

BỘ XÂY DỰNG
TRƯỜNG CAO ĐẲNG XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH ĐÔ THỊ

TÀI LIỆU DẠY NGHỀ
KỸ THUẬT ĐIỆN

HÀ NỘI, 2019

CHƯƠNG 1 : MẠCH ĐIỆN 1 CHIỀU

Mục tiêu:

- Phân tích được nhiệm vụ, vai trò của các phần tử cấu thành mạch điện như: nguồn điện, dây dẫn, phụ tải, thiết bị đo lường, đóng cắt...;
- Hiểu và vận dụng được các biểu thức tính toán cơ bản của định luật Ôm.
- Rèn luyện tính cẩn thận, tỷ mỉ khi phân tích và tính toán.

Nội dung chính:

1.Những khái niệm cơ bản về mạch điện một chiều.

Mạch điện một chiều có trị số và chiều không đổi theo thời gian.

Khi ta nối vật A tích điện với vật B không tích điện bằng vật dẫn D thì các điện tích sẽ chuyển dời từ A qua D sang B tạo thành dòng điện.

-Dòng điện I về giá trị bằng tốc độ biến thiên của lượng điện tích q qua tiết diện ngang một vật dẫn.

$$i = \frac{d_q}{d_t}$$

- Chiều được qui ước là chiều chuyển động của điện tích dương trong điện trường.

- Đơn vị: A; mA; $1\text{mA} = 10^{-3}\text{A}$

1.1.Mạch điện:

Mạch điện thường gồm 3 phần tử cơ bản: nguồn điện, vật tiêu thụ điện (phụ tải), dây dẫn. Ngoài ra còn có các thiết bị phụ trợ như: thiết bị đóng cắt, đo lường, bảo vệ, tự động,...

1.2.Các phần tử của mạch điện:

1.2.1.Nguồn điện một chiều

Là thiết bị để biến đổi các dạng năng lượng khác thành điện năng. Ví dụ: pin, ắc quy, máy phát điện,...

-Pin, ắc quy: biến đổi hóa năng thành điện năng

-Pin mặt trời: Pin mặt trời làm việc theo hiệu ứng quang học, biến đổi trực tiếp quang năng thành điện năng.

-Máy phát điện một chiều: biến đổi cơ năng đưa vào trục của máy thành điện năng lấy ra ở các cực của dây cuốn.

-Bộ nguồn điện tử công suất: không tạo ra điện năng mà chỉ biến đổi điện áp xoay chiều (lấy từ lưới điện) thành điện áp một chiều lấy ra ở hai cực.

1.2.2. Phụ tải:

Phụ tải (Vật tiêu thụ điện): Là thiết bị điện tiêu thụ điện năng để biến đổi thành các dạng năng lượng khác như: cơ năng (động cơ điện); nhiệt năng (bàn là điện, bếp điện); quang năng (đèn điện)...

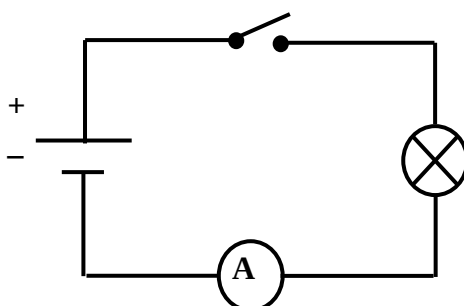
1.2.3. Dây dẫn:

Dây dẫn: Để dẫn dòng điện từ nguồn điện tới nơi tiêu thụ (chuyên tải điện năng)

Các thiết bị phụ trợ: Dùng để đóng cắt (điều khiển), đo lường, bảo vệ. Ví dụ: công tắc, cầu dao, am pe kế, vôn kế, cầu chì,...

Mạch điện là tập hợp các thiết bị điện (nguồn, tải, dây dẫn) nối với nhau trong đó dòng điện có thể chạy qua.

Mạch điện được biểu diễn bằng những hình vẽ qui ước gọi là sơ đồ mạch điện.



Hình 1 Sơ đồ mạch điện

1.Nguồn điện 3.Dây dẫn

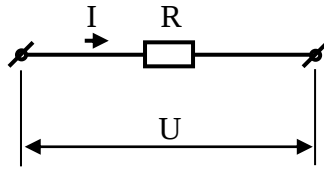
2.Phụ tải 4.Thiết bị phụ trợ (công tắc)

2. Định luật Ôm

Các định luật về mạch điện đã được học ở Vật lý, ở đây chỉ nhấn mạnh áp dụng và thực hành và vận dụng các biểu thức vào tính toán mạch điện.

2.1. Định luật Ôm cho một đoạn mạch:

Cho đoạn mạch thuần điện trở như hình vẽ



Hình

Định luật Ôm phát biểu như sau: Dòng điện trong một đoạn mạch tỷ lệ thuận với điện áp 2 đầu đoạn mạch và tỷ lệ nghịch với điện trở của đoạn mạch.

Công thức:

$$I = \frac{U}{R} \quad \text{hay} \quad U = I \cdot R$$

Trong đó:

U là điện áp ở 2 đầu đoạn mạch (V)

R là điện trở của đoạn mạch (Ω)

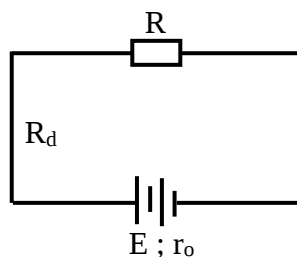
I là dòng điện qua điện trở (A)

Ví dụ: Trong mạch điện hình , biết $I = 210 \text{ mA}$; $R = 100 \Omega$; tính điện áp U trên điện trở

Bài giải: Điện áp trên điện trở là $U = I.R = 210.10^{-3}.100 = 21 \text{ (V)}$

2.2.Định luật Ôm cho toàn mạch:

Cho mạch điện như hình vẽ



Hình

Định luật Ôm phát biểu như sau: Dòng điện chạy trong mạch tỉ lệ với suất điện động của nguồn và tỉ lệ nghịch với điện trở toàn mạch.

$$I = \frac{E}{R + R_d + r_o}$$

Trong đó:

E suất điện động của nguồn, $E = U + U_d + U_o$

U là điện áp mạch ngoài $U = I.R$

U_d là điện áp rơi trên đường dây. $U_d = I.R_d$

U_o là điện áp rơi trong nguồn. $U_o = I.r_o$

CHƯƠNG 2

MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU HÌNH SIN 1 PHA

Mục tiêu:

- Giải thích được các khái niệm cơ bản trong mạch xoay chiều 1 pha như: chu kỳ, tần số, pha, sự lệch pha, trị biên độ, trị hiệu dụng... Phân biệt các đặc điểm cơ bản giữa dòng điện một chiều và dòng điện xoay chiều;
- Biểu diễn được lượng hình sin bằng đồ thị vector, bằng phương pháp biên độ phức;
- Tính toán các thông số (tổng trở, dòng điện, điện áp...) của mạch điện AC một pha không phân nhánh và phân nhánh; Giải được các bài toán cộng hưởng điện áp, cộng hưởng dòng điện;
- Phân tích được ý nghĩa của hệ số công suất và các phương pháp nâng cao hệ số công suất.
- Rèn luyện tính cẩn thận, tỷ mỉ khi phân tích và tính toán.

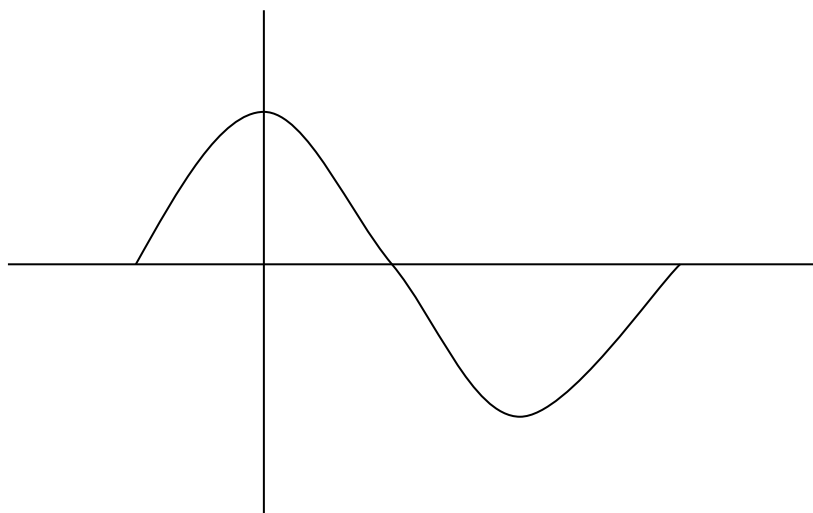
Nội dung chính:

1. Định nghĩa - Cách tạo ra dòng điện xoay chiều hình sin một pha.

1.1. Định nghĩa.

- Dòng điện xoay chiều hình sin là dòng điện biến đổi một cách chu kỳ theo quy luật hình sin với thời gian, được biểu diễn bằng đồ thị hình sin như trên hình

Công thức: $i = I_{\max} \cdot \sin(\omega t + \Psi_i)$



-Chu kỳ T: Là khoảng thời gian ngắn nhất để dòng điện lặp lại trị số và chiều biến thiên

-Tần số f : là chu kỳ dòng điện trong 1 giây. $f = \frac{1}{T}$

Đơn vị của tần số là Héc, ký hiệu Hz

-Tần số góc ω là tốc độ biến thiên dòng điện hình sin , đơn vị rad/s.

Quan hệ giữa tần số góc ω và tần số f là: $\omega = 2\pi.f$

Ví dụ 1: Trên hình vẽ điện áp xoay chiều hình sin. Xác định chu kỳ T và tần số f.

Giải: -Chu kỳ T của điện áp được xác định từ điểm có trị số 0 tới điểm 0 liên sau đó: $T = 1\mu s$

-Tần số của điện áp: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1.10^{-6}} = 10^6 Hz$

Ví dụ 2: Dòng điện xoay chiều trong sinh hoạt và sản xuất ở nước ta có tần số f = 50Hz. Tính chu kỳ T và tần số góc ω

Giải: -Chu kỳ của dòng điện: $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 0,02s$

-Tần số góc của dòng điện: $\omega = 2\pi.f = 2\pi.50 = 314 \frac{rad}{s}$

1.2.Cách tạo ra dòng điện xoay chiều hình sin một pha.

Suất điện động xoay chiều hình sin 1 pha được tạo ra trong máy phát điện xoay chiều 1 pha.

-Xét máy phát điện 1 pha đơn giản nhất:

Phần cảm có 1 đôi cực từ N-S đặt ở Stato, phần ứng gồm 1 khung dây đặt trên Rôto, 2 vành khuyên 1 và 1' nối với 2 đầu khung dây, 2 chổi than 2 và 2' luôn tỳ sát vào 2 vành khuyên. Từ đó MFD được nối tới mạch ngoài có điện trở R.

- Nguyên lý làm việc: dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ khi có thanh dẫn chuyển động trong từ trường. Giả sử lúc đầu mặt phẳng của khung dây vuông góc với các đường sức từ trường. Dùng động cơ sơ cấp kéo Rôto của máy phát quay làm cho khung dây quay theo với tốc độ góc không đổi ω và vận tốc dài v. Đến thời điểm t khung dây quay được 1 góc $\alpha = \omega t$. Mỗi cạnh

khung dây cắt các đường sức từ trường nên bên trong mỗi cạnh dây xuất hiện suất điện động cảm ứng $e_d = Blv$. Hệ thống cực từ chế tạo sao cho trị số từ cảm B phân bố trên mặt cực từ theo qui luật hình sin, có trị số

$$B = B_m \sin \alpha = B_m \sin \omega t.$$

Suất điện động ở mỗi vòng dây gồm 2 cạnh khung dây:

$$e_v = 2e_d = 2B_m l v \sin \omega t.$$

$$\text{Đặt } 2B_m l v = E_m \text{ ta có } e = E_m \sin \omega t.$$

Như vậy ở 2 đầu khung dây ta lấy ra được suất điện động biến thiên theo qui luật hình sin, có đồ thị:

2. Pha và sự lệch pha, trị số hiệu dụng.

2.1. Pha và sự lệch pha.

2.1.1. Pha:

Trong công thức: $i = I_{\max} \cdot \sin(\omega t + \Psi_i)$

Thì i là trị số tức thời của dòng điện ứng với mỗi thời điểm t . Trị số tức thời i phụ thuộc vào biên độ $I_{\max}$ và góc pha $(\omega t + \Psi_i)$.

-Biên độ $I_{\max}$ là trị số cực đại, nói lên dòng điện lớn hay nhỏ.

-Góc pha $(\omega t + \Psi_i)$ nói lên trạng thái của dòng điện ở thời điểm t .

Ở thời điểm $t = 0$ góc pha của dòng điện là Ψ_i . Ψ_i được gọi là góc pha đầu (hoặc gọi ngắn gọn là pha đầu) của dòng điện

Pha đầu Ψ_i phụ thuộc vào thời điểm chọn làm gốc thời gian (thời điểm $t = 0$). Phan đầu là đoạn NO trong đó N là điểm dòng điện đi qua trị số không từ âm đến dương, gần điểm gốc O nhất. Trên hình chỉ ra pha đầu Ψ_i khi chọn gốc tọa độ khác nhau

Hình

Ví dụ: trên hình vẽ đường cong biến thiên của dòng điện có tần số góc $\omega = 314 \text{ rad/s}$. Xác định biên độ, pha đầu Ψ_i và viết biểu thức dòng điện tức thời khi chọn gốc tọa độ ở điểm O; O'; O''.

Hình

Giải:

Dựa vào đồ thị của dòng điện ta có: $I_{\max} = 4,5 \text{ A}$

-Khi chọn gốc tọa độ ở điểm O, pha đầu $\Psi_i = 0$.

Biểu thức dòng điện tức thời: $i = 4,5\sin 314t$

-Khi chọn gốc tọa độ ở điểm O', pha đầu $\psi_i = \frac{\pi}{4}$

Biểu thức dòng điện tức thời: $i = 4,5\sin(314t + \frac{\pi}{4})$

-Khi chọn gốc tọa độ ở điểm O'', pha đầu $\psi_i = -\frac{\pi}{4}$

Biểu thức dòng điện tức thời: $i = 4,5\sin(314t - \frac{\pi}{4})$

2.1.2. Sự lệch pha

Ở trên đã xét trị số tức thời của dòng điện là

$$i = I_{\max} \cdot \sin(\omega t + \Psi_i)$$

Một cách tương tự ta có biểu thức trị số tức thời của điện áp là:

$$u = U_{\max} \cdot \sin(\omega t + \psi_u)$$

Trong đó $U_{\max}$, ψ_u là biên độ và pha đầu của điện áp. Điện áp và dòng điện biến thiên cùng tần số, song phụ thuộc vào tính chất mạch điện, góc pha của chúng có thể không trùng nhau, người ta gọi giữa chúng có sự lệch pha. Góc φ thường được dùng để ký hiệu góc lệch pha giữa điện áp và dòng điện.

$$\varphi = \psi_u - \Psi_i$$

Khi $\varphi > 0$ – điện áp vượt trước dòng điện (hoặc dòng điện chậm sau điện áp)

Khi $\varphi < 0$ – điện áp chậm sau dòng điện (hoặc dòng điện vượt trước điện áp)

Khi $\varphi = 0$ – điện áp trùng pha với dòng điện.

2.2. Trị số hiệu dụng của dòng điện.

- Định nghĩa: Trị số hiệu dụng của dòng điện xoay chiều là giá trị tương đương với dòng điện 1 chiều khi đi qua cùng 1 điện trở, trong mỗi chu kỳ chúng tỏa ra 1 năng lượng nhiệt như nhau. Trị số hiệu dụng được ký hiệu bằng các chữ in hoa: I, U, E, P

- Quan hệ giữa trị số hiệu dụng và trị số cực đại:

$$I = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}} \quad U = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} \quad E = \frac{E_{\max}}{\sqrt{2}}$$

Trị số hiệu dụng là đại lượng quan trọng của mạch điện xoay chiều. Ta nói dòng điện xoay chiều này bằng bao nhiêu ampe hoặc điện áp xoay chiều này bằng bao nhiêu vôn là nói trị số hiệu dụng của nó. Các trị số ghi trên nhãn

các thiết bị điện, các dụng cụ đo lường (sử dụng dòng điện xoay chiều) là trị số hiệu dụng.

Để phân biệt cần chú ý các ký hiệu:

i ; u – trị số tức thời (ký hiệu chữ in thường)

I ; U – trị số hiệu dụng (ký hiệu chữ in hoa)

$I_{\max}$; $U_{\max}$ – biên độ (trị số cực đại)

Ví dụ: dòng điện hình sin trong **ví dụ** chạy qua điện trở $R = 10\Omega$. Tính công suất tiêu thụ P , điện năng A của điện trở tiêu thụ trong 20 giờ.

Giải: Trị số cực đại của dòng điện $I_{\max} = 4,5\text{ A}$, trị số hiệu dụng của dòng điện qua điện trở là:

$$I = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}} = \frac{4,5}{\sqrt{2}} = 3,18\text{ A}$$

$$\text{Công suất của điện trở: } P = R \cdot I^2 = 10 \cdot (3,18)^2 = 101,1\text{ W}$$

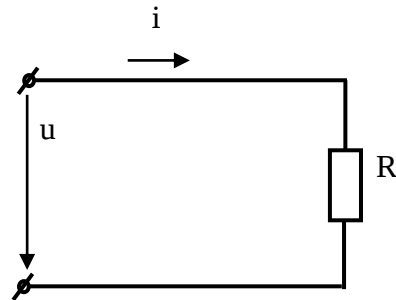
Điện năng điện trở tiêu thụ trong 20 giờ:

$$A = P \cdot t = 101,1 \cdot 20 = 2022\text{ Wh} = 2,022\text{ kWh}$$

3. Mạch điện xoay chiều thuần điện trở.

3.1. Định nghĩa:

- Là mạch điện chỉ có điện trở
- Sơ đồ mạch điện:



3.2. Quan hệ dòng điện và điện áp

- Quan hệ giữa trị số hiệu dụng của điện áp và dòng điện theo định luật Ôm :

$$U_R = R \cdot I \quad \text{hoặc} \quad I = \frac{U_R}{R}$$

- Dòng điện và điện áp có cùng tần số và trùng pha nhau. Góc lệch pha giữa điện áp và dòng điện $\varphi = \psi_u - \psi_i = 0$. Đồ thị véc tơ dòng điện, điện áp về như **hình**

3.3. Công suất

Công suất trong mạch:

$$P = U.I .\cos \varphi = I^2.R = \frac{U^2}{R}$$

(đơn vị : W, kW; 1kW=1000W)

Ví dụ: Một bàn điện là có điện trở $R = 48,4 \Omega$, đầu vào nguồn điện xoay chiều điện áp $U = 220V$. Tính trị số hiệu dụng I và công suất điện tiêu thụ của bàn là. Vẽ đồ thị véc tơ dòng điện, điện áp.

Giải: Trị số hiệu dụng của dòng điện:

$$I = \frac{U_R}{R} = \frac{220}{48,4} = 4,54A$$

Công suất điện bàn là tiêu thụ: $P = I^2.R = (4,54)^2.48,4 = 1000 W$

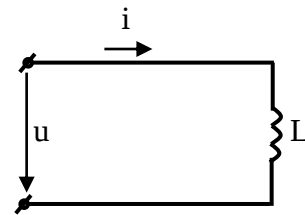
Đồ thị véc tơ dòng điện, điện áp vẽ như hình trong đó dòng điện trùng pha với điện áp.

4. Mạch điện xoay chiều thuần điện cảm.

4.1. Định nghĩa:

- Là mạch điện có một cuộn dây thuần điện cảm L (coi điện trở R của cuộn dây bằng 0)

- Sơ đồ mạch điện



4.2. Quan hệ dòng điện và điện áp

- Quan hệ giữa trị số hiệu dụng của điện áp và dòng điện theo định luật

Ôm :

$$I = \frac{U_L}{X_L} \quad X_L = \omega L$$

Trong đó:

X_L điện kháng của điện cảm (gọi tắt là cảm kháng). Đơn vị: Ω .

L : điện cảm. Đơn vị: H; mH;...(1mH = 10^{-3} H)

-Dòng điện và điện áp có cùng tần số, song điện áp vượt trước dòng điện góc pha $\frac{\pi}{2}$. Đồ thị véc tơ dòng điện, điện áp vẽ như hình

4.3. Công suất:

Công suất trong mạch:

$$Q_L = U_L \cdot I = I^2 \cdot X_L = \frac{U^2}{X_L}$$

Đơn vị công suất: VAR, kVAR; 1 kVAR = 1000 VAR

Ví dụ: Một cuộn dây thuần điện cảm $L = 0,015\text{H}$, đóng vào dòng điện điện áp $u = 100\sqrt{2} \sin(314t + \pi/3)$ V. Tính trị số hiệu dụng I và góc pha đầu dòng điện Ψ_i . Vẽ véc tơ đồ thị dòng điện và điện áp.

Giải:

Điện kháng của cuộn dây: $X_L = \omega L = 314 \cdot 0,015 = 4,71 \Omega$

Trị số hiệu dụng dòng điện:

$$I = \frac{U_L}{X_L} = \frac{100}{4,71} = 21,23\text{A}$$

Góc pha đầu của dòng điện

$$\Psi_i = \Psi_u - \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{6}$$

Trị số tức thời của dòng điện: $i = 21,23 \sqrt{2} \sin(314t - \pi/6)$ V.

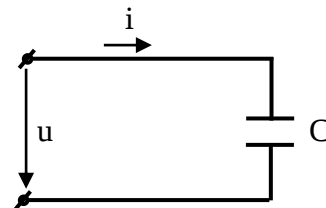
Đồ thị véc tơ dòng điện, điện áp vẽ như hình

5.Mạch điện xoay chiều thuần điện dung

5.1.Định nghĩa:

- Là mạch điện có một tụ điệnthuần điện dung C

-Sơ đồ mạch điện



5.2.Quan hệ dòng điện và điện áp

- Quan hệ giữa trị số hiệu dụng của điện áp và dòng điện theo định luật

Ôm :

$$I = \frac{U_C}{X_C} \quad X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

X_C : điện kháng của điện dung (gọi tắt là dung kháng). Đơn vị: Ω

C: điện dung. Đơn vị: F; μF ; ...

-Dòng điện và điện áp có cùng tần số, song điện áp chậm sau dòng điện góc pha $\frac{\pi}{2}$. Đồ thị véc tơ dòng điện, điện áp vẽ như hình

5.3.Công suất:

Công suất trong mạch:

$$Q_C = U_C \cdot I = I^2 \cdot X_C = \frac{U^2}{X_C}$$

Đơn vị: VAr, kVAr; 1 kVAr = 1000 Var

Ví dụ: Trị số dòng điện tức thời chạy qua tụ điện có điện dung $C = 2 \cdot 10^{-3}$ F là $i = 100\sqrt{2} \sin(314t + \pi/4)$ A. Tính trị số hiệu dụng và pha đầu của điện áp đặt lên tụ điện. Vẽ véc tơ đồ thị dòng điện và điện áp.

Giải:

$$\text{Dung kháng của tụ điện: } X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{314 \cdot 2 \cdot 10^{-3}} = 1,59 \Omega$$

Trị số hiệu dụng của điện áp lên tụ điện:

$$U_C = I \cdot X_C = 1,59 \cdot 100 = 159 \text{ V}$$

Pha đầu của điện áp trên tụ điện là:

$$\Psi_U = \Psi_I - \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{4} - \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{4}$$

Đồ thị véc tơ dòng điện, điện áp vẽ như hình

6.Mạch điện R-L-C nối tiếp

6.1. Quan hệ dòng điện và điện áp:

-Sơ đồ mạch điện

- Quan hệ giữa trị số hiệu dụng của điện áp và dòng điện theo định luật Ôm :

$$U = I \cdot Z \quad \text{hay} \quad I = \frac{U}{Z}$$

Trong đó:

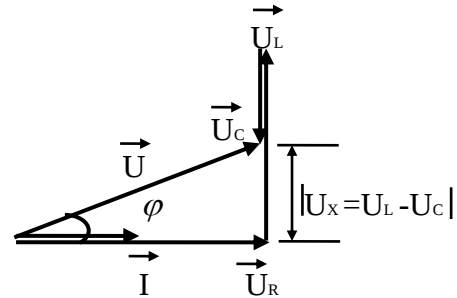
$$U = U_R + U_L + U_C$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}, \quad X = X_L - X_C$$

Z – là tổng trở của nhánh R-L-C mắc nối tiếp

X – là điện kháng của mạch điện.

Đồ thị véc tơ mạch điện như **hình**



- Góc lệch pha φ giữa điện áp và dòng điện là:

$$\varphi = \arctg \frac{X_L - X_C}{R}$$

Khí $X_L > X_C$ nhánh có tính cảm $\varphi > 0$, điện áp vượt trước dòng điện

Khi $X_L < X_C$ nhánh có tính dung $\varphi < 0$, điện áp chậm sau dòng điện

Khi $X_L = X_C$, $X = X_L - X_C = 0$, $\varphi = 0$, điện áp trùng pha với dòng điện.

Nhánh R-L-C lúc này có hiện tượng cộng hưởng nối tiếp, dòng điện trong mạch có giá trị số lớn nhất $I = \frac{U}{Z}$ và trùng pha với điện áp.

Nếu mạch có $X_L = X_C$ và lớn rất nhiều so với điện trở R thì trị hiệu dụng của điện áp U_L , U_C lớn hơn điện áp U rất nhiều.

Điều kiện để cộng hưởng nối tiếp là: $\omega L = \frac{1}{\omega C}$

Tần số cộng hưởng là: $\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$

6.2. Tổng trở nối tiếp các phần tử R-L-C

- Công thức tính tổng trở của nhánh R-L-C nối tiếp:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}, \quad X = X_L - X_C$$

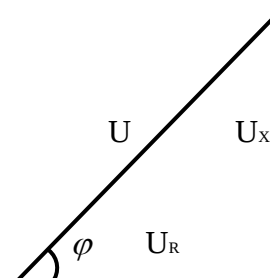
- Quan hệ điện áp, điện trở, công suất

+ Tam giác điện áp

$$U = I \cdot Z = \sqrt{U_R^2 + U_X^2}$$

$$U_R = I \cdot R = U \cdot \cos \varphi$$

$$U_X = I \cdot X = U \cdot \sin \varphi$$

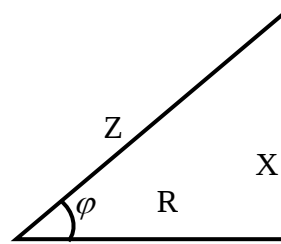


+Tam giác tổng trở:

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

$$R = Z \cdot \cos \varphi$$

$$X = Z \cdot \sin \varphi$$



+Tam giác công suất

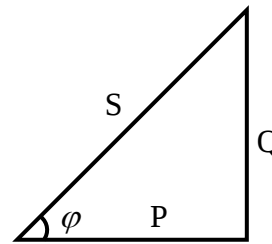
$$S = U \cdot I = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$P = R \cdot I^2 = U \cdot I \cdot \cos \varphi = S \cdot \cos \varphi$$

$$Q = X \cdot I^2 = U \cdot I \cdot \sin \varphi = S \cdot \sin \varphi$$

S là công suất biểu kiến,

đơn vị là VA, kVA,...



6.3. Công suất của dòng điện hình sin:

Trong mạch điện xoay chiều R-L-C nối tiếp có 2 quá trình năng lượng sau:

- Quá trình tiêu thụ điện năng và biến đổi sang dạng năng lượng khác (tiêu tán, không còn tồn tại trong mạch điện). Thông số đặc trưng cho quá trình này là điện trở R.

- Quá trình trao đổi, tích lũy năng lượng điện từ trường trong mạch. Thông số đặc trưng cho quá trình này là điện cảm L và điện dung C.

Tương ứng với 2 quá trình ấy, người ta đưa khái niệm công suất tác dụng P và công suất phản kháng Q.

6.3.1. Công suất tác dụng P:

Công suất tác dụng P là công suất điện trở R tiêu thụ, đặc trưng cho quá trình biến đổi điện năng sang dạng năng lượng khác như nhiệt năng, quang năng...

$$\text{Công thức: } P = R \cdot I^2 = U_R \cdot I = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Công suất tác dụng là công suất trung bình trong một chu kỳ.

6.3.2. Công suất phản kháng Q:

Để đặc trưng cho cường độ quá trình trao đổi, tích lũy năng lượng điện từ trường, người ta đưa ra khái niệm công suất phản kháng Q

$$\text{Công thức: } Q = X.I^2 = (X_L - X_C).I^2 = U_X.I.\sin\varphi$$

Công suất phản kháng của mạch gồm:

- Công suất phản kháng của điện cảm $Q_L = X_L.I^2$

- Công suất phản kháng của điện dung $Q_C = X_C.I^2$

6.3.3. Công suất biểu kiến:

Để đặc trưng cho khả năng của thiết bị và nguồn thực hiện 2 quá trình năng lượng xét ở trên, người ta đưa ra khái niệm công suất biểu kiến S.

$$\text{Công thức: } S = U.I = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Biểu thức P, Q có thể viết theo S như sau:

$$P = U.I.\cos\varphi = S.\cos\varphi$$

$$Q = U.I.\sin\varphi = S.\sin\varphi$$

Từ hai công thức này thấy rõ: cực đại của công suất tác dụng P (khi $\cos\varphi=1$), cực đại công suất phản kháng Q (khi $\sin\varphi = 1$) là công suất biểu kiến S. Vậy S nói lên khả năng của thiết bị. Trên nhãn của máy phát điện, máy biến áp, người ta ghi công suất biểu kiến S định mức.

Quan hệ giữa S, P, Q được mô tả bằng một tam giác vuông, trong đó S là cạnh huyền, P, Q là 2 cạnh của tam giác vuông.

Đơn vị của P là W, kW, MW

Đơn vị của Q là Var, kVAr, MVar

Đơn vị của S là VA, kVA, MVA.

6.3.4. Nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$

Trong biểu thức công suất tác dụng $P = U.I.\cos\varphi$, $\cos\varphi$ được coi là hệ số công suất.

Trong nhánh R, L, C mắc nối tiếp hệ số công suất được tính theo công thức :

$$\cos\varphi = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

Để nâng cao hệ số công suất $\cos \varphi$ ta thường dùng tụ điện nối song song với tải.

Điện dung của bộ tụ điện được tính theo công thức sau :

$$C = \frac{P}{\omega U^2} (tg \varphi_1 - tg \varphi)$$

Trong đó : φ_1 : Góc lệch pha ban đầu

φ : Góc lệch pha cần nâng cao.

Ví dụ : Một tải gồm $R = 6 \Omega$, $X_L = 8 \Omega$ mắc nối tiếp, đấu vào nguồn $U = 220V$ (như hình)

-Tính dòng điện I_1 , công suất P , Q , S và $\cos \varphi_1$ của tải.

-Người ta nâng hệ số công suất của mạch điện đạt $\cos \varphi = 0,93$. Tính điện dung C của bộ tụ điện đấu song song với tải.

Giải :

$$\text{Tổng trở của mạch : } Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10 \Omega$$

$$\cos \varphi_1 = \frac{R}{Z} = \frac{6}{10} = 0,6$$

$$\text{Dòng điện tải : } I_1 = \frac{U}{Z} = \frac{220}{10} = 22A$$

$$\text{Công suất của tải : } P = R.I_1^2 = 8.22^2 = 3872 \text{ Var}$$

Tính C :

$$\cos \varphi_1 = 0,6; tg \varphi_1 = 1,333$$

$$\cos \varphi = 0,93; tg \varphi = 0,395$$

Bộ tụ cần có điện dung là :

$$C = \frac{P}{\omega U^2} (tg \varphi_1 - tg \varphi) = \frac{2904}{314.220^2} (1,333 - 0,395) = 1,792.10^{-4} F$$

CHƯƠNG 3

MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU 3 PHA

Mục tiêu:

- Phân tích được khái niệm và các ý nghĩa, đặc điểm về mạch xoay chiều ba pha;
- Phân tích và vận dụng được các dạng sơ đồ đầu dây trong mạng ba pha;
- Giải được các dạng bài toán về mạng ba pha cân bằng.
- Rèn luyện tính cẩn thận, tỷ mỉ khi phân tích và tính toán.

Nội dung chính:

1. Hệ thống mạch điện xoay chiều ba pha

1.1. Khái niệm chung :

Hệ thống mạch điện xoay chiều 3 pha bao gồm nguồn điện 3 pha, đường dây truyền tải và các tải 3 pha.

- Nguồn điện 3 pha: Để tạo ra nguồn điện 3 pha, người ta dùng các máy phát điện xoay chiều 3 pha.
- Đường dây truyền tải: Nối từ máy phát điện đến phụ tải
- Các tải 3 pha.

1.2. Cấu tạo và nguyên lý làm việc của máy phát điện ba pha

1.2.1. Cấu tạo máy phát điện 3 pha

Loại máy phát điện trong các nhà máy hiện nay là máy phát điện đồng bộ. Cấu tạo máy phát điện đồng bộ gồm:

+ Phần ứng là hệ thống 3 cuộn dây AX, BY, CZ có cùng số vòng dây, đặt ở các rãnh lõi thép stato, lệch nhau trong không gian 120° , gọi là các cuộn dây pha. Đầu các cuộn dây ký hiệu bằng các chữ A, B, C, cuối các cuộn dây là X, Y, Z.

Cuộn AX là cuộn dây pha A

Cuộn BY là cuộn dây pha B

Cuộn CZ là cuộn dây pha C

+ Phần cảm (phần quay còn gọi là rôto) là nam châm điện N-S.

1.2.2. Nguyên lý làm việc :

Dùng 1 động cơ sơ cấp kéo rôto máy phát quay. Từ trường nam châm rôto sẽ lần lượt quét các dây quấn stato, làm cảm ứng ra trong các cuộn dây các suất điện động hình sin cùng biên độ, cùng tần số, lệch pha nhau 120° . Nếu coi pha A có góc pha đầu bằng 0, biểu thức sức điện động tức thời của các pha sẽ là:

$$\text{Sức điện động pha A: } e_A = E\sqrt{2}.\sin \omega t$$

$$\text{Sức điện động pha B: } e_B = E\sqrt{2}.\sin(\omega t - \frac{2\pi}{3})$$

$$\text{Sức điện động pha C: } e_C = E\sqrt{2}.\sin(\omega t - \frac{4\pi}{3}) = E\sqrt{2}.\sin(\omega t + \frac{2\pi}{3})$$

-Nếu mỗi pha của nguồn điện 3 pha nối riêng rẽ với mỗi pha của tải, thì ta có hệ thống 3 pha không liên hệ với nhau (**hình**). Mỗi mạch điện như vậy gọi là một pha của mạch điện 3 pha. Mạch điện 3 pha không liên hệ cần 6 dây dẫn, khoen tiết kiệm nên thực tế không dùng.

Thường 3 pha của nguồn điện nối với nhau, 3 pha của tải nối với nhau và có đường dây 3 pha nối nguồn với tải, dẫn điện ăng từ nguồn tới tải. Thông thường dùng 2 cách nối: nối hình sao ký hiệu Y (có 4 dây); nối hình tam giác ký hiệu Δ (có 3 dây).

Sức điện động, dòng điện, điện áp mỗi pha của nguồn điện (hoặc tải) gọi là sức điện động pha ký hiệu E_P , điện áp pha ký hiệu U_P , dòng điện pha ký hiệu I_P .

Dòng điện chạy trên đường dây pha từ nguồn điện đến tải gọi là dòng điện dây ký hiệu I_d , điện áp giữa các đường dây pha gọi là điện áp dây ký hiệu U_d .

1.3. Đấu các cuộn dây máy phát thành hình sao:

Cách nối: Mỗi pha của nguồn (hoặc tải) có đầu và cuối. Thường ký hiệu đầu pha là A, B, C; cuối pha là X, Y, Z. Muốn nối hình sao ta nối 3 điểm cuối của pha với nhau tạo thành điểm trung tính. (**hình**)

Đối với nguồn, 3 điểm cuối X, Y, Z nối với nhau thành điểm trung tính O. Ba dây nối 3 điểm đầu A, B, C của nguồn với 3 điểm đầu các pha của tải gọi là 3 dây pha. Dây dẫn nối điểm trung tính của pha với điểm trung tính của tải gọi là dây trung tính.

2. Nối phụ tải thành hình sao.

2.1. Cách nối hình sao:

Cách nối phụ tải thành hình sao tương tự như cách nối cách cuộn dây máy phát thành hình sao. Ký hiệu đầu pha của tải là A' , B' , C' , cuối pha của tải là X' , Y' , Z' . Nối 3 điểm cuối X' , Y' , Z' với nhau tạo thành điểm trung tính O' của tải. Ba điểm đầu của tải A' , B' , C' với 3 điểm đầu A , B , C của nguồn thành các dây dẫn gọi là 3 dây pha (**hình**)

2.2. Quan hệ giữa đại lượng dây và pha:

2.2.1. Quan hệ giữa dòng điện dây và dòng điện pha:

Dòng điện pha I_p là dòng điện chạy trong mỗi pha của nguồn (hoặc tải), dòng điện dây I_d là dòng điện chạy trong các dây pha nối từ nguồn tới tải. Nhìn vào hình vẽ ta có qua hệ giữa dòng điện dây và dòng điện pha: $I_d = I_p$

2.2.2. Quan hệ giữa điện áp dây và điện áp pha:

Điện áp pha U_p là điện áp giữa điểm đầu và điểm cuối của mỗi pha (hoặc giữa điểm đầu của mỗi pha và điểm trung tính, hoặc giữa dây pha và dây trung tính).

Điện áp dây U_d là điện áp giữa 2 điểm đầu của 2 pha (hoặc điện áp giữa 2 dây pha), ví dụ điện áp dây U_{AB} (giữa pha A và pha B), U_{BC} (giữa pha B và pha C), U_{CA} (giữa pha C và pha A)

Từ **hình vẽ** ta thấy:

-Về trị số hiệu dụng: $U_d = \sqrt{3}U_p$

-Về pha: điện áp dây vượt trước điện áp pha một góc 30° (U_{AB} vượt trước U_A một góc 30° , U_{BC} vượt trước U_B một góc 30° , U_{CA} vượt trước U_C một góc 30°)

Khi tải đối xứng I_A , I_B , I_C tạo thành hình sao đối xứng, dòng điện trong dây trung tính bằng không: $I_0 = I_A + I_B + I_C = 0$

Trong trường hợp này có thể khoogn cần dây trung tính. Động cơ điện 3 pha là tải đối xứng, chỉ cần đưa 3 dây pha đến động cơ 3 pha.

Khi tải 3 pha không đối xứng, ví dụ như tải sinh hoạt của khu tập thể, của các gia đình...dây trung tính có dòng điện I_0 bằng: $I_0 = I_A + I_B + I_C$

Ví dụ

3. Nối phụ tải thành hình tam giác.

3.1. Cách nối hình tam giác:

Muốn nối hình tam giác, ta lấy đầu pha này với cuối pha kia. Ví dụ A nối với Z, B nối với X, C nối với Y (hình). Cách nối hình tam giác không có dây trung tính.

3.2. Quan hệ giữa đại lượng dây và pha:

Khi giải mạch điện nối tam giác ta quy ước: chiều dương dòng điện các pha I_P của nguồn ngược chiều quay kim đồng hồ, chiều dương dòng điện pha của tải cùng chiều quay kim đồng hồ.

3.2.1. Quan hệ giữa điện áp dây và điện áp pha:

Nhìn vào hình vẽ ta thấy: $U_d = U_P$

3.2.2. Quan hệ giữa dòng điện dây và dòng điện pha:

Dòng điện I_A, I_B, I_C chạy trên các dây pha từ nguồn đến tải là dòng điện dây I_d . Dòng điện I_{AB}, I_{BC}, I_{CD} chạy trong các pha là dòng điện pha I_P

Từ hình vẽ ta thấy:

-Trị số hiệu dụng: $I_d = \sqrt{3}I_P$

-Về pha: dòng điện dây chậm sau dòng điện pha một góc 30° . (I_A chậm pha I_{AB} một góc 30° , I_B chậm pha I_{BC} một góc 30° , I_C chậm pha I_{CA} một góc 30°)

Ví dụ:

4. Công suất mạch 3 pha.

4.1. Công suất tác dụng: Công suất tác dụng P của mạch 3 pha bằng công suất tác dụng của các pha công lại.

-Gọi P_A, P_B, P_C tương ứng là công suất tác dụng của pha A, B, C, ta có:

$$P = P_A + P_B + P_C$$

$$= U_A \cdot I_A \cdot \cos \varphi_A + U_B \cdot I_B \cdot \cos \varphi_B + U_C \cdot I_C \cdot \cos \varphi_C$$

Khi 3 pha đối xứng:

$$\text{Điện áp pha: } U_A = U_B = U_C = U_P$$

$$\text{Dòng điện pha: } I_A = I_B = I_C = I_P$$

Hệ số công suất: $\cos \varphi_A = \cos \varphi_B = \cos \varphi_C = \cos \varphi$

Ta có: $P = 3.U_P.I_P.\cos \varphi$ hoặc $P = 3R_P.I_P^2$

Trong đó R_P là điện trở pha của tải

-Thay đại lượng pha bằng đại lượng dây (thay công thức vào công thức) ta có: $P = \sqrt{3}.U_d.I_d.\cos \varphi$

4.2.Công suất phản kháng Q: Công suất phản kháng Q của mạch 3 pha bằng công suất phản kháng của các pha công lại.

$$Q = Q_A + Q_B + Q_C$$

$$= U_A.I_A.\sin \varphi_A + U_B.I_B.\sin \varphi_B + U_C.I_C.\sin \varphi_C$$

Khi 3 pha đối xứng:

$$\text{Ta có: } Q = 3.U_P.I_P.\sin \varphi \text{ hoặc } Q = 3X_P.I_P^2$$

Trong đó X_P là điện kháng pha của tải

$$\text{Nếu tính theo các đại lượng dây: } Q = \sqrt{3}.U_d.I_d.\sin \varphi$$

4.3.Công suất biểu kiến:

$$\text{Công thức: } S = 3.U_P.I_P$$

$$\text{Hoặc } S = \sqrt{3}U_d I_d = 3.Z_P.I_P^2$$

Ví dụ:

CHƯƠNG 4

ĐO LƯỜNG ĐIỆN

Mục tiêu:

- Nêu được tính năng, tác dụng của các dụng cụ đo lường điện.
- Đo được các đại lượng của dòng điện như: điện áp, công suất,...
- Rèn luyện tính cẩn thận, tỷ mỉ khi phân tích và sử dụng các dụng cụ kiểm tra, đo mạch điện.

Nội dung chính:

1. Khái niệm về dụng cụ đo

1.1. Khái niệm đo:

1.2. Ký hiệu-phân loại dụng cụ đo điện:

- Phân loại theo đại lượng cần đo:

+ Dòng điện:

Am pe kế : Ký hiệu (A)

Miliampe kế : Ký hiệu (mA)

Micrôampe kế: Ký hiệu (μ A)

Điện kế : Ký hiệu (G)

+ Điện áp:

Kilôvôn kế : Ký hiệu (KV)

Vôn kế : Ký hiệu (V)

Milivôn kế : Ký hiệu (mV)

Điện kế : Ký hiệu (G)

+ Công suất:

Oát kế : Ký hiệu (W)

Kilôoát kế : Ký hiệu (KW)

+ Tần số kế: Ký hiệu Hz

+ Điện trở:

Ôm kế : Ký hiệu

Mêgaôm kế : Ký hiệu

+ Điện năng:

Công tơ : Ký hiệu (Wh)

- *Phân loại theo loại dòng điện:*

Đo dòng điện 1 chiều:

Đo dòng điện xoay chiều:

Đo cả dòng điện 1 chiều và xoay chiều:

Đo dòng điện xoay chiều 3 pha:

- *Phân loại theo cấp chính xác: 8 cấp chính xác:*

0,05; 0,1; 0,2; 0,5: độ chính xác cao

1; 1,5; 2,5; 4: độ chính xác thấp

- *Phân loại theo cơ cấu đo:*

+ Dụng cụ có cơ cấu đo kiểu từ điện:

+ Dụng cụ có cơ cấu đo kiểu điện từ:

+ Dụng cụ có cơ cấu đo kiểu cảm ứng:

+ Dụng cụ có cơ cấu đo kiểu tĩnh điện:

+ Dụng cụ đo kiểu từ điện chỉnh lưu:

- *Ký hiệu cách đặt dụng cụ:*

+ Đặt thẳng đứng:

+ Đặt nằm ngang:

+ Đặt nghiêng 1 góc, ví dụ: 60^0

- *Ký hiệu điện áp thử cách điện:*

Ví dụ: Thử cách điện ở điện áp 2KV.

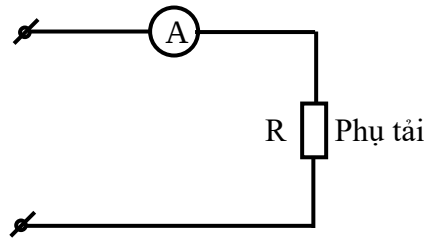
2. Đo dòng điện và điện áp.

2.1. Đo dòng điện

- Dụng cụ đo: Đo dòng điện dưới $1 \mu A$ dùng điện kế; đo dòng điện lớn hơn dùng miliampe kế, microampe kế, Ampe kế tùy theo giới hạn đo của từng dụng cụ đo.

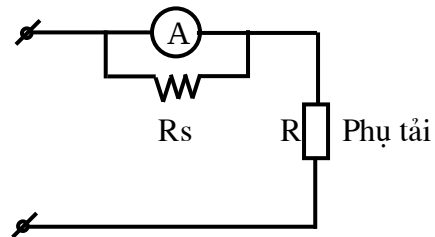
Để đo dòng điện 1 chiều dùng Ampe kế kiểu từ điện hoặc điện từ.

- Cách mắc: Mắc (A) nối tiếp với mạch điện cần đo.



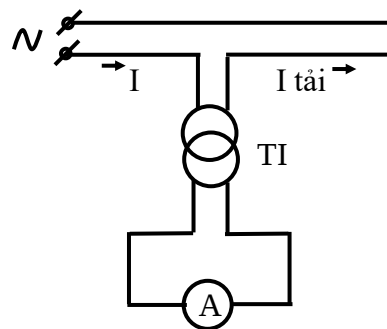
- Cách mở rộng thang đo:

+ Dùng 1 điện trở sun R_s nối song song với Am pe kế.



Chọn R_s :

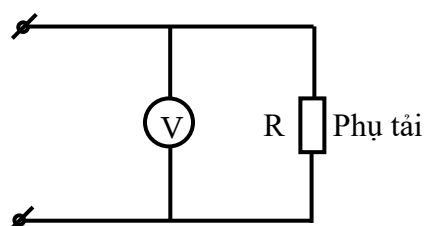
+ Nếu dòng điện cần đo quá lớn, dùng máy biến dòng điện để biến đổi dòng điện lớn cần đo xuống dòng điện nhỏ rồi dùng Am pe kế để đo.



2.2.Đo điện áp:

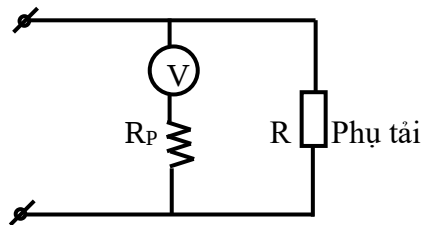
- Dụng cụ đo: Dùng Kilôvôn kế, Vôn kế , Milivôn kế tùy thuộc vào giới hạn đo của tong dụng cụ đo.

- Cách mắc: Mắc (V) song song với đoạn mạch cần đo.



- Cách mở rộng thang đo:

+ Dùng thêm điện trở phụ R_p mắc nối tiếp với (V).



Chọn R_p :

$$R_p = R_v(n-1)$$

Trong đó:

U: điện áp cần đo

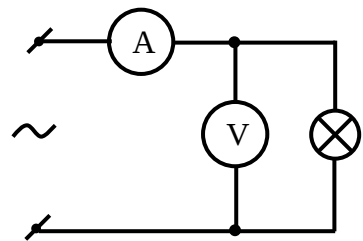
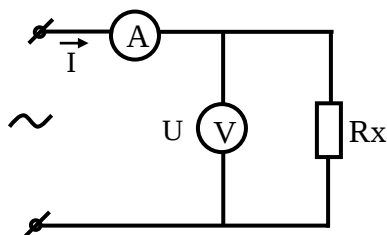
U_v : điện áp đặt lên Vôn kế

R_v : điện trở Vôn kế

+ Mở rộng giới hạn đo tới $> 600V$, dùng Máy biến điện áp.

2.1.3.Đo điện trở:

Dùng Ampe kế và Vôn kế:



Ta dùng Ampe kế đo dòng điện I, Vôn kế đo điện áp U đặt lên điện trở R_x .

Dùng Ôm kế:

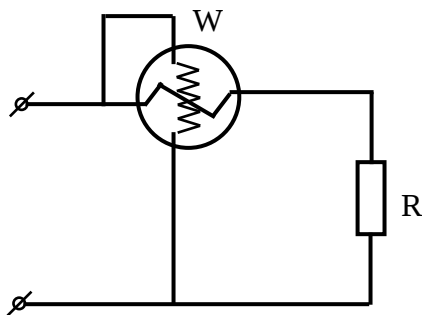
Dùng Mêgôm kế:

- Để đo điện trở cách điện của các thiết bị điện hạ thế thường dùng.
- Sơ lược cấu tạo: Gồm 1 máy phát điện nhỏ quay tay nối với đồng hồ đo kiểu từ điện.
- Cách sử dụng: Nối 2 đầu cực của Mêgôm kế vào điện trở cần đo (1 que có dầu – chạm vào vỏ máy đã cạo sạch gỉ để tiếp xúc tốt, que đo kia lần lượt chạm vào các pha của những cuộn dây cần kiểm tra). Quay Mêgôm kế với tốc độ đều (khoảng 80v/p). Đọc trị số điện trở cách điện (cách điện đạt trên 0,2M là dùng được).

3. Đo công suất và điện năng một pha và ba pha.

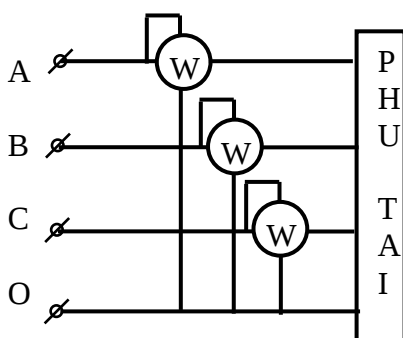
3.1.Đo công suất một pha, ba pha

- Dụng cụ đo: Oát kế
- Cách mắc: Trong Oát kế có cuộn dòng điện và cuộn điện áp. Cuộn dòng điện mắc nối tiếp với phụ tải, cuộn điện áp mắc song song với phụ tải.
- + Với mạch điện pha: dùng Oát kế 1 pha kiểu điện động để đo.



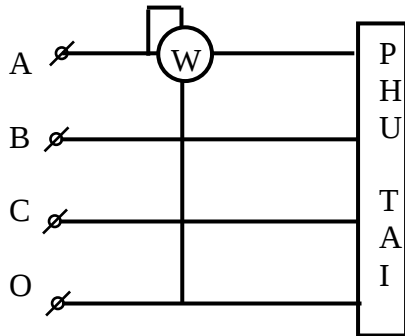
+ Với mạch điện 3 pha:

Dùng 1 Oát kế 1 pha kiểu điện động để đo công suất từng pha rồi cộng lại.



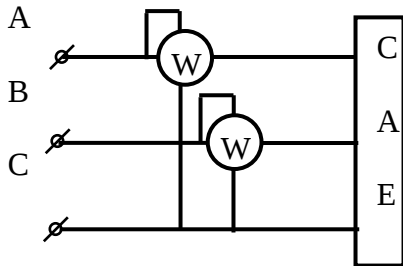
$$P_{3pha} = P_A + P_B + P_C$$

Với mđ 3 pha đối xứng: dùng 1 Oát kế đo công suất 1 pha rồi nhân 3.



$$P_{3pha} = 3.P_A$$

Với mạch 3 pha không có dây trung tính: dùng 2 Oát kế:

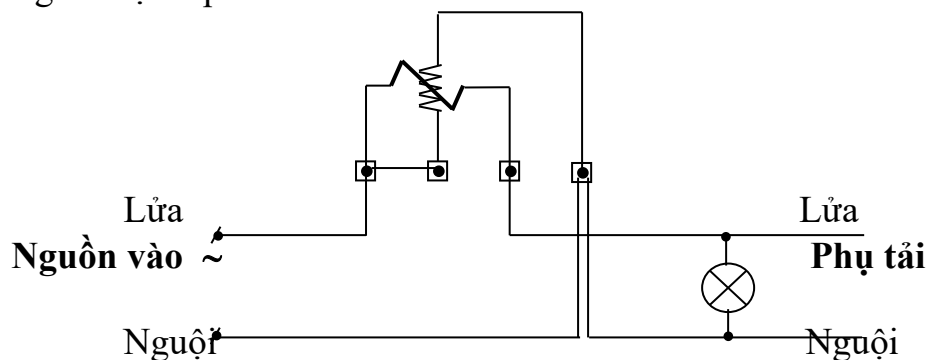


$$P_{3pha} = P_1 + P_2$$

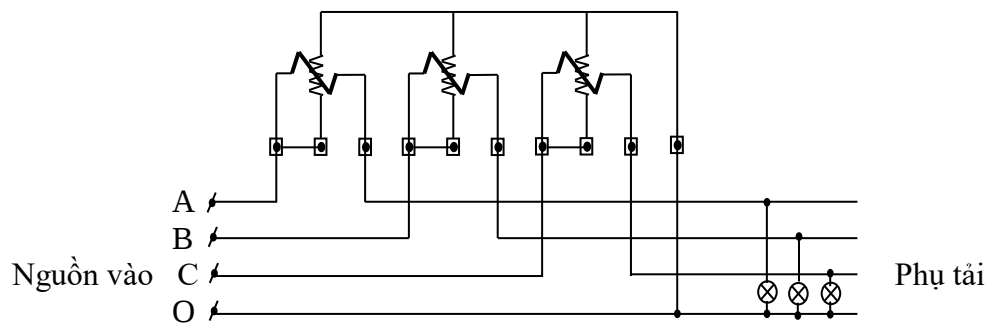
3.2.Đo điện năng một pha, ba pha:

- Dụng cụ đo: Công tơ điện kiểu cảm ứng
- + Đo điện năng máy điện xoay chiều 1 pha dùng công tơ điện 1 pha.
- + Đo điện năng máy điện xoay chiều 3 pha dùng công tơ điện 3 pha
- Cách mắc: Cuộn dòng điện (có điện trở rất nhỏ) mắc nối tiếp với phụ tải. Cuộn điện áp (có điện trở rất lớn) mắc song song với phụ tải.

+ Công tơ điện 1 pha:



+ Công tơ điện 3 pha:



CHƯƠNG 5

M ÁY BIẾN ÁP

Mục tiêu:

- Phân tích được cấu tạo, nguyên lý làm việc của máy biến áp.
- Phân tích được chế độ làm việc của máy biến áp.
- Rèn luyện tính cẩn thận, tỷ mỉ khi phân tích và sử dụng thiết bị điện.

Nội dung chính:

1. Cấu tạo, phân loại và nguyên lý làm việc của máy biến áp.

1.1. Phân loại, cấu tạo.

1.1.1. Phân loại.

Khái niệm: Máy biến áp là máy điện tĩnh. Nhiệm vụ của máy biến áp là truyền tải điện năng và biến đổi từ điện áp này sang điện áp khác phù hợp với mục đích sử dụng. Máy biến áp chỉ làm việc được với nguồn điện xoay chiều.

Phân loại:

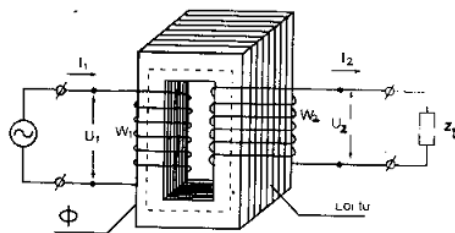
-Máy biến áp tăng áp: có nhiệm vụ nâng cao điện áp để truyền tải điện từ nhà máy điện đến các nơi tiêu thụ nhằm giảm bớt tổn hao trên đường dây tải điện.

-Máy biến áp hạ áp: có nhiệm vụ hạ thấp điện áp phù hợp với thiết bị của hệ tiêu thụ.

-Máy biến áp truyền tải: dùng để truyền tải dòng điện một chiều cho các thiết bị điện phân.

-Máy biến áp cảm ứng: dùng để truyền tải năng lượng khi cần.

1.1.2. Cấu tạo: Máy biến áp có cấu tạo khác; (hình vẽ)



Lõi thép:

- Dẫn từ thông chính trong máy, khung để đặt dây quấn, được làm từ những lá thép kỹ thuật điện (dày 0,35mm hoặc 0,5mm, hai mặt có sơn cách điện).

- Lõi thép gồm có trụ để đặt dây quấn và gông dùng để khép kín mạch từ giữa các trụ.

Dây quấn:

- Là bộ phận dẫn điện của máy biến áp, làm nhiệm vụ thu năng lượng vào và truyền năng lượng ra.

- Dây cuốn bằng đồng được bọc cách điện là lớp sơn êmay hay các sợi vải dệt, quấn quanh trụ của lõi thép thành nhiều lớp.

- Dây quấn nối với nguồn là dây quấn sơ cấp, dây quấn nối với tải là dây quấn thứ cấp. Giữa các lớp dây quấn, giữa 2 dây được cách điện với nhau và cách điện với lõi thép.

Các bộ phận khác:

- Vỏ máy: bảo vệ lõi thép, dây quấn và đựng dầu máy.

- Dầu máy: làm mát và tăng cường cách điện cho máy.

- Sứ cao áp, hạ áp, màng bảo hiểm, bình dầu phụ...

1.2. Nguyên lý làm việc:

Dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.

- Nếu đưa vào dây quấn sơ cấp 1 điện áp xoay chiều U_1 thì sẽ có từ thông xoay chiều Φ chạy trong lõi thép và móc vòng qua cả 2 dây quấn sơ cấp và thứ cấp.

- Theo định luật cảm ứng điện từ Φ biến thiên xuất hiện suất điện động cảm ứng ở dây quấn sơ cấp và thứ cấp. Hai suất điện động này chậm pha sau từ thông Φ một góc 90° và có trị số hiệu dụng:

$$E_1 = 4,44.f.W_1. \Phi_{\max}$$

$$E_2 = 4,44.f.W_2. \Phi_{\max}$$

- Khi máy biến áp không tải thì $U_1 = E_1$; $U_2 = E_2$

Ta có tỷ số biến đổi giữa các giây cuốn bằng:

$$k = \frac{W_1}{W_2} = \frac{E_1}{E_2} \approx \frac{U_1}{U_2}$$

- Hiệu suất máy biến áp rất cao (98%), do đó theo định luật bảo toàn năng lượng: coi công suất nhận vào ở phía sơ cấp bằng công suất đưa ra ở phía thứ cấp: $S_1 = S_2$ hay $U_1.I_1 = U_2.I_2$

- Máy biến áp tăng áp:

Có $U_1 < U_2$ suy ra $W_1 < W_2$ và $K < 1$

Máy biến áp giảm áp:

Có $U_1 > U_2$ suy ra $W_1 > W_2$ và $K > 1$

2. Các chế độ làm việc của máy biến áp

2.1. Chế độ làm việc không tải

CHƯƠNG 6

ĐỘNG CƠ ĐIỆN XOAY CHIỀU

Mục tiêu:

- Phân tích được cấu tạo, nguyên lý làm việc của động cơ xoay chiều 3 pha, động cơ không đồng bộ xoay chiều 1 pha.
- Giải thích được các nguyên tắc điều chỉnh tốc độ của động cơ xoay chiều.
- Rèn luyện tính cẩn thận, tỉ mỉ khi phân tích và sử dụng thiết bị điện

Nội dung chính:

1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của động cơ xoay chiều 3 pha.

1.1. Cấu tạo

Gồm 2 bộ phận chính: phần tĩnh (Stato) và phần động (Rôto), ngoài ra còn có các bộ phận phụ khác.

- Stato: gồm lõi thép, dây quấn và vỏ.
 - + Lõi thép: dùng để dẫn từ. Gép bởi nhiều lá thép kỹ thuật điện dày 0,35 – 0,5 mm đã dập sẵn, trên bề mặt có phủ sơn cách điện tạo thành hình trụ rỗng, bên trong có các rãnh để đặt dây quấn.
 - + Dây quấn: dẫn điện và tạo từ trường. Dây quấn gồm 3 cuộn dây của 3 pha, bằng dây đồng có lớp cách điện là sơn emay hay cotton được đặt vào các rãnh của lõi thép. Dây quấn 3 pha có 6 đầu dây ra hộp cực và có thể đấu hình sao (Y) hoặc tam giác (Δ)
 - + Vỏ máy: gồm thân máy, nắp máy và chân đế. Dùng để giữ chặt lõi thép stato, cố định máy trên bệ, đỡ trục rôto, bảo vệ dây quấn. Làm bằng nhôm, gang đúc hoặc thép (đối với động cơ có công suất lớn)
- Rôto: gồm lõi thép, trục và dây quấn.
 - + Lõi thép: Gép bởi các lá thép kỹ thuật điện, mặt ngoài có xẻ rãnh để đặt dây quấn, ở giữa có lỗ để lắp trục, đôi khi còn có thêm lỗ thông gió.
 - + Trục: Làm bằng thép tốt, kết cấu kiểu trục bậc, được ghép chặt vào lõi thép rôto, 2 đầu được lắp vào 2 vòng bi (2 vòng bi được ghép vào nắp máy).
 - + Dây quấn: Tùy theo loại máy mà có cấu tạo khác nhau:

. Rôto lồng sóc (rôto ngắn mạch): Dây quấn là những thanh đồng hay nhôm đặt trong các rãnh của lõi thép, 2 đầu được nối với nhau bởi 2 vòng đồng hay nhôm (vòng ngắn mạch) tạo thành lồng sóc.

. Rôto dây quấn: Trong các rãnh lõi thép đặt dây quấn 3 pha, thường được nối Y, 3 đầu ra của nó nối lên 3 vành trượt đặt cố định ở 1 đầu trục, từ 3 vành trượt là 3 chổi than để nối dây quấn 3 pha với biến trở 3 pha bên ngoài (để mở máy hoặc điều chỉnh tốc độ).

Vẽ hình

1.2. Nguyên lý làm việc

Khi đưa điện vào dây cuốn 3 pha, trong dây cuốn có các dòng điện. Hệ thống dòng điện này tạo ra từ trường quay với tốc độ: $n_1 = \frac{60 \cdot f_1}{p}$

Trong đó: f_1 là tần số nguồn điện vào

p bằng số đôi cực.

Nếu $f_1 = 50 \text{ Hz}$, ta có $n_1 = \frac{60 \cdot f_1}{p} = \frac{3.000}{p}$

Từ trường quay của Stato tạo nên cảm ứng trong dây cuốn Rôto sức điện động E (chiều sức điện động xác định theo quy tắc bàn tay phải). Vì dây quấn Rôto nối ngắn mạch, nên trên thanh dẫn Rôto hình thành dòng điện lớn. Sự tác dụng tương hỗ giữa dòng điện của Rôto với từ trường của Stato tạo ra các lực điện từ tác dụng lên thanh dẫn theo phương tiếp tuyến với bề mặt của Rôto, tạo ra mô men làm cho Rôto quay. Chiều quay của Rôto theo chiều quay của từ trường. Như vậy chiều quay của Rôto phụ thuộc vào thứ tự pha của điện áp lưới điện đặt lên dây cuốn Stato.

Tốc độ của Rôto n_2 được gọi là tốc độ làm việc và luôn nhỏ hơn tốc độ của từ trường. Vì nếu tốc độ quay của Rôto bằng tốc độ từ trường, có thể xem cuộn dây của Rôto và từ trường đứng yên, nên không xảy ra hiện tượng cảm ứng điện từ trên cuộn dây Rôto. Vì vậy, chỉ trong trường hợp tốc độ quay của Rôto nhỏ hơn tốc độ quay của từ trường mới xảy ra sự cảm ứng suất điện động trong dây quấn Rôto.

Hiệu số tốc độ quay của từ trường Stato và Rôto được đặc trưng bằng một đại lượng, gọi là hệ số trượt s :

$$s = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$$

Trong đó: s là hệ số trượt

n_1 là tốc độ quay của từ trường Stato.

n_2 là tốc độ quay của Rô to

Hệ số trượt của động cơ không đồng bộ có trị số nằm trong khoảng từ 0 – 1. Khi $s = 0$ tốc độ của Rô to bằng tốc độ của từ trường, ở chế độ này gọi là chế độ không tải lý tưởng. Khi hệ số trượt $s = 1$, Rô to đứng yên ($n_2 = 0$), mô men trên trục bằng mô men mở máy. Khi động cơ quay ở tải định mức, có hệ số trượt định mức tương ứng có tốc quay của Rô to định mức. Hệ số trượt định mức nằm trong khoảng từ 0,01 – 0,06.

Từ công thức ta có thể tính được tốc độ quay của động cơ không đồng bộ bằng : $n_2 = n_1(1-s)$

2. Nguyên tắc mở máy và điều chỉnh tốc độ động cơ xoay chiều

2.1. Nguyên tắc mở máy

2.1.1. Đặc điểm của quá trình mở máy:

- Quá trình mở máy động cơ là quá trình từ khi đóng điện vào động cơ cho tới khi động cơ đạt được tốc độ làm việc ổn định.

- $I_{mm} = (4 - 7) I_{dm}$, do vậy khi mở máy động cơ phải tìm cách hạn chế I_{mm}

- Chọn 1 phương pháp mở máy cần xét đến những yêu cầu cơ bản sau:

+ Mô men mở máy phải đủ lớn

+ I_{mm} càng nhỏ càng tốt

+ Thao tác mở máy đơn giản, sử dụng chắc chắn, rẻ tiền.

+ Tổn hao công suất trong quá trình mở máy càng ít càng tốt.

2.1.2. Các phương pháp mở máy :

1. Đối với động cơ rôto lồng sóc

- Mở máy trực tiếp: đưa nguồn điện trực tiếp vào cuộn dây stato

Phương pháp này không hạn chế được I_{mm} , do đó chỉ sử dụng cho động cơ có công suất nhỏ hơn công suất của lưới điện nhiều lần.

- Mở máy bằng cách giảm điện áp khi mở máy: dùng các thiết bị giảm điện áp đặt vào cuộn dây stato khi mở máy để giảm dòng điện mở máy. Nhược điểm: mômen mở máy giảm nên chỉ sử dụng với trường hợp không yêu cầu mômen mở máy lớn.

- Mở máy bằng đổi nối hình sao Y: áp dụng cho động cơ có công suất $P = (7 - 20)KW$, khi làm việc bình thường dây quấn stato đấu

- Mở máy bằng phương pháp dùng điện kháng nối tiếp vào mạch stato: áp dụng cho động cơ có công suất lớn.

- Mở máy bằng phương pháp dùng máy tự biến áp 3 pha: áp dụng cho động cơ có công suất $P > 75\text{KW}$.

2. Đối với động cơ rôto dây quấn:

Thường dùng phương pháp dùng biến trở mở máy nối tiếp vào mạch rôto.

Đặc tính mở máy tốt: dòng điện mở máy giảm, tăng mômen mở máy

Phương pháp này áp dụng cho động cơ có điều kiện mở máy nặng như cầu trục, tời.

2.2. Điều chỉnh tốc độ động cơ điện xoay chiều

- Tốc độ động cơ được tính theo công thức:

$$n_2 = n_1(1-s) = \frac{60 \cdot f_1}{p} (1-s)$$

Điều chỉnh tốc độ động cơ ta cần điều chỉnh tần số f ; số đôi cực p

- Điều chỉnh tốc độ động cơ bằng phương pháp đổi số cực:

Dùng cho động cơ rôto lồng sóc quấn 2 cấp tốc độ. Phương pháp này áp dụng khi phạm vi điều chỉnh tốc độ không lớn.

- Điều chỉnh tốc độ động cơ bằng phương pháp thay đổi tần số nguồn:

Phương pháp này cần có bộ biến tần.

Phương pháp này áp dụng khi phạm vi điều chỉnh tốc độ rộng.

Công suất lắp đặt thiết bị lớn (4-5) lần động cơ, vì vậy chỉ áp dụng khi có nhiều động cơ cùng thay đổi tốc độ theo 1 quy luật chung và có yêu cầu cao về điều chỉnh tốc độ.

- Điều chỉnh tốc độ động cơ bằng phương pháp thay đổi điện áp nguồn:

$$U_{\min} = 0,707 \cdot U_{\text{đm}}$$

Cách thay đổi: Dùng cuộn kháng hoặc cuộn kháng bão hoà

Phương pháp này áp dụng khi cần điều chỉnh tốc độ giảm nhỏ hơn tốc độ định mức

- Điều chỉnh tốc độ động cơ rôto dây quấn:

Bằng cách đưa R hay X_L vào mạch rôto.

3. Động cơ điện không đồng bộ xoay chiều 1 pha.

3.1. Cấu tạo:

Động cơ điện xoay chiều không đồng bộ một pha gồm 2 phần chính là: phần tĩnh (Stato) và phần động (Rôto), ngoài ra còn có các bộ phận phụ khác.

-Stato (phần đứng yên): gồm lõi thép và dây quấn tập trung. Cực từ có sê rãnh để lắp vòng đồng ngắn mạch.

-Rô to (phần quay): gồm lõi thép và dây quấn kiểu lồng sóc. Lõi thép có xẻ rãnh để lắp các thanh dẫn song song và nối với nhau bởi 2 vòng ngắn mạch.

3.2. Nguyên lý hoạt động:

Khi cho dòng điện vào các cuộn dây Stato tạo ra từ trường quay (do các cuộn dây lệch pha nhau tạo ra)

Lực điện từ do từ trường quay tác động lên dòng điện cảm ứng khiến khung dây là khung Rôto quay với tốc độ $n < n_1$. (Do đó người ta gọi là động cơ không đồng bộ).

4. Các thông số kỹ thuật của động cơ:

Đại lượng	Ký hiệu	Đơn vị
Công suất cơ có ích trên trục	P_{dm}	W, kW
Điện áp Stato	U_{dm}	Vôn (V)
Dòng điện Stato	I_{dm}	Am pe (A)
Tần số dòng điện Stato	f_{dm}	Hz
Tốc độ quay Rô to	n_{dm}	rpm: vòng/phút
Hệ số công suất	$\cos \varphi_{dm}$	< 1
Hiệu suất	η_{dm}	%

Ví dụ: Trên nhãn động cơ có ghi: 125 W; 220 V; 50 Hz; 2850 rpm.
Hãy giải thích.