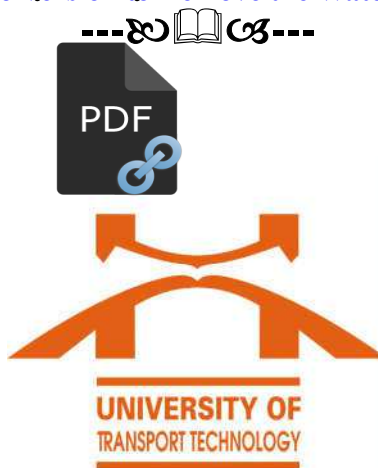


Protected by PDF Anti Copy Free
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ GTVT

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



BÀI GIẢNG

KỸ THUẬT ĐIỆN- ĐIỆN TỬ

MỤC LỤC

Protected by PDF Anti-Copy Free

MỤC LỤC	(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark).....	2
CHƯƠNG 1: DÒNG ĐIỆN HÌNH SIN MỘT PHA		4
1 Các khái niệm cơ bản về mạch điện		4
2. Các định luật Kirchoff		10
3. Các định luật điện từ cơ bản		11
4. Sức điện động hình sin 1 pha và các thông số cơ bản của đại lượng điện hình sin....		19
5. Trị số hiệu dụng và sự lệch pha		21
6. Biểu diễn dòng điện xoay chiều hình sin bằng vector và số phức		22
7. Đặc điểm mạch điện hình sin thuần R, L, C		27
8. Nhánh điện trở, điện cảm, điện dung mắc nối tiếp		29
9. Phương pháp giải bài toán mạch điện hình sin 1 pha		31
CHƯƠNG 2 : CÁC PHƯƠNG PHÁP GIẢI MẠCH.....		36
1 Phương pháp dòng điện nhánh		36
2 Phương pháp dòng điện vòng		36
3 Phương pháp điện thế nút.		37
4 Bài toán minh họa tổng hợp.....		41
CHƯƠNG 3: DÒNG ĐIỆN HÌNH SIN 3 PHA		42
1.Sự hình thành sức điện động hình sin trong máy phát điện 3 pha.....		42
2. Mạch điện 3 pha nối kiểu hình sao		43
3. Cách nối hình tam giác (Δ)		48
4. Cách giải mạch điện ba pha đối xứng		51
CHƯƠNG 3: ĐO LƯỜNG ĐIỆN		55
1. Khái niệm về kỹ thuật đo điện		55
2. Các dụng cụ đo điện thông dụng		56
3. Phương pháp đo các đại lượng điện.....		62
CHƯƠNG 5: MÁY BIẾN ÁP		85
1. Các khái niệm cơ bản về máy điện		85
2. Định nghĩa, công dụng và cấu tạo MBA		86
3. Nguyên lý làm việc của MBA		87
4. Tổn hao công suất và hiệu suất của MBA		88
5. Các MBA đặc biệt.....		88
CHƯƠNG 6: ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ		91

1. Cấu tạo động cơ không đồng bộ 3 pha	91
2. Từ trường quay.....	93
3. Nguyên lý hoạt động của động cơ điện không đồng bộ 3 pha.....	96
4. Nguyên tắc lắp đặt động cơ vào lưới điện	99
5. Mở máy, đổi chiều quay và điều chỉnh tốc độ động cơ KĐB 3 pha.....	99
6. Tồn hao công suất và hiệu suất	105
CHƯƠNG 7: MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU.....	107
1. Cấu tạo và phân loại máy điện 1 chiều	107
2. Nguyên lý hoạt động của máy phát và động cơ điện một chiều.....	109
3. Biểu thức sức điện động và mô men điện từ của máy điện một chiều	111
4. Tồn hao công suất và hiệu suất của máy điện một chiều	113
5. Mở máy, đổi chiều quay và điều chỉnh tốc độ động cơ một chiều.....	114
CHƯƠNG 8: TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN	117
1. Thiết bị đóng cắt mạch.....	117
2. Thiết bị điều khiển và bảo vệ.....	119
3. Các mạch điều khiển bộ truyền động	126
CHƯƠNG 9 CÁC LINH KIỆN ĐIỆN TỬ CƠ BẢN	130
1. Điện trở, tụ điện, cuộn cảm.....	130
2. Điốt bán dẫn.....	135
3. Tranzitor.....	138
4. Vi mạch tích hợp.....	145
5. Đèn phóng tia điện tử.....	146
CHƯƠNG 10: MẠCH ĐIỆN TỬ CÔNG NGHIỆP	147
1. Mạch chỉnh lưu, nghịch lưu.....	147
2. Mạch biến đổi điện trong bộ truyền động điện.....	155
3. Mạch khuếch đại tín hiệu.....	155
4. Mạch ổn định điện áp và dòng điện.....	160
5. Mạch vi xử lý	Error! Bookmark not defined.
CHƯƠNG 11: KHUẾCH ĐẠI THUẬT TOÁN	147
11.1. Khái niệm cơ bản về mạch khuếch đại thuật toán	147
11.2. Bộ khuếch đại đảo và không đảo	155
11.3. Mạch cộng- mạch trừ.....	155
11.4. Bộ vi phân, bộ tích phân	160

1 Các khái niệm cơ bản về mạch điện

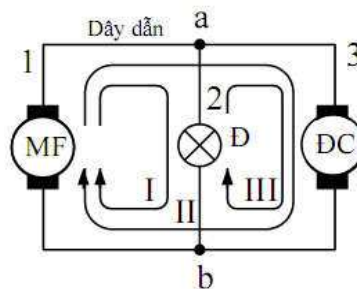
1.1. Mạch điện

Mạch điện là tập hợp các thiết bị kết nối với nhau bằng các dây dẫn (phần tử dẫn) tạo thành những vòng kín trong đó dòng điện có thể chạy qua. Mạch điện thường gồm các loại phần tử sau: nguồn điện, phụ tải (tải), dây dẫn.

a. Nguồn điện: Nguồn điện là thiết bị phát ra điện năng. Về nguyên lý, nguồn điện là thiết bị biến đổi các dạng năng lượng: cơ năng, hóa năng, nhiệt năng thành điện năng.

b. 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.

c. Dây dẫn: Dây dẫn làm bằng kim loại (đồng, nhôm) dùng để truyền tải điện năng từ nguồn đến tải.



Hình 1.1 Mạch điện

1.2. Kết cấu hình học của mạch điện

a. Nhánh: Nhánh là một đoạn mạch gồm các phần tử ghép nối tiếp nhau, trong đó có cùng một dòng điện chạy từ đầu này đến đầu kia.

b. Nút: Nút là điểm gặp nhau của từ ba nhánh trở lên.

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

1.3. Các đại lượng đặc trưng quá trình năng lượng trong mạch điện.

Để đặc trưng cho quá trình năng lượng cho một nhánh hoặc một phần tử của mạch điện ta dùng hai đại lượng: dòng điện i và điện áp u .

Công suất của nhánh hoặc của phần tử: $p = u.i$

1.3.1. Điện áp.

Tại mỗi điểm trong mạch điện có một điện thế. Hiệu điện thế giữa hai điểm gọi là điện áp.

Vậy điện áp giữa hai điểm A và B có điện thế φ_A, φ_B là:

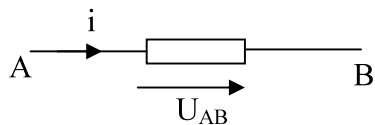
$$u_{AB} = (\varphi_A - \varphi_B) \quad (1-1)$$

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

Trong hệ đơn vị SI đơn vị điện áp là V (vôn)

1.3.2. Cường độ dòng điện.

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



Hình 1.2

$$i = dq/dt \quad (1-2)$$

Chiều dòng điện quy ước là chiều chuyển động của các hạt mang điện tích dương trong điện trường.

Trong hệ đơn vị SI đơn vị dòng điện là A (ampe)

1.3.3. Chiều dương dòng điện và điện áp.

Khi giải mạch điện, ta tùy ý chọn chiều dòng điện và điện áp trong các nhánh gọi là chiều dương. Kết quả tính toán ra các dòng điện và điện áp, nếu dòng (áp) tính ra có dấu dương thì chiều đã chọn là đúng, nếu âm thì có chiều ngược lại.

1.3.4. Công suất

Trong mạch điện, một nhánh hoặc một phần tử có thể nhận và phát năng lượng. Giả thiết các chiều áp và dòng trong nhánh là trùng nhau và tính toán kết quả công suất ta đưa đến kết luận: $p = ui > 0$ nhánh nhận năng lượng

$$p = ui < 0 \text{ nhánh phát năng lượng}$$

Nếu ta chọn chiều dòng và áp ngược nhau thì ta có kết luận ngược lại.

Trong hệ đơn vị SI đơn vị công suất là W (oát)

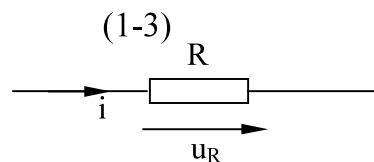
1.4. Mô hình mạch điện, các thông số

1.4.1. Điện trở R và điện dẫn g

Cho dòng điện i chạy qua điện trở R và gây ra điện áp rơi trên điện trở R là u_R . Theo định luật ôm quan hệ giữa dòng điện và điện áp là:

$$u_R = Ri$$

- Khái niệm điện dẫn



Hình 1.6

$g = 1/R$ (đơn vị $1/\Omega = S$: Simen)

Công suất tiêu thụ trên mạch điện trở là.

$$p = ui = i^2 R \quad (1-4)$$

Điện năng tiêu thụ trong một thời gian

$$A = \int_0^t p dt = \int_0^t i^2 R dt \quad \text{khi } i = \text{hằng số thì } A = i^2 R t \quad (1-5)$$

1.4.2. Điện cảm L.

Khi có dòng điện chạy qua cuộn dây có w vòng sẽ sinh ra một từ thông móc vòng với cuộn dây.

$$\Psi = w\Phi \quad (1-6)$$

Trong đó: Φ là từ thông của cuộn dây.

Điện cảm của cuộn dây được định nghĩa:

$$L = \frac{\Psi}{i} = \frac{w\Phi}{i} \quad \text{đơn vị là (Henry H)} \quad (1-7)$$

Nếu từ thông biến thiên thì dòng điện cũng biến thiên và theo định luật cảm ứng điện từ trong cuộn dây xuất hiện sức điện động tự cảm.

$$e_L = - \frac{d\Psi}{dt} = -L \frac{di}{dt} \quad (1-8)$$

Điện áp trên cuộn dây

$$u_L = -e_L = L \frac{di}{dt} \quad (1-9)$$

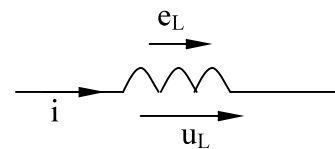
Công suất trên cuộn dây

$$P_{pL} = u_L i = iL \frac{di}{dt} \quad (1-10)$$

Năng lượng từ trường tích lũy trong cuộn dây

$$W_M = \int_0^t p dt = \int_0^t iL di = Li^2 / 2 \quad (1-11)$$

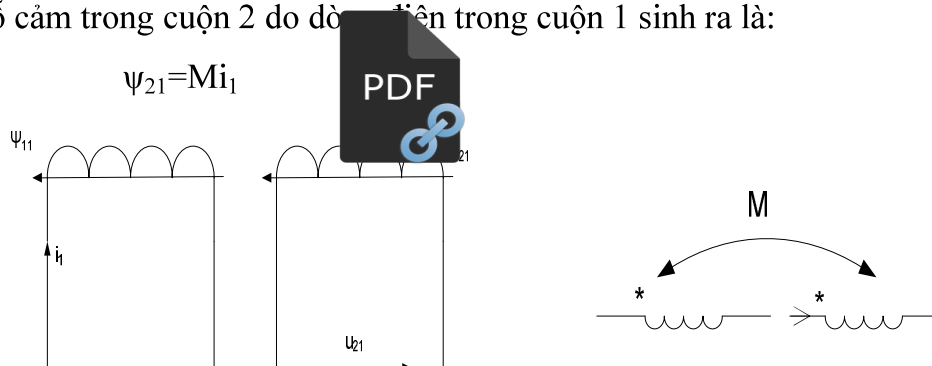
Như vậy điện cảm L đặc trưng cho hiện tượng tích lũy năng lượng từ trường của mạch.



Hình 1.7

1.4.3. Hồ cảm M.

Hiện tượng hồ cảm là hiện tượng suất điện động cảm ứng trong 1 cuộn dây do dòng điện biến thiên trong 1 cuộn dây khác sinh ra. Trong thực tế có 2 cuộn dây có liên hệ hồ cảm với nhau. Từ thông hồ cảm trong cuộn 2 do dòng điện trong cuộn 1 sinh ra là:



Hình 1.8

ới M là hệ số hồ cảm giữa 2 cuộn dây. Nếu i_1 biến thiên thì điện áp hồ cảm của cuộn dây 2 do cuộn dây 1 sinh ra là:

$$u_{21} = \frac{d\psi_{21}}{dt} = \frac{M \cdot di_1}{dt} \quad (1-12)$$

Tương tự thì điện áp hồ cảm của cuộn 1 do dòng trong cuộn 2 sinh ra là:

$$u_{12} = \frac{d\psi_{12}}{dt} = \frac{M \cdot di_2}{dt} \quad (1-13)$$

Cũng như điện áp tự cảm, điện áp hồ cảm là Henry (H) Hồ cảm M được ký hiệu trên H.b và dùng cách đánh dấu cực bằng dấu (*) để xác định dấu của phương trình xác định điện áp hồ cảm u_{21} và u_{12}

Các cực được gọi là có cùng cực tính khi các dòng điện có chiều cùng đi vào (hoặc cùng đi ra) khỏi các cực ấy thì từ thông tự cảm ψ_{11} và từ thông hồ cảm ψ_{21} cùng chiều. Cùng cực tính hay khác cực tính phụ thuộc vào chiều quấn dây và vị trí đặt các điện áp hồ cảm.

1.4.4. Điện dung C.

Khi đặt điện áp u_c lên tụ điện có điện dung C thì tụ điện sẽ được nạp điện với điện tích q .

$$Q = Cu_c \quad (1-14)$$


$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt}(Cu_c) = C \frac{du_c}{dt} \quad (1-15)$$

Từ đó suy ra
$$u_c = \frac{1}{C} \int i dt \quad (1-16)$$

Nếu tại thời điểm ban đầu trên tụ C có điện tích $u_c(0)$ thì điện áp được tính như sau:

$$u_c = \frac{1}{C} \int i dt + u_c(0) \quad (1-17)$$

Công suất trên tụ điện $p_c = u_c i =$  (1-18)

Năng lượng tích lũy trong điện trường  điện

$$W_E = \int_0^t p_c dt = \int_0^t C u_c du_c = \frac{1}{2} C u_c^2 \quad (1-19)$$

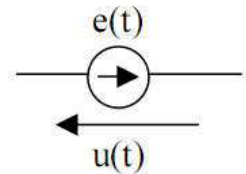
Như vậy điện dung đặc trưng cho hiện tượng tích lũy năng lượng điện trường trong tụ điện.
Đơn vị của điện dung là Fara (F)

1.4.5. Nguồn điện áp $u(t)$

Nguồn điện áp đặc trưng cho khả năng tạo nên và duy trì một điện áp trên hai cực của nguồn.

Nguồn điện áp còn được biểu diễn bằng một sức điện động $e(t)$ Chiều $e(t)$ từ điểm điện thế thấp đến điểm điện thế cao. Chiều điện áp theo quy ước từ điểm có điện thế cao đến điểm điện thế thấp:

$$u(t) = -e(t)$$

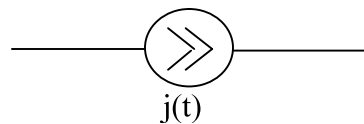


Hình 1.9

1.4.6. Nguồn dòng $j(t)$

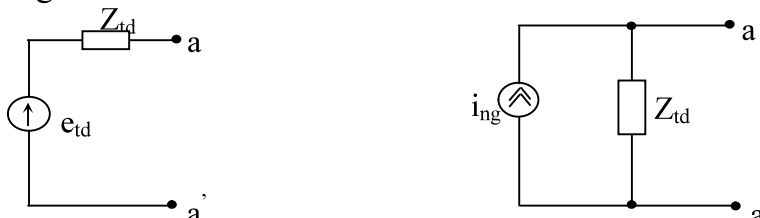
Nguồn dòng điện $j(t)$ đặc trưng cho khả năng của nguồn điện tạo nên và duy trì dòng điện cấp cho mạch ngoài và là phần tử lý tưởng có trị số bằng dòng điện ngắn mạch giữa 2 cực của nguồn (hình 1.10)

Ký hiệu nguồn dòng như sau:



Hình 1.10

Khi nguồn áp ghép nối tiếp với một tổng trở thì tương đương với nguồn dòng ghép song song với tổng trở như sau:



1.4.7. Mô hình mạch điện.

Mô hình mạch điện còn được gọi là **mô hình thay thế mạch điện**, trong đó kết cấu hình học và quá trình năng lượng giống như mạch thực, song các phần tử của mạch điện thực đã được mô hình hóa bằng các thông số e, j, R, L, C .

Mô hình mạch điện được sử dụng rất thuận lợi trong việc nghiên cứu và tính toán mạch điện và thiết bị điện.

1.5. Phân loại mạch điện

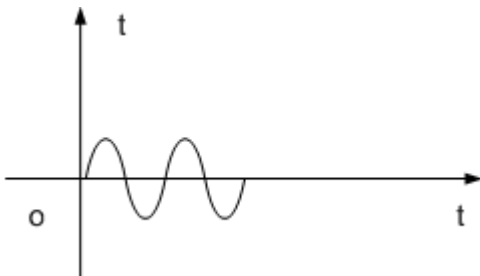
1.5.1. Phân loại theo loại dòng điện trong mạch

a, Mạch điện xoay chiều

- Dòng điện xoay chiều là dòng điện có chiều biến đổi theo thời gian.
- Dòng điện xoay chiều được dùng nhiều nhất là dòng điện hình sin, biến đổi theo hàm sin của thời gian (hình 1.2a)
- Mạch điện có dòng điện xoay chiều gọi là mạch điện xoay chiều.

b, Mạch điện một chiều

- Dòng điện một chiều là dòng điện có chiều không thay đổi theo thời gian.
- Mạch điện có dòng điện một chiều được gọi là mạch điện một chiều.
- Dòng điện có trị số và chiều không thay đổi theo thời gian gọi là dòng điện không đổi (hình 1.2b)



Hình 1.8 a)



Hình 1.8 b)

1.5.2. Phân loại theo tính chất các thông số R, L, C của mạch

a, Mạch điện tuyến tính

Là mạch điện có chứa các phần tử tuyến tính, nghĩa là các thông số R, L, M, C là hằng số, không phụ thuộc vào dòng điện i và điện áp u trên chúng.

b, Mạch điện phi tuyến

Là mạch điện có chứa các phần tử phi tuyến, nghĩa là các thông số R, L, M, C là thay đổi và phụ thuộc vào dòng điện i và điện áp u trên chúng.

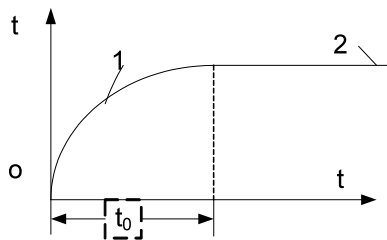
1.5.3. Phân loại theo quá trình năng lượng trong mạch

a, Chế độ xác lập **Protected by PDF Anti-Copy Free**

Là quá trình, trong đó dưới tác động của các nguồn, dòng điện và điện áp trên các nhánh đạt trạng thái ổn định. Ở chế độ xác lập, dòng điện, điện áp trên các nhánh biến thiên theo quy luật giống như quy luật biến thiên của điện

b, Chế độ quá độ

Là quá trình chuyển tiếp từ chế độ xác lập này sang chế độ xác lập khác. Thời gian quá độ thường rất ngắn. Ở chế độ quá độ, dòng điện và điện áp biến thiên theo quy luật khác với quy luật biến thiên ở chế độ xác lập.



Hình 1.19

2. Các định luật Kirhoff

2.1. Định luật Kirhoff 1.

Tổng đại số các dòng điện tại một nút bằng không $\sum i = 0$

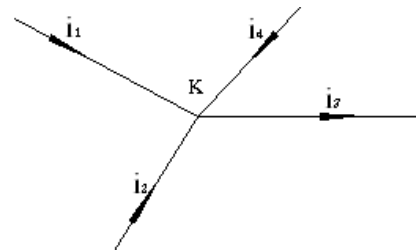
Trong đó nếu ta quy ước dòng điện đi vào nút mang dấu dương thì dòng điện đi ra khỏi nút mang dấu âm, hoặc ngược lại

VD: Tại nút K trên hình vẽ ta có thể viết K1 như sau:

$$i_1 + i_2 - i_3 + i_4 = 0$$

Ta suy ra

$$i_3 = i_1 + i_2 + i_4$$



Hình 1.3

Nghĩa là tổng các dòng điện tới nút bằng tổng các dòng điện rời khỏi nút. K1 nói lên tính liên tục của dòng điện tức là trong một nút không có tích lũy điện tích, có bao nhiêu điện tích tới nút thì có bấy nhiêu điện tích rời khỏi nút

Định luật Kirhoff 1 Dạng phức: $\sum_{\text{nút}} \dot{I} = 0$

2.2. Định luật Kirhoff 2.

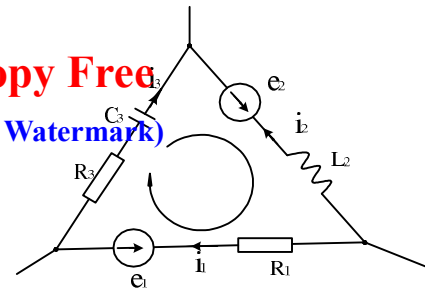
Định luật K2 phát biểu cho một vòng kín: Đi theo một vòng kín với chiều tùy ý, tổng đại số các điện áp rơi trên các phần tử bằng không.

$$\sum u = 0$$

Nếu mạch điện có suất điện động ta có thể tính như sau:

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

$$\sum u = \sum e$$



Hình 14

Khi đó định luật kirchoff 2 phát biểu như sau:

Đi theo một vòng kín, theo một chiều tùy ý đã chọn, tổng đại số các điện áp rơi trên các phần tử bằng tổng đại số các suất điện động trong vòng.

Trong đó những suất điện động nào có chiều trùng với chiều đi vòng sẽ mang dấu dương, ngược lại mang dấu âm.

VD: Xét mạch kín như hình vẽ

$$R_3 i_3 + \frac{1}{C} \int i_3 dt - L_2 \frac{di_2}{dt} + R_1 i_1 = e_2 - e_1$$

Định luật K2 nói lên tính chất thế của mạch điện. Trong một mạch điện xuất phát từ một điểm theo một vòng khép kín và trở lại vị trí xuất phát thì lượng tăng thế bằng không.

Định luật kirchoff 2 dạng phức:

$$\sum_{machvong} \dot{Z}I = \sum_{machvong} \dot{E}$$

3. Các định luật điện từ cơ bản

3.1. Lực điện từ.

Lực tác dụng của từ trường lên dây dẫn có dòng điện

Đặt một dây vuông góc với đường sức từ trường, có dòng điện chạy qua. Thực nghiệm chứng tỏ rằng sẽ có lực điện từ tác dụng lên dây dẫn có:

- Về trị số: Độ lớn của lực tác dụng tỷ lệ với cường độ từ cảm, với độ dài tác dụng của dây dẫn (độ dài dây dẫn trong từ trường) và với cường độ dòng điện qua dây dẫn.

$$F = BIl$$

Trong đó: F : lực điện từ tác dụng lên dây dẫn (N)

B: Cường độ từ cảm (T)

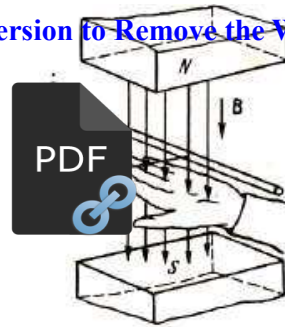
I: Cường độ dòng điện (A)

L: Chiều dài tác dụng của dây dẫn (m)

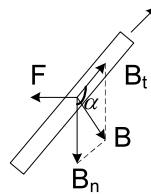
- Về phương và chiều: Xác định theo quy tắc bàn tay trái: Đặt bàn tay trái sao cho các đường sức từ đâm xuyên vào lòng bàn tay, chiều từ cổ tay tới các ngón tay trùng với

chiều dòng điện thì ngón tay trái chuồi ra 90° chỉ chiều của lực từ tác dụng lên dòng điện.

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



Trường hợp dây dẫn đặt không vuông góc mà tạo với đường sức một góc $\alpha \neq 90^\circ$, ta phân vec tơ B thành hai thành phần:



- Thành phần tiếp tuyến B_t song song với dây dẫn
- Thành phần pháp tuyến B_n vuông góc với dây dẫn

Như vậy chỉ có thành phần B_n gây lên lực điện từ và cả trị số và phương chiều lực tác dụng theo thành phần B_n , tức là:

$$F = B_n Il = Bil \cdot \sin \alpha$$

3.2 Cảm ứng điện từ

3.2.1. Sức điện động cảm ứng trong vòng dây có từ thông biến thiên.

Định luật cảm ứng điện từ.

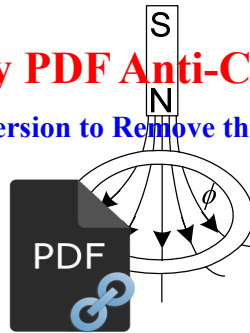
- Năm 1831, nhà bác học người Anh Maicon Faraday phát hiện ra hiện tượng cảm ứng điện từ, đó là hiện tượng: Khi từ thông biến thiên bao giờ cũng kèm theo sự xuất hiện sức điện động gọi là sức điện động (s.đ.đ) cảm ứng

- Năm 1883 nhà Vật lý học người Nga là Len Xơ đã phát hiện ra quy luật chiều s.đ.đ cảm ứng.

Tổng hợp ta có định luật cảm ứng điện từ: Khi từ thông qua vòng dây biến thiên làm xuất hiện một s.đ.đ trong vòng dây gọi là s.đ.đ cảm ứng. S.đ.đ cảm ứng có chiều sao cho dòng điện mà nó sinh ra có tác dụng chống lại sự biến thiên của từ thông sinh ra nó.

Sức điện động cảm ứng trong vòng dây có từ thông biến thiên.

Xét vòng dây có từ thông biến thiên xuyên qua:



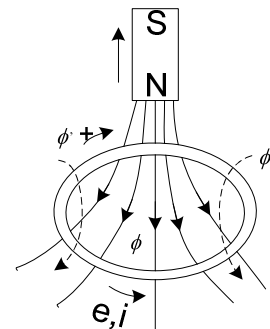
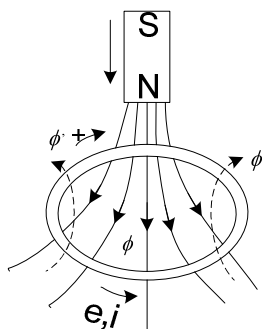
Quy ước chiều dương cho vòng dây theo quy tắc vắn nút chai: cho cái vắn nút chai tiến theo chiều đường sức từ thì chiều quay của cán sẽ là chiều dương của vòng dây. Với quy ước như vậy thì s.đ.đ cảm ứng trong vòng dây có từ thông biến thiên được xác định theo công thức Mac-xoen là:

$$e = - \frac{d\phi}{dt}$$

Nghĩa là s.đ.đ cảm ứng trong vòng dây có độ lớn bằng tốc độ biến thiên của từ thông nhưng ngược dấu. Dấu trừ thể hiện định luật Len xơ về chiều s.đ.đ cảm ứng. Trong công thức trên ϕ tính bằng Wb thì e tính bằng V.

Ta xét các trường hợp cụ thể:

- Khi từ thông không đổi: Khi đó $d\phi / dt = 0$ do đó $e = 0$
- Khi từ thông qua vòng dây tăng: Khi đó $d\phi / dt > 0$, $e < 0$ tức e ngược chiều với chiều dương quy ước (hình a). Dòng điện do s.đ.đ cảm ứng sinh ra tạo ra từ thông ϕ' có chiều xác định theo quy tắc vắn nút chai ngược với chiều từ thông ϕ , tức là chống lại sự tăng của từ thông ϕ sinh ra nó theo định luật Len xơ.
- Khi từ thông qua vòng dây giảm: Khi đó $d\phi / dt < 0$, $e > 0$ tức là cùng chiều với chiều dương quy ước của vòng dây (hình b). Dòng điện cảm ứng lúc này tạo lên từ thông ϕ' có chiều cùng chiều từ thông ϕ , tức là chống lại sự giảm của từ thông sinh ra nó theo định luật Len xơ.



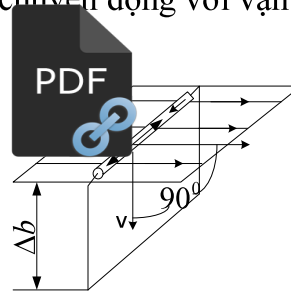
a)

b)

Protected by PDF Anti-Copy Free

3.2.2. S.đ.đ cảm ứng trong dây dẫn thẳng chuyển động cắt từ trường.

Xét dây dẫn thẳng có chiều dài l chuyển động với vận tốc V vuông góc với từ trường đều có cường độ từ cảm B .



Sau thời gian Δt dây dẫn dịch chuyển một đoạn là: $\Delta b = v \cdot \Delta t$ và cắt qua một lượng từ thông

$$\text{là: } \Delta \phi = B \cdot \Delta S = B l \cdot \Delta b = B l v \cdot \Delta t$$

Theo công thức Mac xoen trong dây dẫn xuất hiện một s.đ.đ cảm ứng có trị số:

$$e = \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = \frac{B l v \Delta t}{\Delta t} = B l v$$

Trong đó:

e : S.đ.đ cảm ứng đo bằng V

B : Cường độ từ cảm, đo bằng T.

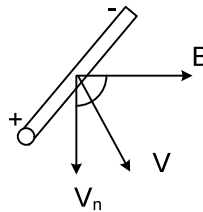
l : Chiều dài dây dẫn trong từ trường, đo bằng m

v : Vận tốc chuyển động của dây dẫn, đo bằng m/s

Ta có thể giải thích hiện tượng như sau: Khi dây dẫn chuyển động, các điện tử tự do trong dây dẫn chuyển động theo và tạo ra dòng điện. Dưới tác dụng của lực điện từ, được xác định theo quy tắc bàn tay trái, các điện tử chuyển động về một đầu của dây dẫn tạo ra đầu kia của dây dẫn điện thế dương, hay trong dây dẫn xuất hiện s.đ.đ cảm ứng.

Chiều của s.đ.đ cảm ứng được xác định theo quy tắc bàn tay phải: Cho đường sức từ vào lòng bàn tay phải, ngón tay cái choãi ra theo chiều chuyển động của dây dẫn thì chiều 4 ngón tay còn lại chỉ chiều của s.đ.đ cảm ứng.

Trường hợp dây dẫn chuyển động không vuông góc với đường sức từ:



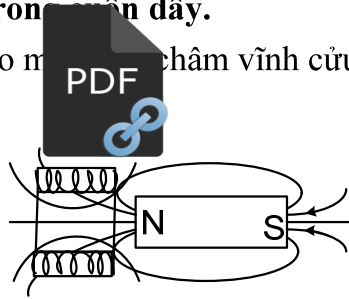
Góc giữa B và v là α , ta phân B thành 2 thành phần: thành phần song song với B và thành phần vuông góc với B gọi là thành phần pháp tuyến v_n , ta có: $v_n = v \cdot \sin \alpha$

Chính thành phần pháp tuyến v_n là nguyên nhân sinh ra s.đ.đ cảm ứng, thay v_n vào công thức tính s.đ.đ cảm ứng

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

3.2.3. Sức điện động cảm ứng trong cuộn dây.

Xét một cuộn dây có w vòng, cho một nam châm vĩnh cửu di chuyển dọc theo cuộn dây tạo từ thông qua cuộn dây biến thiên.



Từ thông qua mỗi vòng dây biến thiên tạo ra s.đ.đ cảm ứng trong các vòng dây mắc nối tiếp với nhau, do đó s.đ.đ cảm ứng tổng của cả cuộn dây là:

$$e = e_1 + e_2 + \dots + e_n = \frac{d\phi_1}{dt} + \frac{d\phi_2}{dt} + \dots + \frac{d\phi_w}{dt} = \frac{d(\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_w)}{dt}$$

Tổng đại số từ thông qua các vòng dây của cuộn dây gọi là từ thông móc vòng, kí hiệu là φ ta có:

$$\varphi = \phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_w$$

Từ đó s.đ.đ cảm ứng trong cuộn dây là:

$$e = -\frac{d\varphi}{dt}$$

Nếu từ thông qua các vòng dây như nhau ($\varphi = \phi_1 = \phi_2 = \dots = \phi_w$) như trong cuộn dây lõi thép thì

$$\text{ta có: } \varphi = W\phi$$

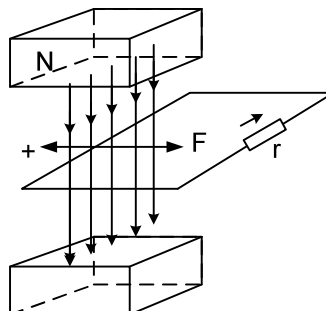
Khi đó:

$$e = -w \frac{d\phi}{dt}$$

3.3. Nguyên lý biến cơ năng thành điện năng.

3.3.1. Nguyên lý.

Xét dây thẳng có độ dài l chuyển động với tốc độ v cắt vuông góc đường sức từ của từ trường đều có cường độ từ cảm là B .



S.đ.đ cảm ứng xuất hiện trong dây dẫn là:

Protected by PDF Anti-Copy Free

Chiều xác định theo quy tắc bàn tay phải.

Nếu nối dây dẫn với mạch ngoài có điện trở r , trong mạch sẽ có dòng điện chạy qua. Dòng điện chạy trên dây dẫn trong từ trường chịu tác dụng của lực điện từ: $F = B.I.l$

Với I là cường độ dòng điện trong dây dẫn. Chiều lực tác dụng xác định theo quy tắc bàn tay phải. Ta thấy lực F ngược chiều với vận tốc chuyển động của dây dẫn. Để dây dẫn chuyển động đều thì ta phải tác dụng lên dây dẫn một lực bằng và ngược chiều với lực F nhờ một động cơ sơ cấp có công suất là:

$$P_{co} = F.v = BIlv = EI = P_{dien}$$

Kết luận: Dây dẫn chuyển động trong từ trường có tác dụng biến công suất động cơ sơ cấp thành công suất điện cung cấp cho phụ tải. Đây chính là nguyên tắc của máy phát điện.

Giả sử dây dẫn có điện trở r_0 (điện trở trong của máy phát), theo định luật Ôm trong toàn mạch ta có:

$$I = \frac{E}{r + r_0}$$

Hay: $E = I(r + r_0) = U + \Delta U_0$

Ở đây U là điện áp mạch ngoài.

ΔU_0 là sụt áp máy phát. Nhân hai vế với I ta được:

$$E.I = U.I + \Delta U_0.I$$

Hay: $P_{dien} = P + \Delta P_0$

Trong đó:

$P = U.I$ là công suất điện cấp cho mạch ngoài.

$\Delta P_0 = \Delta U_0.I$ là tổn hao công suất trong máy phát điện

3.3.2. Thực tế

Máy phát điện làm việc bằng chuyển động quay của dây dẫn. Cấu tạo của máy gồm 2 phần chính

- Stato (phần tĩnh): Là nam châm điện được tạo ra từ cuộn dây kích từ, gọi là phần cảm.
- Rô to (Phần động): Mang khung dây chuyển động quay gọi là phần ứng. Hai đầu khung dây nối với hai vòng đồng có chổi than tỳ vào để lấy điện ra. Phần cảm được chế tạo sao cho cảm ứng từ B phân bố dọc theo bề mặt cực từ có dạng hình sin.

Cụ thể: Tại vị trí lệch so với mặt phẳng trung tính một góc α ta có:

$$B = B_m \sin \alpha$$

Khi rô to quay đều với vận tốc ω (rad/s) với điều kiện tại thời điểm $t=0$ khung dây ở đúng vị trí mặt phẳng từ trường, thì tại thời điểm bất kỳ khung dây tạo với mặt phẳng từ trường một góc là ωt .

Tốc độ chuyển động của cạnh khung dây là:

$$v = \omega \frac{d}{2}$$

Ở đây d là chiều rộng của khung dây.

S.đ.đ cảm ứng trên một cạnh của khung dây là:

$$e' = Blv = B_m \sin \alpha . l . \omega . \frac{d}{2} = E_m \sin \omega t$$

S.đ.đ của cả khung dây là:

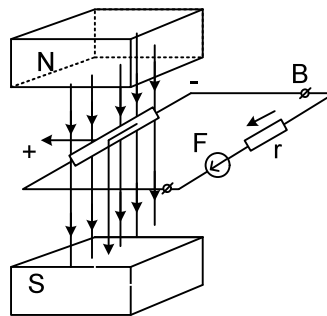
$$E = 2e' = B_m l \omega d . \sin \omega t = E_m \sin \omega t$$

Ở đây : $E_m = B_m l \omega d$ là giá trị cực đại của s.đ.đ. Như vậy s.đ.đ lấy ra ở hai đầu chổi than biến thiên theo quy luật hình sin với thời gian gọi là s.đ.đ xoay chiều hình sin

3.4 .Nguyên tắc biến điện năng thành cơ năng.

3.4.1. Nguyên tắc.

- Xét một dây dẫn đặt trong từ trường đều có cường độ từ cảm là B . Nối dây dẫn với nguồn điện ngoài có S.đ.đ là E_f , điện trở nguồn là r_f .



Do mạch được khép kín nên trong dây dẫn có dòng điện chạy qua là:

$$I = \frac{E_f - U}{r_f}$$

Trong đó U là điện áp đặt vào dây dẫn (điện áp giữa 2 điểm A, B). Dây dẫn sẽ chịu tác dụng một lực điện từ là:

$$F = B . I . l$$

Chiều lực tác dụng xác định theo quy tắc bàn tay trái. Giả sử dưới tác dụng của lực F dây dẫn sẽ chuyển động với vận tốc v vuông góc với đường sức từ. Trong dây dẫn sẽ xuất hiện sức điện động cảm ứng có độ lớn là: $E = B . l . v$

Chiều s.đ.đ cảm ứng xác định theo quy tắc bàn tay phải. Ta thấy chiều E ngược chiều của I, do đó cũng ngược chiều EF nên gọi là sức điện động

Áp dụng định luật Kirchhoff II cho mạch vòng ta có:

$$E = UI - Ir_0 \text{ hay } U = E + Ir_0$$

Trong đó r_0 là điện trở trong của nguồn.

Nhân 2 vế với dòng điện ta được:

$$UI = EI + I^2 r_0 = BIlv + I^2 r_0 = Fv + I^2 r_0$$

Hay : $P_{\text{điện}} = P + \Delta P_0$

Với $P_{\text{điện}} = UI$: Là công suất nguồn ngoài cấp cho động cơ

$P_{\text{cơ}} = Fv$ là công suất cơ của động cơ

$\Delta P_0 = I^2 r_0$ là tổn thất trên điện trở của động cơ

Như vậy dây dẫn mang dòng điện đặt trong từ trường đã nhận công suất điện của nguồn biến thành công suất cơ. Đó chính là nguyên tắc của động cơ.

3.4.2. Thực tế.

Động cơ điện gồm 2 phần

- Stato: Tạo ra từ trường gồm lõi thép và cuộn dây có dòng điện chạy qua.
- Rô to: Gồm nhiều khung dây nối ngắn mạch với nhau tạo thành mạch kín. Rô to đặt trong từ trường biến thiên sẽ xuất hiện dòng điện cảm ứng trong khung dây. Dưới tác dụng của lực điện từ của từ trường lên dòng điện làm rô to quay.

3.5. Hiện tượng tự cảm.

3.5.1. Hệ số tự cảm.

Ta xét một cuộn dây có w vòng

Khi có dòng điện I đi qua cuộn dây, trong cuộn dây xuất hiện từ thông ψ gọi là từ thông tự cảm. Với các cuộn dây khác nhau (có số vòng và kích thước khác), với cùng một dòng điện như nhau sẽ có từ thông tự cảm khác nhau.

Tỷ số giữa từ thông tự cảm và dòng điện I gọi là hệ số tự cảm hay điện cảm của cuộn dây, kí hiệu là L , ta có:

$$L = \psi / I$$

- Nếu L không phụ thuộc vào dòng điện, ta có cuộn dây tuyến tính.
- Nếu hệ số tự cảm thay đổi theo dòng điện, ta có cuộn dây phi tuyến (cuộn dây lõi thép), khi đó ta có hệ số tự cảm của cuộn dây kí hiệu là L_d

3.5.2. Sức điện động tự cảm.

Khi dòng điện qua cuộn dây biến thiên thì từ thông tự cảm của nó cũng biến đổi theo làm xuất hiện trong cuộn dây s.đ.đ cảm ứng gọi là s.đ.đ tự cảm, kí hiệu là e_L

Vậy: S.đ.đ tự cảm là sức điện động cảm ứng trong cuộn dây do chính dòng điện qua nó biến thiên gây nên.

Về trị số ta có: từ thông tự cảm của cuộn dây là $\psi = Li$

Theo công thức Măcxoen ta có s.đ.đ tự cảm là:

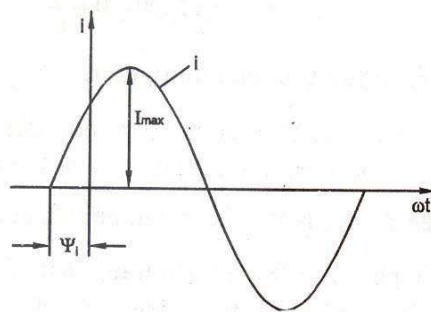
$$e_L = -\frac{d\psi}{dt} = -\frac{d(Li)}{dt} = -L \frac{di}{dt}$$

Vậy s.đ.đ tự cảm tỷ lệ với điện cảm và tốc độ biến thiên của dòng điện

Dấu trừ cho thấy: Nếu i tăng, s.đ.đ tự cảm sẽ ngược chiều với chiều dòng điện để chống lại sự tăng của dòng điện, ngược lại khi i giảm s.đ.đ tự cảm sẽ cùng chiều với chiều dòng điện để chống lại sự giảm của nó.

4. Sức điện động hình sin 1 pha và các thông số cơ bản của đại lượng điện hình sin

4.1 Dòng điện hình sin



Hình 1.22

Dòng điện hình sin là dòng xoay chiều biến đổi theo quy luật hàm sin của thời gian. Dòng điện sin đang được dùng rất rộng rãi vì những ưu điểm về kỹ thuật và kinh tế.

Dòng điện hình sin được biểu diễn qua phương trình và đồ thị Hình 1.22:

$$i = I_{\max} \sin(\omega t + \varphi_i) \quad (1-25)$$

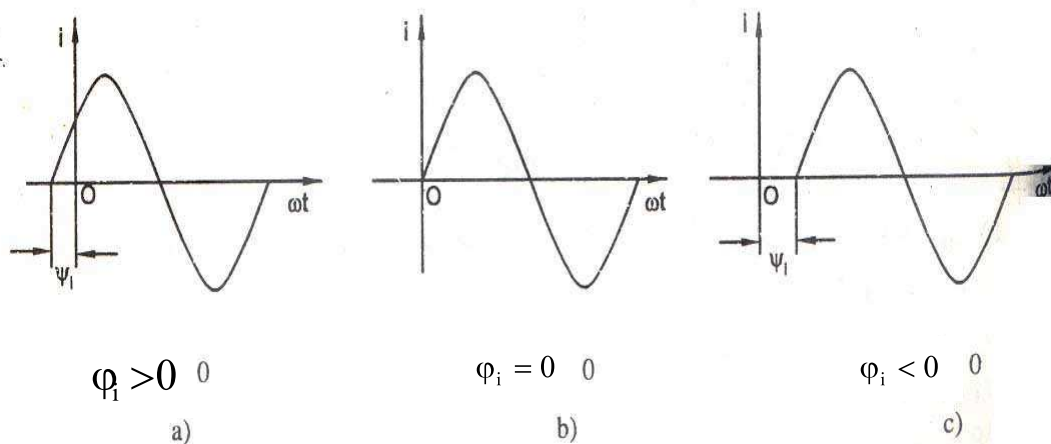
4.2. Các thông số cơ bản của đại lượng điện hình sin

4.2.1 Trị số tức thời của dòng điện

Trị số tức thời là trị số ứng với mỗi thời điểm t . Trong biểu thức (1-25) trị số tức thời phụ thuộc vào biên độ I_{\max} và góc pha $(\omega t + \varphi_i)$

- Biên độ I_{\max} là trị số cực đại, nói lên dòng điện lớn hay nhỏ.
- Góc pha $(\omega t + \varphi_i)$ nói lên trạng thái của dòng điện ở thời điểm t , ở thời điểm $t = 0$ góc pha của dòng điện là φ_i , φ_i được gọi là góc pha ban đầu (hoặc gọi ngắn gọn là pha đầu) của dòng điện.

Góc pha đầu φ phụ thuộc vào thời điểm chọn làm gốc thời gian (thời điểm $t=0$) Góc pha đầu là đoạn NO trong đó N là điểm dòng điện đi qua trị số không từ âm đến dương, gần điểm gốc O nhất. Trên (hình 1.23) chỉ ra góc pha đầu φ_i khi chọn gốc tọa độ khác nhau.



Hình 1.23

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

a, Chu kỳ T

là khoảng thời gian ngắn nhất để dòng điện lặp lại trị số và chiều biên thiên.

b, Tần số f

là số chu kỳ của dòng điện trong một giây.

$$f = \frac{1}{T} \quad (1-26)$$

Đơn vị của tần số là héc, ký hiệu là Hz.

c, Tần số góc ω

là tốc độ biên thiên của dòng điện hình sin, đơn vị là rad/s.

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

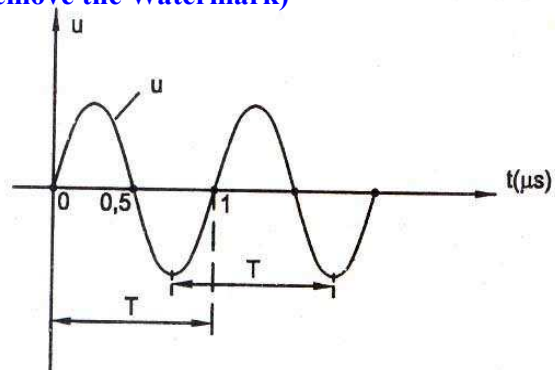
$$\omega = 2\pi f \quad \text{Protected by PDF Anti-Copy Free}$$

(1-27) (Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Ví dụ 1: Trên (hình 1.25) v
áp xoay chiều hình sin.

Hãy xác định chu kỳ T và tần số f .

Lời giải: Chu kỳ T của điện áp
được xác định một cách dễ dàng từ điểm
trị số 0 tới thời điểm 0 liên sau đó.



Hình 1.25

$$T = 1\mu s$$

Tần số của điện áp

$$f = \frac{1}{1.10^{-6}} = 10^6 \text{ Hz}$$

Ví dụ 2: Dòng điện xoay chiều trong sản xuất và sinh hoạt ở nước ta có tần số $f = 50$
Tính chu kỳ T và tần số góc ω .

Lời giải: Chu kỳ của dòng điện

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 0,02 \text{ s.}$$

Tần số góc của dòng điện

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 50 = 314 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

5. Trị số hiệu dụng và sự lệch pha

5.1. Trị số hiệu dụng của dòng điện

Trị số hiệu dụng của dòng điện được tính là:

$$I = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}}$$

Tương tự như vậy ta có trị số hiệu dụng của điện áp và sức điện động xoay chiều hình sin là:

$$U = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} \approx 0,707 U_{\max} \quad (1-28)$$

$$E = \frac{E_{\max}}{\sqrt{2}} \approx 0.707E_{\max} \quad (1-29)$$

Protected by PDF Anti-Copy Free

Trị số hiệu dụng (Effective Value) của mạch điện xoay chiều. Ta nói dòng điện xoay chiều này bằng bao nhiêu ampe nếu điện áp xoay chiều này bằng bao nhiêu vôn là nói trị số hiệu dụng của chúng. Các trị số hiệu dụng này nhận các thiết bị điện, các dụng cụ đo lường (sử dụng dòng điện xoay chiều) là trị số hiệu dụng.

Chú ý: Để phân biệt cần chú ý các ký hiệu:

- i, u - trị số tức thời, kí hiệu chữ in thường
- I, U - trị số hiệu dụng, kí hiệu chữ in hoa.
- I_{\max}, U_{\max} - biên độ (trị số cực đại)

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

Góc lệch pha giữa các đại lượng là hiệu số pha đầu của chúng. Góc lệch pha giữa điện áp và dòng điện thường kí hiệu là φ :

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

Khi $\varphi > 0$ - điện áp vượt trước dòng điện (hoặc dòng điện chậm sau điện áp)

$\varphi < 0$ - điện áp chậm sau dòng điện (hoặc dòng điện vượt trước điện áp)

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

6. Biểu diễn dòng điện xoay chiều hình sin bằng vector và số phức

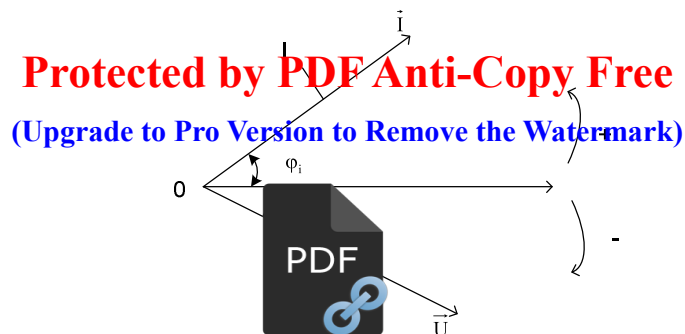
6.1 Biểu diễn dòng điện xoay chiều hình sin bằng vector

Ở trên ta đã biểu diễn điện áp, dòng điện bằng đường hình sin, cách biểu diễn này cũng như biểu thức giải tích trị số tức thời, giúp ta thấy rõ quy luật biến thiên, song sử dụng để tính toán sẽ không thuận tiện, vì thế ta đưa vào cách biểu diễn bằng vector.

Từ biểu thức trị số tức thời dòng điện

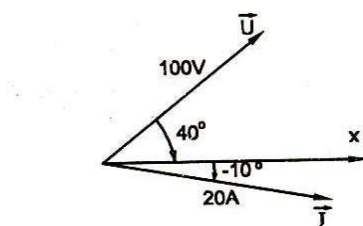
$$i = I_{\max} \sin(\omega t + \varphi_i) = I\sqrt{2} \sin(\omega t + \varphi_i)$$

Ta thấy khi tần số đã cho, nếu biết trị số hiệu dụng I và pha đầu φ_i , thì dòng điện i hoàn toàn xác định.



Hình 1.26

Từ toán học, vector được đặc trưng bởi độ dài (độ lớn, mô đun) và góc (argumen), từ đó ta có thể dùng vector để biểu diễn dòng điện hình sin (hình 1.26) như sau:



Hình 1.27

Độ dài của vector biểu diễn trị số hiệu dụng.

Góc của vector với trục ox biểu diễn góc pha đầu. Ta ký hiệu như sau:

Vector dòng điện: $\vec{I} = I \angle \varphi_i$

Vector điện áp: $\vec{U} = U \angle \varphi_u$

Chọn tỷ lệ xích cho dòng điện, và tỷ lệ xích cho điện áp sau đó biểu diễn chúng bằng vector trên hình 1.27. Chú ý góc pha dương, âm được xác định theo quy ước trên hình 1.26

Góc lệch pha φ giữa điện áp và dòng điện là góc giữa 2 vector \vec{U} và \vec{I}

Phương pháp biểu diễn chúng bằng vector giúp ta dễ dàng cộng hoặc trừ các đại lượng dòng điện, điện áp xoay chiều hình sin.

BÀI TẬP

Bài 1: Hãy biểu diễn dòng điện, điện áp bằng vector và chỉ ra góc lệch pha φ , cho biết:

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

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

Lời giải:

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

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

Chọn tỷ lệ xích cho dòng điện, và tỷ lệ xích cho điện áp sau đó biểu diễn chúng bằng vector trên hình 3.8. Chú ý góc pha dương, âm được xác định theo quy ước trên hình 3.7

Góc lệch pha φ giữa điện áp và dòng điện là góc giữa 2 vector \vec{U} và \vec{I}

Phương pháp biểu diễn chúng bằng vector giúp ta dễ dàng cộng hoặc trừ các đại lượng dòng điện, điện áp xoay chiều hình sin.

Bài 2: Tính dòng điện i_3 trong hình

3.9a. Cho biết trị số tức thời

$$i_1 = 16\sqrt{2} \sin \omega t; \quad i_2 = 12\sqrt{2} \sin (\omega t + 90^\circ)$$

Lời giải: áp dụng định luật Kiecschôp 1 tại nút ta có:

$$i_3 = i_1 + i_2$$

Ta không cộng trực tiếp trị số tức thời đã cho, mà biểu diễn chúng thành vector (hình 3.9b)

$$\vec{I}_1 = 16\angle 0^\circ$$

$$\vec{I}_2 = 12\angle 90^\circ$$

Rồi tiến hành cộng vector:

$$\vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2$$

Trị số hiệu dụng của dòng điện I_3 là:

$$I_3 = \sqrt{12^2 + 16^2} = 20A$$

Góc pha của dòng điện i_3 là:

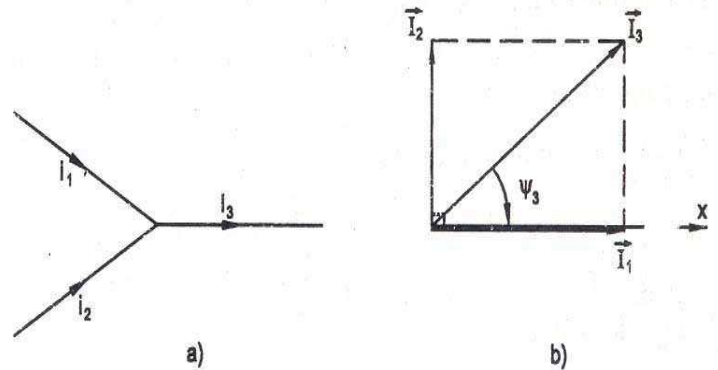
$$\tan \psi_3 = \frac{12}{16} = 0,75$$

$$\text{Góc } \psi_3 = 36,87^\circ$$

Biết được trị số hiệu dụng I và góc pha đầu ψ_1 ta xác định dễ dàng trị số tức thời.

Trị số tức thời của dòng điện i_3

$$i_3 = 20\sqrt{2} \sin (\omega t + 36,87^\circ)$$



Hình 3.9

Việc ứng dụng vector để biểu diễn các đại lượng và các quan hệ trong mạch điện cũng như để giải mạch điện sẽ được đề cập trong các mục tiếp theo.

6.1 Biểu diễn dòng điện xoay chiều hình sin bằng số phức

Trong mặt phẳng tọa độ phức, số phức được biểu diễn dưới 2 dạng sau

1. Cách biểu diễn số phức

a) Dạng đại số

$C = a + jb$: Trong đó a là phần thực; jb là phần ảo.

$j = \sqrt{-1}$ là đơn vị ảo (trong toán học đơn vị ảo ký hiệu là i , ở đây để khỏi nhầm lẫn với dòng điện i , ta ký hiệu là j)

b. Dạng mũ

$$C = Ce^{j\alpha} = C\angle\alpha$$

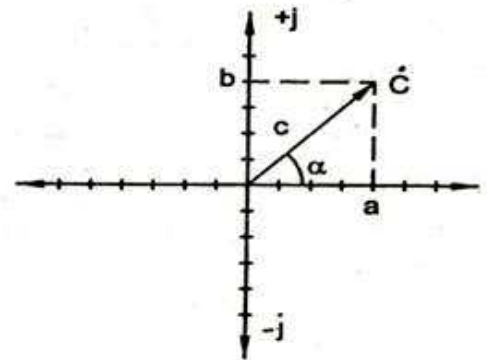
Trong đó : C là mô đun (độ lớn)

α là argumen (góc)

c. Đổi từ dạng mũ sang dạng đại số

$$C = Ce^{j\alpha} = C\angle\alpha = a + jb$$

$$a = C\cos\alpha; \quad b = C\sin\alpha;$$



Hình 1.3

d. Đổi từ dạng đại số sang dạng mũ

$$a + jb = Ce^{j\alpha}$$

$$\text{trong đó:} \quad C = \sqrt{a^2 + b^2}; \quad \alpha = \arctg \frac{b}{a}$$

Việc đổi này thực hiện dễ dàng trên máy tính.

2. Một số phép tính đối với số phức

a. Cộng, trừ

Gặp trường hợp phải cộng, (trừ) số phức, ta biến đổi chúng về dạng đại số, rồi cộng (trừ) phần thực với phần thực, phần ảo với phần ảo.

$$(4 + j2) + (3 + j1) = (4 + 3) + j(2 + 1) = 7 + j3$$

$$(4 + j2) - (3 + j1) = (4 - 3) + j(2 - 1) = 1 + j1$$

b. Nhân, chia

Khi phải nhân, chia, ta nên đưa về dạng mũ: Nhân (chia) hai số phức, ta nhân (chia) mô đun còn argumen (góc) thì cộng (trừ) cho nhau.

$$6e^{j20^\circ} \cdot 2e^{j10^\circ} = 6 \cdot 2 e^{j(20^\circ + 10^\circ)} = 12e^{j30^\circ}$$

$$\frac{6e^{j20^\circ}}{2e^{j10^\circ}} = \frac{6}{2} e^{j(20^\circ - 10^\circ)} = 3e^{j10^\circ}$$

Nhân cũng có thể được hiện dưới dạng đại số nhw bình thường

$$(a + jb)(c + jd) = ac + jbc + jad + j^2ad$$

$$= (ac - bd) + j(bc + ad)$$

vì $j^2 = -1$

Khi chia ta nhân tử số và mẫu số với số phức liên hợp của mẫu số

$$\frac{a + jb}{c + jd} = \frac{(a + jb)(c - jd)}{(c + jd)(c - jd)} = \frac{(ac + bd) + j(bc - ad)}{c^2 + d^2}$$

3. Biểu diễn các đại lượng điện hình sin bằng số phức

Cách biểu diễn các đại lượng điện hình sin bằng số phức như sau: môđun (độ lớn) của số phức là trị số hiệu dụng; argumen (góc) của số phức là pha ban đầu.

Dòng điện phức: $i(t) = \sqrt{2} I \sin(\omega t + \varphi_i) \Rightarrow \dot{I} = I \angle \varphi_i = I e^{j\varphi_i}$

Điện áp phức: $u(t) = \sqrt{2} U \sin(\omega t + \varphi_u) \Rightarrow \dot{U} = U \angle \varphi_u = U e^{j\varphi_u}$

Tổng trở phức của nhánh R, X_L, X_C nối tiếp

$$Z = z e^{j\varphi} = z \cos \varphi + j z \sin \varphi = R + j(X_L - X_C)$$

Trong đó: $z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

$$\varphi = \arctg \frac{X_L - X_C}{R}$$

Biểu diễn tổng trở bằng số phức:

$$Z = \frac{u(t)}{i(t)} = \frac{\dot{U}}{\dot{I}} = \frac{U e^{j\varphi_u}}{I e^{j\varphi_i}} = z e^{j(\varphi_u - \varphi_i)} = z e^{j\varphi}$$

$$\text{Với } z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

Với điện cảm L:

$$u_L(t) = L \frac{di}{dt} = -\omega L \sqrt{2} I \sin(\omega t + \varphi_i) = \omega L \sqrt{2} I \cos(\omega t + \varphi_i + \frac{\pi}{2})$$

$$\Rightarrow \dot{U}_L = \omega L I e^{j(\varphi_i + \frac{\pi}{2})} = j \omega L I e^{j\varphi_i} = j \omega L \dot{I} = \overline{Z}_L \dot{I}$$

$$\overline{Z}_L = j \omega L$$

$$\varphi = \arctg \frac{X}{R}$$

Với điện dung:

7. Đặc điểm mạch điện hình sin R, L, C

7.1. Nhánh thuần điện trở R

Khi có dòng điện $i = I\sqrt{2} \sin \omega t$ chạy qua điện trở R (hình 1.28a) áp dụng định luật Ôm, điện áp trên điện trở là:

$$u_R = Ri = RI\sqrt{2} \sin \omega t = U_R\sqrt{2} \sin \omega t$$

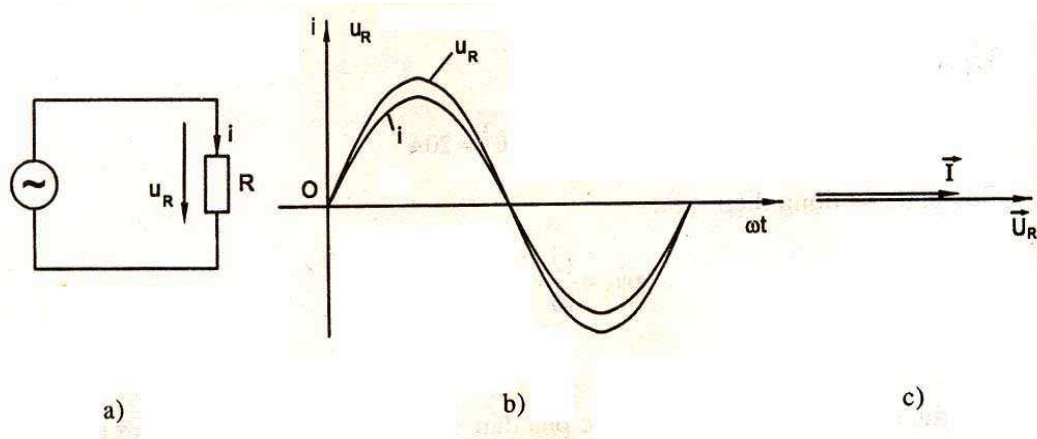
Trong đó U_R là trị số hiệu dụng của điện áp trên điện trở R.

So sánh biểu thức của i và u_R ta thấy:

- Quan hệ giữa trị số hiệu dụng của điện áp và dòng điện (định luật Ôm cho trị số hiệu dụng)

$$U_R = RI \text{ hoặc } I = \frac{U_R}{R} \quad (1-30)$$

- Dòng điện và điện áp có cùng tần số và trùng pha nhau. Góc lệch pha giữa điện áp và dòng điện $\varphi = \varphi_u - \varphi_i = 0$. Đồ thị vector dòng điện điện áp vẽ trên hình 1.28c



Hình 1.28

7.2. Nhánh thuần điện cảm L

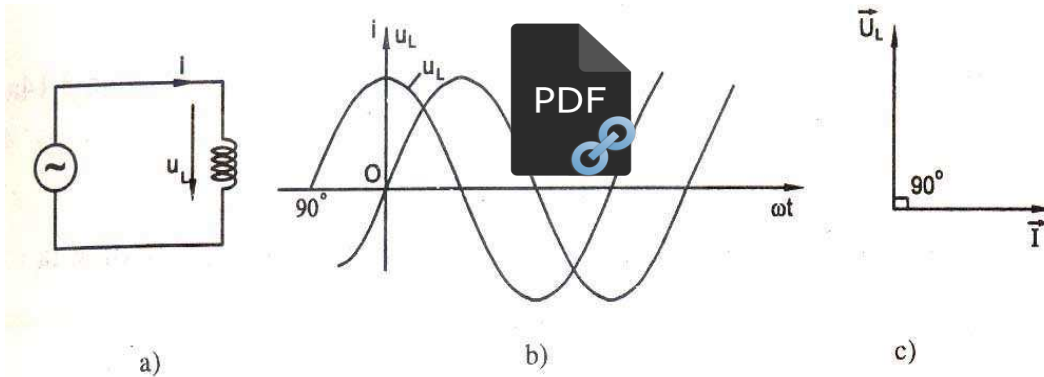
Nếu dòng điện $i = I\sqrt{2} \sin \omega t$ (hình 1.29a) thì

$$u_L = \frac{L di}{dt} = L \frac{d}{dt} (I\sqrt{2} \sin \omega t) = \omega LI\sqrt{2} \cos \omega t$$

$$= \omega LI \sqrt{2} \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) = U_L \sqrt{2} \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



Hình 1.29

So sánh biểu thức của i và u_L ta thấy:

- Quan hệ giữa trị số hiệu dụng của điện áp và dòng điện"

$$U_L = \omega LI \quad \text{hoặc} \quad I = \frac{U_L}{\omega L} = \frac{U_L}{X_L} \quad (1-31)$$

Đại lượng ωL có thứ nguyên của điện trở, được gọi là cảm kháng X_L có đơn vị là Ôm (Ω)

$$X_L = \omega L \quad (1-32)$$

- Dòng điện i và điện áp u_L có cùng tần số, song điện áp vượt trước dòng điện góc pha $\frac{\pi}{2}$ (hình 1.29b)

Đồ thị vector điện áp và dòng điện vẽ trên hình 1.29c

7.3. Nhánh thuần điện dung C

Khi ta đặt điện áp xoay chiều lên một tụ điện thuần điện dung C (hình 1.30a), điện áp trên tụ điện là u_C

$$u_C = U_C \sqrt{2} \sin \omega t$$

Tụ điện được nạp điện tích $dq = Cdu_C$ và dòng điện chạy qua tụ điện là:

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{Cdu_C}{dt} = \frac{Cd}{dt}(U_C \sqrt{2} \sin \omega t)$$

$$= \omega C U_C \sqrt{2} \cos \omega t = I \sqrt{2} \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

So sánh biểu thức dòng điện và điện áp ta thấy:

- Quan hệ giữa trị số hiệu dụng dòng điện và điện áp là:

$$I = \omega C U_C = \frac{U_C}{\frac{1}{\omega C}} = \frac{U_C}{X_C} \quad (1-33a)$$

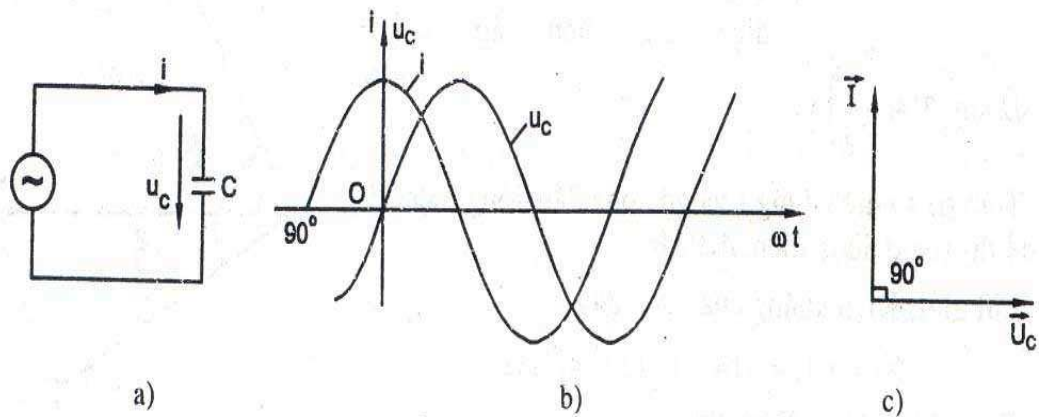
$$\text{hoặc } U_C = I X_C \quad (1-33b)$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \quad (1-34)$$

Đại lượng $X_C = \frac{1}{\omega C}$ có thứ nguyên của điện trở được gọi là dung kháng, đơn vị là Ôm (Ω)

- Dòng điện và điện áp có cùng tần số, song điện áp u_C chậm sau dòng điện i một góc pha $\frac{\pi}{2}$ (hoặc dòng điện i vượt trước điện áp u_C một góc $\frac{\pi}{2}$) (hình 1.30b)

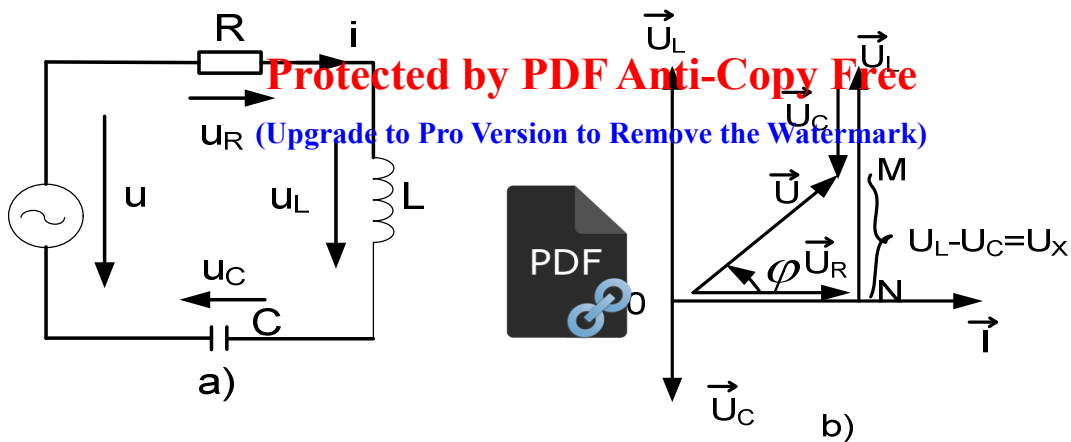
Đồ thị vector dòng điện và điện áp vẽ trên hình 1.30c.



Hình 1.30

8. Nhánh điện trở, điện cảm, điện dung mắc nối tiếp

Khi cho dòng điện $i = \sqrt{2} \sin \omega t$ chạy trong nhánh có L, R, C mắc nối tiếp sẽ gây ra điện áp rơi trên điện trở u_R , trên điện cảm u_L trên điện dung u_C (hình 1.31a)



Hình 1.31

Trị số tức thời của điện áp u ở hai đầu của nhánh là:

$$u = u_R + u_L + u_C$$

Biểu diễn bằng vector ta có:

$$\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L + \vec{U}_C$$

Để vẽ đồ thị vector của mạch, trước hết ta vẽ dòng điện \vec{I} trùng với trục ox (vì pha đầu của dòng điện đã cho $\varphi_i = 0$) sau đó dựa vào các quan hệ vector trong các nhánh thuần R , L , C vẽ vector \vec{U}_R có độ lớn $U_L = X_L I$ và vượt trước \vec{I} một góc 90° , vector \vec{U}_C có độ lớn $U_C = X_C I$ và chậm sau \vec{I} một góc 90° . Tiến hành cộng hình học các vector \vec{U}_R , \vec{U}_C , \vec{U}_L ta được vector \vec{U} (hình 1.31b)

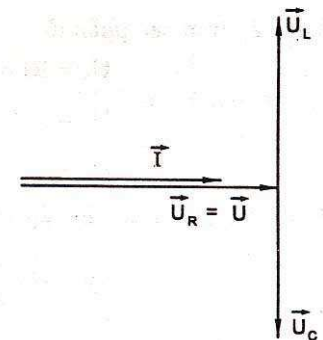
Từ tam giác vuông OMN ta có:

Trị số hiệu dụng của điện áp

$$\begin{aligned} U = OM &= \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = \sqrt{(RI)^2 + (X_L I - X_C I)^2} \\ &= \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} I = ZI \end{aligned}$$

Góc lệch pha giữa điện áp \vec{U} và dòng điện \vec{I} là:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{U_L - U_C}{U_R} = \frac{(X_L - X_C)I}{RI} = \frac{X_L - X_C}{R}$$



Hình 3.17

$$\varphi = \arctg \frac{X_L - X_C}{R}$$

Protected by PDF Anti-Copy Free

Ta có kết luận sau (Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

- Quan hệ giữa trị số hiệu dụng của điện áp và dòng điện trong nhánh R, L, C nối tiếp là:

$$U = zI \quad \text{hoặc} \quad I = \frac{U}{z} \quad (1-13)$$

$$\text{Trong đó: } z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad (1-14)$$

gọi là tổng trở của nhánh R, L, C nối tiếp

$$X = X_L - X_C = \omega L - \frac{1}{\omega C} \quad \text{gọi là điện kháng.}$$

- Góc lệch pha φ giữa điện áp và dòng điện là:

$$\varphi = \arctg \frac{X_L - X_C}{R}$$

Khi vượt $X_L > X_C$ nhánh có tính cảm, $\varphi > 0$, điện áp vượt trước dòng điện.

Khi vượt $X_L < X_C$ nhánh có tính dung, $\varphi < 0$, điện áp chậm sau dòng điện.

Khi $X_L = X_C$, $X = X_L - X_C = 0$, $\varphi = 0$, điện áp trùng pha với dòng điện, nhánh R, L, C lúc này có hiện tượng cộng hưởng nối tiếp, dòng điện trong mạch có trị số lớn nhất $I = \frac{U}{R}$ và trùng pha với điện áp (hình 3.17)

Nếu mạch có $X_L = X_C \gg R$ thì trị số hiệu dụng điện áp U_L , U_C lớn hơn điện áp U rất nhiều.

$$\text{Điều kiện để cộng hưởng nối tiếp là: } \omega L = \frac{1}{\omega C}$$

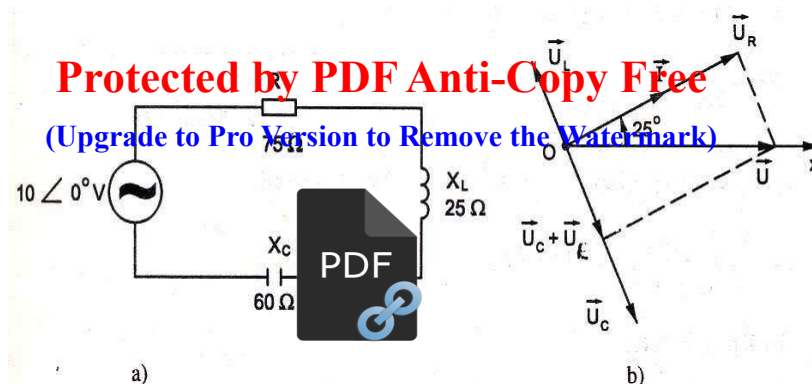
$$\text{Tần số góc cộng hưởng là: } \omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

9. Phương pháp giải bài toán mạch điện hình sin 1 pha

Ví dụ 10: Cho mạch điện R, L, C nối tiếp (hình 1.32a) biết điện áp đầu cực của nguồn $u = 10\sqrt{2} \sin \omega t$

Tính dòng điện I và điện áp trên các phần tử U_R , U_L , U_C . Vẽ đồ thị vector mạch điện.

Lời giải: Tổng trở của mạch điện R, L, C nối tiếp.



Hình 1.32

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{75^2 + (25 - 60)^2} = 82,8\Omega$$

Dòng điện I chạy trong mạch

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{10}{82,8} = 0,121A$$

Điện áp trên các phần tử

$$U_R = RI = 75 \cdot 0,121 = 9,08V$$

$$U_L = X_L I = 25 \cdot 0,121 = 3,03V$$

$$U_C = X_C I = 60 \cdot 0,121 = 7,27V$$

Góc lệch pha giữa điện áp và dòng điện:

$$\tan\varphi = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{25 - 60}{75} = -0,466$$

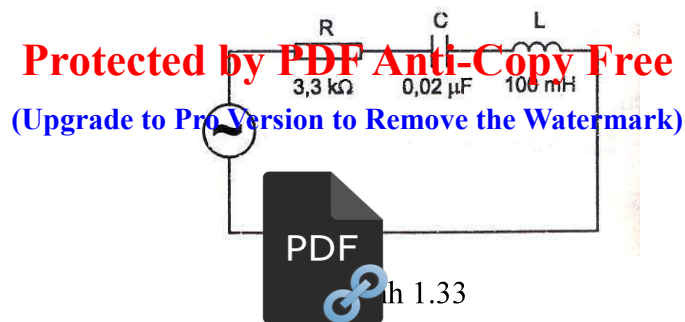
$$\varphi = -25^\circ$$

$\varphi < 0$ cho ta biết dòng điện vượt trước điện áp.

Để vẽ đồ thị vector (hình 1.32b) trước hết vẽ vector điện áp trùng với trục ox ($\psi_u = 0$) sau đó vẽ vector dòng điện \vec{I} vượt trước điện áp \vec{U} một góc 25° . Vector \vec{U}_R trùng pha với \vec{I} , vector \vec{U}_L vượt trước \vec{I} một góc 90° , vector \vec{U}_C chậm sau dòng điện \vec{I} một góc 90° . Chú ý:

$$\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L + \vec{U}_C$$

Ví dụ 11: Một mạch điện R, L, C nối tiếp (hình 1.33)



Điện áp đầu cực của nguồn $U = 20V$, tính dòng điện trong mạch khi tần số $f = 1kHz$ và $f = 2kHz$.

Lời giải:

a. Khi $f = 1kHz$

$$X_L = 2\pi fL = 2\pi \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-3} = 628\Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi fc} = \frac{1}{2\pi \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-8}} = 7960\Omega$$

$$z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{3300^2 + (628 - 7960)^2} = 8040\Omega$$

$$I = \frac{U}{z} = \frac{20}{8,04 \cdot 10^3} = 2,48 \cdot 10^{-3} A$$

b. Khi $f = 2kHz$

$$X_L = 2\pi fL = 2\pi \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-3} = 1260\Omega$$

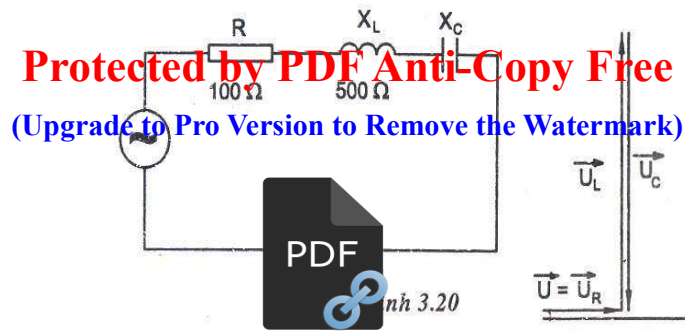
$$X_C = \frac{1}{2\pi fc} = \frac{1}{2\pi \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-8}} = 3980\Omega$$

$$z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{3300^2 + (1260 - 3980)^2} = 4280\Omega$$

$$I = \frac{U}{z} = \frac{20}{4,28 \cdot 10^3} = 4,67 \cdot 10^{-3} A$$

Ví dụ 12: Một mạch điện R, L, C nối tiếp (hình 1.34a)

Điện áp đầu cực của nguồn $U = 200V$, $f = 50Hz$. Xác định C để mạch có cộng hưởng nối tiếp. Tính dòng điện I và điện áp trên các phần tử U_R , U_L , U_C .



Hình 1.34

Lời giải:

Để có cộng hưởng nối tiếp thì: $X_C = X_L = 500\Omega$

Điện dung C của mạch điện

$$C = \frac{1}{2\pi f X_C} = \frac{1}{2\pi 50 \cdot 500} = 6,37 \cdot 10^{-6} F$$

Dòng điện khi cộng hưởng

$$I = \frac{U}{R} = \frac{200}{100} = 2A$$

Điện áp trên điện trở bằng điện áp nguồn: $U_R = U = 200V$

Điện áp trên điện cảm: $U_L = X_L I = 500 \cdot 2 = 1000V$

Điện áp trên điện dung: $U_C = X_C I = 500 \cdot 2 = 1000V$

Điện áp U_L , U_C lớn hơn điện áp nguồn rất nhiều.

Đồ thị vector của mạch điện khi cộng hưởng vẽ trên hình 1.34b

Ví dụ 13: Một mạch điện R, L, C nối tiếp (hình 1.34b) Biết dòng điện $I = 0,2mA$, tần số dòng điện $f = 10Hz$.

a. Xác định điện áp U_R , U_L , U và vẽ đồ thị vector của mạch.

b. Thay $L = C$, cho biết dòng điện I có trị số không đổi. Xác định C và vẽ đồ thị vector trong trường hợp này.

Lời giải:

a, Mạch RL nối tiếp:

$$X_L = 2\pi fL = 2\pi \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-3} = 6280\Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{10000^2 + 6280^2} = 11800\Omega$$

$$U = ZI = 11,8 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3} = 2,36V$$

$$U_L = X_L I = 6,28 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3} = 1,256 \text{ V}$$

$$U_R = RI = 10 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3} = 2 \text{ V}$$

Đồ thị vector của mạch điện R, L vẽ trên hình 1.35b.

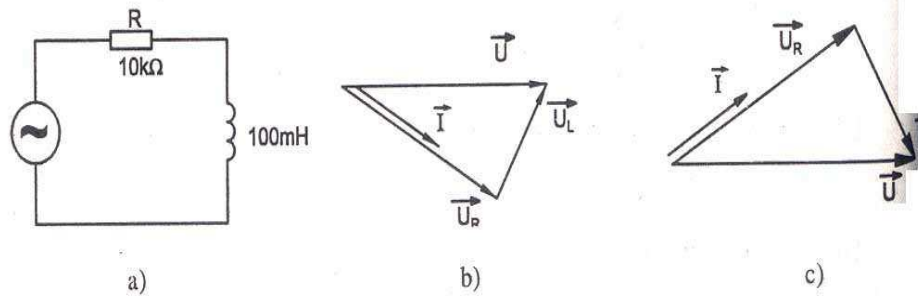
b. Mạch RC nối tiếp:

Vì I không đổi, nên tổng trở z không biểu thức $z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$

$$\text{ta có: } X_C = \sqrt{z^2 - R^2} = \sqrt{11800^2 - 10000^2} = 6280 \Omega$$

$$C = \frac{1}{2\pi f X_C} = \frac{1}{2\pi \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot 6,28 \cdot 10^3} = 2,53 \cdot 10^{-9} \text{ F}$$

Đồ thị vector của mạch điện R, C vẽ trên hình 1.35c



Hình 1.35

CHƯƠNG 2: CÁC PHƯƠNG PHÁP GIẢI MẠCH

Protected by PDF Anti-Copy Free

1. Phương pháp dòng điện nhánh

Đây là phương pháp cơ bản để giải mạch điện. ẩn số là dòng điện các nhánh.

Phương pháp này ứng dụng trực tiếp định luật Kiécshốp 1 và 2, và thực hiện theo các bước sau

B1: Xác định số nút $n = \dots$, xác định số nhánh: $m = \dots$. Số ẩn của hệ bằng số nhánh m

B2: Vẽ chiều dòng điện trong nhánh (tùy ý).

B3: Viết phương trình Kiécshốp 1 cho $(n-1)$ nút đã chọn

B4: Viết phương trình Kiécshốp 2 $(m-(n-1)) = (m-n+1)$ mạch vòng độc lập

B5: Giải hệ thống m phương trình đã thiết lập.

Ví dụ: Giải mạch điện theo phương pháp dòng điện nhánh

Cho

$$E_1 = E_3 = 220\sqrt{2}V$$

$$Z_1 = Z_2 = Z_3 = 1\Omega$$

Theo phương pháp dòng nhánh

tại nút A và các nhánh 1 và 2:

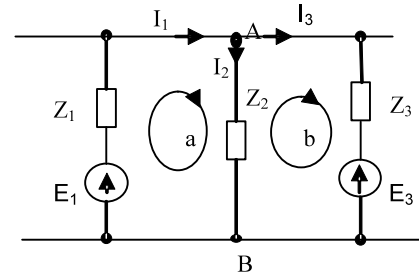
$$I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

$$Z_1 I_1 + Z_2 I_2 = E_1$$

$$-Z_2 I_2 + Z_3 I_3 = -E_3$$

Thay số ta được:

$$I_1 = \frac{220\sqrt{2}}{3} ; I_2 = \frac{440\sqrt{2}}{3} ; I_3 = \frac{-220\sqrt{2}}{3}$$



2. Phương pháp dòng điện vòng

Ẩn số trong hệ phương trình là một dòng điện mạch vòng. Các bước giải như sau:

B1: Xác định $(m-n+1)$ mạch vòng độc lập và tùy ý vẽ chiều dòng điện mạch vòng, thông thường nên chọn chiều các mạch vòng giống nhau, thuận tiện cho lập hệ phương trình.

B2: Viết phương trình Kiécshốp 2 cho mỗi mạch vòng theo các dòng điện mạch vòng đã chọn

B3: Giải hệ phương trình vừa thiết lập ta có dòng điện mạch vòng.

B4: Tính dòng điện các nhánh theo dòng điện mạch vòng như sau: Dòng điện mỗi nhánh = tổng dòng điện mạch vòng chạy qua nhánh ấy.

Ví dụ: áp dụng phương pháp dòng vòng cho vòng a và b của mạch:

Ta có hệ

Từ hệ này giải được I_{va} , I_{vb} . Sau đó ta lại có:

$$I_1 = I_{va}$$

$$I_3 = I_{vb}$$

$$I_2 = I_{va} - I_{vb}$$

Thay số ta được kết quả tương tự phương pháp dòng nhánh:

$$I_1 = \frac{220\sqrt{2}}{3}; \quad I_2 = \frac{440\sqrt{2}}{3}; \quad I_3 = \frac{-220\sqrt{2}}{3}$$

3. Phương pháp điện thế nút.

Phương pháp này sử dụng ẩn số trung gian là điện thế các nút để thiết lập hệ phương trình. Biết điện thế các nút ta dễ dàng tính dòng điện các nhánh

Cơ sở của phương pháp:

Theo định luật Kirchhoff 2:

$$-u_{ab} + i_{ab} \cdot R_{ab} = \pm e_{ab} \rightarrow i_{ab} \cdot R_{ab} = U_{ab} \pm e_{ab}$$

$$\text{Mà} \quad u_{ab} = \varphi_a - \varphi_b$$

$$\text{Nên:} \quad i_{ab} = \frac{\varphi_a - \varphi_b \pm e_{ab}}{R_{ab}}$$

Xét mạch điện như hình vẽ:

Tùy chọn trước điện thế một điểm coi là biết trước, thường lấy điện thế điểm ấy bằng 0.

- Ở đây chọn điện thế điểm C bằng 0: $\varphi_C = 0$

Ta có dòng điện trong các nhánh:

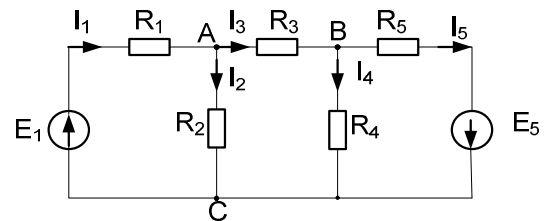
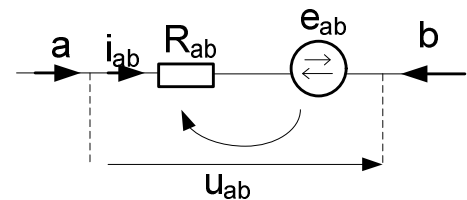
$$I_1 = \frac{E_1 - \varphi_A}{R_1}; \quad I_2 = \frac{\varphi_A}{R_2}; \quad I_3 = \frac{\varphi_A - \varphi_B}{R_3}; \quad I_4 = \frac{\varphi_B}{R_4}; \quad I_5 = \frac{E_5 + \varphi_B}{R_5}$$

Theo kiếc hốp 1 tại nút A: $I_1 - I_2 - I_3 = 0$

$$\frac{E_1 - \varphi_A}{R_1} - \frac{\varphi_A}{R_2} - \frac{\varphi_A - \varphi_B}{R_3} = 0$$

$$\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) \varphi_A - \left(\frac{1}{R_3} \right) \varphi_B = \left(\frac{1}{R_1} \right) E_1$$

Tương tự đối với nút B: $I_3 - I_4 - I_5 = 0$. Thay vào ta được:



Gọi: $G_A = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)$ - Tổng dẫn của các nhánh đối với nút A

$G_B = \left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} \right)$ - Tổng dẫn của các nhánh đối với nút B

$G_{AB} = \left(\frac{1}{R_3} \right)$ - Tổng dẫn chung giữa 2 nút A và B

$G_1 = \left(\frac{1}{R_1} \right)$ - Điện dẫn nhánh có nguồn 1

$G_5 = \left(\frac{1}{R_5} \right)$ - Điện dẫn nhánh có nguồn 5

Vậy hệ phương trình điện thế nút sẽ là: $G_A \varphi_A - G_{AB} \varphi_B = G_1 E_1$

$$-G_{AB} \varphi_A + G_B \varphi_B = -G_5 E_5$$

Giải hệ phương trình ta có điện thế các nút, và từ đó tính được dòng điện các nhánh.

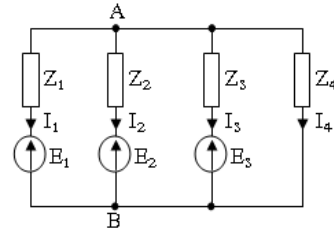
Ví dụ 1:

Cho mạch điện có sơ đồ như hình vẽ

Biết: $E_1 = 15V$; $E_2 = E_3 = 16V$; $Z_1 = Z_4 =$

1Ω ;

$Z_2 = 3\Omega$; $Z_3 = 2\Omega$.



Tìm dòng điện trong các nhánh?

Giải:

Chọn nút B làm nút gốc: $\varphi_B = 0V \Rightarrow U_{AB} = \varphi_A$.

Chọn chiều dòng điện như trên hình 3.8.

Ta có:

$$I_1 = \frac{\varphi_A - E_1}{Z_1}; \quad I_2 = \frac{\varphi_A - E_2}{Z_2}; \quad I_3 = \frac{\varphi_A - E_3}{Z_3}; \quad I_4 = \frac{\varphi_A}{Z_4}$$

Áp dụng định luật Kirchoff 1 cho nút A ta có: $I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = 0$.

$$\Leftrightarrow \frac{\varphi_A - E_1}{Z_1} + \frac{\varphi_A - E_2}{Z_2} + \frac{\varphi_A - E_3}{Z_3} + \frac{\varphi_A}{Z_4} = 0$$

$$\Leftrightarrow \varphi_A = \frac{\frac{E_1}{Z_1} + \frac{E_2}{Z_2} + \frac{E_3}{Z_3}}{\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3} + \frac{1}{Z_4}}$$

Dòng điện trong các nhánh:

$$I_1 = -5A; I_2 = -2A; I_3 = -3A; I_4 = -5A$$

Như vậy ta thấy chiều thực của I_1, I_2, I_3 ngược chiều với chiều quy ước.

Từ biểu thức của U_A tìm được ở trên ta có thể đưa ra một công thức tổng quát tìm U_A trong trường hợp mạch có nhiều nhánh mắc song song với nhau (phương pháp điện áp hai nút):

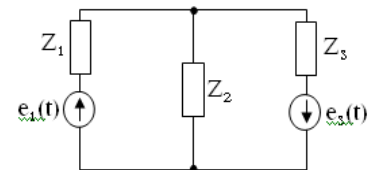
$$U_A = \frac{\sum \frac{E_i}{Z_i}}{\sum \frac{1}{Z_i}}$$

Trong đó các sức điện động có chiều đi đến nút A thì lấy dấu dương, ngược lại lấy dấu âm.

Ví dụ 2: Cho mạch điện có sơ đồ như hình vẽ. Biết

$$e_1(t) = 100\sqrt{2} \sin(\omega t + 30^\circ) (V); e_3(t) = 50\sqrt{2} \sin(\omega t + 60^\circ) (V)$$

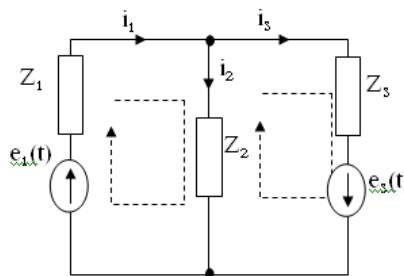
$$Z_1 = Z_2 = Z_3 = 2 + j2 (\Omega)$$



Giải mạch điện theo phương pháp dòng điện nhánh tìm giá trị hiệu dụng của dòng điện trong các nhánh.

Giải:

Mạch có hai nút và 3 nhánh do đó có hai vòng cơ bản ký hiệu là vòng 1 và 2, chiều của dòng điện nhánh và chiều của vòng quy ước như trên hình vẽ sau



Theo định luật Kirhof 1, viết phương trình cho một trong hai nút ta có:

$$\dot{I}_1 - \dot{I}_2 - \dot{I}_3 = 0 \quad (1)$$

Theo định luật Kirhof 2, viết phương trình cho vòng 1 và 2:

$$\text{Vòng 1: } Z_1 \dot{I}_1 + Z_2 \dot{I}_2 = \dot{E}_1 \quad (2)$$

Vòng 2: $-Z_2 \dot{I}_2 + Z_3 \dot{I}_3 = \dot{E}_3$ (3)

Giải hệ 3 phương trình:

$$\begin{cases} \dot{I}_1 - \dot{I}_2 - \dot{I}_3 = 0 \\ (2 + j2) \dot{I}_1 + (2 + j2) \dot{I}_2 = 100e^{j30^\circ} = 86,6 + j50 \\ -(2 + j2) \dot{I}_2 + (2 + j2) \dot{I}_3 = 50e^{j60^\circ} = 25 + j43,3 \end{cases}$$



Ta được: $\dot{I}_1 = 28,459 - j4,575$; $\dot{I}_2 = 5,692 - j4,575$; $\dot{I}_3 = 22,767$

Vậy: $I_1 = 28,824$ (A); $I_2 = 7,303$ (A); $I_3 = 22,767$ (A).

Ví dụ 3

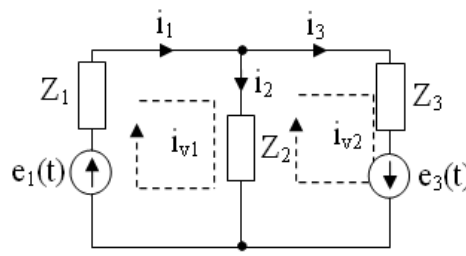
Cho mạch điện có sơ đồ như ví dụ 1

Biết: $\dot{E}_1 = 100e^{j30^\circ}$ (V); $\dot{E}_2 = 50e^{j60^\circ}$ (V); $Z_1 = Z_2 = Z_3 = 2 + j2$ (Ω); $f = 50\text{Hz}$.

Giải mạch điện theo phương pháp dòng điện vòng tìm biểu thức tức thời của dòng điện trong các nhánh.

Giải

Chiều của dòng điện nhánh, chiều của dòng điện vòng và chiều của vòng quy ước như trên hình vẽ:



Áp dụng định luật Kirhof 2 cho hai vòng ta được hệ phương trình:

$$\begin{cases} (Z_1 + Z_2) \dot{I}_{v1} - Z_2 \dot{I}_{v2} = \dot{E}_1 \\ -Z_2 \dot{I}_{v1} + (Z_2 + Z_3) \dot{I}_{v2} = \dot{E}_3 \end{cases}$$

Thay số:

$$\begin{cases} (4 + j4) \dot{I}_{v1} - (2 + j2) \dot{I}_{v2} = 86,6 + j50 \\ -(2 + j2) \dot{I}_{v1} + (4 + j4) \dot{I}_{v2} = 25 + j43,3 \end{cases}$$

Giải hệ phương trình trên ta được:

$$\dot{I}_{v1} = 28,459 - j4,575 = 28,824 \angle -9,133^\circ;$$

$$\dot{I}_{v2} = 22,767$$

Protected by PDF Anti-Copy Free

Vậy: $\dot{I}_1 = \dot{I}_v = 28,824 \angle -9,133^\circ$
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

$$\Rightarrow i_1(t) = 40,763.\sin(100t-9,133^\circ) \text{ (A)}$$

$$\dot{I}_2 = \dot{I}_{v1} - \dot{I}_{v2} = 5,692 - j4,575 = 7,311 \angle -38,791^\circ$$

$$\Rightarrow i_2(t) = 10,328\sin(100t-38,791^\circ) \text{ (A)}$$

$$\dot{I}_3 = \dot{I}_{v2} = 22,767 \Rightarrow i_3(t) = 32,197.\sin 100t \text{ (A)}$$

4 Bài toán minh họa tổng hợp

CHƯƠNG 3. DÒNG ĐIỆN HÌNH SIN 3 PHA

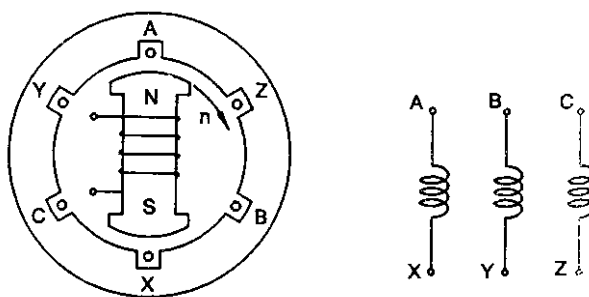
Ngày nay dòng điện xoay chiều ba pha được sử dụng rộng rãi trong các ngành sản xuất vì:

- Động cơ điện ba pha có cấu tạo đơn giản và đặc tính tốt hơn động cơ điện một pha.
- Truyền tải điện năng bằng mạch điện ba pha tiết kiệm được dây dẫn, giảm bớt tổn thất điện năng và tổn thất điện áp so với truyền tải điện năng bằng dòng điện một pha.

Mạch điện ba pha bao gồm nguồn ba pha, đường dây truyền tải và các tải ba pha.

1. Sự hình thành sức điện động hình sin trong máy phát điện 3 pha

Để tạo ra dòng điện xoay chiều ba pha, người ta dùng các máy phát điện xoay chiều ba pha. Loại máy phát điện trong các nhà máy phát điện đồng bộ (được trình bày chi tiết trong máy điện) Cấu tạo của máy phát điện đồng bộ (hình 2.1) gồm:



Hình 2.1

- Ba dây quấn ba pha đặt trong các rãnh của lõi thép stato (phần tĩnh) Các dây quấn này thường ký hiệu là: AX (dây quấn pha A), BY (dây quấn pha B), CZ (dây quấn pha C)

Các dây quấn của các pha có cùng số vòng dây và lệch nhau một góc 120° điện trong không gian.

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

Khi quay rôto, từ trường sẽ quét qua các dây quấn pha A, pha B, pha C của stato và trong dây quấn pha stato xuất hiện sức điện động cảm ứng, sức điện động này có dạng hình sin cùng biên độ, cùng tần số góc ω và lệch pha nhau một góc $\frac{2\pi}{3}$.

Nếu chọn pha đầu của sức điện động e_A của dây quấn AX bằng không, thì biểu thức sức điện động tức thời của các pha là:

Sức điện động pha A:

$$e_A = E\sqrt{2} \sin \omega t$$

Sức điện động pha B:

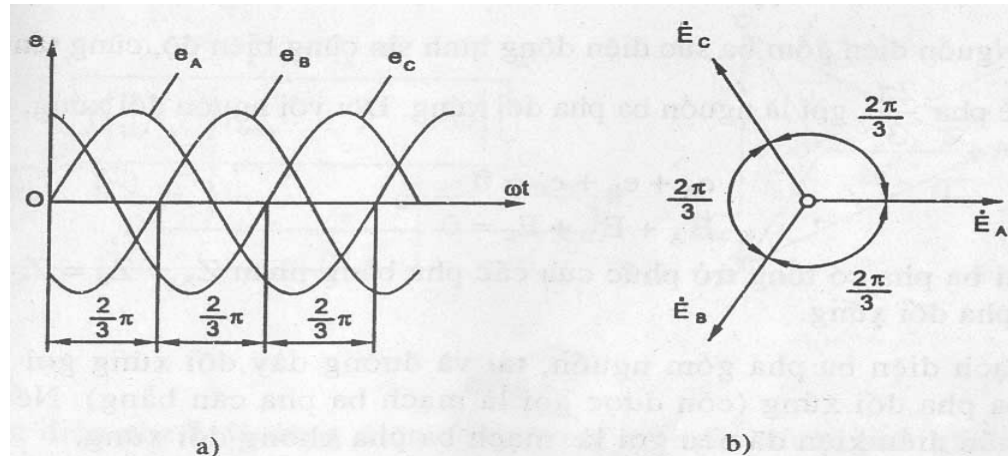
$$e_B = E\sqrt{2} \sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right)$$

Protected by PDF Anti-Copy Free

Sức điện động pha C

$$e_C = E\sqrt{2} \sin\left(\omega t - \frac{4\pi}{3}\right) = E\sqrt{2} \sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$$

Hình 2.2a vẽ đồ thị trị số tức thời của ba sức điện động pha sin và hình 2.2b vẽ đồ thị vector của sức điện động ba pha.



Hình 2.2

2. Mạch điện 3 pha nối kiểu hình sao

Nếu mỗi pha của nguồn điện ba pha nối riêng rẽ với mỗi pha của tải, thì ta có hệ thống ba pha không liên hệ nhau (hình 2.3) Mỗi mạch điện như vậy gọi là một pha của mạch điện ba pha.

Mạch điện ba pha không liên hệ nhau cần 6 dây dẫn, không tiết kiệm nên thực tế không dùng.

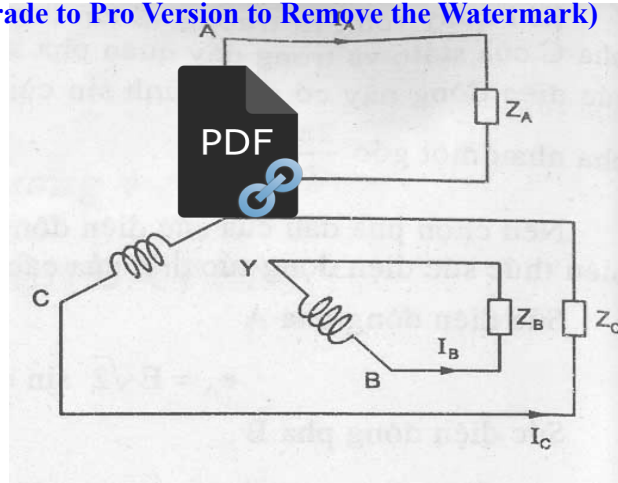
Thường ba pha của nguồn điện nối với nhau, ba pha của tải nối với nhau và có đường dây ba pha nối nguồn với tải, dẫn điện năng từ nguồn với tải. Thông thường dùng 2 cách nối: nối hình sao ký hiệu là Y và nối hình tam giác ký hiệu là Δ (xem các hình 2.4, 2.5... ở các tiết tiếp theo)

Sức điện động, điện áp, dòng điện mỗi pha của nguồn điện (hoặc tải) gọi là sức điện động pha ký hiệu là E_p , điện áp pha ký hiệu là U_p , dòng điện pha ký hiệu là I_p .

Dòng điện chạy trên đường dây pha từ nguồn đến tải gọi là dòng điện dây ký hiệu là I_d , điện áp giữa các đường dây gọi là điện áp dây, ký hiệu là U_d .

Các quan hệ giữa đại lượng pha và đại lượng dây phụ thuộc vào cách nối (hình sao hay tam giác) sẽ xét kỹ ở các tiết tiếp theo.

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



Hình 2.3: Mạch điện 3 pha nối riêng rẽ

2.1. Cách nối

Nối sao là nối 3 điểm cuối các cuộn dây pha nguồn hoặc 3 điểm cuối của 3 pha phụ tải thành một điểm chung gọi là điểm trung tính.

- + Pha nguồn O
- + Pha phụ tải O'
- + Dây nối từ đầu pha nguồn đến điểm đầu pha phụ tải gọi là dây pha. Dòng điện chạy trên đó gọi là dòng điện dây (I_d) chiều từ nguồn về tải.
- + Dây nối hai điểm trung tính gọi là dây trung tính. Dòng điện trên đó gọi là dòng trung tính chiều từ O' về O (I_o).
- + Dòng chạy trong các pha của nguồn hoặc phụ tải gọi là dòng điện pha (I_p)

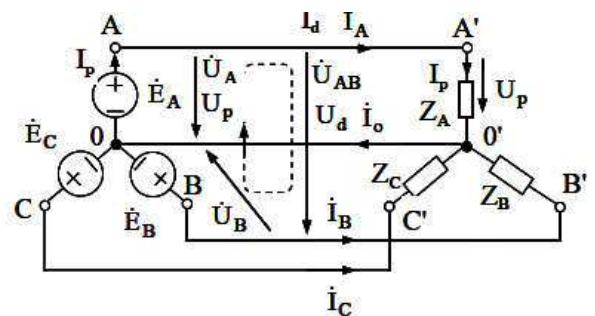
Quy ước:

Chiều sức điện động các cuộn dây pha nguồn từ điểm cuối tới điểm đầu.

Chiều điện áp ngược lại.

Hiệu điện thế giữa hai dây pha gọi là điện áp dây; hiệu điện thế giữa mỗi dây pha với dây trung tính gọi là điện áp pha.

Sơ đồ mạch điện 3 pha nguồn và tải nối sao như hình vẽ:

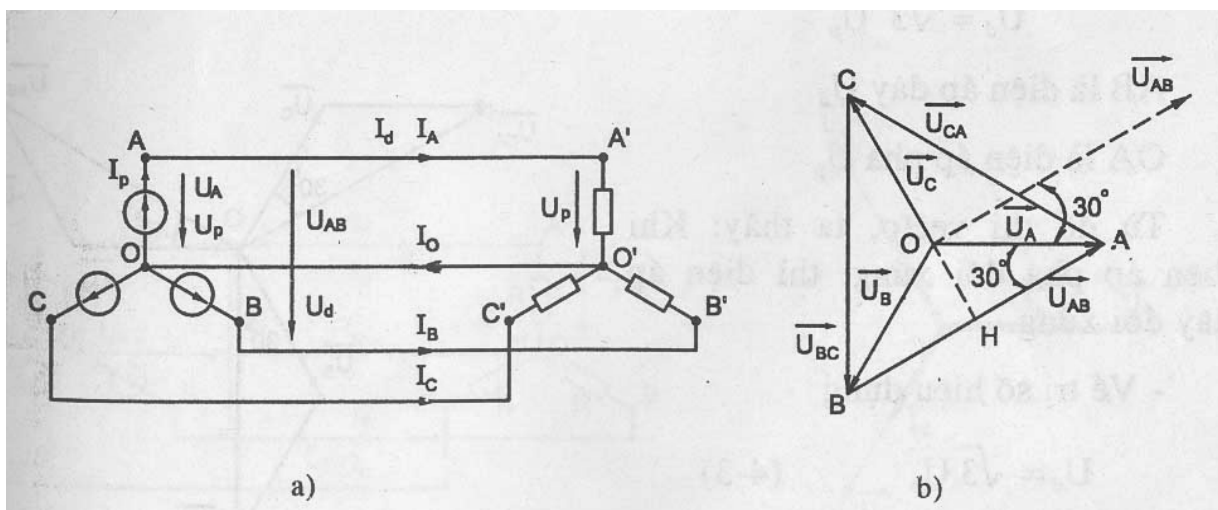


2.2. Các quan hệ giữa đại lượng dây và pha khi đối xứng

a. Quan hệ giữa dòng điện dây và dòng điện pha

Dòng điện pha I_p , (là dòng điện chạy trong mỗi pha và nguồn) (hoặc tải) Dòng điện dây I_d chạy trong các dây pha nối từ nguồn tới. Các dòng điện này đã được ký hiệu trên hình 2.4. Nhìn vào mạch điện ta thấy quan hệ giữa dòng điện dây và dòng điện pha như sau

$$I_d = I_p$$



Hình 2.4

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

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

Điện áp dây U_d là điện áp giữa 2 điểm đầu của 2 pha (hoặc điện áp giữa 2 dây pha), ví dụ điện áp dây U_{AB} (giữa pha A và pha B), U_{BC} (giữa pha B và pha C), U_{CA} (giữa pha C và pha A)

Theo định nghĩa điện áp dây ta có:

$$\dot{U}_{AB} = \dot{U}_A - \dot{U}_B \quad (2-2a)$$

$$\dot{U}_{BC} = \dot{U}_B - \dot{U}_C \quad (2-2b)$$

$$\dot{U}_{CA} = \dot{U}_C - \dot{U}_A \quad (2-2c)$$

Để vẽ đồ thị vector điện áp dây, trước hết vẽ đồ thị vector điện áp pha U_A, U_B, U_C , sau đó dựa vào công thức (2-2) vẽ đồ thị vector điện áp dây như hình 2.4b hoặc 2.4c.

Xét tam giác OAB (hình 2.4b)

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

$$U_d = \sqrt{3} U_p \text{ (Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)}$$

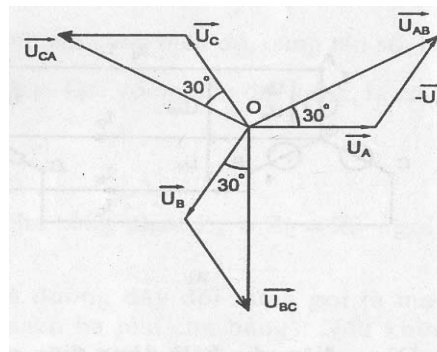
AB là điện áp dây U_d

OA là điện áp pha U_p

Từ đồ thị vector, ta thấy: Khi tải đối xứng, thì điện áp dây đối xứng.

- Về trị số hiệu dụng

$$U_d = \sqrt{3} U_p \quad (2-3)$$



Hình 2.4c

- Về pha: điện áp dây vượt trước điện áp pha tương ứng một góc 30° (U_{AB} vượt trước U_A một góc là 30° , U_{BC} vượt trước U_B một góc 30° ,
- U_{CA} vượt trước U_C một góc 30°)

Khi tải đối xứng $\dot{I}_A, \dot{I}_B, \dot{I}_C$ tạo thành hình sao

đối xứng, dòng điện trong dây trung tính bằng không.

$$I_0 = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C = 0$$

Trong trường hợp này có thể không cần dây trung tính, ta có mạch ba pha ba dây.

Động cơ điện ba pha là tải đối xứng, chỉ cần đưa ba dây pha đến động cơ ba pha.

Khi tải 3 pha không đối xứng, ví dụ như tải sinh hoạt của khu tập thể, của các gia đình..., dây trung tính có dòng điện I_0 bằng

$$I_0 = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C$$

Ví dụ 1: Một nguồn điện ba pha đối xứng nối hình sao điện áp ba pha nguồn $U_{Pn} = 220V$.

Nguồn cung cấp điện cho tải R ba pha đối xứng (hình 4.5a) Biết dòng điện dây $I_d = 10A$. Tính điện áp dây U_d , điện áp pha của tải, dòng điện pha của tải và của nguồn. Vẽ đồ thị vector.

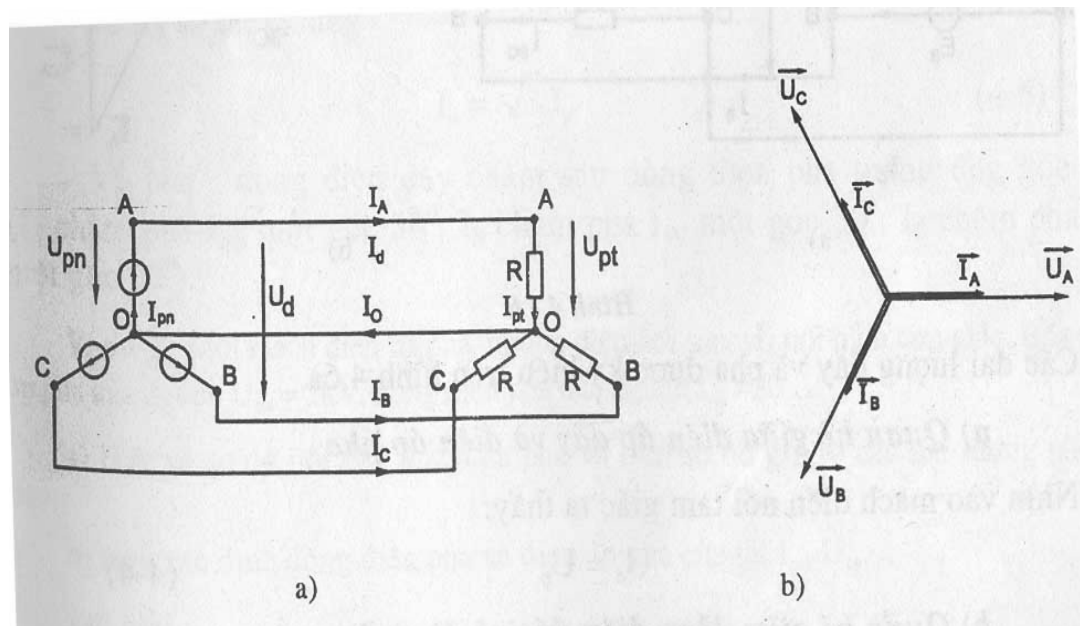
Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Lời giải: Nguồn nối hình sao, dùng công thức (2-3) điện áp dây là:

$$U_d = \sqrt{3} U_p = \sqrt{3} \cdot 220 = 380V$$

Tải nối hình sao, biết $U_d = 380V$, theo công thức (2-3) điện áp pha của tải là:

$$U_{pt} = \frac{U_d}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220V$$



Hình 2.5

Nguồn nối sao, tải nối sao, áp dụng công thức (2-2)

Dòng điện pha nguồn

$$I_{pn} = I_d = 10A$$

Dòng điện pha của tải

$$I_{pt} = I_d = 10A$$

Vì tải thuần điện trở R , điện áp pha của tải trùng pha với dòng điện pha của tải I_{pt} (hình 2.5b)

3. Cách nối hình tam giác (Δ)

Protected by PDF Anti-Copy Free

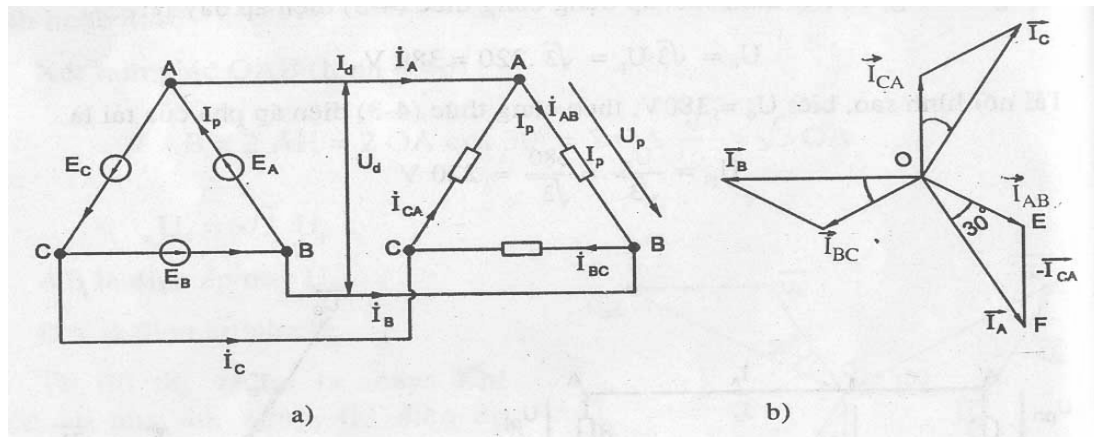
3.1. Cách nối

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Muốn nối hình tam giác, ta lấy đầu pha này nối với cuối pha kia. Ví dụ A nối với Z; B nối với X; C nối với Y (hình 2.6) Các tải tam giác không có dây trung tính.

3.2. Các quan hệ giữa đại lượng dây và pha khi đối xứng

Khi giải mạch điện nối tam giác ta thường quen quy ước: chiều dương dòng điện các pha I_p của nguồn ngược chiều quay kim đồng hồ, chiều dương dòng điện pha của tải cùng chiều quay kim đồng hồ (hình 2.6)



Hình 2.6

Các đại lượng dây và pha được ký hiệu trên hình 2.6a.

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

Nhìn vào mạch điện nối tam giác ta thấy:

$$U_d = U_p$$

b. Quan hệ giữa dòng điện dây và dòng điện pha

áp dụng định luật Kiêcschôp 1 tại các nút ta có:

$$\text{Tại nút A: } \dot{I}_A = \dot{I}_{AB} - \dot{I}_{CA} \quad (2-5a)$$

$$\text{Tại nút B: } \dot{I}_B = \dot{I}_{BC} - \dot{I}_{CA} \quad (2-5b)$$

$$\text{Tại nút C: } \dot{I}_C = \dot{I}_{CA} - \dot{I}_{BC} \quad (2-5c)$$

Dòng điện I_A, I_B, I_C chạy trên các dây pha từ nguồn điện đến tải là dòng điện dây I_d .

Dòng điện I_{AB}, I_{BC}, I_{CA} chạy trong các pha là dòng điện pha, lệch pha với điện áp $\dot{U}_{AB}, \dot{U}_{BC}$,

\dot{U}_{CA} một góc φ (hình 2.6b) Để vẽ dòng điện dây I_A, I_B, I_C ta dựa vào phương trình (2-4)

Vector I_{AB} cộng với vector $(-I_{CA})$ ta có vector I_A ; Quá trình tương tự ta vẽ I_B, I_C .

Đồ thị vector dòng điện pha I_{AB}, I_{BC}, I_{CA} và dòng điện I_A, I_B, I_C vẽ trên hình 2.6b.

Xét tam giác OEF

$$OF = 2OE \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3} OE$$

$$I_d = \sqrt{3} I_p \quad (2-6)$$

- Về pha: dòng điện dây chậm sau dòng điện pha tương ứng góc 30° (I_A chậm pha I_{AB} một góc 30° ; I_B chậm pha I_{BC} một góc 30° ; I_C chậm pha I_{CA} một góc 30°)

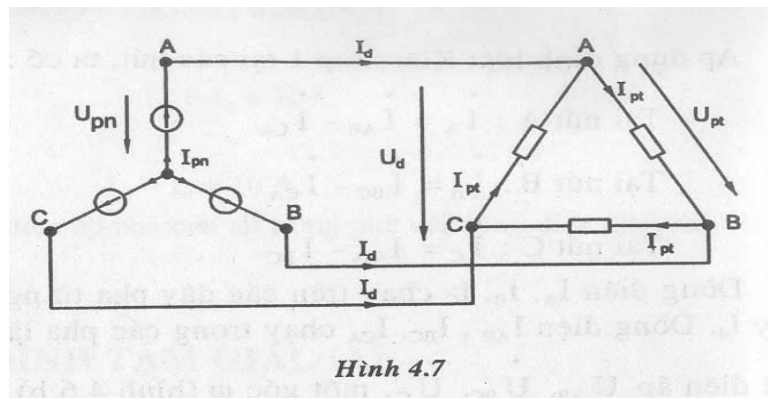
Ví dụ 2: Một mạch điện ba pha, nguồn điện nối sao, tải nối hình tam giác. Biết điện áp pha của nguồn $U_{pn} = 2\text{kV}$, dòng điện pha của nguồn $I_{pn} = 20\text{A}$.

a. Hãy vẽ sơ đồ nối dây mạch ba pha và trên sơ đồ ghi rõ các đại lượng pha và dây.

b. Hãy xác định dòng điện pha và điện áp pha của tải I_{pt}, U_{pt} .

Lời giải:

a. Sơ đồ nối dây mạch điện vẽ ở hình 2.7



b. Vì nguồn nối hình sao, nên dòng điện dây bằng dòng điện pha.

$$I_d = I_{pn} = 20\text{A}$$

Điện áp dây bằng $\sqrt{3}$ lần điện áp pha nguồn.

$$U_d = \sqrt{3} U_{pn} = \sqrt{3} .2 = 3,464 \text{ kV}$$

Vì tải nối hình tam giác, nên điện áp pha của tải U_{pt} bằng điện áp dây

$$U_{pt} = U_d = 3,464 \text{ kV}$$

Dòng điện pha của tải nhỏ hơn dòng điện dây $\sqrt{3}$ lần

$$I_{pt} = \frac{I_d}{\sqrt{3}} = \frac{20}{\sqrt{3}} = 11,547 A$$

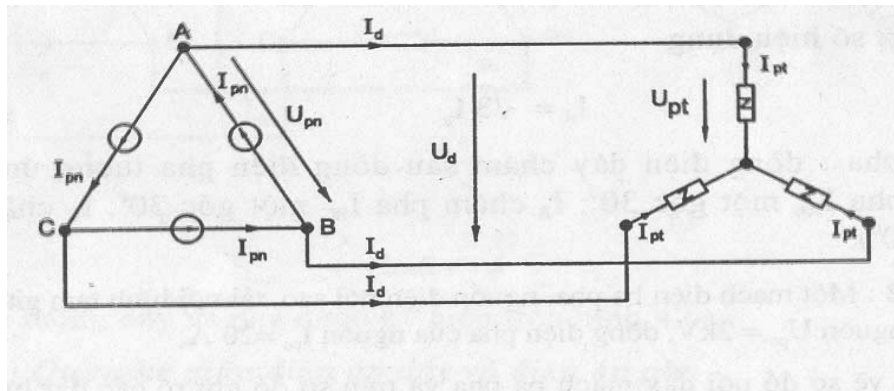
Protected by PDF Anti-Copy Free

Ví dụ 3: Một mạch điện ba pha, tải nối hình sao, nguồn tam giác. Nguồn và tải đều đối xứng. Biết dòng điện pha của tải $I_{pt} = 50A$, điện áp pha của tải $U_{pt} = 220V$.

- Hãy vẽ sơ đồ nối dây mạch ba pha để chỉ rõ đại lượng pha và dây.
- Hãy xác định dòng điện pha và điện áp pha của nguồn I_{pn} , U_{pn} .

Lời giải:

- Sơ đồ nối dây mạch điện ba pha vẽ trên hình 2.8.



Hình 2.8

- Vì tải nối hình sao nên

$$I_d = I_{pt} = 50A$$

$$U_d = \sqrt{3} U_{pt} = \sqrt{3} \cdot 220 = 380V$$

Biết dòng điện dây và điện áp dây, ta có thể tính được dòng điện pha và điện áp pha của nguồn. Vì nguồn đối xứng nối hình tam giác, nên ta có điện áp pha U_{pn} của nguồn là:

$$U_{pn} = U_d = 380V$$

Dòng điện pha của nguồn là:

$$I_{pn} = \frac{I_d}{\sqrt{3}} = \frac{50}{\sqrt{3}} = 28,901A$$

4. Công suất mạch điện 3 pha

- Công suất tác dụng

Xét trường hợp:

Tải 3 pha đối xứng ta chỉ việc tìm công suất của tải một pha rồi suy ra 3 pha.

$$P_{3p} = 3U_p \cdot I_p \cdot \cos \varphi = 3 \cdot I_p^2 \cdot R_p = \sqrt{3} U_d I_d \cdot \cos \varphi \quad (W)$$

Trong đó $3U_p I_p = \sqrt{3}U_d I_d$ dù thực hiện cách nối sao hay tam giác.

- **Công suất phản kháng**
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)
 $Q_{3p} = 3U_p I_p \sin \varphi = 3I_p^2 X_p = \sqrt{3}U_d I_d \sin \varphi \quad (\text{VAr})$

- **Công suất biểu kiến**
 $S_{3p} = 3U_p I_p = 3I_p^2 Z_p = \sqrt{3}U_d I_d \quad (\text{VA})$

5. Cách giải mạch điện ba pha đối xứng

Đối với mạch điện ba pha đối xứng, dòng điện (điện áp) các pha có hiệu số hiệu dụng bằng nhau, và lệch pha nhau một góc. Vì vậy khi mạch đối xứng, ta tách ra một pha để tính, khi biết được dòng điện của một pha, ta có thể suy ra dòng điện của các pha còn lại.

Khi tải nối vào nguồn có điện áp dây U_d , bỏ qua tổng trở đường dây, nếu biết tổng trở tải, các bước tính toán thực hiện như sau:

- Bước 1: Xác định cách nối dây của tải (hình sao hay hình tam giác)
- Bước 2: Xác định điện áp pha U_p của tải

Nếu tải nối hình sao

$$U_p = \frac{U_d}{\sqrt{3}}$$

Nếu tải nối hình 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

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

$$\text{Hệ số công suất } \cos \varphi = \frac{R_p}{Z_p} = \frac{R_p}{\sqrt{R_p^2 + X_p^2}}$$

Trong đó R_p , X_p tương ứng là điện trở pha, điện kháng pha của mỗi pha của tải.

- Bước 4: Tính dòng điện pha I_p của tải $I_p = \frac{U_p}{Z_p}$

Từ dòng điện pha I_p , tính dòng điện dây I_d của tải

Nếu tải nối hình sao: $I_d = I_p$

Nếu tải nổi hình tam giác: $I_d = \sqrt{3}I_p$

- Bước 5: Tính công suất tải tiêu thụ
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

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

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

$$S = 3 z_p I_p^2 \text{ hoặc } 3 U_p I_p \text{ hoặc } \sqrt{3} U_d I_d$$

Ví dụ 6: Một tải ba pha có điện trở $R_p = 20\Omega$, điện kháng pha $X_p = 15\Omega$ nối hình tam giác, đấu vào mạng điện có điện áp dây $U_d = 220V$ (hình 2.9a) Tính dòng điện pha I_p , dòng điện dây I_d , công suất tải tiêu thụ và vẽ đồ thị vector điện áp dây và dòng điện pha tải.

Lời giải:

Theo sơ đồ nối dây mạch điện, tải nối tam giác

Điện áp pha của tải: $U_p = U_d = 220V$

Tổng trở pha của tải: $z_p = \sqrt{R_p^2 + X_p^2} = \sqrt{20^2 + 15^2} = 25\Omega$

Dòng điện pha của tải: $I_p = \frac{U_p}{z_p} = \frac{220}{25} = 8,8A$

Vì tải nối tam giác dòng điện dây của tải:

$$I_d = \sqrt{3}I_p = \sqrt{3} \cdot 8,8 = 15,24A$$

Công suất tải tiêu thụ

$$P = 3 R_p I_p^2 = 3 \cdot 20 \cdot 8,8^2 = 4646,4W$$

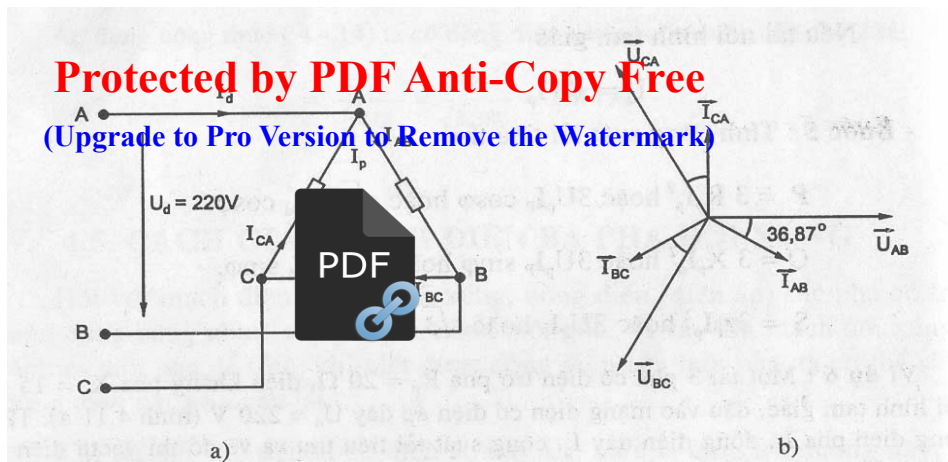
$$Q = 3 X_p I_p^2 = 3 \cdot 15 \cdot 8,8^2 = 3484,8VA$$

$$S = \sqrt{3} U_d I_d = \sqrt{3} \cdot 220 \cdot 15,24 = 5773,5VA$$

$$\text{Hệ số công suất của tải : } \cos \varphi = \frac{R_p}{z_p} = \frac{20}{25} = 0,8, \quad \varphi = 36,87^\circ$$

Dòng điện pha chậm sau điện áp pha một góc $\varphi = 36,87^\circ$

Đồ thị vector dòng điện và điện áp pha vẽ trên hình 2.9



Hình 2.9

Ví dụ 7: Một tải ba pha gồm 3 cuộn dây đấu vào mạng điện ba pha có điện áp dây là 380V. Cuộn dây được thiết kế cho làm việc với điện áp định mức 220V. Cuộn dây có điện trở $R = 2\Omega$, điện kháng $X = 8\Omega$.

- Xác định tính cách nối các cuộn dây thành tải ba pha.
- Tính công suất P , Q , $\cos\varphi$ của tải.

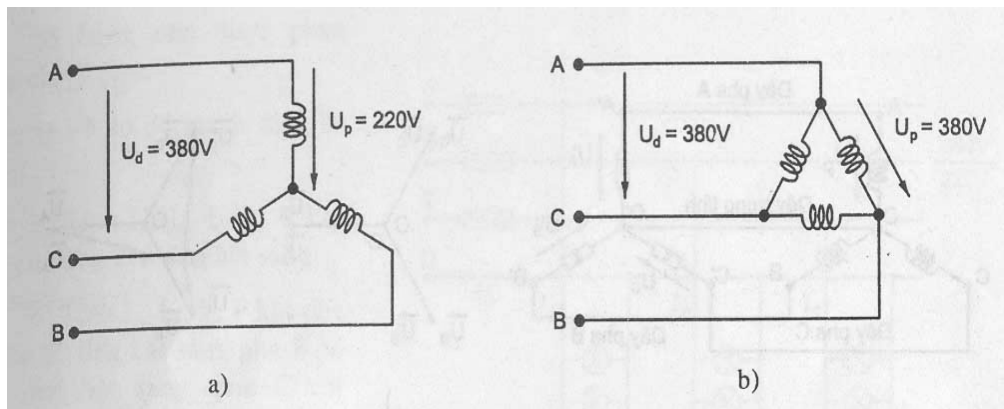
Lời giải:

a. Các cuộn dây nối hình sao đấu vào mạng điện, vì khi nối hình sao, điện áp pha đặt lên cuộn dây là:

$$U_p = \frac{U_d}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220V = \text{điện áp định mức của cuộn dây (hình 2.10a)}$$

Nếu tải nối tam giác điện áp pha đặt lên cuộn dây là :

$$U_p = U_d = 380V > \text{điện áp định mức của cuộn dây, cuộn dây sẽ bị hỏng (hình 2.10b)}$$



Hình 2.10

b. Tổng trở pha của tải: $z_p = \sqrt{R_p^2 + X_p^2} = \sqrt{2^2 + 8^2} = 8,24\Omega$

Protected by PDF Anti-Copy Free

Hệ số công suất của tải: $\cos\varphi = \frac{R_p}{z_p} = \frac{2}{8,24} = 0,242$

$$\sin\varphi = \frac{X_p}{z_p} = \frac{8}{8,24} = 0,97$$



Dòng điện pha I_p của tải: $I_p = \frac{U_p}{z_p} = \frac{220}{8,24} = 26,7A$

Dòng điện dây I_d của tải: $I_d = I_p = 26,7A$

Công suất tác dụng P của tải

$$P = \sqrt{3} U_d I_d \cos\varphi = \sqrt{3} . 380 . 26,7 . 0,242 = 4252,6W$$

Công suất phản kháng Q của tải

$$Q = \sqrt{3} U_d I_d \sin\varphi = \sqrt{3} . 380 . 26,7 . 0,97 = 17045,7VAr$$

Công suất biểu kiến S

$$S = \sqrt{3} U_d I_d = \sqrt{3} . 380 . 26,7 = 17572,8VA$$

CHƯƠNG 3: ĐO LƯỜNG ĐIỆN

Protected by PDF Anti-Copy Free

1. Khái niệm về kỹ thuật đo điện

Trong thực tế cuộc sống quá trình đo lường diễn ra liên tục với mọi đối tượng, việc cân đo đong đếm này vô cùng cần thiết và quan trọng. Với một đối tượng cụ thể nào đó quá trình này diễn ra theo từng đặc tính của chúng loại đó, và với một đơn vị đã được định trước.

Trong lĩnh vực kỹ thuật đo lường không chỉ thông báo trị số của đại lượng cần đo mà còn làm nhiệm vụ kiểm tra, điều khiển và xử lý thông tin.

Đối với ngành điện việc đo lường các thông số của mạch điện là vô cùng quan trọng. Nó cần thiết cho quá trình thiết kế lắp đặt, kiểm tra vận hành cũng như dò tìm hư hỏng trong mạch điện.

1.1. Đo lường là quá trình so sánh đại lượng chưa biết với đại lượng đã biết cùng loại được chọn làm mẫu (mẫu này được gọi là đơn vị)

1.2. Số đo là kết quả của quá trình đo, kết quả này được thể hiện bằng một con số cụ thể.

1.3. Dụng cụ đo và mẫu đo:

a. Dụng cụ đo:

Các dụng cụ thực hiện việc đo được gọi là dụng cụ đo như: dụng cụ đo dòng điện (Ampemét), dụng cụ đo điện áp (Vônmet) dụng cụ đo công suất (Oátmet) v.v...

b. Mẫu đo: là dụng cụ dùng để khôi phục một đại lượng vật lý nhất định có trị số cho trước, mẫu đo được chia làm 2 loại sau:

- Loại làm mẫu: dùng để kiểm tra các mẫu đo và dụng cụ đo khác, loại này được chế tạo và sử dụng theo tiêu chuẩn kỹ thuật, đảm bảo làm việc chính xác cao.

- Loại công tác: được sử dụng đo lường trong thực tế, loại này gồm 2 nhóm sau:

- + Mẫu đo và dụng cụ đo thí nghiệm.

- + Mẫu đo và dụng cụ đo dùng trong sản xuất.

1.4. Các phương pháp đo được chia làm 2 loại

a. Phương pháp đo trực tiếp: là phương pháp đo mà đại lượng cần đo được so sánh trực tiếp với mẫu đo.

Phương pháp này được chia thành 2 cách đo:

- Phương pháp đo đọc số thẳng.

- Phương pháp đo so sánh là phương pháp mà đại lượng cần đo được so sánh với mẫu đo cùng loại đã biết trị số.

Ví dụ:

Dùng cầu đo điện để đo điện trở, dùng cầu đo để đo điện dụng v.v...

b. Phương pháp gián tiếp là phương pháp – Có ứng dụng đại lượng cần đo sẽ được tính ra từ kết quả đo các đại lượng khác có liên quan

Ví dụ:

Muốn đo điện áp nhưng ta không có vôn-mét, ta đo điện áp bằng cách:

- Dùng Ômmét đo điện trở của mạch
- Dùng Ampemét đo dòng điện đi qua mạch.

Sau đó áp dụng các công thức hoặc các định luật đã biết để tính ra trị số điện áp cần đo.

2. Các dụng cụ đo điện thông dụng

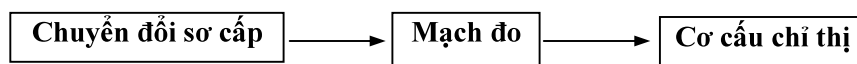
2.1. Nguyên tắc chung của các loại máy đo chỉ thị kim:

Hiện nay ta chỉ học các cơ cấu chỉ thị kết quả đo bằng kim, còn các cơ cấu chỉ thị kết quả đo bằng số được đề cập trong phần thiết bị đo lường chỉ thị số.

Đối với các cơ cấu chỉ thị kim khi thực hiện một phép đo luôn tuân theo trình tự sau:

Tín hiệu của đại lượng cần đo được đưa vào mạch đo và được biến đổi thành đại lượng điện, đại lượng điện này được đưa vào cơ cấu đo và kết quả đo được đưa ra khỏi chỉ thị sơ đồ được hình thành:

2.1.1. Sơ đồ khối:



- Chuyển đổi sơ cấp làm nhiệm vụ biến đổi các đại đo thành tín hiệu điện. Đó là khâu quan trọng nhất của thiết bị đo.
- Mạch đo là khâu gia công thông tin đo sau chuyển đổi sơ cấp, làm nhiệm vụ tính toán và thực hiện trên sơ đồ mạch. Mạch đo thường là mạch điện tử vì xử lý để nâng cao đặc tính của dụng cụ đo.
- Cơ cấu chỉ thị đo là khâu cuối cùng của dụng cụ thể hiện kết quả đo dưới dạng con số với đơn vị.

Có 3 cách thể hiện kết quả đo:

- + Chỉ thị bằng kim.
- + Chỉ thị bằng thiết bị tự ghi.
- + Chỉ thị dưới dạng con số.

Như vậy cơ cấu đo bao gồm có phần tĩnh và phần động:

- Phần tĩnh: có nhiệm vụ biến đổi điện năng đưa vào thành cơ năng tác dụng lên phần động.

- Phần động: gắn liền với kim, góc quay của kim xác định trị số của đại lượng được đưa vào cơ cấu đo. **Protected by PDF Anti-Copy Free**
- Khôi chỉ thị. (Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

2.1.2. Nguyên lý:

Với các loại máy đo chỉ thị kim, nguyên lý về cấu trúc có khác nhau nhưng chúng có chung một nguyên tắc sau:

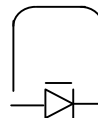
Khi dòng điện chạy trong từ trường sẽ sinh ra một lực điện từ, lực này sẽ sinh ra một mômen quay làm quay kim chỉ thị một góc α , góc quay α của kim luôn tỷ lệ với đại lượng cần đo ban đầu nên người ta sẽ đo góc lệch này để biết giá trị của đại lượng cần đo.

2.2. Cơ cấu đo kiểu từ điện:

2.2.1. Ký hiệu:

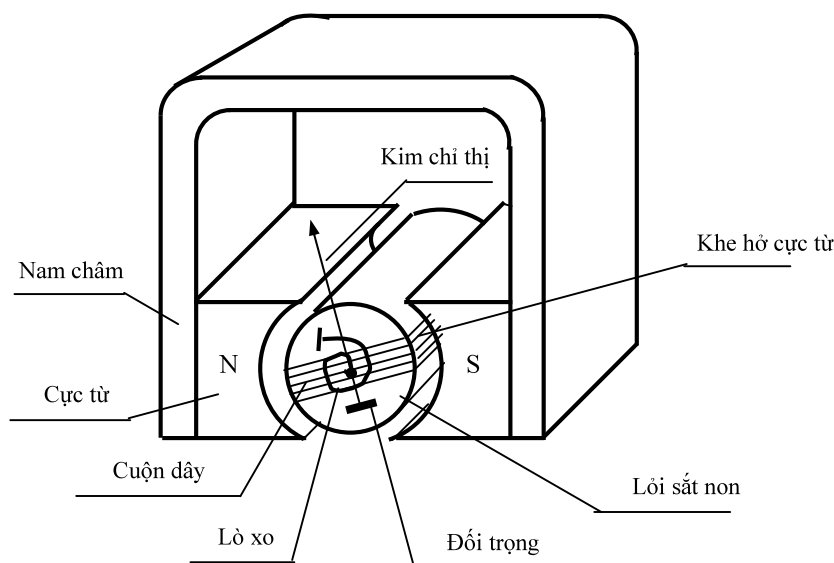


Hình 3.1: Ký hiệu cơ cấu từ điện



Hình 3.2: Ký hiệu cơ cấu từ điện có chỉnh lưu

2.2.2. Cấu tạo:



Hình 3.3: Cấu tạo cơ cấu đo kiểu từ điện.

+ Khung quay: khung quay bằng nhôm hình chữ nhật, trên khung có quấn dây đồng bọc vecni. Toàn bộ khối lượng khung quay phải càng nhỏ càng tốt để sao cho mômen quán tính càng nhỏ càng tốt. Toàn bộ khung quay được đặt trên trục quay hoặc treo bởi dây treo.

+ Nam châm vĩnh cửu: khung quay được đặt giữa hai cực từ N-S của nam châm vĩnh cửu.

- + Lõi sắt non hình trụ nằm trong khung quay tương đối đều.
- + Kim chỉ thị được gắn ở đầu trục quay để đo góc quay. Phía sau kim chỉ thị có mang đối trọng để sao cho trọng tâm của kim chỉ thị nằm trên trục quay hoặc dây treo.
- + Lò xo đối kháng (kiểm soát) hoặc dây treo có nhiệm vụ kéo kim chỉ thị về vị trí ban đầu (điểm 0) và kiểm soát sự quay của kim chỉ thị.

2.2.3. Nguyên lý:

Khi có dòng điện cần đo I đi vào cuộn dây trên khung quay sẽ tác dụng với từ trường ở khe hở tạo ra lực điện từ F :

$$F = N.B.I.L \quad (3-1)$$

Trong đó: N : số vòng dây quấn của cuộn dây.

B : mật độ từ thông xuyên qua khung dây.

L : chiều dài của khung dây.

I : cường độ dòng điện.

Lực điện từ này sẽ sinh ra một mômen quay M_q :

$$M_q = 2F \frac{b}{2} = NBILb \quad (3-2)$$

Trong đó: b là bề rộng của khung dây

và $L.b = S$ là diện tích của khung dây.

Nên: $M_q = N.B.S.I$

(3-3)

Mômen quay này làm phần động mang kim đo quay đi một góc α nào đó và lò xo đối kháng bị xoắn lại tạo ra mômen đối kháng M_{dk} tỷ lệ với góc quay α .

$$M_{dk} = K.\alpha \quad (K \text{ là độ cứng của lò xo})$$

Kim của cơ cấu sẽ đứng lại khi hai mômen trên bằng nhau.

$$M_q = M_{dk} \Leftrightarrow N.B.S.I = K.\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{BSN}{K}.I \quad (3-4)$$

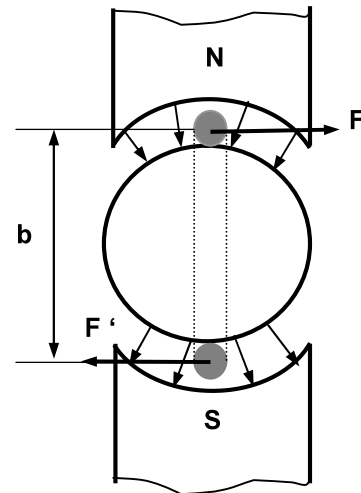
$$\frac{BSN}{K} = C = \text{const}$$

$$\text{Đặt } C = \text{const} \Leftrightarrow \alpha = C.I \quad (3-5)$$

C gọi là độ nhạy của cơ cấu đo từ điện (A/mm) Cho biết dòng điện cần thiết chạy qua cơ cấu đo để kim đo lệch được 1mm hay 1 vạch.

Kết luận: qua biểu thức trên ta thấy rằng góc quay α của kim đo tỷ lệ với dòng điện cần đo và độ nhạy của cơ cấu đo, dòng điện và độ nhạy càng lớn thì góc quay càng lớn.

Từ góc α của kim ta suy ra giá trị của đại lượng cần đo.



Hình 3.4: Sơ đồ nguyên lý cơ cấu đo kiểu từ điện

2.2.4. Đặc điểm và ứng dụng:

a. Đặc điểm:

Protected by PDF Anti-Copy Free

- Độ nhạy cao nên có thể đo được các dòng điện một chiều rất nhỏ (từ $10^{-12} \div 10^{-14}$)
- Tiêu thụ năng lượng điện ít nên độ chính xác rất cao.
- Chỉ đo được dòng và áp một chiều
- Khả năng quá tải kém vì khung cân nên chỉ quán được dây cỡ nhỏ.
- Chế tạo khó khăn, giá thành đắt.

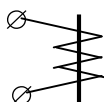
** Muốn đo được các đại lượng xoay chiều phải qua cơ cấu nắn dòng.*

b. Ứng dụng:

- Sản xuất các dụng cụ đo:
- Đo dòng điện: miliAmpemét, Ampemét.
- Đo điện áp: miliVôn mét, Vôn mét.
- Đo điện trở: ômmét.

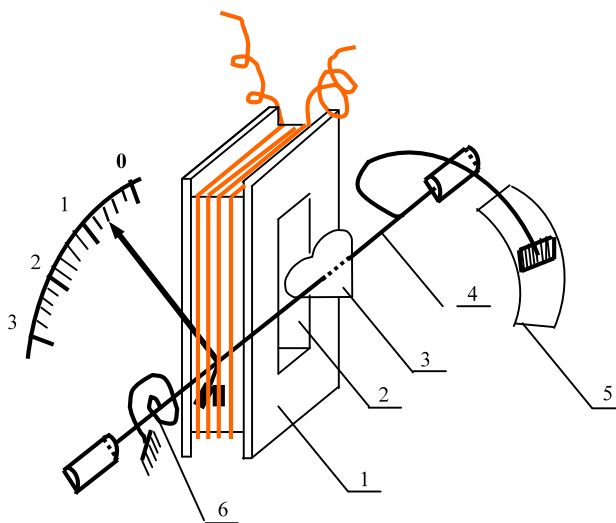
2.3. Cơ cấu đo kiểu điện từ:

2.3.1. Ký hiệu:



Hình 3: ký hiệu cơ cấu đo điện từ

2.3.2. Cấu tạo:



Hình 4: Cơ cấu đo kiểu điện từ

1. Cuộn dây phân tĩnh. 4. Trục quay.

2 Rãnh hẹp.

5. Bộ cản dộ kiểu không khí

3 Phiến thép

6. Lò xo đối kháng.

a. Phần tĩnh: gồm cuộn dây phân tĩnh (tròn hoặc phẳng), không có lõi thép.

b. Phần động: gồm lá thép non hình bán nguyệt gắn lệch tâm trên trục. Trên trục còn có lò xo đối kháng, kim và bộ phận cản dộ kiểu không khí.

2.3.3. Nguyên lý:

Khi có dòng điện I đi qua cuộn dây phân tử kim sẽ trở thành một nam châm điện và phiên thép (3) sẽ bị hút vào rãnh (2) tạo ra một mômen quay trục.

$$M_q = K_1 I^2 \quad (3-6)$$

Dưới tác dụng của M_q kim sẽ lệch một góc α . Lò xo so (6) sẽ bị xoắn do đó sinh ra mômen đối kháng tỷ lệ với góc quay

$$M_{dk} = K_2 \cdot \alpha \quad (3-7)$$

Kim sẽ ngưng quay khi 2 mômen trên cân bằng, nghĩa là:

$$K_1 I^2 = K_2 \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{K_1}{K_2} I^2 \quad (3-8)$$

Thực ra ở vị trí cân bằng kim chưa dừng lại ngay mà dao động qua lại xung quanh vị trí đó nhưng nhờ có bộ cản dịu bằng không khí sẽ dập tắt quá trình dao động này.

2.3.4. Đặc điểm và ứng dụng:

a. Đặc điểm:

- Cấu tạo đơn giản, dễ chế tạo, giá thành rẻ.
- Đo được điện một chiều và xoay chiều.
- Khả năng quá tải tốt vì có thể chế tạo cuộn dây phân tử với tiết diện dây lớn.
- Do cuộn dây có lõi là không khí nên từ trường yếu, vì vậy độ nhạy kém và chịu ảnh hưởng của từ trường ngoài.

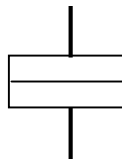
- Cấp chính xác thấp.
- Thang chia không đều.

b. Ứng dụng:

- Chế tạo các dụng cụ đo thông dụng Vônmet, Ampemét đo AC.
- Dùng trong sản xuất và phòng thí nghiệm

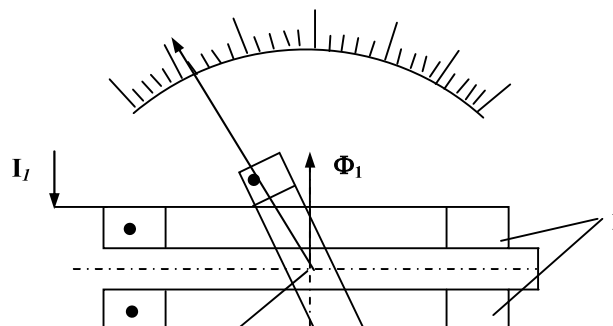
2.4. Cơ cấu đo kiểu điện động:

2.4.1. Ký hiệu:



Hình 2.7: Ký hiệu cơ cấu đo điện động

2.4.2. Cấu tạo:





Cơ cấu đo điện động (Hình 2.8) gồm có cuộn dây phần tĩnh 1, được chia thành 2 phần nối tiếp nhau để tạo ra từ trường đều khi có dòng điện chạy qua. Phần động là khung dây 2 đặt trong cuộn dây tĩnh và gắn trên trục quay. Hình dáng cuộn dây có thể tròn hoặc vuông. Cả phần động và phần tĩnh được bọc kín bằng màn chắn từ để tránh ảnh hưởng của từ trường ngoài đến sự làm việc của cơ cấu đo.

2.4.3. Nguyên lý làm việc:

Khi có dòng điện I_1, I_2 (DC hoặc AC) đi vào cuộn dây di động và cố định sẽ tạo ra mômen quay:

$$M_q = k_q I_1 I_2 \quad (\text{dòng điện DC})$$

$$\text{Hoặc } M_q = k_q \left(\frac{1}{T} \int_0^T i_1 i_2 dt \right) \quad (\text{dòng điện AC})$$

Vậy góc quay:

$$\alpha = \frac{k_q}{k_c} I_1 I_2$$

$$\text{hoặc } \alpha = \frac{k_q}{k_c} \left(\frac{1}{T} \int_0^T i_1 i_2 dt \right) \quad K_c \text{ là hằng số xoắn của lò xo}$$

$$\text{Nếu } \frac{k_q}{k_c} = \text{const} \text{ thì thang đo tuyến tính theo } I_1, I_2$$

2.4.4. Đặc điểm và ứng dụng:

Cơ cấu đo điện động có thể dùng trong mạch một chiều và xoay chiều, thang đo không đều, có thể dùng để chế tạo Vônmet, Amperemét và Oátmet có độ chính xác cao, với cấp chính xác 0, 1 ÷ 0, 2. Nhược điểm là tiêu thụ công suất lớn.

3. Phương pháp đo các đại lượng điện

Protected by PDF Anti-Copy Free

3.1. Đo dòng điện

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

3.1.1. Đo dòng điện một chiều (DC):

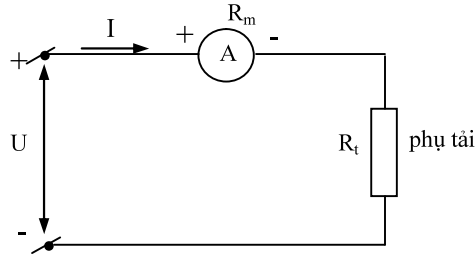
a. Dụng cụ đo: dụng cụ để đo dòng điện đọc thẳng người ta dùng Ampemét.

Ký hiệu:



b. Phương pháp đo:

Khi đo Ampemét được mắc nối tiếp với phụ tải (hình 3.1)



Hình 3.1: sơ đồ mắc Ampemét

Ta có: $R_{td} = R_t + R_m$

Trong đó:

R_m là điện trở trong của Ampemét \Leftrightarrow gây sai số

Mặt khác, khi đo Ampemét tiêu thụ một lượng công suất: $P_A = I^2 R_m$.

Từ đó để phép đo được chính xác thì R_m phải rất nhỏ

c. Mở rộng giới hạn đo cho Ampemét từ điện:

Khi dòng điện cần đo vượt quá giới hạn đo của cơ cấu đo người ta mở rộng thang đo bằng cách mắc những điện trở song song với cơ cấu đo gọi là Shunt (đây là phương pháp phân mạch)

Ta có: $I_S R_S = I_A R_m$ hay $\frac{I_S}{I_A} = \frac{R_m}{R_S}$ (3.1)

R_m : điện trở trong của cơ cấu đo

R_S : điện trở của Shunt

Từ (3.1) ta suy ra:

$$\frac{I_S + I_A}{I_A} = \frac{R_m + R_S}{R_S}$$

Vì: $I = I_A + I_S$ là dòng điện cần đo nên ta có:

$$\frac{I}{I_A} = \frac{R_m + R_S}{R_S} = 1 + \frac{R_m}{R_S} \quad (3.2)$$

Đặt $n_i = 1 + \frac{R_m}{R_s}$

Ta suy ra $I = n_i I_A$

$(n_i = 1 + \frac{R_m}{R_s})$ là bội số của Shunt

n_i : cho biết khi có mắc Shunt thì thang đo của Ampemét được mở rộng n_i lần so với lúc chưa mắc Shunt.

Từ (3.1) ta thấy, nếu R_s càng nhỏ so với R_m thì thang đo được mở rộng càng lớn.

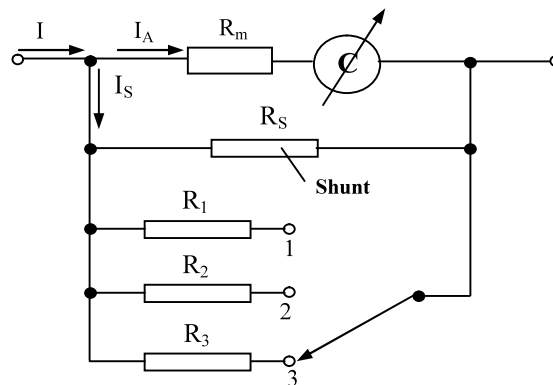
* Điện trở shunt có thể tính theo cách sau:

$$R_s = \frac{I_{A.\max} * R_m}{I_{\text{tải}} - I_{A.\max}} (*)$$

Trong đó: $I_{\text{tải}}$ là dòng điện qua tải

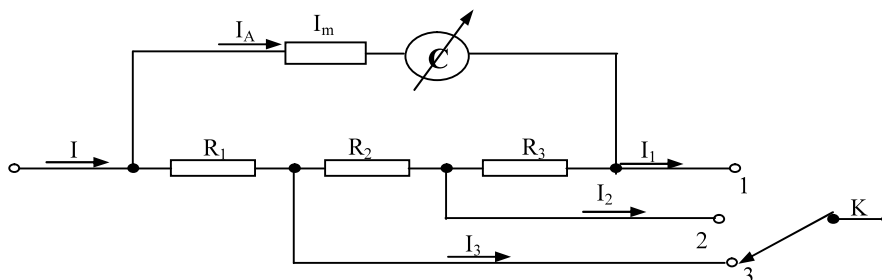
$$R_s = \frac{R_m}{n_i - 1}$$

* Ampemét được mắc nhiều điện trở Shunt khác nhau để có nhiều tầm đo khác nhau như hình vẽ (Hình 3.2)



Hình 3.2: Sơ đồ mắc điện trở Shunt để mở rộng giới hạn đo

* Có thể dùng cách chuyển đổi tầm đo theo kiểu Shunt Ayrton (hình 3.3) :



Hình 3.3: Mạch đo kiểu Shunt Ayrton

Mạch đo kiểu Shunt Ayrton có 3 tầm đo 1, 2, 3:

- Khi khóa K ở vị trí 1: tầm đo nhỏ nhất.

+ Điện trở Shunt ở vị trí 1

$$R_{S1} = R_1 + R_2 + R_3$$

+ Nội trở của cơ cấu là R_m

- Khi khóa K ở vị trí 2:

+ Điện trở Shunt ở vị trí 2

$$R_{S2} = R_1 + R_2$$

+ Nội trở của cơ cấu là $R_m + R_3$

- Khi khóa K ở vị trí 3:

+ Điện trở Shunt ở vị trí 3

$$R_{S3} = R_1$$

+ Nội trở của cơ cấu là $R_m + R_3 + R_2$

Ví dụ: Cho cơ cấu đo có nội trở $R_m = 1k\Omega$. Dòng điện lớn nhất qua cơ cấu là $50\mu A$.
 Tính các điện trở Shunt ở tầm đo 1 (1mA), tầm đo 2 (10mA), tầm đo 3 (100mA)

Giải:

- Ở tầm đo 1 (1mA) :

$$\text{Áp dụng công thức: } R_S = \frac{I_{A.\max} \cdot R_m}{I_{tai} - I_{A.\max}}$$

$$\text{Ta có } R_{S1} = R_1 + R_2 + R_3 = \frac{I_{A.\max} \cdot R_m}{I_{tai} - I_{A.\max}} = \frac{50 \cdot 10^{-3} \cdot 1}{950 \cdot 10^{-6}} = 52,6\Omega$$

- Ở tầm đo 2 (10 mA) :

$$\text{Áp dụng công thức } R_S = \frac{I_{A.\max} \cdot R_m}{I_{tai} - I_{A.\max}}$$

$$\text{Ta có: } R_{S2} = R_1 + R_2 = \frac{I_{A.\max} \cdot R_m + R_3}{I_{tai} - I_{A.\max}} = \frac{50 \cdot 10^{-6} \cdot (1.k\Omega + R_3)}{9950 \cdot 10^{-6}} = \frac{1.k\Omega + R_3}{199}$$

- Ở tầm đo 3 (100 mA) :

$$\text{Áp dụng công thức: } R_S = \frac{I_{A.\max} \cdot R_m}{I_{tai} - I_{A.\max}}$$

$$\text{Ta có: } R_{S3} = R_1 = \frac{I_{A.\max} \cdot R_m + R_3 + R_2}{I_{tai} - I_{A.\max}} = \frac{50 \cdot 10^{-6} \cdot (1.k\Omega + R_3 + R_2)}{99950 \cdot 10^{-6}} = \frac{1.k\Omega + R_3 + R_2}{1999}$$

Thay vào ta có:

$$R_1 + R_2 = \frac{1.k\Omega + R_3}{199} = 52,6\Omega - R_3$$

$$\Rightarrow R_3 = \frac{10467,4 - 1000}{200} = 47,337\Omega$$

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

$$R_1 = \frac{1000 + 52,6 \cdot R_3}{1999} = \frac{1052,6}{2000} = 0,526\Omega$$

$$R_2 = 52,6 + 0,337 + 0,526 = 4,737\Omega$$

Vậy giá trị các điện trở Shunt cần tầm đo là:

$$R_{S1} = R_1 = 0,526\Omega$$

$$R_{S2} = R_1 + R_2 = 0,526 + 4,737 = 5,263\Omega$$

$$R_{S3} = R_1 = 0,526\Omega$$

d. Mở rộng tầm đo cho cơ cấu điện từ:

Thay đổi số vòng dây quấn cho cuộn dây cố định với lực điện từ F không đổi:

$$F = n_1 \cdot I_1 = n_2 \cdot I_2 = n_3 \cdot I_3 = \dots$$

Ví dụ: F = 300 Ampe/ vòng cho 3 tầm đo:

$$I_1 = 1A; I_2 = 5A; I_3 = 10A.$$

Khi đó: $n_1 = 300$ vòng cho tầm đo 1A

$n_2 = 60$ vòng cho tầm đo 5A

$n_3 = 30$ vòng cho tầm đo 10A

e. Mở rộng tầm đo cho cơ cấu điện động:

Mắc song song các điện trở Shunt với cuộn dây di động. Cách tính điện trở Shunt giống như với cách tính ở cơ cấu từ điện.

3.1.2. Đo dòng điện xoay chiều (AC) :

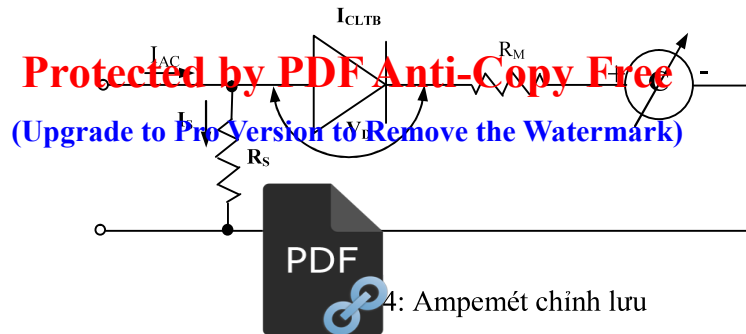
a. Nguyên lý đo:

Cơ cấu điện từ và điện động đều hoạt động được với dòng điện xoay chiều, do đó có thể dùng hai cơ cấu này trực tiếp và mở rộng tầm đo như Ampemét đo dòng điện một chiều.

Riêng cơ cấu từ điện khi dùng phải biến đổi dòng điện xoay chiều thành dòng điện một chiều. Ngoài ra do tính chính xác của cơ cấu từ điện nên cơ cấu này rất thông dụng trong phần lớn Ampemét (trong máy đo vạn năng: VOM)

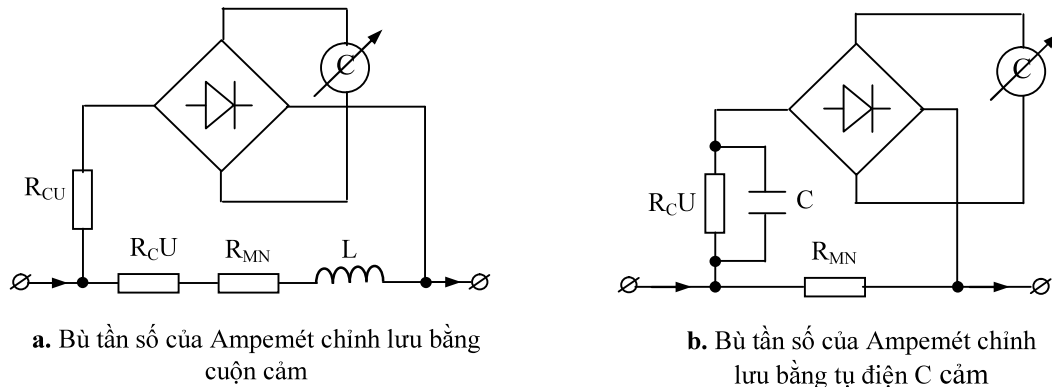
b. Mở rộng tầm đo:

- Dùng điện trở Shunt và điôt cho cơ cấu từ điện: (Ampemét chỉnh lưu)



Điốt mắc nối tiếp với cơ cấu, do đó dòng điện i_{CLTB} qua cơ cấu, dòng còn lại qua điện trở Shunt.

Nói chung các Ampemét chỉnh lưu có độ chính xác không cao do hệ số chỉnh lưu thay đổi theo nhiệt độ thay đổi theo tần số. Vì vậy cần phải bù nhiệt độ và bù tần số. Dưới đây là các sơ đồ bù tần số của các Ampemét chỉnh lưu bằng cuộn cảm và tụ điện C.



Hình 3.5: Các phương pháp bù tần số của Ampemét chỉnh lưu

Mặt khác các Ampemét từ điện chỉnh lưu được tính toán với dòng điện có dạng hình sin, hệ số hình dáng $K_{hd} = 1, 1$

$$\alpha = \frac{BSW}{Dk_{hd}} \cdot I$$

Khi đo với các dòng điện không phải hình sin sẽ gây sai số.

Ưu điểm của dụng cụ này là độ nhạy cao, tiêu thụ công suất nhỏ, có thể làm việc ở tần số $500 \div 1\text{kHz}$.

Nhược điểm: độ chính xác thấp.

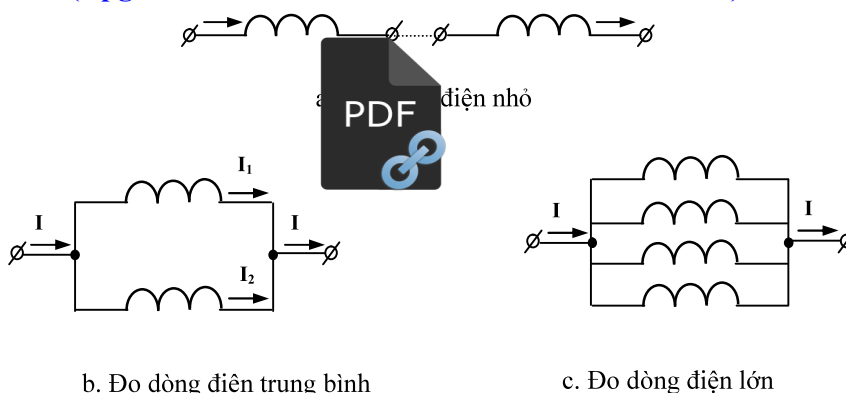
- Ampemét điện từ: là dụng cụ đo dòng điện dựa trên cơ cấu chỉ thị điện từ. Mỗi cơ cấu điện từ được chế tạo với số Ampe và số vòng nhất định.

Ví dụ:

Cuộn dây tròn có $IW = 200A$ vòng, cuộn dẹt có $IW = 100 \div 150A$ vòng do đó khi mở rộng thang đo chỉ cần thay đổi sao cho IW là hằng số, bằng cách chia đoạn dây thành nhiều

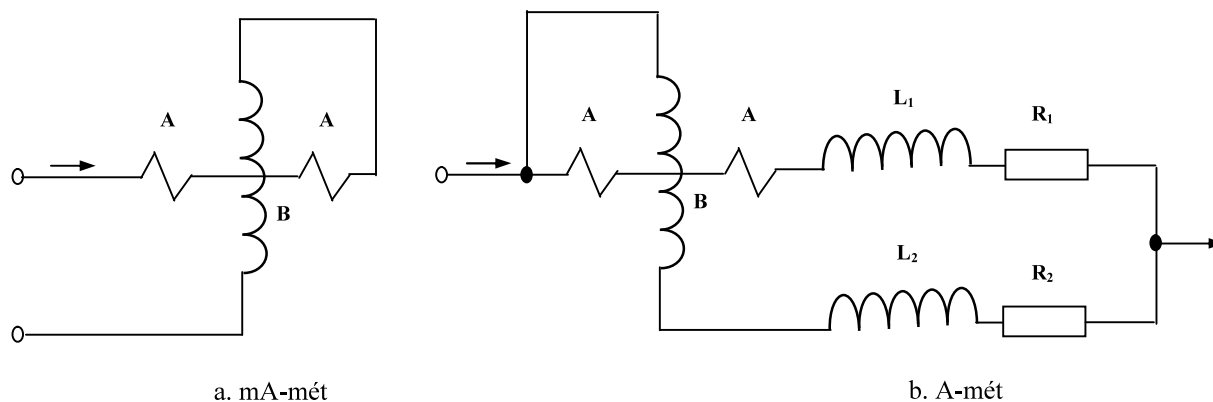
đoạn bằng nhau và thay đổi cách nối ghép các đoạn đó như hình 3.6a để đo dòng điện nhỏ, hình 3.6b. để đo dòng điện trung bình, hình 3.6c. để đo dòng điện lớn

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



Hình 3.6: Mở rộng thang đo của Ampemét điện từ

- Ampemét điện động: thường sử dụng đo dòng điện ở tần số 50Hz hoặc cao hơn ($400 \div 2000$) với độ chính xác cao (cấp 0,5 ÷ 0,2)



Hình 3.7: Sơ đồ Ampemét điện động

Tùy theo dòng điện cần đo mà cuộn dây tĩnh và cuộn dây động được mắc nối tiếp hoặc song song (hình 3.7)

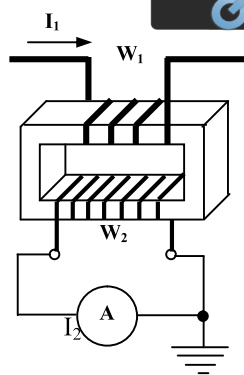
- Khi dòng điện cần đo nhỏ hơn 0,5A người ta mắc nối tiếp cuộn dây tĩnh và cuộn dây động (hình 3.7a)

- Khi dòng điện cần đo lớn hơn 0,5A cuộn dây tĩnh và cuộn dây động được ghép song song (hình 3.7b)

Ampemét điện động có độ chính xác cao nên được sử dụng làm dụng cụ mẫu. Các phần tử R, L trong sơ đồ dùng để bù sai số của cuộn cảm có dòng điện ở 2 cuộn dây trùng pha nhau. **Protected by PDF Anti-Copy Free** (Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

* Khi cần đo các dòng điện lớn để mở rộng thang đo người ta còn dùng máy biến dòng điện (BI)

* Cấu tạo của biến dòng gồm có sơ đồ như sau đây:



Hình 3.8: Sơ đồ cấu tạo BI

- Cuộn sơ cấp W_1 được mắc nối tiếp với mạch điện có dòng I_1 cần đo
- Cuộn thứ cấp W_2 mắc nối tiếp với Ampemét có dòng điện I_2 chạy qua

* Để đảm bảo an toàn cuộn thứ cấp luôn luôn được nối đất.

Cuộn thứ cấp được chế tạo với dòng điện định mức là 5A. Chẳng hạn, ta thường gặp máy biến dòng có dòng điện định mức là: 15/5A; 50/5A; 70/5A; 100/5A.... (Trừ những trường hợp đặc biệt)

Ta có tỷ số biến dòng
$$K_i = \frac{I_1}{I_2} = \frac{W_2}{W_1}$$

Tỷ số K_i bao giờ cũng được tính sẵn khi thiết kế BI nên khi trên ampemét có số đo I_2 ta dễ dàng tính ngay được I_1

$$I_1 = K_i I_2$$

Ví dụ: Biến dòng điện có dòng điện định mức là 600/5A; $W_1 = 1$ vòng.

Xác định số vòng của cuộn thứ cấp và tìm xem khi ampemét thứ cấp chỉ $I_2 = 2,85$ A thì dòng điện cuộn sơ cấp là bao nhiêu

Giải:

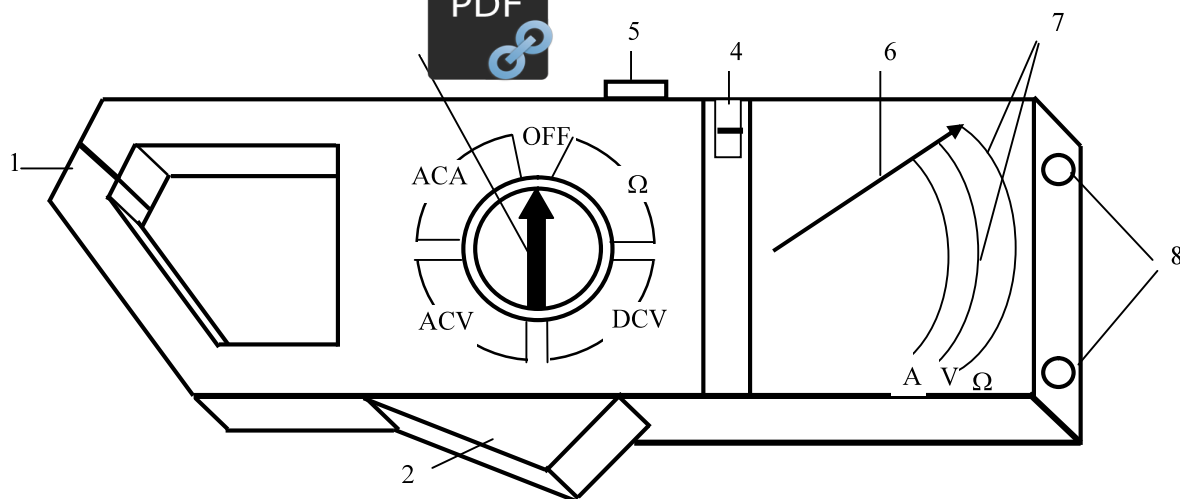
- Tỷ số biến dòng: $K_i = \frac{600}{5} = 120$

- Số vòng cuộn thứ cấp $W_2 = K_i W_1 = 120$ vòng

- Dòng điện sơ cấp $I_1 = K_i I_2 = 120 \times 2,85 = 342$ A

Ampe kìm:

Ampe kìm là một máy biến dòng có lắp sẵn một ampemét vào cuộn thứ cấp. Đường dây có dòng điện cần đo được quấn vào cuộn sơ cấp. Máy từ của Ampe kìm có thể mở ra như một chiếc kim. Khi cần đo dòng điện của một đường dây nào đó chỉ việc mở mạch từ ra và cho đường dây đó vào giữa kim rồi đóng mạch từ lại. Ampe mét gắn trên kim sẽ chỉ cho biết giá trị dòng điện cần đo.



Hình 3.9: Kết cấu ngoài của Ampe kìm

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1. Gọng kim; | 2. Chốt mở gọng kim; |
| 3. Núm xoay; | 4. Núm khóa kim; |
| 5. Núm điều chỉnh 0; | 6. Kim đo; |
| 7. Các vạch đọc; | 8. Lỗ cắm que đo |

Chức năng chính của Ampe kìm là đo dòng điện xoay chiều (đến vài trăm ampe) mà không cần phải cắt mạch điện, thường dùng để đo dòng điện trên đường dây, dòng điện qua các máy móc đang làm việc ...

Ngoài ra trên Ampe kìm còn có các thang đo ACV, DCV và thang đo điện trở.

- + Ưu điểm: gọn nhẹ, sử dụng thuận tiện, an toàn. Thường dùng để đo dòng điện trên đường dây, dòng điện chạy qua các máy móc đang vận hành mà không cần cắt mạch.
- + Nhược điểm: chịu ảnh hưởng của từ trường ngoài.

3.2. Đo điện áp:

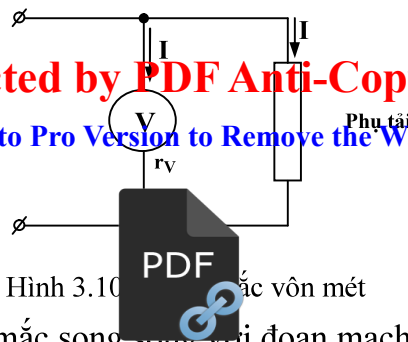
3.2.1. Dụng cụ đo và phương pháp đo:

a. Dụng cụ đo: Để đo điện áp đọc thẳng trị số ta dùng Vôn-mét.

Ký hiệu:



b. Phương pháp đo:



Hình 3.10

Ắc vôn mét

Khi đo Vônmet được mắc song song với đoạn mạch cần đo.

$$\text{Ta có: } I_V = \frac{U}{r_V} \quad (1)$$

r_V = Hằng số, biết I_V suy ra điện áp U

Dòng qua cơ cấu I_V làm quay kim một góc tỷ lệ với dòng điện I_V cũng chính tỷ lệ với điện áp cần đo U . Trên thang đo ta ghi thẳng trị số điện áp.

Từ (1) suy ra I_V gây sai số, muốn giảm sai số thì phải tăng điện trở r_V .

Mặt khác Vônmet cũng tiêu thụ một lượng công suất $P_V = \frac{U^2}{r_V} \Rightarrow r_V$ càng lớn thì P_V càng nhỏ điện áp U đo được càng chính xác.

3.2.2. Đo điện áp DC:

a. Nguyên lý đo:

Điện áp được chuyển thành dòng điện đo đi qua cơ cấu đo.

Nếu cơ cấu đo có I_{\max} và điện trở nối tiếp R thì:

$$I_{do} = \frac{V_{do}}{R + R_m} \leq I_{MAX} \quad \text{Với } R_m \text{ là điện trở trong của cơ cấu đo.}$$

Tổng trở vào Vôn kế: $Z_V = R + R_m$

Các cơ cấu từ điện, điện từ, điện động đều được dùng làm Vônmet DC. Bằng cách nối tiếp điện trở để hạn chế dòng điện qua cơ cấu chỉ thị. Riêng cơ cấu điện động cuộn dây di động và cuộn dây cố định mắc nối tiếp.

b. Mở rộng giới hạn đo:

Mỗi cơ cấu đo chỉ giới hạn đo được một giá trị nhất định. Vì vậy, để mở rộng giới hạn đo của Vônmet (Khi điện áp cần đo vượt quá giới hạn đo cho phép của Vônmet) người ta mắc thêm một điện trở phụ R_p nối tiếp với cơ cấu đo.

Ta có: $U_p = IR_p \Rightarrow I = \frac{U_p}{R_p}$

$U_v = I.r_v \Rightarrow I = \frac{U_v}{r_v}$

$\Rightarrow \frac{U_p}{R_p} = \frac{U_v}{r_v} \Rightarrow \frac{U_p}{U_v} = \frac{R_p}{r_v}$

$\Rightarrow \frac{U_p + U_v}{U_v} = \frac{R_p + r_v}{r_v}$

Vì: $U_p + U_v = U$

nên: $\frac{U}{U_v} = \frac{R_p + r_v}{r_v} = 1 + \frac{R_p}{r_v}$

Đặt $1 + \frac{R_p}{r_v} = n_u$

$\Rightarrow \frac{U}{U_v} = n_u \Rightarrow U = U_v.n_u \quad (n_u = 1 + \frac{R_p}{r_v} : \text{bội số điện trở phụ})$

Hệ số n_u cho biết khi mắc điện trở phụ thì thang đo của Vônmet được mở rộng n_u lần.

Nếu R_p rất lớn so với r_v thì thang đo càng được mở rộng.

R_p càng lớn so với r_v thì cỡ đo càng được mở rộng.

Muốn có nhiều tầm đo khác nhau ta dùng mạch đo như sau:

Đây cũng là mạch đo điện áp DC thường dùng trong đo vạn năng.

Tổng trở vào của Vônmet thay đổi theo tầm đo nghĩa là tổng trở vào càng lớn thì tầm đo điện áp càng lớn. Cho nên người ta dùng trị số độ nhạy Ω / VDC của Vônmet để xác định tổng trở vào cho mỗi tầm đo.

Ví dụ:

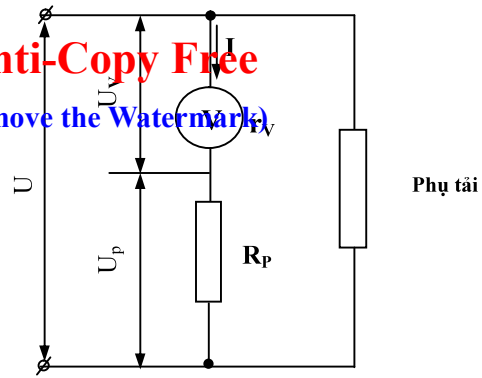
Vônmet có độ nhạy $20\text{k}\Omega / \text{VDC}$

+ Ở tầm đo 2, 5V tổng trở vào là:

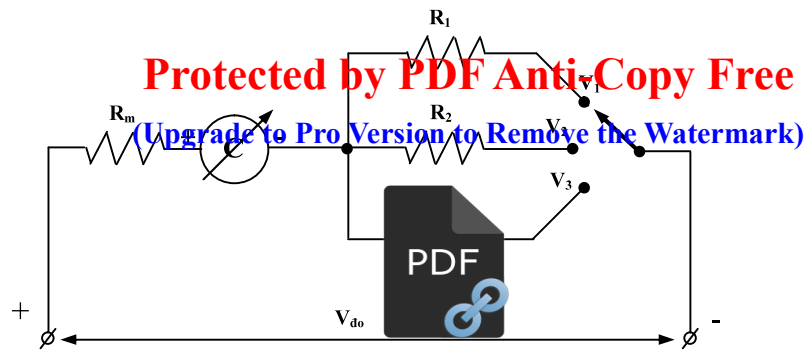
$Z_{v1} = 2, 5\text{V} * 20 \text{ k}\Omega / \text{VDC} = 50 \text{ k}\Omega$

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



Hình 3.11: dùng điện trở phụ (R_p) để mở rộng giới hạn đo cho Vônmet.



Hình 3.12: Mạch đo điện áp DC nhiều tầm đo.

+ Ở tầm đo 10V tổng trở vào là:

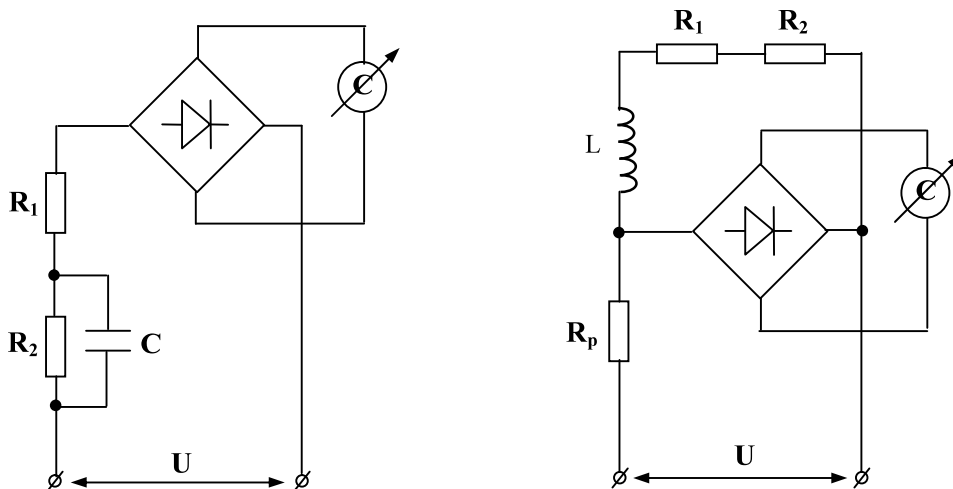
$$Z_{V2} = 10V * 20 \text{ k}\Omega / V_{DC} = 200 \text{ k}\Omega$$

3.2.3. Đo điện áp AC:

Đối với cơ cấu đo điện động, điện từ, Vônmet AC dùng những cơ cấu này phải mắc nối tiếp điện trở với cơ cấu đo như Vônmet DC. Vì hai cơ cấu này hoạt động với trị hiệu dụng của dòng xoay chiều. Riêng cơ cấu từ điện phải dùng phương pháp biến đổi như ở Ampemét tức là dùng diôt chỉnh lưu.

a. Vônmet từ điện chỉnh lưu đo điện áp xoay chiều:

Là dụng cụ được phối hợp mạch chỉnh lưu với cơ cấu đo từ điện như hình vẽ sau:



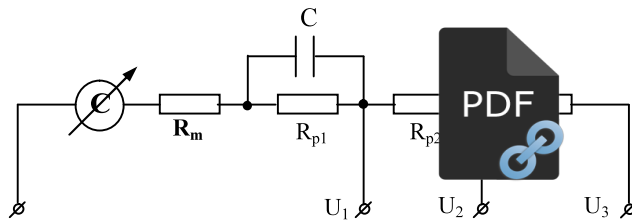
Hình 3.13: Vônmet từ điện chỉnh lưu đo điện áp xoay chiều

- R_1 : điện trở bù nhiệt độ làm bằng dây đồng.
- R_2 : điện trở manganin.
- L và C: điện cảm và điện dung bù tần số.
- R_p : là điện trở phụ.

Mở rộng thang đo ở Vôn mét từ điện chỉnh lưu cũng tương tự Vôn mét từ điện một chiều.

Protected by PDF Anti-Copy Free

b. Vôn mét điện từ: (Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



Hình 1.30: Vôn mét điện từ.

Là dụng cụ đo điện áp xoay chiều tần số công nghiệp. Cuộn dây phân tính có số vòng lớn từ 1000 ÷ 6000 vòng. Để mở rộng thang đo người ta mắc nối tiếp với cuộn dây các điện trở phụ như hình dưới đây. Tụ điện C dùng để bù tần số khi đo ở tần số cao hơn tần số công nghiệp.

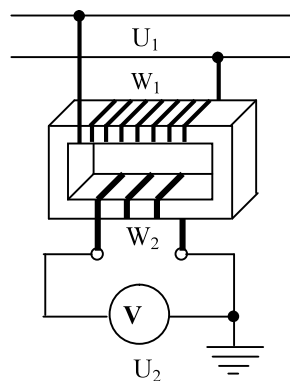
c. Vôn mét điện động:

Cấu tạo của Vôn mét điện động giống Ampemét điện động nhưng số vòng cuộn dây tĩnh lớn hơn, tiết diện dây nhỏ hơn.

Trong Vôn mét điện động cuộn dây tĩnh và cuộn dây động được mắc nối tiếp nhau. Cuộn dây tĩnh được chia thành 2 phần A_1 và A_2 hình vẽ trên.

Khi đo điện áp nhỏ hơn hoặc bằng 150V, hai đoạn A_1 và A_2 được mắc song song với nhau. Nếu điện áp $U > 150V$ các đoạn A_1 và A_2 được mắc nối tiếp nhau.

* Ngoài ra để mở rộng phạm vi đo lớn hơn (Trên 600V), người ta dùng máy biến điện áp đo lường (BU)



Hình 3.15: Máy biến điện áp

Tương tự như BI, BU dùng đo lường trong mạch điện xoay chiều điện áp cao. Cấu tạo tương tự như máy biến áp thông thường, ta có tỷ số biến áp:

$$K_U = \frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2}$$

$$\Rightarrow U_1 = K_U \cdot U_2$$

Điện áp định mức của BU luôn luôn được in ngay là 100V (trừ một số trường hợp đặc biệt) **(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)**

Chẳng hạn:

- Đối với điện áp 10kV: người dùng BU có điện áp định mức là 10000/100V
- Đối với điện áp 35kV: người dùng BU có điện áp định mức là 35000/100V

Ví dụ: Thanh góp điện áp 110 kV có đặt biến điện áp 115000/100V, bên thứ cấp mắc Vôn-mét và các dụng cụ đo. Khi Vôn-mét chỉ $U = 95V$ thì điện áp trên thanh góp là bao nhiêu?

Giải:

Ta có Tỷ số biến áp:

$$K_U = \frac{U_1}{U_2} = \frac{115000}{100} = 1150$$

Điện áp trên thanh góp chính là điện áp sơ cấp của BU, ta có:

$$U_1 = K_U \cdot U_2 = 1150 \cdot 95 = 109250V = 109,25kV$$

Vậy điện áp trên thanh góp là: 109,25kV.

3.3. Đo công suất

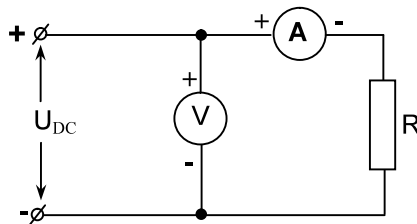
3.3.1. Đo công suất tác dụng mạch một chiều:

a. Đo công suất mạch một chiều:

- Đo gián tiếp:

Ta biết công suất mạch một chiều được tính theo công thức: $P = UI$

Nên ta đo công suất bằng cách mắc sơ đồ đo như sau:



Hình 3.16: Mạch đo công suất dùng V-mét và A-mét

+ Dùng Am-pe-mét xác định trị số dòng điện qua tải.

+ Dùng Vôn-mét xác định trị số điện áp giáng trên tải.

Từ đó ta xác định được công suất tiêu thụ trên tải theo công thức trên.

Nhược điểm:

+ Chậm có kết quả vì phải qua quá trình tính toán trung gian.

+ Cần phải có 2 dụng cụ đo.

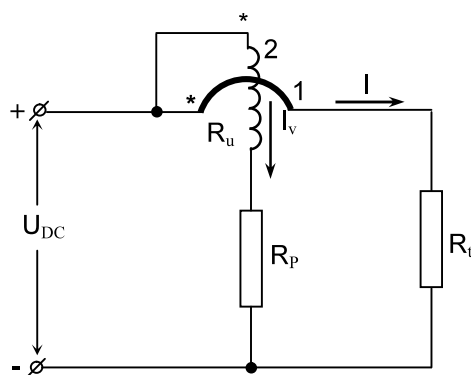
+ Sai số tương đối lớn.

[Sai số phép đo $P = \sqrt{(\text{sai số Ampemét} + \text{sai số Vônmet})^2 + (\text{sai số tính toán})^2}$].

- Đo trực tiếp:

Để đo công suất trực tiếp ta dùng dụng cụ đo là Oátmét.

Oátmét thường được chế tạo từ cuộn dây động hoặc sắt điện động. Đây là hai cơ cấu đo vừa đo được I_{AC} và I_{DC} . Oátmét gồm hai cuộn dây:



Hình 3.17: Đo công suất một chiều bằng Oatmét

+ Cuộn dây tĩnh (1) : có số vòng ít dùng dây có tiết diện lớn và được mắc nối tiếp với mạch cần đo công suất gọi là cuộn dòng.

+ Cuộn dây động (2) : được quấn nhiều vòng với tiết diện dây nhỏ, có điện trở nhỏ được mắc nối tiếp với điện trở phụ R_p và song song với mạch cần đo công suất gọi là cuộn áp.

Trên thang đo người ta ghi thẳng trị số công suất tương ứng với góc quay α .

Khi đổi chiều dòng điện của một trong hai cuộn dây mô men quay sẽ đổi chiều, do đó kim của Oátmét sẽ quay ngược lại. Tính chất đó gọi là cực tính của Oátmét.

Để tránh mắc nhầm cực tính, các đầu cuộn dây cùng nối với đầu nguồn được đánh dấu (*) hoặc (+) Cần chú ý điều này khi sử dụng Oátmét.

3.3.2. Đo công suất tác dụng mạch xoay chiều một pha, ba pha:

a. Đo công suất trong mạch điện xoay chiều 1 pha:

Với mạch điện xoay chiều, không thể dùng phương pháp Ampemét - Vônmet để xác định công suất tiêu thụ trên tải (vì tích số UI chỉ là công suất biểu kiến) mà phải dùng Oátmét để đo.

Ta biết rằng góc quay α trong trường hợp này tỉ lệ với các dòng điện I (dòng điện qua tải) và I_v (dòng điện qua cuộn động tỉ lệ với điện áp tải) qua 2 cuộn dây và góc lệch pha giữa

chúng. Vì điện cảm trong cuộn áp không đáng kể nên dòng điện I_v và U cùng pha. Vậy góc lệch pha giữa 2 dòng điện I_v và I cũng chính là góc lệch pha giữa dòng điện I và điện áp phụ tải U . Do đó, ta có:

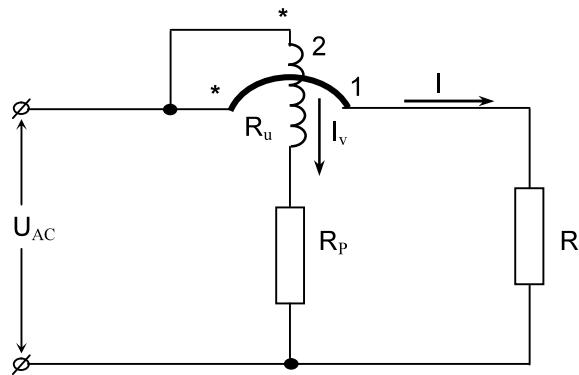
$$\alpha = \frac{K}{R_u \cdot R_p} UI \cos \varphi = \frac{K}{R_u \cdot R_p} P$$

Trong đó:

$$(K_1 = \frac{K}{R_u R_p})$$

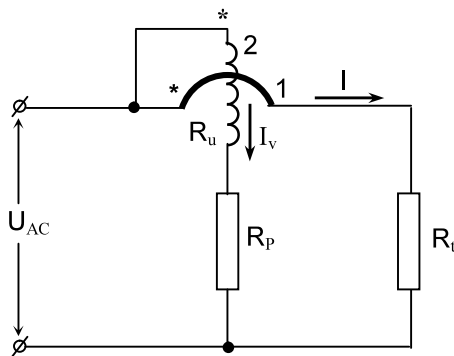
Nghĩa là góc quay của kim tỷ lệ với công suất cần đo. Do đó Oátmét kiểu điện động và sắt điện động có thể dùng để đo công suất trong các mạch điện một chiều và xoay chiều.

* Khi sử dụng Oátmét phải chú ý đến cực tính của cuộn dây. Vì khi đổi chiều dòng điện 1 trong 2 cuộn dây thì mômen quay đổi chiều dẫn đến kim của Oátmét quay ngược.

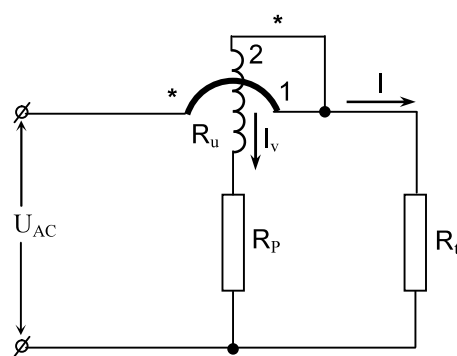


Hình 1.32: Đo công suất xoay chiều bằng Oátmét.

- Cách đấu Oátmét vào mạch: có 2 cách



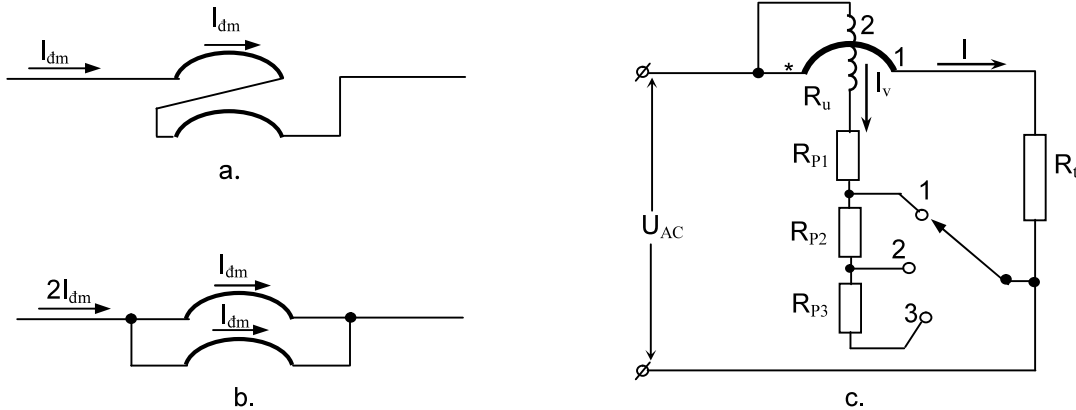
a. Cuộn điện áp mắc trước



b. Cuộn điện áp mắc sau

Hình 3.19: Hai cách nối Oátmét

- + Đầu cuộn dòng điện trong (hình 1.33 a) : dùng khi đo mạch điện có công suất nhỏ
- + Đầu cuộn dòng điện ngoài dùng khi đo mạch điện có công suất lớn.
- Thay đổi tầm đo: (Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)
- + Đối với cuộn dòng điện: người ta chia cuộn dòng (cuộn tĩnh) thành hai nửa cuộn rồi đầu nối tiếp hoặc song song lại với nhau
 - Khi đầu nối tiếp hai nửa cuộn (hình 1.34 a) : tầm đo là I_{dm} .
 - Khi đầu song song hai nửa cuộn (hình 1.34 b) : tầm đo là $2I_{dm}$



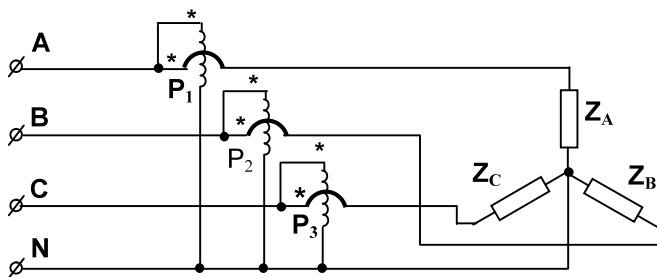
Hình 3.20: Thay đổi cỡ đo của Oátmét

+ Đối

với cuộn điện áp: dùng điện trở phụ nhiều cỡ để thay đổi tầm đo như Vôn mét, mắc nối tiếp các điện trở phụ vào cuộn động, mạch như hình 1.34 c:

c. Đo công suất mạch 3 pha:

- Mạch 3 pha 4 dây:



Hình 1.35: Sơ đồ dùng 3 Oátmét một pha đo công suất mạch ba pha

Để đo công suất ở mạch 3 pha 4 dây người ta dùng 3 Oátmét 1 pha, mỗi Oátmét mắc vào một pha, sau đó cộng các chỉ số của chúng lại với nhau:

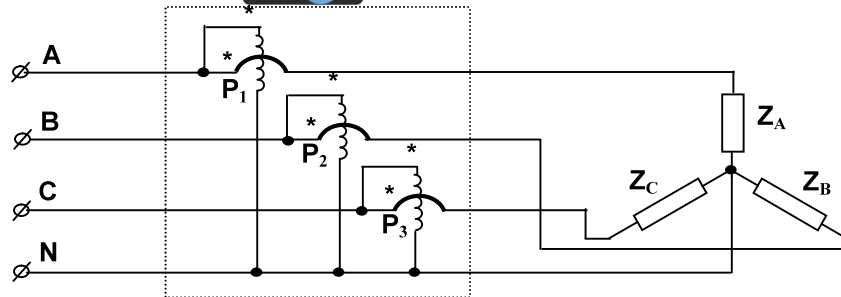
$$P_{3P} = P_1 + P_2 + P_3$$

Trong thực tế người ta chế tạo Oátmét 3 pha 3 phần tử. Nó bao gồm 3 cuộn dòng điện, tương ứng với 3 cuộn dòng điện cấp gắ trên cùng một trục quay. Mômen làm quay phần động là tổng của 3 mômen (thành phần Túc là số chỉ của Oátmét sẽ tỷ lệ với công suất 3 pha).

Phương trình đặc tính thang đo:

$$\alpha = K_3 P_{3P}$$

+ Sơ đồ mắc như sau:



Hình 3.22: Sơ đồ dùng Oátmét ba pha ba phần tử đo công suất mạch ba pha.

- Mạch 3 pha 3 dây:

Gọi dòng điện chạy trong 3 pha lần lượt là i_A , i_B , i_C ta có:

$$i_A + i_B + i_C = 0 \Rightarrow i_C = -(i_A + i_B)$$

Công suất tức thời 3 pha:

$$\begin{aligned} P_{3P} &= i_A U_A + i_B U_B + i_C U_C = i_A U_A + i_B U_B - (i_A + i_B) U_C \\ &= i_A (U_A - U_C) + i_B (U_B - U_C) = i_A U_{AC} + i_B U_{BC} \end{aligned}$$

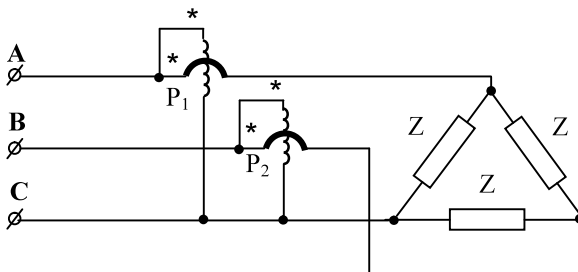
$$= P_1 + P_2$$

Như vậy công suất của mạng 3 pha 3 dây được đo 2 Oátmét một pha:

* Oátmét thứ nhất đo dòng điện pha A và điện áp U_{AC}

* Oátmét thứ hai đo dòng điện pha B và điện áp U_{BC}

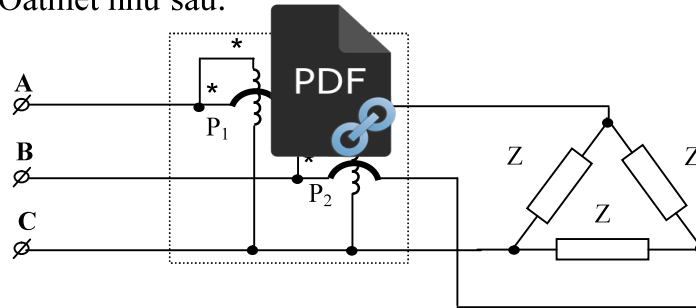
Sơ đồ mắc Oátmét như sau:



Hình 3.23: Sơ đồ dùng 2 Oátmét một pha đo công suất mạch ba pha ba dây

Trong thực tế người ta chế tạo Oátmét 3 pha 2 phần tử nối chung một trục, cách mắc dây Oátmét 3 pha như hình 3.24 để đo công suất mạch 3 pha bằng 2 Oátmét, số chỉ của Oátmét này sẽ là công suất của mạng 3 pha 3 dây.

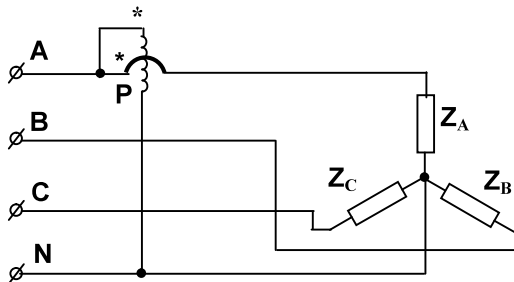
Sơ đồ mắc Oátmét như sau:



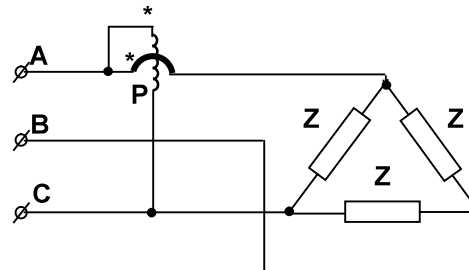
Hình 3.24: Sơ đồ dùng Oátmét ba pha hai phần tử đo công suất mạch ba pha ba dây

Trường hợp mạng 3 pha cân bằng:

Nếu trường hợp mạng 3 pha cân bằng chúng ta chỉ cần dùng một Oátmét một pha đo công suất ở một pha sau đó lấy kết quả đo được nhân với 3 (mạch 3 pha 4 dây), hoặc nhân với 2 (mạch 3 pha 3 dây)



a. Mạch 3 pha 4 dây



b. Mạch 3 pha 3 dây

Hình 3.25: sơ đồ dùng một Oátmét đo công suất mạch 3 pha đối xứng

Trường hợp đã nối đúng cực tính: mà kim của một Oátmét nào đó vẫn quay ngược thì phải đổi chiều cuộn dây điện áp của Oátmét ấy. Lúc đó công suất tác dụng của mạch 3 pha sẽ bằng hiệu số của 2 số chỉ của 2 Oátmét tức là:

$$P_{3p} = P_1 - P_2$$

Cho nên ta nói rằng công suất của mạng 3 pha bằng tổng đại số số chỉ của 2 Oátmét.

3.5. Đo điện năng:

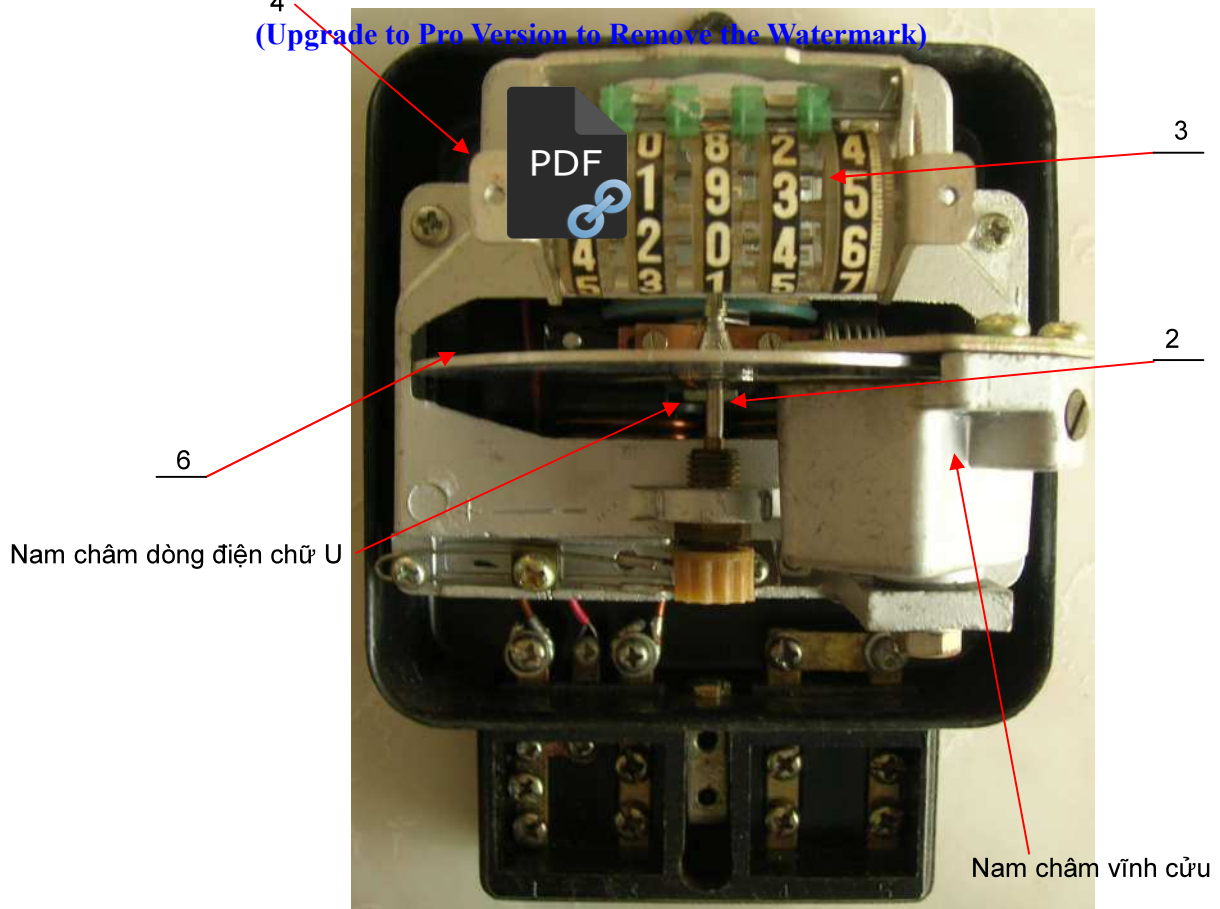
3.5.1. Công dụng:

Để đo điện năng trong mạch điện xoay chiều người ta dùng công tơ điện (còn gọi là máy đếm điện năng, điện kế hay điện năng kế) Nói cách khác: công tơ điện là loại máy đo dùng để đo lượng điện năng tiêu thụ của phụ tải. Số chỉ trên công tơ được tính bằng KWh.

3.5.2. Cấu tạo và nguyên lý làm việc của công tơ điện:

a. Cấu tạo: **Protected by PDF Anti-Copy Free**

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



Hình 3.27: công tơ 1 pha

- Phần tĩnh:

Gồm có nam châm điện chữ G, nam châm dòng điện chữ U và một nam châm vĩnh cửu làm bộ cản dũa.

+ Nam châm điện chữ G quấn dây cỡ nhỏ, số vòng nhiều, nối song song với mạch cần đo làm cuộn áp.

+ Nam châm dòng điện chữ U quấn số vòng dây ít, tiết diện dây lớn làm cuộn dòng và được mắc nối tiếp với mạch cần đo.

+ Nam châm vĩnh cửu để tạo ra mômen cản.

- Phần động:

Là một đĩa nhôm (6) tròn, ở tâm đĩa có gắn trục quay (2), một đầu trục gắn trên ổ đỡ, một đầu còn lại gắn với hệ thống bánh xe răng (3) có cấu tạo đặc biệt theo tỷ lệ để đếm số vòng quay của đĩa nhôm thể hiện trên bánh xe của trục số (4)

b. Nguyên lý làm việc:

Công tơ điện làm việc theo nguyên lý cảm ứng điện từ:

Khi có dòng điện xoay chiều đi qua cuộn dây sẽ sinh ra từ thông Φ_1 biến thiên qua đĩa nhôm do đó trong đĩa nhôm sẽ xuất hiện dòng điện xoáy i_i . Tương tự như vậy, ở cuộn dây áp dòng xoay chiều sinh ra từ thông Φ_2 biến thiên do đó sinh ra dòng điện i_u ngược chiều với i_i các dòng i_i và i_u tác dụng với Φ_1 và Φ_2 tạo thành mômen quay làm đĩa nhôm quay.

$$M_q = K_1 P$$

Do đĩa nhôm lại nằm trong từ trường của nam châm vĩnh cửu nên khi đĩa nhôm quay thì trong đĩa lại xuất hiện dòng cảm ứng i_c . Sự tương tác giữa i_c và từ trường của nam châm vĩnh cửu sẽ sinh ra mômen hãm, ngược chiều với mômen quay (do đó nam châm vĩnh cửu còn được gọi là nam châm hãm)

$$M_c = K_2 \cdot n \quad (n \text{ là tốc độ quay của đĩa nhôm})$$

Khi $M_q = M_c$ thì đĩa nhôm quay đều

$$M_q = M_c \Rightarrow K_1 P = K_2 n$$

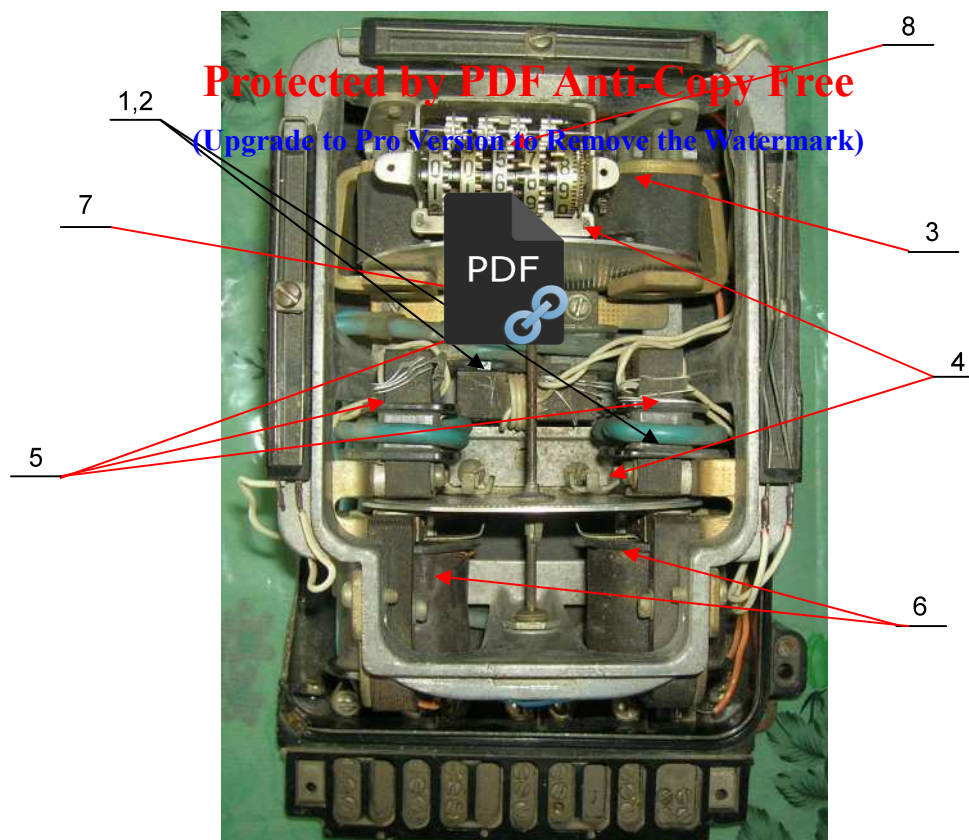
$$\Rightarrow n = P \frac{K_1}{K_2} = K_3 P$$

$$(K_3 = \frac{K_1}{K_2})$$

Như vậy tốc độ quay của đĩa nhôm tỷ lệ với công suất P của mạch cần đo (công suất qua công tơ điện)

* Để đo điện năng trong mạch xoay chiều 3 pha, có thể dùng 2 công tơ 1 pha với cách mắc dây tương tự như khi đo công suất 3 pha bằng 2 Oátmét. Cũng có thể dùng công tơ 3 pha để đo điện năng trong mạch xoay chiều 3 pha.

* Công tơ 3 pha gồm 2 cơ cấu công tơ 1 pha nối trên cùng một trục quay như hình 3.28:



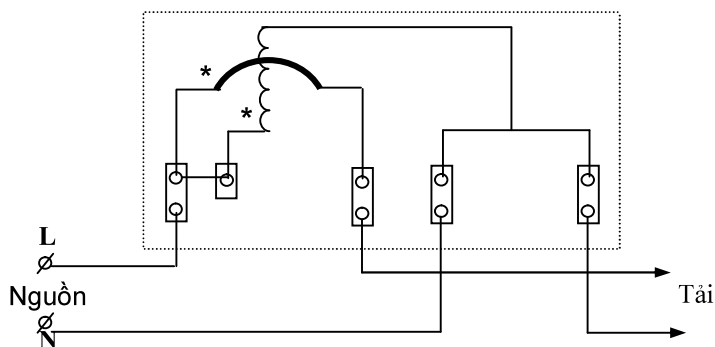
Hình 3.28: công tơ ba pha

- 1,2: Nam châm điện xoay chiều
- 3: Nam châm vĩnh cửu (nam châm hãm)
- 4: Đĩa nhôm
- 5: Cuộn dây dòng điện
- 6: Cuộn dây điện áp
- 7: Trục quay
- 8: Hệ thống đếm số vòng quay

3.5.3. Cách mắc công tơ vào mạch cần đo:

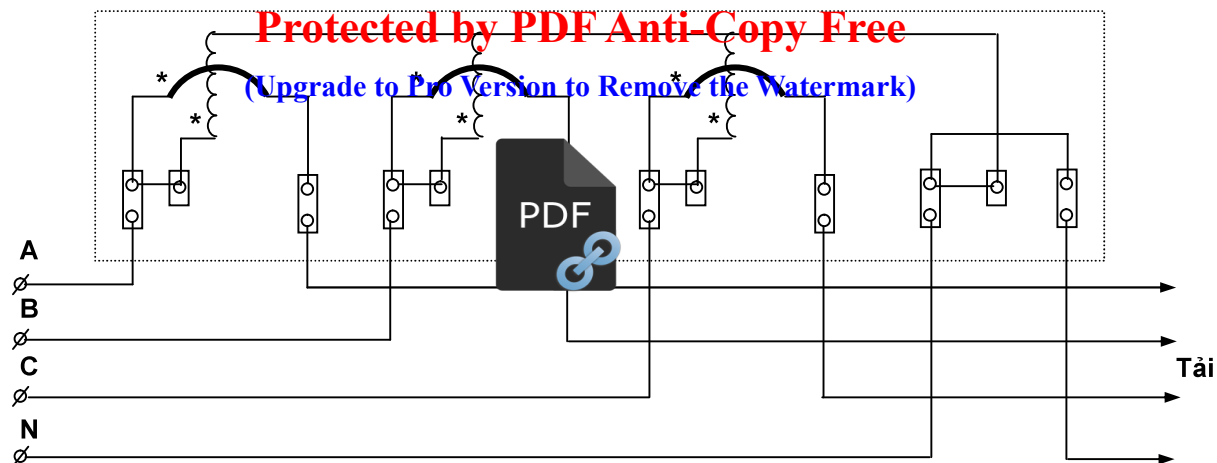
Đối với công tơ 1 pha hay 3 pha đều có cực tính của các cuộn dòng và áp được đánh bằng dấu (*), do đó khi mắc dây cần chú ý đấu đúng đầu cực tính.

- Sơ đồ đấu dây công tơ 1 pha: (Hình 3.26)



Hình 3.29: Sơ đồ đấu dây công tơ 1 pha

- Sơ đồ đấu dây công tơ 3 pha 3 phần tử (Hình 3.27)



Hình 3.30: Sơ đồ đấu dây công tơ 3 pha 3 phần tử

- Kí hiệu qui ước: công tơ điện một pha đưa ra 4 đầu dây được đánh số lần lượt từ trái qua phải là 1, 2, 3, 4 hay 1S, 2S, 3L, 4L

- Các đầu 1, 2 hay 1S, 2S được nối với nguồn.
- Các đầu 3, 4 hay 3L, 4L được nối với tải tiêu thụ.

3.5.4. Cách chọn công tơ hợp lý:

- Trên công tơ điện nhà sản xuất sẽ cho các giá trị:
- Điện áp định mức: U_{dm} là giá trị điện áp cho phép công tơ làm việc. Công tơ 1 pha thường có điện áp định mức là 220V hoặc 110V; Công tơ 3 pha thường có điện áp định mức là: 3 pha 380V hoặc 3 pha 220V.
- Dòng điện định mức: I_{dm} là giá trị dòng điện làm việc của công tơ. Nhà sản xuất thường cho giá trị dòng điện làm việc bình thường (định mức) và dòng điện tối đa (cực đại) mà công tơ có thể làm việc được dưới dạng $I_{dm} (I_{max})$
- Hằng số công tơ: cho biết số vòng quay của công tơ trên mỗi KWh điện năng tiêu thụ. Thông thường có các hằng số sau: 450 Rev/KWh; 600 Rev/KWh; 900 Rev/KWh; 1200 Rev/KWh ...
- Ngoài ra trên nhãn còn có các thông số khác như: tần số; số hiệu sản phẩm; năm sản xuất ...
- Quan sát các ký hiệu trên mặt công tơ để chọn công tơ thích hợp với mạch cần đo: điện áp, dòng điện định mức, hằng số công tơ, cấp chính xác v.v...

Khi chọn công tơ, ngoài việc chọn điện áp của công tơ thích hợp với điện áp mạch cần đo, ta cần phải chọn dòng điện định mức của công tơ thích hợp với dòng điện mạch đo. Muốn vậy ta phải tính cường độ dòng điện tối đa của tất cả các đồ dùng điện trong nhà, xem như tất cả đồ dùng điện này được sử dụng cùng một lúc.

3.5.5. Đo kiểm công tơ:

Do cấu tạo công tơ cuộn dòng điện - dây (tính từ cuộn dây và cuộn điện áp dây nhỏ nhiều vòng hơn) nên khi dùng Ohm kế để đo kiểm sẽ được kết quả $R_{\text{DÒNG}} \ll R_{\text{ÁP}}$. Chú ý: Muốn phép đo được chính xác; khi đo phải hở cầu nối tại điểm số 2 trên sơ đồ.

3.5.6. Kiểm tra sơ bộ tốc độ quay của công tơ:

Tốc độ quay của công tơ phụ thuộc vào:

- + Độ lớn của tải: tải càng lớn tốc độ quay càng nhanh.
- + Hằng số đếm của công tơ: hằng số này càng cao tốc độ quay sẽ càng nhanh. Đây là tham số cơ bản để cân chỉnh hoặc kiểm tra độ chính xác của công tơ.

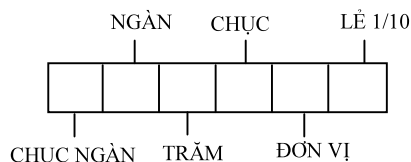
Ví dụ:

Công tơ điện loại 220V; 10 (30) A; 600Rev/ KWh. Kiểm tra công tơ bằng bóng đèn 220V – 100W thì thấy:

- Giả sử điện áp nguồn đóng là 220V và công suất của đèn đóng 100W không sai số.
- Do công suất của đèn là 100W nên phải sử dụng 10 h thì lượng điện năng tiêu thụ mới là 1KWh. Nghĩa là lúc đó đồng hồ quay được 600 vòng.
- Như vậy trong 1 giờ công tơ sẽ quay được $600/10 = 60$ vòng hay là mỗi phút công tơ sẽ quay 1 vòng.

3.5.7. Đọc chỉ số và tính điện năng tiêu thụ:

Khi công tơ làm việc lượng điện năng tiêu thụ sẽ được hiển thị trên mặt số, đơn vị tính là KWh. Người dùng chỉ việc đọc giá trị này theo qui ước từ trái sang phải



Tính điện năng tiêu thụ của một tháng $A_{\text{tháng}} = \text{chỉ số mới} - \text{chỉ số cũ}$

CHƯƠNG 5: MÁY BIẾN ÁP

Protected by PDF Anti-Copy Free

1. Các khái niệm cơ bản về máy điện

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

1.1 Định nghĩa

Máy điện là thiết bị điện từ, nguyên lý hoạt động dựa vào hiện tượng cảm ứng điện từ. Máy điện dùng để biến đổi dạng năng lượng cơ năng thành điện năng (máy phát điện) hoặc ngược lại biến đổi điện năng thành cơ năng (động cơ điện), hoặc dùng để biến đổi thông số điện năng như biến đổi điện áp, dòng điện (máy biến áp, máy biến dòng), tần số (máy biến tần)

1.2 Phân loại

Máy điện có nhiều loại và có nhiều cách phân loại khác nhau, ví dụ phân loại theo công suất, theo cấu tạo, theo chức năng, theo loại dòng điện, theo nguyên lý làm việc v.v.

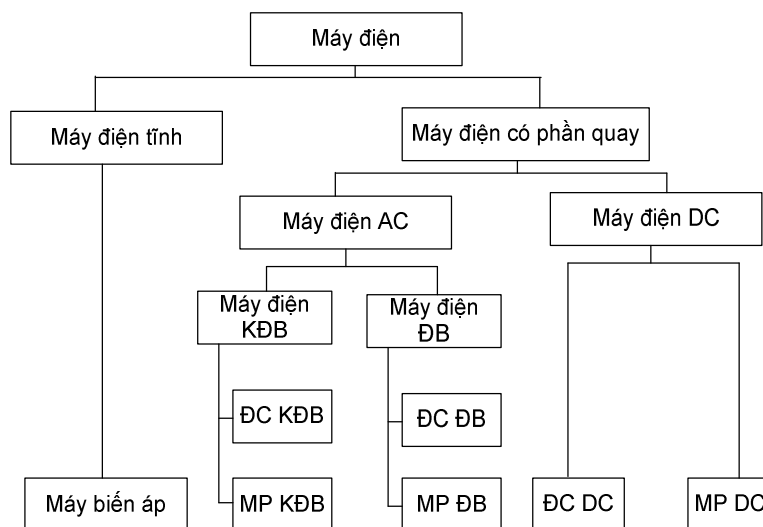
Trong nội dung môn học chúng ta phân loại dựa theo nguyên lý biến đổi năng lượng như sau:

a. Máy điện tĩnh

Máy điện tĩnh là máy điện làm việc dựa vào hiện tượng cảm ứng điện từ do sự biến thiên từ thông giữa các cuộn dây khụng có sự chuyển động tương đối với nhau.

b. Máy điện có phần quay

Nguyên lý làm việc dựa vào hiện tượng cảm ứng điện từ, lực điện từ, do từ trường và dòng điện của các cuộn dây có chuyển động tương đối với nhau.



2. Định nghĩa, công dụng và cấu tạo MBA

2.1. Định nghĩa và các đại lượng định mức

a. Định nghĩa

Máy biến áp là thiết bị điện từ làm việc theo nguyên tắc cảm ứng điện từ, dùng để biến đổi hệ thống điện xoay chiều (U_1, I_1, f) thành (U_2, I_2, f)
Đầu vào của máy biến áp nối với nguồn điện gọi là sơ cấp. Đầu ra nối với tải gọi là thứ cấp.

b. Các đại lượng định mức

- Điện áp định mức

Điện áp sơ cấp định mức ký hiệu U_{1dm} là điện áp đó quy định cho dây quấn sơ cấp. Điện áp thứ cấp định mức ký hiệu U_{2dm} là điện áp giữa các cực của dây quấn thứ cấp, khi dây quấn thứ cấp hở mạch và điện áp đặt vào dây quấn sơ cấp là định mức.

Với máy biến áp ba pha điện áp định mức là điện áp dây

- Dòng điện định mức

Dòng điện định mức là dòng điện đó quy định cho mỗi dây quấn của máy biến áp, ứng với công suất định mức và điện áp định mức.

Đối với máy biến áp ba pha, dòng điện định mức là dòng điện dây.

Dòng điện sơ cấp định mức ký hiệu I_{1dm} , dòng điện thứ cấp định mức ký hiệu I_{2dm}

- Công suất định mức

Công suất định mức của máy biến áp là công suất biểu kiến thứ cấp ở chế độ làm việc định mức.

Công suất định mức ký hiệu là S_{dm} , đơn vị là KVA.

2.2. Cấu tạo máy biến áp

Gồm hai bộ phận chính: lõi thép và dây quấn

a. Lõi thép máy biến áp

Dùng để dẫn từ thông chính của máy, được chế tạo từ vật liệu dẫn từ tốt, thường là thép kỹ thuật điện mỏng ghép lại.

Để giảm dòng điện xoáy trong lõi thép, người ta dựng lõi thép kỹ thuật điện, hai mặt có sơn cách điện ghép lại với nhau thành lõi thép.

b. Dây quấn máy biến áp

Được chế tạo bằng dây đồng hoặc nhôm có tiết diện tròn hoặc chữ nhật, bên ngoài dây dẫn có bọc cách điện.

3. Nguyên lý làm việc của MBA

Khi ta nối dây quấn sơ cấp vào nguồn xoay chiều điện áp U_1 sẽ có dòng điện sơ cấp I_1 .

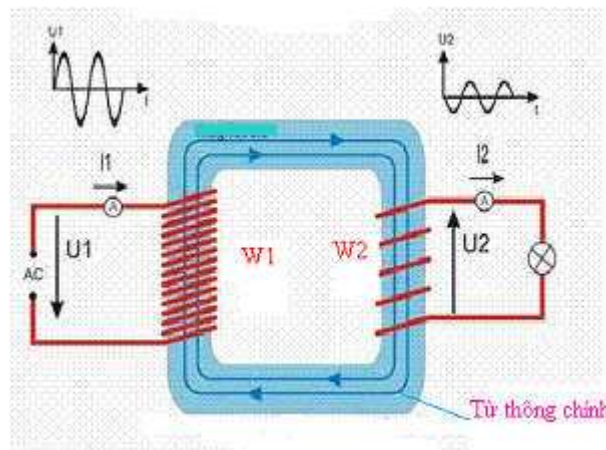
Dòng điện I_1 sinh ra từ thông Φ biến thiên chạy trong lõi thép. Từ thông này móc vòng đồng thời với cả hai dây quấn sơ cấp và thứ cấp được gọi là từ thông chính.

Theo định luật cảm ứng điện từ:

$$e_1 = - W_1 d\Phi/dt$$

$$e_2 = - W_2 d\Phi/dt$$

W_1, W_2 là số vòng dây quấn sơ cấp và thứ cấp.



Khi máy biến áp có tải, dưới tác động của sức điện động e_2 , có dòng điện thứ cấp I_2 cung cấp điện cho tải. Từ thông Φ biến thiên hình sin $\Phi = \Phi_{\max} \sin \omega t$

Ta có:

$$e_1 = - W_1 d\Phi/dt = 4,44 f W_1 \sqrt{2} \Phi_{\max} \sin(\omega t - \pi/2)$$

$$e_2 = - W_2 d\Phi/dt = 4,44 f W_2 \sqrt{2} \Phi_{\max} \sin(\omega t - \pi/2)$$

trong đó $E_1 = 4,44 f W_1 \Phi_{\max}$, $E_2 = 4,44 f W_2 \Phi_{\max}$

$k = E_1 / E_2 = W_1 / W_2$, k được gọi là hệ số biến áp.

Bỏ qua điện trở dây quấn và từ thông tản ra ngoài không khí ta có:

$$U_1 / U_2 \approx E_1 / E_2 = W_1 / W_2 = k$$

Bỏ qua mọi tổn hao trong máy biến áp, ta có:

$$U_2 I_2 \approx U_1 I_1 \Rightarrow U_1 / U_2 \approx I_2 / I_1 = W_1 / W_2 = k$$

4. Tổn hao công suất và hiệu suất MBA

- Tổn hao trên điện trở dây quấn sơ cấp gọi là tổn hao đồng

$$\Delta P_d = \Delta P_{d1} + \Delta P_{d2} = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 = k_t^2 P_n$$

trong đó P_n là công suất đo được trong thí nghiệm ngắn mạch.

- Tổn hao sắt từ ΔP_{st} trong lõi thép do dòng điện xoáy và từ trễ gây ra. Tổn hao sắt từ bằng công suất đo khi thí nghiệm không tải. $\Delta P_{st} = P_0$

Hiệu suất máy biến áp:

$$\eta = P_2 / P_1 = P_2 / (P_2 + \Delta P_{st} + \Delta P_d) = k_t S_{dm} \cos \varphi_t / (k_t S_{dm} \cos \varphi_t + P_0 + k_t^2 P_n)$$

$$P_2 = S_2 \cos \varphi_t = k_t S_{dm} \cos \varphi_t$$

Nếu $\cos \varphi_t$ không đổi, hiệu suất cực đại khi $\partial \eta / \partial k_t = 0 \Rightarrow k_t^2 P_n = P_0$

Hệ số tải ứng với hiệu suất cực đại:

$$k_t = \sqrt{\frac{P_0}{P_n}}$$

Đối với máy biến áp công suất trung bình và lớn, hiệu suất cực đại khi hệ số tải

$$k_t = 0.5 \div 0.7$$

5. Các MBA đặc biệt

5.1 MBA tự ngẫu

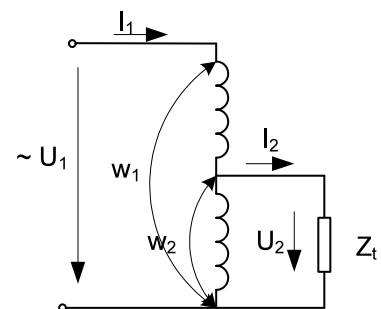
Biến áp tự ngẫu còn được gọi là máy tự biến áp. Máy biến áp tự ngẫu một pha thường có công suất nhỏ, được dùng trong các phòng thí nghiệm và trong các thiết bị để làm nguồn có khả năng điều chỉnh được điện áp đầu ra theo yêu cầu.

Máy biến áp tự ngẫu một pha gồm có dây quấn thấp áp (số vòng dây W_2) là một phần của dây quấn cao áp (số vòng dây W_1)

Ta có: $U_1 / U_2 = W_1 / W_2$. Hay $U_2 = U_1 W_1 / W_2$

Ta thay đổi vị trí tiếp điểm trượt a, sẽ thay đổi được điện áp U_2 .

Máy tự biến áp có tiết diện lõi thép bé hơn máy biến áp thông thường nhưng vẫn đảm bảo đủ



công suất. Máy tự biến áp trong đó cuộn thấp áp là một phần cuộn cao áp cho nên tiết kiệm được dây dẫn và giảm được tổn hao. Máy tự biến áp có nhược điểm là mức độ an toàn điện không cao

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

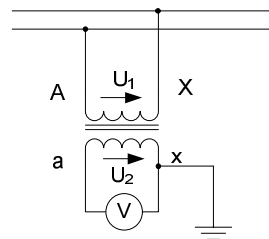
5.2 MBA đo lường

a, Máy biến điện áp

Dùng biến đổi điện áp xoay chiều cao xuống điện áp thấp để đo lường bằng các dụng cụ thông thường.

Số vòng dây cuộn thứ cấp phải ít hơn số vòng dây cuộn sơ cấp. Tiết diện dây quấn sơ cấp nhỏ hơn tiết diện dây quấn thứ cấp.

Trong khi làm việc, không được để cho máy biến điện áp ngắn mạch ở thứ cấp

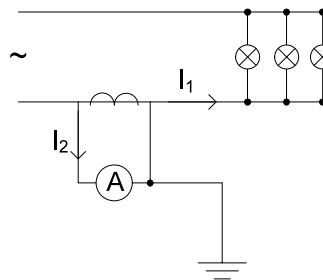


b, Máy biến dòng điện

Dùng biến đổi dòng điện xoay chiều lớn xuống dòng điện nhỏ để đo lường và một số mục đích khác.

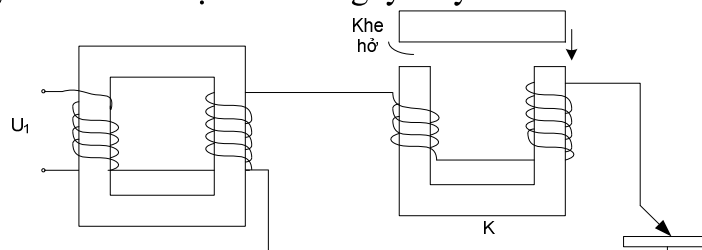
Vì dòng điện thứ cấp nhỏ hơn dòng điện sơ cấp nên số vòng dây thứ cấp nhiều hơn số vòng dây sơ cấp. Tiết diện dây quấn thứ cấp nhỏ hơn tiết diện dây sơ cấp

Đối với máy biến dòng không được để hở mạch ở thứ cấp



5.3 Máy biến áp hàn hồ quang

Là loại máy biến áp đặc biệt dùng để hàn bằng phương pháp hồ quang điện. Người ta chế tạo MBA hàn có điện kháng tản lớn, và thêm cuộn điện kháng ngoài để cho dòng điện hàn không vượt quá 2 đến 3 lần dòng điện định mức. Vì thế đường đặc tính ngoài của máy rất dốc, phù hợp với yêu cầu hàn điện. Sơ đồ nguyên lý của MBA hàn:



Cuộn dây sơ cấp nối với nguồn điện, còn cuộn thứ cấp một đầu nối với cuộn điện kháng và que hàn, còn đầu kia nối với kim loại hàn. Khi dí que hàn vào tấm kim loại, sẽ có dòng điện lớn chạy qua làm nóng chỗ tiếp xúc. Khi nhấc que hàn cách tấm kim loại một khoảng nhỏ, vì cường độ điện trường lớn làm khoảng ion hóa chất khí, sinh hồ quang và tỏa ra nhiệt lượng lớn làm nóng chảy chỗ hàn. Muốn điều chỉnh dòng điện hàn, có thể thay đổi số vòng dây quấn thứ cấp của MBA hoặc thay đổi điện kháng cuộn K, bằng cách thay đổi khe hở không khí của lõi thép. Chế độ làm việc của MBA hàn là ngắn mạch ngắn hạn thứ cấp. Điện áp thứ cấp định mức MBA hàn là 60 đến 70V

CHƯƠNG 6: ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Protected by PDF Anti-Copy Free

1. Cấu tạo động cơ không đồng bộ 3 pha

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

1.1. Cấu tạo phần tĩnh

Gồm vỏ máy, lõi sắt và dây quấn



a. Vỏ máy

Thường làm bằng gang. Đối với máy có công suất lớn (1000 Kw), thường dùng thép tấm hàn lại thành vỏ. Vỏ máy có tác dụng cố định lại và khung dựng để dẫn từ.

b. Lõi sắt

Được làm bằng các vát thép kỹ thuật điện dày 0.35mm đến 0.5mm ghép lại. Lõi sắt là phần dẫn từ. Vì từ trường đi qua lõi sắt là từ trường xoay chiều, nhằm làm giảm tổn hao do dòng điện xoáy gây nên, mỗi vát thép kỹ thuật điện đều có phủ lớp sơn cách điện. Dây quấn stato gồm có ba cuộn dây đặt lệch nhau 120° điện.

1.2. Cấu tạo phần quay

a. Trục

Làm bằng thép, dùng để đỡ lõi sắt Rôto. Mặt trong của lõi thép có xẻ rãnh để đặt dây quấn.

b. Dây quấn

Dây quấn được đặt vào các rãnh của lõi sắt và cách điện.

c. Lõi sắt

Gồm các lá thép kỹ thuật điện giống như ở phần stato. Lõi sắt được ép trực tiếp lên trục. Bên ngoài lõi sắt có xẻ rãnh để đặt dây quấn.

d. Dây quấn Rôto

Gồm hai loại: Loại Rôto dây quấn và loại Rôto lồng sóc

+Loại Rôto dây quấn: Dây quấn Rôto giống dây quấn ở Stato và có số cực bằng số đôi cực Stato. Các động cơ công suất trung bình trở lớn thường dùng dây quấn kiểu súng hai lớp để giảm được những đầu dây nối và kết cấu dây quấn Rôto chặt chẽ hơn. Các động cơ công suất nhỏ thường dùng dây quấn đồng tâm một lớp. Dây quấn ba pha của Rôto thường đấu hình sao (Y) Ba đầu kia nối vào ba vũng trượt bằng đồng đặt cố định ở đầu trục. Thông qua

chổi than và vũng trượt, đưa điện trở phụ vào mạch Rôto nhằm cải thiện tính năng mở máy và điều chỉnh tốc độ.

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

+Loại Rôto lồng sóc: Loại dây quấn này khác với dây quấn Stato là mỗi rãnh của lõi sắt được đặt một thanh dẫn bằng đồng hoặc nhôm và được nối tắt lại ở hai đầu bằng hai vòng ngắn mạch bằng đồng hoặc nhôm làm thành một cái lồng, người ta gọi đó là lồng sóc.

1.3. Khe hở

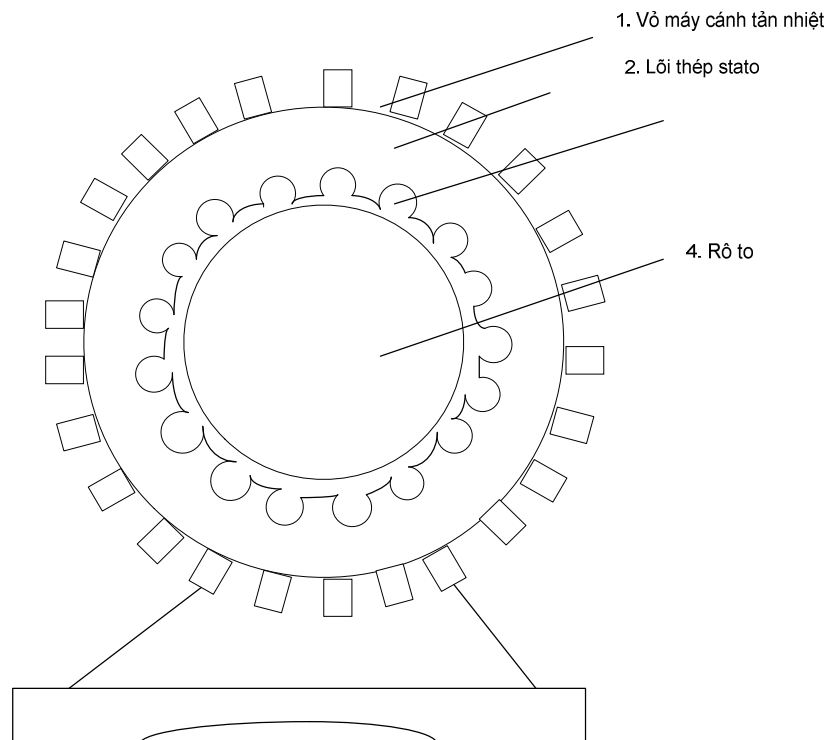
Khe hở trong động cơ không đồng bộ rất nhỏ ($0.2\text{mm} \div 1\text{mm}$) Do đó Rôto là một khối tròn nên Rôto rất đều.

Đặc điểm

- Cấu tạo đơn giản
- Đầu trực tiếp vào lưới điện xoay chiều ba pha
- Tốc độ quay của Rôto nhỏ hơn tốc độ từ trường quay của Stato $n < n_1$

Trong đó: n là tốc độ quay của Rôto

n_1 là tốc độ quay của từ trường quay Stato (Tốc độ đồng bộ)



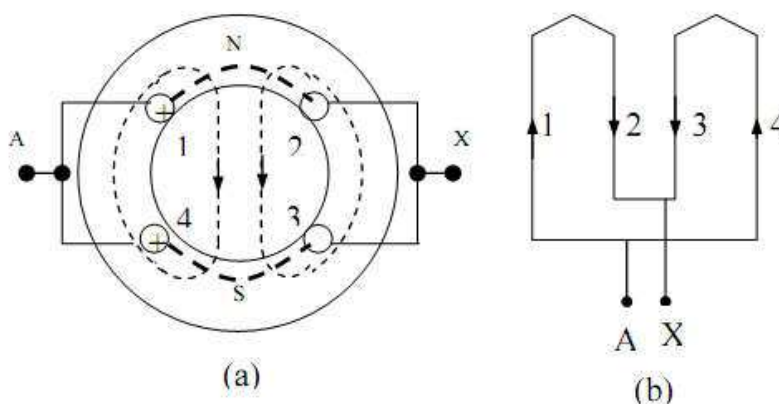
Hình 5.1 Cấu tạo động cơ không đồng bộ

2. Từ trường quay

2.1 Từ trường đập mạch của dây quấn 1 pha

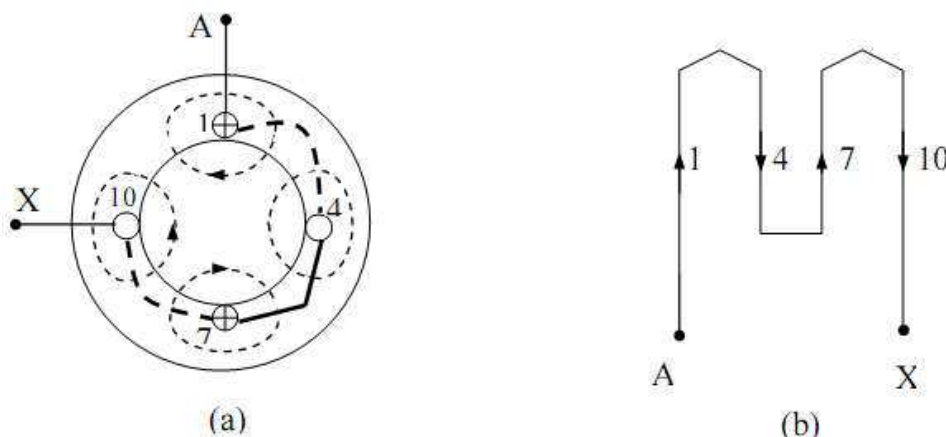
Từ trường của dây quấn một pha là từ trường có phương không đổi, song trị số và chiều biến đổi theo thời gian, được gọi là từ trường đập mạch.

Xét dây quấn một pha AX đặt trong rãnh của stato (hình 7.5a,b). Cho dòng điện hình sin $i_A = I_m \sin \omega t$ chạy qua dây quấn. Giả thiết chiều dòng điện trong các dây dẫn được vẽ trên hình 7.5a,b. Căn cứ vào chiều dòng điện, vẽ chiều từ trường theo quy tắc vặn nút chai. Dây quấn hình 7.5a tạo thành từ trường một đôi cực.



Hình 5.2

Trường hợp đấu dây quấn như trên hình 7.6, ta sẽ được một từ trường đập mạch 4 cực. Chú ý rằng trên hình 7.5 dây quấn được chia làm hai nhóm nối song song, còn trên hình 7.6 dây quấn được mắc nối tiếp.



Hình 5.3

2.2 Từ trường quay của dây quấn 3 pha

1. Sự hình thành từ trường quay

Xét máy điện ba pha đơn giản, trên stato có 6 rãnh (hình 7.7). Trong đó người ta đặt dây quấn ba pha đối xứng AX, BY, CZ. Trục của các dây quấn ba pha lệch nhau trong không gian một góc 120° .

Giả thiết rằng trong ba dây quấn đó dòng điện ba pha đối xứng thứ tự thuận chạy qua:

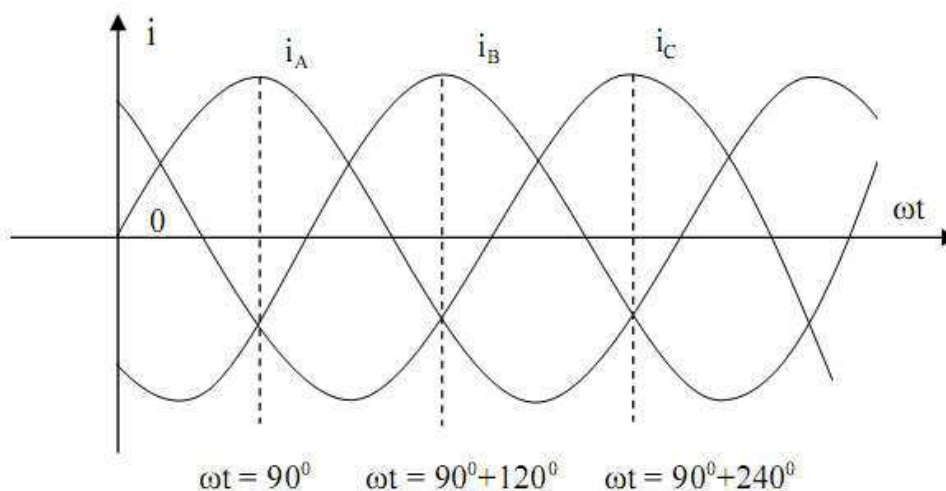
$$\left. \begin{aligned} i_A &= I_m \sin \omega t \\ i_B &= I_m \sin(\omega t - 120^\circ) \\ i_C &= I_m \sin(\omega t - 240^\circ) \end{aligned} \right\} \quad (7.1)$$

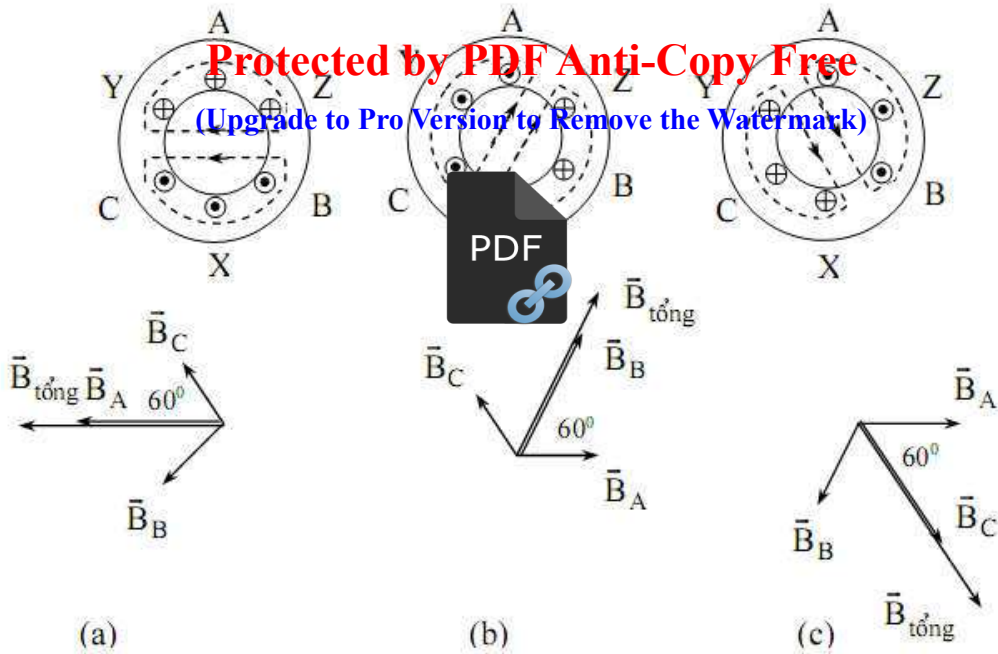
Lúc đó từ cảm $\vec{B}_A, \vec{B}_B, \vec{B}_C$ do các dòng điện i_A, i_B, i_C tạo ra riêng rẽ là các từ cảm đập mạch có phương lần lượt trùng với trục các pha A, B, C còn chiều cho bởi qui tắc vắn nút chai và độ lớn tỉ lệ lần lượt với i_A, i_B, i_C . Từ cảm do cả ba dòng điện tạo ra là tổng vectơ:

$$\vec{B} = \vec{B}_A + \vec{B}_B + \vec{B}_C \quad (7.2)$$

Ta xét \vec{B} tại các thời điểm khác nhau:

a) Xét thời điểm $\omega t = 90^\circ$ (hình 7.7a)





Hình 7.7 Từ trường quay hai cực của dây quấn ba pha

Ở thời điểm này, dòng điện pha A cực đại và dương ($i_A = I_m$), nên \vec{B}_A cũng cực đại và hướng theo chiều dương của trục pha A ($B_A = B_m$). Đồng thời các dòng điện pha B và C âm ($i_B = i_C = -I_m/2$) nên \vec{B}_B và \vec{B}_C hướng theo chiều âm của trục pha B và C, và có độ dài $B_m/2$. Từ cảm tổng \vec{B} hướng theo chiều dương của trục pha A và có độ dài $(3/2)B_m$.

β) Xét thời điểm $\omega t = 90^\circ + 120^\circ$ (hình 7.7b)

Lúc này là thời điểm sau thời điểm đã xét ở trên một phần ba chu kỳ. Ở thời điểm này, dòng điện pha B cực đại và dương, các dòng điện pha A và C âm. Lý luận tương tự, ta thấy từ trường tổng \vec{B} hướng theo chiều dương của trục pha B, có độ dài $(3/2)B_m$ và đã quay đi một góc 120° so với thời điểm $\omega t = 90^\circ$.

γ) Xét thời điểm $\omega t = 90^\circ + 240^\circ$ (hình 7.7c)

Lúc này là thời điểm sau thời điểm đầu hai phần ba chu kỳ. Ở thời điểm này, dòng điện pha C cực đại và dương, các dòng điện pha A và B âm. Lý luận tương tự, ta thấy từ trường tổng \vec{B} hướng theo chiều dương của trục pha C, có độ dài $(3/2)B_m$ và đã quay đi một góc 240° so với thời điểm $\omega t = 90^\circ$.

Qua phân tích trên ta thấy, từ trường tổng của hệ thống dòng điện hình sin ba pha đối xứng chạy qua dây quấn ba pha là từ trường quay tròn có biên độ bằng $3/2$ từ trường cực đại của một pha. Từ trường quay móc vòng với cả hai dây quấn stato và rôto là từ trường chính của máy điện, nó tham gia vào quá trình biến đổi năng lượng.

Với cách cấu tạo dây quấn hình 7.7, ta có từ trường quay một đôi cực. Nếu thay đổi cách cấu tạo dây quấn từ trường quay 2, 3, ... đôi cực.

2. Đặc điểm từ trường quay

a) Tốc độ từ trường quay

Tốc độ từ trường quay phụ thuộc vào tần số dòng điện stato f và số đôi cực từ p . Thật vậy, với dây quấn hình 7.5, máy có một đôi cực $p = 1$, khi dòng điện biến thiên một chu kỳ, từ trường quay một vòng. Do đó dòng điện biến thiên f chu kỳ trong một giây, từ trường quay f vòng/giây. Với dây quấn hình 7.6, máy có hai đôi cực $p = 2$, khi dòng điện biến thiên một chu kỳ, từ trường quay $1/2$ vòng (từ cực N qua S đến N là $1/2$ vòng). Do đó dòng điện biến thiên f chu kỳ trong một giây, từ trường quay $f/2$ vòng/giây. Một cách tổng quát, khi máy có p đôi cực từ, dòng điện biến thiên một chu kỳ, từ trường quay $1/p$ vòng. Do đó dòng điện biến thiên f chu kỳ trong một giây, từ trường quay f/p vòng/giây. Vậy tốc độ từ trường quay (hay còn gọi là tốc độ đồng bộ) trong một giây là:

$$n_1 = \frac{f}{p} \text{ (vòng/giây)} \quad \text{hoặc} \quad n_1 = \frac{60f}{p} \text{ (vòng/phút)} \quad (7.3b)$$

b) Chiều từ trường quay

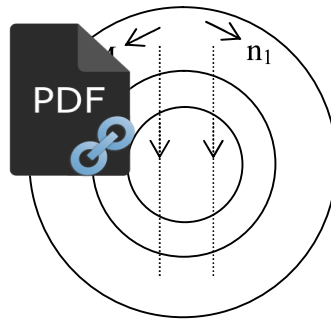
Chiều của từ trường quay phụ thuộc vào thứ tự pha của dòng điện. Muốn đổi chiều quay của từ trường ta thay đổi thứ tự hai trong ba pha cho nhau. Giả sử đi dọc theo chu vi stato ta lần lượt gặp trực các pha A, B, C theo chiều kim đồng hồ (hình 7.7). Nếu thứ tự pha thuận, từ trường \vec{B} sẽ lần lượt quét qua các trục pha A, B, C ... theo chiều kim đồng hồ (nam châm giả SN quay theo chiều kim đồng hồ). Nếu thứ tự pha ngược, cực đại dòng các pha i_A, i_B, i_C lần lượt xảy ra theo thứ tự A, C, B ... và từ trường \vec{B} sẽ lần lượt quét qua các trục pha theo thứ tự A, C, B ... nghĩa là ngược chiều kim đồng hồ.

3. Nguyên lý hoạt động của động cơ điện không đồng bộ 3 pha

- Khi nối dây quấn Stato vào lưới điện xoay chiều ba pha, trong động cơ sẽ sinh ra một từ trường quay. Từ trường này quét qua các thanh dẫn Rôto, làm cảm ứng trên dây quấn Rôto

một sức điện động E_2 , sẽ sinh ra dòng điện I_2 chạy trong dây quấn. Chiều của sức điện động và chiều dòng điện được xác định theo quy tắc bàn tay phải.

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



Sơ đồ nguyên lý ĐCKDB

- Chiều dòng điện của các thanh dẫn ở nửa phía trên Rôto hướng từ trong ra ngoài, còn dòng điện của các thanh dẫn ở nửa phía dưới Rôto hướng từ ngoài vào trong.
- Dòng điện I_2 tác động tương hỗ với từ trường Stato tạo ra lực điện từ trên dây dẫn Rôto sinh ra mômen quay làm cho Rôto quay theo chiều quay của từ trường.
- Tốc độ quay của Rôto n luôn nhỏ hơn tốc độ quay của từ trường n_1 ($n < n_1$) Có sự chuyển động tương đối giữa Rôto và từ trường quay Stato để duy trì được dòng điện I_2 và mômen M . Vì tốc độ của Rôto khác với tốc độ của từ trường quay Stato nên gọi là động cơ không đồng bộ.
- Đặc trưng cho động cơ không đồng bộ ba pha là hệ số trượt

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1}$$

Mặt khác ta có:

$$n_1 = \frac{60f_1}{P_c}$$

Trong đó:

n : tốc độ quay của Rôto

n_1 : Tốc độ quay của từ trường quay (Tốc độ đồng bộ của động cơ)

f_1 : Tần số nguồn điện lưới

P_c : Số đôi cực của động cơ

Khi tần số của mạng điện thay đổi thì n_1 thay đổi làm cho n thay đổi

+ Khi mở máy ta có: $n=0 \Rightarrow s=1$ Gọi là độ trượt mở máy

Dòng điện trong dây quấn và từ trường quay tác dụng tương hỗ lẫn nhau, nên khi Rôto chịu tác dụng của mômen M thì từ trường quay cũng chịu tác dụng của mômen M theo chiều ngược lại. **Protected by PDF Anti-Copy Free** (Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Muốn cho từ trường quay với tốc độ n_1 thì phải nhận một công suất đưa vào gọi là công suất điện từ



$$P_{dt} = M \frac{2\pi n_1}{60} = M\omega_1$$

Khi đó công suất đưa vào: $P_1 = \sqrt{3} UI \cos\varphi$

Ngoài thành phần công suất điện từ cũng có tổn hao trên điện trở dây quấn Stato:

$$\Delta P_{d1} = 3 r_1^2 I_1^2$$

Tổn hao sắt: $\Delta P_{st} = \Delta P$

$$P_{dt} = P_1 - \Delta P_{d1} - \Delta P_{st}$$

Công suất ở trục là:

$$P_2' = M\omega = M \frac{2\pi n}{60}$$

Công suất cơ cũng nhỏ hơn công suất điện từ vì tổn hao trên dây quấn Rôto:

$$P_2 = P_{dt} - \Delta P_{d2}$$

Trong đó: $\Delta P_{d2} = m_2 I_2^2 r_2$

m_2 là số pha của dây quấn Rôto

vì $P_2' < P_{dt}$ do đó $n < n_1$

Công suất cơ của động cơ P_2 đưa ra nhỏ hơn P_2' vì tổn hao do ma sát trên trục động cơ và tổn hao phụ khác

$$P_2 = P_2' - \Delta P_{co} - \Delta P_f$$

Hiệu suất của động cơ là:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \approx (0.8 \div 0.9)$$

4. Nguyên tắc lắp đặt động cơ vào lưới điện

Protected by PDF Anti-Copy Free
Động cơ điện không đồng bộ có các tính chất sau:
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

- Mô men cực đại tỷ lệ bình phương với điện áp nguồn
- Khi mở máy thông thường dòng điện gấp từ 4 đến 7 lần dòng điện định mức
- Nếu hạn chế dòng điện mở máy bằng cách giảm điện áp cấp vào stato sẽ làm giảm mô men mở máy
- Những động cơ không đồng bộ có rô to dây quấn thì có thể tăng điện trở mạch rô to (bằng điện trở ngoài đưa vào mạch rô to) sẽ làm giảm dòng điện mở máy và cho phép có mô men lớn.

5. Mở máy, đổi chiều quay và điều chỉnh tốc độ động cơ KĐB 3 pha

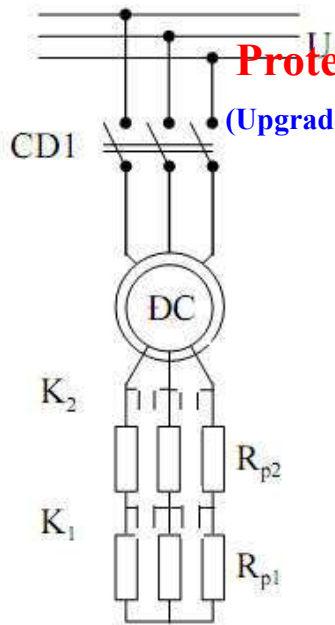
Yêu cầu khi ở máy:

- M_K phải lớn để thích ứng với đặc tính tải.
- I_K càng nhỏ càng tốt để không ảnh hưởng đến các phụ tải khác.
- Thời gian khởi động t_K cần nhỏ để máy có thể làm việc được ngay.
- Thiết bị khởi động đơn giản, rẻ tiền, tin cậy và ít tổn năng lượng.

Những yêu cầu trên là trái ngược nhau, vì thế tùy theo yêu cầu sử dụng, công suất động cơ và công suất của lưới điện mà ta chọn phương pháp khởi động thích hợp.

5.1 Khởi động động cơ rô to dây quấn

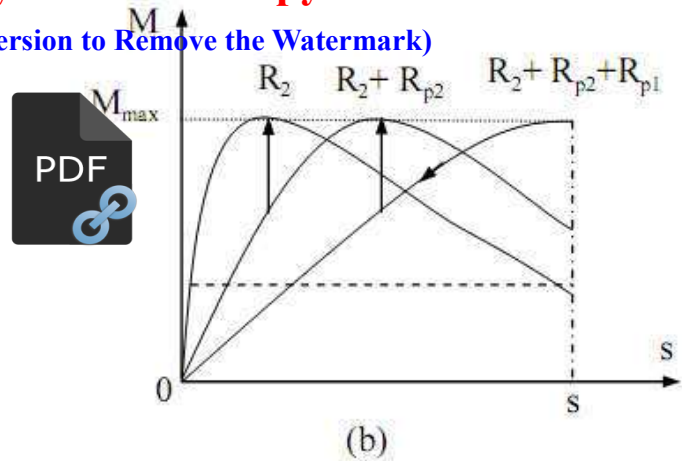
Khi khởi động dây quấn rôto được nối với các điện trở phụ R_{pK} (hình 7.15a). Đầu tiên K_1 và K_2 mở, động cơ khởi động qua điện trở phụ lớn nhất, sau đó đóng K_1 rồi K_2 giảm dần điện trở phụ về không. Đường đặc tính mômen ứng với các điện trở phụ khởi động R_{p1} và R_{p2} ở hình 7.15b.



(a)

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



Hình 7.15 Khởi động động cơ rôto dây quấn

a) Sơ đồ mạch lực ; b) Đặc tính mômen

Lúc khởi động $n = 0$ thì $s = 1$, muốn mômen khởi động $M_K = M_{max}$ thì $s_{th} = 1$:

$$s_{th} = \frac{R'_2 + R'_{pK}}{X_1 + X'_2} = 1 \quad (7.46)$$

Từ đó xác định được điện trở khởi động ứng với mômen khởi động $M_K = M_{max}$.

Khi có R_{pK} dòng điện khởi động là:

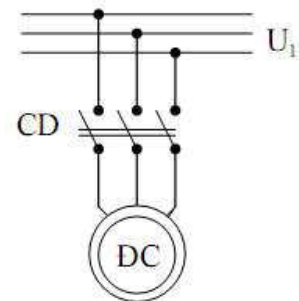
$$I_{Kp} = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + R'_2 + R_{pK})^2 + (X_1 + X'_2)^2}} \quad (7.47)$$

Nhờ có điện trở R_K dòng điện khởi động giảm xuống, mômen khởi động tăng lên, đó là ưu điểm lớn của động cơ rôto dây quấn.

5.2 Khởi động động cơ rô to lồng sóc

a. Khởi động trực tiếp:

Đóng cầu dao CD nối trực tiếp dây quấn stato vào lưới điện (hình 7.16). Ưu điểm của phương pháp này là thiết bị khởi động đơn giản; mômen khởi động M_K lớn ; thời gian khởi động t_K nhỏ. Còn khuyết điểm là dòng điện khởi động I_K lớn làm ảnh hưởng đến các phụ tải khác. Vì vậy nó chỉ được dùng cho những động cơ công suất nhỏ và công suất của nguồn $S_{nguồn}$ lớn hơn nhiều lần công suất động cơ $S_{đ.cơ}$.



Hình 7.16 Khởi động trực tiếp

b. Khởi động bằng cách giảm điện áp đặt vào dây quấn stato

Các phương pháp giảm điện áp khởi động nhằm giảm dòng điện khởi động I_K . Nhưng khi giảm điện áp khởi động thì momen khởi động cũng giảm theo.

Khởi động dùng cuộn kháng mắc nối tiếp vào mạch stato:

Khi khởi động: CD2 cắt, đóng CD1 nối dây quấn stato vào lưới điện thông qua điện kháng ĐK, động cơ quay ổn định, đóng CD2 để ngắn mạch cuộn kháng ĐK, nối trực tiếp dây quấn stato vào lưới (hình 7.17).

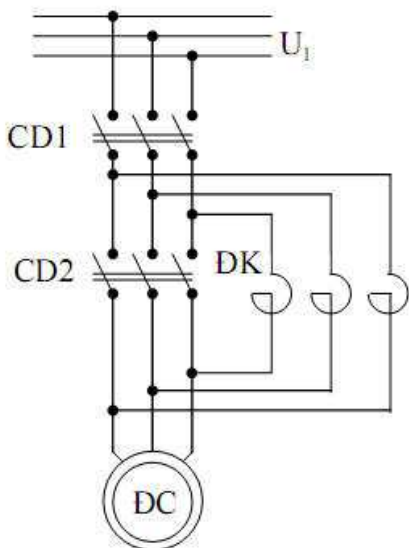
Điện áp đặt vào dây quấn stato lúc khởi động là:

$$U_K = kU_1 \quad (k < 1)$$

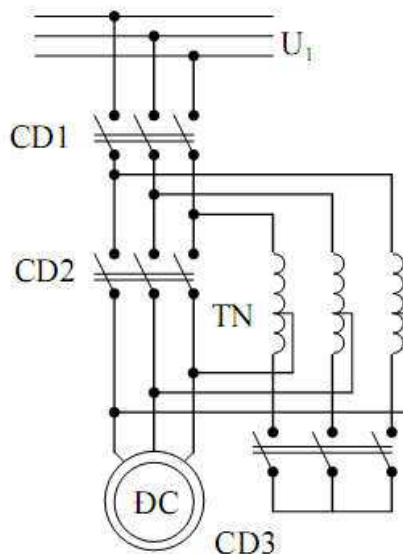
Đòng điện khởi động giảm đi k lần :

$$I'_K = kI_K$$

với I_K : dòng điện khởi động trực tiếp.



Hình 7.17 Khởi động dùng điện kháng



Hình 7.18 Khởi động dùng BA TN

Mômen khởi động giảm đi k^2 lần so với mômen khởi động trực tiếp M_K :

$$M'_K = k^2 M_K.$$

Khởi động dùng MBA tự ngẫu:

Trước khi khởi động: cắt CD2, đóng CD3, MBA TN để ở vị trí điện áp đặt vào động cơ khoảng $(0,6-0,8)U_{dm}$, đóng CD1 để nối dây quấn stato vào lưới điện thông qua MBA TN, động cơ quay ổn định, cắt CD3, đóng CD2 để nối trực tiếp dây quấn stato vào lưới (hình 7.18).

Khi khởi động, động cơ được cấp điện:

$$U_k = k \cdot U_N \quad (k < 1)$$

Lúc đó dòng điện khởi động:

$$I'_K = k_T I_K$$

với I_K : dòng khởi động trực tiếp.

Dòng điện MBA TN nhận từ động cơ:

$$I_I = k_T I'_K = k_T^2 I_K$$

Mômen khởi động:

$$M'_K = k_T^2 M_K$$

Vậy dòng điện và Mômen giảm đi k_T^2 lần.

Khởi động bằng cách đổi nối $Y \rightarrow \Delta$:

Lúc máy làm việc bình thường động cơ nối tam giác Δ , khi khởi động nối hình sao Y , sau khi tốc độ quay gần ổn định chuyển về nối Δ để làm việc (hình 7.19).

Điện áp pha khi khởi động:

$$U'_{Kf} = \frac{1}{\sqrt{3}} U_K$$

Dòng điện pha khi khởi động (nối Y):

$$I_{KY} = I'_{Kf} = \frac{1}{\sqrt{3}} I_{Kf}$$

Dòng điện khi khởi động trực tiếp (nối Δ):

$$I_{K\Delta} = \sqrt{3} I_{Kf}$$

Ta có:

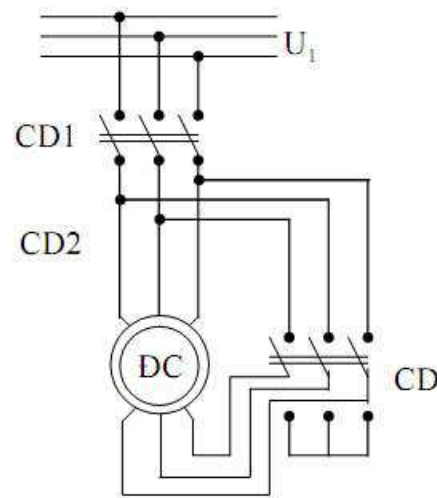
$$\frac{I_{K\Delta}}{I_{KY}} = \frac{\sqrt{3} I_{Kf}}{\frac{I_{Kf}}{\sqrt{3}}} = 3$$

Vậy khi khởi động động cơ bằng cách đổi nối $Y \rightarrow \Delta$ dòng điện khởi động giảm đi 3 lần và mômen khởi động M_K cũng giảm đi 3 lần.

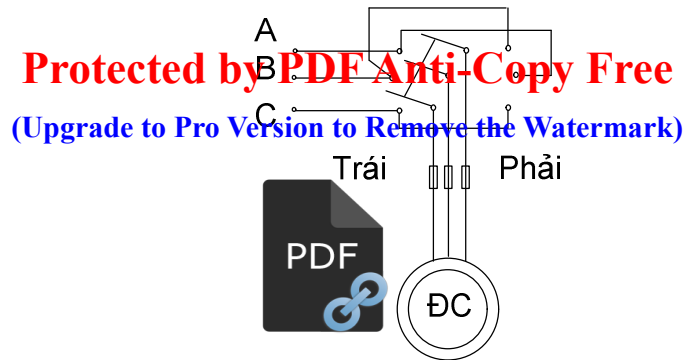
5.3 Đảo chiều quay động cơ KĐB 3 pha

Đảo chiều quay động cơ KĐB 3 pha bằng cách đảo 2 trong 3 đầu dây cấp nguồn vào stato.

Đây là sơ đồ đảo chiều quay động cơ bằng cầu dao 2 ngã



Hình 7.19 Khởi động đổi nối $Y \rightarrow \Delta$



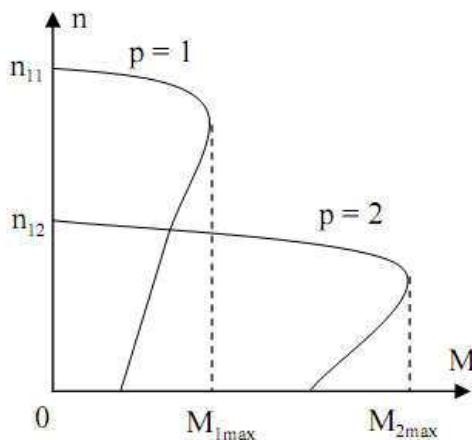
5.4 Điều chỉnh tốc độ động cơ KĐB 3 pha

Tốc độ của động cơ điện không đồng bộ được cho bởi:

$$n = n_1(1-s) = \frac{60f_1}{p}(1-s) \text{ vg/ph}$$

Nhìn vào biểu thức trên ta thấy: động cơ điện không đồng bộ rôto lồng sóc có thể điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách thay đổi tần số dòng điện stato, đổi nối dây quấn stato để thay đổi số đôi cực từ p của từ trường hoặc thay đổi điện áp đặt vào dây quấn stato để thay đổi hệ số trượt s . Tất cả các phương pháp điều chỉnh đó đều thực hiện ở phía stato. Đối với động cơ điện không đồng bộ rôto dây quấn thường điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện trở mạch rôto để thay đổi hệ số trượt s , việc điều chỉnh được thực hiện ở phía rôto.

a, Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi số đôi cực từ



Hình 7.20. Đặc tính cơ ĐK có hai cực đấu nối dây quấn thành bốn cực

Số cực của từ trường quay stato tùy thuộc vào cách đấu dây quấn stato. Bằng cách đấu lại dây quấn, một động cơ hai cực ($p = 1$) có thể thành bốn cực ($p = 2$). Động cơ không đồng bộ có cấu tạo dây quấn để thay đổi số đôi cực từ được gọi là động cơ nhiều cấp tốc độ. Phương pháp này chỉ dùng cho loại động cơ rôto lồng sóc.

Trên hình 7.20 trình bày hai đặc tính $M_1(n)$ và $M_2(n)$ ứng với hai tốc đồng bộ n_{11} và n_{12} .

Theo công thức (7.3b) và (7.42), ta có:

$$n_{11} = 2n_{12} \text{ và } M_{2\max} = 2M_{1\max}$$

b, Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi tần số

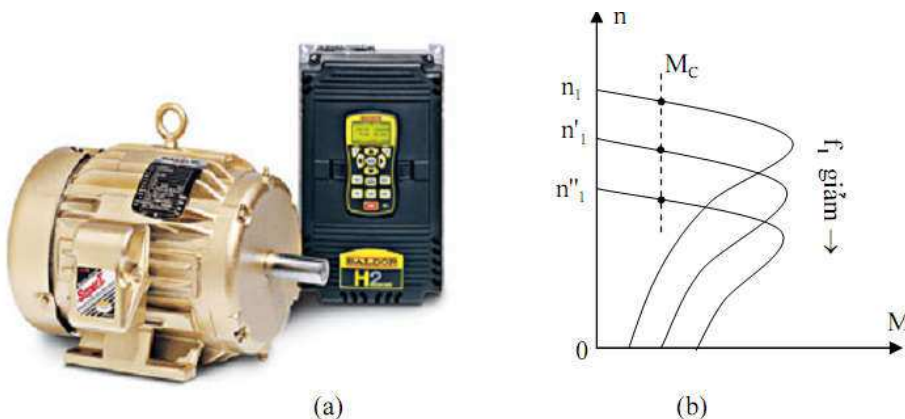
Từ công thức (7.12), nếu bỏ qua điện áp rơi trên dây quấn, ta có :

$$\frac{U_1}{f_1} = 4,44 N_1 k_{dq1} \Phi_m$$

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Như vậy từ thông Φ_m tỉ lệ với U_1/f_1 . Muốn giữ Φ_m không đổi khi giảm f_1 , ta phải đồng thời giảm U_1 sao cho U_1/f_1 không đổi.

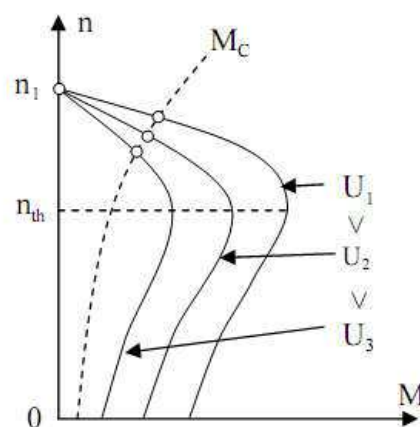
Cách điều chỉnh U_1/f_1 không làm mômen cực đại cũng không đổi và cách điều chỉnh này có các đặc tính thích hợp với loại tải cần mômen không đổi khi vận tốc thay đổi. Để thay đổi tần số ta sử dụng bộ biến tần, hình 7.21a và họ đặc tính với U_1/f_1 không đổi và f_1 giảm như hình 7.21b



Hình 7.21. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi tần số

c, Điều chỉnh bằng cách thay đổi điện áp nguồn điện

Ta đã biết, hệ số trượt tới hạn s_{th} không phụ thuộc vào điện áp. Theo (7.50) và (7.55), nếu R'_2 không đổi thì khi giảm điện áp nguồn U_1 , hệ số trượt tới hạn s_{th} sẽ không đổi còn M_{max} giảm tỉ lệ với U_1^2 . Vậy họ đặc tính thay đổi như hình 7.22 làm cho tốc độ thay đổi theo. Phương pháp này chỉ thực hiện khi máy mang tải, còn khi máy không tải giảm điện áp nguồn, tốc độ động cơ gần như không đổi.



Hình 7.22 Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp nguồn điện

d, Thay đổi điện trở rô to dây quấn

Thay đổi điện trở dây quấn rôto, bằng cách mắc thêm biến trở ba pha vào mạch rôto của động cơ rôto dây quấn như hình 7.15a.

Do biến trở điều chỉnh phải làm việc lâu dài nên có kích thước lớn hơn biến trở khởi động. Họ đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ rôto dây quấn khi dùng biến trở điều chỉnh tốc độ trình bày tại hình 7.15b. Ta thấy rằng khi tăng điện trở, tốc độ quay của động cơ giảm.

Phương pháp này gây tổn hao trên biến trở nên làm hiệu suất động cơ giảm. Tuy vậy, đây là phương pháp khá đơn giản, tốc độ được điều chỉnh liên tục trong phạm vi tương đối rộng nên được dùng nhiều trong các động cơ công suất cỡ trung bình.

6. Tổn hao công suất và hiệu suất động cơ

Động cơ điện không đồng bộ nhận điện năng từ lưới điện, nhờ từ trường quay điện năng đã được biến đổi thành cơ năng trên trục động cơ.

Công suất tác dụng động cơ điện nhận từ lưới điện :

$$P_1 = m_1 U_1 I_1 \cos \varphi_1 \quad (7.30)$$

Trong đó: U_1 , I_1 là điện áp pha và dòng điện pha, còn φ_1 là góc lệch pha của dòng điện và điện áp pha.

Công suất này một phần bù vào tổn hao đồng trên dây quấn stator : $p_{Cu1} = m_1 I_1^2 R_1$ và tổn hao sắt thép trong lõi thép: $p_{Fe} = m_1 I_{0R}^2 R_{fe}$. Công suất còn lại gọi là công suất điện từ truyền qua rotor:

$$P_{dt} = P_1 - (p_{Cu1} + p_{Fe}) = m_1 I_2'^2 \frac{R_2'}{s} \quad (7.31)$$

Công suất điện từ truyền qua rotor, sau khi mất một phần vì tổn hao đồng trên dây quấn rotor: $p_{Cu2} = m_1 I_2'^2 R_2'$. Còn lại là công suất cơ trên trục:

$$P_{co} = P_{dt} - p_{Cu2} = m_1 I_2'^2 \frac{R_2'}{s} - m_1 I_2'^2 R_2' = m_1 I_2'^2 R_2' \frac{1-s}{s} \quad (7.32)$$

Từ công thức (7.31) và (7.32), ta có công suất cơ trên trục và P_{dt} :

$$P_{co} = (1-s)P_{dt} \quad P_{dt} = m_1 I_2'^2 \frac{R_2'}{s} = \frac{p_{Cu2}}{s} \quad (7.33)$$

Công suất cơ trên trục sau khi trừ đi tổn hao quay p_q (ma sát, quạt gió và phụ), còn lại là công suất có ích trên đầu trục hay công suất ra P_2 của động cơ điện:

$$P_2 = P_{gr} - p_q \quad (\text{Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark})$$

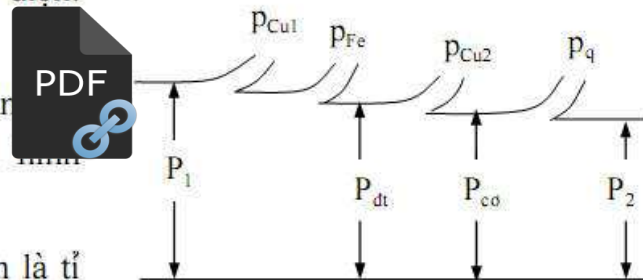
Tổng tổn hao của động cơ điện:

$$\Sigma p = p_{Cu1} + p_{Fe} + p_{Cu2} + p_q$$

Giản đồ năng lượng của động cơ không đồng bộ trình bày trên hình 7.12.

Hiệu suất của động cơ điện là tỉ số của công suất ra và công suất vào:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = 1 - \frac{\Sigma p}{P_1} \quad (7.34)$$



Hình 7.12 Giản đồ năng lượng động cơ không đồng bộ

VÍ DỤ 7.2

Động cơ không đồng bộ ba pha nối Y có công suất $P_{dm} = 11 \text{ kW}$, $U_{dm} = 380 \text{ V}$, $f_{dm} = 50 \text{ Hz}$, 4 cực từ, $n_{dm} = 1440$ vòng/phút. Tổn hao quay (quạt gió, ma sát và phụ) là 750 W . Xác định:

1. Công suất cơ
2. Công suất điện từ
3. Tổn hao đồng trong dây quấn rotor.

Bài giải

1. Công suất cơ của động cơ:

$$\begin{aligned} \text{Công suất cơ} &= \text{Công suất trên đầu trục} + \text{Tổn hao quay} \\ &= 11000 + 750 = 11750 \text{ W} \end{aligned}$$

2. Công suất điện từ:

$$\text{Tốc độ đồng bộ: } n_1 = \frac{60f}{p} = \frac{60 \times 50}{2} = 1500 \text{ vòng/phút}$$

$$\text{Hệ số trượt: } s = \frac{n_1 - n}{n_1} = \frac{1500 - 1440}{1500} = 0,04$$

$$\text{Công suất điện từ: } P_{dt} = \frac{P_{co}}{1-s} = \frac{11750}{1-0,04} = 12240 \text{ W}$$

3. Tổn hao đồng trong dây quấn rotor:

$$p_{Cu2} = sP_{dt} = 0,04 \times 12240 = 489,6 \text{ W}$$

CHƯƠNG 7: MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Ngày nay, mặc dù dòng điện xoay chiều được sử dụng rất rộng rãi, song máy điện một chiều vẫn tồn tại, đặc biệt là động cơ điện một chiều.

Trong công nghiệp, ĐCMC được sử dụng ở những nơi yêu cầu mômen mở máy lớn, điều chỉnh tốc độ bằng phẳng trong phạm vi rộng.

Ví dụ : các máy khuếch đại, các cơ cấu chấp hành, trong ô tô, tàu thủy, máy bay, ...

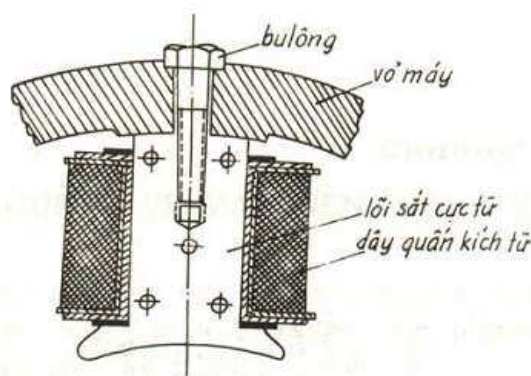
1. Cấu tạo và phân loại máy điện 1 chiều

1.1. Cấu tạo

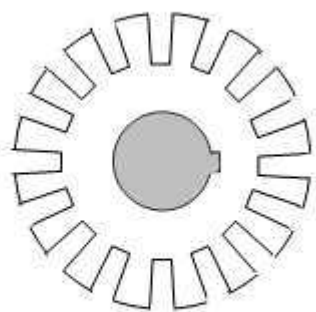
Gồm stator (phần cảm) và rotor (phần ứng)

a. Stator :

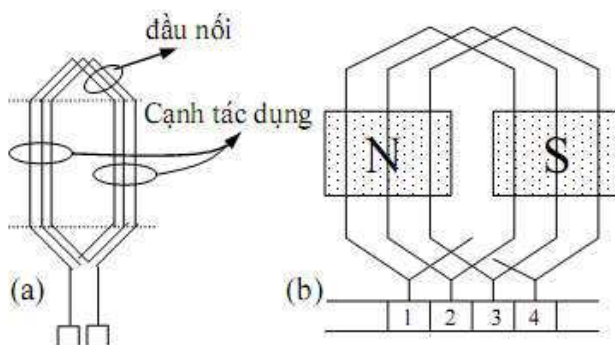
Phần cảm còn gọi là stator, gồm lõi thép làm bằng thép đúc, vừa là mạch từ vừa là vỏ máy và các cực từ chính có dây quấn kích từ (hình 9.2), dòng điện chạy trong dây quấn kích từ sao cho các cực từ tạo ra có cực tính liên tiếp luân phiên nhau. Cực từ chính gắn vào vỏ máy nhờ các bulông. Ngoài ra máy điện một chiều còn có nắp máy, cực từ phụ và cơ cấu chổi than.



b. Rotor :Gồm lõi thép và dây quấn. Lõi thép làm bằng các lá thép kỹ thuật điện dày 0,5mm, phủ sơn cách điện ghép lại với nhau. Các lá thép được dập lỗ thông gió và rãnh để đặt dây quấn.



Hình 9.3 Lá thép rôto



Hình 9.4 Dây quấn phần ứng máy điện một chiều
a) Phân tử dây quấn; b) Bố trí phần tử dây quấn

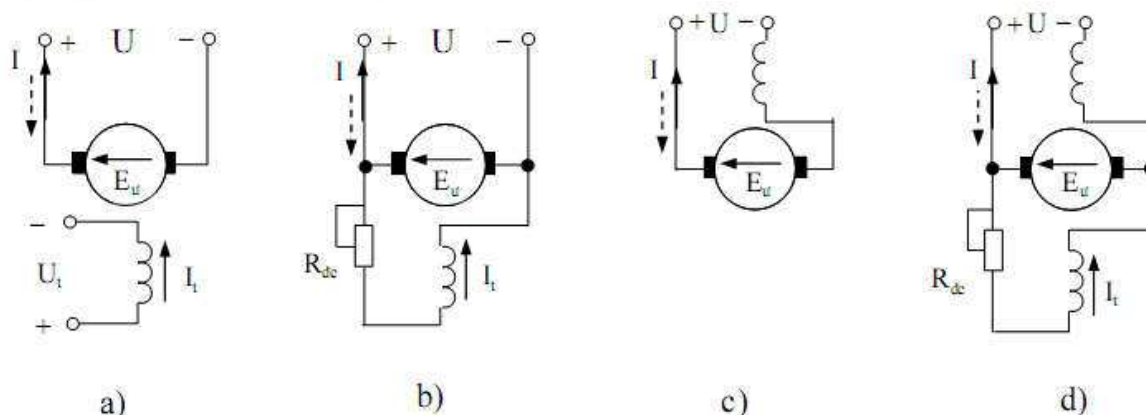
c. Cổ góp và chổi điện

Cổ góp gồm các phiên góp bằng đồng được ghép cách điện, có dạng hình trụ, gắn ở đầu trục rotor. Các đầu dây của rotor nối với phiên góp.

Chổi điện (chổi than) làm bằng graphit. Các chổi tỳ chặt lên cổ góp nhờ lò xo và giá chổi điện gắn trên nắp máy.

1.2. Phân loại máy điện một chiều

Ta đã phân máy điện một chiều thành máy phát điện một chiều và động cơ điện một chiều. Song tùy theo cách kích thích của cực từ chính, ta còn phân máy điện một chiều thành các loại như sau :



Hình 9.9 Sơ đồ nguyên lý máy điện một chiều : a) Kích thích độc lập; b) Kích thích song song; c) Kích thích nối tiếp; d) Kích thích hỗn hợp. (mũi tên nét đứt chỉ dòng điện ở chế độ động cơ)

1. *Máy điện một chiều kích thích độc lập (hình 9.9a)*: Mạch phản ứng không liên hệ trực tiếp về điện với mạch kích thích. Nếu máy có công suất nhỏ thì cực từ chính thường dùng nam châm vĩnh cửu, còn máy có công suất lớn cần có nguồn kích thích riêng để có thể điều chỉnh điện áp hoặc tốc độ trong phạm vi rộng.

2. *Máy điện một chiều kích thích song song (hình 9.9b)*: Mạch kích thích nối song song với mạch phản ứng.

3. *Máy điện một chiều kích thích nối tiếp (hình 9.9c)*: Mạch kích thích mắc nối tiếp với mạch phản ứng.

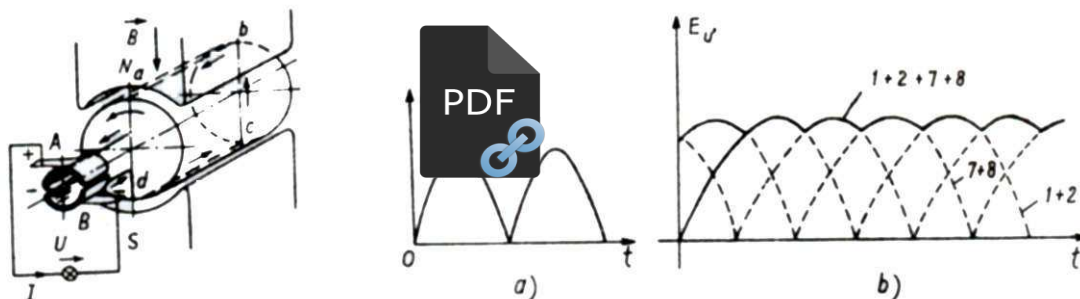
4. *Máy điện một chiều kích thích hỗn hợp (hình 9.9d)*: Vừa kích thích song song vừa kích thích nối tiếp.

2. Nguyên lý hoạt động của máy phát và động cơ điện một chiều

Protected by PDF Anti-Copy Free

2.1. Nguyên lý làm việc của MP điện một chiều

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



Nguyên lý làm việc:

Khi qua một cơ cấu truyền động làm quay phần ứng rotor, các thanh dẫn của dây quấn phần ứng cắt từ trường của phần cảm, sinh ra một suất điện động trong lòng thanh dẫn. (chiều sđđ xác định theo quy tắc bàn tay phải)

Nửa vòng thứ 1:

- Thanh dẫn phía trên nối vào cổ góp phía trên, có chiều sđđ từ $b \rightarrow a$.
- Thanh dẫn phía dưới nối vào cổ góp phía dưới, có chiều sđđ từ $d \rightarrow c$.
- Hai chổi than A và B tì lên 2 phiến góp. Điện áp của máy phát có cực dương ở chổi than A và cực âm ở chổi than B.

Nửa vòng thứ 2:

- Vị trí của phần tử thay đổi, sđđ trong thanh dẫn đổi chiều.
- Song do chổi than đứng yên, chổi A vẫn nối với phiến góp phía trên, chổi B vẫn nối với phiến góp phía dưới \rightarrow Cực tính của máy phát điện không thay đổi.

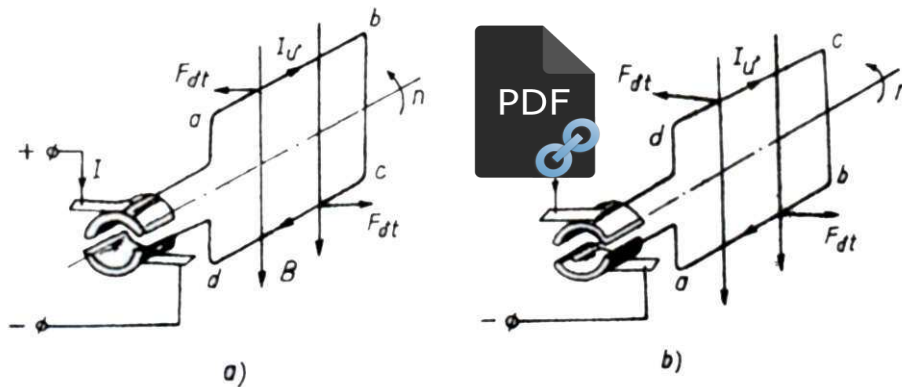
Khi nối ra tải :

- Xuất hiện dòng điện phần ứng I_r cùng chiều với Sđđ phần ứng E_r . Gọi R_r là điện trở của dây quấn phần ứng ; U là điện áp đầu ra của máy phát.

PT điện áp : $U = E_r - I_r \cdot R_r$

2.2. Nguyên lý làm việc của DC điện một chiều

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



Nguyên lý làm việc :

- Khi cho điện áp 1 chiều U vào 2 chổi than. Chổi than A nối với cực (+), chổi than B nối với cực (-) thì trong dây quấn phần ứng xuất hiện dòng điện phần ứng I_r .

Nửa vòng thứ 1:

- Thanh dẫn phía trên nối vào cổ góp phía trên, có chiều dòng điện từ $a \rightarrow b$.
- Thanh dẫn phía dưới nối vào cổ góp phía dưới, có chiều dòng điện từ $c \rightarrow d$.
- Hai thanh dẫn phần ứng sẽ chịu lực F_{dt} tác dụng làm cho rotor quay (chiều của lực F_{dt} xác định theo quy tắc bàn tay trái)

Nửa vòng thứ 2:

- Vị trí của phần tử thay đổi.
- Song do chổi than đứng yên, chổi A vẫn nối với phiến góp phía trên, chổi B vẫn nối với phiến góp phía dưới \rightarrow Chiều dòng điện I_r trong thanh dẫn đổi chiều \rightarrow Lực F_{dt} tác dụng lên thanh dẫn đổi chiều \rightarrow Mômen quay không đổi chiều.

PT điện áp: $U = E_r + I_r \cdot R_r$

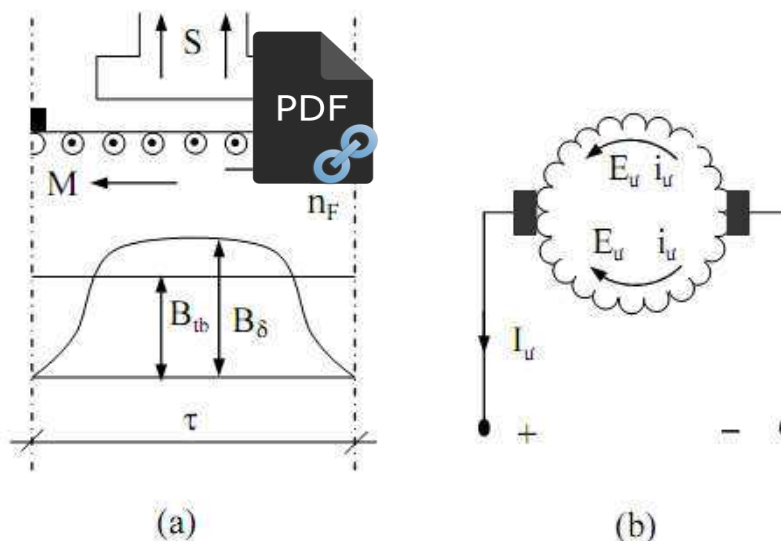
E_r : Sức phản điện (do ở động cơ, chiều E_r ngược chiều với dòng điện I_r)

3. Biểu thức sức điện động và mô men điện từ của máy điện một chiều

Protected by PDF Anti-Copy Free

3.1 Sức điện động phản ứng

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



Hình 9.7 Xác định sđđ phản ứng và mômen điện từ trong máy phát điện một chiều
a) Từ trường cực từ; b) Sơ đồ ký hiệu dây quấn;

Cho dòng điện kích thích vào dây quấn kích thích thì trong khe hở sẽ sinh ra từ thông (hình 9.7a). Khi quay rôto với tốc độ nhất định nào đó thì các thanh dẫn của dây quấn phản ứng cắt từ trường phân cảm, trong mỗi thanh dẫn cảm ứng sđđ trung bình là :

$$e_{tb} = B_{tb}lv \quad (9.2)$$

trong đó : $B_{tb} = \frac{\Phi}{\tau l}$ từ cảm trung bình trong khe hở;

l là chiều dài của thanh dẫn; τ là bước cực.

$$v = \frac{\pi Dn}{60} = 2\tau p \frac{n}{60} \text{ là tốc độ dài.}$$

Với: D : đường kính ngoài phản ứng.

p : số đôi cực từ.

n : tốc độ vòng

Φ : từ thông khe hở dưới mỗi cực từ.

Thế vào (9.2), ta có sđđ trung bình trong một thanh dẫn :

$$e_{tb} = 2p\Phi \frac{n}{60}$$

Từ phía cổ góp nhìn vào phần ứng ta thấy dây quấn có thể biểu thị bằng sơ đồ ký hiệu như hình 9.7b. Từ phía máy điện, dây quấn gồm 4 đầu từ nối tiếp nhau tạo thành mạch vòng kín. Các chốt điện chia dây quấn thành nhiều nhánh song song. Khi phần ứng quay, vị trí phần tử thay đổi nhưng nhìn từ ngoài vào vẫn là nhiều mạch nhánh song song. Sdd phần ứng bằng tổng các sdd thanh dẫn trong một nhánh. Nếu gọi số thanh dẫn của dây quấn phần ứng là N, số đôi mạch nhánh song song là a (2a số nhánh song song) thì sdd của một nhánh song song N/2a. Vậy sdd của dây quấn phần ứng là sdd của một nhánh song song bằng:

$$E_u = \frac{N}{2a} e_{tb} = \frac{pN}{60a} \Phi n = k_E \Phi n = k_M \Phi \Omega \quad (9.3)$$

trong đó: $\Omega = \frac{2\pi n}{60}$ là tốc độ góc của phần ứng;

$$k_E = \frac{pN}{60a}, k_M = \frac{pN}{2\pi a} \text{ hệ số phụ thuộc vào kết cấu của máy.}$$

Từ công thức (9.3) ta thấy, để thay đổi sdd phần ứng thì có thể thay đổi tốc độ hoặc thay đổi từ thông Φ tức là thay đổi dòng điện kích từ và muốn đổi chiều sdd thì hoặc đổi chiều quay, hoặc đổi chiều dòng điện kích từ.

3.2 Mô men điện từ của máy điện một chiều

Khi máy điện làm việc trong dây quấn phần ứng sẽ có dòng điện chạy qua. Tác dụng của từ trường lên dây dẫn có dòng điện sẽ sinh ra mômen điện từ trên trục máy.

Lực điện từ tác dụng lên từng thanh dẫn:

$$f = B_{tb} l i_u$$

Nếu tổng số thanh dẫn của dây quấn phần ứng là N và dòng điện trong mạch nhánh là $i_u = \frac{I_u}{2a}$ thì mômen điện từ tác dụng lên dây quấn phần ứng:

$$M = B_{tb} \frac{I_u}{2a} l N \frac{D}{2}$$

trong đó: I_u : dòng điện phần ứng.

a : số đôi mạch nhánh song song.

D : Đường kính ngoài phần ứng.

l : chiều dài tác dụng của thanh dẫn.

Do: $D = \frac{2p\tau}{\pi}$ và $B_{tb} = \frac{\Phi}{\tau l}$, nên ta có:

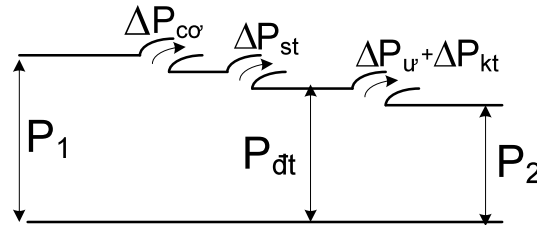
$$M = \frac{pN}{2\pi a} \Phi I_u = k_M \Phi I_u \quad (\text{Nm}) \quad (9.4)$$

Từ công thức (9.4) ta thấy, muốn thay đổi mômen điện từ, ta phải thay đổi dòng điện phần ứng và từ trường từ dòng điện kích thích. Trong máy phát điện một chiều mômen điện từ là mômen nhện vì vậy, ngược chiều quay phát điện, còn trong động cơ điện một chiều, mômen điện từ là mômen quay nên cùng chiều quay với động cơ.



4. Tổn hao công suất và hiệu suất máy điện một chiều

4.1 Chế độ máy phát.



Giản đồ năng lượng của máy phát điện một chiều

P_1 : Công suất cơ tại cửa vào

P_2 : Công suất điện tại cửa ra

$\Delta P_{\text{cơ}}$: Tổn hao do ma sát ổ trục

ΔP_{st} : Tổn hao trong lõi thép

$\Delta P_{\text{ư}}$: Tổn hao trong mạch phần ứng: $\Delta P_{\text{ư}} = R_{\text{ư}} \cdot I_{\text{ư}}^2$

ΔP_{kt} : Tổn hao trong mạch kích thích: $\Delta P_{\text{kt}} = R_{\text{kt}} \cdot I_{\text{kt}}^2$

$P_{\text{đt}}$: là phần công suất còn lại biến từ cơ sang điện

$$P_{\text{đt}} = P_1 - \Delta P_{\text{cơ}} - \Delta P_{\text{st}}$$

$$P_{\text{đt}} = E_{\text{ư}} I_{\text{ư}}$$

- Dòng năng lượng ra khỏi máy phát là P_2 :

$$P_2 = P_{\text{đt}} - \Delta P_{\text{ư}} - \Delta P_{\text{kt}} = P_1 - \sum \Delta P$$

$$P_2 = UI \quad \text{trong đó } U: \text{ là điện áp giữa hai chổi điện}$$

I : là dòng phụ tải của máy

- Nếu máy phát một chiều kích thích **song song**: $I = I_{\text{ư}} - I_{\text{kt}}$

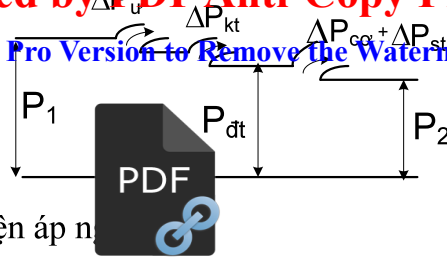
- Nếu máy phát một chiều kích thích **nối tiếp**: $I = I_{\text{ư}} = I_{\text{kt}}$

Hiệu suất máy phát một chiều:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + \sum \Delta P}$$

4.2 Chế độ động cơ.

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



$P_1 = UI$ Trong đó U : là điện áp n

I : là dòng điện chạy vào dây quấn phần ứng

- Nếu động cơ một chiều kích thích **song song**: $I = I_u + I_{kt}$

- Nếu động cơ một chiều kích thích **nối tiếp**: $I = I_u = I_{kt}$

ΔP_{ur} : Tổn hao trong mạch phần ứng: $\Delta P_{ur} = R_{ur} \cdot I_u^2$

ΔP_{kt} : Tổn hao trong mạch kích thích: $\Delta P_{kt} = R_{kt} \cdot I_{kt}^2$

P_{dt} : là năng lượng còn lại biến đổi thành cơ năng trên trục

$$P_{dt} = UI - \Delta P_{ur} - \Delta P_{kt}$$

$$P_{dt} = E_u I_u$$

P_2 : Công suất hữu ích tại cửa ra của động cơ

$$P_2 = P_{dt} - \Delta P_{st} - \Delta P_{co} = P_1 - \sum \Delta P$$

Hiệu suất động cơ một chiều:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{UI - \sum \Delta P}{UI}$$

5. Mở máy, đổi chiều quay và điều chỉnh tốc độ động cơ một chiều

5.1. Mở máy động cơ một chiều

Phương trình điện áp (mạch phần ứng): $U = E_u + I_u \cdot R_u$

$$\rightarrow I_u = \frac{U - E_u}{R_u}$$

Khi mở máy, $n = 0$, nên $E_u = k_E n \omega = 0$

$$\rightarrow I_{u \text{ mở}} = \frac{U}{R_u}$$

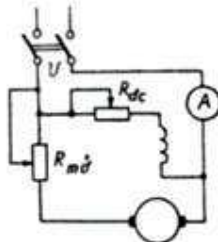
R_u rất bé $\rightarrow I_{u \text{ mở}}$ rất lớn, cỡ 20 – 30 lần $I_{dm} \rightarrow$ làm hỏng cổ góp, chổi than, ảnh hưởng đến lưới điện.

Để dòng giảm dòng mở máy: $I_{mở} = (1, 5 - 2) I_{đm}$ ta dùng các biện pháp sau:

Dùng biến trở mở máy $R_{mở}$

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Lắp thêm một $R_{mở}$ vào mạch phân ứng. Dòng mở máy:

$$\rightarrow I_{r\ mở} = \frac{U}{R_{tr} + R_{mở}}$$


Lúc đầu, để biến trở $R_{mở}$ lớn nhất, dòng mở máy được giảm nhỏ nhất có thể. Tốc độ tăng dần lên, $E_{tr} \nearrow$. Ta thực hiện giảm biến trở mở máy $R_{mở}$ dần về 0. Máy làm việc đóng điện áp định mức.

Giảm điện áp phân ứng:

Được sử dụng khi nguồn điện một chiều có thể điều chỉnh được điện áp. Ví dụ trong hệ thống MP - ĐC, nguồn 1 chiều chỉnh lưu.

Các thông số mạch kích từ phải điều chỉnh sao cho dòng điện kích từ lúc mở máy là lớn nhất.

5.2. Điều chỉnh tốc độ

$$\rightarrow n = \frac{U - I_{tr} R_{tr}}{k_{\omega}}$$

Mắc điện trở điều chỉnh vào mạch phân ứng:

$R_{dc} \nearrow \Rightarrow n \searrow$ (gây tổn hao công suất trên R_{dc})

Thay đổi điện áp U

Dùng nguồn điện một chiều có điện áp ra điều chỉnh được, cấp cho động cơ. Phương pháp này được sử dụng nhiều trong thực tế.

$U \nearrow \Rightarrow n \nearrow$

Thay đổi từ thông

Thay đổi từ thông bằng thay đổi dòng kích từ I_{kt} .

$I_{kt} \nearrow \Rightarrow \hat{e} \nearrow \Rightarrow n \searrow$

Protected by PDF Anti-Copy Free

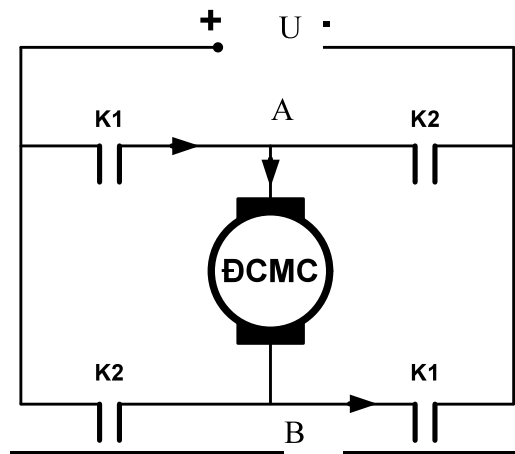
5.3. Đảo chiều quay động cơ

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

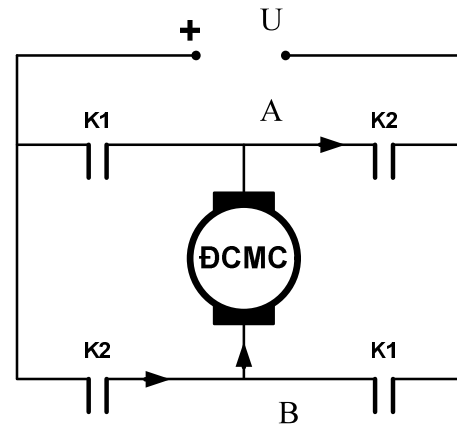
Để đảo chiều quay của động cơ một chiều, ta thực hiện đảo chiều cực tính của nguồn điện đưa vào động cơ.



Sơ đồ mạch :



a. Quay thuận



b. Quay nghịch

- Sử dụng 2 role có các tiếp điểm thường mở K1 và K2.
- ĐCMC : Động cơ một chiều

Hoạt động :

Quay thuận : Ta bật công tắc cấp điện cho cuộn hút role K1, các tiếp điểm K1 đóng, còn các tiếp điểm K2 vẫn mở. Dòng điện chạy theo chiều từ A → B.

Quay nghịch : Ta bật công tắc cấp điện cho cuộn hút role K2, các tiếp điểm K2 đóng, còn các tiếp điểm K1, lúc này do không được cấp điện nên ở trạng thái mở. Dòng điện chạy theo chiều từ B → A.

CHƯƠNG 8: TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN

Protected by PDF Anti-Copy Free

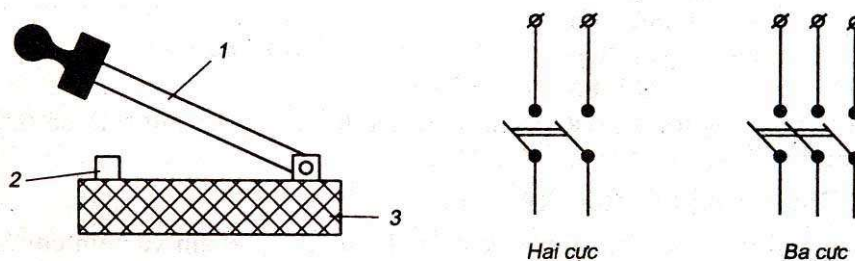
1. Thiết bị đóng cắt mạch

1.1. Cầu dao

Cầu dao là loại thiết bị điện để đóng cắt dòng điện bằng tay, đơn giản nhất, được sử dụng trong mạch điện có điện áp 10V, điện một chiều và 380V điện xoay chiều.

Cầu dao thường dùng để đóng cắt mạch điện công suất nhỏ và khi làm việc không phải đóng cắt nhiều lần. Nếu điện áp mạch điện cao hơn hoặc mạch điện có công suất trung bình và lớn thì cầu dao làm nhiệm vụ cách ly hoặc chỉ đóng cắt khi không tải. Sở dĩ như vậy vì khi cắt mạch, hồ quang sinh ra sẽ rất lớn, tiếp xúc sẽ bị phá huỷ trong một thời gian ngắn dẫn đến phát sinh hồ quang giữa các pha, gây nguy hiểm cho người thao tác và hỏng thiết bị.

Để đảm bảo cắt điện tin cậy, cắt thiết bị dùng điện ra khỏi nguồn điện, chiều dài lưỡi dao phải đủ lớn (lớn hơn 50cm) và để an toàn lúc đóng cắt, cần có biện pháp dập tắt hồ quang, tốc độ di chuyển lưỡi dao tiếp xúc càng nhanh, thời gian dập tắt hồ quang càng ngắn, vì thế người ta thường làm thêm lưỡi dao phụ có lò xo bật nhanh ở các cầu dao có dòng điện một chiều lớn 30A.



Hình 6.3. Cấu tạo và ký hiệu cầu dao.

1. tiếp điểm động (lưỡi dao); 2. tiếp điểm tĩnh; 3. đế cách điện.

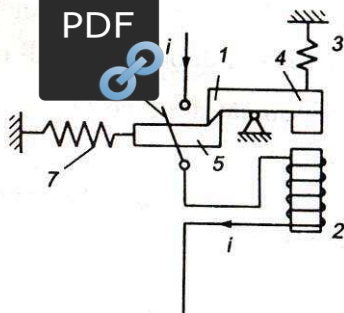
Theo kết cấu người ta phân ra loại 1 cực, 2 cực, 3 cực hoặc 4 cực. Theo điện áp phân ra điện áp định mức 250V, 500V. Theo dòng điện định mức có các loại: 15, 25, 30, 40, 60, 75, 100, 150, 200, 300, 350, 600, 1000A. Theo điều kiện bảo vệ có loại không có hộp, có loại có hộp che chắn. Theo yêu cầu sử dụng có loại cầu dao có cầu chì bảo vệ và loại không có cầu chì bảo vệ.

Trên hình 6.3 vẽ cấu tạo và ký hiệu cầu dao.

1.2 Áptômát

Áptômát là thiết bị điện dùng để đóng cắt mạch điện, bảo vệ quá tải, ngắn mạch, sụt áp...hồ quang được dập tắt bằng phương pháp không khí.

Sơ đồ nguyên lý của áptômát vẽ về dòng điện cực đại vẽ trên hình 6.9



Hình 6.9.

Ở trạng thái bình thường, sau khi đóng điện, áptômát được giữ ở trạng thái đóng tiếp điểm nhờ móc răng 1 khớp với cần răng 5 cùng một cụm với tiếp điểm động 6.

Khi mạch điện quá tải hay ngắn mạch, dòng điện chạy qua cuộn dây 2 lớn, lực hút điện từ tăng lên thắng lực lò xo 3 kéo phần ứng 4 xuống làm nhả móc 1, cần 5 được tự do, tiếp điểm động 6 của áptômát được mở ra do lực của lò xo 7, mạch điện bị cắt.

Áptômát thường được phân loại như sau:

- Theo kết cấu: loại 1 cực, 2 cực, 3 cực.
- Theo thời gian tác động: loại tác động không tức thời, loại tác động tức thời.
- Theo chức năng bảo vệ: loại bảo vệ dòng cực đại, dòng cực tiểu, bảo vệ công suất điện ngược, bảo vệ áp cực tiểu...

Để thực hiện yêu cầu thao tác chọn lọc bảo vệ, áptômát phải có khả năng hiệu chỉnh dòng tác động và thời gian tác động.

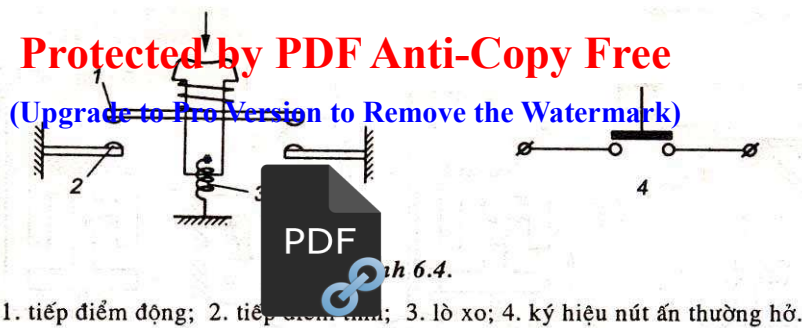
1.3. Nút ấn

Là thiết bị điện để điều khiển từ xa (có khoảng cách) đóng cắt tự động mạch điện (mạch điện động cơ điện...)

Có hai loại nút ấn: nút ấn thường hở và nút ấn thường dùng.

a, Nút ấn thường hở

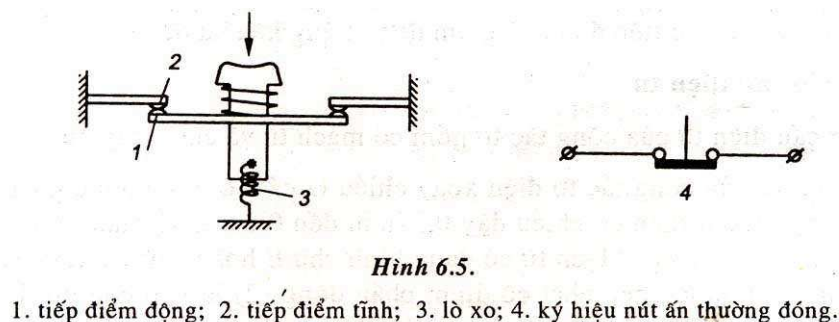
Trên hình 6.4 là cấu tạo và ký hiệu nút ấn thường hở (mở)



Khi ấn nút theo chiều mũi tên thì tiếp điểm đóng lại, nối mạch điện. Khi bỏ tay ra, nhờ lò xo phản, tiếp điểm lại trở về vị trí ban đầu là hở mạch.

b, Nút ấn thường đóng

Trên hình 6.5 là cấu tạo và ký hiệu nút ấn thường đóng.



Khi ấn nút theo chiều mũi tên thì tiếp điểm hở ra, cắt mạch điện. Khi bỏ tay ra, nhờ lò xo phản, tiếp điểm lại trở về vị trí ban đầu là thường đóng.

2. Thiết bị điều khiển và bảo vệ

2.1. Rơ le

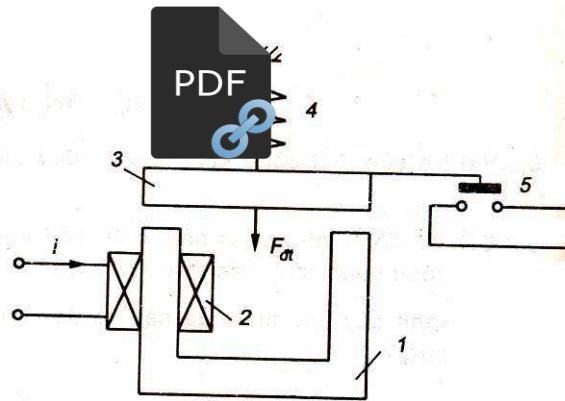
Rơ le là thiết bị điện dùng để đóng các mạch điện điều khiển, bảo vệ và điều khiển sự làm việc của mạch điện động lực.

Các bộ phận (các khối) chính của rơ le là : cơ cấu tiếp thu, cơ cấu trung gian, cơ cấu chấp hành. Ví dụ rơ le điện từ có các bộ phận: cuộn dây (cơ cấu tiếp thu), mạch từ nam châm điện (cơ cấu trung gian), hệ thống các tiếp điểm (cơ cấu chấp hành)

Ngày nay do sự phát triển của công nghệ, ngoài rơ le điện cơ, rơ le nhiệt, rơ le từ, các loại rơ le điện tử, rơ le số với những ưu điểm nổi bật đã phát triển và sử dụng nhiều trong các ngành của sản xuất và đời sống.

a, Role điện từ

Role điện từ là loại role điện cơ, làm việc theo nguyên lý điện từ. Xét một role điện từ có cấu tạo như hình 6.1



Hình 6.1.

Khi cho dòng điện i đi vào cuộn dây 2 của nam châm điện 1 thì nắp 3 của nam châm điện sẽ chịu một lực hút điện từ $F_{đt}$. Khi dòng điện i lớn hơn dòng điện tác động I_{td} , thì lực điện từ $F_{đt}$ lớn hơn lực $F_{lò xo}$ của lò xo 4, làm đóng tiếp điểm 5. Khi dòng điện i nhỏ hơn dòng điện trở về I_{tv} , lực $F_{lò xo}$ lớn hơn lực điện từ $F_{đt}$, role nhả, các tiếp điểm 5.

Nhược điểm của role điện từ là công suất tác động tương đối lớn, độ nhạy thấp. Hiện nay người ta sử dụng vật liệu sắt từ mới để tăng độ nhạy của role.

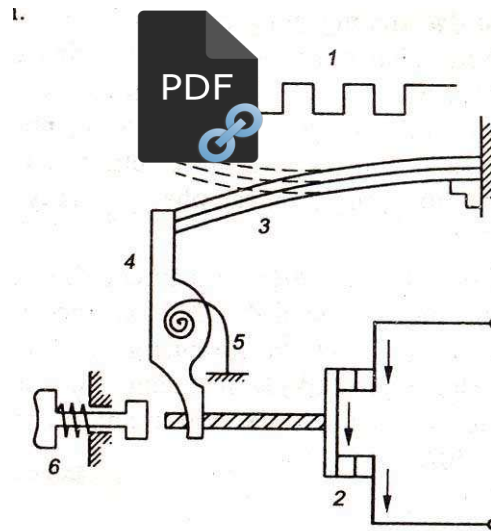
b, Role nhiệt.

Rơ le nhiệt dùng để bảo vệ động cơ điện và mạch điện khỏi bị quá tải. Role nhiệt không tác động tức thời theo trị số dòng điện, vì cần có thời gian để phát nóng. Thời gian làm việc khoảng vài giây đến vài phút.

Role nhiệt có nguyên lý làm việc dựa vào tác dụng làm việc của dòng điện. Loại Role nhiệt thường gặp có phần tử cơ bản là phiến kim loại kép, cấu tạo từ hai tấm kim loại, một tấm có hệ số giãn nở bé và một tấm có hệ số giãn nở lớn. Khi đốt nóng do dòng điện I , có thể dùng trực tiếp cho dòng điện đi qua hoặc dây điện trở bao quanh

Hình 6-2. là sơ đồ cấu tạo role nhiệt. Bộ phận đốt nóng 1 đầu nối tiếp với dòng mạch điện chính của thiết bị cần bảo vệ (tự động cắt điện) khi dòng điện chạy trong mạch điện tăng nên quá mức quy định (động cơ điện bị quá tải) thì nhiệt lượng toả ra làm cho phiến kim loại kép 3 cong nên phía trên (về phía kim loại có hệ số giãn nở nhỏ) Nhờ lực kéo của lò xo 5,

đòn bẩy 4 sẽ quay và mở tiếp điểm 2, làm cho mạch điện tự động cắt điện. Khi bộ phận đốt nóng nguội đi, thanh kim loại kép hết công, an huy 6 là vị thế của role nhiệt về vị trí cũ, tiếp điểm 2 đóng. **Protected by PDF Anti-Copy Free**
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



Hình 6.2.

c, Role tương tự - Role kỹ thuật số

Các loại Role điện - cơ có nhược điểm là tác động chậm và kém chính xác nên từ những năm 70 đến năm 90 các role điện - cơ được cải tiến theo hướng điện tử hoá, thay thế các cơ cấu đo, cơ cấu so ngưỡng bằng các mạch điện tử và vi mạch bán dẫn. Đến khoảng những năm 90 người ta đưa kỹ thuật vi xử lý, vi điều khiển vào role, các tính năng của role càng ưu việt hơn.

Role tương tự có đặc trưng là các thông số vào, ra của role như dòng điện, điện áp, góc lệch pha, công suất...là các đại lượng liên tục (analog) Tín hiệu này được so sánh với 1 hay nhiều đại lượng đầu vào có giá trị chuẩn để cho tín hiệu đầu ra. Cấu trúc role gồm các khối sau: Khối tiếp thu, khối thực hiện, khối trì hoãn và khối chỉnh định.

Role kỹ thuật số có đặc điểm là tín hiệu xử lý bên trong của role ở dạng số (dạng nhị phân 0, 1) tín hiệu đầu vào được chuyển sang tín hiệu số để điều khiển tín hiệu ra. Kết cấu phần cứng và phần mềm của các kiểu role kỹ thuật số của các hãng khác nhau thường có những nét đặc biệt riêng, không giống nhau.

2.2 Công tắc tơ điện tử

Công tắc tơ là loại thiết bị điện dùng để đóng cắt từ xa, tự động hoặc bằng nút ấn các mạch điện có tải điện áp đến 500V, dòng điện đến 600A.

Công tắc tơ có hai vị trí: đóng và cắt. Tiếp điểm được giữ ở trạng thái đóng nhờ có dòng điện trong cuộn dây hút (cuộn điều khiển) của cơ cấu.

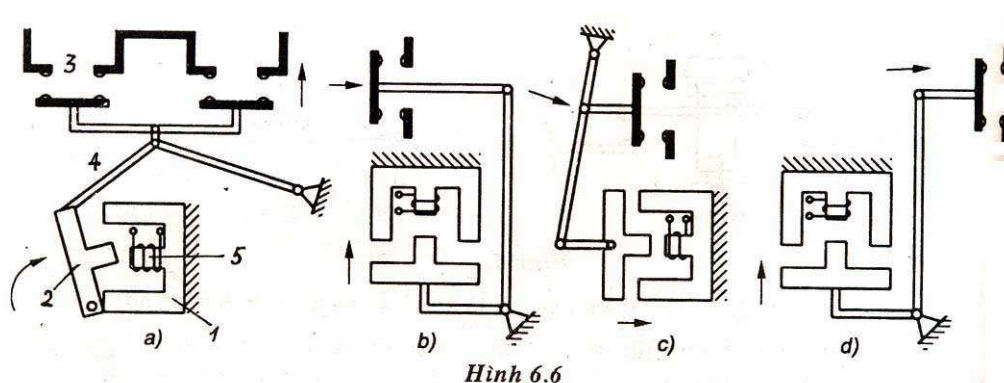
Protected by PDF Anti-Copy Free

Công tắc tơ điện từ có các bộ phận chính sau.

- Cơ cấu điện từ.
- Hệ thống tiếp điểm chính
- Hệ thống tiếp điểm phụ
- Hệ thống dập hồ quang.



Trên hình 6.6 vẽ sơ đồ nguyên lý chung của các công tắc điện từ.




Trong sơ đồ hình 6.6. ta thấy 2 bộ phận cơ bản: cơ cấu điện từ và cơ cấu truyền động. Cơ cấu truyền động gồm hệ thống tay đòn và tiếp điểm động. Cơ cấu truyền động phải có kết cấu hợp lý để giảm thời gian thao tác đóng, cắt, tăng lực ép các tiếp điểm và giảm được tiếng kêu va đập.

a, Cơ cấu điện từ

Cơ cấu điện từ của công tắc gồm có mạch từ và cuộn dây hút.

Mạch từ của công tắc tơ điện xoay chiều là các lõi thép được ghép bằng lá thép kỹ thuật điện có chiều dày 0,35mm đến 0,5mm để giảm tổn hao sắt từ do dòng điện xoáy. Mạch từ có dạng hình chữ E hoặc chữ U, gồm 2 phần: Phần tĩnh (1) được ghép chặt cố định, phần động (2) là nắp còn lại là phần ứng được nối với các tiếp điểm (3) qua hệ thống tay đòn (4)

Cuộn dây hút (5) có điện trở rất bé so với điện kháng. Khi có dòng điện qua cuộn hút, sẽ có lực điện từ hút nắp (phần động 2), thông qua hệ thống tay đòn, đóng tiếp điểm (3) duy trì vị trí đóng mạch điện của công tắc tơ (hình 6.6)

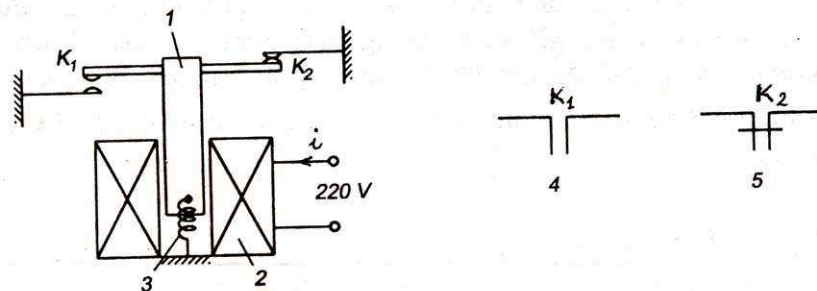
Nguyên lý làm việc của công tắc tơ điện một chiều cũng tương tự như trên, thường chỉ khác ở hình dáng kết cấu truyền động của mạch từ với tiếp điểm. Công tắc tơ điện một chiều thường dùng mạch từ kiểu xupap, có tiếp điểm động bắt chặt ngay vào nắp. Ngoài ra, vì sử dụng dòng điện một chiều nên lõi từ thường làm bằng sắt từ mềm, cuộn dây thường có dạng hình trụ tròn, có thể quấn s  i, vì lõi thép ít nóng hơn trường hợp điện xoay chiều.

b, Hệ thống tiếp điểm

Hệ thống tiếp điểm gồm các tiếp điểm thường hở (mở) (ở trạng thái hở) và tiếp điểm thường đóng (ở trạng thái đóng) khi chưa có tác động của cuộn điều khiển (cuộn hút)

Trên hình 6.7a vẽ vị trí các tiếp điểm thường hở, thường đóng khi không có dòng điện vào cuộn dây điều khiển. Hình 6.7b vẽ ký hiệu cuộn dây công tắc tơ K và tiếp điểm thường hở, tiếp điểm thường đóng.

Khi có dòng điện vào cuộn dây, lõi sắt bị hút xuống một lực thắng lực đẩy của lò xo phản làm cho tiếp điểm thường đóng bị hở và tiếp điểm thường hở bị đóng lại. Nếu cuộn dây bị mất điện, do tác dụng của lực đẩy của lò xo, hệ thống các tiếp điểm trở về vị trí ban đầu.



Hình 6.7. 1. lõi sắt ; 2. cuộn dây K ; 3. lò xo ; 4. K_1 - ký hiệu tiếp điểm thường hở ;
5. K_2 ký hiệu tiếp điểm thường đóng

Các số liệu kỹ thuật của công tắc là:

- Điện áp định mức U_{dm} là điện áp của mạng điện tương ứng mà tiếp điểm chính phải đóng cắt, thường có các cấp 110V, 220V, 440V điện một chiều và 127V; 220V; 380V; 500V xoay chiều.

Cuộn hút có thể làm việc bình thường ở điện áp trong giới hạn 85% đến 105% điện áp định mức.

- Dòng điện định mức I_{dm} là dòng điện đi qua tiếp điểm chính trong chế độ làm việc gián đoạn lâu dài, nghĩa là ở chế độ này thời gian đóng cắt ở trạng thái đóng không quá lâu 8 giờ.

Công tắc tơ có các cấp dòng thông dụng 10; 20; 25; 40; 60; 75; 100; 150; 250; 300; 600A.



2.3. Khởi động từ

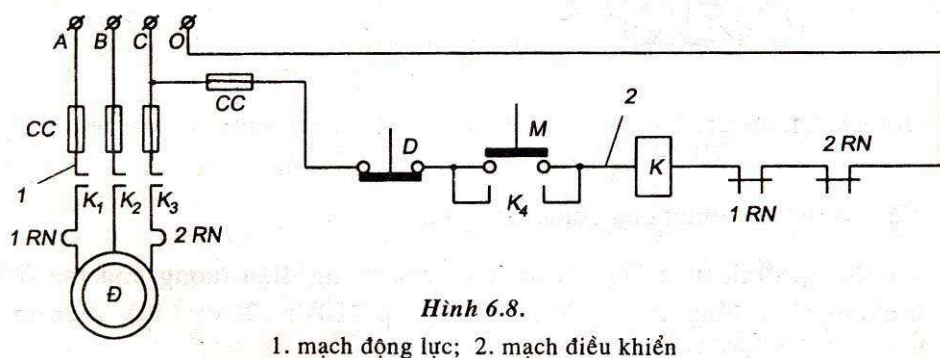
Khởi động từ là một loại thiết bị điện dùng để điều khiển đóng cắt từ xa, đảo chiều quay và bảo vệ quá tải (nếu có mắc thêm role nhiệt) cho các động cơ ba pha rôto lồng sóc. Loại khởi động từ có một công tắc tơ gọi là khởi động từ đơn, thường dùng để điều khiển đóng cắt động cơ điện. Khởi động từ có 2 công tắc tơ gọi là khởi động từ kép dùng để khởi động và điều khiển đảo chiều quay động cơ điện. Muốn khởi động từ bảo vệ được gắn mạch phải mắc thêm cầu chì.

Người ta phân chia khởi động từ thành các loại sau:

- Theo điện áp định mức của cuộn dây hút: 36V; 127V; 220V; 380V và 500V.
- Theo kết cấu bảo vệ chống tác động bởi môi trường xung quanh có các loại: hở, bảo vệ, chống nổ.

Cũng như các thiết bị điện thấp áp, các chi tiết của khởi động từ làm việc không có dầu mỡ bôi trơn, tức làm việc khô, do đó phải làm từ vật liệu ít bị mòn do ma sát và không bị gỉ. Ngày nay người ta dùng kim loại - nhựa có độ bền chịu mòn cao, có thể bền gấp 200 lần so với giữa kim loại - kim loại.

Trên hình 6.8 vẽ sơ đồ dùng khởi động từ đơn để đóng cắt điều khiển động cơ điện.



Trên sơ đồ ký hiệu như sau:

- A, B, C, O mạch ba pha 4 dây.

- CC là cầu chì

- 1RN, 2RN 2 role nhiệt đặt ở 2 pha

- K cuộn dây công tắc tơ có 4 tiếp điểm thường mở (K_1, K_2, K_3 ở mạch động lực, K_4 ở mạch điều khiển)

- D nút ấn thường đóng (nút đóng)

- M nút ấn thường hở (nút mở)

Hoạt động của sơ đồ như sau:

- Mở máy: ấn nút mở máy M, dòng điện đi từ pha C qua cầu chì, qua D, M, K, 2 tiếp điểm thường đóng 1RN, 2RN của role nhiệt, về trung tính O, cuộn dây K có điện, đóng các tiếp điểm K_4 để tự khoá nút M (bỏ tay ấn nút M ra, mạch điện vẫn được duy trì, đi qua tiếp điểm K_4)

- Muốn cắt động cơ (dừng máy) ta ấn nút D, cuộn dây công tắc tơ K mất điện, các tiếp điểm K_1, K_2, K_3, K_4 hở ra, động cơ cắt khỏi nguồn điện.

- Bảo vệ động cơ: cầu chì CC bảo vệ ngắn mạch, hai role nhiệt RN bảo vệ quá tải.

2.4. Cầu chì

Cầu chì là loại thiết bị điện dùng để bảo vệ các thiết bị điện và mạch điện tránh quá dòng điện (chủ yếu là dòng điện ngắn mạch) Trong mạng điện ta thường thấy cầu chì bảo vệ các dây điện và cáp, bảo vệ đồ dùng điện gia đình, bảo vệ máy biến áp, động cơ điện...

Hai phần tử cơ bản của cầu chì là: dây chảy và thiết bị dập hồ quang (phần tử dập hồ quang thường gập ở cầu chì cao áp)

Dây chảy là phần tử quan trọng nhất, để cắt mạch điện khi có sự cố một cách tin cậy, dây chảy cần thoả mãn các yêu cầu sau:

- Không bị ôxy hoá.

- Dẫn điện tốt.

- Nhiệt độ nóng chảy tương đối thấp

- Kim loại vật liệu ít

- Quán tính nhiệt phải nhỏ.

Để giảm nhiệt độ tác động, người ta thường dùng 2 biện pháp:

- Dùng dây dệt có chỗ thắt lại để giảm tiết diện.

- Dùng dây tròn, trên một số đoạn hàn thêm một số vảy kim loại có nhiệt độ nóng chảy thấp.

Protected by PDF Anti-Copy Free

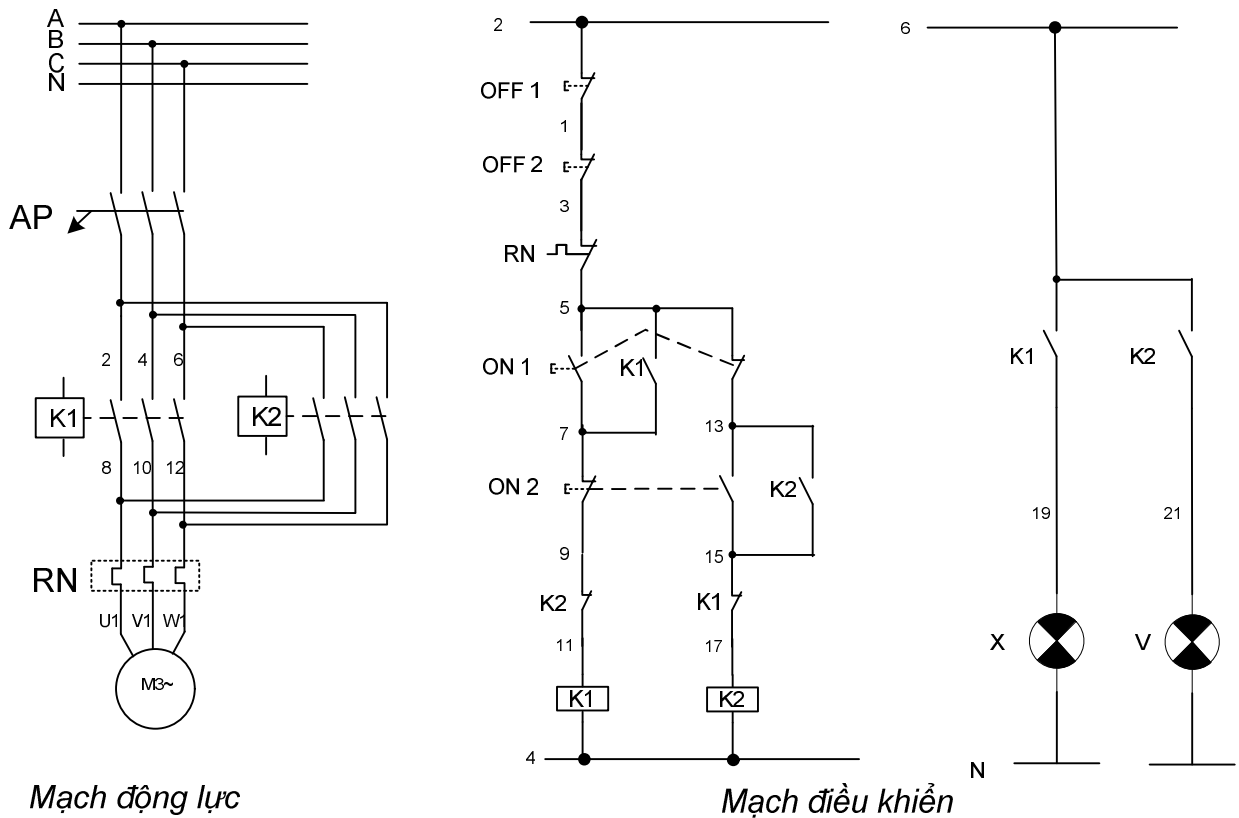
Cấu tạo của cầu chì có các loại sau: loại hở, loại vặn, loại hộp, loại kín không có cát thạch anh.

Cầu chì có đặc điểm là đơn giản, chi phí thấp, khả năng cắt (bảo vệ) lớn và giá thành thấp, nên ngày nay vẫn được ứng dụng rộng rãi.

3. Các mạch điều khiển bộ truyền động

3.1 Mạch đảo chiều động cơ không đồng bộ 3 pha

1. Sơ đồ mạch



Mạch đảo chiều trực tiếp động cơ một vị trí

2

. Nguyên lý hoạt động.

a/ Khởi động :

Cấp nguồn cho mạch điện : Đóng AP

+ Quay thuận: Ấn ON1 (7;9) → Công tắc tơ K1 (11;4) có điện, tiếp điểm thường mở

K1 (7;9) đóng lại duy trì, tiếp điểm thường mở K1 (6;19) đóng lại đèn xanh sáng, tiếp điểm thường đóng K1 (15;17) mở ra không chế khóa cho chế độ quay ngược. Đồng thời các tiếp điểm mạch động lực K1 (2;8), (4;10), (6;12) đóng cấp nguồn cho động cơ M khởi động trực tiếp theo chiều thuận. Kết thúc quá trình máy theo chiều thuận.

+ Quay ngược: Muốn đảo chiều quay PDF, ta thực hiện khi động cơ đang làm việc:

Ấn nút ON2 (7;9) → Công tắc tơ () mất điện, tiếp điểm thường đóng K1 (15;17) đóng lại. Công tắc tơ K2 (17;4) có điện, tiếp điểm thường mở K2 (13;15) đóng lại duy trì, tiếp điểm thường mở K2 (6;21) đóng lại đèn vàng sáng), tiếp điểm thường đóng K2 (11;4) mở ra không chế khoá chéo chế độ quay thuận. Đồng thời tiếp điểm mạch động lực K2 (2;12), (4;10), (6;8) đóng đảo chéo 2 trong 3 pha cấp nguồn cho động cơ M hoạt động ở chế độ ngược.

b/ Dừng máy:

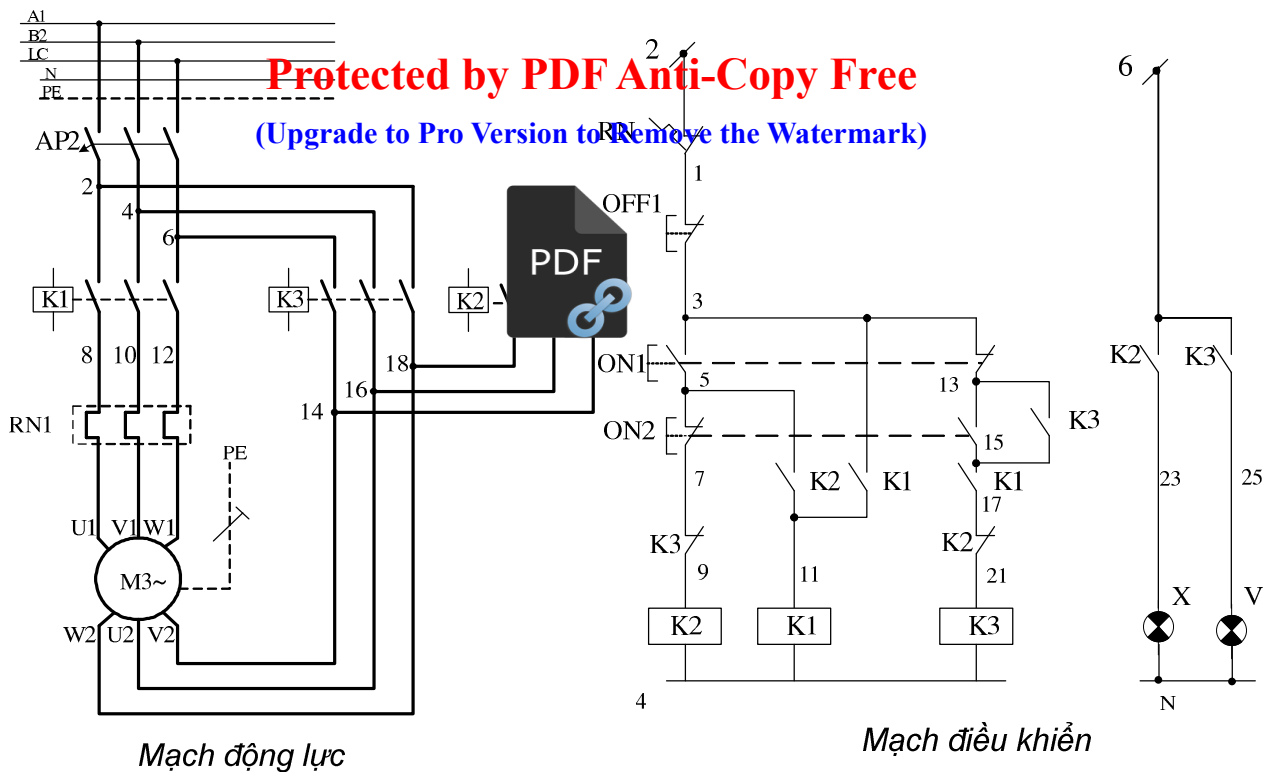
Muốn dừng máy ấn OFF1 (2;1) ngắt điện toàn mạch điều khiển, mở tiếp điểm K1 (K2) động cơ dừng hoạt động. Muốn kết thúc quá trình làm việc ta ngắt AP.

c/ Thiết bị bảo vệ

Khi xảy ra quá tải, role nhiệt RN tác động, tiếp điểm thường đóng RN (3 ;5) mở ra ngắt mạch điều khiển.

3.2. Mạch mở máy sao-tam giác

1. Sơ đồ mach.



2. Nguyên lý hoạt động.

Động cơ M có chế độ làm việc lâu dài, ổn định với cách nối Δ cuộn dây Stato. Để giảm dòng mở máy, người ta thực hiện đổi nối hình Y cho dây quấn Stato, tùy theo tình trạng nguồn cung cấp hoặc phụ tải của động cơ mà nó có thể được đổi nối trở lại nhanh hay chậm. Kết thúc quá trình mở máy.

a/ Mở máy :

Cấp nguồn cho mạch điện : Đóng AP2.

Ấn ON1 (7;9) → Công tắc tơ K2 (13;0) có điện, tiếp điểm thường mở K2 (9;15), (7;25) đóng lại □ đèn xanh sáng, tiếp điểm thường đóng K2 (21;23) mở ra khoá chéo sự làm việc của K3 khi đó các tiếp điểm mạch động lực K2 (14;20), (16;20), (18;20) đóng chụm Y cho bộ dây Stato động cơ M. Đồng thời CTT K1 (15;0) có điện, tiếp điểm thường mở K1 (7;15) đóng lại duy trì, tiếp điểm thường mở K1 (19;21) đóng chuẩn bị cấp nguồn cho CTT K3 (23;0), các tiếp điểm K1 (2;8), (4;10), (6;12) trên mạch động lực đóng lại cấp nguồn cho động cơ M khởi động ở chế độ nối Y bộ dây. Để kết thúc quá trình mở máy ấn S3 (9;11) CTT K2 (13;0) mất điện các tiếp điểm thường mở K2 (9;15), (7;25) mở ra, tiếp điểm thường

đóng K2 (21;23) đóng lại→ Công tắc tơ K3 (23;0) có điện, tiếp điểm thường mở K3 (17;19) đóng lại duy trì, tiếp điểm K3 (7;27) đóng (Đèn vàng sáng) Đồng thời các tiếp điểm mạch động lực K3 (2;18), (4;16), (6;14) đóng đổi nối bộ dây Stato động cơ M sang làm việc ở chế độ nối Δ . Kết thúc quá trình mở máy

b/ Dừng máy:

Muốn dừng máy ấn S1 (5;7) → tiếp điểm thường đóng của S1 (5;7) ngắt mạch điều khiển, động cơ dừng hoạt động. Muốn kết thúc quá trình làm việc ta ngắt AP2

c/ Thiết bị bảo vệ

Khi xảy ra quá tải, role nhiệt F2 tác động, tiếp điểm thường đóng F2 (3;5) mở ra ngắt mạch điều khiển, tiếp điểm thường mở F2 (3;29) đóng lại, đèn H3 sáng báo hiệu sự cố.



CHƯƠNG 9 CÁC LĨNH KIỆN ĐIỆN TỬ CƠ BẢN

Protected by PDF Anti-Copy Free

1. Điện trở, tụ điện, cuộn cảm (Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

1.1 Điện trở.

Để đạt được giá trị dòng điện mong muốn tại 1 điểm nào đó của mạch điện hay giá trị điện áp mong muốn giữa 2 điểm của mạch, người ta dùng điện trở có giá trị thích hợp.

Ta có thể hiểu một cách đơn giản - Điện trở là sự cản trở dòng điện của một vật dẫn điện, nếu một vật dẫn điện tốt thì điện trở nhỏ, vật dẫn điện kém thì điện trở lớn, vật cách điện thì điện trở là vô cùng lớn.

Điện trở của dây dẫn :

Điện trở của dây dẫn phụ thuộc vào chất liệu, độ dài và tiết diện của dây. được tính theo công thức sau: $R = \rho.L / S$

Trong đó: ρ : là điện trở suất phụ thuộc vào chất liệu [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]

L : là chiều dài dây dẫn m

S : là tiết diện dây dẫn mm^2

R : là điện trở đơn vị là Ohm Ω

Điện trở có tác dụng giống nhau trong mạch điện một chiều và xoay chiều tức là chế độ làm việc không phụ thuộc vào tần số của tín hiệu tác động nên nó

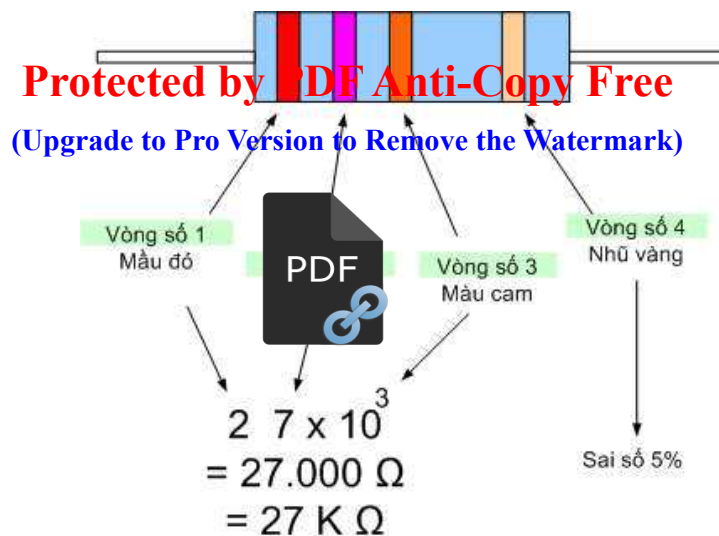
Khi sử dụng một điện trở các tham số cần quan tâm đến là:

- Giá trị điện trở tính bằng Ω hay $K\Omega$
- Sai số hay dung sai là mức thay đổi tương đối của giá trị thực so với giá trị danh định sản xuất được ghi trên nó tính theo phần trăm.
- Công suất tối đa cho phép tính bằng wat (w)
- Đặc điểm cấu tạo và loại vật liệu được dùng để chế tạo điện trở

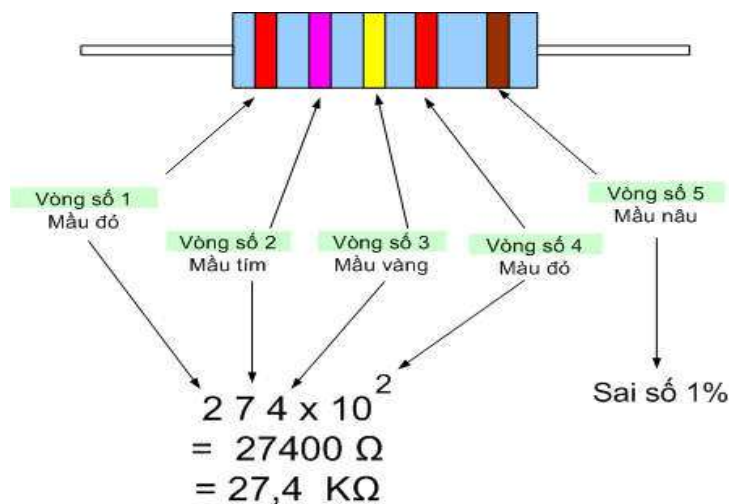
Quy ước vạch màu và dung sai

Bảng mã màu điện trở 4 vạch màu

Màu	Số thứ 1	Số thứ 2	Hệ số nhân	Sai số
Tên màu (ký hiệu)	Giá trị của điện trở tính bằng Ω			%
-	-	-	-	± 20
Ngân nhũ (bạc)	-	-	10-2	± 10
Kim nhũ (vàng)	-	-	10-1	± 5
Đen (BK)	-	0	1	-
Nâu (BN)	1	1	101	± 1
Đỏ (RD)	2	2	102	± 2
Cam (OG)	3	3	103	-
Vàng (YE)	4	4	104	-
Xanh lá (GN)	5	5	105	$\pm 0,5$
Xanh lơ (BL)	6	6	106	$\pm 0,25$
Tím (VT)	7	7	107	$\pm 0,1$
Xám (GY)	8	8	108	-
Trắng (WH)	9	9	109	-



Cách đọc trị số điện trở 5 vòng màu : (điện trở chính xác)



Vòng số 5 là vòng cuối cùng, là vòng ghi sai số, trở 5 vòng màu thì màu sai số có nhiều màu, do đó gây khó khăn cho ta khi xác định đâu là vòng cuối cùng, tuy nhiên vòng cuối luôn có khoảng cách xa hơn một chút.

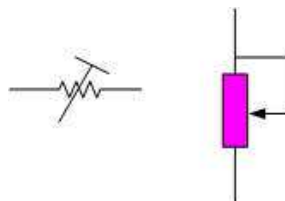
$$\text{Trị số} = (\text{vòng 1})(\text{vòng 2})(\text{vòng 3}) \times 10^{(\text{mũ vòng 4})}$$

Biến trở, triết áp :

Biến trở : Là điện trở có thể chỉnh để thay đổi giá trị, có ký hiệu là VR chúng có hình dạng như sau



Hình 9.1a Hình dạng biến trở



Hình 9.1b Ký hiệu trên sơ đồ

Cấu tạo biến trở: **Protected by PDF Anti-Copy Free**

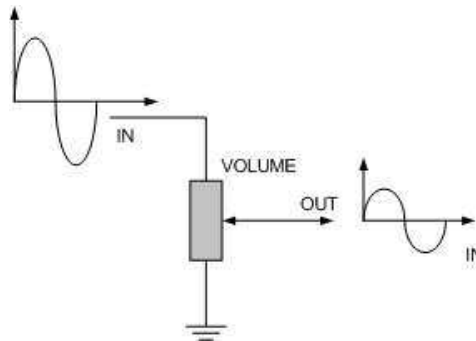
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



Hình 9.1c Cấu tạo biến trở

Triết áp: Triết áp cũng tương tự biến trở nhưng có thêm cần chỉnh và thường bố trí phía trước mặt máy cho người sử dụng điều chỉnh.

Ví dụ như - Triết áp Volume, triết áp Bass, Treble v.v.. , triết áp nghĩa là triết ra một phần điện áp từ đầu vào tùy theo mức độ chỉnh.



Hình 9.1d Ký hiệu triết áp trên sơ đồ nguyên lý.

Trong thực tế , khi ta cần một điện trở có trị số bất kỳ ta không thể có được , vì điện trở chỉ được sản xuất khoảng trên 100 loại có các giá trị thông dụng, do đó để có một điện trở bất kỳ ta phải đấu điện trở song song hoặc nối tiếp.

1.2 Tụ điện

* Cấu tạo: Tụ điện có cấu tạo cơ bản là hai bản cực kim loại đặt song song. Tùy theo lớp cách điện ở giữa 2 bản cực là gì thì có tên gọi tương ứng.

Ví dụ: lớp cách điện là không khí ta có tụ không khí, lớp cách điện là giấy có tụ giấy, các điện là gốm có tụ gốm, cách điện bằng hóa chất có tụ hóa...

* Có hai loại tụ chính:

- Tụ giấy, tụ gốm là các tụ không phân cực có trị số $< 470\text{nF}$
- Tụ hóa là các tụ có phân cực có trị số $> 0,47\text{ }\mu\text{F}$

* Trị số của tụ:

- Tụ hóa ghi trực tiếp trên thân ví dụ $10\text{ }\mu\text{F}$, $100\text{ }\mu\text{F}$, $470\text{ }\mu\text{F}$...

Tụ giấy và gốm được kí hiệu trên thân bằng 3 số. Ví dụ 103J, 223K...

3 số đầu ký hiệu là giá trị chính là ký hiệu sai số

Cách đọc: 2 chữ số đầu giữ nguyên, số thứ 3 tương ứng với số 0 thêm vào và lấy đơn vị là pF.

Ví dụ: 103J sẽ là 10 000pF

471K sẽ là 470 pF

* Lưu ý: Có một cách ký hiệu khác. .01J; .22K thì khi đó đơn vị là μF

Ví dụ: .01J là 0,01 μF ; .022K là 0,022 μF

* Trị số điện áp ghi trên thân tụ: Là điện áp cực đại mà tụ có thể chịu được, vượt qua giá trị này thì lớp cách điện bị đánh thủng.

* Xét đối với điện áp một chiều:

Tụ hoàn toàn cách điện vì điện áp một chiều có tần số $f = 0$

Dung kháng của tụ: $Z_C = \frac{1}{2\pi f C}$.

Khi $f = 0$ thì $Z_C \rightarrow \infty$ nên tụ không dẫn điện một chiều

* Xét đối với điện áp xoay chiều:

Cho dòng điện xoay chiều đi qua vì: Điện áp xoay chiều có tần số $f > 0 \Rightarrow Z_C < \infty$. Khi đó tụ dẫn điện như một điện trở. f càng lớn hoặc C càng lớn thì Z_C càng nhỏ, dòng điện xoay chiều đi qua càng dễ.

1.3 Cuộn cảm

* Khái niệm:

Một cuộn dây có dòng điện chạy qua sẽ sinh ra một từ trường đó là nguyên lý hoạt động của nam châm điện. Nếu giá trị dòng chảy trên cuộn dây thay đổi thì từ trường độ từ trường phát sinh từ cuộn dây cũng thay đổi gây ra một sức điện động cảm ứng (tự cảm) trên cuộn dây và có xu hướng đối lập dòng ban đầu.

Cấu tạo cuộn cảm gồm một số vòng dây quấn lại thành nhiều vòng, dây quấn được sơn emay cách điện, lõi cuộn dây có thể là không khí, hoặc là vật liệu dẫn từ như Ferrite hay lõi thép kỹ thuật.



Hình 9.2a Cuộn dây lõi không khí



Hình 9.2b Cuộn dây lõi Ferrit

* Các tham số đặc trưng của cuộn cảm.

Một cuộn dây trong mạch điện xoay chiều sẽ có điện trở bình thường do điện trở dây cuốn tạo ra và thành phần trở kháng được xác định bởi: $Z_L = R + j2\pi f.L$

- **Hệ số tự cảm** (định luật Faraday)

Hệ số tự cảm là đại lượng đặc trưng cho điện động cảm ứng của cuộn dây khi có dòng điện biến thiên chạy qua.

- **Cảm kháng** của cuộn dây là đại lượng đặc trưng cho sự cản trở dòng điện của cuộn dây đối với dòng điện xoay chiều: $Z_L = 2\pi f.L$

Cảm kháng của cuộn dây tỷ lệ với hệ số tự cảm của cuộn dây và tỷ lệ với tần số dòng điện xoay chiều, nghĩa là dòng điện xoay chiều có tần số càng cao thì đi qua cuộn dây càng khó, dòng điện một chiều có tần số $f = 0$ Hz vì vậy với dòng một chiều cuộn dây có cảm kháng $Z_L = 0$

* Ứng dụng của cuộn cảm để chế tạo loa. micro. biến áp

2. Điốt bán dẫn

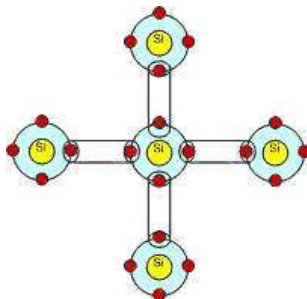
2.1 Chất bán dẫn

Chất bán dẫn là nguyên liệu để sản xuất ra các loại linh kiện bán dẫn như Diode, Transistor, IC mà ta đã thấy trong các thiết bị điện tử ngày nay.

Chất bán dẫn là những chất có đặc điểm trung gian giữa chất dẫn điện và chất cách điện, về phương diện hoá học thì bán dẫn là những chất có 4 điện tử ở lớp ngoài cùng của nguyên tử. đó là các chất Germanium (Ge) và Silicium (Si)

Từ các chất bán dẫn ban đầu (tinh khiết) người ta phải tạo ra hai loại bán dẫn là bán dẫn loại N và bán dẫn loại P, sau đó ghép các miếng bán dẫn loại N và P lại ta thu được Diode hay Transistor.

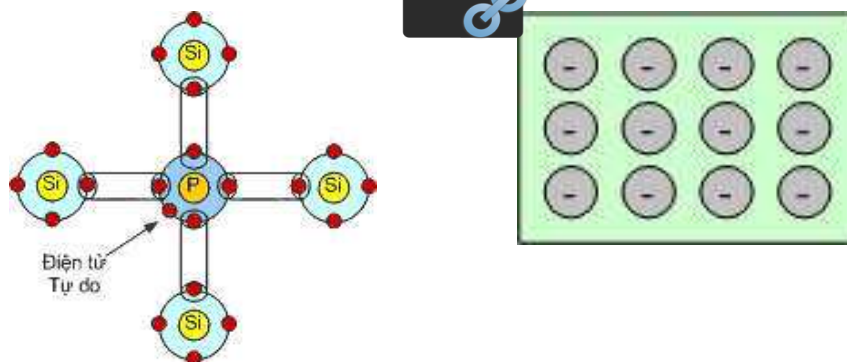
Si và Ge đều có hoá trị 4, tức là lớp ngoài cùng có 4 điện tử, ở thể tinh khiết các nguyên tử Si (Ge) liên kết với nhau theo liên kết cộng hoá trị như hình dưới.



Hình 9.3 Chất bán dẫn tinh khiết .

2.2. Chất bán dẫn loại N

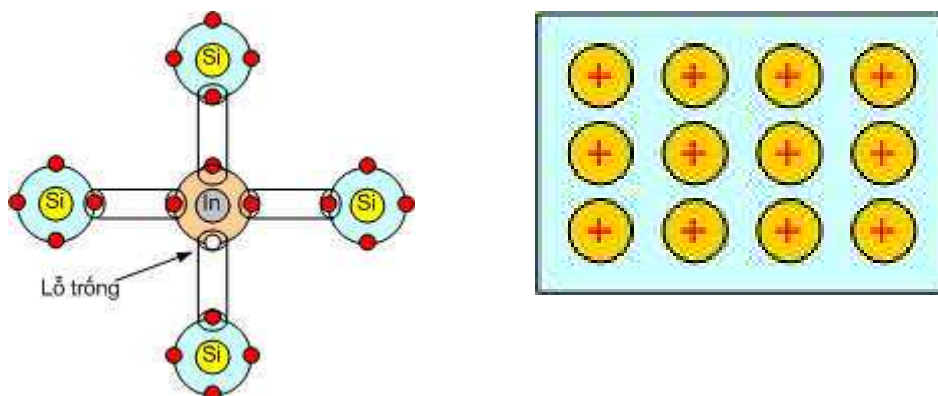
* Khi ta pha thêm một lượng nhỏ chất có hoá trị 5 như Phospho (P) vào chất bán dẫn Si thì một nguyên tử P liên kết với 4 nguyên tử Si theo liên kết cộng hoá trị, nguyên tử Phospho chỉ có 4 điện tử tham gia liên kết và còn dư một điện tử và trở thành điện tử tự do => Chất bán dẫn lúc này trở thành thừa điện tử (mang điện âm) và được gọi là bán dẫn N (Negative : âm).



Hình 9.4 Chất bán dẫn N

2.3 Chất bán dẫn loại P

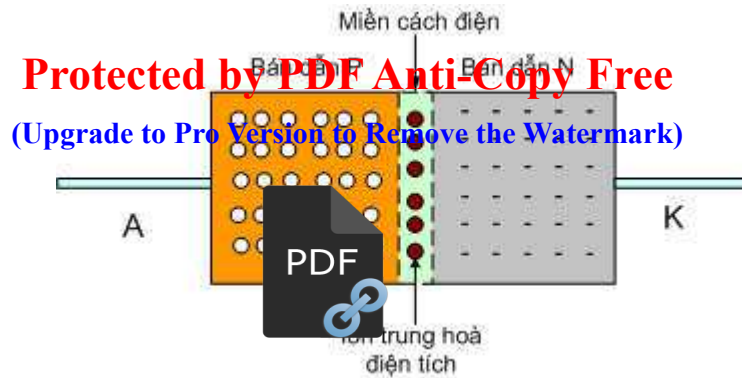
Ngược lại khi ta pha thêm một lượng nhỏ chất có hoá trị 3 như Indium (In) vào chất bán dẫn Si thì 1 nguyên tử Indium sẽ liên kết với 4 nguyên tử Si theo liên kết cộng hoá trị và liên kết bị thiếu một điện tử => trở thành lỗ trống (mang điện dương) và được gọi là chất bán dẫn P.



Hình 9.5 Chất bán dẫn P

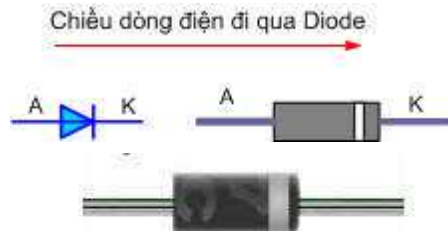
2.4 Tiếp giáp P - N và Cấu tạo của Diode bán dẫn.

Khi đã có được hai chất bán dẫn là P và N , nếu ghép hai chất bán dẫn theo một tiếp giáp P - N ta được một Diode, tiếp giáp P -N có đặc điểm : Tại bề mặt tiếp xúc, các điện tử dư thừa trong bán dẫn N khuếch tán sang vùng bán dẫn P để lấp vào các lỗ trống => tạo thành một lớp Ion trung hoà về điện => lớp Ion này tạo thành miền cách điện giữa hai chất bán dẫn.



Hình 9.6 Mối tiếp xúc P - N \Rightarrow Cấu tạo của Diode .

Ở hình trên là mối tiếp xúc P - N và cũng chính là cấu tạo của Diode bán dẫn.

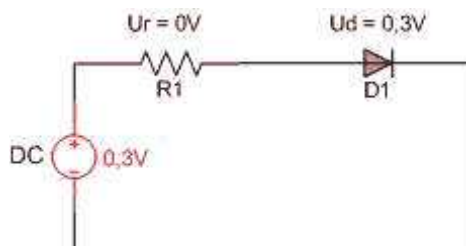


Hình 9.7 Kí hiệu và hình dạng của đi ốt bán dẫn

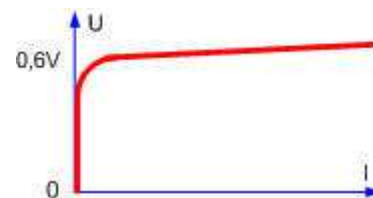
2.5 Hoạt động của điốt

Phân cực thuận cho Diode.

Khi ta cấp điện áp dương (+) vào Anôt (vùng bán dẫn P) và điện áp âm (-) vào Katôt (vùng bán dẫn N) , khi đó dưới tác dụng tương tác của điện áp, miền cách điện thu hẹp lại, khi điện áp chênh lệch giữ hai cực đạt 0,6V (với Diode loại Si) hoặc 0,2V (với Diode loại Ge) thì điện tích miền cách điện giảm bằng không \Rightarrow Diode bắt đầu dẫn điện. Nếu tiếp tục tăng điện áp nguồn thì dòng qua Diode tăng nhanh nhưng chênh lệch điện áp giữa hai cực của Diode không tăng (vẫn giữ ở mức 0,6V).



Diode (Si) phân cực thuận - Khi Dode dẫn điện áp thuận được giữ ở mức 0,6V

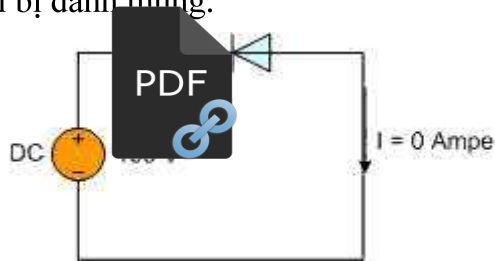


Đường đặc tuyến của điện áp thuận qua Diode

Hình 9.8

Phân cực ngược cho Diode.

Khi phân cực ngược cho Diode tức là cấp nguồn (+) vào Katôt (bán dẫn N), nguồn (-) vào Anôt (bán dẫn P) thì dòng điện sẽ bị chặn lại, không có dòng điện chạy qua. Nếu cách điện càng rộng ra và ngăn cản dòng điện đi qua một tiếp giáp. Diode có thể chịu được điện áp ngược rất lớn khoảng 1000V thì diode mới bị đánh thủng.



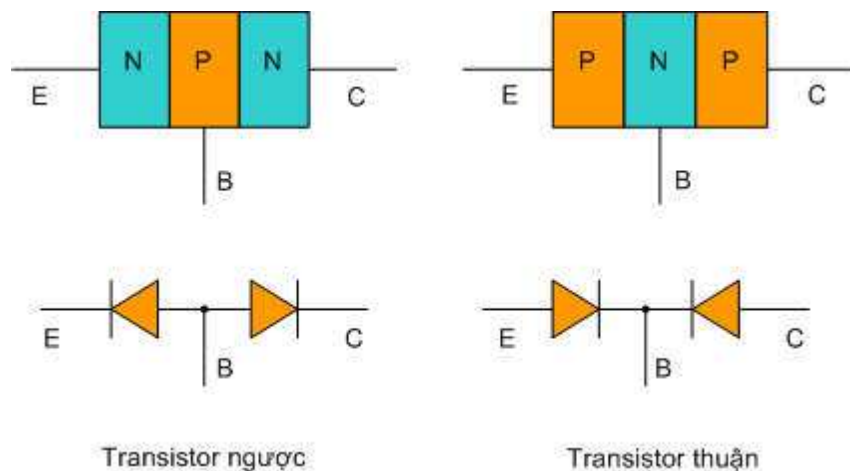
Hình 9.9 Diode chỉ bị cháy khi áp phân cực ngược tăng $\geq 1000V$

3. Tranzitor

3.1 Tranzitor lưỡng cực.

3.1.1 Cấu tạo của Transistor. (Bóng bán dẫn)

Transistor gồm ba lớp bán dẫn ghép với nhau hình thành hai mối tiếp giáp P-N , nếu ghép theo thứ tự PNP ta được Transistor thuận , nếu ghép theo thứ tự NPN ta được Transistor ngược. về phương diện cấu tạo Transistor tương đương với hai Diode đầu ngược chiều nhau .



Hình 2.10 Cấu tạo Transistor

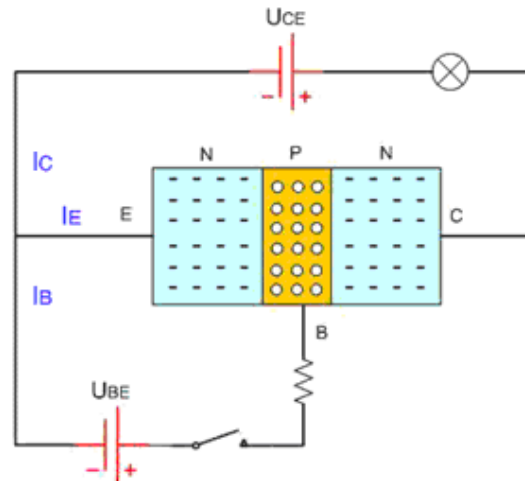
Ba lớp bán dẫn được nối ra thành ba cực , lớp giữa gọi là cực gốc ký hiệu là B (Base), lớp bán dẫn B rất mỏng và có nồng độ tạp chất thấp.

Hai lớp bán dẫn bên ngoài được nối ra thành cực phát (Emitter) viết tắt là E, và cực thu hay cực góp (Collector) viết tắt là C, vùng bán dẫn E và C có cùng loại bán dẫn (loại N hay P) nhưng có kích thước và nồng độ tạp chất khác nhau nên không hoán vị cho nhau được.

- **Ký hiệu tranzitor**

3.1.2. Nguyên tắc hoạt động của Transistor.

- Xét hoạt động của Transistor NPN.



Hình 2.11 Mạch khảo sát về nguyên tắc hoạt động của transistor NPN

Ta cấp một nguồn một chiều U_{CE} vào hai cực C và E trong đó (+) nguồn vào cực C và (-) nguồn vào cực E.

- Cấp nguồn một chiều U_{BE} đi qua công tắc và trở hạn dòng vào hai cực B và E, trong đó cực (+) vào chân B, cực (-) vào chân E.

- Khi công tắc mở, ta thấy rằng, mặc dù hai cực C và E đã được cấp điện nhưng vẫn không có dòng điện chạy qua mối C E (lúc này dòng $I_C = 0$)

Khi công tắc đóng, mối P-N được phân cực thuận do đó có một dòng điện chạy từ (+) nguồn U_{BE} qua công tắc => qua R hạn dòng => qua mối BE về cực (-) tạo thành dòng I_B

- Ngay khi dòng I_B xuất hiện => lập tức cũng có dòng I_C chạy qua mối CE làm bóng đèn phát sáng, và dòng I_C mạnh gấp nhiều lần dòng I_B

- Như vậy rõ ràng dòng I_C hoàn toàn phụ thuộc vào dòng I_B và phụ thuộc theo một công thức

$$I_C = \beta \cdot I_B$$

Trong đó

I_C là dòng chạy qua mối CE

I_B là dòng chạy qua mối BE

β là hệ số khuếch đại của Transistor

Giải thích :

Khi có điện áp U_{CE} nhưng các điện tử và lỗ trống không thể vượt qua mối tiếp giáp P-N để tạo thành dòng điện thì dòng I_{BE} do lớp bán dẫn P tại cực B rất mỏng và nồng độ pha tạp thấp và vậy số điện tử từ lớp bán dẫn N (cực E) vượt qua tiếp giáp sang lớp bán dẫn P(cực B) lớn hơn số lượng lỗ trống rất nhiều, một phần nhỏ trong số các điện tử đó thế vào lỗ trống tạo thành dòng I_{CB} còn phần lớn số điện tử bị hút về phía cực C dưới tác dụng của điện áp $U_{CE} \Rightarrow$ tạo dòng I_{CE} chạy qua Transistor.

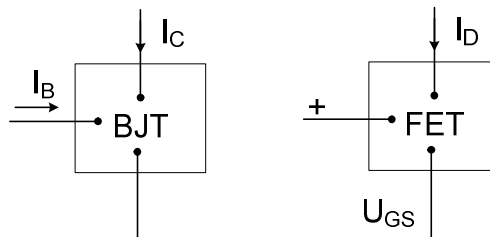
- **Xét hoạt động của Transistor PNP .**

Sự hoạt động của Transistor PNP hoàn toàn tương tự Transistor NPN nhưng cực tính của các nguồn điện U_{CE} và U_{BE} ngược lại . Dòng I_C đi từ E sang C còn dòng I_B đi từ E sang B.

3.2 Tranzitor trường.

Khác với tranzitor lưỡng cực mà đặc điểm chủ yếu là dòng điện trong chúng do cả hai loại hạt dẫn(điện tử và lỗ trống) tạo nên, tranzitor trường hoạt động dựa trên nguyên lý hiệu ứng trường, điều khiển độ dẫn điện của đơn tinh thể bán dẫn nhờ tác động của một điện trường ngoài. Dòng điện trong FET chỉ do một loại điện tích tạo nên.

Sự khác nhau cơ bản giữa BJT và FET chỉ rõ trên hình:



Hình 2.12 So sánh BJT và FET

Tranzitor trường có 3 chân cực: Cực nguồn (Source) ký hiệu là S, cực cổng(Gate) ký hiệu là G, cực máng ký hiệu D (Drain)

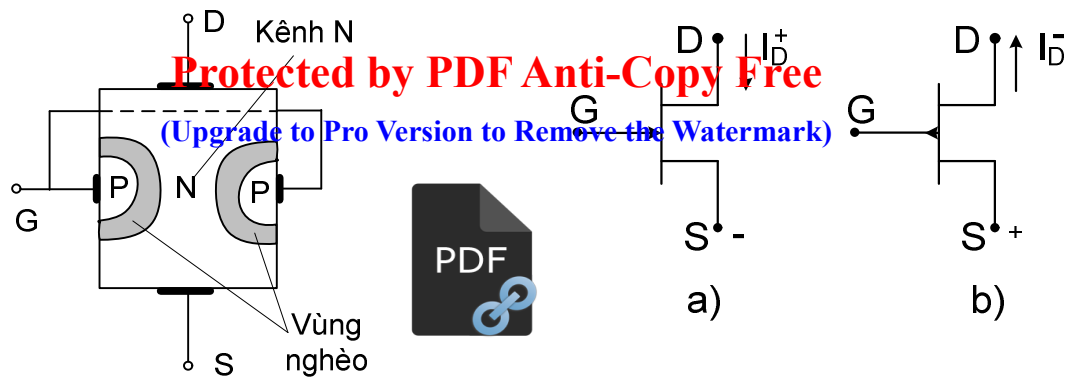
- Cực nguồn là nơi mà các hạt dẫn đa số đi vào kênh và tạo ra dòng điện nguồn I_S
- Cực máng D là nơi các hạt dẫn đa số đi khỏi kênh
- Cực G là cực điều khiển dòng điện chạy qua kênh

3.2.1 Cấu tạo và đặc tính của JFET.

1. Cấu tạo và ký hiệu

JFET được gọi là FET có mối nối đơn, có hai loại JFET kênh N và kênh P. JFET kênh N có cấu tạo gồm thanh bán dẫn loại N, hai đầu nối với hai dây ra gọi là cực máng D và cực nguồn S. Hai bên thanh bán dẫn N là hai vùng bán dẫn P tạo thành mối nối P- N như điốt. Hai vùng này nối với nhau gọi là cực cửa G.

JFET kênh P có cấu tạo tương tự nhưng chất bán dẫn ngược lại kênh N



Hình 2.13 Cấu tạo JFET

Kí hiệu

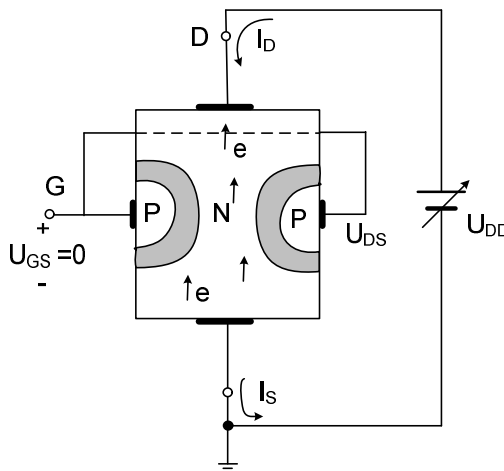
2. Đặc tính

Xét JFET kênh N có cực D nối dương nguồn, cực S nối âm nguồn

* Khi cực G hở ($U_{GS} = 0$)

Lúc này dòng điện sẽ đi qua kênh theo chiều từ dương nguồn và cực D và ra ở cực S để trở về âm nguồn của U_{DD} , kênh có tác dụng như một điện trở

Nếu tăng điện thế U_{DS} từ 0V lên thì dòng I_D tăng nhanh sau đó đến một điện thế giới hạn thì I_D không tăng nữa gọi là dòng bão hòa I_{DSS} . Điện thế U_{DS} có I_{DSS} gọi là **điện thế ngắt U_P**

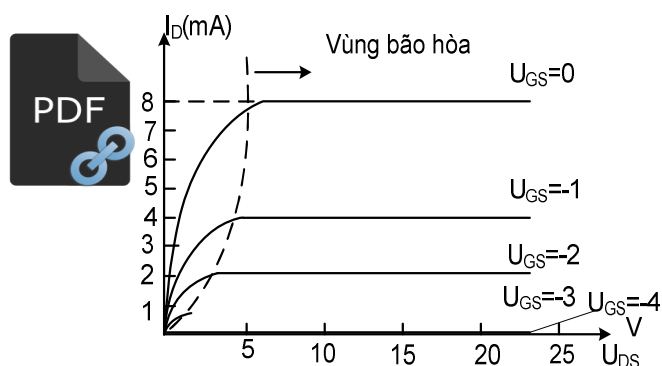
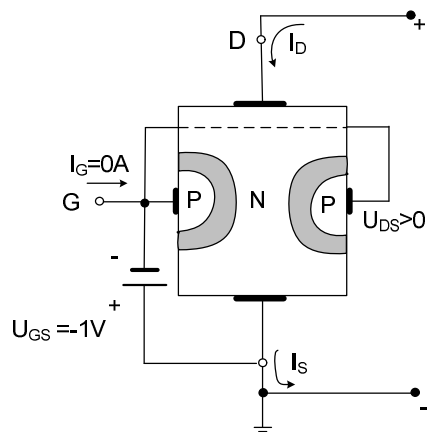


Hình 2.14 JFET khi $U_{GS} = 0$ và $U_{DS} > 0$

* Khi cực G có điện thế âm ($U_{GS} < 0$)

Khi cực G có điện thế âm nối vào chất bán dẫn loại P trong kênh N có dòng điện chạy qua nên có điện thế dương ở giữa bán dẫn N làm cho mỗi nối P-N bị phân cực ngược làm điện tử trong bán dẫn của kênh N bị đẩy và làm thu hẹp tiết diện kênh, nên điện trở kênh dẫn tăng lên, dòng I_D giảm xuống

Khi tăng điện thế âm ở cực G thì mức phân cực ngược càng lớn làm dòng I_D càng giảm nhỏ và đến một giá trị nhất định thì dòng I_D gần như bằng 0. Điện thế này ở cực G gọi là điện thế ngắt U_p (Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



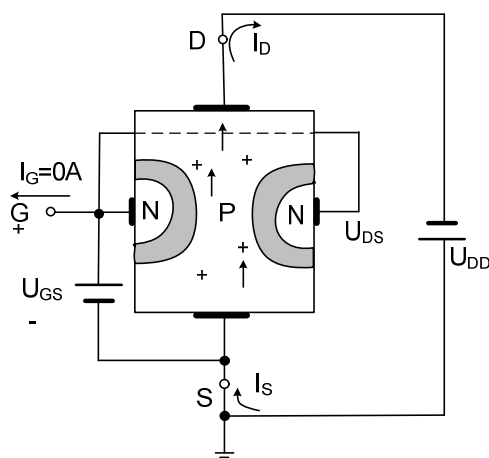
Hình 2.16 Đặc tuyến ra của JFET kênh N

Hình 2.15 JFET khi cực G có điện thế âm

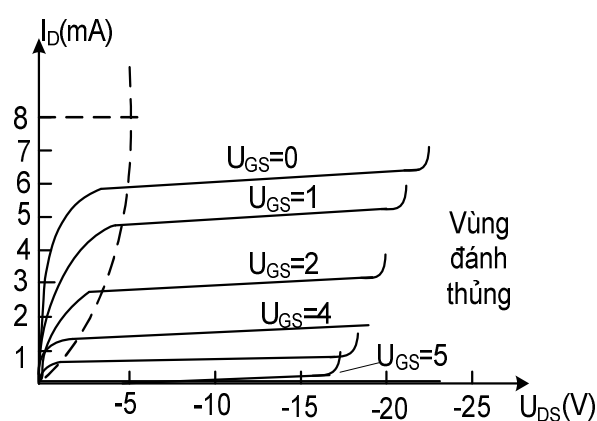
Hình 2.16 là đặc tuyến ra của JFET kênh N để chỉ sự thay đổi của I_D theo U_{DS} ứng với từng điện thế U_{GS} ở cực G (gọi là họ đặc tuyến I_D/U_{DS})

JFET kênh P

JFET kênh P có mạch thí nghiệm như hình 2.17 với nguồn U_{DD} cung cấp cho U_{DS} , Điện thế cung cấp cho cực G bây giờ là điện thế dương ($U_G > U_S$). JFET kênh P có đặc tuyến giống kênh N nhưng có các dòng điện và điện thế ngược dấu



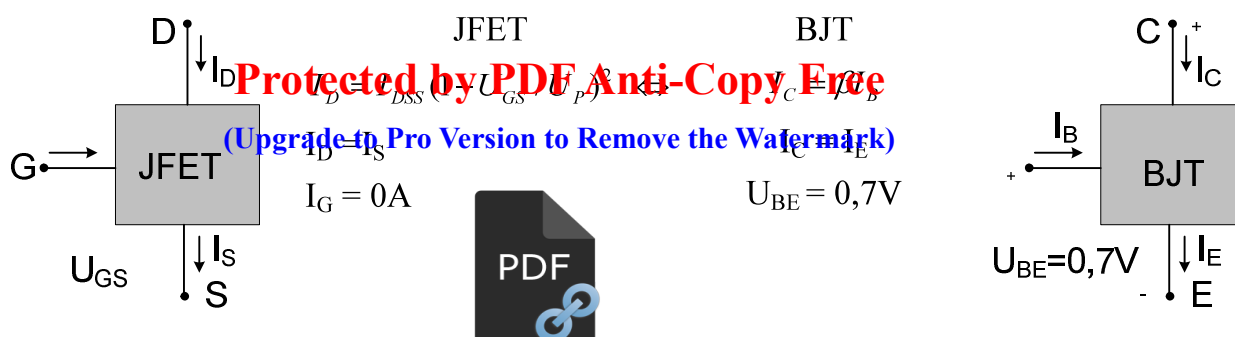
a) JFET kênh P



b) Đặc tuyến ra của JFET kênh P

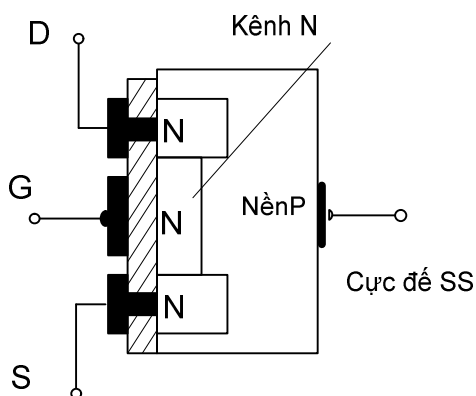
Hình 2.17

* Mối quan hệ giữa BJT và FET

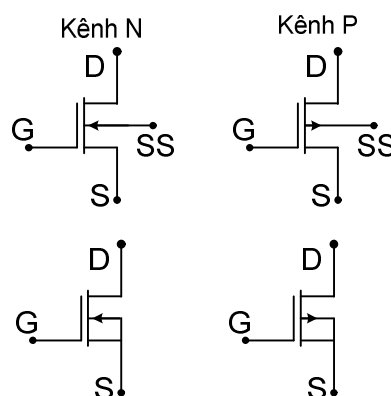


3.2.2 Cấu tạo và đặc tính của MOSFET.

1. MOSFET kênh liên tục



Hình 2.18 a) MOSFET liên tục kênh N



b) Kí hiệu MOSFET liên tục

Người ta chế tạo sẵn kênh dẫn điện gồm hai vùng bán dẫn N có nồng độ tạp chất cao được nối liền nhau bằng một kênh dẫn là bán dẫn loại N có nồng độ tạp chất thấp hơn. Các lớp bán dẫn này được khuếch tán trên một nền là chất bán dẫn P, phía trên kênh dẫn điện có phủ lớp oxit cách điện SiO_2

Hai dây dẫn xuyên qua lớp cách điện nối vào hai vùng bán dẫn N nồng độ cao gọi là cực S và cực D. Cực G có tiếp xúc kim loại bên ngoài lớp oxit nhưng vẫn cách điện với kênh dẫn, thường cực S được nối chung với nền P

2. Đặc tính của MOSFET kênh liên tục

* Khi $U_{GS} = 0$

Kênh dẫn có tác dụng như một điện trở. Khi tăng U_{DS} thì dòng I_D tăng lên đến một giá trị giới hạn I_{DSS} (Dòng I_D bão hòa). Điện áp U_{DS} ở trị số I_{DSS} gọi là điện áp ngắn U_P giống JFET

* Khi $U_{GS} < 0$

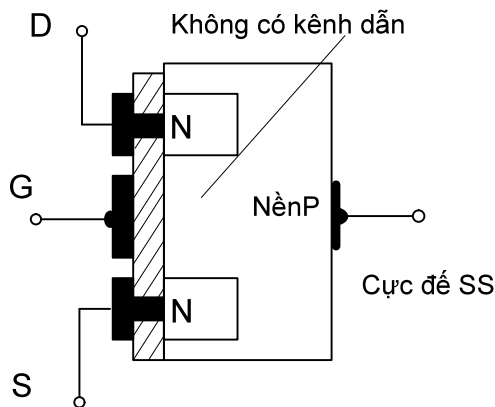
Lúc này cực G có điện thế âm nên đẩy các điện tử ở kênh N vào vùng nền P làm thu hẹp tiết diện kênh dẫn điện N và dòng I_D bị giảm xuống do điện trở kênh dẫn điện tăng lên.

Khi tăng điện thế âm ở cực G thì dòng I_D càng nhỏ và đến một trị số giới hạn dòng I_D gần như không còn, điện trở này là điện trở $R_{DS(on)}$ gọi là điện trở kênh N.

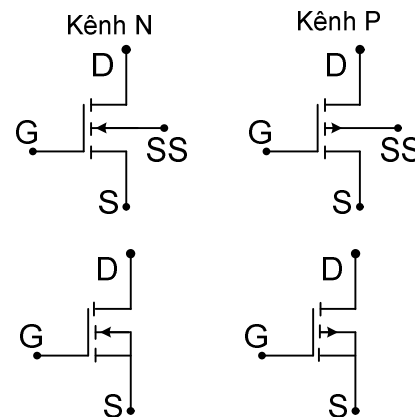
* Khi $U_{GS} > 0$ (Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Khi phân cực cho cực G có điện thế dương thì các điện tử thiểu số ở miền P bị thu hút vào vùng N nên làm tăng tiết diện kênh dẫn trở kênh bị giảm xuống và dòng I_D tăng cao hơn trị số bão hòa I_{DSS} . Trường hợp I_D lớn dễ làm hỏng MOSFET liên tục kênh N

3. MOSFET kênh gián đoạn



Hình 2.19 a) MOSFET gián đoạn kênh N



b) Kí hiệu MOSFET gián đoạn

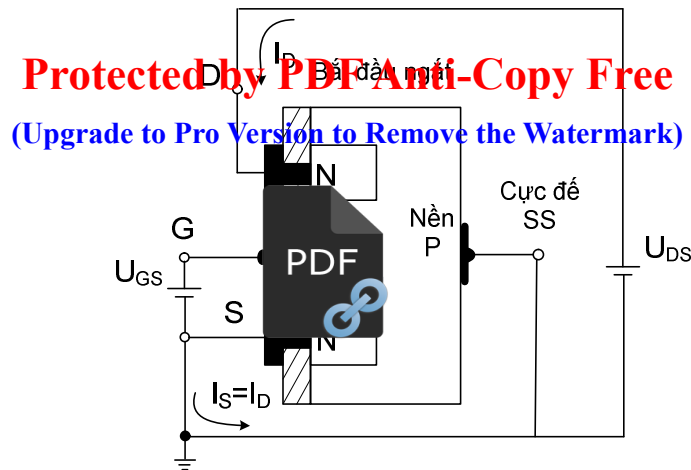
Trong MOSFET gián đoạn thì hai vùng bán dẫn loại N pha nồng độ cao không dính liền vào nhau nên gọi là kênh gián đoạn, mặt trên kênh dẫn điện cũng được phủ một lớp SiO_2 .

Hai dây dẫn xuyên qua lớp cách điện nối vào hai vùng bán dẫn N nồng độ cao gọi là cực S và cực D. Cực G có tiếp xúc kim loại bên ngoài lớp o xít và cách điện với cực D và S.

4. Đặc tính của MOSFET kênh gián đoạn

Do cấu tạo kênh bị gián đoạn nên bình thường không có dòng điện qua kênh $I_D=0$ và điện trở giữa D và S rất lớn.

Khi phân cực cho G có $U_{GS} > 0$ thì điện tích dương ở cực G sẽ hút các điện tử của của nền P về phía giữa của hai vùng bán dẫn N và khi lực hút đủ lớn thì số điện tử bị hút nhiều hơn đủ để nối liền hai vùng bán dẫn N và kênh được liên tục. Khi đó có dòng điện I_D từ D sang S. Điện thế phân cực cho cực G càng tăng thì dòng I_D càng lớn. Điện thế U_{GS} đủ lớn để tạo thành kênh dẫn điện gọi là điện thế ngưỡng $U_{GS(T)}$ hay U_T . Khi $U_{GS} < U_T$ thì dòng cực máng $I_D = 0mA$ hay không có dòng điện chạy qua kênh(kênh dẫn chưa được tạo thành)



Hình 2.20 Đặc tính của MOSFET kênh gián đoạn

4. Vi mạch tích hợp

4.1 Khái niệm IC

Vi mạch tích hợp (Integrated Circuits - viết tắt là IC) là sản phẩm của kỹ thuật vi điện tử bán dẫn. Nó gồm các linh kiện tích cực như tranzito, diốt...các linh kiện thụ động như điện trở, tụ điện, cuộn cảm, và các dây dẫn, tất cả được chế tạo trong một qui trình công nghệ thống nhất, trong một thể tích hay trên một bề mặt của vật liệu nền. Mỗi một loại vi mạch tích hợp chỉ giữ một hoặc vài chức năng nhất định nào đó.

4.2 Phân loại vi mạch tích hợp

- + Phân loại theo tính chất dữ liệu được xử lý bằng IC
 - IC tuyến tính: Là loại IC có khả năng xử lý các dữ liệu xảy ra liên tục.
 - IC số: Là loại IC có khả năng xử lý các dữ liệu xảy ra rời rạc.
- + Phân loại theo công nghệ chế tạo bao gồm: Vi mạch bán dẫn, vi mạch màng mỏng, vi mạch màng dày, vi mạch lai.
- + Phân loại theo loại tranzito có trong IC
 - Vi mạch lưỡng cực: các tranzito được tích hợp là các tranzito lưỡng cực. Công suất tiêu tán nhiệt từ vài μW đến vài trăm mW , mức độ tích hợp thấp khoảng ≤ 100 phần tử.
 - Vi mạch MOS: các tranzito được tích hợp là loại tranzito trường, thông thường là các tranzito trường loại MOS. Vi mạch MOS có khả năng chống nhiễu cao nhưng thời gian chuyển mạch chậm, công suất tiêu thụ thấp hơn IC lưỡng cực nhiều.
- + Dựa theo số phần tử được tích hợp trong IC
 - Vi mạch loại SSI (Small Scale Integration): số phần tử được tích hợp < 10 .

- Vi mạch loại MSI (Medium Scale Integration): số phần tử tích hợp từ $10 \div 100$
 - Vi mạch loại LSI (Large Scale Integration): số phần tử tích hợp từ $100 \div 1000$.
 - Vi mạch loại VLSI (Very Large Scale Integration): số phần tử tích hợp > 1000
- Cần chú ý thêm các yêu cầu khi sử dụng các linh kiện bán dẫn và vi mạch tích hợp.

5. Đèn phóng tia điện tử



CHƯƠNG 10: MẠCH ĐIỆN TỬ CÔNG NGHIỆP

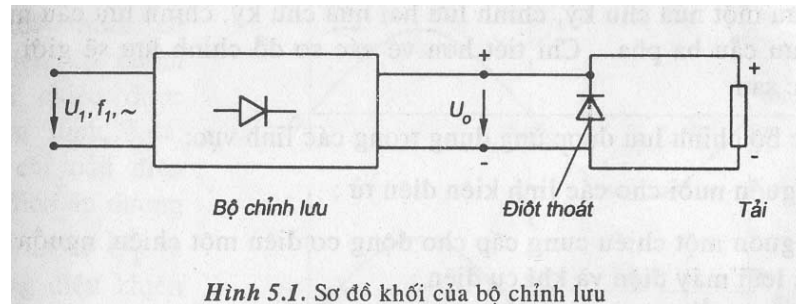
Protected by PDF Anti-Copy Free

1. Mạch chỉnh lưu (Rectifier Circuit)

1.1 Mạch chỉnh lưu

Các bộ chỉnh lưu biến đổi điện áp xoay chiều có trị số hiệu dụng U_1 , tần số f_1 thành điện áp một chiều U_0 cung cấp cho các tải.

Hình 5.1 là sơ đồ khối của một bộ chỉnh lưu.



Phần tử cơ bản nhất trong một bộ chỉnh lưu là các linh kiện điện tử công suất. Chúng được chế tạo từ các chuyển tiếp bán dẫn pn cho phép chỉ dẫn điện theo một chiều khi bán dẫn p có thế dương so với bán dẫn n. Đó là các điốt bán dẫn. Ngoài ra người ta còn chế tạo linh kiện bán dẫn có điều khiển gọi là tiristo. Khi đưa xung điều khiển vào cực điều khiển G tiristo sẽ chuyển từ trạng thái khoá sang trạng thái dẫn. Sau khi tiristo sẽ chuyển từ trạng thái khoá sang trạng thái dẫn. Sau khi tiristo đã mở cực điều khiển G không còn tác dụng nữa. Để tiristo tiếp tục hoạt động, người ta phải đưa các xung mới vào G ở các chu kì tiếp theo. Hình 5.2 là sơ đồ ký hiệu của tiristo.



Nói chung điện áp sau khi chỉnh lưu chưa phải điện áp của một chiều lý tưởng mà vẫn tồn tại các thành phần sóng hài bậc cao. Để giải quyết người ta thường dùng bộ lọc.

Tải của các bộ chỉnh lưu thường có tính chất điện cảm do đó trong nửa chu kì chỉnh lưu không dẫn điện, năng lượng từ trường tích lũy trong điện cảm gây khó khăn trong việc chuyển mạch của các linh kiện bán dẫn công suất. Để khắc phục hiện tượng này người ta sử dụng một điốt thoát nối song song ngược với tải nhằm khép mạch dòng điện tải ở nửa chu kì dòng điện bị khoá.

Các bộ chỉnh lưu được phân loại theo phương pháp điều chỉnh, theo dạng sóng và các loại sơ đồ chỉnh lưu.

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Theo phương pháp điều chỉnh ta phân các bộ chỉnh lưu thành:

- Bộ chỉnh lưu không điều chỉnh điện áp một chiều cố định. Đây là bộ chỉnh lưu sử dụng toàn diốt.

- Bộ chỉnh lưu có điều chỉnh, một chiều có thể điều chỉnh từ 0 đến định mức. Đây là bộ chỉnh lưu sử dụng toàn diốt.

- Bộ chỉnh lưu bán điều chỉnh, điện áp một chiều có thể điều chỉnh được. Đây là bộ chỉnh lưu gồm cả diốt và tiristo và mạch điều khiển đơn giản hơn.

Theo dạng sóng điện áp chỉnh lưu và loại sơ đồ chỉnh lưu ta phân thành: chỉnh lưu một nửa chu kỳ, chỉnh lưu hai nửa chu kỳ, chỉnh lưu cầu một pha, chỉnh lưu cầu ba pha... Chi tiết hơn về các sơ đồ chỉnh lưu sẽ giới thiệu ở các mục sau.

Các bộ chỉnh lưu được ứng dụng trong các lĩnh vực:

- Nguồn nuôi cho các linh kiện điện tử
- Nguồn một chiều cung cấp cho động cơ điện một chiều, nguồn kích từ cho các loại máy điện và khí cụ điện.

- Trong công nghiệp điện hoá như: điện phân, mạ đúc điện, cần nguồn một chiều điện áp tương đối thấp, dòng điện lớn.

Trong chương này sẽ giới thiệu tính năng của các sơ đồ chỉnh lưu điển hình, dạng sóng điện áp chỉnh lưu và các điều kiện lựa chọn các phần tử điện tử công suất trong các sơ đồ chỉnh lưu.

1.1.1 Chỉnh lưu một nửa chu kỳ

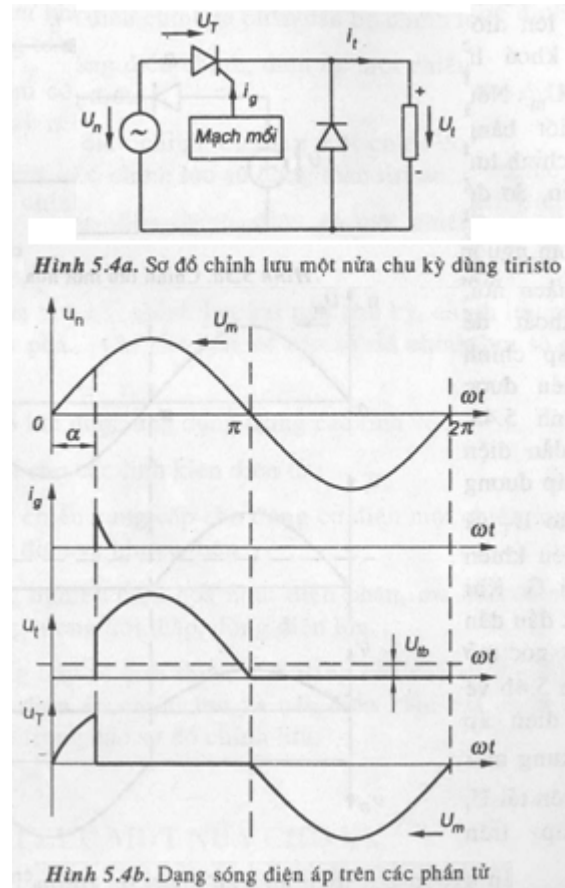
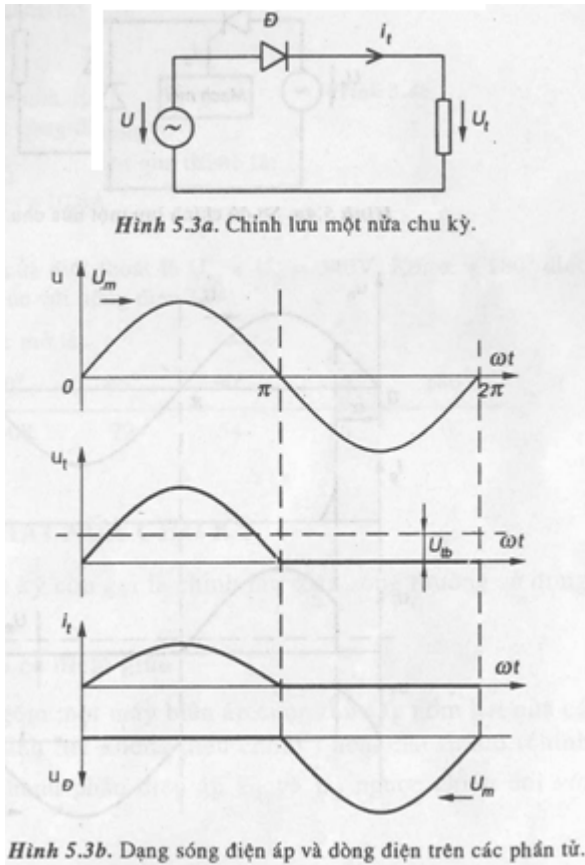
Sơ đồ chỉnh lưu một nửa chu kỳ (chỉnh lưu nửa sóng) không điều chỉnh gồm nguồn xoay chiều, một diốt và tải cho trên hình 5.3a.

Giả thiết bỏ qua điện áp rơi trên diốt khi dẫn điện dạng sóng điện áp nguồn, điện áp một chiều trên tải, dòng điện qua tải khi tải thuần trở và điện áp trên diốt được vẽ trên hình 5.3b.

Khi điện áp nguồn dương, diốt Đ dẫn điện. khi điện áp nguồn âm diốt Đ bị khoá dòng điện bị triệt tiêu và toàn bộ điện áp nguồn đặt trên diốt. Như vậy điện áp và dòng điện qua tải chỉ bao gồm nửa sóng dương của hình sin. Trị số trung bình của điện áp chỉnh lưu là:

$$U_{tb} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} U_m \sin \omega t \cdot d\omega t = \frac{U_m}{\pi}$$

Điện áp ngược cực đại đặt lên diốt khi nó bị khóa là $U_{ng\max} = U_m$. Nếu thay thế diốt bằng tiristo ta có chỉnh lưu có điều khiển. Sơ đồ chỉnh lưu gồm nguồn điện xoay chiều, một tiristo với mạch nối, một diốt thoát điện áp chỉnh lưu đổi chiều được cho trên hình 5.4a. Tiristo chỉ dẫn điện khi có điện áp đặt vào tiristo U_T và đưa xung điều khiển vào cực mồi G. Khi đó tiristo bắt đầu dẫn và bị trễ một góc mở α .



Trên hình 5.4b vẽ dạng sóng điện áp nguồn U_{ng} , xung mồi i_g , điện áp trên tải U_t và điện áp trên U_T .

So với điện áp nguồn U_n , điện áp trên tải U_t bị trễ một góc α .

Điện áp chỉnh lưu trên tải bằng:

$$U_{tb} = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} U_m \sin \omega t \cdot d\omega t = \frac{U_m}{2\pi} (1 + \cos \alpha) \quad (5-2)$$

Ta nhận thấy điện áp trung bình trên tải phụ thuộc vào góc mở α . Khi $\alpha = 0$, tiristo dẫn như diốt. Khi α càng lớn điện áp trên tải càng nhỏ và khi $\alpha = \pi$ điện áp trên tải bằng không. Điện áp ngược cực đại đặt lên tiristo bằng điện áp cực đại của nguồn:

$$U_{ng} = U_{max}$$

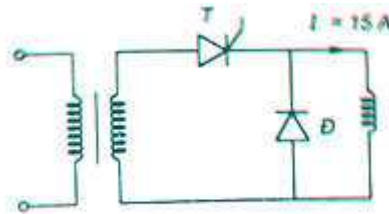
Ví dụ 2: Bộ chỉnh lưu một pha một kỳ trên hình 5.4c cung cấp cho tải điện cảm có dòng điện 15A, điện áp nguồn xoay chiều $U = 240V$.

Tính điện áp trung bình trên tải ứng với các góc mở $\alpha = 45^0, 90^0, 135^0, 180^0$.

Tính các thông số chọn tiristo và diốt thoát.

Lời giải: Đây là sơ đồ chỉnh lưu một nửa chu kỳ có điều khiển, điện áp trung bình trên tải là:

$$U_m = \frac{U_m}{2\pi} (1 + \cos\alpha)$$



Hình 5.4c

$$\text{Với } U_m = \sqrt{2}U = \sqrt{2}.240 = 340V$$

Điện áp ngược cực đại của tiristo là: $U_{ng} = U_m = 340V$

Khi $\alpha = 0$ khoảng dẫn của tiristo cực đại. Trị số hiệu dụng của dòng điện qua tiristo là:

$$I = \sqrt{\frac{15^2 + 0^2}{2}} = 10,6A$$

Điện áp ngược cực đại của diốt thoát là $U_{ng} = U_m = 340V$. Khi $\alpha = 180^0$ diốt thoát dẫn điện gần như liên tục với dòng điện 15A.

Điện áp trên tải theo góc mở là:

α	0^0	45^0	90^0	135^0	180^0
$U_{tb}(V)$	108	92	54	16	0

1.1.2 Chỉnh lưu hai nửa chu kỳ

Chỉnh lưu hai nửa chu kỳ còn gọi là chỉnh lưu toàn sóng thường sử dụng hai loại sơ đồ:

a). Sơ đồ máy biến áp có điểm giữa

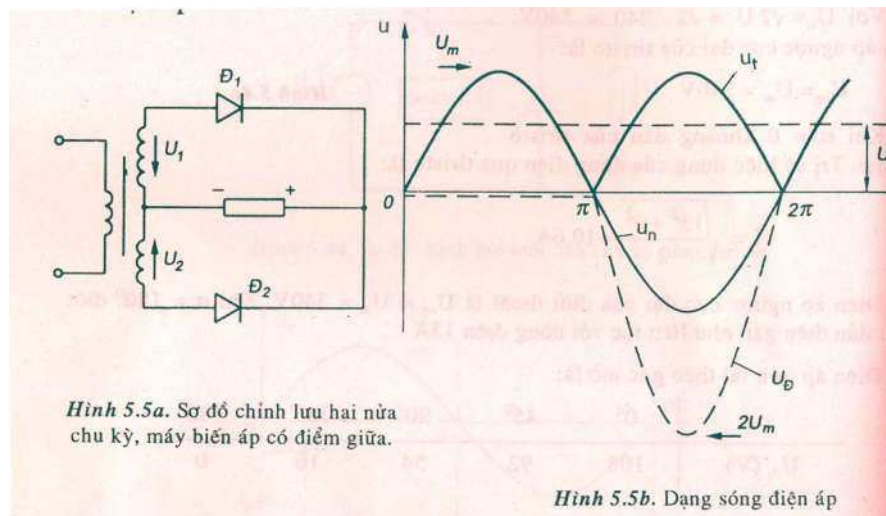
Sơ đồ trên hình 5.5a gồm một máy biến áp cuộn thứ cấp gồm hai nửa có điểm giữa N, hai diốt (chỉnh lưu không điều chỉnh) hoặc khi tải tải (chỉnh lưu có điều chỉnh). Hai thành phần điện áp U_1 và U_2 ngược chiều đối với điểm giữa N.

Khi U_1 dương thì U_2 âm, diốt dẫn và cung cấp dòng điện cho tải còn diốt D_2 bị khoá. Khi U_1 dương thì U_2 âm, diốt dẫn và cung cấp dòng điện cho tải còn diốt D_1 bị khoá. Như vậy trong cả hai nửa chu kỳ một diốt dẫn. Điện áp chỉnh lưu trung bình gấp đôi so với chỉnh lưu một nửa chu kỳ.

$$U_{tb} = \frac{U_m}{2\pi} \quad (5-3)$$

Khi một diốt bị khoá, điện áp ngược cực đại đặt lên nó bằng hai lần điện áp cực đại của dây cuộn thứ cấp máy biến áp: $U_{ng} = 2U_m$

Hình 5.5b trình bày dạng sóng của điện áp nguồn, điện áp trên tải và điện áp trên diốt.



b). Chỉnh lưu cầu một pha

Sơ đồ mạch chỉnh lưu cầu một pha gồm nguồn xoay chiều, 4 diốt nối theo sơ đồ cầu và tải mắc ở một đường chéo của cầu được trên hình 5.6a.

Khi điện áp nguồn U_n âm hai diốt D_3 và D_4 dẫn còn D_1 và D_2 bị khoá.

Như vậy đây là chỉnh lưu hai nửa chu kỳ.

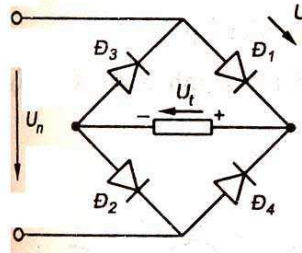
Điện áp chỉnh lưu trung bình đặt trên tải là:

$$U_{tb} = \frac{2U_m}{\pi} \quad (5-4)$$

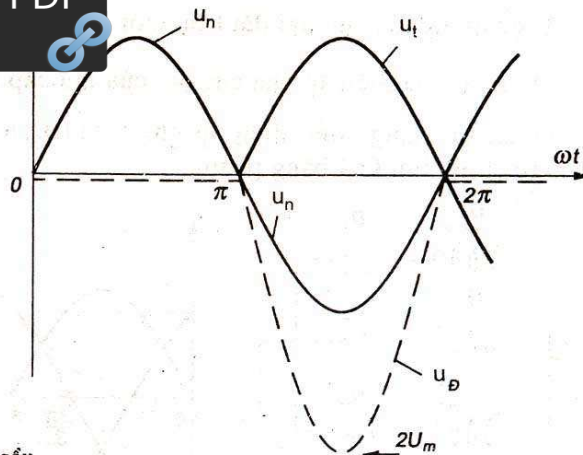
Trong mỗi nửa chu kỳ có hai diốt đồng thời dẫn điện do đó điện áp ngược cực đại đặt lên mỗi diốt chỉ bằng điện áp cực đại của nguồn do đó:

$$U_{ng} = U_m$$

Đây là ưu điểm của sơ đồ cầu sơ với sơ đồ chỉnh lưu hai nửa chu kỳ máy biến áp điểm giữa, nghĩa là trong sơ đồ cầu các điôt có thể chịu được điện áp ngược lớn hơn. Tuy nhiên sơ đồ cầu tốn nhiều điôt hơn. Hình 5.6b trình bày dạng sóng điện áp trên các phần tử.



Hình 5.6a. Sơ đồ chỉnh lưu cầu một pha.



Hình 5.6b

Ví dụ 2: Cho sơ đồ chỉnh lưu cầu hình 5.6a. Nếu muốn điện áp chỉnh lưu $U_0 = 15V$ thì điện áp thứ cấp cực đại là bao nhiêu?

Giải:

Đây là chỉnh lưu hai nửa chu kỳ nên trị số trung bình của điện áp chỉnh lưu là:

$$U_0 = \frac{2U_m}{\pi}$$

$$\text{Suy ra: } U_m = \frac{\pi}{2} U_0 = 1,57 \cdot 15 = 23,6V$$

1.1.3 Chỉnh lưu ba pha hình tia

Sơ đồ chỉnh lưu ba pha hình tia gồm các dây quấn máy biến áp, mỗi pha nối với một điôt. Tải nối giữa trung tính của nguồn và điểm nối chung của các điôt và được trình bày trên hình 5.7a.

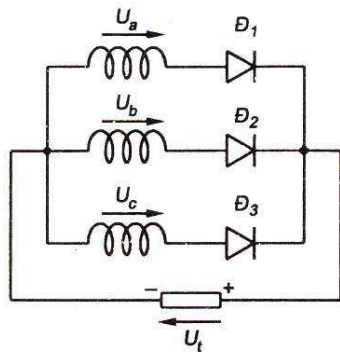
Ở một thời điểm chỉ có một điôt dẫn điện là điôt nối với pha có trị số tức thời dương lớn nhất. Khi U_A là pha có trị số điện áp dương lớn nhất thì điôt Đ_1 dẫn điện. Sau một phần ba chu kỳ U_B trở nên dương hơn thì dòng điện chuyển từ điôt Đ_1 sang Đ_2 , lúc này Đ_1 bị khoá vì anôt của nó có điện thế âm hơn catôt. Sau một phần ba chu kỳ đến lượt điôt Đ_3 dẫn còn hai điôt kia bị khoá. Điện áp chỉnh lưu trung bình trên tải là:

$$U_{tb} = \frac{3\sqrt{3}}{2\pi} U_m \quad (5-5)$$

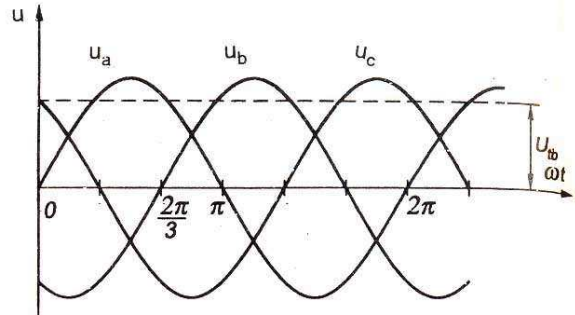
Điện áp ngược cực đại đặt trên mỗi diot là: $U_{ng} = \sqrt{3} U_m$

ở đây U_m là điện áp pha cực đại thứ cấp máy biến áp.

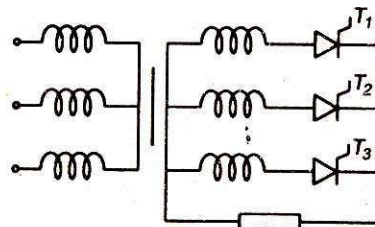
Quan sát dạng sóng điện áp chỉnh lưu trên hình 5.7b ta thấy điện áp chỉnh lưu khá bằng phẳng.



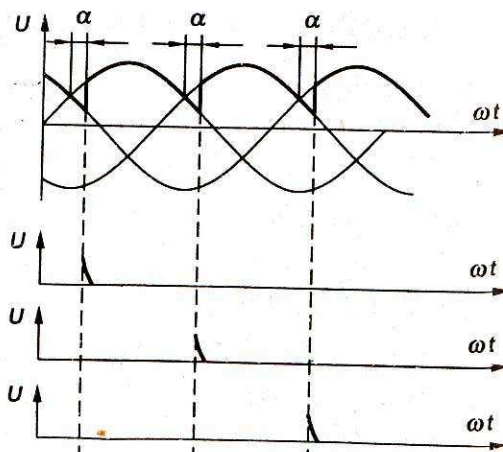
Hình 5.7a. Sơ đồ chỉnh lưu ba pha hình tia



Hình 5.7b. Dạng sóng điện áp chỉnh lưu ba pha hình tia



Hình 5-7c



Hình 5.7d

Ví dụ 3: Sơ đồ chỉnh lưu hình tia sử dụng tiristo cho trên hình 5.7c.

Biết điện áp pha của nguồn $U = 150V$.

1. Tìm dạng sóng điện áp trên tải.

2. Xác định điện áp trung bình trên tải khi góc mở $\alpha = 0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ$.

Cho biết điện áp rơi trên mỗi tiristo là 1,5V và dòng điện tải không đổi.

Giải:

Dạng sóng điện áp chỉnh lưu PDF ho trên hình 5.7b. Góc mở α tính từ thời điểm giao nhau của các điện áp pha. Các xung điều khiển được vẽ trên hình 5.7d.

Trị số trung bình của điện áp chỉnh lưu:

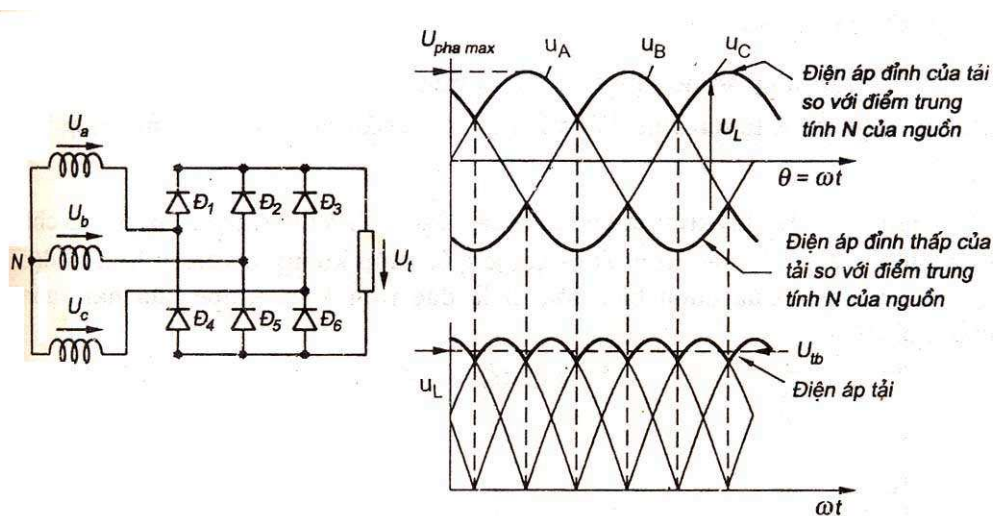
$$U_{tb} = \frac{3\sqrt{3}}{2\pi} \cdot \sqrt{2}U \cos \alpha - 1,5$$

Từ đó suy ra:

α	0°	30°	60°	90°
U_{tb} (V)	173.9	150.4	86.2	0

1.1.4 Chỉnh lưu cầu ba pha

Sơ đồ chỉnh lưu cầu ba pha gồm 3 pha U_A, U_B, U_C và 6 điốt nối theo sơ đồ cầu hình 5.8a. Trong mỗi khoảng thời gian khi điện áp nguồn trở nên dương nhất có 2 điốt đồng thời dẫn điện. Dạng sóng điện áp chỉnh lưu cầu 3 pha được cho trên hình 5.8b.



Hình 5.8a. Sơ đồ chỉnh lưu cầu 3 pha.

Hình 5.8b. Dạng sóng điện áp trên các phần tử.

So với sơ đồ hình tia điện áp chỉnh lưu bằng phẳng hơn, điện áp chỉnh lưu trung bình gấp đôi so với chỉnh lưu 3 pha hình tia:

$$U_{tb} = \frac{3}{\pi} \cdot \sqrt{3}U_m \quad (5-6)$$

Điện áp ngược cực đại đặt lên mỗi điốt là:

$$U_{ng} = \sqrt{3}U_m$$

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

1.2 Mạch nghịch lưu

Nghịch lưu là quá trình biến đổi năng lượng một chiều thành năng lượng xoay chiều. Các sơ đồ nghịch lưu chia làm 2 loại:

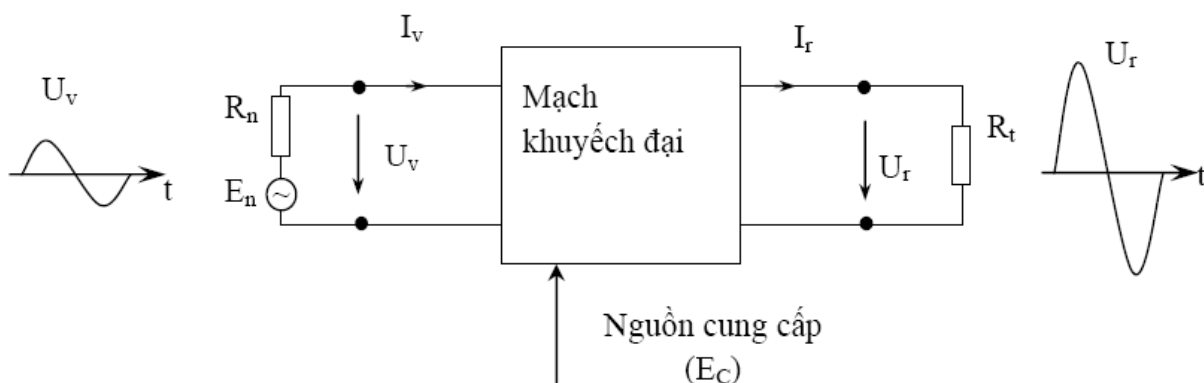
- Sơ đồ nghịch lưu làm việc ở chế độ độc vào lưới điện xoay chiều
- Sơ đồ nghịch lưu làm việc ở chế độ độc lập (với các nguồn độc lập như máy nổ, ắc quy..)

2. Mạch biến đổi điện trong bộ truyền động điện

3. Mạch khuếch đại tín hiệu

3.1 Định nghĩa mạch khuếch đại.

Một trong số những ứng dụng quan trọng nhất của tranzito là sử dụng nó trong các mạch để làm tăng cường độ điện áp hay dòng điện của tín hiệu mà thường gọi là mạch khuếch đại. Thực chất khuếch đại là một quá trình biến đổi năng lượng có điều khiển, ở đó năng lượng một chiều của nguồn cung cấp, không chứa thông tin, được biến đổi thành năng lượng xoay chiều theo tín hiệu điều khiển đầu vào, chứa đựng thông tin, làm cho tín hiệu ra lớn lên nhiều lần và không méo. Phần tử điều khiển đó là tranzitor. Sơ đồ tổng quát của mạch khuếch đại như ở hình 4-1, trong đó E_n là nguồn tín hiệu vào, R_n là điện trở trong của nguồn tín hiệu, R_t tải nơi nhận tín hiệu ra.



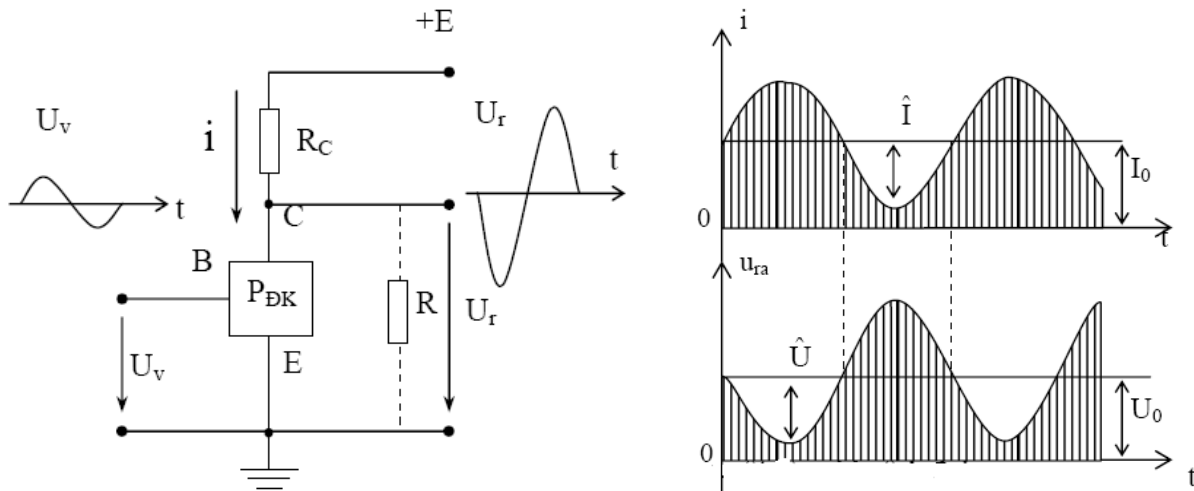
Hình 4.1

Hình 4-2 đưa ra cấu trúc nguyên lý để xây dựng một tầng khuếch đại. Phần tử cơ bản là phần tử điều khiển tranzito có điện trở thay đổi theo sự điều khiển của điện áp hay dòng điện đặt tới cực điều khiển (cực gốc) của nó, qua đó điều khiển quy luật biến đổi dòng điện của mạch ra bao gồm tranzito và điện trở RC.

Tại lối ra giữa cực góp và cực phát, người ta nhận được một điện áp biến thiên cùng quy luật với tín hiệu vào nhưng độ lớn được tăng lên nhiều lần. Để đơn giản, giả thiết điện áp đặt vào cực gốc có dạng hình sin.

Từ sơ đồ hình 4-2 ta thấy rằng dòng điện và điện áp xoay chiều ở mạch ra (tỷ lệ với dòng điện và điện áp trên cuộn cảm cần phải có cùng tần số và cùng pha) phải đảm bảo sao cho biên độ thành phần xoay chiều không vượt quá thành phần một chiều, nghĩa là $I_0 \geq I$ và $U_0 \geq U$. Nếu điều kiện đó không được thỏa mãn thì dòng điện và điện áp ở mạch ra trong từng khoảng thời gian nhất định sẽ bằng không và sẽ làm mất tín hiệu.

Như vậy để đảm bảo công tác cho tầng khuếch đại (khi tín hiệu vào là xoay chiều) thì ở mạch ra của nó phải tạo nên thành phần dòng một chiều I_0 và điện áp một chiều U_0 . Chính vì vậy, ở mạch vào của tầng, ngoài nguồn tín hiệu cần khuếch đại, người ta cũng phải đặt thêm điện áp một chiều U_{V0} (hay dòng điện một chiều I_{V0}). Các thành phần dòng điện và điện áp một chiều đó xác định chế độ làm việc tĩnh của tầng khuếch đại. Tham số của chế độ tĩnh theo mạch vào (I_{V0} , U_{V0}) và theo mạch ra (I_0 , U_0) đặc trưng cho trạng thái ban đầu của sơ đồ khi chưa có tín hiệu vào.



Hình 4.2: Nguyên lý xây dựng một tầng khuếch đại

3.2 Các chỉ tiêu và tham số cơ bản của một tầng khuếch đại

Để đánh giá chất lượng của một tầng khuếch đại người ta đưa ra các chỉ tiêu và tham số cơ bản sau:

Hệ số khuếch đại:

$$K = \frac{\text{Đại lượng đầu ra}}{\text{Đại lượng tương ứng đầu vào}}$$

Nói chung vì tầng khuếch đại có chứa các phần tử điện kháng nên K là một số phức.

$$\bar{K} = |K| \exp(j\varphi_K)$$

Phần mô đun $|K|$ thể hiện quan hệ về cường độ (biên độ) giữa các đại lượng đầu ra và đầu vào, phần góc φ_K thể hiện độ dịch pha giữa chúng. Nhìn chung độ lớn của $|K|$ và φ_K phụ

thuộc vào tần số ω của tín hiệu vào. Nếu biểu diễn $|K| = f_1(\omega)$ ta nhận được đường cong gọi là đặc tuyến biên độ - tần số của tầng khuếch đại. Đường biểu diễn $\varphi_k = f_2(\omega)$ gọi là đặc tuyến pha - tần số của nó.

Thường người ta tính $|K|$ theo đơn vị logarit, gọi là đơn vị đề xi ben (dB)
 Khi ghép liên tiếp n tầng khuếch đại hệ số khuếch đại tương ứng là K_1, K_2, \dots, K_n thì hệ số khuếch đại chung của bộ khuếch đại được định theo:

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot \dots \cdot K_n.$$

Trở kháng lối vào, trở kháng lối ra:

Trở kháng vào, trở kháng ra của các tầng khuếch đại được tính theo định nghĩa:

$$Z_v = \frac{U_v}{I_v}; \quad Z_r = \frac{U_r}{I_r}$$

Nói chung chúng là các đại lượng phức: $Z = R + jX$.

3.3 Mạch khuếch đại EC

Trong sơ đồ này C_{p1} , C_{p2} là các tụ nối tầng. Tụ C_{p1} loại trừ tác dụng ảnh hưởng lẫn nhau của nguồn tín hiệu và mạch vào về dòng một chiều. Tụ C_{p2} ngăn thành phần một chiều và chỉ cho thành phần xoay chiều ra tải. R_1 , R_2 để xác định chế độ tĩnh của tầng, cấp điện một chiều cho cực B.

R_C : tải một chiều của tầng.

R_E : điện trở ổn định nhiệt, C_E tụ thoát thành phần xoay chiều xuống mát.

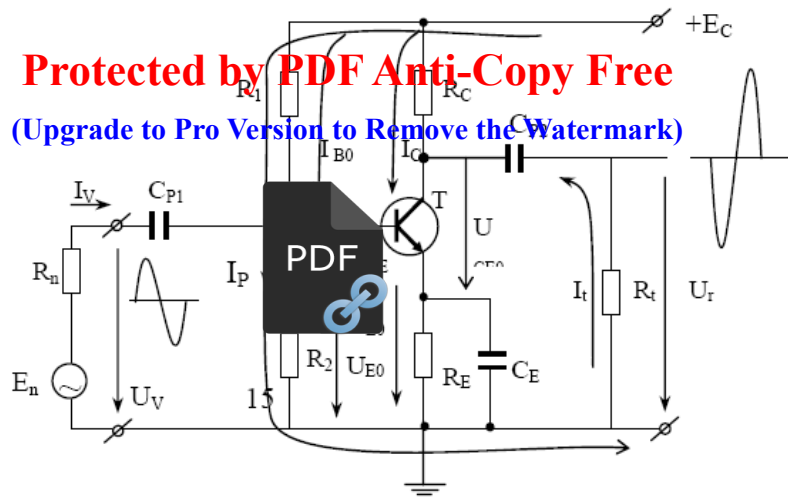
E_n : nguồn tín hiệu vào,

R_n : điện trở trong của nguồn tín hiệu.

R_t : điện trở tải.

Khi có tín hiệu xoay chiều (ngắn mạch qua tụ C_{p1}) tác động tới cực B dòng điện bazơ thay đổi một lượng i_B gây ra sự thay đổi tương ứng của dòng colector một lượng i_C qua đó trên colector ta nhận được một điện áp U_{CE} .

Hệ số khuếch đại dòng điện xoay chiều của BJT được định nghĩa: $\beta = \frac{i_C}{i_B}$



Hình 4.11 Mạch nguyên lý một tầng khuếch đại mắc EC

1.

Phân tích chế độ một chiều

Khi chưa tác động điện áp xoay chiều U_v , áp dụng các kết quả trên ta có:

$$U_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot E_C$$

$$U_E = U_B - U_{BE}$$

$$I_E = \frac{U_E}{R_E}; I_B = \frac{I_E}{1 + \beta}; I_C = I_E - I_B$$

$$U_C = E_C - I_C R_C$$

$$U_{CE} = E_C - I_C (R_C + R_E)$$

Trị số điểm giới hạn đường tải một chiều:

$$I_{C(ngm)} = \frac{E_C}{R_C + R_E}$$

$$U_{CE(hm)} = E_C$$

2. Phân tích chế độ xoay chiều

a) Khi có tác động điện áp xoay chiều ở cổng vào chưa có mắc điện trở tải R_t tại cổng ra qua một tụ ghép C_{p2}

Điện trở xoay chiều của đi ốt bazơ – emitter được xác định bởi hệ thức

$$r_E = \frac{U_T}{I_C} \approx \frac{U_T}{I_E} = \frac{25mV}{I_E}$$

Với U_T là điện thế nhiệt ở nhiệt độ 300K

Khi thiết lập sơ đồ tương đương cần chú ý các điểm sau:

- Trở kháng C_v và của C_E ở tần số của tín hiệu vào.

Nội trở của nguồn U_{CC} rất nhỏ nên \hat{u}_C xoay chiều có thể coi là một phần tử ngắn mạch

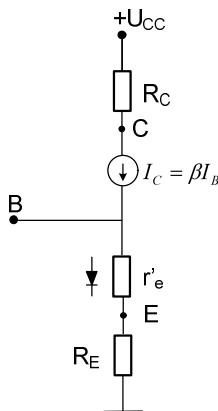
Điốt emitor được thay thế bằng điện trở r'_e (tính theo công thức trên)

Các điện trở của bộ chia áp R_1, R_2 thông qua nguồn U_{CC} ngắn mạch được nối song song với nhau về xoay chiều

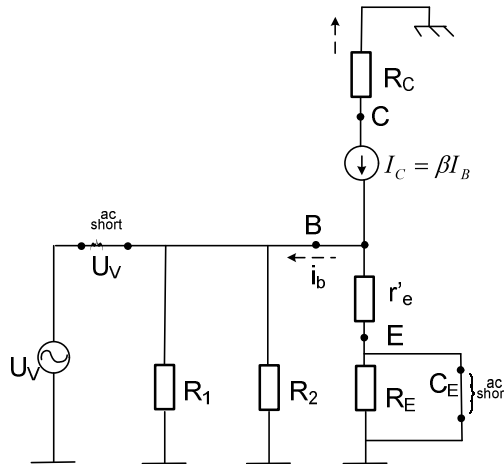
Hệ số khuếch đại điện áp:

$$A_v = \frac{U_r}{U_v} \text{ với } U_r = i_c \cdot R_C; U_v = i_e \cdot r'_e$$

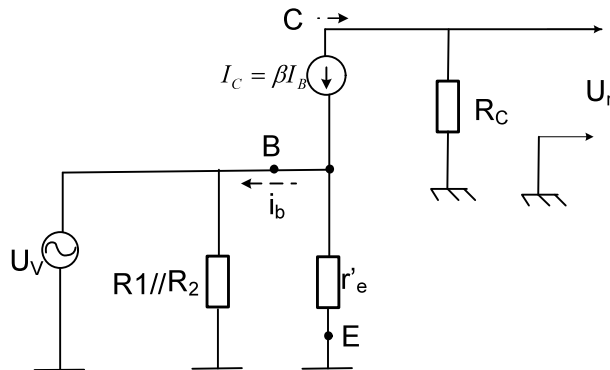
Nếu $i_c = i_e$ thì $A_v = \frac{R_C}{r'_e}$



a) Mạch tương đương điện trở xoay chiều của điốt emitor



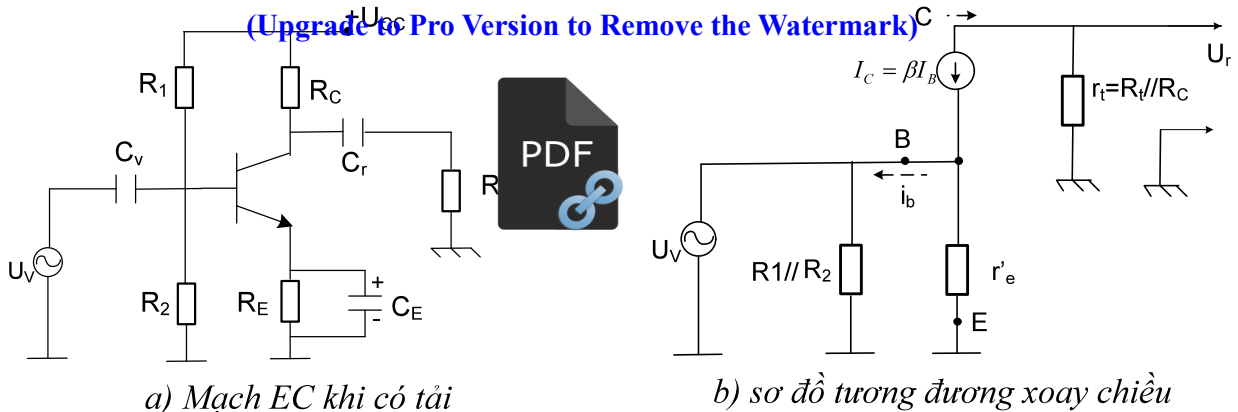
b) Mạch tương đương đầy đủ của sơ đồ 4.11



c) Mạch tương đương thu gọn của hình b)

Hình 4.12

b) Xét mạch 4.11 như một mạch điện trở tải.



Hình 4.12

Tải xoay chiều của mạch được xác định: $r_t = R_C // R_t$

Hệ số khuếch đại điện áp:

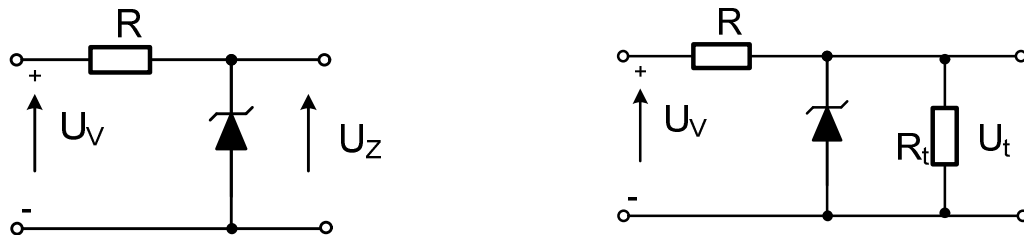
$$A_V = \frac{i_C r_t}{i_C r'_E} = \frac{r_t}{r'_E}$$

Điện áp ra trên tải:

$$U_r = A_V \cdot U_V$$

4. Mạch ổn định điện áp và dòng điện

4.1 Mạch ổn áp dùng Diode Zener.



Hình 3.13 Mạch ổn áp dùng đi ốt zener

Đi ốt zener làm việc nhờ hiệu ứng đánh thủng zener và hiệu ứng đánh thủng thác lũ của chuyển tiếp P-N khi phân cực ngược. Khác với đi ốt thông thường các đi ốt ổn định công tác ở chế độ phân cực ngược.

Những tham số kỹ thuật của đi ốt zener:

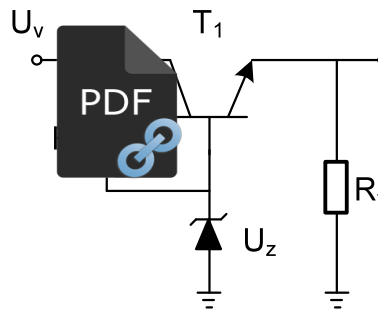
- Điện áp ổn định U_z : là điện áp ngược đặt lên đi ốt làm phát sinh hiện tượng đánh thủng
- Điện trở tĩnh R_t được tính bằng tỷ số giữa điện áp đặt vào và dòng điện đi qua đi ốt

$$R_t = \frac{U_z}{I_z}$$

4.2 Mạch ổn áp dùng tranzitor

a) Mạch ổn áp nối tiếp

* Xét một mạch ổn áp nối tiếp đơn giản dùng một Tranzitor



Hình 3.15 Mạch ổn áp dùng tranzitor

Tranzitor: đóng vai trò là phần tử điều khiển. Điốt đóng vai trò là nguồn điện áp chuẩn. Hoạt động của mạch như sau:

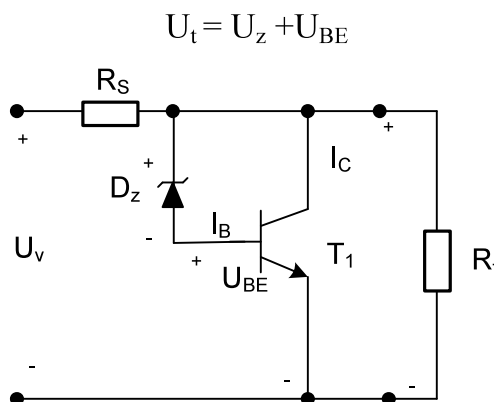
Nếu điện áp đầu ra giảm \rightarrow làm U_E giảm $\rightarrow U_{BE1}$ tăng làm cho T_1 dẫn mạnh. Vì vậy tăng được điện áp đầu ra \rightarrow duy trì được điện áp đầu ra ổn định

Nếu điện áp đầu ra tăng \rightarrow làm U_E tăng $\rightarrow U_{BE1}$ giảm làm cho T_1 dẫn yếu đi. Vì vậy giảm được điện áp đầu ra \rightarrow duy trì được điện áp đầu ra ổn định

b) Mạch ổn áp song song

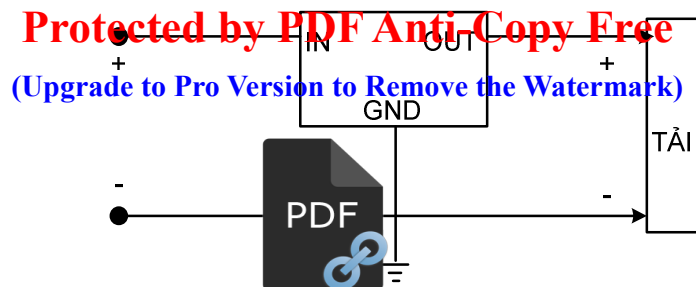
Xét mạch ổn áp song song dùng một tranzitor.

Trên điện trở R_s điện áp chưa ổn định, sụt áp do dòng cung cấp tới tải R_t . Điện áp trên tải được xác định bởi điện áp Zener và điện áp giữa bazơ – emitter. Nếu điện trở tải giảm, dòng điều khiển cực B của T_1 cũng giảm, sẽ làm dòng tải lớn hơn và ổn định được điện áp trên tải. Điện áp ra trên tải là:



Hình 3.18 Mạch ổn áp song song đơn giản

4.3 Mạch ổn áp dùng IC



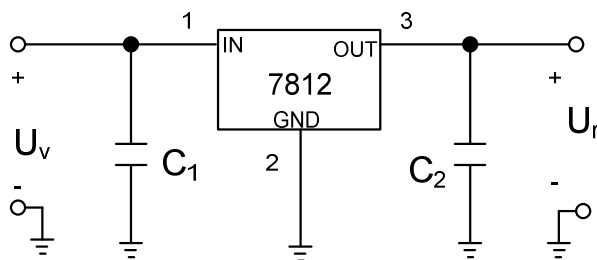
Hình 3.20 Sơ đồ khối ổn áp dùng IC

Các IC ổn áp chứa nguồn điện áp chuẩn, khuếch đại so sánh, phần tử điều khiển bảo vệ quá tải, tất cả trong một IC đơn lẻ. Mặc dù cấu tạo bên trong IC có khác với các mạch ổn áp trước nhưng hoạt động bên ngoài thì như nhau.

Hình 3.20 cho thấy sự ghép nối IC ổn áp 3 chân với mạch: Điện áp U_v được đưa tới một chân, điện áp ra được ổn áp U_r từ chân thứ 2, chân thứ 3 được nối với mas.

Ổn áp cố định dùng IC

Họ IC 78xx cung cấp điện áp ra cố định từ (+)5V đến (+)24V. Ký hiệu xx để chỉ điện áp ra, ví dụ 7805 là ổn áp 5V, 7824 là ổn áp 24V. Sơ đồ mạch mắc như sau:



Hình 3.21 Mạch ổn áp dùng 7812

Chân 1: nối với điện áp vào

Chân 2: nối mas

Chân 3: được nối với tải

Tụ điện $C = 0,1 \mu F$ để cải thiện quá trình quá độ và lọc nhiễu tần số cao

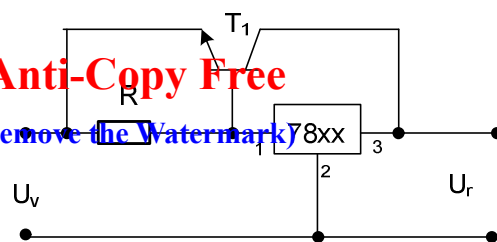
Dòng điện đưa ra của họ 78xx thường $\leq 1A$

Họ 79xx tương tự như họ 78xx nhưng cung cấp điện áp ra cố định từ -5V đến -24V

Một số mạch ổn áp khác

- Mạch tăng dòng ra:

IC họ 78xx hay 79xx thường có dòng ra không lớn do đó để tăng dòng ra có thể kết hợp với transistor

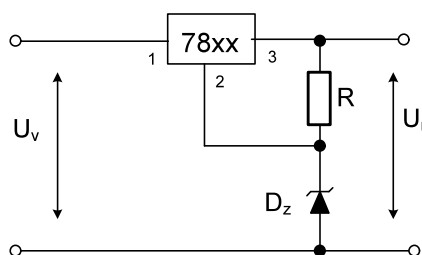


- **Mạch tăng áp ra:**

Để tăng điện áp ra đầu thêm đi ốt zener vào chân 2 của IC

Khi đó điện áp ra sẽ là:

$$U_r = U_z + U_{r_{78xx}}$$



Protected by PDF Anti-Copy Free
CHƯƠNG II: KHUẾCH ĐẠI THUẬT TOÁN
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

11.1. KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ MẠCH KHUẾCH ĐẠI THUẬT TOÁN

Chương này trình bày về bộ khuếch đại thuật toán (Op-Amp: Operational Amplifier). Danh từ “khuếch đại thuật toán” thường dùng để chỉ một bộ khuếch đại dòng một chiều có hệ số khuếch đại lớn, có hai đầu vào vi sai và một đầu ra chung. Tên gọi này có quan hệ tới việc ứng dụng đầu tiên của chúng chủ yếu để thực hiện các phép tính cộng, trừ, tích phân... Hiện nay bộ khuếch đại thuật toán đóng vai trò quan trọng và ứng dụng rộng rãi trong mạch khuếch đại, tạo tín hiệu hình sin và xung, trong bộ ổn áp và bộ lọc tích cực...

Các tính chất chung của IC thuật toán

Bộ khuếch đại thuật toán được ký hiệu như (hình 5-1) Trong đó U_t , I_t là điện áp, dòng điện vào cửa thuận. U_d , I_d là điện áp, dòng điện vào cửa đảo, U_r , I_r là điện áp ra và dòng điện ra. U_0 là điện áp vào giữa hai cửa. Bộ khuếch đại thuật toán khuếch đại hiệu điện áp $U_0 = U_t - U_d$ với hệ số khuếch đại $K_0 > 0$.

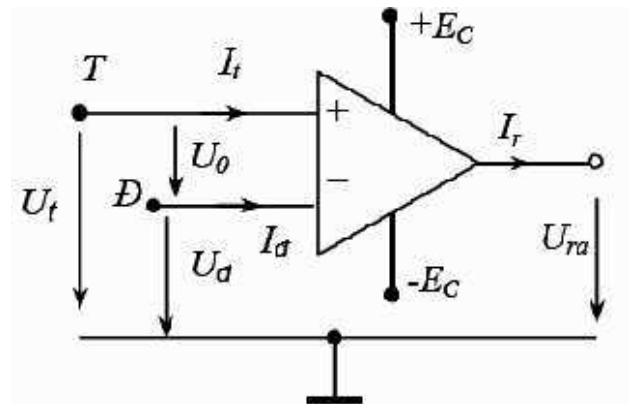
Do đó điện áp ra: $U_r = K_0 \cdot U_0 = K_0(U_t - U_d)$ Nếu

$U_d = 0$ thì $U_r = K_0 \cdot U_t$ lúc này điện áp ra cùng pha với điện áp vào. Vì vậy cửa T gọi là cửa thuận của bộ khuếch đại thuật toán và ký hiệu dấu “+”. Tương tự khi $U_t = 0$ thì $U_r = -K_0 \cdot U_d$, lúc này điện áp ra ngược pha với điện áp vào nên cửa Đ gọi là cửa đảo của bộ khuếch đại thuật toán và ký hiệu dấu “-”. Ngoài ra bộ khuếch đại có hai cửa đấu với nguồn nuôi đối xứng $\pm E_C$ và các cửa để chỉnh lệch 0 và bù tần.

Một bộ khuếch đại thuật toán lý tưởng có những tính chất sau:

- + Trở kháng vào $Z_V = \infty$
- + Trở kháng ra $Z_{ra} = 0$
- + Hệ số khuếch đại $K_0 = \infty$

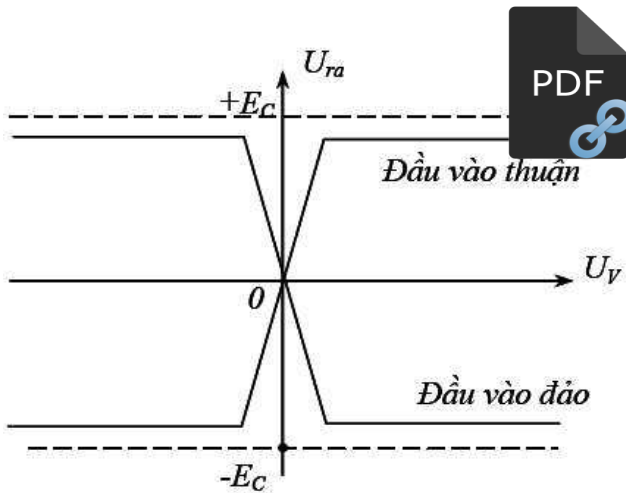
Thực tế bộ khuếch đại thuật toán có $K_0 = 10^4 \div 10^6$ ở vùng tần số thấp. Lên vùng tần số cao hệ số khuếch đại giảm xuống. Nguyên nhân do sự phụ thuộc tham số của tranzito và



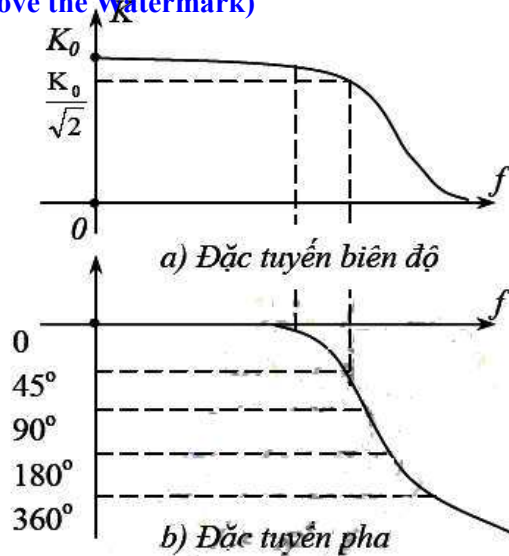
Hình 5-1: Bộ khuếch đại thuật toán

điện dung ký sinh trong sơ đồ. Đặc tuyến truyền đạt, đặc tuyến biên độ và đặc tuyến pha như ở hình 5-2 và 5-3. IC khuếch đại thuật toán có khả năng nên tín hiệu đồng pha..

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)



Hình 5-2: Đặc tuyến truyền đạt của bộ khuếch đại thuật toán



Hình 5-3: Đặc tuyến biên độ và đặc tuyến pha của bộ khuếch đại thuật toán

Gọi K_{CM} là hệ số khuếch đại tín hiệu đồng pha thì hệ số nén tín hiệu đồng pha được xác định theo biểu thức:

$$G = \frac{K_0}{K_{CM}}$$

Thường $G = 103 \div 104$.

Một bộ khuếch đại thuật toán thường có 4 tầng ghép trực tiếp với nhau. Tầng vào là tầng khuếch đại vi sai, tiếp theo là tầng khuếch đại trung gian (có thể là tầng đệm hay khuếch đại vi sai thứ hai), đến tầng dịch mức và tầng khuếch đại ra.

11.2. BỘ KHUẾCH ĐẠI ĐẢO VÀ KHÔNG ĐẢO

Protected by PDF Anti-Copy Free

Trong phần này nghiên cứu về các mạch khuếch đại tín hiệu sử dụng bộ khuếch đại thuật toán. Do vi mạch khuếch đại thuật toán có hai cửa vào. Khi đưa tín hiệu vào cửa đảo ta có mạch khuếch đại đảo, nếu đưa tín hiệu vào cửa thuận ta có mạch khuếch đại thuận.

11.2.1. Bộ khuếch đại đảo

Mạch khuếch đại đảo cho ở (hình 5-4) có thực hiện hồi tiếp âm điện áp qua R_{ht} . Đầu vào thuận được nối đất. Tín hiệu qua R_l đưa tới đầu vào đảo. Nếu coi IC có trở kháng vào vô cùng lớn tức $Z_V \rightarrow \infty$ thì dòng vào IC vô cùng bé $I_0 = 0$, khi đó tải nút N có phương trình nút dòng.

$$I_V = I_{ht}$$

Từ đó có:

$$\frac{U_V - U_0}{R_l} = \frac{U_0 - U_{ra}}{R_{ht}}$$

Khi $K \rightarrow \infty$ điện áp đầu vào $U_0 = \frac{U_{ra}}{K} \rightarrow 0$

Do đó:

$$\frac{U_V}{R_l} = -\frac{U_{ra}}{R_{ht}}$$

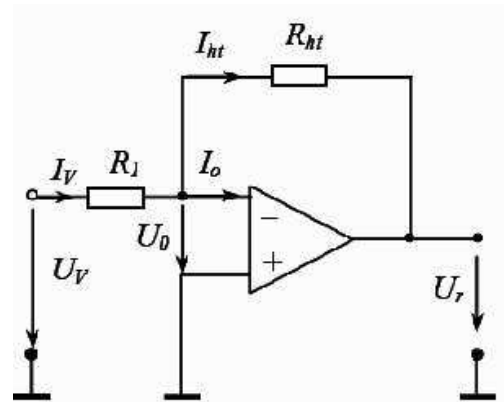
Do đó hệ số khuếch đại điện áp của mạch khuếch đại đảo K_u có hồi tiếp âm song song được xác định bằng phân tử thụ động trong sơ đồ:

$$K_u = \frac{U_r}{U_v} = -\frac{R_{ht}}{R_l}$$

Nếu chọn $R_{ht} = R_l$ thì $K_d = -1$, sơ đồ có tính chất tăng đảo lặp lại điện áp (đảo tín hiệu). Nếu $R_l = 0$ thì từ phương trình $I_V = I_{ht}$ ta có

$$I_V = -\frac{U_{ra}}{R_{ht}}$$

Hay $U_{ra} = -I_V R_{ht}$ tức là điện áp ra tỷ lệ với dòng điện vào. Mạch trở thành bộ biến đổi dòng thành áp. Vì $U_0 = 0$ nên $R_v = R_l$, khi $K \rightarrow \infty$ thì $R_{ra} = 0$.



Hình 5-4: Mạch khuếch đại đảo

11.2.2. Bộ khuếch đại thuận

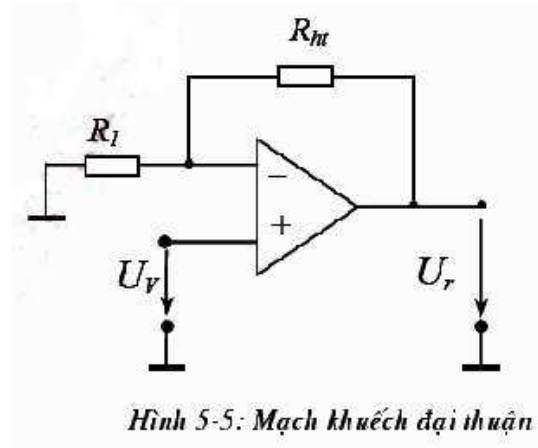
Mạch khuếch đại thuận có (hình 5-5) gồm một mạch hồi tiếp âm điện áp đặt vào đầu đảo còn tín hiệu đặt vào cửa thuận. Vì điện áp đặt vào giữa hai cửa rất bé, xem $U_0 = 0$ nên quan hệ giữa U_v và U_{ra} xác định bởi

$$U_v = U_r \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_{ht}}$$

Hệ số khuếch đại điện áp của mạch khuếch đại thuận.

$$K_t = \frac{U_r}{U_v} = \frac{R_1 + R_{ht}}{R_1} = 1 + \frac{R_{ht}}{R_1}$$

Vì $R_v = \infty$ nên $I_v = 0$. Được dùng khi cần mạch khuếch đại có trở kháng vào lớn.



11.3. MẠCH CỘNG - MẠCH TRỪ

Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Mạch cộng thực hiện cộng hai hoặc nhiều tín hiệu tương tự thành một tín hiệu ở đầu ra. Tuy nhiên, nếu tín hiệu tổng lớn hơn nguồn cung cấp cho bộ khuếch đại thì tín hiệu ra chỉ giữ ở mức bão hòa $\square U_{\max}$.



11.3.1. Mạch cộng

1. Mạch cộng đảo

Mạch này cộng các tín hiệu vào đưa tới cửa đảo. Sơ đồ (hình 5-6). Coi các điện trở vào bằng nhau.

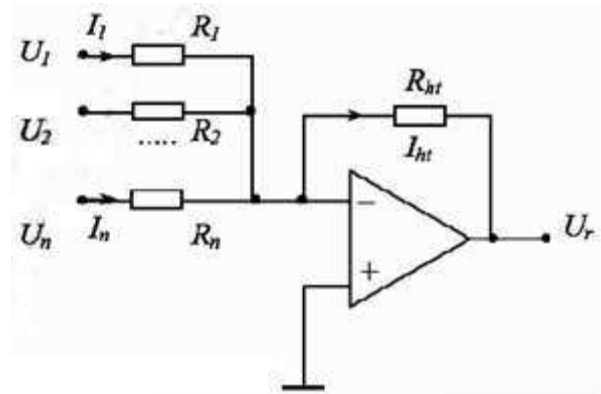
$$R_{ht} = R_1 = R_2 = \dots = R_n < R_V$$

Khi $I_V = 0$ thì (vì R_V của IC xem $= \infty$)

$$I_{ht} = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

Hay

$$U_{ra} = -(U_1 + U_2 + \dots + U_n) = -\sum_{i=1}^n U_i$$



Hình 5-6: Mạch cộng đảo

Tổng quát khi $R_1 \neq \dots \neq R_n$ có:

$$U_{ra} = -\left(\frac{R_{ht}}{R_1} \cdot U_1 + \frac{R_{ht}}{R_2} \cdot U_2 + \dots + \frac{R_{ht}}{R_n} \cdot U_n\right)$$

$$U_{ra} = -R_{ht} \cdot \left(\frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} + \dots + \frac{U_n}{R_n}\right) = -\sum_{i=1}^n \alpha_i U_i$$

Với,
$$\alpha_i = \frac{R_{ht}}{R_i}$$

2. Mạch cộng thuận

Sơ đồ mạch điện ở (hình 5-7), ở đây các tín hiệu vào đưa tới cửa thuận. Khi $U_0 = 0$ điện áp ở hai đầu vào bằng nhau và bằng:

$$U_{V+} = U_{V-} = \frac{R_1}{R_1 + R_{ht}} \cdot U_{ra}$$

Khi dòng vào đầu thuận bằng không ($R_V = \infty$) ta có:

$$\frac{U_1 - U_{V-}}{R} + \frac{U_2 - U_{V-}}{R} + \dots + \frac{U_n - U_{V-}}{R} = 0$$

Hay

$$U_1 + U_2 + \dots + U_n = n \cdot U_{V-}$$

$$U_1 + U_2 + \dots + U_n = n \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_{ht}} \cdot U_{ra}$$



Từ đó:

$$U_{ra} = \frac{R_1 + R_{ht}}{n \cdot R_1} \cdot (U_1 + \dots + U_n) = \frac{R_1 + R_{ht}}{n \cdot R_1} \cdot \sum_{i=1}^n U_i$$

Chọn các tham số của mạch thích hợp để có thừa số đầu tiên của vế phải công thức này bằng 1

$$\frac{R_1 + R_{ht}}{n \cdot R_1} = 1$$

Và khi đó:

$$U_{ra} = U_1 + U_2 + \dots + U_n = \sum_{i=1}^n U_i$$

11.3.2. Mạch trừ

Khi cần trừ hai điện áp người

ta có thể thực hiện theo sơ đồ (hình 5-8). Khi đó điện áp đầu ra được tính theo

$$U_{ra} = K_1 U_1 + K_2 U_2$$

Có thể tìm K_1, K_2 theo phương pháp cho điện áp vào từng cửa bằng không.

Cho $U_2 = 0$ thì mạch làm việc như một bộ khuếch đại đảo. Ta có:

$$U_{ra} = -\alpha_a U_1$$

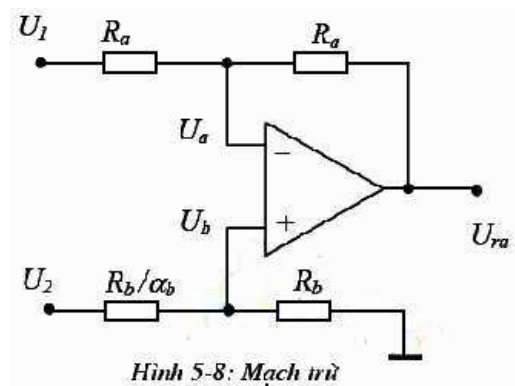
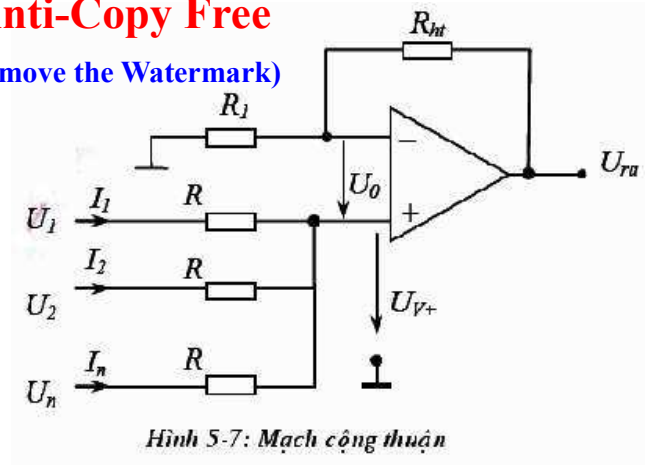
Vậy,

$$K_1 = -\alpha_a$$

Khi $U_1 = 0$ mạch trở thành mạch khuếch đại thuận có phân áp vào.

Khi đó:

$$U_b = \frac{U_2}{R_b + \frac{R_b}{\alpha_b}} \cdot R_b$$



Suy ra

Protected by PDF Anti-Copy Free
$$U_{ra} = (1 + \alpha_a) \cdot \frac{\alpha_b}{1 + \alpha_b} \cdot U_2$$

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Hệ số khuếch đại

$$K_2 = (1 + \alpha_a) \cdot \frac{\alpha_b}{1 + \alpha_b}$$



Nên U_{ra} khi có U_1, U_2 là :

$$U_{ra} = (1 + \alpha_a) \cdot \frac{\alpha_b}{1 + \alpha_b} \cdot U_2 - \alpha_a \cdot U_1$$

Nếu điện trở trên cả hai lối vào là như nhau tức là:

$$\alpha_a = \alpha_b = \alpha \text{ thì } K_2 = \alpha; K_1 = -\alpha$$

Vậy,

$$U_{ra} = \alpha(U_2 - U_1)$$

11.4. BỘ VI PHÂN, BỘ TÍCH PHÂN

11.4.1. Bộ vi phân

Protected by PDF Anti-Copy Free
(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

Mạch vi phân là mạch điện áp đầu ra tỷ lệ với vi phân điện áp đầu vào, tức là

$$U_{ra} = k \cdot \frac{dU_v}{dt}$$



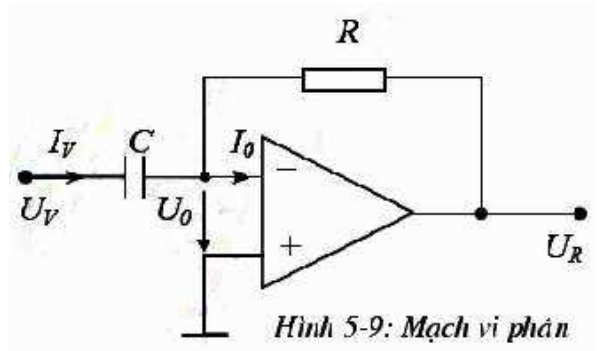
Trong đó, k là một hệ số.

Mạch vi phân dùng IC khuếch đại thuật toán như (hình 5-9).

Xem như $U_0 = 0$, $I_0 = 0$ nên

$$I_v = C \cdot \frac{dU_v}{dt}$$

Mà $U_{ra} = -I_v \cdot R$ nên: $U_{ra} = -RC \cdot \frac{dU_v}{dt}$



Hình 5-9: Mạch vi phân

Trong đó, $k = RC = \tau$ gọi là hằng số vi phân của mạch. Dấu (-) nói lên U_{ra} ngược pha với U_v . Khi tín hiệu vào là hình sin thì mạch vi phân làm việc như một bộ lọc tần cao.

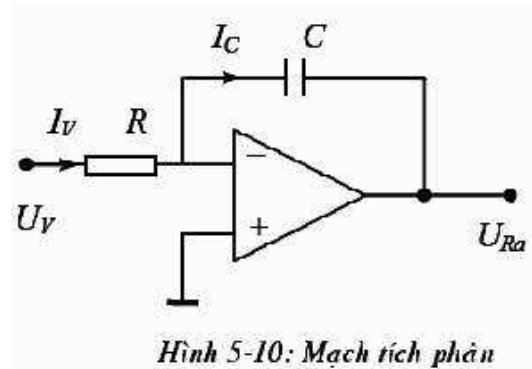
11.4.2. Bộ tích phân

Mạch tích phân là mạch mà điện áp đầu ra tỷ lệ với tích phân điện áp đầu vào.

$$U_{ra} = k \int_0^t U_v dt$$

Trong đó, k là hệ số.

Mạch tích phân sử dụng IC khuếch đại thuật toán như (hình 5-10).



Hình 5-10: Mạch tích phân

Tại nút A ta có $I_v = I_c$ hay,

$$-C \cdot \frac{dU_{ra}}{dt} = \frac{U_v}{R} \text{ suy ra, } U_{ra} = -\frac{1}{RC} \int_0^t U_v dt + U_{ra0}$$

Ở đây U_{ra0} là điện áp trên tụ C khi $t = 0$ (là hằng số tích phân xác định từ điều kiện ban đầu).

Thường khi $t = 0$, $U_v = 0$ và $U_{ra} = 0$ nên:

$U_{ra} = -\frac{1}{R.C} \int U_v dt$
Protected by PDF Anti-Copy Free

(Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

$\tau = R.C$ gọi là hằng số thời gian của mạch tích phân. Khi tín hiệu vào thay đổi từng nấc, tốc độ thay đổi của điện áp ra bằng:

$$\frac{\Delta U_{ra}}{\Delta t} = -\frac{U_v}{R.C}$$



Nghĩa là ở đầu ra bộ tích phân có điện áp tăng hay giảm tuyến tính theo thời gian. Đối với tín hiệu hình sin mạch tích phân trở thành mạch lọc thông thấp.

Câu hỏi cuối chương 11:

Câu 1: Các tính chất chung của IC thuật toán?

Câu 2: Cho mạch điện như hình1 với các số liệu:

$R_1 = 10K\Omega$; $R_2 = 50K\Omega$; $E = 15V$

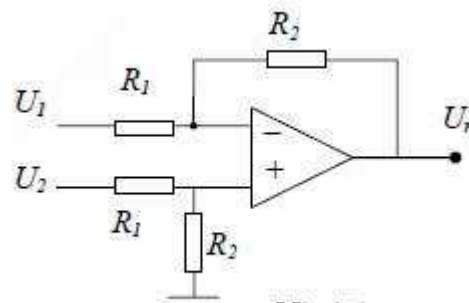
a)Viết biểu thức U_r theo U_v

b)Xác định U_r khi

$U_1 = 4V$; $U_2 = 4V$

$U_1 = 1V$; $U_2 = 5V$

$U_1 = 6V$; $U_2 = 1V$



Hình 1

Câu 3: Cho mạch điện như hình2 với các số liệu:

$R = 50K\Omega$; $R_1 = 10K\Omega$

$R_{ht} = 30K\Omega$; $E = 15V$

a) Viết biểu thức U_r theo U_v ?

b) Xác định U_r khi $U_1 = 0,3V$; $U_2 = 1V$; $U_3 = -2V$

Câu 4: Cho mạch điện như hình3 với các số liệu:

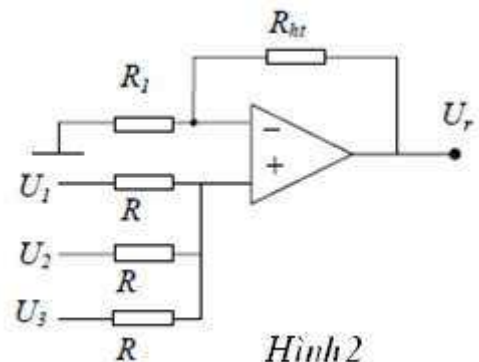
$R_{ht} = 100K\Omega$; $R_1 = 100K\Omega$;

$R_2 = 50K\Omega$; $R_3 = 25K\Omega$; $E = 15V$

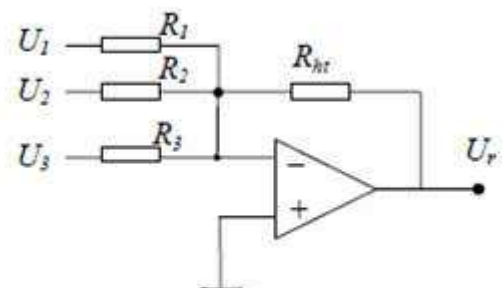
a) Viết biểu thức U_r theo U_v ?

b) Xác định U_r khi $U_1 = 3V$; $U_2 = -10V$; $U_3 = -7V$

$U_1 = 8V$; $U_2 = -4V$; $U_3 = 5V$



Hình 2



Hình 3

Câu 5: Cho mạch điện như hình vẽ với:

$$E = 15 \text{ V}$$

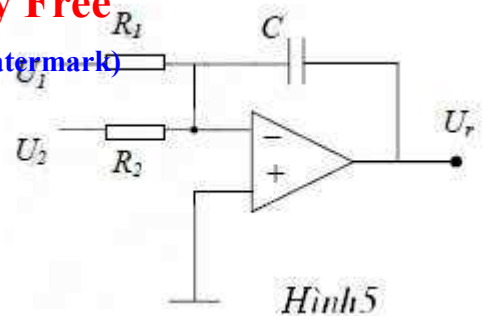
Protected by PDF Anti-Copy Free

a) Tìm U_r theo U_v ? (Upgrade to Pro Version to Remove the Watermark)

b) Xác định U_r khi

$$U_1 = (1 + 10\sin 100t) \text{ V}; U_2 = -1 \text{ V}; C =$$

$$R_1 = R_2 = 100 \text{ K}\Omega$$



Hình 5