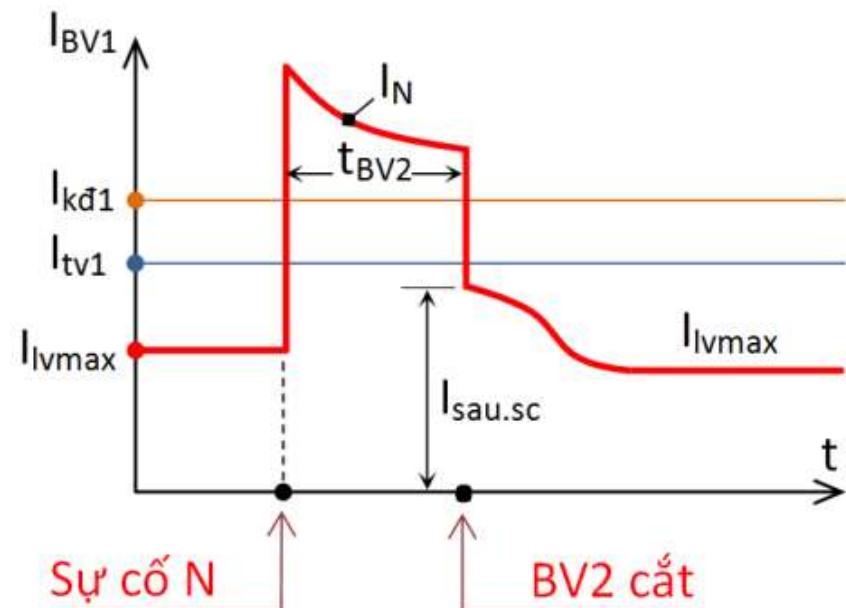
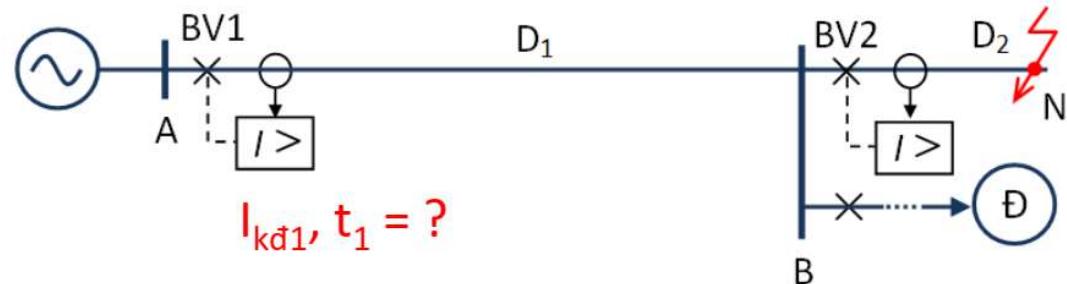
1. Bảo vệ quá dòng

Bảo vệ quá dòng có thời gian

- Để đảm bảo độ nhạy của bảo vệ, có

$$K_{nh} = \frac{I_{Nmin}}{I_{kđ}} > 1$$

I_{Nmin} : Dòng ngắn mạch nhỏ nhất đi qua thiết bị bảo vệ





9.2 Các nguyên tắc bảo vệ trong HTCCĐ

393

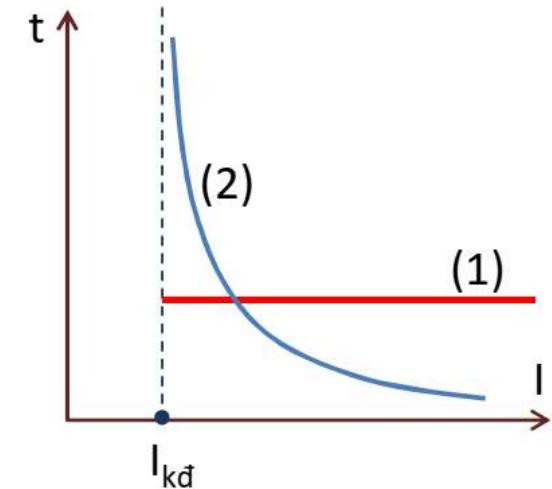
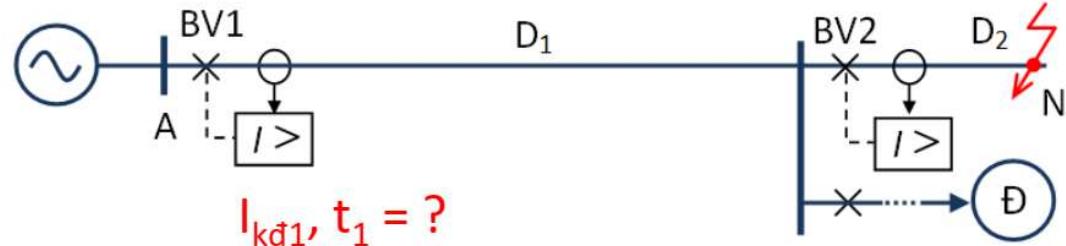
1. Bảo vệ quá dòng

Bảo vệ quá dòng có thời gian

Đối với lưới điện hở có một nguồn cấp, đảm bảo tính chọn lọc bằng việc phối hợp thời gian tác động giữa các bảo vệ: **bảo vệ càng gần nguồn thì thời gian tác động càng lớn.**

Thời gian tác động:

- Đặc tính thời gian độc lập (1)
- Đặc tính thời gian phụ thuộc (2)



$$t = \frac{A}{\left(\frac{I}{I_{kđ}}\right)^m - 1} \times T_p + L$$

A, m, L: Các hằng số được lựa chọn trước

T_p : Hằng số thời gian, được tính toán để phối hợp thời gian bảo vệ



9.2 Các nguyên tắc bảo vệ trong HTCCĐ

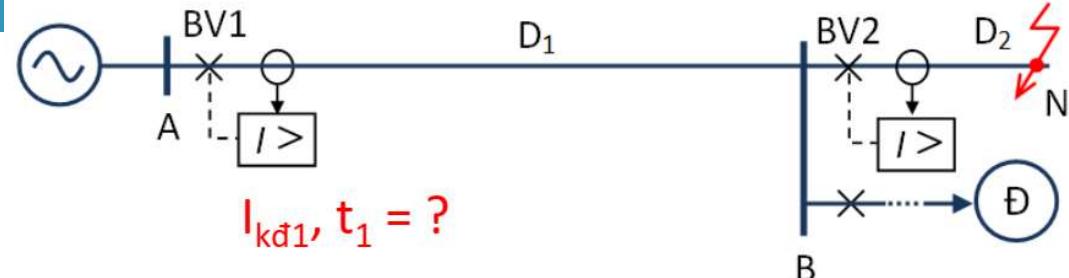
394

1. Bảo vệ quá dòng

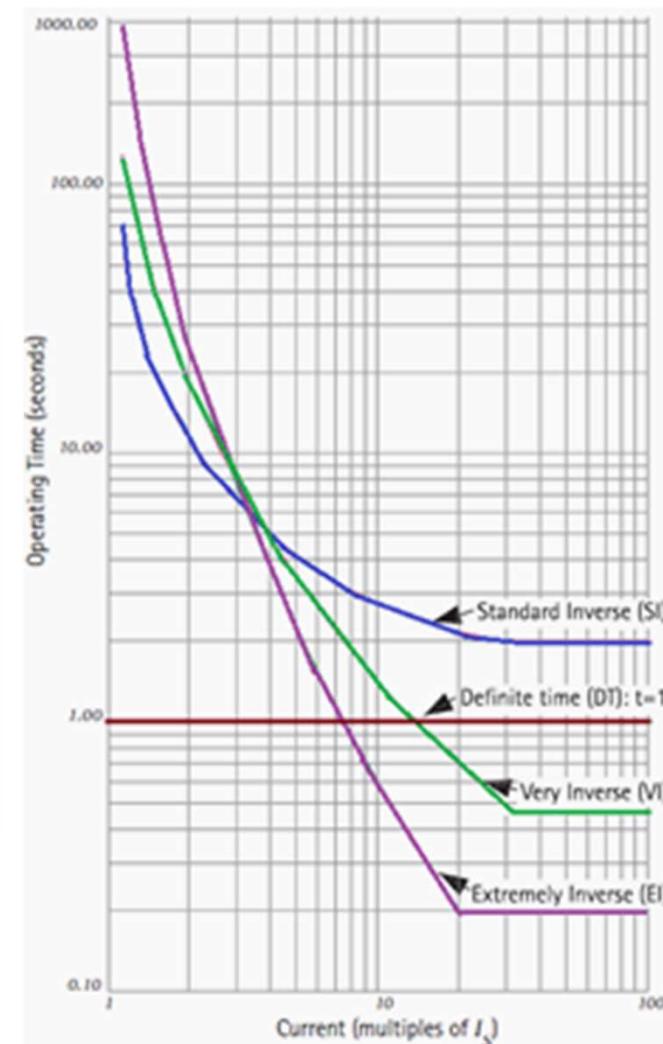
Bảo vệ quá dòng có thời gian

- Đặc tính thời gian phụ thuộc (2)

$$t = \frac{A}{\left(\frac{I}{I_{kđ}}\right)^m - 1} \times T_p + L$$



Mô tả đặc tính	Tiêu chuẩn	m	A	L
Moderately inverse	IEEE	0.02	0.0515	0.114
Very inverse	IEEE	2	19.61	0.491
Extremely inverse	IEEE	2	28.2	0.1217
Standard inverse	IEC	0.02	0.14	0
Very inverse	IEC	1	13.5	0
Extremely inverse	IEC	2	80	0
Long-time inverse	UK	1	120	0



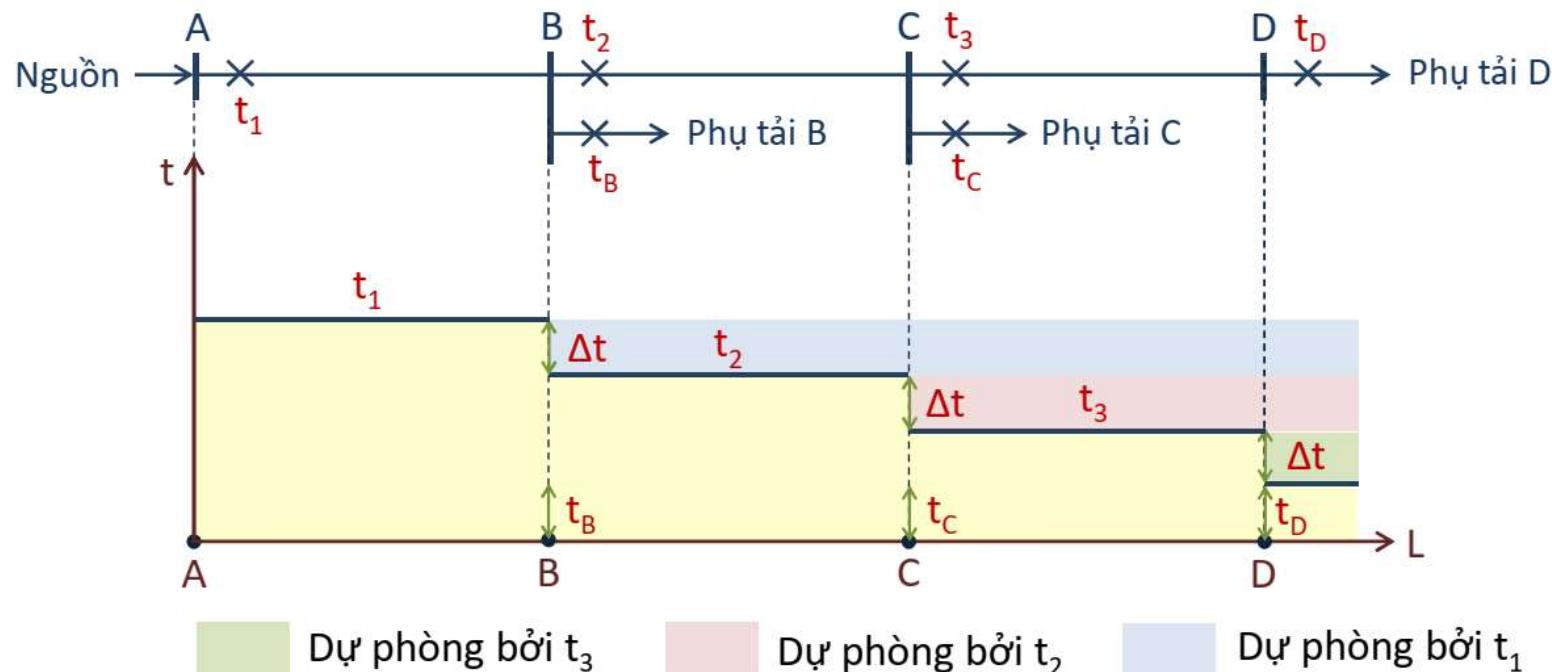


9.2 Các nguyên tắc bảo vệ trong HTCCĐ

395

1. Bảo vệ quá dòng

Bảo vệ quá dòng có thời gian: Đặc tính thời gian độc lập



- Nguyên tắc phối hợp thời gian tác động

$$t_3 = t_D + \Delta t$$

$$t_2 = \text{Max}\{t_3, t_C\} + \Delta t$$

$$t_1 = \text{Max}\{t_2, t_B\} + \Delta t$$

Trong đó:

Δt : Cấp thời gian
(0,3s: RL số; 0,5s RL cơ)

t_B, t_C, t_D : Thời gian tác động của BV phía
phụ tải B, C và D.

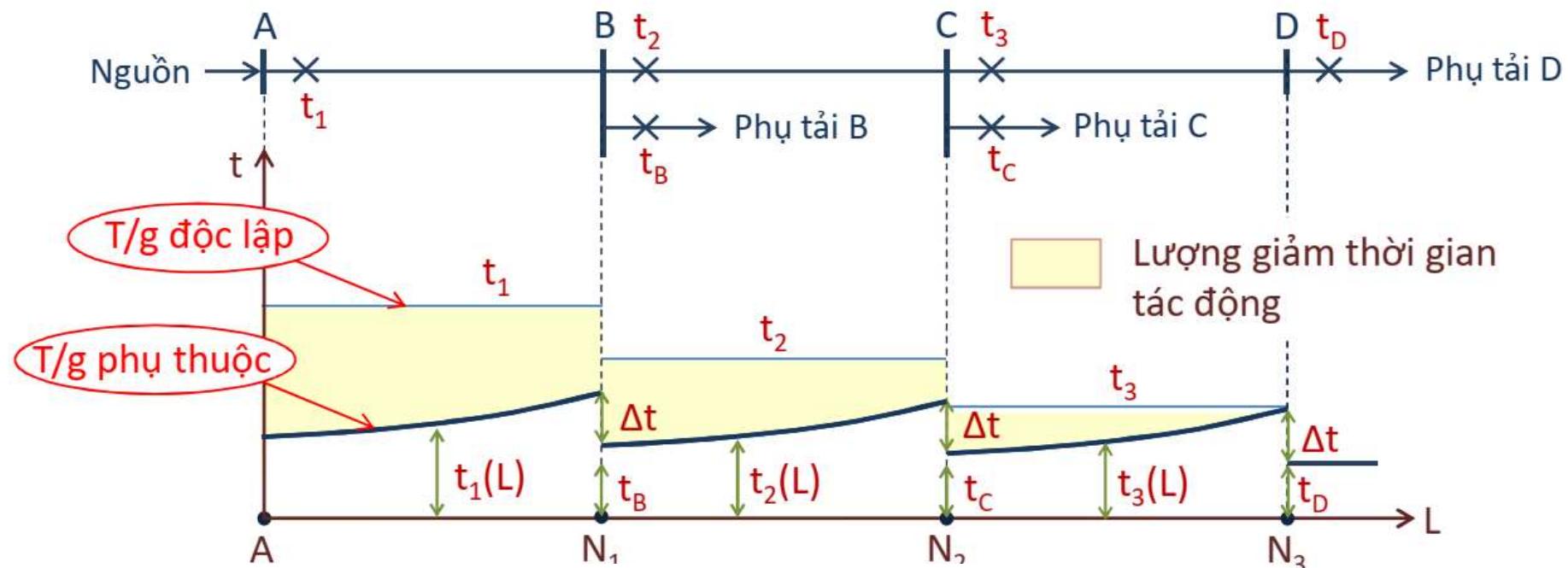


9.2 Các nguyên tắc bảo vệ trong HTCCĐ

396

1. Bảo vệ quá dòng

Bảo vệ quá dòng có thời gian: Đặc tính thời gian phụ thuộc



- Nguyên tắc phối hợp thời gian tác động
 - Chọn tham số A và m. Tính toán hằng số thời gian TMS của các BV

$$t_3(N_3) = t_D + \Delta t \quad \text{và} \quad t_3(N_3) = \frac{A}{\left[\frac{I_N(N_3)}{I_{kđ3}} \right]^m - 1} \times T_{p3} \Rightarrow T_{p3} = \frac{t_D + \Delta t}{A} \times \left\{ \left[\frac{I_N(N_3)}{I_{kđ3}} \right]^m - 1 \right\}$$

$$\Rightarrow t_3 = f(I_N) = t_3(L)$$

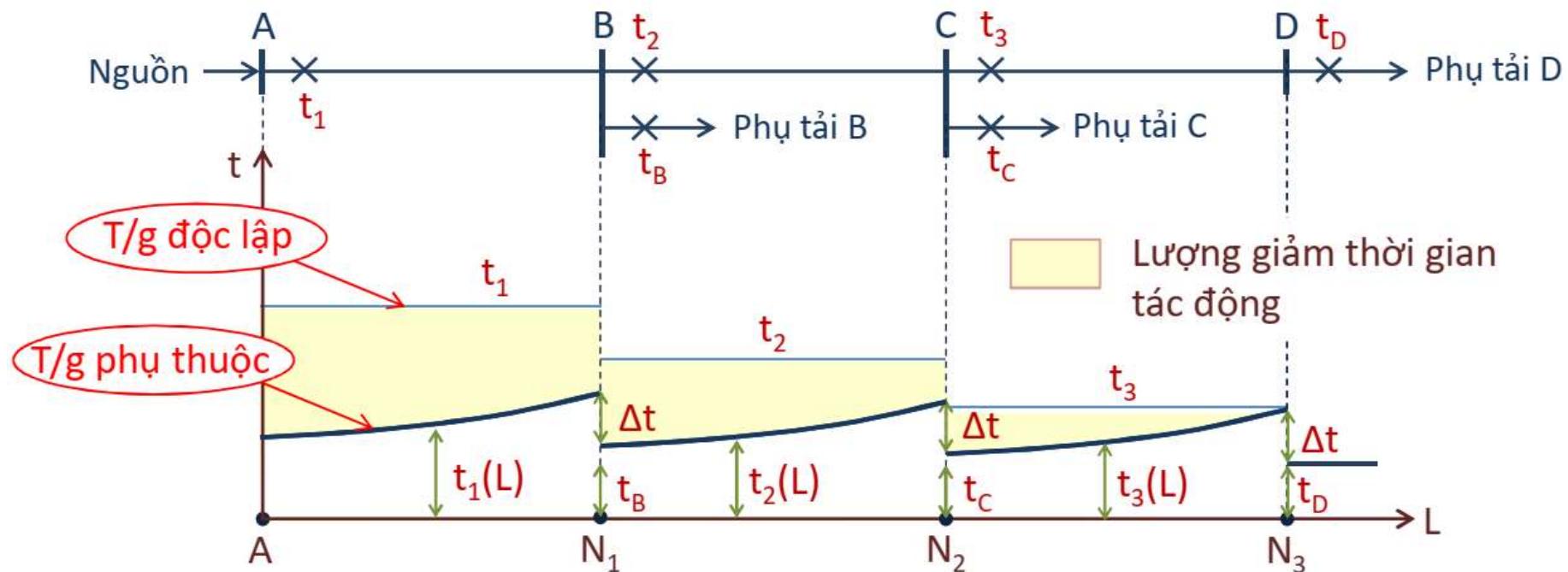


9.2 Các nguyên tắc bảo vệ trong HTCCĐ

397

1. Bảo vệ quá dòng

Bảo vệ quá dòng có thời gian



Đối với BV2:

$$t_2(N_2) = \text{Max}\{t_3(N_2), t_C\} + \Delta t \quad \text{và} \quad t_2(N_2) = \frac{A}{\left[\frac{I_N(N_2)}{I_{kđ2}}\right]^m - 1} \times T_{p2}$$

$$\Rightarrow T_{p2} = \frac{\text{Max}\{t_3(N_2), t_C\} + \Delta t}{A} \times \left\{ \left[\frac{I_N(N_2)}{I_{kđ2}} \right]^m - 1 \right\} \Rightarrow t_2 = f(I_N) = t_2(L)$$

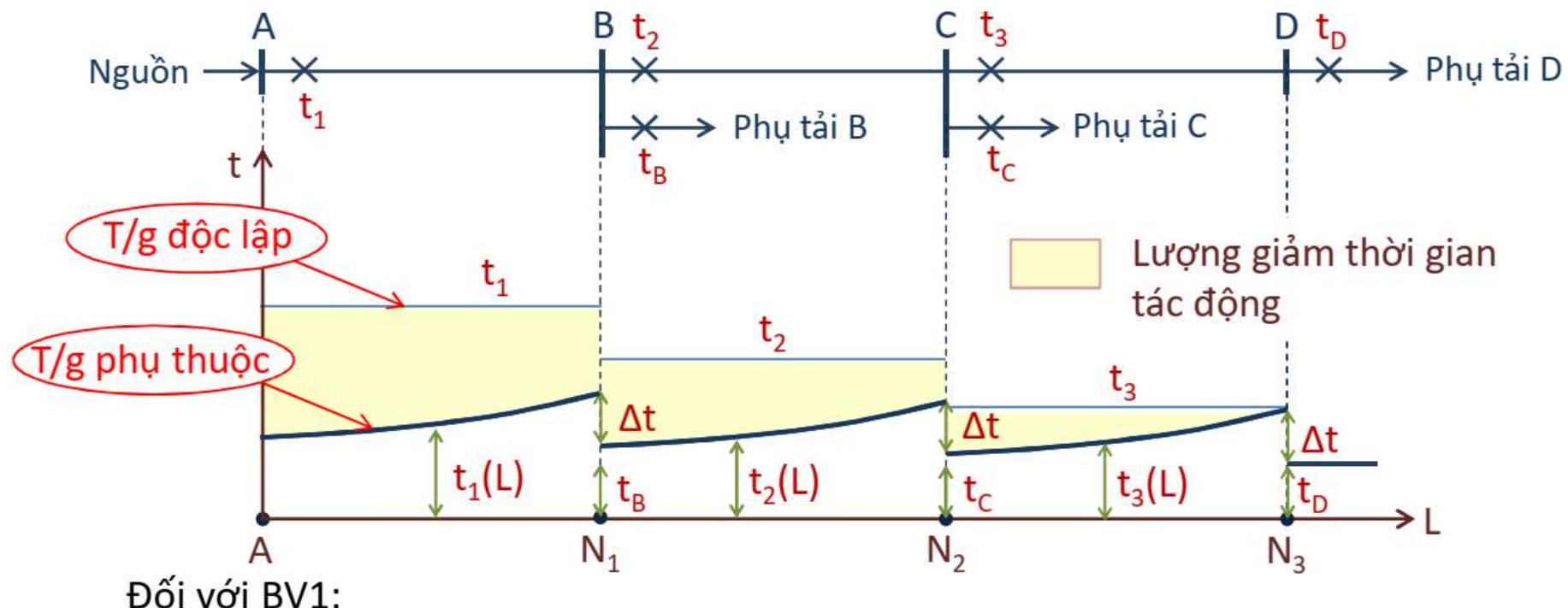


9.2 Các nguyên tắc bảo vệ trong HTCCĐ

398

1. Bảo vệ quá dòng

Bảo vệ quá dòng có thời gian



$$t_1(N_1) = \text{Max}\{t_2(N_1), t_B\} + \Delta t \quad \text{và} \quad t_1(N_1) = \frac{A}{\left[\frac{I_N(N_1)}{I_{kđ1}}\right]^m - 1} \times T_{p1}$$

$$\Rightarrow T_{p1} = \frac{\text{Max}\{t_2(N_1), t_B\} + \Delta t}{A} \times \left\{ \left[\frac{I_N(N_1)}{I_{kđ1}} \right]^m - 1 \right\} \Rightarrow t_1 = f(I_N) = t_1(L)$$



9.2 Các nguyên tắc bảo vệ trong HTCCĐ

399

1. Bảo vệ quá dòng

Bảo vệ quá dòng thứ tự không

□ Dòng điện vào rơ le

- Sơ đồ a):

$$\dot{I}_R = \frac{\dot{I}_A}{n_{CT.A}} + \frac{\dot{I}_B}{n_{CT.B}} + \frac{\dot{I}_C}{n_{CT.C}}$$

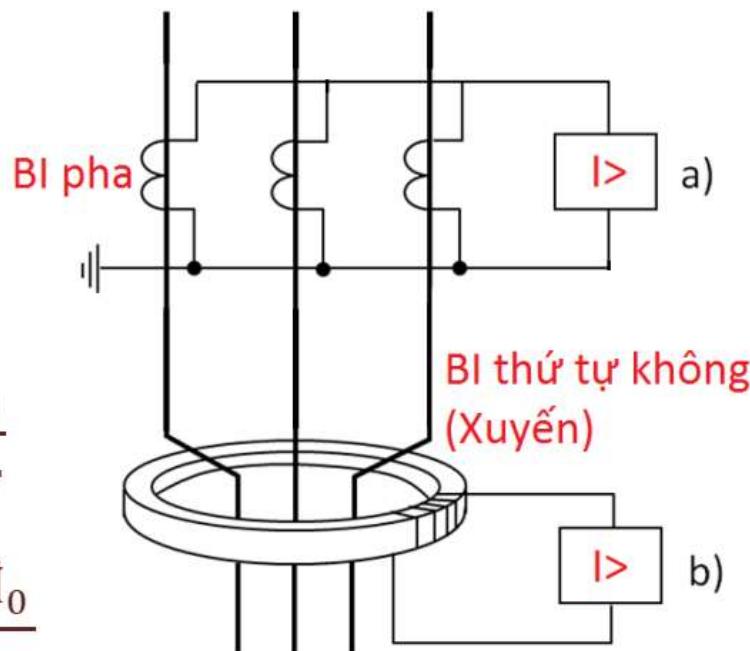
Nếu bỏ qua sai số BI

$$\dot{I}_R = \frac{\dot{I}_A}{n_{CT.A}} + \frac{\dot{I}_B}{n_{CT.B}} + \frac{\dot{I}_C}{n_{CT.C}} = \frac{3\dot{I}_0}{n_{CT}}$$

- Sơ đồ b): $\dot{I}_R = \frac{\dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C}{n_{CT}} = \frac{3\dot{I}_0}{n_{CT}}$

□ Áp dụng:

- Bảo vệ chống chạm đất 1 pha, 2 pha

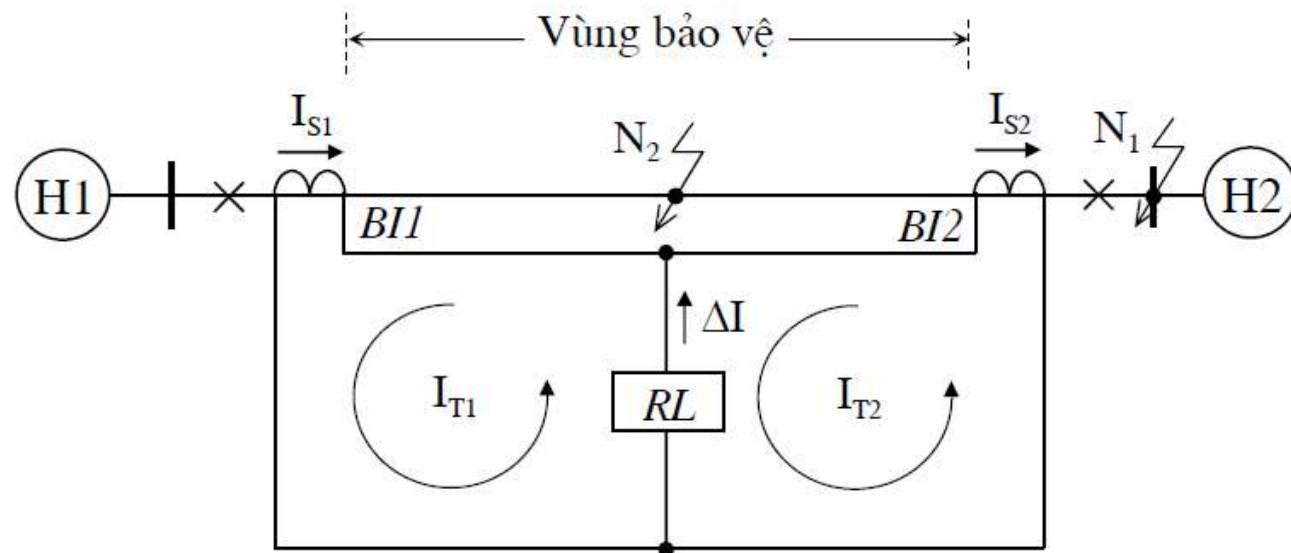




9.2 Các nguyên tắc bảo vệ trong HTCCĐ

400

2. Bảo vệ so lệch



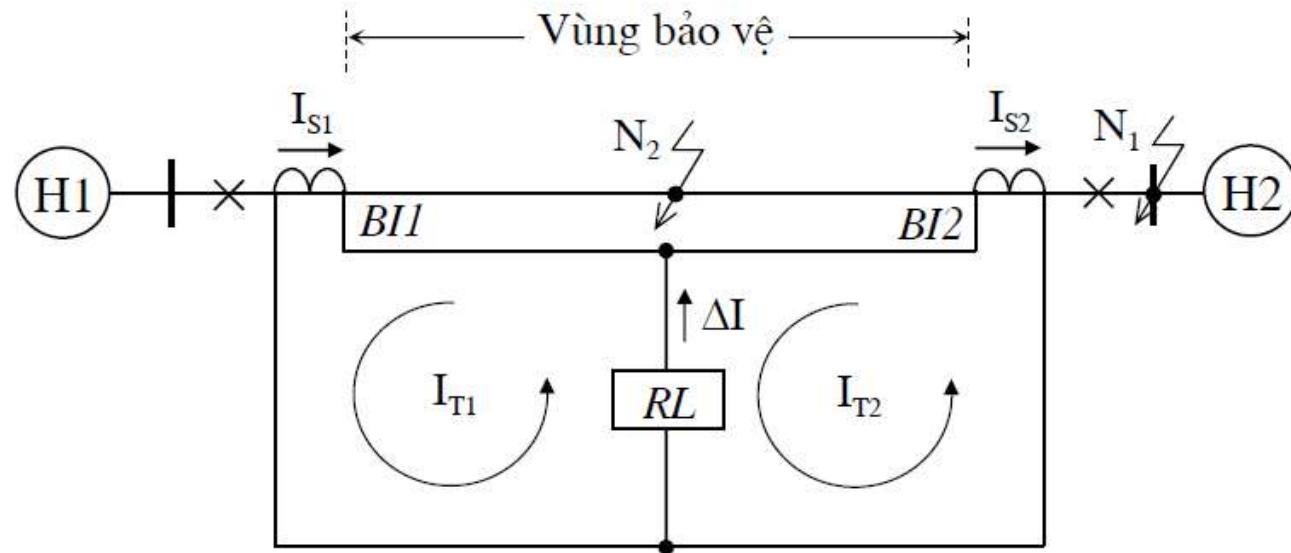
- Là loại bảo vệ cắt nhanh
- Biên độ dòng điện ở hai đầu phần tử được bảo vệ được so sánh với nhau.
- Nếu sai lệch vượt quá trị số cho trước bảo vệ sẽ tác động



9.2 Các nguyên tắc bảo vệ trong HTCCĐ

401

2. Bảo vệ so lệch



- Là loại bảo vệ cắt nhanh
- Biên độ dòng điện ở hai đầu phần tử được bảo vệ được so sánh với nhau.
- Nếu sai lệch vượt quá trị số cho trước bảo vệ sẽ tác động

Chương 09

BẢO VỆ RƠ LE VÀ TỰ ĐỘNG HÓA TRONG HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN

9.1 Khái niệm chung

9.2 Các nguyên tắc bảo vệ trong hệ thống CCĐ

9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

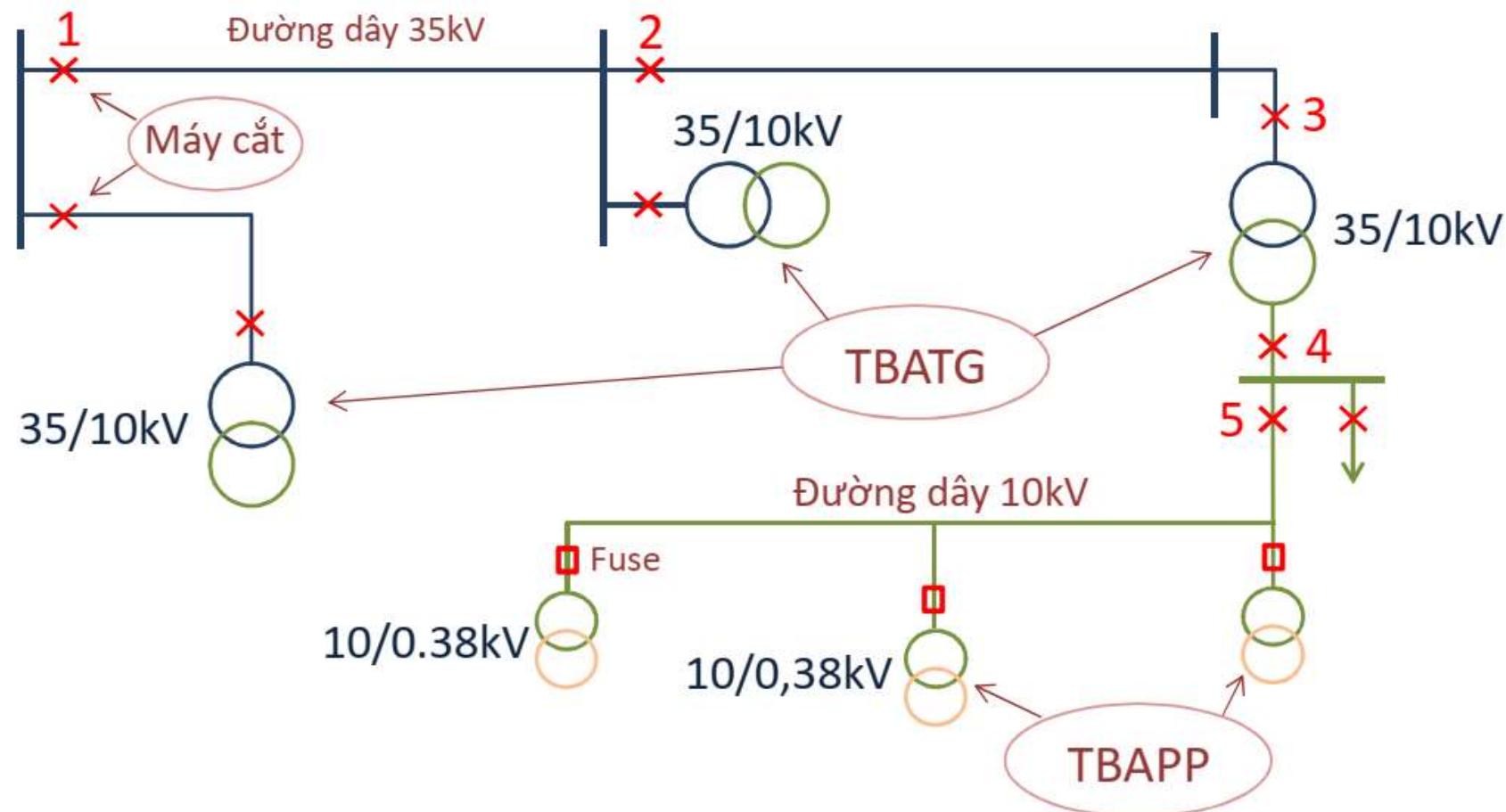
9.4 Tự động hóa trong hệ thống CCĐ



9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

414

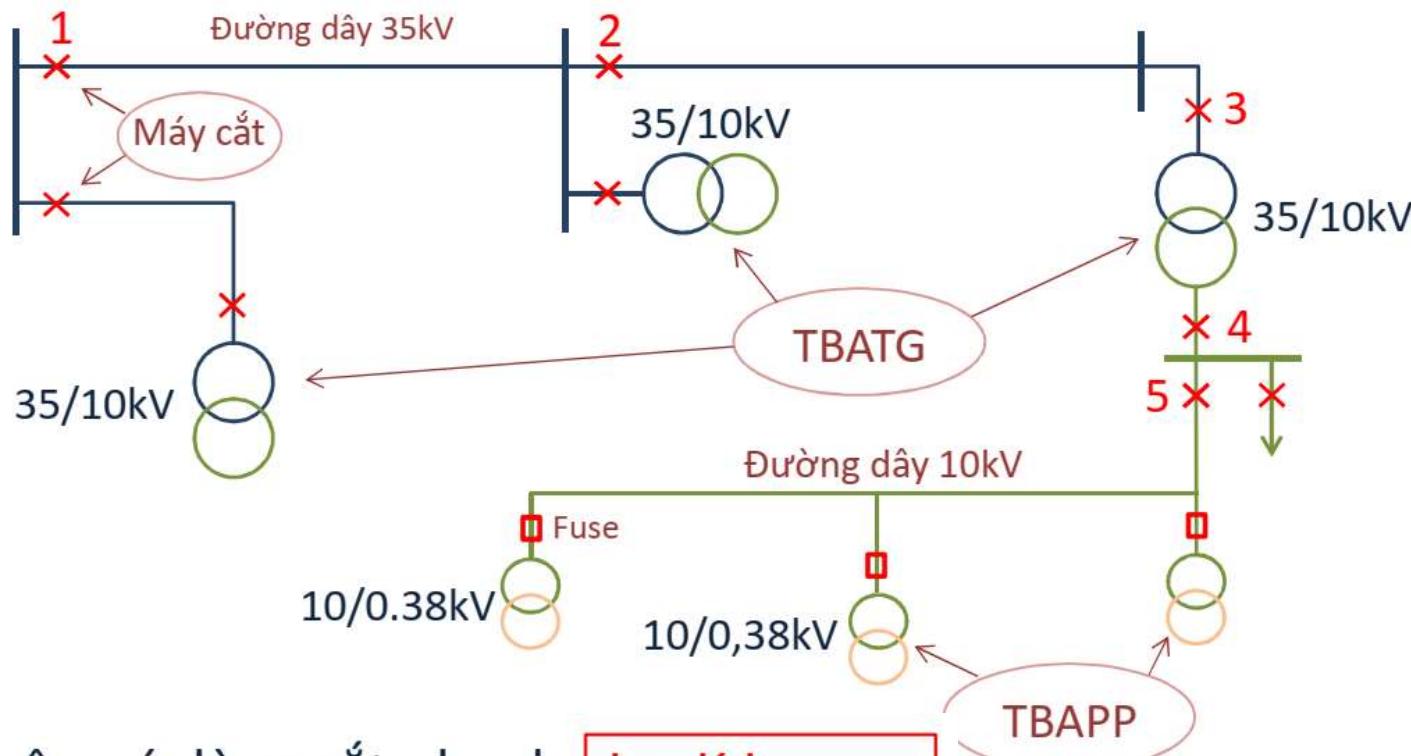
1. Bảo vệ lưới điện trung áp





9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

415



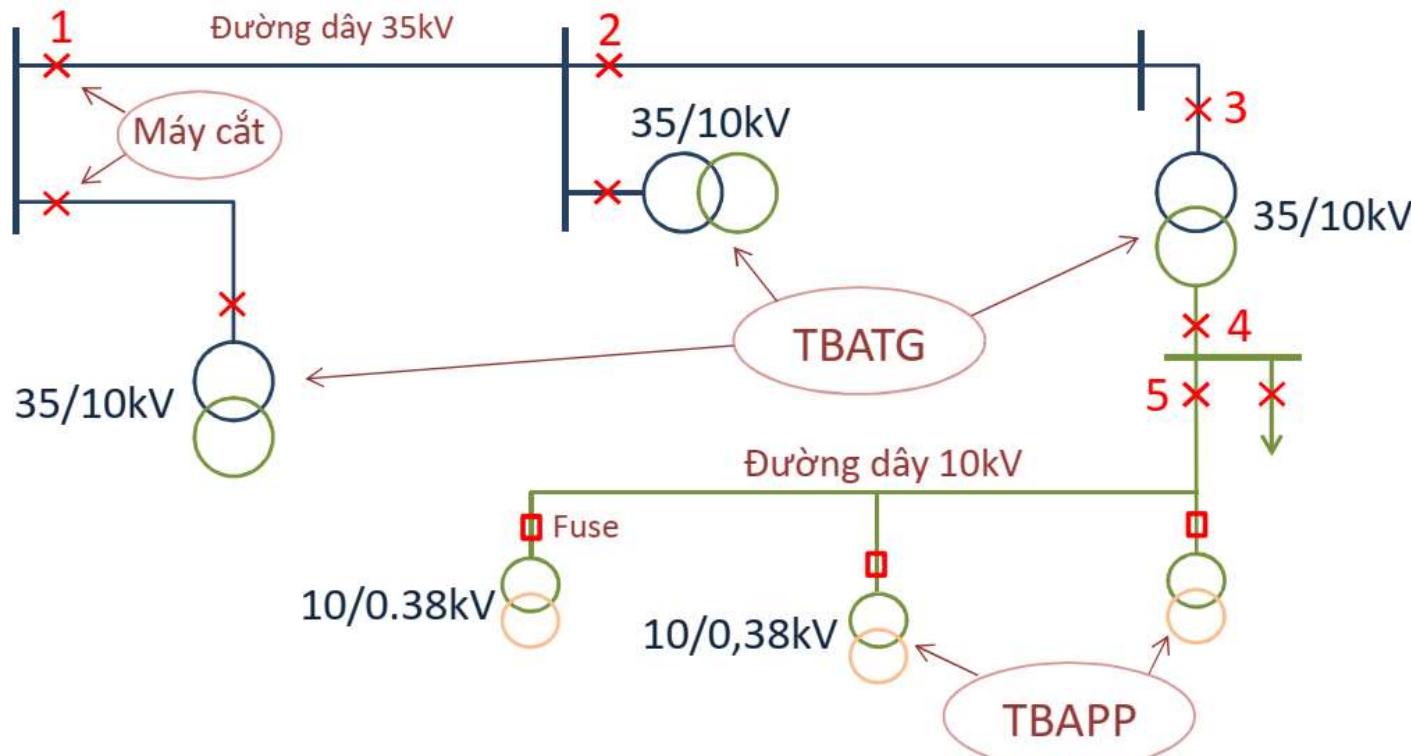
□ Bảo vệ quá dòng cắt nhanh: $I_{kđ} = K \cdot I_{N.ng.max}$

- Đối với đường dây giữa 2 TBATG (1,2): $K=1,25$.
 $I_{N.ng.max}$ được tính tại vị trí thanh cái cuối đường dây.
- Đối với phía cao áp các TBATG(3): $I_{kđ} = (1,2 \div 1,5) \cdot I_{N.ng.max}$ với $I_{N.ng.max}$ được tính tại phía thứ cấp TBATG.
- Đối với xuất tuyến chỉ cấp điện cho các TBAPP(5),
 $I_{kđ} = 0,5 \cdot I_{N.max}$ với $I_{N.max}$ được tính tại vị trí đặt BI nối với rơ le.



9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

416



□ Bảo vệ quá dòng có thời gian:

- BVQD pha: $I_{kd} = K \cdot I_{dm}$ với I_{dm} : Dòng điện định mức của tải. K: Hệ số quá tải. K = 1,05 (Động cơ), K = 1,25-1,5 (đường dây và TBAPP), K = 2 (đường dây khẩn cấp) [3].
- BVQD thứ tự không, $I_{kd} = 0,2 \cdot I_{dm}$.



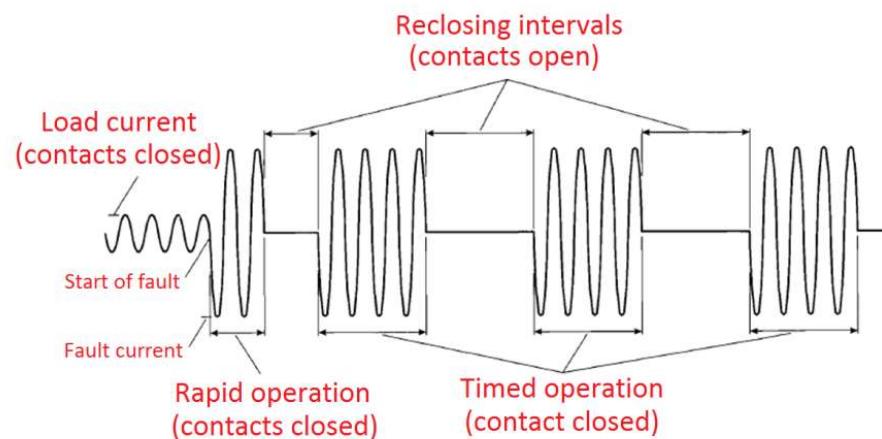
9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

418

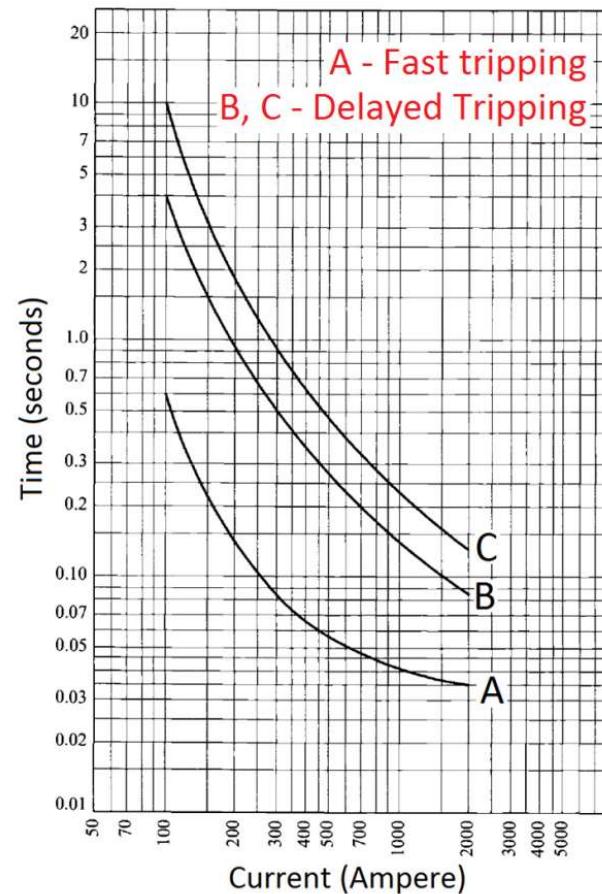
1. Bảo vệ lưới điện trung áp

□ Tự đóng lại (Recloser)

- Phát hiện sự cố
- Cắt dòng ngắn mạch
- Tự động đóng lại mạch một số lần (điển hình 3 lần)



Trình tự đóng cắt điển hình của TĐL
(1 cắt nhanh – 3 cắt có thời gian)



Các đặc tính bảo vệ của TĐL



9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

419

1. Bảo vệ lưới điện trung áp

Cầu chì trung áp

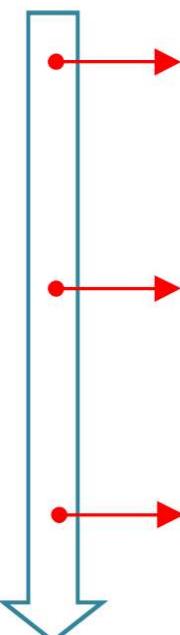
- Tiêu chuẩn: IEC60282-1
- Bảo vệ: Quá tải và ngắn mạch
- Các thông số cơ bản:



Quá tải



Ngắn mạch



Dòng điện định mức cầu chì ($I_{dm.CC}$): Dòng điện lớn nhất mà cầu chì có thể làm việc lâu dài mà không bị phát nhiệt (tiếp xúc 65°C)

Dòng điện cắt nhỏ nhất ($I_{cắt.min}$): Dòng điện nhỏ nhất mà cầu chì cắt được dòng điện.

$$I_{cắt.min} = (2 \div 6) I_{dm.CC}$$

Dòng điện cắt lớn nhất ($I_{cắt.max}$): Dòng điện lớn nhất mà cầu chì cắt được. $I_{cắt.max} \geq 20\text{kA}$

 STRIKER - SCHLAGSTIFT	ABB 	
	Prod. year 08-2009 IEC 60282-1	CEF HV Back-up fuse link
	$I_N = 16\text{A}$	$I_3 = 55\text{A}$
	$U_N = 24\text{kV}$	$I_1 = 63\text{kA}$
	INDOOR - INNENRAUM	
	Striker 60N (medium) Cat. number 1YMB531004M0003	
	MADE by ABB S/N 1YMP009C0146223	



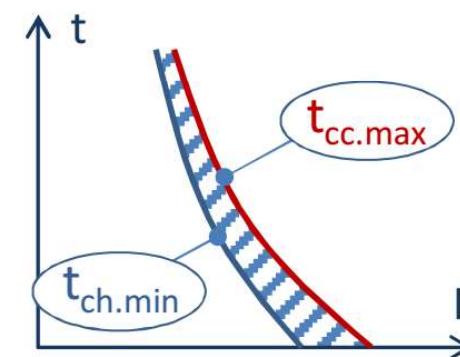
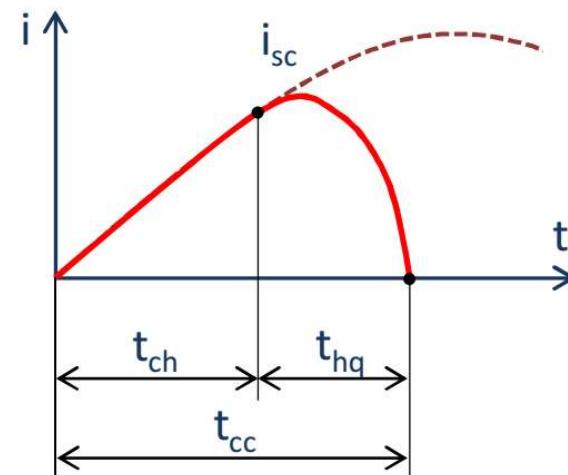
9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

420

1. Bảo vệ lưới điện trung áp

Cầu chì trung áp

- Tổng thời gian cắt: $t_{cc} = t_{ch} + t_{hq}$
- Thời gian chảy (pre-arcing/fusing): t_{ch}
- Thời gian hồ quang: t_{hq} (5-50ms)
- Dung sai thời gian làm việc của cầu chì: Từ $t_{ch,min}$ đến $t_{cc,max}$.
- Dây chảy loại K và T cho cắt nhanh và cắt chậm.



$$\text{Tỷ số tốc độ chảy} = \frac{i_{N,min}(t_{ch}= 0,1s)}{i_{N,min}(t_{ch}= 300s)}$$

Loại K	Loại T
6-8	10-13

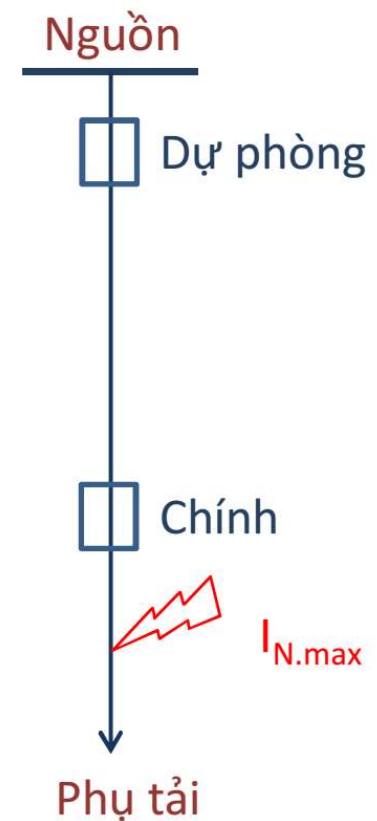
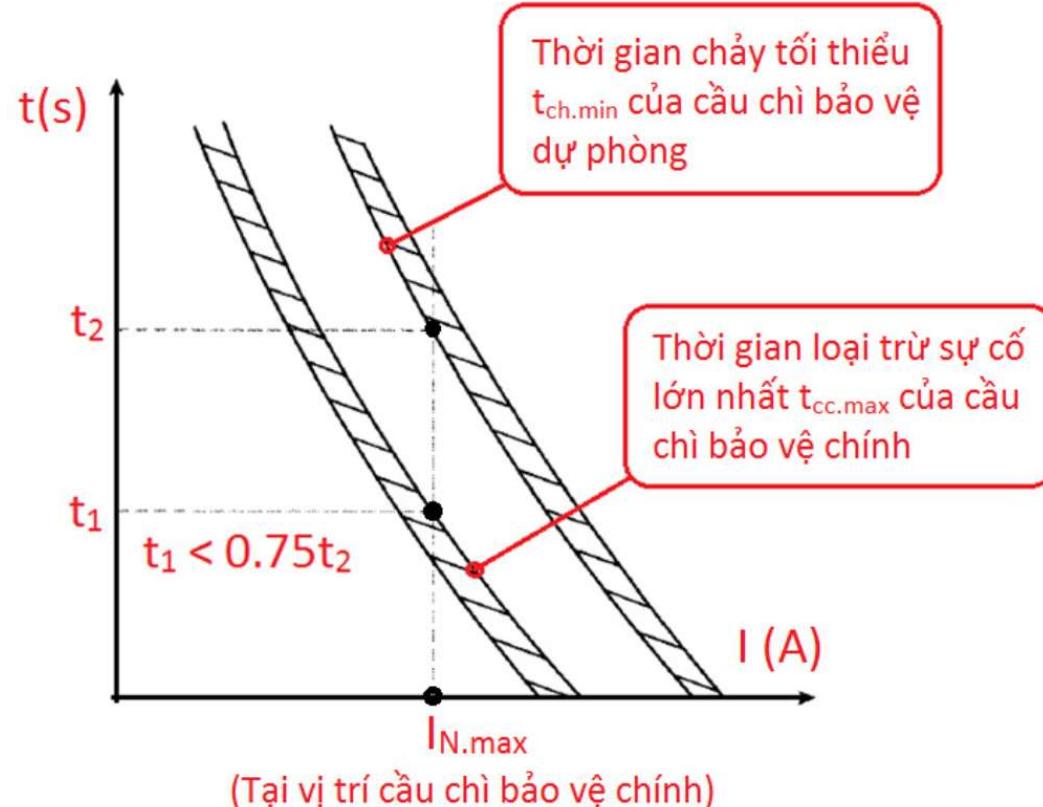


9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

421

1. Bảo vệ lưới điện trung áp

- Phối hợp bảo vệ giữa 2 cầu chì



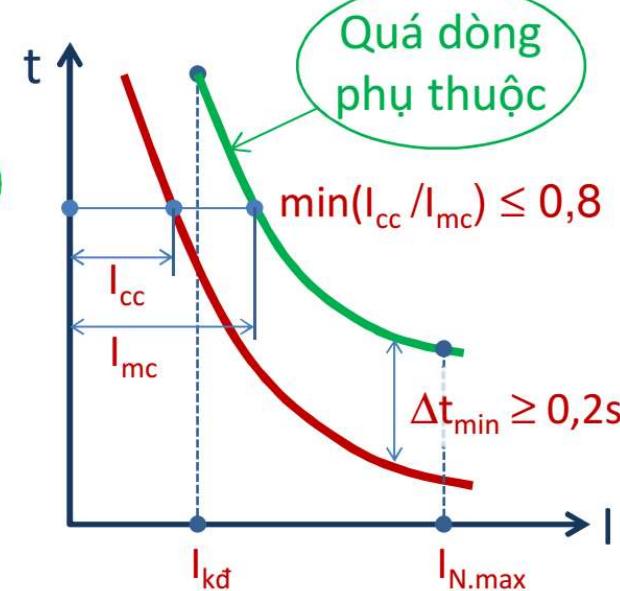
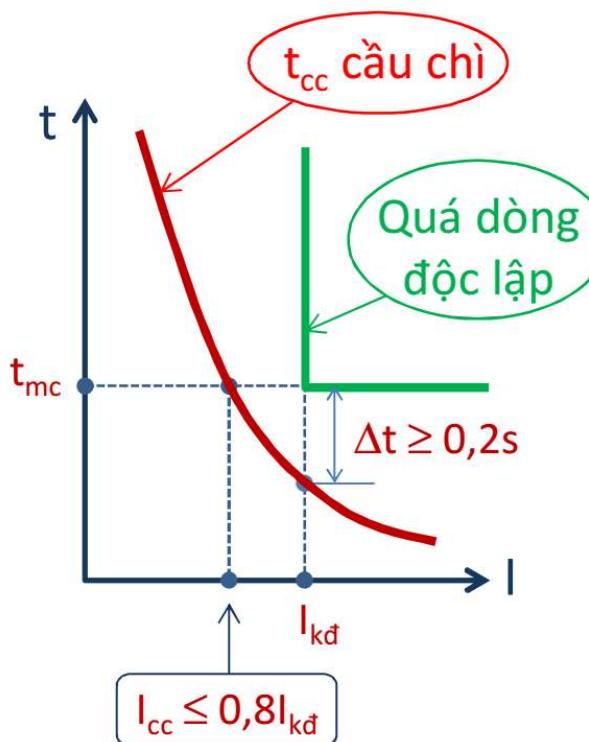


9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

422

1. Bảo vệ lưới điện trung áp

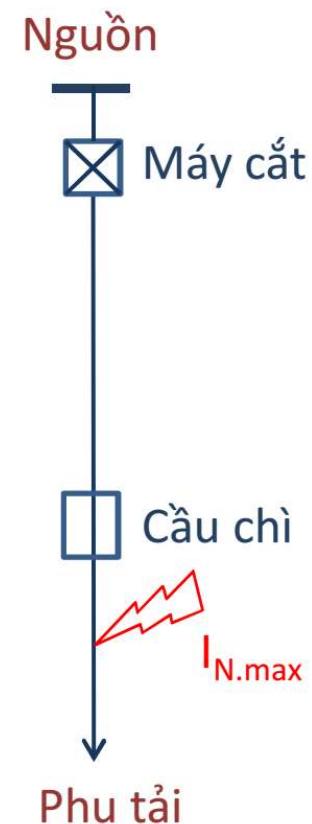
- Phối hợp bảo vệ giữa cầu chì và máy cắt [4]
 - Trường hợp máy cắt nằm phía nguồn



Từ I_{kd} đến $I_{N.max}$:

khi $\min(I_{cc} \leq I_{mc}) \leq 0,8$

khi $\Delta t = \min \Rightarrow \Delta t_{min} \geq 0,2s$



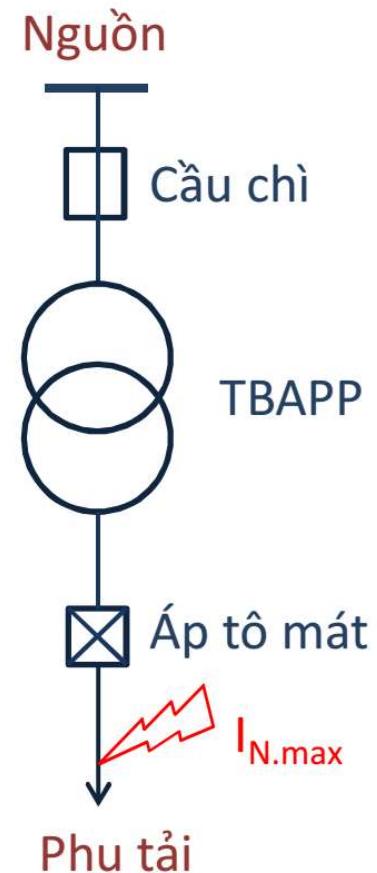
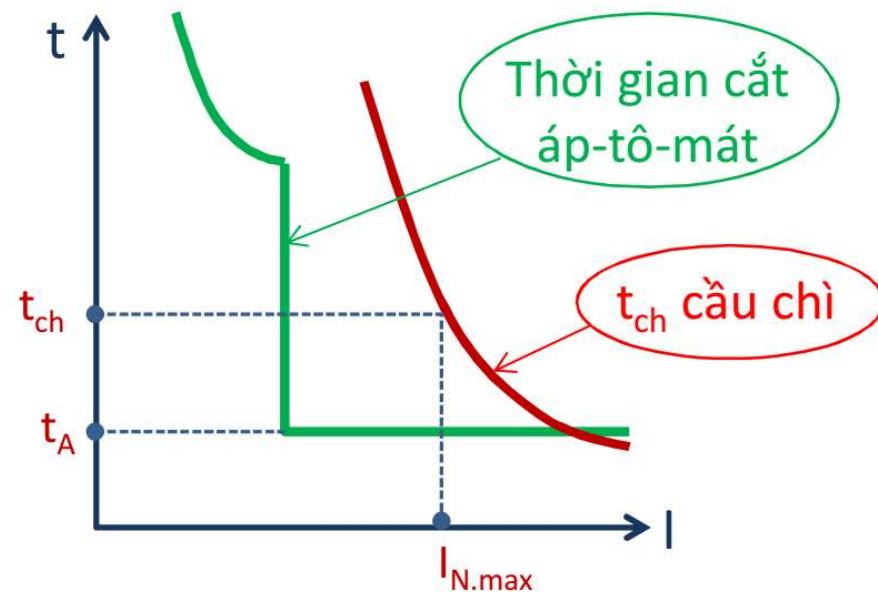


9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

423

1. Bảo vệ lưới điện trung áp

- Phối hợp bảo vệ giữa cầu chì và máy cắt [4]
 - Trường hợp máy cắt nằm phía tải: Bảo vệ TBAPP.



Điều kiện phối hợp: $t_{ch}(I_{N.max}) \geq 3t_A$



9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

424

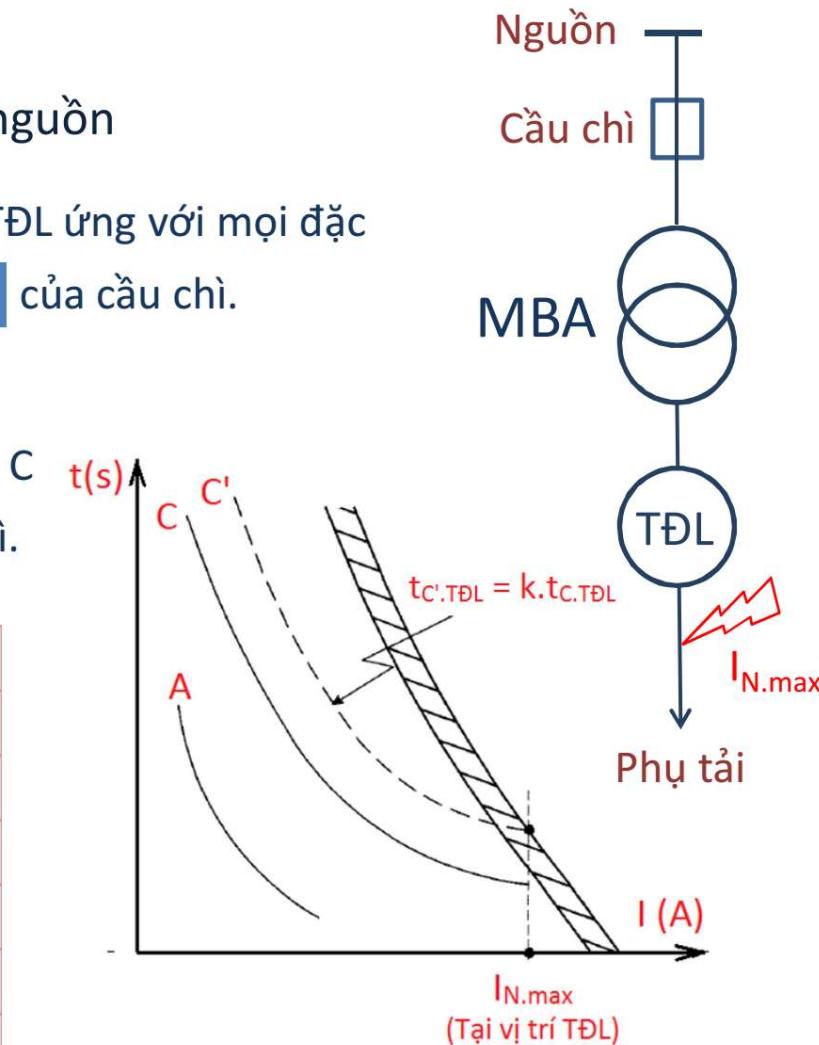
1. Bảo vệ lưới điện trung áp

□ Phối hợp TĐL với cầu chì

- Trường hợp cầu chì nằm phía nguồn

- Tất cả thời gian tác động của TĐL ứng với mọi đặc tính đều phải ngắn hơn $t_{ch.min}$ của cầu chì.
- Hằng số k để tính toán phối hợp giữa đặc tính có thời gian C và thời gian $t_{cc.max}$ của cầu chì.

$t_{C.TDL}$ (C.K.)	Chọn hệ số k		
	2A-2C	1A-3C	4C
25	2,7	3,2	3,7
30	2,6	3,1	3,5
50	2,1	2,5	2,7
90	1,85	2,1	2,2
120	1,7	1,8	1,9
240	1,4	1,4	1,45



Nguồn: **COOPER** Power Systems



9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

425

1. Bảo vệ lưới điện trung áp

- Phối hợp TĐL với cầu chì
 - Trường hợp cầu chì nằm phía phụ tải



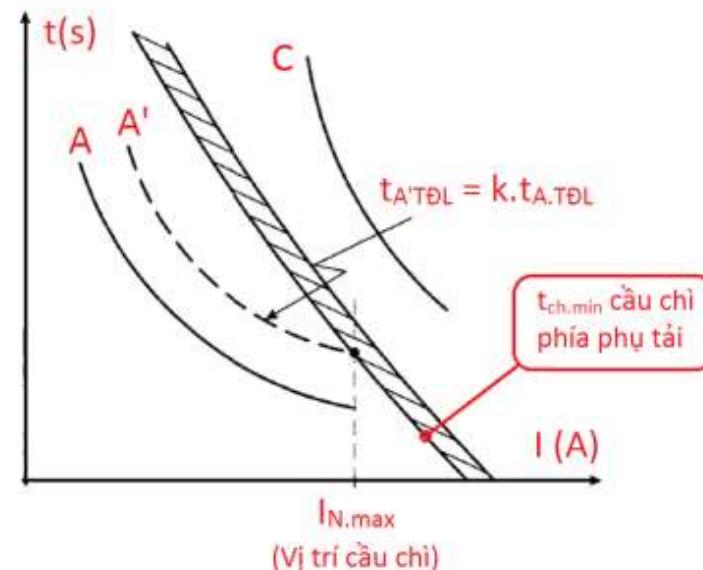
- $t_{ch,min}$ lớn hơn $t_{A,TDL}$ của đặc tính cắt nhanh A của TĐL.
⇒ tránh cầu chì cắt do sự cố thoáng qua.

$$t_{A',TDL} = k \cdot t_{A,TDL} = t_{ch,min}$$

- Thời gian loại trừ sự cố dài nhất $t_{cc,max}$ của cầu chì phải nhỏ hơn đặc tính có thời gian C của TĐL

Nguồn: **COOPER Power Systems**

$t_{A,TDL}$ (C.K.)	Hệ số k	
	1A	2A
25-30	1.25	1.80
60	1.25	1.35
90	1.25	1.35
120	1.25	1.35



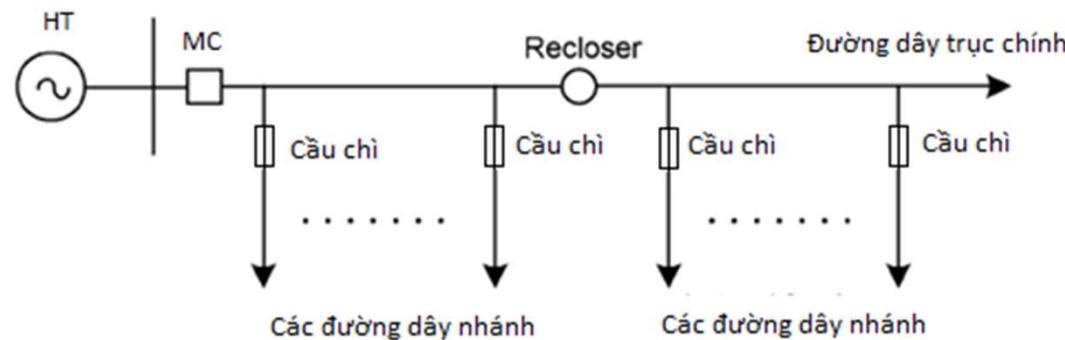


9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

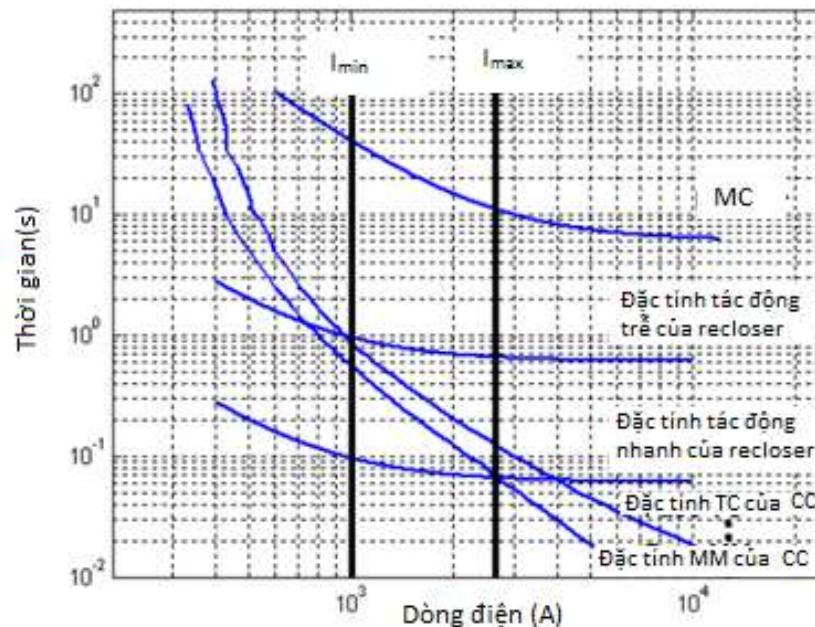
426

1. Bảo vệ lưới điện trung áp

Sơ đồ đường dây phân phối và vị trí của các thiết bị bảo vệ



Sự phối hợp đặc tính tác động của các thiết bị bảo vệ





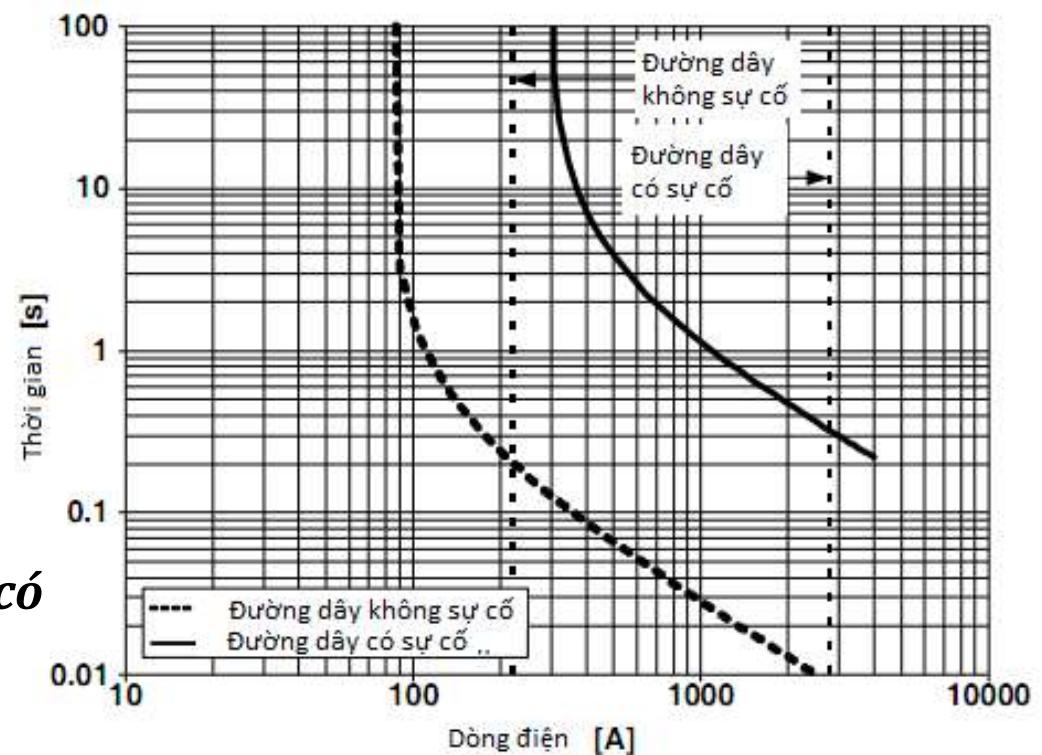
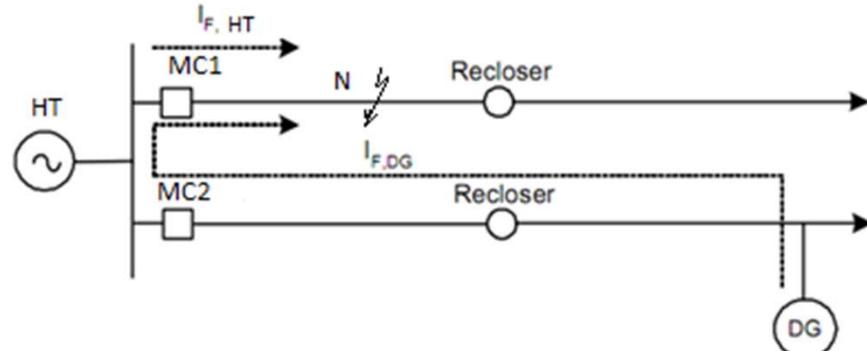
9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

427

1. Bảo vệ lưới điện trung áp

Khi có thêm nguồn năng lượng mặt trời hoặc gió đặt ở phía phụ tải (nhà dân) sẽ khiến cho các bảo vệ tác động sai

Trường hợp 1:



Giải pháp: Sử dụng bảo vệ quá dòng có hướng cho các máy cắt đầu nguồn



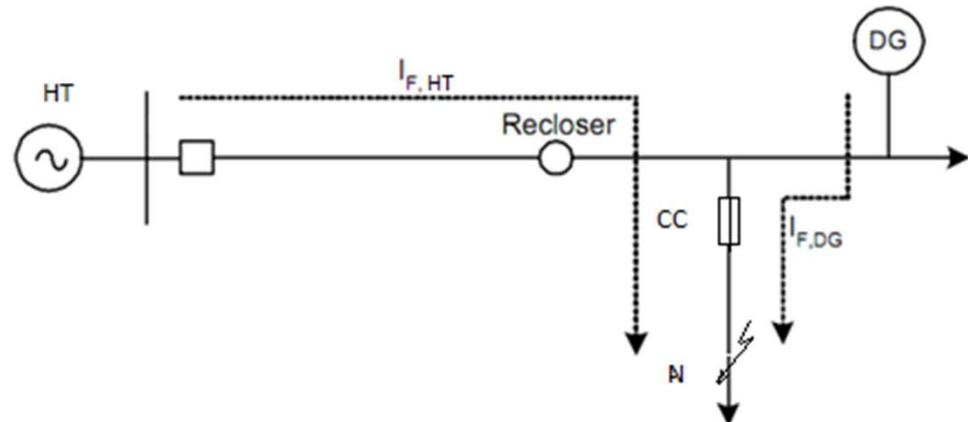
9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

428

1. Bảo vệ lưới điện trung áp

Khi có thêm nguồn năng lượng mặt trời hoặc gió đặt ở phía phụ tải (nhà dân) sẽ khiến cho các bảo vệ tác động sai

Trường hợp 2:



Yêu cầu:

Cần đảm bảo sự phối hợp giữa recloser và cầu chì trong mọi chế độ vận hành của DG.

Giải pháp:

Xây dựng mối liên hệ giữa công suất phát lớn nhất cho phép của DG tương ứng với một đường đặc tính nhất định của recloser và cầu chì. Từ đó đưa ra phương pháp chọn recloser và cầu chì thỏa mãn yêu cầu trên.



9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

429

2. Bảo vệ lưới điện hạ áp

□ Áp tô mát

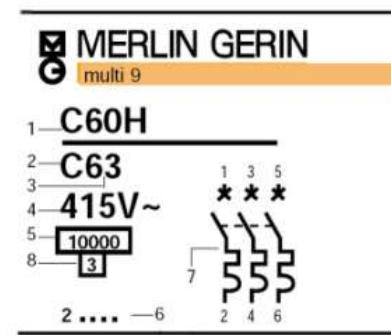
- Tiêu chuẩn:
 - IEC60947 (Industrial),
 - IEC60898 (Domestic)
- Các thông số cơ bản:

Điện áp định mức (U_{dm} , U_e)

- → Dòng điện định mức (I_{dm} , I_n)
- → Dòng khởi động BV quá tải (I_{kdn} , I_r) của rơ le nhiệt
- → Dòng khởi động BV ngắn mạch ($I_{kđdt}$, I_m) của rơ le điện từ
- → Dòng cắt ngắn mạch định mức ($I_{cắt.đm}$, I_{cs}). Đóng cắt nhiều lần. Thử nghiệm theo IEC: 0-3min-CO-3min-CO ($I_{cs} = 25-100\%.I_{cu}$).
- → Dòng cắt ngắn mạch lớn nhất ứng với điện áp nhất định ($I_{cắt.max}$, I_{cu}). Sau khi cắt dòng này áp tô mát có thể không sử dụng nữa

Compact		
NS630b H		
Ui 800 V	Uimp 8 kV	
Ue (V)	Icu(kA)	Ics(kA)
220/240 ~	70	35
380/415 ~	70	35
440 ~	65	32
500/525 ~	50	25
660/690 ~	42	21
Icw 19.2kA / 1s cat B		
50/60Hz IEC 60947-2 AS UNE CEI BS UTE VDE NEMA		

Áp tô mát CN



1. Circuit Breaker Model Number
2. Tripping Curve
3. Circuit Breaker Current Rating
4. Operating Voltage
5. Rated Breaking Capacity
6. Circuit Breaker Part Number
7. Electrical Diagram - No. of Poles
8. Ist classification

Áp tô mát SH



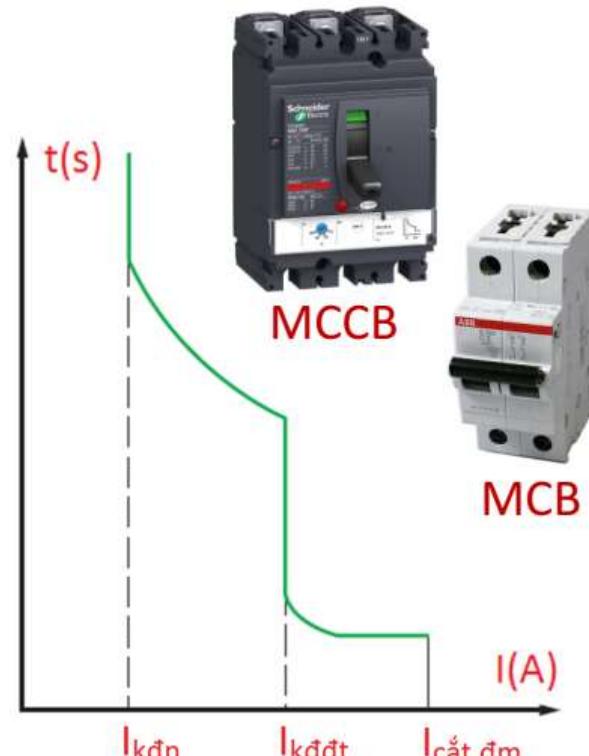
9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

430

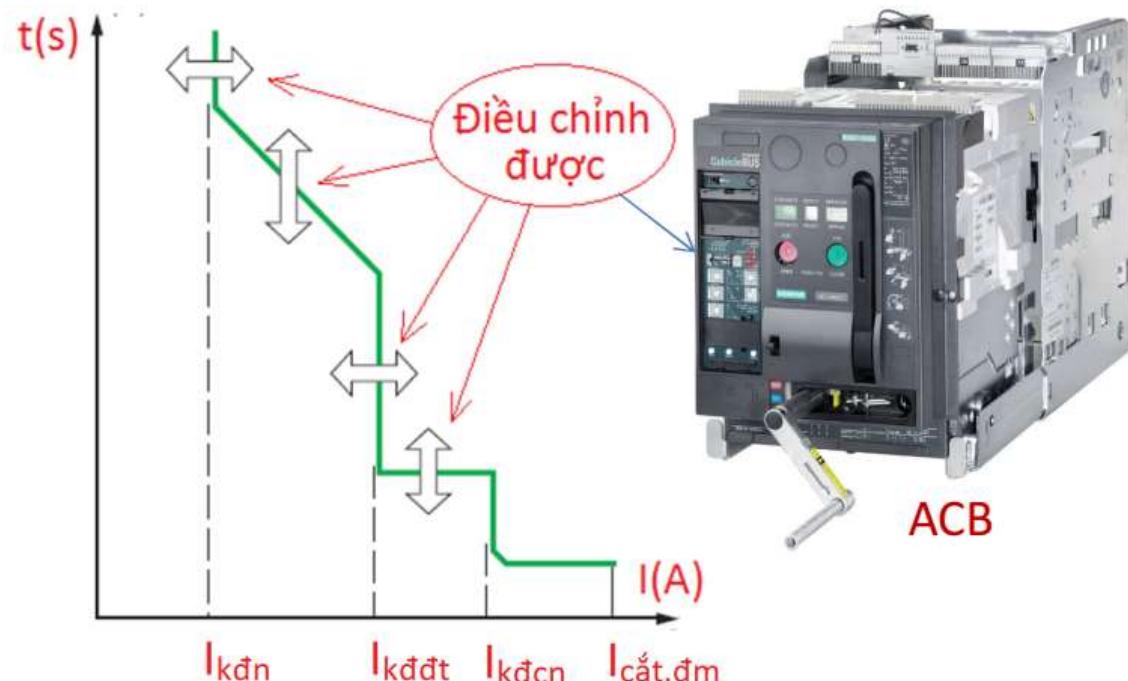
2. Bảo vệ lưới điện hạ áp

□ Áp tôt mát

- Đặc tính bảo vệ $t=f(I)$



Áp tôt mát nhiệt – từ (cố định)



Áp tôt mát điện tử (điều chỉnh được)



9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

431

2. Bảo vệ lưới điện hạ áp

□ Áp tôt mát

- Thông số của đặc tính bảo vệ $t = f(I)$

Áp dụng	Loại	BV quá tải	Bảo vệ ngắn mạch		
Gia dụng (IEC60898)	Nhiệt – diện tử	$I_{kđn} = I_{đm}$	Thấp (B) $I_{kđđt} = (3 \div 5)I_{đm}$	Tiêu chuẩn (C) $I_{kđđt} = (5 \div 10)I_{đm}$	Cao (D) $I_{kđđt} = (10 \div 20)I_{đm}$
Công nghiệp (thông dụng)	Nhiệt – diện tử	$I_{kđn} = I_{đm}$ (Cố định)	Thấp (B hoặc Z) $I_{kđđt} = (2,3 \div 4,8)I_{đm}$	Tiêu chuẩn (C) $I_{kđđt} = (7 \div 10)I_{đm}$	Cao (D hoặc K) $I_{kđđt} = (10 \div 14)I_{đm}$
Công nghiệp (IEC60947)	Nhiệt – diện tử	$I_{kđn} = I_{đm}$ (Cố định)		$I_{kđđt} = (7 \div 10)I_{đm}$	
	Điện tử	$I_{kđn} = (0,4 \div 1)I_{đm}$		$I_{kđđt} = (1,5 \div 10)I_{nh}$; $I_{kđcn} = (12 \div 15)I_{đm}$	

- Ứng dụng: **Loại B** dùng đối với lưới có dòng ngắn mạch bé, đường dây dài. **Loại C** là loại thông dụng. **Loại D** dùng cho mạch có dòng điện quá độ ban đầu tăng cao: Động cơ, máy biến áp.



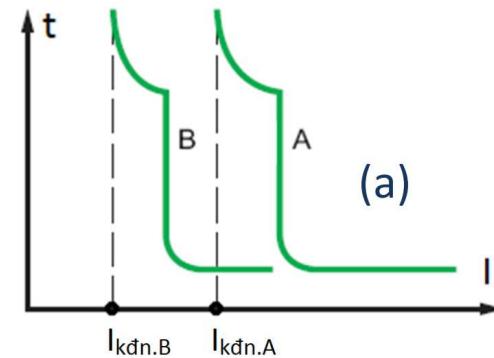
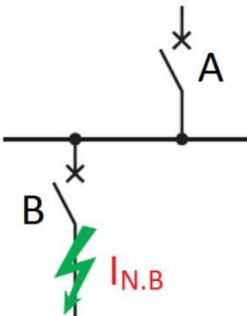
9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

432

2. Bảo vệ lưới điện hạ áp

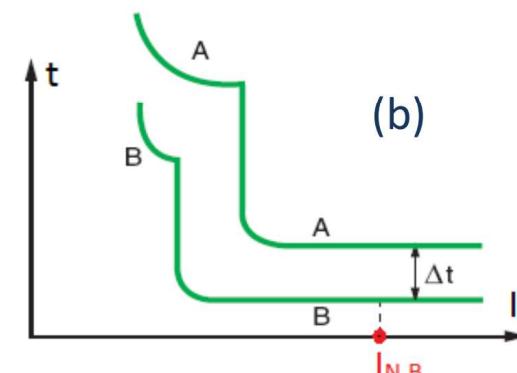
- Phối hợp bảo vệ giữa các áp tôt mát

- Bảo vệ quá tải (a): Tính chọn lọc được đảm bảo bởi nguyên tắc dòng điện $I_{kđn.A} > 2.I_{kđn.B}$

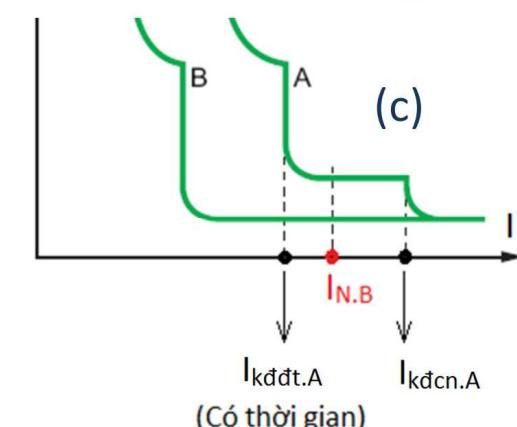


- Bảo vệ ngắn mạch dòng bé (b): Nếu $I_{N.B} > I_{kđđt.A}$, tính chọn lọc được đảm bảo bởi nguyên tắc thời gian với A có cấp thời gian: $t_A = t_B + \Delta t$

Nếu A có cấp $I_{kđcn}$ (c) thì $I_{kđcn.A} > I_{N.B}$



- Bảo vệ ngắn mạch dòng điện lớn: Tính chọn lọc đảm bảo bằng cách sử dụng áp tôt mát hạn chế dòng ngắn mạch ở vị trí B. A dùng áp tôt mát thường. Khi ngắn mạch xảy ra, B sẽ tác động với đặc tính cắt nhanh và hạn chế dòng ngắn mạch qua A nên A sẽ không thể thực hiện cắt nhanh.





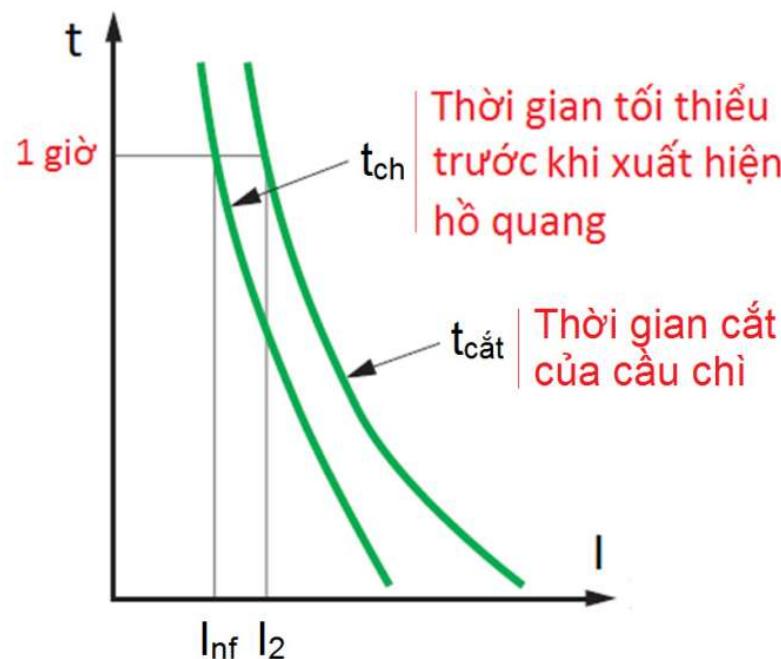
9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

433

2. Bảo vệ lưới điện hạ áp

Cầu chì

- Phân loại:
 - g: Bảo vệ cả quá tải và ngắn mạch
 - a: Chỉ bảo vệ ngắn mạch
- Đặc tính bảo vệ $t=f(I)$



Theo IEC60269-1,2

$I_{đm}$ (A)	I_{nf}	I_2	t (giờ)
$I_{đm} \leq 4A$	$1,5.I_{đm}$	$2,1.I_{đm}$	1
$4 < I_{đm} \leq 16A$	$1,5.I_{đm}$	$1,9.I_{đm}$	1
$16 < I_{đm} \leq 63A$	$1,25.I_{đm}$	$1,6.I_{đm}$	1
$63 < I_{đm} \leq 160A$	$1,25.I_{đm}$	$1,6.I_{đm}$	2
$160 < I_{đm} \leq 400A$	$1,25.I_{đm}$	$1,6.I_{đm}$	3
$400 < I_{đm}$	$1,25.I_{đm}$	$1,6.I_{đm}$	4



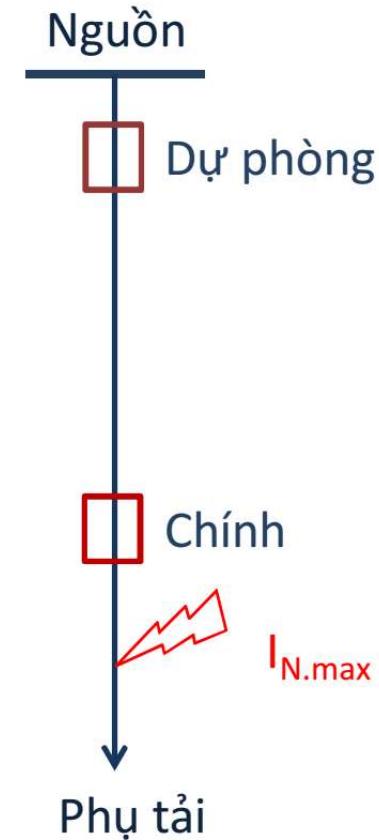
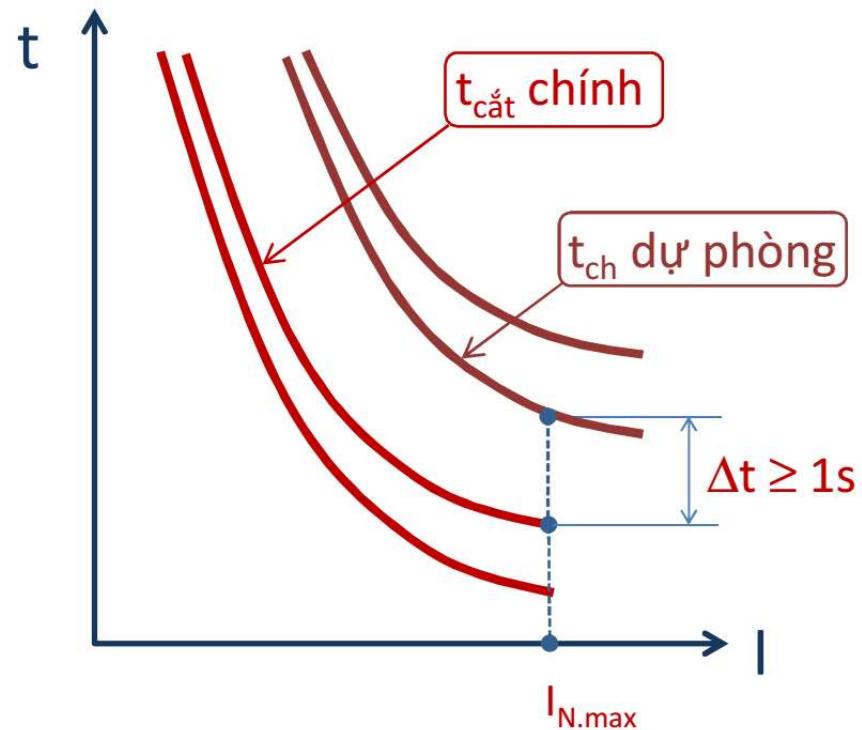
9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

434

2. Bảo vệ lưới điện hạ áp

- Phối hợp cầu chì – cầu chi: $t_{ch.\text{dự phòng}} = t_{cắt.\text{chính}} + \Delta t$

$$\Delta t \geq 1 \text{ giây}$$



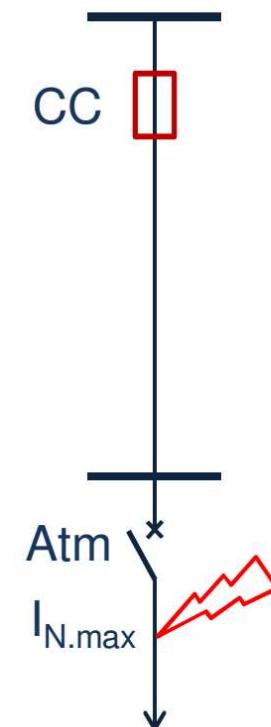
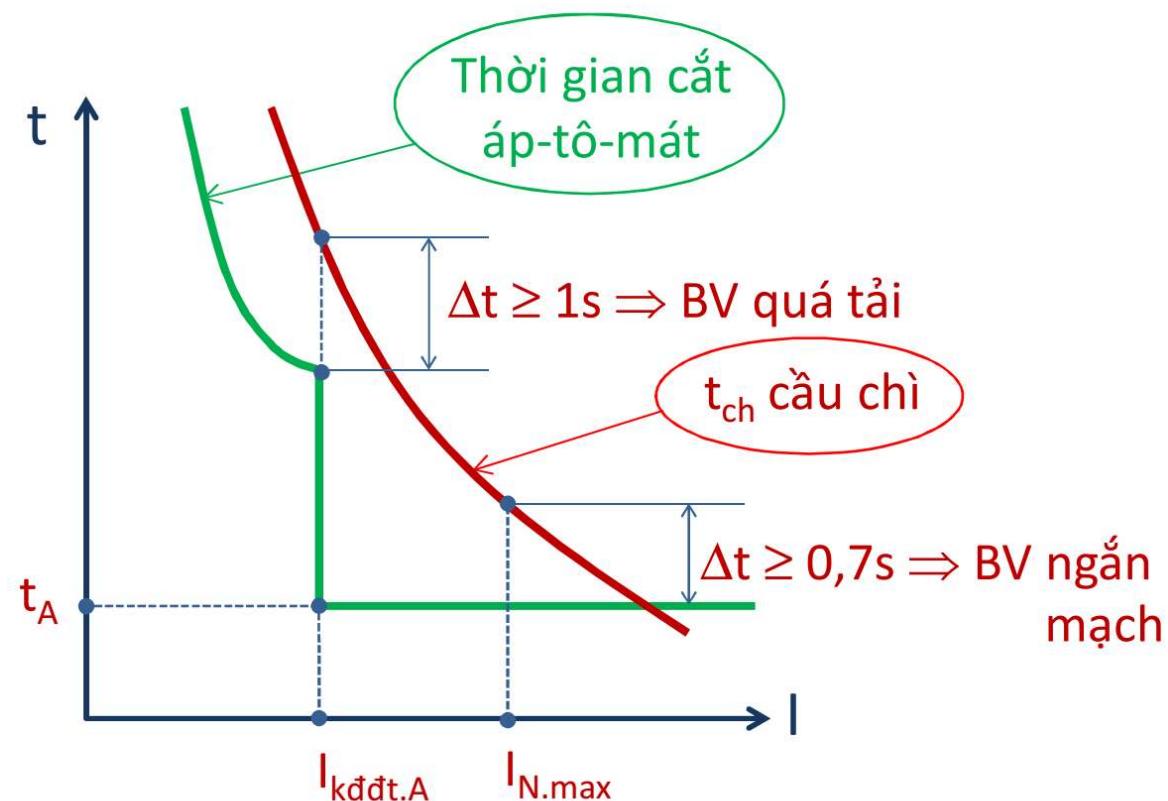


9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

435

2. Bảo vệ lưới điện hạ áp

Phối hợp áp tô mát với cầu chì phía nguồn



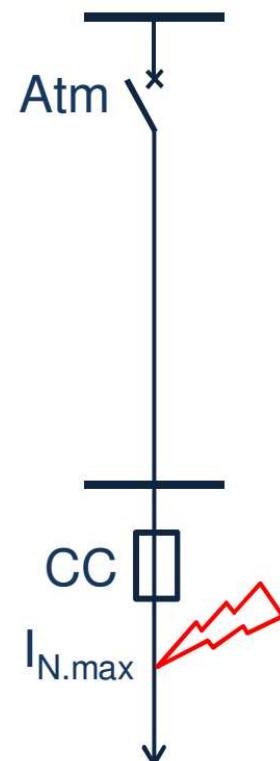
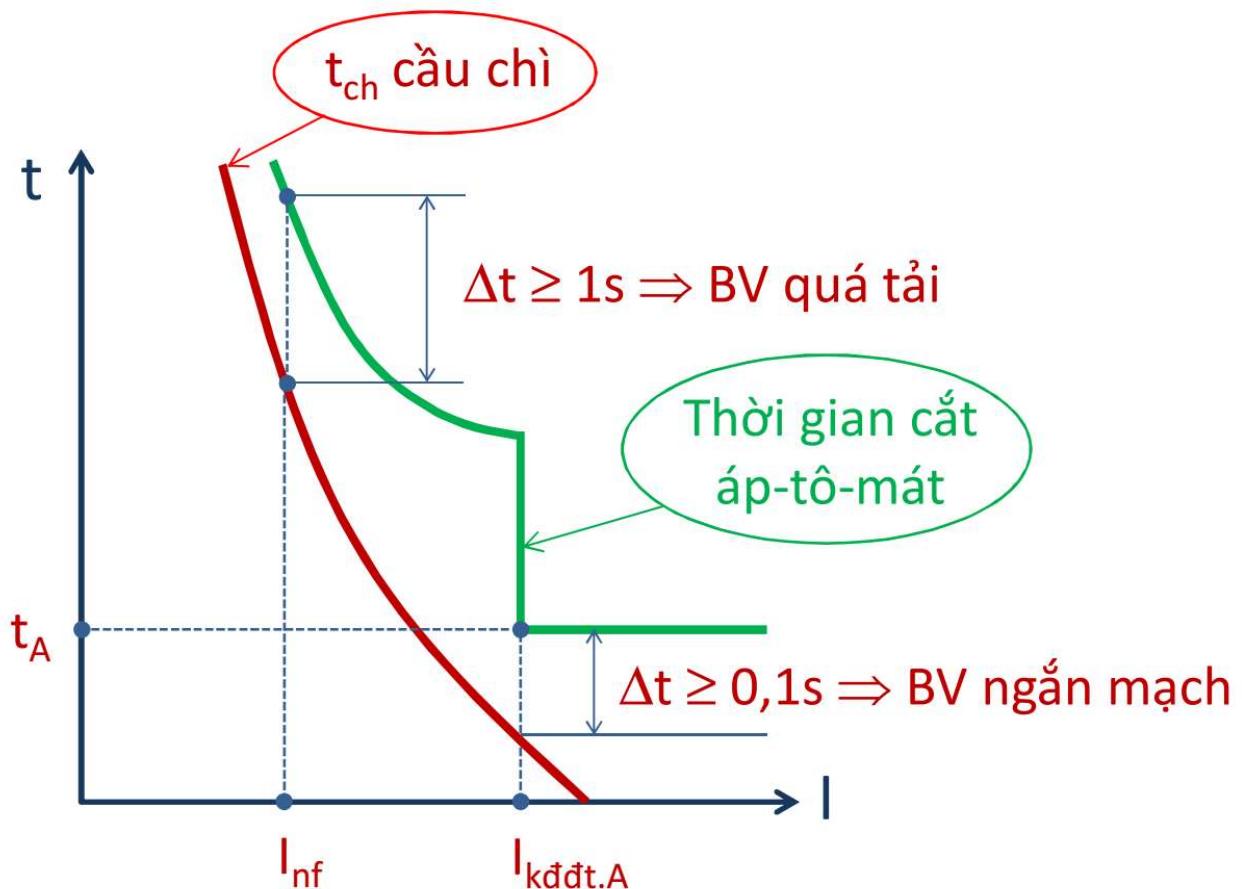


9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

436

2. Bảo vệ lưới điện hạ áp

Phối hợp cầu chì với áp-tô-mát phía nguồn





9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

437

2. Bảo vệ động cơ điện

❑ Các sự cố đối với động cơ điện (động cơ không đồng bộ)

Quá tải nhiệt	<ul style="list-style-type: none">▪ Tải trên trực động cơ lớn hơn tải định mức▪ Khởi động kéo dài và rotor không quay▪ Nhiệt độ môi trường tăng cao
Ngắn mạch	<ul style="list-style-type: none">▪ Pha - pha▪ Pha – đất▪ Chập các vòng dây
Làm việc không bình thường	<ul style="list-style-type: none">▪ Quá điện áp, sụt giảm điện áp▪ Mất tải

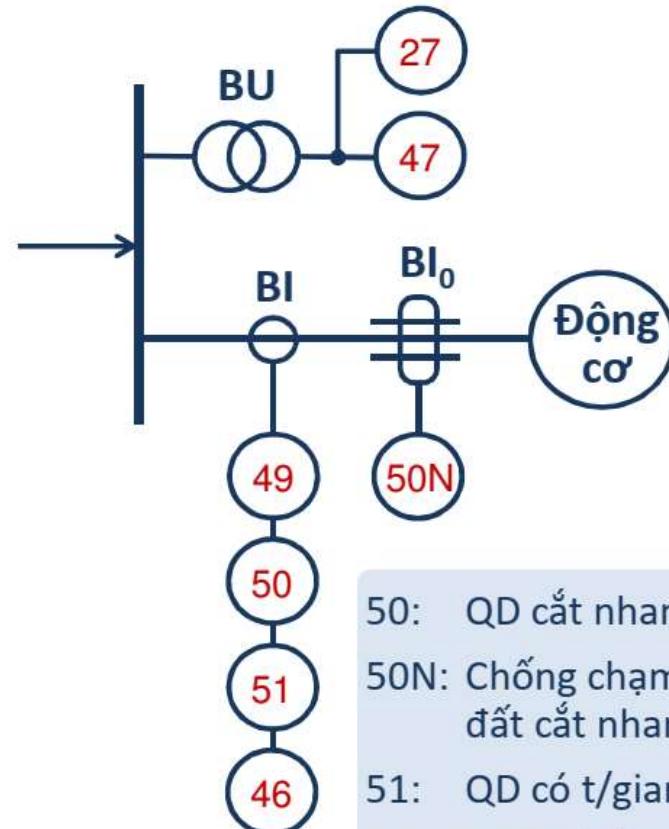
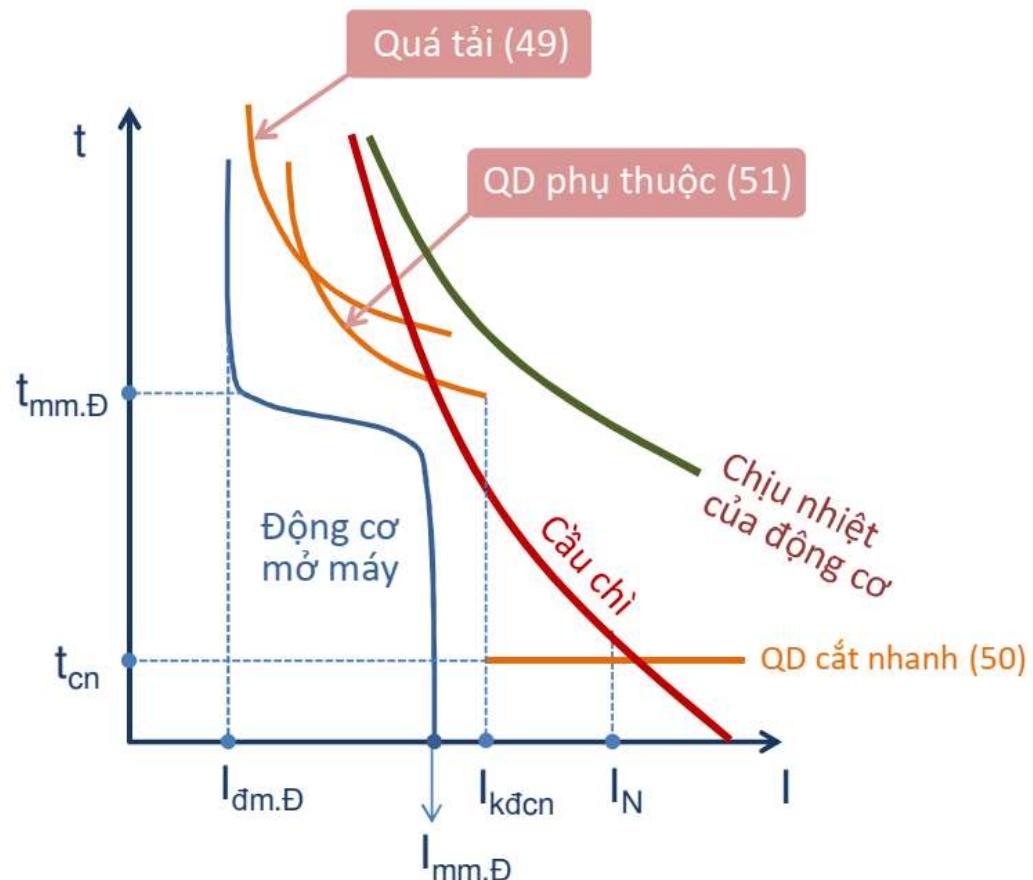


9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

438

2. Bảo vệ động cơ điện

□ Bảo vệ động cơ (trung áp)



- 50: QD cắt nhanh
- 50N: Chống chập đất cắt nhanh
- 51: QD có t/gian
- 49: BV quá tải
- 47: BV ngược thứ tự pha
- 46: BVQD I_2
- 27: Bảo vệ thấp áp



9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

439

2. Bảo vệ động cơ điện

□ Bảo vệ chống khởi động kéo dài và rotor ngừng quay (khóa)

- Bảo vệ quá tải do mở máy kéo dài dùng rơ le quá tải.

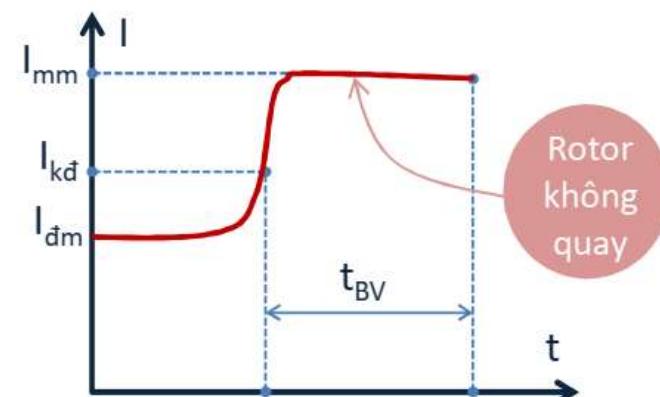
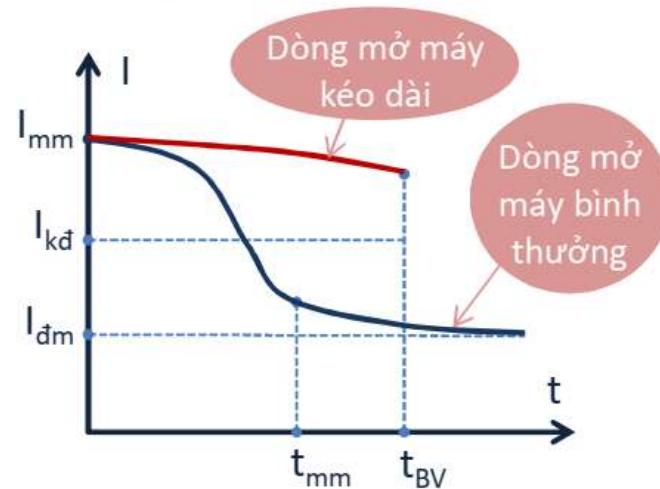
$$I_{kđ} = \frac{I_{mm}}{2} \text{ và } I_{kđ} > 1,3I_{đm.Đ}$$

$t_{BV} > t_{mm}$ vài giây.

- Bảo vệ chống rotor không quay dùng bảo vệ quá dòng điện.

$$I_{kđ} = \frac{I_{mm}}{2} \text{ và } I_{kđ} > 1,3I_{đm.Đ}$$

$t_{BV} = 0,5 \div 1s$.





9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

440

2. Bảo vệ động cơ điện

□ Bảo vệ chống mất đối xứng điện áp (27, 47)

- Điện áp thứ tự thuận được tính như sau:

$$\dot{U}_1 = \frac{1}{3} (\dot{U}_a + a \cdot \dot{U}_b + a^2 \cdot \dot{U}_c) \text{ với } a = 1 \angle 120^\circ = -\frac{1}{2} + j \frac{\sqrt{3}}{2}$$

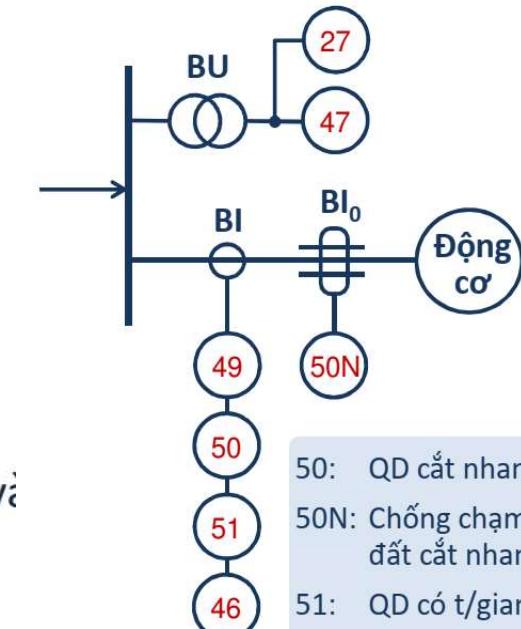
- Bảo vệ điện áp cực tiểu để bảo vệ giảm điện áp thứ tự thuận và động cơ đảo chiều quay

- Bảo vệ giảm điện áp thứ tự thuận

$$U_{1kđ} = (0,75 \div 0,8) \cdot U_{đm.Đ} \text{ và } t = 1 \text{ giây.}$$

- Bảo vệ chống đảo chiều quay động cơ

$$U_{1kđ} = (0,2 \div 0,25) \cdot U_{đm.Đ} \text{ và } t = 0,1 \text{ giây.}$$



anh (50)

- | | |
|------|-----------------------------|
| 50: | QD cắt nhanh |
| 50N: | Chống chập
đất cắt nhanh |
| 51: | QD có t/gian |
| 49: | BV quá tải |
| 47: | BV ngược thứ
tự pha |
| 46: | BVQD I ₂ |
| 27: | Bảo vệ thấp áp |



9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

441

2. Bảo vệ động cơ điện

Bảo vệ quá dòng thứ tự nghịch do mất đối xứng điện áp (46)

- Dòng điện thứ tự nghịch được tính như sau:

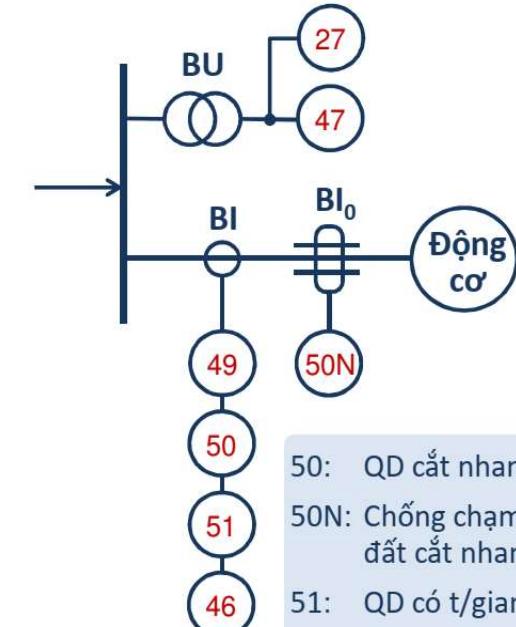
$$I_2 = \frac{1}{3}(I_a + a^2 \cdot I_b + a \cdot I_c) \text{ với } a = 1 \angle 120^\circ = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}$$

- Đối với động cơ: $\frac{U_2}{U_1} = 1\% \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 7\%$
- Dòng khởi động: Do trong lúc mở máy, động cơ có thể tiêu thụ $I_2 = (0,2 \div 0,3) \cdot I_{đm.Đ}$ nên để tránh mất chọn lọc, đặt $I_{2kđ}$ như sau
 - BVQD độc lập:

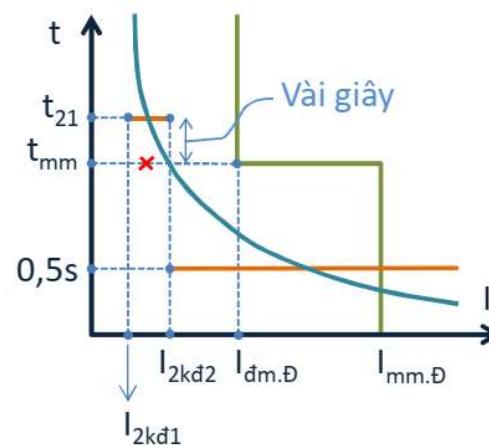
$$I_{2kđ1} = 0,2 \cdot I_{đm.Đ} \text{ và } t_{21} = t_{mm} + \text{vài giây}$$

$$I_{2kđ2} = 0,4 \cdot I_{đm.Đ} \text{ và } t_{22} = 0,5 \text{ giây}$$

- BVQD phụ thuộc: $t_2 = f(I_2)$ nằm trên điểm ($I_{2kđ} = 0,3 \cdot I_{đm.Đ}$; $t_2 = t_{mm.Đ}$)



- | | |
|------|--------------------------|
| 50: | QD cắt nhanh |
| 50N: | Chống chạm đất cắt nhanh |
| 51: | QD có t/gian |
| 49: | BV quá tải |
| 47: | BV ngược thứ tự pha |
| 46: | BVQD I_2 |
| 27: | Bảo vệ thấp áp |



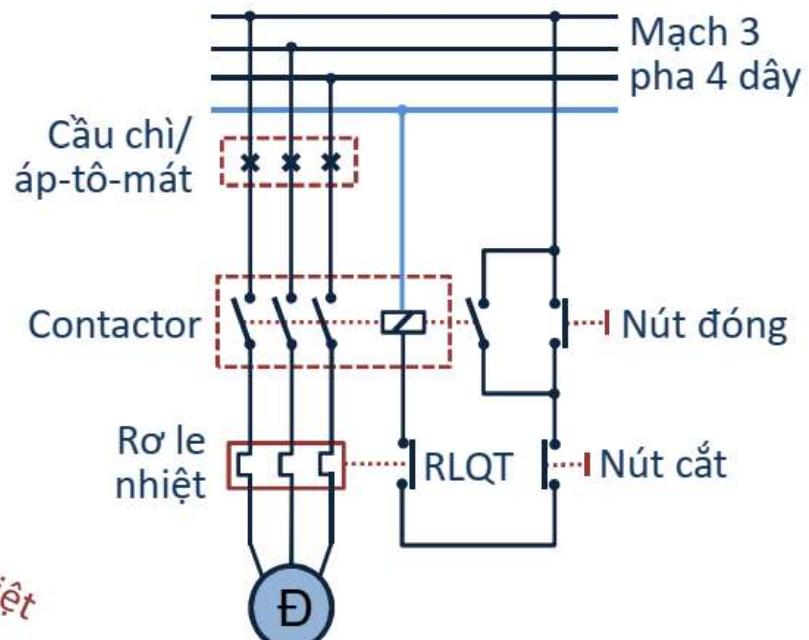
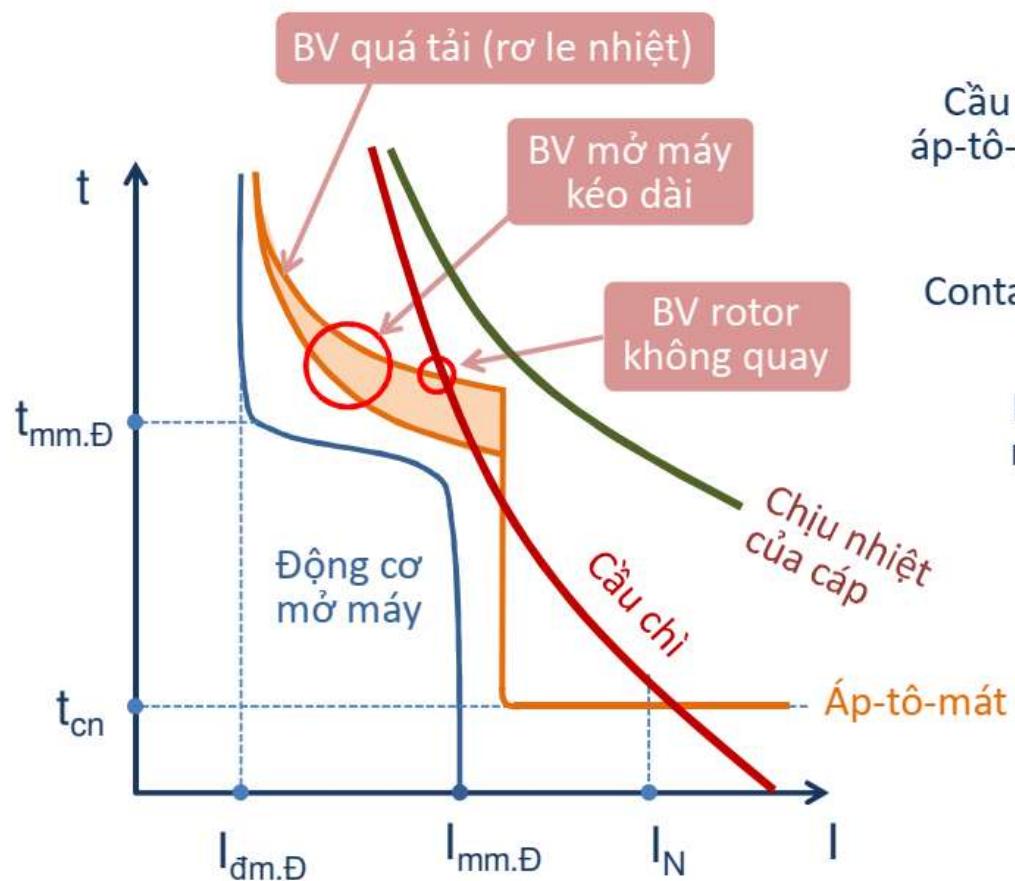


9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

442

2. Bảo vệ động cơ điện

Bảo vệ động cơ công suất nhỏ (hạ áp)





9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

443

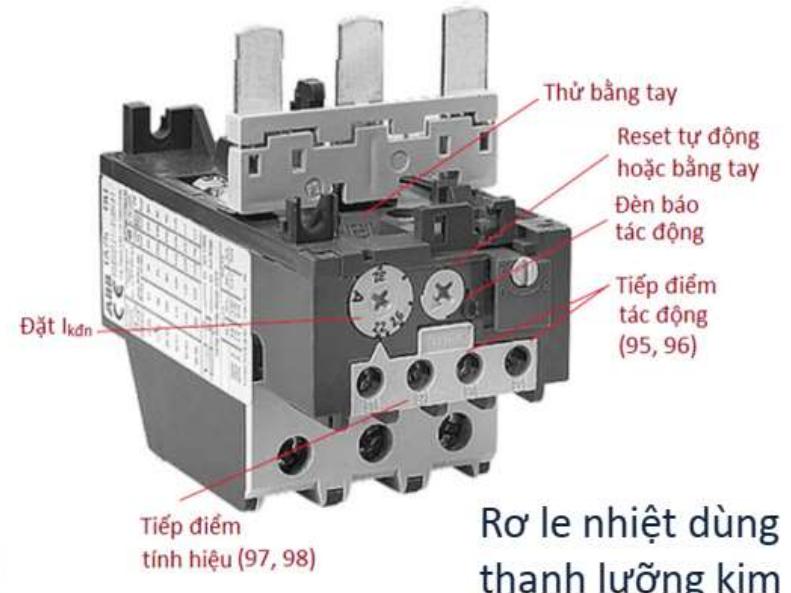
2. Bảo vệ động cơ điện

□ Bảo vệ quá tải động cơ

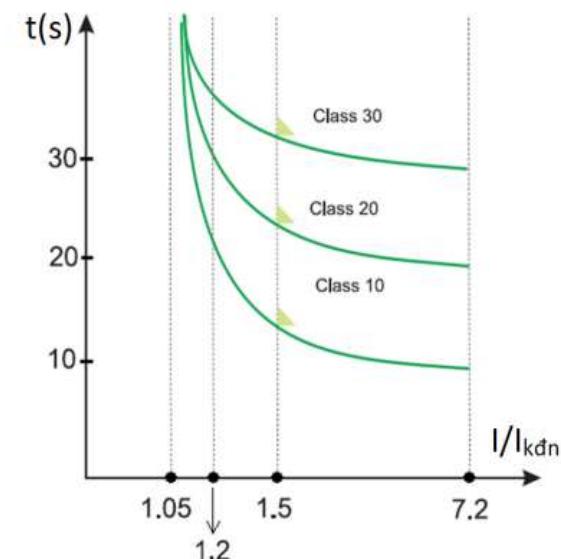
- Bảo vệ quá tải dùng rơ le nhiệt (lưỡng kim) hoặc điện tử.
- Dòng khởi động nhiệt:
 - $I_{kđn} = 1,1 \cdot I_{đm.Đ}$ (Service Factor, SF = 1)
 - $I_{kđn} = 1,25 \cdot I_{đm.Đ}$ (SF = 1.15)

Class	Tripping time from			
	Cold to 1.05xI _{kđn}	Warm to 1.2xI _{kđn}	Warm to 1.5xI _{kđn}	Cold to 7.2xI _{kđn}
10 A			< 2min	2s÷10s
10	> 2h	< 2h	< 4min	4s÷10s
20			< 8min	6s÷20s
30			< 12min	9s÷30s

Theo IEC 60947-4-1



Rơ le nhiệt dùng thanh lưỡng kim





9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

444

3. Bảo vệ MBA điện lực

- **Một số loại sự cố chính trong MBA:**

- Quá tải MBA
- Thùng dầu bị thủng hoặc rò dầu
- Ngắn mạch giữa các pha hoặc pha với vỏ ở bên trong hoặc tại đầu cực MBA
- Chập giữa các vòng dây trên cùng một pha
- Tùy theo công suất MBA, vị trí và vai trò trong hệ thống điện để lựa chọn phương thức bảo vệ thích hợp.

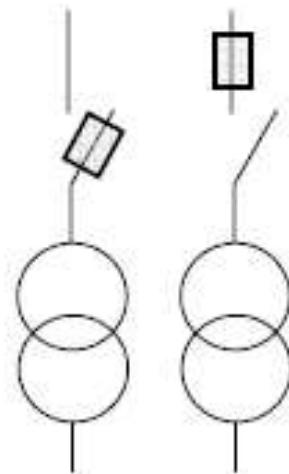


9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

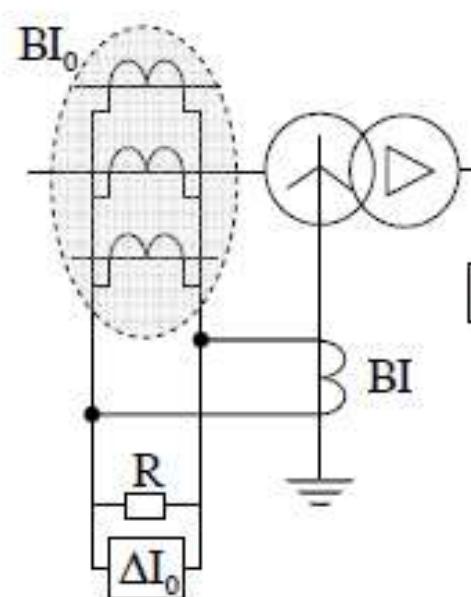
445

3. Bảo vệ MBA điện lực

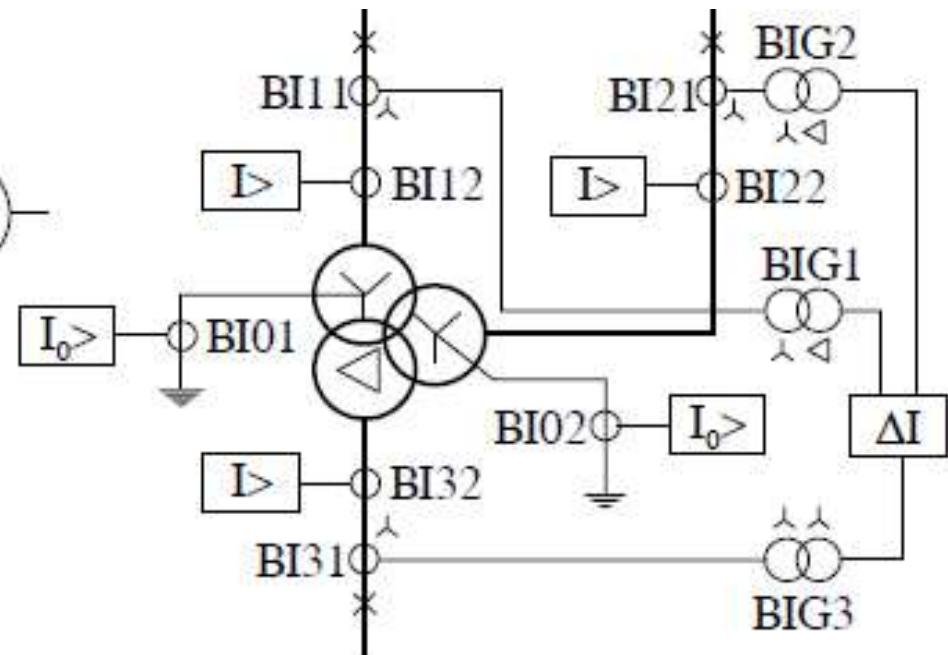
- ✓ Bảo vệ chống ngắn mạch trong MBA



Hình 9.11. Bảo vệ máy biến áp phân phối



Hình 9.12. Bảo vệ so lệch thứ tự không



Hình 9.13. Sơ đồ phương thức bảo vệ của máy biến áp trung gian 3 cuộn dây



9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

446

3. Bảo vệ MBA điện lực

- ✓ Bảo vệ chống ngắn mạch trong MBA
 - *Đối với trạm biến áp phân phổi (công suất nhỏ) → sử dụng cầu chì cao áp (cầu chì tự rơi hoặc thạch anh dạng ống có lắp kèm cầu dao cách ly)*
 - *Đối với máy biến áp trung gian (tùy vai trò) → các bảo vệ gồm:*
 - Bảo vệ so lệcch có hǔm (bảo vệ chính)
 - Bảo vệ quá dòng có thời gian (dự phòng cho so lệcch)
 - Bảo vệ quá dòng tránh quá tải MBA
 - Bảo vệ chống chạm đất sử dụng rơ le quá dòng (b)



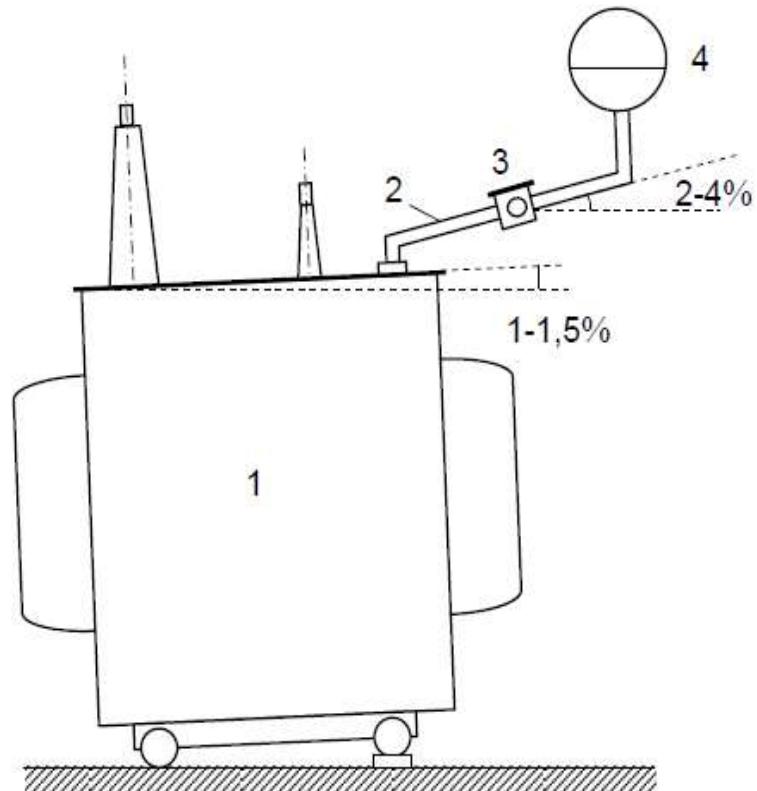
9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

447

3. Bảo vệ MBA điện lực

- ✓ **Bảo vệ chống chạm chập các vòng dây, thủng thùng dầu → Rơ le hơi (rơ le Buchholz)**

Chống được các hư hỏng như: quá tải, chạm chập các vòng dây, thủng thùng dầu thường làm cho dầu bốc hơi và chuyển động.



Hình 9.14. Bảo vệ rơ le hơi
1. Thùng dầu chính, 2. Ống dẫn dầu,
3. Rơ le hơi, 4. Thùng dầu phụ

Chương 09

BẢO VỆ RƠ LE VÀ TỰ ĐỘNG HÓA TRONG HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN

9.1 Khái niệm chung

9.2 Các nguyên tắc bảo vệ trong hệ thống CCĐ

9.3 Bảo vệ các thiết bị trong hệ thống CCĐ

9.4 Tự động hóa trong hệ thống CCĐ



9.4 Tự động hóa trong hệ thống CCĐ

453

Tự động hóa nhằm

- Nâng cao độ tin cậy cung cấp điện (giảm thiểu thời gian mất điện)
- Chất lượng điện năng
- Tối ưu hóa việc vận hành các thiết bị điện

Các thao tác tự động

- Tự động đóng lại (TDL)
- Tự động đó nguồn dự trữ (TĐD)
- Tự động điều chỉnh điện áp
- Tự động sa thải phụ tải theo tần số

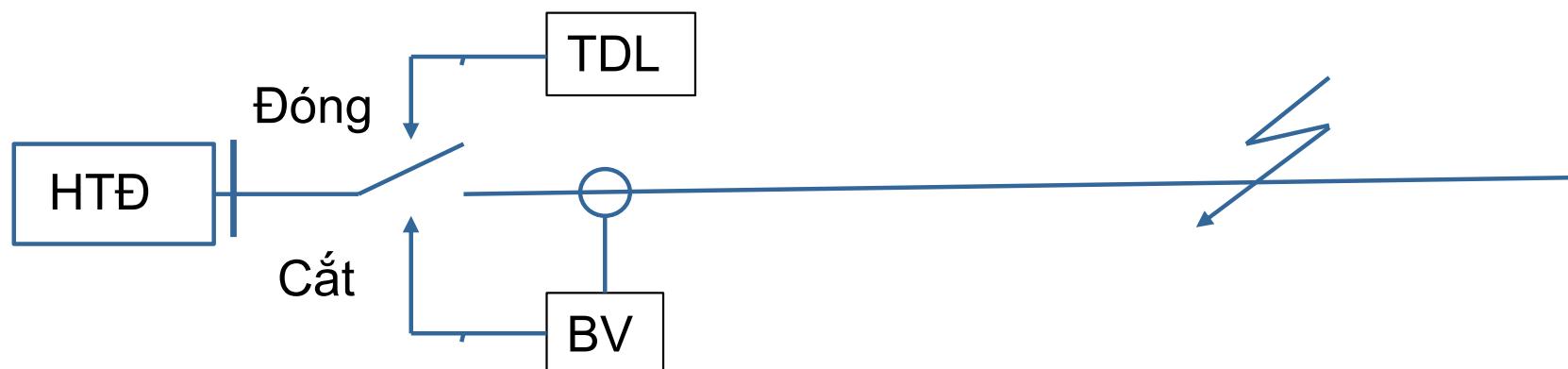


9.4 Tự động hóa trong hệ thống CCĐ

454

1. Tự động đóng lại (TDL)

- *Loại sự cố trong mạng điện áp định mức 35kV, 60-80% là sự cố thoáng qua (sét đánh, gió, cây rơi ...)*
 - *Thời gian tồn tại sự cố ngắn*
 - *TDL có thể tác động 1 hoặc nhiều lần*
 - *Thời gian đóng lại thường lấy bằng 0,2 giây.*



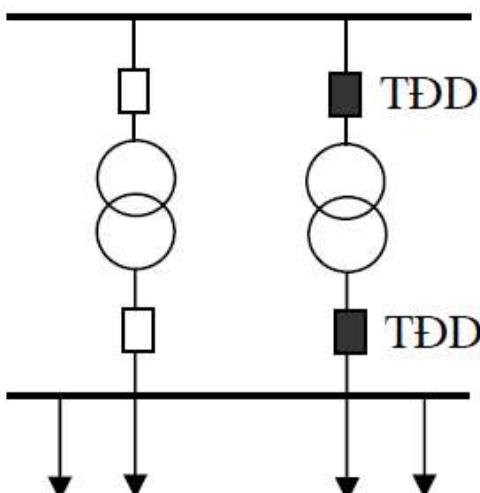
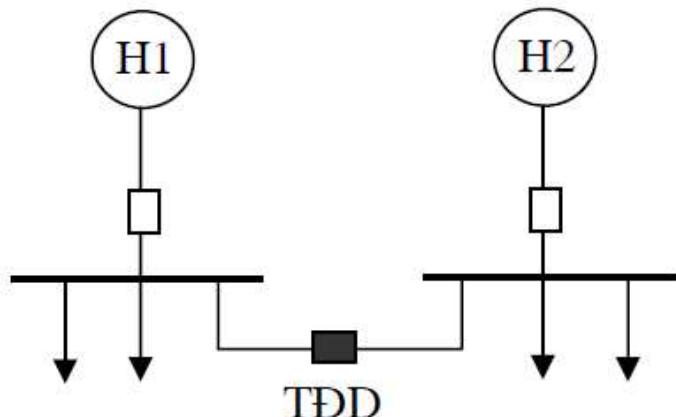


9.4 Tự động hóa trong hệ thống CCĐ

455

2. Tự động đóng lại dự trữ (TĐD)

- Thời gian đóng lại thường lấy bằng 0,5 đến 1,5 giây. Nếu chậm hơn thì các phụ tải động sẽ khởi động khó khăn hơn



Hình 9.18. Các sơ đồ dùng thiết bị TĐD thông dụng.

- a) TĐD trên thanh cáp,
- b) TĐD trên mạch dự phòng đặt song song



9.4 Tự động hóa trong hệ thống CCĐ

456

3. Tự động điều chỉnh điện áp

Việc tự động điều chỉnh điện áp có thể được thực hiện theo **nhiều cách** tùy thuộc vị trí và loại thiết bị tự động điều chỉnh điện áp.

- **Tại các TBA trung gian:** có thể sử dụng **MBA** điều áp dưới tải.
- **Trong lưới:** tự động điều chỉnh **đóng cắt các bộ tụ điện** để tham gia điện áp.
- **Tại máy phát đồng bộ:** điện áp máy phát có thể được tự động điều chỉnh bằng hệ thống kích từ máy phát.



9.4 Tự động hóa trong hệ thống CCĐ

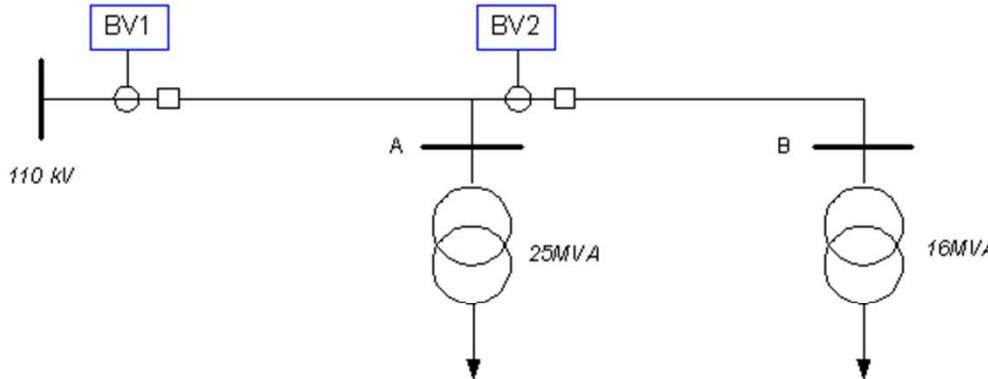
457

4. Tự động sa thải phụ tải

- ✓ HTĐ quá tải do mất cân bằng giữa công suất phát và công suất tiêu thụ ($P_F < P_t$).
- ✓ Mất cân bằng biểu hiện thông qua sự suy giảm tần số của lưới điện.
- ✓ Để lập lại cân bằng $P_F = P_t$ bằng cách cắt bớt phụ tải.
- ✓ Thiết bị sa thải phụ tải theo tần số: bộ bảo vệ rơ le tần số, có thể **cắt bớt phụ tải theo nhiều cấp suy giảm tần số**, thường có 4 cấp.



Bài tập



Cho sơ đồ hệ lưới điện 110kV, với công suất các MBA như hình vẽ trên. Dòng điện làm việc lớn nhất trên đường dây từ nguồn đến trạm A là 400A, dòng điện làm việc lớn nhất trên đoạn AB là 200A. Coi các phụ tải có cùng cosphi.

Dòng ngắn mạch cực đại đi qua các bảo vệ khi có sự cố như sau:

- Sự cố tại A: $I_N^A = 3.2(kA)$
- Sự cố tại B: $I_N^B = 2.5(kA)$

1. Tính toán dòng khởi động cho các chức năng bảo vệ 51 của BV1 và BV2.
2. Thời gian tác động chức năng bảo vệ quá dòng 51 của BV1 và BV2 cần phối hợp như thế nào? Biết các rơ le dùng đặc tính Standard Inverse và khi xảy ra sự cố tại B, bảo vệ 2 cắt với thời gian 0.75s.

Cho hệ số $K_{at} = 1.2$; $K_{mm} = 1.2$; $K_{trở vè} = 0.9$.

3. Tính toán dòng khởi động cho chức năng 50 của BV1 và BV2.



Dòng khởi động của BV1:

$$I_{kd1} = \frac{K_{mm} K_{at}}{K_v} I_{lvmmax1} = \frac{1.2 \times 1.2}{0.9} \times 400 = 640A$$

Dòng khởi động của BV2:

$$I_{kd2} = \frac{K_{mm} K_{at}}{K_v} I_{lvm} = \frac{1.2 \times 1.2}{0.9} \times 200 = 320A$$

Thời gian tác động của BV2 khi ngắn mạch ở B:

$$t = \frac{0.14}{\left(\frac{IB}{I_{kd2}}\right)^{0.02} - 1} \times T_{p2} = \frac{0.14}{\left(\frac{2500}{320}\right)^{0.02} - 1} \times T_{p2} = 0.75s$$

$$\rightarrow T_{p2} = 0.225s$$

→ Thời gian tác động của BV2 khi ở đầu đường dây AB:

$$t = \frac{0.14}{\left(\frac{IB}{I_{kd2}}\right)^{0.02} - 1} \times T_{p2} = \frac{0.14}{\left(\frac{3200}{320}\right)^{0.02} - 1} \times 0.225 = 0.67s$$

Để đảm bảo tính chọn lọc thì khi sự cố tại A, thời gian tác động của BV1 là $0.67 + 0.3 = 0.97s$

$$\rightarrow T_{p1} = ????$$



Chương 10

Tính toán chiếu sáng

10.1 Khái niệm chung

10.2 Các định nghĩa và đặc trưng của chiếu sáng

10.3 Thiết bị chiếu sáng

10.4 Thiết kế chiếu sáng chung



10.1 Khái niệm chung

❖ Chiếu sáng điện và phụ tải chiếu sáng

- *Chiếu sáng điện*

- Chiếu sáng đối với một công trình được tạo ra từ chiếu sáng tự nhiên và chiếu sáng nhân tạo.
- Chất lượng chiếu sáng điện ảnh hưởng đến nhiều mặt trong đời sống cũng như các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật như:
 - Sức khỏe, năng lực và tinh thần của con người khi làm việc
 - Điều kiện an toàn
 - Ảnh hưởng đến mỹ quan và môi trường

- *Đặc điểm chung của phụ tải chiếu sáng*

- Đô thị phụ tải chiếu sáng bằng phẳng
- Phụ tải chiếu sáng phụ thuộc vị trí địa lý
- Phụ tải chiếu sáng phụ thuộc thời tiết.



10.1 Khái niệm chung

❖ Phân loại chiếu sáng nhân tạo

- *Theo yêu cầu chiếu sáng*
 - **Chiếu sáng chung:** chiếu sáng tạo độ rọi đồng đều trên toàn diện tích cần chiếu sáng.
 - **Đặc điểm bố trí:** đèn được treo cao, theo qui luật nhất định (hình vuông, hình thoi,...)
 - **Phạm vi ứng dụng:** dùng cho những nơi có diện tích rộng, không đòi hỏi mắt phải phân biệt các chi tiết nhỏ.
 - **Chiếu sáng cục bộ:** Chiếu sáng tạo độ rọi lớn trong phạm vi không gian hẹp.
 - **Đặc điểm bố trí:** đèn chiếu sáng nơi cần quan sát, đặt trên máy công cụ hoặc cầm tay di động.
 - **Phạm vi ứng dụng:** Nơi cần quan sát tỉ mỷ, chính xác, phân biệt rõ ràng các chi tiết.
 - **Chiếu sáng hỗn hợp:** là kết hợp của hai loại chiếu sáng chung và chiếu sáng cục bộ



10.1 Khái niệm chung

❖ Phân loại chiếu sáng nhân tạo (tiếp)

- *Chiếu sáng làm việc (CSLV) và chiếu sáng sự cố (CSSC)*
 - Ngoài CSLV, phải đặt thêm CSSC, độ rọi của CSSC phải lớn hơn ít nhất 10% độ rọi của CSLV. Đặc điểm chính của CSSC:
 - Cấp điện để công việc tiếp tục trong thời gian sửa chữa CSLV.
 - Đảm bảo cho phép công nhân rời khỏi các khu vực nguy hiểm,
 - CSSC được cấp nguồn độc lập với CSLV.
- *Chiếu sáng trong nhà (CSTN) và ngoài trời (CSNT)*
 - Thiết bị chiếu sáng ngoài trời cần chịu được tác động của thời tiết
 - Cần xét đến khả năng phản xạ ánh sáng của các bề mặt gần thiết bị chiếu sáng (đặc biệt đối với chiếu sáng trong nhà)

Chương 10

Tính toán chiếu sáng

10.1 Khái niệm chung

10.2 Các định nghĩa và đặc trưng của chiếu sáng

10.3 Thiết bị chiếu sáng

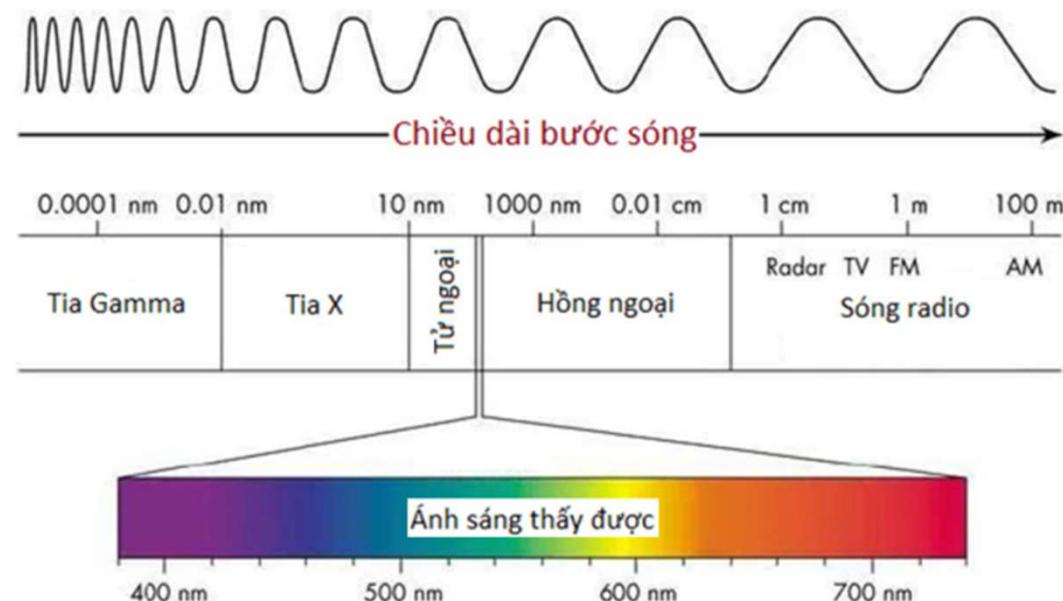
10.4 Thiết kế chiếu sáng chung

10.2 Các định nghĩa và đặc trưng chiếu sáng



❖ Các đại lượng cơ bản

- **Ánh sáng:** Là những bức xạ có bước sóng từ 380-780 nm mà mắt người có thể cảm thấy được.



- Từ 3000 m đến 10 m Sóng radio
 - Từ 10 m đến 0,5 m Sóng TV, FM
 - Từ 500 mm đến 1,0 mm Sóng rada
 - Từ 1000 μm đến 0,78 μm Sóng hồng ngoại
 - Từ 780 nm đến 380 nm ánh sáng
 - Từ 380 nm đến 10 nm Tia cực tím
 - Từ 100 A^0 đến 0,01 A^0 Tia X
 - Từ 0,01 A^0 đến 0,001 A^0 Tia γ , tia vũ trụ

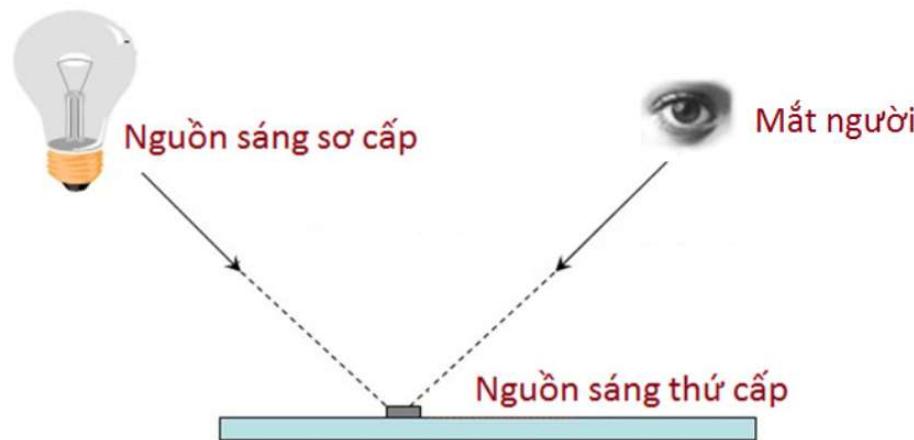
$$(1 \text{ } \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}; \quad 1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}; \quad 1 \text{ A}^0 = 10^{-10} \text{ m})$$



10.2 Các định nghĩa và đặc trưng chiếu sáng

❖ Các đại lượng cơ bản

- **Nguồn sáng:** Có hai loại nguồn sáng: Sơ cấp (thiết bị chiếu sáng) và thứ cấp (các bề mặt hoặc vật có khả năng phản xạ ánh sáng).



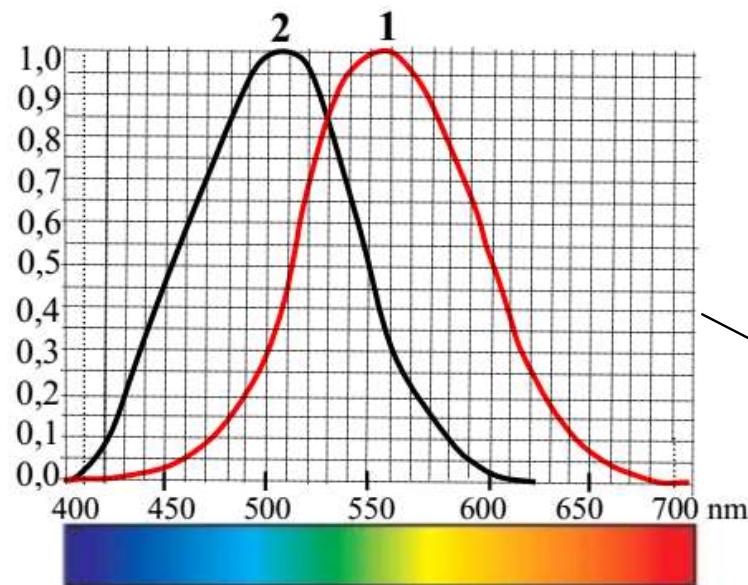
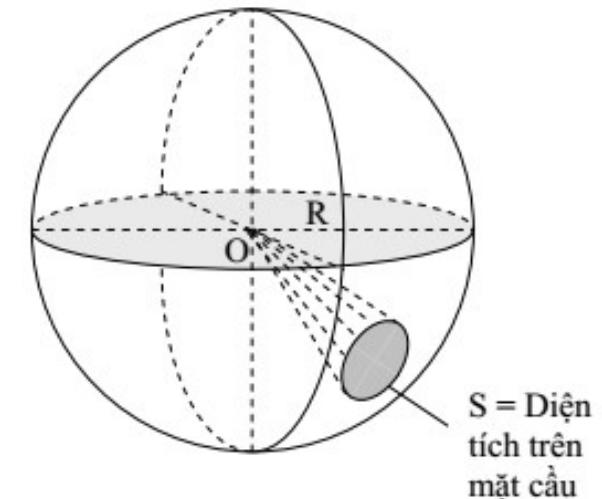
- **Màu sắc:** Là do cảm nhận của mắt đối với một nguồn sáng.
- **Vật thể nóng sáng:** Là nguồn sáng sơ cấp mà bức xạ phát ra của nó được suy ra từ nhiệt độ của vật thể



10.2 Các định nghĩa và đặc trưng chiếu sáng

❖ Các đại lượng cơ bản

- **Góc khối (Ω):** Đơn vị Steradian (Sr). Góc khối biểu thị cho không gian mà nguồn sáng bức xạ năng lượng.
- **Quang thông (Φ):** Đơn vị lumen (lm) là thông lượng của quang năng của nguồn sáng mà mắt người có thể nhận biết được.



$$\Omega = \frac{S}{R^2}$$

S; R: Diện tích và bán kính mặt cầu

- Cả mặt cầu: $\Omega = 4\pi$ (Sr)

- Đường cong hiệu quả ánh sáng:
 - Đường 1: ban ngày
 - Đường 2: ban đêm



10.2 Các định nghĩa và đặc trưng chiếu sáng

❖ Các đại lượng cơ bản

- **Cường độ sáng (I):** Đơn vị Candela (Cd).

Thông lượng quang năng tính trong một đơn vị góc khối

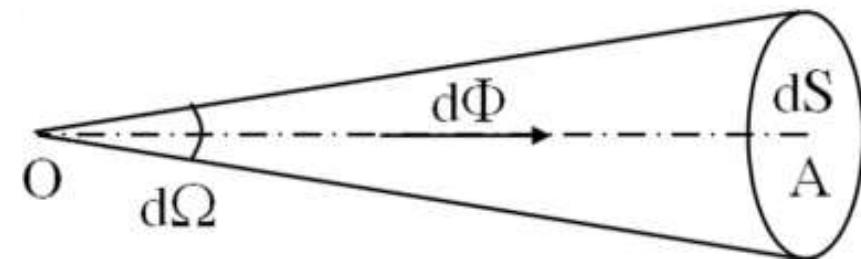
Thể hiện độ sáng của nguồn sáng

- **Độ rời (E):** Đơn vị Lux(Lx).

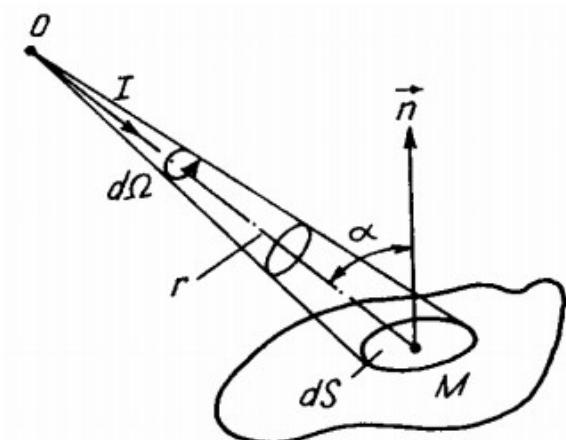
Mật độ quang thông rời trên bề mặt được chiếu sáng.

Đặc trưng cho nhu cầu của đối tượng được chiếu sáng.

- * Trưa nắng không mây 100.000 lux
- * Đêm trăng tròn không mây 0,25 lux
- * Ban đêm với hệ thống chiếu sáng công cộng 10-30 lux
- * Nhà ở bình thường ban đêm: 159-300lux
- * Phòng làm việc: 400-600lux.



$$I_{\overrightarrow{OA}} = \lim_{\Omega \rightarrow 0} \frac{d\phi}{d\Omega}$$



$$E = \frac{d\phi}{dS}$$



10.2 Các định nghĩa và đặc trưng chiếu sáng

❖ Các đại lượng cơ bản

- **Độ chói (L):** Đơn vị Cd/m²

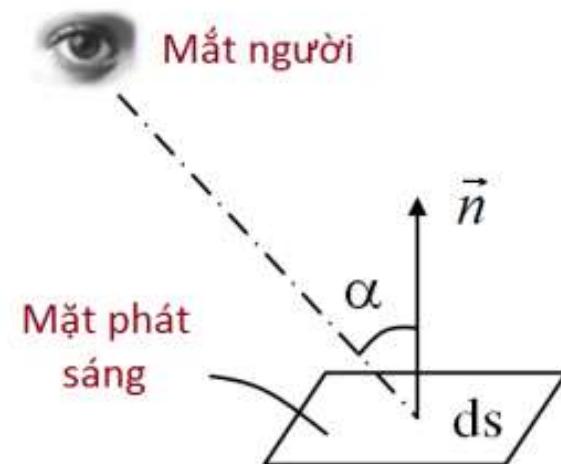
Đặc trưng cho sự tác động của một mặt chiếu sáng đối với mắt người.

Mặt chiếu sáng có thể là nguồn sáng sơ cấp hoặc thứ cấp.

Độ chói là thông số quan trọng để đánh giá tiện nghi nhìn.

Độ chói nhỏ nhất để được nhìn thấy là 10^{-5} cd/m²

Độ chói bắt đầu gây lóa mắt 5000cd/ m²



$$L = \frac{dI}{ds \cdot \cos\alpha}$$



10.2 Các định nghĩa và đặc trưng chiếu sáng

❖ Các hệ số

- Hiệu suất phát quang (lm/W): $\eta = \frac{\phi}{P}$ ϕ (lm) và P (W): Quang thông phát ra và công suất điện tiêu thụ của nguồn sáng

Loại đèn	Sợi đốt	Huỳnh quang	Compact (CFL)	LED
η (lm/W)	15	70	50-80	70-90

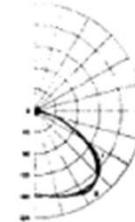
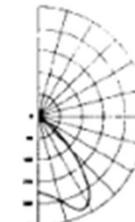
- Hệ số suy giảm quang thông (k_{dt}):
Quang thông đèn suy giảm do lão hóa đèn, bám bụi, do nhiệt độ.
- Hệ số sử dụng (k_{sd}): Phần 3
 - Phụ thuộc loại đèn (phân bố quang thông)
 - Chỉ số phòng
 - Hệ số phản xạ của các bề mặt trong không gian chiếu sáng.



10.2 Các định nghĩa và đặc trưng chiếu sáng

❖ Các hệ số

❑ Hệ số sử dụng (k_{sd}):

Typical Luminaire	Typical Intensity Distribution	$\rho_{cc} \rightarrow$	80	70	50	30	10	0						
		$\rho_{w \rightarrow}$	70	50	30	50	30	10	50	30	10			
RCR ↓														
Lamp = M400/C/U SC (along, across, 45°) = 1.7, 1.7, 1.7														
Low bay with drop lens, narrow	 	0	0.86	0.86	0.86	0.84	0.84	0.84	0.80	0.80	0.80			
		1	0.78	0.75	0.71	0.76	0.73	0.70	0.69	0.67	0.65			
		2	0.71	0.65	0.60	0.69	0.63	0.59	0.60	0.56	0.53			
		3	0.64	0.56	0.50	0.55	0.50	0.53	0.48	0.44	0.51			
		4	0.59	0.50	0.43	0.57	0.49	0.42	0.47	0.41	0.37			
		5	0.54	0.44	0.38	0.42	0.43	0.37	0.41	0.36	0.32			
		6	0.49	0.39	0.33	0.48	0.39	0.32	0.37	0.31	0.27			
		7	0.46	0.35	0.29	0.44	0.35	0.28	0.33	0.28	0.24			
		8	0.42	0.32	0.26	0.41	0.31	0.25	0.30	0.25	0.21			
		9	0.39	0.29	0.23	0.38	0.29	0.23	0.28	0.22	0.18			
		10	0.37	0.27	0.21	0.36	0.26	0.21	0.26	0.20	0.17			
High bay, open metal reflector, medium	 	Chỉ số phòng												
		0	0.99	0.99	0.99	0.96	0.96	0.96	0.91	0.91	0.91	0.86	0.86	0.86
		1	0.93	0.90	0.87	0.90	0.88	0.85	0.83	0.81	0.80	0.80	0.78	0.77
		2	0.86	0.81	0.77	0.84	0.79	0.75	0.76	0.73	0.70	0.73	0.70	0.68
		3	0.80	0.73	0.68	0.78	0.72	0.67	0.65	0.65	0.61	0.66	0.63	0.60
		4	0.75	0.67	0.61	0.73	0.65	0.60	0.63	0.58	0.54	0.61	0.57	0.53
		5	0.70	0.61	0.54	0.68	0.59	0.54	0.57	0.52	0.48	0.55	0.51	0.48
		6	0.65	0.55	0.49	0.63	0.54	0.48	0.53	0.47	0.43	0.51	0.46	0.43
		7	0.60	0.51	0.44	0.59	0.50	0.44	0.48	0.43	0.39	0.47	0.42	0.39
		8	0.56	0.47	0.40	0.55	0.46	0.40	0.44	0.39	0.35	0.43	0.38	0.35
		9	0.53	0.43	0.37	0.52	0.42	0.36	0.41	0.36	0.32	0.40	0.35	0.32
		10	0.50	0.40	0.34	0.48	0.39	0.33	0.38	0.33	0.29	0.37	0.32	0.29



10.2 Các định nghĩa và đặc trưng chiếu sáng

❖ Các hệ số

Hệ số phản xạ của trần và tường phụ thuộc vào màu sắc, thường lấy:

Trắng sáng, thạch cao trắng: 0,8

Màu sáng, màu nhạt 0,7

Vàng, lục sáng, xi măng 0,5

Màu rực rõ, gạch đỏ 0,3

Màu tối, kính 0,1

Hệ số phản xạ của sàn, lấy gần đúng từ 0,1 đến 0,3

Sàn màu tối, bê tông xỉn 0,1

Sàn trải plastic 0,3

Chương 10

Tính toán chiếu sáng

10.1 Khái niệm chung

10.2 Các định nghĩa và đặc trưng của chiếu sáng

10.3 Thiết bị chiếu sáng

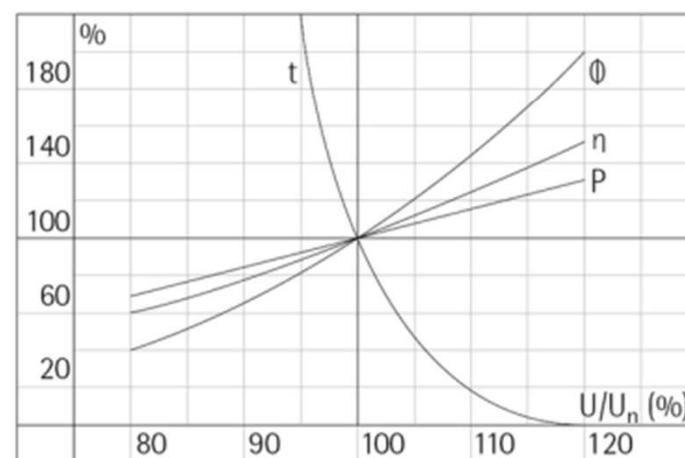
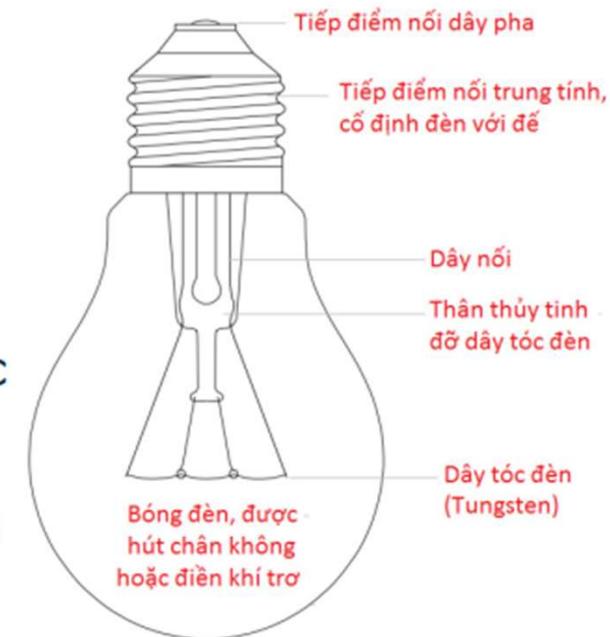
10.4 Thiết kế chiếu sáng chung



10.3 Thiết bị chiếu sáng

❖ Đèn sợi đốt

- Nguyên lý phát sáng vì nhiệt.
- Khí trơ làm mát dây kim loại và hạn chế bốc hơi kim loại, nhưng sẽ giảm hiệu suất đèn.
- Dây bóng đèn bị tối do bốc hơi kim loại sau thời gian sử dụng.
- Lắp đặt đơn giản, rẻ, bật sáng ngay, $\cos\Phi = 1$.
- Quang thông ϕ , hiệu suất η , công suất P và tuổi thọ t đèn phụ thuộc điện áp. η rất thấp (7-20lm/W).



$$\frac{\phi}{\phi_n} = \left(\frac{U}{U_n}\right)^{3.8}$$

$$\frac{\eta}{\eta_n} = \left(\frac{U}{U_n}\right)^{2.3}$$

$$\frac{P}{P_n} = \left(\frac{U}{U_n}\right)^{1.5}$$

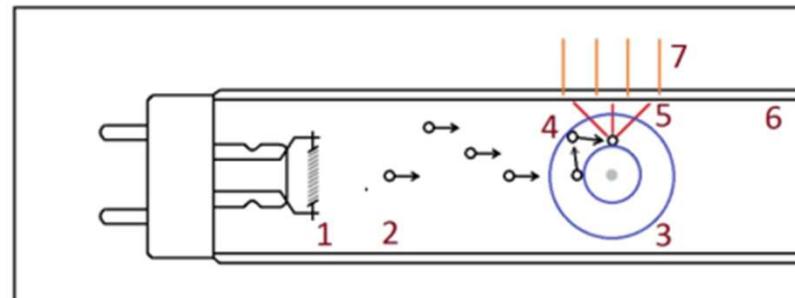
$$\frac{t}{t_n} = \left(\frac{U}{U_n}\right)^{-14}$$



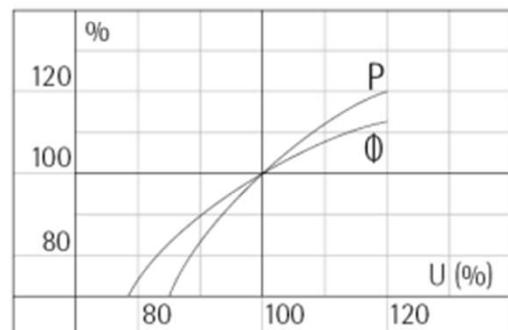
10.3 Thiết bị chiếu sáng

❖ Đèn phóng điện

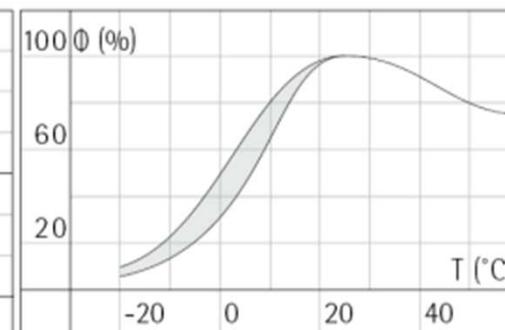
- Nguyên lý phóng điện trong chất khí và nguyên lý huỳnh quang.
- Hiệu suất cao (40-100lm/W).
- Kết cấu phức tạp, giá thành cao.
- Quang thông phụ thuộc nhiệt độ.
- Ảo giác vật đứng yên tương đối. Sinh sóng hài, cosPHI thấp.



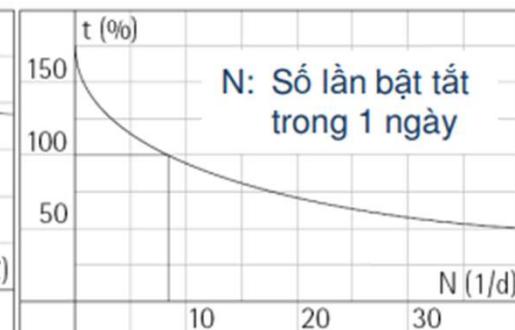
Khi tách khỏi điện cực (1), các điện tử (2) va chạm với phân tử Hg (3) \Rightarrow Kích thích phát ra bức xạ tử ngoại (5) va đập với lớp vỏ huỳnh quang (6) làm phát ra bức xạ ánh sáng trong miền thấy được (7)



Ảnh hưởng của U đến P; ϕ



Ảnh hưởng của T đến ϕ



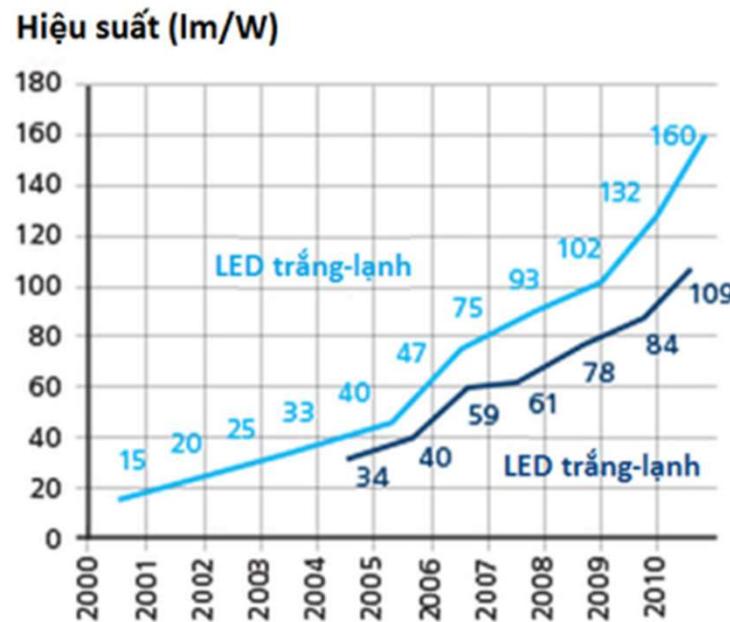
Ảnh hưởng đóng cắt đèn tuổi thọ



10.3 Thiết bị chiếu sáng

❖ Đèn LED

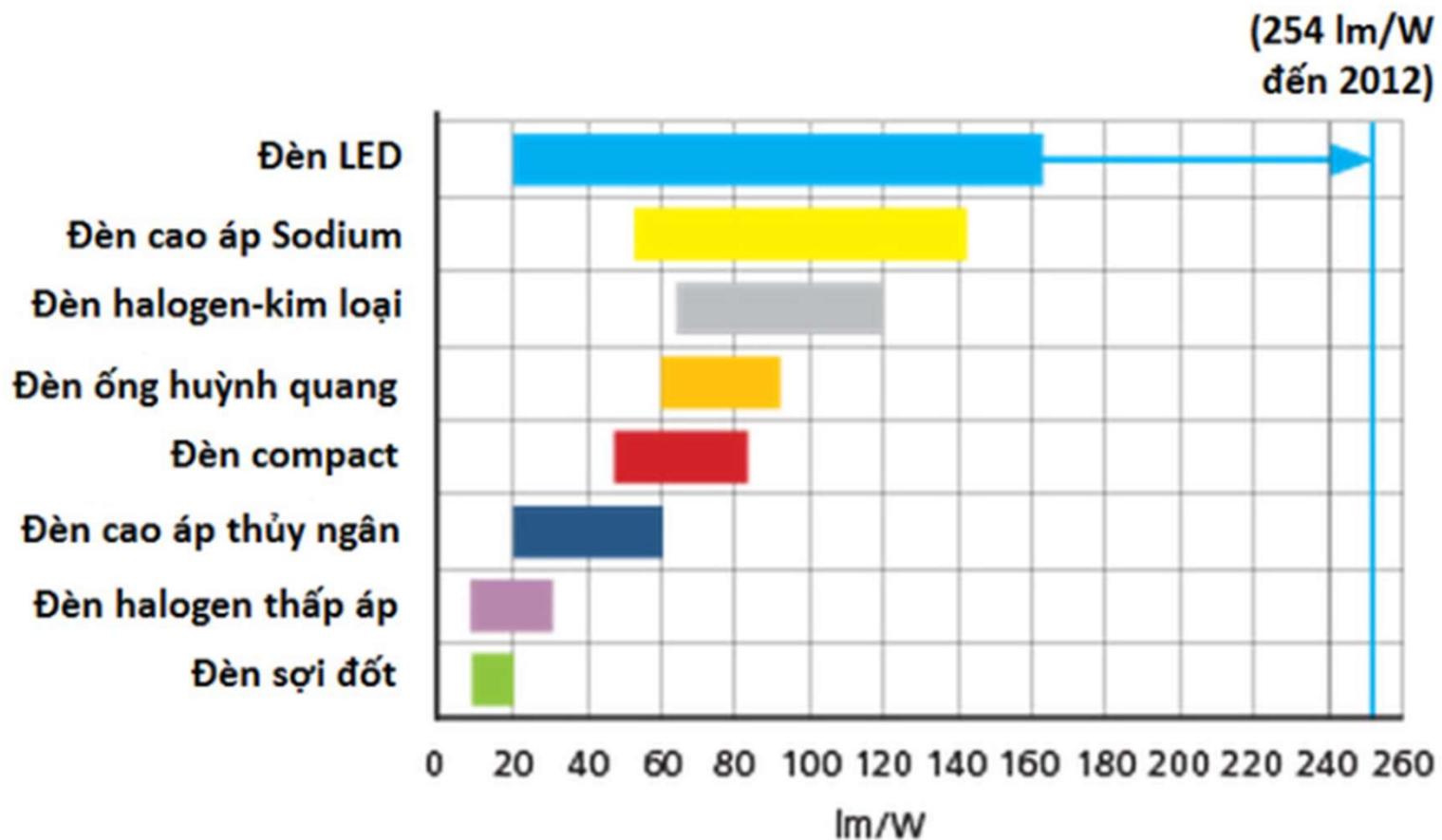
- Trong khối điốt bán dẫn, electron chuyển từ trạng thái có mức năng lượng cao xuống trạng thái có mức năng lượng thấp hơn và sự chênh lệch năng lượng này được phát xạ ánh sáng khác nhau.
- Màu sắc của LED phát ra phụ thuộc vào hợp chất bán dẫn và đặc trưng bởi bước sóng của ánh sáng được phát ra.
- Quá trình cải tiến hiệu suất phát quang của các loại đèn LED.





10.3 Thiết bị chiếu sáng

- So sánh hiệu suất phát quang của các loại đèn:





10.3 Thiết bị chiếu sáng

❖ Chao đèn

Chức năng:

- Thay đổi phân bố quang thông của đèn.
- Bảo vệ đèn chống va đập, bẩn bụi
- Thẩm mỹ



Chương 10

Tính toán chiếu sáng

10.1 Khái niệm chung

10.2 Các định nghĩa và đặc trưng của chiếu sáng

10.3 Thiết bị chiếu sáng

10.4 Thiết kế chiếu sáng chung



10.4 Thiết kế chiếu sáng chung

❖ Các yêu cầu ban đầu khi thiết kế

- *Yêu cầu chiếu sáng:*
 - Không bị chói mắt đối với cả ánh sáng sơ cấp và thứ cấp
 - Không có bóng tối
 - Tạo được độ rọi đồng đều trên bề mặt và đạt trị số tối thiểu theo yêu cầu
 - Phải tạo được ánh sáng gần giống ban ngày
- *Số liệu ban đầu:*
 - Kích thước không gian cần chiếu sáng ($a \times b \times h$), khả năng phản xạ
 - Bố trí các thiết bị trong không gian chiếu sáng
 - Yêu cầu chiếu sáng (độ rọi, độ chói)



10.4 Thiết kế chiếu sáng chung

❖ Thiết kế sơ bộ

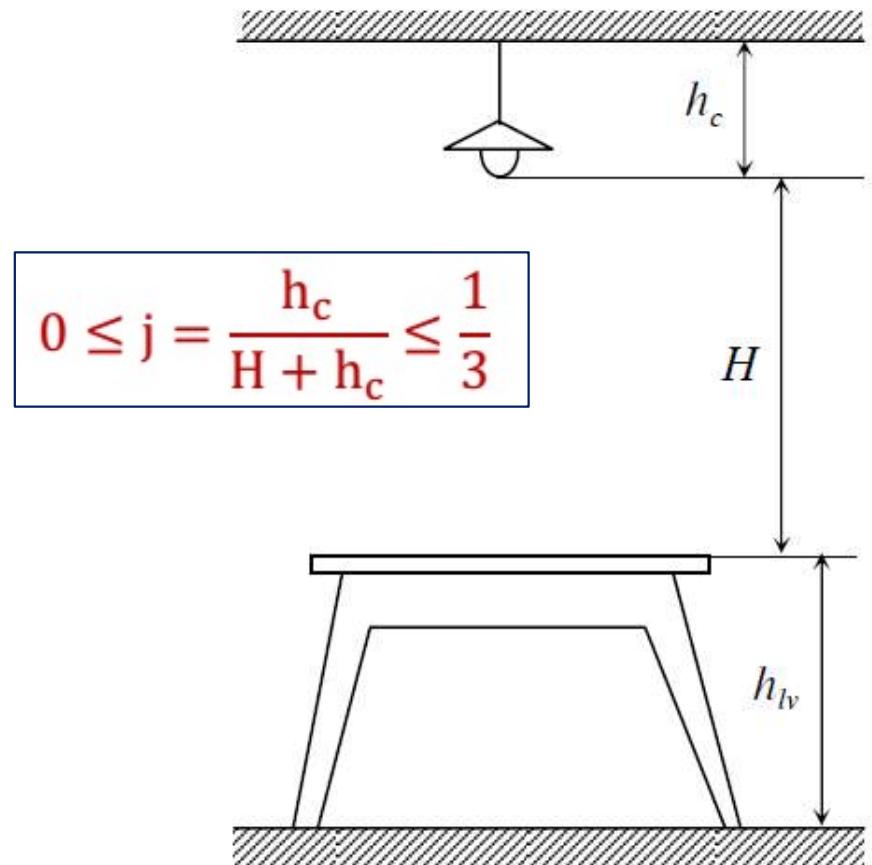
- Bố trí thiết bị chiếu sáng:*

h_{lv} – khoảng cách từ mặt nền đến mặt công tác (thường được cho trong số liệu ban đầu)

h_c – khoảng cách từ đèn đến trần

H – khoảng cách từ đèn tới mặt công tác, khoảng cách này phụ thuộc loại đèn, số lượng đèn, khoảng cách giữa các đèn và các yêu cầu về chiếu sáng

L – khoảng cách nhỏ nhất giữa các đèn



H lớn nhất có thể để:

- Giảm lóa mắt,
- Tăng hiệu quả phát quang
- Tăng khoảng cách L giữa các đèn \Rightarrow giảm số đèn



10.4 Thiết kế chiếu sáng chung

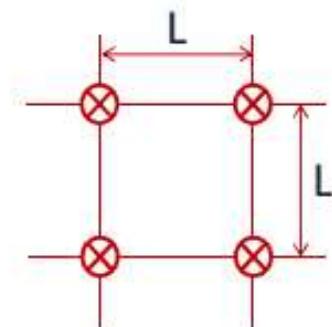
❖ Các yêu cầu ban đầu khi thiết kế

- *Bố trí thiết bị chiếu sáng:*

L – khoảng cách nhỏ nhất giữa các đèn

Bảng tra L/H phụ thuộc vào loại đèn → chọn khoảng cách L phù hợp

Loại đèn và sử dụng	Nhiều dãy		Một dãy	
	Tốt nhất	Cho phép	Tốt nhất	Cho phép
Chiếu sáng ngoài nhà dùng chao đèn mờ hoặc tráng men	2,3	3,2	1,9	2,5
Chiếu sáng phân xưởng chao đèn vạn năng	1,8	2,5	1,8	2
Chiếu sang văn phòng	1,6	1,8	1,5	1,8



Hình chiếu bằng



10.4 Thiết kế chiếu sáng chung

❖ Phương pháp hệ số sử dụng

□ Quang thông của một đèn: $\Phi_{tt.\text{đ}} = \frac{E_{\min} \cdot Z \cdot S \cdot k_{dt}}{n \cdot k_{sd}}$

Hệ số: $Z = \frac{E_{tb}}{E_{\min}} = 1,1 \div 1,4$

S: Diện tích chiếu sáng. $S = a \times b (\text{m}^2)$

K_{dt} : Hệ số dự trù có xét đến sự suy giảm quang thông sau một thời gian sử dụng. $K_{dt} = 1 \div 1,3$

n: Số đèn được bố trí trong không gian chiếu sáng.

K_{sd} : Hệ số sử dụng. K_{sd} được tra theo bảng phụ thuộc

- Loại đèn
- Hệ số phản xạ của trần (ρ_{tr}), tường (ρ_{tg})
- Chỉ số phòng: $\varphi = \frac{a \cdot b}{H \cdot (a + b)}$



10.4 Thiết kế chiếu sáng chung

❖ Phương pháp hệ số sử dụng

□ Quy trình tính toán

1. Thu thập các thông tin ban đầu: Kích thước không gian chiếu sáng (a, b, h), bố trí thiết bị (h_{lv}), các hệ số phản xạ ánh sáng (ρ_{tr}, ρ_{tg}), loại đèn, yêu cầu độ rọi tối thiểu (E_{min}).
2. Chọn trước H và suy ra h_c .
3. Từ loại đèn, chọn tỷ lệ L/H và suy ra L
4. Bố trí đèn trên toàn bộ không gian chiếu sáng sao cho dãy đèn gần tường với khoảng cách $I = (0,3 \div 0,5)L$. Suy ra số đèn n .
5. Xác định chỉ số phòng và tra k_{sd} .
6. Xác định quang thông tính toán của đèn:
$$\Phi_{tt.d} = \frac{E_{min} \cdot Z \cdot S \cdot k_{dt}}{n \cdot k_{sd}}$$
7. Chọn công suất đèn P_d sao cho $\Phi_d \geq \Phi_{tt.d}$



10.4 Thiết kế chiếu sáng chung

Ví dụ 11.1. Một phân xưởng có $a = 32\text{m}$, $b = 16\text{m}$, cao $4,5\text{m}$, $h_{lv} = 0,8\text{m}$. Điện áp 220V . Loại đèn sử dụng là đèn sợi đốt vạn năng, $k_{dt} = 1,3$. $\rho_{tr} = 30\%$ và $\rho_{tg} = 50\%$. Yêu cầu độ rọi tối thiểu $E_{min} = 30\text{lx}$. Xác định công suất đèn P_d và bố trí đèn ?

Diện tích chiếu sáng : $S = a.b = 16 \times 32 = 512\text{m}^2$.

Chọn chiều cao $H = 3\text{m}$, $\Rightarrow h_c = 4,5 - 3 - 0,8 = 0,7\text{m}$.

Với phân xưởng dùng đèn vạn năng, chọn $L/H = 1,8$. Vậy $L = 1,8.H = 5,4\text{m}$.

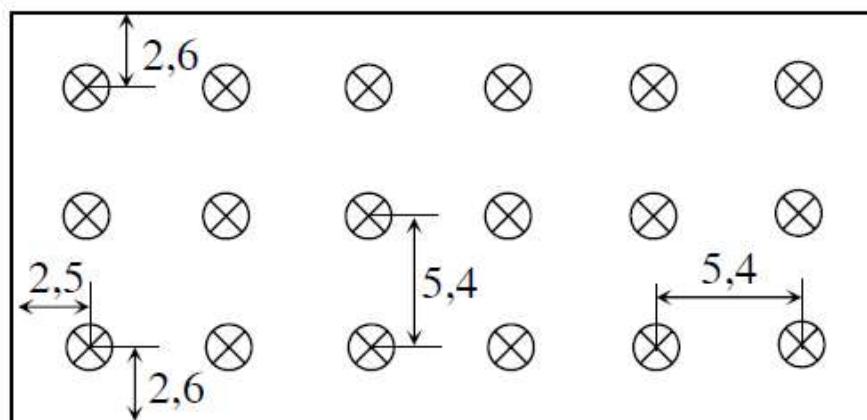
Bố trí đèn theo quy luật hình vuông, cạnh $5,4\text{m}$, cách tường ngang $2,5\text{m}$, tường dọc $2,6\text{m}$.

Số bóng đèn là $n = 18$ bóng.

Chọn $Z = 1,2$.

Xác định chỉ số phòng :

$$\varphi = \frac{a.b}{H.(a+b)} = \frac{16.32}{3.(16+32)} = 3,56$$



Hình 11.8. Mặt bằng bố trí đèn



10.4 Thiết kế chiếu sáng chung

Với loại đèn sợi đốt vạn năng, φ , ρ_{tr} và ρ_{tg} , tra bảng rút ra $k_{sd} = 0,46$

Vậy, theo (11.10), quang thông được xác định như sau

$$\Phi = \frac{E.S.k_{dt}.Z}{n.k_{sd}} = \frac{30.512.1,3.1,2}{0,46.18} = 2893lm$$

Chọn đèn sợi đốt vạn năng có $P_d = 200W$ có $\Phi_{tc} = 3000lm$



10.4 Thiết kế chiếu sáng chung

❖ Phương pháp gần đúng

- Dùng để tính toán chiếu sáng cho các phòng nhỏ hoặc chỉ số phòng <0.5 và yêu cầu tính toán không cần chính xác. Có thể tính toán gần đúng theo 2 cách như sau:
 - *Cách thứ nhất:* dựa trên việc tra suất chiếu sáng w_0 trong sổ tay để tính toán chiếu sáng, thủ tục thiết kế như sau:

Bước 1: Thông số ban đầu: a, b, h, h_{lv} , P_{tr} , P_{tg} .

Bước 2: Với đối tượng cần thiết kế, tra sổ tay xác định suất chiếu sáng w_0 yêu cầu. Từ đó $P_{cs} = S \cdot w_0$ (S – diện tích chiếu sáng)

Bước 3: Chọn loại đèn và xác định quang thông Φ_d và công suất đèn P_d , từ đó xác định số đèn $n = P_{cs}/P_d$

Bước 4: Tính H, φ, L và bố trí đèn dựa trên n, L, a, b từ đó suy ra k_{sd}

Bước 5: Kiểm tra độ rọi

Nếu chưa thỏa mãn thì quay lại *Bước 3*, chọn lại đèn



10.4 Thiết kế chiếu sáng chung

❖ Phương pháp gần đúng

- Dùng để tính toán chiếu sáng cho các phòng nhỏ hoặc chỉ số phòng <0.5 và yêu cầu tính toán không cần chính xác. Có thể tính toán gần đúng theo 2 cách như sau:
 - *Cách thứ hai:* tương tự cách thứ nhất, chỉ khác Bước 2 và 3. Trong đó suất chiết sáng ứng với độ rọi yêu cầu tối thiểu là

$$w_0' = 10 \cdot k \frac{E_{\min}}{E}$$

Trong đó k là hệ số an toàn $k > 1$

Từ đó tính được công suất hệ thống chiếu sáng $P_{cs} = S \cdot w_0'$ và số lượng đèn theo $n = P_{cs} / P_d$

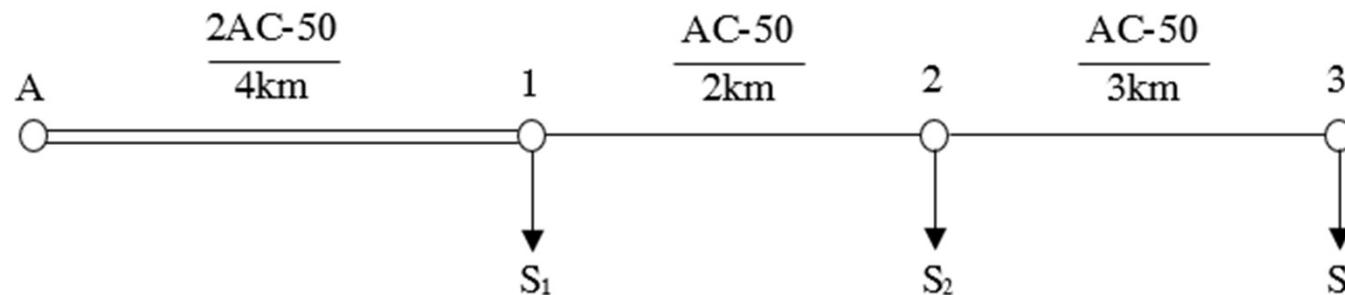




Bài tập

❖ Bài 1

Đường dây trên không 35kV, AC-70 cấp điện cho 2 phụ tải có các thông số như sau



Hình 5.16

$$S_1 = 5000 \text{kVA}, \cos\phi_1 = 0,8; S_2 = 3000 \text{kVA}, \cos\phi_2 = 0,6; S_3 = 1500 \text{kVA}, \cos\phi_3 = 0,8$$

Dây AC-50 có $r_o = 0,42\Omega/\text{km}$, $x_o = 0,38\Omega/\text{km}$.

1. Tính tổn thất điện áp của toàn bộ đường dây trong chế độ làm việc bình thường và sự cố đứt một dây của lô kép A1.
2. Xác định điện áp tại các nút phụ tải A, 1 và 3 ở chế độ làm việc bình thường biết điện áp tại nút 2 là $U_2 = 35,25 \text{kV}$.



Bài tập

❖ Bài 2

Trạm biến áp có 2 máy, công suất mỗi máy là $S_{\text{đm}} = 10 \text{ MVA}$, có thông số $\Delta P_o = 18 \text{ kW}$, $\Delta P_n = 60 \text{ kW}$, điện áp là 115/11 kV cung cấp điện cho khu công nghiệp. Phụ tải cực đại của trạm là $P_{\text{max}} = 12 \text{ MW}$ trong 3000 giờ/năm. Thời gian còn lại phụ tải bằng 40% phụ tải cực đại.

Xác định : tổn thất điện năng và chi phí cho tổn thất điện năng trong năm khi:

- Cả hai máy đều vận hành song song suốt năm.
- Cắt bớt 1 máy khi phụ tải giảm còn bằng 40% phụ tải cực đại.

Biết hệ số công suất phụ tải trong cả năm không đổi là $\cos \varphi = 0,9$ và giá tiền 1 kWh là 1000 đ.



Bài tập

❖ Bài 3

Trạm biến áp có 2 máy, công suất mỗi máy là $S_{\text{đm}} = 10 \text{ MVA}$, có thông số $\Delta P_o = 18 \text{ kW}$, $\Delta P_n = 60 \text{ kW}$, điện áp là 115/11 kV cung cấp điện cho khu công nghiệp. Phụ tải cực đại của trạm là $P_{\text{max}} = 12 \text{ MW}$ trong 3000 giờ/năm. Thời gian còn lại phụ tải bằng 40% phụ tải cực đại.

Xác định : tổn thất điện năng và chi phí cho tổn thất điện năng trong năm khi:

- Cả hai máy đều vận hành song song suốt năm.
- Cắt bớt 1 máy khi phụ tải giảm còn bằng 40% phụ tải cực đại.

Biết hệ số công suất phụ tải trong cả năm không đổi là $\cos \varphi = 0,9$ và giá tiền 1 kWh là 1000 đ.

Chương 09

NỐI ĐẤT VÀ CHỐNG SÉT

9.1 Khái niệm về nối đất

9.2 Tính toán nối đất trong hệ thống CCĐ

9.3 Bảo vệ chống sét



9.1 Khái niệm về nối đất

❖ *Các loại nối đất*

- Khái niệm về nối đất: Tác dụng của nối đất là tản dòng điện và giữ mức điện thế thấp trên các vật được nối đất
- Theo chức năng:
 - Nối đất làm việc
 - Nối đất an toàn
 - Nối đất chống sét



9.1 Khái niệm về nối đất

❖ **Các loại nối đất**

- Theo chức năng:
 - **Nối đất làm việc:** đảm bảo sự làm việc bình thường của thiết bị điện theo chế độ làm việc đã được quy định sẵn.
 - Nối đất trung tính của MBA
 - Nối đất MBA đo lường
 - Nối đất kháng điện bù ngang trên các đường dây truyền tải điện đi xa.

Việc nối đất trung tính ảnh hưởng trực tiếp đến độ lớn của trị số dòng điện ngắn mạch và quá điện áp trên các pha dây dẫn khi xảy ra ngắn mạch không đối xứng.



9.1 Khái niệm về nối đất

❖ *Các loại nối đất*

- Theo chức năng:
 - **Nối đất an toàn** đảm bảo an toàn cho người khi cách điện bị hư hỏng. Thực hiện bằng cách đem nối đất mọi bộ phận kim loại bình thường không mang điện.
 - Cách điện hư hỏng gây ra điện thế.



9.1 Khái niệm về nối đất

❖ *Các loại nối đất*

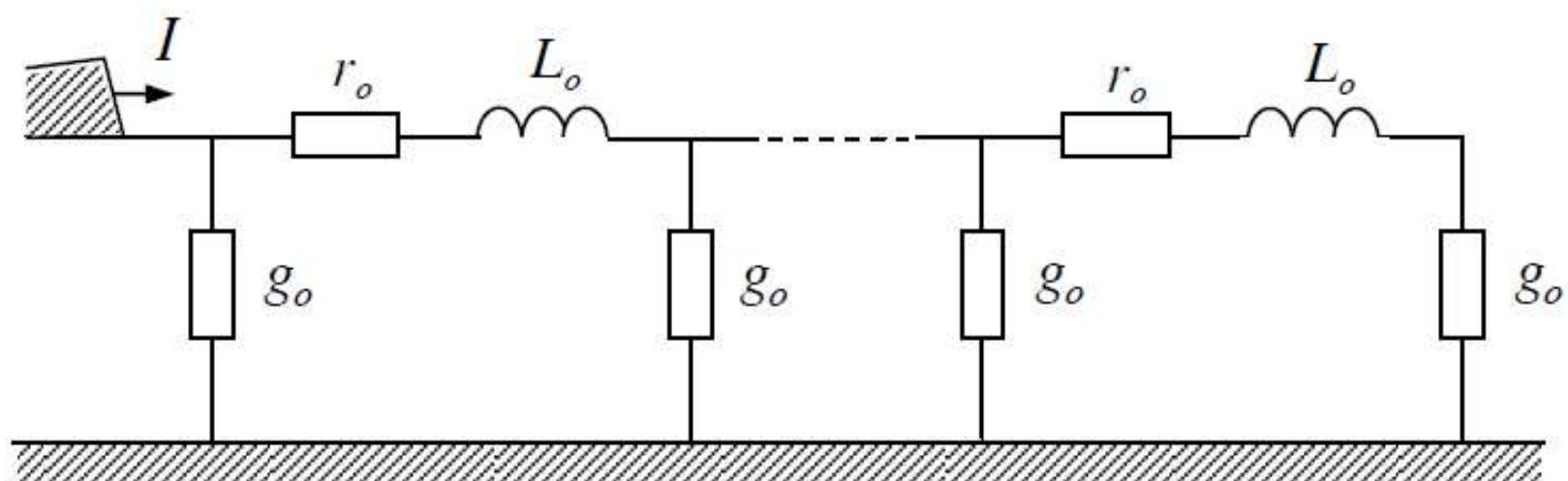
- Theo chức năng:
 - **Nối đất chống sét** tản dòng điện sét trong đất (khi có sét đánh vào cột thu sét hay đường dây) giữ cho điện thế tại mọi điểm trên thân cột không quá lớn tránh hiện tượng phóng điện ngược từ thiết bị nối đất.
 - Thiết bị nối đất: nối đất tự nhiên và nối đất nhân tạo.



9.1 Khái niệm về nối đất

❖ **Sơ đồ thay thế nối đất**

- Các loại nối đất có thể là các thiết bị nối đất riêng hoặc sử dụng chung một thiết bị nối đất (tùy theo vị trí nối đất và đối tượng cần được bảo vệ)
- Nhìn chung đều có các điện cực chôn trong đất và được nối với vật cần được bảo vệ.



Hình 10.1. Sơ đồ thay thế của nối đất

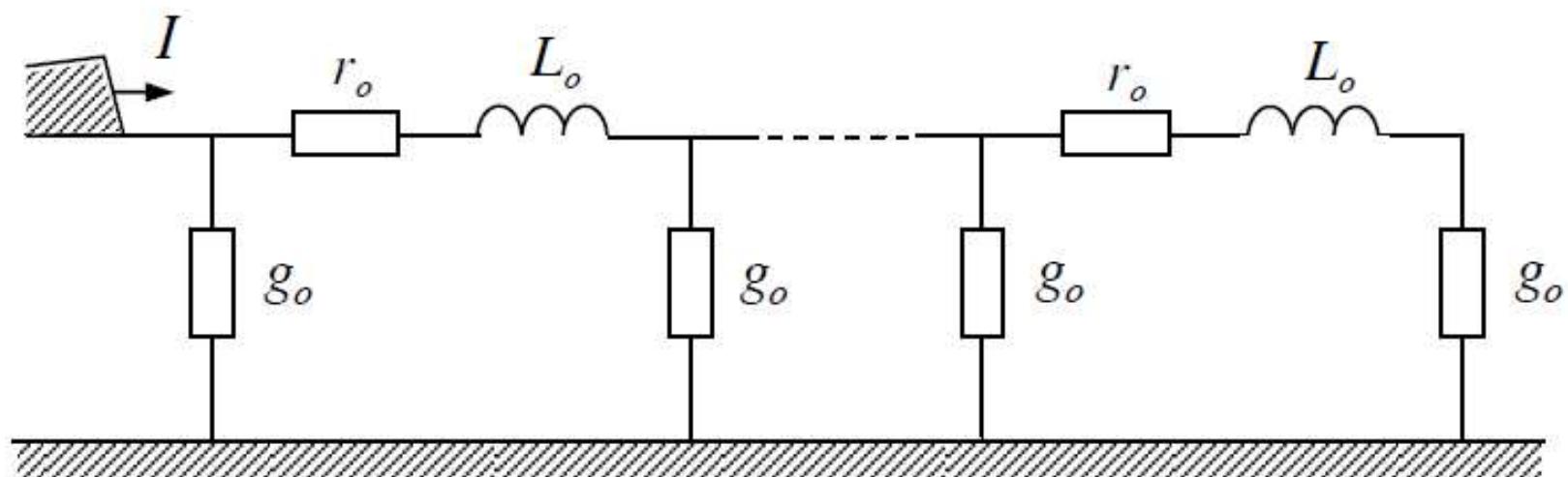


9.1 Khái niệm về nối đất

❖ **Sơ đồ thay thế nối đất**

- r và L là điện trở tác dụng và điện cảm của điện cực nối đất.
- g là điện dẫn tản của môi trường xung quanh điện cực.
- Nhìn chung, r thường rất nhỏ so với điện kháng và điện trở tản nên có thể bỏ qua.
- Thành phần điện cảm L của điện cực chỉ có tác dụng trong thời gian quá độ T :

$$T = \frac{L}{R} = L g l^2 \quad l: \text{chiều dài điện cực} \quad L = L_o \cdot l; R = \frac{1}{g_o \cdot l}$$



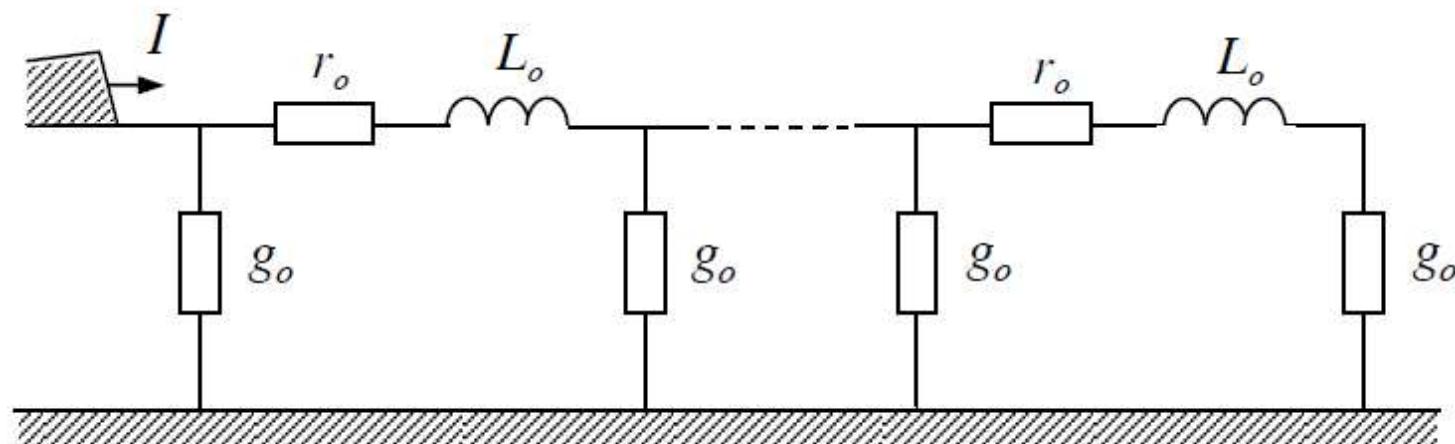
Hình 10.1. Sơ đồ thay thế của nối đất



9.1 Khái niệm về nối đất

❖ Sơ đồ thay thế nối đất

- Với dòng điện một chiều hoặc xoay chiều thì ảnh hưởng của L không đáng kể, hình thức nối đất được thể hiện bởi điện trở tản R
- Với dòng điện biến thiên với tốc độ cao (dòng điện sét), tác dụng của L chỉ phải xét nếu $\tau_{ds} \approx T$ (ứng với các hệ thống nối đất có điện cực dài). Khi đó xét **tổng trở nối đất Z** thay vì điện trở tản.
- Nếu $\tau_{ds} \gg T$ (ứng với các hệ thống nối đất có điện cực ngắn) thì tới lúc cần xét (khi dòng điện đạt tới trị số cực đại) quá trình quá độ đã kết thúc và nối đất cũng chỉ thể hiện như một **điện trở tản R**



Hình 10.1. Sơ đồ thay thế của nối đất



9.1 Khái niệm về női đất

❖ **Xác định trị số điện trở tản xoay chiều của női đất**

- Trị số điện trở tản của lớp đăc giới hạn bởi các mặt đẳng thế r và $r+dr$ là:

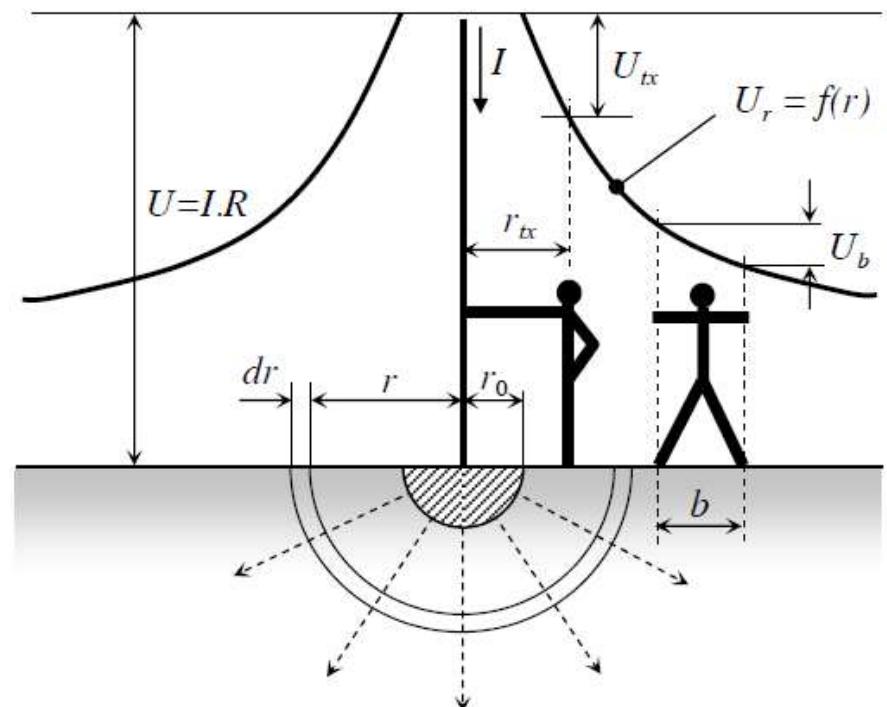
$$dR = \frac{\rho \cdot dr}{2\pi \cdot r^2}$$

Trong đó: ρ Điện trở suất của đất

- Vậy điện trở tản của női đất hình bán cầu bán kính r_0 sẽ là:

$$R = \int_{r_0}^{\infty} dR = \int_{r_0}^{\infty} \frac{\rho \cdot dr}{2\pi \cdot r^2} = \frac{\rho}{2\pi \cdot r_0}$$

Trị số điện trở tản của đất phụ thuộc kích thước điện cực và trị số điện trở suất của đất



Hình 10.2. Phân bố điện thế trên mặt đất khi có dòng điện qua női đất

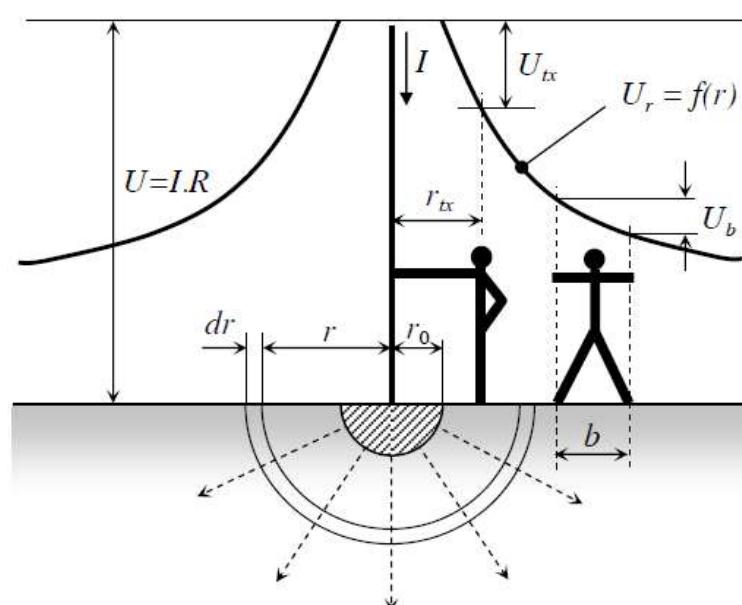


9.1 Khái niệm về nối đất

❖ Xác định trị số điện trở tản xoay chiều của nối đất

- **Chú ý:** Ngoài điện trở tản, phân bố điện thế trên mặt đất theo khoảng cách đến vị trí nối đất

$$U_r = f(r) = I \cdot \int_r^\infty dR = \frac{I \cdot \rho}{2\pi \cdot r}$$



Hình 10.2. Phân bố điện thế trên mặt đất khi có dòng điện qua nối đất

- Có hai trị số điện áp quan trọng: Điện áp bước và điện áp tiếp xúc:

$$U_{tx} = I \cdot \int_{r_0}^{r_{tx}} dR = \frac{I \cdot \rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_0} - \frac{1}{r_{tx}} \right)$$

$$U_b = I \cdot \int_r^{r+b} dR = \frac{I \cdot \rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r+b} \right)$$

r_{tx} : Khoảng cách giữa vị trí chân người tiếp xúc (với vật được nối đất) với vị trí thiết bị nối đất

b: Độ dài bước chân người

Chương 09

NỐI ĐẤT VÀ CHỐNG SÉT

9.1 Khái niệm về nối đất

9.2 Tính toán nối đất trong hệ thống CCĐ

9.3 Bảo vệ chống sét



9.2 Tính toán nối đất trong HTCCĐ

❖ ***Yêu cầu điện trở bộ nối đất***

- Điện trở tản của bộ nối đất càng bé thì càng thực hiện tốt nhiệm vụ tản dòng điện trong đất và giữ được mức điện thế thấp trên các thiết bị được nối đất.
- Tuy nhiên, giảm điện trở tản tốn kém nhiều kim loại và công tác thi công, xử lý đất trong vùng gần bộ nối đất.
- Xác định các yêu cầu nối đất sao cho hợp lý cả về mặt kỹ thuật và kinh tế.



9.2 Tính toán nối đất trong HTCCĐ

❖ ***Yêu cầu điện trở bộ nối đất***

- *Tiêu chuẩn nối đất an toàn được qui định:*

- $U \geq 1000V$ có Inm chạm đất lớn (trung tính trực tiếp nối đất), điện trở đất cho phép:

$$R \leq 0,5\Omega$$

- $U \geq 1000V$ có Inm chạm đất bé (trung tính cách điện):

$$R \leq \frac{250}{I} \Omega \quad \text{Nếu phần nối đất chỉ dùng cho các thiết bị cao áp}$$

$$R \leq \frac{125}{I} \Omega \quad \text{Nếu phần nối đất này dùng chung cho cả các thiết bị cao và hạ áp, nhưng không được quá } 10\Omega.$$

- $U \leq 1000V$, điện trở đất tại mọi thời điểm trong năm không được quá 4Ω .



9.2 Tính toán nối đất trong HTCCĐ

❖ **Trình tự tính toán thiết kế nối đất**

- **Bước 1:** Xác định điện trở cho phép của bộ nối đất R_{nd} theo các tiêu chuẩn của Quy phạm trang bị điện.
- **Bước 2:** Xác định hệ thống nối đất tự nhiên R_{tn} (nếu có).

Nếu $R_{tn} < R_{nd}$ thì không cần thực hiện nối đất nhân tạo

Nếu $R_{tn} > R_{nd}$ thì phải thực hiện nối đất nhân tạo. R_{nt} có xét đến nối đất tự nhiên mặc song song được xác định:

$$\frac{1}{R_{nt}} = \frac{1}{R_{nd}} - \frac{1}{R_{tn}}$$

(Chú ý: Hệ thống nối đất nhân tạo thường có kết cấu dưới dạng các điện cực thẳng đứng (cọc) và điện cực nằm ngang (thanh), do hiệu quả tản dòng điện cũng như tính kinh tế của dạng kết cấu này. Trình tự thiết kế nối đất nhân tạo được bắt đầu từ bước Bước 3)

- **Bước 3:** Xác định điện trở tính toán của đất

$$\rho_{tt} = \rho \cdot k$$

Trong đó:

ρ : Trị số điện trở suất trung bình của đất

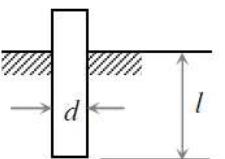
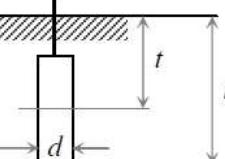
k : Hệ số nâng cao điện trở suất của đất đối với các môi trường có độ ẩm khác nhau.



9.2 Tính toán nối đất trong HTCCĐ

❖ **Trình tự tính toán thiết kế nối đất**

- **Bước 4:** Chọn chiều dài cọc nối đất, thường chọn $l=2-3m$. Xác định trị số điện trở tản của một cọc riêng biệt R_c theo các công thức trong bảng đối với cọc hình tròn hoặc thanh

Hình thức nối đất	Sơ đồ nối đất	Công thức tính điện trở tản (Ω)
Cọc chôn nổi		$R_c = \frac{\rho}{2\pi l} \ln\left(\frac{4l}{d}\right)$
Cọc chôn sâu dưới mặt đất		$R_c = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right)$

Khi dùng cọc dạng sắt góc, trị số d được thay bằng $0,95b$ (b : Chiều rộng của sắt góc)

- Hoặc đối với thanh nằm ngang được xđ dựa theo công thức:
- Nếu cọc là thép góc thì có thể quy đổi về dạng tròn với đường kính tính toán chính xác như sau: $d_{qd} = 0,95.b$



9.2 Tính toán nối đất trong HTCCĐ

❖ **Trình tự tính toán thiết kế nối đất**

- **Bước 5:** Sơ bộ xác định số cọc như sau

$$n = \frac{R_c}{\eta_c \cdot R_{nt}}$$

Trong đó η_c : hệ số sử dụng của cọc khi không xét đến ảnh hưởng của thanh được tra trong sổ tay.

- **Bước 6:** Thiết kế sơ đồ nối đất. Từ a/l, suy ra a và chọn sơ đồ nối đất dựa trên mặt bằng nơi thực hiện nối đất. Từ đó xác định điện trở nối đất của thanh như sau

$$R_t' = \frac{R_t}{\eta_t}$$

Trong đó: R_t : Điện trở tản của thanh

η_t : Hệ số sử dụng của thanh (tra trong sổ tay): phụ thuộc dang sơ đồ, tỷ số a/l và số cọc n (được xác định từ bước 5)



9.2 Tính toán nối đất trong HTCCĐ

❖ **Trình tự tính toán thiết kế nối đất**

- **Bước 7:** Xác định lại điện trở cọc cần thiết có xét đến tác dụng của thanh

$$R_c' = \frac{R_t' \cdot R_{nt}}{R_t' - R_{nt}}$$

- **Bước 8:** Tính chính xác lại số cọc theo công thức

$$n' = \frac{R_c'}{\eta_c \cdot R_c}$$

Trong đó R_c : điện trở tản của một cọc được xác định từ bước 4. Trị số n được xác định sơ bộ từ bước 5



9.2 Tính toán nối đất trong HTCCĐ

❖ **Trình tự tính toán thiết kế nối đất**

Ví dụ 10.1. Tính toán nối đất cho trạm biến áp phân phối 10/0,4kV. Nền là đất sét. Điện trở nối đất tự nhiên là các ống nước có điện trở tản là 11Ω . Dòng điện ngắn mạch 1 pha phía 10kV là 15A.

1. Hệ thống nối đất của trạm được dùng chung cho cả cao áp và hạ áp. Mạng 10kV trung tính cách đất nên điện trở nối đất yêu cầu sẽ là

$$R_d = \frac{125}{15} = 8,33\Omega$$

Trong khi đó theo Qui phạm, đối với phía hạ áp $R_d \leq 4 \Omega$. Vậy chọn điện trở yêu cầu của bộ nối đất là $R_d = 4 \Omega$.

2. Rõ ràng $R_{nt} > R_d$ nên phải thực hiện nối đất nhân tạo. Từ (10.14), ta có điện trở nối đất nhân tạo

$$R_{nt} = \frac{R_{nt} \cdot R_d}{R_{nt} - R_d} = \frac{11 \cdot 4}{11 - 4} = 6,28\Omega$$



9.2 Tính toán nối đất trong HTCCĐ

❖ **Trình tự tính toán thiết kế nối đất**

3. Vùng đất sét có điện trở suất là $\rho = 70\Omega\text{m}$. Giả thiết hệ thống nối đất gồm cọc và thanh. Cọc dài từ 2-3m, chôn sâu 0,5m. Thanh nằm ngang, chôn sâu 0,8m. Tra sổ tay, ta có hệ số tăng cao của cọc là 1,5 và của thanh là 2,2. Vậy điện trở suất tính toán của cọc và thanh sẽ là $\rho_{tt.c} = 70 \cdot 1,5 = 105\Omega\text{m}$, $\rho_{tt.t} = 70 \cdot 2,2 = 154\Omega\text{m}$.

4. Chọn cọc dài $l = 2\text{m}$, dạng ống, đường kính $d = 20\text{mm}$, chôn sâu $0,7\text{m}$ ($t = 1,7\text{m}$). Theo bảng 10.1, điện trở tản của cọc được tính như sau

$$R_c = \frac{\rho_{tt.c}}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right) = \frac{105}{2\pi \cdot 2} \left(\ln \frac{2.2}{0,02} + \frac{1}{2} \ln \frac{4.1,7+2}{4.1,7-2} \right) = 46,7\Omega$$

5. Sơ bộ xác định số cọc theo (10.17), tra sổ tay thấy rằng $\eta_c = 0,62$ ứng với sơ đồ nối cọc hình tia và $\frac{a}{l} = 1$ sẽ cho $n = \frac{R_c}{\eta_c \cdot R_{nt}} = \frac{46,7}{0,62 \cdot 6,28} = 11,2$. Sơ bộ chọn số cọc $n = 10$.



9.2 Tính toán nối đất trong HTCCĐ

❖ **Trình tự tính toán thiết kế nối đất**

6. Xác định điện trở tản của thanh. Chọn thanh ngang là thép ống giống như cọc và được hàn vào đầu cọc. Với sơ đồ hình tia, khoảng cách giữa các cọc $a = 2m$, tổng chiều dài thanh ngang sẽ là $(10-1).2 = 18m$. Hệ số sử dụng của thanh ứng với sơ đồ hình tia, $n = 10$ và $\frac{a}{l} = 1$ sẽ là $\eta_t = 0,62$. Vậy theo (10.18) và (10.10), điện trở tản của thanh sẽ là

$$R_t = \frac{\rho_{tt,t}}{2\pi L} \ln\left(\frac{L^2}{d \cdot t}\right) = \frac{154}{0,62 \cdot 2\pi \cdot 18} \cdot \ln\left(\frac{18^2}{0,02 \cdot 0,7}\right) = 13,68\Omega$$

$$R_t' = \frac{R_t}{\eta_t} = \frac{13,68}{0,62} = 22,07\Omega$$

7. Xác định lại điện trở tản của cọc có xét đến tác dụng của thanh ngang.

$$R_{c\Sigma} = \frac{R_t' \cdot R_{nt}}{R_t' - R_{nt}} = \frac{22,07 \cdot 6,28}{22,07 - 6,28} = 8,77\Omega$$

8. Xác định chính xác số cọc

$$n' = \frac{R_c}{\eta_c \cdot R_{c\Sigma}} = \frac{46,7}{0,62 \cdot 8,77} = 8,6 \text{ cọc. Vậy chọn số cọc bằng } 9.$$



9.2 Tính toán nối đất trong HTCCĐ

❖ **Trình tự tính toán thiết kế nối đất**

8. Xác định chính xác số cọc

$$n' = \frac{R_c}{\eta_c \cdot R_{c\Sigma}} = \frac{46,7}{0,62 \cdot 8,77} = 8,6 \text{ cọc. Vậy chọn số cọc bằng } 9.$$

9. Kiểm tra lại điện trở nối đất nhân tạo.

Xác định lại điện trở tản của thanh ngang ứng với số cọc $n = 9$. Ta có tổng chiều dài thanh ngang $L = (9-1).2 = 16m$. Vậy thì

$$R_t = \frac{\rho_{tt.t}}{2\pi L} \ln\left(\frac{L^2}{d.t}\right) = \frac{154}{0,62 \cdot 2\pi \cdot 16} \cdot \ln\left(\frac{16^2}{0,02 \cdot 0,7}\right) = 15,03\Omega$$

$$R_{nt} = \frac{R_c \cdot R_t}{R_c \cdot \eta_t + R_t \cdot n \cdot \eta_c} = \frac{46,7 \cdot 15,03}{46,7 \cdot 0,62 + 15,03 \cdot 9 \cdot 0,62} = 6,22\Omega < 6,28\Omega \text{ thoả mãn yêu cầu.}$$



9.2 Tính toán nối đất trong HTCCĐ

❖ **Trình tự tính toán thiết kế nối đất**

8. Xác định chính xác số cọc

$$n' = \frac{R_c}{\eta_c \cdot R_{c\Sigma}} = \frac{46,7}{0,62 \cdot 8,77} = 8,6 \text{ cọc. Vậy chọn số cọc bằng } 9.$$

9. Kiểm tra lại điện trở nối đất nhân tạo.

Xác định lại điện trở tản của thanh ngang ứng với số cọc $n = 9$. Ta có tổng chiều dài thanh ngang $L = (9-1).2 = 16m$. Vậy thì

$$R_t = \frac{\rho_{tt.t}}{2\pi L} \ln\left(\frac{L^2}{d.t}\right) = \frac{154}{0,62 \cdot 2\pi \cdot 16} \cdot \ln\left(\frac{16^2}{0,02 \cdot 0,7}\right) = 15,03\Omega$$

$$R_{nt} = \frac{R_c \cdot R_t}{R_c \cdot \eta_t + R_t \cdot n \cdot \eta_c} = \frac{46,7 \cdot 15,03}{46,7 \cdot 0,62 + 15,03 \cdot 9 \cdot 0,62} = 6,22\Omega < 6,28\Omega \text{ thoả mãn yêu cầu.}$$



9.2 Tính toán nối đất trong HTCCĐ

❖ **Trình tự tính toán thiết kế nối đất**

8. Xác định chính xác số cọc

$$n' = \frac{R_c}{\eta_c \cdot R_{c\Sigma}} = \frac{46,7}{0,62 \cdot 8,77} = 8,6 \text{ cọc. Vậy chọn số cọc bằng } 9.$$

9. Kiểm tra lại điện trở nối đất nhân tạo.

Xác định lại điện trở tản của thanh ngang ứng với số cọc $n = 9$. Ta có tổng chiều dài thanh ngang $L = (9-1).2 = 16m$. Vậy thì

$$R_t = \frac{\rho_{tt.t}}{2\pi L} \ln\left(\frac{L^2}{d.t}\right) = \frac{154}{0,62 \cdot 2\pi \cdot 16} \cdot \ln\left(\frac{16^2}{0,02 \cdot 0,7}\right) = 15,03\Omega$$

$$R_{nt} = \frac{R_c \cdot R_t}{R_c \cdot \eta_t + R_t \cdot n \cdot \eta_c} = \frac{46,7 \cdot 15,03}{46,7 \cdot 0,62 + 15,03 \cdot 9 \cdot 0,62} = 6,22\Omega < 6,28\Omega \text{ thoả mãn yêu cầu.}$$

Chương 09

NỐI ĐẤT VÀ CHỐNG SÉT

9.1 Khái niệm về nối đất

9.2 Tính toán nối đất trong hệ thống CCĐ

9.3 Bảo vệ chống sét



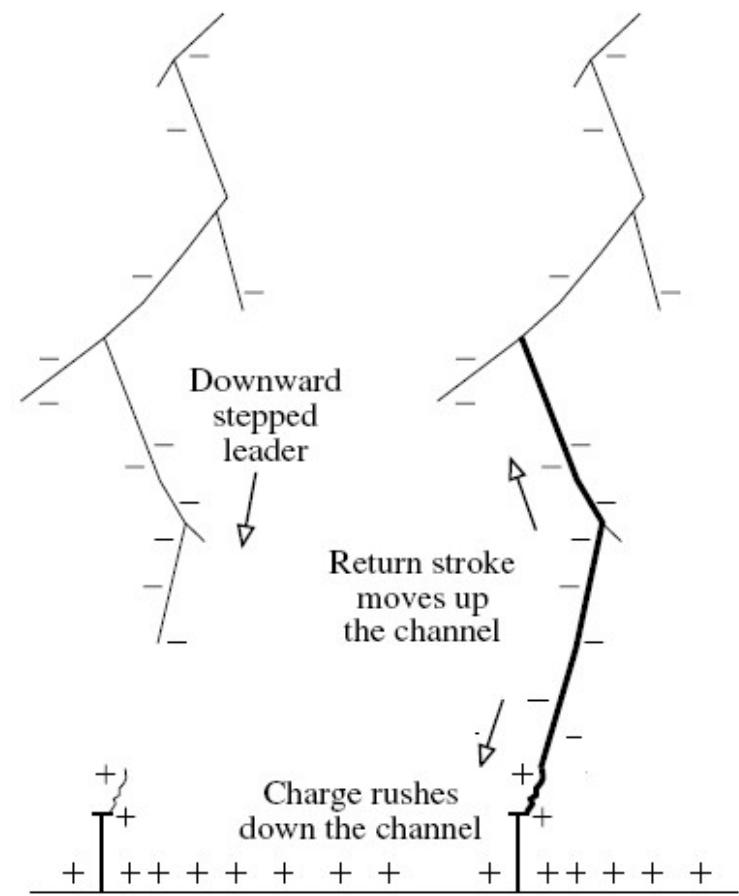
9.3 Bảo vệ chống sét

❖ **Quá điện áp khí quyển và đặc tính của sét**

- **Sét** là hiện tượng phó điện trong khí quyển giữa các đám mây với nhau và đất

- **Nguyên nhân sinh ra sét**

- Do sự phân chia và tích lũy rất mạnh điện tích trong các đám mây giông (do tác dụng của các luồng không khí nóng bốc lên và sự ngưng tụ hơi nước trong các đám mây).
- Đám mây mang điện là kết quả phân cực và tích tụ các điện tích trái dấu.
- Phần dưới đám mây tích điện âm, cùng với đất tạo thành một tụ điện mây-đất.
- Nếu điện trường đạt tới trị số tối hạn 25 – 30 kV/cm thì không khí bị ion trở thành điện dẫn và phóng điện sét





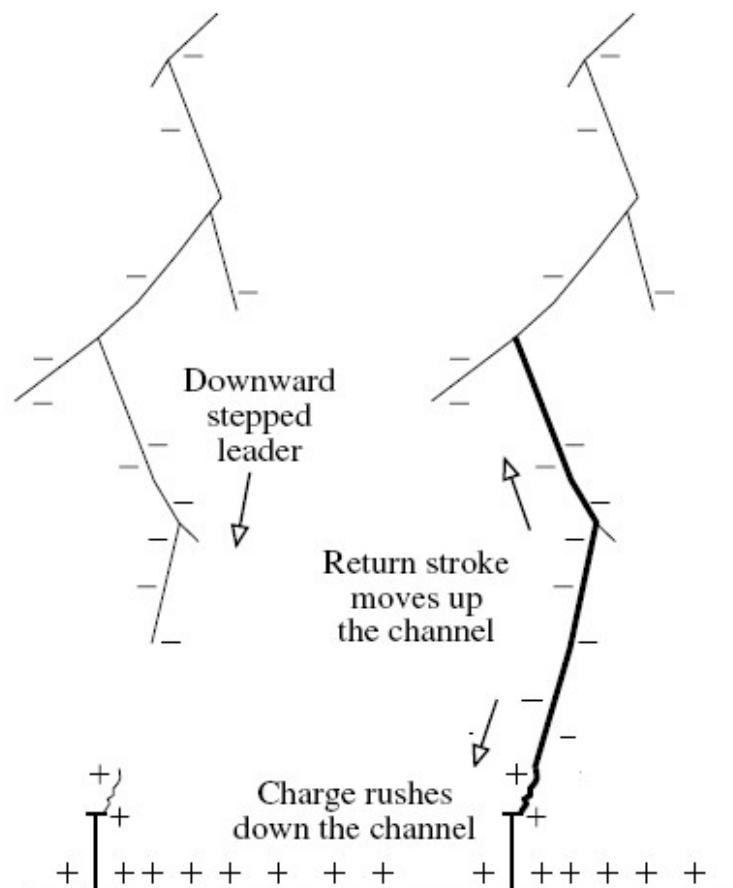
9.3 Bảo vệ chống sét

❖ **Quá điện áp khí quyển và đặc tính của sét**

- **Quá trình phóng điện:** chia ra làm 3 giai đoạn

Phóng điện tiên đạo : bắt đầu bằng sự xuất hiện dòng tiên đạo mang điện tích âm từ đám mây phát triển xuống đất.

- Đầu dòng điện tích đạt tới hàng triệu Vôn.
- Điện trường của tiên đạo hình thành sự tập trung điện tích dương lớn tương ứng ở dưới mặt đất.



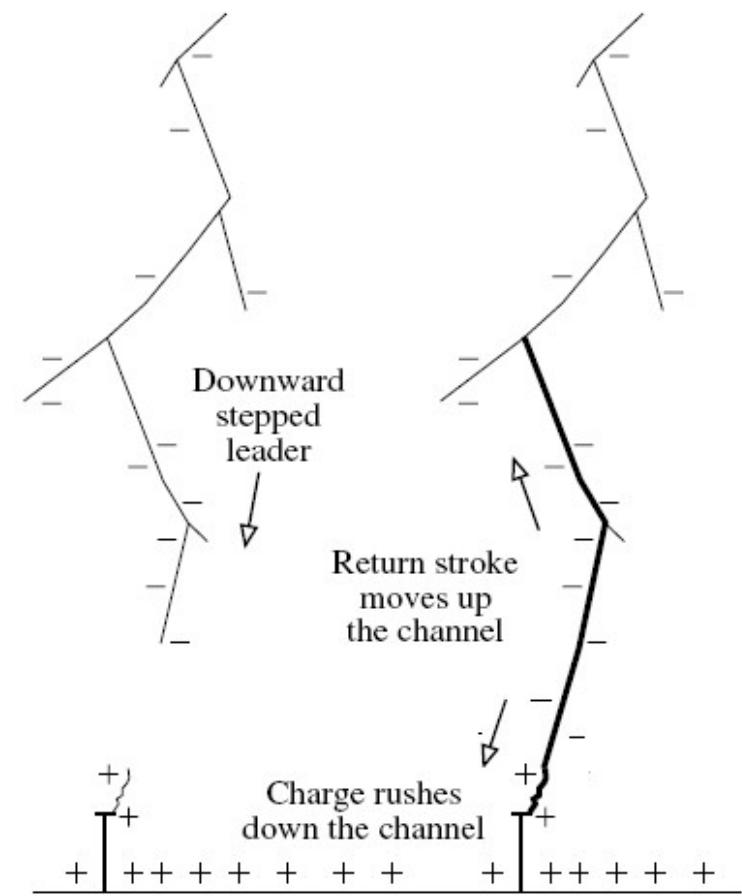


9.3 Bảo vệ chống sét

❖ **Quá điện áp khí quyển và đặc tính của sét**

- **Quá trình phóng điện:** chia ra làm 3 giai đoạn

Giai đoạn hai bắt đầu khi dòng tiên đạo phát triển tới đất. Khi đó các điện tích dương từ đất phát triển ngược lên với tốc độ $6 \cdot 10^4 - 10^5$ km/s để trung hòa điện tích âm của dòng tiên đạo. Sự phóng điện: dòng điện lớn, sự phát sáng mãnh liệt, không khí bị nung nóng đến 1000°C , dẫn nở đột ngột tạo thành sóng âm.



Giai đoạn cuối, dòng điện tích dương từ đất phóng ngược lên đám mây, nơi bắt đầu sự phòng điện. Sự lóe sáng biến mất



9.3 Bảo vệ chống sét

❖ **Quá điện áp khí quyển và đặc tính của sét**

- **Các tham số đặc trưng:**

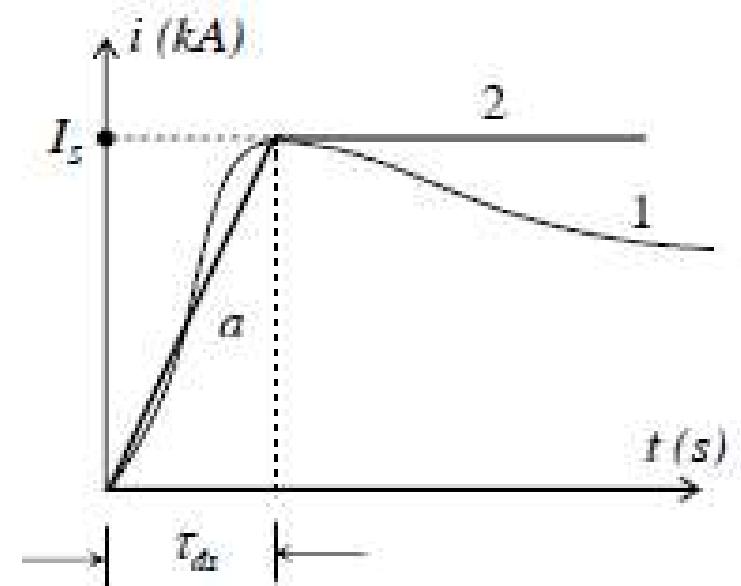
- Biên độ sét I_s
- Độ dốc đầu sóng $a = di_s/dt$
- Độ dài đầu sóng T_{ds}

Biên độ dòng điện sét không vượt quá 200-300kA và hiếm khi vượt quá 100kA, do đó thường lấy từ 50 – 100kA

Độ dốc đầu sóng sét không vượt quá 50kA/ μ s và thường tỷ lệ thuận với biên độ I_s

Đối với $I_s \geq 100$ kA, lấy $a = 30$ kA/ μ s

Đối với $I_s < 100$ kA, lấy $a = 10$ kA/ μ s





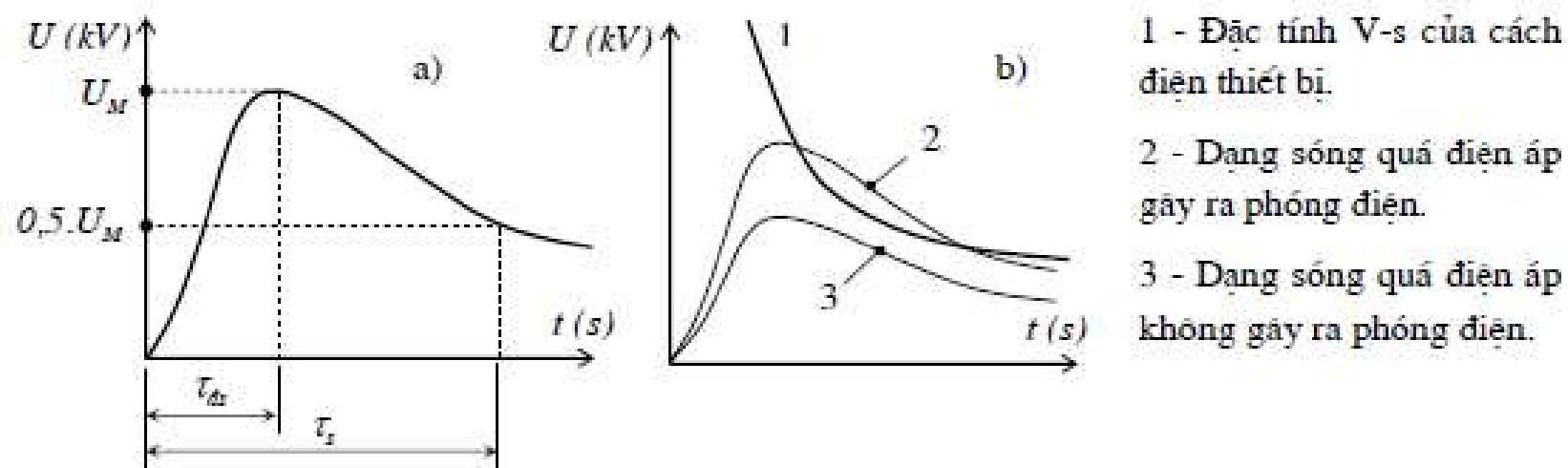
9.3 Bảo vệ chống sét

❖ Quá điện áp khí quyển và đặc tính của sét

• Quá điện áp khí quyển:

Là hiện tượng quá điện áp do sét đánh trực tiếp vào thiết bị điện hoặc cảm ứng của sét gần nơi đặt các thiết bị điện.

Để bảo vệ thường sử dụng hệ thống cột thu lôi để bảo vệ chống sét đánh trực tiếp và thiết bị và các thiết bị khác như chống sét van....
Để hạ thấp quá điện áp xuống dưới đặt tính chịu đựng của cách điện



Hình 10.5. Dạng sóng quá điện áp do sét và đặc tính von-giày của cách điện thiết bị điện



9.3 Bảo vệ chống sét

❖ **Bảo vệ chống sét cho đường dây tải điện**

- Các đường dây kéo dài trong không gian rộng và xác suất sét đánh trực tiếp rất lớn.
- Đường dây $U \geq 110\text{kV}$ treo dây chống sét trên toàn tuyến (đường dây trên không)
- Đường dây $U \leq 35\text{kV}$ thường không treo dây, tuy nhiên cột phải nối đất. Tiêu chuẩn nối đất cột điện theo điện trở suất
- Để tăng cường khả năng chống sét cho đường dây, có thể đặt thêm chống sét ống ở những nơi cách điện yếu, cột vượt cao, gần trạm cách điện.

Bảng 10.2. Tiêu chuẩn nối đất cột điện

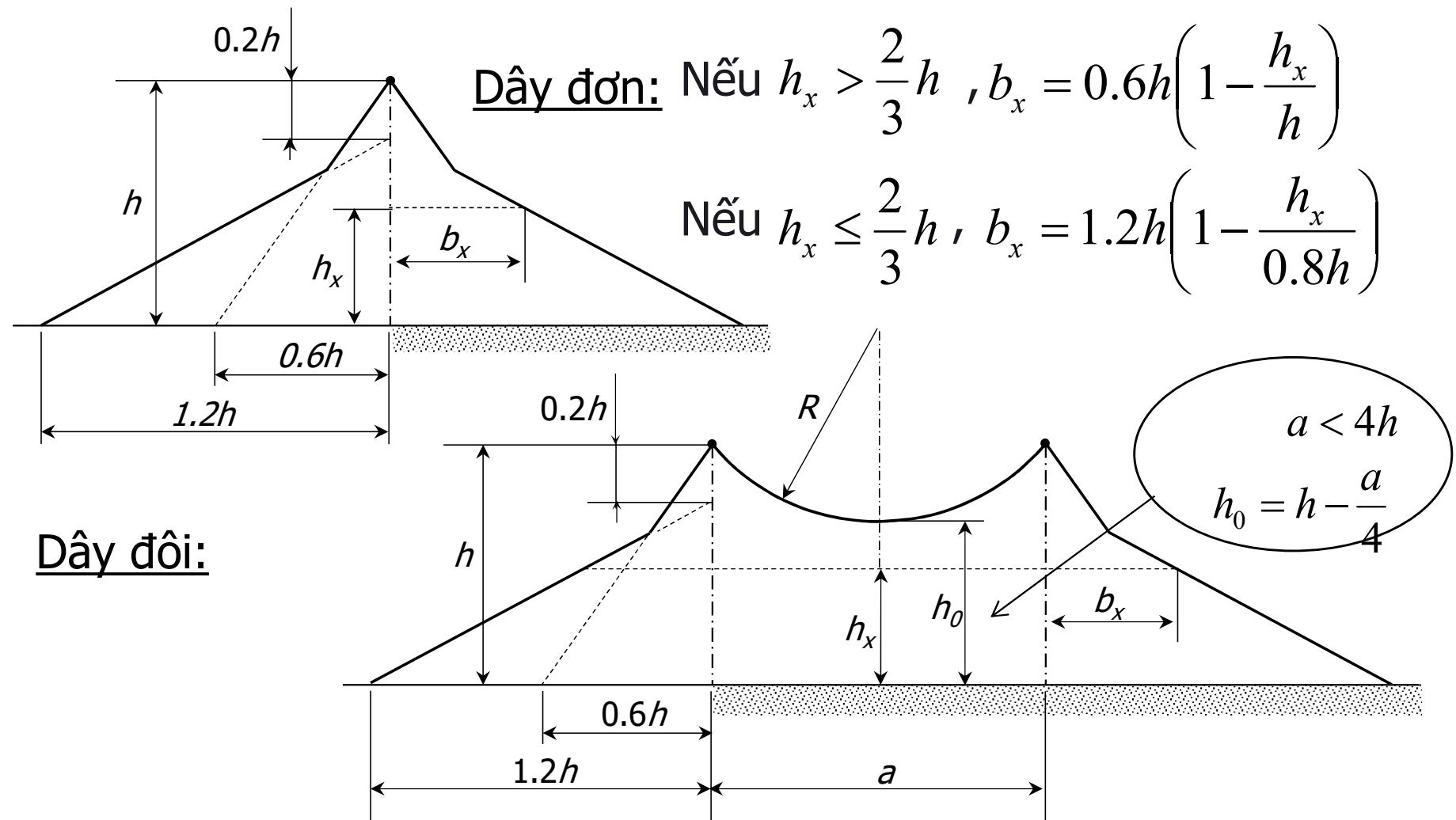
Điện trở suất của đất ($\Omega \cdot \text{cm}$)	Điện trở nối đất cột điện (Ω)
$\rho \leq 10^4$	10
$10^4 < \rho \leq 5.10^4$	15
$5.10^4 < \rho \leq 10^5$	20
$10^5 < \rho$	30



9.3 Bảo vệ chống sét

❖ **Bảo vệ chống sét cho đường dây tải điện**

- Phạm vi bảo vệ của hệ thống thu sét





9.3 Bảo vệ chống sét

❖ **Bảo vệ chống sét cho trạm biển áp**

- Bảo vệ chống đánh trực tiếp vào trạm biển áp

Phạm vi bảo vệ của một cột thu sét:

Mô hình thực nghiệm,

$$r_x = \frac{1.6}{1 + \frac{h_x}{h} p} (h - h_x)$$

h : Độ cao cột thu sét

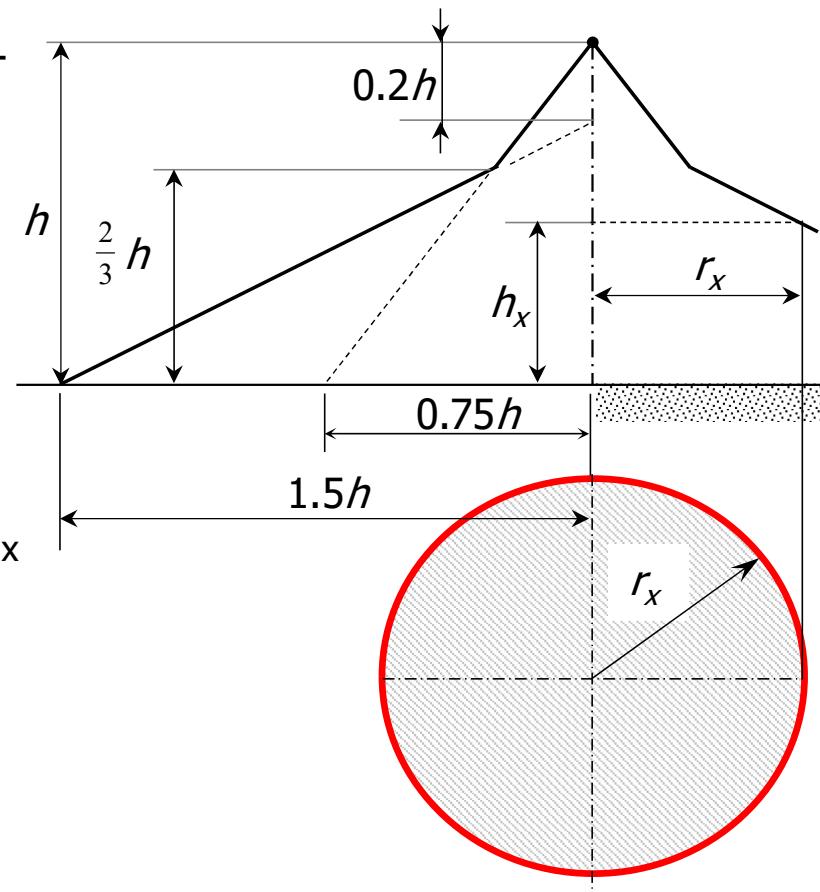
h_x : Độ cao của vật cần được bảo vệ

r_x : Bán kính phạm vi bảo vệ ở độ cao h_x

p : Hệ số phụ thuộc h .

$$p=1 \quad (h \leq 30m)$$

$$P=5.5/\sqrt{h}$$





9.3 Bảo vệ chống sét

❖ **Bảo vệ chống sét cho trạm biển áp**

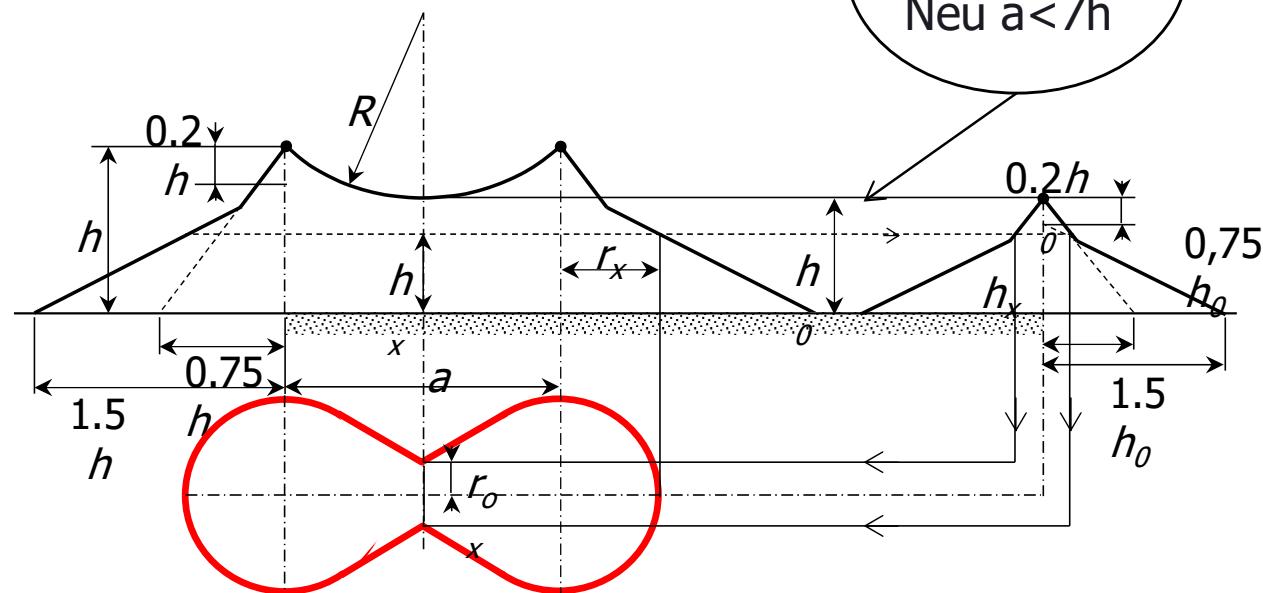
Nếu $h_x > \frac{2}{3}h$, $r_x = 0.75.p.h\left(1 - \frac{h_x}{h}\right)$

Nếu $h_x \leq \frac{2}{3}h$, $r_x = 1.5.p.h\left(1 - \frac{h_x}{0.8h}\right)$

Phạm vi bảo vệ của nhiều cột thu sét:

$$h_0 = h - \frac{a}{7}$$

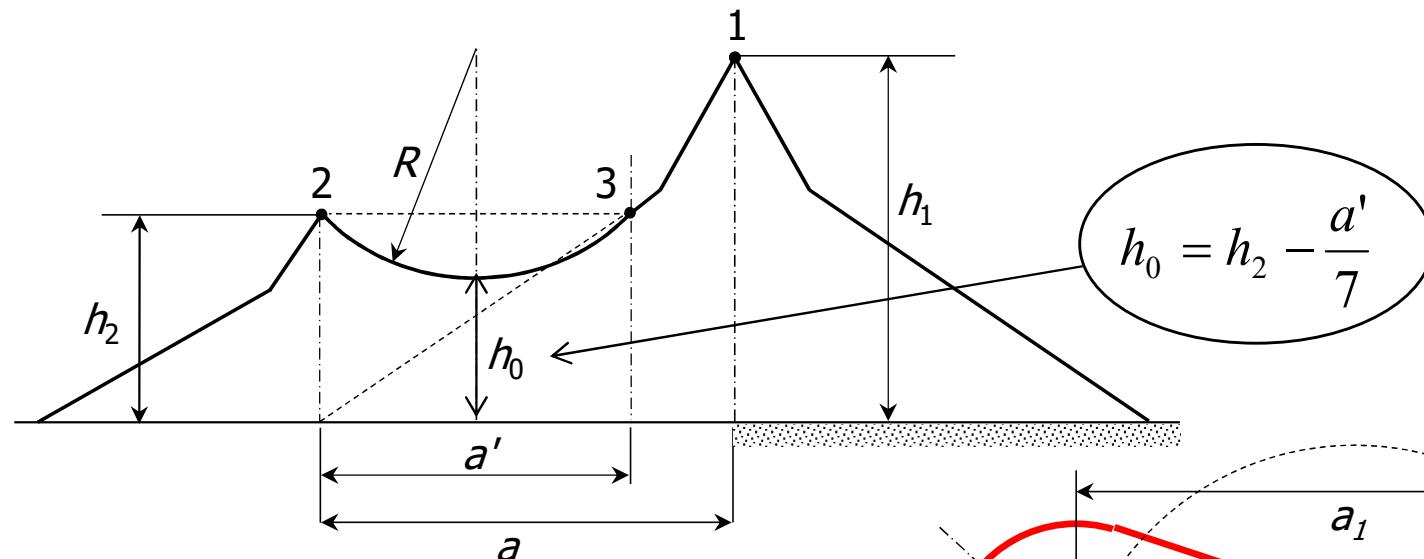
Nếu $a < 7h$





9.3 Bảo vệ chống sét

❖ **Bảo vệ chống sét cho trạm biến áp**

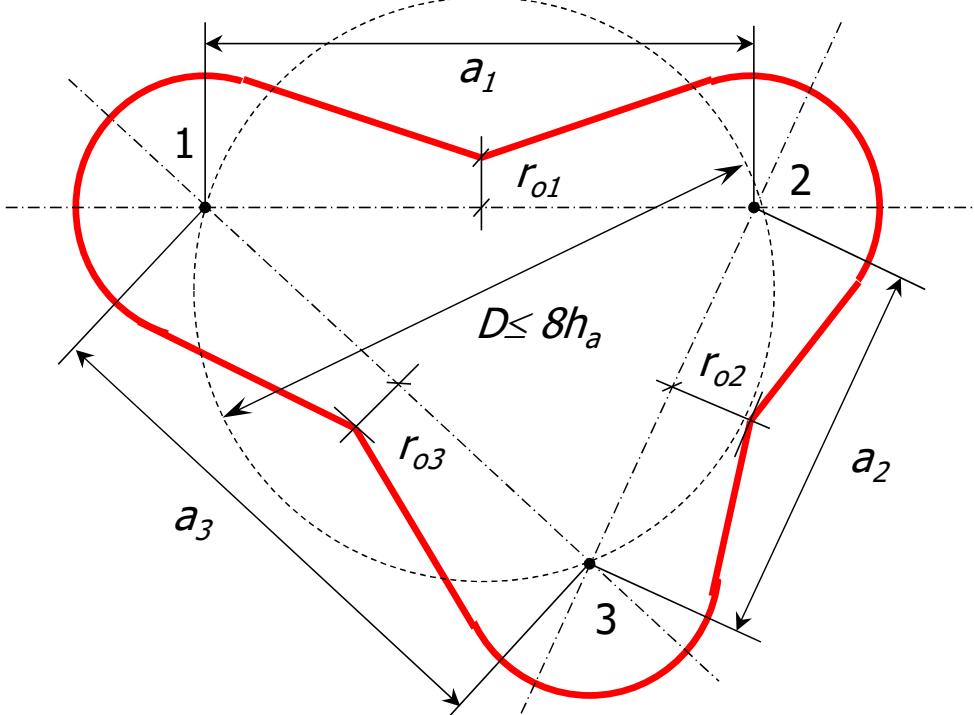


Nhiều cột phối hợp:

Điều kiện để khoảng không giữa ba cột thu sét được bảo vệ đến độ cao h_x sẽ là:

$$D \leq 8(h - h_x) = 8h_a \quad (h \leq 30m)$$

$$D \leq 8(h - h_x).p = 8h_a.p \quad (h > 30m)$$





Chương 08

BÙ CÔNG SUẤT PHẢN KHÁNG

8.1 Khái niệm chung

8.2 Các biện pháp nâng cao hệ số công suất

8.3 Phân phối dung lượng bù

8.4 Chọn tụ điện



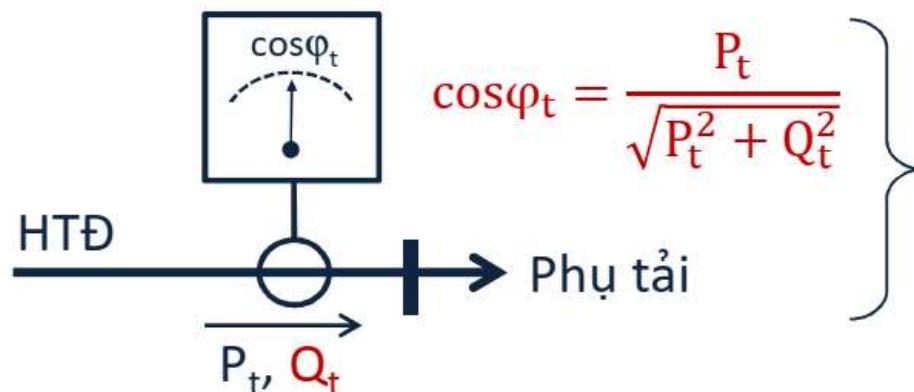
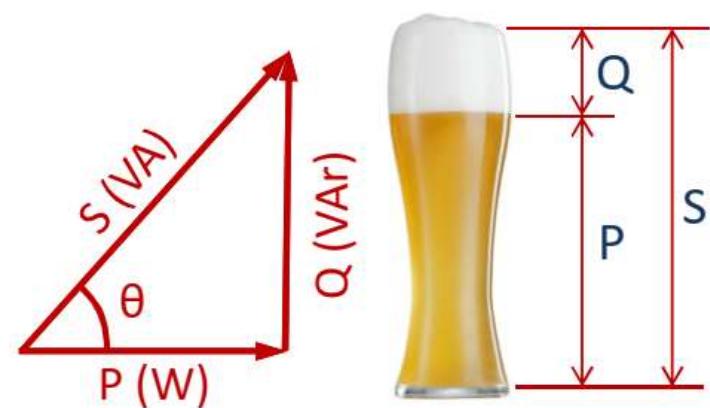
8.1 Khái niệm chung

1. Hệ số công suất

- Hệ thống xoay chiều, phụ tải nhận điện từ nguồn bao gồm:
 - *Công suất tác dụng* (kW).
 - *Công suất phản kháng* (kVAr). (máy biến áp hoặc động cơ..., dùng để tạo ra từ trường)
- Tam giác công suất và hệ số công suất

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} \leq 1$$

$\cos \varphi$ càng lớn, $Q \rightarrow 0$ và $P \rightarrow S$

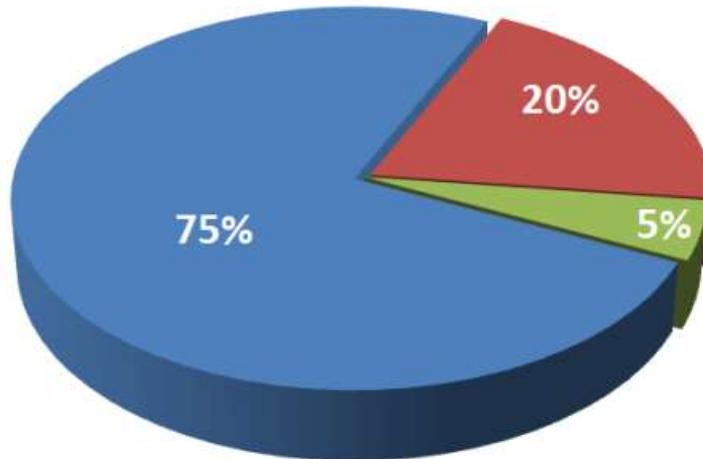


$\cos \varphi$ tăng $\Rightarrow Q_t$ từ HTĐ đến
phụ tải càng giảm



8.1 Khái niệm chung

2. Nhu cầu sử dụng công suất phản kháng



Phụ tải CSPK của HTĐ



- Máy biến áp (20%): Từ hóa trong lõi thép, điện năng ↔ điện năng .
- Đường dây (5%): Tự cảm, hổ cảm.
- Động cơ (điện năng ↔ cơ năng) và các tải khác như đèn huỳnh quang, các quá trình hồ quang điện, kháng điện,..... (75%)



8.1 Khái niệm chung

3. Những lợi ích do tăng hệ số công suất

- Giảm tổn thất điện áp $\Delta V = \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{V}$

- Giảm tổn thất công suất và tổn thất điện năng (đường dây và máy biến áp)

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2 \downarrow}{V^2} \cdot R \quad \Delta A = \frac{P^2 + Q^2 \downarrow}{V^2} \cdot R \cdot \tau$$

- Tăng khả năng truyền tải công suất tác dụng của đường dây

$$I_{cp} = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3} \cdot U} \quad P = \sqrt{3 \cdot U^2 \cdot I_{cp}^2 - Q^2}$$

- Giảm áp lực phát Q của nguồn điện
- Tránh quá tải lưới điện, trì hoãn đầu tư cho phát triển lưới điện

Nâng cao hệ số công suất được thực hiện bằng cách bù công suất phản kháng.



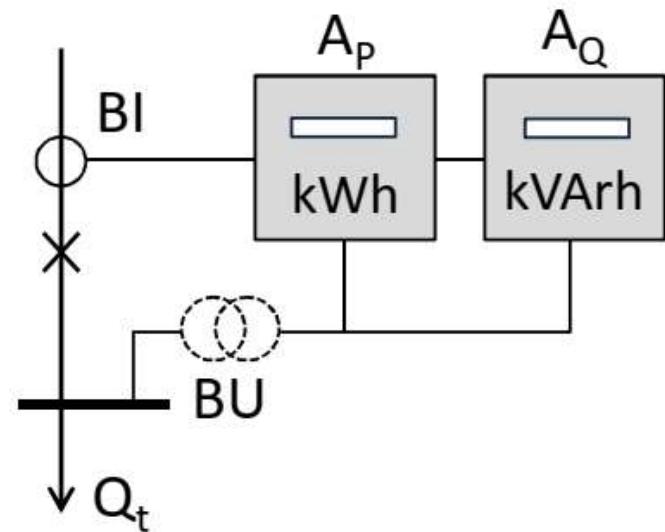
8.1 Khái niệm chung

4. Các định nghĩa cosφ phụ tải

- Hệ số cosφ tức thời
- Hệ số cosφ trung bình

$$\cos\varphi_{tb} = \frac{P_{tb}}{\sqrt{P_{tb}^2 + Q_{tb}^2}} = \frac{A_P}{\sqrt{A_P^2 + A_Q^2}}$$

- Hệ số cosφ tự nhiên: cosφ trung bình của phụ tải khi chưa bù CSPK



$$P_{tb} = \frac{A_P}{T}; Q_{tb} = \frac{A_Q}{T}$$

Chương 07

BÙ CÔNG SUẤT PHẢN KHÁNG

8.1 Khái niệm chung

8.2 Các biện pháp nâng cao hệ số công suất

8.3 Phân phối dung lượng bù

8.4 Chọn tụ điện



8.2 Các biện pháp nâng cao hệ số công suất

1. Nâng cao hệ số công suất tự nhiên

Bù cosφ tự nhiên là thuật ngữ chỉ những giải pháp không cần đặt thiết bị bù mà làm cho trị số cosφ tăng lên

Các giải pháp nâng cao cosφ tự nhiên

* **Đối với động cơ:** Cosφ tỷ lệ với hệ số tải của động cơ → nâng cao hệ số tải cũng đồng thời nâng cao cosφ của xí nghiệp

- Thay đổi và cải tiến qui trình công nghệ của thiết bị điện sao cho hợp lý nhất.
- Hạn chế động cơ chạy không tải theo hai cách:
 - + Hợp lý hóa các thao tác để các máy công tác có thời gian mang tải tối đa.
 - + Đặt thiết bị hạn chế thời gian không tải.
- Thay động cơ KĐB chạy non tải bằng các động cơ KĐB có công suất nhỏ phù hợp hơn.
- Dùng động cơ đồng bộ cho những ứng dụng ít phải thay đổi tốc độ như máy nén khí, máy bơm....

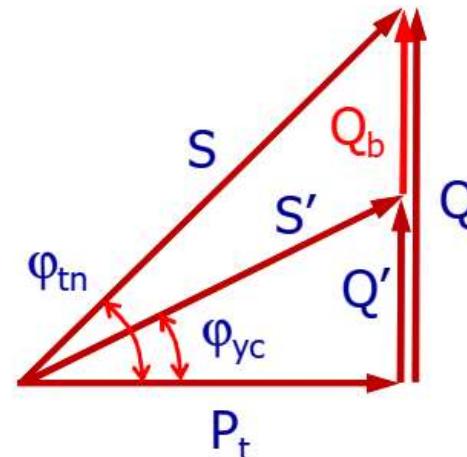
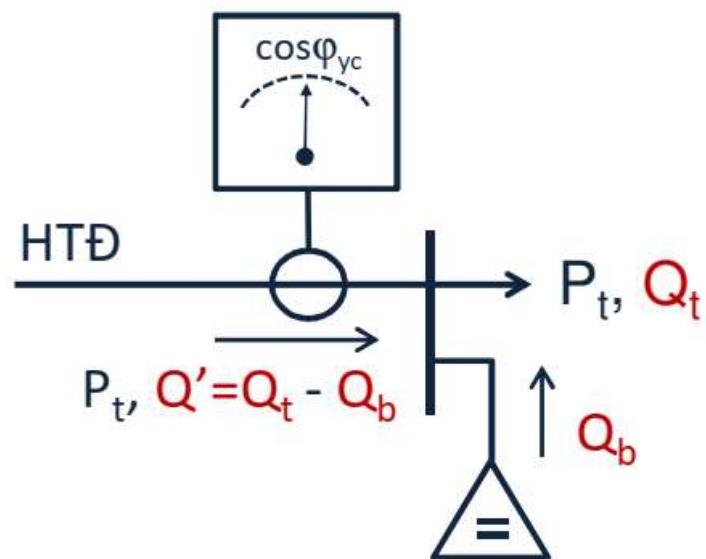
* **Đối với máy biến áp:** Thay MBA non tải bằng các MBA có công suất nhỏ hơn, áp dụng bài toán vận hành kinh tế trạm biến áp khi công suất phụ tải thay đổi.



8.2 Các biện pháp nâng cao hệ số công suất

2. Nâng cao bằng bù công suất phản kháng

Xác định dung lượng bù công suất phản kháng:



- Trước bù: $Q = Q_t = P_t \times \tan\varphi_{tn}$
- Sau bù: $Q' = Q_t - Q_b = P_t \times \tan\varphi_{yc}$

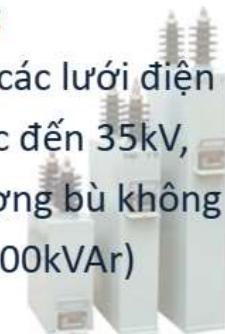
$$Q_b = P_t \times (\tan\varphi_{tn} - \tan\varphi_{yc})$$



8.2 Các biện pháp nâng cao hệ số công suất

2. Nâng cao bằng bù công suất phản kháng

Các thiết bị bù CSPK:

Các thiết bị bù CSPK	Ưu điểm	Nhược điểm
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tụ điện: Dùng trong các lưới điện áp định mức đến 35kV, với dung lượng bù không lớn ($Q_b < 5000\text{kVAr}$)  	<ul style="list-style-type: none"> + Vốn đầu tư thấp, + Kết cấu đơn giản, dễ lắp đặt, + Tổn thất CS thiết bị bù thấp, + Hiệu suất sử dụng cao, điều chỉnh dung lượng bù tương đối linh hoạt. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nhạy cảm với dao động điện áp vì $Q_c = \omega C \cdot U^2$ - Quá áp trên 10% \Rightarrow hỏng. - Tuổi thọ thấp (8-10 năm) - Đóng tụ \rightarrow Dòng điện xung, Cắt tụ \rightarrow tồn tại điện áp dư.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Thiết bị bù tĩnh: SVC, STATCOM Dùng để nâng cao CLĐN 	<ul style="list-style-type: none"> + Có thể thu phát CSPK + Điều chỉnh điện áp. + Nâng cao CLĐN 	<ul style="list-style-type: none"> - Vốn đầu tư rất lớn - Vận hành phức tạp - Sinh sóng hài
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Máy bù đồng bộ: Bù tập trung tại các nút phụ tải lớn.  	<ul style="list-style-type: none"> + Làm việc được hai chế độ (thu và phát CSPK), + Công suất bù không phụ thuộc điện áp lưới điện. + Tuổi thọ cao (20-25 năm) 	<ul style="list-style-type: none"> - Vốn đầu tư lớn. - Quản lý, vận hành, bảo dưỡng và sửa chữa phức tạp (do có phần quay).
Động cơ KĐB rô to dây quấn được đồng bộ hóa	Tổn thất CS lớn, khả năng quá tải kém. Chỉ áp dụng khi không có các loại thiết bị bù trên đây	

Chương 08

BÙ CÔNG SUẤT PHẢN KHÁNG

8.1 Khái niệm chung

8.2 Các biện pháp nâng cao hệ số công suất

8.3 Phân phối dung lượng bù

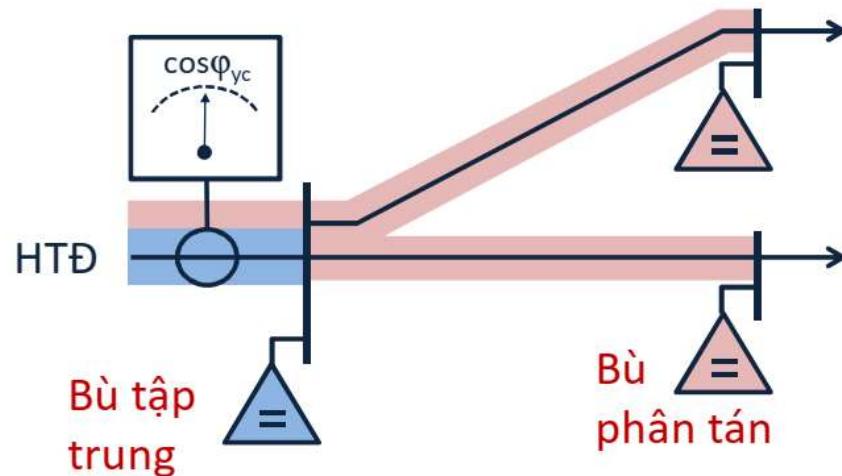
8.4 Chọn tụ điện



8.3 Phân phối dung lượng bù

1. Chọn vị trí đặt thiết bị bù

Thiết bị bù thường được đặt gần với phụ tải cần bù, có 2 quan điểm đặt:



Đặt tập trung

Thường tại các trạm biến áp.

Ưu điểm: dễ vận hành và tự động hóa, tận dụng hết công suất

Đặt phân tán

Tại các tủ phân phối, tủ động lực hoặc tại từng phụ tải.

Ưu điểm: giảm được tổn thất trên hệ thống cung cấp điện



8.3 Phân phối dung lượng bù

1. Chọn vị trí đặt thiết bị bù

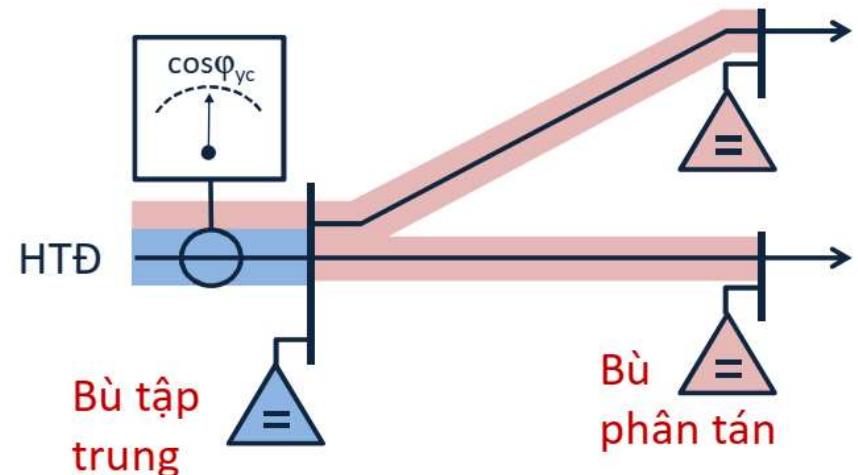
Xây dựng bài toán phân phối tối ưu dung lượng bù:

$$\left\{ \begin{array}{l} Z(Q_{b1}, Q_{b2}, \dots, Q_{bn}) \Rightarrow \text{Min} \\ \sum_{i=1}^n Q_{bi} = Q_b \end{array} \right.$$

Z: Hàm chi phí HTCCĐ có đặt bù CSPK

Q_{bi} : Dung lượng bù CSPK tại nút i ($i=1 \div n$)
trong HTCCĐ

Q_b : Tổng dung lượng bù CSPK của HTCCĐ



Hai trường hợp phân phối dung lượng bù trong mạng điện xí nghiệp công nghiệp:

- Tính dung lượng bù đặt ở phía cao áp và hạ áp của máy biến áp
- Phân phối dung lượng bù trong mạng điện hình tia và liên thông



8.3 Phân phối dung lượng bù

2. Bài toán phân phối dung lượng bù phía cao áp và hạ áp của trạm biến áp

Dựa trên hệ số $\cos\phi$ đã tính được lượng công suất cần bù là Q_b .

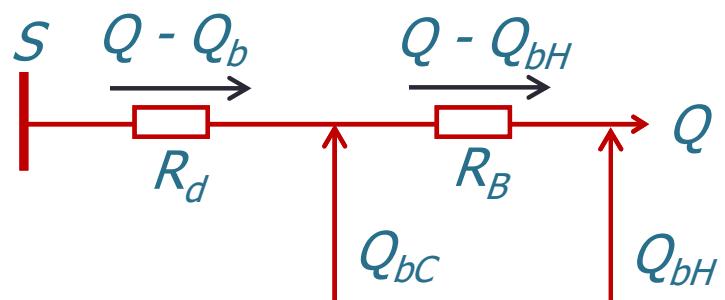
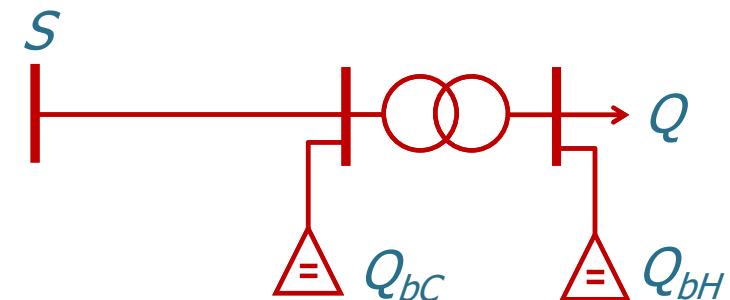
□ Giả thiết:

- Ảnh hưởng của Q_b đến hệ số tải nhỏ, bỏ qua.
- Tổng dung lượng bù không đổi.

$$Q_b = Q_{bC} + Q_{bH} = \text{const}$$

➤ Hàm chi phí:

$$Z = Z_1 + Z_2 + Z_3 \Rightarrow \text{Min}$$





8.3 Phân phối dung lượng bù

2. Bài toán phân phối dung lượng bù phía cao áp và hạ áp của trạm biến áp

- Vốn đầu tư cho thiết bị bù:

$$Z_1 = (k_{vh} + k_{tc}) \cdot [Q_{bC} \cdot V_C + Q_{bH} \cdot V_H]$$

V_C và V_H : Suất vốn đầu tư cho một đơn vị dung lượng bù phía cao áp và hạ áp (đ/kVAr).

- Chi phí tổn thất điện năng hàng năm của thiết bị bù:

$$Z_2 = Q_b \cdot \Delta P_b \cdot T_b \cdot \alpha_A$$

ΔP_b : Suất tổn thất công suất tác dụng cho một đơn vị dung lượng bù, (kW/kVAr)

T_b : Thời gian vận hành thiết bị bù (1 năm = 8760h)



8.3 Phân phối dung lượng bù

2. Bài toán phân phối dung lượng bù phía cao áp và hạ áp của trạm biến áp

- Chi phí tổn thất điện năng hàng năm của lưới điện sau khi đặt thiết bị bù:

$$Z_3 = \left\{ \frac{(Q - Q_{bH})^2}{U^2} \cdot R_B + \frac{(Q - Q_{b\Sigma})^2}{U^2} \cdot R_d \right\} \cdot \tau_b \cdot \alpha_A$$

τ_b : Thời gian tổn thất công suất lớn nhất của lưới điện khi có đóng thiết bị bù.

α_A : Giá điện năng (đ/kWh)

U : Điện áp lưới phía cao áp của trạm

R_B : Điện trở của trạm

R_d : Điện trở của đường dây



8.3 Phân phối dung lượng bù

2. Bài toán phân phối dung lượng bù phía cao áp và hạ áp của trạm biến áp

- Dung lượng bù phía cao và hạ áp của trạm là nghiệm của:

$$\frac{dZ}{dQ_{bH}} = (V_H - V_C) \cdot (k_{vh} + k_{tc}) - \frac{2 \cdot (Q - Q_{bH})}{U^2} \cdot R_B \cdot \tau_b \cdot \alpha_A = 0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} Q_{bH} = Q - \frac{(V_H - V_C) \cdot (k_{vh} + k_{tc}) \cdot U^2}{2 \cdot R_B \cdot \tau_b \cdot \alpha_A} \\ Q_{bc} = Q_b - Q_{bH} \end{cases}$$



8.3 Phân phối dung lượng bù

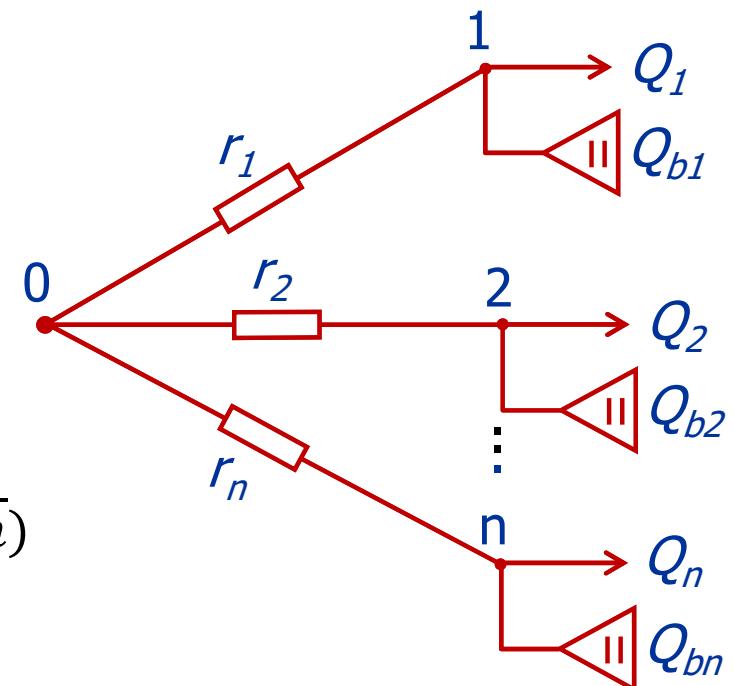
3. Bài toán phân phối dung lượng bù trong lưới hình tia

Dựa trên hệ số $\cos\varphi$ đã tính được lượng công suất cản bù là Q_b .

$$Q_b = \sum_{i=1}^n Q_{bi} = const$$

Hàm chi phí: Do các thiết bị cùng cấp điện áp nên chỉ xét đến Z_3

$$Z_3 = \sum_{i=1}^n \frac{(Q_i - Q_{bi})^2}{U^2} \cdot r_i \cdot \tau_b \cdot \alpha_A = f(Q_{bi}, i = \overline{1, n})$$
$$\rightarrow Min$$





8.3 Phân phối dung lượng bù

3. Bài toán phân phối dung lượng bù trong lưới hình tia

Dung lượng bù trên mỗi nhánh:

$$Q_{bi} = Q_i - \frac{(Q - Q_b) \cdot R_{td}}{r_i} \Big|_{i=\overline{1,n}}$$

Trong đó

$$R_{td} = \left(\sum_{i=1}^n \frac{1}{r_i} \right)^{-1}$$



8.3 Phân phối dung lượng bù

Ví dụ

VD. 1. Mạng hình tia bốn nhánh, tổng dung lượng bù cho mạng là 1200kVAr. Thông số các nhánh như sau:

$$\begin{array}{ll} r_1 = 0.1\Omega; & Q_1 = 400 \text{ kVAr} \\ r_2 = 0.05\Omega ; & Q_2 = 400 \text{ kVAr} \\ r_3 = 0.06\Omega ; & Q_3 = 500 \text{ kVAr} \\ r_4 = 0.2\Omega ; & Q_4 = 200 \text{ kVAr} \end{array}$$



Xác định $Q_{c1}, Q_{c2}, Q_{c3}, Q_{c4}$

$$Giải: Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 1500 \text{ kVAr}$$

$$R_{eq} = \left(\sum_{k=1}^4 \frac{1}{r_k} \right)^{-1} = 0.0194\Omega$$

$$Q_{b1} = 400 - \frac{(1500 - 1200) \times 0.0194}{0.1} = 341,8 \text{ kVAr}$$

Tương tự, $Q_{b2} = 283,6 \text{ kVAr}$; $Q_{b3} = 403 \text{ kVAr}$; $Q_{b4} = 170,9 \text{ kVAr}$



8.3 Phân phối dung lượng bù

4. Bài toán phân phối dung lượng bù trong lưới liên thông

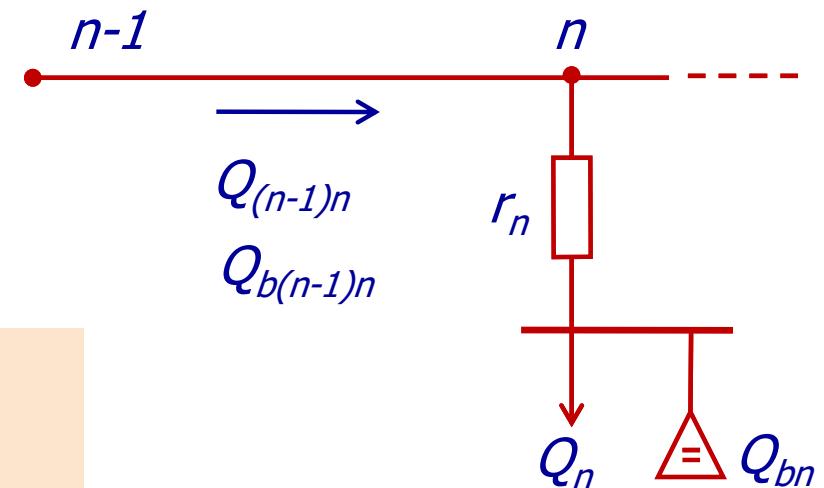
$$Q_{bn} = Q_n - \frac{(Q_{(n-1)n} - Q_{b(n-1)n}) \cdot R_{tdn}}{r_n}$$

Trong đó

$Q_{(n-1)n}$: CSPK chạy từ nút $n-1$ đến nút n

$Q_{b(n-1)n}$: Tổng CSPK bù cần phân phối tại nút n .

R_{tdn} : Điện trở tương đương của phần mạch
giữa nút n và các phụ tải phía sau.



Hãy nhìn và giải sơ đồ
liên thông như thể nhiều
sơ đồ hình tia liên tiếp
nhau



8.3 Phân phối dung lượng bù

VD. 2. Tổng dung lượng bù là 250kVAr. Thông số đường dây

$$r_3 = 0.025 \Omega; Q_3 = 50 \text{ kVAr}$$

$$r_2 = 0.012 \Omega; Q_2 = 250 \text{ kVAr}$$

$$r_{12} = 0.004 \Omega; Q_{12} = Q_2 + Q_3 = 300 \text{ kVAr}$$

$$r_1 = 0.008 \Omega; Q_1 = 100 \text{ kVAr}$$

$$Giải: Q = Q_1 + Q_{12} = 400 \text{ kVAr}$$

$$R_{eq2} = r_2 // r_3 = 0.008 \Omega$$

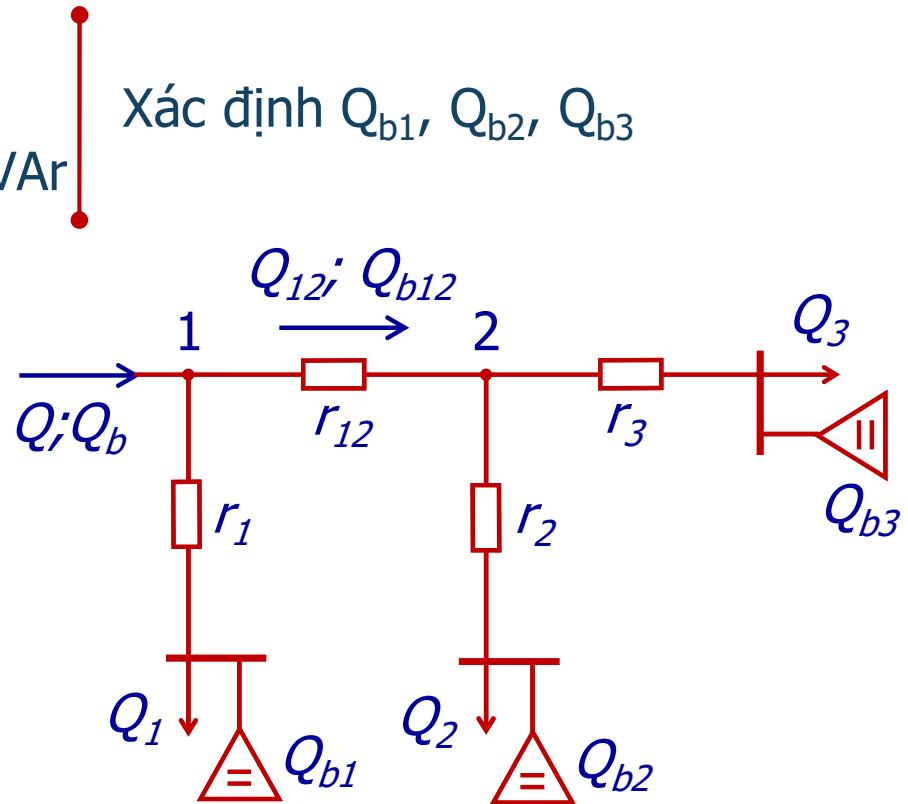
$$R_{eq1} = r_1 // (R_{eq2} + r_{12}) = 0.0048 \Omega$$

$$\begin{aligned} Q_{b1} &= Q_1 - \frac{(Q - Q_b) \cdot R_{eq1}}{r_1} \\ &= 100 - \frac{(400 - 250) \times 0.0048}{0.008} = 10 \text{ kVAr} \end{aligned}$$

$$Q_{b12} = Q_c - Q_{b1} = 250 - 10 = 240 \text{ kVAr}$$

$$Q_{b2} = Q_2 - \frac{(Q_{12} - Q_{b12}) \cdot R_{eq2}}{r_2} = 250 - \frac{(300 - 240) \times 0.008}{0.012} = 209,5 \text{ kVAr}$$

$$Q_{b3} = Q_{b12} - Q_{b2} = 30,5 \text{ kVAr}$$



Chương 08

BÙ CÔNG SUẤT PHẢN KHÁNG

8.1 Khái niệm chung

8.2 Các biện pháp nâng cao hệ số công suất

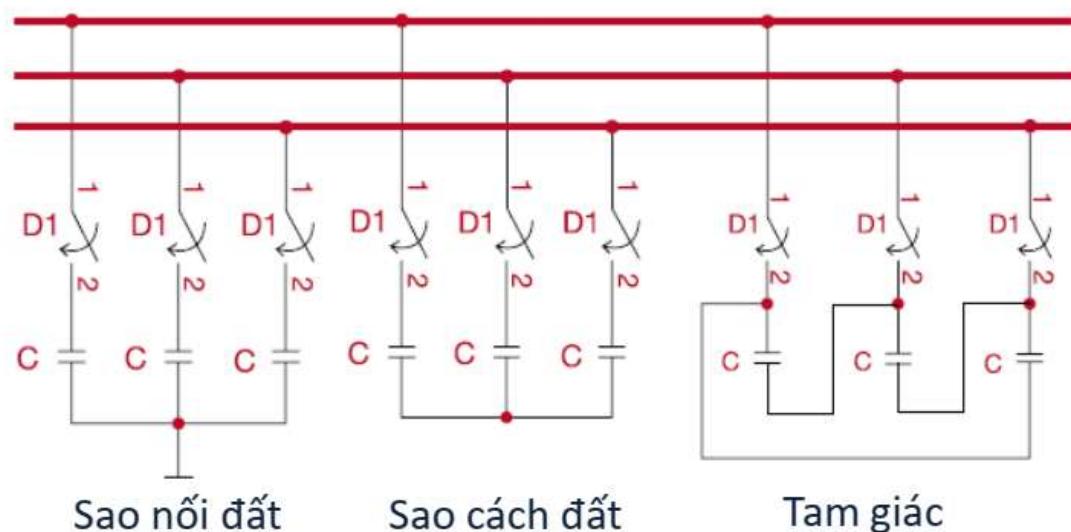
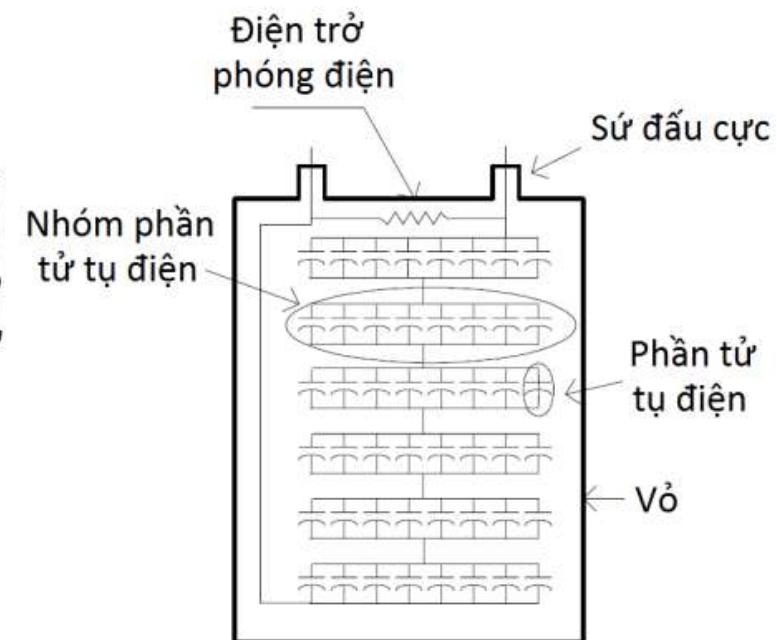
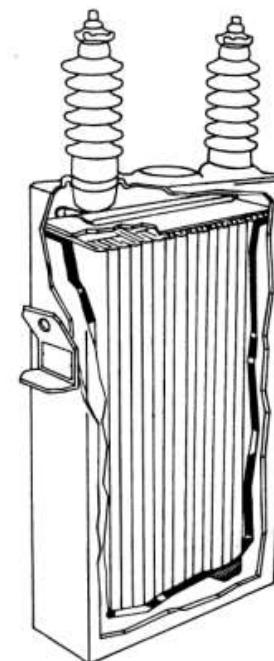
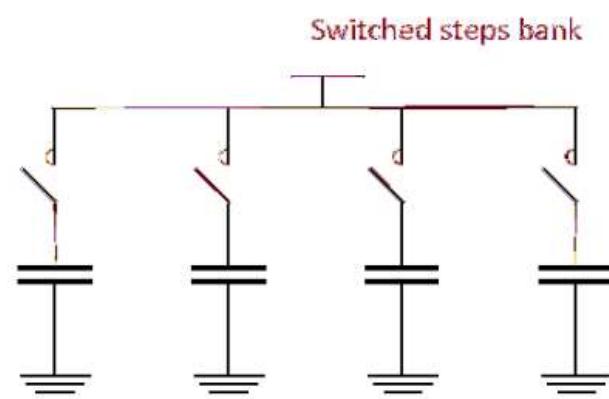
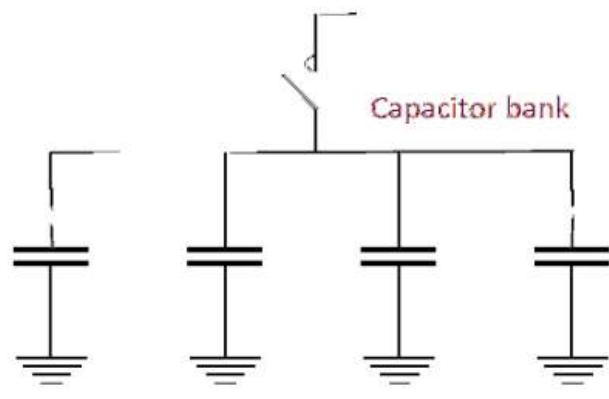
8.3 Phân phối dung lượng bù

8.4 Chọn tụ điện



8.4 Chọn tụ điện

1. Kết cấu và đấu nối





8.4 Chọn tụ điện

1. Kết cấu và đấu nối

- Tụ điện 3 pha đấu sao / tam giác:

Đấu nối tụ	Δ	Y
Điện áp tụ điện	Điện áp dây \Rightarrow Tăng chi phí cách điện	Điện áp pha \Rightarrow Chi phí cách điện thấp
Công suất kVAr tụ điện	$Q_b = \omega \cdot C \cdot U_{PP}^2 \\ = \omega \cdot C \cdot 3 \cdot U_{PN}^2$	$Q_b = \omega \cdot C \cdot U_{PN}^2$
Phụ tải không đối xứng	Không ảnh hưởng	\Rightarrow KĐX điện áp pha $\Rightarrow Q_b$ không đều \Rightarrow Tăng mất đối xứng
Ngắn mạch tụ điện	Không gây quá áp	Quá tải tụ (quá áp) hai pha còn lại
Áp dụng (IEEE1036)	Lưới điện $U_{dm} \leq 2400V$	Lưới điện $U_{dm} > 2400V$



8.4 Chọn tụ điện

1. Kết cấu và đấu nối

□ Tụ điện 3 pha đấu sao nối đất / sao cách đất:

	Y_0	Y
Ưu điểm	<ul style="list-style-type: none">▪ Tránh quá điện áp trung tính▪ Tạo mạch lọc sóng hài▪ Giảm điện áp phục hồi đối với thiết bị đóng cắt (máy cắt)	<ul style="list-style-type: none">▪ Giảm sóng hài bậc $3n$, dòng thứ không và dòng phóng khi có ngắn mạch chạm đất.▪ Tránh dòng inrush xuất hiện trong hệ thống nối đất trạm
Nhược điểm	<ul style="list-style-type: none">▪ Tăng nhiễu các đường dây viễn thông do sóng hài▪ Sóng hài và dòng inrush có thể làm bảo vệ mất chọn lọc▪ Dòng inrush trong mạch nối đất trạm gây hư hỏng BI đo lường	<ul style="list-style-type: none">▪ Quá điện áp trung tính khi có quá điện áp sét.▪ Quá điện áp lớn trên 2 pha còn lại khi ngắn mạch tụ 1 pha
Áp dụng	<ul style="list-style-type: none">▪ Cho lưới trung tính nối đất	<ul style="list-style-type: none">▪ Cho lưới trung tính cách đất



8.4 Chọn tụ điện

2. Dòng điện xung kích khi đóng tụ vào lưới

- Khi đóng 1 tụ vào lưới:

Dòng điện đóng tụ: I_m (inrush current)

$$I_m = U_m \times \frac{\sqrt{C}}{\sqrt{L_H + L}} \approx \sqrt{2} \times \frac{U_{\text{đm}}}{\sqrt{3}} \times \frac{\sqrt{C}}{\sqrt{L_H}}$$

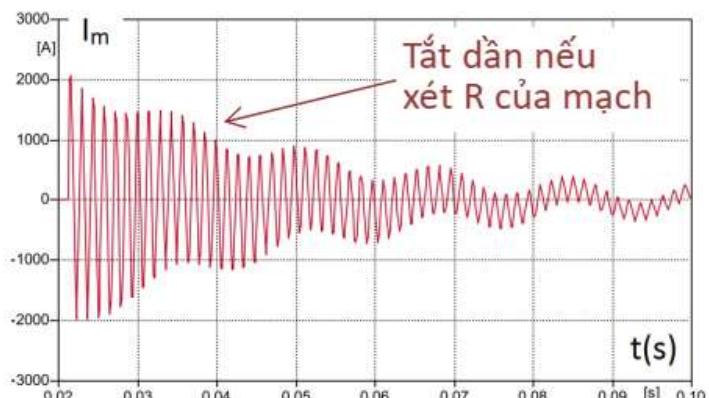
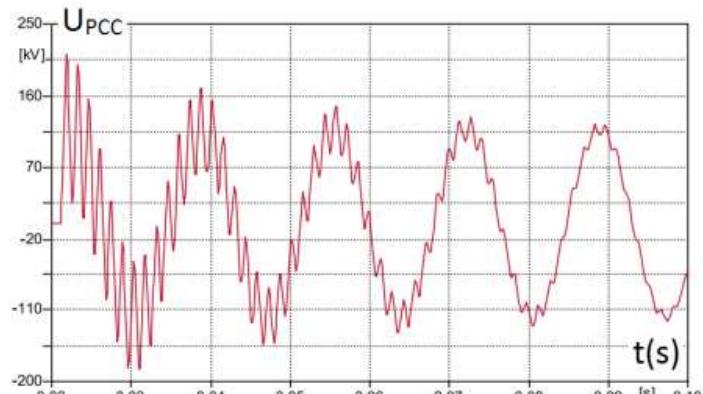
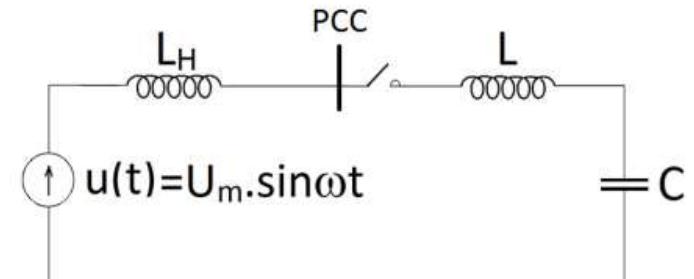
- So sánh với dòng định mức của tụ

$$\frac{I_m}{I_{\text{đm}.C}} = \sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{L_H \cdot C}} = \frac{\sqrt{2 \cdot S_N}}{\sqrt{Q}}$$

$$I_{\text{đm}.C} = \omega \cdot C \cdot \frac{U_{\text{đm}}}{\sqrt{3}}$$

S_N : Công suất ngắn mạch của HTĐ tại PCC: $S_N = \frac{U_{\text{đm}}^2}{2\pi f \cdot L_H}$

Q : Công suất bù của bộ tụ, $Q = 2\pi f \cdot C \cdot U_{\text{đm}}^2$





8.4 Chọn tụ điện

2. Dòng điện xung kích khi đóng tụ vào lưới

- Khi đóng 1 tụ vào lưới:

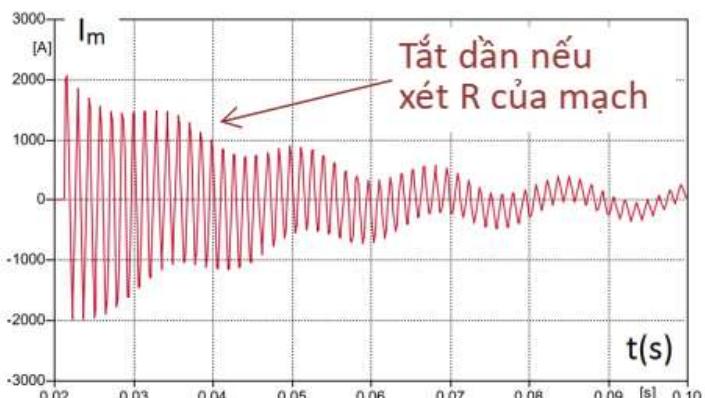
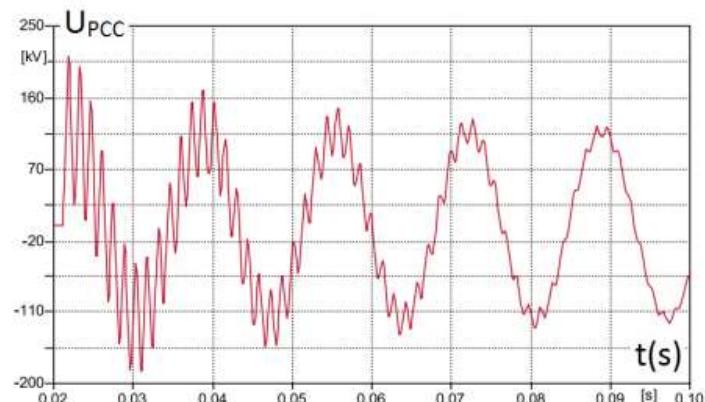
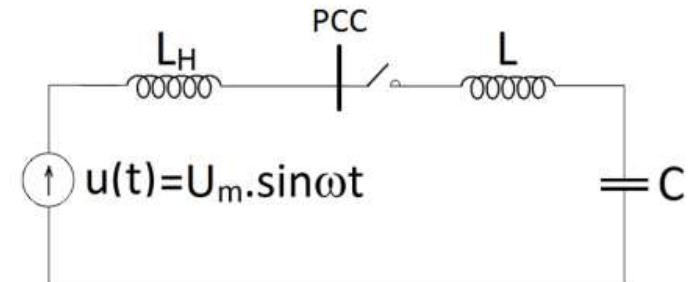
Tần số dao động sau khi đóng tụ:

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_H \cdot C}} = f \cdot \frac{\sqrt{S_N}}{\sqrt{Q}}$$

S_N : Công suất ngắn mạch của HTĐ tại PCC:

$$S_N = \frac{U_{dm}^2}{2\pi f \cdot L_H}$$

Q : Công suất bù của bộ tụ, $Q = 2\pi f \cdot C \cdot U_{dm}^2$





8.4 Chọn tụ điện

2. Dòng điện xung kích khi đóng tụ vào lưới

Ví dụ: Đóng tụ bù cố định 250kVAr với $U_{đm} = 6\text{kV}$ vào lưới có công suất ngắn mạch tại điểm đóng tụ là $S_N = 250\text{MVA}$

$$\frac{I_m}{I_{đm.C}} = \frac{\sqrt{2 \cdot S_N}}{\sqrt{Q}} = \frac{\sqrt{2 \cdot 250 \cdot 10^3}}{\sqrt{250}} = 44,7(\text{lần})$$

$$f_o = f \times \frac{\sqrt{S_N}}{\sqrt{Q}} = 50 \times \frac{\sqrt{250 \cdot 10^3}}{\sqrt{250}} = 1582(\text{Hz})$$



8.4 Chọn tụ điện

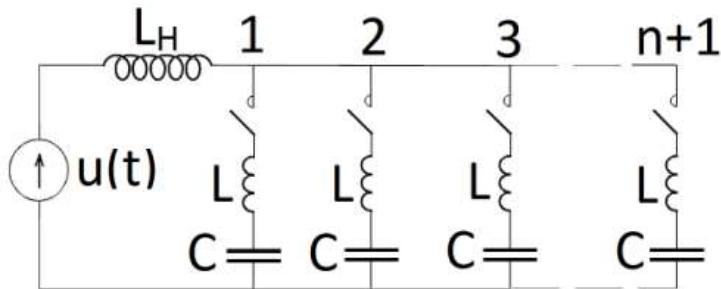
2. Dòng điện xung kích khi đóng tụ vào lưới

- Đóng tụ điện thứ $n+1$ vào lưới khi đã nối n tụ điện
 - Dòng điện đóng tụ

$$I_m = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \times U_{\text{đm}} \frac{n}{n+1} \times \frac{\sqrt{C}}{\sqrt{L}}$$

$$\Rightarrow \frac{I_m}{I_{\text{đm},C}} = \sqrt{2} \times \frac{n}{n+1} \times \frac{f_o}{f}$$

- Trong đó tần số dao động tự nhiên: $f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$





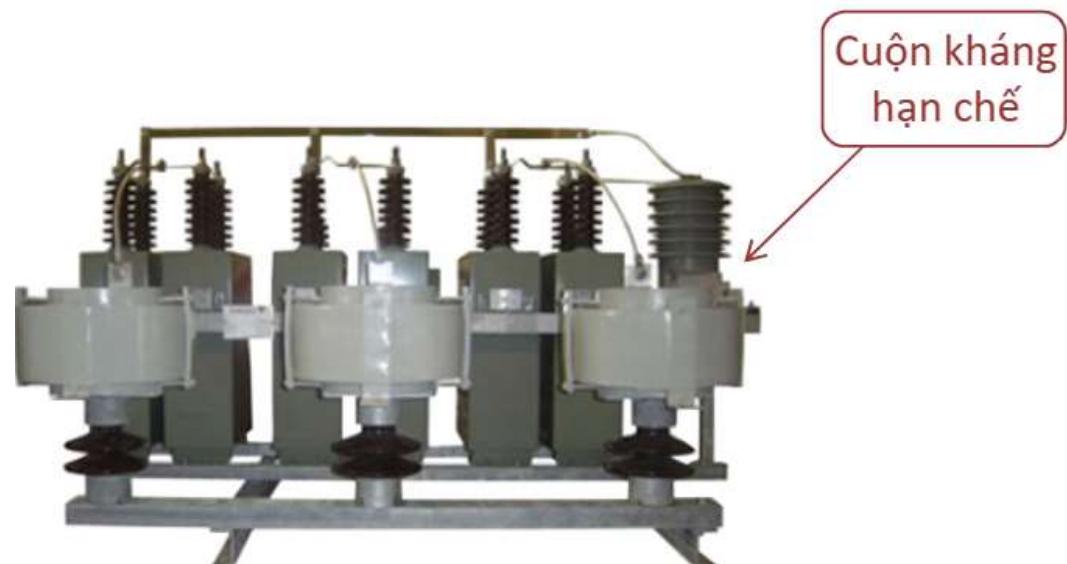
8.4 Chọn tụ điện

2. Dòng điện xung kích khi đóng tụ vào lưới

- Hạn chế dòng điện xung kích khi đóng tụ điện vào lưới
 - Đối với tụ hạ áp: Sử dụng mạch tiếp điểm phụ nối với điện trở hạn chế R, ghép kèm với công tắc tơ đóng cắt mạch nối tụ.
 - Đối với tủ trung áp: Sử dụng điện kháng ghép nối tiếp với tụ điện.



Contactor hạ áp với
điện trở hạn chế



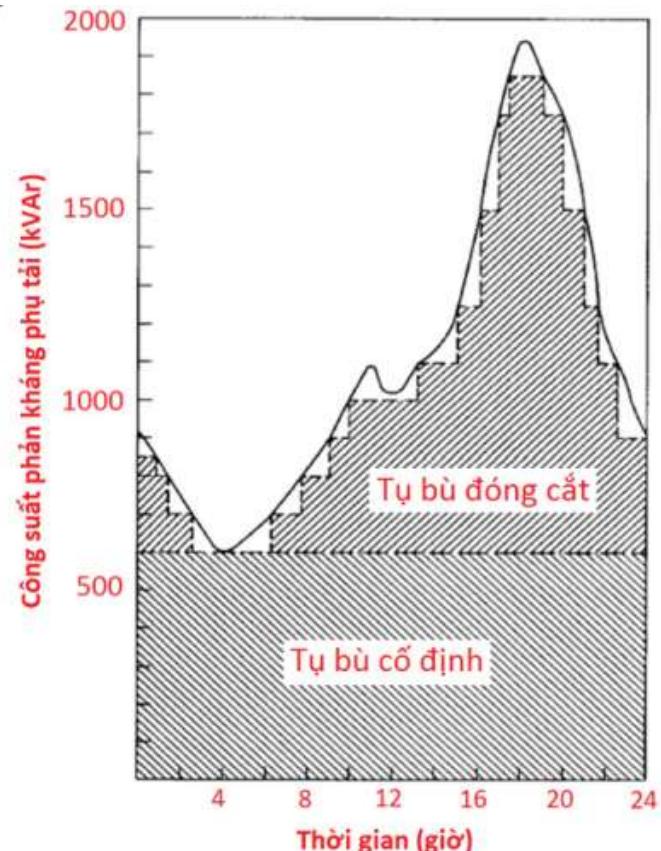
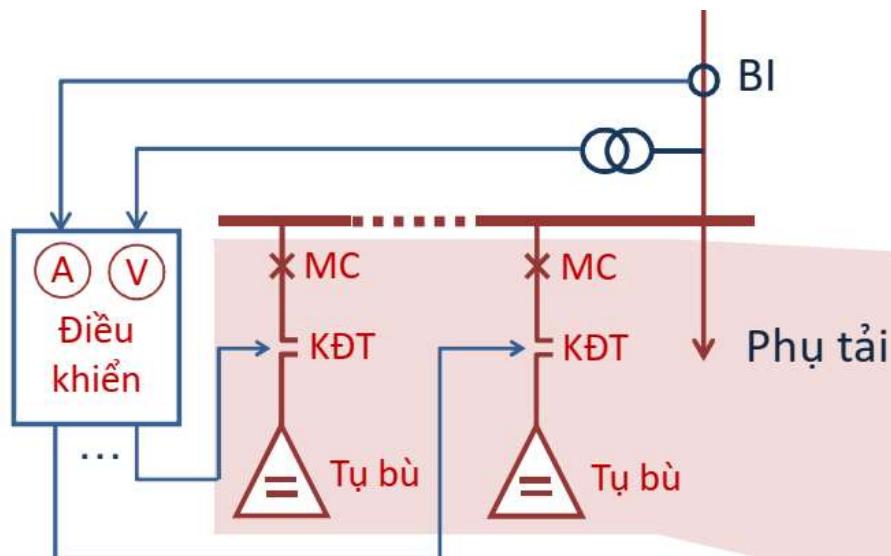
Điện kháng hạn chế ghép trực tiếp với
mạch tụ điện trung áp



8.4 Chọn tụ điện

3. Nguyên tắc đóng cắt tụ điện

- Theo thời gian
- Theo dòng điện
- Theo điện áp
- Theo chiều CSPK





8.4 Chọn tụ điện

3. Nguyên tắc đóng cắt tụ điện

Vận hành tụ điện:

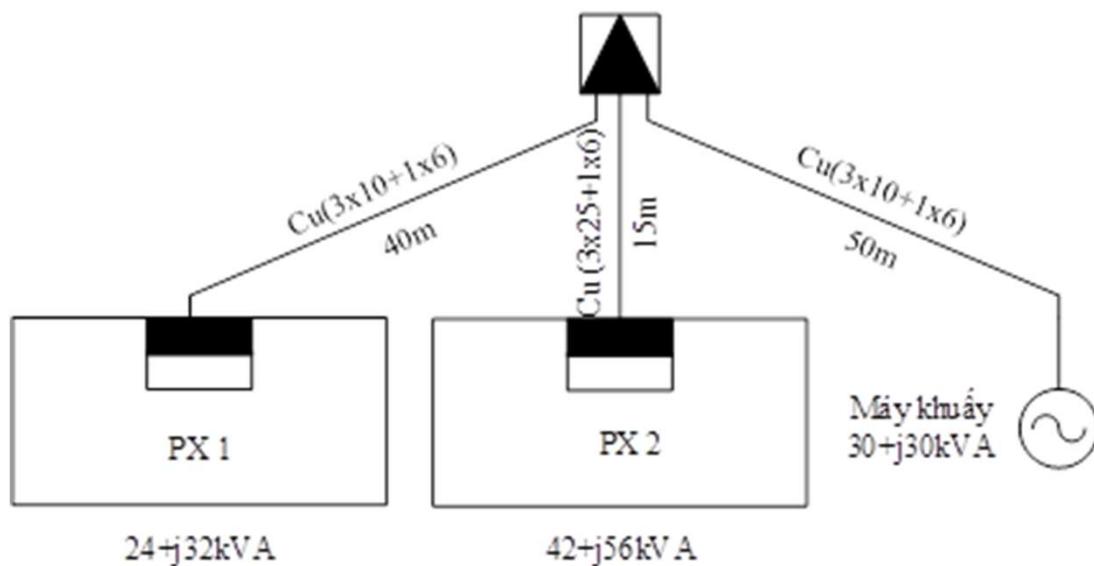
- Đối với lưới điện cao áp tụ điện được đặt trong phòng riêng.
- Đối với lưới điện hạ áp, tụ được lắp trong tủ tụ bù, có thể đặt cạnh các tủ phân phối điện.
- Lưu ý chống cháy nổ tụ điện khi vận hành (do quá điện áp đặt lên tụ) hoặc phát nóng do tổn thất công suất tác dụng của bản thân trụ.



8.4 Chọn tụ điện

Bài tập 8.1

Một xí nghiệp có mặt bằng cấp điện như hình. Yêu cầu tính toán thiết kế bù dùng tụ điện sao cho cosphi của nhà máy lên 0,95





8.4 Chọn tụ điện

Giải

Với hệ thống cấp điện trên, tối ưu hơn cả là bù phân tán tại 3 điểm: phân xưởng 1, phân xưởng 2 và cực động cơ máy khuấy 30 kW.

Công suất tổng của xí nghiệp:

$$\dot{S} = 24 + j32 + 42 + j56 + 30 + j30 = 96 + j118 \text{ kVA}$$

Hệ số công suất của xí nghiệp: $\cos\varphi = \frac{96}{\sqrt{96^2 + 118^2}} = 0,63$

Dung lượng bù tổng: $Q_b = P \cdot (\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2) = 96 \cdot (1,23 - 0,33) = 86 \text{ kVar}$

Công suất bù tại PX1: $Q_{b1} = 32 - (118 - 86) \frac{0,009}{0,08} = 28,4 \text{ kVar}$

Công suất bù tại PX2: $Q_{b2} = 56 - (118 - 86) \frac{0,009}{0,012} = 32 \text{ kVar}$

Công suất bù tại PX3: $Q_{b3} = 30 - (118 - 86) \frac{0,009}{0,062} = 25,6 \text{ kVar}$

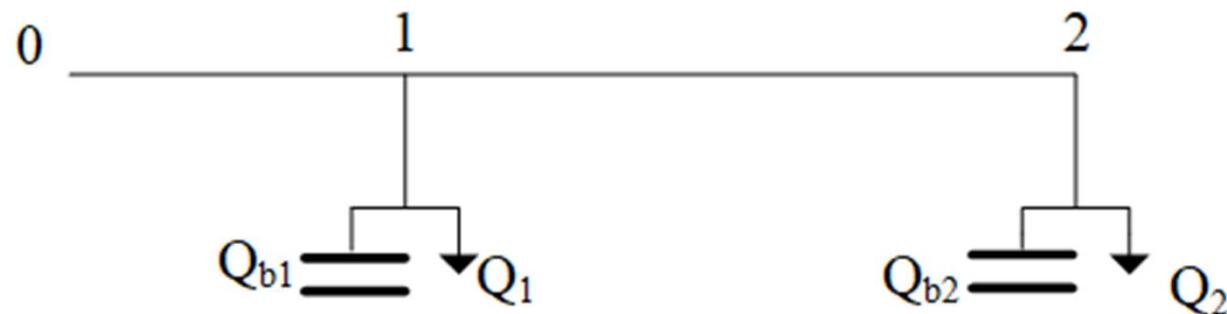
Thứ tự	Vị trí đặt	Loại tủ bù	Số pha	Q_{bi}, kVar	Số lượng
1	Phân xưởng 1	KC2-0,38-28-3Y1	3	28	1
2	Phân xưởng 2	KC2-0,38-36-3Y3	3	36	1
3	Máy khuấy	KC2-0,38-28-3Y1	3	28	1



8.4 Chọn tụ điện

Bài 8.2

Hãy xác định dung lượng bù tối ưu cho mạng điện hạ áp 0,38 kV với sơ đồ như hình, biết: suất vốn đầu tư của tụ bù là $v_b = 140 \cdot 10^3$ đ/kVAr; suất tổn thất trong tụ bù $\Delta P_b = 0,004 kW / kVAr$; giá thành tổn thất $c_\Delta = 750$ đ/kWh. Công suất phản kháng trong mạng điện là $Q_1 = 45$; và $Q_2 = 28,5$. Đường dây được làm bằng dây dẫn A-50 với chiều dài $l_{01} = 469$ m và $l_{12} = 313$ m; tỷ lệ chi phí khấu hao và thu hồi vốn $p = 0,18$; thời gian vận hành trong năm $t = 8760$ h; thời gian tổn thất công suất cực đại 2678 h.





8.4 Chọn tụ điện

Giải

Trước hết ta xác định các tham số của mạng điện: Căn cứ vào mã hiệu dây dẫn A-50 ta tìm được giá trị $r_0 = 0,64 \Omega/km$, từ đó xác định giá trị điện trở của các đoạn dây:

$$R_1 = r_0 l_{01} = 0,64 \cdot 0,469 = 0,30 \Omega$$

$$R_2 = r_0 l_{12} = 0,64 \cdot 0,313 = 0,20 \Omega$$

Tổng công suất phản kháng trong mạng:

$$Q_{\Sigma} = Q_1 + Q_2 = 45 + 28,5 = 73,5 kVAr$$

Hệ phương trình nhận được từ đạo hàm chi phí quy đổi:

$$\frac{\partial Z}{\partial Q_1} = p \cdot v_b + \Delta P_b t c_{\Delta} - \frac{2c_{\Delta}\tau R_1}{U^2} \cdot 10^{-3} \cdot (Q_{\Sigma} - Q_{b1} - Q_{b2}) = 0$$

$$\frac{\partial Z}{\partial Q_2} = p \cdot v_b + \Delta P_b t c_{\Delta} - \frac{2c_{\Delta}\tau R_1}{U^2} \cdot 10^{-3} \cdot [R_1 \cdot (Q_{\Sigma} - Q_{b1} - Q_{b2}) + R_2 \cdot (Q_2 - Q_{b2})] = 0$$



8.4 Chọn tụ điện

Giải

Thay số vào ta được hệ phương trình:

$$\begin{cases} 51,48 - 8,35(73,5 - Q_{b1} - Q_{b2}) = 0 \\ 51,48 - 8,35[0,3(73,5 - Q_{b1} - Q_{b2}) + 0,2.(28,5 - Q_{b2})] = 0 \end{cases}$$

$$Q_{b1} = \frac{33,67 - 21,59}{0,2} = 60,41 kVAr$$

$$Q_{b2} = 67,33 - 60,41 = 6,92 kVAr$$

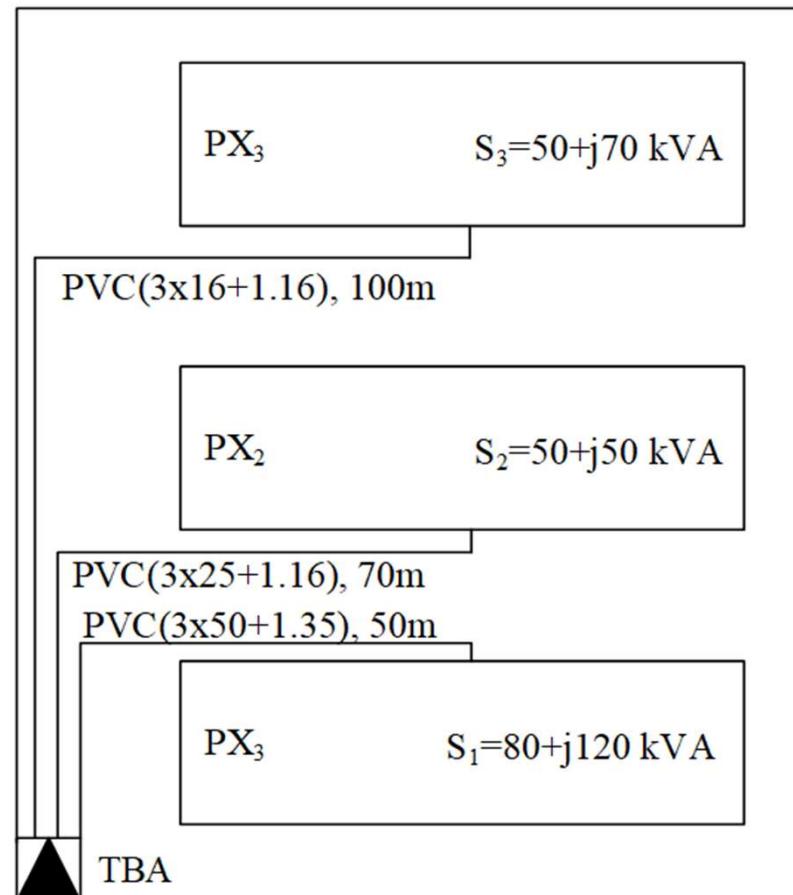
Ta chọn tụ công suất $Q_{01} = 65$ kVAr đặt tại điểm 1, còn tại điểm 2 không cần đặt tụ vì hiệu quả kinh tế sẽ không đáng kể.



8.4 Chọn tụ điện

Bài 8.3

Xí nghiệp cơ khí gồm 3 phân xưởng có mặt bằng và số liệu phụ tải cho trên hình. Yêu cầu đặt tụ bù bên cạnh các tủ phân phối của 3 phân xưởng để nâng $\cos\phi$ lên 0,95.





8.4 Chọn tụ điện

Giải

$$S = S_1 + S_2 + S_3 = 180 + j240 \text{ (kVA)}$$

Tổng công suất tính toán của xí nghiệp: $\tan \varphi_1 = \frac{Q_\Sigma}{P} = \frac{240}{180} = 1,33$

$$\cos \varphi_2 = 0,95 \rightarrow \tan \varphi_2 = 0,33$$

Tổng công suất phản kháng cần bù tại 3 phân xưởng để nâng $\cos \varphi$ của xí nghiệp lên 0,95 là:

$$Q_{b\Sigma} = P(\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2) = 180(1,33 - 0,33) = 180 \text{ (kVAr)}$$

Đường dây	Loại cáp	$l(m)$	$r_0 (\Omega / km)$	$R(\Omega)$
TBA-PX1	PVC(3x50+1,35)	50	0,387	0,0194
TBA-PX2	PVC(3x25+1,16)	70	0,727	0,0509
TBA-PX3	PVC(3x16+1,10)	100	1,15	0,115

Điện trở tương đương của lưới điện hạ áp xí nghiệp:

$$R_{td} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{1}{\frac{1}{0,0194} + \frac{1}{0,0509} + \frac{1}{0,115}} = 0,0126 \text{ (\Omega)}$$



8.4 Chọn tụ điện

Giải

$$Q_{b1} = 120 - (240 - 180) \cdot \frac{0,0126}{0,0194} = 81(kVAr)$$

$$Q_{b2} = 50 - (240 - 180) \cdot \frac{0,0126}{0,0509} = 35(kVAr)$$

$$Q_{b3} = 70 - (240 - 180) \cdot \frac{0,0126}{0,115} = 64(kVAr)$$

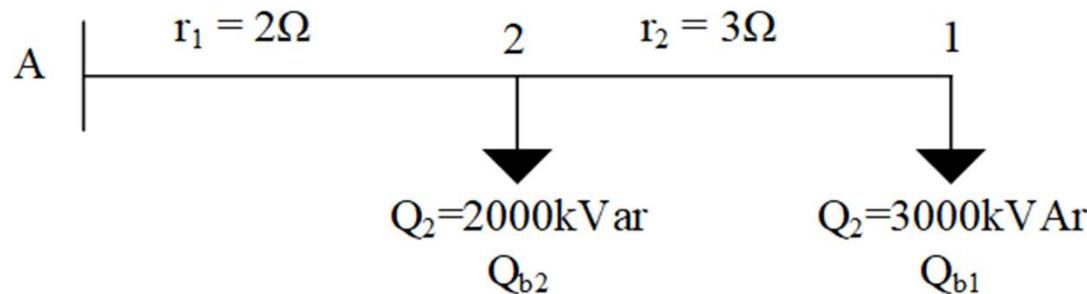
Nơi đặt	Loại tụ	Số lượng	$Q_b(kVAr)$	$U_{đm}(V)$	$I_{đm}(A)$	Số pha
PX1	DLE-4D40 K5S	2	40	440	52,4	3
PX2	DLE-4D40 K5S	1	40	440	52,4	3
PX3	DLE-4D75 K5S	1	75	440	98,4	3



8.4 Chọn tụ điện

Bài 8.4

Một đường dây 10kV cung cấp điện cho 2 phụ tải 1 và 2 trên đó cho công suất phản kháng tính toán và điện trở các đoạn:



Các số liệu cần thiết:

$$K_b^0 = 70 \text{ đ/kVAr}; \Delta P^0 = 0,005 \text{ kW / kVAr}; C = 0,1 \text{ đ/kWh};$$

$$a_{vh} = 0,1; a_{tc} = 0,125; \tau = 2500 \text{ h}; T_{\max} = 4500 \text{ h}$$

Thông số các phụ tải là công suất cực đại. Thời gian đóng điện của tụ lấy bằng T_{\max}



8.4 Chọn tụ điện

Giải

Hàm chi phí tính toán tổng:

$$Z = (0,1 + 0,125).70.(Q_{b1} + Q_{b2}) + 0,1 \cdot 0,005.(Q_{b1} + Q_{b2}).4500 \\ + \frac{0,1 \cdot 2500}{10^2} [(3000 - Q_{b1})^2 \cdot 3 + (5000 - Q_{b1} - Q_{b2})^2 \cdot 2]$$

Giải hệ $\frac{\partial Z}{\partial Q_{b1}} = 0$; $\frac{\partial Z}{\partial Q_{b2}} = 0$, tìm được:

$$Q_{b1} = 3000 \text{ } kVAr, Q_{b2} = -200 \text{ } kVAr < 0; \rightarrow \text{?????}$$

