

ỦY BAN NHÂN DÂN TỈNH BÌNH PHƯỚC
TRƯỜNG CAO ĐẲNG BÌNH PHƯỚC



GIÁO TRÌNH
MÔ ĐUN: ĐIỆN KỸ THUẬT
NGÀNH: CÔNG NGHỆ Ô TÔ
TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG

*Ban hành kèm theo Quyết định số: /QĐ-CĐBP ngày....tháng....năm 2023
của Hiệu trưởng trường Cao đẳng Bình Phước*

Bình Phước, tháng năm 2023
(Lưu hành nội bộ)

LỜI GIỚI THIỆU

Việc trang bị cho sinh viên nghề Công nghệ ô tô những kiến thức cơ bản về kỹ thuật điện là một điều tất yếu, nhằm tăng cường sự trang bị đa dạng kiến thức để đáp ứng nhu cầu đòi hỏi của doanh nghiệp trong tương lai. Với ý đồ trên tôi đã xây dựng cuốn giáo trình **Điện kỹ thuật** với những nội dung hết sức căn bản. Giáo trình được biên soạn ngắn gọn, dễ hiểu, bổ sung nhiều kiến thức mới và được biên soạn theo quan điểm mở.

Tuy rằng nhóm biên soạn cũng đã rất cố gắng khi biên soạn, nhưng giáo trình chắc không tránh khỏi những khiếm khuyết. Nhưng với tinh thần cố gắng và hết sức nỗ lực để đưa cuốn giáo trình này đến với sinh viên trong nhà trường, giúp các em có thêm nguồn tài liệu quý giá để quá trình học đối với các em được thuận lợi hơn. Nhóm biên soạn cũng mong nhận được những đóng góp ý kiến của các bạn và đồng nghiệp để cuốn giáo trình hoàn thiện hơn.

Bình Phước, ngày tháng năm 2023

Tham gia biên soạn

Chủ biên: ThS. Nguyễn Phước Thiện

MỤC LỤC

	Trang
LỜI GIỚI THIỆU	2
MỤC LỤC	3
GIÁO TRÌNH MÔN HỌC: ĐIỆN KỸ THUẬT	4
CHƯƠNG 1: ĐẠI CƯƠNG VỀ MẠCH ĐIỆN	5
1- Mạch điện một chiều.....	5
2- Các khái niệm cơ bản về dòng điện xoay chiều	6
3- Các khái niệm cơ bản về dòng điện xoay chiều ba pha.....	14
4- Cách đấu dây hệ thống điện xoay chiều ba pha.....	16
CHƯƠNG 2: MÁY PHÁT ĐIỆN	18
1. Nhiệm vụ, yêu cầu và phân loại máy phát điện	18
2- Cấu tạo và nguyên lý làm việc máy phát điện một chiều	19
3- Cấu tạo và nguyên lý làm việc máy phát điện xoay chiều	23
4- Sơ đồ lắp đặt máy phát điện trong hệ thống điện	25
CHƯƠNG 3: ĐỘNG CƠ ĐIỆN	26
1. Nhiệm vụ, yêu cầu và phân loại động cơ điện	26
2- Cấu tạo và nguyên lý làm việc động cơ điện một chiều	27
3- Cấu tạo và nguyên lý làm việc động cơ điện xoay chiều	28
4- Sơ đồ lắp đặt động cơ điện trong hệ thống điện	37
CHƯƠNG 4: MÁY BIẾN ÁP	38
1. Nhiệm vụ, yêu cầu và phân loại máy biến áp	38
2- Cấu tạo và nguyên lý làm việc máy biến áp	38
3- Sơ đồ lắp đặt máy biến áp trong hệ thống điện	45
CHƯƠNG 5: KHÍ CỤ ĐIỀU KHIỂN VÀ BẢO VỆ TRONG MẠCH ĐIỆN	47
1- Khí cụ điều khiển trong mạch điện.....	47
2- Khí cụ bảo vệ trong mạch điện hạ áp	52
3- Mạch điện điều khiển máy phát điện.....	55
4- Mạch điện điều khiển động cơ điện.....	57
Tài liệu tham khảo	61

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC: ĐIỆN KỸ THUẬT

Mã môn học: MH8.COT

Thời gian thực hiện môn học: 30 giờ

Trong đó: Lý thuyết: 12 giờ;

Thực hành: 16 giờ;

Kiểm tra: 2 giờ

I. VỊ TRÍ, TÍNH CHẤT CỦA MÔN HỌC:

- Vị trí: học song song với các môn học cơ sở
- Tính chất: Là môn học kỹ thuật cơ sở bắt buộc.

II. MỤC TIÊU CỦA MÔN HỌC:

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

III. NỘI DUNG MÔN HỌC:

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

Số TT	Tên chương, mục	Thời gian (giờ)			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành Bài tập	Kiểm tra* (LT hoặc TH)
I	Đại cương về mạch điện	4	4	0	0
II	Máy phát điện	4	2	2	0
III	Động cơ điện	4	2	1	1
IV	Máy biến áp	8	2	6	0
V	Khí cụ điều khiển và bảo vệ trong mạch điện	10	2	7	1
	Tổng cộng	30	12	16	2

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

CHƯƠNG 1: ĐẠI CƯƠNG VỀ MẠCH ĐIỆN

Mã chương: MH8.COT-01

Mục tiêu:

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

Nội dung:

1- Mạch điện một chiều

1.1-Khái niệm và nguyên lý sản sinh ra dòng điện một chiều Dòng điện một chiều là dòng điện có chiều không thay đổi.

Dòng điện một chiều được sinh ra bởi nguồn điện một chiều như Pin, ắc quy, máy phát điện một chiều...

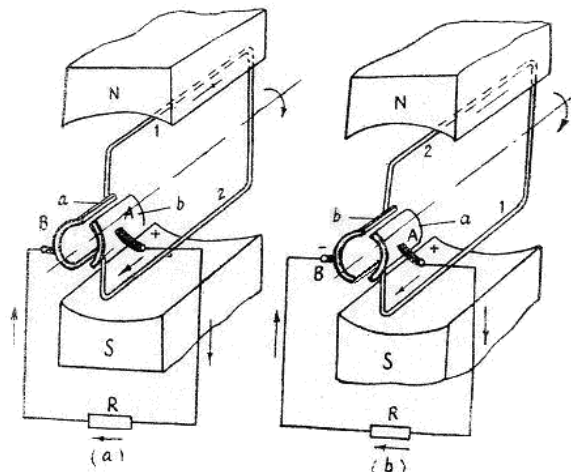
Về nguyên lý máy phát điện một chiều gồm:

Một hệ thống cực từ (phần cảm) đứng yên và một bộ dây (phần ứng) đặt trong lõi thép chuyển động quay cắt qua từ trường của các cực từ. Trong hai phần cảm và phần ứng có một phần đứng yên gọi là stato, một phần quay gọi là rô to.

Hình 1.1 vẽ nguyên lý máy phát điện một chiều đơn giản.

- Phần cảm gồm nam châm có hai cực từ N-S.
- Phần ứng gồm một khung dây, 2 đầu khung dây nối với một bộ phận gọi là cổ góp điện gồm 2 lá góp điện a và b cách điện với nhau và cách điện đối với trục máy. Mỗi lá góp điện nối với một đầu vòng dây dẫn.

Khi máy phát điện một chiều làm việc, dòng điện sinh ra trong khung dây là dòng xoay chiều, nhờ có cổ góp điện nên dòng điện lấy ra phụ tải là dòng một chiều.



Hình 1.1- Sơ đồ nguyên lý máy phát điện một chiều

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

1.2.1 Các đại lượng đặc trưng của dòng điện một chiều

- Chiều dòng điện: người ta quy ước chiều dòng điện là chiều chuyển dời của các điện tích dương trong dây dẫn, tức ở ngoài nguồn điện thì chiều dòng điện đi từ cực dương đến cực âm của nguồn.

- Cường độ dòng điện là đại lượng cho biết dòng điện đó mạnh hay yếu. Cường độ dòng điện tính bằng tỷ số giữa điện lượng chuyển qua mặt cắt thẳng của dây dẫn trong một đơn vị thời gian là 1 giây.

Đơn vị của cường độ dòng điện là Ampe (A).

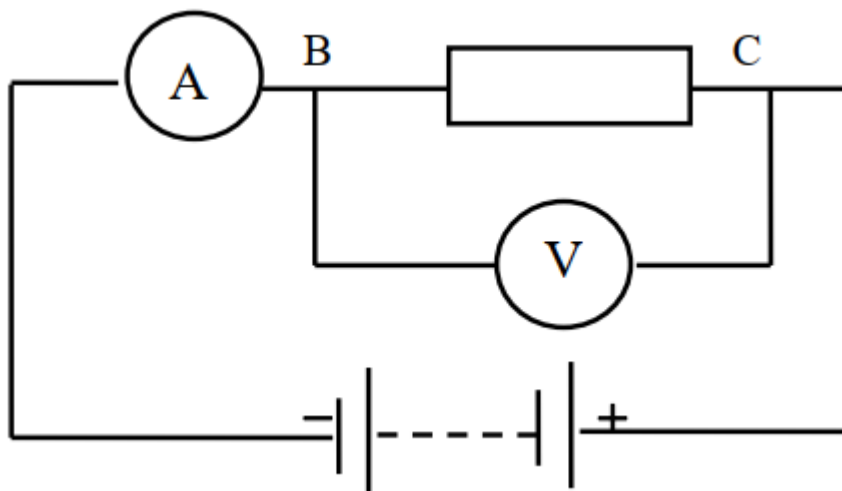
- Sức điện động của nguồn điện: Mỗi nguồn điện có một đại lượng đặc trưng cho khả năng sinh công của nó gọi là sức điện động, ký hiệu là E.

Sức điện động của nguồn điện tính bằng công do nguồn điện sinh ra khi làm chuyển dời một đơn vị điện tích dương giữa hai cực của nguồn điện.

Đơn vị của sức điện động là Vôn (V)

1.2.2- Các định luật

a- Định luật Ôm đối với đoạn mạch



Hình 1.2-Bố trí thí nghiệm quan hệ giữa dòng điện và điện áp.

2- Các khái niệm cơ bản về dòng điện xoay chiều

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

2.1.1- Định nghĩa:

Dòng điện xoay chiều hình sin là dòng điện có chiều và trị số biến đổi theo quy luật của hàm số sin.

2.1.2- Cách tạo ra sức điện động xoay chiều hình sin:

Sức điện động xoay chiều hình sin được tạo ra bằng máy phát điện xoay chiều một pha. Về nguyên lý máy phát điện xoay chiều một pha gồm:

Một hệ thống cực từ (phân cảm) đứng yên và một bộ dây (phản ứng) đặt trong lõi thép chuyển động quay cắt qua từ trường của các cực từ.

Trong hai phần cảm và phản ứng có một phần đứng yên gọi là stato, một phần quay gọi là rô to. Hình 1.11 vẽ nguyên lý máy phát điện xoay chiều một pha đơn giản.

Phần cảm gồm nam châm có hai cực từ N-S.

Phản ứng gồm một khung dây, 2 đầu khung dây nối với 2 vành đồng và trên hai vành đồng đặt hai chổi than nối vào phụ tải là một đèn điện.

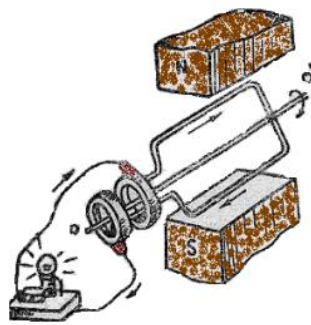
Hệ thống cực từ được chế tạo sao cho trị số từ cảm B của nó phân bố theo quy luật hình sin trên mặt cực giữa khe hở rô to và stato nghĩa là khi khung dây ở vị trí bất kỳ trong khe hở, cường độ từ cảm ở vị trí đó có giá trị:

$$B = B_m \sin \alpha$$

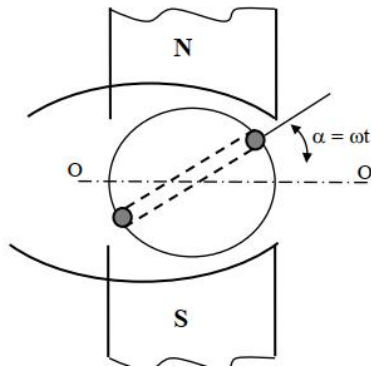
Trong đó :

B_m là trị số cực đại của từ cảm.

α là góc giữa mặt phẳng trung tính OO' và mặt phẳng khung dây



Hình 1.11 Phân cảm và phản ứng



Hình 1.12 Hệ thống cực từ

Khi máy phát điện làm việc, rô to mang khung dây quay với tốc độ ω , mỗi cạnh khung dây nằm trên mặt rô to sẽ quay với vận tốc v theo phương vuông góc với đường sức và cảm ứng ra sức điện động:

$$e_d = B \cdot l \cdot v \quad (1-15)$$

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 $\alpha = \omega t$, ứng với trị số từ cảm:

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

Thay vào (1-15) ta có biểu thức tính sức điện động mỗi cạnh dây:

$$e_d = B_m \cdot l \cdot v \sin \omega t$$

Vì khung dây có hai cạnh tác dụng (sinh ra hai sức điện động e_d cùng chiều trong mạch vòng) nên sức điện động mỗi vòng:

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

Nếu khung dây có w vòng thì sức điện động của hệ khung là:

$$e = w e_v = w \cdot 2e_d = 2 B_m \cdot l \cdot v \cdot w \sin \omega t$$

Đặt $E_m = 2 B_m \cdot l \cdot v \cdot w$ và gọi là trị số cực đại hay biên độ của sức điện động, ta có $E = E_m \sin \omega t$ (1-16)

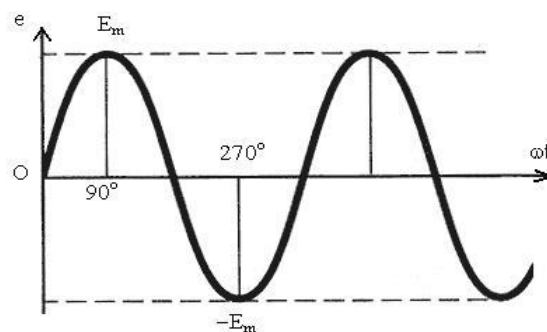
Sức điện động này có chiều biến đổi tuần hoàn theo hàm số hình sin. Khi mạch kín, sức điện động đó sinh ra trong mạch một dòng điện cũng biến đổi theo hình sin và gọi là dòng điện hình sin (hình 1.13).

Ta có:

$$\alpha = \omega t = 0; \sin \alpha = 0; e = 0$$

$$\alpha = \omega t = 90^\circ; \sin \alpha = 1; e = E_m$$

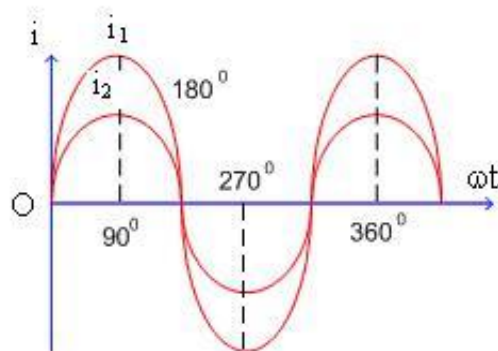
$$\alpha = \omega t = 270^\circ; \sin \alpha = -1; e = -E_m$$



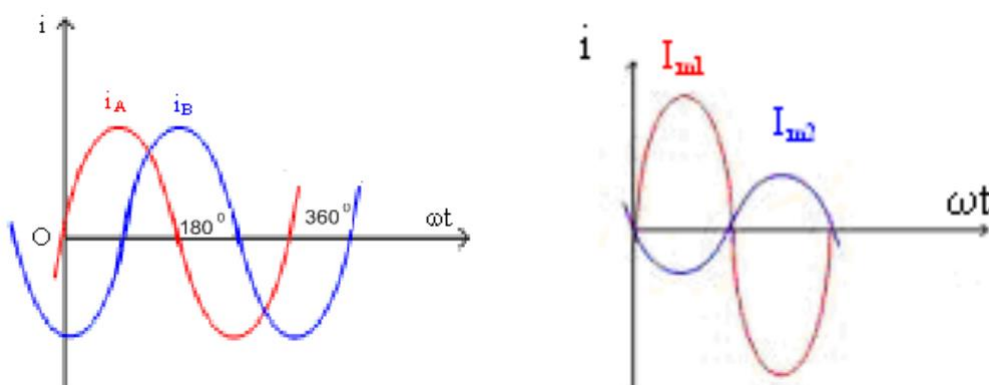
Hình 1.13 dòng điện hình sin

- Dòng điện cùng pha, lệch pha:

Nếu có 2 dòng điện hình sin có trị số biến đổi đồng thời (cùng tăng lên, giảm xuống, cùng qua trị số bằng không và cực đại, cùng đổi chiều thì gọi là hai dòng điện cùng pha (hình 1.14). Nếu chúng không biến đổi như vậy thì gọi là các dòng điện lệch pha. Hình 1.15-a biểu diễn hai dòng điện lệch pha nhau 90° . Hình 1.15-b biểu diễn hai dòng điện lệch pha nhau 180° còn gọi là hai dòng đối pha.



Hình 1.14 hai dòng điện cùng pha



Hình 1.15 Dòng điện lệch pha

2.2-Các đại lượng đặc trưng của dòng điện xoay chiều.

2.2.1- Chu kỳ, tần số, biên độ

- Khoảng thời gian ngắn nhất trong đó các trị số của dòng điện, điện áp, sức điện động lặp lại trị số và chiều như cũ gọi là chu kỳ, ký hiệu T
- Số chu kỳ mà dòng điện thực hiện trong một đơn vị thời gian (1 giây) gọi là tần số, ký hiệu f

Trong công nghiệp thường dùng dòng điện xoay chiều có tần số $f = 50 \text{ Hz}$ gọi là tần số công nghiệp

-Dòng điện xoay chiều có trị số biến đổi theo thời gian và trị số ở từng thời điểm gọi là trị số tức thời, ta ký hiệu là: e, u, i . Trị số cực đại ở trên chính là trị số tức thời lớn nhất gọi là biên độ, ký hiệu: E_m, U_m, I_m .

2.2.2- Trị số hiệu dụng của các đại lượng dòng điện, điện áp và sức điện động của dòng điện xoay chiều.

Dòng điện xoay chiều đi qua dây dẫn, dây dẫn cũng bị nóng lên. Điều đó chứng tỏ nhiệt lượng dòng điện sinh ra không liên quan đến chiều dòng điện, nhưng về trị số dòng điện thay đổi theo thời gian nên tác dụng nhiệt cũng thay đổi theo thời gian.

Để so sánh tác dụng nhiệt của dòng điện xoay chiều với dòng điện một chiều ta lấy dòng điện một chiều làm tiêu chuẩn so sánh.

Giả sử có một dòng điện xoay chiều đi qua một dây dẫn và làm tỏa ra một nhiệt lượng Q trong thời gian t . Ta cũng có thể cho qua dây dẫn dòng điện một chiều sao cho trong thời gian t nhiệt lượng tỏa ra là Q . Ta nói cường độ dòng điện xoay chiều bằng cường độ dòng điện một chiều. Vậy :

Cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều là trị số tương đương với dòng điện một chiều nào đó, khi chạy qua cùng một dây dẫn, trong cùng một thời gian, thì tạo ra ở dây dẫn cùng một nhiệt lượng như dòng xoay chiều. Trị số hiệu dụng của dòng điện xoay chiều ký hiệu là I . Tương tự trị số hiệu dụng của điện áp, sức điện động ký hiệu là U, E .

2.3- Biểu diễn các đại lượng xoay chiều bằng đồ thị vectơ.

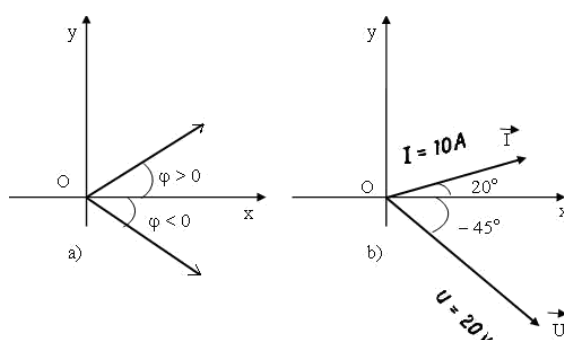
Trong phần trên ta biểu diễn dòng điện hình sin bằng biểu thức tức thời hoặc đường cong trị số tức thời. Việc biểu diễn như vậy không thuận tiện khi cần so sánh hoặc thực hiện các phép tính cộng trừ dòng điện, điện áp. Từ toán học người ta đã biết việc cộng trừ các đại lượng sin cùng tần số tương ứng với việc cộng trừ các véc tơ biểu diễn chúng trên đồ thị, vì thế trong kỹ thuật điện thường hay biểu diễn hình sin bằng véc tơ có độ lớn bằng trị số hiệu dụng và góc tạo với trục ox bằng pha đầu của các đại lượng ấy. Bằng cách biểu diễn đó mỗi đại lượng sin được biểu diễn bằng một véc tơ, ngược lại mỗi véc tơ biểu diễn một đại lượng sin tương ứng.

Trên hình 1.14-a) vẽ các véc tơ ứng với góc pha $\varphi > 0$ và $\varphi < 0$

Trên hình 1.14-b) là ví dụ vẽ véc tơ I biểu diễn dòng điện:

$$i = 10\sqrt{2} \sin(\omega t + 20^\circ)$$

$$u = 20\sqrt{2} \sin(\omega t - 45^\circ)$$



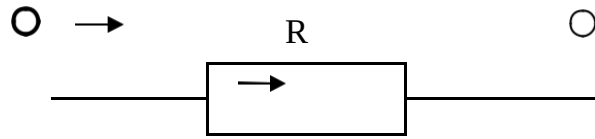
Hình 1.16 Biểu diễn các đại lượng xoay chiều bằng đồ thị vectơ.

2.4- Tính chất mạch điện xoay chiều một pha

2.4.1-Mạch điện thuần điện trở (R)

Khi dòng điện xoay chiều đi trong mạch thuần điện trở, điện áp và dòng điện cùng pha vì ở mỗi thời điểm trị số tức thời của chúng tỷ lệ với nhau.

Công thức (1-3) chính là công thức của định luật Ôm áp dụng cho mạch điện xoay chiều thuần điện trở, trong đó I, U là các giá trị hiệu dụng của dòng điện, điện áp (hình 1.17).

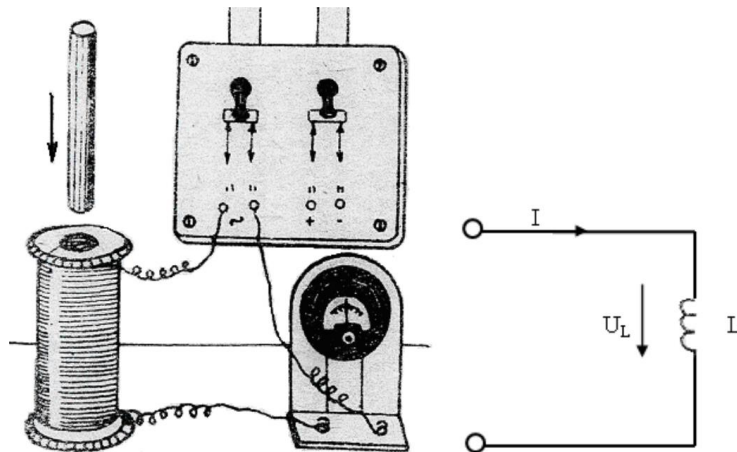


Hình 1.17 Định luật Ôm áp dụng cho mạch điện xoay chiều thuần điện trở

2.4.2-Mạch điện thuần điện cảm (L)

-Ta mắc một cuộn tự cảm và một am pe kế vào dòng điện một chiều. Am pe kế cho biết cường độ dòng điện chạy trong mạch. Đưa thỏi sắt vào cuộn dây ta thấy dòng điện trong mạch vẫn không thay đổi (hình 1.18).

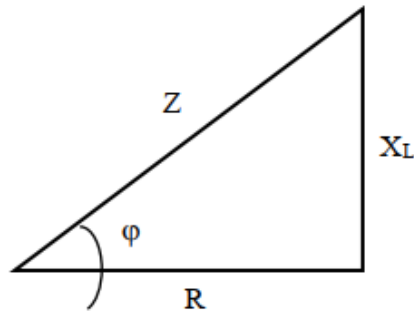
Bây giờ ta mắc chúng vào nguồn điện xoay chiều điện áp hiệu dụng bằng dòng điện một chiều nói trên ta thấy dòng điện qua mạch yếu hơn trước.



Hình 1.18 Mạch điện thuần điện cảm (L)

Người ta chứng minh trị số của tổng trở, cảm kháng và điện trở của dòng điện xoay chiều có quan hệ với nhau theo một tam giác vuông mà đường huyền là tổng trở của mạch điện và hai cạnh của góc vuông là điện trở R và cảm kháng X_L (hình 1.19) và gọi là tam giác tổng trở.

Ta ký hiệu góc tạo nên cạnh góc vuông đặc trưng bởi điện trở R và đường huyền đặc trưng bởi tổng trở Z là góc φ



Hình 1.19- Tam giác tổng trở

Công thức tính tổng trở (theo định lý Pita go): $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ (1-19)

* Ví dụ : Mạch điện xoay chiều có điện trở $R = 6\Omega$, $X_L = 8\Omega$. Mắc vào nguồn điện có điện áp $U = 120\text{ V}$

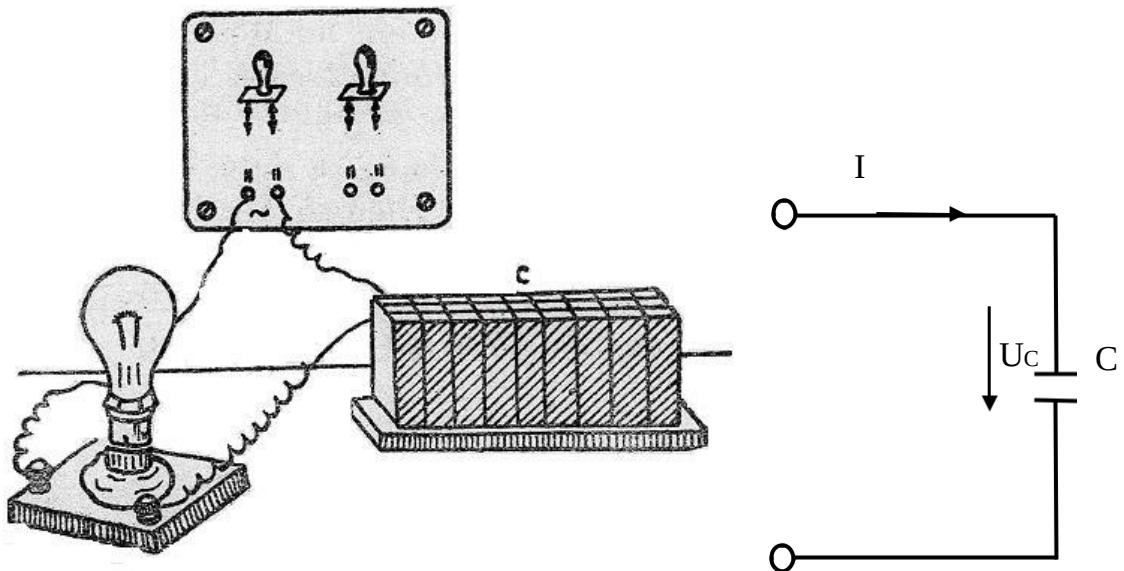
Tổng trở của mạch là $Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10 (\Omega)$

Dòng điện chạy trong mạch là $I = \frac{U}{Z} = \frac{120}{10} = 12 (\text{A})$

2.4.3-Mạch điện thuần điện dung (C)

-Ta mắc một bộ tụ với nguồn điện một chiều sẽ không thấy có dòng điện chạy trong mạch vì giữa hai bản cực có chất cách điện

Bây giờ mắc tụ điện vào nguồn điện xoay chiều (hình 1.20) ta nhận thấy có dòng điện trong mạch (bóng đèn sáng lên). Nếu thay bộ tụ có điện dung lớn hơn thì đèn sẽ sáng hơn. Nếu cắt tụ điện đi thì đèn lại sáng hơn nữa.



Hình 1.20 Mạch điện thuần điện dung (C)

- Qua thí nghiệm trên ta thấy rằng dòng điện xoay chiều đi qua được mạch có tụ điện và tụ điện làm tăng điện trở của mạch lên vì ngoài điện trở của mạch còn có điện trở nữa do tụ điện gây ra gọi là dung kháng, ký hiệu X_C .

Mạch điện xoay chiều có tụ điện cũng tính theo công thức:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

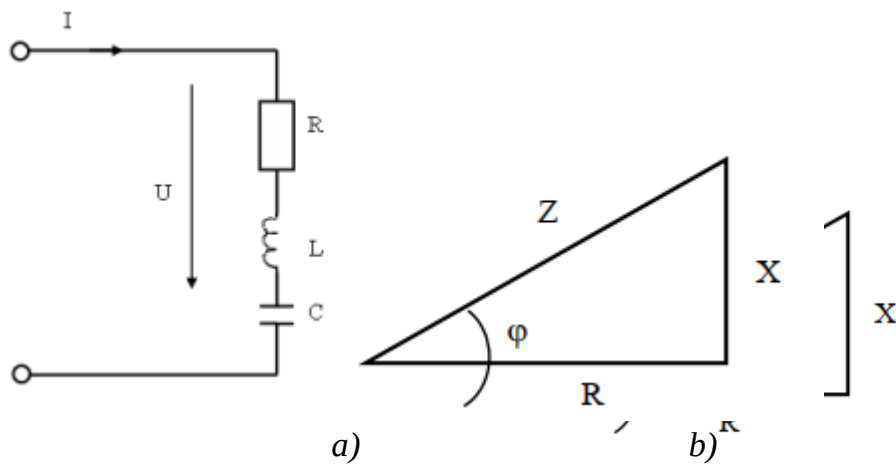
2.4.4-Mạch RLC mắc nối tiếp

Từ mạch điện thí nghiệm hình 1.18 nếu ta mắc nối thêm với cuộn tự cảm một tụ điện (hình 1.21-a) thì ta thấy dòng điện tăng lên so với khi chỉ có cuộn tự cảm. Như vậy sự có mặt của tụ điện đã giảm tổng trở của mạch.

Người ta chứng minh trị số của tổng trở, cảm kháng, dung kháng và điện trở của dòng điện xoay chiều có quan hệ với nhau theo một tam giác vuông mà đường huyền là tổng trở của mạch điện và hai cạnh của góc vuông là điện trở R và hiệu số cảm kháng và dung kháng (hình 1.21-b).

Hiệu số $X = X_L - X_C$ gọi là điện kháng.

Tổng trở trong mạch nối tiếp RLC sẽ là:



Hình 1.21 Mạch RLC mắc nối tiếp

* Ví dụ:

Một mạch điện xoay chiều có điện trở $R = 30\Omega$ nối tiếp với cuộn tự cảm có cảm kháng $X_L = 120\Omega$. Tính tổng trở của mạch và dòng điện qua mạch nếu điện áp hai đầu đoạn mạch $U = 125V$. Khi mắc thêm vào một tụ điện có dung kháng $X_C = 80\Omega$ thì trị số tổng trở và dòng điện thay đổi như thế nào?

Giải:

- Khi mạch điện chỉ có điện trở và cuộn tự cảm:

$$\text{Tổng trở } Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{30^2 + 120^2} = 123,7\Omega$$

$$\text{Dòng điện } I = \frac{U}{Z} = \frac{125}{123,7} = 1,2A$$

- Khi mắc thêm tụ điện:

$$\text{Tổng trở } Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{30^2 + (120 - 80)^2} = 50\Omega$$

$$\text{Dòng điện } I = \frac{U}{Z} = \frac{125}{50} = 2,5A$$

Vậy tổng trở trong trường hợp thứ hai giảm đi, dòng điện tăng lên gần 2 lần rưỡi.

2.5- Ý nghĩa hệ số công suất và cách nâng cao hệ số công suất

2.5.1- Công suất của mạch điện xoay chiều một pha

- Công suất tác dụng P và công suất phản tác dụng Q

Trong mạch điện xoay chiều chỉ có điện trở R thì điện năng biến thành nhiệt năng, vì vậy công suất trung bình trong một chu kỳ của dòng điện xoay chiều chính là công suất tiêu thụ trên điện trở R của mạch điện.

Trong mạch điện xoay chiều có cuộn tự cảm, do tác dụng của sức điện động tự cảm, lúc thì năng lượng do mạch tạo ra được tích lũy vào cuộn tự cảm, lúc thì năng lượng tích lũy ấy lại phóng trả về nguồn tùy theo sức điện động tự cảm ngược chiều hay cùng chiều với dòng điện chính.

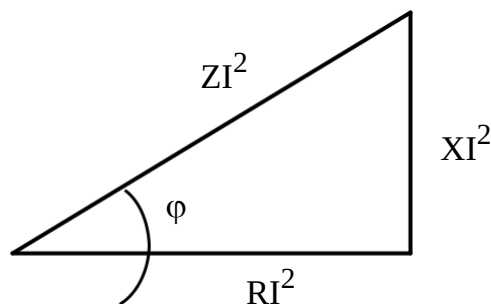
Trong mạch điện có tụ điện, lúc đầu tụ điện được nạp điện (tức tụ điện lấy năng lượng của nguồn tích trữ vào nó tạo thành điện trường ở các bản cực. Khi điện áp ở các bản cực tụ điện càng tăng, đồng thời điện áp của nguồn bắt đầu giảm thì tụ điện lại phóng trả năng lượng cho nguồn.

Vậy ở điện kháng (cảm kháng hay dung kháng) trong mạch xoay chiều chỉ có sự trao đổi năng lượng giữa nó với nguồn điện. Do đó xét trong cả chu kỳ thì điện kháng không tiêu thụ công suất mà chỉ có hiện tượng trao đổi năng lượng với nguồn điện, nên ta quy ước là điện kháng tiêu thụ công suất phản tác dụng ký hiệu là Q .

$$Q = X \cdot I^2 \quad (1-23)$$

Đơn vị đo công suất phản kháng là vôn am pe phản kháng, ký hiệu VAR (đọc là va rờ)

Nếu đem nhân các cạnh của tam giác tổng trở với I^2 ta sẽ có một tam giác đồng dạng với tam giác cũ mà mỗi cạnh đặc trưng cho một loại công suất gọi là tam giác công suất (hình 1.22).



Hình 1.22: Tam giác công suất

Từ tam giác công suất ta có:

$$\text{Công suất tác dụng: } P = R I^2 = Z I^2 \cos \varphi$$

$$\text{Thay } Z I = U \text{ ta có : } P = U I \cos \varphi \quad (1-24)$$

Tương tự ta có công suất phản tác dụng:

$$Q = U I \sin \varphi \quad (1-25)$$

- Công suất biểu kiến S

Khi chế tạo và sử dụng các máy điện ta thường chú ý đến cường độ định mức (I_{dm}) và điện áp định mức (U_{dm}) là các đại lượng đã quy định để cho phép chúng làm việc đảm bảo lâu dài.

Khi máy làm việc với dòng điện và điện áp định mức thì công suất cung cấp cho phụ tải là: $P = U_{dm} \times I_{dm} \times \cos \varphi$ chỉ còn phụ thuộc vào trị số $\cos \varphi$ của phụ tải.

Khi $\cos \varphi = 1$ (góc $\varphi = 0$, tương ứng với $R=Z$; mạch thuần điện trở) thì máy phát ra công suất lớn nhất $P = UI$.

Vì thế tích số UI nói lên khả năng làm việc của thiết bị và gọi là công suất biểu kiến, ký hiệu S:

$$S = UI \quad (1-26)$$

Khi $\cos\varphi$ của phụ tải nhỏ hơn 1 thì công suất của máy phát ra nhỏ hơn công suất biểu kiến. Đơn vị của công suất biểu kiến là vôn ampe (VA).

2.5.2- Hệ số công suất

Hệ số công suất là tỷ số giữa công suất tác dụng P và công suất biểu kiến người ta ký hiệu hệ số công suất là $\cos\varphi$. Trong việc sử dụng điện năng $\cos\varphi$ có ý nghĩa rất quan trọng.

2.5.3- Ý nghĩa và cách nâng cao hệ số công suất.

Nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$ là tăng khả năng sử dụng công suất nguồn.

Ví dụ một máy phát điện có $S_{\text{đm}} = 10000 \text{ kVA}$. Nếu $\cos\varphi = 0,7$ thì công suất định mức phát ra $P_{\text{đm}} = S_{\text{đm}} \cos\varphi = 10000 \times 0,7 = 7000 \text{ w}$. Nếu nâng $\cos\varphi = 0,9$ thì $P_{\text{đm}} = 10000 \times 0,9 = 9000 \text{ w}$. Như vậy rõ ràng sử dụng thiết bị trên có lợi hơn rất nhiều.

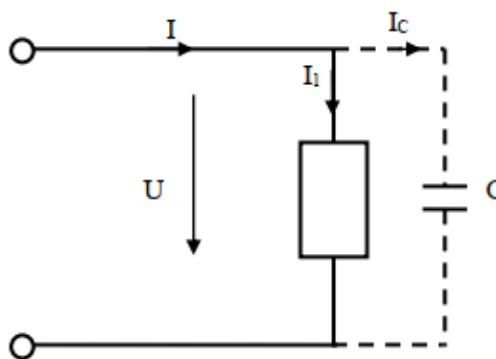
Nếu $\cos\varphi$ lớn thì I sẽ nhỏ dẫn đến tiết diện dây sẽ nhỏ hơn và tổn hao điện năng trên đường dây sẽ bé, điện áp rơi trên đường dây cũng giảm đi.

Trong sinh hoạt và trong công nghiệp, tải thường có tính chất điện cảm nên hệ số $\cos\varphi$ thấp. Để nâng cao hệ số công suất ta thường dùng tụ điện nối song song với tải (hình 1.23).

Khi chưa bù (chưa có nhánh tụ điện) dòng điện trên đường dây I bằng dòng điện qua tải I_1 , hệ số công suất của mạch là $\cos\varphi_1$ của tải.

Khi có bù (có nhánh tụ điện), dòng điện trên đường dây I là :

$$I = I_1 + I_c \Rightarrow I_1 < I \text{ nên } \cos\varphi_1 > \cos\varphi$$

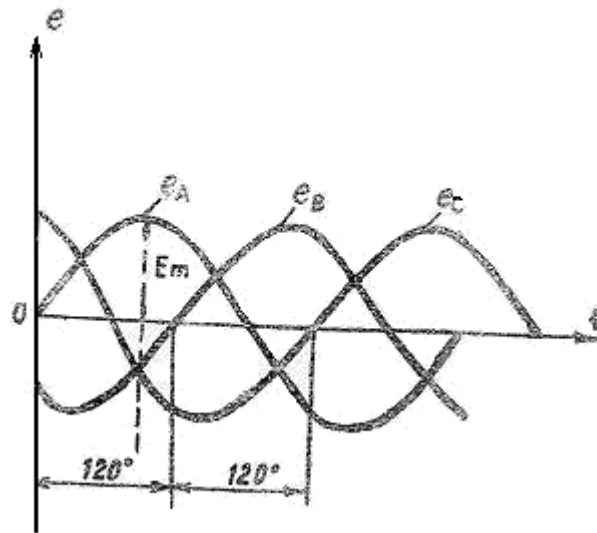


Hình 1.23 Tụ điện nối song song với tải

3- Các khái niệm cơ bản về dòng điện xoay chiều ba pha

3.1- Khái niệm

Dòng điện xoay chiều 3 pha là hệ thống 3 dòng một pha cùng biên độ, tần số nhưng lệch pha nhau 120 (hình 1.24)



Hình 1.24 Dòng điện xoay chiều 3 pha

3.2- Nguyên lý máy phát điện xoay chiều ba pha

Để tạo ra dòng xoay chiều 3 pha, người ta dùng máy phát điện xoay chiều 3 pha. Cấu tạo máy phát điện xoay chiều 3 pha (hình 1.25) gồm:

- Ba cuộn dây giống nhau đặt lệch nhau 120° trong các rãnh của lõi thép Stato (phần tĩnh). Ba cuộn dây có ký hiệu:

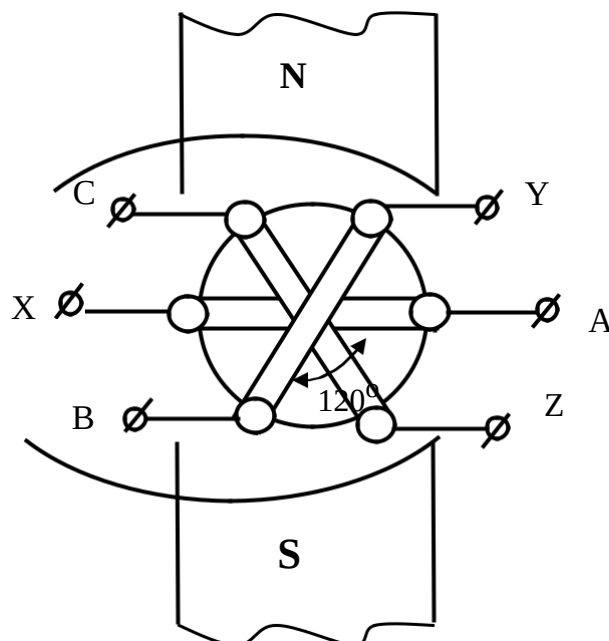
AX (dây quấn pha A)

BY (dây quấn pha B)

CZ (dây quấn pha C)

- Phần quay là nam châm điện N-S

Khi rô to quay từ trường sẽ quét qua các dây quấn pha A, Pha B, pha C. Trong các dây quấn sẽ sinh ra các sức điện động có dạng hình sin cùng biên độ, tần số nhưng lệch pha nhau 120°



Hình 1.25 Cấu tạo máy phát điện xoay chiều 3 pha

5.3-Ý nghĩa của hệ thống điện ba pha

- Dòng điện xoay chiều 3 pha có thể tạo nên từ trường quay trong động cơ điện xoay chiều 3 pha là động cơ điện thông dụng hiện nay.
- Việc truyền tải điện năng bằng dòng điện 3 pha tiết kiệm được khá nhiều kim loại so với việc truyền tải điện năng bằng dòng điện một pha.

4- Cách đấu dây hệ thống điện xoay chiều ba pha

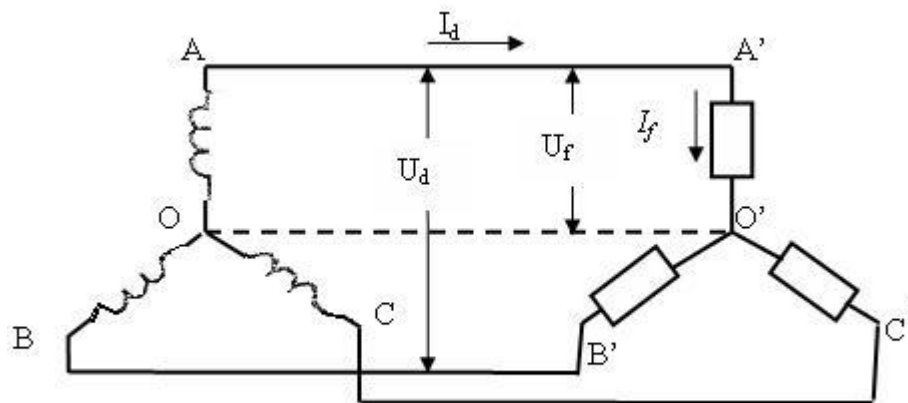
4.1- Cách mắc mạch điện xoay chiều ba pha theo hình sao.

Nếu nối các điểm cuối của 3 pha với nhau ta được cách nối hình sao, ký hiệu Y (hình 1.26).

Điểm O gọi là điểm trung tính của nguồn

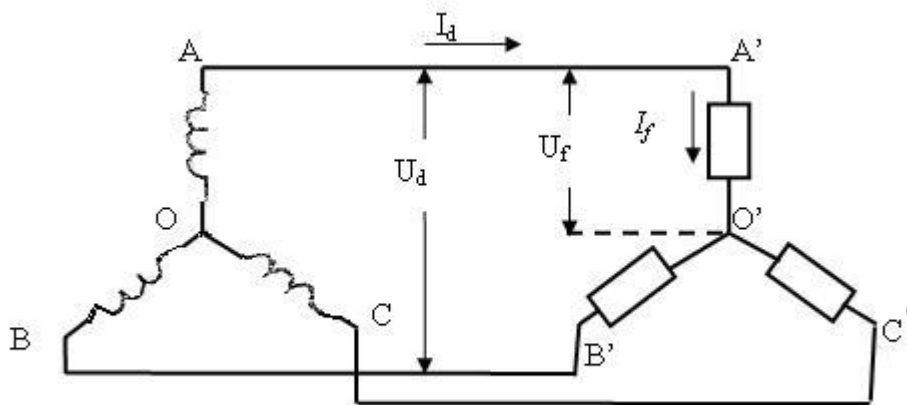
Điểm O' gọi là điểm trung tính của phụ tải

Dây OO' gọi là dây trung tính. Dây trung tính làm nhiệm vụ cân bằng điện áp giữa các pha.



Hình 1.26 Cách mắc mạch điện xoay chiều ba pha theo hình sao.

Mạch điện 3 pha 4 dây để cung cấp điện cho các phụ tải không cân bằng như đèn thấp sáng. Còn các loại phụ tải có các pha luôn cân bằng như động cơ điện 3 pha ta có thể bỏ dây trung tính, đó là mạch 3 pha 3 dây (hình 1.27).



Hình 1.27 Mạch 3 pha 3 dây (hình sao)

Khi nối hình sao:

Dòng điện chạy trên đường dây (I_d) cũng bằng dòng điện chạy trong các dây quấn nguồn điện và phụ tải (I_f).

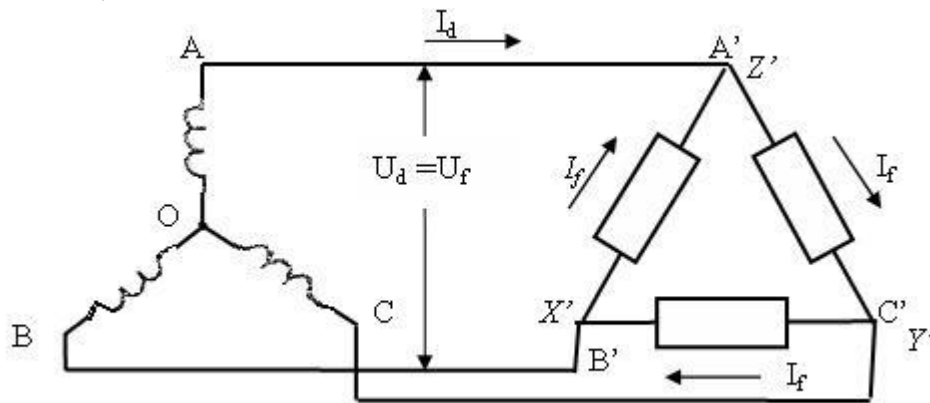
$$I_d = I_f$$

Điện áp dây là điện áp giữa 2 pha (U_d) lớn gấp $\sqrt{3}$ lần điện áp pha là điện áp giữa dây pha và dây trung tính (U_f)

$$U_d = \sqrt{3} U_f$$

4.2- Cách mắc mạch điện xoay chiều ba pha theo hình tam giác.

Nếu ta nối điểm đầu của pha này với điểm cuối của pha kia ta được cách nối hình tam giác (hình 1.28).



Hình 1.28 Cách mắc mạch điện xoay chiều ba pha theo hình tam giác.

Nguồn điện và phụ tải có thể nối hình sao hoặc tam giác, nhưng riêng nguồn điện thông thường nối hình sao.

Khi nối tam giác: Điện áp đặt vào các pha bằng đúng điện áp dây.

$$U_f = U_d$$

Dòng điện chạy trên đường dây (I_d) lớn gấp $\sqrt{3}$ lần dòng điện chạy trong phụ tải

4.3-Công suất mạch điện xoay chiều ba pha

Ta đã biết công suất mạch điện xoay chiều một pha:

$$P_f = U_f I_f \cos \varphi$$

Công suất mạch 3 pha bằng tổng công suất mỗi pha $P =$

$$P_A + P_B + P_C$$

Khi phụ tải 3 pha cân bằng :

$$P_A = P_B = P_C = P_f \Rightarrow P = 3 P_f = 3 U_f I_f \cos \varphi$$

Câu hỏi

- 1- Trình bày nguyên lý sản sinh ra sức điện động xoay chiều hình sin.
- 2- Thế nào là trị số hiệu dụng của dòng điện, điện áp, sức điện động của dòng điện xoay chiều.
- 3- Ý nghĩa của việc nâng cao hệ số công suất và cách nâng cao hệ số công suất.
- 4- Phát biểu nội dung và viết biểu thức định luật Ôm đối với một đoạn mạch và toàn mạch
- 5- Trình bày hai cách mắc dây điện ba pha (bằng hình vẽ)

CHƯƠNG 2: MÁY PHÁT ĐIỆN

Mã chương: MH8.COT-02

Mục tiêu:

- Nêu được nhiệm vụ, yêu cầu, phân loại máy phát điện
- Mô tả được cấu tạo và trình bày nguyên lý làm việc của các loại máy phát điện
- Mô tả được sơ đồ lắp đặt máy phát trong hệ thống điện
- Tuân thủ các quy định, quy phạm về máy phát điện.

Nội dung:

1. Nhiệm vụ, yêu cầu và phân loại máy phát điện

1.1- Nhiệm vụ

Máy phát điện có nhiệm vụ biến đổi cơ năng thành điện năng để cung cấp điện cho các thiết bị, máy móc dùng trong sản xuất và sinh hoạt của con người. Trên ô tô, máy phát điện là nguồn điện năng chính để cung cấp cho các thiết bị dùng điện (trừ máy khởi động) và nạp điện cho ắc quy lúc ô tô làm việc ở chế độ nhất định.

1.2- Yêu cầu

- Đối với các máy điện làm việc song song để tạo thành lưới điện:
- + Điện áp của máy phát bằng điện áp của lưới điện và trùng pha nhau.
- + Tần số của máy phát phải bằng tần số của lưới điện.
- + Thứ tự pha của máy phát phải giống thứ tự pha của lưới điện.

Nếu không đảm bảo các điều kiện trên sẽ có dòng điện lớn chạy qua trong máy phá hỏng máy và gây rối loạn hệ thống điện.

- Đối với máy phát điện dùng trên ô tô:
- + Có công suất đủ lớn để cung cấp điện cho phụ tải và nạp điện cho ắc quy.
- + Có khả năng sinh ra điện áp yêu cầu khi tốc độ của động cơ thấp.
- + Kích thước nhỏ gọn, dễ kiểm tra, bảo dưỡng và sửa chữa.

1.3 phân loại

- Máy phát điện xoay chiều là nguồn cung cấp năng lượng điện xoay chiều bao gồm máy phát điện đồng bộ và không đồng bộ.

+ Máy điện đồng bộ là máy điện có tốc độ quay của rô to n (tốc độ của máy) bằng tốc độ quay của từ trường n_1 . Máy điện đồng bộ có hai dây quấn: Dây quấn stato nối với lưới điện có tần số f không đổi, dây quấn rô to được kích thích bằng dòng điện một chiều.

+ Máy điện không đồng bộ là máy điện xoay chiều, làm việc theo nguyên lý cảm ứng điện từ, có tốc độ quay của rô to n (tốc độ của máy) khác với tốc độ quay của từ trường n_1 . Máy điện không đồng bộ có hai dây quấn: dây quấn stato (sơ cấp) nối với

lưới điện tần số không đổi f , dây quấn rô to (thứ cấp) được nối tắt lại hoặc khép kín qua điện trở. Dòng điện trong dây quấn rô to được sinh ra nhờ sức điện động cảm ứng có tần số f_2 phụ thuộc vào tốc độ rô to.

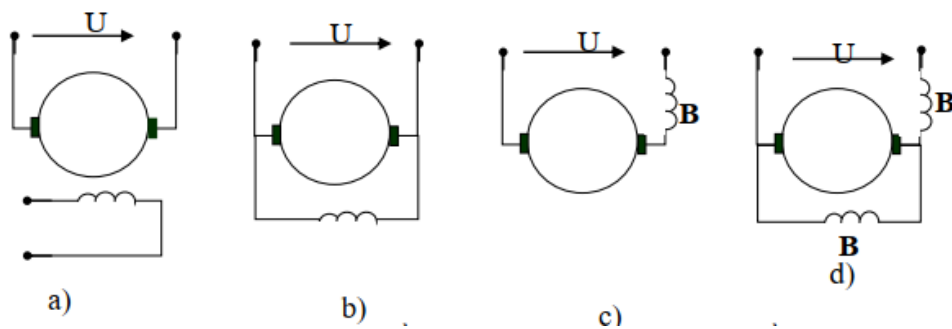
Máy điện không đồng bộ có tính thuận nghịch nghĩa là có thể làm việc ở chế độ động cơ điện cũng như chế độ máy phát điện.

Máy phát điện không đồng bộ có đặc tính làm việc không tốt so với máy phát điện đồng bộ nên ít được dùng.

- Máy phát điện một chiều là nguồn cung cấp năng lượng điện một chiều. Căn cứ vào cách sử dụng nguồn điện kích từ, người ta chia máy phát điện thành:

- + Máy phát điện kích từ độc lập
- + Máy phát tự kích gồm: kích từ song song, kích từ nối tiếp, kích từ hỗn hợp (hình 2.1)

Máy phát kích từ độc lập là máy phát có nguồn kích từ độc lập với phần ứng, còn máy tự kích từ phụ thuộc vào phần ứng.



Hình 2.1- Sơ đồ các loại máy phát điện một chiều
a) Máy phát kích từ độc lập; b) Máy phát kích từ song song,
c) Máy phát kích từ nối tiếp; d) Máy phát kích từ hỗn hợp

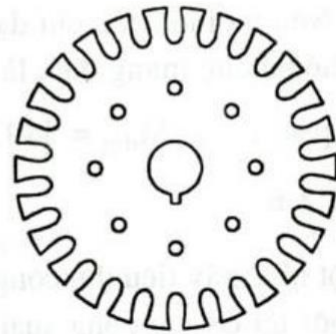
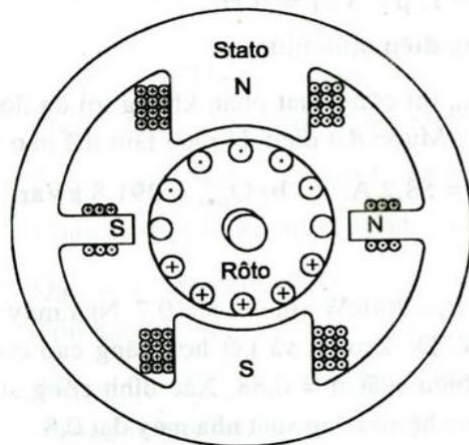
2- Cấu tạo và nguyên lý làm việc máy phát điện một chiều

2.1- Cấu tạo



Hình 2.2- Máy phát điện một chiều

Các bộ phận chính của máy điện một chiều: Stator, rô to, cổ góp và chổi điện. Trên hình 2.3 vẽ mặt cắt ngang trục máy điện một chiều



Hình 2.3- Mặt cắt ngang trục máy điện một chiều Hình 2.4- Lõi thép rô to

2.1.1- Stator

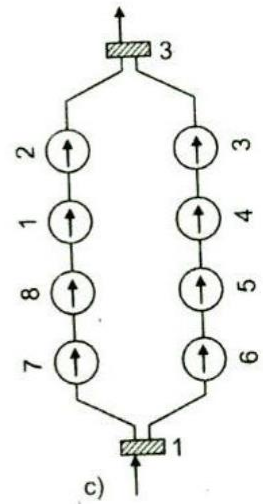
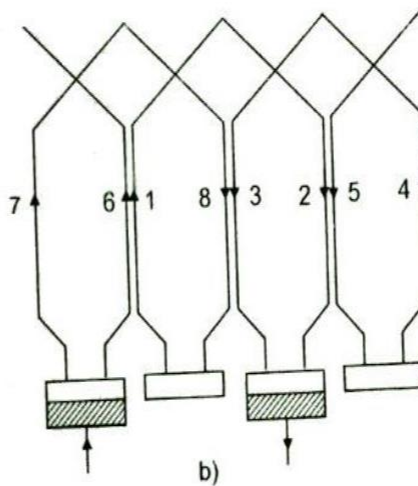
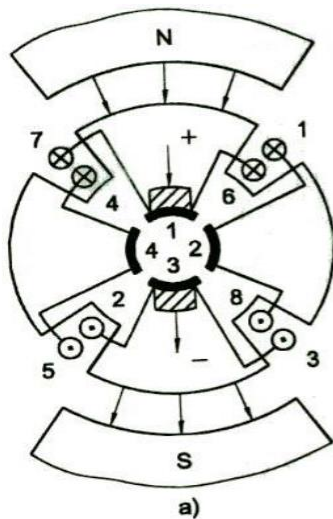
Stator còn gọi là phần cảm, gồm lõi thép bằng thép đúc, vừa là mạch từ vừa là vỏ máy. Cực từ chính có dây quấn kích từ (hình 2.3)

2.1.2- Rô to

Rô to của máy điện một chiều được gọi là phần ứng, gồm lõi thép và dây quấn phần ứng. Lõi thép hình trụ làm bằng các lá thép kỹ thuật điện dày 0,5 mm, phủ sơn cách điện ghép lại. Các lá thép được dập có lỗ thông gió và rãnh để đặt dây quấn phần ứng (hình 2.4).

Mỗi phần tử của dây quấn phần ứng (phần ứng có nhiều vòng dây), hai đầu nối với hai phiến góp. Hai cạnh tác dụng của phần tử dây quấn đặt trong hai rãnh dưới hai cực khác tên.

Hình 2.5a,b vẽ bốn phần tử dây quấn xếp hai lớp. Mỗi phần tử chỉ có một vòng. Các phần tử được nối mạch vòng khép kín. Ở dây quấn xếp đơn số nhánh song song bằng số cực từ. Dây quấn trên hình vẽ có hai nhánh song song (hình 2.5c)



Hình 2.5 Rô to