

# Thiết bị FA Dành cho Người mới Bắt đầu (Sản phẩm về thiết bị phân phối điện)

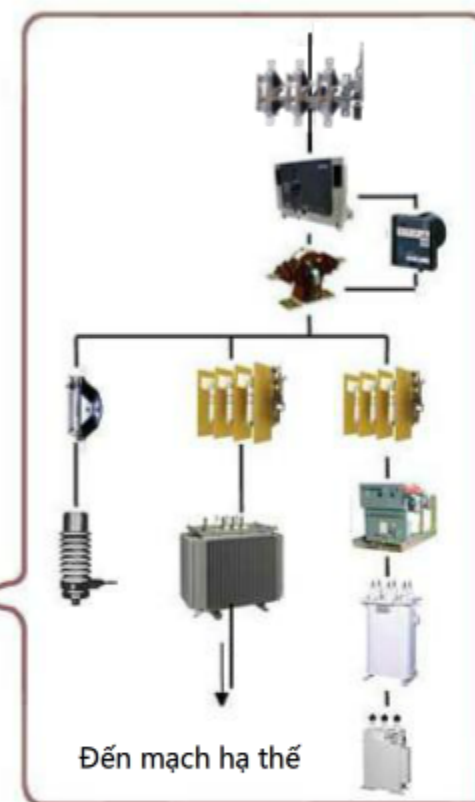
Đây là khóa học nhằm mục đích cung cấp thông tin tổng quan về thiết bị điều khiển và phân phối công suất điện trong một khoảng thời gian ngắn cho những người mới bắt đầu.

Đây là khóa học nhằm cung cấp cho bạn những kiến thức nền tảng để sử dụng thiết bị điều khiển và phân phối công suất điện Mitsubishi như được trình bày bên dưới.

Nội dung của khóa học này đã được tạo ra dựa trên các tiêu chuẩn của hệ thống phân phối công suất điện được sử dụng tại Nhật Bản. Các tiêu chuẩn điện áp hoặc dòng điện khác nhau tùy thuộc vào quốc gia, vì vậy bạn chỉ nên coi tài liệu này là tài liệu tham khảo về giáo dục.



Thiết bị thu nhận điện cao thế loại tủ CB



Các chương của khóa học này được bố trí như sau.

Chúng tôi khuyến nghị bạn nghiên cứu các chương theo thứ tự, bắt đầu từ Chương 1.

### **Chương 1 - Nguyên tắc cơ bản về điện**

Chương này cung cấp kiến thức cơ bản về điện.

### **Chương 2 - Từ nhà máy điện đến người tiêu thụ**

Chương này thảo luận làm thế nào để gửi công suất điện cho người tiêu thụ và làm thế nào người tiêu thụ có thể tiếp cận.

### **Chương 3 - Thiết bị điều khiển và phân phối công suất**

Trong chương này, bạn sẽ có kiến thức rộng hơn về thiết bị điều khiển và phân phối.

Đến trang tiếp theo		Đến trang tiếp theo.
Trở lại trang trước		Trở lại trang trước.
Đến trang mong muốn		"Mục lục" sẽ được hiển thị cho phép bạn điều hướng đến trang mong muốn.
Thoát khỏi bài học		Thoát khỏi bài học. Cửa sổ như màn hình "Nội dung" và bài học sẽ được đóng.

**Hướng dẫn An toàn**

Khi bạn nghiên cứu sử dụng sản phẩm thực tế, chúng tôi yêu cầu bạn đọc kỹ "Hướng dẫn An toàn" được mô tả trong sổ tay sản phẩm, và sử dụng sản phẩm theo cách phù hợp trong khi tập trung kỹ đến các vấn đề an toàn.

# Chương 1 Nguyên tắc Cơ bản về Điện

**Trong chương này, bạn sẽ học kiến thức cơ bản về điện cần thiết để sử dụng thiết bị điều khiển và phân phối công suất.**

## Chương 1 Nội dung Nghiên cứu

- 1.1 Điện là gì?
- 1.2 Định luật Ohm (Mối quan hệ giữa điện áp, cường độ dòng điện và điện trở)
- 1.3 Dòng một chiều và dòng xoay chiều
- 1.4 Các yếu tố cơ bản của mạch điện xoay chiều
- 1.5 Về công suất điện và hệ số công suất
- 1.6 Công suất điện và điện năng trong mạch một pha
- 1.7 Công suất điện và điện năng trong mạch ba pha

## 1.1

## Điện là gì?

Khi chúng ta nói về điện, chúng ta muốn nói chính xác điều gì? Chúng ta đều biết về điện áp 100 vôn và cường độ dòng điện 10 ampe, nhưng khó giải thích bằng lời điều này nghĩa là gì. Để hiểu hơn về điều nếu chúng ta xem xét về nó sử dụng nước làm ví dụ.

- **Điện áp**

Nếu chúng ta xem xét về nước, áp lực của nước (áp lực nước) tương đương với áp lực của điện (điện áp).

Lực đẩy nước trở nên mạnh hơn khi áp lực nước tăng, và tương tự như vậy, lực cấp một dòng trở nên mạnh hơn khi áp lực điện (điện áp) tăng.

Áp lực điện này (điện áp) được đo bằng đơn vị **vôn [V]**, và điện áp được thể hiện là 100 V, 200V, và vân vân.

- **Dòng điện**

Dòng chảy của nước được gọi là dòng nước, và luồng điện được gọi là dòng điện.

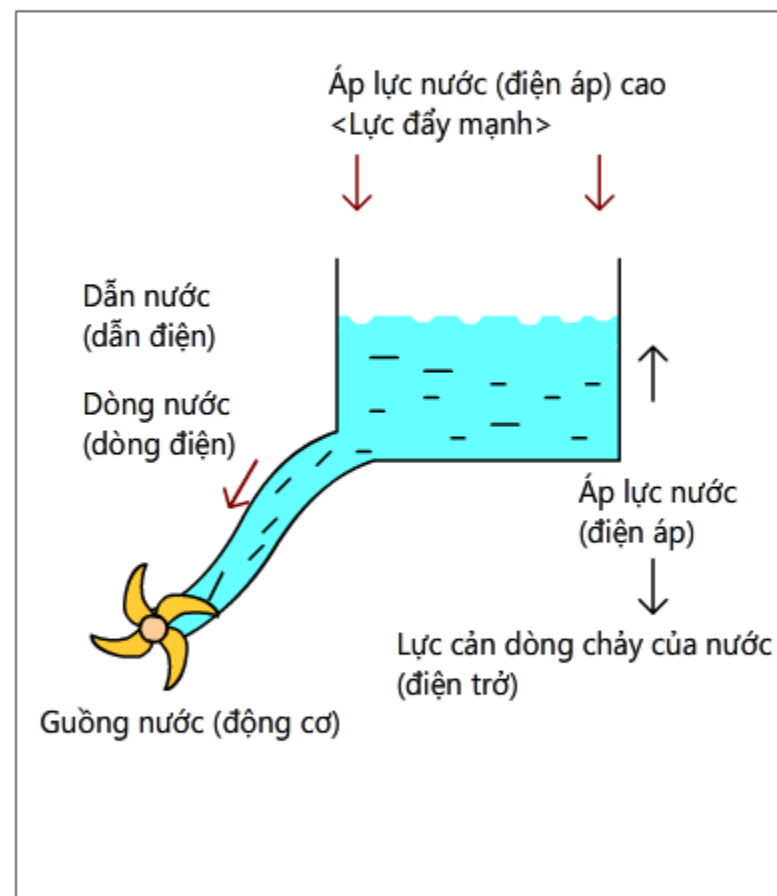
Cũng giống như nước, dòng điện luôn luôn chạy từ điện thế cao xuống điện thế thấp.

Đơn vị đo dòng điện là ampe **ampe [A]**.

- **Điện trở**

Nếu ống dẫn nước hẹp hoặc bị phủ bởi tảo thì dòng chảy thông suốt của nước bị cản trở (cản). Tương tự với biểu hiện đó thì một vật cản dòng điện được gọi là **điện trở**.

Đơn vị đo điện trở là **ohm [Ω]**.



## 1.2 Định luật Ohm (Mối quan hệ giữa điện áp, cường độ dòng điện và điện trở)

Trong một mạch điện, đặt điện áp vào điện trở (tải) cấp điện cho dòng điện.

Cường độ dòng điện tỷ lệ thuận với điện áp và tỷ lệ nghịch với điện trở.

Phát biểu này được gọi là "**Định luật Ohm**".

Được thể hiện bằng công thức sau:

$$I = \frac{E}{R} [A]$$

Trong phương trình này,

**I**: Dòng điện [A]

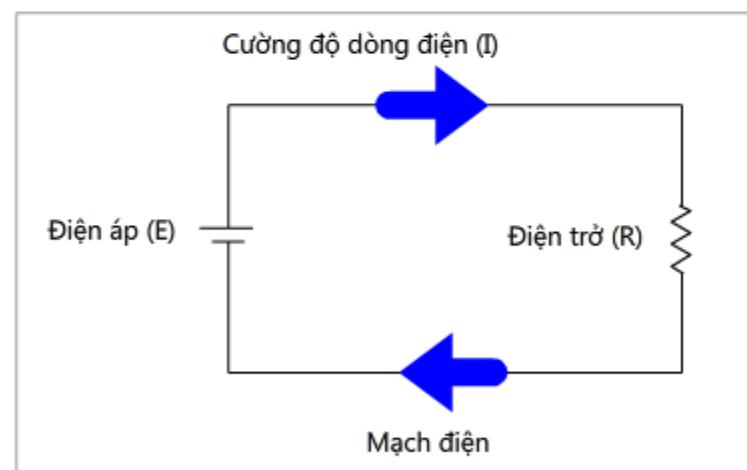
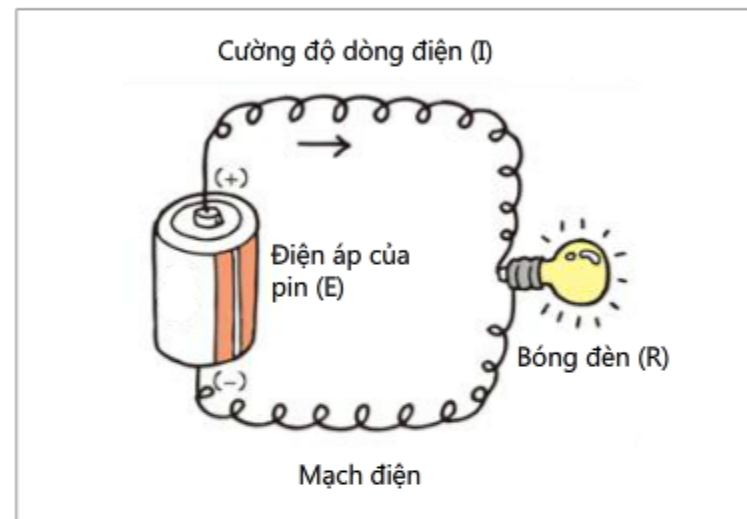
**E**: Điện áp [V]

**R**: Điện trở [ $\Omega$ ]

Thay vào phương trình, chúng ta có:

$$E = I \times R [V]$$

Phương trình trên cho thấy cường độ dòng điện tăng khi điện áp tăng, ngược lại cường độ dòng điện giảm khi điện áp giảm.





## 1.3

## Dòng một chiều và dòng xoay chiều

## • Dòng một chiều (Hình 1 đến 3)

Ví dụ nổi tiếng nhất về dòng một chiều là bộ pin khô. Nó có cực dương (+) và cực âm (-), điện tử nguồn điện luôn luôn chạy theo một chiều duy nhất.

Khi nối pin với một bóng đèn, dòng điện luôn luôn chạy từ cực + và quay trở về cực -.

Điều này đã được xác định khi chưa hiểu rõ về điện. Trong thực tế, các điện tử mang điện tích âm (-) di chuyển theo hướng ngược lại.

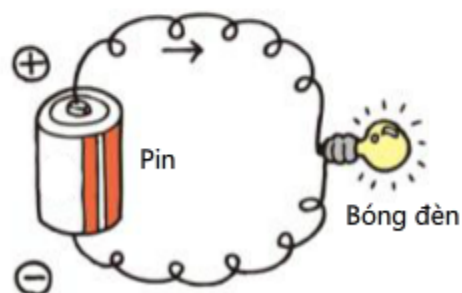
## • Dòng xoay chiều

Dòng xoay chiều có chiều và cường độ biến thiên theo thời gian.

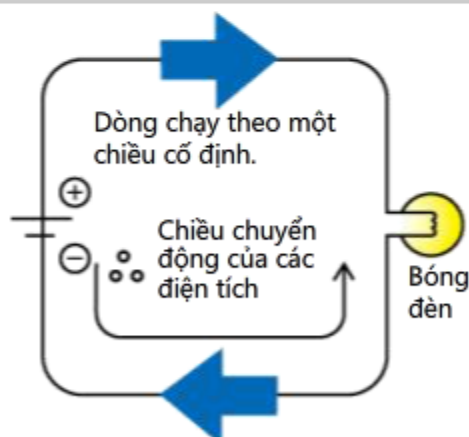
Hình 4 cho biết dòng xoay chiều do một máy phát điện tạo ra được gọi là dòng xoay chiều dạng sóng hình sin.

Dòng xoay chiều chúng ta thường đề cập là dòng xoay chiều dạng sóng hình sin này.

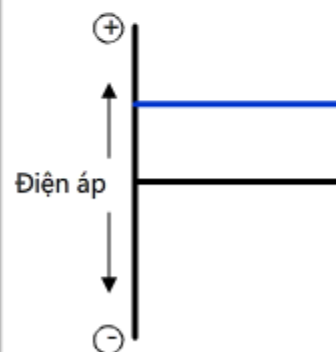
Dòng chạy theo một chiều cố định.



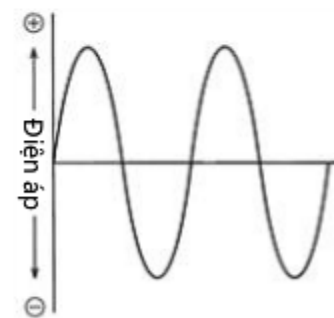
Hình 1. Dòng điện



Hình 2. Chiều chuyển động của các điện tích



Hình 3. Dòng một chiều



Hình 4. Dòng xoay chiều dạng sóng hình sin

## 1.3

## Dòng một chiều và dòng xoay chiều

## • Tần số

Tần số nghĩa là số chu kỳ lặp lại bởi một dòng xoay chiều trong một giây.  
Tần số 50 Hz nghĩa là cường độ dòng xoay chiều thay đổi chiều của dòng 50 lần trên giây như được thể hiện trong hình bên phải.

## • Giá trị Hiệu dụng

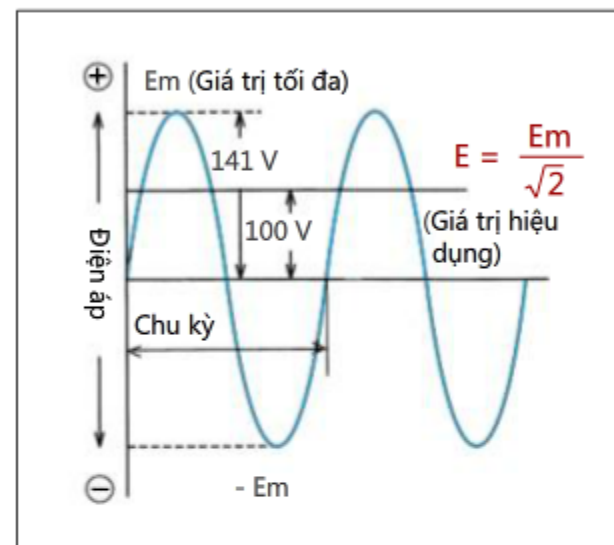
Do điện áp E của dòng xoay chiều biến thiên theo thời gian, vấn đề là giá trị không cho biết chính xác điện áp 100 vôn.  
Thông thường, giá trị đó được thể hiện bằng giá trị hiệu dụng của năng lượng sẽ giống trong trường hợp dòng một chiều.  
Giá trị hiệu dụng của dòng xoay chiều dạng sóng hình sin là:

$$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$$

Trong đó E là giá trị hiệu dụng, và  $E_m$  là giá trị tối đa.

Thông thường, điện áp 100 vôn cho biết giá trị hiệu dụng, và giá trị tối đa  $E_m$  của dòng xoay chiều là

$$E_m = 100 \text{ V} \times \sqrt{2} = 100 \text{ V} \times 1,41 = 141 \text{ V}$$



## Chú thích Bên lề

Giá trị hiệu dụng của dòng xoay chiều được tính là "căn bậc hai của giá trị trung bình của bình phương giá trị tức thời trong 1 chu kỳ."

Chúng ta gọi giá trị hiệu dụng "rms" bắt nguồn từ việc lấy các chữ đầu tiên của từ gốc Root, Mean và Square.

Giá trị hiệu dụng E ở trên có thể được tính bằng công thức sau, sử dụng giá trị tức thời  $e = E_m \sin \omega t$ .

$$E = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T e^2 \cdot dt}$$

## 1.4

## Các yếu tố cơ bản của mạch điện xoay chiều

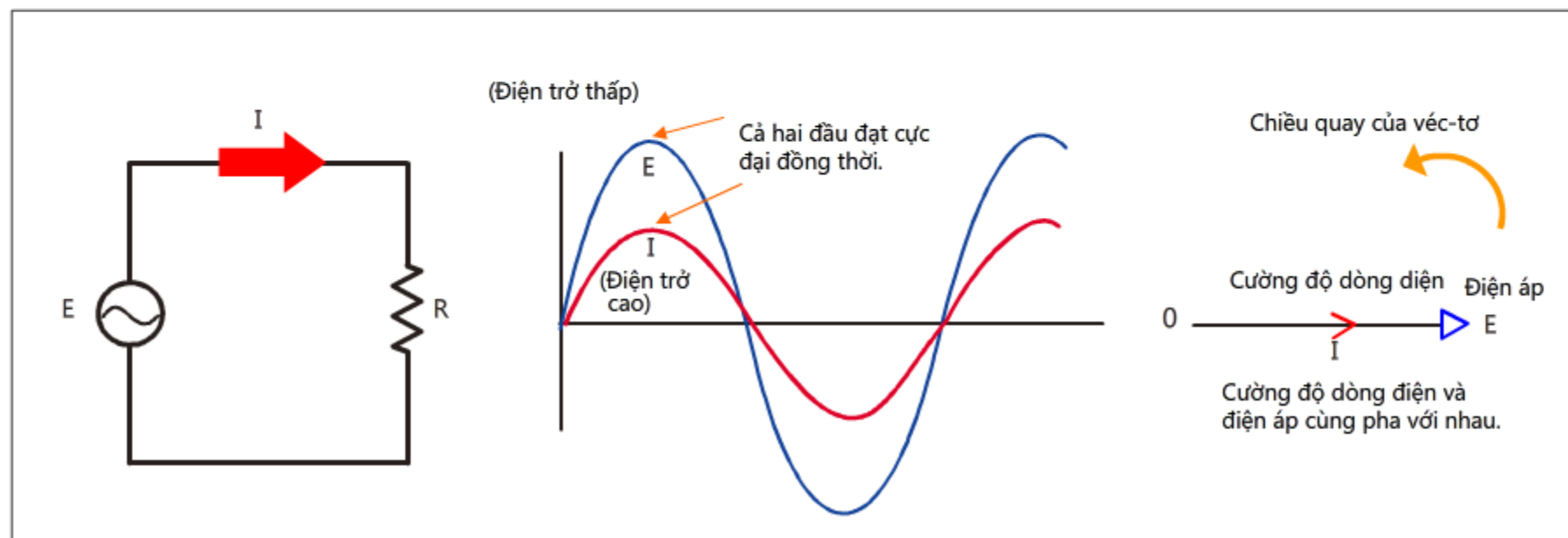
Trong mạch điện một chiều, một cuộn dây không cản trở dòng điện. Tuy nhiên, trong các mạch điện xoay chiều, ngoài điện trở thuần, các cuộn dây và tụ điện hoạt động như một điện trở. Tất cả các loại điện trở này được gọi chung là trở kháng.

## • Điện trở

Khi điện áp dòng xoay chiều  $E$  được đặt vào điện trở  $R$  [ $\Omega$ ], cường độ dòng điện  $I$  chạy qua mạch điện trở là:

$$I = \frac{E}{R}$$

Bạn có thể nghĩ về nó giống như trong trường hợp dòng một chiều.  
Trong tình huống này, điện áp và cường độ dòng điện cùng pha với nhau.



## 1.4

## Các yếu tố cơ bản của mạch điện xoay chiều

## • Cuộn dây (Cảm kháng)

Cuộn dây hoạt động như một điện trở với một dòng xoay chiều. Cảm kháng là đại lượng đặc trưng cho tính chất cản trở.

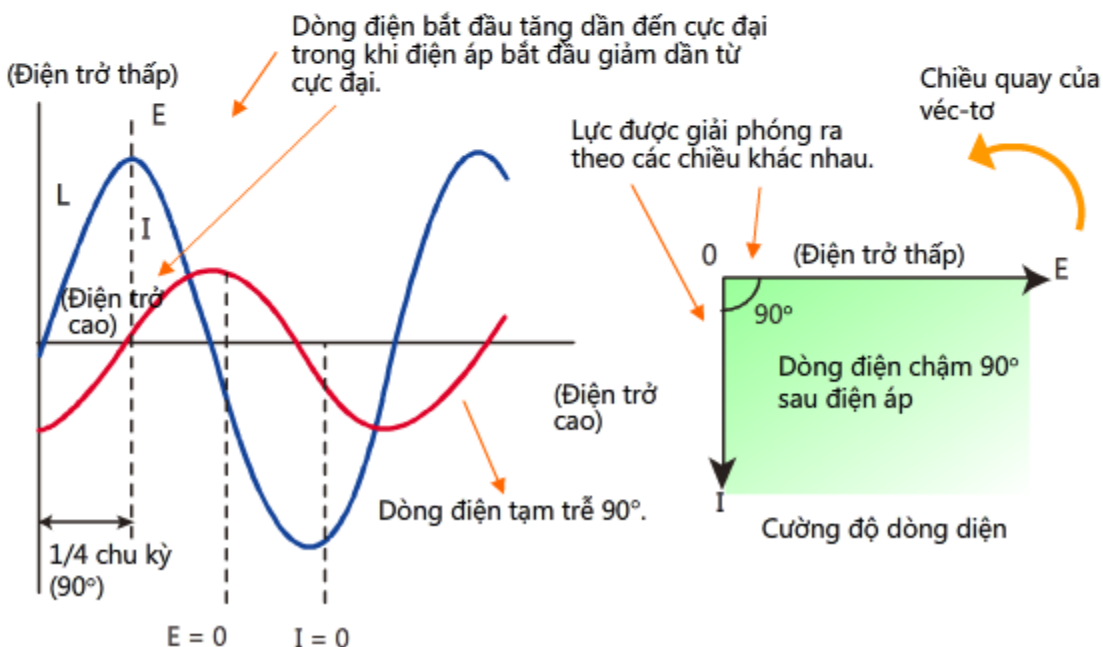
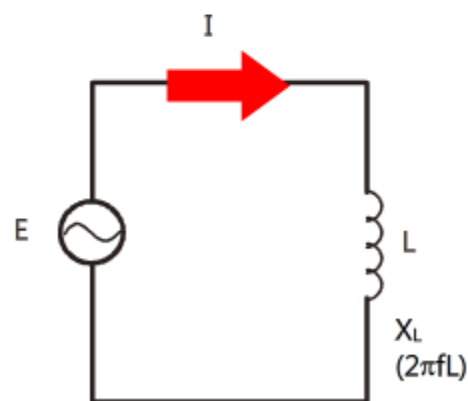
$$\text{Cảm kháng } X_L = 2\pi fL = \omega L [\Omega]$$

trong đó  $\pi$ : Vận tốc góc,  $f$ : Tần số,  $L$ : Độ tự cảm.

Cường độ dòng điện  $I$  chạy qua mạch là

$$I = \frac{E}{X_L}$$

Do đó, thỏa mãn định luật Ohm.  
Dòng điện chậm  $90^\circ$  sau điện áp.



## 1.4

## Các yếu tố cơ bản của mạch điện xoay chiều

• **Tụ điện (Dung kháng)**

Khi điện áp dòng xoay chiều được đặt vào tụ điện C, một dòng nạp và dòng xả chạy qua như được minh họa trong sơ đồ.

Cũng trong trường hợp này, dòng đó hoạt động như một điện trở với một dòng xoay chiều.

Trường hợp này được gọi là dung kháng.

$$\text{Dung kháng } X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{\omega C} \text{ } [\Omega]$$

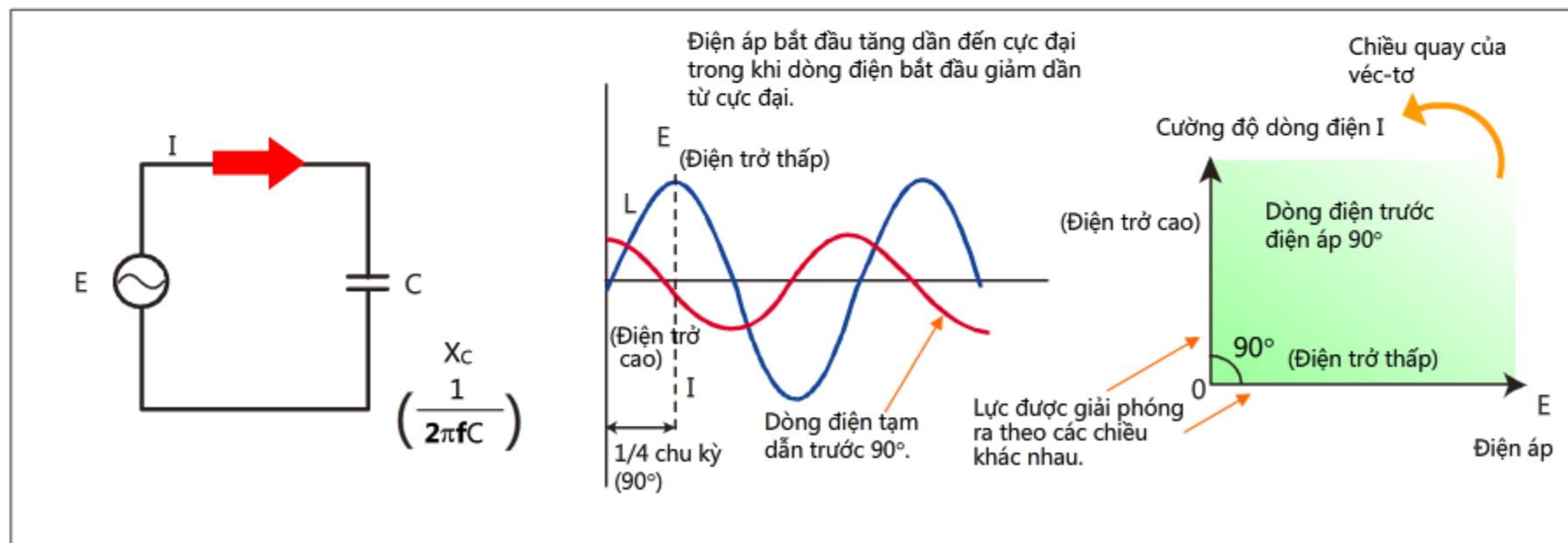
trong đó  $\omega$  : Vận tốc góc, f: Tần số, C: Điện dung

Cường độ dòng điện I chạy qua mạch là

$$I = \frac{E}{X_C}$$

Do đó, thỏa mãn định luật Ohm.

Dòng điện chạy  $90^\circ$  trước điện áp.



## 1.4

## Các yếu tố cơ bản của mạch điện xoay chiều

• **Trở kháng (Sự kết hợp của điện trở và điện kháng)**

Trong các mạch xoay chiều, sự kết hợp của điện trở thuần và điện kháng hoạt động giống như điện trở ví dụ như cuộn dây và tụ điện được coi là trở kháng.

Đơn vị đo là Ohm ( $\Omega$ ), như trong trường hợp điện trở.

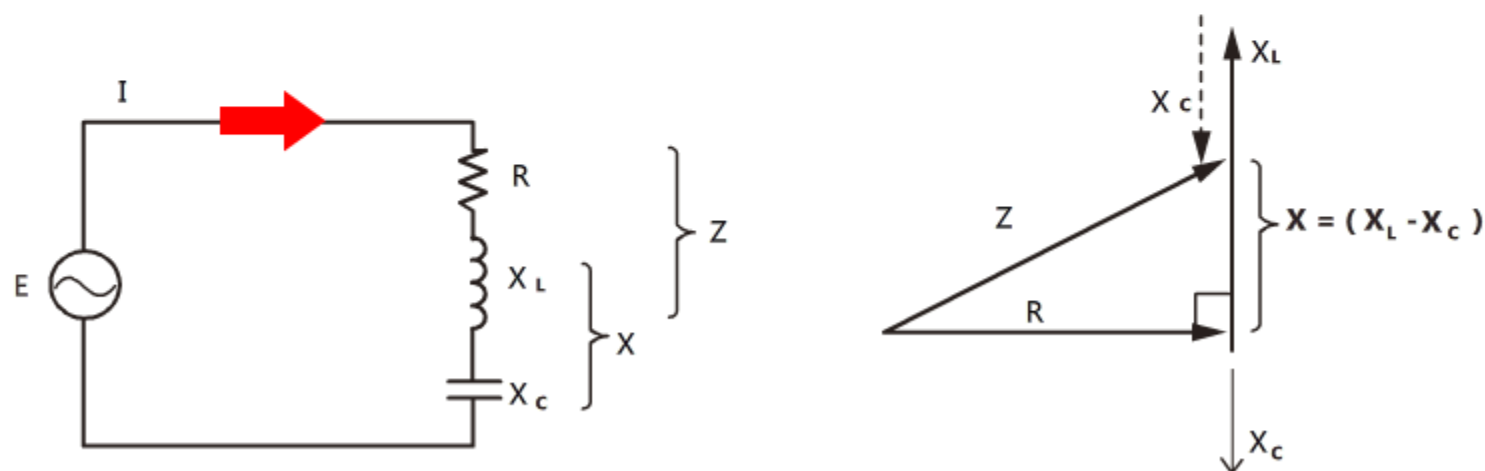
Vì chiều của véc-tơ khác khi kết hợp điện trở và điện kháng, thay vì chỉ dùng tổng số học, chúng ta cần sử dụng tổng véc-tơ, như công thức sau.

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$X = (X_L - X_C)$$

$$I = \frac{E}{Z}$$

trong đó Z: Trở kháng ( $\Omega$ ), R: Điện trở ( $\Omega$ ), X: Điện kháng ( $\Omega$ ).



## 1.5

## Về công suất điện và hệ số công suất

## • Công suất Điện

Khi cho nước vào guồng nước, lực quay guồng nước là (áp lực nước) x (dòng nước).

Nguồn điện năng tương đương với lực của nước được gọi là công suất điện. Lượng công suất điện là (điện áp) x (dòng điện), và đơn vị đo là watt [W].

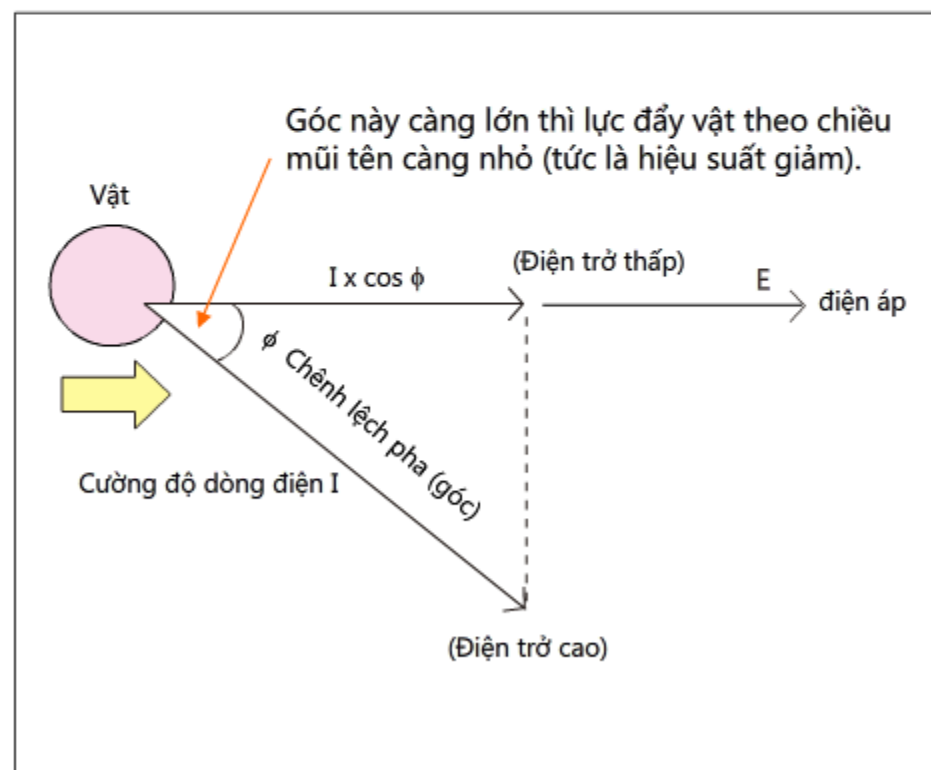
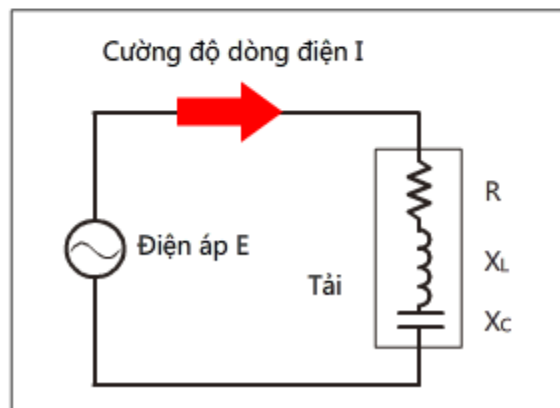
Nói cách khác,

Công suất điện = Điện áp x Cường độ dòng điện

## • Hệ số Công suất

Trong các mạch điện xoay chiều, do cuộn dây và tụ điện nên lực từ điện áp và cường độ dòng điện hoạt động theo các chiều khác nhau. Khi chúng ta nói về điện, thì góc này được gọi là chênh lệch pha.

Khi góc cosin chênh lệch pha (góc), hay nói cách khác, là chênh lệch pha, là  $\phi$ ,  $\cos \phi$  thì được coi là hệ số công suất. Nếu hệ số công suất thấp (khi chiều chênh lệch giữa điện áp và cường độ dòng điện là lớn) thì lực tạo ra ít hơn so với khi điện áp và cường độ dòng điện tương tự.





## 1.6

## Công suất điện và điện năng trong mạch một pha

100 V thường được sử dụng tại nhà là một pha. Về nguyên tắc, có hai dây dẫn điện nối từ nguồn điện một pha. Đối với công suất điện trong mạch điện xoay chiều một pha, bởi vì thời gian khi lực mạnh nhất được tạo ra là khác nhau giữa điện áp và cường độ dòng điện, thay vì chỉ nhân điện áp và cường độ dòng điện, chúng ta sử dụng công thức sau đây.

Công suất điện dòng xoay chiều một pha = Điện áp x Cường độ dòng điện x Hệ số công suất

$$P1 = E \times I \times \cos \phi \text{ [W]}$$

$$P0 = E \times I \text{ [VA]}$$

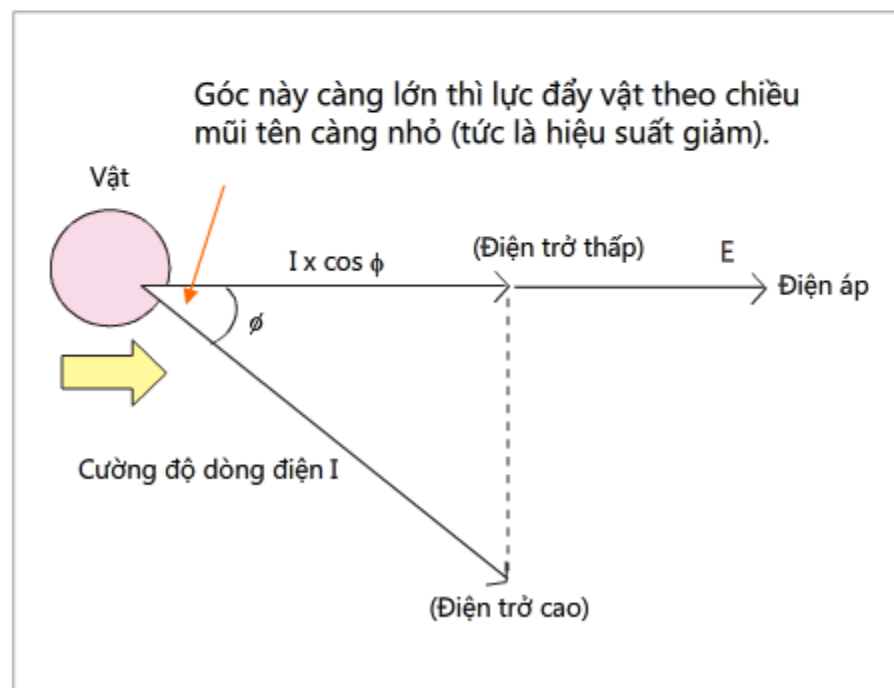
trong đó P1: Công suất hiệu dụng [W], P0: Công suất biểu kiến [VA],  $\cos \phi$ : Hệ số công suất.

Bằng cách nhân với thời gian, chúng ta có điện năng.

Điện năng dòng xoay chiều một pha = Công suất x Thời gian

$$Ph = P1 \times t = E \times I \times \cos \phi \times t \text{ [Wh]}$$

trong đó Ph: Điện năng [Wh], T: thời gian [h].





## 1.7 Công suất điện và điện năng trong mạch xoay chiều ba pha

Động cơ được sử dụng để cung cấp lực đẩy thường là ba pha. Về nguyên tắc, ba pha sử dụng ba dây dẫn điện, mặc dù có những trường hợp sử dụng bốn dây, được gọi là hệ thống bốn dây ba pha. Như được minh họa trong Hình 1, dòng xoay chiều có ba sóng **u**, **v**, và **w** trong một nguồn điện. Các sóng này được bù bởi 1/3 chu kỳ. Khi được sử dụng làm nguồn điện cho động cơ như minh họa trong Hình 2, thì các cường độ dòng điện

**$I_u$ ,  $I_v$ , và  $I_w$**

chạy qua ba dây dẫn. Mỗi giá trị tức thời có dạng sóng hiển thị trong Hình 1, và tổng các giá trị tức thời tại bất kỳ điểm tùy ý luôn luôn bằng không.

Tính công suất điện của mạch ba pha bằng công thức sau.

Công suất điện dòng xoay chiều ba pha

$= \sqrt{3} \times \text{Điện áp đường dây} \times \text{Cường độ dòng điện đường dây} \times \text{Hệ số công suất}$

$$P_3 = \sqrt{3} \times E \times I \times \cos \phi \quad [\text{W}]$$

$$P_{03} = \sqrt{3} \times E \times I \quad [\text{VA}]$$

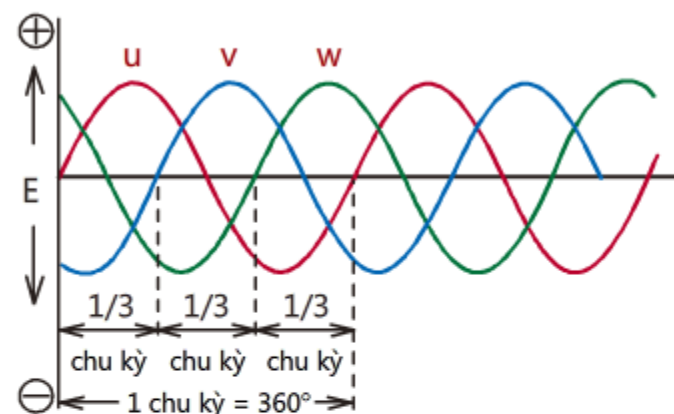
trong đó  $P_3$ : Công suất hiệu dụng [W],  $P_{03}$ : Công suất biểu kiến [VA],  $\cos \phi$ : Hệ số công suất.

Bằng cách nhân với thời gian, chúng ta có điện năng.

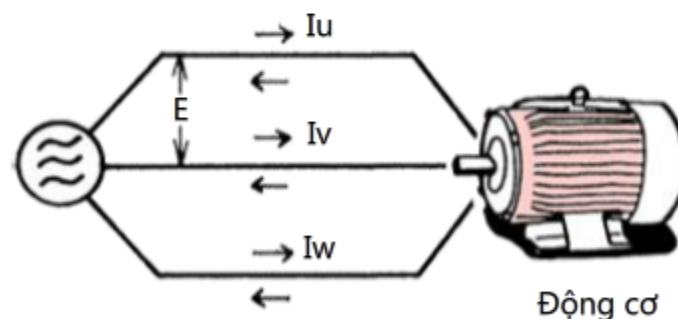
Điện năng dòng xoay chiều ba pha = Công suất x Thời gian

$$Ph = P_3 \times t = \sqrt{3} \times E \times I \times \cos \phi \times t \quad [\text{Wh}]$$

trong đó  $Ph$ : Điện năng [Wh],  $t$ : Thời gian [h].



Hình 1 Dạng sóng điện áp



Hình 2 Mạch động cơ

Trong chương này, bạn đã học những điểm sau.

- **Điện là gì** – Điện áp, cường độ dòng điện, và điện trở

- **Định luật Ohm**

Cường độ dòng điện  $I$  chạy qua khi đặt một điện áp  $E$  vào điện trở  $R$ . Cường độ dòng điện đó tỷ lệ thuận với điện áp và tỷ lệ nghịch với điện trở.

Điều này có thể được viết bằng một trong các công thức sau:  $I = \frac{E}{R}$  [A] hoặc  $E = I \times R$  [V]

- **Cơ bản về mạch xoay chiều**

Điện trở, cuộn dây, tụ điện và trở kháng

- **Công suất điện và hệ số công suất là gì**

Điện năng = Điện áp x Cường độ dòng điện

Hệ số công suất:  $\cos \phi$

- **Công suất điện và điện năng trong mạch một pha**

Điện năng hiệu dụng  $P_1 = E \times I \times \cos \phi$  [W]

Điện năng  $Ph = P_1 \times t = E \times I \times \cos \phi \times t$  [Wh]

- **Công suất điện và điện năng trong mạch xoay chiều ba pha**

Công suất hiệu dụng  $P_3 = \sqrt{3} \times E \times I \times \cos \phi$  [W]

Điện năng  $Ph = P_3 \times t = \sqrt{3} \times E \times I \times \cos \phi \times t$  [Wh]

## Chương 2 Từ nhà máy điện đến người tiêu thụ

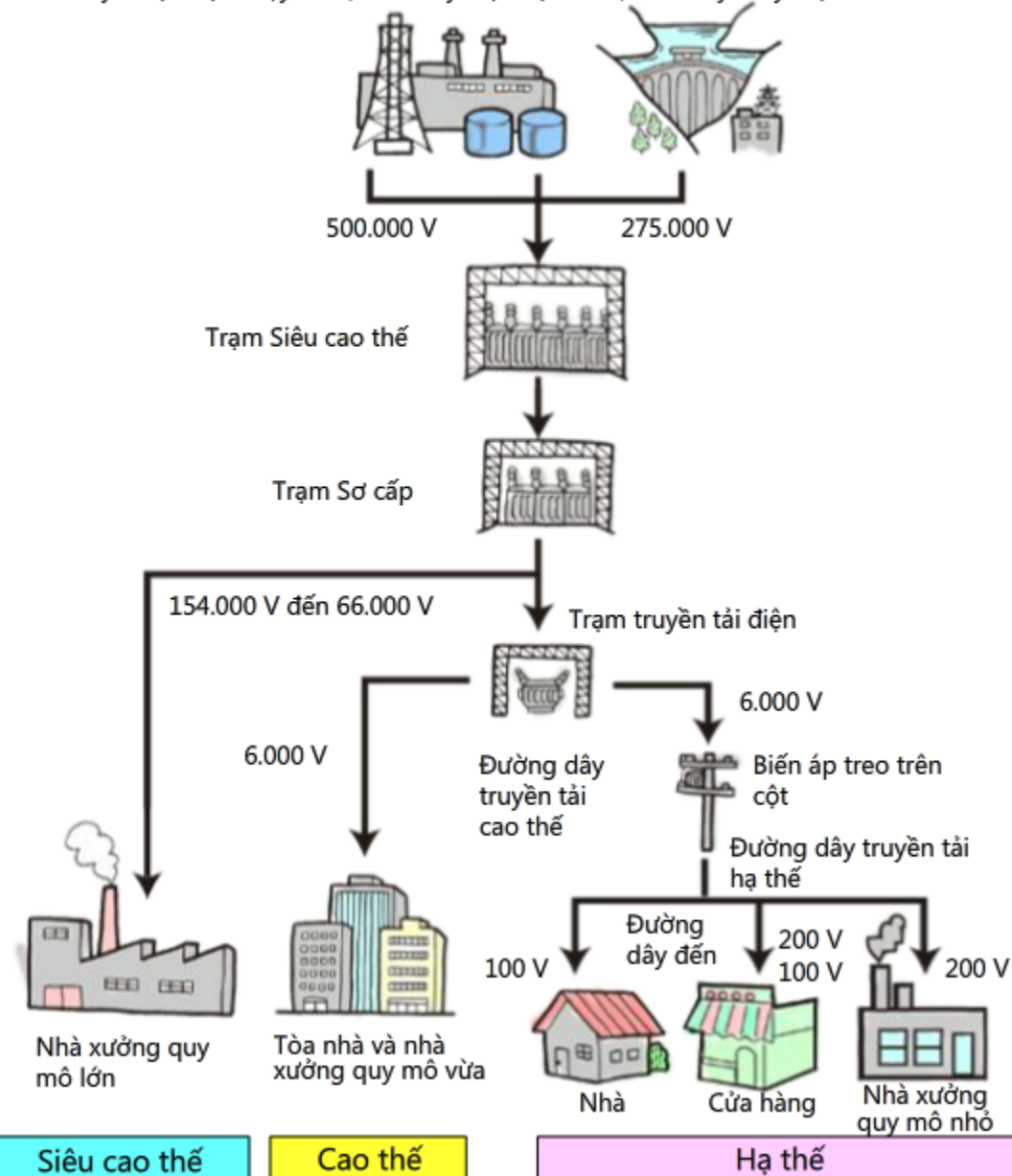
Điện chủ yếu được sản xuất trong các nhà máy nhiệt điện, nhà máy điện hạt nhân và nhà máy thủy điện, và được gửi cho các nhà xưởng và nhà ở thông qua nhiều quy trình khác nhau.

Điện được sử dụng trong các nhà xưởng và nhà ở là điện 100 V hoặc 200 V, trong khi điện được gửi cho các trạm biến áp ngoài thành phố thông qua đường dây phân phối điện cho các trụ căng dây điện thoại (biến áp treo trên cột) ở cao thế hơn 6.600 V. Nếu chúng ta nhìn xa hơn về phía thượng nguồn, đường dây truyền tải điện liên kết nhà máy điện với các trạm gửi điện với điện áp cực cao 60 kV, 275 kV, và thậm chí cao đến 500 kV. Cao thế được sử dụng để giảm thiểu hao hụt công suất điện trong quá trình truyền tải.

Hao hụt công suất điện (tức là lượng nhiệt giải phóng do điện trở) tỷ lệ thuận với bình phương cường độ dòng điện. Do đó, cường độ dòng điện có thể giảm bằng cách tăng điện áp, và có thể gửi điện hiệu quả qua các cáp có đường kính giới hạn, trong khi cũng có thể gửi nhiều điện (công suất điện) qua các cáp tỷ lệ thuận với điện áp được sử dụng.

Chương này thảo luận cách thay đổi điện được gửi từ các trạm phân phối điện để có thể sử dụng ở 100 V hoặc 200 V ở các nhà xưởng và nhà ở, và cách thực hiện để an toàn sử dụng.

Nhà máy nhiệt điện chạy than, nhà máy điện hạt nhân, nhà máy thủy điện



## 2.1

## Phân loại điện áp và điện áp chuẩn (điện áp danh định)

Điện áp được chia làm ba loại là hạ thế, cao thế và siêu cao thế như bên dưới.

- Hạ thế: Dòng một chiều 750 V trở xuống hoặc dòng xoay chiều 600 V trở xuống
- Cao thế: Dòng một chiều 750 V trở lên hoặc dòng xoay chiều 600 V trở lên, hoặc trong trường hợp 7.000 V trở xuống.
- Siêu cao thế: Điện áp 7.000 V trở lên.

Điện áp chuẩn (điện áp danh định) của đường dây truyền tải điện được quy định trong JEC 0222 như sau.

Sơ đồ A. Điện áp chuẩn của đường dây điện 1.000 V trở lên

Điện áp Danh định [V]	
3.300	110.000
6.600	154.000
11.000	187.000
22.000	220.000
33.000	275.000
66.000	500.000
77.000	

Sơ đồ B. Điện áp chuẩn của đường dây điện 1.000 V trở xuống

Điện áp Danh định [V]	
100	230/400
200	400
100/200	

**Lưu ý:** Điện áp đường dây đại diện của đường dây điện được gọi là điện áp danh định.

Khi người tiêu thụ nhận được công suất điện cung cấp, công suất hợp đồng được phân loại là hạ thế, cao thế hoặc siêu cao thế tùy thuộc vào lượng (công suất), và thiết bị cần thiết và điều hành khác nhau cho từng loại được trình bày trong sơ đồ bên dưới.

Công suất Hợp đồng	Công suất Thu nhận	Phương pháp Phân phối
Ít hơn 50 kW	Hạ thế (thường là 200 V)	Thiết bị điện sử dụng thông thường (Công ty điện lực)
50 kW trở lên và dưới 2.000 kW	Cao thế (mức 6 kV)	Thiết bị điện sử dụng tư nhân (Có thể ký hợp đồng phụ với một cơ sở an toàn)
2.000 kW trở lên	Siêu cao thế (bao gồm một số cao thế)	Thiết bị điện sử dụng tư nhân (Kỹ sư trưởng)

#### • Hạ thế

Điện áp dưới 50 kW được phân loại là hạ thế. Biến áp treo trên cột được sử dụng để giảm áp 6,6 kV xuống 200 V ba pha hoặc 100 V/200 V ba dây một pha.  
Công ty điện lực xử lý phân phối.

#### • Cao thế

Điện áp dưới 50 kW trở lên và dưới 2.000 kW được phân loại là cao thế. Thiết bị điện cá nhân được lắp đặt và kỹ sư trưởng quản lý nó.

Trong trường hợp này, kỹ sư trưởng có thể được thuê ngoài.

Các điện áp này là mục tiêu của khóa học này.

#### • Siêu cao thế

Điện áp 2.000 kW trở lên được phân loại là siêu cao thế. Thiết bị điện cá nhân được lắp đặt và kỹ sư trưởng quản lý nó.

Lưu ý là kỹ sư trưởng phải được chọn từ những nhân viên của người tiêu thụ.



Thiết bị thu nhận cao thế cần nhận nguồn điện cao thế từ công ty điện lực.

Công suất cao thế có thể được thu nhận theo nhiều cách:

- Lắp đặt một biến áp thu nhận điện ngoài trời và lắp bảng đóng ngắt mạch ngoài trời
- Lắp đặt cả biến áp thu nhận điện và bảng đóng ngắt mạch ngoài trời
- Bảo quản biến áp thu nhận điện và bảng đóng ngắt mạch trong tủ

Thiết bị thu nhận điện cao thế loại tủ là thiết bị lưu trữ một bộ thiết bị thu nhận cao thế đến trong một vỏ kim loại. Nó cũng được gọi đơn giản là tủ.

Hiện nay, có xu hướng sử dụng “thiết bị thu nhận điện cao thế loại tủ” cho thiết bị thu nhận điện dung lượng nhỏ đến vừa do các ưu điểm sau:

- Tốn ít không gian
- Không giới hạn về vị trí thiết bị
- Độ tin cậy cao do dễ lắp đặt và bảo dưỡng thiết bị

Thiết bị thu nhận điện cao thế loại tủ được quy định bởi JIS C4620 được sử dụng cho các mạch có điện áp danh định là 6,6 kV và dung lượng cắt ngắt mạch hệ thống là 12,5 kA, và áp dụng cho thiết bị thu nhận có dung lượng thu nhận là 4.000 kVA trở xuống.



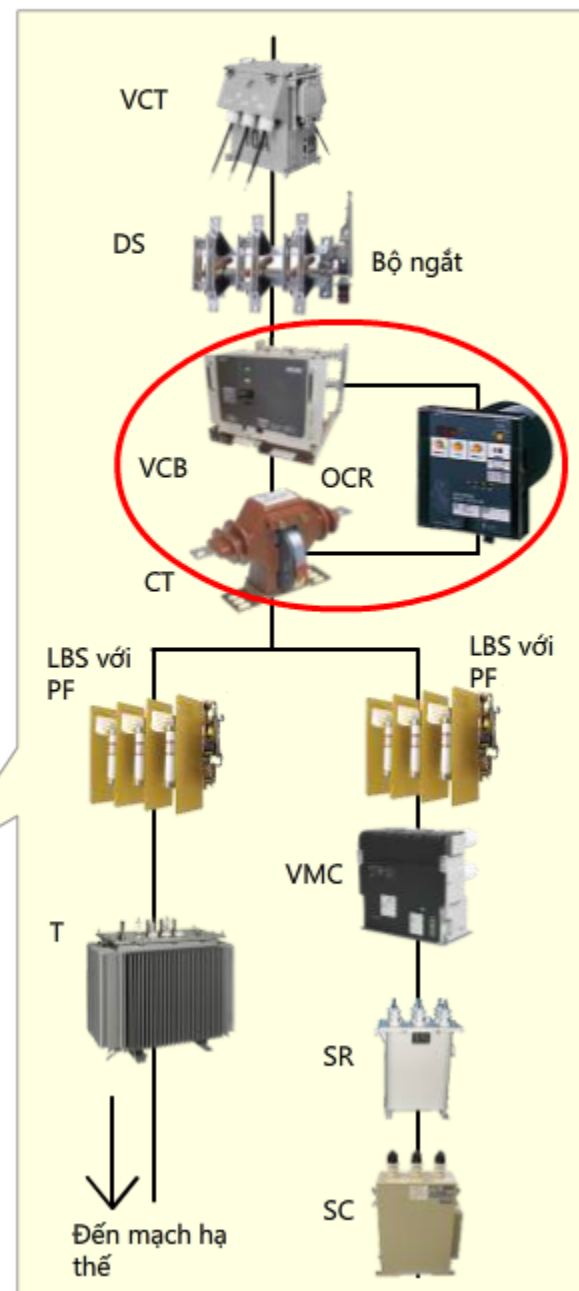
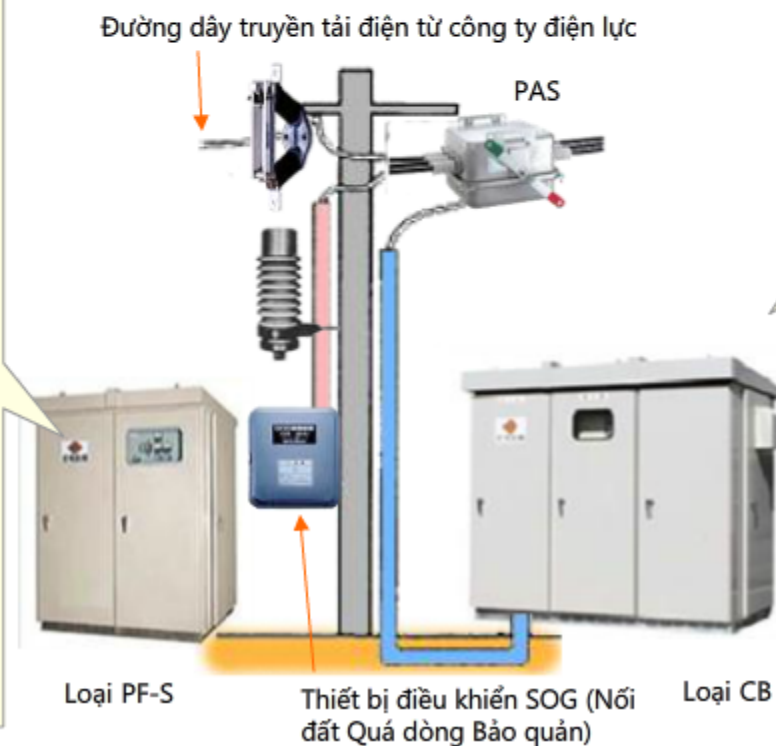
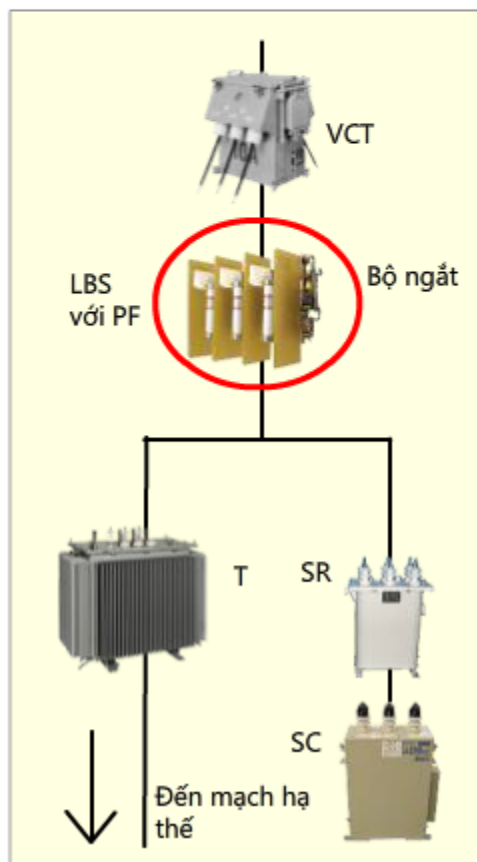
Thiết bị thu nhận điện cao thế loại tủ

## 2.3

## Thiết bị thu nhận điện cao thế loại tủ

Thiết bị thu nhận điện cao thế loại tủ được phân chia thành các loại dựa trên loại thiết bị bộ ngắt. Loại tủ được quy định trong JIS C4620.

Loại	Bộ ngắt	Dung lượng Thu nhận
Loại CB	Aptomat (CB)	4.000 kVA trở xuống
Loại PF-S	Công tắc đóng ngắt tải được trang bị cầu chì công suất (LBS với PF)	300 kVA trở xuống

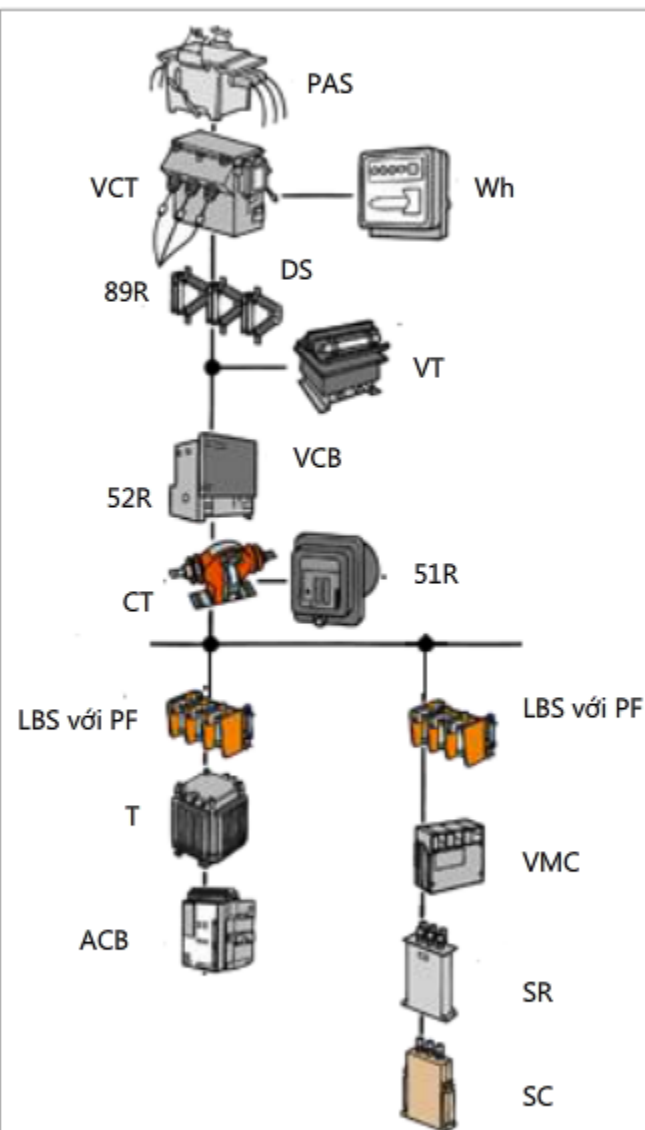


## 2.4

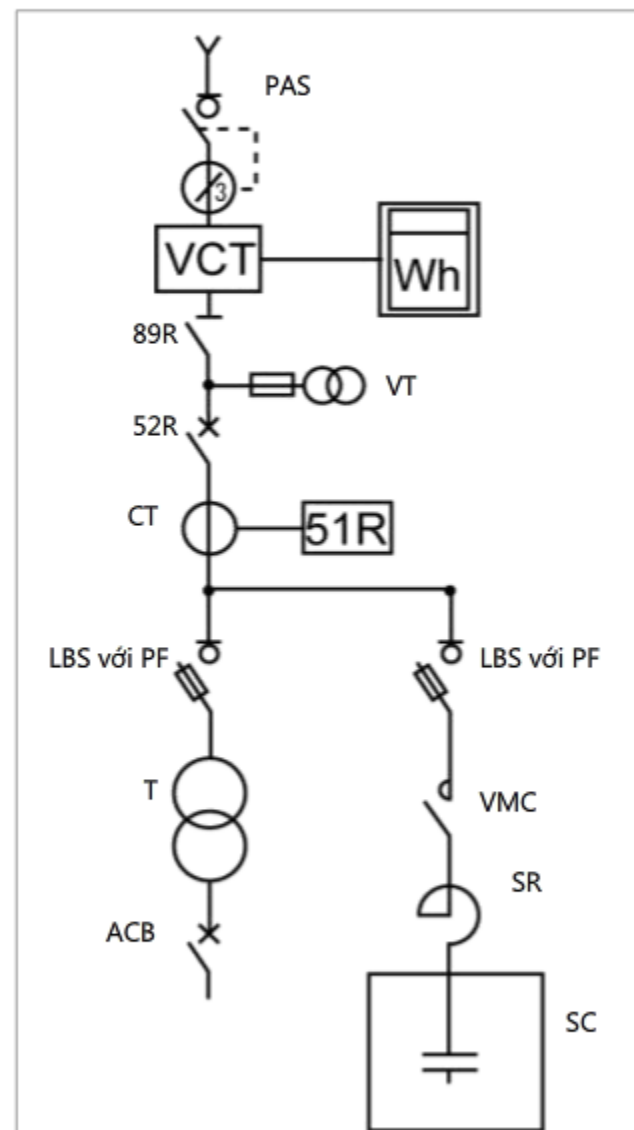
## Khung

Khung là một loại sơ đồ dây đơn cho biết sơ đồ mạch điện. Mạch điện của thiết bị thu nhận của người tiêu thụ được minh họa bằng các ký hiệu được sử dụng để thể hiện các thiết bị như bộ ngắt, cầu dao cách ly, biến áp, dụng cụ đo, rơ-le bảo vệ. Loại bản vẽ này sử dụng các đường dây đơn để cho biết từng thiết bị được kết nối như thế nào.

Ví dụ, thiết bị thu nhận điện cao thế loại tủ CB của Hình 1 được hiển thị trong khung tại Hình 2.



Hình 1  
Thiết bị thu nhận điện cao thế loại tủ



Hình 2  
Khung (Sơ đồ đấu nối đường dây đơn)



## 2.5

## Ký hiệu, Mã Thiết bị và Mã Ký tự

Trong khung, các thiết bị riêng lẻ được biểu hiện bằng Ký hiệu, Mã Thiết bị và Mã Ký tự.

- **Ký hiệu**  
Cũng được gọi là các ký hiệu. Các thiết bị điện được minh họa như sơ đồ.
- **Mã Thiết bị**  
Các thiết bị điện được thể hiện bằng số.
- **Mã Ký tự**  
Các thiết bị được viết tắt và hiển thị bằng ký hiệu. Nhiều trong số chúng bắt nguồn từ chữ cái đầu tên tiếng Anh của thiết bị.

Hình ảnh Bên ngoài	Phác họa	Tên	Ký hiệu	Mã Thiết bị	Mã Ký tự	Tên Tiếng Anh
		Cầu dao không khí ngoài trời		—	PAS	Pole Air-Break Switch, hoặc Pole-Mounted Air Switch
		Bộ ngắt		89	DS	Disconnecting Switch, hoặc Disconnecter
		Aptomat chân không		52	VCB	Vacuum Circuit Breaker
		Rơ-le Quá dòng		51	OCR	Over Current Relay

**Lưu ý:** Hình ảnh bên ngoài cho biết các sản phẩm của Mitsubishi Electric và sơ đồ phác thảo được tạo cho khóa học này.

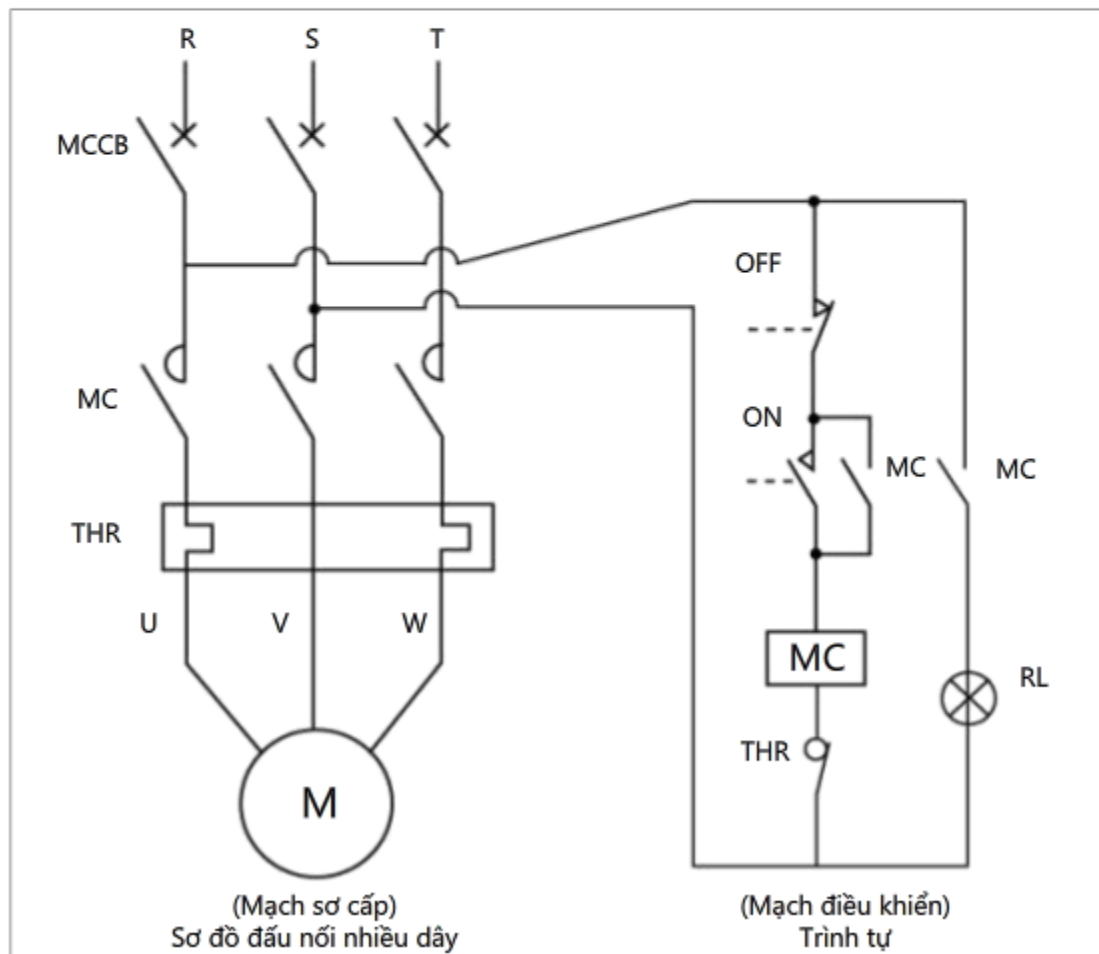
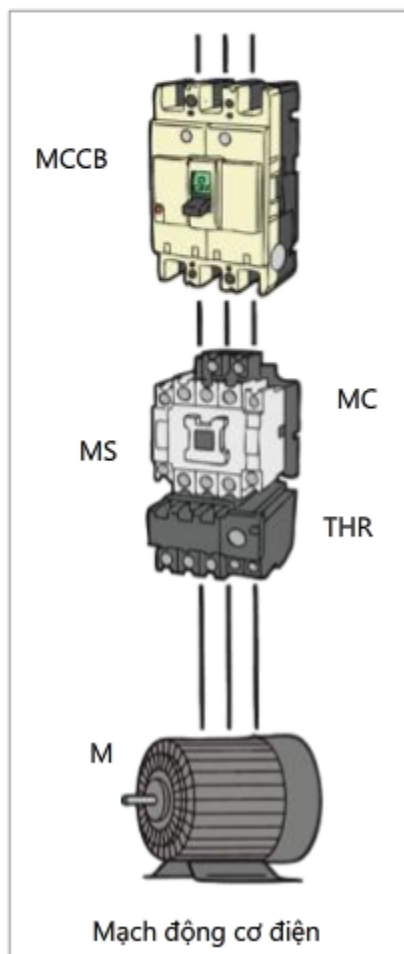
## 2.6

## Trình tự

Một trong các loại sơ đồ điện là sơ đồ đấu nối triển khai, mà chúng ta sẽ giải thích ở đây.

Sơ đồ đấu nối triển khai cũng được gọi là trình tự, và được sử dụng để thể hiện mạch điều khiển chuyển mạch điện từ của thiết bị điều khiển và phân phối điện, và vận hành.

Trong trình tự này, Ký hiệu và Mã Ký tự chỉ định được sử dụng để cho biết các thiết bị và linh kiện điện như tiếp điểm, cuộn dây, điện trở, và cầu chì. Ngoài ra, bạn nên hiểu rõ rằng trình tự là sơ đồ đấu nối được vẽ đơn giản để thể hiện các đấu nối điện theo trình tự thao tác, và không phải làm gì với vị trí thực tế của các bộ phận.



Trong chương này, bạn đã học những điểm sau.

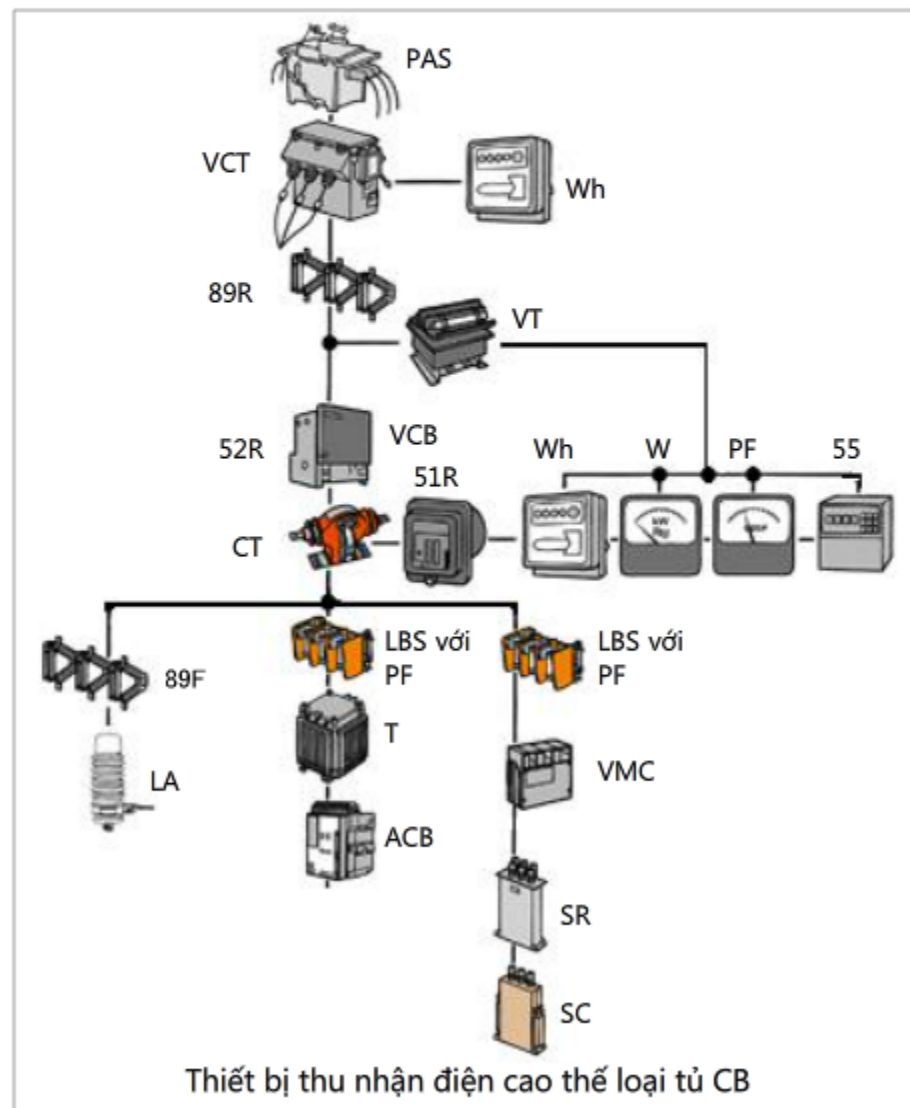
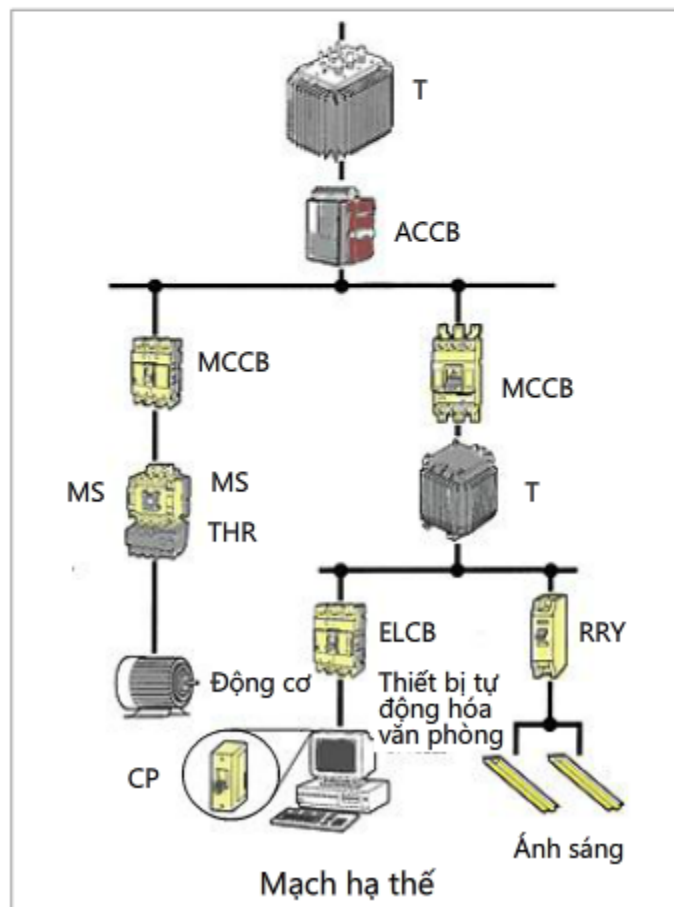
- Điện được sử dụng trong nhà xưởng và nhà được gửi từ nhà máy điện với điện áp cực cao như 60 kV, 275 kV, và 500 kV.
- Điện được cung cấp cho người tiêu thụ được phân loại theo lượng công suất hợp đồng (công suất) thành ba loại hạ thế, cao thế và siêu cao thế, và thiết bị cần thiết và điều hành khác nhau cho từng loại được trình bày trong sơ đồ bên dưới.
- Khi điện được cung cấp từ công ty điện lực tại cao thế, thì cần thiết bị thu nhận điện cao thế. Hiện nay, có xu hướng sử dụng thiết bị thu nhận điện cao thế loại tủ.
- Thiết bị thu nhận điện cao thế loại tủ được phân chia thành các loại CB (4.000 kVA trở xuống) và loại PF-S (300 kVA trở xuống) dựa trên loại thiết bị bộ ngắt.
- Khung là một loại bản vẽ dây đơn cho biết sơ đồ mạch điện. Mạch điện của thiết bị thu nhận của người tiêu thụ được minh họa bằng các ký hiệu được sử dụng để thể hiện các thiết bị như bộ ngắt, cầu dao cách ly, biến áp, dụng cụ đo, rơ-le bảo vệ. Loại bản vẽ này sử dụng các đường dây đơn để cho biết từng thiết bị được kết nối như thế nào.
- Trong khung, các thiết bị riêng lẻ được biểu hiện bằng Ký hiệu, Mã Thiết bị và Mã Ký tự.
- Một loại sơ đồ mạch điện là sơ đồ đấu nối triển khai, cũng được gọi là trình tự, được sử dụng để cho biết mạch điều khiển của công tắc điện tử của thiết bị điều khiển và phân phối điện, và vân vân.
- Trong trình tự này, Ký hiệu và Mã Ký tự chỉ định được sử dụng để cho biết các thiết bị và linh kiện điện như tiếp điểm, cuộn dây, điện trở, và cầu chì. Ngoài ra, bạn nên hiểu rõ rằng trình tự là sơ đồ đấu nối được vẽ đơn giản để thể hiện các đấu nối điện theo trình tự thao tác, và không phải làm gì với vị trí thực tế của các bộ phận.

## Chương 3 Thiết bị điều khiển và phân phối công suất

Thiết bị điều khiển và phân phối điện bao gồm thiết bị thu nhận điện cao thế, cũng như thiết bị cho mạch hạ thế như aptomat hạ thế và công tắc điện từ.

Trong chương này, chúng ta phân chia thiết bị điều khiển và phân phối điện thành bốn loại và giải thích chúng riêng.

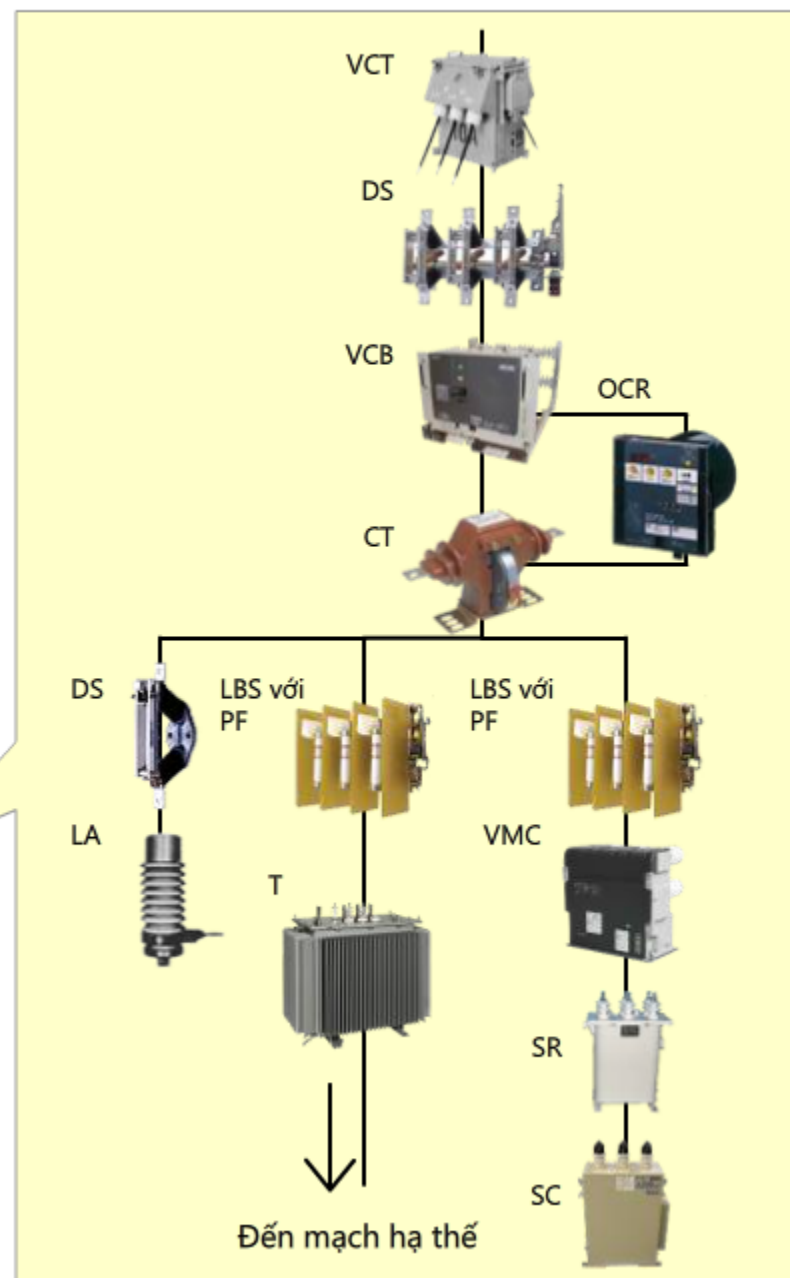
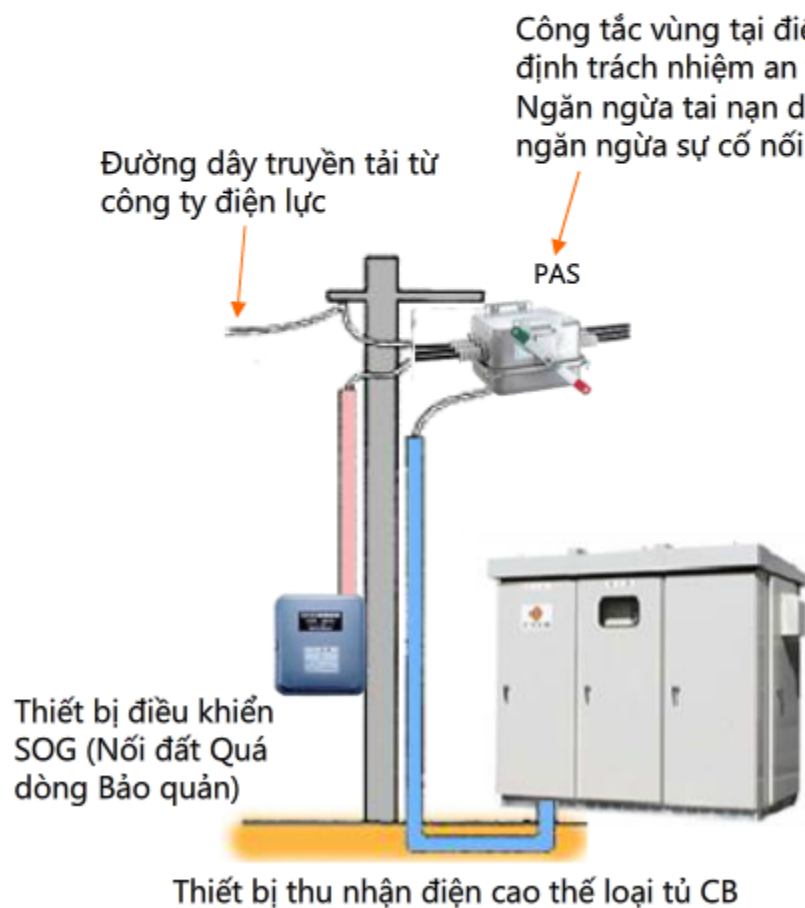
- (1) Thiết bị cao thế
- (2) Dụng cụ đo
- (3) Aptomat hạ thế
- (4) Công tắc điện từ



## 3.1

## Thiết bị cao thế

Ở đây chúng ta thảo luận các thiết bị điều khiển và phân phối điện được sử dụng trong thiết bị thu nhận điện cao thế loại tủ.





## 3.1

## Thiết bị cao thế

Bên dưới là các loại thiết bị cao thế trong thiết bị thu nhận điện cao thế loại tủ.

**(1) Cầu dao khí treo cột (PAS)**

Cũng được gọi là Cầu dao không khí trên cột. Thiết bị này được đặt trong ranh giới giữa công ty điện lực và người tiêu thụ, được gọi là điểm phân chia trách nhiệm. Trong trường hợp xảy ra tai nạn trong khu vực của người tiêu thụ về trách nhiệm, thiết bị tự động ngắt mạch sử dụng tín hiệu từ thiết bị điều khiển SOG (Nối đất Quá dòng Bảo quản), ngắt kết nối mạch từ đường truyền của công ty điện lực để tránh những tai nạn không lan sang lưới điện khác. Đây cũng được gọi là công tắc vùng.

**(2) Máy Biến đổi Điện áp & Máy Biến dòng Kết hợp (VCT)**

Bao gồm một máy biến đổi điện áp đo điện (VT) và máy biến dòng (CT). VCT thuộc về công ty điện lực, nhưng được lắp đặt trong tủ. Nó đo lượng điện tiêu thụ, và được sử dụng để tính phí sử dụng điện.

**(3) Thiết bị Ngắt (DS)**

Cũng được gọi là bộ ngắt. Thiết bị này được sử dụng để tắt điện hoàn toàn trong khu vực của người tiêu thụ để thực hiện bảo dưỡng điện trong khu vực đó.



Cầu dao khí treo cột

Dây leo được kết nối với đòn bẩy này để có thể vận hành từ đế của trụ căng dây điện thoại.



Thiết bị điều khiển SOG (Nối đất Quá dòng Bảo quản)



Máy Biến đổi Điện áp &amp; Máy Biến dòng Kết hợp



Thiết bị Ngắt Một Cực



Thiết bị Ngắt Ba Cực

## 3.1

## Thiết bị cao thế

**(4) Máy biến dòng (CT)**

Máy biến dòng thay đổi dòng mạch sơ cấp từ nhiều ampe đến hàng trăm ampe đến mức đầu vào 5 A được sử dụng bằng rơ-le bảo vệ và dụng cụ đo.

Trong các kết cấu loại CB, nó được dùng làm cảm biến dòng, và trong trường hợp sự cố, rơ-le bảo vệ ghi nhận sự cố bất thường của dòng điện và gửi tín hiệu cắt đến aptomat chân không để ngắt mạch.

**(5) Rơ-le Quá dòng (OCR)**

Rơ-le quá dòng quyết định xem liệu đã có sự cố hay không dựa trên dòng từ máy biến dòng, và nếu có sự cố, nó sẽ gửi tín hiệu cắt đến aptomat chân không, bảo vệ mạch bằng cách cắt cầu dao.

Rơ-le không phải OCR bao gồm rơ-le điện áp (UVR), rơ-le nối đất (GR), rơ-le nối đất có hướng (DGR), và vân vân.

**(6) Aptomat chân không (VCB)**

Dòng điện được đóng và ngắt tại tiếp điểm trong bóng đèn chân không. Trong trường hợp sự cố, nó nhận tín hiệu cắt từ rơ-le quá dòng hoặc thiết bị khác và ngắt mạch.

Trong các kết cấu loại CB, thiết bị được đánh số từ (4) đến (6) bên trên được kết hợp và vận hành để bảo vệ mạch khi dòng dư chạy qua do điện quá tải, ngắn mạch hoặc tai nạn khác.



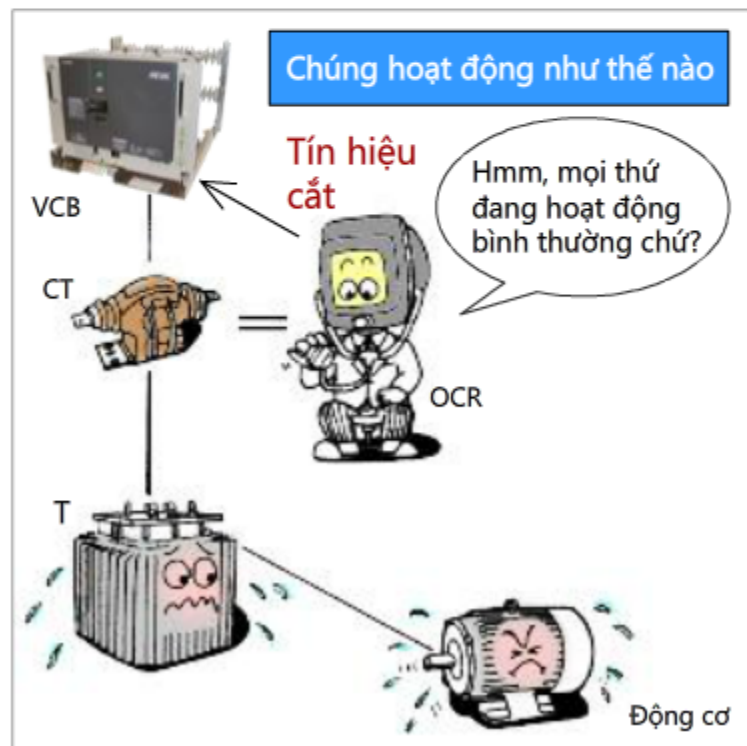
Máy biến dòng



Aptomat chân không



Rơ-le bảo vệ



## 3.1

## Thiết bị cao thế

**(7) Công tắc Đóng ngắt Tải (LBS)**

Công tắc đóng ngắt tải có thể bật và tắt dòng điện hoặc truyền dòng điện.

Nó thường được sử dụng cùng với cầu chì công suất, và được gọi là công tắc đóng ngắt tải được trang bị cầu chì công suất (LBS với PF).

Công tắc đóng ngắt tải được trang bị cầu chì công suất, do đặc điểm của cầu chì, được sử dụng để bảo vệ biến áp, bảo vệ tụ điện và bảo vệ động cơ.

Thiết bị thu nhận điện cao thế loại tủ PF-S sử dụng chúng như mà thiết bị aptomat sơ cấp.

**(8) Cầu chì Công suất (PF)**

Trong trường hợp tai nạn do ngắn mạch, phần chì trong cầu chì công suất chảy để cắt mạch, do đó ngăn ngừa thiết bị và hệ thống điện khỏi bị cháy.

**(9) Máy biến áp (T)**

Máy biến áp chuyển từ cao thế như 6,6 kV sang hạ thế như 100 V/200 V/400 V.

Có các máy biến áp cho cả một pha và ba pha.



Công tắc đóng ngắt tải được trang bị cầu chì công suất (Không có rào cản)



Công tắc đóng ngắt tải được trang bị cầu chì công suất (Có rào cản)



Cầu chì Công suất Điện



Máy biến áp dầu  
500 kVA 50 Hz ba pha



Máy biến áp khô  
500 kVA 50 Hz ba pha



## 3.1

## Thiết bị cao thế

**(10) Công tắc tơ Điện từ Chân không (VMC)**

Tương tự với cầu aptomat chân không, thiết bị bật và tắt dòng điện với bóng đèn chân không.

Hoạt động của nam châm mở và đóng tiếp điểm, vì vậy nó có vòng đời dài và có thể bật và tắt động cơ và tụ điện thường xuyên.



Công tắc tơ điện từ chân không

**(11) Tụ tĩnh điện (SC)**

Tụ tĩnh điện được sử dụng để thúc đẩy một pha trong mạch điện xoay chiều.

Tải cảm ứng trong thiết bị như động cơ và lò điện là hệ số công suất trễ. SC được sử dụng để cải thiện hệ số công suất đó và đưa hệ số công suất gần về 1.

Khi bạn cải thiện hệ số công suất, bạn có thể nhận được một khoản chiết khấu chi phí cơ bản hàng tháng theo hợp đồng của bạn.



Tụ tĩnh điện nạp dầu



Tụ tĩnh điện nạp khí

**(12) Bộ Điện kháng Nối tiếp (SR)**

Bộ điện kháng nối tiếp được lắp đặt nối tiếp với tụ tĩnh điện và giảm độ méo điện áp gây ra do tần số cao trong mạch. Nó bảo vệ tụ điện bằng cách giới hạn dòng khởi động khi sử dụng tụ điện.

Các thiết bị (10) đến (12) ở trên được kết nối để cải thiện hệ số công suất.



Bộ điện kháng nối tiếp dầu



Bộ điện kháng nối tiếp khô

## 3.1

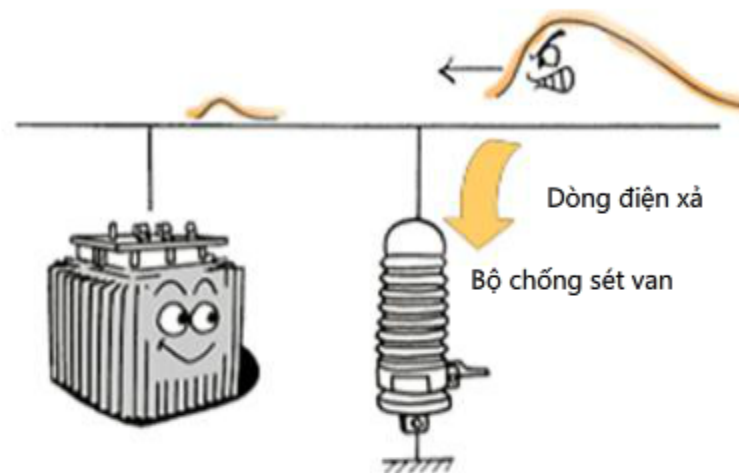
## Thiết bị cao thế

**(13) Bộ chống sét van (SAR)**

Hay còn được gọi là Bộ chống sét (LA).

Thiết bị này bảo vệ các thiết bị như động cơ và máy biến áp, luôn luôn áp dụng một điện áp, khỏi bị cháy hoặc cắt nguồn do cao thế bất thường được tạo ra do sét đánh hoặc sự cố khác.

Thiết bị được bảo vệ khỏi điện áp bất thường bằng cách xả nó thông qua bộ chống sét van.



## Chú thích Bên lề

**Cột thu lôi**

Cột thu lôi được sử dụng để thu sét đánh trực tiếp nhằm ngăn ngừa các tòa nhà khác khỏi bị sét đánh trúng.



Bộ chống sét van

## 3.2

## Dụng cụ đo

Khi sử dụng điện, cần phải đo lượng điện và hiểu rõ đã sử dụng bao nhiêu.

Tuy nhiên, mắt thường không thể nhìn thấy điện. Sử dụng các dụng cụ đo khác nhau để có thể nhìn thấy và đo lường nhằm quản lý nó.

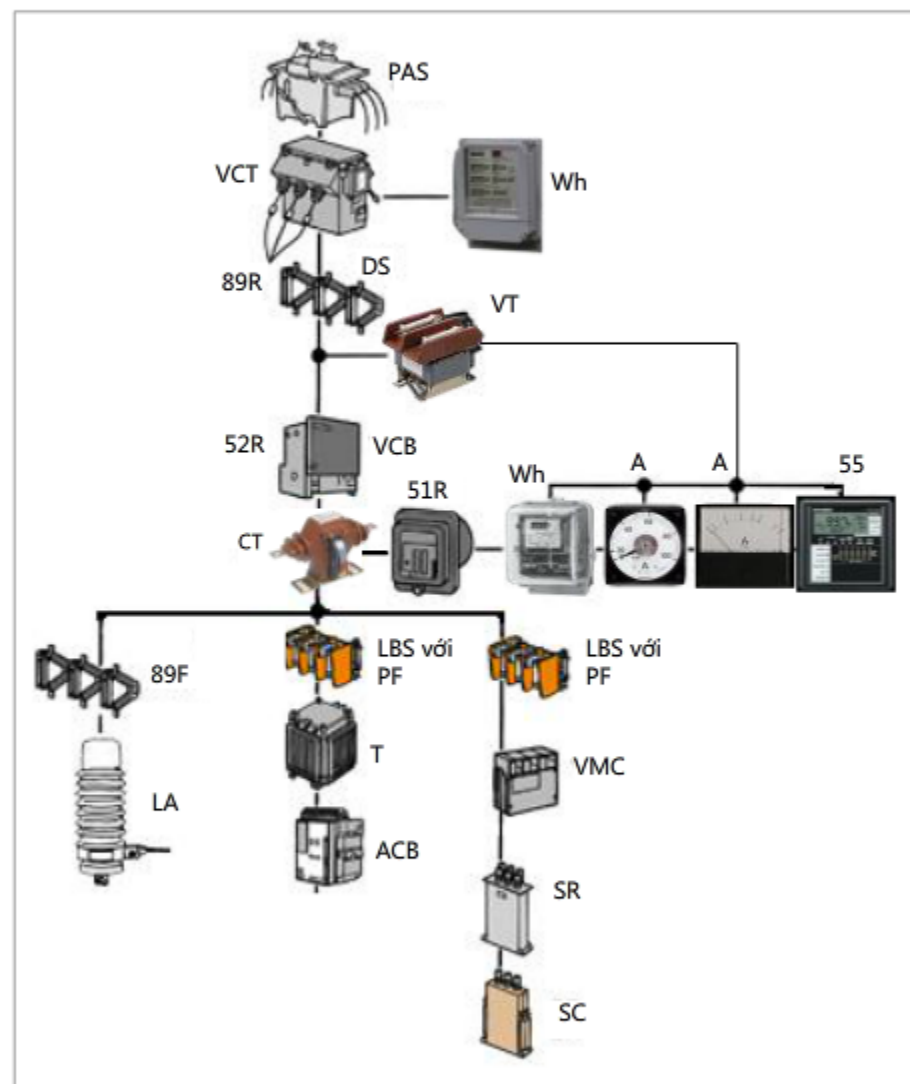
Dụng cụ đo, cũng gọi là công tơ/đồng hồ, có thể được sử dụng đối với cả hạ thế và cao thế. Mitsubishi Electric phân loại chúng là dụng cụ hạ thế.

Các dụng cụ đo thường được sử dụng để:

- **Phát hiện** (biến áp đo điện)
- **Định lượng** (đồng hồ công suất)
- **Đo lường** (đồng hồ chỉ báo điện, bộ biến đổi)

Cách sử dụng khác bao gồm:

- **Cải thiện hệ số chất lượng** (bộ điều chỉnh hệ số công suất tự động)
- **Quản lý công suất điện hợp đồng** (thiết bị điều khiển và giám sát theo yêu cầu)



## 3.2

## Dụng cụ đo



Máy biến áp đo điện là thuật ngữ chung trình bày các máy biến đổi điện áp và máy biến dòng cho dụng cụ đo. Nó được sử dụng để đo lường an toàn và chính xác cao thế và các dòng điện lớn.

**(1) Máy Biến đổi Điện áp (VT)**

Máy biến đổi điện áp được sử dụng để đo cao thế. Nó chuyển từ 6,6 kV sang 110 V.



Máy biến đổi điện áp  
dụng cụ đo

**(2) Máy biến Dòng (CT)**

Máy biến dòng được sử dụng để đo các dòng điện lớn. Nó chuyển từ hàng chục đến hàng trăm ampe xuống 5 A.



Máy biến dòng

**(3) Công tơ điện (WHM)**

Công tơ điện được sử dụng để đo đại lượng công suất điện.

Có cả các loại WHM cơ học và điện tử.



Công tơ điện  
cơ học



Công tơ điện  
điện tử



Công tơ điện  
mặt điện tử

## 3.2

## Dụng cụ đo

**(4) Điện kế được Sử dụng (M)**

Cũng được gọi là đồng hồ, thiết bị này đo và hiển thị các đại lượng điện như điện áp và ampe.

Ví dụ,

điện áp được đo bằng vôn kế (V),

dòng điện (ampe) được đo bằng ampe kế (A),

công suất được đo bằng watt kế (W), và

hệ số công suất được đo bằng đồng hồ hệ số công suất (PF).

Sử dụng đồng hồ chỉ báo đa năng loại cơ học và điện tử, các loại đại lượng điện lượng khác nhau có thể đo.

**(5) Bộ biến đổi (TD)**

Một tín hiệu điện, hoặc là dòng xoay chiều hay dòng một chiều, mà sau đó được chuyển đổi thành điện áp một chiều hoặc dòng điện một chiều tỷ lệ thuận, là đầu vào cho một bộ biến đổi, và sau đó nó là đầu ra cho một thiết bị điều khiển và giám sát như một thước đo chỉ số hoặc một máy tính.



Vôn kế



Ampe kế



Đồng hồ chỉ báo đa năng điện tử



Bộ biến đổi



## 3.2

## Dụng cụ đo

**(6) Bộ Điều khiển Hệ số Công suất Tự động (APFC)**

Thiết bị này tạo ra một tín hiệu có thể tự động bật hoặc tắt tụ tĩnh điện, để giữ hệ số công suất trong giới hạn mục tiêu.



Bộ điều khiển hệ số công suất tự động

**(7) Đồng hồ Yêu cầu (DM)**

Đồng hồ theo yêu cầu là một đồng hồ để giám sát và điều khiển theo yêu cầu.

Yêu cầu nghĩa là đại lượng công suất điện trung bình được sử dụng trong 30 phút.

Chúng ta hãy xem xét trường hợp của một người tiêu thụ đăng ký hệ thống phí sử dụng điện tính phí cho lượng thực tế được sử dụng theo công suất hợp đồng dưới 500 kW. Trong trường hợp này, nếu giá trị yêu cầu kết thúc vượt quá công suất điện hợp đồng, thì các giá trị yêu cầu như vậy được coi là công suất hợp đồng trong năm sau, và người tiêu thụ phải thanh toán phí sử dụng điện bổ sung.

Đồng hồ yêu cầu tính toán yêu cầu dự kiến và tạo ra cảnh báo hoặc tín hiệu điều khiển tải để quản lý giá trị yêu cầu được duy trì trong một lượng công suất hợp đồng.

Đồng hồ yêu cầu bao gồm những đồng hồ dòng DEMACON và máy chủ giám sát yêu cầu Dòng E-Energy trên web.



Đồng hồ yêu cầu (Đồng DEMACON)



Máy chủ giám sát yêu cầu trên web (Đồng E-Energy)

**(8) Công tắc Định thời**

Thiết bị này là một công tắc được kết hợp với một đồng hồ. Công tắc bật hoặc tắt theo thời gian định trước.



Công tắc định thời

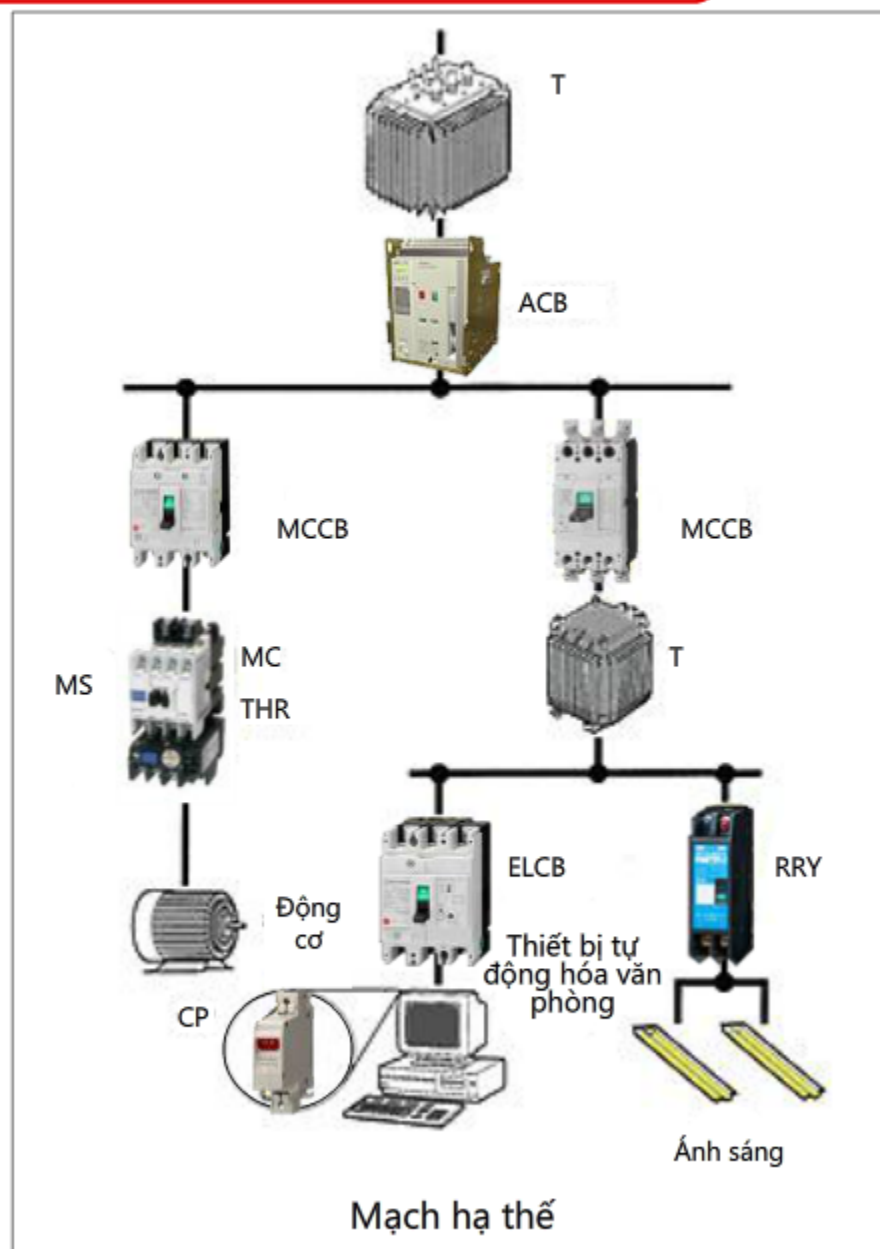
## 3.3

## Aptomat hạ thế

Aptomat hạ thế là thuật ngữ chung trình bày các thiết bị aptomat ngắt mạch chủ yếu được dùng nhằm mục đích bảo vệ hệ thống dây và thiết bị trong mạch hạ thế.

Aptomat hạ thế bao gồm:

- MCCB (Aptomat kiểu khối) cho hệ thống dây
- ELCB (apptomat chống dòng rò)
- ACB (apptomat khí hạ thế)
- Thiết bị điều khiển từ xa RRY (rơ-le điều khiển từ xa)
- CP (bộ ngắt mạch)



## 3.3

## Aptomat hạ thế

**(1) Aptomat Kiểu khối (VCB)**

Thiết bị này bảo vệ hệ thống dây khỏi bị quá tải và sự cố ngắn mạch.

**(2) Aptomat chống dòng rò (ELCB)**

ELCB bảo vệ chống lại điện giật, rò rỉ điện, và hư hỏng hệ thống dây trong trường hợp tai nạn hoặc sự cố như quá tải, ngắn mạch, và sự cố nối đất.



Cầu dao không cầu chì

Cầu dao không cầu chì  
cho bảng phân phốiCầu dao an toàn  
loại BLAptomat chống  
dòng ròELCB cho bảng  
phân phối

ELCB loại cầu dao an toàn



## 3.3

## Aptomat hạ thế

**(3) Aptomat Khí (ACB)**

ACB được sử dụng tại các tòa nhà, nhà xưởng và tàu thủy. Hai loại chính là bảo vệ mạch điện và bảo vệ máy phát điện.

ACB là aptomat chính có quy mô lớn hơn MCCB.

Tòa nhà và nhà  
xưởng

Tàu thủy

Aptomat khí loại  
AE1600-SW**(4) Thiết bị điều khiển từ xa**

Các thiết bị này được sử dụng để điều khiển trung tâm tại khoảng cách xa (điều khiển từ xa) bật tắt hệ thống đèn trong tòa nhà, trường học, bệnh viện và các địa điểm khác.

Các thiết bị này bao gồm các rơ-le điều khiển từ xa, cầu dao điều khiển từ xa, aptomat chống dòng rò điều khiển từ xa, công tắc điều khiển từ xa, máy biến áp điều khiển từ xa.

Cầu dao điều  
khiển từ xaAptomat  
chống dòng  
rò điều khiển  
từ xaRơ-le điều  
khiển từ xaMáy biến áp điều  
khiển từ xaCông tắc điều  
khiển từ xa**(5) Bộ ngắt mạch**

Các thiết bị này bao gồm bộ ngắt mạch (CP) và aptomat cho thiết bị (CBE).

Chúng là các aptomat siêu nhỏ có chức năng chuyển đổi và đặc điểm bảo vệ cầu chì để bảo vệ thiết bị.



Bộ ngắt mạch

## 3.4

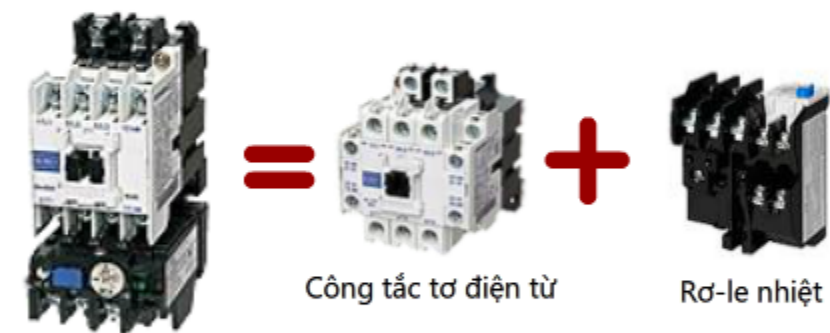
## Công tắc điện từ

Thiết bị sản xuất và máy móc khác nhau và thiết bị trong nhà xưởng sử dụng nhiều động cơ khác nhau. Các động cơ này được bật và tắt và được bảo vệ bởi công tắc điện từ.

**(1) Công tắc Điện từ (MS)**

Các thiết bị này được làm bằng cách kết hợp công tắc tơ điện từ và rơ-le nhiệt.

Các loại chính là loại không thể đảo chiều, chỉ có thể chạy theo một chiều, và loại có thể đảo chiều, có thể chạy trong động cơ theo cả chiều thuận và nghịch.



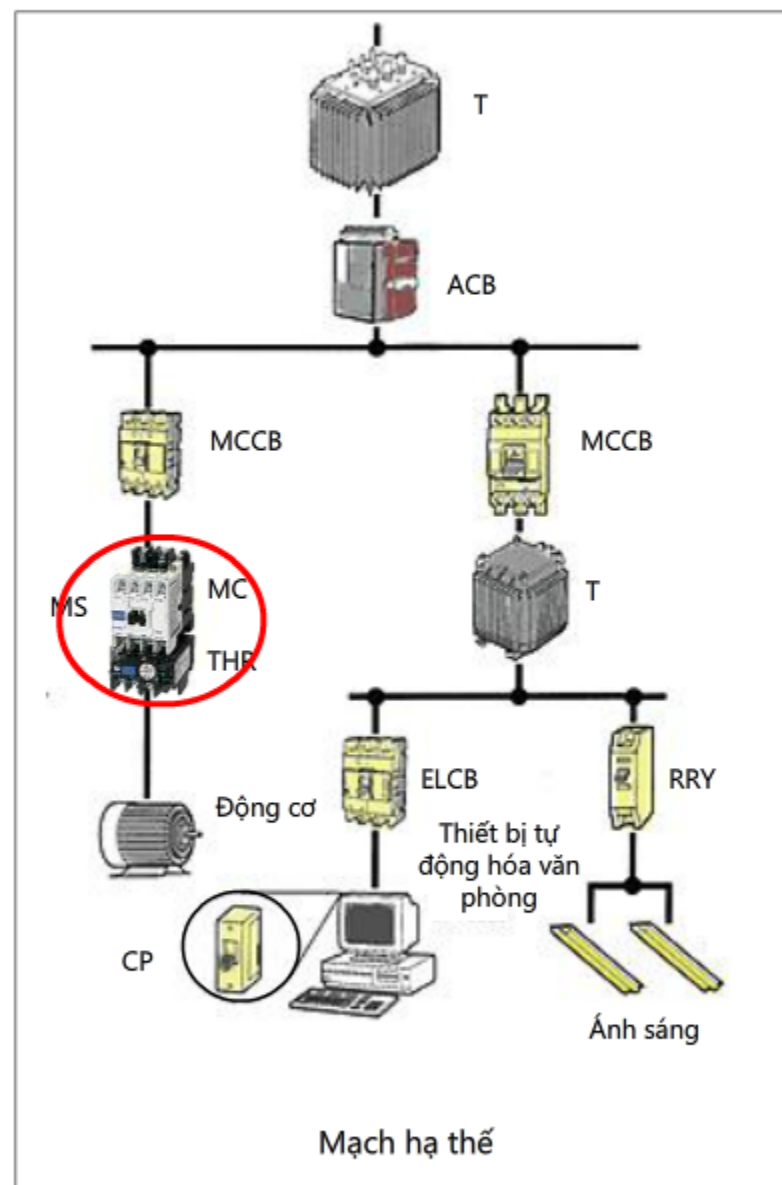
Công tắc điện từ

Công tắc tơ điện từ

Rơ-le nhiệt

Công tắc điện từ được sử dụng nhằm mục đích sau:

- Khởi động và ngừng động cơ
- Ngăn ngừa động cơ bị cháy



Mạch hạ thế

## 3.4

## Công tắc điện từ

**(2) Công tắc tơ Điện từ (MC)**

Các thiết bị này mở và đóng các tiếp điểm thông qua vận hành của nam châm điện, và do đó có vòng đời dài và có thể sử dụng để mở hoặc đóng thường xuyên như vận hành của một động cơ.

Các thiết bị này bao gồm công tắc tơ cảm biến cao có thể được điều khiển bởi một đầu ra tranzito của bộ đếm và công tắc tơ trạng thái rắn không tiếp xúc.

**(3) Rơ-le Nhiệt (THR)**

Các thiết bị này thường hay được dùng để bảo vệ động cơ chống quá tải. Trong trường hợp quá tải, lưỡng kim phản ứng với nhiệt do dòng điện dư và mở công tắc tơ bên trong. Hoạt động này dừng kích thích của cuộn dây được nối với tiếp điểm đó, mở một công tắc tơ điện từ và do đó bảo vệ động cơ.



Công tắc tơ điện từ

Công tắc tơ độ  
nhạy cao

Công tắc tơ bán dẫn



Công tắc tơ bán dẫn



Rơ-le nhiệt

Trong chương này, bạn đã học những điểm sau.

- Thiết bị điều khiển và phân phối điện Mitsubishi được phân loại thành thiết bị cao thế, dụng cụ đo, aptomat hạ thế, và công tắc điện từ.
- Các thiết bị cao thế chủ yếu được sử dụng trong thiết bị thu nhận điện cao thế loại tủ, và bao gồm cầu dao khí treo cột (PAS), máy biến đổi điện áp và máy biến dòng kết hợp (VCT) để cung cấp điện và thu nhận, bộ ngắt (DS), máy biến dòng (CT), rơ-le quá dòng (OCR), aptomat chân không (VCB), công tắc đóng ngắt tải được trang bị cầu chì công suất (LBS với PF), cầu chì công suất (PF), máy biến áp (T), công tắc tơ điện từ chân không (VMC), tụ điện tĩnh (SC), bộ điện kháng nối tiếp (SR), và bộ chống sét (LA).
- Ngoài máy biến đổi điện áp và máy biến dòng (VT, CT), công tơ điện (WHM), điện kế chỉ báo (M), và bộ biến đổi (TD), dụng cụ đo cũng bao gồm bộ điều khiển hệ số công suất tự động (APFC), đồng hồ yêu cầu (DM) để giám sát và điều khiển, và công tắc định thời (TS).
- Aptomat hạ thế bao gồm aptomat kiểu khối (MCCB) cho hệ thống dây, aptomat chống dòng rò (ELCB), aptomat khí (ACB), thiết bị điều khiển từ xa như rơ-le điều khiển từ xa (RRY), và bộ ngắt mạch (CP).
- Công tắc điện từ (MS) được làm bằng cách kết hợp công tắc tơ điện từ (MC) và rơ-le nhiệt (THR).

Chúng ta đã hoàn thành Khóa học **Thiết bị FA Dành cho Người mới Bắt đầu (Sản phẩm về thiết bị phân phối điện )**.

Cảm ơn bạn đã tham gia khóa học này.

Hy vọng bạn thích các bài học và thông tin bạn thu được trong khóa học này sẽ hữu ích sau này.

Bạn có thể xem xét khóa học này bao nhiêu lần tùy thích.

Xem xét

Đóng