

Bộ Xây Dựng
Trường Cao Đẳng Xây Dựng Tp.HCM

BÀI GIẢNG
Môn: THIẾT KẾ ĐIỆN CÔNG TRÌNH

LỜI NÓI ĐẦU

TaiLieu.vn

MỤC LỤC

Lời nói đầu

Trang

Chương 1: Nguồn điện trong công trình

Bài 1: Nguồn điện xoay chiều 1 pha

Bài 2: Nguồn điện xoay chiều 3 pha

Bài 3: Máy biến áp

Bài tập

Chương 2: Tính toán phụ tải điện công trình

Bài 1: Khái quát phụ tải và phân loại

Bài 2: Nhu cầu sử dụng điện của phụ tải

Bài 3: Phụ tải chiếu sáng

Bài 4: Tính toán chiếu sáng trong nhà (hộ gia đình, công trình công cộng, công trình công nghiệp)

Bài tập

Chương 3: Tính toán các tham số hệ thống điện

Bài 1: Sơ đồ nguyên lý

Bài 2: Kết cấu mạng điện công trình

Bài 3 Tính toán, lựa chọn các thành phần của hệ thống điện

Bài 4 Lựa chọn tiết diện dây dẫn

Bài 5 Lựa chọn thiết bị đóng cắt và bảo vệ mạch điện theo điều kiện phát nóng và điều kiện ngắn mạch

Bài tập

Chương 4: Chống sét cho công trình

Bài 1: Sét-nguyên nhân, hậu quả

Bài 2: Yêu cầu chống sét cho công trình

Bài 3: Công sét đánh thẳng

Bài 4: Chống sét lan truyền

Bài 5: Phạm vi chống sét

Bài 6: Tính toán nối đất chống sét

Chương 5: Bản vẽ điện công trình

Bài 1: Khái niệm

Bài 2: Các ký hiệu, qui ước

Bài 3: Bản vẽ điện công trình

Bài 4: Lập kế hoạch thi công điện công trình

Bài tập

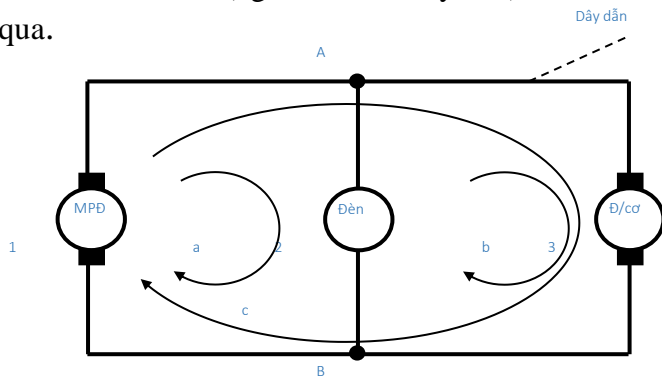
TaiLieu.vn

Chương 1: Nguồn Điện Trong Công Trình

Bài 1: ĐIỆN XOAY CHIỀU MỘT PHA

I. **Khái quát chung hệ thống điện:**

1. **Hệ thống điện:** là tập hợp các thiết bị điện kết nối với nhau bằng các dây dẫn tạo thành mạng chuyển đổi năng lượng điện thành các dạng năng lượng khác và ngược lại. Quá trình biến đổi năng lượng điện được thể hiện nhờ sự phân bố dòng điện, điện áp và công suất trên các thiết bị. Các thiết bị điện trong mạch điện có thể gọi là nguồn điện hoặc tải tiêu thụ điện năng.
2. **Nguồn điện:** là thiết bị điện dùng biến đổi các dạng năng lượng khác (cơ năng, hóa năng, nhiệt năng, quang năng,...) thành năng lượng điện cung cấp cho tải tiêu thụ.
Ví dụ: Pin, Pin mặt trời, ắc quy, Máy phát điện,....
3. **Tải tiêu thụ (phụ tải)** là thiết bị điện dùng chuyển hóa năng lượng thành các dạng năng lượng khác (như quang năng, cơ năng, nhiệt năng,...).
Ví dụ: Bóng đèn, quạt, động cơ điện,....
4. **Dây dẫn:** là thiết bị dùng kết nối nguồn điện là tải tiêu thụ có tác dụng có tác dụng truyền tải điện năng từ nguồn ra tải. Dây dẫn được cấu tạo từ các vật kim loại như đồng, nhôm, kẽm....
Hệ thống điện luôn luôn gồm có nguồn, dây dẫn truyền tải điện và các tải tiêu thụ điện.
5. **Mạch điện:** là tập hợp các thiết bị điện (nguồn, tải và dây dẫn) nối với nhau trong đó có cùng dòng điện chạy qua.



Mạch điện phức tạp có nhiều nhánh, nhiều nút và nhiều mạch vòng.

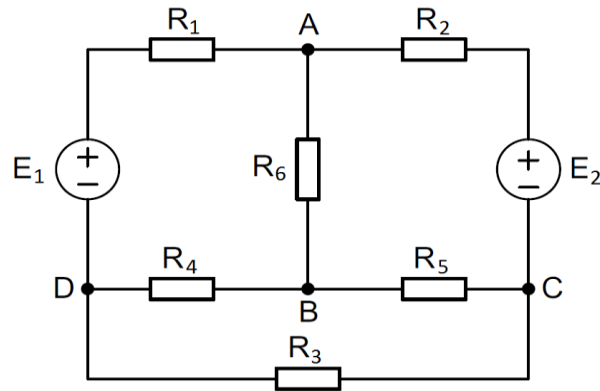
Nhánh: là bộ phận của mạch điện có các phần tử nối tiếp nhau trong đó có cùng dòng điện chạy qua.

Nút: là chỗ gặp nhau của các nhánh (có từ 3 nhánh trở lên)

Mạch vòng: là lối đi khép kín qua các nhánh.

Ví dụ 1: Mạch điện như trên ta xác định được mạch điện gồm : 3 nhánh (1,2,3); 2 nút (A,B) và 3 mạch vòng (a,b,c).

Ví dụ 2: Cho mạch điện như hình vẽ. cho biết mạch điện sau có bao nhiêu nhánh, bao nhiêu nút, bao nhiêu mạch vòng ?.

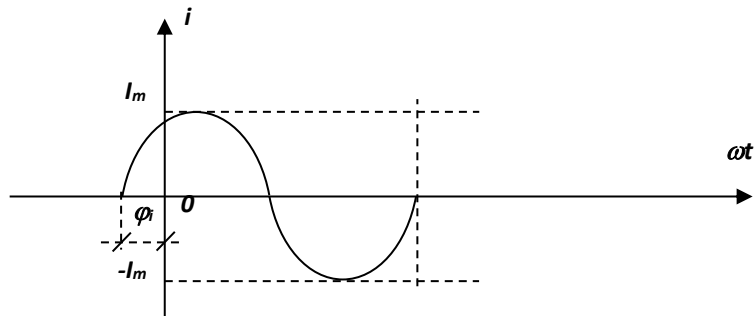


Mạch điện trên có: 6 nhánh, 4 nút, 7 mạch vòng.

II. Các khái niệm cơ bản về điện xoay chiều một pha:

1. Cường độ dòng điện xoay chiều:

Giải đồ thời gian của dòng điện xoay chiều:



- 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 như hình vẽ.
- Cường độ dòng điện tức thời : là trị số dòng điện ứng với mỗi thời điểm t , nó phụ thuộc vào giá trị dòng điện cực đại I_m và góc pha $(\omega t + \varphi_i)$ và được biểu diễn như sau:

$$i = I_m \cdot \sin(\omega t + \varphi_i)$$

Trong đó:

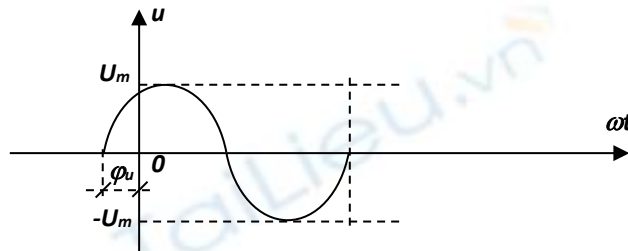
- I_m : cường độ dòng điện cực đại $[A]$
- $\omega = 2\pi f$: vận tốc góc $[rad/s]$
- $\pi = 3.14$: hằng số
- Tần số f là chu kỳ của của dòng điện trong 1 giây, đơn vị là $[Hz]$
- Chu kỳ T là khoảng thời gian ngắn nhất để dòng điện lặp lại trị số và chiều biến thiên,
 $T = \frac{1}{f} [s]$. Trong một chu kỳ dòng điện xoay chiều đổi chiều 2 lần.

- φ_i : được gọi là góc pha ban đầu của dòng điện.
- Cường độ dòng điện hiệu dụng : trị số hiệu dụng của dòng điện là một đại lượng quan trọng của mạch điện xoay chiều, khi nói đến trị số của dòng điện là bao nhiêu ampe tức cũng chính là giá trị hiệu dụng của dòng điện đó, các thông số dòng điện ghi trên nhãn các thiết bị điện chính là trị hiệu dụng . Công thức tính trị hiệu dụng của dòng điện như sau:

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} [A]$$

2. Hiệu điện thế xoay chiều:

Giải đồ thời gian của hiệu điện thế xoay chiều:



- Hiệu điện thế tức thời : $u = U_m \cdot \sin(\omega t + \varphi_u)$

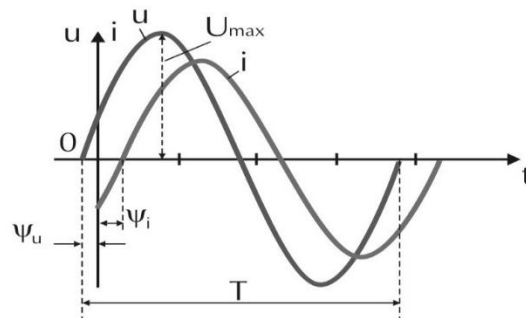
Trong đó:

- U_m : hiệu điện thế cực đại [V]
- φ_u : được gọi là góc pha ban đầu của hiệu điện thế.
- Hiệu điện thế hiệu dụng : $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} [V]$

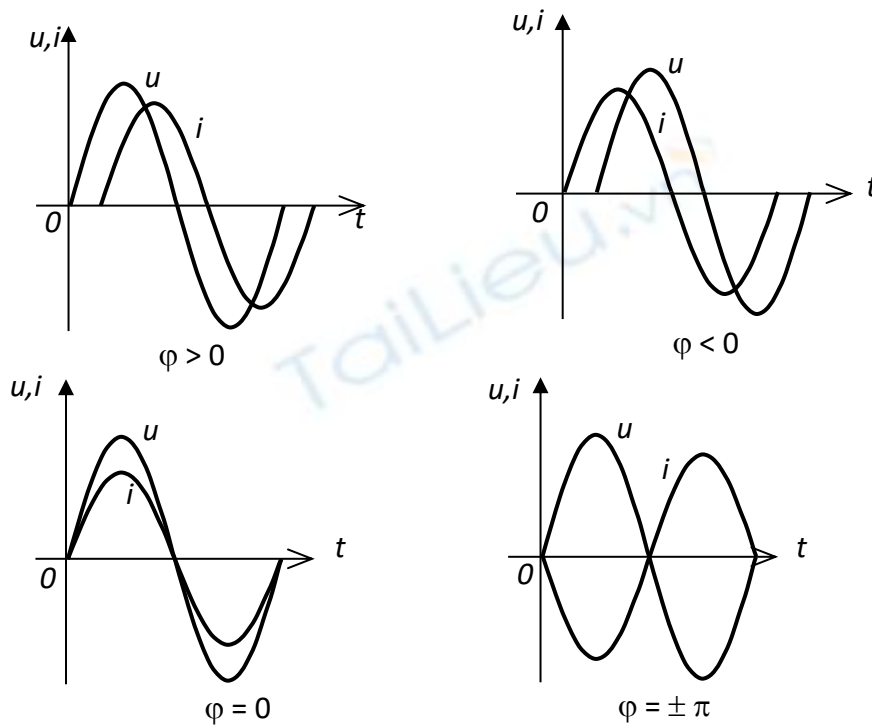
3. Góc lệch pha giữa dòng điện và điện áp:

Điện áp và dòng điện biến thiên cùng tần số, song phụ thuộc vào tính chất mạch điện, góc lệch pha của chúng có thể không trùng nhau, như vậy giữa chúng có sự lệch pha và được ký hiệu là φ , công thức tính góc lệch pha φ như sau:

$$\varphi = \varphi_u - \varphi_i$$



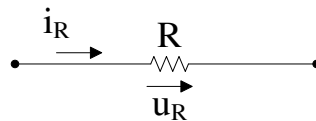
- Khi: $\varphi > 0$ điện áp vượt trước dòng điện
 $\varphi < 0$ điện áp chậm sau dòng điện
 $\varphi = 0$ điện áp trùng pha dòng điện
 $\varphi = \pm \pi$ điện áp ngược pha với dòng điện



Góc lệch pha giữa điện áp và dòng điện

III. Các dạng mạch điện xoay chiều hình sin:

1. Mạch thuần trở R:



- Dòng điện chạy qua R là: $i_R = i = I_m \cdot \sin \omega t$
- Điện áp giữa hai đầu điện trở là: $u_R = U_m \cdot \sin \omega t$
- Hiệu điện thế cực đại: $U_m = I_m \cdot R$
- Hiệu điện thế hiệu dụng: $U_R = I \cdot R$

Hoặc:

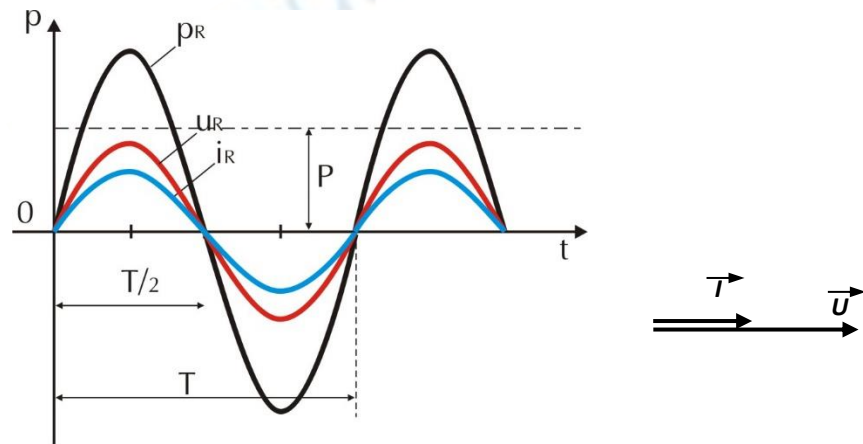
$$U_R = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

- Công suất tức thời của điện trở:

$$\begin{aligned} p_R(t) &= u_R \cdot i \\ &= U_m \cdot I_m \cdot \sin^2 \omega t \\ &= U_R \cdot I \cdot (1 - \cos^2 \omega t) \end{aligned}$$

- Công suất tác dụng:

$$\begin{aligned} P_R &= \frac{1}{T} \int_0^T p_R(t) dt \\ &= \frac{1}{T} \int_0^T U_R \cdot I \cdot (1 - \cos^2 \omega t) dt \\ &= U_R \cdot I \\ &= R \cdot I^2 \end{aligned}$$



Như vậy hiệu điện thế giữa hai đầu điện trở cùng pha với dòng điện chạy qua điện trở. Đồ thị vectơ giữa dòng điện và điện áp trong mạch thuần trở như hình vẽ:

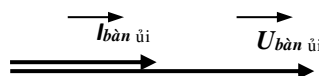
Ví dụ: Một bàn ủi điện có điện trở $R = 48,4\Omega$, điện áp cấp cho bàn ủi điện là điện áp xoay chiều có $U = 220V$. Tính trị số dòng điện hiệu dụng I và công suất điện mà bàn ủi tiêu thụ. Vẽ đồ thị vectơ giữa dòng điện i và điện áp u .

Lời giải:

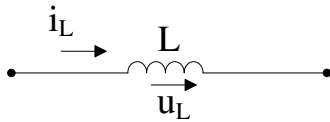
Trị số hiệu dụng của dòng điện: $I = \frac{U}{R} = \frac{220}{48,4} = 4,54A$

Công suất điện mà bàn ủi tiêu thụ là: $P = R \cdot I^2 = 48,4 \cdot 4,54^2 = 1000W$

Do bàn ủi điện là một thiết bị điện được coi là thuần trở nên góc lệch pha giữa dòng điện đi qua nó và điện áp cung cấp cho nó là bằng 0. Do đó đồ thị vectơ sẽ được vẽ như sau:



2. Mạch điện thuần cảm L:



- Dòng điện chạy qua cuộn dây là: $i_L = i = I_m \cdot \sin \omega t$
- Điện áp giữa hai đầu cuộn dây là:

$$\begin{aligned} u_L &= L \cdot \frac{di}{dt} = L \cdot \frac{d(I_m \cdot \sin \omega t)}{dt} \\ &= \omega \cdot L \cdot I_m \cdot \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) \\ &= Z_L \cdot I_m \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) \\ &= U_m \cdot \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) \end{aligned}$$

- Hiệu điện thế cực đại: $U_m = I_m \cdot Z_L$
- Hiệu điện thế hiệu dụng: $U_L = I \cdot Z_L$
- Công suất tức thời của điện cảm:

$$\begin{aligned} p_L(t) &= u_L \cdot i \\ &= U_m \cdot I_m \cdot \sin \omega t \cdot \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) \\ &= U_L \cdot I \cdot \sin 2\omega t \end{aligned}$$

- Công suất tác dụng:

$$\begin{aligned} P_L &= \frac{1}{T} \int_0^T p_L(t) \cdot dt \\ &= \frac{1}{T} \int_0^T U_L \cdot I \cdot \sin 2\omega t \cdot dt = 0 \end{aligned}$$

Trong đó :

- + Z_L là tổng trở của cuộn dây, $Z_L = L \cdot \omega$, đơn vị là Ω
- + L là điện cảm của cuộn dây, đơn vị là **Henry**, ký hiệu là **H**
- + ω là vận tốc góc, đơn vị là **Rad/s**