

TRƯỜNG CAO ĐẲNG NGHỀ CÔNG NGHIỆP HÀ NỘI

Tác giả : Bùi Thị Bình



GIÁO TRÌNH
KỸ THUẬT ĐIỆN – ĐIỆN TỬ

NGHỀ: CƠ ĐIỆN TỬ

(Lưu hành nội bộ)

Hà Nội năm 2012

Tuyên bố bản quyền

Giáo trình này sử dụng làm tài liệu giảng dạy nội bộ trong trường cao đẳng nghề Công nghiệp Hà Nội

Trường Cao đẳng nghề Công nghiệp Hà Nội không sử dụng và không cho phép bất kỳ cá nhân hay tổ chức nào sử dụng giáo trình này với mục đích kinh doanh.

Mọi trích dẫn, sử dụng giáo trình này với mục đích khác hay ở nơi khác đều phải được sự đồng ý bằng văn bản của trường Cao đẳng nghề Công nghiệp Hà Nội

LỜI NÓI ĐẦU

Trong chương trình đào tạo của các trường trung cấp nghề, cao đẳng nghề... thực hành nghề giữ một vị trí rất quan trọng: rèn luyện tay nghề cho học sinh. Việc dạy thực hành đòi hỏi nhiều yếu tố: vật tư thiết bị đầy đủ đồng thời cần một giáo trình nội bộ, mang tính khoa học và đáp ứng với yêu cầu thực tế.

Nội dung của giáo trình “Kỹ thuật điện-điện tử - nghề ô tô” đã được xây dựng trên cơ sở kế thừa những nội dung giảng dạy của các trường, kết hợp với những nội dung mới nhằm đáp ứng yêu cầu nâng cao chất lượng đào tạo phục vụ sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước,.

Giáo trình nội bộ này do các nhà giáo có nhiều kinh nghiệm nhiều năm làm công tác trong ngành đào tạo chuyên nghiệp. Giáo trình được biên soạn ngắn gọn, dễ hiểu, bổ sung nhiều kiến thức mới và biên soạn theo quan điểm mở, nghĩa là, đề cập những nội dung cơ bản, cốt yếu để tùy theo tính chất của các ngành nghề đào tạo mà nhà trường tự điều chỉnh cho thích hợp và không trái với quy định của chương trình khung đào tạo cao đẳng nghề.

Tuy các tác giả đã có nhiều cố gắng khi biên soạn, nhưng giáo trình chắc chắn không tránh khỏi những thiếu sót, rất mong nhận được sự tham gia đóng góp ý kiến của các bạn đồng nghiệp và các chuyên gia kỹ thuật đầu ngành.

Xin trân trọng cảm ơn!

I. VỊ TRÍ, TÍNH CHẤT MÔN HỌC:

- Vị trí: Là môn học kỹ thuật cơ sở. Môn học được bố trí dạy trước hoặc song song với môn học chuyên môn, nhằm hỗ trợ cho các môn chuyên môn.
- Tính chất: Là môn học bắt buộc trong chương trình đào tạo nghề Cơ điện tử.

II. MỤC TIÊU MÔN HỌC:

- Mô tả được mạch điện và mô hình mạch điện với các thông số đặc trưng của các phần tử mạch
- Hiểu và vận dụng được các phương pháp thích hợp để giải các bài toán kỹ thuật điện
- Tính toán được hệ thống dòng ba pha
- Trình bày được cấu tạo, nguyên lý làm việc của máy điện
- Phân tích đúng nguyên lý các mạch điện tử cơ bản
- Có ý thức tự giác, tính kỷ luật cao, tinh thần trách nhiệm trong công việc
- Chủ động và sáng tạo trong học tập.

III. NỘI DUNG MÔN HỌC:

1. Nội dung tổng quát và phân phối thời gian:

Số TT	Tên chương, mục	Thời gian			
		Tổng số	Lý thuyết	Bài tập/ Thực hành	Kiểm tra (LT hoặc TH)
I	Bài mở đầu	1	1		
II	Mạch điện và các phương pháp phân tích mạch Mạch điện, kết cấu và các đại lượng đặc trưng Mô hình mạch điện, các thông số Các định luật về mạch điện Dòng điện hình sin và các đại lượng đặc trưng Tính chất của dòng hình sin Bài tập Công suất của dòng hình sin và vấn đề nâng cao hệ số công suất Các phương pháp giải mạch điện Thực hành Kiểm tra	15	10	4	1
III	Mạch điện xoay chiều ba pha Hệ thống mạch điện ba pha	9	5	4	

	Cách nối mạch điện ba pha Công suất mạch ba pha Bài tập thực hành Kiểm tra				
IV	Máy điện Định nghĩa và phân loại máy điện Máy biến áp Máy điện không đồng bộ Máy điện một chiều	10	5	4	1
V	Kỹ thuật điện tử Đại cương về chất bán dẫn Diode bán dẫn và các mạch ứng dụng Tranzitor và các mạch ứng dụng Khuếch đại Phần tử nhiều mặt ghép P-N Thực hành Kiểm tra	10	7	2	1
	Cộng	45	28	14	3

**Thời gian kiểm tra lý thuyết được tính vào giờ lý thuyết, kiểm tra thực hành được tính bằng giờ thực hành.*

Bài mở đầu

Mục tiêu:

Tình bày được vai trò, nhiệm vụ cần đạt được của môn học.

Vai trò, nhiệm vụ của môn học:

- Tính toán được hệ thống dòng ba pha
- Trình bày được cấu tạo, nguyên lý làm việc của máy điện
- Phân tích đúng nguyên lý các mạch điện tử cơ bản
- Mô tả được cấu tạo, phân tích nguyên lý của các loại máy điện
- Mô tả được mạch điện và mô hình mạch điện với các thông số đặc trưng của các phần tử mạch
- Hiểu và vận dụng được các phương pháp thích hợp để giải các bài toán kỹ thuật điện
- Tính toán quán lại máy Biến áp, ĐC KĐB 3 pha, ĐC KĐB 1 pha bị cháy hỏng theo số liệu có sẵn.
- Phân tích nguyên nhân hư hỏng các loại máy điện và đề ra phương pháp sửa chữa, thay thế phù hợp.
- Phát huy tính tích cực, chủ động, sáng tạo và tư duy khoa học trong công việc
- Có ý thức tự giác, tính kỷ luật cao, tinh thần trách nhiệm trong công việc
- Chủ động và sáng tạo trong học tập.

Chương 1: Mạch điện và các phương pháp phân tích mạch

Mục tiêu:

- Mô tả được mạch điện và mô hình mạch điện với các thông số đặc trưng của các phần tử mạch
- Trình bày được các định luật về mạch điện, từ đó biết áp dụng vào các bài toán mạch.
- Trình bày được khái niệm dòng hình sin và tính chất của dòng hình sin
- Hiểu và giải quyết được vấn đề nâng cao hệ số công suất
- Vận dụng được các phương pháp khi giải mạch điện
- Trình bày được cấu tạo, nguyên lý làm việc của các máy điện
- Có ý thức tự giác, tính kỷ luật cao, tinh thần trách nhiệm trong công việc

1. Mạch điện, kết cấu và các đại lượng đặc trưng

1.1. Định nghĩa mạch điện

Mạch điện là tập hợp các thiết bị điện (nguồn, tải, dây dẫn) nối với nhau trong không gian để thực hiện một chức năng nào đó (hình 1.6)

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

1. *Nh, nh.* Nh, nh lụ bé phẻn cĩa m¹ch @iỐn gảm cĩa c, c phÇn tồ nẻi tiỐp nhau trong @ã cĩa cĩng dẻng @iỐn ch¹y qua.

2. *Nót.* Nót lụ chặ gặp nhau cĩa c, c nh, nh (tổ 3 nh, nh trẻ l^an)

3. *M¹ch vẻng.* M¹ch vẻng lụ lẻi @i khĐp kỷn qua c, c nh, nh.

1.2: Các yếu tố hình học cơ bản của mạch điện.

*. *Nh, nh.* Nh, nh lụ bé phẻn cĩa m¹ch @iỐn gảm cĩa c, c phÇn tồ nẻi tiỐp nhau trong @ã cĩa cĩng dẻng @iỐn ch¹y qua.

*. *Nót.* Nót lụ chặ gặp nhau cĩa c, c nh, nh (tổ 3 nh, nh trẻ l^an)

*. *M¹ch vẻng.* M¹ch vẻng lụ lẻi @i khĐp kỷn qua c, c nh, nh.

1.3. Các thông số trạng thái của quá trình năng lượng trong nhánh

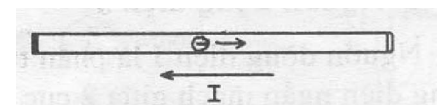
1.3. 1. Dẻng @iỐn

Dẻng @iỐn i cĩa trĐ sẻ bẻng tẻc @ẻ biỐn thi^an cĩa @iỐn l-ĩng Q qua tiỐt diỐn ngang cĩa vẻt dẻn.

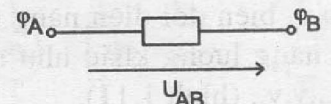
$$i = \frac{dQ}{dt} \quad (1-1)$$

@-n vĐ lụ ampe, A

Ng-ẻi ta quy -íc chiều cĩa dẻng @iỐn ch¹y trong vẻt dẻn ng-ẻi vớ chiều chuyỐn @ẻng cĩa @iỐn tồ (h×nh 1.7)



Hình 1.7



Hình 1.8

1.3. 2. SiỐn ,p

Tⁱi mặi @iỐm trong m¹ch @iỐn cĩa mét @iỐn thỗ ϕ . HiỐu @iỐn thỗ gi÷a 2 @iỐm gải lụ @iỐn ,p U , @-n vĐ lụ von, V.

SiỐn ,p gi÷a 2 @iỐm A vµ B (h×nh 1.8) lụ:

$$U_{AB} = \phi_A - \phi_B \quad (1-2)$$

Chiều @iỐn ,p quy -íc lụ chiều tồ @iỐm cĩa @iỐn thỗ cao @iỐn @iỐm cĩa @iỐn thỗ thẻp.

SiỐn ,p gi÷a 2 cùc cĩa nguỏn @iỐn khi hẻ m¹ch ngoµi (dẻng @iỐn

$I = 0$) @-ẻi gải lụ sỏc @iỐn @ẻng E.

1.3. 3. Cẻng suẻt

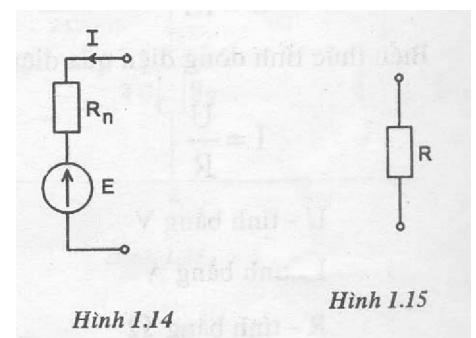
Cẻng suẻt cĩa nguỏn sỏc @iỐn @ẻng lụ:

$$P = EI \quad (1-3)$$

Cẻng suẻt cĩa m¹ch ngoµi lụ:

$$P = UI \quad (1-4)$$

S-ẻn vĐ cĩa cẻng suẻt lụ o, t, W.



Hình 1.14

Hình 1.15

2. Mô hình mạch điện, các thông số

2.1. Mô hình mạch điện

a. Nguồn điện

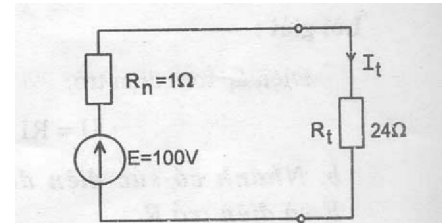
S- thay thế của nguồn điện gồm sức điện động E nối tiếp với điện trở trong R_n (hình 1.12)

Khi giải mạch điện cả các phần tử tranzito, nhiều khi nguồn điện cả s- thay thế lấy nguồn dòng điện $J = \frac{E}{R_n}$ mắc song song với điện trở R_n (hình 1.13).

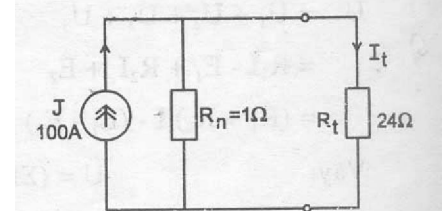
b. S- thay thế tải

- Các tải nh- động cơ điện mét chiều, acquy ề chỗ ế n'p điện ề-ic thay thế bằng s- thay thế gồm sức điện động E nối tiếp với điện trở trong R_n (hình 1.14) trong ề chiều E ng-ic chiều với I .

- Các tải nh- bụn lụ điện, bốp điện, băng ề... ề-ic thay thế bằng điện trở R của chúng (hình 1.15)



Hình 1.16



Hình 1.17

2.2. Các thông số đặc trưng cơ bản

* Sức điện động E .

Sức điện động E lụ phần tử lý t-êng, cả trP sẽ bằng điện áp U ề ề-ic giữa 2 cực của nguồn khi hệ m'ch ngọi. Chiều của sức điện động quy -ic từ điện thế thấp ề điện thế cao (cực ềm tít cực d-ng) (hình 1.9)

Chiều của điện áp quy -ic từ điện thế cao ề điện thế thấp, do ề chiều vẽ nh- hình 1.9 th×:

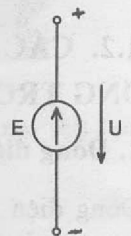
$$U = E \quad (1-5)$$

* Nguồn dòng điện J

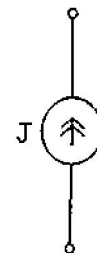
Nguồn dòng điện J lụ phần tử lý t-êng cả trP sẽ bằng dòng điện ng'ân m'ch giữa 2 cực của nguồn (hình 1.10)

* Điện trở R

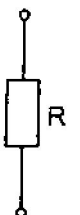
Điện trở R ề tr-ng cho mét vệt đến vò m'et c'ên trề dòng điện ch'y qua. Vò hi'ên t-êng n'ng l-êng, điện trở R ề tr-ng cho tia'u t,n, bi'ên ềai điện n'ng tia'u thô thụn c,c d'ng n'ng l-êng kh,c nh- nhiệt n'ng, quang



Hình 1.9. Ký hiệu nguồn sức điện động



Hình 1.10. Ký hiệu nguồn dòng



Hình 1.11 Ký hiệu điện trở

những... (hình 1.11).

Công suất của điện trở

$$P = RI^2 \quad (1-6)$$

3. Các định luật về mạch điện

3.1. Định luật ôm

Nhân thu của điện trở R

Xét nhân thu của điện trở (hình

Biểu thức tính điện áp trên điện

$$U = RI \quad (1-7)$$

Biểu thức tính dòng điện qua điện

$$I = \frac{U}{R} \quad (1-8)$$

U - tính bằng V

I - tính bằng A

R - tính bằng Ω

Ví dụ 2: Trong mạch điện hình 1.19, biết $I = 210\text{mA}$; $R = 100\Omega$.
Tính điện áp trên điện trở U.

Lời giải:

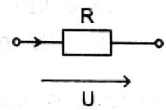
$$\text{Điện áp trên điện trở: } U = RI = 100 \cdot 0,21 = 21\text{V}$$

3.2. Các định luật Kirchhoff

*** Định luật Kirchhoff 1**

Định luật này cho ta quan hệ giữa các dòng điện tại một nút, tức là biểu thức sau:

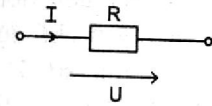
Tổng đại số dòng điện ở một nút bằng không.



1.18)

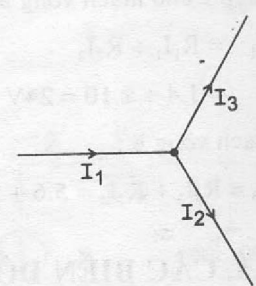
trở:

Hình 1.18



trở:

Hình 1.19



Hình 1.22. Dòng điện nút

Trong bài quy định dòng điện đi tới nút lấy dấu dương, dòng điện rời khỏi nút lấy dấu âm (hình 1.22)

$$\sum I_{\text{nút}} = 0 \quad (1-11)$$

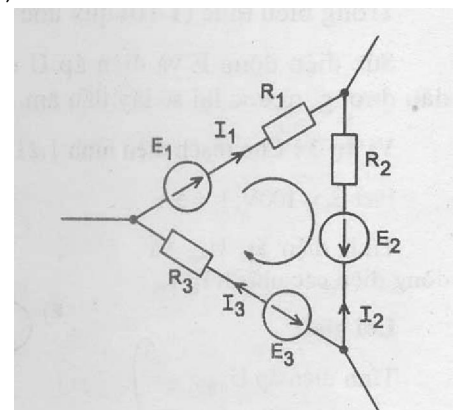
ở hình 1.22 thì:

$$I_1 + (-I_2) + (-I_3) = 0$$

2.2. Định luật Kirchhoff 2

Định luật này cho ta quan hệ giữa các điện áp, dòng điện và điện trở trong một mạch vòng khép kín, tức là biểu thức sau:

Siêu theo một mạch vòng khép kín theo một chiều tuần tự chọn, tổng đại số sẽ



Hình 1.23. Mạch vòng dòng điện

nhưng sức điện động tăng thì sẽ có dòng điện phản chiều dòng trở của mạch vòng.

$$\sum RI = \sum E \quad (1-12)$$

Quy tắc đều: các sức điện động, dòng điện cả chiều trình chiều mạch vòng lấy đều đúng, ngược lại lấy đều âm.

ở mạch vòng hình 1.23:

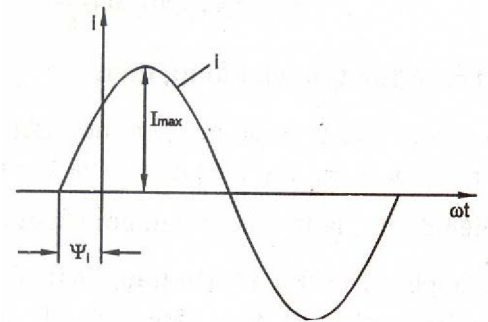
$$R_1 I_1 - R_2 I_2 + R_3 I_3 = E_1 + E_2 - E_3$$

4. Dòng điện hình sin và các đại lượng đặc trưng

4.1. Định nghĩa

Dòng điện xoay chiều hình sin là dòng điện biến thiên một cách chu kỳ theo qui luật hình sin với thời gian, tức biểu diễn bằng biểu thức hình sin trên hình 3.3.

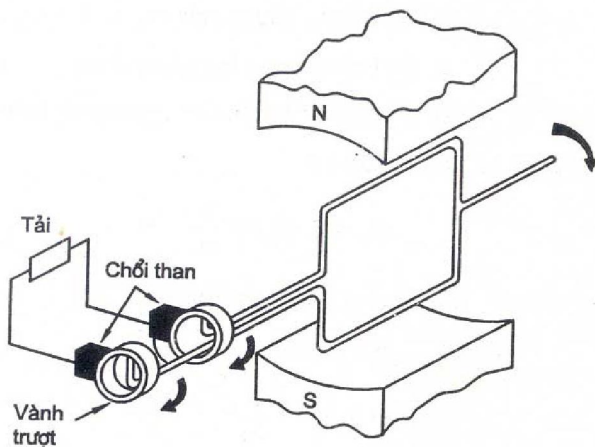
$$i = I_{\max} \sin (\omega t + \psi_i) \quad (3.1)$$



Hình 3.3

4.2. Nguyên lý tạo ra dòng xoay chiều hình sin

Người ta tạo dòng lực cơ học vào trục lumen cho khung dây quay, cắt ngang sức từ trường của nam châm NS, trong khung dây sẽ cảm ứng sức điện động xoay chiều hình sin.



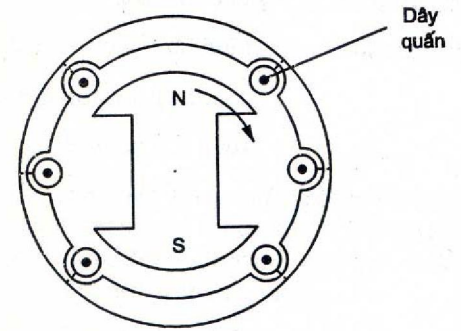
Hình 3.1

Dòng điện cung cấp cho tải thông qua vành trượt và chổi than (hình 3.1). Khi công suất điện lớn, lấy các điện như vậy gặp nhiều khó khăn về tiếp xúc giữa vành trượt và chổi than.

Trong công nghiệp, máy phát điện xoay chiều được chế tạo như sau: dây quấn đồng nằm trong các rãnh của lõi thép lamination và nam châm NS là phần quay.

Khi tốc độ dòng lực cắt hãm vào trục lumen nam châm NS quay, trong dây quấn sẽ phát sinh sức điện động xoay chiều hình sin. Dây quấn đóng mạch và nối với tải an toàn và thuận lợi. Máy biến của máy phát điện xoay chiều vẽ trên hình 3.2.

Cấu tạo chi tiết của máy phát điện xoay chiều vẽ trong sơ đồ máy điện.



Hình 3.2

4.3. Các đại lượng đặc trưng của dòng hình sin

* Chu kỳ T, tần số f, tần số góc ω

Chu kỳ T là khoảng thời gian ngắn nhất có dòng điện lặp lại trạng thái và chiều biến thiên.

Tần số f là số chu kỳ của dòng điện trong một giây.

$$f = \frac{1}{T} \quad (3-2)$$

Số vòng của tần số là đơn vị, ký hiệu là Hz.

* Tần số góc ω

Giá trị biến thiên của dòng điện hình sin, số vòng là rad/s.

Quan hệ giữa tần số góc ω và tần số f là:

$$\omega = 2\pi f \quad (3-3)$$

3)

* Trễ thời gian của dòng điện

Trễ thời gian là thời gian trễ so với mọi thời điểm t. Trong biểu thức

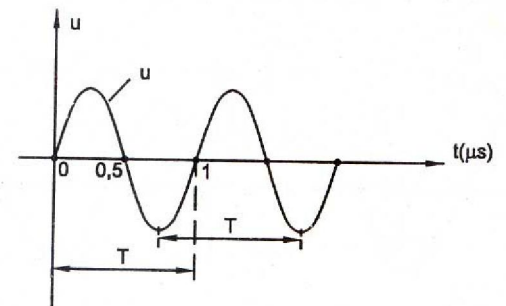
(3-1) trễ thời gian phụ thuộc vào biên độ I_{\max} và góc pha $(\omega t + \psi_i)$

- Biên độ I_{\max} là trễ thời gian cực đại, nếu lần dòng điện lớn hay nhỏ.

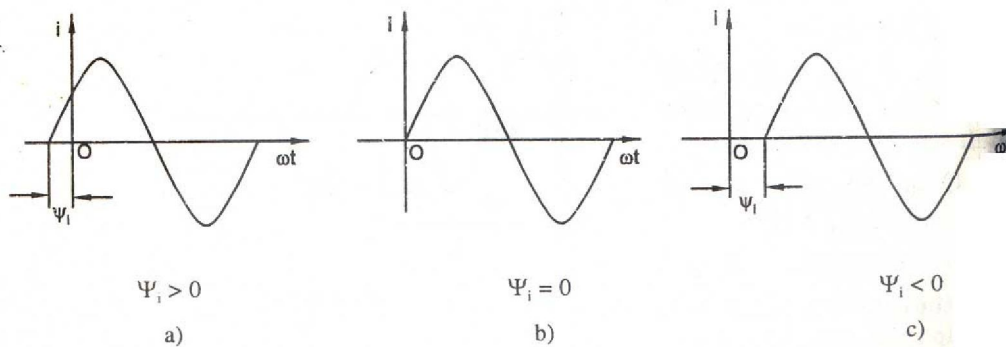
- Góc pha $(\omega t + \psi_i)$ nếu lần trạng thái của dòng điện là thời điểm t, ở thời điểm t = 0 góc pha của dòng điện là ψ_i , ψ_i là góc lệch pha ban đầu

(hoặc giá trị gần pha ban đầu) của dòng điện.

Góc pha ban đầu ψ phụ thuộc vào thời điểm chọn làm gốc thời gian (thời điểm t = 0). Góc pha ban đầu là góc NO trong trường hợp N là điểm qua trục sẽ không có điểm gốc 0 nhất. Trên hình 3.5 cho ra góc pha ban đầu ψ_i khi chọn gốc thời gian khác nhau.



Hình 3.4



Hình 3.5

* Góc lệch pha φ giữa dòng điện và điện áp

Để tiện cho việc xét biểu thức thời gian của dòng điện

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

Một cách tương tự, ta cũng biểu thức thời gian của điện áp

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

Trong đó U_{\max} , ψ_u - biên độ, pha của điện áp. Dòng điện và điện áp biến thiên cùng tần số, song phụ thuộc vào tính chất mạch điện, góc pha của chúng có thể khác nhau, nên ta cần xét góc lệch pha. Góc φ giữa hai đại lượng ký hiệu góc lệch pha giữa dòng điện và điện áp.

$$\varphi = \psi_u - \psi_i \quad (3-4)$$

Khi $\varphi > 0$ - dòng điện trễ pha so với điện áp (hoặc điện áp dẫn pha trước dòng điện).

$\varphi < 0$ - dòng điện dẫn pha trước điện áp (hoặc điện áp trễ pha so với dòng điện).

$\varphi = 0$ - dòng điện cùng pha với điện áp.

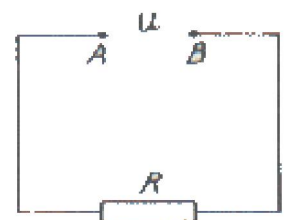
5. Tính chất của dòng hình sin

5.1. Mạch điện xoay chiều có điện trở thuần

1) Mạch điện

Mạch điện xoay chiều thuần trở là mạch điện chỉ có điện trở thuần, không có cuộn cảm hay tụ điện $C = 0$

Trong thực tế mạch điện chỉ có điện trở thuần, bỏ qua cuộn cảm, tụ điện... nên coi là mạch điện thuần trở.



2) Quan hệ giữa điện áp và dòng điện

Giả sử điện áp xoay chiều $u = U_m \sin \omega t$ vào mạch điện. Khi đó trong mạch có dòng điện i .

$$i = \frac{u}{R} = \frac{U_m}{R} \sin \omega t; \text{ và } I_m = \frac{U_m}{R} \text{ ta có } i = I_m \sin \omega t$$

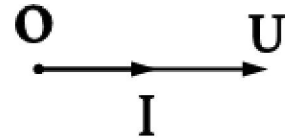
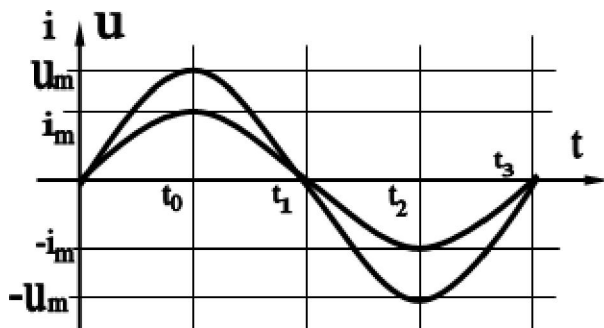
Sơ đồ biểu thức u và i ta thấy:

+ Dòng điện i và điện áp u cùng pha (đồng pha)

+ Biên độ dòng điện I_m và điện áp U_m quan hệ với nhau theo định luật Ohm

$I_m = \frac{U_m}{R}$, chia cả hai vế cho $\sqrt{2}$ ta được dòng điện hiệu dụng

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



Sơ đồ biểu thức u và i ta thấy

3) Công suất trong mạch điện thuần trở

• Công suất trong mạch điện xoay chiều thuần trở lúc tính toán từ công thức trong mạch điện một chiều, công suất này gọi là công suất thực dụng.

• Biểu thức:

$$P = UI = \frac{U^2}{R} = I^2 R$$

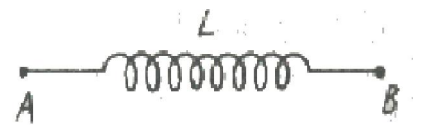
5.2. Mạch điện xoay chiều có điện cảm thuần

1) Mạch điện

Mạch điện xoay chiều chỉ có cuộn dây, hồ sơ từ cảm L khi lớn, điện trở nhỏ không đáng kể, điện dung $C = 0$

Điện cảm L tác động cho quá trình trao

hoán và tích lũy năng lượng từ trường của cuộn dây



2) Quan hệ giữa dòng điện và điện áp

Ta xét vào hai đầu của mạch một điện áp xoay chiều u thì trong mạch xuất hiện dòng điện $i = I_m \sin \omega t$

Dòng điện biến thiên làm xuất hiện sức điện động từ cảm:

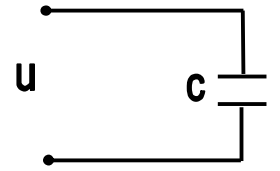
$$e_L = -L \frac{\Delta i}{\Delta t} = -L i'$$

Áp dụng định luật Kirchhoff II cho mạch: $u_L + e_L = I \cdot r = 0 \Rightarrow u_L = -e_L$

$$u_L = L \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

Tức là điện áp và sức điện động từ cảm của cuộn dây sẽ bằng nhau nhưng chiều ngược nhau về mặt thời điểm.

Lưu mạch điện chứa cả tụ điện, trở sẽ điện trở R và điện cảm L không đáng kể. Điện dung C đặc trưng cho hiện tượng tích lũy năng lượng điện trường (phản điện năng trong tụ điện)



2) Quan hệ giữa dòng điện và điện áp

Khi đặt một điện áp xoay chiều vào mạch thuần dung, điện áp trên tụ điện là:

$$u = U \sqrt{2} \sin \omega t \text{ hay } u = U_m \sin \omega t$$

Trong tụ điện cả hiện tượng tích tụ phản điện một cách tuần hoàn về mặt thời điểm tạo ra, điện tích q của tụ là:

$$q = C.u = C.U \sqrt{2} \sin \omega t$$

Và dòng điện qua tụ là: $i = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \omega.C.U \sqrt{2} \cos \omega t = \omega.C.U \sqrt{2} \sin(\omega t + \pi/2)$

Đặt $I_m = \omega.C.U \sqrt{2} \Rightarrow i = I_m \sin(\omega t + \pi/2)$

Từ biểu thức giữa dòng điện và điện áp ta thấy:

+ Điện áp u chậm pha so với dòng điện một góc 90° hay $\pi/2$

+ Quan hệ giữa hiệu dụng của dòng điện và điện áp

Trong mạch điện thuần dung dòng điện trễ pha với điện áp và trễ pha ngược với dung kháng của mạch.

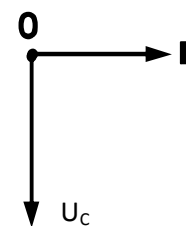
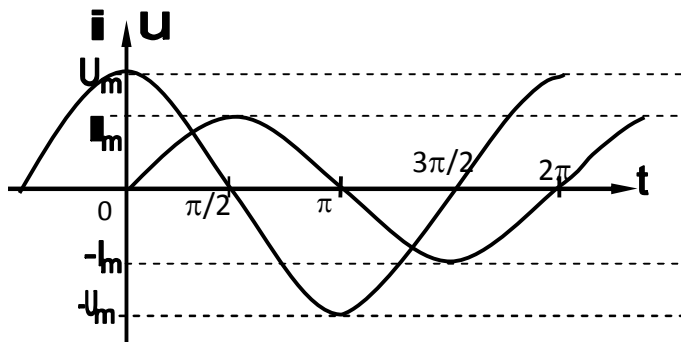
- Biểu thức:
$$I = \frac{U}{X_C}$$

Trong đó: $\begin{cases} U, I: \text{Giá trị hiệu dụng của điện áp và dòng điện} \\ X_C: \text{Dung kháng của mạch (}\Omega\text{)} \end{cases}$

Giá trị l-đng $X_C = \frac{1}{\omega.C}$ giống như một điện trở giả lập dung kháng,

đơn vị (Ω)

C là điện dung, đơn vị là Fara (F) hoặc μF : $1\mu F = 10^{-6}(F)$



Sử dụng hình sin và sử dụng vectơ

3) Công suất

Công suất trong mạch thuôn dung thực giải lập công suất phản kháng

- Ký hiệu: Q_C ; Đơn vị: VAR

- Biểu thức: $Q_C = I^2 \cdot X_C$

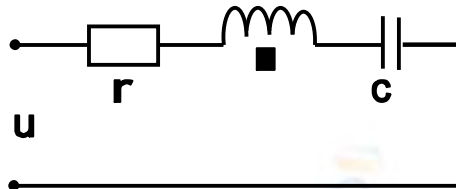
Trong đó: Q_C : Công suất phản kháng của tải thuần (VAR)

X_C : Dung kháng (Ω)

I : Giá trị hiệu dụng của dòng thuần (A)

5.4. Mạch điện xoay chiều có R, L, C nối tiếp

1) Mạch thuần



Lưu ý mạch thuần gồm 3 phần tử R, L, C cả giá trị lớn nhỏ đều tiếp.

2) Quan hệ giữa dòng thuần và thuần .p.

Để vào hai đầu của mạch một thuần .p $u = U_m \sin \omega t$. Trong mạch cả dòng thuần xoay chiều i. Dòng thuần này đi qua các phần tử R, L, C. Ta có:

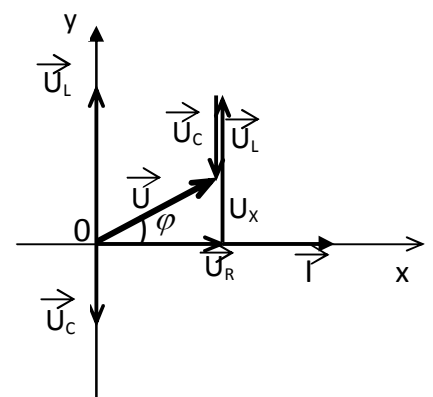
$U_R = I \cdot R$, u và i đồng pha

$U_L = I \cdot X_L$, u sớm pha hơn i một góc 90°

$U_C = I \cdot X_C$, u chậm pha so với i một góc 90°

Ta vẽ thực để thể hiện tổng U (hình vẽ)

$u = U_m \sin \omega t$. Trong



Do mạch nhỏ tiếp nên: $\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L + \vec{U}_C$

Để $U_x^2 = U_L^2 - U_C^2$

Nhận thấy rằng ta thấy U lập nên huyền của một tam giác:

$U = \sqrt{U_R^2 + U_x^2}$ Trong đó: $U_R = U \cdot \cos \phi$; $U_x = U \cdot \sin \phi$

Nhận vào rằng thế thì thuần .p sẽ lệch pha với dòng thuần một góc

ϕ . $i = I_m \sin(\omega t + \phi)$.

Kết luận: Trong mạch R- L- C nhỏ tiếp. Siêu .p lệch pha so với dòng thuần một góc phi thực tính theo công thức

$$\tan \phi = \frac{U_x}{U_R} = \frac{U_L - U_C}{U_R} = \frac{X_L - X_C}{R}$$

- Nếu $U_L > U_C$ thì $\tan \phi > 0 \rightarrow \phi > 0$: u sẽ sớm pha hơn so với i một góc phi

- Nếu $U_L < U_C$ thì $\tan \varphi < 0 \rightarrow \varphi < 0$: u sẽ chậm pha so với i một góc φ

- Nếu $U_L = U_C$ thì $\tan \varphi = 0 \rightarrow \varphi = 0$: u và i cùng pha (đồng pha). Khi đó công suất trong mạch cực đại.

3) Định luật Ohm trong mạch R, L, C mắc nối tiếp

$$\text{Biểu thức: } I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$$

Trong đó: U, I : Giá trị hiệu dụng của điện áp và dòng điện
 Z : Tổng trở của toàn mạch

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

4) Công suất

$$P = UI \cos \varphi; \text{ Trong đó } \cos \varphi = \frac{R}{Z} \text{ là hệ số công suất}$$

* Bài tập về mạch điện thuần trở, thuần cảm, thuần dung, mạch RLC nối tiếp

5) Bài tập

1. Cho nguồn điện xoay chiều $u = 120\sqrt{2} \sin \omega t$ chảy qua mạch điện R, L, C có $R = 30 \Omega, L = 0,2 \text{ H}, C = 50 \mu\text{F}; f = 50 \text{ Hz}$. Tính:

- Tổng trở của mạch, tính trị số hiệu dụng của dòng điện
- Viết biểu thức của dòng điện chảy trong mạch

2. Cho mạch điện RLC có $R = 140 \Omega; L = 1 \text{ H}; C = 25 \mu\text{F}; I = 0,5 \text{ A}; f = 50 \text{ Hz}$.

- Tính trị số hiệu dụng của điện áp đặt vào mạch.
- Viết biểu thức hiệu điện thế và biểu thức điện tích của điện tích trong mạch.
- Phải thay đổi điện dung bằng bao nhiêu để công suất trong mạch cực đại? Tính công suất cực đại đó.

6. Công suất của dòng hình sin và vấn đề nâng cao hệ số công suất

6.1. Công suất và hệ số công suất

* Công suất tức thời P

5 Công suất tức thời P là công suất điện trở tiêu thụ, đặc trưng cho quá trình biến đổi điện năng sang dạng năng lượng khác như điện năng, quang năng...

$$P = RI^2 \quad (3-16)$$

Tổ hợp vectơ hình 3.16b

$$U_R = RI = U \cos \varphi$$

Thay vào (3-16) ta có:

$$P = RI^2 = U_R I = UI \cos \varphi \quad (3-17)$$

Công suất tức thời là công suất trung bình trong một chu

Trong nh, nh R, I, C nòi tiỐp.

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

$$\text{hoặc } \cos\varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

Hồ sè c«ng suÊt lự chØ tiªu kü thuÊt quan trªng, cª ý nghĨa rÊt lín vò kinh tĩ nh sau:

- N«ng cao hồ sè c«ng suÊt sĩ tÊn d«ng tèt c«ng suÊt nguªn (m, y ph, t ®iỐn, m, y biỐn , p...) cung cÊp cho t¶i. VÝ d« mét m, y ph, t ®iỐn cª c«ng suÊt ®Þnh m«c $S_{\text{Đm}} = 10000\text{kVA}$, n«u hồ sè c«ng suÊt cª t¶i $\cos\varphi = 0,5$, c«ng suÊt t, c d«ng cª m, y ph, t cho t¶i $P = S_{\text{Đm}}\cos\varphi = 10000 \cdot 0,5 = 5000\text{kW}$. N«u $\cos\varphi = 0,9$ th× $P = 10000 \cdot 0,9 = 9000\text{kW}$. Rª r«ng lự khi $\cos\varphi$ cao m, y ph, t ra nhiÒu c«ng suÊt h-n.

- Khi cÇn truyÒn t¶i mét c«ng suÊt P nhÊt ®Þnh trªn ®Êng d«y th× d«ng ®iỐn ch¹y trªn ®Êng d«y lự:

$$I = \frac{P}{U\cos\varphi}$$

N«u $\cos\varphi$ cao th× d«ng ®iỐn I sĩ gi¶m, dến ®iỐn gi¶m tªn hao ®iỐn n«ng, gi¶m ®iỐn , p r-i trªn ®Êng d«y vự cª thó chæn d«y dến tiỐt diỐn nhá h-n.

C, c t¶i trong c«ng nghiÖp vự sinh ho¹t th«ng cª tÝnh ®iỐn c¶m (cuén d«y ®éng c- ®iỐn, m, y biỐn , p, chÊn lu...) nªn $\cos\varphi$ thÊp. Số n«ng cao $\cos\varphi$ ta th«ng d«ng t« ®iỐn nòi song song vói t¶i (h×nh 3.24a).

7. Các phương pháp giải mạch điện

7.1. Phương pháp dòng điện nhánh

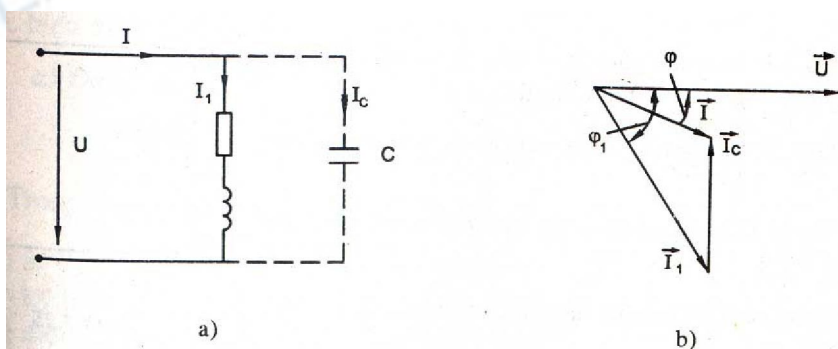
7.1.1. Các bước giải

BƯƠI 1: X, c ®Þnh sè nút $n = \dots\dots\dots$, sè nh, nh $m = \dots\dots\dots$ Sè Ên cª hồ ph-ng tr×nh b»ng sè nh, nh m .

BƯƠI 2: Tuú ý vĩ chiÒu d«ng ®iỐn mçi nh, nh.

BƯƠI 3: ViỐt ph-ng tr×nh Kiªcsh«p 1 cho $(n-1)$ nút ®· chæn.

BƯƠI 4: ViỐt ph-ng tr×nh Kiªcsh«p 2 cho $(m-(n-1)) = (m - n + 1)$ m¹ch vßng ®éc lÊp.

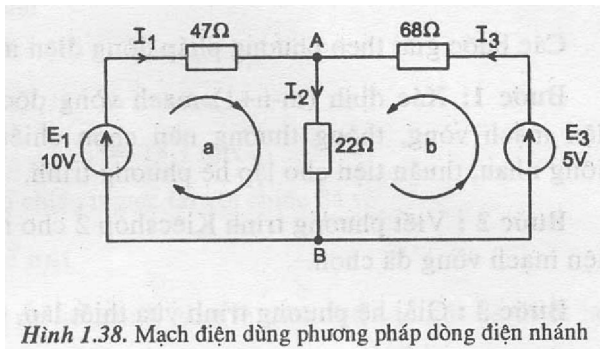


Hình 3.24

Bước 5: Giải hệ phương trình đã thiết lập, ta sẽ được dòng điện các nhánh.

7.1.2. Ví dụ áp dụng

* Áp dụng phương pháp dòng điện nhánh, tính được dòng điện trong các nhánh của mạch điện hình 1.38.



Hình 1.38. Mạch điện dùng phương pháp dòng điện nhánh

Lời giải:

Bước 1: Mạch điện có 2 nút A và B, sẽ nút $n = 2$; mạch có 3 nhánh 1, 2, 3, sẽ nhánh $m = 3$.

Bước 2: Vẽ chiều dòng điện các nhánh I_1, I_2, I_3 như hình 1.38

Bước 3: Sẽ nút còn viết phương trình Kirchhoff 1 lấy $n - 1 = 2 - 1 = 1$. Chọn nút A. Phương trình Kirchhoff 1 viết cho nút A là:

$$I_1 - I_2 + I_3 = 0 \quad (1)$$

Bước 4: Chọn $(m - n + 1) = 3 - 2 + 1 = 2$ mạch vòng

Chọn 2 mạch vòng độc lập a, b như hình vẽ. Viết phương trình Kirchhoff 2 cho mạch vòng a và b.

Phương trình Kirchhoff 2 cho mạch vòng a là:

$$47I_1 + 22I_2 = 10 \quad (2)$$

Mạch vòng b

$$22I_2 + 68I_3 = 5 \quad (3)$$

Bước 5: Giải hệ phương trình ta sẽ được dòng điện các nhánh

$$I_1 = 138\text{mA}$$

$$I_2 = 160\text{mA}$$

$$I_3 = 22\text{mA}$$

7.2. Phương pháp dòng điện vòng

7.2.1. Các bước giải

Bước 1: Xác định $(m - n + 1)$ mạch vòng độc lập và chú ý vẽ chiều dòng điện mạch vòng, thường chọn chiều các dòng điện mạch vòng giống nhau, thuận tiện cho lập hệ phương trình.

Bước 2: Viết phương trình Kirchhoff 2 cho mọi mạch vòng theo các dòng điện mạch vòng đã chọn.

Bước 3: Giải hệ phương trình vừa thiết lập, ta sẽ được dòng điện mạch vòng.

Bước 4: Tính được dòng điện các nhánh theo dòng điện mạch vòng như