

**BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN
TRƯỜNG CAO ĐẲNG CƠ ĐIỆN XÂY DỰNG VIỆT XÔ
KHOA CƠ KHÍ ĐỘNG LỰC**

GIÁO TRÌNH

**MÔN HỌC 07: ĐIỆN KỸ THUẬT
NGHỀ CÔNG NGHỆ Ô TÔ
TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG**

*Ban hành kèm theo Quyết định số: 979/QĐ-CDVX-ĐT ngày 12 tháng 12 năm 2019
của Hiệu trưởng Trường Cao đẳng Cơ điện xây dựng Việt Xô.*

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

TaiLieu.vn

LỜI GIỚI THIỆU

Ngày nay kỹ thuật điện đã phát triển rất mạnh và được ứng dụng rộng rãi trong mọi lĩnh vực khoa học và đời sống. Chính vì vậy kiến thức kỹ thuật điện rất cần thiết cho sinh viên trong quá trình đào tạo ngành công nghệ ô tô, cũng như mọi ngành khác. Giáo trình này biên soạn để làm tài liệu giảng dạy cho môn học kỹ thuật điện cho sinh viên hệ cao đẳng chuyên ngành công nghệ ô tô, ngoài ra cũng là tài liệu tham khảo bổ ích cho học sinh chuyên ngành khác. Về nội dung giáo trình được đề cập một cách có hệ thống kiến thức quan trọng theo chương trình khung 2019 cho môn kỹ thuật điện, ngành công nghệ ô tô. Các chương mục đã được sắp xếp theo một trật tự nhất định để đảm bảo tính hệ thống chuyên môn.

Giáo trình gồm chương bao gồm:

Chương 1: Đại cương về dòng điện

Chương 2: Máy phát điện

Chương 3: Động cơ điện

Chương 4: Máy biến áp

Do thời gian có hạn, là một giáo viên chuyên ngành công nghệ ô tô, hiểu biết về chuyên ngành kỹ thuật điện còn hạn chế, chắc chắn rằng giáo trình không tránh khỏi thiếu sót rất mong đóng góp ý kiến của các bạn đọc để kỳ tái bản sau được hoàn hảo hơn.

Xin chân trọng cảm ơn khoa Cơ khí Động lực trường Cao đẳng Cơ điện Xây dựng Việt Xô cũng như sự giúp đỡ quý báu của đồng nghiệp đã giúp tác giả hoàn thành giáo trình này.

Ninh Bình, ngày.....tháng.... năm 2019

MỤC LỤC

ĐỀ MỤC	TRANG
Lời giới thiệu	1
Mục lục	2
Chương 1: Đại cương về mạch điện	4
Chương 2: Máy phát điện	27
Chương 3: Động cơ điện	33
Chương 4: Máy biến áp	41
Tài liệu tham khảo	48

CHƯƠNG TRÌNH MÔN HỌC ĐIỆN KỸ THUẬT

Tên môn học: Điện kỹ thuật

Mã môn học: MH 07

Thời gian thực hiện môn học: 45 giờ (Lý thuyết: 31 giờ; Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập: 11 giờ; Kiểm tra: 3 giờ)

I. Vị trí tính chất của môn học:

- Vị trí: Môn học có thể được bố trí giảng dạy song song với các môn học/ mô đun sau: MH 08, MH09, MH10, MH11...
- Tính chất: Là môn học kỹ thuật cơ sở

II. Mục tiêu môn học:

- Về kiến thức:
 - + Hệ thống được kiến thức cơ bản về mạch điện
 - + Trình bày được yêu cầu, nhiệm vụ, cấu tạo và nguyên lý hoạt động của các loại máy điện dùng trong phạm vi nghề Công nghệ Ô tô
 - + Trình bày được công dụng và phân loại các loại khí cụ điện
- Về kỹ năng: Vẽ được sơ đồ đấu dây, sơ đồ lắp đặt các mạch điện cơ bản
- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:
 - + Tuân thủ đúng quy định về an toàn khi sử dụng thiết bị điện
 - + Rèn luyện tác phong làm việc cẩn thận

III. Nội dung môn học:

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

Số TT	Tên chương, mục	Thời gian (giờ)			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành, thực tập, thí nghiệm, Thảo luận, bài tập	Kiểm tra
1	Chương 1: Đại cương về mạch điện	12	9	3	
	1. Mạch điện một chiều	3	3		
	2. Các khái niệm cơ bản về dòng điện xoay chiều	2	2		
	3. Các khái niệm cơ bản về dòng điện xoay chiều ba pha	4	3	1	
	4. Cách đấu dây mạch điện xoay chiều ba pha	3	1	2	
2	Chương 2: Máy phát điện	12	8	3	1
	1. Nhiệm vụ, yêu cầu và phân loại máy phát điện	1	1		
	2. Cấu tạo và nguyên lý làm việc máy phát điện một chiều	2	2		
	3. Cấu tạo và nguyên lý làm việc máy phát điện xoay chiều	2	2		
	4. Sơ đồ lắp đặt máy phát điện trong hệ thống điện	7	3	3	1
3	Chương 3: Động cơ điện	9	6	2	1
	1. Nhiệm vụ, yêu cầu và phân loại động cơ điện	1	1		
	2. Cấu tạo và nguyên lý làm việc động cơ điện một chiều	3,5	2,5		1
	3. Cấu tạo và nguyên lý làm việc động cơ điện xoay chiều	4,5	2,5	2	
4	Chương 4: Máy biến áp	12	6	5	1
	1. Nhiệm vụ, yêu cầu và phân loại máy biến áp	2	2		
	2. Cấu tạo và nguyên lý làm việc máy biến áp	2	2		
	3. Sơ đồ lắp đặt máy biến áp trong hệ thống điện	8	2	5	1
	Cộng	45	31	11	3

CHƯƠNG 1: ĐẠI CƯƠNG VỀ MẠCH ĐIỆN

Mã bài: MH07 - 01

* Mục tiêu:

- Trình bày được khái niệm, nguyên lý sản sinh ra dòng điện một chiều, các đại lượng cơ bản và các định luật cơ bản của mạch điện một chiều
- Trình bày được nguyên lý sản sinh ra sức điện động xoay chiều và các đại lượng cơ bản đặc trưng cho dòng điện xoay chiều
- Trình bày được ý nghĩa của hệ số công suất và các biện pháp nâng cao hệ số công suất
- Trình bày được sơ đồ đấu nối hệ thống điện xoay chiều ba pha kiểu hình sao (Y) và hình tam giác (Δ) và các mối quan hệ giữa các đại lượng pha và dây
- Tuân thủ các quy định, quy phạm về kỹ thuật điện

* Nội dung chương:

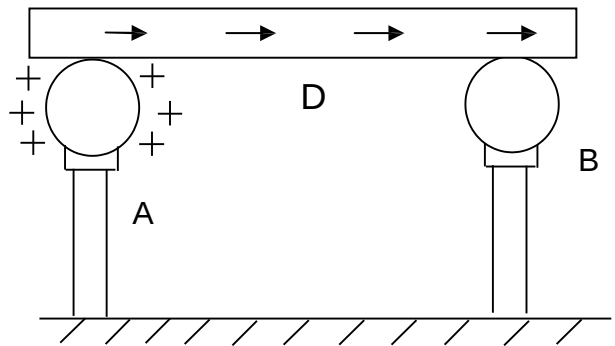
1. MẠCH ĐIỆN MỘT CHIỀU

1.1 Khái niệm và nguyên lý sản sinh ra dòng điện một chiều

1.1.1 Khái niệm mạch điện một chiều

Dòng điện chính là dòng chuyển động của các hạt mang điện như điện tử, ion. Chiều của dòng điện được quy ước từ dương sang âm (ngược với chiều chuyển động của các điện tử từ âm sang dương (hình 1.1))

Dòng một chiều là dòng có trị số và chiều không đổi theo thời gian.



Hình 1.1 Dòng điện một chiều

1.1.2 Nguyên lý sản sinh ra dòng điện một chiều

Sơ đồ nguyên lý làm việc của máy phát điện một chiều như hình 1.2a. Máy gồm có một khung dây a b c d có đầu nối với hai phiên góp. Khung dây và phiên góp quay quanh trục của nó với tốc độ không đổi trong từ trường của hai cực nam châm N-S. Các chổi than A, B đặt cố định và luôn tỳ vào phiên góp.

Khi phần ứng quay (khung dây abcd quay) trong từ trường đều của phần cảm (nam châm S-N), các thanh dẫn của dây quấn phần ứng cắt từ trường phần cảm, theo định luật cảm ứng điện từ, trong khung dây sẽ cảm ứng suất điện động xoay chiều mà trị số tức thời của nó được xác định theo công thức:

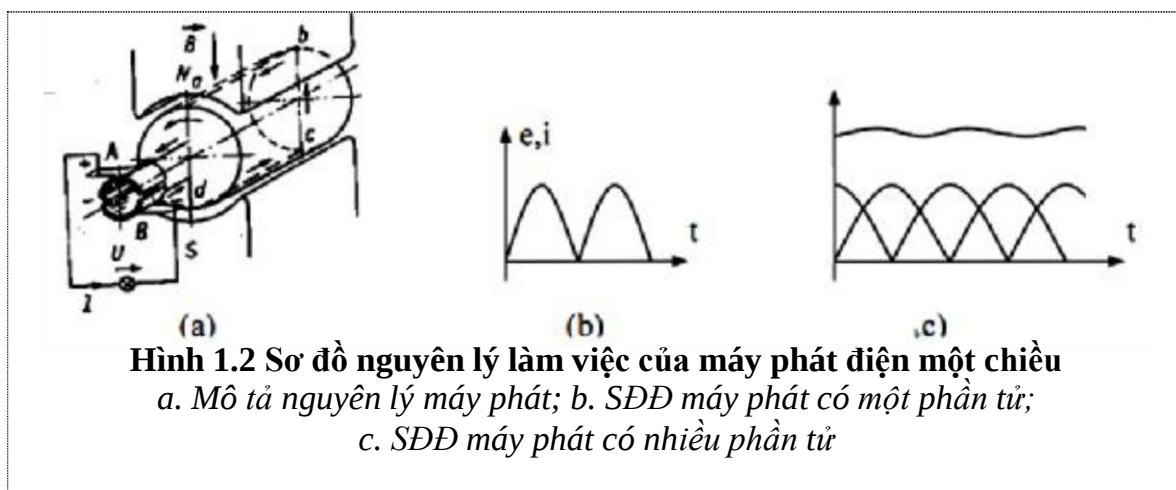
$$e = Blv \text{ trong đó} \quad (1-1)$$

B: Từ cảm nơi thanh dẫn quét qua (đơn vị: T)

l: Chiều dài dây dẫn nằm trong từ trường (m)

v: Tốc độ dài của thanh dẫn (m/s)

Chiều của suất điện động được xác định theo quy tắc bàn tay phải. Vậy theo hình 1.2a suất điện động của thanh dẫn ab nằm dưới cực từ N có chiều đi từ b đến a, còn của thanh dẫn cd nằm dưới cực S có chiều từ d đến c. Nếu nối hai chổi than A và B với tải thì suất điện động trong khung dây sẽ sinh ra trong mạch ngoài một dòng điện chạy từ chổi than A đến chổi than B.



Khi phần ứng quay được nửa vòng, vị trí của phần tử thay đổi, thanh dẫn ab ở cực S, thanh dẫn cd ở cực N, suất điện động trong thanh dẫn đổi chiều. Nhờ chổi than đứng yên, chổi A vẫn tiếp xúc với phiến góp trên, chổi B tiếp xúc với phiến góp dưới, nên dòng điện ở mạch ngoài không đổi. Nhờ cổ góp và chổi than, điện áp trên chổi và dòng điện qua tải là điện áp và dòng điện một chiều.

Nếu máy chỉ có một phần tử, điện áp điện cực máy phát như hình 1.2b. Để điện áp lớn và ít đập mạch (hình 1.2c). Dây quấn có nhiều phần tử và nhiều phiến đổi chiều.

1.2 Các định luật và đại lượng đặc trưng của dòng điện một chiều

1.2.1 Các định luật

a. Định luật Ôm cho đoạn mạch

- Nhánh có thuần điện trở:

Xét mạch thuần điện trở (hình 1.3), biểu thức tính dòng điện qua điện trở:

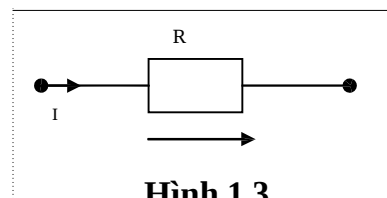
$$I = U / R \quad (1-2) \text{ trong đó}$$

U: tính bằng Volt (V)

I: Tính bằng Ampe (A)

R: Tính bằng Ohm (Ω)

Định luật: Cường độ dòng điện trong một đoạn mạch tỷ lệ thuận với hiệu điện thế và tỷ lệ nghịch với điện trở qua đoạn mạch đó.



Hình 1.3
Nhánh thuần trở

- Nhánh có sức điện động E và điện trở R :

Xét nhánh có E , R (hình 1.4).

Biểu thức tính điện áp

$$U: U = U_1 + U_2 + U_3 + U_4 = R_1 \cdot I - E_4 + R_2 \cdot I + E_2 = (R_1 + R_2) I - (E_4 - E_2)$$

$$\text{Vậy: } U = (R) I - E \quad (1-3)$$

Trong biểu thức (1-3) quy ước dấu như sau: Sức điện động E và dòng điện I có chiều trùng với chiều điện áp U sẽ lấy dấu dương, ngược chiều sẽ lấy dấu âm.

Biểu thức tính dòng điện:

$$I = \frac{U - E}{R} \quad (1-4)$$

Trong biểu thức (1-4) quy ước dấu như sau:

Sức điện động E và điện áp U có chiều trùng với chiều dòng điện sẽ lấy dấu dương, ngược lại sẽ lấy dấu âm.

b. Định luật Ôm cho toàn mạch

Cho mạch điện như hình 1.5 thì

$$I = \frac{E}{R_n + R_d + R_t} \quad (A) \quad (1-5)$$

Trong đó:

I : Cường độ dòng điện trong mạch (A)

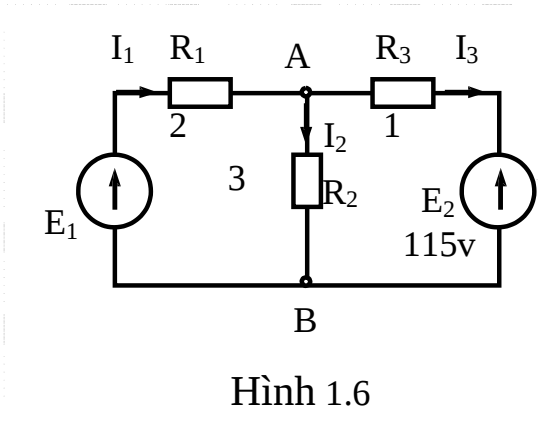
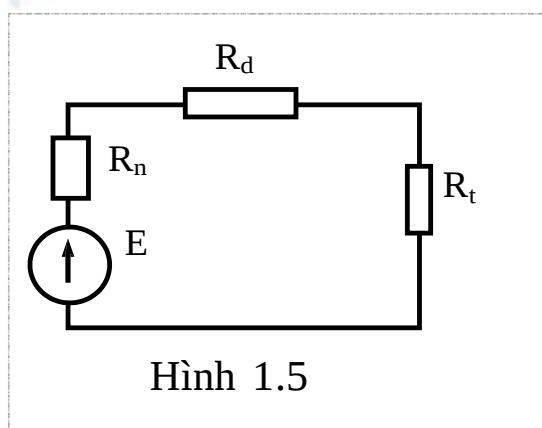
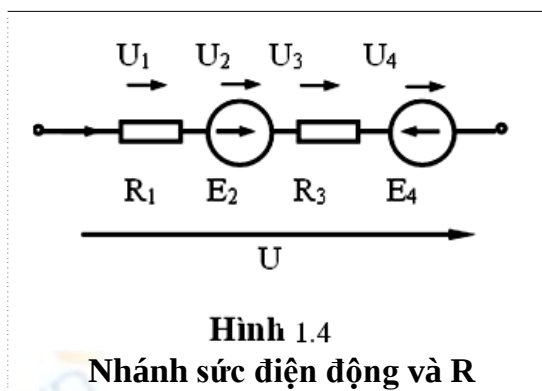
E : Sức điện động của nguồn điện (V)

R_n : Điện trở trong của nguồn ()

R_d : Điện trở dây dẫn ()

R_t : Điện trở phụ tải ()

$R_d + R_t$: Điện trở mạch ngoài ()



Định luật: Cường độ dòng điện trong mạch kín tỷ lệ thuận với sức điện động của nguồn điện và tỷ lệ nghịch với tổng trở toàn mạch.

VD: Cho mạch điện hình 1.6.

Biết $E_1 = 100$ V; $I_1 = 5$ A. Tính điện áp U_{AB} và dòng điện các nhánh I_2 , I_3 .

Lời giải

Tính điện áp U_{AB} :

$$U_{AB} = E_1 - R_1 I_1 = 100 - 2.5 = 90 \text{ V.}$$

Dòng điện I_2 : $I_2 = \frac{U_{AB}}{R_2} = \frac{90}{3} = 30 \text{ A.}$

Dòng điện I_3 :

$$I_3 = \frac{U_{AB}}{R_3} = \frac{90}{1} = 90 \text{ A.}$$

Dòng điện $I_3 = 0$, chiều thực của dòng điện I_3 ngược với chiều đã vẽ trên hình.

c. Định luật Kirchoff 1

Định luật này cho ta quan hệ giữa các dòng điện tại một nút, được phát biểu như sau:

Tổng đại số những dòng điện ở một nút bằng không.

Trong đó quy ước dòng điện đi tới nút lấy dấu dương, dòng điện rời khỏi nút lấy dấu âm.

(hình 1.7).

$$I_{\text{nút}} = 0 \quad (1-6)$$

Ở hình 1.7 thì: $I_1 + (-I_2) + (-I_3) = 0$

d. Định luật Kirchoff 2

Định luật này cho ta quan hệ giữa sức điện động, dòng điện và điện trở trong một mạch vòng khép kín, được phát biểu như sau:

Đi theo một mạch vòng khép kín theo một chiều tùy ý chọn, tổng đại số những sức điện động bằng tổng đại số các điện áp rơi (sụt áp) trên các điện trở của mạch vòng.

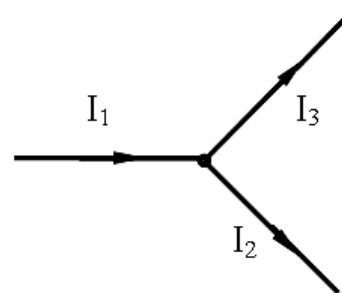
$$\sum RI = \sum E \quad (1-7)$$

Quy ước dấu: Các sức điện động, dòng điện có chiều trùng chiều mạch vòng lấy dấu dương, ngược lại lấy dấu âm.

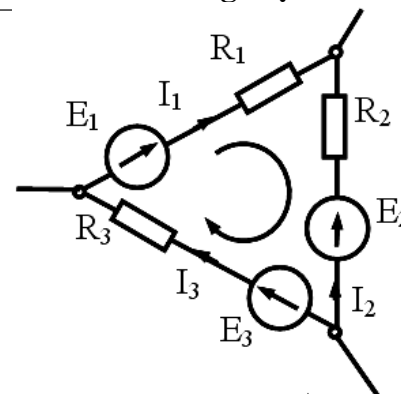
Ở mạch vòng hình 1.8:

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

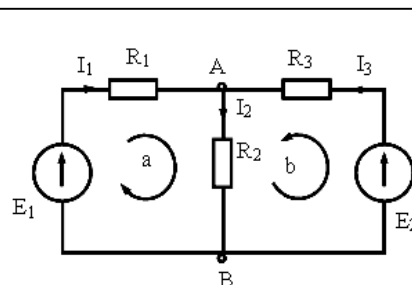
Ví dụ : Tính dòng điện I_3 và các sức điện động E_1, E_2 trong mạch điện hình 1.9, biết:



Hình 1.7: Dòng điện nút



Hình 1.8: Mạch vòng dòng điện



Hình 1.9: Mạch vòng

$$I_2 = 10A; I_1 = 4A; R_1 = 1 \ ; R_2 = 2 \ ; \\ R_3 = 5 \ .$$

Lời giải:

Áp dụng định luật Kirchoff 1 tại nút A có: $-I_1 + I_2 - I_3 = 0 \quad I_3 = I_2 - I_1 = 10 - 4 = 6A$

Áp dụng định luật Kirchoff 2 cho:

Mạch vòng a:

$$E_1 = R_1 I_1 + R_2 I_2 = 1.4 + 2.10 = 24V$$

Mạch vòng b:

$$E_2 = R_3 I_3 + R_2 I_2 = 5.6 + 2.10 = 50V$$

1.2.2 Các đại lượng đặc trưng

a. Dòng điện

Dòng điện i về trị số bằng tốc độ biến thiên của lượng điện tích q qua tiết diện ngang của vật dẫn:

$$i = dq/ds$$

Đơn vị: Ampe (A)

Người ta quy ước chiều của dòng điện chạy trong vật dẫn ngược chiều với chiều chuyển động của điện tử (hình 1.10)

b. Điện áp

Tại mỗi điểm trong một mạch điện có một điện thế. Hiệu điện thế giữa hai điểm gọi là điện áp U , đơn vị là Vôn (V)

Điện áp giữa hai điểm A và B hình 1.11 là:

$$U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B \quad (1-8)$$

Chiều điện áp quy ước là chiều từ điểm có điện thế cao đến điểm có điện thế thấp.

Điện áp giữa hai cực của nguồn điện khi hở mạch ngoài (dòng điện $I = 0$) được gọi là sức điện động E .

c. Công suất

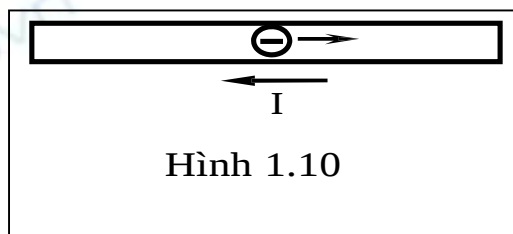
Công suất của nguồn sức điện động là:

$$P = E.I \quad (1-9)$$

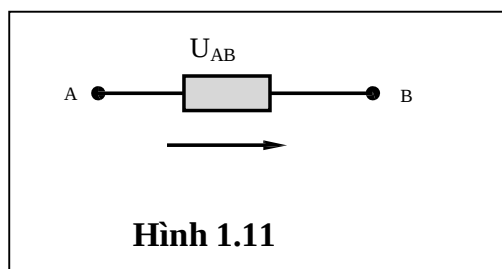
Công suất của mạch ngoài là:

$$P = U.I \quad (1-10)$$

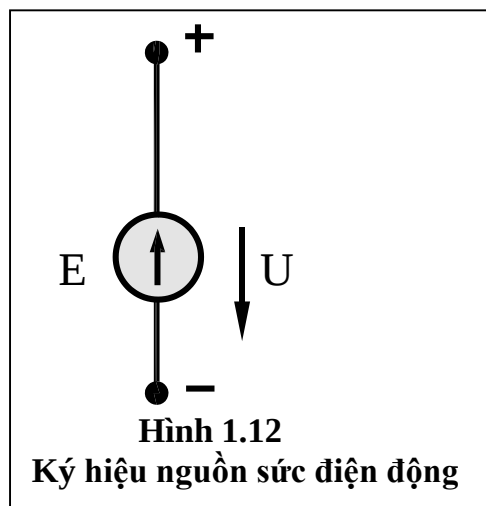
Đơn vị của công suất là oát (W).



Hình 1.10



Hình 1.11



Hình 1.12

Ký hiệu nguồn sức điện động

d. Sức điện động E

Sức điện động E là phần tử lý tưởng, có trị số bằng điện áp U đo được giữa hai cực của nguồn khi hở mạch ngoài.

Chiều của sức điện động quy ước từ điện thế thấp đến điện thế cao (cực âm tới cực dương) (Hình 1.12).

Chiều của điện áp quy ước từ điện thế cao đến điện thế thấp, do đó nếu chiều về như hình 1.12 thì:

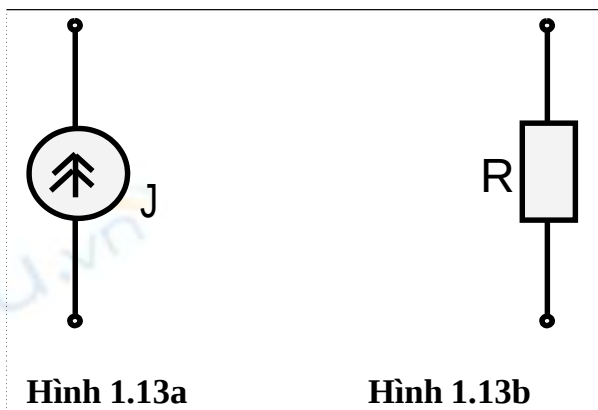
$$U = E \quad (1-11)$$

e. Nguồn dòng điện J

Nguồn dòng điện J là phần tử lý tưởng có trị số bằng dòng điện ngắn mạch giữa 2 cực của nguồn (Hình 1.13a).

f. Điện trở R

Điện trở R đặc trưng cho một vật dẫn về mặt cản trở dòng điện chạy qua. Về hiện tượng năng lượng, điện trở R đặc trưng cho tiêu tán, biến đổi điện năng tiêu thụ thành các dạng năng lượng khác như nhiệt năng, quang năng, ... (Hình 1.13b).



g. Điện cảm L

Cho qua cuộn dây L (hình 1.14) một dòng điện i , thì sẽ sinh ra từ thông móc vòng với cuộn dây là: $\psi = N \cdot \Phi$

Điện cảm L của cuộn dây được định nghĩa là:

$$L = \frac{\Psi}{i} = \frac{N\Phi}{i} \quad (1-12)$$

Đơn vị của điện cảm là H (Henry)

Nếu dòng điện i biến thiên theo thời

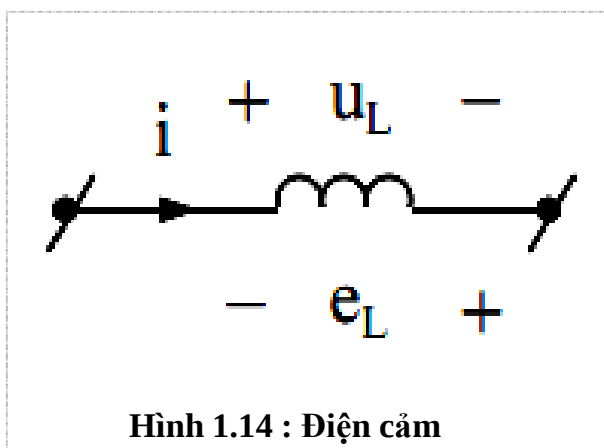
gian t và cuộn dây cảm ứng suất điện động tự cảm e_L khi $L = \text{const}$

$$e_L = -\frac{d\Psi}{dt} = -L \frac{di}{dt} \quad (1-13)$$

Điện áp rơi trên điện cảm:

$$u_L = -e_L = L \frac{di}{dt} \quad (1-14)$$

Công suất cuộn dây nhận:



$$p_L = u_L i = L i \frac{di}{dt}$$

Năng lượng từ trường tích lũy trong cuộn dây:

$$W_{tt} = \int_0^t p_L dt = \int_0^{i(t)} L i di \quad (1-15)$$

vậy:

$$W_{tt} = \frac{1}{2} L i^2. \quad (1-16)$$

h. Hồ cảm M:

Hiện tượng hồ cảm là hiện tượng suất hiện từ trường trong một cuộn dây do dòng điện biến thiên trong cuộn dây khác tạo nên (hình 1.15) là hai cuộn dây có liên hệ hồ cảm nhau.

Từ thông móc vòng qua cuộn dây 1 gồm hai thành phần

$$\Psi_1 = \Psi_{11} + \Psi_{12} \quad (1-17) \text{ trong đó:}$$

Ψ_{11} : từ thông móc vòng với cuộn dây 1 do chính dòng điện i_1 tạo nên.

Ψ_{12} : từ thông móc vòng với cuộn dây 1 do chính dòng điện i_2 tạo nên

Tương tự từ thông móc vòng với cuộn dây 2:

$$\Psi_2 = \Psi_{22} + \Psi_{21} \quad (1-18)$$

Ψ_{22} : từ thông móc vòng với cuộn dây 2 do chính dòng điện i_2 tạo nên,

Ψ_{21} : từ thông móc vòng với cuộn dây 2 do chính dòng điện i_1 tạo nên.

Trường hợp trong môi trường là tuyến tính ta có:

$$\Psi_{11} = L_1 i_1; \quad \Psi_{12} = \pm M_{12} i_2 \quad (1-19)$$

$$\Psi_{22} = L_2 i_2; \quad \Psi_{21} = \pm M_{21} i_1 \quad (1-20)$$

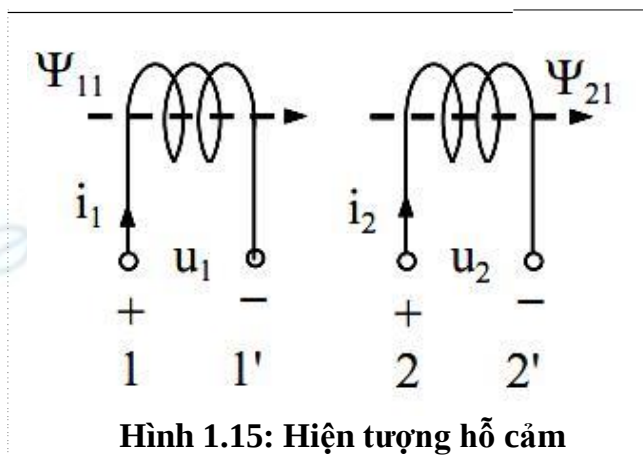
Với L_1, L_2 tương ứng là hệ số cảm của cuộn dây 1 và 2

$M_{12} = M_{21} = M$ là hệ số hồ cảm của hai cuộn dây

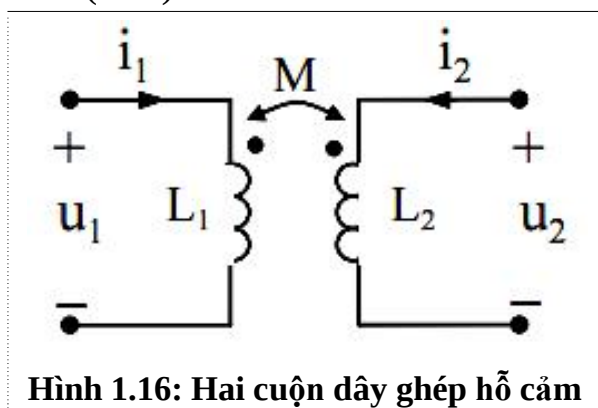
Thay 1-19 và 1-20 vào 1-17 và 1-18 ta được:

$$\Psi_1 = L_1 i_1 \pm M i_2 \quad (1-21)$$

$$\Psi_2 = L_2 i_2 \pm M i_1 \quad (1-22)$$



Hình 1.15: Hiện tượng hồ cảm



Hình 1.16: Hai cuộn dây ghép hồ cảm

Việc chọn dấu (+) hoặc dấu (-) trước M trong biểu thức trên phụ thuộc vào chiều dây cuộn các cuộn dây cũng như chiều i_1 và i_2 . Nếu cực tính của các u_1 và u_2 và chiều dương của i_1 và i_2 được chọn như hình 1-15 thì theo định luật cảm ứng điện từ Faraday ta có:

$$u_1 = \frac{d\Psi_1}{dt} = \frac{d\Psi_{11}}{dt} + \frac{d\Psi_{12}}{dt} = L_1 \frac{di_1}{dt} \pm M \frac{di_2}{dt} \quad (1-23)$$

$$u_2 = \frac{d\Psi_2}{dt} = \frac{d\Psi_{22}}{dt} + \frac{d\Psi_{21}}{dt} = L_2 \frac{di_2}{dt} \pm M \frac{di_1}{dt} \quad (1-24)$$

Cũng như điện cảm L, đơn vị của hồ cảm M là Henry (H). Ta thường ký hiệu hồ cảm giữa hai cuộn dây bằng chữ M và mũi tên hai chiều như hình 1-16 và dùng cách đánh dấu hai cực cùng tính của cuộn dây bằng dấu chấm. Để xác định dấu của phương trình 1-23 và 1-24. Nếu hai dòng i_1 và i_2 cùng đi vào (hoặc cùng đi ra) các cực tính đánh dấu ấy thì từ thông hồ cảm Ψ_{12} và tự cảm Ψ_{11} cùng chiều. Cực cùng tính phụ thuộc vào chiều quấn dây và các vị trí các cuộn dây.

Từ định luật Lentz, với quy ước đánh dấu các cực cùng tính như trên, có thể suy ra qui tắc sau để xác định dấu (+) hoặc (-) trước biểu thức $M \cdot di/dt$ của điện áp hồ cảm.

Nếu dòng điện i có chiều + đi vào đầu có dấu chấm trong một cuộn dây và điện áp có cực tính + ở đầu có dấu chấm trong cuộn dây kia thì điện áp hồ cảm là $M \cdot di/dt$, trường hợp ngược lại $- M \cdot di/dt$.

Ví dụ như hình 1-16 ta có:

$$u_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt}$$

$$u_2 = L_2 \frac{di_2}{dt} + M \frac{di_1}{dt}$$

Hình 1-17 ta có:

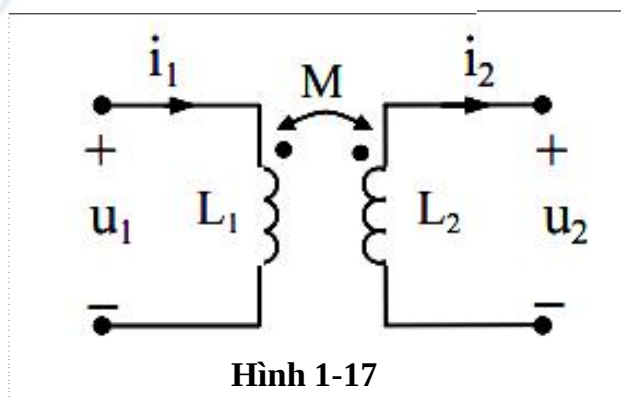
$$u_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} - M \frac{di_2}{dt}$$

$$u_2 = -L_2 \frac{di_2}{dt} + M \frac{di_1}{dt}$$

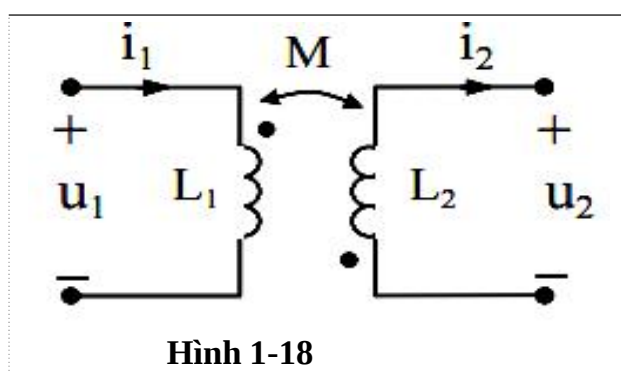
Hình 1-18 ta có:

$$u_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt}$$

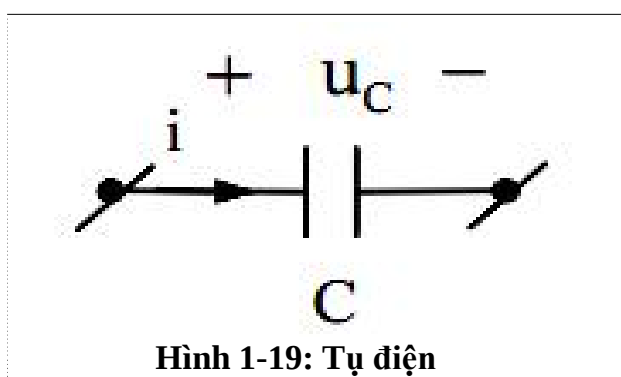
$$u_2 = -L_2 \frac{di_2}{dt} - M \frac{di_1}{dt}$$



Hình 1-17



Hình 1-18



Hình 1-19: Tự điện

i. Điện dung:

đặt một điện áp U_C lên tụ điện thì qua tụ sẽ có dòng dịch chuyển i và ở hai bản cực tụ điện tích lũy điện tích q (hình 1-19)

Điện dung C của tụ điện là:

$$C = \frac{q}{u_C} \quad (1-25)$$

Đơn vị của tụ điện là Fa ra (F)

Dòng điện i qua tụ là:

$$i = \frac{dq}{dt} = C \frac{du_C}{dt} \quad (1-26)$$

Từ 1-19 ta có điện áp rơi trên tụ điện có điện dung C là:

$$u_C = \frac{1}{C} \int_0^t i dt + u_C(0).$$

Ở thời điểm $t = 0$ mà $U_C(0) = 0$ ta có:

$$u_C = \frac{1}{C} \int_0^t i dt$$

Công suất trên tụ C là:

$$p_C = u_C i = C u_C \frac{du_C}{dt}$$

Năng lượng điện trường tích lũy trong tụ điện:

$$W_{dt} = \int_0^t p_C dt = \int_0^{u_C} C u_C du_C = \frac{1}{2} C u_C^2$$

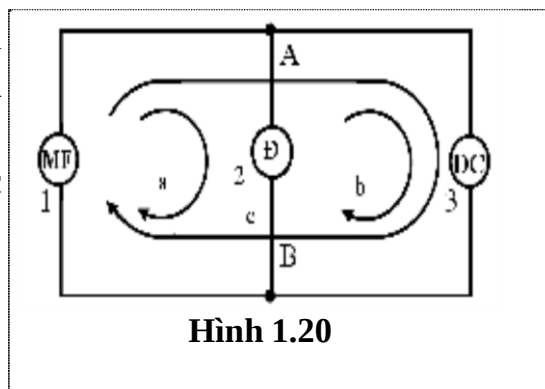
Vậy điện dung C đặc trưng cho hiện tượng tích lũy năng lượng điện trường trong tụ điện.

1.3 NHẬN DẠNG VÀ TÍNH TOÁN LẮP ĐẶT MẠCH ĐIỆN MỘT CHIỀU

1.3.1 Mạch điện

Mạch điện là tập hợp các thiết bị điện (nguồn, tải, dây dẫn) nối với nhau trong đó dòng điện có thể chạy qua (hình 1.20). Mạch điện phức tạp có nhiều nhánh, nhiều mạch vòng và nhiều nút.

- Nhánh: Nhánh là bộ phận của mạch điện gồm có các phần tử nối tiếp nhau trong đó có cùng dòng điện chạy qua.
- Nút: Nút là chỗ gặp nhau của các nhánh (từ 3 nhánh trở lên).
- Mạch vòng: Mạch vòng là lối đi khép kín qua các nhánh.
- Máy phát (MF) cung cấp điện cho đèn



Hình 1.20

(Đ) và động cơ điện (ĐC) gồm có 3 nhánh (1, 2, 3), 2 nút (A, B) và 3 mạch vòng (a, b, c).

1.3.2 Thiết lập mô hình mạch điện

Nguồn điện:

Sơ đồ thay thế của nguồn điện gồm sức điện động E nối tiếp với điện trở trong R_n (hình 1.21).

Khi giải mạch điện có các phần tử tranzito, nhiều khi nguồn điện có sơ đồ thay thế là nguồn dòng điện $J = E / R_n$ mắc song song với điện trở R_n (hình 1.22)

Sơ đồ thay thế:

Mô hình mạch điện là sơ đồ thay thế mạch điện mà trong đó quá trình năng lượng và kết cấu hình học giống như mạch điện thực, song các phần tử của mạch điện được thay thế bằng các thông số lý tưởng e, J, R, L, M, C .

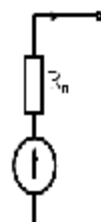
Các tải như động cơ điện một chiều, ác qui ở chế độ nạp điện được thay thế bằng sơ đồ gồm sức điện động E nối tiếp với điện trở trong R_n (hình 1.23), trong đó chiều E ngược chiều với I .

Các tải như bàn là, bếp điện, bóng đèn, ... được thay thế bằng điện trở R của chúng (hình 1.24).

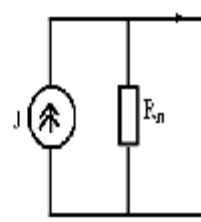
Ví dụ:

Thành lập sơ đồ thay thế mạch điện có mạch điện thực như hình 1-25. Để thành lập mô hình mạch điện đầu tiên ta liệt kê các hiện tượng xảy ra trong từng phần tử và thay thế chúng bằng các thông số lý tưởng rồi sau nối với nhau tùy theo kết cấu hình học của mạch.

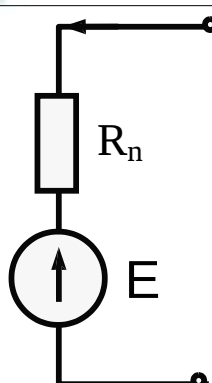
Hình 1-26 là sơ đồ thay thế của mạch hình 1-25 trong đó: nếu máy phát điện (MF) là máy phát điện được thay thế



Hình 1.21



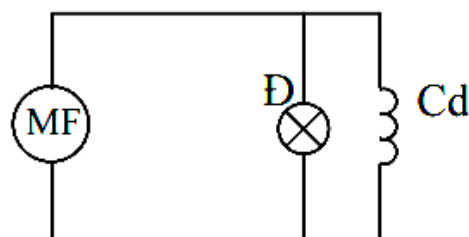
Hình 1.22



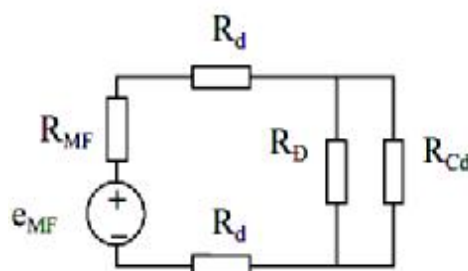
Hình 1. 23



Hình 1. 24



Hình 1-25



Hình 1-26

bằng e_{MF} nối tiếp với R_{MF} , đường dây được thay thế bằng R_d , bóng đèn Đ được thay thế bằng R_D , cuộn dây C_d được thay thế bằng R_{Cd} .

2. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

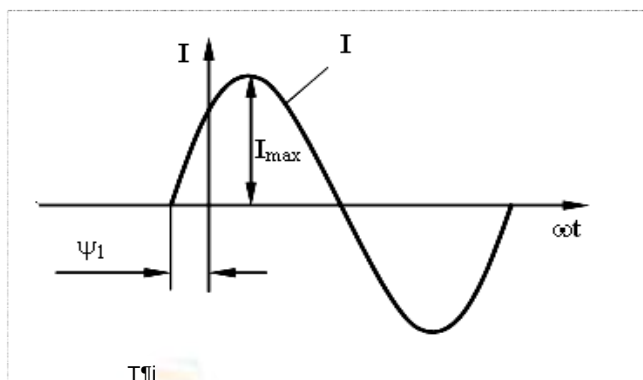
2.1. Khái niệm và nguyên lý sản sinh ra dòng điện xoay chiều

2.1.1 Khái niệm

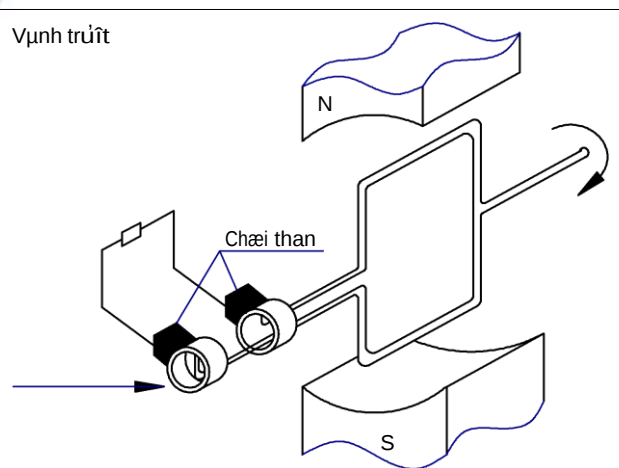
Dòng điện xoay chiều hình sin được sử dụng phổ biến trong sản xuất và đời sống xã hội, ...

2.1.2 Nguyên lý sản sinh ra dòng điện xoay chiều

Nguyên lý như ở hình 1.27 người ta tác dụng lực cơ học vào trục làm cho khung dây quay, cắt đường sức từ trường của nam châm NS, trong khung dây sẽ cảm ứng sức điện động xoay



Hình 1.27

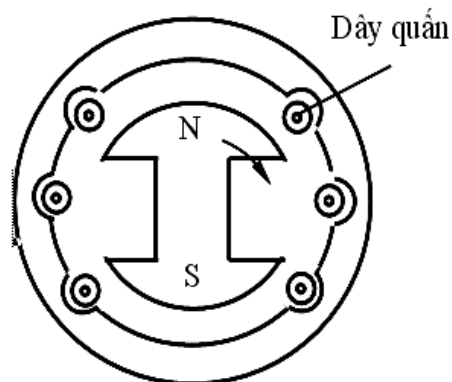


Hình 1.28
Nguyên lý sinh ra dòng điện
(Phản ứng, cuộn dây quay)

chiều hình sin.

Dòng điện cung cấp cho tải thông qua vòng trượt và chổi than (hình 1.28). Khi công suất điện lớn, cách lấy điện như vậy gặp nhiều khó khăn ở chỗ tiếp xúc giữa vành trượt và chổi than. Trong công nghiệp, máy phát điện xoay chiều được chế tạo như sau: Dây quấn đứng yên trong các rãnh của lõi thép là phần tĩnh và nam châm NS là phần quay.

Khi tác dụng lực cơ học vào trục làm nam châm NS quay,



Hình 1.29

Mô hình máy phát điện xoay chiều
(phần cảm, nam châm quay)

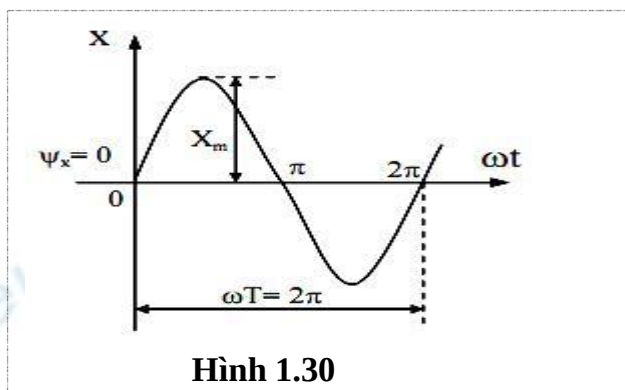
trong dây quấn ở phần tĩnh sẽ cảm ứng ra sức điện động xoay chiều hình sin. Dây quấn đứng yên nên việc lấy điện cung cấp cho tải rất an toàn và thuận lợi. Mô hình của máy phát điện xoay chiều được vẽ trên (hình 1.29)

2.2 Các đại lượng đặc trưng của dòng điện xoay chiều

Dòng điện xoay chiều hình sin là dòng điện có chiều và trị số biến đổi một cách tuần hoàn liên tục theo quy luật hình sin với thời gian, được biểu diễn dưới dạng tổng quát bằng đồ thị hình sin trên (hình 1.30)

$$i = I_{MAX} \sin(\omega t + \varphi_i) \quad (2-1)$$

2.2.1 Biên độ của đại lượng hình sin X_m : Giá trị cực đại của đại lượng hình sin, nó nói lên đại lượng hình sin đó lớn hay bé. Để phân biệt trị số tức thời, được ký hiệu bằng chữ in thường $x(i, u, \dots)$. Biên độ được ký hiệu bằng chữ in hoa $X_m(I_m, U_m, \dots)$



Hình 1.30

2.2.2 Góc pha ($\omega t + \varphi_x$)

Là xác định chiều và trị số của đại lượng hình sin ở thời điểm t nào đó

2.2.3 Pha ban đầu

Pha ban đầu φ_x : Xác định chiều và trị số của đại lượng hình sin ở thời điểm $t = 0$. (Hình 1.30) vẽ đại lượng hình sin với pha ban đầu bằng 0.

2.2.4 Chu kỳ T , tần số f , tần số góc ω

- Chu kỳ T là khoảng thời gian ngắn nhất để dòng điện lặp lại trị số và chiều biến thiên. Từ hình 2.4 ta có $T = 2\pi / \omega$. Vậy chu kỳ T là: $T = 2\pi / \omega$ (2-2)

- Tần số f là số chu kỳ của dòng điện trong một giây: $f = 1/T$ (2-3)

Đơn vị của tần số f là héc, ký hiệu là Hz. Tần số góc ω là tốc độ

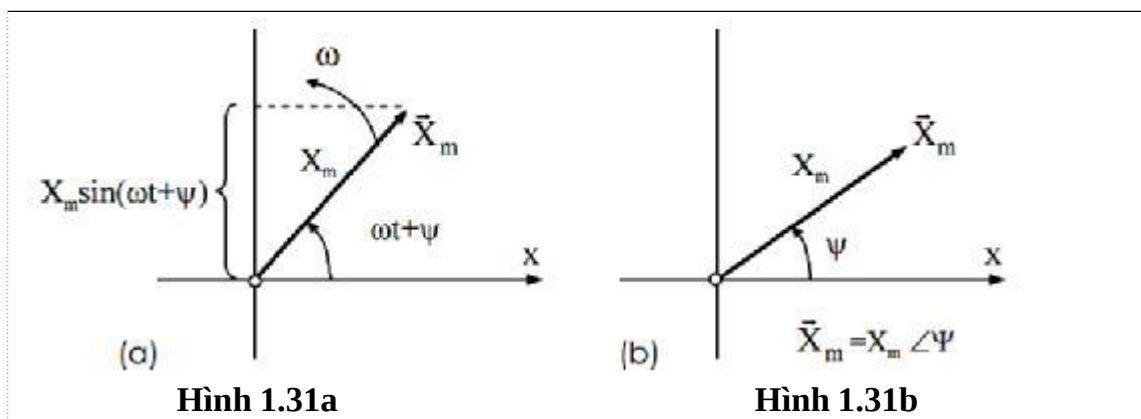
- Tần số góc ω (rad/s): Là tốc độ biến thiên của góc pha trong một giây.

$$\omega = 2\pi f \text{ (rad/s)} \quad (2-4)$$

Lưới điện công nghiệp của nước ta có tần số là $f = 50$ Hz.

Vậy chu kỳ $T = 0,02$ s và tần số góc $\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 50 = 100\pi$ (rad/s).

2.3 Biểu diễn các đại lượng xoay chiều bằng đồ thị vector



Hình 1.31a

Hình 1.31b

Đại lượng hình sin tổng quát $X_{(t)} = X_m \sin(\omega t + \varphi)$. Gồm 3 thông số biên độ X_m , tần số góc ω và pha ban đầu φ . Các thông số được trình bày trên (hình 1.31a) bằng véc tơ quay $\vec{X_m}$ có độ lớn X_m , hình thành góc pha $(\omega t + \varphi)$ với trục hoành, hình chiếu véc tơ trên trục tung cho ta trị số tức thời của đại lượng hình sin.

Véc tơ ở trên có thể biểu diễn bằng véc tơ đứng yên (tức là thời điểm $t = 0$) như (hình 1.31b)

Véc tơ này chỉ có hai thông số biên độ và pha ban đầu và được ký hiệu:

$$\vec{X_m} = X_m \quad (2-5)$$

Ký hiệu $\vec{X_m}$ chỉ rõ véc tơ tương ứng với đại lượng hình sin:

$X_{(t)} = X_m \sin(\omega t + \varphi)$ và ký hiệu X_m có nghĩa là véc tơ $\vec{X_m}$ có biên độ X_m và pha ban đầu φ . Vậy nếu cho trước thì đại lượng hình sin hoàn toàn xác định khi ta biết biên độ (hay trị số hiệu dụng X) và pha ban đầu. Như vậy đại lượng hình sin cũng có thể biểu diễn bằng đại lượng véc tơ có độ lớn bằng trị số hiệu dụng X và pha ban đầu φ , như $\vec{X} = X$.

2.4 Ý nghĩa hệ số công suất và cách nâng cao hệ số công suất

2.4.1 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 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 ra khái niệm công suất tác dụng P và công suất phản kháng Q .

a. 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, ...

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

Từ đồ thị vectơ ta có:

$$UR = RI = U \cos \varphi$$

Thay vào (2-6) ta được:

$$P = RI^2 = URI = UI \cos \varphi \quad (2-7)$$

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

b. 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 .

$$Q = X.I^2 = (XL - XC)I^2 \quad (2-8)$$

Từ đồ thị vector ta có: $UX = X.I = U.\sin$

Thay vào (2-8) ta được: $Q = X.I^2 = UXI = U.I.\sin$ (2-9)

Nhìn (2-8) thấy rõ công suất phản kháng gồm:

Công suất phản kháng của điện cảm QL: $QL = XLI^2$ (2-10)

Công suất phản kháng của điện dung QC: $QC = XCI^2$ (2-11)

c. Công suất biểu kiến S

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 được định nghĩa như sau:

$$S = U.I = \sqrt{Q^2 + P^2} \quad (2-12)$$

Biểu thức của P, Q có thể viết như sau:

$$P = U.I.\cos = S.\cos \quad (2-13)$$

$$Q = U.I.\sin = S.\sin \quad (2-14)$$

Từ 2 công thức này thấy rõ, cực đại của công suất tác dụng P (khi $\cos = 1$), cực đại của công suất phản kháng Q (khi $\sin = 1$)

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 P, Q, S được mô tả bằng một tam giác vuông (hình 1.32) trong đó S là cạnh huyền, còn P và Q là 2 cạnh góc vuông.

$$P = S\cos$$

$$Q = S\sin$$

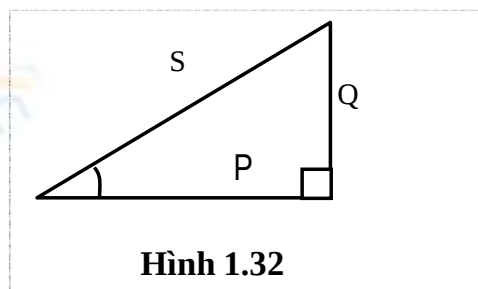
$$S = \sqrt{Q^2 + P^2}$$

P, Q, S có cùng thứ nguyên, song để phân biệt ta cho các đơn vị khác nhau:

Đơn vị của P: W, kW, MW

Đơn vị của Q: VAr, kVAr, MVar

Đơn vị của S: VA, kVA, MVA



Hình 1.32

2.4.2 Nâng cao hệ số công suất

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

Hệ số công suất phụ thuộc vào thông số của mạch điện. Trong nhánh R, L, C nói tiếp:

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

Hệ số công suất là chỉ tiêu kỹ thuật quan trọng, có ý nghĩa rất lớn về mặt kinh tế như sau:

- Nâng cao hệ số công suất sẽ tận dụng tốt công suất nguồn (máy phát