

MỤC LỤC.....	1
CHƯƠNG 1: MẠCH ĐIỆN	3
1. KHÁI NIỆM DÒNG ĐIỆN VÀ MẠCH ĐIỆN	3
1.1. Dòng điện:	3
1.2. Mạch điện:	3
2. CÁC ĐỊNH LUẬT CƠ BẢN VỀ MẠCH ĐIỆN	4
2.1. Định luật ôm.	5
2.2. Định luật Jun-Len xơ:.....	6
2.3. Định luật Kiéc khốp:	6
3. NGUỒN ĐIỆN.....	8
3.1. Khái niệm nguồn điện:	8
Bài tập.....	11
4. PHƯƠNG PHÁP GIẢI MẠCH ĐIỆN PHỨC TẠP	11
4.1. Phương pháp dòng điện nhánh.	11
4.2. Phương pháp dòng điện mạch vòng	13
4.3. Phương pháp điện áp hai nút (phương pháp điện thế nút)	14
4.4. Phương pháp xếp chồng	17
CHƯƠNG 2: TỪ TRƯỜNG – CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ	19
1.1. Khái niệm từ trường, đường cảm ứng từ.	19
1.2. Các đại lượng từ cơ bản.....	20
1.3. Từ trường của một số dây dẫn mang dòng điện	22
1.4. Lực tương tác:.....	23
2. MẠCH TỪ	24
2.1. Khái niệm về mạch từ.....	25
2.3. Tương quan B, H và đường cong từ hoá	26
2.3.3. Đường cong từ hoá:	28
3. CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ.....	28
3.1. Định luật cảm ứng điện từ:	28
3.2. Sức điện động cảm ứng	29
3.2.2. Sức điện động cảm ứng trong thanh dẫn chuyển động trong từ tr	30
3.2.8. Dòng điện xoáy:	34
CHƯƠNG 3: MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU	34
1. MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU MỘT PHA	34
1.1. Định nghĩa và nguyên lý tạo ra dòng điện hình sin.	35
1.2. Cách biểu diễn đại lượng xoay chiều hình sin.	37
1.3. Mạch điện thuần trở R.....	38
1.3.1. Sơ đồ mạch điện (R).....	38
1.4. Mạch điện thuần điện cảm.....	39
1.5. Mạch điện thuần điện dung C.....	39
1.6. Mạch R – L – C mắc nối tiếp	40
1.7. Mạch xoay chiều có (L-R-C) mắc song song.....	45
2. MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU BA PHA	48
2.1. Khái niệm dòng điện xoay chiều 3 pha.	48
2.2. Các đại lượng trong mạch điện xoay chiều ba pha.	51
2.4. Giải mạch điện xoay chiều ba pha đối xứng.	53

3.HỆ SỐ CÔNG SUẤT $\cos\phi$	54
3.1.Tầm quan trọng của việc điều chỉnh hệ số công suất trong việc truyền dẫn điện năng	54
3.2.Phương pháp nâng cao hệ số công suất.....	54
3.3.Một số biện pháp nâng cao hệ số $\cos\phi$	54

Chương 1: MẠCH ĐIỆN

1. KHÁI NIỆM DÒNG ĐIỆN VÀ MẠCH ĐIỆN

Mục tiêu bài học: Sau khi học xong bài này người học có khả năng:

- Trình bày được khái niệm về dòng điện, mạch điện. Hiểu được các đại lượng đặc trưng của quá trình năng lượng trong mạch điện.

- Hiểu và phân loại được dòng điện, phân tích được kết cấu về hình học trong mạch điện.

- Tập trung cao độ trong việc tiếp thu bài mới, tích cực học hỏi nghiên cứu, tự duy sáng tạo.

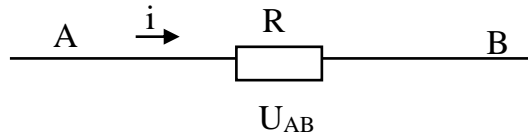
1.1. Dòng điện:

1.1.1. Định nghĩa:

- Dòng điện là dòng các điện tích chuyển dời có hướng, dưới tác dụng của điện trường.

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

$$i = \frac{dq}{dt}$$



Hình 1.1: Chiều dòng điện qui ước là chiều chuyển động của điện tích dương trong điện trường.

- Cường độ dòng điện: Là đại lượng đặc trưng cho độ lớn của dòng điện, ký hiệu (I). Vậy cường độ dòng điện bằng lượng điện tích (hay điện lượng) qua tiết diện thẳng của vật dẫn trong một đơn vị thời gian. $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ (A)

Đơn vị : amper, ký hiệu: A: $1\text{kA} = 10^3 \text{ A}$; $1\text{mA} = 10^{-3} \text{ A}$:

Amper là cường độ của dòng điện cứ mỗi giây có điện tích 1 culông qua tiết diện thẳng của vật dẫn.

1.1.2. Phân loại dòng điện :

- Dòng điện một chiều: Là dòng điện có chiều và trị số không đổi theo thời gian

- Dòng điện xoay chiều: Là dòng điện thay đổi về chiều và trị số theo thời gian, dòng điện xoay chiều thường là dòng điện biến đổi tuần hoàn (biến đổi chu kỳ).

- Dòng điện xoay chiều hình sin: Là dòng điện xoay chiều biến thiên theo qui luật hình sin theo thời gian.

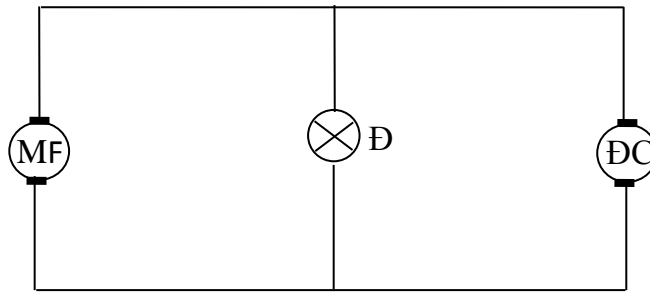
- Tại mỗi thời điểm t , dòng điện có một giá trị tương ứng gọi là trị số tức thời của dòng điện xoay chiều, ký hiệu (i)

Từ định nghĩa về dòng điện ta có : $i = \frac{dq}{dt}$

1.2. Mạch điện:

1.2.1. Định nghĩa.

Mạch điện là tập hợp các thiết bị điện nối với nhau bằng các dây dẫn tạo thành những vòng kín trong đó dòng điện có thể chạy qua.



Hình 1.2: Mạch điện và các phần tử của mạch điện

- Mạch điện thường gồm các loại phần tử sau
- Nguồn điện, phụ tải (tải), dây dẫn. Hình 1.2 là một ví dụ về mạch điện,

Trong đó : Nguồn điện là máy phát điện MF, tải gồm động cơ điện ĐC và bóng đèn Đ, các dây dẫn truyền tải điện năng từ nguồn đến tải.

1.2.2. Các phần tử của mạch điện :

- Nguồn điện: Nguồn điện là thiết bị tạo ra điện năng, về nguyên lý nguồn điện là thiết bị biến đổi các dạng năng lượng như cơ năng, hoá năng, nhiệt năng v.v... thành điện năng, ví dụ; Pin, ắc quy biến đổi hoá năng thành điện năng, máy phát điện biến đổi cơ năng thành điện năng, pin mặt trời biến đổi năng lượng bức xạ mặt trời thành điện năng v.v...

- Tải: Tải là các thiết bị tiêu thụ điện năng và biến đổi điện năng thành các dạng năng lượng khác như cơ năng, nhiệt năng, quang năng v.v... Ví dụ: động cơ điện tiêu thụ điện năng và biến đổi điện năng thành cơ năng, bàn là, bếp điện biến đổi điện năng thành nhiệt năng, bóng đèn biến đổi điện năng thành quang năng v.v...

1.2.3. Kết cấu hình học của mạch điện

- Nhánh: Nhánh là bộ phận của mạch điện gồm các phần tử nối tiếp trong đó có cùng dòng điện chạy qua. Trên hình 3-1 có 3 nhánh đánh số 1, 2, 3.

- Đỉnh: Đỉnh là chỗ gặp nhau từ ba nhánh trở lên. (hình 3-1) có hai đỉnh kí hiệu là A, B (đỉnh hay còn gọi là nút), ví dụ minh hoạ.

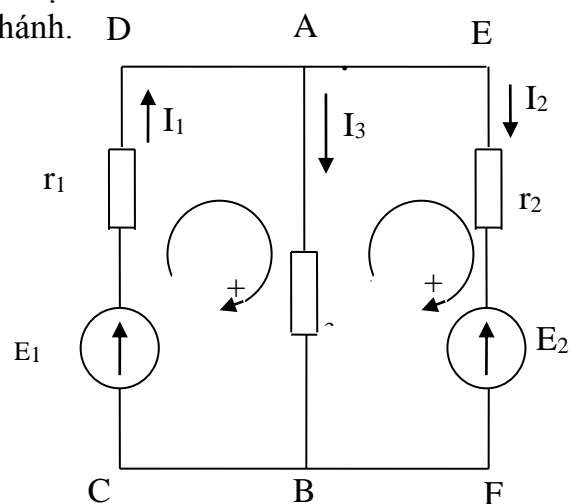
- Vòng : Vòng là lối đi khép kín qua các nhánh.

1.2.4. Bài tập:

Cho mạch điện như hình vẽ .

Hãy xác định số đỉnh (nút), nhánh và số vòng (mắc lưới)

Hình 1.3: Sơ đồ mạch điện



Giải: - Số đỉnh của mạch điện là : nút A,B

- Số nhánh của mạch điện : Nhánh $E_1 I_1 r_1$; nhánh $I_3 r_3$; nhánh $E_2 I_2 r_2$

- Số mắc lưới của mạch điện là: Mắt lưới ABCD; ABFE

2. CÁC ĐỊNH LUẬT CƠ BẢN VỀ MẠCH ĐIỆN

Mục tiêu bài học: Sau khi học xong bài này người học có khả năng:

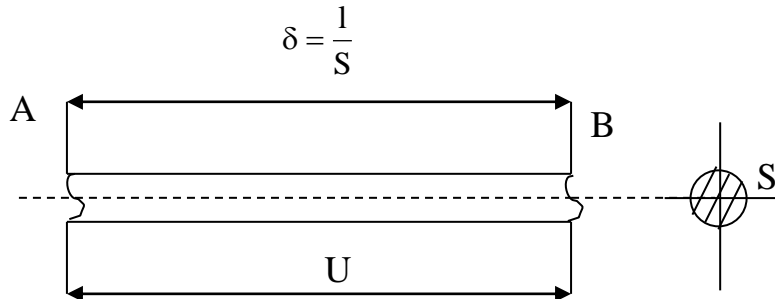
- Hiểu được định luật ôm- định luật Jun-Len xơ- định luật Kiéc khốp 1,2
- Vận dụng được các định luật vào các làm bài tập

- Tập trung cao độ trong việc tiếp thu bài mới, tích cực học hỏi nghiên cứu, tư duy sáng tạo.

2.1. Định luật ôm.

2.1.1. Định luật ôm cho một đoạn mạch

- Giả sử có đoạn mạch AB (Hình 2.1) dài l , tiết diện S , đặt vào điện áp U và có dòng điện I chạy qua tỉ số giữa dòng điện và tiết diện của dây dẫn gọi là mật độ dòng điện, ký hiệu: δ (đen ta)



Hình 2.1: Mô tả định luật ôm cho đoạn mạch

Như vậy, mật độ dòng điện là lượng điện tích qua một đơn vị tiết diện dây dẫn trong một đơn vị thời gian và do đó nó tỉ lệ với tốc độ trung bình của điện tích.

Cuối cùng, mật độ dòng điện tỉ lệ với cường độ điện trường. Hệ số tỉ lệ đặc trưng cho tính dẫn điện của vật dẫn gọi là điện dẫn suất của vật dẫn, ký hiệu: γ

$$\delta = \gamma \epsilon$$

Điện trường trong dây dẫn coi là đều, và cường độ điện trường là:

$$\epsilon = \frac{U}{l} \quad \text{Từ đó:} \quad \delta = \gamma \frac{U}{l} \quad \text{và} \quad I = \delta \cdot S = \frac{\gamma \cdot S}{l} U$$

Nghĩa là: Dòng điện trong mạch tỉ lệ với điện áp hai đầu đoạn mạch, hệ số tỉ lệ gọi là điện dẫn của mạch.

$$g = \frac{S}{l} \gamma \quad \text{Do đó} \quad I = g \cdot U$$

Trị số nghịch đảo của điện dẫn gọi là điện trở, ký hiệu: r

$$r = \frac{1}{g} = \frac{l}{\gamma S} = \rho \frac{l}{S} \quad \text{trong đó} \quad \rho = \frac{1}{\gamma}$$

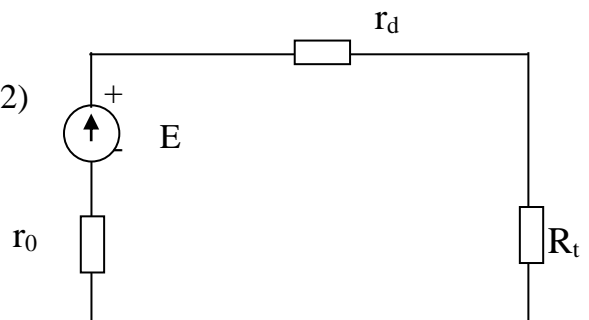
Được gọi là điện trở suất của vật liệu: Nghĩa là dòng điện trong mạch tỉ lệ với điện áp hai đầu đoạn mạch và tỷ lệ nghịch với điện trở đoạn mạch. Đó chính là định luật ôm áp dụng cho một đoạn mạch.

$$1\Omega = \frac{1V}{1A}$$

Ôm là điện trở của đoạn mạch khi đặt vào điện áp một vôn sẽ có dòng điện một ampe qua nó.

2.1.2. Định luật ôm cho toàn mạch

Giả sử mạch điện không phân nhánh (hình 2. 2)



Có nguồn sức điện động E , nội trở r_0 , cung cấp cho phụ tải với điện trở r_d qua một đường dây. Dòng điện trong mạch là I . Áp dụng định luật ôm cho từng đoạn mạch ta có:

- Điện áp đặt vào phụ tải $U = I.R_t$
- Điện áp đặt vào đường dây $U_d = I.r_d$
- Điện áp đặt vào nội trở $U_0 = I.r_0$

Rõ ràng S.đ.đ nguồn bằng tổng các điện áp trên từng đoạn mạch

$$E = U + U_0 + U_d = I(r + r_0 + r_d) = I \sum r$$

Vậy nghĩa là dòng điện trong mạch tỉ lệ thuận với s.đ.đ nguồn và tỉ lệ nghịch với điện trở toàn mạch. Đó là định luật ôm đối với toàn mạch.

2.2. Định luật Jun-Len xơ:

Nhiệt lượng toả ra trong một dây dẫn tỉ lệ với bình phương cường độ dòng điện, với điện trở của dây dẫn, với thời gian dòng điện qua dây dẫn. $Q = I^2 r.t$ (Jun):

2.3. Định luật Kiéc khốp:

2.3.1. Định luật Kiéc khốp 1. Định luật Kiéc khốp 1 phát biểu cho một đỉnh:

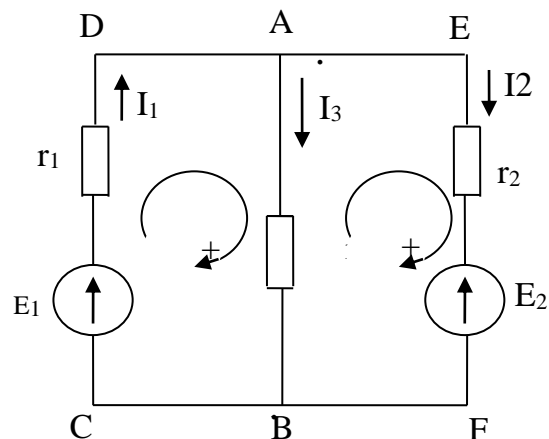
- Tổng đại số các dòng điện tại một đỉnh bằng không $\sum i = 0$
- Trong đó, nếu qui ước các dòng điện đi tới đỉnh mang dấu dương, thì các dòng điện rời khỏi đỉnh mang dấu âm, hoặc ngược lại.

Ví dụ Tại đỉnh A (hình 2.3) định luật Kiéc khốp 1 được viết:

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

Từ phương trình (1) ta có thể viết lại:

$$I_1 = I_2 + I_3$$



2.3.2. Định luật Kiéc khốp 2:

- Định luật Kiéc khốp 2 phát biểu cho mạch vòng kín.
- Đi theo một vòng kín với chiều tùy ý, tổng đại số các điện áp rơi trên các phần tử bằng không.

$$\sum u = 0$$

- Thay thế tổng điện áp trên các phần tử bằng tổng các sức điện động trong mạch vòng, ta được phương trình: $\sum u = \sum e$

- Định luật Kiéc khốp 2 được phát biểu như sau:

- Đi theo một vòng khép kín, theo một chiều tùy ý, tổng đại số các điện áp rơi trên các phần tử bằng tổng số các sức điện động trong vòng;

* Trong đó những sức điện động và dòng điện có chiều trùng với chiều đi vòng sẽ lấy dấu dương, ngược lại mang dấu âm.

Ví dụ : Vòng 1 ABDC ta có $E_1 = I_1 r_1 + I_3 r_3$

Vòng 2 AEFB ta có $-E_2 = I_2 r_2 - I_3 r_3$

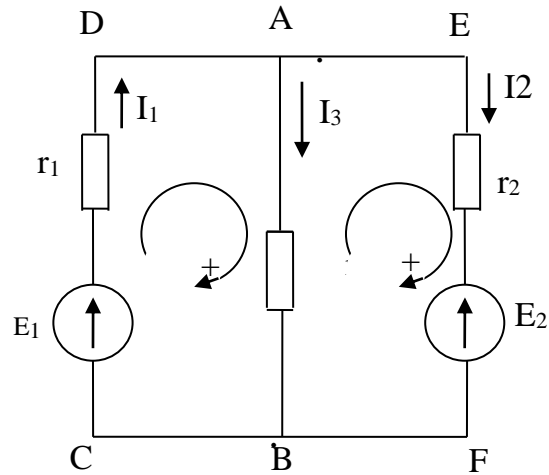
2.3.3. Bài tập:

Cho mạch điện như hình vẽ (2.4)

Biết $E_1 = 12V$; $E_2 = 9V$; $r_1 = 4\Omega$; $r_2 = 6\Omega$; $r_3 = 3\Omega$; Tính dòng điện trong các nhánh?

Giải bài tập gồm các bước sau

Hình 2.4: Sơ đồ mạch điện



Để giải bài toán trên ta thực hiện theo các bước sau;

Bước 1: Chọn chiều dòng điện trong các nhánh của mạch vòng.

Bước 2: Xác định số nhánh (m) và số nút (n)

Bước 3: Viết phương trình Kiết khớp (Kirchoff) k_1, k_2

$K_1: n-1$ phương trình

$K_2: m-(n-1)$ phương trình

Bước 4: Giải hệ phương trình ở trên.

Bước 5: Nhận xét kết quả (Sau khi tính toán nếu kết quả ra số âm ta đổi chiều dòng điện lại)

Bài giải: Từ sơ đồ mạch điện trên

- Chọn chiều dòng điện như hình (2.4)
- Số nhánh trong mạch ($m = 3$) số nút ($n = 2$)
- Viết phương trình theo k_1 và k_2 ,
- + Theo $k_1: (n-1) = 2-1 = 1$: pt

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

- + Theo $k_2: m-(n-1) = 3-(2-1) = 2$: pt

Vòng 1 ABDC ta có: $E_1 = I_1 r_1 + I_3 r_3$ (2)

Vòng 2 AEFB ta có: $-E_2 = I_2 r_2 - I_3 r_3$ (3)

- Giải hệ phương trình

$$\begin{cases} I_1 - I_2 - I_3 = 0 & (1) \\ E_1 = I_1 r_1 + I_3 r_3 & (2) \\ -E_2 = I_2 r_2 - I_3 r_3 & (3) \end{cases}$$

Từ phương trình (2,3) ta có:

$$I_1 = \frac{E_1 - I_3 R_3}{R_1}; \quad I_2 = \frac{-E_2 + I_3 R_3}{R_2} \text{ thay vào phương trình (1)}$$

$$\frac{12 - 3I_3}{4} - \frac{(-9 + 3I_3)}{6} - I_3 = 0 \rightarrow I_3 = \frac{54}{27} = 2A$$

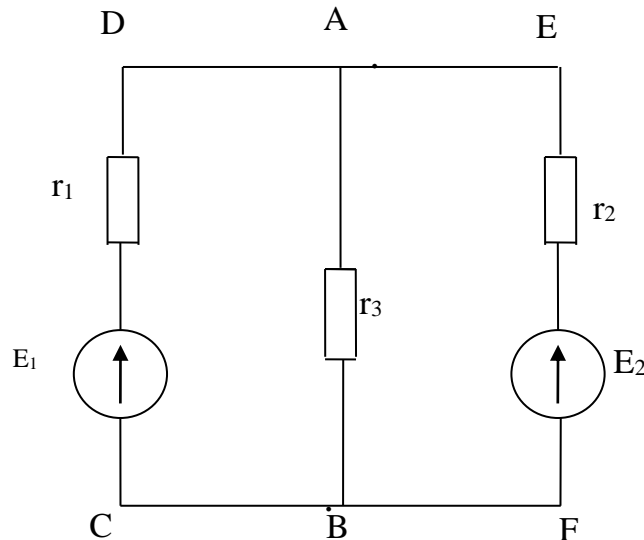
$$\begin{cases} I_3 = 2A \\ I_1 = \frac{12 - 3 \cdot 2}{4} = \frac{3}{2} A \\ I_2 = \frac{-9 + 3 \cdot 2}{6} = -\frac{1}{2} A \end{cases}$$

Đối với dòng I_2 kết quả tính toán ra số âm vậy ta phải chọn chiều dòng điện ngược lại so với ban đầu

Bài tập 2: Áp dụng cho mạch điện như sơ đồ hình vẽ

Biết $E_1 = 125V$;

$E_2 = 90V$; $r_1 = 3\Omega$; $r_2 = 2\Omega$; $r_3 = 4\Omega$; Tính dòng điện trong các nhánh?



Đáp số: $\frac{E_1 - I_3 R_3}{R_1} + \frac{E_2 - I_3 R_3}{R_2} - I_3 = 0$; $I_3 = 10A$; $I_1 = 15A$; $I_2 = -5A$

Vậy chiều thực của I_2 là chiều ngược lại so với chiều đã chọn.

3. NGUỒN ĐIỆN.

Mục tiêu bài học: Sau khi học xong bài này người học có khả năng:

- Trình bày được khái niệm về nguồn điện, phân loại các nguồn điện.
- Hiểu được nguyên tắc tạo ra các nguồn điện, vận dụng những kiến thức đã học vào thực tế.
- Tập trung tiếp thu bài mới, tích cực học hỏi nghiên cứu, tư duy sáng tạo.

3.1. Khái niệm nguồn điện:

3.1.1. Khái niệm:

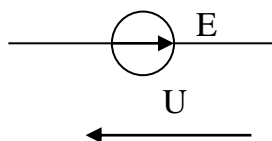
Nguồn điện là thiết bị tạo ra điện năng. Về nguyên lý, nguồn điện là thiết bị biến đổi các dạng năng lượng như cơ năng, hoá năng, nhiệt năng v.v... thành điện năng, Ví dụ : Pin, ắc quy biến đổi hoá năng thành điện năng, máy phát điện biến đổi cơ năng thành điện năng, pin mặt trời biến đổi năng lượng bức xạ mặt trời thành điện năng v.v...

3.1.2. Phân loại nguồn điện:

a) Nguồn điện áp U

Nguồn điện áp đặc trưng cho khả năng tạo nên và duy trì một điện áp trên hai cực của nguồn không phụ thuộc vào dòng điện qua nguồn.

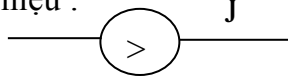
Nguồn điện áp được ký hiệu :



b) Nguồn dòng điện j

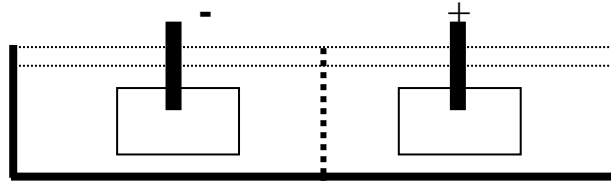
Nguồn dòng điện $j(t)$ đặc trưng cho khả năng của nguồn điện tạo nên và duy trì một dòng điện cung cấp cho một nhánh, không phụ thuộc điện áp trên nhánh đó.

Nguồn điện dòng được ký hiệu :



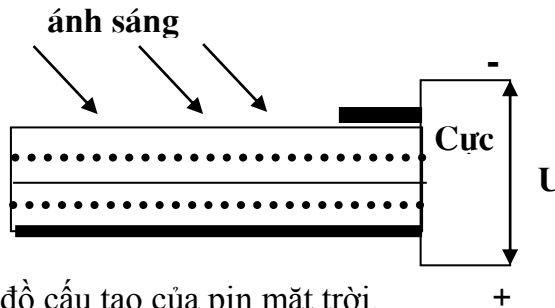
3.2. Nguồn điện một chiều:

a) **Nguồn pin, ắc quy:** Là thiết bị biến đổi năng lượng hoá học thành năng lượng điện.



Hình 3.1: Sơ đồ cấu tạo của pin

Pin mặt trời. Làm việc dựa vào hiệu ứng quang điện biến đổi trực tiếp quang năng thành điện năng. Dưới tác dụng của ánh sáng hình thành sự phân bố điện tích khác nhau ở lớp tiếp xúc giữa 2 chất bán dẫn khác nhau sẽ tạo ra điện áp giữa 2 cực.



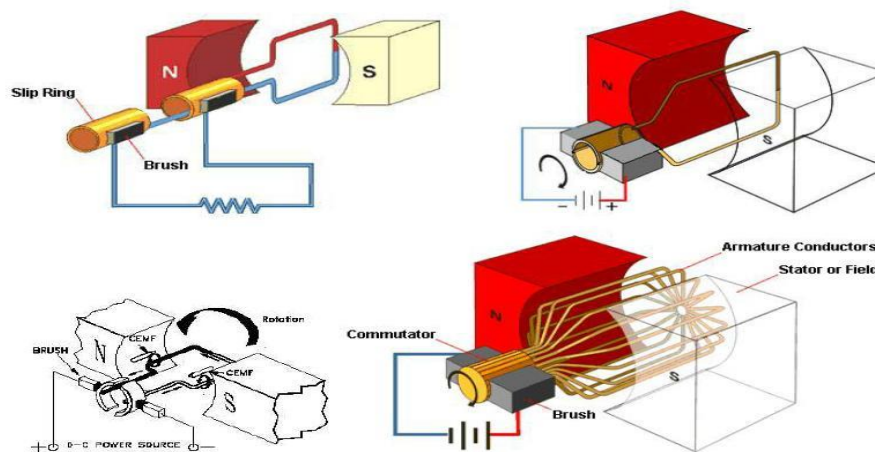
Hình 3.2: Sơ đồ cấu tạo của pin mặt trời.

b) Máy phát một chiều:

- Máy phát điện một chiều là thiết bị tạo ra nguồn điện một chiều cho các động cơ điện một chiều, làm nguồn điện một chiều kích thích từ trong máy điện đồng bộ, ngoài ra trong công nghiệp điện hoá học như luyện đồng, nhôm, mạ điện ... cũng cần có nguồn điện một chiều áp thấp.

- Nguyên lý hoạt động: Khi động cơ sơ cấp quay phần ứng, các thanh dẫn của dây quấn phần ứng cắt từ trường của cực từ, cảm ứng các sức điện động. Chiều s.d.đ xác định theo qui tắc bàn tay phải. Nhờ có chổi điện đứng yên nên chiều dòng điện ở mạch ngoài không đổi. Ta có máy điện một chiều. Phương trình điện áp:

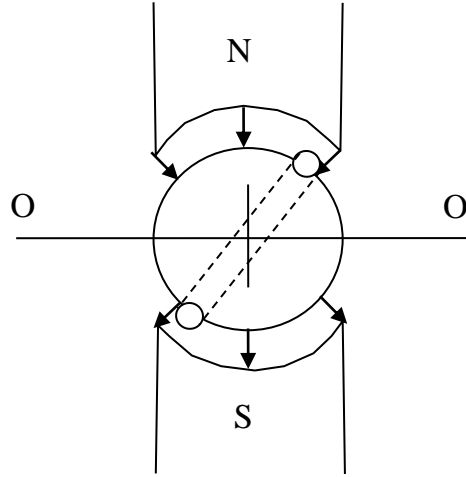
$$U = E_{tr} - R_{tr} I_{tr}$$



Hình 3.3: Sơ đồ cấu tạo của máy phát điện một chiều.

3.3. Nguồn điện xoay chiều:

- Nguồn điện xoay chiều: Sức điện động xoay chiều hình sin được tạo ra trong máy phát điện xoay chiều một pha và ba pha. Về nguyên tắc, máy phát điện xoay chiều một pha gồm có một hệ thống cực từ (phần cảm) đứng yên, gọi là phần tĩnh hay Stato và một bộ dây (phần ứng) đặt trên lõi thép chuyển động quay cắt từ trường của các cực, gọi là phần quay hay rôto.



- Về nguyên tắc máy phát điện xoay chiều một pha đơn giản nhất, phần cảm có hai cực từ N – S, còn phần ứng gồm một khung dây. Hệ thống cực từ được chế tạo sao cho từ số từ cảm B của nó phân bố theo qui luật hình sin trên mặt cực giữa khe hở rôto – Stato (gọi là khe hở không khí), nghĩa là khi khung dây ở vị trí bất kỳ trong khe hở, từ cảm ở vị trí đó có giá trị :

$$B = B_m \sin \alpha$$

- Trong đó: B_m là trị cực đại của từ cảm, α là góc giữa mặt phẳng trung tính oo' và mặt phẳng khung dây. Khi máy phát điện làm việc, rôto mang khung dây với tốc độ góc ω (rad/sec), mỗi cạnh khung dây nằm trên mặt rôto sẽ quay với vận tốc v theo phương vuông góc với đường sức và cảm ứng ra một sức điện động $e_{\bar{n}} = Blv$

- Giả sử tại thời điểm ban đầu ($t = 0$), khung dây nằm trên mặt phẳng trung tính, thì tại thời điểm t , khung dây ở vị trí:

$$\alpha = \omega t$$

Do đó: $B = B_m \sin \alpha = B_m \sin \omega t$ Thay vào biểu thức sức điện động $e_{\bar{n}}$:

$$e_{\bar{n}} = Blv = B_m lv \sin \omega t$$

- Vì khung dây có hai cạnh nằm trên mặt rôto có hai sức điện động cảm ứng cùng chiều trong mạch vòng (nếu ta áp dụng qui tắc xác định chiều sđđ cảm ứng theo qui tắc bàn tay phải đối với khung dây) nên mỗi vòng của khung dây có sđđ :

$$e_v = 2e_{\bar{n}} = 2B_m lv \sin \omega t$$

Nếu khung dây có w vòng thì sđđ của cả khung sẽ là:

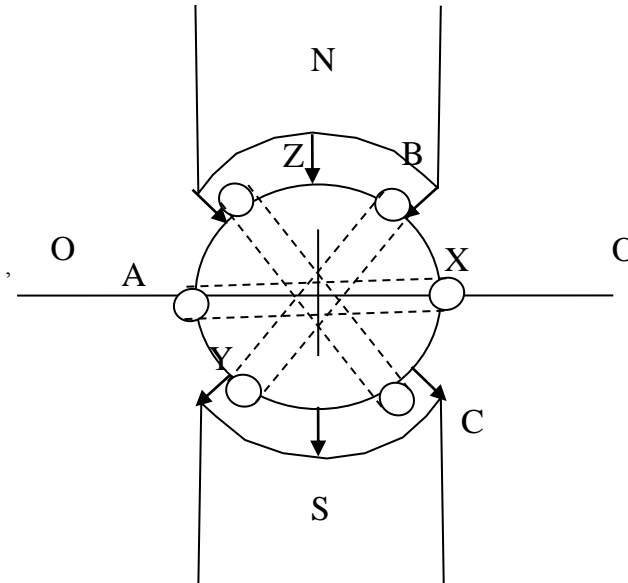
$$e_v = 2we_v = 2wB_m lv \sin \omega t$$

Ở đây $E_m = 2B_m l.v.w$ là biên độ của sđđ. Như vậy ở hai đầu khung dây ta lấy được sđđ biến thiên theo qui luật hình sin đối với thời gian.

- Tốc độ rôto thường được biểu thị bằng số n (vòng/phút). Ở máy có hai cực, tức máy có một đôi cực, khi rôto quay hết một vòng, sđđ thực hiện một chu kỳ. Ở máy có $2p$ cực, tức máy có P đôi cực (p là số đôi cực), khi rôto quay hết một vòng, khung dây sẽ lần lượt cắt qua P đôi cực, do đó sẽ thực hiện được P chu kỳ. Trong một phút (hay

60 giây rôto quay được n vòng, sđđ sẽ thực hiện được pn chu kỳ. Như vậy, tần số của sđđ là:

- Về nguyên tắc, máy phát điện ba pha gồm phần ứng là hệ thống ba cuộn dây cấu tạo giống nhau, đặt trên các rãnh của lõi thép rô tor, lệch nhau trong không gian 120° , gọi là cuộn dây pha. Đầu các cuộn dây được ký hiệu bằng các chữ cái A, B, C còn cuối các cuộn dây bằng các chữ cái X, Y, Z.



- Phần cảm là hai cực từ N-S đặt ở stator các cực từ được chế tạo sao cho từ thông phân bố dọc theo khe hở không khí theo qui luật sin.

- Khi rôto quay, các cuộn dây lần lượt cắt qua các đường sức của các cực từ. Làm xuất hiện sức điện động cảm ứng trong mỗi cuộn. Các sức điện động này lệch một phần ba chu kỳ, nên sđđ của chúng bằng nhau. Gọi các sức điện động đó là e_A, e_B, e_C :

$$\text{Ta có } e_A = E_m \sin \omega t; e_B = E_m \sin(\omega t - 120^\circ); e_C = E_m \sin(\omega t - 240^\circ)$$

Bài tập

Ví dụ 3-1: Máy phát điện tuabin hơi có $2p=2$ (một đôi cực) rôto có tốc độ $n = 3000$ vòng /phút. Tìm tần số sức điện động.

Giải: Ở đây $2p = 2$ nên $p = 1$

$$\text{Áp dụng công thức (3-4). } f = \frac{pn}{60} = \frac{1.3000}{60} = 50\text{Hz}$$

Ví dụ 3-2: Máy phát điện tuabin hơi nước có rôto có tốc độ $n = 750$ vòng /phút. Tần số dòng điện $f = 50$ Hz. Tìm số cực.

$$\text{Giải: Từ (3-4) suy ra : } p = \frac{60f}{n} = \frac{60.50}{750} = 4 \text{ Vậy có 4 đôi cực từ hay 8 cực.}$$

4. PHƯƠNG PHÁP GIẢI MẠCH ĐIỆN PHỨC TẠP

Mục tiêu bài học: Sau khi học xong bài này người học có khả năng:

- Trình bày được các phương pháp và trình tự giải mạch điện một chiều phức tạp.

- Áp dụng phương pháp dòng điện nhánh, dòng điện vòng, điện áp hai nút xếp chồng, giải được các bài toán trong mạch điện 1 chiều phức tạp.

- Tập trung tiếp thu bài mới, tích cực học hỏi nghiên cứu, tư duy sáng tạo.

4.1. Phương pháp dòng điện nhánh.

- Phương pháp dòng điện nhánh dựa vào hai định luật kết chộp 1.2 để viết các phương trình . Ấn số của hệ phương trình là dòng điện các nhánh.

- Trình tự các bước thực giải bài toán theo phương pháp dòng điện nhánh

Bước1: Chọn chiều dòng điện trong các nhánh của mạch vòng.

Bước2: Xác định số nhánh (m) và số nút (n)

Bước 3: Viết phương trình Kiết khớp (Kirchoff) k_1, k_2 .

K1: $n-1$ phương trình.

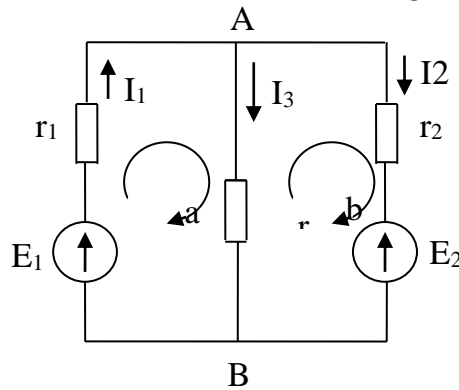
K2: $m-(n-1)$ phương trình.

Bước 4: Giải hệ phương trình ở trên.

Bước 5: Nhận xét kết quả (Sau khi tính toán nếu kết quả ra số âm ta đổi chiều dòng điện lại)

Vi dụ 1: Cho mạch điện nhý (hv). Với : $E_1 = 24V$

$E_2 = 18V; r_1 = 4\Omega ; r_2 = 6\Omega ; R_3 = 3\Omega$. Tính dòng điện qua các nhánh



Bài giải: Từ sơ đồ mạch điện trên

Bước1: Chọn chiều dòng điện I_1, I_2, I_3 như hình vẽ.

Bước2: Số nhánh trong mạch ($m=3$) số nút ($n=2$)

Bước3: Viết phương trình theo k_1 và k_2 ,

+ Theo k_1 : $(n-1) = 2-1 = 1$: pt

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

+ Theo k_2 : $m-(n-1) = 3-(2-1) = 2$: pt

Vòng1 ABDC ta có: $E_1 = I_1 r_1 + I_3 R_3$ (2)

Vòng 2 AEFB ta có: $-E_2 = I_2 r_2 - I_3 R_3$ (3)

Bước4: Giải hệ phương trình

$$\begin{cases} I_1 - I_2 - I_3 = 0 \quad (1) \\ E_1 = I_1 r_1 + I_3 R_3 \quad (2) \\ -E_2 = I_2 r_2 - I_3 R_3 \quad (3) \end{cases}$$

Từ phương trình (2, 3) ta có:

$$I_1 = \frac{E_2 - I_3 R_3}{R_1}; \quad I_2 = \frac{-E_2 + I_3 R_3}{R_2} \quad \text{thay vào phương trình (1)}$$

$$\frac{24 - 3I_3}{4} - \frac{(-18 + 3I_3)}{6} - I_3 = 0 \rightarrow I_3 = \frac{108}{27} = 4A$$

$$\begin{cases} I_3 = 4A \\ I_1 = \frac{24 - 3 \cdot 4}{4} = 3A \quad ; \quad I_2 = \frac{-18 + 3 \cdot 4}{6} = -1A \end{cases}$$

Bước5: Đối với dòng I₂ kết quả I₂ tính toán ra số âm vậy ta phải chọn chiều dòng điện ngược lại so với chiều đã chọn.

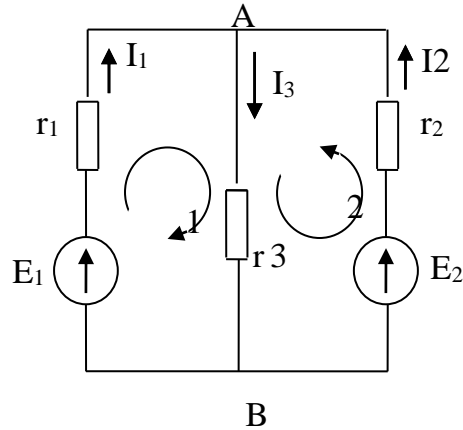
Bài tập áp dụng: Áp dụng phương pháp dòng điện nhánh. Tính dòng điện trong các nhánh của mạch điện sau:

Biết E₁=10V, E₂= 5V

R₁= 47Ω, R₂=22Ω,

R₃=82Ω,

Tính I₁, I₂, I₃=?



Hướng dẫn:

$$\begin{cases} I_1 + I_2 - I_3 = 0 & (1) \\ E_1 = I_1 r_1 + I_3 r_3 & (2) \\ E_2 = I_2 r_2 - I_3 r_3 & (3) \end{cases}$$

Từ (2;3) ta có
$$\frac{E_1 - R_3 \cdot I_3}{R_1} + \frac{E_2 - R_3 \cdot I_3}{R_2} - I_3 = 0$$

I₃= 68mA ; I₁= 94mA; I₂= -26mA; vậy chiều dòng điện I₂ phải ngược lại với ta chọn ở trên.

4.2. Phương pháp dòng điện mạch vòng

Trình tự các bước thực giải bài toán theo phương pháp dòng điện mạch vòng.

Bước1: Xác định (m- n+1) mạch vòng, tùy ý chọn chiều dòng điện mạch vòng.

Bước 2 : Viết phương trình Kiết khớp 2 cho mỗi mạch vòng.

Bước 3 Giải hệ phương trình xác định dòng điện trong các vòng.

Bước 4 Xác định dòng điện trong các nhánh, dòng điện mỗi nhánh bằng tổng đại số dòng điện mạch vòng chạy qua nhánh ấy.

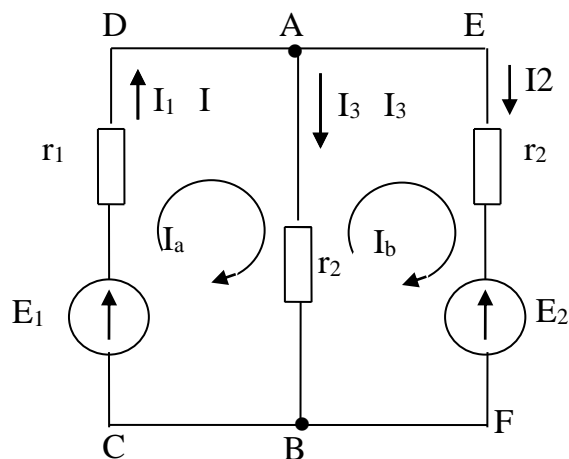
Ví dụ: Cho mạch điện nhý hình vẽ

Biết E₁=20V, E₂= 10V

R₁= 47Ω, R₂=22Ω,

R₃=82Ω,

Tính I₁, I₂, I₃=?



Bài giải: Từ sơ đồ mạch điện trên

Bước1: Xác định (m- n+1)=(3- 2+1) = 2 mạch vòng.

Bước 2 : Viết phương trình Kiết khớp 2 cho mỗi mạch vòng.

Mạch vòng DABC.

$$\begin{cases} (47 + 82)I_a - 82I_b = 20 \\ 129I_a - 82I_b = 20 \end{cases} \quad 129I_a - 82I_b = 20 \quad (1)$$

Mạch vòng AEFB $-82I_a + (82 + 22)I_b = -10 \rightarrow -82I_a + 104I_b = -10 \quad (2)$
 $-82I_a + 104I_b = -10$

Bước 3 Giải hệ phương trình xác định dòng điện trong các vòng

Từ (1) $I_a = \frac{20 + 82I_b}{129}$ thay vào (2) $\rightarrow 82 \cdot (\frac{20 + 82I_b}{129}) - 104I_b = -10$
 $\rightarrow I_b = \frac{350}{6692} = 0,0523A; \quad I_a = \frac{20 + 82 \cdot 0,0523}{129} = 0,188A$

Bước 4 Xác định dòng điện trong các nhánh,

$$I_a = I_1 = 0,188A; \quad I_b = I_2 = 0,0523A; \quad I_3 = I_a - I_b = 0,1357A;$$

Bài tập áp dụng: Cho sơ đồ mạch điện như hình vẽ áp dụng phương pháp dòng điện mạch vòng để thực hiện giải bài toán.

- Biết: $E_1=10V, E_2=5V, R_1=47\Omega, R_2=22\Omega, R_3=82\Omega.$

- Tìm dòng điện trong các nhánh, $I_1, I_2, I_3 = ?$

- Hướng dẫn:

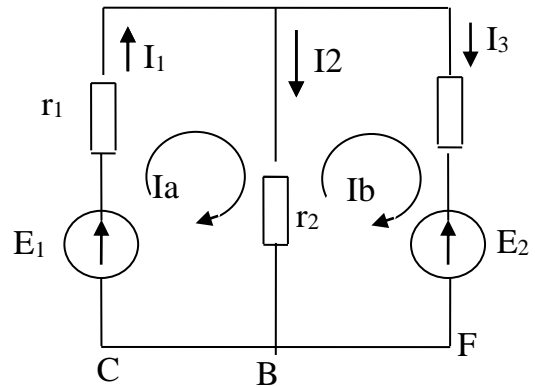
$$I_a = 0,139A$$

$$I_b = -0,0187A$$

$$I_1 = I_a = 0,139A$$

$$I_3 = I_b = -0,178A$$

$$I_2 = I_a - I_b = 0,139 - (-0,0187) = 0,158A$$



$I_3 < 0$ Nên chiều thực của I_3 ngược với chiều đã vẽ.

4.3. Phương pháp điện áp hai nút (phương pháp điện thế nút)

*Thành lập công thức: Để giảm bớt số phương trình khi giải mạch điện người ta không chọn trực tiếp dòng điện nhánh làm ẩn số mà chọn ẩn số là điện thế các điểm nút. Giả sử mạch điện có 3 điểm nút như hình vẽ, nếu biết điện thế các điểm nút là $\varphi_A, \varphi_B, \varphi_C$ thì dễ dàng tính được dòng điện trong các nhánh. Chẳng hạn chọn nút C có $\varphi_C = 0$ thì ta chỉ cần tìm điện thế các nút A và B là φ_A, φ_B .

- Dòng điện trong các nhánh chính sẽ là:

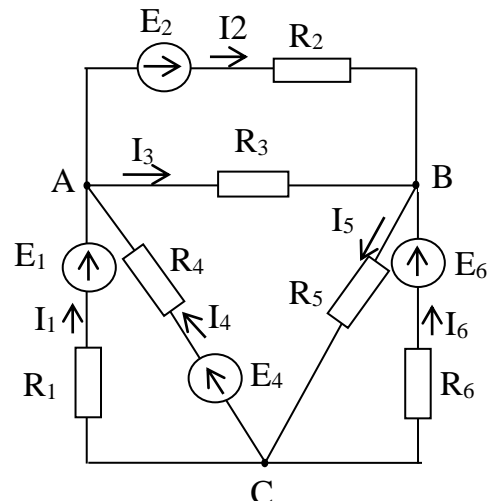
$$I_1 = \frac{E_1 - U_{AC}}{R_1} = \frac{E_1 - \varphi_A}{R_1} = (E_1 - \varphi_A) \cdot g_1 \quad \text{với } g_1 =$$

$$I_2 = \frac{E_2 - U_{BA}}{R_2} = \frac{E_2 - (\varphi_B - \varphi_A)}{R_2} = (E_2 - \varphi_B + \varphi_A) \cdot g_2$$

$$I_3 = \frac{U_{AB}}{R_3} = \frac{\varphi_A - \varphi_B}{R_3} = (\varphi_A - \varphi_B) \cdot g_3$$

$$I_4 = \frac{E_4 - U_{AC}}{R_4} = \frac{E_4 - \varphi_A}{R_4} = (E_4 - \varphi_A) \cdot g_4$$

$$I_5 = \frac{U_{BC}}{R_5} = \frac{\varphi_B}{R_5} = \varphi_B \cdot g_5$$



$$I_6 = \frac{E_6 - U_{BC}}{R_6} = \frac{E_6 - \varphi_B}{R_6} = (E_6 - \varphi_B) \cdot g_6$$

Tổng quát:

+ Với nhánh có nguồn nhánh thứ i có Sđđ E_i hướng từ nút N đến nút M , dòng điện I_i chọn chiều dương cùng chiều với Sđđ sẽ là:

$$I_i = \frac{E_i - U_{MN}}{R_i} = (E_i - \varphi_M + \varphi_N) \cdot g_i$$

+ Còn đối với nhánh không nguồn:

$$I_j = \frac{U_{KL}}{R_j} = (\varphi_K - \varphi_L) \cdot g_j$$

- Áp dụng định luật K1 với nút A: $I_1 - I_2 - I_3 + I_4 = 0$

- Thay biểu thức các dòng điện vào ta có:

$$(E_1 - \varphi_A) \cdot g_1 - (E_2 - \varphi_B + \varphi_A) g_2 - (\varphi_A - \varphi_B) g_3 + (E_4 - \varphi_A) g_4 = 0$$

Chuyển vế và rút gọn:

$$(g_1 + g_2 + g_3 + g_4) \cdot \varphi_A - (g_2 + g_3) \varphi_B = E_1 \cdot g_1 - E_2 \cdot g_2 + E_4 \cdot g_4$$

Ta đặt: $g_{AA} = g_1 + g_2 + g_3 + g_4 = \sum_A g_i$ Tổng điện dẫn các nhánh dẫn tới nút A

$g_{AB} = g_2 + g_3 = \sum_{AB} g_i$ Tổng điện dẫn nối trực tiếp giữa 2 nút A và B

$E_1 \cdot g_1 - E_2 \cdot g_2 + E_4 \cdot g_4 = \sum_A E g$ Tổng nguồn dòng hướng tới nút A

$$\text{Ta có : } g_{AA} \cdot \varphi_A - g_{AB} \cdot \varphi_B = \sum_A E g \quad (1)$$

- Tương tự áp dụng K1 đối với nút B: $I_2 + I_3 + I_6 - I_5 = 0$

$$(E_2 - \varphi_B + \varphi_A) g_2 + (\varphi_A - \varphi_B) g_3 + (E_6 - \varphi_B) g_6 - \varphi_B \cdot g_5 = 0$$

Chuyển vế rút gọn ta được:

$$(g_1 + g_2 + g_5 + g_6) \cdot \varphi_B - (g_2 + g_3) g_{AB} = E_2 \cdot g_2 + E_6 \cdot g_6$$

Đặt: $g_{BB} = g_1 + g_2 + g_5 + g_6$ Tổng điện dẫn các nhánh nối tới nút B

$\sum_B E g = E_2 \cdot g_2 + E_6 \cdot g_6 =$ tổng nguồn dòng nối tới nút B

$$\text{Ta có: } g_{BB} \cdot \varphi_B - g_{AB} \varphi_B = \sum_B E g \quad (2)$$

$$\text{- Giải hệ 2PT: } g_{AA} \cdot \varphi_A - g_{AB} \cdot \varphi_B = \sum_A E g \quad (1)$$

$$g_{BB} \cdot \varphi_B - g_{AB} \varphi_B = \sum_B E g \quad (2)$$

Tìm được 2 ẩn φ_A và φ_B . Sau đó tìm được dòng điện trong các nhánh

* Các bước giải

Bước 1: Chọn tùy ý 1 nút, coi điện thế nút đó bằng 0, giả sử nút thứ m , còn lại $m-1$ nút, chọn điện thế các nút còn lại là ẩn: $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_{m-1}$

Bước 2 : Lập phương trình điện thế nút có dạng:

$$g_{11} \cdot \varphi_1 - g_{12} \cdot \varphi_2 - \dots - g_{1(m-1)} \cdot \varphi_{(m-1)} = \sum_1 E_i \cdot g_i$$

$$g_{22} \cdot \varphi_2 - g_{21} \cdot \varphi_1 - \dots - g_{2(m-1)} \cdot \varphi_{(m-1)} = \sum_2 E_i \cdot g_i$$

$$g_{(m-1)(m-1)} \cdot \varphi_{(m-1)} - g_{(m-1)2} \varphi_2 - \dots + g_{(m-1)(m-1)} \cdot \varphi_{m-1} = \sum_{m-1} E_i \cdot g_i$$

Trong đó:

+ $g_{11}, g_{22}, g_{(m-1)(m-1)}$: là tổng các tổng dẫn của các nhánh có một đầu nối với nút đang viết (gọi là điện dẫn riêng của nút) luôn mang dấu dương

+ $g_{12} = g_{21}, g_{13} = g_{31} \dots g_{1(m-1)} = g_{(m-1)1}$: tổng các tổng dẫn của những nhánh nối giữa 2 nút i và j và luôn mang dấu âm (gọi là điện dẫn tương hỗ giữa 2 nút i và j)

+ $\sum_i E_i \cdot g_i$ tổng nguồn dòng hướng tới nút i , nếu nguồn đó rời khỏi nút i mang

dấu âm

Bước 3: Giải hpt mà ẩn số là điện thế các nút, sau đó tìm dòng điện trong các nhánh

* Trường hợp đặc biệt

Xét mạch điện có 2 nút A và B tức là $n = 2$ nếu cho $\varphi_B = 0$ thì $\varphi_A = U_{AB}$ khi đó có duy nhất 1pt: $g_{AA} \cdot \varphi_A = \sum_A E \cdot g$ ở đây $g_{AA} = \sum g$ là tổng điện dẫn nối giữa 2 nút A

và B.

$$\varphi_A = U_{AB} = \frac{\sum_A E \cdot g}{\sum g} = \frac{\sum_A E \cdot g}{g_{AA}}$$

Khi đó phương pháp điện thế nút có tên là phương pháp điện thế 2 nút

* Bài tập áp dụng :

Bài tập 1: Tìm dòng điện trong các nhánh ở mạch điện (hv phần 2.6.1) biết $E_1 = E_2 = 12V, E_4 = E_6 = 15V, R_1 = 2\Omega, R_2 = 4\Omega, R_3 = 10\Omega, R_4 = 5\Omega, R_5 = 5\Omega, R_6 = 2,5\Omega$

Giải:

- Chọn nút C có $\varphi_C = 0$, còn lại 2 ẩn là φ_A, φ_B

- Hệ pt: $g_{AA} \cdot \varphi_A - g_{AB} \varphi_B = \sum_A E g$

$$g_{BB} \cdot \varphi_B - g_{AB} \varphi_A = \sum_B E g$$

- Tính tổng điện dẫn riêng của 2 nút A, B

$$g_{AA} = g_1 + g_2 + g_3 + g_4 = 1/2 + 1/4 + 1/10 + 1/5 = 1,05(s)$$

$$g_{BB} = g_2 + g_3 + g_5 + g_6 = 1/4 + 1/10 + 1/5 + 1/2,5 = 0,95s$$

- Điện dẫn tương đương giữa 2 nút A, B

$$g_{AB} = g_2 + g_3 = 1/4 + 1/10 = 0,35s$$

- Tổng nguồn dòng hướng tới nút A và B

$$\sum_A E g = E_1 g_1 - E_2 g_2 + E_4 g_4 = \frac{12}{2} - \frac{12}{4} + \frac{15}{5} = 6A$$

$$\sum_B E g = E_2 g_2 + E_6 g_6 = \frac{12}{4} + \frac{15}{2,5} = 9A$$

- Hệ pt là : $1,05 \varphi_A - 0,35 \varphi_B = 6$

$$0,95 \varphi_B - 0,35 \varphi_A = 9$$

Giải hpt ta được: $\varphi_A = 10,2V; \varphi_B = 13,2V$

- Dòng điện trong các nhánh:

$$I_1 = \frac{E_1 - \varphi_A}{R_1} = \frac{12 - 10,2}{2} = 0,9A; I_2 = \frac{E_2 - \varphi_B + \varphi_A}{R_2} = \frac{12 - 13,2 + 10,2}{4} = 2,22A$$

$$I_3 = \frac{\varphi_A - \varphi_B}{R_3} = \frac{10,2 - 13,2}{10} = -0,3A; I_4 = \frac{E_4 - \varphi_A}{R_4} = \frac{15 - 10,2}{5} = 0,96A;$$

$$I_5 = \frac{\varphi_B}{R_5} = \frac{13,2}{5} = 2,64A; I_6 = \frac{E_6 - \varphi_B}{R_6} = \frac{15 - 13,2}{2,5} = 0,72A$$

Như vậy I_3 có chiều ngược với chiều đã chọn trên hình vẽ

*** Bài tập 2:**

Cho 4 máy phát điện ghép song song cung cấp cho phụ tải R (hv). Biết

$$R = 6\Omega, r_{01} = r_{02} = r_{03} = r_{04} = 0,5\Omega,$$

$$E_1 = 625V, E_2 = 620V, E_3 = 615V,$$

$$E_4 = 590V$$

Xác định dòng điện qua các máy phát điện và điện áp trên tải? Có nhận xét gì?

Giải:

- Chọn $\varphi_B = 0$ ta có: $\varphi_A = U_{AB} = \frac{\sum E_g}{\sum g}$

$$U_{AB} = \frac{E_1 g_1 + E_2 g_2 + E_3 g_3 + E_4 g_4}{g_1 + g_2 + g_3 + g_4 + g} = \frac{\frac{625}{0,5} + \frac{620}{0,5} + \frac{615}{0,5} + \frac{590}{0,5}}{4 \cdot \frac{1}{0,5} + \frac{1}{6}} = 600V$$

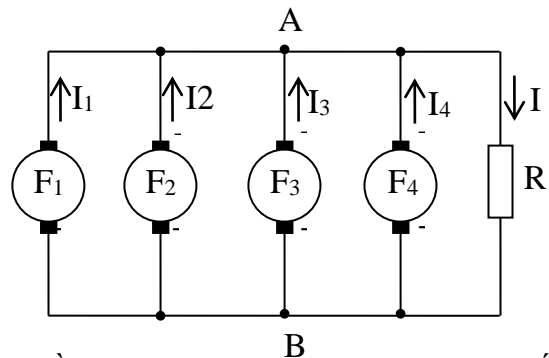
Dòng điện qua các MFĐ là:

$$I_1 = \frac{E_1 - \varphi_A}{R_1} = \frac{625 - 600}{0,5} = 50A$$

$$I_2 = \frac{E_2 - \varphi_A}{R_2} = \frac{620 - 600}{0,5} = 40A$$

$$I_3 = \frac{E_3 - \varphi_A}{R_3} = \frac{615 - 600}{0,5} = 30A$$

$$I_4 = \frac{E_4 - \varphi_A}{R_4} = \frac{590 - 600}{0,5} = -20A$$



Như vậy chiều thực của I_4 ngược với chiều đã chọn, MFĐ F_4 làm việc ở chế độ động cơ điện.

$$\text{Dòng điện qua tải: } I = \frac{U_{AB}}{R} = \frac{600}{6} = 100A$$

4.4. Phương pháp xếp chồng

*** Các bước giải**

Bước 1: Thiết lập sơ đồ mạch điện chỉ có 1 nguồn tác động

Bước 2 : Tính dòng điện và điện áp trong mạch chỉ có 1 nguồn tác động

Bước 1: Thiết lập sơ đồ mạch điện cho các nguồn tiếp theo, lặp lại các bước 1 và 2 cho mỗi nguồn tác động

Bước 1: Xếp chồng (cộng đại số) các kết quả tính dòng điện, điện áp của mỗi nhánh do các nguồn tác động riêng rẽ.

*** Bài tập áp dụng**

Cho mạch điện như hình vẽ: Biết $E_1 = 40V, E_3 = 16V, R_1 = 2\Omega, R_2 = 4\Omega, R_3 = 4\Omega$. Tính dòng điện I_2 trong nhánh 2 của mạch điện.

Giải:

- Lập sơ đồ chỉ có 1sđđ, E_1 tác động (coi $E_3=0$): (hình vẽ)

- Giải sơ hình (b) $R_{td} = R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = 2 + \frac{4 \cdot 4}{4 + 4} = 4\Omega$

- Dòng điện nhánh 1 do nguồn E_1 tác động:

$$I_{11} = \frac{E_1}{R_{td}} = \frac{40}{4} = 10A$$

- Dòng điện nhánh 2 do nguồn E_1 tác động

$$I_{21} = \frac{U_{AB}}{R_2}$$

$$U_{A1B1} = I_{11} \cdot R_{2,3} = I_{11} \cdot \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = 10 \cdot \frac{4 \cdot 4}{4 + 4} = 20V$$

$$I_{21} = \frac{U_{A1B1}}{R_2} = \frac{20}{4} = 5A$$

$$I_{31} = \frac{U_{A1B1}}{R_3} = \frac{20}{4} = 5A$$

- Thiết lập sơ đồ chỉ có một mình sđđ E_3 tác động (coi $E_1=0$): (hình vẽ c)

$$R_{td} = R_3 + \frac{R_2 \cdot R_1}{R_2 + R_1} = 4 + \frac{4 \cdot 2}{4 + 2} = \frac{16}{3} \Omega$$

- Dòng điện nhánh 3 do nguồn E_3 tác động

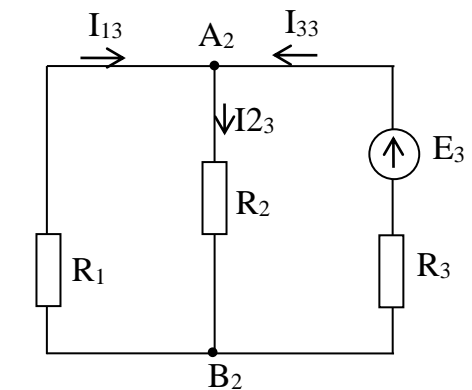
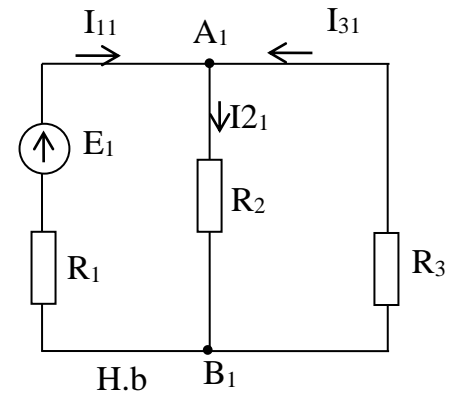
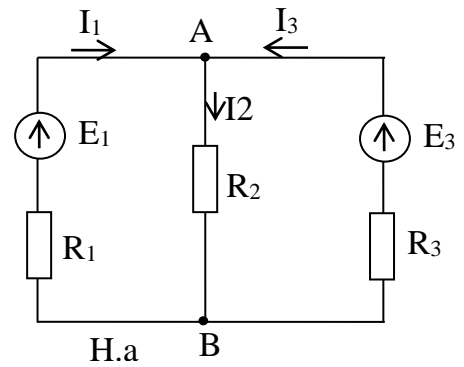
$$I_{33} = \frac{E_3}{R_{td}} = \frac{16}{\frac{16}{3}} = 3A$$

$$U_{A2B2} = I_{33} \cdot R_{1,2} = I_{33} \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = 3 \cdot \frac{2 \cdot 4}{2 + 4} = 4V$$

$$I_{13} = \frac{U_{A2B2}}{R_1} = \frac{4}{2} = 2A$$

Dòng điện nhánh 2 do nguồn E_3 tác động

$$I_{23} = \frac{U_{A2B2}}{R_2} = I_{33} \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{(R_1 + R_2) \cdot R_2} = I_{33} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 3 \cdot \frac{2}{2 + 4} = 1A$$



Hc

Xếp chồng kết quả (cộng đại số) dòng điện nhánh 2 do cả 2 nguồn tác động:

$$I_2 = I_{21} + I_{23} = 5 + 1 = 6A; I_1 = I_{11} - I_{21} = 10 - 5 = 5A; I_3 = I_{33} - I_{13} = 3 - 2 = 1A.$$

Thử lại kiếc khớp1: $I_1 + I_3 - I_2 = 0; 5 + 1 - 6 = 0$

Chương 2: TỪ TRƯỜNG – CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

MỤC tiêu của bài: Sau khi học xong bài này người học có khả năng:

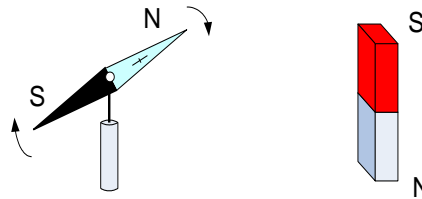
- Trình bày được, các khái niệm về từ trường trong các dây dẫn và các đại lượng đặc trưng của từ trường, lực từ tương tác của hai nam châm, hai dây dẫn..
- Áp dụng các công thức định luật, giải được một số bài toán về mạch từ
- Tập trung tiếp thu bài mới, tích cực học hỏi nghiên cứu, tư duy sáng tạo.

1. Từ trường:

1.1. Khái niệm từ trường, đường cảm ứng từ.

* Thí nghiệm từ trường:

- Một kim nam châm nhỏ đặt trên một mũi nhọn làm trục, kim quay được tự do quanh trục đó. Bình thường một đầu kim chỉ gần đúng phương bắc (địa lý) được gọi là cực bắc (thường sơn màu đỏ), cực kia là cực nam (sơn trắng hoặc xanh)

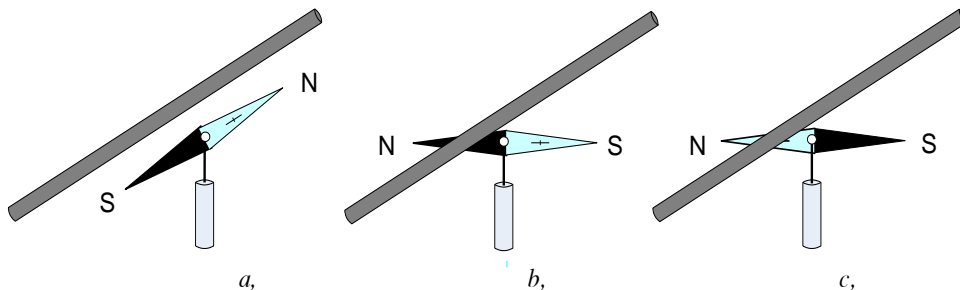


- Đưa thanh nam châm vĩnh cửu có hai cực N-S lại gần kim nam châm, kim nam châm bị lệch khỏi vị trí ban đầu đến một vị trí mới sao cho cực (S) của kim gần cực (N) của thanh nam châm hay ngược lại.

Vậy: thanh nam châm đã làm thay đổi tính chất của không gian xung quanh, gây ra lực từ tác dụng vào kim nam châm.

- Các cực nam châm cùng tên đẩy nhau, các cực khác tên hút nhau, lực đẩy và lực hút của kim và thanh nam châm đó là lực điện từ.

- Môi trường đặc biệt của vật chất bao quanh nam châm trong đó có lực điện từ tác dụng gọi là từ trường của nam châm.



Hình 2-2

- Thay thanh nam châm bằng một dây có dòng điện, đưa lại gần kim nam châm, kim cũng lệch khỏi vị trí ban đầu, đổi chiều dòng điện kim quay đi nửa vòng tròn(Hình 2-2).

- Thay kim nam châm bởi một dây dẫn khác có dòng điện, hai dây dẫn sẽ hút hoặc đẩy nhau, tùy theo hai dòng điện cùng chiều hay ngược chiều.

Như vậy: Xung quanh dây dẫn mang dòng điện có một từ trường mà biểu hiện của nó là tác dụng lực điện từ lên kim nam châm hoặc dây dẫn mang dòng điện đặt trong nó.

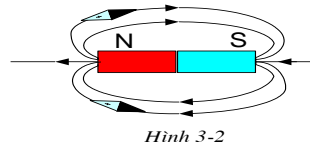
1.1.1. Khái niệm từ trường về

Từ trường là một dạng đặc biệt của vật chất có biểu hiện đặc trưng là tác dụng lực điện từ lên kim nam châm hay dây dẫn mang dòng điện đặt trong nó.

1.1.2. Đường sức từ :

Từ trường được biểu diễn bằng đường sức từ . Đường sức từ là đường cong vẽ trong từ trường mà tiếp tuyến tại mỗi điểm của nó.

* Trùng với kim nam châm đặt tại điểm đó .Chiều của đường sức từ là chiều từ cực nam đến cực bắc của kim nam châm .



Hình 3-2

1.2. Các đại lượng từ cơ bản.

1.2.1. Cảm ứng từ:

Là đại lượng đặc trưng cho độ mạnh yếu của từ trường được gọi là cường độ từ cảm (cảm ứng từ) B . Cường độ từ cảm là một đại lượng véc tơ.

Ký hiệu là \vec{B}

Biểu thức: $\vec{B} = \frac{F}{I.l}$; Trong đó F là lực điện từ (N); l . Chiều dài của dây dẫn

(m); I . Cường độ dòng điện đi trong dây dẫn (A); Đơn vị. Tesla ký hiệu là (T)

1.2.2. Cường độ từ trường:

- Là đại lượng đặc trưng cho khả năng gây từ của dòng điện gọi là cường độ từ trường. Ký hiệu là: (H)

2.2. Cường độ từ trường

- Đại lượng đặc trưng cho khả năng gây từ của dòng điện là cường độ từ trường H . Cường độ từ trường là đại lượng chỉ phụ thuộc vào dòng điện gây từ không phụ thuộc vào môi trường. Cường độ từ trường luôn luôn tỉ lệ với dòng điện tạo ra từ trường và phụ thuộc vào cấu tạo của dây dẫn.

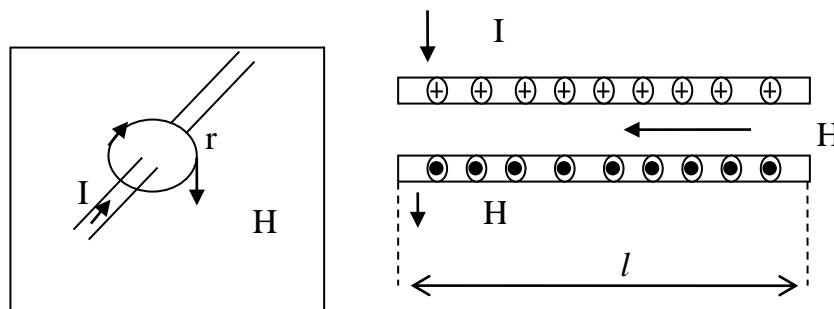
- Cường độ từ trường H là một đại lượng vector, vector cường độ từ trường có phương, chiều trùng với phương, chiều của vector cường độ từ cảm.

- Trị số của cường độ từ trường tỉ lệ với dòng điện từ hoá và phụ thuộc vào dây dẫn mang dòng, cường độ từ trường xác định bởi sức từ động phân bố trên một đơn vị dài

$$H = \frac{F}{l} = \frac{A}{m}$$

- Cường độ từ trường của dây dẫn có mang dòng điện $H = \frac{F}{l} = \frac{I}{2\pi r}$

- Cường độ từ trường trong ống dây (Hình 3.3): $H = \frac{F}{l} = \frac{IW}{l}$ (W là số vòng dây, l (m) là chiều dài cuộn dây, I (A) là dòng qua cuộn dây).



Hình 3.3

1.2.3. Từ thông:

Ta xét một mặt phẳng S trong từ trường nằm vuông góc với đường sức từ. Người ta quy ước vẽ mật độ đường sức từ tỉ lệ với cường độ từ cảm (tức là tỉ lệ với độ mạnh, yếu của từ trường). Khi đó số đường sức qua mặt phẳng S sẽ tỉ lệ với cường độ từ cảm B và diện tích mặt phẳng S

Đại lượng đo bằng số đường sức từ xuyên qua vuông góc với mặt phẳng S gọi là thông lượng của vectơ từ cảm qua mặt phẳng S (gọi tắt là từ thông Φ)

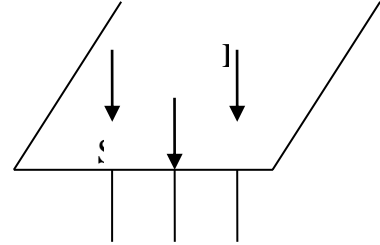
- Trong từ trường đều: Từ thông bằng tích của cường độ từ cảm B xuyên qua vuông góc với mặt S và diện tích mặt S đó

$$\Phi = B.S \Rightarrow B = \frac{\Phi}{S} \left(\frac{Wb}{m^2} \right)$$

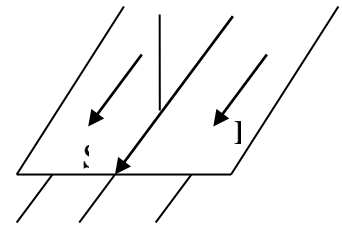
Cho B = 1T, S = 1m² nên $\Phi = 1Wb$ hay 1Măcxoen = 10⁻⁸Wb

- Từ thông của từ trường đều qua mặt S đặt xiên với đường sức từ một góc

$$\Phi = B.S.\cos \alpha$$



- Từ thông của từ trường không đều $\Phi = \int_S d\Phi = \int_S B.n.ds$



1.2.4. Hệ số từ thẩm.

a) Hệ số từ thẩm tương đối: Để đặc trưng cho đặc tính về từ của vật liệu người ta dùng hệ số thẩm từ tương đối. Hệ số thẩm từ tương đối của vật liệu là tỷ số giữa cường độ từ cảm trong môi trường nào đó với cường độ từ cảm trong chân không do cùng một dòng điện gây từ. Ký hiệu μ

$$\mu = \frac{B}{B_0} \quad \text{Trong đó } B_0 \text{ cường độ từ trường trong chân không}$$

Hệ số từ thẩm tương đối của môi trường cho ta biết với cùng một dòng điện gây ra thì cường độ từ cảm trong môi trường lớn gấp bao nhiêu lần so với độ từ cảm trong chân không.

b) Hệ số từ thẩm tuyệt đối: Đại lượng đặc trưng cho tính dẫn từ trong môi trường nào đó gọi là hệ số từ thẩm tuyệt đối của môi trường. Ký hiệu μ_x .

Biểu thức tính: $\mu_x = \frac{B}{H} \rightarrow B = \mu_x.H$

- Nếu gọi μ_0 là hệ số từ thẩm tuyệt đối của chân không thì ta có cường độ từ cảm trong chân không : $B_0 = \mu_0.H$ mặt khác ta có

$$\mu = \frac{B}{B_0} \rightarrow \mu = \frac{\mu_x.H}{\mu_0.H} \rightarrow \mu_x = \mu.\mu_0$$

Vậy hệ số từ thẩm tuyệt đối của môi trường bằng tích của hệ số từ thẩm tương đối với hệ số từ thẩm tuyệt đối của chân không.

Người ta xác định được $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}(H/m)$ Henry/mét

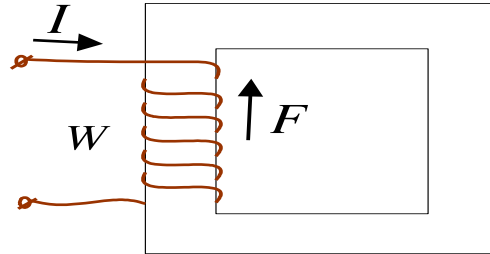
1.2.5. Sức từ động: (lực từ hoá)

Dòng điện là nguồn tạo ra từ trường, là khả năng gây từ của dây dẫn có dòng điện gọi là lực từ hoá hay sức từ động (s.t.đ) của dây dẫn ký hiệu là F .

Dòng điện trong dây dẫn càng lớn thì lực từ hoá càng lớn nghĩa là s.t.đ tỉ lệ với dòng điện từ hoá. Ngoài ra nếu cuộn dây có W vòng thì lực từ hoá gấp W lần dây dẫn có cùng dòng điện như vậy s.t.đ tỉ lệ với số vòng cuộn dây có dòng điện .

$$F = I \cdot W$$

Ví dụ: Nếu cho $I = 1A$, $W = 1$ vòng thì F bằng 1 ampe.vòng (A.vg), chiều của sức từ động là chiều của đường sức từ trong lòng cuộn dây do đó cũng xác định bằng quy tắc vắn nút chai.



Hình 8-2

1.3. Từ trường của một số dây dẫn mang dòng điện

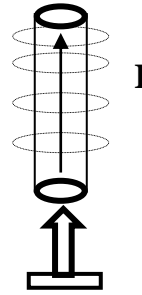
* Từ trường là một dạng vật chất có biểu hiện đặc trưng là tác dụng lực điện từ lên kim nam châm hay dây dẫn mang dòng điện đặt trong nó. Xung quanh các điện tích chuyển động luôn tồn tại một từ trường và ngược lại từ trường xuất hiện chỉ ở những nơi có điện tích chuyển động

Để biểu diễn từ trường người ta dùng khái niệm đường sức từ. Chiều của đường sức từ là chiều từ cực nam S đến cực bắc N của kim nam châm

1.3.1. Từ trường trong dây dẫn thẳng :

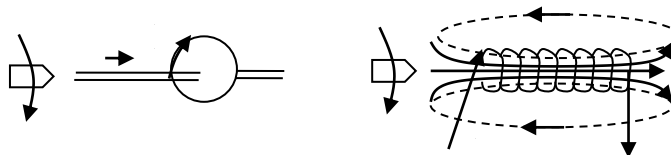
Đối với dây dẫn thẳng mang điện: Đường sức từ là những đường tròn đồng tâm nằm trong mặt phẳng vuông góc với dây dẫn chiều được xác định theo quy tắc vắn cái nút chai.

Quy tắc: *Vặn cho cái mở nút chai tiến theo chiều dòng điện thì chiều quay của cái cán là chiều của đường sức từ.*



1.3.2. Từ trường trong ống dây (cuộn dây)

Đối với cuộn dây gồm một số vòng dây có dòng điện ta cũng xác định chiều đường sức từ theo quy tắc vặn cái nút chai.

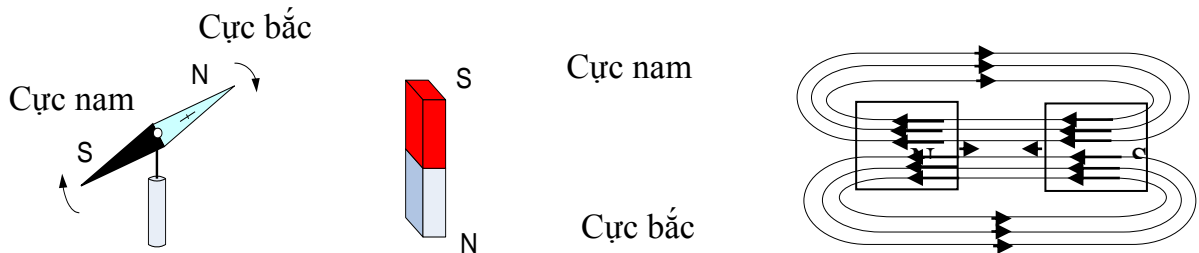


Quy tắc: Quay cho cái mở nút chai theo chiều dòng điện thì chiều quay của cái cán mở nút chai là chiều của đường sức từ trong ống dây.

1.4. Lực tương tác:

1.4.1. Lực từ giữa các cực của nam châm.

- Từ lâu người ta đã biết các nam châm tương tác với nhau. Khi các cực cùng dấu đặt cạnh nhau thì chúng sẽ đẩy nhau và ngược lại khác dấu thì chúng sẽ hút nhau.



1.4.2. Lực tác dụng của từ trường lên dây dẫn mang dòng điện

a) Lực tác dụng của từ trường lên dây dẫn mang dòng điện đặt vuông góc với đường sức từ: Bằng thực nghiệm cho ta thấy, khi đặt dây dẫn mang dòng điện vuông góc với từ trường đều sẽ xuất hiện một lực điện từ tác dụng lên dây dẫn.

* Về trị số: lực điện từ tỷ lệ với cường độ từ cảm, chiều dài dây dẫn và cường độ dòng điện

$$F = B \cdot I \cdot l$$

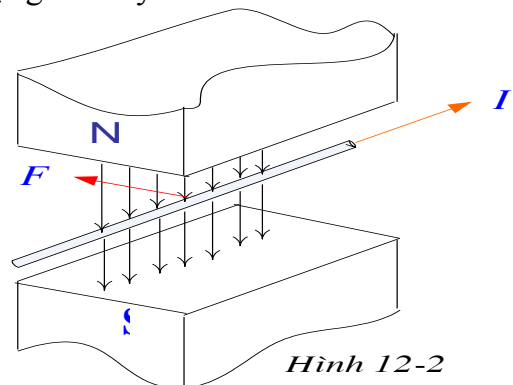
Trong đó :

F - lực điện từ (N)

B - cường độ từ cảm (T)

l - chiều dài tác dụng của dây dẫn (m).

I- cường độ dòng điện (A)



Hình 12-2

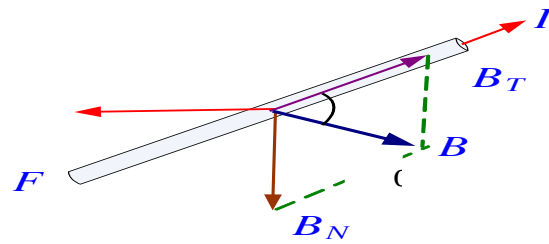
* Quy tắc bàn tay trái: Ngửa bàn tay trái cho đường sức từ (hoặc véc tơ từ cảm B) xuyên qua lòng bàn tay, chiều 4 ngón tay duỗi thẳng theo chiều dòng điện, thì ngón tay cái choãi ra chỉ chiều của lực điện từ (hình 12-2).

b) Lực tác dụng của từ trường lên dây dẫn đặt không vuông góc với đường sức từ.

*Trường hợp dây dẫn tạo với véc tơ cảm ứng từ (hoặc đường sức từ) một góc $\alpha \neq 90^\circ$ (Hình 13 - 2) thì phân tích véc tơ B thành hai thành phần:

* Thành phần tiếp tuyến $B_t //$ với dây dẫn.

* Thành phần pháp tuyến B_n vuông góc với dây dẫn : $\Rightarrow B_n = B \cdot \sin \alpha$
 Khi đó chỉ có thành phần pháp tuyến (B_n) có tác dụng lực lên dây dẫn.



Hình 13-2

Trong tam giác vuông có ba cạnh là B, B_n, B_t thì $B_n = B \cdot \sin \alpha$ nên trị số lực điện từ

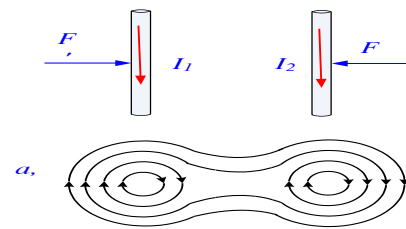
$F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha$. Phương và chiều của lực điện từ xác định theo quy tắc bàn tay trái, áp dụng đối với thành phần B_n mà không áp dụng với véc tơ B .

1.5. Lực tác dụng giữa hai dây dẫn mang dòng điện.

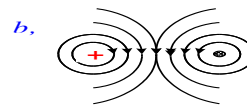
a. Hai dây dẫn mang dòng điện cùng chiều:

* Khi có các dây dẫn mang dòng điện ở gần nhau, thì giữa chúng xuất hiện lực điện từ tác dụng lẫn nhau.

* Có hai dây dẫn mang dòng điện cùng chiều (hình 15-2 a) coi I_1 là nguồn gây từ thì dòng điện I_2 nằm trong từ trường của I_1 sẽ chịu một lực F , chiều xác định bằng quy tắc bàn tay trái. Tương tự nếu coi I_2 là nguồn gây từ dòng điện I_1 nằm trong từ trường của I_2 sẽ chịu một lực F' , chiều xác định bằng quy tắc bàn tay trái.



Hình 15-2



Ta thấy F và F' có tác dụng hút các dây dẫn lại gần nhau.

b. Hai dây dẫn mang dòng điện ngược chiều:

Cũng xét tương tự như vậy đối với hai dây dẫn mang dòng điện ngược chiều đặt gần nhau lực F và F' đẩy các dây dẫn ra xa nhau (hình 15-2). Lực tác dụng giữa các dây dẫn gọi là lực điện động. Các dòng điện I_1, I_2 càng lớn thì từ trường do chúng gây ra càng mạnh và lực hút hay đẩy giữa chúng càng lớn.

* Kết luận:

- Hai dây dẫn mang dòng điện cùng chiều sẽ hút nhau, mang dòng điện ngược chiều sẽ đẩy nhau.

- Lực tác dụng giữa hai dây dẫn mang dòng điện là lực tác dụng và phản tác dụng (lực tương hỗ), nên có trị số bằng nhau và tỷ lệ với các dòng điện.

- Hai cực khác tên của 2 nam châm đặt gần nhau sẽ hút nhau, ngược lại 2 cực này cùng tên đặt gần nhau sẽ đẩy nhau.

2. MẠCH TỪ

TIÊU CỬA BÀI: Sau khi học xong bài này người học có khả năng:

- Trình bày được, các khái niệm về mạch từ, định luật mạch từ, định luật dòng điện toàn phần, sự tương quan B, H và đường cong từ hóa.

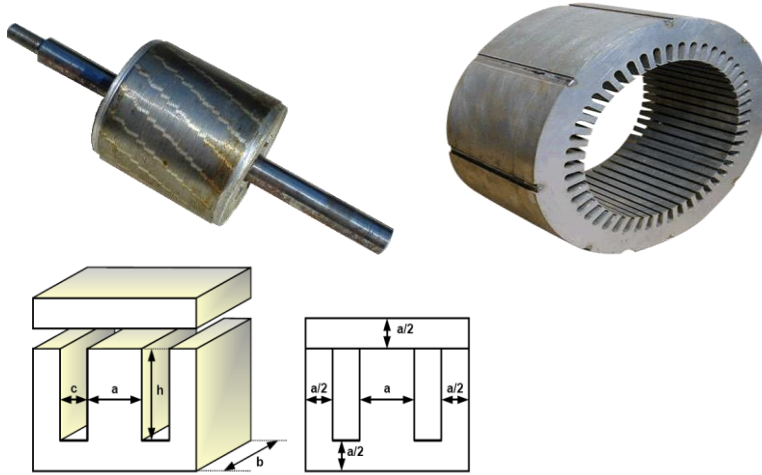
- Áp dụng các kiến thức đã học giải được một số bài toán về mạch từ.

- Tập trung cao độ trong việc tiếp thu bài mới, tích cực học tập nghiên cứu, tư duy sáng tạo.

2.1. Khái niệm về mạch từ.

Khái niệm: Mạch từ là bộ phận dùng để dẫn từ, được làm bằng vật liệu sắt từ mỏng và ghép lại với nhau thành một mạch từ khép kín để dẫn từ thông và nguồn từ hóa là cuộn dây có dòng điện tạo ra từ thông trong mạch.

Hình dáng của mạch từ trong động cơ điện và máy biến áp.



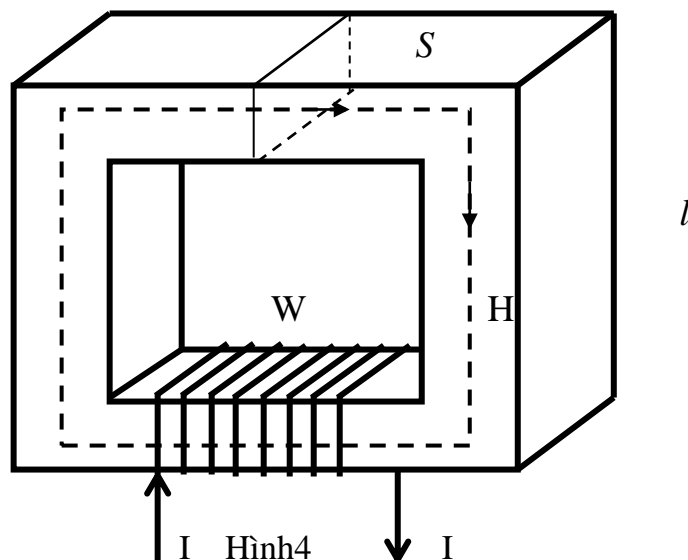
H1 MT roto: H2 MTStato của động cơ điện

H3 MT : máy biến áp

2.2. Định luật dòng điện toàn phần.

Gồm một mạch từ đơn giản và đồng nhất bằng thép kỹ thuật điệnchir có một cuộn dây. Khi ta cho dòng điện chạy trong cuộn dây, sẽ tạo ra từ thông chạy trong mạch từ. Vì rằng hệ số từ thẩm của thép lớn hơn không khí bao quanh mạch từ rất nhiều lần nên hầu hết từ thông tập trung chạy trong mạch từ.

2.2.1. Áp dụng định luật dòng điện toàn phần vào mạch từ được viết như sau.



$W.I = H.l$: Trong đó

H- Cường độ từ trường trong mạch từ A/m

l – Chiều dài trung bình của mạch từ đo bằng mét.

W – Số vòng của cuộn dây

I- Dòng điện từ hóa, tạo ra từ thông cho mạch từ

W.I - Sức từ động: $H.l$ – Từ áp rơi trong mạch từ.

Đối với mạch từ gồm nhiều đoạn khác nhau và nhiều cuộn dây (vật liệu khác., tiết diện khác) Thì được tính tổng quát như sau (m. cuộn, n. đoạn)

$$\sum_{j=1}^m W_j I_j = \sum_{k=1}^n H_k . l_k$$

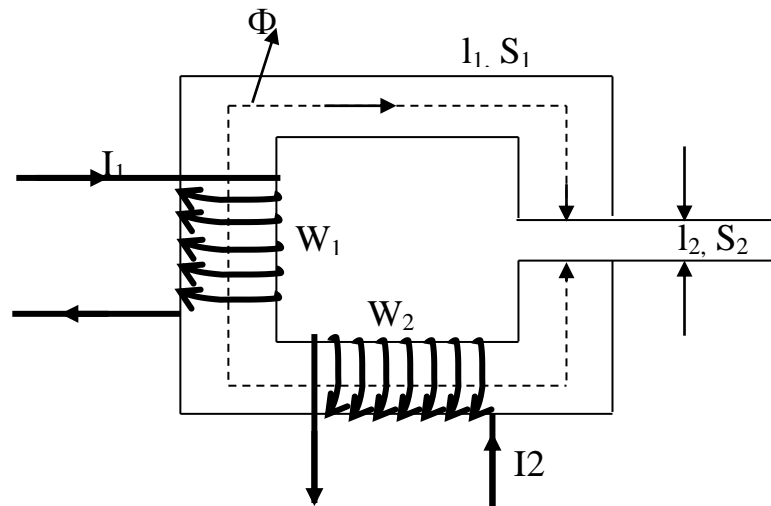
Trong đó I_j nào có chiều phù hợp với chiều từ thông Φ đã chọn theo quy tắc vắn nút chai sẽ mang dấu dương, không phù hợp sẽ mang dấu âm.

k. chỉ số tên đoạn mạch từ : j chỉ số tên cuộn dây dòng điện.

vd1: Cho mạch từ như hình vẽ

Cho $W_1=599$ vòng; $I_1= 1A$; $W_2= 300$ vòng; $I_2 = 0.5A$. Biết từ cảm trong khe hở không khí $B_2= 0.3$ (T); $L_1= 0.07m$: $L_2= 0.1cm$. Đường cong từ hóa $B= f(H)$ cho theo bảng sau. Tính dòng chạy trong mạch cường độ từ trường trong đoạn 2: $H_1=?$ $B_1=?$

B(T)	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.3 5	1.4	1.45	1.5
H(A/m)	52	58	65	76	90	132	165	220	300	380	600	900	1200	2000	3000



Hướng dẫn làm bài tập: Từ công thức tổng quát $\sum_{j=1}^m W_j I_j = \sum_{k=1}^n H_k . l_k$ ta có

$W_1 I_1 - W_2 I_2 = H_1 l_1 + H_2 l_2$ thay số vào ta có: =>

$$599.1 - 300.0.5 = H_1.0.07 + H_2. 0.001(1)$$

Mà $H_2 = H_2 = \frac{B_2}{\mu_0} = \frac{0.3}{4\pi.10^{-7}} = 239000 \text{ A/m}$; thay H_2 vào pt(1) ta được

$$H_1 = \frac{W_1 I_1 - W_2 I_2 - H_2 l_2}{l_1} = \frac{599.1 - 300.0.5 - 239000.0.001}{0.07} = 3000 \text{ A/m}$$

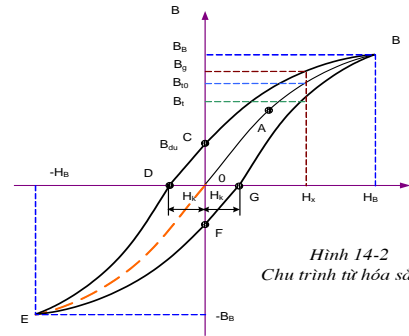
Tra bảng ta được từ cảm trong mạch từ $B_1= 1,5(T)$

2.3. Tương quan B, H và đường cong từ hoá

2.3.1. Chu trình từ hoá:

Do hệ số từ thẩm (μ) của vật liệu sắt từ phụ thuộc vào cường độ từ trường H , nên quan hệ giữa B và H không phải quan hệ tỷ lệ mà là quan hệ phức tạp đa trị. để xác định mối quan hệ biến thiên của B theo H, $B=f(H)$ ta làm thí nghiệm sau: (hình14-2).

* Luyện từ cho vật liệu sắt từ bằng cách tăng dần dòng điện gây từ (I) thì cường độ từ trường (H) cũng tăng dần vì (H) luôn tỷ lệ với dòng điện). Lúc đầu khi H còn bé B và H tỷ lệ với nhau và quan hệ $B = f(H)$ là đoạn thẳng, (đoạn OA trên hình vẽ) đó là giai đoạn tỷ lệ μ_A là hằng số. Sau đó B tăng chậm dần so với H.



Hình 14-2
Chu trình từ hóa sắt từ

Đường cong $B = f(H)$ cong dần về phía trục hoành, ta có giai đoạn bắt đầu bão hòa (đoạn AB trên hình vẽ) trị số μ_A giảm dần.

- Khi cường độ từ trường H có trị số đủ lớn, B tăng rất chậm theo H đường cong $B = f(H)$ gần như nằm ngang, ta có giai đoạn bão hòa từ thực sự. Trị số μ_A dần tới đơn vị ($\mu_A \approx 1$). Khi sắt từ đến giai đoạn bão hòa từ (điểm B) ta bắt đầu quá trình giảm trị số cường độ từ trường H. Cường độ từ cảm B cũng giảm theo H mới đầu chậm, sau đó nhanh hơn. (đoạn BC hình 14 - 2). Điều đáng chú ý là cùng một trị số H có hai giá trị B khác nhau, Cường độ từ cảm. Vậy cùng giá trị của H thì B lúc giảm H lớn hơn lúc tăng H. Ví dụ: ứng với H_x cường độ từ cảm lúc tăng là B_T (hoặc B_{TO} nếu sắt từ mới từ hóa lần đầu) còn lúc giảm là B_g ($B_g > B_T$).

- Như vậy trong quá trình biến thiên, cường độ từ cảm luôn luôn biến thiên chậm hơn sự biến thiên của cường độ từ trường gọi là hiện tượng từ trễ. Khi cường độ từ trường giảm đến trị số 0 ($I = 0; H = 0$) thì B có một giá trị xác định gọi là từ cảm dư (đoạn OC).

- Để khử từ dư ta đổi chiều cường độ từ trường, (đổi chiều dòng điện) và tăng dần trị số của dòng điện cho tới khi $B = 0$. Trị số cường độ từ trường (H_k) vừa đủ khử từ cảm dư gọi là từ trường khử từ (đoạn OD). Tiếp tục tăng cường độ từ trường từ giá trị khử từ đến giai đoạn bão hòa thực sự về phía âm ta được đoạn DE. Điểm E ứng với điểm bão hòa về phía âm, có các giá trị bão hòa là ($-H_B$) và ($-B_B$).

- Giảm cường độ từ trường từ ($-H_B$) về 0 từ cảm giảm từ ($-B_B$) về ($-B_{du}$) (từ cảm dư về phía âm) ta có nhánh EF. Đổi chiều H rồi tiếp tục tăng cho quá giá trị khử từ (H_k) và trị số bão hòa (H_B) đoạn FGB, cuối cùng ta có đường cong kín BCDEFGB gọi là chu trình từ hoá hay chu trình từ trễ. Diện tích của chu trình từ hóa gọi là mất từ trễ. Để đánh giá vật liệu sắt từ, người ta còn dùng đường trung bình của chu trình từ hóa (nhánh BOE) và gọi là đường cong từ hóa.

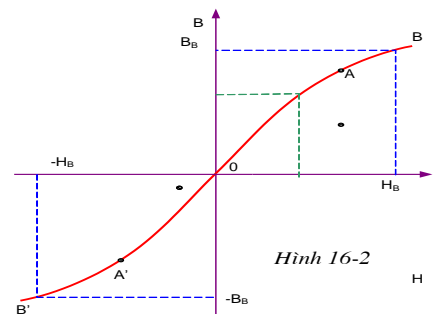
2.3.2. ý nghĩa:

Chu trình từ trễ và đường cong từ hóa là đặc trưng cơ bản của vật liệu sắt từ. Căn cứ vào đó ta có thể biết:

- Mức độ bão hòa từ.
- Mức độ từ dư của vật liệu.
- Biết được trị số và độ biến đổi của hệ số từ thẩm (μ_0)
- Biết được tính chất của vật liệu sắt từ.

* Mức độ bão hòa từ:

- + Giai đoạn chưa bão hòa (đoạn OA và



Hình 16-2

OA') hay giai đoạn tỷ lệ (B và H tỷ lệ với nhau) hệ số từ thẩm μ_a là hằng số. Các loại máy điện thiết bị điện, khí cụ điện làm việc ở chế độ khi cần thay đổi B trong một phạm vi rộng.

+ Giai đoạn bắt đầu bão hòa hay còn gọi là giai đoạn tương đối bão hòa (AB và A'B') B đã bắt đầu biến thiên ít so với H, đường cong từ hóa bắt đầu cong đi về phía trục hoành H. Phần lớn các máy điện và khí cụ điện có sắt từ làm việc ở giai đoạn này nhằm thỏa mãn hai điều kiện:

+ Khi I luyến từ biến đổi, từ cảm thay đổi ít nên tương đối ổn định.

- Vẫn thực hiện được việc điều chỉnh từ cảm B khi cần thiết.

Giai đoạn bão hòa thực sự (đoạn đường cong ngoài B và B'), cường độ từ cảm B hầu như không thay đổi, khi H biến đổi, đường cong từ hóa gần như nằm ngang ở những thiết bị cần giữ B ít thay đổi thì người ta cho sắt từ làm việc ở giai đoạn này.

- Biết mức độ từ dư của vật liệu là một yêu cầu để tính toán nam châm vĩnh cửu. Nếu B_{dr} lớn thì sau khi sắt từ được từ hóa, nó trở thành nam châm vĩnh cửu, do đó người ta chọn loại sắt từ có từ dư lớn để chế tạo nam châm vĩnh cửu. (Ví dụ dùng thép Cô ban).

- Biết trị số và sự biến đổi của hệ số từ thẩm μ_o trên đường cong từ hóa ứng với mỗi trị số của H ta có giá trị của B từ đó hệ số từ thẩm được tính theo công thức:

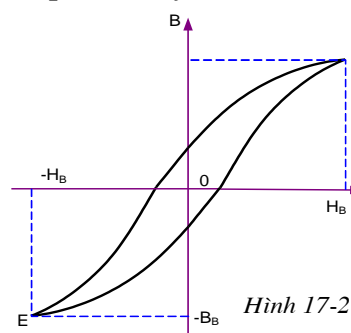
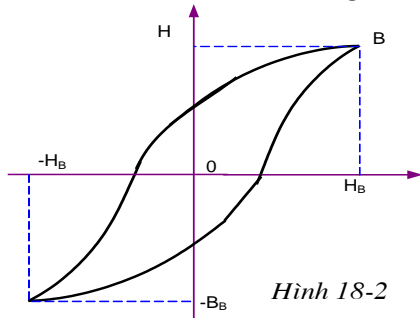
$$\mu_a = \mu \cdot \mu_o = \frac{B}{H} \rightarrow \mu = \frac{B}{\mu_o \cdot H}$$

2.3.3. Đường cong từ hoá:

- Biết tính chất của vật liệu sắt từ : Căn cứ vào mắt từ trở người ta chia vật liệu sắt từ làm hai loại:

- Sắt từ cứng có mắt từ trở ngắn và rộng (còn gọi là mắt từ trở béo), trị số từ dư lớn, diện tích mắt từ trở lớn dùng để chế tạo nam châm vĩnh cửu.

- Sắt từ mềm có mắt từ trở dài và hẹp (còn gọi là mắt từ trở gầy), trị số từ dư nhỏ, diện tích mắt từ trở nhỏ dùng để chế tạo lõi thép các máy điện khí cụ điện.



3. CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

TIÊU CỬA BÀI: Sau khi học xong bài này người học có khả năng:

- Trình bày được, các khái niệm cảm ứng điện từ, suất điện động tự cảm, hiện tượng tự cảm, hiện tượng hồ cảm, dòng điện xoáy.

- Áp dụng các kiến thức đã học giải được một số bài toán về mạch từ, cảm ứng điện từ, suất điện động cảm ứng.

- Tập trung cao độ trong việc tiếp thu bài mới, tích cực học tập nghiên cứu, tư duy sáng tạo.

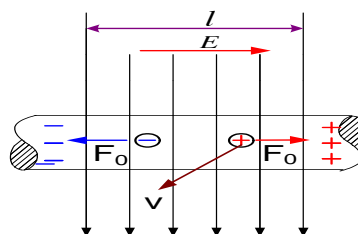
3.1. Định luật cảm ứng điện từ:

Định luật : Khi từ thông qua cuộn dây biến thiên thì trong cuộn dây xuất hiện một s.d.đ cảm ứng .S.d.đ cảm ứng chỉ xuất hiện khi từ thông biến thiên.

Giải thích:

Xét 1 dây dẫn thẳng chuyển động trong từ trường đều B với tốc độ không đổi v theo phương vuông góc với đường sức từ (hình 21-2). Trong các dây dẫn và các ion dương. Khi dây dẫn chuyển động các điện tử tự do và các ion dương cũng chuyển động theo.Sự chuyển động của các điện tích sự chuyển động của các điện tích dương tạo thành dòng điện cùng chiều với phương chuyển động còn các điện

tử sẽ tạo thành dòng điện có chiều ngược lại, kết quả là các điện tích dương tương đương với một dòng điện có chiều của v. Dòng điện này nằm trong từ trường B nên mỗi điện tích sẽ chịu tác động một lực F có chiều xác định bằng quy tắc bàn tay trái



Hình 21-2

nên chuyển dịch về phía phải của dây dẫn . Các điện tử sẽ chịu tác dụng của F_o và dịch chuyển về đầu trái của dây dẫn .Lực tác dụng lên điện tử và các ion dương trong dây dẫn làm dây dẫn tích điện trái dấu ở hai đầu tạo nên s.d.đ cảm ứng.

Thí nghiệm: Nối 2 đầu dây của một cuộn dây với một điện kế rồi đưa một nam châm vào trong lòng cuộn dây. Trong quá trình nam châm di chuyển vào trong cuộn dây kim điện kế bị lệch chứng tỏ có từ trường trong cuộn dây (có dòng điện). Khi nam châm đã đứng yên kim điện kế chỉ về 0. Rút kim nam châm ra kim bị lệch theo chiều ngược lại

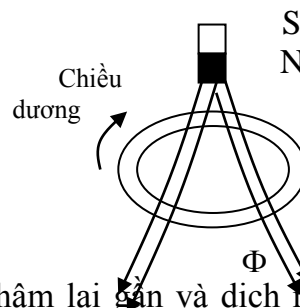
Vậy khi từ thông qua cuộn dây biến thiên thì trong cuộn dây xuất hiện một sức điện động gọi là sức điện động cảm ứng

3.2. Sức điện động cảm ứng

3.2.1. Sức điện động cảm ứng khi từ thông xuyên qua vòng dây biến thiên:

Xét một vòng dây có từ thông xuyên qua.quy ước chiều dương cho vòng dây như sau:

Vận cho cái nút chai tiến theo chiều đường sức thì chiều quay của cán sẽ là chiều dương của vòng dây. Với quy ước như vậy sức điện động cảm ứng trong vòng dây khi có từ thông biến



thiên được xác định bởi công thức Macxoen $e = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ (V)

(độ biến thiên từ thông wb/ khoảng thời gian biến đổi s)

- Thực nghiệm chứng minh được khi đưa thanh nam châm lại gần và dịch ra xa vòng dây để làm thay đổi từ thông qua vòng dây ta có: Nếu tốc độ di chuyển càng lớn tức là từ thông biến thiên càng nhanh thì trị số sức điện động càng lớn, như vậy sức điện động cảm ứng tie lệ với tốc độ biến thiên của từ thông

- Chiều của sdd cảm ứng trong vòng dây được xác định theo định luật lenxơ “ Sức điện động cảm ứng có chiều sao cho chiều dòng điện của nó có tác dụng chống lại sự biến thiên từ thông sinh ra nó”

Kết hợp với công thức Macxoen ta có: $E = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ dấu – thể hiện định luật lenxơ

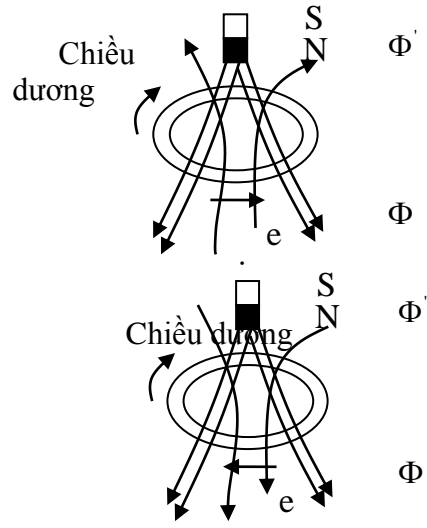
- Khi từ thông không biến thiên: $\Delta\Phi = 0 \Rightarrow e = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 0$ không có sđđ cảm ứng trong vòng dây. Khi từ thông qua vòng dây tăng dần: $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} > 0 \Rightarrow e = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} < 0$.

Sđđ cảm ứng âm tức là ngược chiều dương.
Dòng điện I do sđđ cảm ứng sinh ra cùng chiều với e, dòng cảm ứng i sinh ra từ thông ngược chiều với từ thông ban đầu (theo quy tắc vắn nút chai) tức là chống lại sự tăng từ thông qua vòng dây đúng như định luật Lenxơ

- Khi từ thông qua vòng dây giảm dần $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} < 0$

lúc đó e có giá trị dương cùng chiều quy ước.
Dòng điện cảm ứng i cùng chiều e, chiều từ thông do dòng i sinh ra xác định theo quy tắc vắn nút chai cùng chiều với từ thông ban đầu, tức là từ thông sinh ra bù lại sự giảm của từ thông ban đầu qua vòng dây. Nói cách khác từ thông sinh ra của dòng điện cảm ứng có tác dụng chống lại sự giảm từ thông qua vòng dây, đúng như định luật về chiều

sđđ cảm ứng. Cuộn dây có W vòng thì $E = -W \frac{d\Phi}{dt}$



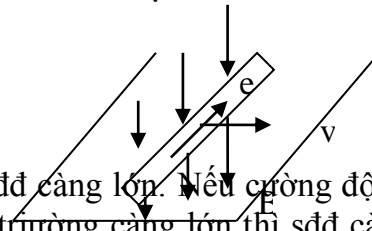
3.2.2. Sức điện động cảm ứng trong thanh dẫn chuyển động trong từ trường:

* Khi dây dẫn thẳng chuyển động cắt đường sức từ trường.

Khi một thanh dẫn chuyển động cắt đường sức từ trường trong thanh dẫn sẽ cảm ứng sức điện động e có trị số: $e = B.l.v.\sin\alpha$

Trong đó : B(T) là cường độ từ cảm, l là chiều dài hiệu dụng của thanh dẫn (phần thanh dẫn nằm trong từ trường)

v là vận tốc chuyển động của thanh dẫn (m/s), góc giữa chiều vận tốc và chiều từ trường.



Dây dẫn chuyển động càng nhanh thì dòng điện

tương ứng với các điện tích trong dây dẫn càng lớn và sđđ càng lớn. Nếu cường độ từ cảm B càng lớn hoặc chiều dài thanh dẫn nằm trong từ trường càng lớn thì sđđ càng lớn.

- Khi chiều chuyển động vuông góc với chiều từ trường (góc = 90 độ) thì sđđ cảm ứng là $E = B.l.v$. Chiều của sđđ cảm ứng được xác định theo quy tắc bàn tay phải được phát biểu như sau: Cho đường sức từ trường đi vào lòng bàn tay phải, chiều chuyển động của thanh dẫn theo chiều ngón tay cái xòe ra thì chiều 4 ngón tay còn lại là chiều của sđđ cảm ứng

- Khi thanh dẫn chuyển động song song với phương từ trường thì trong thanh dẫn sẽ không có sđđ cảm ứng.

3.2.3. Sức điện động cảm ứng khi dây dẫn chuyển động cắt từ trường.

* Dây dẫn chuyển động vuông góc với véc tơ B:

Trường hợp dây dẫn chuyển động vuông góc với véc tơ B:

Khi dây dẫn chuyển động càng nhanh, thì dòng điện tương ứng với các điện tích trong dây dẫn càng lớn, lực F_0 càng lớn, do đó điện tích di chuyển về hai đầu càng nhanh và

nhiều, nên s.đ.đ càng lớn . Nếu cường độ từ cảm B càng lớn thì lực F_o càng lớn, hoặc dây dẫn nằm trong từ trường (đoạn l) càng lớn thì càng nhiều điện tích tác dụng lực , nên s.đ.đ càng lớn. Vậy khi dây dẫn thẳng chuyển động trong từ trường đều với vận tốc (v) vuông góc với đường sức từ của từ trường.

S.đ.đ. cảm ứng trong dây dẫn tỷ lệ với cường độ từ cảm, tốc độ chuyển động và chiều dài tác dụng của dây dẫn. $E = B \cdot v \cdot l$

Trong đó : E : sức điện động cảm ứng(V)

B : Cảm ứng từ (T)

v : Vận tốc chuyển động của dây dẫn (m/s)

l : chiều dài tác dụng của dây dẫn (m).

Trường hợp dây dẫn chuyển động không vuông góc với dây dẫn thì :

$$E = B \cdot v \cdot l \cdot \sin\alpha$$

Quy tắc bàn tay phải:

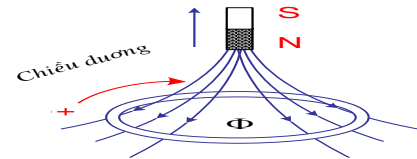
Để tìm chiều s.đ.đ cảm ứng trong dây dẫn thẳng chuyển động vuông góc với véc tơ cảm ứng từ B dùng quy tắc bàn tay phải:

Quy tắc : Để cho đường sức từ (hay véc tơ cảm ứng từ B) xuyên vào lòng bàn tay phải, ngón tay cái choãi ra theo chiều chuyển động của dây dẫn thì chiều từ cổ tay tới 4 ngón tay sẽ là chiều sức điện động cảm ứng.

3.2.4. Sức điện động cảm ứng trong vòng dây:

Công thức tính s.đ.đ cảm ứng:

Giả sử có vòng dây từ thông qua diện tích vòng dây là Φ (hình vẽ 22-2). Quy ước chiều dương cho vòng dây như sau: vặn cho mở nút chai theo chiều đường sức, thì chiều quay của cán mở nút chai sẽ là chiều dương của vòng. Nếu s.đ.đ của vòng cùng chiều đã chọn sẽ có giá trị dương, ngược lại sẽ có giá trị âm.



- Lần lượt đưa một thanh nam châm lại gần và dịch ra xa vòng để làm thay đổi từ thông qua vòng dây sẽ làm xuất hiện s.đ.đ cảm ứng trong vòng dây. Nếu từ thông biến thiên càng nhanh, thì trị số s.đ.đ càng lớn. Như vậy s.đ.đ cảm ứng tỷ lệ với tốc độ biến thiên từ thông.

- Nếu trong thời gian Δt từ thông qua vòng biến thiên một lượng là $\Delta\Phi$ thì trị số của s.đ.đ sẽ là : $e = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$; ở đây e tính ra vôn(V); Φ là số gia từ thông qua vòng (Wb);

Δt là số gia thời gian (s).

Định luật Len xơ:

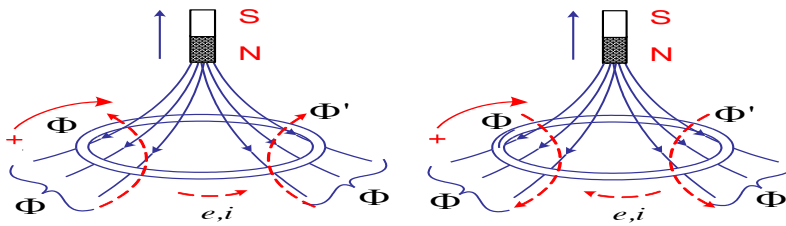
“Khi từ thông xuyên qua một vòng dây biến thiên sẽ làm xuất hiện một sức điện động gọi là sức điện động cảm ứng trong vòng dây, sức điện động này có nhiều sao cho dòng điện do nó sinh ra tạo thành từ thông có tác dụng chống lại sự biến thiên của từ thông đã sinh ra nó”

* Khi từ thông biến thiên tăng tức là $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} > 0$ khi đó sức điện động cảm ứng sinh ra dòng điện cùng chiều và tạo thành từ thông Φ chống lại sự tăng của từ thông Φ .

* Khi từ thông biến thiên giảm nghĩa là $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} < 0$ khi đó sức điện động cảm ứng e dương, tức là cùng chiều dương ,dòng điện do nó sinh ra cùng chiều, tạo ra Φ cùng chiều với Φ . Nghĩa là Φ có tác dụng chống lại sự giảm của từ thông Φ . Đúng như định luật về chiều sức điện động cảm ứng đã nêu.

*Trị số sức điện động cảm ứng: $e = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ trong đó:

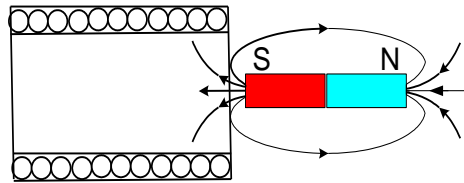
Dấu (-) thể hiện định luật Len - xơ về chiều sức điện động cảm ứng.
 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ tốc độ biến thiên của từ thông theo thời gian t.



Hình 23-2
 Chiều s.d.đ tăng (a) và giảm (b)

3.2.5. Sức điện động cảm ứng trong cuộn dây :

Xét một cuộn dây đứng yên có W vòng cho một thanh nam châm chuyển động dọc theo trục cuộn dây từ thông qua mỗi vòng dây biến thiên làm xuất hiện s.d.đ cảm ứng sđđ trong các



Hình 24-2

vòng dây nối tiếp nhau nên sđđ tổng của cuộn dây :

$$e = e_1 + e_2 + \dots + e_w = -\left(\frac{\Delta\Phi_1}{\Delta t} + \frac{\Delta\Phi_2}{\Delta t} + \dots + \frac{\Delta\Phi_w}{\Delta t}\right)$$

Đặt tổng đại số các từ thông qua từng vòng dây của cuộn dây được gọi là từ thông móc vòng ký hiệu là Ψ

Từ đó s.d.đ trong cuộn dây: $\Psi = \Phi_1 + \Phi_2 + \dots + \Phi_w$

$$e = -\frac{\Delta\Psi}{\Delta t}$$

Nếu từ thông như nhau thì: $\Phi_1 = \Phi_2 = \dots = \Phi_w$

$$\Psi = W \cdot \Phi$$

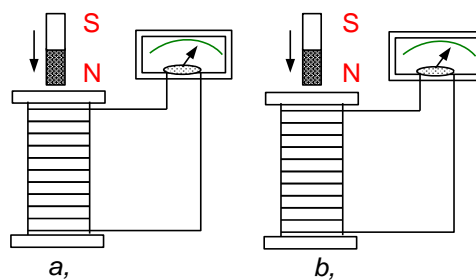
Với một cuộn dây cụ thể thì $W = \text{const} \Rightarrow e = -W \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

3.2.6. Hiện tượng cảm ứng điện từ.

+ **Thí nghiệm và hiện tượng :**

Thí nghiệm:

- Một ống dây (có nhiều vòng dây)
- Một thanh nam châm.
- Một điện kế nhạy.
- Tiến hành thí nghiệm:
- Nối hai đầu của ống dây với



Hình 20-2

điện kế, sau đó cho thanh nam châm di chuyển vào trong lòng ống dây, trong quá trình nam châm di chuyển kim điện kế bị lệch đi chứng tỏ có s.d.đ và dòng điện trong ống dây. Khi thanh nam châm đứng yên kim điện kế lại chỉ 0. Rút thanh nam châm ra khỏi ống dây kim điện kế lại lệch đi nhưng về phía ngược lại (Hình 20-2). đổi cực nam châm rồi lại làm thí nghiệm tương tự thì kim điện kế lại lệch nhưng với phía lệch của cực nam châm cũ.

3.2.7. Kết luận

- Hiện tượng trên là hiện tượng cảm ứng điện từ s.đ.đ và dòng điện sinh ra trong trường hợp đó được gọi là s.đ.đ và dòng điện cảm ứng. Bằng nhiều thí nghiệm khác có thể kết luận như sau:

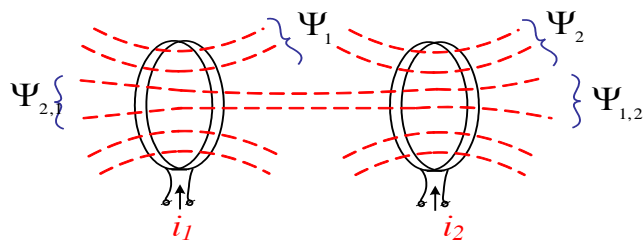
- Dòng điện cảm ứng (s.đ.đ cảm ứng) chỉ xuất hiện trong thời gian nam châm chuyển động tương đối với ống dây, nghĩa là khi từ thông qua ống dây biến thiên (biến đổi).

- Dù nam châm chuyển dịch hay ống dây chuyển dịch thì cũng đều xuất hiện s.đ.đ cảm ứng.

- Khi ống dây đặt trong từ trường của một dòng điện biến đổi thì ống dây cũng xuất hiện dòng điện cảm ứng (s.đ.đ cảm ứng).

3.2.7.1. HIỆN TƯỢNG HỖ CẢM :

3.2.7.1.1. Từ thông móc vòng - hệ số hồ cảm:



Hình 28 -2

3.2.7.1.1.2. Từ thông móc vòng hồ cảm :

Nếu có 2 cuộn dây đặt gần nhau thì cùng có quan hệ hồ cảm với nhau: (hình 4 - 23) khi cuộn 1 có dòng điện i_1 chạy qua thì ngoài từ thông móc vòng qua qua chính nó (ψ_1), còn có từ thông móc vòng sang cuộn 2 là: (ψ_2) và được gọi là từ thông hồ cảm.

3.2.7.2. Hệ số hồ cảm :

Dòng i_1 tăng thì từ thông ψ_{12} cùng tăng nhưng nếu vị trí giữa hai cuộn dây không thay đổi, thì tỷ số $\frac{\psi_{12}}{i_1}$ không thay đổi và nó được gọi là hệ số hồ cảm giữa cuộn 1 và ký hiệu là : M_{12}

$$M_{12} = \frac{\Psi_{12}}{i_1}$$

Khi cuộn dây 2 có dòng điện I_2 , khi đó xuất hiện từ thông ψ_{12} móc vòng sang cuộn 1 là. Do đó ta có hệ số hồ cảm.

$$M_{21} = \frac{\Psi_{21}}{i_2}$$

Người ta chứng minh được : $M_{12} = \frac{\Psi_{12}}{i_2} = M_{21} = \frac{\Psi_{21}}{i_1} = M$

Từ đó ta có biểu thức tính hệ số hồ cảm như sau:

$$M = K \cdot \sqrt{L_1 L_2}$$

K: là hệ số cho biết mức độ liên hệ cảm ứng giữa 2 cuộn dây. Nghĩa là cho biết trong số từ thông được tạo bởi dòng điện cuộn dây 2. Về trị số từ thông được tạo bởi dòng điện trong cuộn dây này, có chừng bao nhiêu từ thông xuyên qua cuộn dây số 2. Về trị số thì bao giờ $K < 1$. trong 1 số trường hợp như máy biến áp thì $k \approx 1$.

Đơn vị : Hen - ry (H)

3.2.7.3. Hiện tượng hồ cảm.

Nếu i_1 biến thiên thì ψ_{12} cùng biến thiên theo làm xuất hiện sđđ cảm ứng trong cuộn dây 2 gọi là sức điện động hồ cảm e_{12} .

$$e_{12} = - \frac{\Delta \Psi_{12}}{\Delta t} = -M \frac{\Delta i_1}{\Delta t}$$

Ngược lại: nếu I2 biến thiên thì trong cuộn dây 1 cũng xuất hiện sức điện động cảm ứng e21:

$$e_{21} = - \frac{\Delta \Psi_{21}}{\Delta t} = -M \frac{\Delta i_2}{\Delta t}$$

Vậy: sức điện động cảm ứng là sức điện động cảm ứng xuất hiện trong cuộn dây khi có sự biến thiên của dòng điện trong cuộn dây có quan hệ cảm ứng với nó.

Về trị số: sức điện động tỷ lệ với tốc độ biến thiên của dòng điện trong các cuộn dây và hệ số cảm ứng giữa chúng.

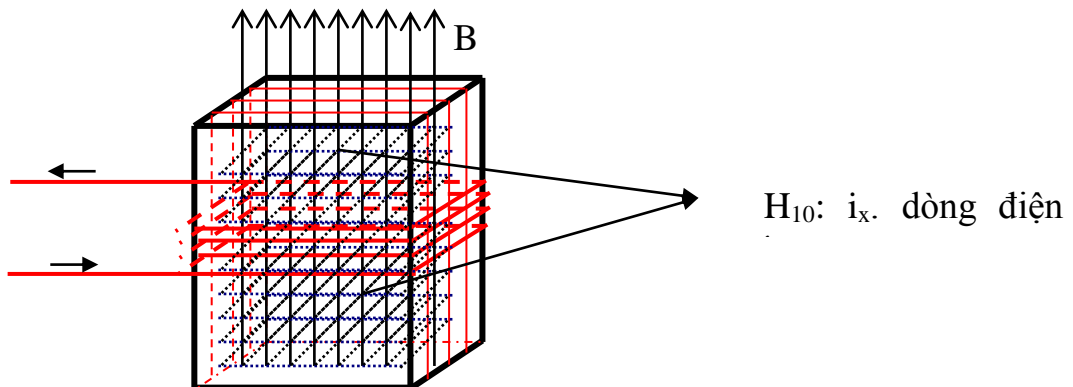
Dấu (-) trong biểu thức thể hiện định luật Len xơ về chiều của các s.đ.đ cảm ứng.

3.2.8. Dòng điện xoáy:

3.2.8.1. Hiện tượng dòng điện xoáy:

Khi đặt các vật dẫn điện (thép, đồng, nhôm,...) vào khoảng không gian có từ thông biến đổi hoặc cho chuyển động trong từ trường thì do cảm ứng điện từ sẽ sinh ra dòng điện ở bên trong vật dẫn người ta gọi đó là dòng điện xoáy (hay dòng điện phức)

- Giả sử khi cho dòng điện xoay chiều chạy trong cuộn dây được quấn trên lõi thép sẽ, dòng điện này sẽ làm cho lõi sắt nóng gây nên tổn thất năng lượng gọi là tổn thất do dòng điện xoáy. Để giảm bớt dòng điện người ta chế tạo lõi sắt bằng các lá thép mỏng sơn cách điện và ghép lại với nhau thành các khối lõi thép trong máy điện nói chung.



Vậy dòng điện xoáy là dòng điện cảm ứng sinh ra trong các khối vật liệu (khối kim loại) có từ trường biến thiên qua nó.

3.2.8.2. Những tác hại và ứng dụng dòng điện xoáy.

3.2.8.2.1.1. **Tác hại:** Dòng điện xoáy làm tổn hao năng lượng, làm phát nóng các thiết bị, có thể làm cháy các cách điện và các cuộn dây quấn trên lõi thép.

3.2.8.2.1.2. **Ứng dụng:** Dòng điện xoáy được ứng dụng trong sản xuất công nghiệp luyện kim, thí nghiệm điện, đo lường điện.

CHƯƠNG 3: MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU

1. MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU MỘT PHA

MỤC TIÊU CỦA BÀI: Sau khi học xong bài này người học có khả năng:

- Trình bày được khái niệm, tính chất về các mạch điện xoay chiều một pha.
- Áp dụng các công thức vào giải các bài tập của mạch điện thuần trở, thuần cảm, thuần dung.
- Tập trung cao độ trong việc tiếp thu bài mới, tích cực học tập nghiên cứu, tư duy sáng tạo.

1.1. Định nghĩa và nguyên lý tạo ra dòng điện hình sin.

1.1.1. Định nghĩa

- Dòng điện xoay chiều. Dòng điện xoay chiều là dòng điện biến đổi cả chiều và trị số theo thời gian.

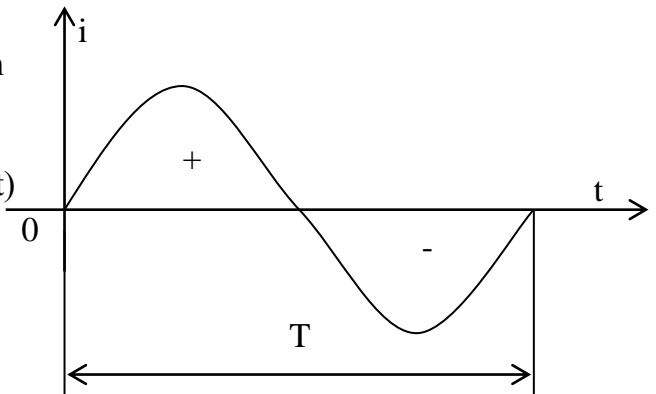
- Dòng điện xoay chiều hình sin. Dòng điện xoay chiều biến thiên theo quy luật hình sin theo thời gian gọi là dòng điện xoay chiều hình sin.

- Dòng điện xoay chiều hình sin là dòng điện xoay chiều đơn giản nhất và được dùng rất rộng rãi, nên khi nói đến dòng điện xoay chiều thì hiểu đó là dòng điện xoay chiều hình sin.

a. Biểu thức của dòng điện, điện áp hình sin

- Dòng điện xoay chiều biến thiên theo quy luật hình sin theo thời gian gọi là dòng điện xoay chiều hình sin.

- Đồ thị dòng điện xoay chiều hình sin
Trục hoành biểu thị thời gian t
Trục tung biểu thị dòng điện i
Trên đồ thị ta thấy tại mỗi thời điểm (t)
dòng điện có một hệ số tương ứng
gọi là trị số tức thời của dòng điện $i = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ (A)



Δq là lượng điện tích qua tiết diện dây trong khoảng thời gian Δt tại thời điểm t

Tại thời điểm t dòng điện có giá trị i và đang tăng dần trị số, sau đó một chu kì tức là tại thời điểm ($t + T$) dòng lại có giá trị i và đang tăng dần trị số tức là lặp lại quá trình biến thiên cũ. Trong quá trình biến thiên dòng đạt giá trị lớn nhất gọi là trị số cực đại hay biên độ cực đại của dòng điện, dòng điện xoay chiều đạt trị số cực đại cả về phía dương và phía âm.

- Biểu thức:
$$i(t) = I_m \sin(\omega t + \varphi_i) A$$
$$u(t) = U_m \sin(\omega t + \varphi_u) V$$

I_m, U_m là giá trị cực đại của dòng điện và điện áp
 $i(t), u(t)$ là giá trị tức thời của dòng điện và điện áp
 $\omega t + \varphi$ góc pha tại thời điểm (t).

b. Các đại lượng đặc trưng của dòng điện xoay chiều.

- Chu kì và tần số

* Chu kì: Khoảng thời gian ngắn nhất để dòng điện lặp lại quá trình biến thiên như cũ gọi là chu kì của dòng điện xoay chiều.

Chu kì được kí hiệu là T (s)

* Tần số

Một chu kì dòng điện biến thiên hết thời gian T . Vậy trong 1s dòng điện thực hiện được số chu kì là $1/T$. Vậy số chu kì mà dòng điện thực hiện trong 1s gọi là tần số, kí hiệu là f (Hz): $f = 1/T$ (Hz)

Đơn vị của tần số là Hz, $1\text{MHz} = 10^3\text{KHz} = 10^6\text{Hz}$

- Trị số tức thời, trị số cực đại

* Trị số tức thời

Dòng điện xoay chiều có trị số biến đổi theo thời gian và trị số ở từng thời điểm (t) gọi là trị số tức thời, kí hiệu $e, i, u \dots$

* Trị số cực đại

Trị số cực đại là trị số tức thời lớn nhất (biên độ) kí hiệu $U_m, I_m, E_m \dots$

- Trị số hiệu dụng

* Định nghĩa: Trị số hiệu dụng của dòng điện xoay chiều là giá trị tương đương với dòng điện một chiều khi đi qua cùng một điện trở, trong một chu kì chúng cùng tỏa ra một năng lượng dưới dạng nhiệt như nhau.

* Kí hiệu: I, U, E

* Quan hệ giữa trị số cực đại và trị số hiệu dụng

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}; E = \frac{E_m}{\sqrt{2}}; U = \frac{U_m}{\sqrt{2}};$$

* Góc lệch pha φ giữa điện áp và dòng điện.

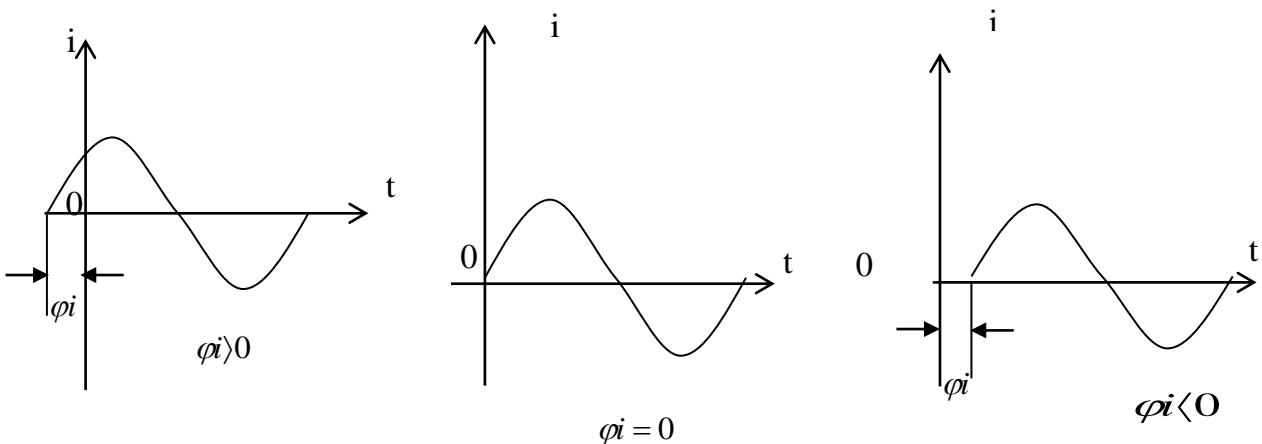
Ở trên ta đã xét biểu thức trị số tức thời của dòng điện và điện áp.

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

$$u(t) = U_m \sin(\omega t + \varphi_u) V$$

Trong đó I_{max}, U_{max} trị số cực đại dòng điện, điện áp. $\omega t + \varphi$ nói lên trạng thái của dòng điện điện áp ở thời điểm (t). Tại thời điểm $t = 0$ thì góc lệch pha của dòng điện là φ_i gọi là góc pha ban đầu, tương tự φ_u là góc pha ban đầu của điện áp. Góc pha ban đầu phụ thuộc vào chọn thời điểm làm gốc thời gian (t).

VD₁: Góc pha ban đầu của dòng điện khi chọn gốc tọa độ thời gian khác nhau.



- Do điện áp và dòng điện biến thiên cùng tần số, xong nó phụ thuộc vào tính chất của mạch điện góc pha của chúng có thể không trùng nhau và người ta gọi đó là sự lệch pha giữa dòng và áp. Ký hiệu sự lệch pha giữa dòng và áp là φ , được tính theo biểu thức sau.

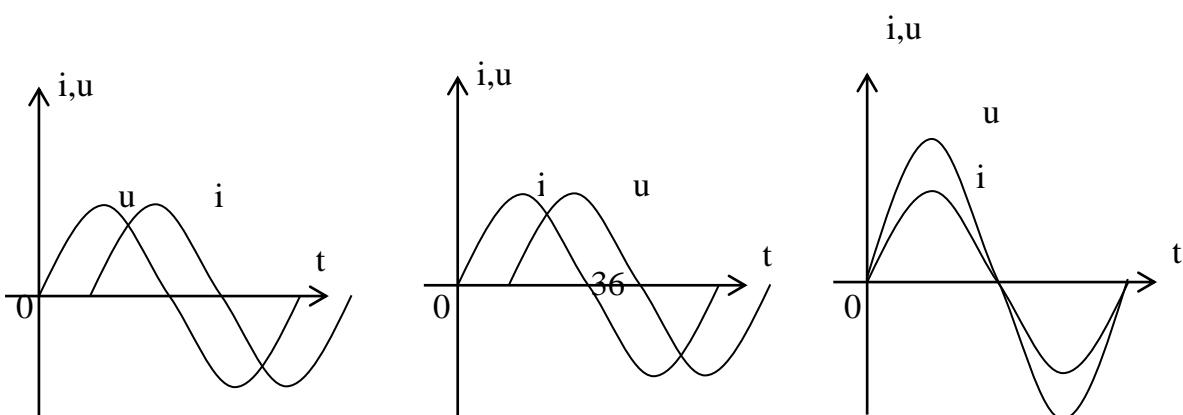
$$\varphi = \varphi_u - \varphi_i$$

- Góc φ phụ thuộc vào các thông số của mạch.

- Khi $\varphi > 0$ Điện áp vượt trước so với dòng điện (hình a)

$\varphi < 0$ Điện áp chậm sau so với dòng điện (hình b)

$\varphi = 0$ Điện áp trùng pha so với dòng điện (hình c)

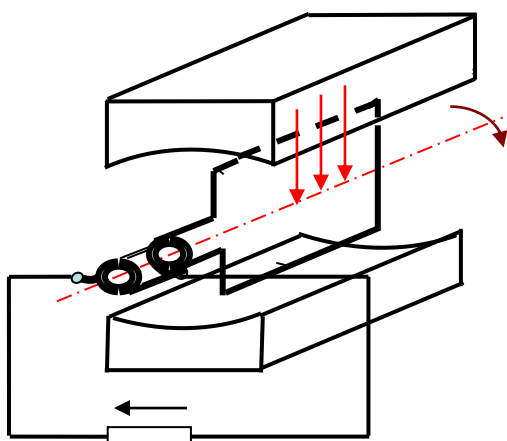


1.1. Nguyên lý tạo ra dòng điện xoay chiều hình sin.

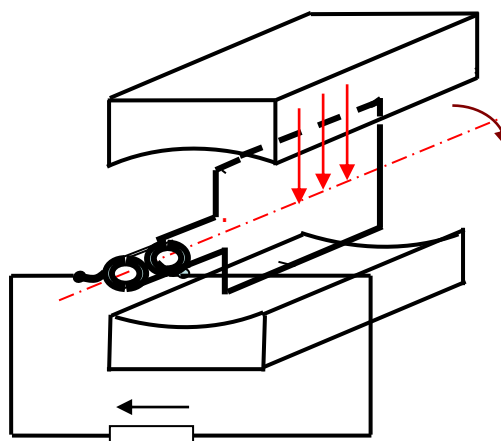
a. Cấu tạo: Gồm một phần cảm là nam châm vĩnh cửu N-S hoặc nam châm điện, phần ứng là một khung dây (a,b,c,d) và hệ thống vòng tiếp xúc chổi than.

b. Nguyên lý làm việc: Tác dụng một lực cơ học làm cho khung dây quay trong từ trường và cắt các đường sức từ của nam châm N-S. Lúc đó trong khung dây sẽ xuất hiện một sức điện động cảm ứng (theo định luật cảm ứng điện từ) chiều của suất điện động được xác định theo quy tắc bàn tay phải nếu nối phụ tải vào chổi than như hình vẽ thì sẽ có dòng điện. Khi khung dây quay được 180° thì suất điện động trong khung dây đổi chiều, dòng điện qua phụ tải cũng đổi chiều. Với nguyên lý làm việc như vậy dòng điện qua phụ tải là dòng điện xoay chiều hình sin.

* Suất điện động sinh ra trong khung dây có trị số : $e = B.l.v.\sin\alpha$ (khi khung dây chuyển động không vuông góc với các đường sức từ). $e = B.l.v$ (khi khung dây chuyển động vuông góc với các đường sức từ. Lúc đó $\alpha = 90^\circ$)



Hình 23-2



Hình 23-3

* Kết quả là khung dây dẫn chuyển động trong từ trường đã có tác dụng biến công suất cơ của động cơ sơ cấp thành công suất điện cung cấp cho phụ tải. Đó chính là nguyên tắc của máy phát điện.

1.2. Cách biểu diễn đại lượng xoay chiều hình sin.

Biểu diễn bằng đồ thị véc tơ.

- Quy ước đại lượng xoay chiều được biểu diễn bằng véc tơ quay trong mặt phẳng tọa độ vuông góc.

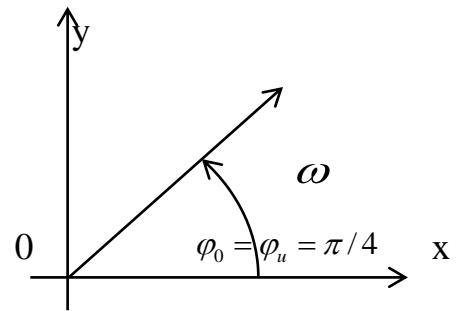
- Véc tơ có điểm đặt tại gốc tọa độ chiều dài của véc tơ căn cứ vào trị hiệu dụng của đại lượng xoay chiều với tỉ lệ xích phù hợp, véc tơ luôn quay ngược chiều kim đồng hồ với vận tốc góc ω véc tơ đó hợp với trục hoành một góc tương ứng với pha gốc là φ_0

Ví dụ VD1: Cho phương trình điện áp $u(t) = 110\sqrt{2}\sin(\omega t + \pi/4)$

Xác định giá trị hiệu dụng và góc pha ban đầu, 110V, $\pi/4$

Độ dài của véc tơ được biểu diễn bằng trị số hiệu dụng, góc của véc tơ với trục ox biểu diễn góc pha đầu ký hiệu như sau. $\vec{U} = U \angle \varphi_u$

Biểu diễn hai đại lượng trên bằng véc tơ quay.



VD₂: Hãy biểu diễn dòng điện, điện áp bằng véc tơ và chỉ ra góc lệch pha biết

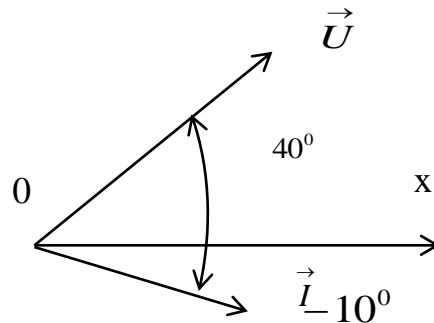
$$i = 20\sqrt{2} \sin(\omega t - 10^\circ) \quad (\text{A})$$

$$u = 100\sqrt{2} \sin(\omega t + 40^\circ) \quad (\text{V})$$

Giải: Véc tơ dòng điện: $\vec{I} = 20 \angle -10^\circ$

Véc tơ điện áp: $\vec{U} = 100 \angle 40^\circ$

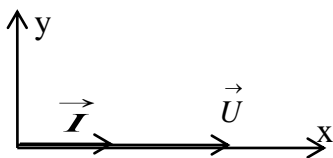
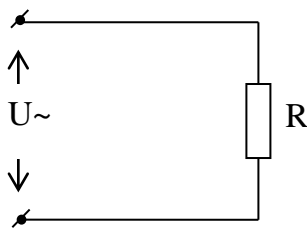
Biểu diễn bằng véc tơ:



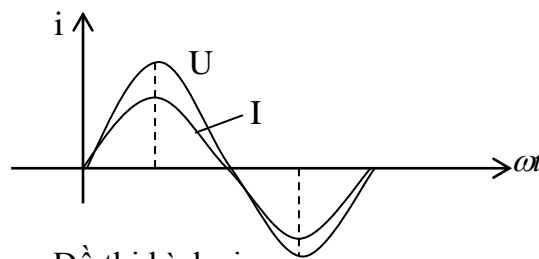
1.3. Mạch điện thuần trở R

1.3.1. Sơ đồ mạch điện (R)

Mạch xoay chiều có hệ số tự cảm rất nhỏ có thể bỏ qua trong mạch chỉ có điện trở R được gọi là mạch thuần điện trở. Trong thực tế mạch của bóng đèn sợi đốt, lò điện, bếp điện có thể coi là mạch xoay chiều thuần điện trở.



Đồ thị véc tơ



Đồ thị hình sin

1.3.2. Quan hệ dòng áp:

- Trong mạch xoay chiều thuần điện trở dòng điện và điện áp đồng pha

$$u = U_m \sin \omega t, \quad i = I_m \sin \omega t$$

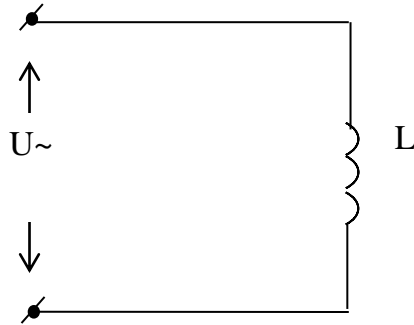
- Vẽ đồ thị hình sin và đồ thị vectơ

* Định luật ôm: $I = \frac{U}{R}$

1.4. Mạch điện thuần điện cảm

1.4.1. Sơ đồ mạch điện (L)

Mạch xoay chiều có cuộn dây hệ số tự cảm L khá lớn, còn điện trở R đủ bé có thể bỏ qua được gọi là mạch thuần điện cảm.



Giả sử 2 đầu đoạn mạch thuần điện cảm đặt vào điện áp xoay chiều ($\sim U$), trong mạch xuất hiện dòng điện i có biểu thức $i = I_m \sin \omega t$. Dòng điện i biến thiên làm xuất hiện sđđ tự cảm e_L trong cuộn dây xác định theo công thức:

$$e_L = -L \cdot \frac{di}{dt}$$

Áp dụng định luật kiết khớp 2 cho đoạn mạch ta có: $U_L + e_L = i.R = 0$ (vì $R=0$)

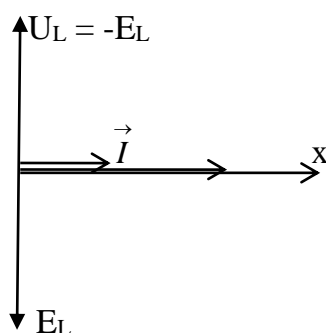
Ta có: $U = -e_L$

1.4.2. Quan hệ dòng áp:

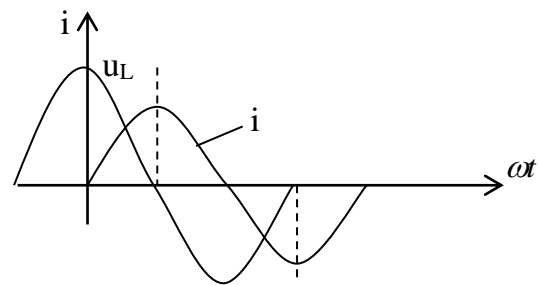
- Trong mạch xoay chiều thuần điện cảm, điện áp vượt pha trước dòng điện 1 góc $\Pi/2$ hay 90° .

Biểu thức $i = I_m \sin \omega t$, $u = U_m \sin(\omega t + \Pi/2)$

- Vẽ đồ thị hình sin và đồ thị véctơ



Đồ thị véctơ



Đồ thị hình sin

* Định luật ôm – Cảm kháng

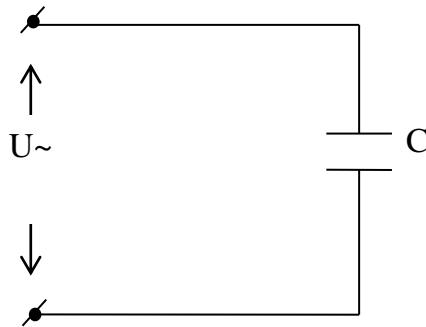
$$I = \frac{U}{X_L} \quad X_L = \omega.L = 2. \Pi . f . L$$

X_L gọi là cảm kháng điện cảm của mạch xoay chiều gọi tắt là cảm kháng, đơn vị là Ω

1.5. Mạch điện thuần điện dung C

1.5.1. Sơ đồ mạch điện (C)

Mạch xoay chiều có tụ điện, điện dẫn không đáng kể, hệ số tự cảm L rất nhỏ, chỉ có thành phần điện dung C gọi là mạch xoay chiều thuần điện dung

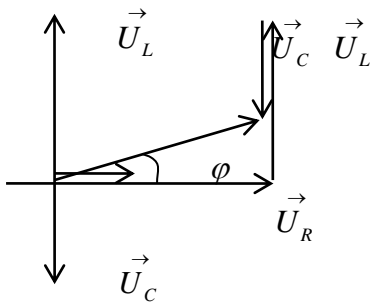


1.5.2. Quan hệ dòng áp:

- Trong mạch xoay chiều thuần điện dung dòng điện vượt pha trước điện áp 1 góc $\pi/2$.

- Biểu thức: $i = I_m \sin(\omega t + \pi/2)$, $u = U_m \cdot \sin \omega t$

- Vẽ đồ thị hình sin và đồ thị véctơ



* Định luật ôm – dung kháng

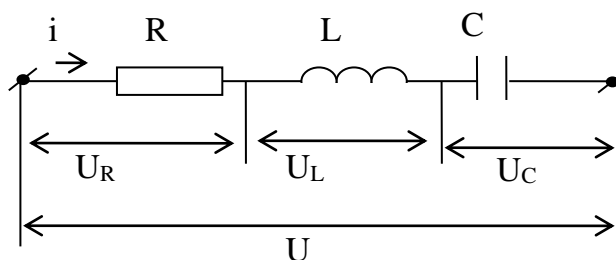
$$I = \frac{U}{X_C} \Rightarrow X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2\pi f C}$$

X_C gọi là trở kháng điện dung của mạch xoay chiều gọi tắt là dung kháng (đơn vị: Ω), X_C tỉ lệ nghịch với điện dung và tần số dòng điện của mạch

1.6. Mạch R – L – C mắc nối tiếp

1.6.1. Hiện tượng vật lý và quan hệ dòng áp

Mạch xoay chiều không phân nhánh có cả 3 thành phần R, L, C nối tiếp. Giả sử đặt điện áp xoay chiều U vào mạch điện, trong mạch có dòng. $i = I_m \cdot \sin \omega t$. Dòng điện qua R- L- C làm giáng trên đó những thành phần điện áp tương ứng.



- Thành phần trên điện trở U_R gọi là thành phần tác dụng của điện áp đồng pha với dòng điện có trị số: $U_R = I \cdot R$

- Thành phần trên điện cảm U_L vượt pha trước dòng điện 90° có trị số

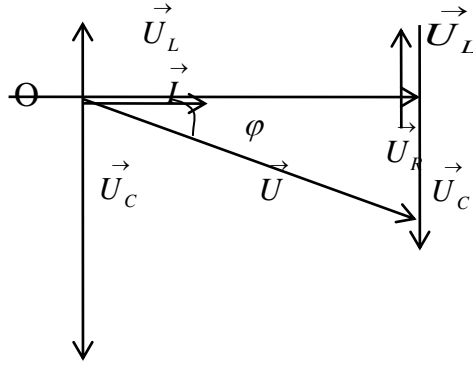
$$U_L = X_L \cdot I$$

- Thành phần trên điện dung U_C chậm pha sau dòng điện 90° có trị số

$$U_C = X_C \cdot I$$

1.6.2. Vẽ đồ thị vectơ:

Để vẽ đồ thị vectơ của mạch trước hết ta vẽ vectơ dòng điện I trùng với trục OX , sau đó dựa vào các quan hệ vectơ trong các nhánh thuần R, L, C , vẽ vectơ U_R trùng pha với vectơ I , vectơ U_L vượt pha trước I một góc 90° , vectơ U_C chậm pha sau I một góc 90° . Tiến hành cộng hình học các vectơ ta được vectơ tổng U



- Điện áp đặt vào trong mạch bằng tổng các điện áp thành phần

$$U = U_L + U_C + U_R \text{ hay cộng vectơ:}$$

Vectơ U là cạnh huyền của Δ vuông OAB . Hai cạnh góc vuông:

Cạnh $OA = U_R = I \cdot R$ là thành phần tác dụng

Cạnh $AB = U_L - U_C = I \cdot (X_L - X_C) = I \cdot X = U_X$ là thành phần phản kháng.

Tam giác vuông có 2 cạnh vuông góc là 2 thành phần điện áp, cạnh huyền là vectơ điện áp tổng, được gọi là tam giác điện áp của mạch xoay chiều phân nhánh. Từ tam giác điện áp theo định lý pitago ta có:

$$U = \sqrt{U_R^2 + U_X^2} = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$$

- Về pha điện áp lệch pha với dòng điện 1 góc φ

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{AB}{OA} = \frac{U_X}{U_R} = \frac{U_L - U_C}{U_R}$$

Biểu thức hình sin của điện áp: $u = U_m \sin(\omega t + \varphi)$

- Khi $X_L > X_C \rightarrow U_L > U_C$, $\varphi > 0$ điện áp vượt pha trước dòng điện, mạch có tính chất điện cảm.

- Khi $X_L < X_C \rightarrow U_L < U_C$, $\varphi < 0$ điện áp chậm pha sau dòng điện, mạch có tính chất điện dung.

Từ tam giác điện áp nếu biết U và góc lệch pha φ thì sẽ xác định được các thành phần điện áp theo công thức: $U_R = U \cdot \cos \varphi$; $U_X = U \cdot \sin \varphi$

1.6.3. Định luật ôm – Tổng trở – tam giác trở kháng

* Định luật ôm

$$\text{Từ công thức } U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = I \cdot \sqrt{R^2 + (R_L - R_C)^2}$$

$$\Rightarrow I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (R_L - R_C)^2}};$$

$\sqrt{R^2 + (R_L - R_C)^2} = Z$ được gọi là trở kháng toàn phần, hay tổng trở của mạch xoay chiều đơn vị là Ω .

Công thức định luật ôm trong mạch R- L- C nối tiếp: $I = \frac{U}{R}$

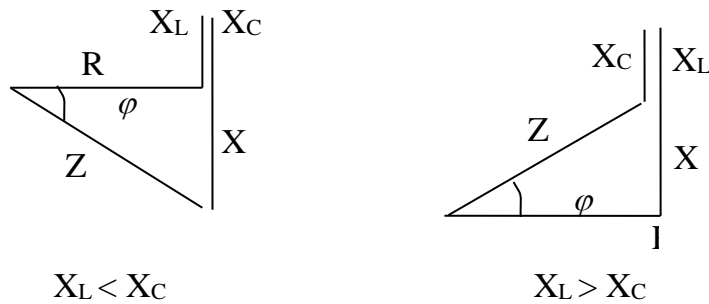
$X_L - X_C = X$ được gọi là trở kháng phản kháng của mạch hay điện kháng.

* Tam giác trở kháng

Nếu chia cả 3 cạnh của tam giác điện áp OAB cho dòng điện I ta được 1 tam giác mới đồng dạng với tam giác cũ có 3 cạnh là 3 thành phần trở kháng được gọi là tam giác trở kháng hay tam giác tổng trở.

- Cạnh huyền $Z = \frac{U}{I}$ là tổng trở

- Hai cạnh góc vuông: $\frac{U_R}{I} = R$ điện trở ; $X = \frac{U_X}{I}$ điện kháng



- Từ tam giác trở kháng nếu biết R, X thì xác định được Z và góc lệch pha φ :

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

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{X}{R} = \frac{X_L - X_C}{R}$$

Nếu $X_L > X_C$ thì $\varphi > 0$; $X_L < X_C$ thì $\varphi < 0$

- Nếu biết tổng trở Z và góc lệch pha φ thì tìm được 2 thành phần trở kháng:

$$R = Z \cdot \cos \varphi ; X = Z \sin \varphi$$

1.6.4. Công suất của dòng điện xoay chiều hình sin.

a. Công suất tức thời của mạch:

$$p = u \cdot i = U_m \sin(\omega t + \varphi) \cdot I_m \sin \omega t$$

$$\text{Biến đổi theo công thức: } \sin a \cdot \sin b = \frac{1}{2} [\cos(a-b) - \cos(a+b)]$$

$$\text{Ta có: } p = U_m \cdot I_m \cdot \frac{1}{2} [\cos(\omega t + \varphi - \omega t) - \cos(\omega t + \varphi + \omega t)]$$

$$= U \cdot I \cdot [\cos \varphi - \cos(2\omega t + \varphi)] = U \cdot I \cdot \cos \varphi - U \cdot I \cdot \cos(2\omega t + \varphi)$$

Công suất tức thời gồm 2 thành phần:

- Thành phần không đổi $U \cdot I \cdot \cos \varphi$

- Thành phần biến đổi $-U \cdot I \cdot \cos(2\omega t + \varphi)$ có f gấp đôi f dòng điện

b. Công suất tác dụng P

Công suất tác dụng: Là công suất trung bình trong một chu kì chính là thành phần không đổi vì thành phần biến đổi $U \cdot I \cdot \cos(2\omega t + \varphi)$ lấy trung bình trong một chu kì

$$\text{bằng 0 nên: } P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = I \cdot U_R = I \cdot R = \frac{U_R^2}{R}$$

* Công suất: công suất tức thời trong mạch thuần điện trở

$$P = u \cdot i = U_m \sin \omega t \cdot I_m \sin \omega t = U_m \cdot I_m \sin^2 \omega t$$

Thay $\sin^2 a = \frac{1 - \cos 2a}{2}$ ta có :

$$p = U_m \cdot I_m \cdot \frac{1 - \cos 2\omega t}{2} = U \cdot I \cdot (1 - \cos 2\omega t) = U \cdot I - U \cdot I \cdot \cos 2\omega t$$

Như vậy công suất gồm có 2 thành phần

- Thành phần không đổi $U \cdot I$

- Thành phần biến đổi $U \cdot I \cdot \cos 2\omega t$ là hàm số có tần số gấp đôi tần số dòng điện: Nếu lấy trung bình trong một chu kì của lượng $-U \cdot I \cdot \cos 2\omega t = 0$ chỉ còn lại thành phần không đổi $p = P = U \cdot I$

Trị số trung bình của công suất trong một chu kì gọi là công suất tác dụng của dòng điện xoay chiều ta có: $P = U \cdot I =$

Đơn vị của công suất tác dụng là W, KW, MW Công suất tác dụng còn gọi là công suất hữu công

c. Công suất phản kháng Q

Mạch có cuộn dây và tụ điện nên có hiện tượng trao đổi năng lượng giữa nguồn với tụ điện và cuộn dây.

Công suất phản kháng của mạch: $Q = I \cdot U_X = U \cdot I \cdot \sin \varphi = I^2 \cdot (X_L - X_C) = Q_L - Q_C$

Công suất tức thời trong mạch thuần điện dung

$$p = u \cdot i = U_m \cdot \sin \omega t \cdot I_m \sin(\omega t + \pi/2)$$

$$= U_m \cdot I_m \cdot \sin \omega t \cdot \cos \omega t = \frac{U_m \cdot I_m}{2} \cdot \sin 2\omega t = U \cdot I \cdot \sin 2\omega t$$

Công suất biến thiên theo quy luật hình sin với tần số gấp đôi tần số dòng điện, biên độ là tích $U \cdot I$

- ở 1/4 chu kỳ thứ nhất và thứ 3 của điện áp, dòng điện và điện áp cùng chiều $p = u \cdot i > 0$ tụ điện nhận năng lượng của nguồn (tụ nạp điện)

- ở 1/4 chu kỳ thứ 2 và thứ 4 của điện áp, dòng điện và điện áp ngược chiều $p = u \cdot i < 0$ tụ phóng điện

Như vậy mạch xoay chiều thuần điện dung không tiêu thụ năng lượng, công suất tác dụng = 0 chỉ có sự trao đổi năng lượng giữa nguồn với tụ điện

Đặc trưng cho mức độ năng lượng người ta dùng đại lượng là công suất phản kháng kí hiệu là Q_C

$$Q_C = U \cdot I = I^2 \cdot X_C = \frac{U^2}{X_C} \text{ Công suất tức thời trong mạch thuần điện cảm}$$

$$P = u \cdot i = U_m \cdot I_m \cdot \sin \omega t \cdot \sin(\omega t + \pi/2) = U_m \cdot I_m \cdot \sin \omega t \cdot \cos \omega t$$

Biến đổi lượng giác: $\sin 2a = 2 \cos a \cdot \sin a$ Ta có:

$$p = \frac{U_m \cdot I_m}{2} \cdot \sin 2\omega t = U \cdot I \cdot \sin 2\omega t$$

Đó là 1 lượng hình sin có tần số gấp đôi, tần số dòng điện, biên độ là tích $U \cdot I$

- ở 1/4 chu kỳ thứ nhất và thứ 3 của dòng điện i tăng, u và i cùng chiều nên $p = u \cdot i > 0$ mạch nhận năng lượng của nguồn tích lũy trong cuộn dây dưới dạng năng lượng từ trường

- ở 1/4 chu kỳ thứ 2 và thứ 4 của dòng điện, i giảm, u và i ngược chiều

$p = u \cdot i < 0$ mạch phóng trả năng lượng trong cuộn dây lại cho nguồn, cho đến khi năng lượng trong cuộn dây bằng 0.

Kết quả là mạch thuần điện cảm không tiêu thụ năng lượng, công suất trung bình trong 1 chu kỳ tức là công suất tác dụng $p = 0$. Trong mạch chỉ có sự trao đổi năng lượng

giữa nguồn và tải trường. Để đặc trưng cho mức độ trao đổi năng lượng trong mạch, người ta dùng 1 đại lượng gọi là công suất phản kháng, kí hiệu là Q_L

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

- Công suất phản kháng còn gọi là công suất vô công
- Đơn vị là: Vônampe phản kháng (VAR)
- Bội số là: KVAR, MVAR. $1MVAR = 10^3KVAR = 10^6 VAR$

d. Công suất biểu kiến S

Trong trường hợp tổng quát mạch xoay chiều có 2 loại công suất

Công suất tác dụng p là công suất trung bình tiêu thụ trên điện trở R

- Công suất phản kháng Q đặc trưng cho sự trao đổi năng lượng giữa nguồn với các trường

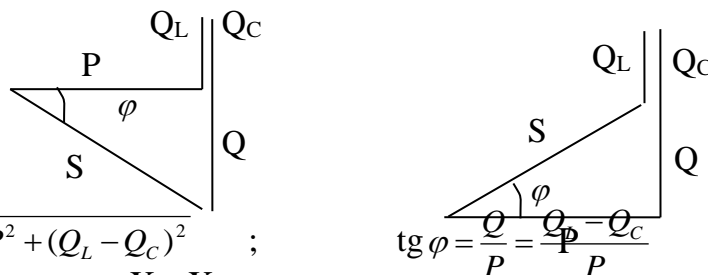
- Nhưng cả 2 loại công suất này chưa đặc trưng cho khả năng làm việc của thiết bị. Để đặc trưng cho khả năng chứa công suất của thiết bị người ta dùng một khái niệm công suất khác đó là công suất biểu kiến hay công suất toàn phần S: $S = U.I = I^2.Z$. Đơn vị của công suất biểu kiến là VA; ($1MVA = 10^3KVA = 10^6VA$)

e. Tam giác công suất.

Nếu đem nhân cả 3 cạnh của tam giác trở kháng nhân với I^2 thì ta được một tam giác mới đồng dạng với tam giác trở kháng có 3 cạnh là 3 thành phần công suất được gọi là tam giác công suất

- Cạnh huyền $I^2.Z = S$ là công suất toàn phần
- Hai cạnh góc vuông: $I^2.R = P$ là công suất tác dụng
 $I^2.X = Q$ là công suất phản kháng

Từ tam giác công suất biết P và Q ta tính được S và góc lệch pha φ



$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{P^2 + (Q_L - Q_C)^2} ;$$

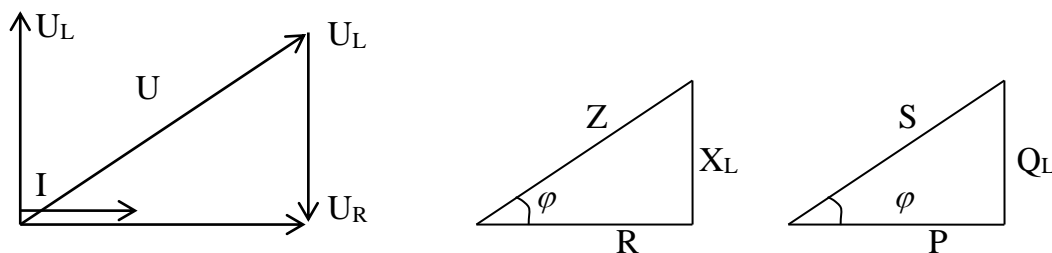
$$\text{tg } \varphi = \frac{Q}{P} = \frac{Q_L - Q_C}{P}$$

Ngược lại nếu biết S và φ ta tính được P và Q: $P = S \cdot \cos \varphi$; $Q = S \cdot \sin \varphi$

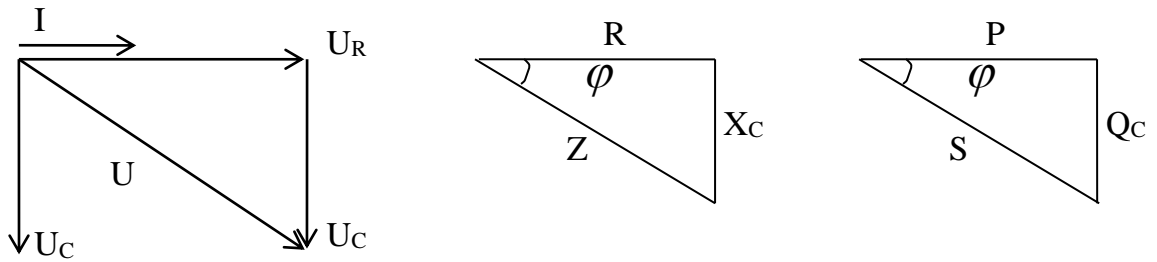
f. Các trường hợp riêng

Một trong 2 thành phần điện cảm và điện dung thường vắng mặt trong mạch. Khi đó tất cả các lí luận trên đều đúng

* Khi mạch chỉ có điện trở và điện cảm thì bỏ thành phần điện áp trở kháng và công suất của tụ điện và ta có 3 tam giác sau



* Mạch có điện trở và điện dung R, C thì bỏ thành phần điện áp trở kháng và công suất của điện cảm ta có tam giác sau:



* Mạch thuần phản kháng (L- C), $R = 0$

- Nếu $X_L > X_C$ thì mạch có tính chất giống như mạch thuần điện cảm
- Nếu $X_L < X_C$ thì mạch có tính chất giống như mạch thuần điện dung
- Nếu $X_L = X_C$ thì mạch có trạng thái cộng hưởng điện áp

1.7. Mạch xoay chiều có (L-R-C) mắc song song

1.7.1. Quan hệ dòng áp và đồ thị véc tơ

- Xét mạch điện gồm có 3 nhánh song song như hình vẽ đặt vào đoạn mạch một điện áp xoay chiều: $u = U_m \cdot \sin \omega t$. khi đó dòng điện qua điện trở đồng pha với điện áp

$$I_R = U / R$$

Dòng qua điện cảm chậm pha với điện áp một góc 90°

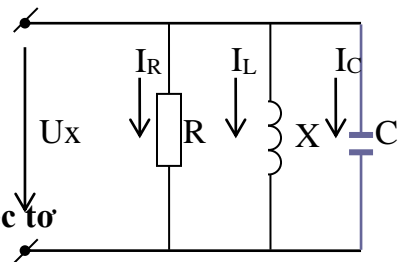
$$I_L = U / X_L$$

Dòng qua điện dung vượt trước pha với điện áp một góc 90° : $I_C = U / X_C$

Vậy dòng điện trong mạch chính bằng tổng dòng điện trong các nhánh.

Trị số tức thời: $i = i_R + i_L + i_C$

Trị số hiệu dụng: $\vec{I} = \vec{I}_R + \vec{I}_L + \vec{I}_C$



1.7.2. Biểu diễn các đại lượng dòng trên bằng đồ thị véc tơ

Từ tam giác dòng điện ta có dòng điện

Chạy trong mạch là.

$$I = \sqrt{I_R^2 + I_X^2} \Rightarrow \operatorname{tg} \varphi = \frac{I_X}{I_R}$$

Nếu biết I và φ ta dễ dàng tính được

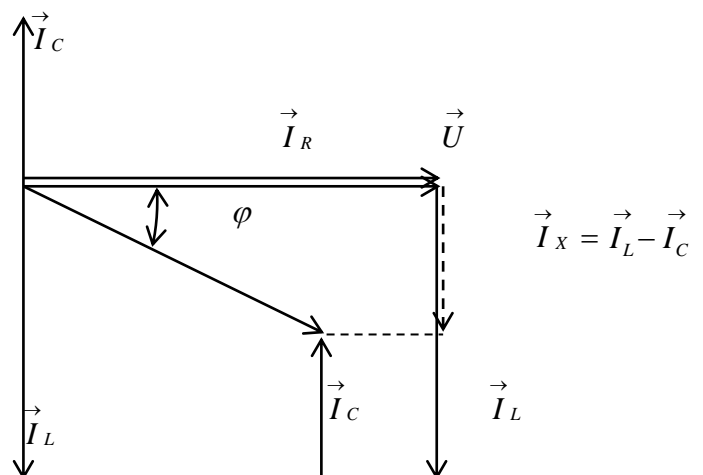
Công suất

- Công suất tác dụng

$$P = U \cdot I \cos \varphi = U \cdot I_R$$

$$Q = U \cdot I \sin \varphi = U \cdot I_X$$

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



Bài tập:

BT1: Cho mạch điện như hình vẽ có $U = 127V$, $R = 12\Omega$,
 $L = 160mH$, $C = 127mF$, $f = 50Hz$

Tính dòng điện và các thành phần của tam giác điện áp, tam giác công suất và đồ thị vector

Giải:

- Các thành phần trở kháng:

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 160 \cdot 10^{-3} = 50 \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot f \cdot \pi \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 127 \cdot 10^{-6}} = 25 \Omega$$

$$X = X_L - X_C = 50 - 25 = 25 \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{12^2 + 25^2} = 27,7 \Omega$$

$$\text{Dòng điện trong mạch: } I = \frac{U}{Z} = \frac{127}{27,7} = 4,6A$$

- Các thành phần của tam giác điện áp:

$$U_R = I \cdot R = 4,6 \cdot 12 = 55,2 V$$

$$U_L = I \cdot X_L = 4,6 \cdot 50 = 230V$$

$$U_C = I \cdot X_C = 4,6 \cdot 25 = 115 V$$

$$U_X = I \cdot X = 4,6 \cdot 25 = 115 V$$

$$\text{Góc lệch pha giữa dòng và áp: } \operatorname{tg} \varphi = \frac{X}{R} = \frac{25}{12} = 2,08 \Rightarrow \varphi = 64^{\circ}20'$$

$\varphi > 0$ nếu điện áp lệch pha trước dòng điện

- Vẽ đồ thị vector:

$$\text{- Công suất tác dụng: } P = I^2 \cdot R = 4,6^2 \cdot 12 = 254W$$

$$\text{- Công suất phản kháng: } Q = I^2 \cdot X_L = 4,6^2 \cdot 25 = 259 \text{ VAr}$$

$$\text{- Công suất toàn phần: } S = U \cdot I = 127 \cdot 4,6 = 584 \text{ VA}$$

* **Bài tập 2** : cuộn dây khi đặt vào điện áp 1 chiều 48V, dòng điện qua nó là 8A. Đặt vào điện áp 120V, 50Hz thì dòng điện qua nó là 12A. Tìm điện trở và điện cảm cuộn dây?

* **Bài tập 3**: Cuộn dây có $R_1 = 6\Omega$; $X_L = 11\Omega$ mắc nối tiếp với 1 tụ điện $X_C = 17,5\Omega$ và điện trở $R = 4\Omega$ đặt vào điện áp $U = 125 V$. Tính dòng điện trong mạch, các thành phần của Δ điện áp và đồ thị vectơ.

Giải:

$$R = R_1 + R_2 = 6 + 4 = 10 \Omega$$

$$X = X_L + X_C = 10 - 17,5 = -7,5 \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{10^2 + (-7,5)^2} = 12,5 \Omega$$

$$\text{Dòng điện trên mạch } I = \frac{U}{Z} = \frac{125}{12,5} = 10A$$

$$\text{Góc lệch pha } \operatorname{tg} \varphi = \frac{X}{R} = \frac{-7,5}{10} = -0,75 \Rightarrow \varphi = -36^{\circ}50'$$

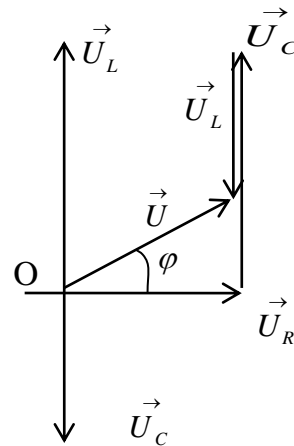
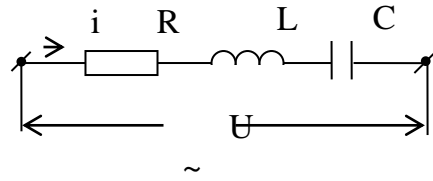
$\varphi < 0$ nên dòng điện vượt pha trước điện áp

- Các thành phần của Δ điện áp

$$U_R = I \cdot R = 10 \cdot 10 = 100V$$

$$U_X = I \cdot X = 10 \cdot (-7,5) = -75V$$

- Các thành phần điện áp trên Z_1 : $U_{IR} = I \cdot R_1 = 10 \cdot 6 = 60V$



$$U_{1X} = I.X_C = 10.10 = 100V$$

$$U = \sqrt{U_{1R}^2 + U_{1X}^2} = \sqrt{60^2 + 100^2} = 117V$$

$$\text{tg } \varphi = \frac{U_{1X}}{U_{1R}} = \frac{100}{60} = 1,67 \Rightarrow \varphi_1 = 59^\circ$$

- Các thành phần điện áp trên Z_2

$$U_{2R} = I.R_2 = 10.4 = 40V$$

$$U_{2X} = I.X_2 = 10.(-17,5) = -175V \Rightarrow U_C = 175V$$

$$U_2 = \sqrt{U_{2R}^2 + U_{2X}^2} = \sqrt{40^2 + (-175)^2} = 179V$$

$$\text{tg } \varphi_2 = \frac{U_{2X}}{U_{2R}} = \frac{175}{40} = -4,375 \Rightarrow \varphi_2 = -77^\circ 10'$$

- Vẽ đồ thị véc tơ.

Bài tập 4: Cuộn dây có $R_1 = 6 \Omega$; $X_L = 11 \Omega$ mắc nối tiếp và điện trở $R = 4 \Omega$ đặt vào điện áp $U = 125V$. Tính dòng phân của Δ điện áp và đồ thị véc tơ.

Giải:

$$R = R_1 + R_2 = 6 + 4 = 10 \Omega$$

$$X = X_L + X_C = 10 - 17,5 = -7,5 \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{10^2 + (-7,5)^2} = 12,5 \Omega$$

$$\text{Dòng điện trên mạch } I = \frac{U}{Z} = \frac{125}{12,5} = 10A$$

$$\text{Góc lệch pha } \text{tg } \varphi = \frac{X}{R} = \frac{-7,5}{10} = -0,75 \Rightarrow \varphi = -36^\circ 50'$$

$\varphi < 0$ nên dòng điện vượt pha trước điện áp

- Các thành phần của Δ điện áp

$$U_R = I.R = 10.10 = 100V$$

$$U_X = I.X = 10.(-7,5) = -75V$$

- Các thành phần điện áp trên Z_1 : $U_{1R} = I.R_1 = 10.6 = 60V$

$$U_{1X} = I.X_C = 10.10 = 100V$$

$$U = \sqrt{U_{1R}^2 + U_{1X}^2} = \sqrt{60^2 + 100^2} = 117V$$

$$\text{tg } \varphi = \frac{U_{1X}}{U_{1R}} = \frac{100}{60} = 1,67 \Rightarrow \varphi_1 = 59^\circ$$

- Các thành phần điện áp trên Z_2

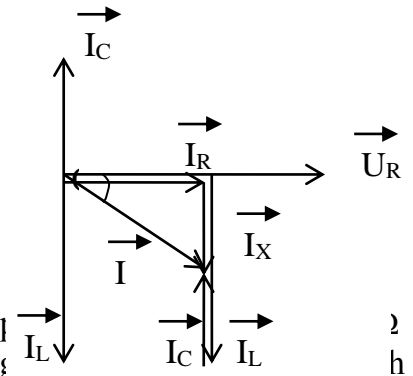
$$U_{2R} = I.R_2 = 10.4 = 40V$$

$$U_{2X} = I.X_2 = 10.(-17,5) = -175V \Rightarrow U_C = 175V$$

$$U_2 = \sqrt{U_{2R}^2 + U_{2X}^2} = \sqrt{40^2 + (-175)^2} = 179V$$

$$\text{tg } \varphi_2 = \frac{U_{2X}}{U_{2R}} = \frac{175}{40} = -4,375 \Rightarrow \varphi_2 = -77^\circ 10'$$

- Vẽ đồ thị véc tơ.



Bài tập 5:

Mạch điện có $R = 20\Omega$ đấu song song với điện cảm $X_L = 10\Omega$, đặt vào điện áp xoay chiều có biểu thức $u = 24\sqrt{2} \cdot \sin 314t$

Xác định dòng điện trong các nhánh, vẽ đồ thị vectơ

Giải:

- Trị số hiệu dụng của điện áp $U=24V$

- Dòng điện qua điện trở: $I_R = \frac{U}{R} = \frac{24}{20} = 1,2A$

- Dòng điện qua điện cảm:

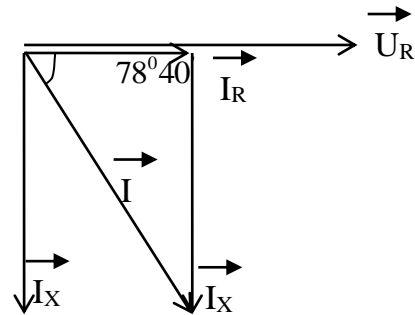
$$I_L = I_X = \frac{U}{X_L} = \frac{24}{10} = 2,4A$$

- Dòng điện trong nhánh chính:

$$I = \sqrt{I_R^2 + I_X^2} = \sqrt{1,2^2 + 2,4^2} = 2,68A$$

- Góc lệch pha giữa dòng điện và điện áp: $\operatorname{tg} \varphi = \frac{I_X}{I_R} = \frac{2,4}{1,2} = 2 \rightarrow \varphi = 78^\circ 40'$

- Vẽ đồ thị vectơ: $\varphi > 0$, dòng điện chậm sau điện áp



2. MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU BA PHA

TIÊU CỬA BÀI: Sau khi học xong bài này người học có khả năng:

- Trình bày được khái niệm, các đại lượng của mạch điện xoay chiều ba pha.
- Áp dụng các công thức vào giải các bài tập khi tải ba pha nối hình sao, hình tam giác, biến đổi từ hình sao sang tam giác và ngược lại.
- Tập trung cao độ trong việc tiếp thu bài mới, tích cực học tập nghiên cứu, tư duy sáng tạo.

2.1. Khái niệm dòng điện xoay chiều 3 pha.

2.1.1. Định nghĩa:

Hệ thống mạch điện xoay chiều 3 pha là tập hợp 3 mạch điện xoay chiều một pha nối với nhau tạo thành một hệ thống năng lượng điện chung trong đó suất điện động ở mỗi pha đều có dạng hình sin, cùng tần số và lệch pha nhau một phần ba chu kỳ (120 độ). Mỗi mạch mạch điện gọi là một pha, suất điện động của gọi là suất điện động pha. Khi suất điện động của mỗi pha có biên độ bằng nhau gọi là hệ thống ba pha đối xứng hay cân bằng.

2.1.2. Nguyên lý tạo ra nguồn điện xoay chiều ba pha:

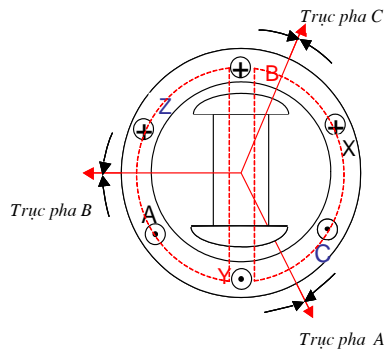
a. Để tạo ra nguồn điện 3 pha người ta dùng các máy phát điện 3 pha.

Cấu tạo của máy phát điện đồng bộ 3 pha như sau:

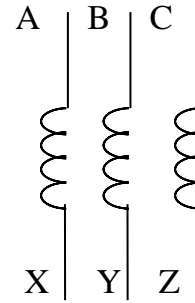
- 3 dây quấn 3 pha đặt trong các rãnh của lõi thép stato (phần tĩnh), các dây dẫn này thường được kí hiệu là AX, BY, CZ (dây quấn pha A, B, C). Các dây quấn của các pha có cùng số vòng dây và lệch nhau 1 góc 120 độ điện trong không gian

- Phần quay (rôto) là một nam châm điện N-S

Khi quay rôto từ trường sẽ lần lượt quét qua các dây quấn pha A, B, C của stato và trong dây quấn của stato xuất hiện sđđ cảm ứng , sđ đ này có dạng hình sin cùng biên độ , cùng tần số góc và lệch nhau 1 góc 120 độ



Hình 3-4



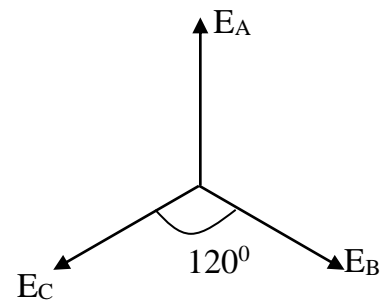
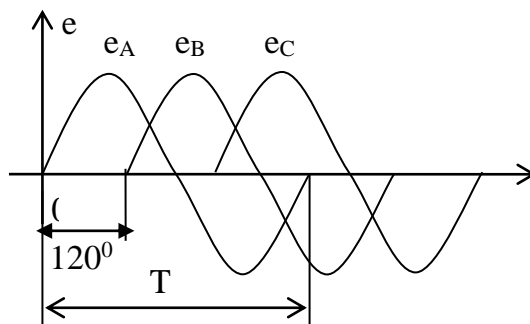
b. Nguyên lý: Khi động cơ sơ cấp kéo phần cảm (rôto) quay, đường sức từ lần lượt cắt qua các cuộn dây biến thiên tuần hoàn sinh ra sđđ hình sin trên mỗi cuộn dây. Vì các cuộn dây có cấu tạo giống nhau và trục của chúng lệch nhau trong không gian 1 góc 120° , nên các sđđ này cùng biên độ và lệch pha nhau về thời gian là 120° hay $2\pi/3$ rad. Nếu coi sđđ pha A có góc pha đầu bằng 0 thì biểu thức của hệ sđđ 3 pha là:

$$e_A = E_m \cdot \sin \omega t = E \cdot e^{j0}$$

$$e_B = E_m \cdot \sin(\omega t - 120^\circ) = E_m \cdot \sin(\omega t - 2\pi/3) = E \cdot e^{-j120}$$

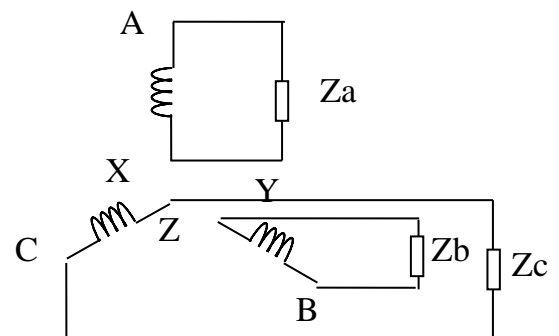
$$e_C = E_m \cdot \sin(\omega t + 120^\circ) = E_m \cdot \sin(\omega t + 2\pi/3) = E \cdot e^{j240} = E \cdot e^{j120}$$

- Đồ thị hình sin và đồ thị vectơ



c. Cách nối mạch điện 3 pha

- Nếu nối từng pha riêng rẽ với tải ta được 3 hệ thống 3 pha độc lập, hay hệ thống 3 pha không liên hệ với nhau. Hệ thống này ít được sử dụng trong thực tế vì cần tới 6 dây dẫn. Thông thường 3 pha nguồn được nối với



nhau, 3 pha ở tải cũng được nối với nhau và có 3 đường dây 3 pha nối giữa nguồn và tải. Có 2 phương pháp nối mạch 3 pha thường sử dụng trong công nghiệp là nối hình sao và hình tam giác.

- Nguồn điện gồm 3 sđđ hình sin cùng biên độ, cùng tần số và lệch nhau 120 độ gọi là nguồn 3 pha đối xứng $e_A + e_B + e_C$

Nếu tổng trở phức của các pha tải bằng nhau thì ta có tải đối xứng

$$Z_A = Z_B = Z_C$$

Mạch điện 3 pha gồm nguồn tải và đường dây đối xứng gọi là mạch điện 3 pha đối xứng. Nếu không thoả mãn 3 điều kiện trên là mạch 3 pha không đối xứng.

d. Cách nối hình sao Y

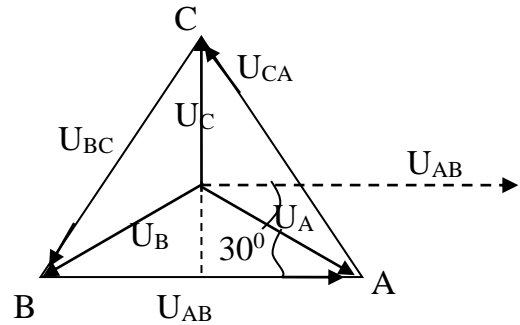
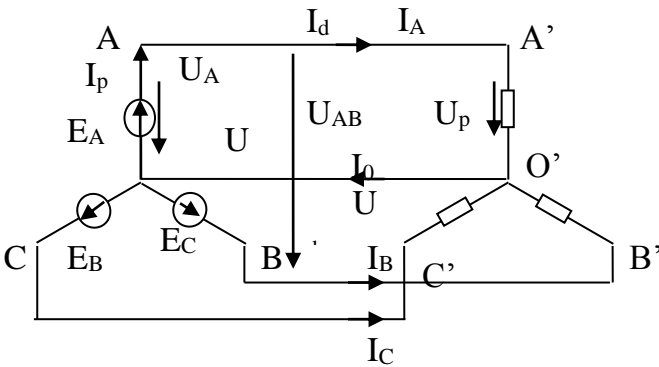
* Nguyên tắc nối dây:

- Mỗi pha của nguồn và tải đều có điểm đầu và điểm cuối, ta thường kí hiệu các điểm đầu là A, B, C và các điểm cuối là X, Y, Z. Để nối hình sao người ta nối 3 điểm cuối mỗi pha lại với nhau tạo thành điểm trung tính

- Đối với nguồn 3 điểm cuối X, Y, Z của cuộn dây máy phát điện được nối lại với nhau tạo thành điểm trung tính O

- Đối với tải 3 điểm cuối X', Y', Z' được nối với nhau tạo thành điểm trung tính O'

- Ba dây nối các điểm đầu của nguồn và tải AA', BB', CC' gọi là các dây pha, dây dẫn nối các điểm trung tính OO' gọi là dây trung tính



*Quan hệ giữa các đại lượng dây và pha.

- Quan hệ giữa dòng điện dây và dòng điện pha

Dòng điện pha là dòng điện chạy trong mỗi pha của nguồn hoặc tải I_p

Dòng điện dây là dòng chạy trong các dây nối giữa nguồn và tải I_d . Từ hình vẽ ta thấy dòng điện dây có giá trị bằng dòng điện pha $I_d = I_p$

- Quan hệ giữa điện áp dây và điện áp pha.

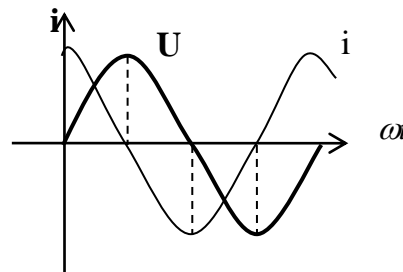
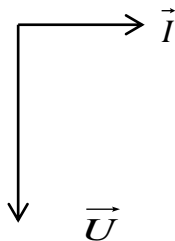
Điện áp pha là điện áp giữa điểm đầu và điểm cuối của mỗi pha hoặc giữa dây pha và dây trung tính U_p

Điện áp dây là điện áp giữa 2 dây pha U_d

$$U_{AB} = U_A - U_B$$

$$U_{BC} = U_B - U_C$$

$$U_{CA} = U_C - U_A$$

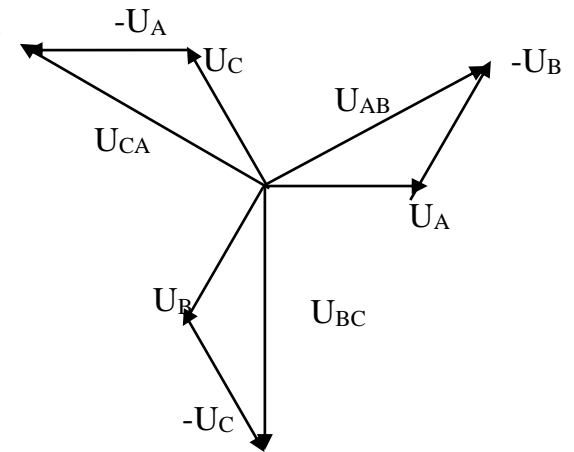


Để vẽ đồ thị điện áp dây trước hết ta vẽ đồ thị điện áp pha U_A, U_B, U_C , sau đó dựa vào phép cộng vectơ ta vẽ được đồ thị điện áp dây như hình vẽ. Ta có

Về trị số điện áp dây lớn hơn điện áp pha là $\sqrt{3}$ lần. Thật vậy ta xét tam giác OAB

Từ đồ thị vectơ ta có:

$$AB = 2AH = OA \cos 30^\circ = 2OA \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3}OA \rightarrow U_d = \sqrt{3}U_p$$



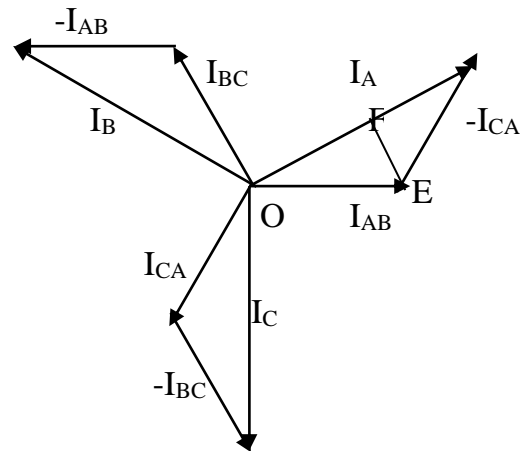
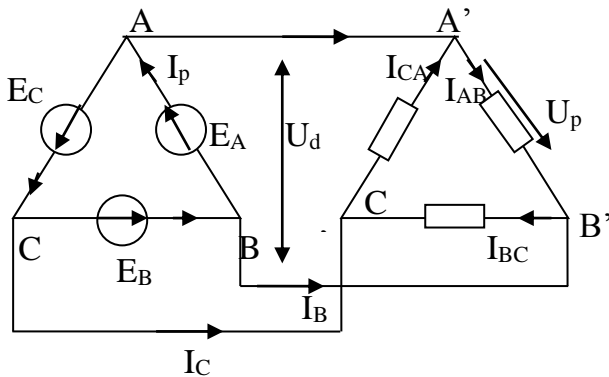
Để thấy rằng khi điện áp pha đối xứng thì điện áp dây đối xứng

Về pha các điện áp dây U_{AB} , U_{BC} , U_{CA} lệch pha nhau 1 góc 120 độ và vượt trước điện áp pha tương ứng một góc 30 độ

Khi tải đối xứng dòng điện qua dây trung tính là bằng 0: $I_A + I_B + I_C = 0$

Trong trường hợp này có thể không cần dây trung tính ta có mạch 3 pha 3 dây. Thông thường trong thực tế tải 3 pha là không cân bằng khi đó dòng điện qua dây trung tính là khác 0 do đó bắt buộc phải có dây trung tính.

d. Cách nối hình tam giác: Nguyên tắc nối: Để nối hình tam giác người ta nối đầu pha này với cuối pha kia (AZ, BX, CY)



* Quan hệ giữa các đại lượng dây – pha

- Quan hệ giữa điện áp dây và điện áp pha

Từ hình vẽ ta thấy điện áp dây chính là điện áp pha: $U_d = U_p$

Đồ thị vectơ dòng điện dây và dòng điện pha nhv, ta có:

Về trị số dòng điện dây lớn gấp $\sqrt{3}$ lần dòng điện pha. Thật vậy xét tam giác OEF từ

$$\text{đồ thị ta có } EF = 2OE \cos 30^\circ = 2OE \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3}OE \rightarrow I_d = \sqrt{3}I_p$$

Về pha các dòng điện dây I_A , I_B , I_C lệch nhau một góc 120 độ và chậm pha sau dòng điện pha tương ứng 1 góc 30 độ

2.2. Các đại lượng trong mạch điện xoay chiều ba pha.

2.2.1. Công suất của mạch điện 3 pha

a. Công suất tác dụng P

Gọi P_A , P_B , P_C , tương ứng là công suất tác dụng của các pha A, B, C, ta có công suất tác dụng của mạch 3 pha bằng tổng công suất tác dụng của 3 pha.

$$P = P_A + P_B + P_C = U_A I_A \cos \varphi_A + U_B I_B \cos \varphi_B + U_C I_C \cos \varphi_C$$

Khi mạng 3 pha đối xứng ta có : $U_A = U_B = U_C = U_p$; $I_A = I_B = I_C = I_p$;
 $\cos \varphi_A = \cos \varphi_B = \cos \varphi_C$

Từ đó $P = 3U_p I_p \cos \varphi = 3R_p I_p^2$ trong đó R_p là điện trở pha, nếu thay các đại lượng pha bằng các đại lượng dây ta có:

$$\text{Trong cách nối hình sao } I_p = I_d; U_p = \frac{U_d}{\sqrt{3}}$$

$$\text{Trong cách nối hình tam giác: } U_p = U_d; I_p = \frac{I_d}{\sqrt{3}}$$

Ta có công suất tác dụng trong mạch 3 pha viết theo đại lượng dây áp dụng cho cả trường hợp đấu Y hay tam giác đối xứng: $P = \sqrt{3}U_d I_d \cos \varphi$ (trong đó am pha là góc lệch pha giữa điện áp pha và dòng điện pha tương ứng)

$$\cos \varphi = \frac{R_p}{\sqrt{X_p^2 + R_p^2}}$$

b. Công suất phản kháng Q

Công suất phản kháng của mạch 3 pha là:

$$Q = Q_A + Q_B + Q_C = U_A I_A \sin \varphi_A + U_B I_B \sin \varphi_B + U_C I_C \sin \varphi_C$$

Khi mạch đối xứng ta có: $Q = 3U_p I_p \sin \varphi = 3X_p I_p^2$ trong đó X_p là điện kháng của pha.

Nếu biểu diễn dưới dạng đại lượng dây ta có: $Q = \sqrt{3}U_d I_d \sin \varphi$

c. Công suất biểu kiến S khi mạch đối xứng

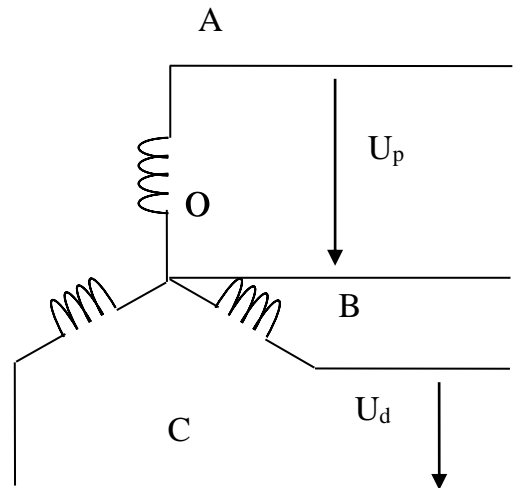
Khi đối xứng công suất biểu kiến mạch 3 pha là:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = 3U_p I_p = \sqrt{3}U_d I_d$$

2.3. Cách nối nguồn và tải trong mạch điện 3 pha

a. Cách nối nguồn điện

Các nguồn điện dùng trong sinh hoạt lấy từ dây quấn 3 pha stato MFD hoặc lấy từ dây quấn 3 pha thứ cấp MBA. Các dây quấn này thường nối hình Y có dây trung tính, nối như vậy có ưu điểm sử dụng được cả 2 cấp điện áp U_p , U_d



b. Cách nối động cơ điện 3 pha

* Mỗi ĐCĐ 3 pha gồm có 3 dây quấn pha, khi thiết kế chế tạo người ta quy định điện áp định mức cho mỗi dây và yêu cầu ĐC làm việc phải đúng với điện áp đó.

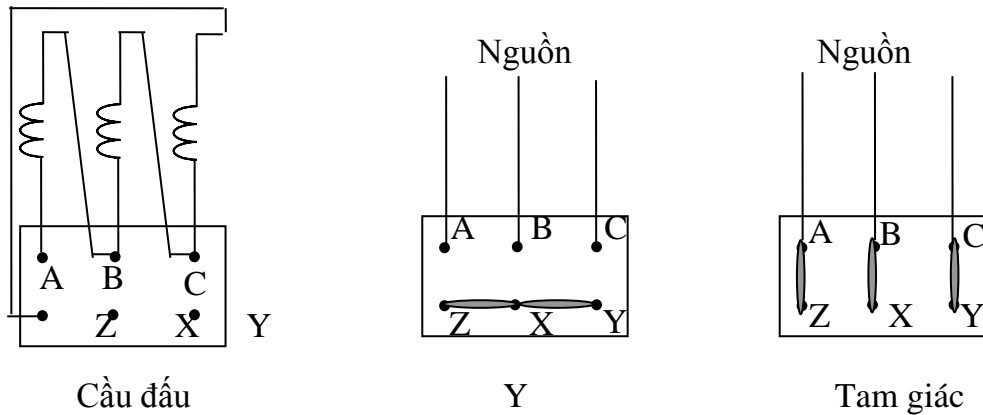
VD: ĐC 3 pha có ghi $U_{dm} = 220v$ ($U_p = 220v$), trên nhãn ĐC có ghi tam giác/Y – 220v/380v có nghĩa là:

- Nếu ĐC làm việc ở mạng điện có $U_d = 380v$ thì ĐC phải đấu Y. Lúc này điện áp đặt

lên mỗi pha dây quấn pha là $U_p = \frac{U_d}{\sqrt{3}} = 220v = U_{dm}$

- Nếu ĐC làm việc ở mạng 220v thì ĐC phải đấu tam giác. Lúc đó ta có $U_d = U_p = 220v = U_{đm}$

* Để thuận tiện cho việc đấu dây ĐC người ta đưa ra 6 đầu dây ra của 3 dây quấn ĐC đưa ra hộp đấu dây của ĐC. Việc đấu dây thực hiện bằng cách thay đổi vị trí cầu nối thành tam giác hay Y



c. Cách nối các tải 1 pha

Các tải 1 pha là các ĐCĐ 1 pha, các TĐĐ 1 pha. Khi sử dụng các TĐĐ này được đấu giữa dây pha và dây trung tính vì thế tải một pha phải có $U_{đm} = U_p$ của mạng điện

Khi thiết kế mạng điện 3 pha cố gắng phân bố đều cho các tải cho cả 3 pha nhưng do việc sử dụng khôn đều nên đây là mạng 3 pha không đối xứng. Nhờ có dây trung tính mà mặc dù tải không đối xứng nhưng điện áp đặt lên các thiết bị điện hầu như được giữ bình thường không vượt quá điện áp pha. Khi một pha nào đó có sự cố thì chỉ có pha đó mất điện các TĐĐ nối với pha ấy không làm việc còn các pha khác vẫn làm việc bình thường.

2.4. Giải mạch điện xoay chiều ba pha đối xứng.

* Đối với mạch ba pha đối xứng I, U, hiệu dụng có trị số bằng nhau và lệch pha nhau một góc. Vì vậy khi mạch đối xứng ta tách một pha để tính. Khi biết dòng điện của một pha ta có thể suy ra dòng điện của các pha còn lại. Bỏ qua tổng trở của đường dây nếu biết tổng trở của tải ta thực tính toán theo các bước sau.

Bước 1: Xác định cách nối của tải (nối sao hay tam giác)

Bước 2: Xác định điện áp pha U_p của tải.

Nếu nối hình sao:

$$U_p = \frac{U_d}{\sqrt{3}} \quad \text{Nếu nối tam giác. } U_p = U_d$$

Bước 3: Xác định tổng trở pha Z_p và hệ số công suất của tải.

Tổng trở pha của tải.

$$Z_p = \sqrt{R_p^2 + X_p^2}$$

Hệ số công suất $\cos\varphi = \frac{R_p}{Z_p} = \frac{R_p}{\sqrt{R_p^2 + X_p^2}}$ trong đó R_p, X_p tương ứng là điện trở, điện

kháng pha của tải

Bước 4: Tính dòng điện pha của tải $I_p = \frac{R_p}{X_p}$ từ dòng điện pha tính dòng điện dây

Nếu tải nối hình sao: $I_d = I_p$. Nối tam giác $I_d = \sqrt{3} \cdot I_p$

Bước 5: Tính công suất tiêu thụ trên tải.

$$P = 3R_p I_p^2 \text{ hoặc } 3U_p I_p \cos\varphi = \sqrt{3} U_d I_d \cos\varphi:$$

$$Q = 3X_p I_p^2 \text{ hoặc } 3U_p I_p \sin\varphi = \sqrt{3} U_d I_d \sin\varphi:$$

$$S = 3Z_p I_p \text{ hoặc } 3U_p I_p = \sqrt{3} U_d I_d$$

3.HỆ SỐ CÔNG SUẤT COSΦ

3.1.Tầm quan trọng của việc điều chỉnh hệ số công suất trong việc truyền dẫn điện năng

Thực tế cho thấy công ty cung cấp điện bán điện cho người dùng dưới 2 giá trị là điện áp và dòng điện (VA) nhưng hoá đơn lại được tính bằng Watt. Nếu hệ số công suất của thiết bị có giá trị thấp hơn 1 thì cần phải có nhiều công suất VA được truyền đi để có thể đáp ứng được công suất Watt thật, ngoài ra nó còn làm tăng chi phí thực hiện việc truyền dẫn điện.

Ví dụ, hệ số công suất là 0.5, thì công suất biểu kiến sẽ gấp 2 lần công suất thật được tiêu thụ bởi tải, đường dây điện cũng vì đó mà có kích thước lớn hơn 2 lần so với khi hệ số công suất bằng 1. Đồng nghĩa với việc điện lực phải đầu tư các thiết bị như máy phát điện, biến thế, dây dẫn, chuyển mạch có kích thước lớn hơn.

Lưu ý: hiệu suất làm việc của thiết bị sử dụng điện không phụ thuộc vào việc thiết bị đó có hay không có PFC.

3.2.Phương pháp nâng cao hệ số công suất

3.2.1.Định nghĩa

Từ tam giác công suất ta có $P = S \cdot \cos \varphi = U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow \cos \varphi = \frac{P}{U \cdot I}$

Hệ số $\cos \varphi$ được gọi là hệ số công suất của mạch xoay chiều

- Từ tam giác trở kháng ta có: $\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$

Như vậy $\cos \varphi$ là hệ số phụ thuộc vào kết cấu của mạch.

- Mạch thuần tác dụng: $X = 0 \rightarrow \cos \varphi = 1$

- Mạch thuần phản kháng $= 0 \rightarrow \cos \varphi = 0$

Nói chung $\cos \varphi$ thường nhỏ hơn 1. Trong mạch phụ tải đèn thường, lò điện thì hệ số $\cos \varphi \approx 1$, còn phụ tải động cơ, MBA thì $\cos \varphi < 1$.

3.2.2.Ý nghĩa của hệ số công suất.

- Hệ số $\cos \varphi$ có ý nghĩa lớn trong sản xuất chuyên tải và cung cấp điện.

+ Mỗi máy điện đều chế tạo với 1 công suất biểu kiến định mức S_{dm} , từ đó máy có thể cung cấp 1 công suất tác dụng $P = S_{dm} \cdot \cos \varphi$. Nếu $\cos \varphi = 1 \rightarrow$

$P = S_{dm}$ là công suất lớn nhất máy có thể cung cấp (nếu không xét hạn chế về mặt cơ học). Nếu $\cos \varphi$ càng nhỏ thì không tận dụng được khả năng làm việc của máy điện vì vậy hệ số $\cos \varphi$ phải lớn.

+ Mỗi hộ tiêu thụ yêu cầu 1 công suất tác dụng chính xác. Khi đó dòng điện chuyên tải trên đường dây $I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi}$. Nếu $\cos \varphi$ nhỏ thì I lớn điều đó dẫn tới 2 tác hại:

- Dòng điện lớn phải dùng dây dẫn lớn làm tốn kim loại màu và vốn đầu tư xây dựng đường dây.

- Tồn thất điện năng trên đường dây tỷ lệ với bình phương dòng điện $\Delta W = I^2 \cdot R \cdot t$ nên I tăng thì tổn thất điện năng lớn không lợi về kinh tế. Như vậy nâng cao hệ số $\cos \varphi$ dẫn tới giảm vốn đầu tư xây dựng đường dây và giảm tổn thất điện năng chuyên tải.

3.3.Một số biện pháp nâng cao hệ số $\cos \varphi$

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

Như vậy về nguyên tắc, muốn nâng cao $\cos \varphi$ phải giảm công suất phản kháng.

- Giảm công suất phản kháng nơi tiêu thụ, tức là tìm cách nâng cao $\cos \varphi$ của từng thiết bị dùng điện như không để động cơ và MBA chạy không tải hoặc non tải. Giải quyết theo hướng này phải quán triệt cả 3 khâu lắp đặt, vận hành và sửa chữa.
- Sản xuất công suất phản kháng nơi tiêu thụ gọi là phương pháp bù $\cos \varphi$, có thể dùng tụ điện (tụ bù $\cos \varphi$) hoặc dùng máy bù đồng bộ.

