

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BA PHA

1.1. KHÁI NIỆM CHUNG

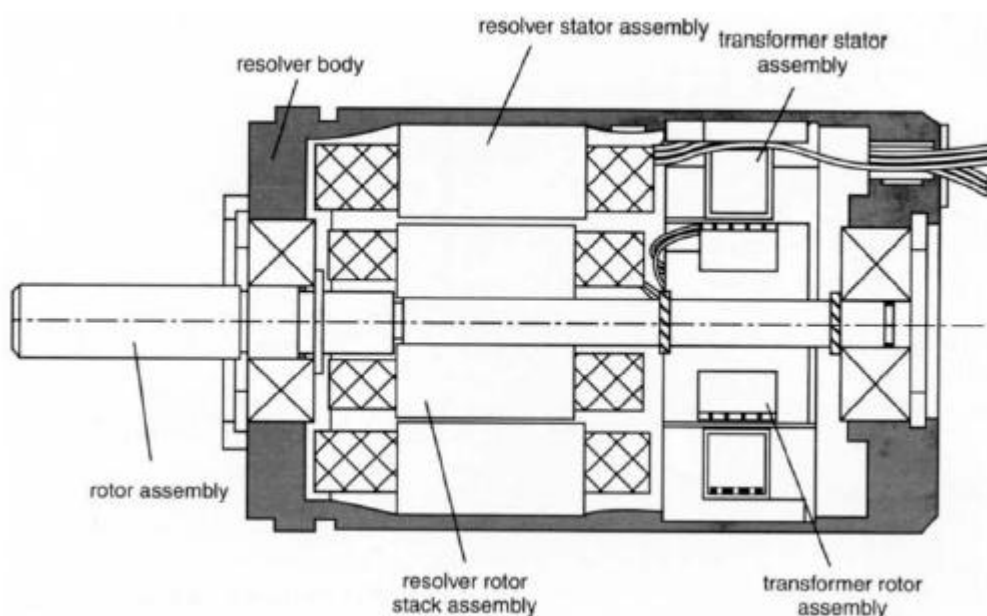
Động cơ không đồng bộ 3 pha là máy điện xoay chiều ,làm việc theo nguyên lý cảm ứng điện từ , có tốc độ của rotor khác với tốc độ từ trường quay trong máy .

Động cơ không đồng bộ 3 pha được dùng nhiều trong sản xuất và sinh hoạt vì chế tạo đơn giản , giá rẻ , độ tin cậy cao , vận hành đơn giản , hiệu suất cao , và gần như không cần bảo trì . **Đ**ải công suất rất rộng từ vài Watt đến 10.000hp . Các động cơ từ 5hp trở lên hầu hết là 3 pha còn động cơ nhỏ hơn 1hp thường là một pha .

1.2. CẤU TẠO

Gióng như các loại máy điện quay khác ,động cơ không đồng bộ ba pha gồm có các bộ phận chính sau :

- + phần tĩnh hay còn gọi là stato
- + phần quay hay còn gọi là roto



1.2.1. PHẦN TĨNH (hay STATOR):

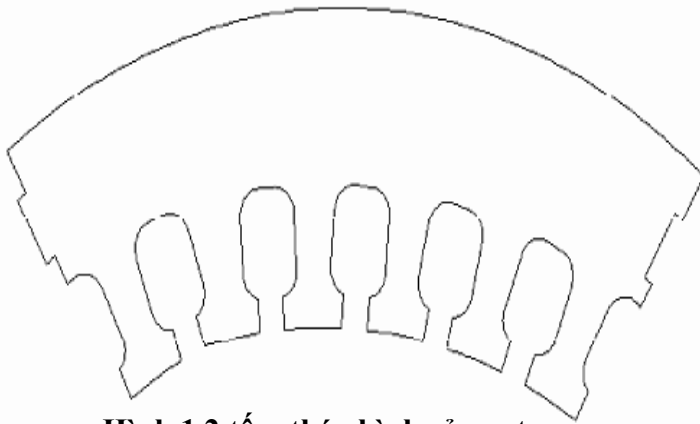
Trên stator có vỏ , lõi thép và dây quấn

1.2.1.1. VỎ MÁY :

Vỏ máy có tác dụng cố định lõi thép và dây quấn .Thường vỏ máy làm bằng gang . Đối với vỏ máy có công suất tương đối lớn (1000 kw) thường dùng thép tấm hàn lại làm vỏ máy ,tùy theo cách làm nguội ,máy và dạng vỏ máy cũng khác nhau .

1.2.1.2. LỖI THÉP

Lỗi thép là phần dẫn từ . Vì từ trường đi qua lõi thép là từ trường quay nên để giảm bớt tổn hao , lõi thép được làm bằng những lá thép kỹ thuật điện dày 0,5 mm ép lại . Khi đường kính ngoài của lõi thép nhỏ hơn 990mm thì dùng cả tấm thép tròn ép lại . Khi đường kính ngoài lớn hơn trị số trên thì phải dùng những tấm thép hình rẻ quạt (hình 1.2) ghép lại thành khối tròn .



Hình 1.2 tấm thép hình rẻ quạt

Mỗi lõi thép kỹ thuật điện đều có phủ sơn cách điện trên bề mặt để giảm hao tổn do dòng điện xoáy gây nên .Nếu lõi thép ngắn thì có thể ghép thành một khối nếu lõi thép quá dài thì ghép thành những tấm ngắn mỗi tấm thép dài từ 6 đến 8 cm đặt cách nhau 1cm để thông gió cho tốt .Mặt trong của lá thép có sẽ rãnh để đặt dây quấn .

1.2.1.3. DÂY QUẤN:

Dây quấn stator được đặt vào các rãnh của lõi thép và được cách điện tốt với lõi thép . Dây quấn phần ứng là phần dây bằng đồng được trong các rãnh phần ứng và làm thành một hoặc nhiều vòng kín .Dây quấn là bộ phận quan trọng nhất của động cơ vì nó trực tiếp tham gia vào quá trình biến đổi năng lượng từ điện năng thành cơ năng . Đồng thời về mặt kinh tế thì giá thành của dây quấn cũng chiếm tỷ lệ khá cao trong toàn bộ giá thành của máy.

- + **C**ác yêu cầu đối với dây quấn bao gồm :
 - Sinh ra được một sức điện động cần thiết có thể cho một dòng điện nhất định chạy qua mà không bị nóng quá một nhiệt độ nhất định để sinh ra một moment cần thiết đồng thời đảm bảo đổi chiều tốt .
 - Triệt để tiết kiệm vật liệu , kết cấu đơn giản làm việc chắc chắn an toàn
 - Dây quấn phần ứng có thể phân ra làm các loại chủ yếu sau :
 - + Dây quấn xếp đơn và dây quấn xếp phức tạp
 - + Dây quấn song đơn và dây quấn song phức tạp

Trong một số máy cỡ lớn còn dùng dây quấn hỗn hợp đó là sự kết hợp giữa hai dây quấn xếp và song .

1.2.2. PHẦN QUAY (hay ROTOR)

Phần này gồm 2 bộ phận chính là lõi thép và dây quấn rotor:

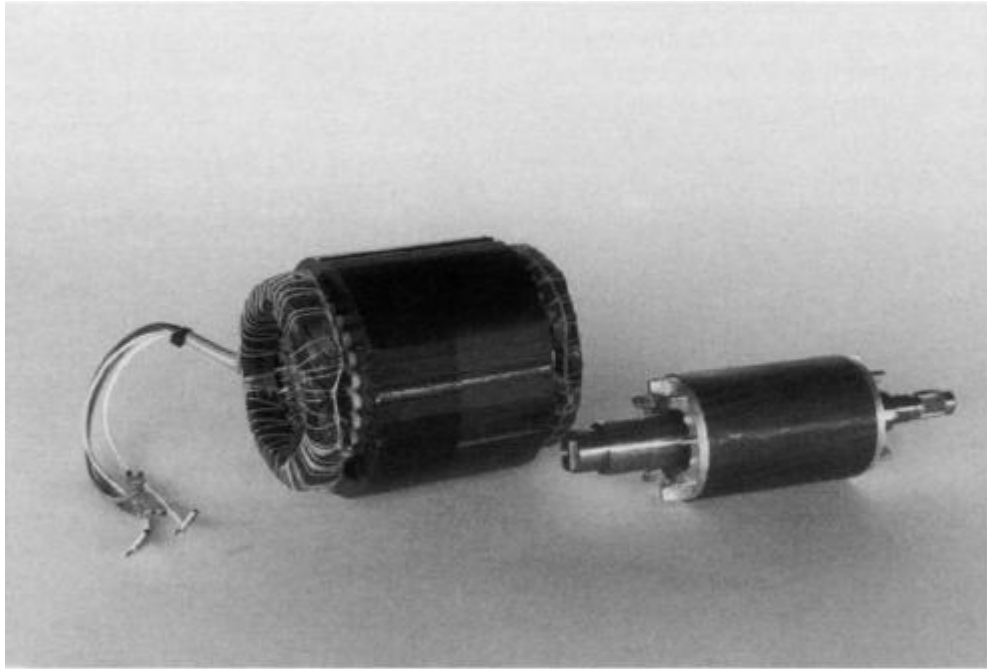
1.2.2.1 LỖI THÉP :

Nói chung người ta dùng các lá thép kỹ thuật điện như ở stator lõi thép được ép trực tiếp lên trục máy hoặc lên một giá rotor của máy .Phía ngoài của lá thép có sẽ rãnh để đặt dây quấn .

1.2.2.2 DÂY QUẤN ROTOR:

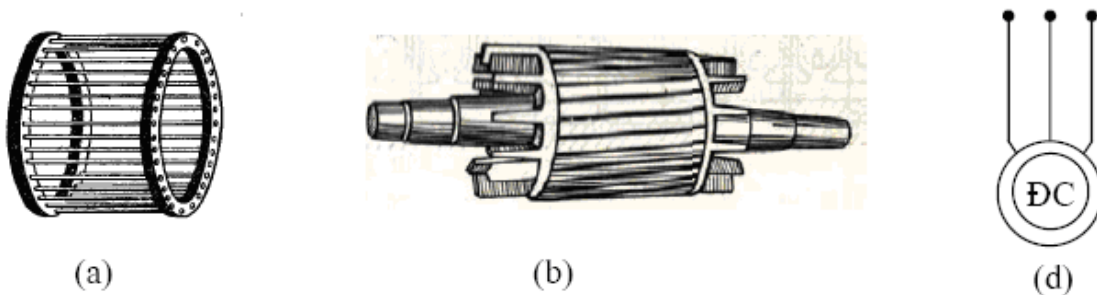
Phân loại làm hai loại chính rotor kiểu dây quấn và rotor kiểu lồng sóc:

Loại rotor kiểu dây quấn : rotor kiểu dây quấn (hình 1.3) cũng giống như dây quấn ba pha stator và có cùng số cực từ dây quấn stator .Dây quấn kiểu này luôn đấu hình sao (Y) và có ba đầu ra đầu vào ba vành trượt gắn vào trục quay rotor và cách điện với trục .Ba chổi than cố định và luôn tỳ trên vành trượt này để dẫn điện và một biến trở cũng nối sao nằm ngoài động Cơ để khởi động hoặc điều chỉnh tốc độ .



Hình 1.3 : rotor kiểu dây quấn

Rotor kiểu lồng sóc (hình 1.4) : Gồm các thanh đồng hoặc thanh nhôm đặt trong rãnh và bị ngắn mạch bởi hai vành ngắn mạch ở hai đầu .Với động cơ nhỏ ,dây quấn rotor được đúc nguyên khối gồm thanh dẫn , vành ngắn mạch, cánh tản nhiệt và cánh quạt làm mát .Các động cơ công suất trên 100kw thanh dẫn làm bằng đồng được đặt vào các rãnh rotor và gắn chặt vành ngắn mạch .



Hình 1.4 Cấu tạo rotor động cơ không đồng bộ.

a) Dây quấn rotor lồng sóc c) Lõi thép rotor d) Ký hiệu động cơ trên sơ đồ

1.2.3. KHE HỖ :

Vì rotor là một khối tròn nên khe hở đều , khe hở trong máy điện không đồng bộ rất nhỏ (từ 0,2mm đến 1mm trong máy điện cỡ nhỏ và vừa) để hạn chế dòng điện từ hóa lấy từ lưới vào ,và như vậy có thể làm cho hệ số công suất của máy tăng cao .

1.3. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BA PHA

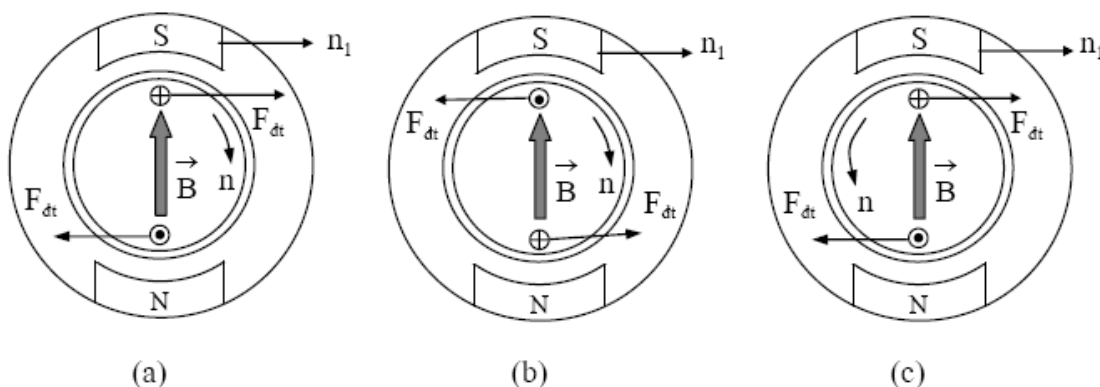
1.4.

Khi có dòng điện ba pha chạy trong dây quấn stato thì trong khe hở không khí suất hiện từ trường quay với tốc độ $n_1 = 60f_1/p$ (f_1 là tần số lưới điện ; p là số cặp cực ; tốc độ từ trường quay) . Từ trường này quét qua dây quấn nhiều pha tự ngắn mạch nên trong dây quấn rotor có dòng điện I_2 chạy qua . Từ thông do dòng điện này sinh ra hợp với từ thông của stator tạo thành từ thông tổng ở khe hở . Dòng điện trong dây quấn rotor tác dụng với từ thông khe hở sinh ra moment . Tác dụng đó có quan hệ mật thiết với tốc độ quay n của rotor . Trong những phạm vi tốc độ khác nhau thì chế độ làm việc của máy cũng khác nhau . Sau đây ta sẽ nghiên cứu tác dụng của chúng trong ba phạm vi tốc độ .

Hệ số trượt s của máy :

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} = \frac{\Omega_1 - \Omega}{\Omega_1}$$

Như vậy khi $n = n_1$ thì $s = 0$, còn khi $n = 0$ thì $s = 1$; khi $n > n_1$, $s < 0$ và rotor quay ngược chiều từ trường quay $n < 0$ thì $s > 1$.



Hình 1.5 Quá trình tạo moment của máy điện không đồng bộ

1.3.1 ROTOR QUAY CÙNG CHIỀU TỪ TRƯỜNG NHƯNG TỐC ĐỘ $n < n_1$ ($0 < s < 1$)

Giả thuyết về chiều quay n_1 của từ trường khe hở Φ và của rotor n như hình 1.5a .Theo qui tắc bàn tay phải , xác định được chiều sức điện động E_2 và I_2 ; theo quy tắc bàn tay trái , xác định được lực F và moment M . Ta thấy F cùng chiều quay của rotor , nghĩa là điện năng đưa tới stator , thông qua từ trường đã biến đổi thành cơ năng trên trục quay rotor theo chiều từ trường quay n_1 , như vậy động cơ làm việc ở chế độ động cơ điện .

1.3.2 ROTOR QUAY CÙNG CHIỀU NHƯNG TỐC ĐỘ $n > n_1$ ($s < 0$).

Dùng động cơ sơ cấp quay rotor của máy điện không đồng bộ vượt tốc độ đồng bộ $n > n_1$. Lúc đó chiều từ trường quay quét qua dây quấn rotor sẽ ngược lại, sức điện động và dòng điện trong dây quấn rotor cũng đổi chiều nên chiều của M cũng ngược chiều n_1 , nghĩa là ngược chiều với rotor, nên đó là moment hãm (hình 1.5b). Như vậy máy đã biến cơ năng tác dụng lên trục động cơ điện, do động cơ sơ cấp kéo thành điện năng cung cấp cho lưới điện, nghĩa là động cơ làm việc ở chế độ máy phát.

1.3.3. ROTOR QUAY NGƯỢC CHIỀU TỪ TRƯỜNG $n < 0$ ($s > 1$)

Vi nguyên nhân nào đó mà rotor của máy điện quay ngược chiều từ trường quay hình 1.5c, lúc này chiều của sức điện động và moment giống như ở chế độ động cơ. Vì moment sinh ra ngược chiều quay với rotor nên có tác dụng hãm rotor lại. Trường hợp này máy vừa lấy điện năng ở lưới điện vào, vừa lấy cơ năng từ động cơ sơ cấp. Chế độ làm việc này gọi là chế độ hãm điện từ.

1.4. CÁC ĐƯỜNG ĐẶC TÍNH CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

Đặc tính tốc độ $n = F(P_2)$

Theo công thức hệ số trượt, ta có :

$$n = n_1(1-s)$$

Trong đó : $s = \frac{P_{cu}}{P_{dt}}$. Khi động cơ không

tải $P_{cu} \ll P_{dt}$ nên $s \sim 0$ động cơ điện quay gần tốc độ đồng bộ $n \sim n_1$. Khi tăng tải thì tổn hao đồng cũng tăng lên n giảm một ít, nên đường đặc tính tốc độ là đường dốc xuống.

Đặc tính moment $M = f(P_2)$

Ta có $M = f(s)$ thay đổi rất nhiều nhưng trong phạm vi $0 < s < s_m$ thì đường $M = f(s)$ gần giống đường thẳng, nên $M_2 = f(P_2)$ đường thẳng qua gốc tọa độ.

Đặc tính hiệu suất $\eta = f(P_2)$

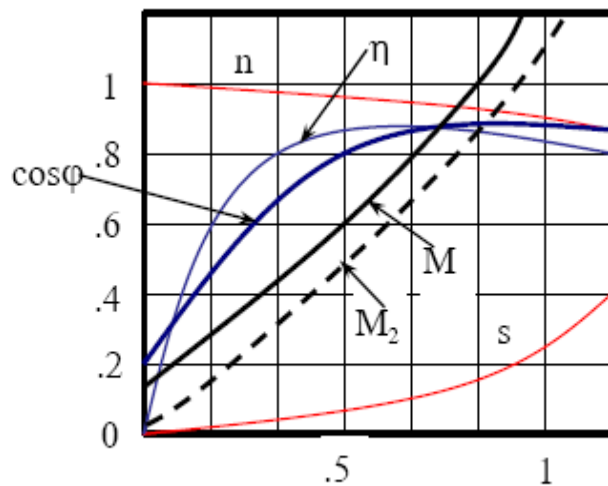
Ta có hiệu suất của máy điện không đồng bộ :

$$\eta = \frac{P_2}{P_2 + P_{cu}} \cdot 100\%$$

η tổng tổn hao, nhưng ở đây chỉ có tổn hao đồng thay đổi theo phụ tải còn các tổn hao khác là không đổi.

Đặc tính hệ số công suất $\cos \phi = f(P_2)$.

Vì động cơ luôn luôn nhận công suất phản kháng từ lưới. Lúc không tải $\cos \phi$ rất thấp thường $< 0,2$. Khi có tải dòng điện I_2 tăng lên nên $\cos \phi$ cũng tăng.



Hình 1.6 Đặc tính làm việc của MK

1.5. CÁC PHƯƠNG PHÁP KHỞI ĐỘNG ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BA PHA

1.5.1. PHƯƠNG PHÁP ĐÔI ĐẦU DÂY QUẢN

Trong quá trình vận hành động cơ điện khi khởi động chúng ta cần quan tâm đến hai vấn đề

■ Giảm thấp dòng điện khởi động (qua hệ thống dây dẫn chính vào dây quấn stato động cơ) ngay thời điểm khởi động.

■ Phương pháp giảm thấp dòng điện khởi động thực chất là giảm thấp điện áp cung cấp vào động cơ tại thời điểm khởi động. Theo lý thuyết chúng ta có được quan hệ: moment (hay ngẫu lực) khởi động tỷ lệ thuận với bình phương giá trị điện áp hiệu dụng cấp vào động cơ, như vậy giảm giá trị dòng điện khởi động dẫn tới hậu quả giảm thấp giá trị của moment khởi động.

Trong thực tế các biện pháp giảm dòng khởi động có thể chia làm hai dạng như sau

■ Giảm điện áp nguồn cấp vào dây quấn stato bằng phương pháp: biến áp giảm áp, hay lắp đặt các phần tử hạn áp (cầu phân áp) dùng điện trở hay điện cảm.

■ Sử dụng bộ biến đổi điện áp xoay chiều 3 pha, dùng linh kiện điện tử điều chỉnh thay đổi điện áp hiệu dụng nguồn áp 3 pha cấp vào động cơ. Hệ thống khởi động này được gọi là phương pháp khởi động mềm (soft start) cho động cơ

Các phương pháp ra dây trên stato của động cơ không đồng bộ 3 pha:

- Động cơ 3 pha 6 đầu dây ra (đầu vận hành theo một trong hai cấp điện áp nguồn 3 pha tương ứng so với sơ đồ đầu Y hay Δ)
- Động cơ 3 pha 9 đầu dây ra (đầu vận hành theo một trong hai phương pháp: đầu Y nối tiếp - Y song song, Δ nối tiếp - Δ song song.)
- Động cơ 3 pha 12 đầu dây ra (đầu vận hành theo một trong bốn cấp điện áp nguồn 3 pha tương ứng với một trong sơ đồ đầu dây Y nối tiếp, Y song song, Δ nối tiếp, Δ song song)

1.5.2. GIẢM DÒNG KHỞI ĐỘNG DÙNG ĐIỆN TRỞ GIẢM ÁP CẤP VÀO DÂY QUẢN

Một trong các biện pháp giảm áp là đầu nối tiếp điện trở R_{mm} với bộ dây quấn stator tại lúc khởi động. tác dụng của R_{mm} trong trường hợp này là làm giảm áp đặt vào từng pha dây quấn stator.

Tương tự như phương pháp đổi sơ đồ đầu dây để giảm dòng khởi động phương pháp giảm áp cấp vào dây quấn stator cũng làm giảm moment mở máy. Do tính chất moment tỉ lệ bình phương điện áp cấp vào động cơ. thường chúng ta chọn các cấp giảm áp: 80%, 64%, 50% cho động cơ. Tương ứng với các cấp giảm áp này, moment mở máy chỉ khoảng 65%; 50% và 25% giá trị moment mở máy khi cấp nguồn trực tiếp bằng định mức vào dây quấn stator.

1.5.3. GIẢM DÒNG KHỞI ĐỘNG DÙNG ĐIỆN CẢM GIẢM ÁP CẤP VÀO DÂY QUẢN:

Tương tự như phương pháp đổi sơ đồ đầu dây để giảm dòng khởi động phương pháp giảm áp cấp vào dây quấn stator cũng làm giảm moment mở máy. Do tính chất moment tỉ lệ bình phương điện áp cấp vào động cơ, thường chúng ta chọn các cấp giảm áp: 80%, 64%, và 50% cho động cơ. Tương ứng với các cấp giảm áp này, moment mở máy chỉ còn khoảng 65%, 50%, và 25% giá trị moment mở máy khi cấp nguồn trực tiếp bằng định mức vào dây quấn stator.

1.5.4. GIẢM DÒNG KHỞI ĐỘNG DÙNG MÁY BIẾN ÁP TỰ NGẪU GIẢM ÁP :

Với các phương pháp giảm dòng mở máy dùng Rmm hay Xmm, dòng điện mở máy qua dây quấn cũng chính là dòng điện qua dây nguồn. Khi sử dụng biến áp giảm áp đặt vào dây quấn stator lúc khởi động, dòng điện mở máy qua dây quấn giảm thấp. Nhưng dòng điện này chỉ xuất hiện phía thứ cấp biến áp còn dòng điện qua dây nguồn chính là dòng qua sơ cấp biến áp.

Với biến áp giảm áp, dòng điện phía sơ cấp sẽ có giá trị thấp hơn dòng điện phía thứ cấp. Tóm lại khi dùng máy biến áp giảm áp để giảm dòng khởi động, dòng điện mở máy qua dây nguồn sẽ thấp hơn dòng điện mở máy khi dùng phương pháp giảm dòng với Rmm hay Xmm.

Khi dùng biến áp giảm áp để giảm dòng khởi động thời gian hoạt động của máy biến áp tồn tại rất ngắn; chúng ta có thể sử dụng một trong các dạng biến áp tự ngẫu sau:

- + Biến áp tự ngẫu loại 3 pha 3 trụ
- + Biến áp tự ngẫu 3 pha do.

Tương tự trường hợp đã nêu trong các danh mục trên, máy biến áp giảm áp được bố trí nhiều cấp điện áp ra tương ứng với các mức 80%, 64% và 50% giá trị moment mở máy trực tiếp chỉ còn khoảng 65%, 50%, 25% giá trị moment mở máy trực tiếp (khi cấp nguồn trực tiếp bằng đúng định mức cấp vào stator).

1.6. ĐỘNG CƠ 3 PHA ROTOR LỒNG SÓC 9 ĐẦU DÂY:

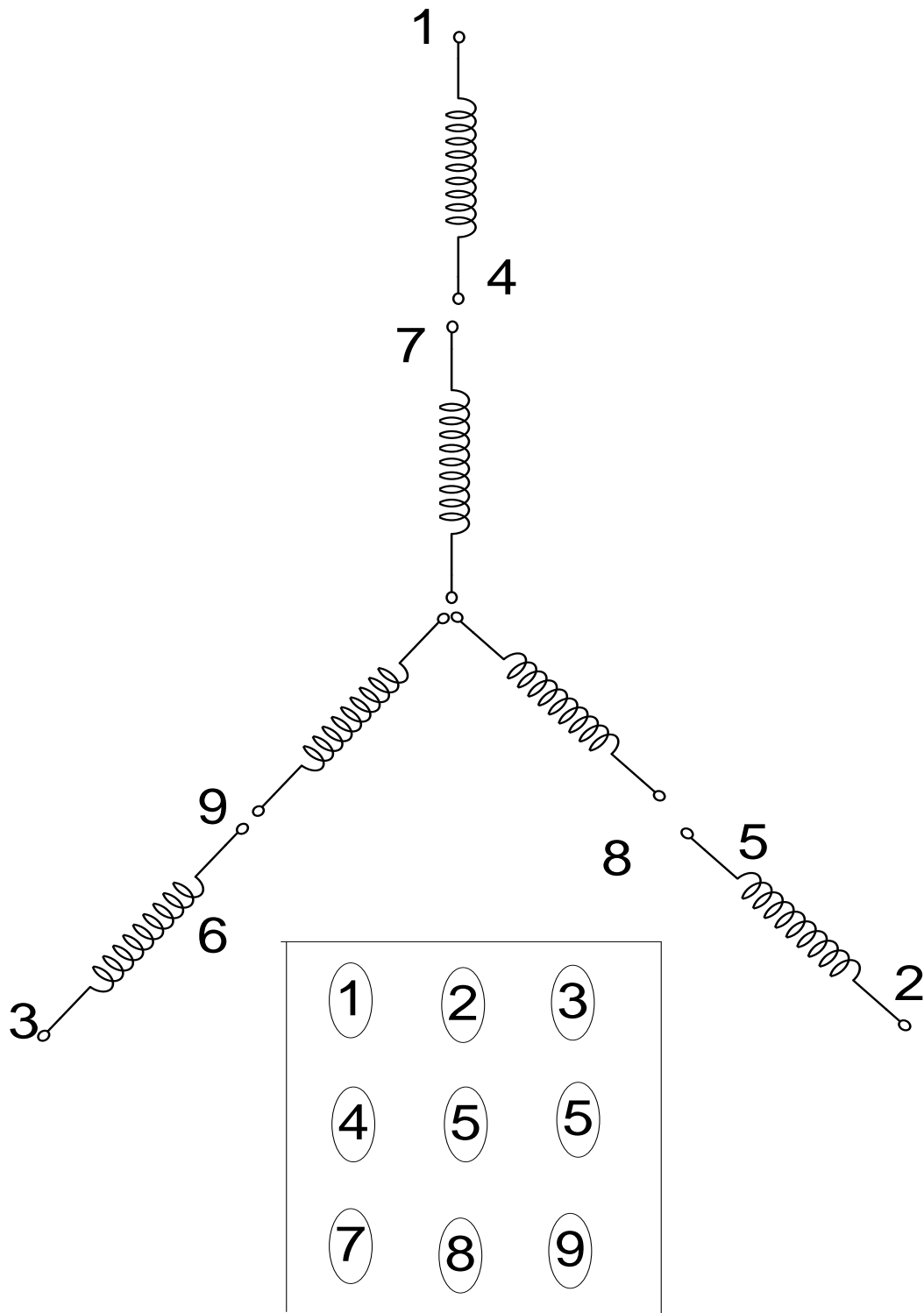
1.6.1. PHƯƠNG PHÁP RA DÂY:

Với phương pháp ra 9 đầu, chúng ta có hai trường hợp:

- + Động cơ ra 9 đầu vận hành theo sơ đồ đấu Y nối tiếp hay Y song song.
- + Động cơ ra 9 đầu vận hành theo sơ đồ đấu ■ nối tiếp hay ■ song song.

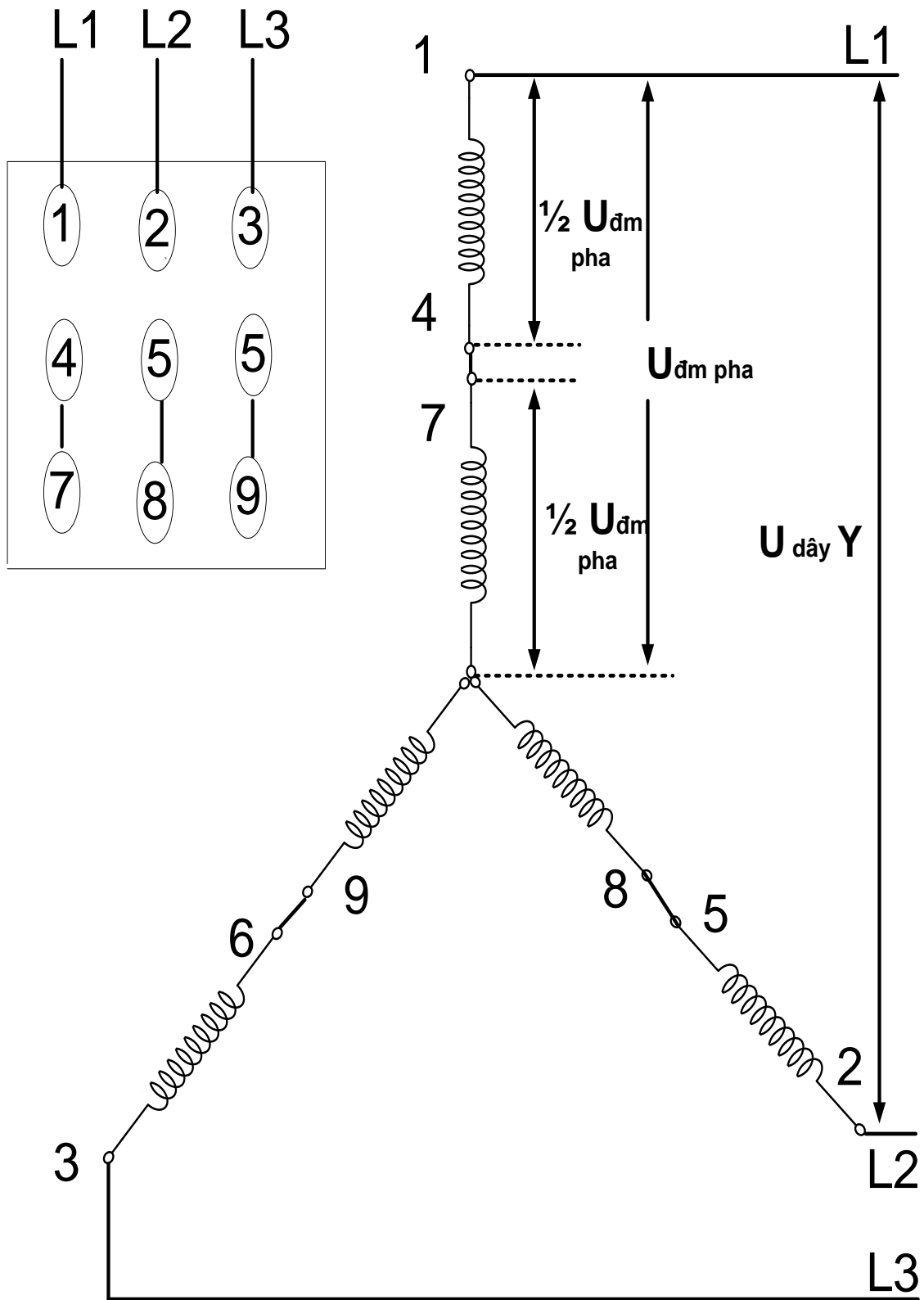
Sơ đồ liên kết các phase dây quấn cho mỗi trường hợp nêu trên hoàn toàn khác biệt; chúng ta khảo sát từng trường hợp như sau. Trong hình 1.7; 1.8; 1.9 chúng ta khảo sát sơ đồ nguyên lý của sơ đồ ra dây, các sơ đồ đấu dây vận hành theo dạng Y nối tiếp hay Y song song. Trong hình 1.10; 1.11; 1.12 dùng để khảo sát sơ đồ nguyên lý của sơ đồ ra dây, các sơ đồ đấu dây vận hành theo dạng ■ nối tiếp hay ■ song song.

Hình 1.7 : Sơ đồ nguyên lý của các đầu dây ra và bảng bố trí các đầu dây ra của động cơ 3 pha 9 đầu (dây Y nối tiếp, Y song song).

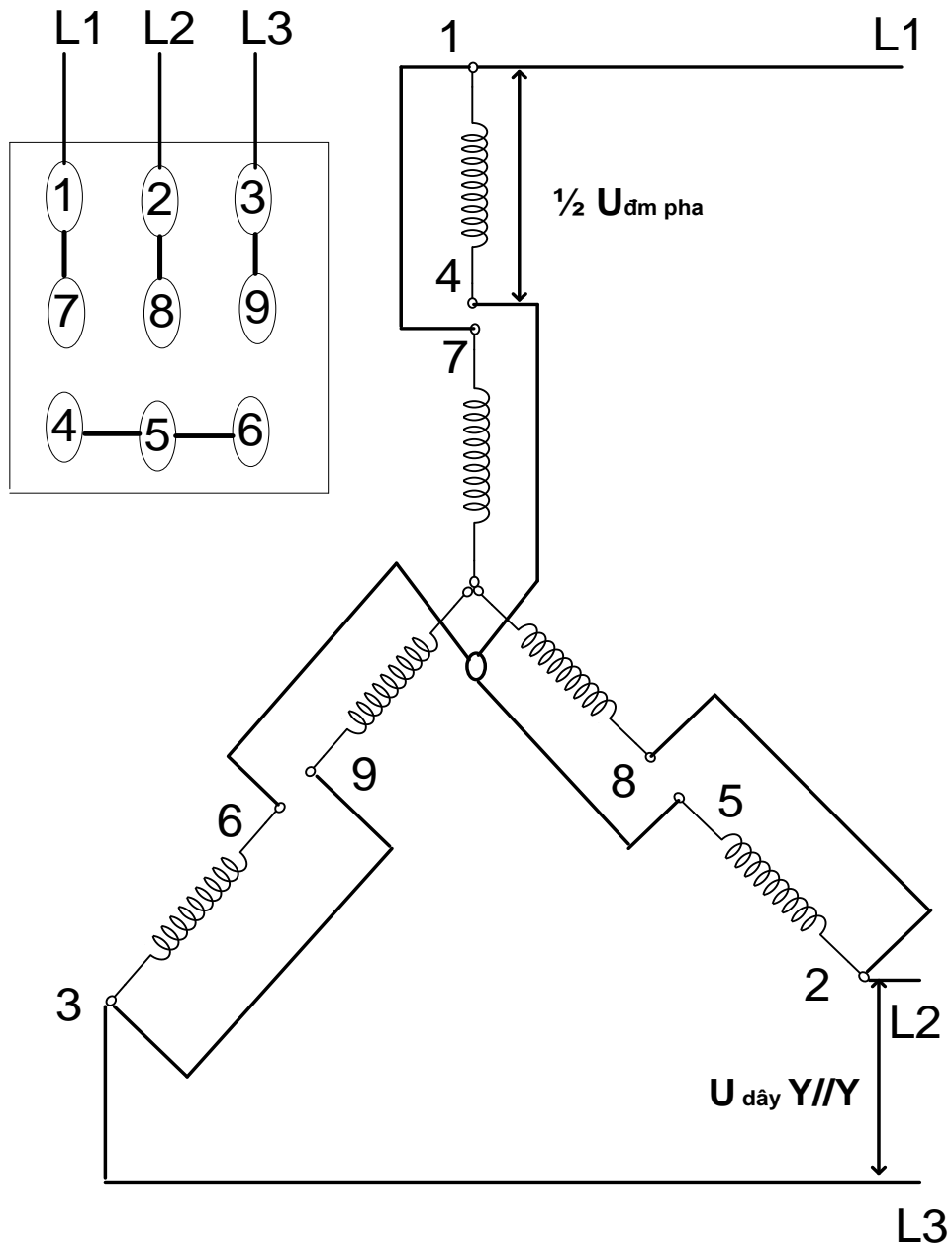


BẢNG BỐ TRÍ 9 ĐẦU DÂY

Trong hình 1.7: Mỗi pha dây quấn được tách thành 2 nửa, liên kết 3 nửa pha của 3 pha ta có nửa bộ dây đầu Y và 3 nửa pha rời, tổng cộng là 9 đầu ra dây ; điểm trung tính của nửa bộ dây đầu Y không đưa ra ngoài.



Hình 1.8 : sơ đồ đấu dây theo dạng Y nối tiếp của động cơ 3 pha ra 9 đầu dây



Hình 1.9 : sơ đồ đấu dây dạng Y song song của động cơ 3 pha ra 9:

+ Khi động cơ Y nối tiếp để vận hành :

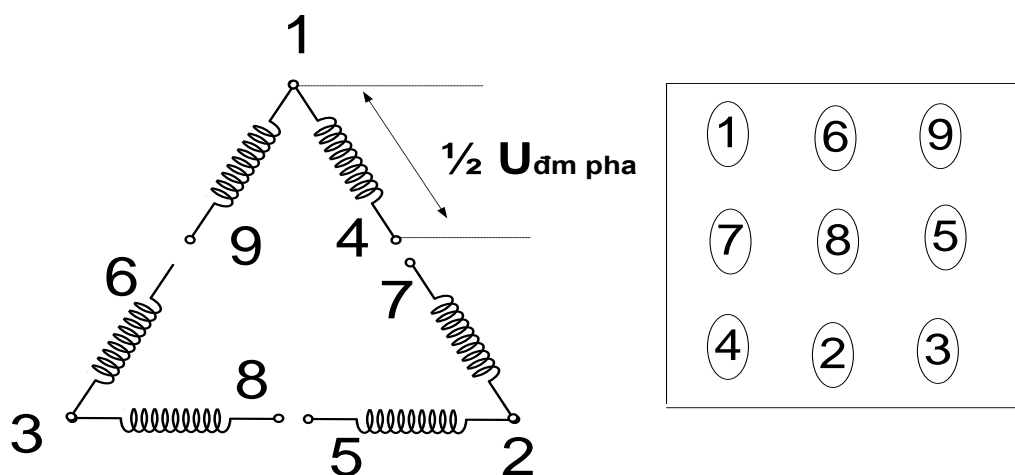
$$U_{dâyY} = \sqrt{3} \cdot U_{đmpha}$$

+ Khi động cơ đấu Y song song để vận hành :

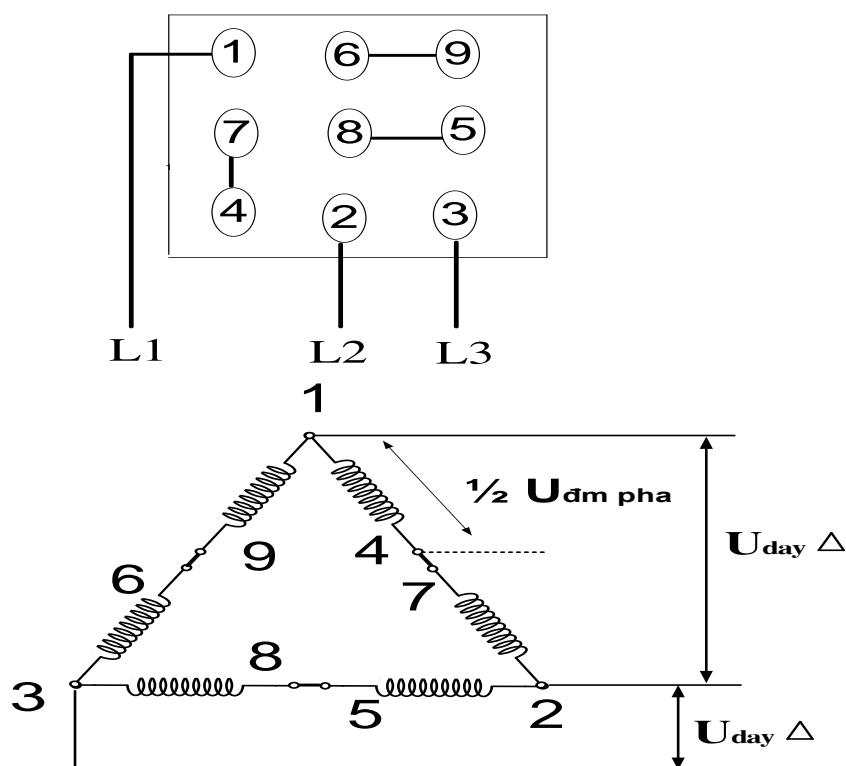
$$U_{dâyY//Y} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{đmpha}}{2}$$

+ Từ các quan hệ trên chúng ta rút ra nhận xét như sau :

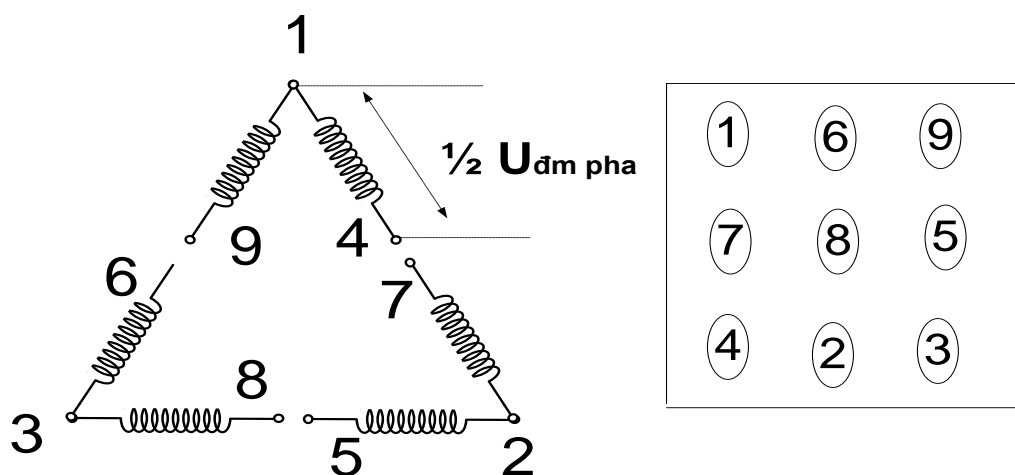
$$U_{dâyY} = 2 \cdot U_{dâyY//Y}$$



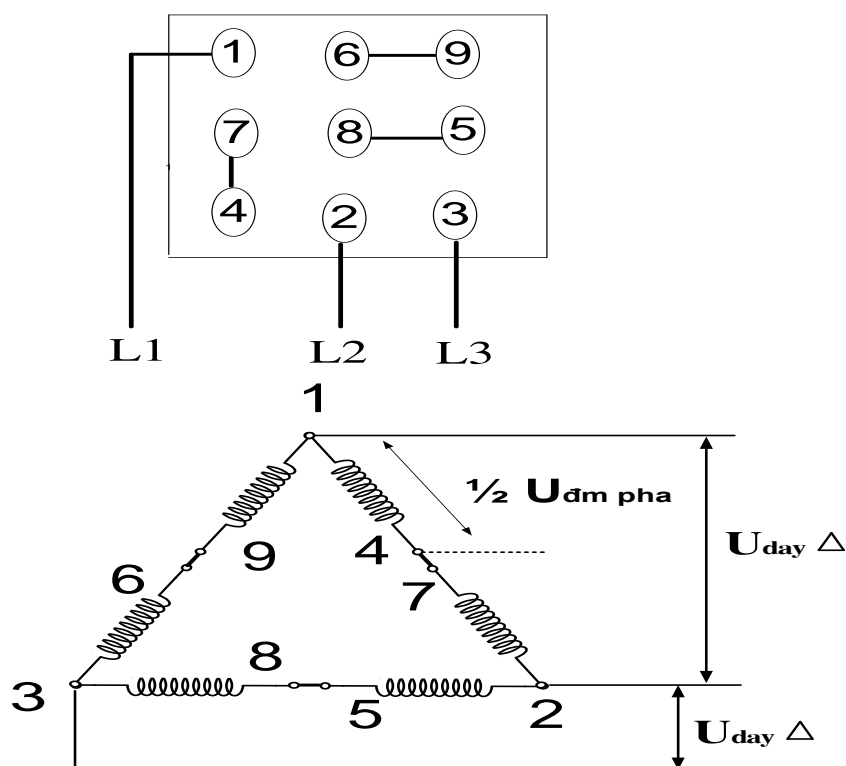
Hình 1.10: sơ đồ nguyên lý của các đầu dây ra và bảng bố trí các đầu dây ra của động cơ 3 pha 9 đầu (đầu ■ nối tiếp, ■ song song).



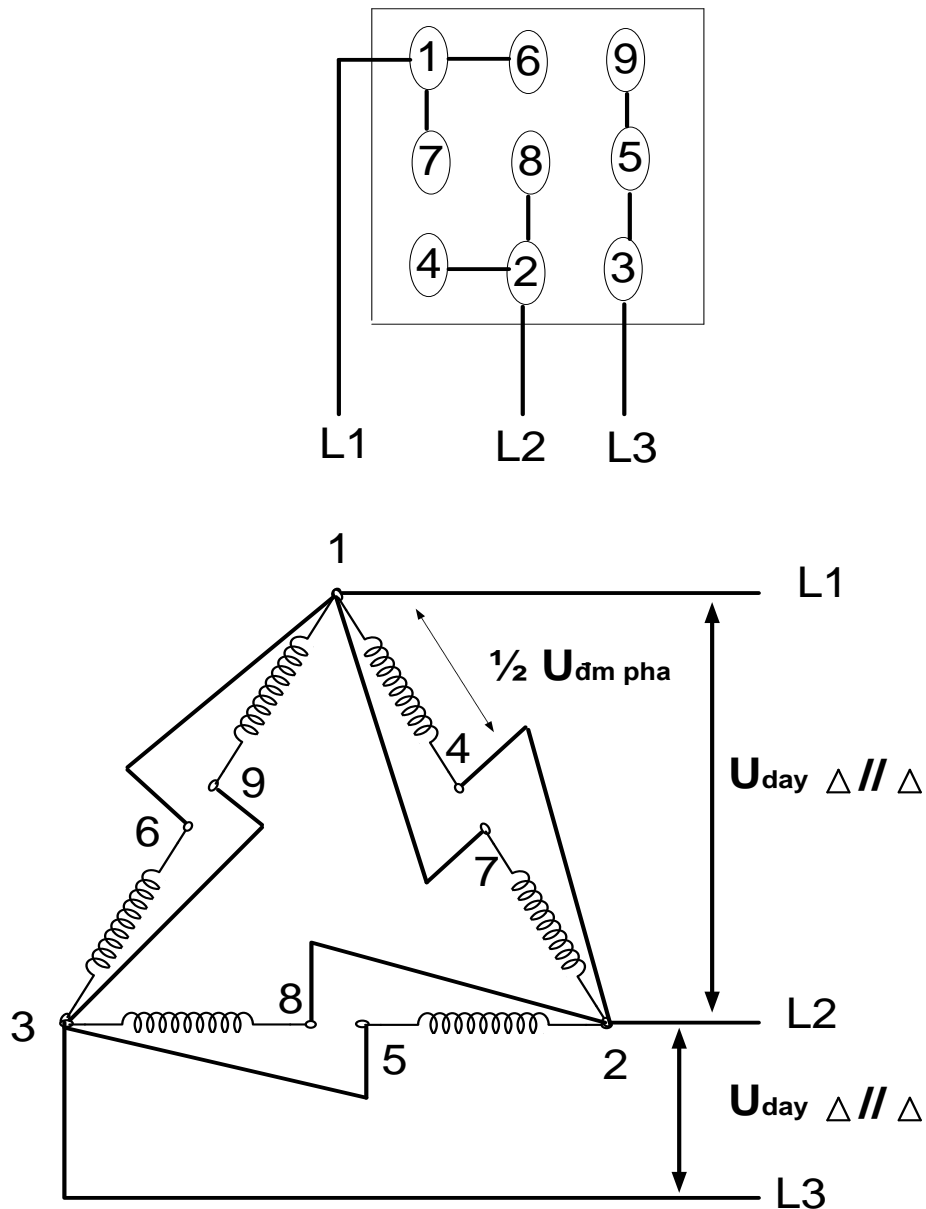
Hình 1.11 : sơ đồ đầu dây theo dạng ■ nối tiếp của động cơ 3 pha ra 9 đầu dây.



Hình 1.10: sơ đồ nguyên lý của các đầu dây ra và bảng bố trí các đầu dây ra của động cơ 3 pha 9 đầu (đầu ■ nối tiếp, ■ song song).



Hình 1.11 : sơ đồ đầu dây theo dạng ■ nối tiếp của động cơ 3 pha ra 9 đầu dây.



Hình 1.12 : sơ đồ đấu dây theo dạng Δ song song động cơ 3 pha ra 9 đầu dây.

+ Khi động cơ đấu Δ nối tiếp để vận hành :

$$U_{dây \Delta} = U_{đmpha}$$

+ Khi động cơ đấu $\Delta//\Delta$ song song để vận hành :

$$U_{dây \Delta//\Delta} = \frac{U_{đmpha}}{2}$$

+ Từ các quan hệ trên chúng ta rút ra nhận xét như sau :

$$U_{dây \Delta} = 2 \cdot U_{dây \Delta//\Delta}$$

1.6.2. GIẢM DÒNG KHỞI ĐỘNG (Đầu Nối Tiếp / Song Song) :

Gọi:

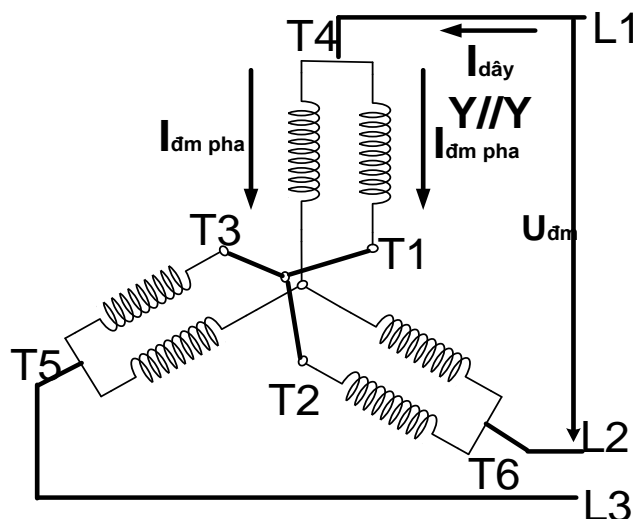
- + I_{mmtt} : dòng điện khởi động trực tiếp khi đầu vận hành theo sơ đồ song song.
 - + I_{mm} : dòng khởi động khi dây quấn stator đầu nối tiếp .
 - + M_{mmtt} : momen khởi động trực tiếp, khi cấp nguồn áp bằng đúng giá trị định mức vào dây quấn stator .
 - + M_{mm} : momen khởi động khi đầu dây quấn theo dạng nối tiếp để giảm dòng mở máy .
- T**a có các quan hệ như sau :

$$I_{mm} \text{ } = \frac{I_{mmtt}}{4}$$

$$M_{mm} \text{ } = \frac{M_{mmtt}}{4}$$

1.7. ĐỘNG CƠ 3 PHA ROTOR LỒNG SÓC ĐỔI TỐC CÔNG SUẤT VÀ MOMENT THAY ĐỔI

1.7.1. TỐC ĐỘ NHANH (2p1) :

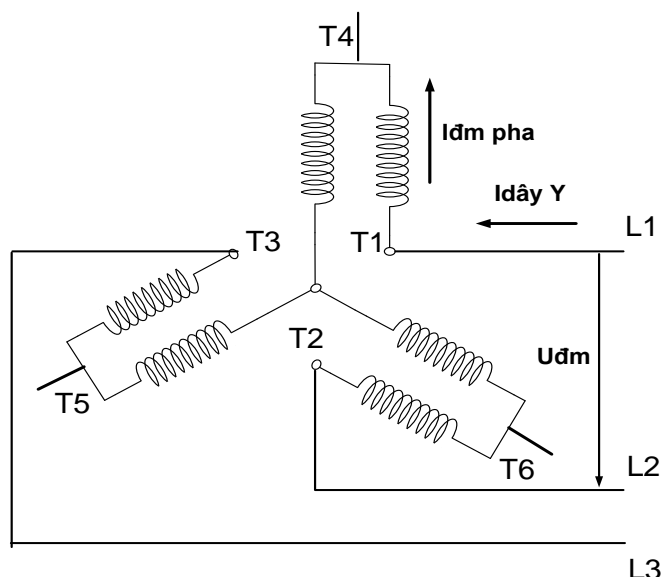


Khi động cơ vận hành tốc độ nhanh, dây quấn đầu theo dạng Y song song , giá trị dòng điện qua các dây nguồn được xác định theo quan

$$I_{dâyY/Y} = 2.I_{đmpha}$$

Gọi :

- + η_{ch} : hiệu suất động cơ lúc vận hành tốc độ chậm .
- + $(\cos \phi)_{ch}$: hệ số công suất của động cơ lúc vận hành tốc độ chậm .
- + η_{nh} : hiệu suất động cơ lúc vận hành tốc độ nhanh .
- + $(\cos \phi)_{nh}$: hệ số công suất của động cơ lúc vận hành tốc độ nhanh



1.7.2. TỐC ĐỘ NHANH (2p2)

Khi động cơ vận hành tốc độ chậm, dây quấn đấu theo dạng Y nối tiếp, giá trị dòng điện qua các dây nguồn được xác định theo quan hệ:

$$I_{dâyY} = I_{đmpha}$$

Công suất định mức của động cơ khi vận hành tốc độ nhanh là:

$$(P_{đm})_{nh} = \sqrt{3} \cdot U_{đmdây} \cdot (I_{dâyY/Y}) \cdot \eta_{nh} \cdot (\cos \phi)_{nh}$$

$$(P_{đm})_{nh} = \sqrt{3} \cdot U_{đmdây} \cdot (2 \cdot I_{đmpha}) \cdot \eta_{nh} \cdot (\cos \phi)_{nh}$$

Thu gọn, ta có:

$$(P_{đm})_{nh} = 2\sqrt{3} \cdot U_{đmdây} \cdot I_{đmpha} \cdot [\eta_{nh} \cdot (\cos \phi)_{nh}] \quad (\text{A})$$

Công suất định mức của động cơ khi vận hành tốc độ chậm là:

$$(P_{đm})_{ch} = \sqrt{3} \cdot U_{đmdây} \cdot (I_{dâyY}) \cdot \eta_{ch} \cdot (\cos \phi)_{ch}$$

$$(P_{đm})_{ch} = \sqrt{3} \cdot U_{đmdây} \cdot I_{đmpha} \cdot \eta_{ch} \cdot (\cos \phi)_{ch}$$

Thu gọn, ta có:

$$(P_{đm})_{ch} = \sqrt{3} \cdot U_{đmdây} \cdot I_{đmpha} \cdot [\eta_{ch} \cdot (\cos \phi)_{ch}] \quad (\text{B})$$

Lập tỉ số các giá trị công suất tính được theo (A) và (B) ta có quan hệ:

$$\frac{(P_{đm})_{ch}}{(P_{đm})_{nh}} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{đmdây} \cdot I_{đmpha} \cdot [\eta_{ch} \cdot (\cos \phi)_{ch}]}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{đmdây} \cdot I_{đmpha} \cdot [\eta_{nh} \cdot (\cos \phi)_{nh}]} = \left(\frac{1}{2}\right) \cdot \frac{[\eta_{ch} \cdot (\cos \phi)_{ch}]}{[\eta_{nh} \cdot (\cos \phi)_{nh}]}$$

$$\frac{(P_{đm})_{ch}}{(P_{đm})_{nh}} = 0,5 \cdot \frac{[\eta_{ch} \cdot (\cos \phi)_{ch}]}{[\eta_{nh} \cdot (\cos \phi)_{nh}]} = 0,5 \cdot 0,7 = 0,35$$

Tóm lại:

$$\frac{(P_{đm})_{ch}}{(P_{đm})_{nh}} = 0,35$$

Lập tỉ số các giá trị momen vận hành tại tốc độ chậm và tốc độ nhanh, ta có :

$$\frac{Mch}{Mnh} = \left[\frac{(Pdm)ch}{(Pdm)nh} \right] \cdot \left[\frac{nh}{nch} \right] = 0,35 \cdot 2 = 0,7$$

Như vậy :

$$\frac{Mch}{Mnh} = 0,7$$

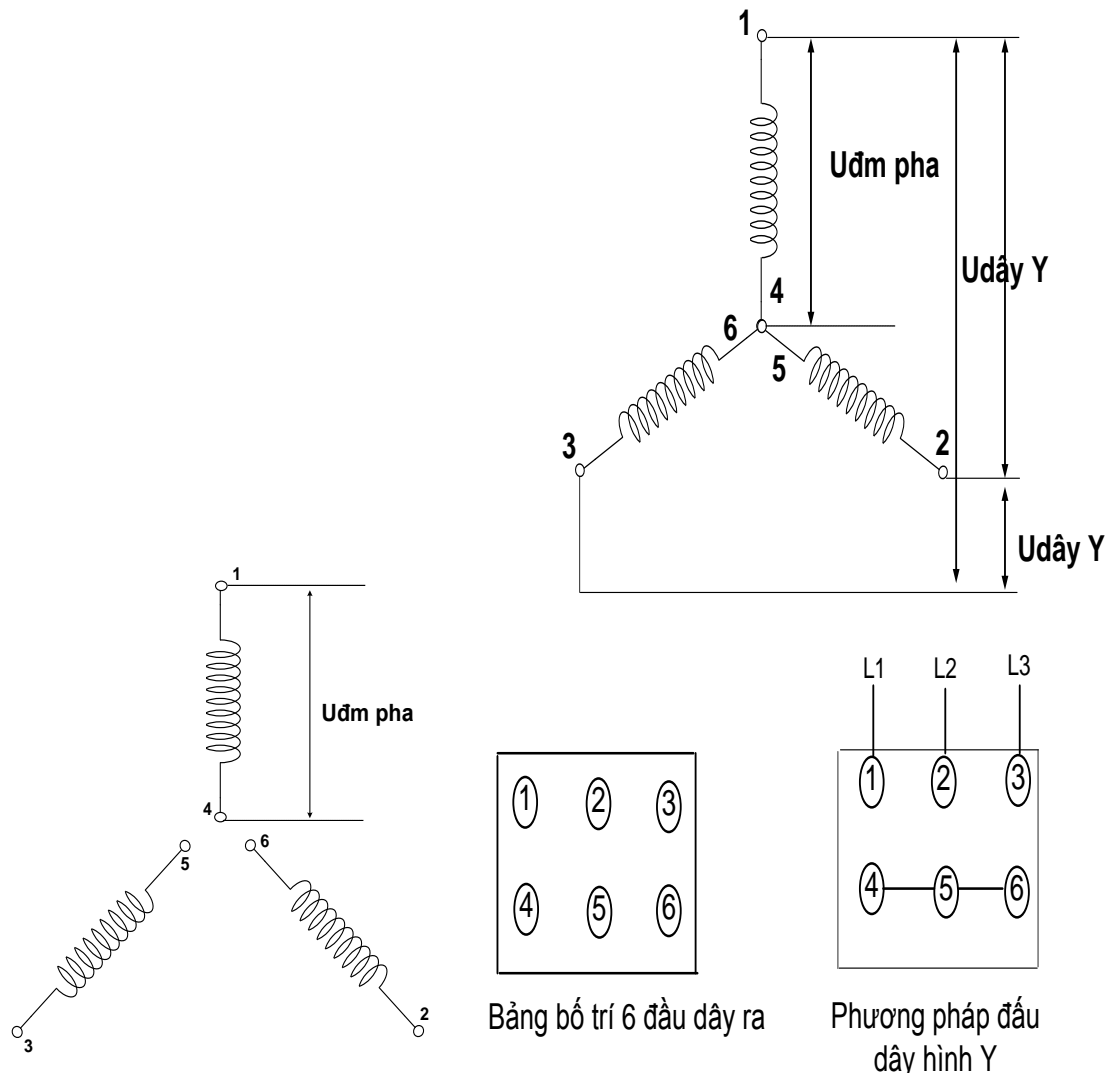
Tóm lại :

Đối với động cơ dùng sơ đồ đổi tốc công suất và momen thay đổi , ta có :

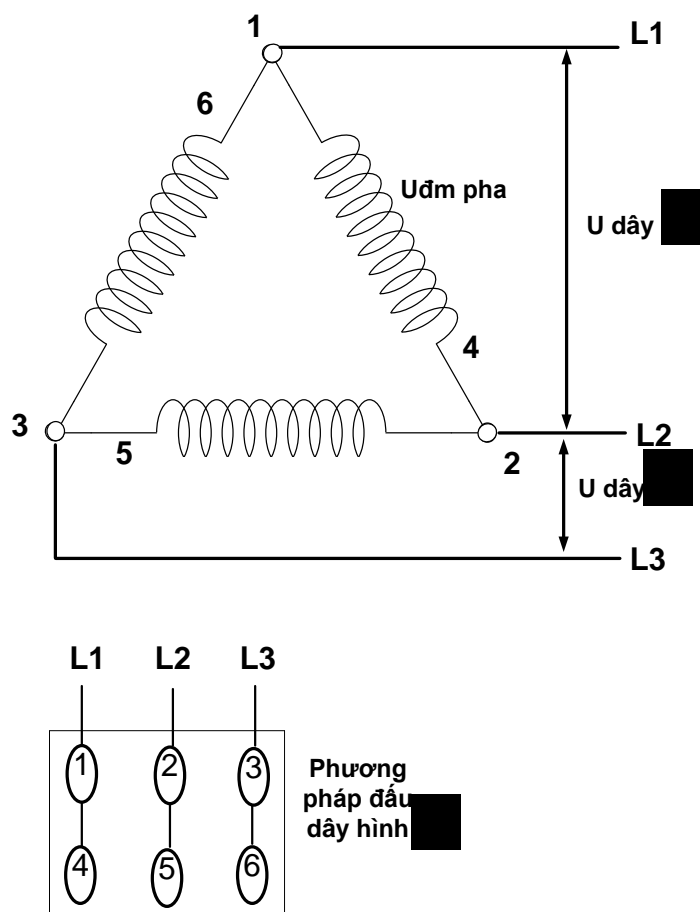
- + Khi vận hành tốc độ chậm, momen bằng 0,7 lần giá trị momen khi vận hành tốc độ nhanh.
- + Khi vận hành tốc độ chậm, công suất thấp bằng 0,35 lần giá trị công suất khi vận hành tốc độ nhanh.

1.8.ĐỘNG CƠ 3 PHA ROTOR LỒNG SÓC 6 ĐẦU DÂY

1.8.1.PHƯƠNG PHÁP RA DÂY



Hình 1.13 : sơ đồ ra dây và đấu dây quấn stator theo hình Y



Hình 1.8 : Sơ đồ đấu dây quấn stator theo hình ■.

Các điều cần chú ý khi đấu dây vận hành cho động cơ 3 pha ra 6 đầu dây được tóm tắt như sau:

+ Các đầu ra dây của 3 phase dây quấn stator được đánh thứ tự bằng các ký tự số theo tiêu chuẩn NEMA.

- . ĐẦU của các phase được đánh số thứ tự theo : 1 , 2 , 3.
- . CUỐI của các phase được đánh số thứ tự theo : 4 , 5 , 6.
- . ĐẦU & CUỐI của cùng một phase số thứ tự chênh lệch 3 đơn vị.

+ Muốn thực hiện phương pháp đấu Y , chúng ta tạo mỗi nối chung bằng phương pháp đấu dính chung 3 đầu đồng tính chất của 3 bộ dây.

.Mỗi nối chung hình Y có thể là giao điểm của 3 đầu 1 , 2 , 3 ; với phương pháp đấu nối này các dây nguồn L1 , L2 , L3 sẽ cấp vào các đầu còn lại là 4 , 5 , 6.

. Nếu mỗi nối chung hình Y là giao điểm của 3 đầu 4 , 5 , 6 ; các dây nguồn L1 , L2 , L3 sẽ cấp vào các đầu còn lại là 1 , 2 , 3.

+ Muốn thực hiện phương pháp đấu ■, ta cần dựng 3 đỉnh ; đỉnh của ■ có thể xem là giao điểm của 2 đầu khác tính chất của 2 bộ dây quấn. Khi đã dựng được một đỉnh ■, thực hiện qui cách liên kết trên nhưng hoán vị vòng thứ tự ta có được hai đỉnh khác còn lại

. Giả sử, ta dựng đỉnh đầu tiên bằng cách nối đầu CUỐI 4 của phase dây quấn thứ 1 với ĐẦU 2 của phase dây quấn thứ 2. Đỉnh thứ 2 của sơ đồ được xây dựng bằng cách nối chung đầu CUỐI 5 của pha dây quấn thứ 2 với ĐẦU 3 của phase dây quấn thứ 3.

. Đỉnh cuối cùng của là giao điểm của đầu cuối 6 của phase dây quấn thứ 3 của đầu 1 của phase dây quấn thứ 1.

+ Nếu gọi điện áp $U_{dm\ pha}$ là điện áp định mức qui định của nhà sản xuất cho mỗi phase dây quấn. Tùy theo sơ đồ đấu liên kết giữa các phase dây quấn khi vận hành; giá trị điện áp dây của nguồn điện lưới cấp vận hành cho động cơ thỏa một trong các quan hệ sau:

Khi động cơ đấu Y vận hành :

$$U_{dâyY} = \sqrt{3} \cdot U_{dm\ pha}$$

Khi động cơ đấu vận hành:

$$U_{dây} = U_{dm\ pha}$$

Từ các quan hệ trên chúng ta rút ra nhận xét như sau:

$$U_{dâyY} = \sqrt{3} \cdot U_{dây}$$

Tóm lại, với động cơ 3 pha ra 6 đầu, thay đổi sơ đồ đấu dây khi vận hành là để nhằm tạo sự tương thích giữa điện áp qui định của nhà sản xuất cho mỗi sơ đồ điện dây với điện áp nguồn lưới.

1.8.2. GIẢM DÒNG KHỞI ĐỘNG

Trước tiên, chúng ta qui ước các ký hiệu sau:

+ I_{mm} trực tiếp: dòng điện khởi động trực tiếp qua dây nguồn khi cung cấp nguồn điện lưới vào dây quấn stator của động cơ (lúc đó dây quấn stator đang đấu).

+ I_{mmY} : dòng điện khởi động qua dây nguồn khi bộ dây stator đấu Y.

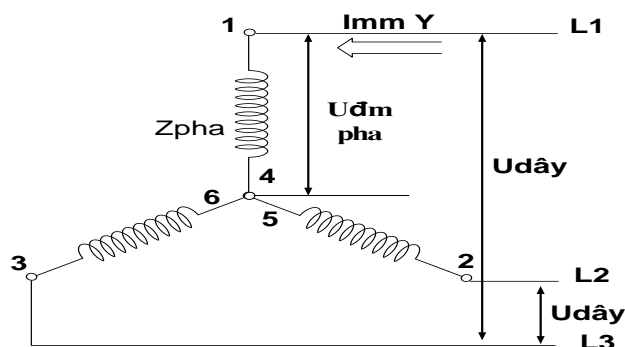
+ U_{pha} : điện áp pha nguồn lưới cấp vào dây quấn stator trong lúc khởi động.

+ $U_{dây}$: điện áp dây nguồn lưới cấp vào dây quấn stator trong lúc khởi động.

+ Z_{pha} : Tổng trở tương đương của một pha dây quấn tại thời điểm khởi động động cơ.

Chúng ta xét dòng điện khởi động qua dây nguồn cung cấp trong hai trường hợp (trong cả hai trường hợp điện áp nguồn có giá trị giống nhau).

1.8.2.1 KHI KHỞI ĐỘNG TRỰC TIẾP:

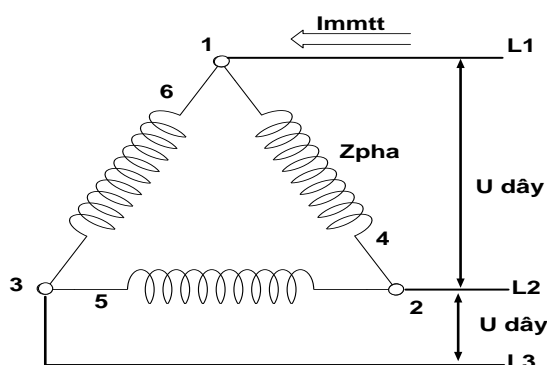


Dòng điện khởi động trực tiếp được xác định theo quan hệ sau:

$$I_{mm \text{ trực tiếp}} = \frac{U_{dây} \cdot \sqrt{3}}{Z_{pha}}$$

CHÚ Ý: Trong trường hợp này, do động cơ đầu ■■■, do đó giá trị dòng điện qua từng nhánh pha lúc khởi động là $\frac{U_{dây}}{U_{pha}}$

1.8.2.2 KHI KHỞI ĐỘNG VỚI SƠ ĐỒ ĐẦU Y:



Dòng điện khởi động tại sơ đồ đầu Y được xác định theo quan hệ sau:

$$I_{mm Y} = \frac{U_{dây}}{Z_{pha}} = \frac{U_{dây}}{Z_{pha} \cdot \sqrt{3}}$$

So sánh các quan hệ ta suy ra kết quả sau:

$$I_{mm \text{ trực tiếp}} = 3 \cdot I_{mm Y}$$

Tóm lại khi dùng phương pháp đổi đầu từ Y sang ■■■, dòng điện khởi động lúc khởi động động cơ thấp hơn 3 lần so với dòng điện khởi động trực tiếp.

CHƯƠNG 2: TÍNH TOÁN VÀ THIẾT KẾ MẠCH ĐỘNG LỰC

2.1. ĐỘNG CƠ I: là động cơ 3 pha rotor lồng sóc có các thông số như sau:

$$P_{đm} = 60\text{Hp}$$

$$U_{đm}: (\quad / \quad) 760\text{v}/380\text{v}$$

$$\text{Hiệu suất của động cơ: } \eta = 88\%$$

$$\text{Hệ số định mức công suất của động cơ: } \cos\phi = 0.88$$

2.1.1. TÍNH TOÁN:

Dựa vào thông số định mức của động cơ, chúng ta xác định dòng điện định mức lúc đầy tải là:

$$I_{đm} = \frac{P_{đm}}{\sqrt{3} \cdot U_{đm} \cdot \cos\phi} = \frac{60.746}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.88} = 87.8 \text{ (A)}$$

Gía trị dòng định mức này là dòng đi qua dây nguồn (dòng dây) cấp vào dây quấn stator của động cơ (đang đấu theo sơ đồ Δ).

Dòng điện khởi động trực tiếp qua dây nguồn (khi động cơ đấu Δ và cấp nguồn áp 3 pha có giá trị định mức trực tiếp vào dây quấn stator).

$$\text{Với: } I_{mmt} = (5 \rightarrow 7)$$

$$\text{Ta chọn: } I_{mmt} = 6 \cdot I_{đm} = 6 \cdot 87.8 = 526.9 \text{ (A)}$$

Dòng điện khởi động qua dây quấn nguồn khi dùng phương pháp đổi đầu dây quấn từ Δ chuyển sang Y .

$$I_{mm} \Delta = 4 \cdot I_{mm} Y$$

$$I_{mmt} = 4 \cdot I_{mm}$$

$$\text{Suy ra: } I_{mm} \Delta = I_{kd} \Delta = \frac{I_{mmt}}{4} = 132 \text{ (A)}$$

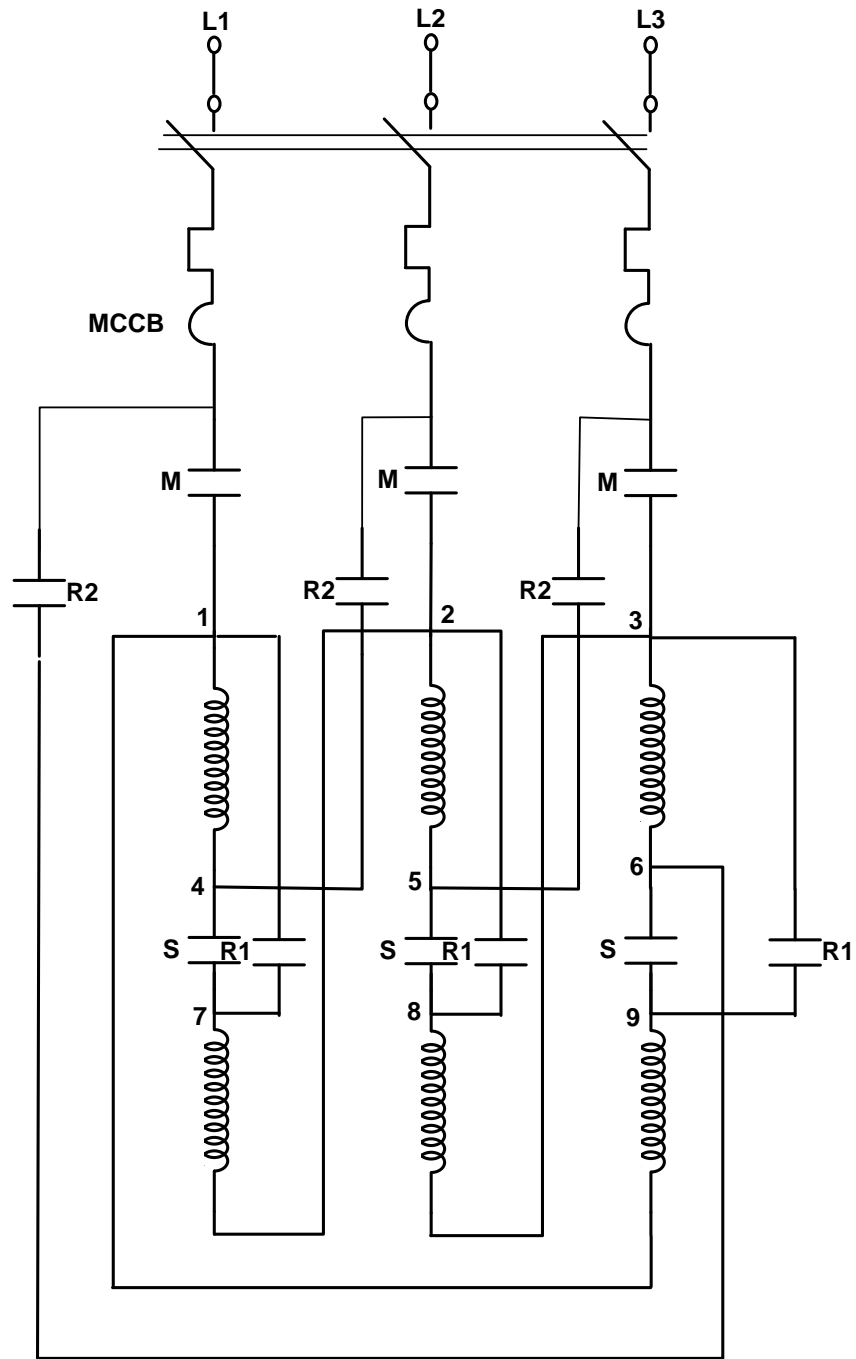
Tóm lại với kết quả này dòng mở máy chỉ cao hơn dòng điện định mức 1.5 lần, tuy nhiên moment khởi động giảm thấp 4 lần (so với lúc khởi động trực tiếp).

2.1.2. THIẾT KẾ MẠCH ĐỘNG LỰC:

Với: **M; S; R1; R2** lần lượt là các CONTACTOR:

+ Đầu tam giác nối tiếp: **M, S**

+ Đầu tam giác song song: **M; R1; R2**



TRẠNG THÁI 1: KHỞI ĐỘNG TAM GIÁC NỐI TIẾP

TRẠNG THÁI 2: VẬN HÀNH TAM GIÁC SONG SONG

L1-1
L2-2
L3-3

M

4-7
5-8
6-9

S

L1-1
L2-2
L3-3

M

1-7
2-8
3-9

R1

7-6
8-4
9-5

R2



2.1.2.1: CHON MCCB :NF125-CW (LOẠI 100A)

Ta chọn MCCB theo điều kiện sau:

In \blacksquare Idm
(X lần).In \blacksquare Imm.

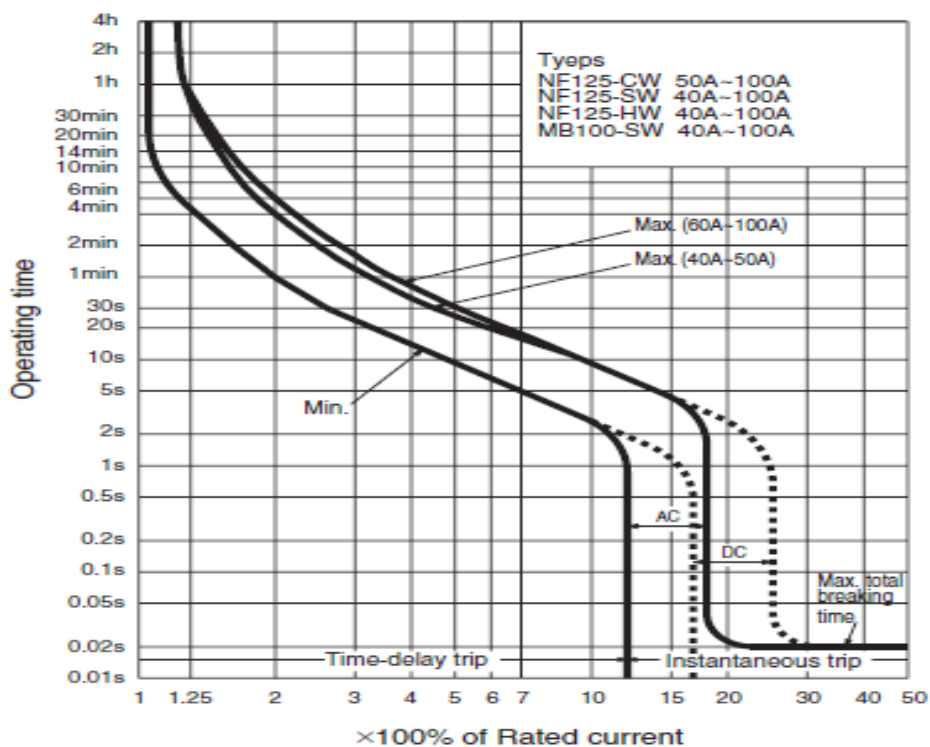
NF125-CW NF125-SW
NF125-HW MB100-SW



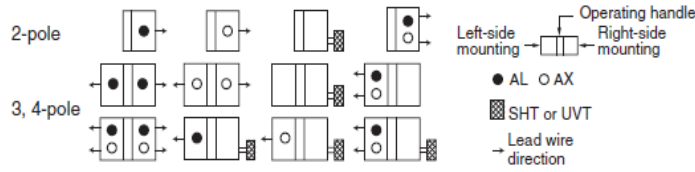
Type NF125-SW

Type name		NF125-CW			NF125-SW			NF125-HW			MB100-SW				
Rated current In (Amp.)		50 (60) 63 (75) 80 100 125			(15) 16 20 (30) 32 40 50 (60) 63 (75) 80 100 125			(15) 16 20 (30) 32 40 50 (60) 63 (75) 80 100			(12.5) (16) (25) 32 (40) 45 63 71 90 100				
Number of poles		2 3			2 3 4			2 3 4			3				
Rated insulation voltage Ui (V)		600			600			600			500				
Rated short-circuit breaking capacity (kA)	IEC 60947-2 (Icu/Ics)	AC	690V	-			8/4			10/5			-		
			500V	7.5/4			18/9			30/15			-		
			440V	10/5			25/13			50/25			25/13		
			400V	10/5			30/15			50/25			30/15		
			230V	30/15			50/25			100/50			50/25		
		DC *1	250V	7.5/4			15/8			40/20			-		
			400V	-			7.5/4			15/8			40/20		
Standard Attached Parts (Front connection)		-			-			-			-				
		Mounting screw: M4x0.7x55 (2 and 3P: 2pcs, 4P: 4pcs) (Note) Insulation barrier: (2P: 1pc, 3P: 2pcs, 4P: 3pcs) Note: These are supplied with NF125-SW, NF125-HW, and MB100-SW models.													

*1: When wired as shown at the bottom of page 13, 3-pole models can be used for up to 400 V DC, and 4-pole models for up to 500 V DC.

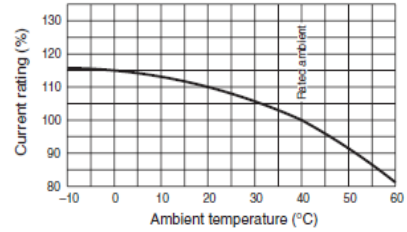


Internal Accessories



Remark: (1) refer to page 44.

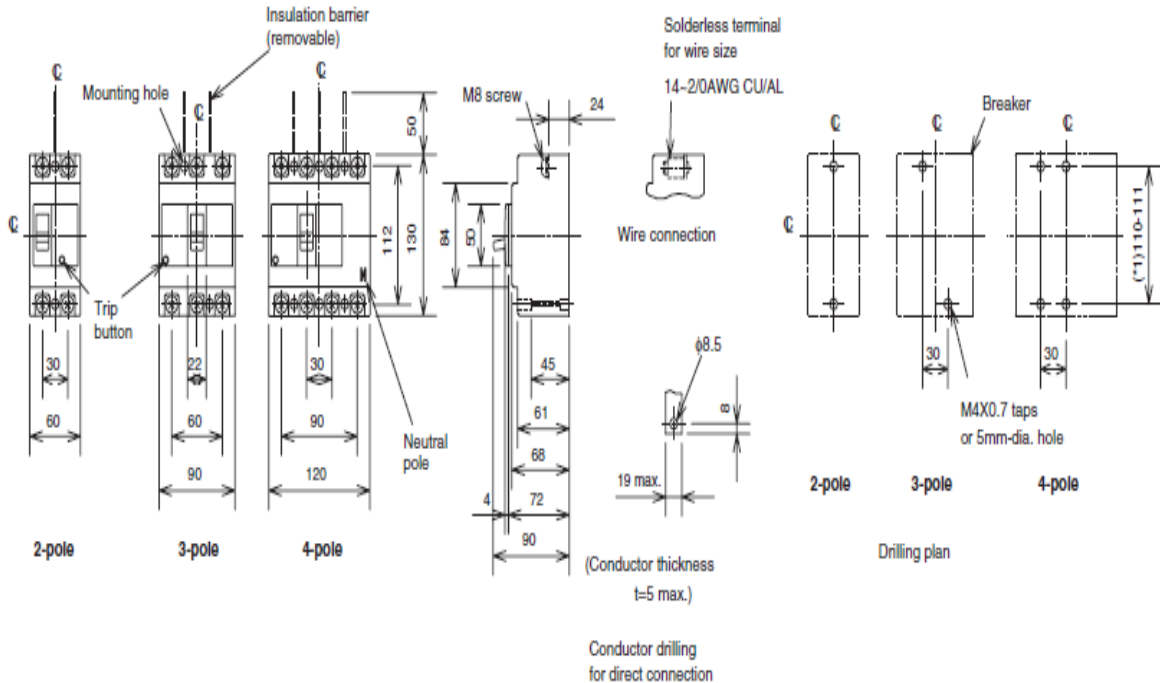
Ambient Compensating Curve

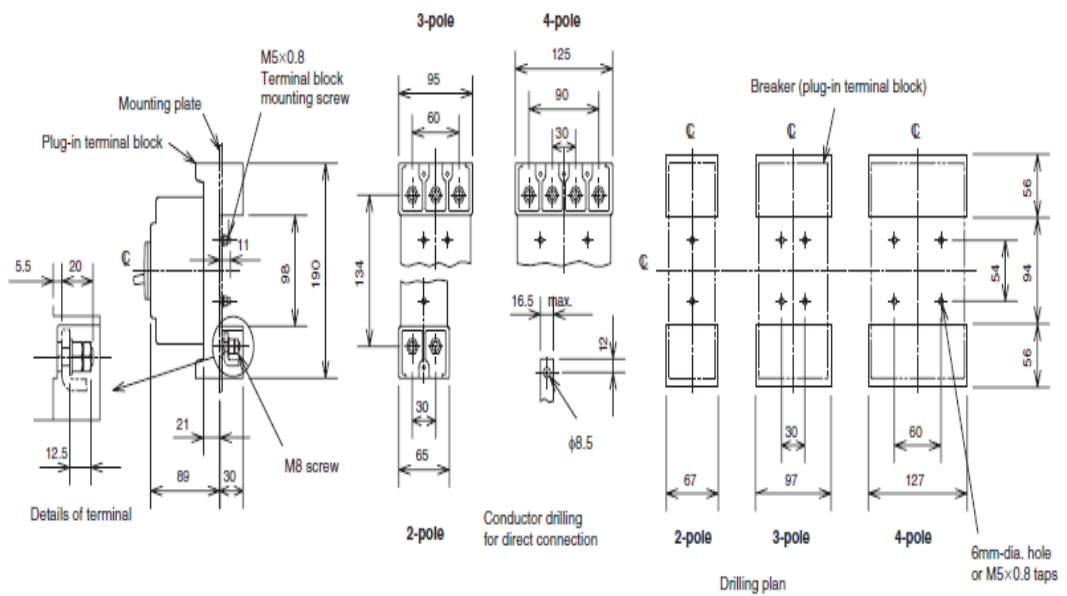
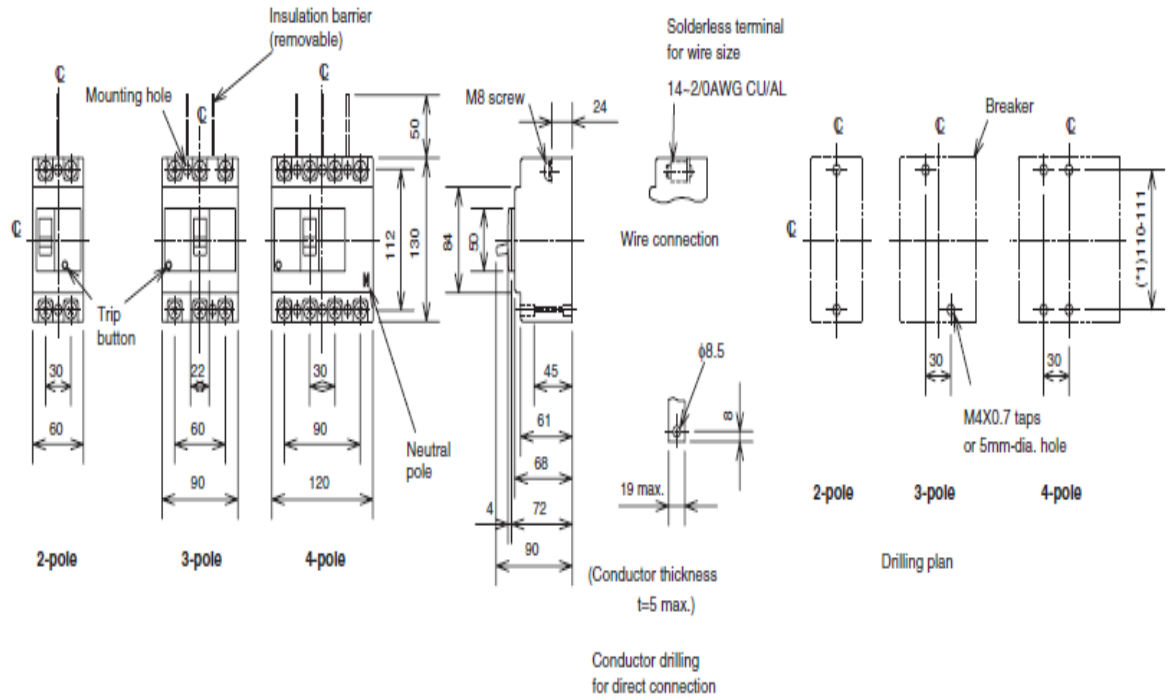


External Accessories

Accessories	Type name	Reference page	Accessories	Type name	Reference page
Operating handle	F F1SW (*1)	55	Mechanical interlock	MI MI-05SW3 (*1)	69
	S S1SW	57		Terminal cover	Small TC-S TCS-1SW3W (*1)
	V V1SW (*2)	54	Large TC-L TCL-1SW3W (*1)		
	R R1SW	58	Skeleton TTC TTC-1SW3 (*1)		
LC LC-1SW	70	Rear BTC BTC-1SW3W (*1)			
(*4) HLF-1SW		Pulg-in PTC PTC-1SW3W (*1)			
HL HLN-1SW		IEC 35mm rail mounting adapters	DIN-1SW3 (*1)	70	
HL-S HLS-1SW (*1)(*4)		Electrical operation device	MDS-NF1SWE (*3)	61	

Notes: (*1) The designation depends on the number of poles. Refer to the reference page.
 (*2) Attach the letter 'F' to the end of designation for a fixed type.
 (*3) Specify the working voltage. An order should be placed at the same time as an order of circuit breaker main body.
 (*4) HLF and HLS types are used for OFF-lock, and HLN types for ON-lock.





Note: (*1) It can respond to the attachment size of 110 and 111 both sides.

Remark: 2-pole model of NF125-HW are 3-pole model with the central pole removed.

2.1.2.2: CHON CONTACTOR: S-N25.(50A)

Chế độ AC4 dùng cho việc đóng ngắt động cơ không đồng bộ 3 pha rotor lồng sóc ở chế độ hoạt động thường xuyên : M và R (chịu dòng từ 43.9A chở lên).

Chế độ AC3: dùng để đóng ngắt động cơ không đồng bộ 3 pha rotor lồng sóc trong suốt quá trình vận hành thông thường : Do S hoạt động trong thời hạn rất ngắn nên ta chọn

Contactor chịu dòng từ $\frac{132}{6}$ A

Contactor	Type	S/SD-									
		S-N10	N11	N12	S-N18	S-N20	S/SD-N21	S-N25	S/SD-N35	S/SD-K50	S/SD-K65
Rated insulation voltage	V	690	690	690	690	690	690	690	690	690	690
Rated continuous current	Ith	20	20	25	32	32	50	60	80	100	
Rated operational current											
3-ph, Category AC-3	220-240V	A	11	13	18	22	22	30	40	55	65
	380-440V	A	9	12	16	22	22	30	40	50	62
	500V	A	7	9	13	17	17	24	32	33	45
	690V	A	5	7	9	9	9	12	17	26	35
Rated capacity for jogging of AC motors											
3-ph, category AC-4	220-240V	kW	0.75	1.1	1.5	2.2	2.2	3	3.7	5.5	7.5
	380-440V	kW	1.1	1.5	2.2	3.7	3.7	5.5	5.5	7.5	11
Electrical life is ca. 2000000 operations	500V	kW	1.1	1.5	2.2	3.7	3.7	5.5	5.5	7.5	11
	690V	kW	1.1	1.5	2.2	3.7	3.7	5.5	5.5	7.5	11
Max. current for AC-4 duty at 440V	A	6	9	9	13	13	17	24	32	47	
Rated capacity for 3-ph. capacitors* 15 operations/hour max. 100,000 operations (ambient temperature 40°C)											
220-240V	kvar	2.2	3	4	5.5	5.5	8.5	12	20	20	
	380-440V	kvar	3.3	4	6	10	10	14	20	40	
	550V	kvar	4	5	6	10	10	14	20	35	
	690V	kvar	3.3	4.5	5.5	10	10	14	20	30	
Rated insulation voltage	V	690	690	690	690	690	690	690	690	690	
Making & breaking 3-ph, cosθ = 0.35 240V/440V	Making current	A	110/110	130/120	180/180	220/220	220/220	300/300	400/400	550/460	650/620
	Breaking current	A	100/72	120/100	180/130	220/220	220/220	300/240	400/320	550/460	650/620
Switching frequency	Category AC-1	operations/hour	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,200	1,200
	Category AC2 & AC-3	operations/hour	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,200	1,200
	Category AC-4	operations/hour	660	660	600	600	600	600	600	600	600
Operating time (at rated coil voltage) AC operated	Closing	ms	15	15	15	15	15	15	15	25	25
	Opening	ms	10	10	10	10	10	10	10	53	53
DC operated	Closing	ms	—	45	—	—	33	—	50	57	57
	Opening	ms	—	10	—	—	12	—	13	15	15
Coil consumption (at rated coil voltage) AC operated	Inrush	VA	60	60	60	90	90	110	110	132	132
	Sealed	VA	10	10	10	15	15	13	13	17	17
	Watts	W	3.5	3.5	3.5	5.3	5.3	5.3	5.3	2.8	2.8
DC operated	Inrush	VA	—	7	—	—	16	—	18	24	24
	Sealed	VA	—	7	—	—	16	—	18	24	24
Coil voltage tolerance		0.85 to 1.1 times rated coil voltage									
Mechanical endurance (make/break operations)	million	10	10	10	10	10	10	10	5	5	
Permissible ambient temperature	°C	-25 to +55									
Vibration (10-55 Hertz)	G	2									
Shock (10 ms half sine wave)	G	5									
Conductor size	mm²	1-2.5	1-2.5	1-6	1-6	1-6	2-16	2-16	2-25	2-25	
Main terminal (contactor)	mm²	1-2.5	1-2.5	1-6	1-6	1-6	2-16	2-16	2-25	2-25	
Main terminal (overload relay)	mm²	1-2.5	1-2.5	1-2.5	1-2.5	1-2.5	1-2.5	1-2.5	1-2.5	1-2.5	
Control terminal	mm²	1-2.5	1-2.5	1-2.5	1-2.5	1-2.5	1-2.5	1-2.5	1-2.5	1-2.5	
Busbar width	mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Notes: 1. 660A at ambient temperature 40-55°C.

2. 800A at ambient temperature 40-55°C.

3. Conductor size in parentheses indicate compression terminal style not for bare clamping.

4. The peak value of inrush current should be less than 2000% of the effective value for rated current of capacitors.

The selection is invalid for the circuit of parallel capacitors which are controlled individually.

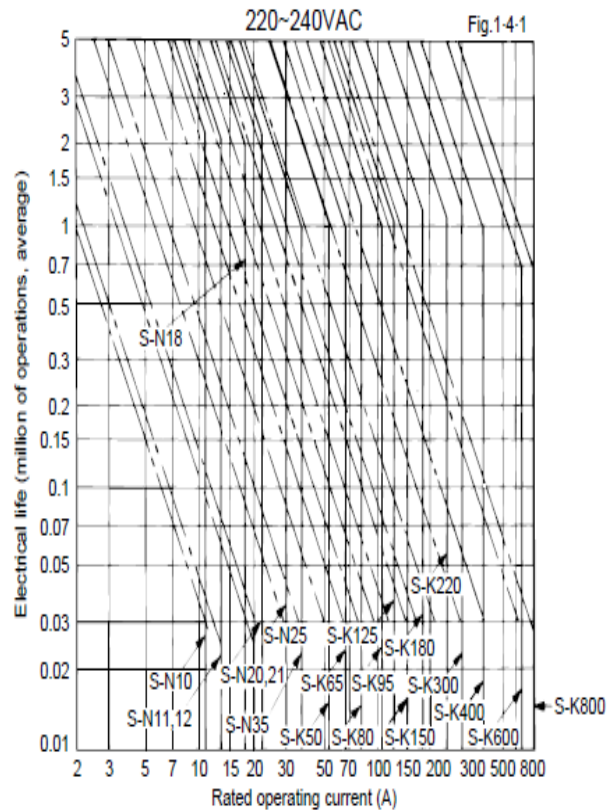
1.4.2 Performance of Series S-N/K Contactors

Electrical Life

The electrical life of the main contacts of a contactor is determined mainly by the circuit-opening duty it will perform. The relationship between electrical life and rated current of Mitsubishi contactors under normal and jogging duties of squirrel-cage motors is shown in Fig. 1.4.1 and 1.4.2. In the case of a mixture of normal and jogging duties, the expected contactor life can be determined as follows:

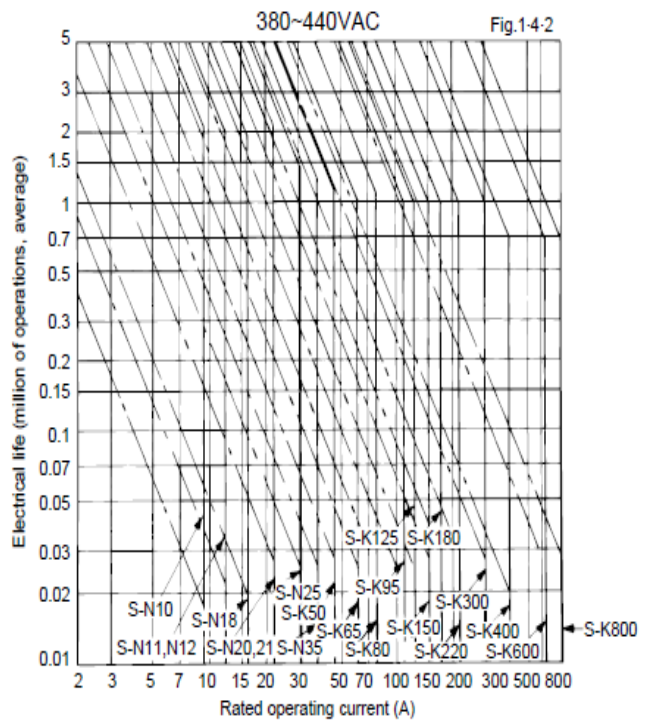
$$N = Nr/1 + \frac{\alpha}{100} (Nr/Ni - 1) \dots \dots \dots \text{Eq.1.1}$$

- where N : Life in the case of $\alpha\%$ jogging duty
- Nr : Life in the case of normal duty
- Ni : Life in the case of 100% jogging duty
- α : Percentage of jogging duty



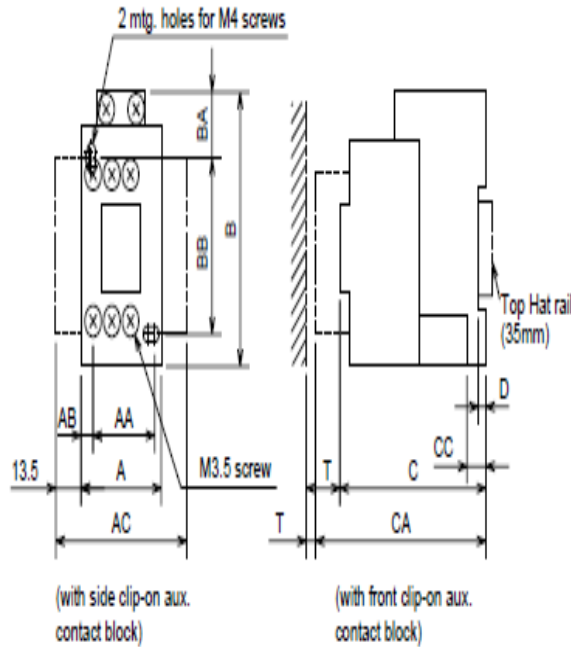
Electrical life versus rated operating current (Ie)
(Ie = Rated operational current.)

- Normal duty, 6I_e on, I_e off, on-load factor 40%,
— 1200 operations / hour (AC3)
- Jogging duty, 6I_e on, 6I_e off, on-load factor 7%,
- - - 600 operations / hour (AC4)-S-N10~S-K300
300 operations / hour (AC4)-S-K400~S-K600
150 operations / hour (AC4)-S-K800



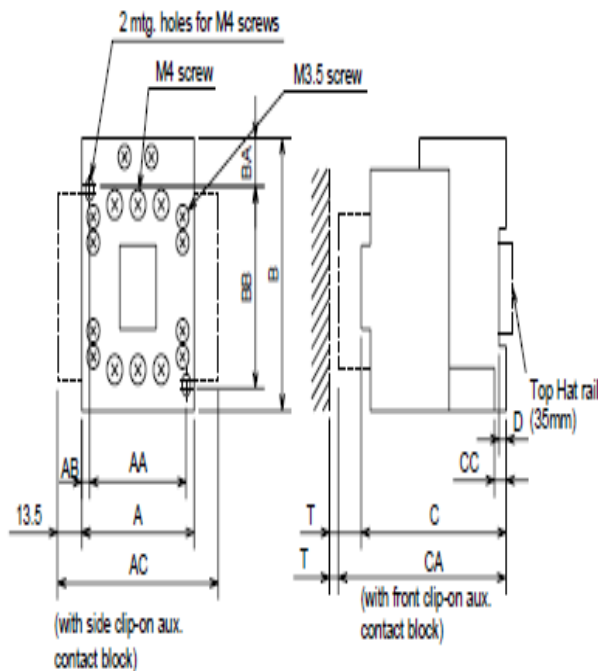
1-9 Outline Dimensions

1-9-1 Outline Dimensions of Non-Reversing Contactors



	A	B	C	AA	AB	AC	BB	BA	CC	CA	D	Wt (kg)	T
S-N10,-N11	43	78	78	35	4.5	70	50	19	10	106	4	0.3	5
S-N12	53	78	78	40	4.5	—	50	19	10	106	4	0.32	5
S-N18	43	79	81	30	6	—	60	13	10	109	4	0.33	5
SD-N11	43	78	110	35	4.5	70	50	19	10	138	4	0.62	5
SD-N12	53	78	110	40	4.5	—	50	19	10	138	4	0.64	5

Note: Front clip-on and side clip-on aux. contact blocks should not both be mounted.



	A	B	C	AA	AB	AC	BB	BA	CC	CA	D	Wt (kg)	T
S-N20,-21	63	81	81	54	4.5	90	60	14	6.5	109	4	0.4	5
S-N25,-N35	75	89	91	65	5	102	70	13	6.5	119	4	0.52	5
SD-N21	63	81	113	54	4.5	90	60	14	6.5	141	4	0.72	5
SD-N35	75	89	123	65	5	102	70	13	6.5	151	4	0.85	5

Note: Front clip-on and side clip-on aux. contact blocks should not both be mounted.

2.2. ĐỘNG CƠ II: là động cơ 3 pha rotor lồng sóc; đổi tốc độ dùng phương pháp đấu đổi cực; đổi tốc ngẫu lực và công suất thay đổi. số cực của động cơ là $2p=8$ cực và $2p=16$ cực. các thông số của động cơ vận hành ở tốc độ nhanh gồm:

$$P_{dm} = 10 \text{HP}$$

$$U_{dm} = 380 \text{v (áp dây)}$$

$$\text{Hiệu suất của động cơ: } \eta = 82\%$$

$$\text{Hệ số định mức của động cơ: } \cos \phi = 0,86$$

2.2.1. TÍNH TOÁN:

Dầu tiên chúng ta xác định các cấp tốc độ của động cơ:

$$+ \text{ Tốc độ nhanh: } 2P_1 = 8 \Rightarrow P_1 = 4 ; f = 50 \text{ (Hz)}$$

$$\text{Đấu Y// (M2 & M4) : } n_1 = \frac{60.50}{4} = 750 \text{ (V/P)}$$

$$+ \text{ Tốc độ chậm: } 2P_2 = 16 \Rightarrow P_3 = 8$$

$$\text{Đấu Y (M1) } \Rightarrow n_3 = \frac{60.50}{8} = 375 \text{ (V/P)}$$

Gia trị dòng điện cung cấp vào động cơ khi mang tải định mức tại tốc độ nhanh:

$$I_{dmnh} = \frac{P_{nh}}{\sqrt{3}.U_{dây}. \cos \phi} = \frac{10.746}{\sqrt{3}.380.0,86.0,82} = 16 \text{ (A)}$$

Công suất định mức khi vận hành ở tốc độ chậm:

$$\frac{P_{ch}}{P_{nh}} = 0,35 \Rightarrow P_{ch} = P_{nh}.0,35 = 10.0,35 = 3,5 \text{ (HP)}$$

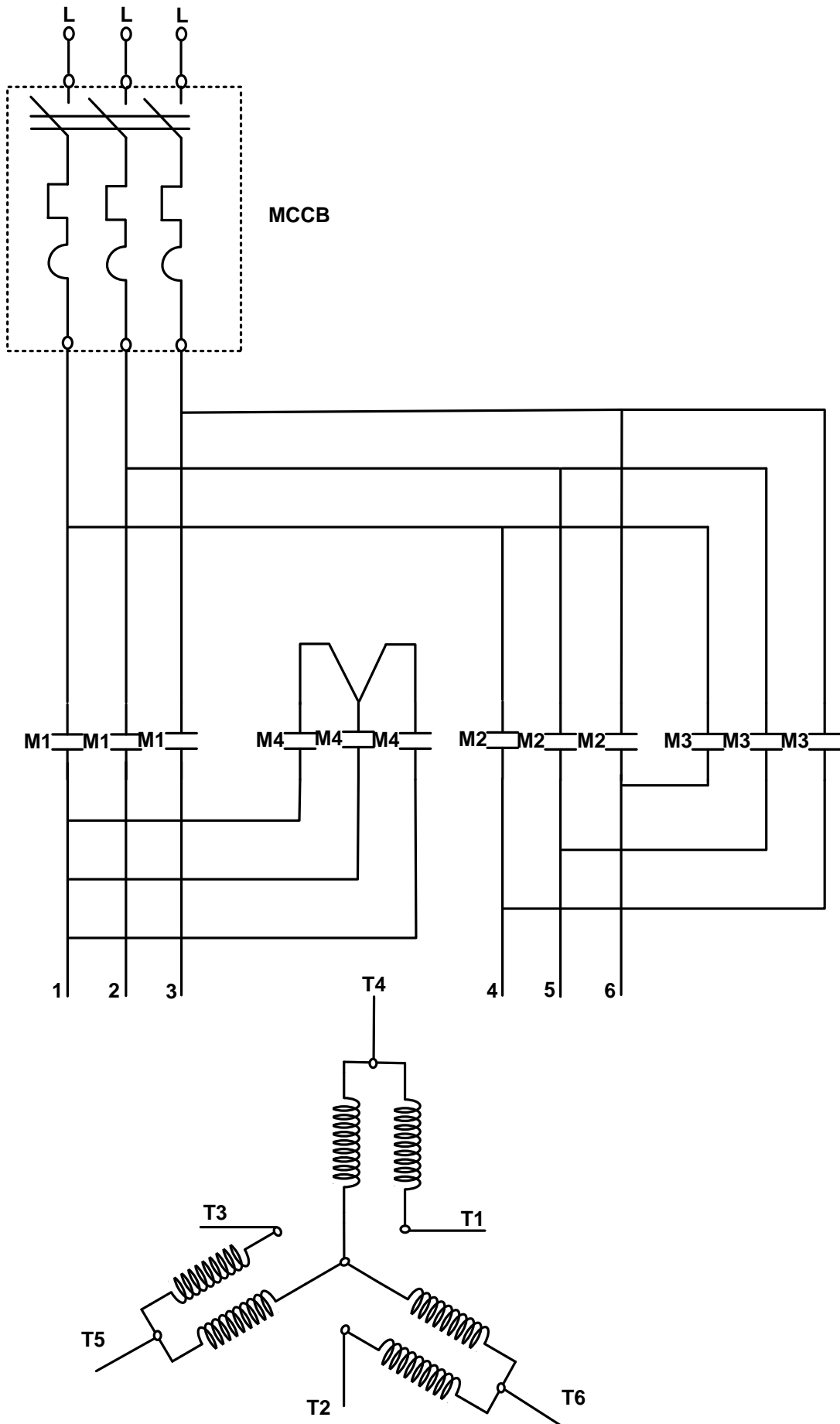
Dòng điện qua dây nguồn cung cấp vào động cơ lúc vận hành ở tốc độ chậm:

$$I_{dmch} = \frac{P_{ch}}{\sqrt{3}U_{dây}. \cos \phi_{ch}} \text{ Với } \frac{\cos \phi_{nh}}{\cos \phi_{ch}} = 0,7$$

$$\Rightarrow \cos \phi_{ch} = \cos \phi_{nh} . 0,7 = 0,86.0,82 . 0,7 = 0,543$$

$$\Rightarrow I_{dmnh} = \frac{3,5.746}{\sqrt{3}.380.0,543} = 7,3 \text{ (A)}$$

2.2.2. THIẾT KẾ MẠCH ĐỘNG LỰC



2.2.2.1: CHON MCCB: NF32-SW (LOẠI 16A)

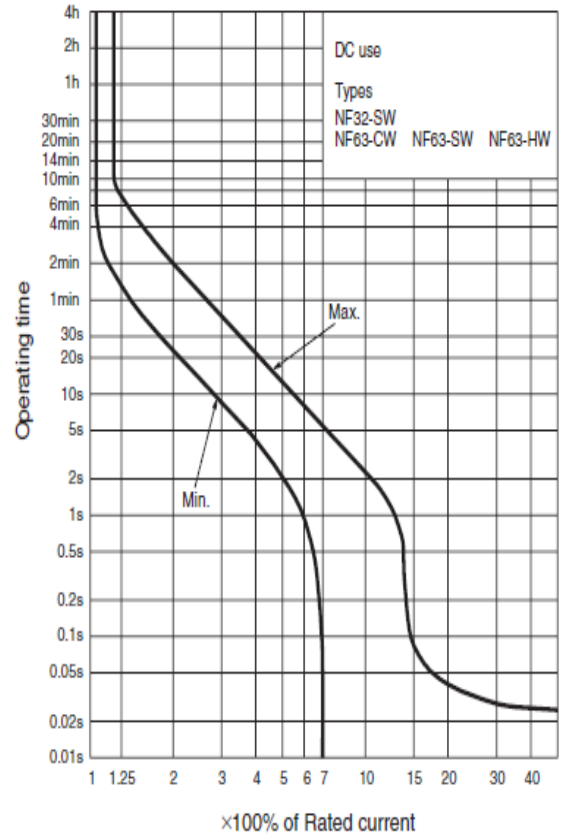
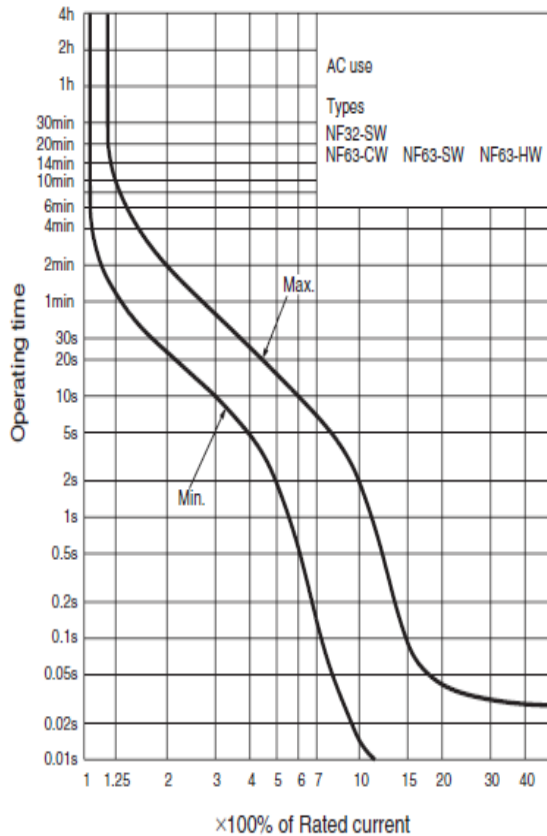
NF32-SW NF63-CW
 NF63-SW NF63-HW
 MB30-SW MB50-CW
 MB50-SW



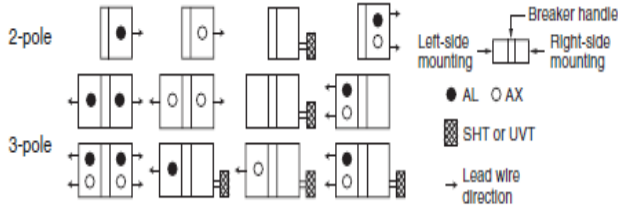
Type NF63-SW

Type name		NF32-SW	NF63-CW	NF63-SW	NF63-HW	MB30-SW	MB50-CW	MB50-SW		
Rated current In (Amp.)		3 4 (5) 6 10 (15) 16 20 25 (30) 32	3 4 (5) 6 10 (15) 16 20 25 (30) 32 40 50 (60) 63	3 4 (5) 6 10 (15) 16 20 25 (30) 32 40 50 (60) 63	10 (15) 16 20 25 (30) 32 40 50 (60) 63	0.8 1.2 1.4 2 2.5 4 5 7.1 8 10 12 16 25 32	8 10 12 16 25 32 40 45	0.8 1.2 1.4 2 2.5 4 5 7.1		
Number of poles		2*1 3	2*1 3	2*1 3 4	2*1 3 4	3	3	3		
Rated Insulation voltage UI (V)		600	600	600	690	500	500	500		
Rated short-circuit breaking capacity (kA)	IEC 60947-2 (Icu/Ics)	AC	690V	-	-	-	2.5/1	-	-	-
			500V	2.5/1	2.5/1	7.5/4	7.5/4	-	-	-
			440V	2.5/1	2.5/1	7.5/4	10/5	2.5/1	2.5/1	7.5/4
			400V	5/2	5/2	7.5/4	10/5	5/2	5/2	7.5/4
			230V	7.5/4	7.5/4	15/8	25/13	7.5/4	7.5/4	15/8
		DC	250V	2.5/1 -	2.5/1 -	7.5/4 -	7.5/4 -	-	-	-
Standard Attached Parts (Front connection)		Mounting screw: M4x0.7x55 (2 and 3P: 2pcs, 4P: 4pcs) (Note) Insulation barrier: (2P: 1pc, 3P: 2pcs, 4P: 3pcs) Note: These are supplied with NF63-SW, NF63-HW, and MB50-SW models.								

*1: Types of DC specifications can be produced upon request.

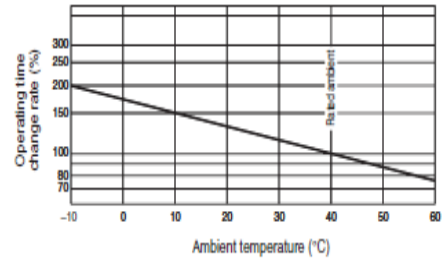


Internal Accessories



Remark: (1) refer to page 44.

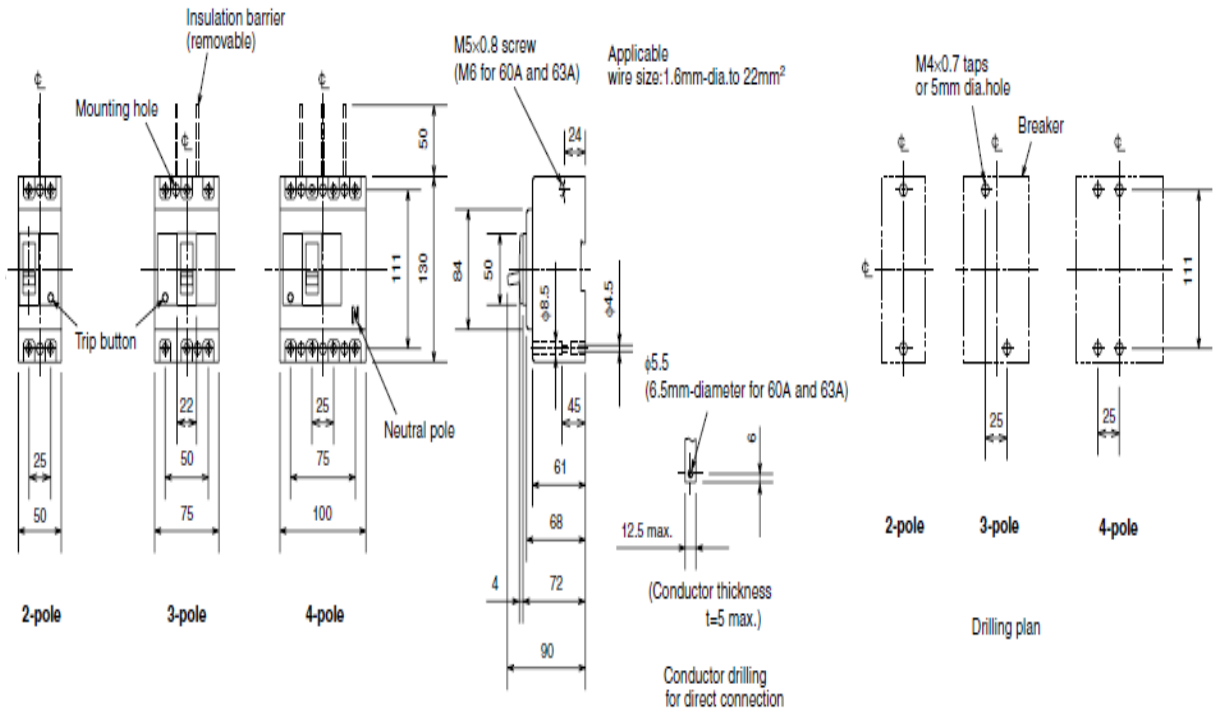
Temperature Characteristics

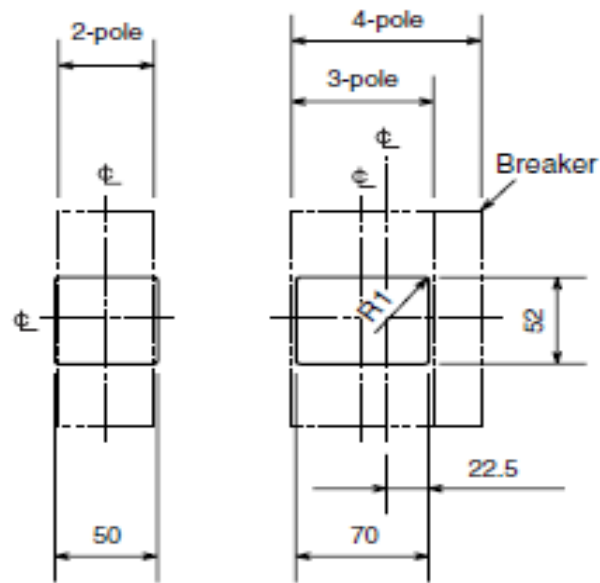
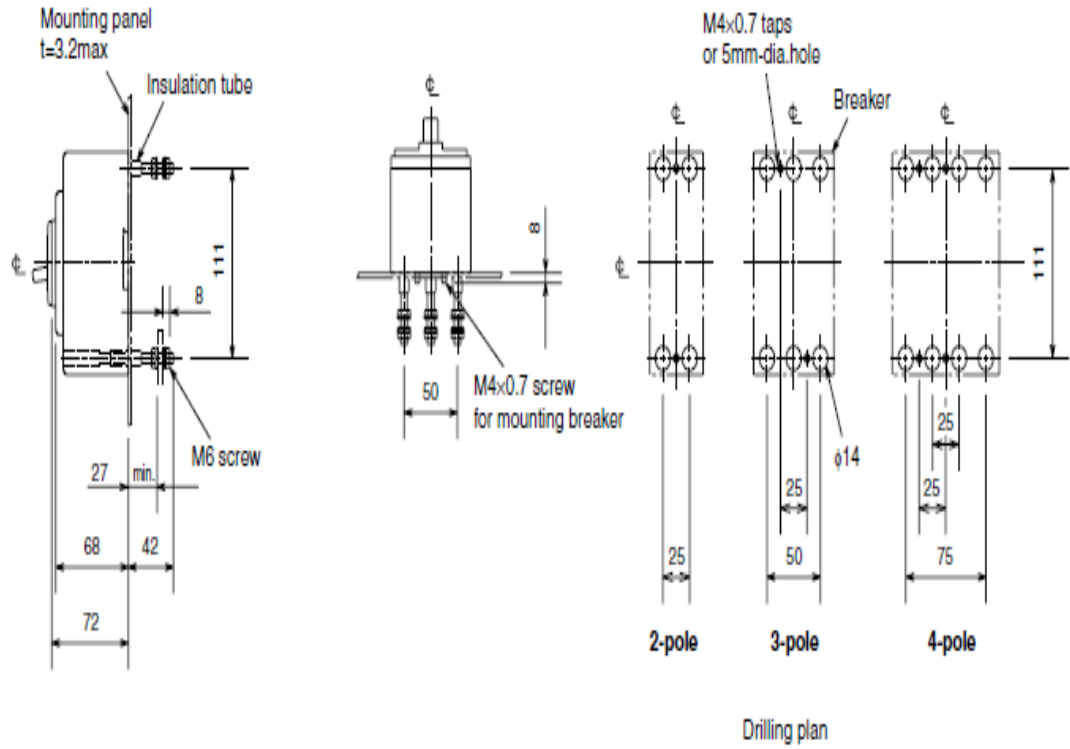


External Accessories

Accessories	Type name	Reference page	Accessories	Type name	Reference page
Operating handle	F F05SW (*)	55	Mechanical interlock	MI MI-05SW3 (*)	69
	S S05SW	57		Terminal cover	Small TC-S TCS-05SW3W (*)
	V V05SWF	54	Large TC-L TCL-05SW3W (*)		
R —	—	Skeleton TTC TTC-05SW3 (*)			
Handle lock device	LC LC-05SW	70	Rear BTC BTC-05SW3W (*)		
	(*) HLF-05SW		Plug-in PTC PTC-05SW3W (*)		
	HL HLN-05SW				
	HL-S HLS-05SW (*)				
			IEC 35mm rail mounting adapters (option)	DIN-05SW	70

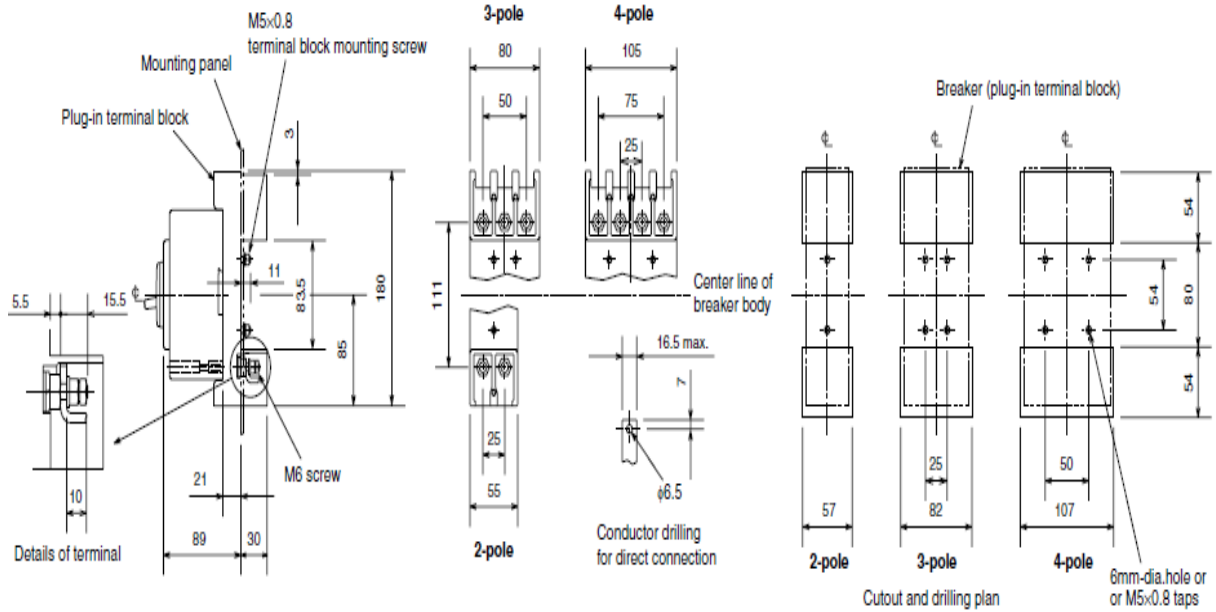
Notes: (*) The designation depends on the number of poles. Refer to the reference page.
 (**) HLF types are used for OFF-lock, and HLN types for ON-lock.





1.0mm clearance on each side of the handle frame.

Front-panel cutout



2.2.2.2 CHON CONTACTOR: S-N10

Catologue có trong câu trên.

2.3. ĐỘNG CƠ III: là động cơ 3 pha rotor lồng sóc có các thông số như sau:

$$P_{đm} = 5HP$$

$$U_{đm}: Y/\blacksquare: 380V/220V$$

$$\text{Hiệu suất của động cơ: } \blacksquare = 82\%$$

$$\text{Hệ số công suất định mức của động cơ: } \cos \blacksquare = 0,84$$

2.3.1. TÍNH TOÁN:

Dòng điện định mức khi đầy tải là:

$$I_{đm} = \frac{P_{đm}}{\sqrt{3}U_{đm} \cdot \cos \blacksquare} = \frac{5.746}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.82 \cdot 0.84} = 8,03(A)$$

Gía trị điện áp này là dòng đi qua dây nguồn (dòng dây) cấp vào dây quấn stator của động cơ (đang đấu theo sơ đồ tam giác)

Dòng điện khởi động trực tiếp qua dây nguồn (khi động cơ đấu tam giác và cấp 3 pha có giá trị định mức trực tiếp vào dây quấn stator).

Tácó:

$$I_{mmtt} = (5 - 7) \cdot I_{đm}$$

Nên chọn:

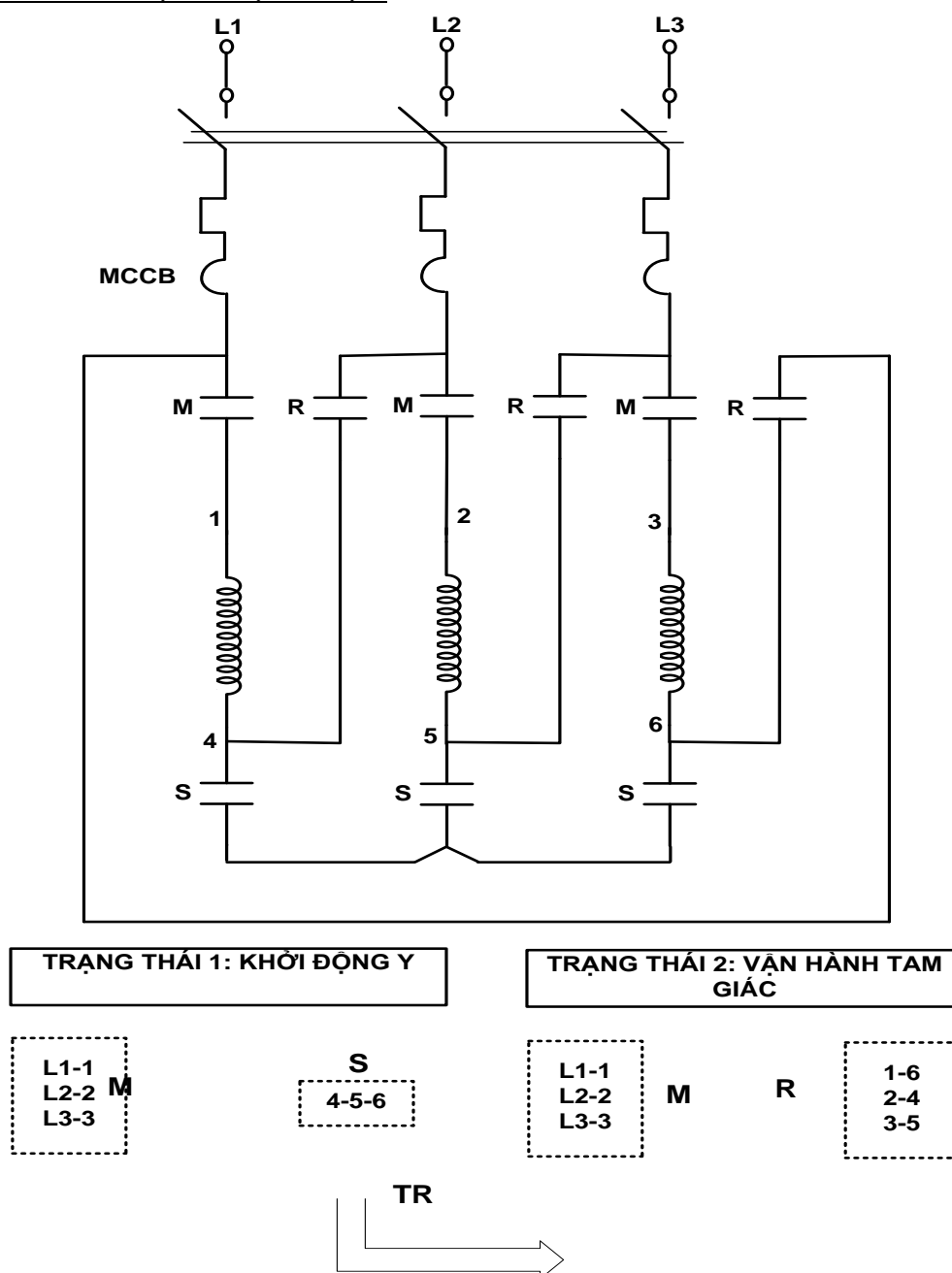
$$I_{mmtt} = 6.I_{dm} = 6.8,03 = 48,18(A)$$

Dòng điện khởi động qua dây nguồn khi dùng phương pháp đổi đầu dây quấn từ Y sang ■.

$$I_{mmY} = \frac{I_{mmtt}}{3} = 16,06(A)$$

Tóm lại với kết quả này dòng mở máy chỉ cao hơn dòng định mức 2 lần, tuy nhiên moment khởi động giảm thấp 3 lần (so với lúc khởi động trực tiếp) và điện áp nguồn cấp vào sơ đồ Y thấp hơn $\sqrt{3}$ lần giá trị định mức.

2.3.2. THIẾT KẾ MẠCH ĐÔNG LỰC



3.3.2.1: CHON MCCB: NF32-SW (LOẠI 10A)

Ta chọn :In = 10A > Idm = 8,03A

$$3.I_n = 3.10 = 20A > 16,0A \text{ (thỏa yêu cầu)}$$

Catalogue như động cơ 2

3.3.2.2 CHON COTACTOR: S-N10

3.4. CHON MCCB TỔNG:

Ta có công thức : $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$

$$P_1 = 60HP = 44,76 \text{ (KW)}$$

$$P_2 = 10 \text{ HP} = 7,46 \text{ (KW)}$$

$$P_3 = 5 \text{ HP} = 3,73 \text{ (KW)}$$

$$\Rightarrow P^2 = 3130 \text{ (KW)}$$

$$\cos\phi_1 = 0,88 \Rightarrow \phi_1 = 28^\circ \Rightarrow \text{tg}\phi_1 = 0,53 \Rightarrow Q_1 = P.\text{tg}\phi_1 = 23,72 \text{ (KW)}$$

$$\cos\phi_2 = 0,86 \Rightarrow \phi_2 = 31^\circ \Rightarrow \text{tg}\phi_2 = 0,6 \Rightarrow Q_2 = P.\text{tg}\phi_2 = 4,48 \text{ (KW)}$$

$$\cos\phi_3 = 0,84 \Rightarrow \phi_3 = 33^\circ \Rightarrow \text{tg}\phi_3 = 0,65 \Rightarrow Q_3 = P.\text{tg}\phi_3 = 2,42 \text{ (KW)}$$

$$\Rightarrow Q^2 = 927 \text{ (KW)}$$

$$\Rightarrow S = 64 \text{ (KW)}$$

$$\text{Mà : } S \cdot U_{\text{dây}} \cdot I_{\text{dây}} = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot I_{\text{dây}}$$

$$\Rightarrow I_{\text{dây}} = \frac{63.1000}{380 \cdot \sqrt{3}} \text{ (A)}$$

Chọn MCCB TỔNG loại : **NF125-CW**

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BA PHA

1.1. KHÁI NIỆM CHUNG

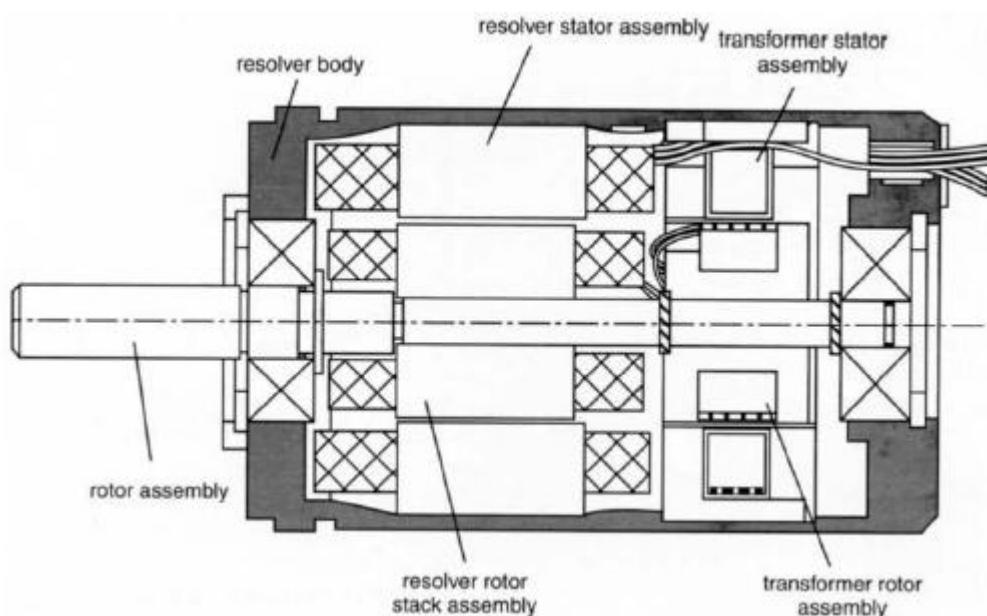
Động cơ không đồng bộ 3 pha là máy điện xoay chiều ,làm việc theo nguyên lý cảm ứng điện từ , có tốc độ của rotor khác với tốc độ từ trường quay trong máy .

Động cơ không đồng bộ 3 pha được dùng nhiều trong sản xuất và sinh hoạt vì chế tạo đơn giản , giá rẻ , độ tin cậy cao , vận hành đơn giản , hiệu suất cao , và gần như không cần bảo trì . **Đ**ải công suất rất rộng từ vài Watt đến 10.000hp . Các động cơ từ 5hp trở lên hầu hết là 3 pha còn động cơ nhỏ hơn 1hp thường là một pha .

1.2. CẤU TẠO

Gióng như các loại máy điện quay khác ,động cơ không đồng bộ ba pha gồm có các bộ phận chính sau :

- + phần tĩnh hay còn gọi là stato
- + phần quay hay còn gọi là roto



1.2.1. PHẦN TĨNH (hay STATOR):

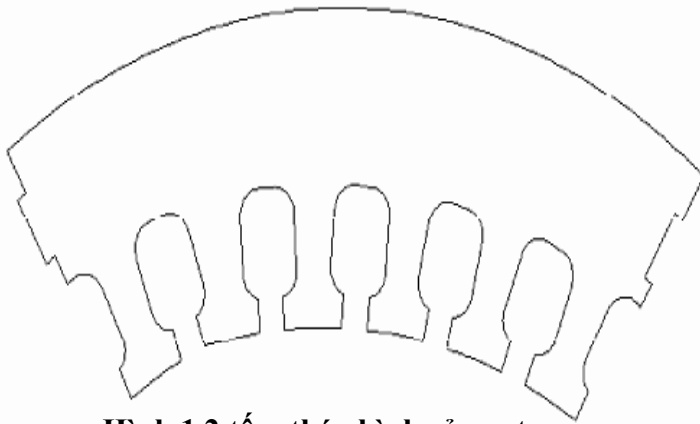
Trên stator có vỏ , lõi thép và dây quấn

1.2.1.1. VỎ MÁY :

Vỏ máy có tác dụng cố định lõi thép và dây quấn .Thường vỏ máy làm bằng gang . Đối với vỏ máy có công suất tương đối lớn (1000 kw) thường dùng thép tấm hàn lại làm vỏ máy ,tùy theo cách làm nguội ,máy và dạng vỏ máy cũng khác nhau .

1.2.1.2. LỖI THÉP

Lỗi thép là phần dẫn từ . Vì từ trường đi qua lõi thép là từ trường quay nên để giảm bớt tổn hao , lõi thép được làm bằng những lá thép kỹ thuật điện dày 0,5 mm ép lại . Khi đường kính ngoài của lõi thép nhỏ hơn 990mm thì dùng cả tấm thép tròn ép lại . Khi đường kính ngoài lớn hơn trị số trên thì phải dùng những tấm thép hình rẻ quạt (hình 1.2) ghép lại thành khối tròn .



Hình 1.2 tấm thép hình rẻ quạt

Mỗi lõi thép kỹ thuật điện đều có phủ sơn cách điện trên bề mặt để giảm hao tổn do dòng điện xoáy gây nên .Nếu lõi thép ngắn thì có thể ghép thành một khối nếu lõi thép quá dài thì ghép thành những tấm ngắn mỗi tấm thép dài từ 6 đến 8 cm đặt cách nhau 1cm để thông gió cho tốt .Mặt trong của lá thép có sẽ rãnh để đặt dây quấn .

1.2.1.3. DÂY QUẤN:

Dây quấn stator được đặt vào các rãnh của lõi thép và được cách điện tốt với lõi thép . Dây quấn phần ứng là phần dây bằng đồng được trong các rãnh phần ứng và làm thành một hoặc nhiều vòng kín .Dây quấn là bộ phận quan trọng nhất của động cơ vì nó trực tiếp tham gia vào quá trình biến đổi năng lượng từ điện năng thành cơ năng . Đồng thời về mặt kinh tế thì giá thành của dây quấn cũng chiếm tỷ lệ khá cao trong toàn bộ giá thành của máy.

- + **C**ác yêu cầu đối với dây quấn bao gồm :
 - Sinh ra được một sức điện động cần thiết có thể cho một dòng điện nhất định chạy qua mà không bị nóng quá một nhiệt độ nhất định để sinh ra một moment cần thiết đồng thời đảm bảo đổi chiều tốt .
 - Triệt để tiết kiệm vật liệu , kết cấu đơn giản làm việc chắc chắn an toàn
 - Dây quấn phần ứng có thể phân ra làm các loại chủ yếu sau :
 - + Dây quấn xếp đơn và dây quấn xếp phức tạp
 - + Dây quấn song đơn và dây quấn song phức tạp

Trong một số máy cỡ lớn còn dùng dây quấn hỗn hợp đó là sự kết hợp giữa hai dây quấn xếp và song .

1.2.2. PHẦN QUAY (hay ROTOR)

Phần này gồm 2 bộ phận chính là lõi thép và dây quấn rotor:

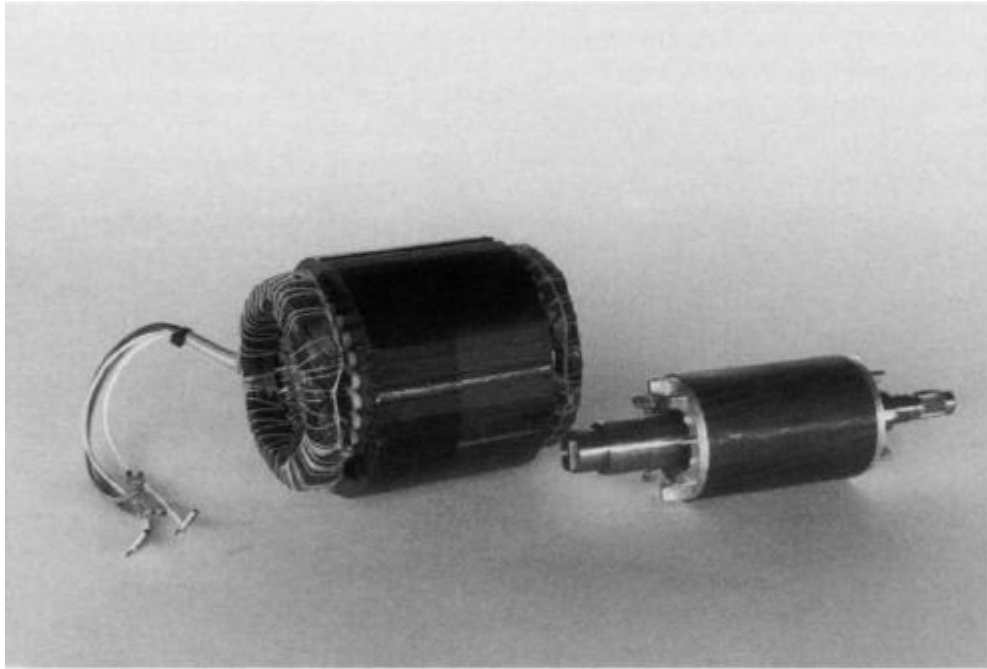
1.2.2.1 LỖI THÉP :

Nói chung người ta dùng các lá thép kỹ thuật điện như ở stator lõi thép được ép trực tiếp lên trục máy hoặc lên một giá rotor của máy .Phía ngoài của lá thép có sẽ rãnh để đặt dây quấn .

1.2.2.2 DÂY QUẤN ROTOR:

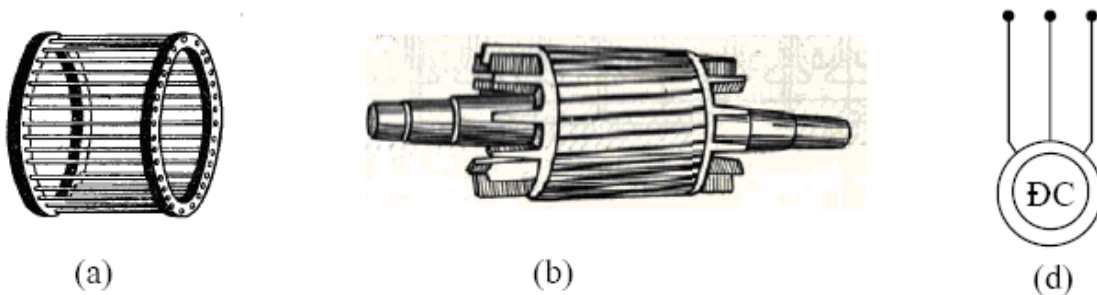
Phân loại làm hai loại chính rotor kiểu dây quấn và rotor kiểu lồng sóc:

Loại rotor kiểu dây quấn : rotor kiểu dây quấn (hình 1.3) cũng giống như dây quấn ba pha stator và có cùng số cực từ dây quấn stator .Dây quấn kiểu này luôn đấu hình sao (Y) và có ba đầu ra đầu vào ba vành trượt gắn vào trục quay rotor và cách điện với trục .Ba chổi than cố định và luôn tỳ trên vành trượt này để dẫn điện và một biến trở cũng nối sao nằm ngoài động cơ để khởi động hoặc điều chỉnh tốc độ .



Hình 1.3 : rotor kiểu dây quấn

Rotor kiểu lồng sóc (hình 1.4) : Gồm các thanh đồng hoặc thanh nhôm đặt trong rãnh và bị ngắn mạch bởi hai vành ngắn mạch ở hai đầu .Với động cơ nhỏ ,dây quấn rotor được đúc nguyên khối gồm thanh dẫn , vành ngắn mạch, cánh tản nhiệt và cánh quạt làm mát .Các động cơ công suất trên 100kw thanh dẫn làm bằng đồng được đặt vào các rãnh rotor và gắn chặt vành ngắn mạch .



Hình 1.4 Cấu tạo rotor động cơ không đồng bộ.

a) Dây quấn rotor lồng sóc c) Lõi thép rotor d) Ký hiệu động cơ trên sơ đồ

1.2.3. KHE HỖ :

Vì rotor là một khối tròn nên khe hở đều , khe hở trong máy điện không đồng bộ rất nhỏ (từ 0,2mm đến 1mm trong máy điện cỡ nhỏ và vừa) để hạn chế dòng điện từ hóa lấy từ lưới vào ,và như vậy có thể làm cho hệ số công suất của máy tăng cao .

1.3. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BA PHA

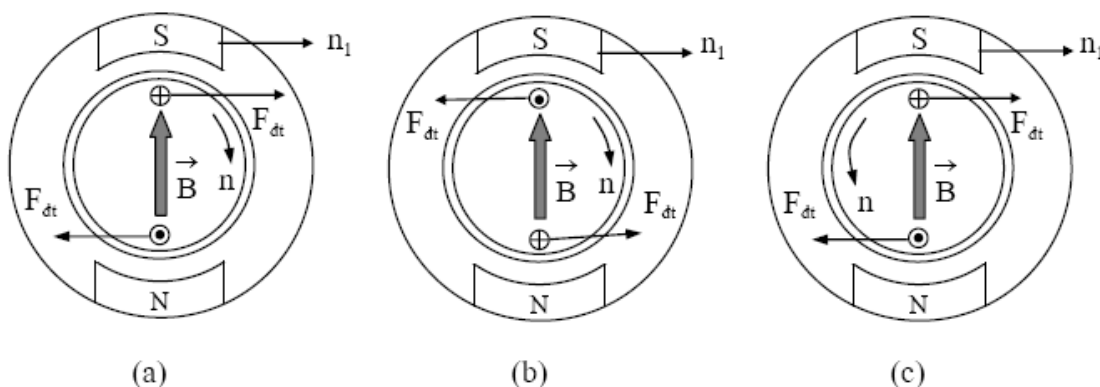
1.4.

Khi có dòng điện ba pha chạy trong dây quấn stato thì trong khe hở không khí suất hiện từ trường quay với tốc độ $n_1 = 60f_1/p$ (f_1 là tần số lưới điện ; p là số cặp cực ; tốc độ từ trường quay) . Từ trường này quét qua dây quấn nhiều pha tự ngắn mạch nên trong dây quấn rotor có dòng điện I_2 chạy qua . Từ thông do dòng điện này sinh ra hợp với từ thông của stator tạo thành từ thông tổng ở khe hở . Dòng điện trong dây quấn rotor tác dụng với từ thông khe hở sinh ra moment . Tác dụng đó có quan hệ mật thiết với tốc độ quay n của rotor . Trong những phạm vi tốc độ khác nhau thì chế độ làm việc của máy cũng khác nhau . Sau đây ta sẽ nghiên cứu tác dụng của chúng trong ba phạm vi tốc độ .

Hệ số trượt s của máy :

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} = \frac{\Omega_1 - \Omega}{\Omega_1}$$

Như vậy khi $n = n_1$ thì $s = 0$, còn khi $n = 0$ thì $s = 1$; khi $n > n_1$, $s < 0$ và rotor quay ngược chiều từ trường quay $n < 0$ thì $s > 1$.



Hình 1.5 Quá trình tạo moment của máy điện không đồng bộ

1.3.1 ROTOR QUAY CÙNG CHIỀU TỪ TRƯỜNG NHƯNG TỐC ĐỘ $n < n_1$ ($0 < s < 1$)

Giả thuyết về chiều quay n_1 của từ trường khe hở Φ và của rotor n như hình 1.5a .Theo qui tắc bàn tay phải , xác định được chiều sức điện động E_2 và I_2 ; theo quy tắc bàn tay trái , xác định được lực F và moment M . Ta thấy F cùng chiều quay của rotor , nghĩa là điện năng đưa tới stator , thông qua từ trường đã biến đổi thành cơ năng trên trục quay rotor theo chiều từ trường quay n_1 , như vậy động cơ làm việc ở chế độ động cơ điện .

1.3.2 ROTOR QUAY CÙNG CHIỀU NHƯNG TỐC ĐỘ $n > n_1$ ($s < 0$).

Dùng động cơ sơ cấp quay rotor của máy điện không đồng bộ vượt tốc độ đồng bộ $n > n_1$. Lúc đó chiều từ trường quay quét qua dây quấn rotor sẽ ngược lại, sức điện động và dòng điện trong dây quấn rotor cũng đổi chiều nên chiều của M cũng ngược chiều n_1 , nghĩa là ngược chiều với rotor, nên đó là moment hãm (hình 1.5b). Như vậy máy đã biến cơ năng tác dụng lên trục động cơ điện, do động cơ sơ cấp kéo thành điện năng cung cấp cho lưới điện, nghĩa là động cơ làm việc ở chế độ máy phát.

1.3.3. ROTOR QUAY NGƯỢC CHIỀU TỪ TRƯỜNG $n < 0$ ($s > 1$)

Vi nguyên nhân nào đó mà rotor của máy điện quay ngược chiều từ trường quay hình 1.5c, lúc này chiều của sức điện động và moment giống như ở chế độ động cơ. Vì moment sinh ra ngược chiều quay với rotor nên có tác dụng hãm rotor lại. Trường hợp này máy vừa lấy điện năng ở lưới điện vào, vừa lấy cơ năng từ động cơ sơ cấp. Chế độ làm việc này gọi là chế độ hãm điện từ.

1.4. CÁC ĐƯỜNG ĐẶC TÍNH CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

Đặc tính tốc độ $n = F(P_2)$

Theo công thức hệ số trượt, ta có :

$$n = n_1(1-s)$$

Trong đó : $s = \frac{P_{cu}}{P_{dt}}$. Khi động cơ không

tải $P_{cu} \ll P_{dt}$ nên $s \sim 0$ động cơ điện quay gần tốc độ đồng bộ $n \sim n_1$. Khi tăng tải thì tổn hao đồng cũng tăng lên n giảm một ít, nên đường đặc tính tốc độ là đường dốc xuống.

Đặc tính moment $M=f(P_2)$

Ta có $M = f(s)$ thay đổi rất nhiều nhưng trong phạm vi $0 < s < s_m$ thì đường $M = f(s)$ gần giống đường thẳng, nên $M_2 = f(P_2)$ đường thẳng qua gốc tọa độ.

Đặc tính hiệu suất $\eta = f(P_2)$

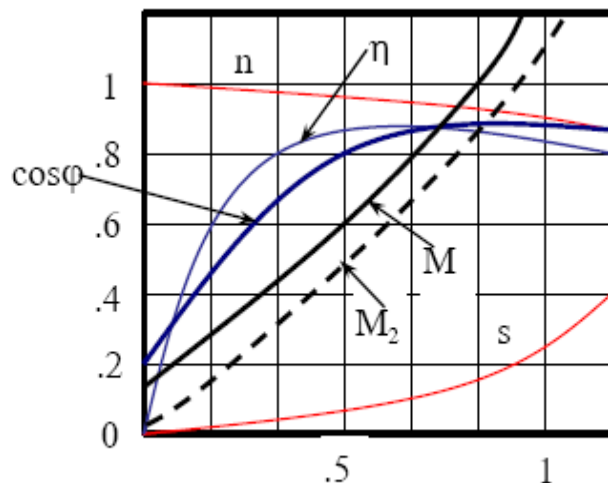
Ta có hiệu suất của máy điện không đồng bộ :

$$\eta = \frac{P_2}{P_2 + P_{cu}} \cdot 100\%$$

η tổng tổn hao, nhưng ở đây chỉ có tổn hao đồng thay đổi theo phụ tải còn các tổn hao khác là không đổi.

Đặc tính hệ số công suất $\cos \phi = f(P_2)$.

Vì động cơ luôn luôn nhận công suất phản kháng từ lưới. Lúc không tải $\cos \phi$ rất thấp thường $< 0,2$. Khi có tải dòng điện I_2 tăng lên nên $\cos \phi$ cũng tăng.



Hình 1.6 Đặc tính làm việc của MK

1.5. CÁC PHƯƠNG PHÁP KHỞI ĐỘNG ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BA PHA

1.5.1. PHƯƠNG PHÁP ĐÔI ĐẦU DÂY QUẢN

Trong quá trình vận hành động cơ điện khi khởi động chúng ta cần quan tâm đến hai vấn đề

■ Giảm thấp dòng điện khởi động (qua hệ thống dây dẫn chính vào dây quấn stato động cơ) ngay thời điểm khởi động.

■ Phương pháp giảm thấp dòng điện khởi động thực chất là giảm thấp điện áp cung cấp vào động cơ tại thời điểm khởi động. Theo lý thuyết chúng ta có được quan hệ: moment (hay ngẫu lực) khởi động tỷ lệ thuận với bình phương giá trị điện áp hiệu dụng cấp vào động cơ, như vậy giảm giá trị dòng điện khởi động dẫn tới hậu quả giảm thấp giá trị của moment khởi động.

Trong thực tế các biện pháp giảm dòng khởi động có thể chia làm hai dạng như sau

■ Giảm điện áp nguồn cấp vào dây quấn stato bằng phương pháp: biến áp giảm áp, hay lắp đặt các phần tử hạn áp (cầu phân áp) dùng điện trở hay điện cảm.

■ Sử dụng bộ biến đổi điện áp xoay chiều 3 pha, dùng linh kiện điện tử điều chỉnh thay đổi điện áp hiệu dụng nguồn áp 3 pha cấp vào động cơ. Hệ thống khởi động này được gọi là phương pháp khởi động mềm (soft start) cho động cơ

Các phương pháp ra dây trên stato của động cơ không đồng bộ 3 pha:

- Động cơ 3 pha 6 đầu dây ra (đầu vận hành theo một trong hai cấp điện áp nguồn 3 pha tương ứng so với sơ đồ đầu Y hay Δ)
- Động cơ 3 pha 9 đầu dây ra (đầu vận hành theo một trong hai phương pháp: đầu Y nối tiếp - Y song song, Δ nối tiếp - Δ song song.)
- Động cơ 3 pha 12 đầu dây ra (đầu vận hành theo một trong bốn cấp điện áp nguồn 3 pha tương ứng với một trong sơ đồ đầu dây Y nối tiếp, Y song song, Δ nối tiếp, Δ song song)

1.5.2. GIẢM DÒNG KHỞI ĐỘNG DÙNG ĐIỆN TRỞ GIẢM ÁP CẤP VÀO DÂY QUẢN

Một trong các biện pháp giảm áp là đầu nối tiếp điện trở R_{mm} với bộ dây quấn stator tại lúc khởi động. tác dụng của R_{mm} trong trường hợp này là làm giảm áp đặt vào từng pha dây quấn stator.

Tương tự như phương pháp đổi sơ đồ đầu dây để giảm dòng khởi động phương pháp giảm áp cấp vào dây quấn stator cũng làm giảm moment mở máy. Do tính chất moment tỉ lệ bình phương điện áp cấp vào động cơ. thường chúng ta chọn các cấp giảm áp: 80%, 64%, 50% cho động cơ. Tương ứng với các cấp giảm áp này, moment mở máy chỉ khoảng 65%, 50% và 25% giá trị moment mở máy khi cấp nguồn trực tiếp bằng định mức vào dây quấn stator.

1.5.3. GIẢM DÒNG KHỞI ĐỘNG DÙNG ĐIỆN CẢM GIẢM ÁP CẤP VÀO DÂY QUẢN:

Tương tự như phương pháp đổi sơ đồ đầu dây để giảm dòng khởi động phương pháp giảm áp cấp vào dây quấn stator cũng làm giảm moment mở máy. Do tính chất moment tỉ lệ bình phương điện áp cấp vào động cơ, thường chúng ta chọn các cấp giảm áp: 80%, 64%, và 50% cho động cơ. Tương ứng với các cấp giảm áp này, moment mở máy chỉ còn khoảng 65%, 50%, và 25% giá trị moment mở máy khi cấp nguồn trực tiếp bằng định mức vào dây quấn stator.

1.5.4. GIẢM DÒNG KHỞI ĐỘNG DÙNG MÁY BIẾN ÁP TỰ NGẪU GIẢM ÁP :

Với các phương pháp giảm dòng mở máy dùng Rmm hay Xmm, dòng điện mở máy qua dây quấn cũng chính là dòng điện qua dây nguồn. Khi sử dụng biến áp giảm áp đặt vào dây quấn stator lúc khởi động, dòng điện mở máy qua dây quấn giảm thấp. Nhưng dòng điện này chỉ xuất hiện phía thứ cấp biến áp còn dòng điện qua dây nguồn chính là dòng qua sơ cấp biến áp.

Với biến áp giảm áp, dòng điện phía sơ cấp sẽ có giá trị thấp hơn dòng điện phía thứ cấp. Tóm lại khi dùng máy biến áp giảm áp để giảm dòng khởi động, dòng điện mở máy qua dây nguồn sẽ thấp hơn dòng điện mở máy khi dùng phương pháp giảm dòng với Rmm hay Xmm.

Khi dùng biến áp giảm áp để giảm dòng khởi động thời gian hoạt động của máy biến áp tồn tại rất ngắn; chúng ta có thể sử dụng một trong các dạng biến áp tự ngẫu sau:

- + Biến áp tự ngẫu loại 3 pha 3 trụ
- + Biến áp tự ngẫu 3 pha do.

Tương tự trường hợp đã nêu trong các danh mục trên, máy biến áp giảm áp được bố trí nhiều cấp điện áp ra tương ứng với các mức 80%, 64% và 50% giá trị moment mở máy trực tiếp chỉ còn khoảng 65%, 50%, 25% giá trị moment mở máy trực tiếp (khi cấp nguồn trực tiếp bằng đúng định mức cấp vào stator).

1.6. ĐỘNG CƠ 3 PHA ROTOR LỒNG SÓC 9 ĐẦU DÂY:

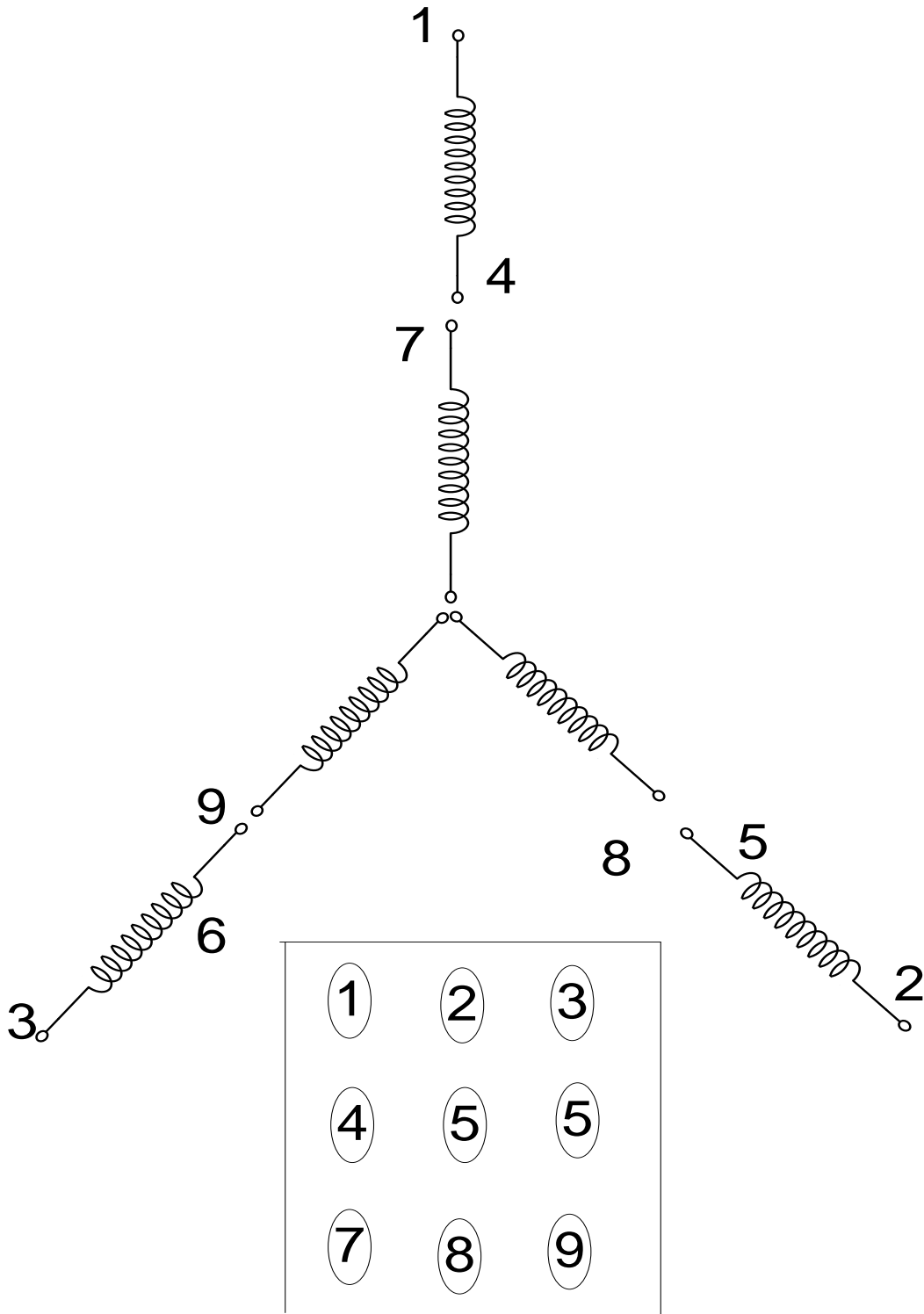
1.6.1. PHƯƠNG PHÁP RA DÂY:

Với phương pháp ra 9 đầu, chúng ta có hai trường hợp:

- + Động cơ ra 9 đầu vận hành theo sơ đồ đấu Y nối tiếp hay Y song song.
- + Động cơ ra 9 đầu vận hành theo sơ đồ đấu ■ nối tiếp hay ■ song song.

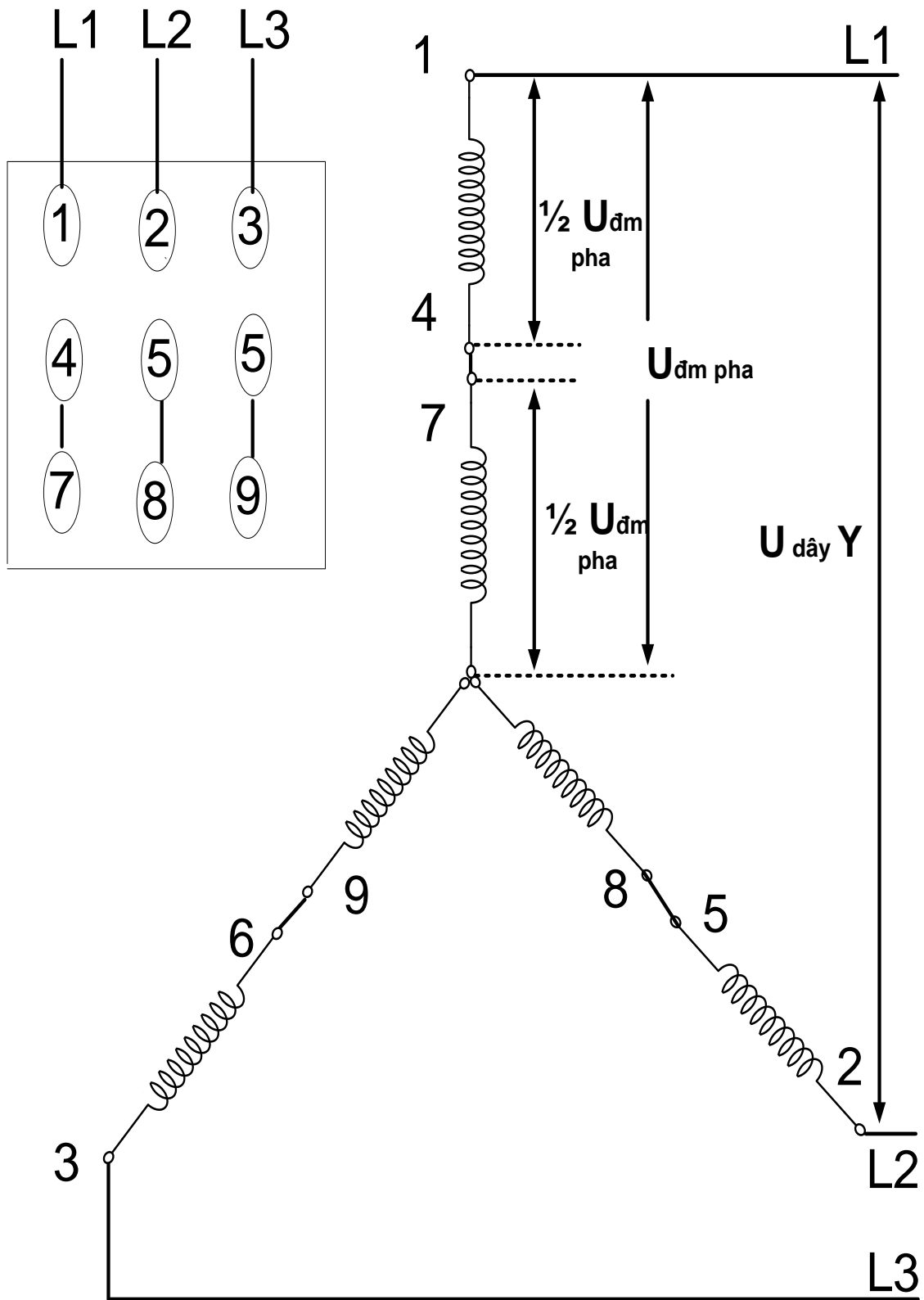
Sơ đồ liên kết các phase dây quấn cho mỗi trường hợp nêu trên hoàn toàn khác biệt; chúng ta khảo sát từng trường hợp như sau. Trong hình 1.7; 1.8; 1.9 chúng ta khảo sát sơ đồ nguyên lý của sơ đồ ra dây, các sơ đồ đấu dây vận hành theo dạng Y nối tiếp hay Y song song. Trong hình 1.10; 1.11; 1.12 dùng để khảo sát sơ đồ nguyên lý của sơ đồ ra dây, các sơ đồ đấu dây vận hành theo dạng ■ nối tiếp hay ■ song song.

Hình 1.7 : Sơ đồ nguyên lý của các đầu dây ra và bảng bố trí các đầu dây ra của động cơ 3 pha 9 đầu (dây Y nối tiếp, Y song song).

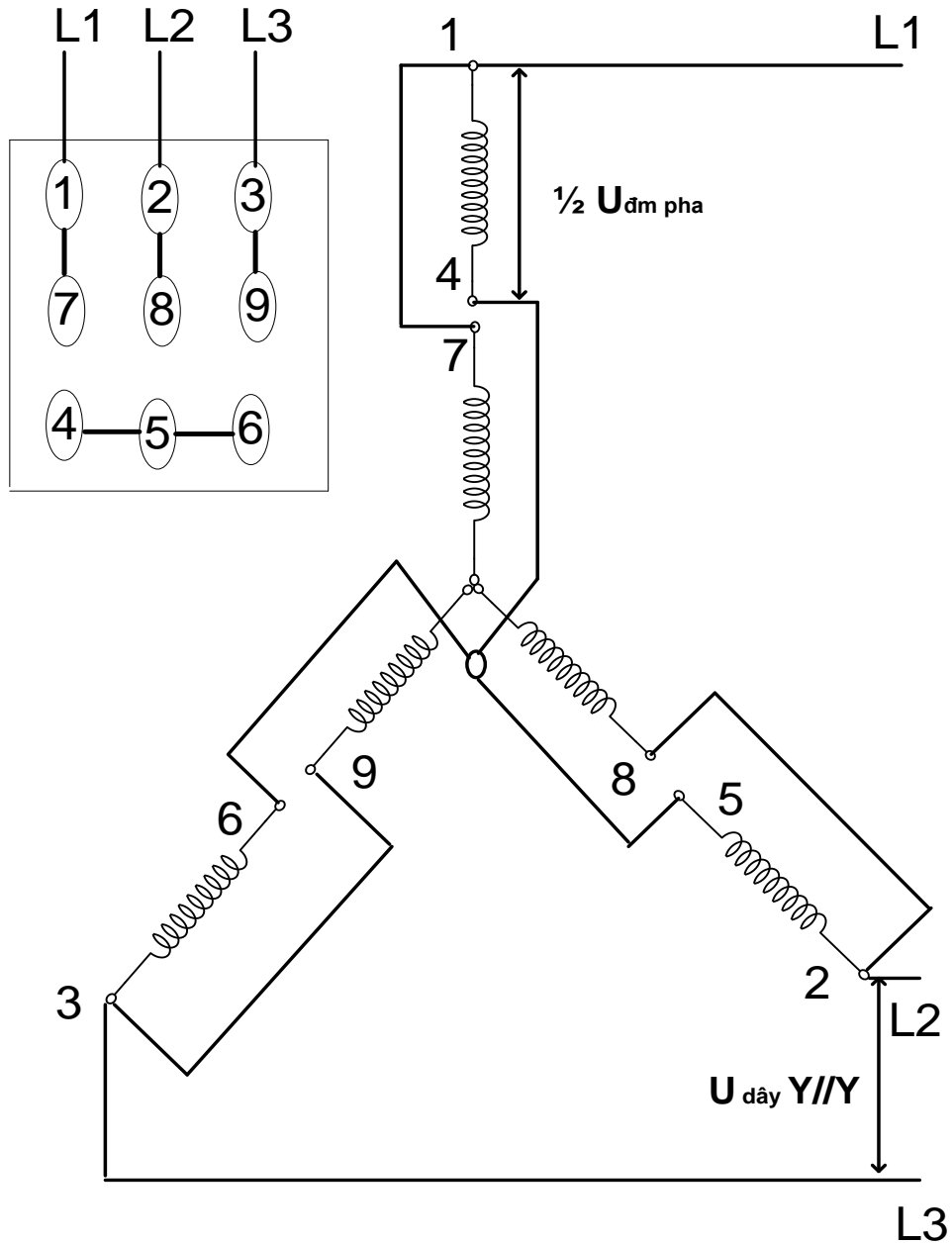


BẢNG BỐ TRÍ 9 ĐẦU DÂY

Trong hình 1.7: Mỗi pha dây quấn được tách thành 2 nửa, liên kết 3 nửa pha của 3 pha ta có nửa bộ dây đầu Y và 3 nửa pha rời, tổng cộng là 9 đầu ra dây ; điểm trung tính của nửa bộ dây đầu Y không đưa ra ngoài.



Hình 1.8 : sơ đồ đấu dây theo dạng Y nối tiếp của động cơ 3 pha ra 9 đầu dây



Hình 1.9 : sơ đồ đấu dây dạng Y song song của động cơ 3 pha ra 9:

+ Khi động cơ Y nối tiếp để vận hành :

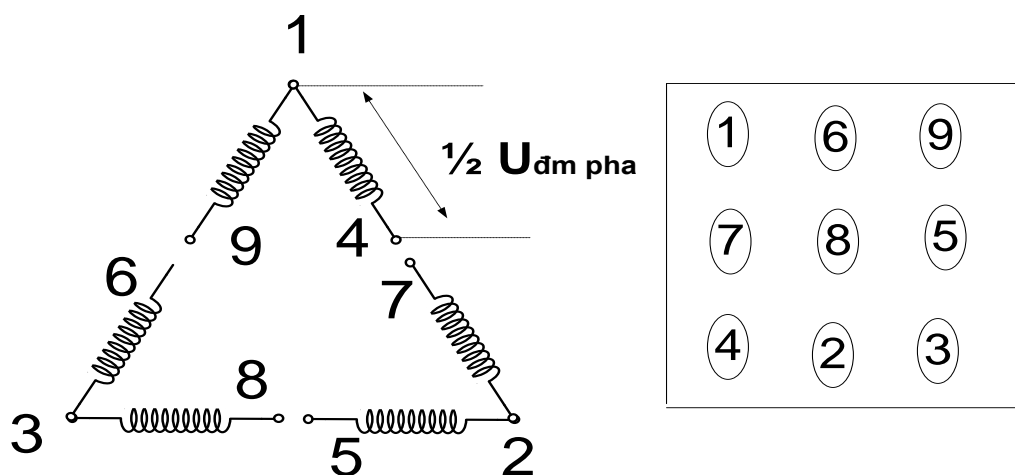
$$U_{dâyY} = \sqrt{3} \cdot U_{đmpha}$$

+ Khi động cơ đấu Y song song để vận hành :

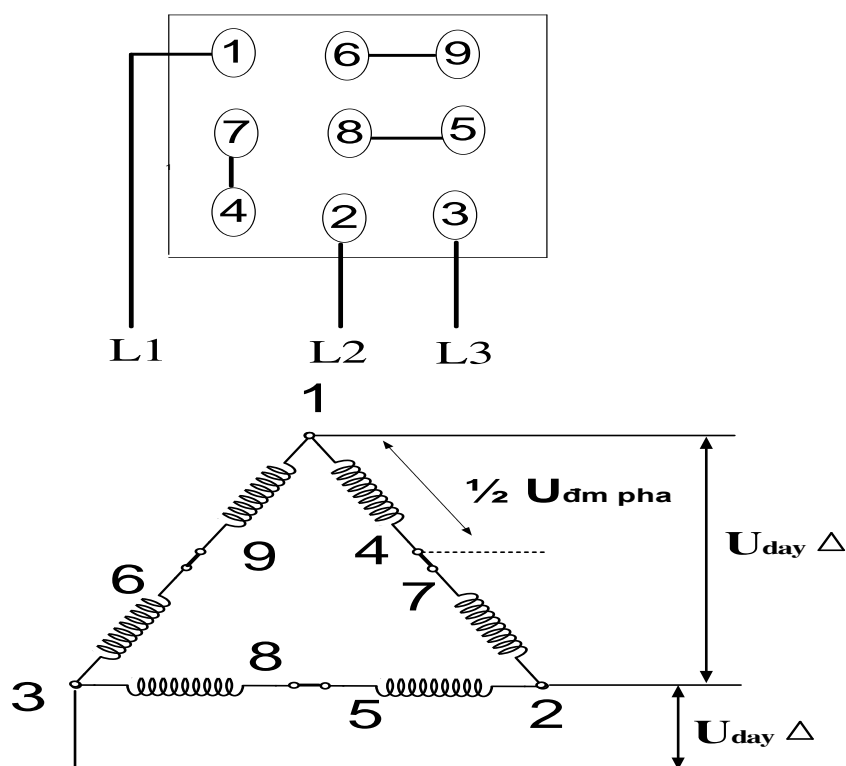
$$U_{dâyY//Y} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{đmpha}}{2}$$

+ Từ các quan hệ trên chúng ta rút ra nhận xét như sau :

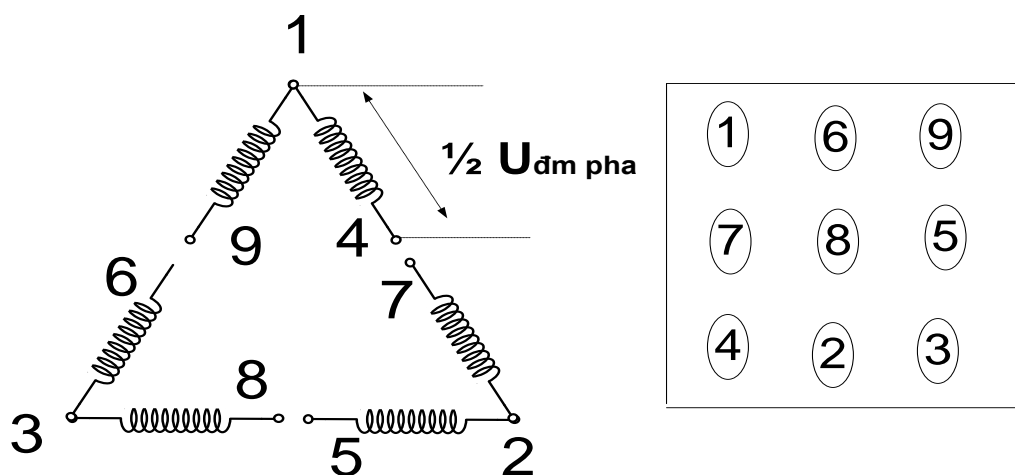
$$U_{dâyY} = 2 \cdot U_{dâyY//Y}$$



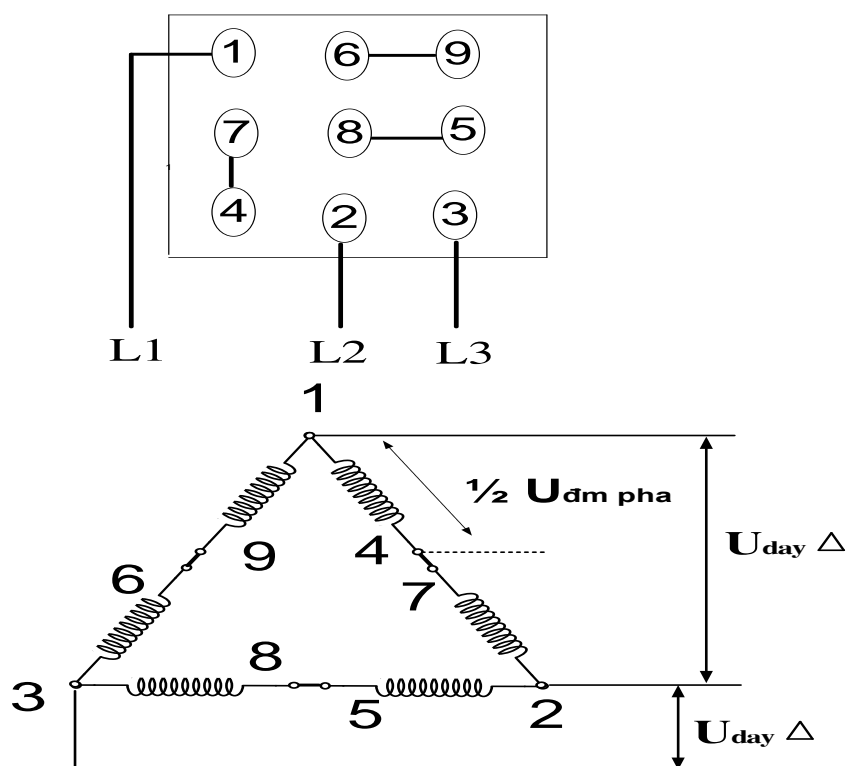
Hình 1.10: sơ đồ nguyên lý của các đầu dây ra và bảng bố trí các đầu dây ra của động cơ 3 pha 9 đầu (đầu ■ nối tiếp, ■ song song).



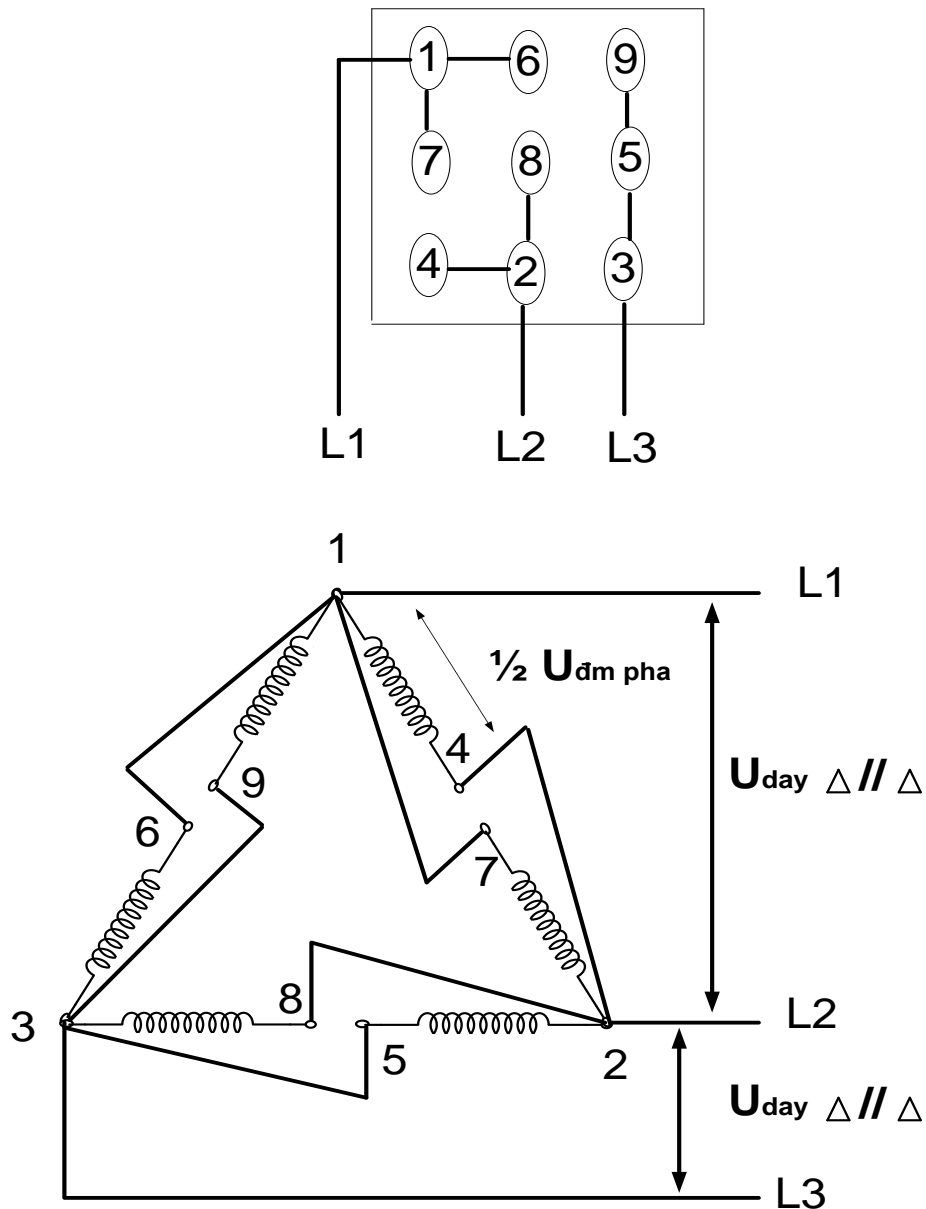
Hình 1.11 : sơ đồ đầu dây theo dạng ■ nối tiếp của động cơ 3 pha ra 9 đầu dây.



Hình 1.10: sơ đồ nguyên lý của các đầu dây ra và bảng bố trí các đầu dây ra của động cơ 3 pha 9 đầu (đầu ■ nối tiếp, ■ song song).



Hình 1.11 : sơ đồ đầu dây theo dạng ■ nối tiếp của động cơ 3 pha ra 9 đầu dây.



Hình 1.12 : sơ đồ đấu dây theo dạng \blacksquare song song động cơ 3 pha ra 9 đầu dây.

+ Khi động cơ đầu \blacksquare nối tiếp để vận hành :

$$U_{dây\ \blacksquare} = U_{dm\ pha}$$

+ Khi động cơ đầu \blacksquare song song để vận hành :

$$U_{dây\ \blacksquare//\ \blacksquare} = \frac{U_{dm\ pha}}{2}$$

+ Từ các quan hệ trên chúng ta rút ra nhận xét như sau :

$$U_{dây\ \blacksquare} = 2 \cdot U_{dây\ \blacksquare//\ \blacksquare}$$

1.6.2. GIẢM DÒNG KHỞI ĐỘNG (Đầu \blacksquare Nối Tiếp / \blacksquare Song Song) :

Gọi:

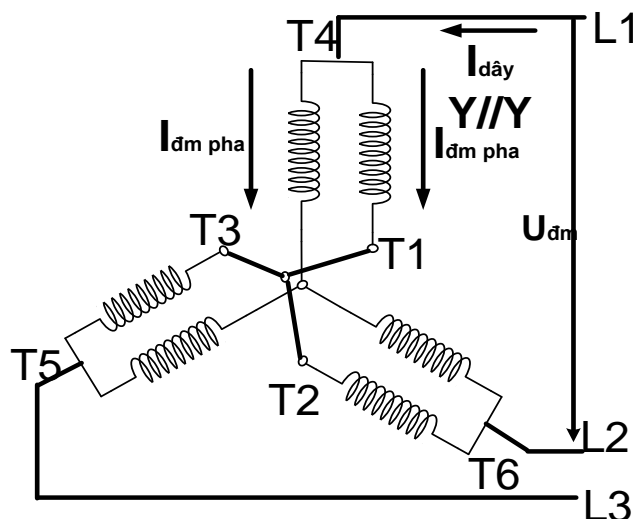
- + I_{mmtt} : dòng điện khởi động trực tiếp khi đầu vận hành theo sơ đồ \blacksquare song song.
 - + $I_{mm\blacksquare}$: dòng khởi động khi dây quấn stator đầu \blacksquare nối tiếp .
 - + M_{mmtt} : momen khởi động trực tiếp, khi cấp nguồn áp bằng đúng giá trị định mức vào dây quấn stator .
 - + $M_{mm\blacksquare}$: momen khởi động khi đầu dây quấn theo dạng \blacksquare nối tiếp để giảm dòng mở máy .
- T**a có các quan hệ như sau :

$$I_{mm\blacksquare} = \frac{I_{mmtt}}{4}$$

$$M_{mm\blacksquare} = \frac{M_{mmtt}}{4}$$

1.7. ĐỘNG CƠ 3 PHA ROTOR LỒNG SÓC ĐỔI TỐC CÔNG SUẤT VÀ MOMENT THAY ĐỔI

1.7.1. TỐC ĐỘ NHANH (2p1) :

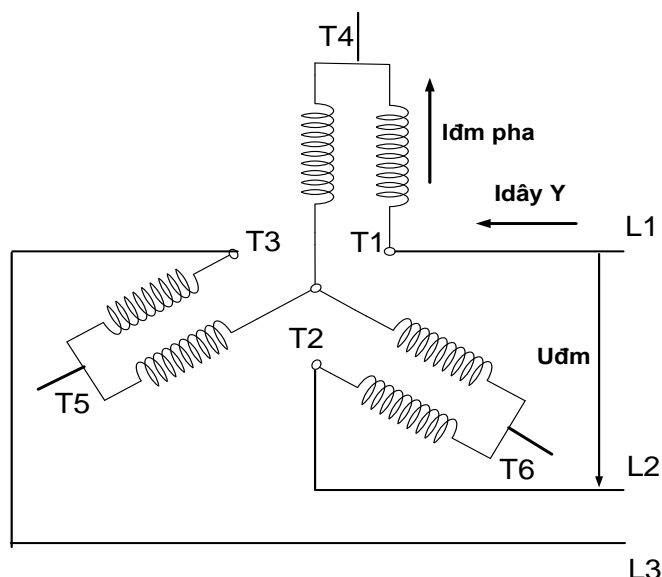


Khi động cơ vận hành tốc độ nhanh, dây quấn đầu theo dạng Y song song , giá trị dòng điện qua các dây nguồn được xác định theo quan

$$I_{dâyY/Y} = 2.I_{dmpha}$$

Gọi :

- + \blacksquare_{ch} : hiệu suất động cơ lúc vận hành tốc độ chậm .
- + $(\text{Cos}\blacksquare)_{ch}$: hệ số công suất của động cơ lúc vận hành tốc độ chậm .
- + \blacksquare_{nh} : hiệu suất động cơ lúc vận hành tốc độ nhanh .
- + $(\text{Cos}\blacksquare)_{nh}$: hệ số công suất của động cơ lúc vận hành tốc độ nhanh



1.7.2. TỐC ĐỘ NHANH (2p2)

Khi động cơ vận hành tốc độ chậm, dây quấn đấu theo dạng Y nối tiếp, giá trị dòng điện qua các dây nguồn được xác định theo quan hệ:

$$I_{dâyY} = I_{đmpha}$$

Công suất định mức của động cơ khi vận hành tốc độ nhanh là:

$$(P_{đm})_{nh} = \sqrt{3} \cdot U_{đmdây} \cdot (I_{dâyY/Y}) \cdot \eta_{nh} \cdot (\cos \varphi)_{nh}$$

$$(P_{đm})_{nh} = \sqrt{3} \cdot U_{đmdây} \cdot (2 \cdot I_{đmpha}) \cdot \eta_{nh} \cdot (\cos \varphi)_{nh}$$

Thu gọn, ta có:

$$(P_{đm})_{nh} = 2\sqrt{3} \cdot U_{đmdây} \cdot I_{đmpha} \cdot [\eta_{nh} \cdot (\cos \varphi)_{nh}] \quad (\text{A})$$

Công suất định mức của động cơ khi vận hành tốc độ chậm là:

$$(P_{đm})_{ch} = \sqrt{3} \cdot U_{đmdây} \cdot (I_{dâyY}) \cdot \eta_{ch} \cdot (\cos \varphi)_{ch}$$

$$(P_{đm})_{ch} = \sqrt{3} \cdot U_{đmdây} \cdot I_{đmpha} \cdot \eta_{ch} \cdot (\cos \varphi)_{ch}$$

Thu gọn, ta có:

$$(P_{đm})_{ch} = \sqrt{3} \cdot U_{đmdây} \cdot I_{đmpha} \cdot [\eta_{ch} \cdot (\cos \varphi)_{ch}] \quad (\text{B})$$

Lập tỉ số các giá trị công suất tính được theo (A) và (B) ta có quan hệ:

$$\frac{(P_{đm})_{ch}}{(P_{đm})_{nh}} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{đmdây} \cdot I_{đmpha} \cdot [\eta_{ch} \cdot (\cos \varphi)_{ch}]}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{đmdây} \cdot I_{đmpha} \cdot [\eta_{nh} \cdot (\cos \varphi)_{nh}]} = \left(\frac{1}{2}\right) \cdot \frac{[\eta_{ch} \cdot (\cos \varphi)_{ch}]}{[\eta_{nh} \cdot (\cos \varphi)_{nh}]}$$

$$\frac{(P_{đm})_{ch}}{(P_{đm})_{nh}} = 0,5 \cdot \frac{[\eta_{ch} \cdot (\cos \varphi)_{ch}]}{[\eta_{nh} \cdot (\cos \varphi)_{nh}]} = 0,5 \cdot 0,7 = 0,35$$

Tóm lại:

$$\frac{(P_{đm})_{ch}}{(P_{đm})_{nh}} = 0,35$$

Lập tỉ số các giá trị momen vận hành tại tốc độ chậm và tốc độ nhanh, ta có :

$$\frac{Mch}{Mnh} = \left[\frac{(Pdm)ch}{(Pdm)nh} \right] \cdot \left[\frac{nh}{nch} \right] = 0,35 \cdot 2 = 0,7$$

Như vậy :

$$\frac{Mch}{Mnh} = 0,7$$

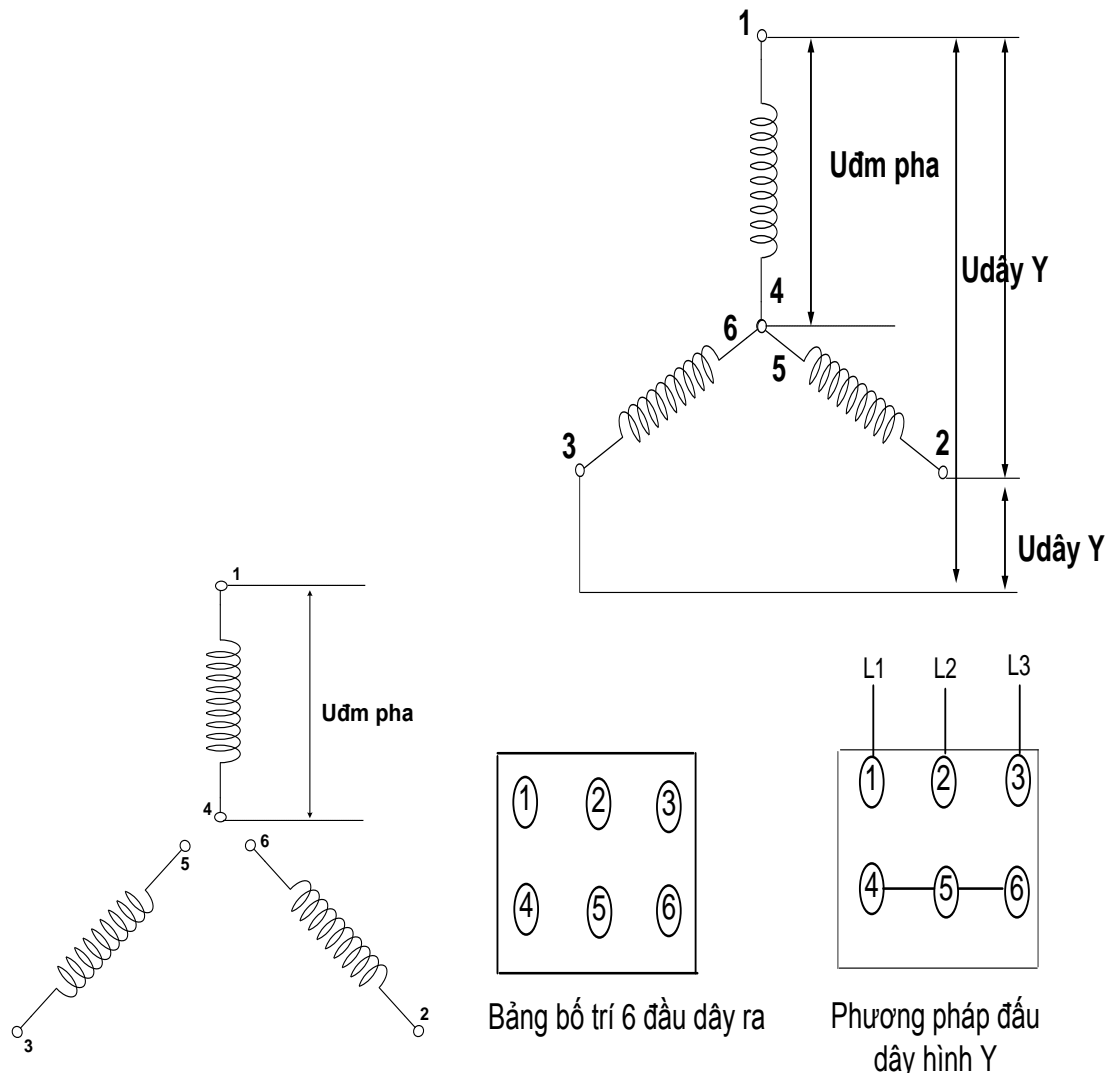
Tóm lại :

Đối với động cơ dùng sơ đồ đổi tốc công suất và momen thay đổi , ta có :

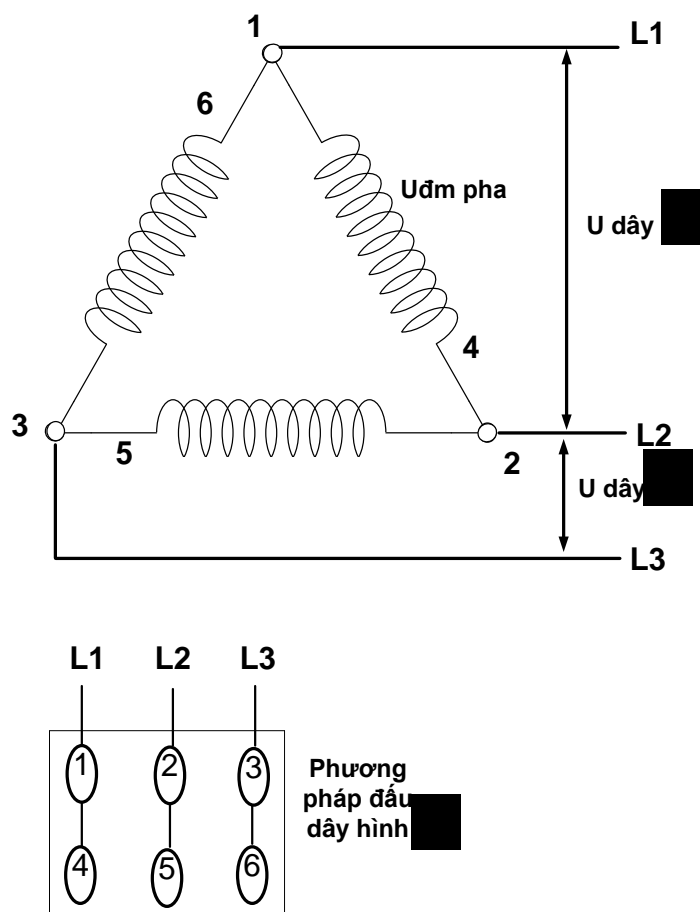
- + Khi vận hành tốc độ chậm, momen bằng 0,7 lần giá trị momen khi vận hành tốc độ nhanh.
- + Khi vận hành tốc độ chậm, công suất thấp bằng 0,35 lần giá trị công suất khi vận hành tốc độ nhanh.

1.8.ĐỘNG CƠ 3 PHA ROTOR LỒNG SÓC 6 ĐẦU DÂY

1.8.1.PHƯƠNG PHÁP RA DÂY



Hình 1.13 : sơ đồ ra dây và đấu dây quấn stator theo hình Y



Hình 1.8 : Sơ đồ đấu dây quấn stator theo hình

Các điều cần chú ý khi đấu dây vận hành cho động cơ 3 pha ra 6 đầu dây được tóm tắt như sau:

+ Các đầu ra dây của 3 phase dây quấn stator được đánh thứ tự bằng các ký tự số theo tiêu chuẩn NEMA.

- . ĐẦU của các phase được đánh số thứ tự theo : 1 , 2 , 3.
- . CUỐI của các phase được đánh số thứ tự theo : 4 , 5 , 6.
- . ĐẦU & CUỐI của cùng một phase số thứ tự chênh lệch 3 đơn vị.

+ Muốn thực hiện phương pháp đấu Y , chúng ta tạo mỗi nối chung bằng phương pháp đấu dính chung 3 đầu đồng tính chất của 3 bộ dây.

.Mỗi nối chung hình Y có thể là giao điểm của 3 đầu 1 , 2 , 3 ; với phương pháp đấu nối này các dây nguồn L1 , L2 , L3 sẽ cấp vào các đầu còn lại là 4 , 5 , 6.

. Nếu mỗi nối chung hình Y là giao điểm của 3 đầu 4 , 5 , 6 ; các dây nguồn L1 , L2 , L3 sẽ cấp vào các đầu còn lại là 1 , 2 , 3.

+ Muốn thực hiện phương pháp đấu , ta cần dựng 3 đỉnh ; đỉnh của có thể xem là giao điểm của 2 đầu khác tính chất của 2 bộ dây quấn. Khi đã dựng được một đỉnh , thực hiện qui cách liên kết trên nhưng hoán vị vòng thứ tự ta có được hai đỉnh khác còn lại

. Giả sử, ta dựng đỉnh đầu tiên bằng cách nối đầu CUỐI 4 của phase dây quấn thứ 1 với ĐẦU 2 của phase dây quấn thứ 2. Đỉnh thứ 2 của sơ đồ được xây dựng bằng cách nối chung đầu CUỐI 5 của pha dây quấn thứ 2 với ĐẦU 3 của phase dây quấn thứ 3.

. Đỉnh cuối cùng của là giao điểm của đầu cuối 6 của phase dây quấn thứ 3 của đầu 1 của phase dây quấn thứ 1.

+ Nếu gọi điện áp $U_{dm\ pha}$ là điện áp định mức quy định của nhà sản xuất cho mỗi phase dây quấn. Tùy theo sơ đồ đấu liên kết giữa các phase dây quấn khi vận hành; giá trị điện áp dây của nguồn điện lưới cấp vận hành cho động cơ thỏa một trong các quan hệ sau:

Khi động cơ đấu Y vận hành :

$$U_{dâyY} = \sqrt{3} \cdot U_{dm\ pha}$$

Khi động cơ đấu vận hành:

$$U_{dây} = U_{dm\ pha}$$

Từ các quan hệ trên chúng ta rút ra nhận xét như sau:

$$U_{dâyY} = \sqrt{3} \cdot U_{dây}$$

Tóm lại, với động cơ 3 pha ra 6 đầu, thay đổi sơ đồ đấu dây khi vận hành là để nhằm tạo sự tương thích giữa điện áp quy định của nhà sản xuất cho mỗi sơ đồ điện dây với điện áp nguồn lưới.

1.8.2. GIẢM DÒNG KHỞI ĐỘNG

Trước tiên, chúng ta qui ước các ký hiệu sau:

+ I_{mm} trực tiếp: dòng điện khởi động trực tiếp qua dây nguồn khi cung cấp nguồn điện lưới vào dây quấn stator của động cơ (lúc đó dây quấn stator đang đấu).

+ I_{mmY} : dòng điện khởi động qua dây nguồn khi bộ dây stator đấu Y.

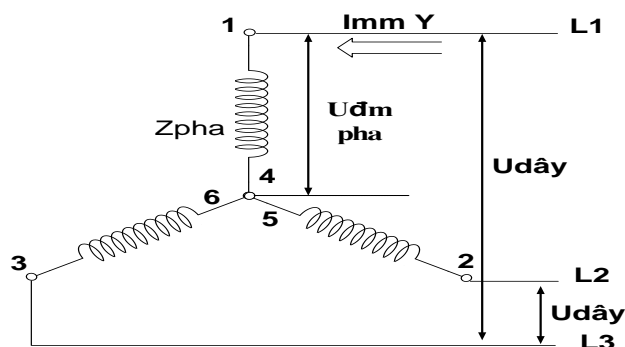
+ U_{pha} : điện áp pha nguồn lưới cấp vào dây quấn stator trong lúc khởi động.

+ $U_{dây}$: điện áp dây nguồn lưới cấp vào dây quấn stator trong lúc khởi động.

+ Z_{pha} : Tổng trở tương đương của một pha dây quấn tại thời điểm khởi động động cơ.

Chúng ta xét dòng điện khởi động qua dây nguồn cung cấp trong hai trường hợp (trong cả hai trường hợp điện áp nguồn có giá trị giống nhau).

1.8.2.1 KHI KHỞI ĐỘNG TRỰC TIẾP:

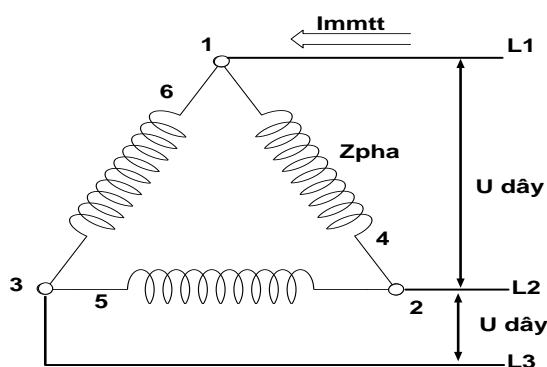


Dòng điện khởi động trực tiếp được xác định theo quan hệ sau:

$$I_{mm \text{ trực tiếp}} = \frac{U_{dây} \cdot \sqrt{3}}{Z_{pha}}$$

CHÚ Ý: Trong trường hợp này, do động cơ đầu ■■■, do đó giá trị dòng điện qua từng nhánh pha lúc khởi động là $\frac{U_{dây}}{U_{pha}}$

1.8.2.2 KHI KHỞI ĐỘNG VỚI SƠ ĐỒ ĐẦU Y:



Dòng điện khởi động tại sơ đồ đầu Y được xác định theo quan hệ sau:

$$I_{mmY} = \frac{U_{dây}}{Z_{pha}} = \frac{U_{dây}}{Z_{pha} \cdot \sqrt{3}}$$

So sánh các quan hệ ta suy ra kết quả sau:

$$I_{mm \text{ trực tiếp}} = 3 \cdot I_{mmY}$$

Tóm lại khi dùng phương pháp đổi đầu từ Y sang ■■■, dòng điện khởi động lúc khởi động động cơ thấp hơn 3 lần so với dòng điện khởi động trực tiếp.

CHƯƠNG 2: TÍNH TOÁN VÀ THIẾT KẾ MẠCH ĐỘNG LỰC

2.1. ĐỘNG CƠ I: là động cơ 3 pha rotor lồng sóc có các thông số như sau:

$$P_{dm} = 60Hp$$

$$U_{dm}: (\quad / \quad) 760v/380v$$

$$\text{Hiệu suất của động cơ: } \eta = 88\%$$

$$\text{Hệ số định mức công suất của động cơ: } \cos\phi = 0.88$$

2.1.1. TÍNH TOÁN:

Dựa vào thông số định mức của động cơ, chúng ta xác định dòng điện định mức lúc đầy tải là:

$$I_{dm} = \frac{P_{dm}}{\sqrt{3} \cdot U_{dây} \cdot \cos\phi} = \frac{60.746}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.88} = 87.8 \text{ (A)}$$

Gía trị dòng định mức này là dòng đi qua dây nguồn (dòng dây) cấp vào dây quấn stator của động cơ (đang đấu theo sơ đồ Δ).

Dòng điện khởi động trực tiếp qua dây nguồn (khi động cơ đấu Δ và cấp nguồn áp 3 pha có giá trị định mức trực tiếp vào dây quấn stator).

$$\text{Với: } I_{mmt} = (5 \rightarrow 7)$$

$$\text{Ta chọn: } I_{mmt} = 6 \cdot I_{dm} = 6 \cdot 87.8 = 526.9 \text{ (A)}$$

Dòng điện khởi động qua dây quấn nguồn khi dùng phương pháp đổi đầu dây quấn từ Δ chuyển sang Y .

$$I_{mm \Delta} = 4 \cdot I_{mm Y}$$

$$I_{mmt} = 4 \cdot I_{mm}$$

$$\text{Suy ra: } I_{mm \Delta} = I_{kd \Delta} = \frac{I_{mmt}}{4} = 132 \text{ (A)}$$

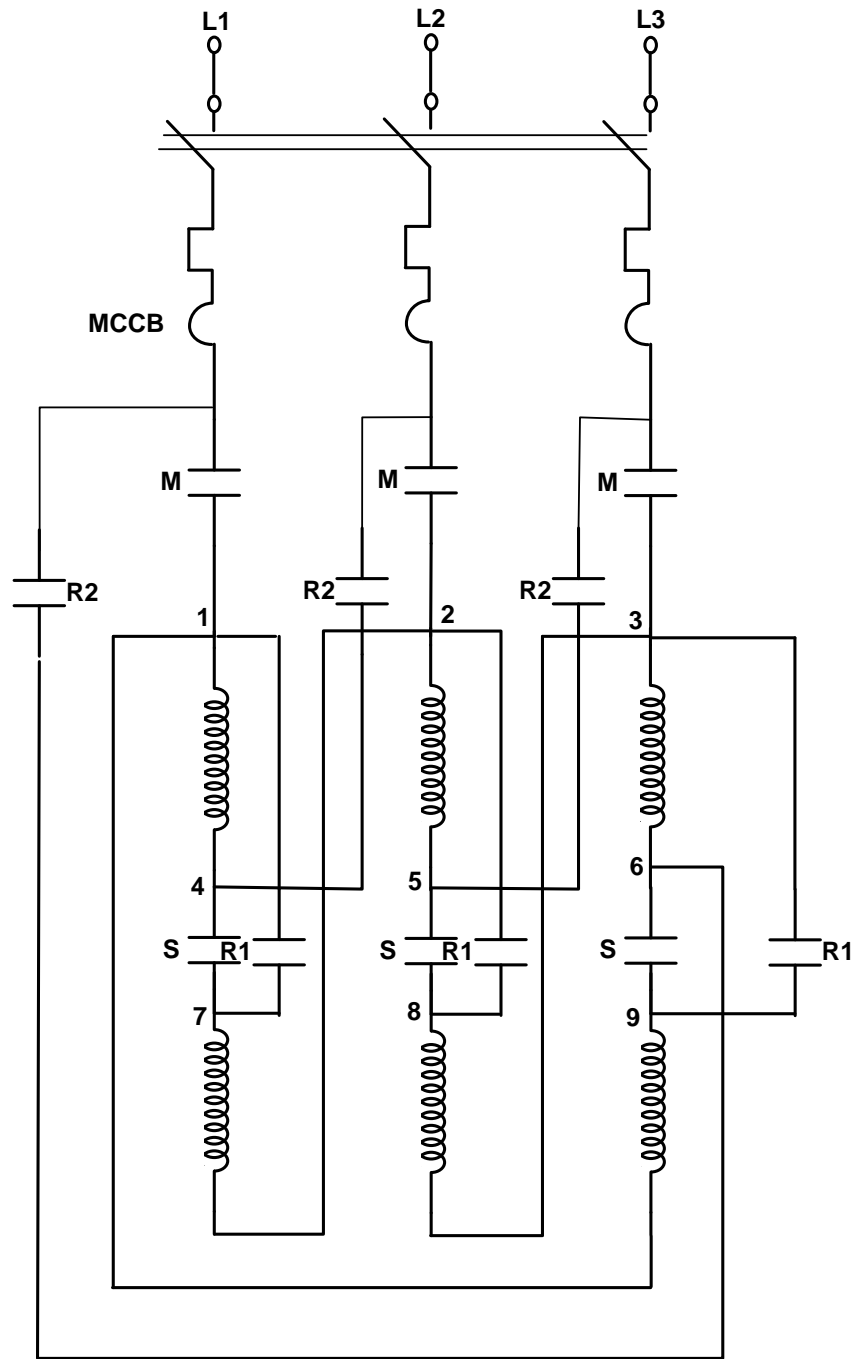
Tóm lại với kết quả này dòng mở máy chỉ cao hơn dòng điện định mức 1.5 lần, tuy nhiên moment khởi động giảm thấp 4 lần (so với lúc khởi động trực tiếp).

2.1.2. THIẾT KẾ MẠCH ĐỘNG LỰC:

Với: **M; S; R1; R2** lần lượt là các CONTACTOR:

+ Đầu tam giác nối tiếp: **M, S**

+ Đầu tam giác song song: **M; R1; R2**



TRẠNG THÁI 1: KHỞI ĐỘNG TAM GIÁC NỐI TIẾP

TRẠNG THÁI 2: VẬN HÀNH TAM GIÁC SONG SONG

L1-1
L2-2
L3-3

M

4-7
5-8
6-9

S

L1-1
L2-2
L3-3

M

1-7
2-8
3-9

R1

7-6
8-4
9-5

R2



2.1.2.1: CHON MCCB :NF125-CW (LOẠI 100A)

Ta chọn MCCB theo điều kiện sau:

In \blacksquare Idm
(X lần).In \blacksquare Imm.

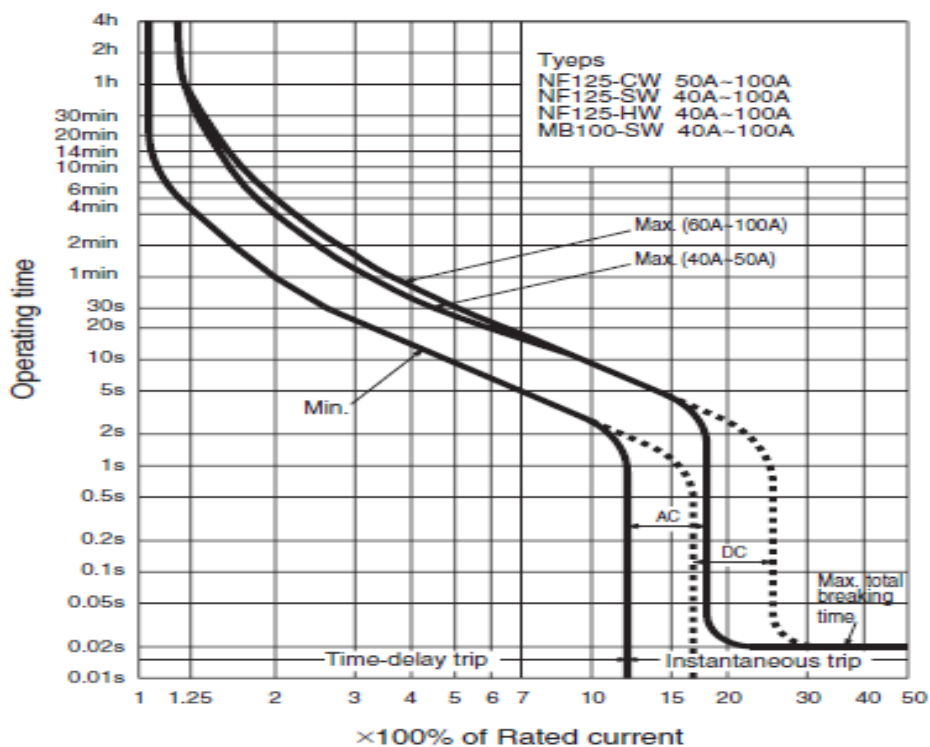
NF125-CW NF125-SW
NF125-HW MB100-SW



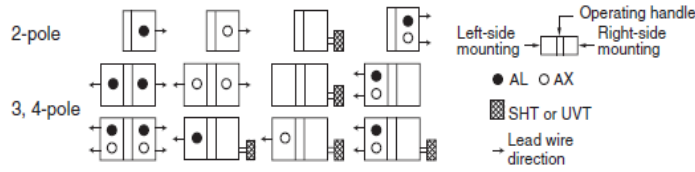
Type NF125-SW

Type name		NF125-CW			NF125-SW			NF125-HW			MB100-SW						
Rated current In (Amp.)		50 (60) 63 (75) 80 100 125			(15) 16 20 (30) 32 40 50 (60) 63 (75) 80 100 125			(15) 16 20 (30) 32 40 50 (60) 63 (75) 80 100			(12.5) (16) (25) 32 (40) 45 63 71 90 100						
Number of poles		2 3			2 3 4			2 3 4			3						
Rated insulation voltage Ui (V)		600			600			600			500						
Rated short-circuit breaking capacity (kA)	IEC 60947-2 (Icu/Ics)	AC	690V	-			8/4			10/5			-				
			500V	7.5/4			18/9			30/15			-				
			440V	10/5			25/13			50/25			25/13				
			400V	10/5			30/15			50/25			30/15				
			230V	30/15			50/25			100/50			50/25				
			DC *1	250V	7.5/4	-			15/8	-			40/20	-			
		400V	-			7.5/4	-			15/8	-			40/20	-		
		500V	-			-			15/8	-			40/20	-			
Standard Attached Parts (Front connection)		Mounting screw: M4x0.7x55 (2 and 3P: 2pcs, 4P: 4pcs) (Note) Insulation barrier: (2P: 1pc, 3P: 2pcs, 4P: 3pcs) Note: These are supplied with NF125-SW, NF125-HW, and MB100-SW models.															

*1: When wired as shown at the bottom of page 13, 3-pole models can be used for up to 400 V DC, and 4-pole models for up to 500 V DC.

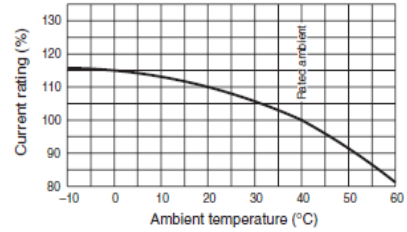


Internal Accessories



Remark: (1) refer to page 44.

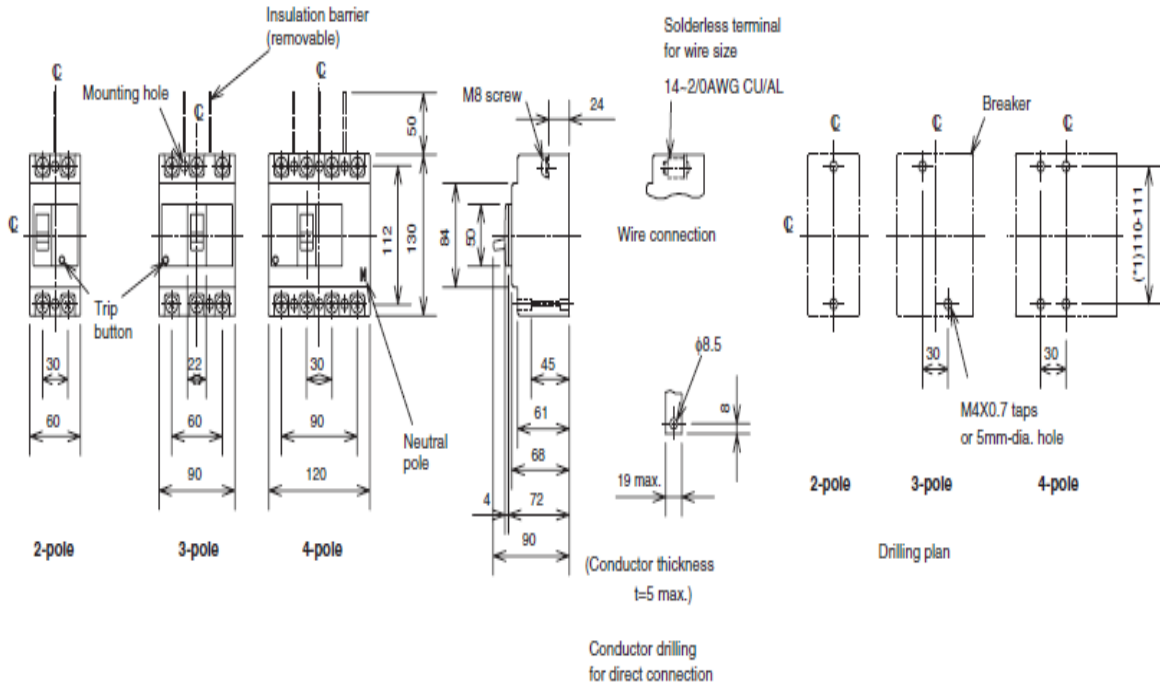
Ambient Compensating Curve

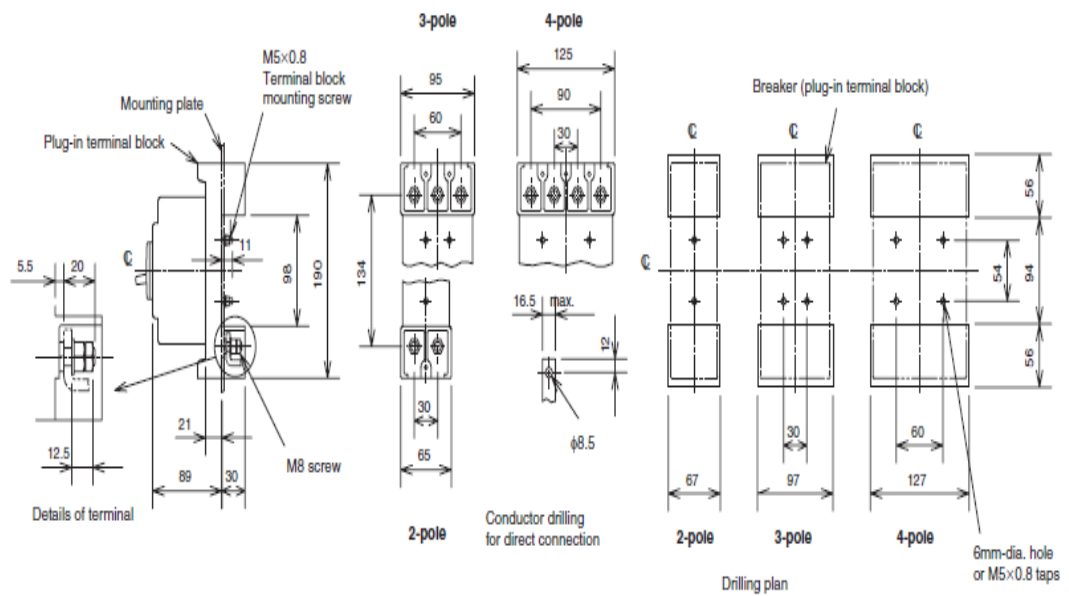
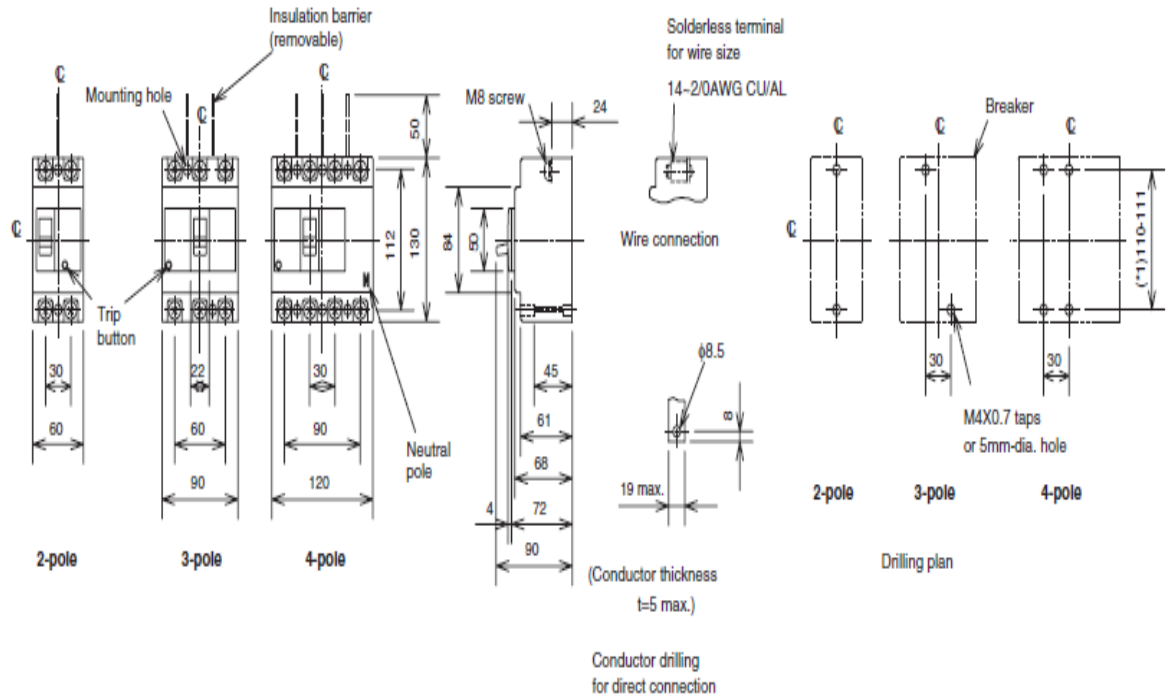


External Accessories

Accessories	Type name	Reference page	Accessories	Type name	Reference page
Operating handle	F F1SW (*1)	55	Mechanical interlock	MI MI-05SW3 (*1)	69
	S S1SW	57		Terminal cover	Small TC-S TCS-1SW3W (*1)
	V V1SW (*2)	54	Large TC-L TCL-1SW3W (*1)		
R R1SW	58	Skeleton TTC TTC-1SW3 (*1)			
LC LC-1SW	70	Rear BTC BTC-1SW3W (*1)			
(*4) HLF HLN-1SW		Pulg-in PTC PTC-1SW3W (*1)			
HL-S HLS-1SW (*1)(*4)		IEC 35mm rail mounting adapters	DIN-1SW3 (*1)	70	
			Electrical operation device	MDS-NF1SWE (*3)	61

Notes: (*1) The designation depends on the number of poles. Refer to the reference page.
 (*2) Attach the letter 'F' to the end of designation for a fixed type.
 (*3) Specify the working voltage. An order should be placed at the same time as an order of circuit breaker main body.
 (*4) HLF and HLS types are used for OFF-lock, and HLN types for ON-lock.





Note: (*1) It can respond to the attachment size of 110 and 111 both sides.

Remark: 2-pole model of NF125-HW are 3-pole model with the central pole removed.

2.1.2.2: CHON CONTACTOR: S-N25.(50A)

Chế độ AC4 dùng cho việc đóng ngắt động cơ không đồng bộ 3 pha rotor lồng sóc ở chế độ hoạt động thường xuyên : M và R (chịu dòng từ 43.9A chở lên).

Chế độ AC3: dùng để đóng ngắt động cơ không đồng bộ 3 pha rotor lồng sóc trong suốt quá trình vận hành thông thường : Do S hoạt động trong thời hạn rất ngắn nên ta chọn

Contactor chịu dòng từ $\frac{132}{6}$ A

Contactor	Type	S/SD-									
		S-N10	N11	N12	S-N18	S-N20	S/SD-N21	S-N25	S/SD-N35	S/SD-K50	S/SD-K65
Rated insulation voltage	V	690	690	690	690	690	690	690	690	690	690
Rated continuous current	Ith	20	20	25	32	32	50	60	80	100	
Rated operational current											
3-ph, Category AC-3	220-240V	A	11	13	18	22	22	30	40	55	65
	380-440V	A	9	12	16	22	22	30	40	50	62
	500V	A	7	9	13	17	17	24	32	33	45
	690V	A	5	7	9	9	9	12	17	26	35
Rated capacity for jogging of AC motors											
3-ph, category AC-4	220-240V	kW	0.75	1.1	1.5	2.2	2.2	3	3.7	5.5	7.5
	380-440V	kW	1.1	1.5	2.2	3.7	3.7	5.5	5.5	7.5	11
Electrical life is ca. 2000000 operations	500V	kW	1.1	1.5	2.2	3.7	3.7	5.5	5.5	7.5	11
	690V	kW	1.1	1.5	2.2	3.7	3.7	5.5	5.5	7.5	11
Max. current for AC-4 duty at 440V	A	6	9	9	13	13	17	24	32	47	
Rated capacity for 3-ph. capacitors* 15 operations/hour max. 100,000 operations (ambient temperature 40°C)											
220-240V	kvar	2.2	3	4	5.5	5.5	8.5	12	20	20	
	380-440V	kvar	3.3	4	6	10	10	14	20	40	
	550V	kvar	4	5	6	10	10	14	20	35	
	690V	kvar	3.3	4.5	5.5	10	10	14	20	30	
Rated insulation voltage	V	690	690	690	690	690	690	690	690	690	
Making & breaking											
3-ph, cosθ = 0.35 240V/440V	Making current	A	110/110	130/120	180/180	220/220	220/220	300/300	400/400	550/460	650/620
	Breaking current	A	100/72	120/100	180/130	220/220	220/220	300/240	400/320	550/460	650/620
Switching frequency	Category AC-1	operations/hour	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,200	1,200
	Category AC2 & AC-3	operations/hour	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,200	1,200
	Category AC-4	operations/hour	660	660	600	600	600	600	600	600	600
Operating time (at rated coil voltage) AC operated	Closing	ms	15	15	15	15	15	15	15	25	25
	Opening	ms	10	10	10	10	10	10	10	53	53
DC operated	Closing	ms	—	45	—	—	33	—	50	57	57
	Opening	ms	—	10	—	—	12	—	13	15	15
Coil consumption (at rated coil voltage) AC operated	Inrush	VA	60	60	60	90	90	110	110	132	132
	Sealed	VA	10	10	10	15	15	13	13	17	17
	Watts	W	3.5	3.5	3.5	5.3	5.3	5.3	5.3	2.8	2.8
DC operated	Inrush	VA	—	7	—	—	16	—	18	24	24
	Sealed	VA	—	7	—	—	16	—	18	24	24
Coil voltage tolerance		0.85 to 1.1 times rated coil voltage									
Mechanical endurance (make/break operations)	million	10	10	10	10	10	10	10	5	5	
Permissible ambient temperature	°C	-25 to +55									
Vibration (10-55 Hertz)	G	2									
Shock (10 ms half sine wave)	G	5									
Conductor size	mm²	1-2.5	1-2.5	1-6	1-6	1-6	2-16	2-16	2-25	2-25	
Main terminal (contactor)	mm²	1-2.5	1-2.5	1-6	1-6	1-6	2-16	2-16	2-25	2-25	
Main terminal (overload relay)	mm²	1-2.5	1-2.5	1-2.5	1-2.5	1-2.5	1-2.5	1-2.5	1-2.5	1-2.5	
Control terminal	mm²	1-2.5	1-2.5	1-2.5	1-2.5	1-2.5	1-2.5	1-2.5	1-2.5	1-2.5	
Busbar width	mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Notes: 1. 660A at ambient temperature 40-55°C.

2. 800A at ambient temperature 40-55°C.

3. Conductor size in parentheses indicate compression terminal style not for bare clamping.

4. The peak value of inrush current should be less than 2000% of the effective value for rated current of capacitors.

The selection is invalid for the circuit of parallel capacitors which are controlled individually.

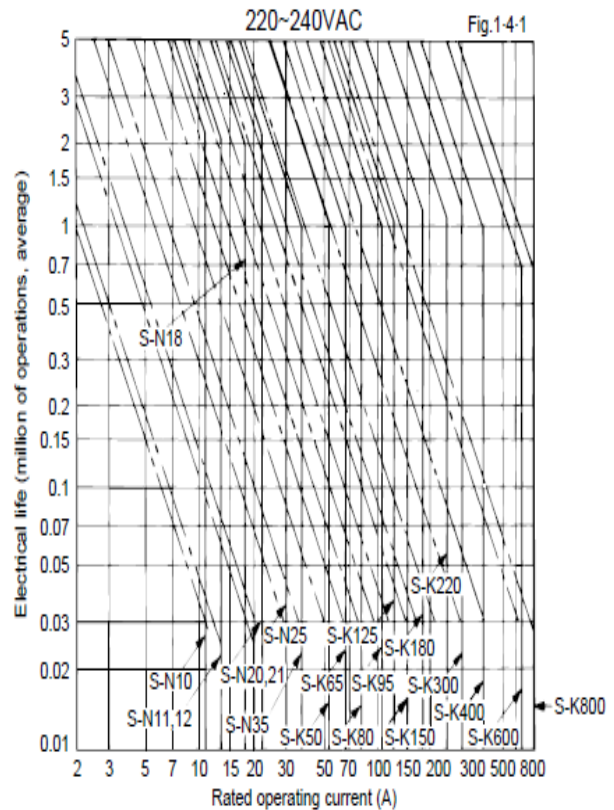
1.4.2 Performance of Series S-N/K Contactors

Electrical Life

The electrical life of the main contacts of a contactor is determined mainly by the circuit-opening duty it will perform. The relationship between electrical life and rated current of Mitsubishi contactors under normal and jogging duties of squirrel-cage motors is shown in Fig. 1.4.1 and 1.4.2. In the case of a mixture of normal and jogging duties, the expected contactor life can be determined as follows:

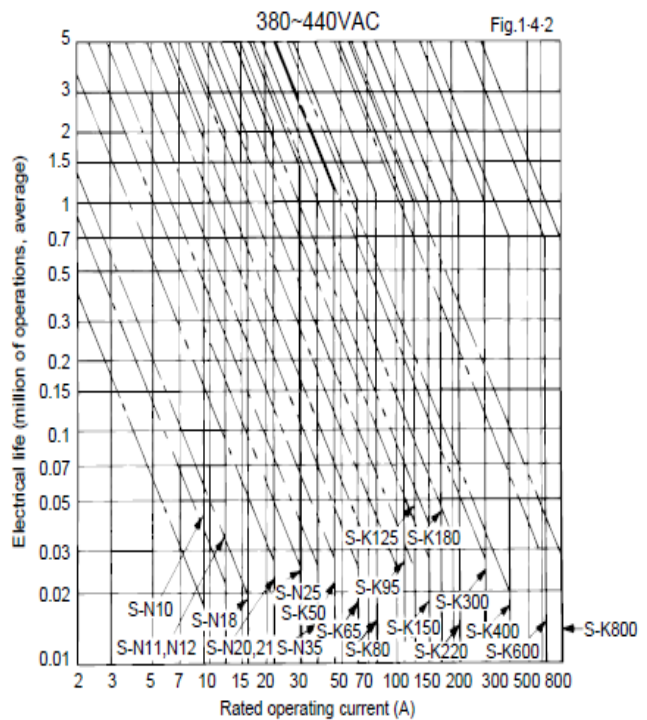
$$N = Nr/1 + \frac{\alpha}{100} (Nr/Ni - 1) \dots \dots \dots \text{Eq.1.1}$$

- where N : Life in the case of α% jogging duty
- Nr : Life in the case of normal duty
- Ni : Life in the case of 100% jogging duty
- α : Percentage of jogging duty



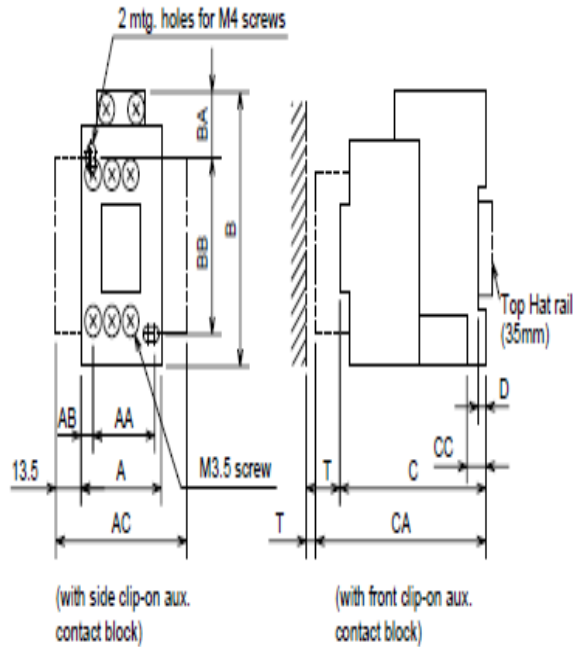
Electrical life versus rated operating current (Ie)
(Ie = Rated operational current.)

- Normal duty, 6I_e on, I_e off, on-load factor 40%,
— 1200 operations / hour (AC3)
- Jogging duty, 6I_e on, 6I_e off, on-load factor 7%,
- - - 600 operations / hour (AC4)-S-N10~S-K300
300 operations / hour (AC4)-S-K400~S-K600
150 operations / hour (AC4)-S-K800



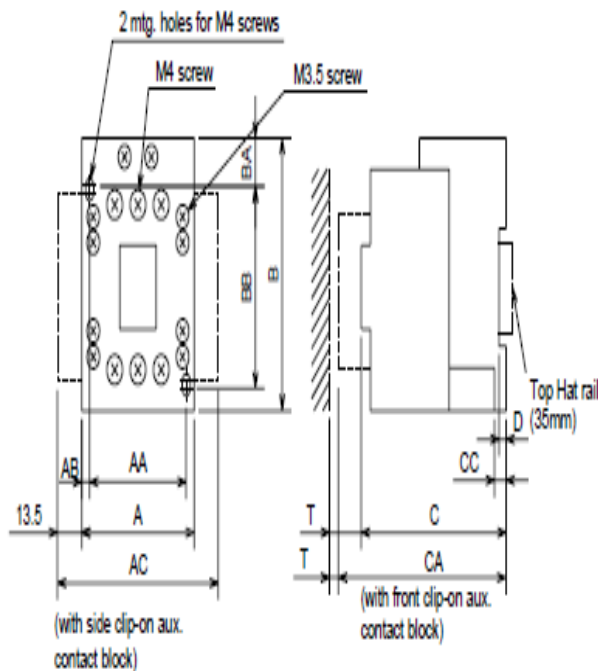
1-9 Outline Dimensions

1-9-1 Outline Dimensions of Non-Reversing Contactors



	A	B	C	AA	AB	AC	BB	BA	CC	CA	D	Wt.(kg)	T
S-N10,-N11	43	78	78	35	4.5	70	50	19	10	106	4	0.3	5
S-N12	53	78	78	40	4.5	—	50	19	10	106	4	0.32	5
S-N18	43	79	81	30	6	—	60	13	10	109	4	0.33	5
SD-N11	43	78	110	35	4.5	70	50	19	10	138	4	0.62	5
SD-N12	53	78	110	40	4.5	—	50	19	10	138	4	0.64	5

Note: Front clip-on and side clip-on aux. contact blocks should not both be mounted.



	A	B	C	AA	AB	AC	BB	BA	CC	CA	D	Wt.(kg)	T
S-N20,-21	63	81	81	54	4.5	90	60	14	6.5	109	4	0.4	5
S-N25,-N35	75	89	91	65	5	102	70	13	6.5	119	4	0.52	5
SD-N21	63	81	113	54	4.5	90	60	14	6.5	141	4	0.72	5
SD-N35	75	89	123	65	5	102	70	13	6.5	151	4	0.85	5

Note: Front clip-on and side clip-on aux. contact blocks should not both be mounted.

2.2. ĐỘNG CƠ II: là động cơ 3 pha rotor lồng sóc; đổi tốc độ dùng phương pháp đấu đổi cực; đổi tốc ngẫu lực và công suất thay đổi. số cực của động cơ là $2p=8$ cực và $2p=16$ cực. các thông số của động cơ vận hành ở tốc độ nhanh gồm:

$$P_{dm} = 10 \text{HP}$$

$$U_{dm} = 380 \text{v (áp dây)}$$

$$\text{Hiệu suất của động cơ: } \eta = 82\%$$

$$\text{Hệ số định mức của động cơ: } \cos \phi = 0,86$$

2.2.1. TÍNH TOÁN:

Dầu tiên chúng ta xác định các cấp tốc độ của động cơ:

$$+ \text{ Tốc độ nhanh: } 2P_1 = 8 \Rightarrow P_1 = 4 ; f = 50 \text{ (Hz)}$$

$$\text{Đấu Y// (M2 \& M4) : } n_1 = \frac{60.50}{4} = 750 \text{ (V/P)}$$

$$+ \text{ Tốc độ chậm: } 2P_2 = 16 \Rightarrow P_3 = 8$$

$$\text{Đấu Y (M1) } \Rightarrow n_3 = \frac{60.50}{8} = 375 \text{ (V/P)}$$

Gia trị dòng điện cung cấp vào động cơ khi mang tải định mức tại tốc độ nhanh:

$$I_{dmnh} = \frac{P_{nh}}{\sqrt{3}.U_{dây}. \cos \phi} = \frac{10.746}{\sqrt{3}.380.0,86.0,82} = 16 \text{ (A)}$$

Công suất định mức khi vận hành ở tốc độ chậm:

$$\frac{P_{ch}}{P_{nh}} = 0,35 \Rightarrow P_{ch} = P_{nh}.0,35 = 10.0,35 = 3,5 \text{ (HP)}$$

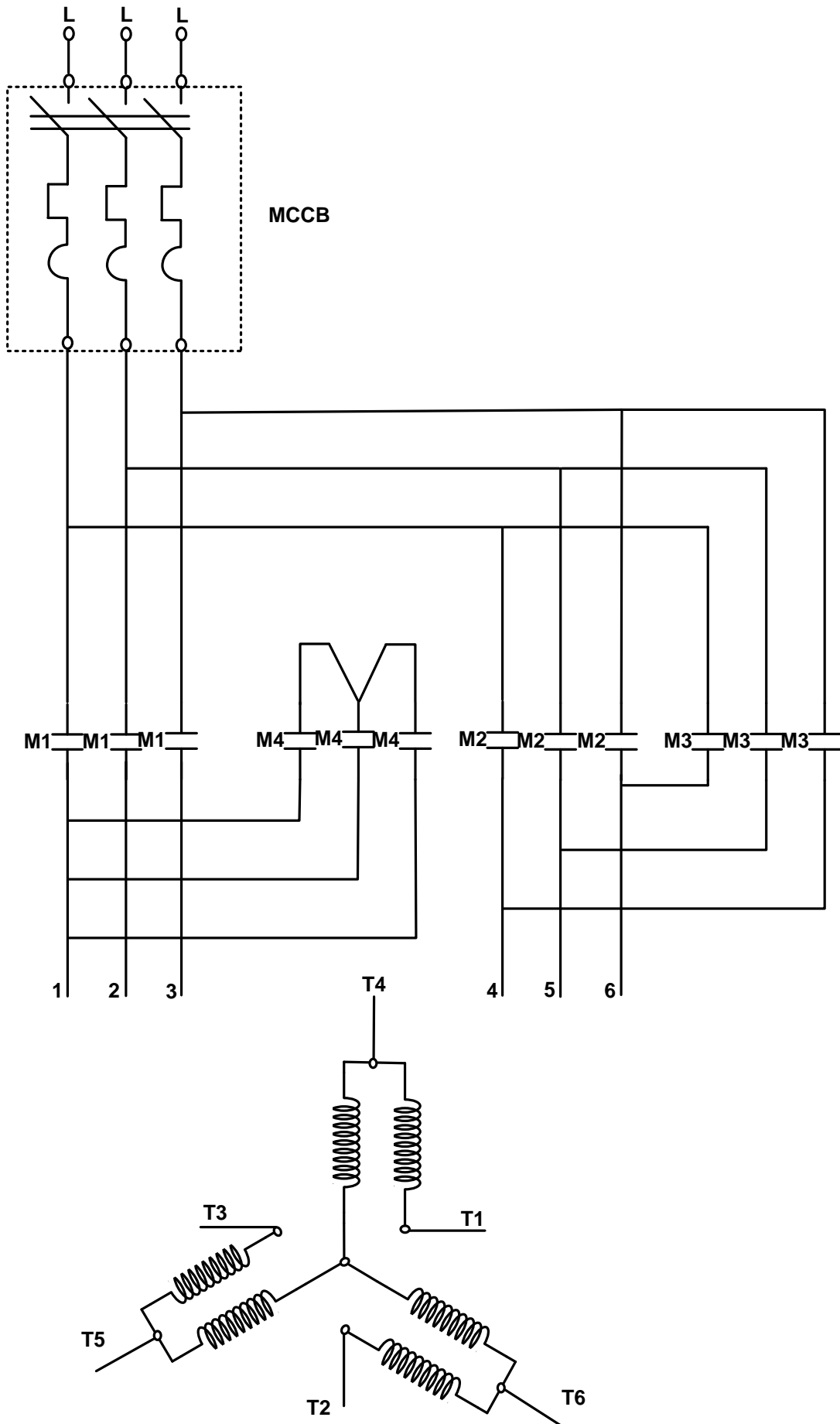
Dòng điện qua dây nguồn cung cấp vào động cơ lúc vận hành ở tốc độ chậm:

$$I_{dmch} = \frac{P_{ch}}{\sqrt{3}U_{dây}. \cos \phi_{ch}} \text{ Với } \frac{\cos \phi_{nh}}{\cos \phi_{ch}} = 0,7$$

$$\Rightarrow \cos \phi_{ch} = \cos \phi_{nh} . 0,7 = 0,86.0,82 . 0,7 = 0,543$$

$$\Rightarrow I_{dmch} = \frac{3,5.746}{\sqrt{3}.380.0,543} = 7,3 \text{ (A)}$$

2.2.2. THIẾT KẾ MẠCH ĐỘNG LỰC



2.2.2.1: CHON MCCB: NF32-SW (LOẠI 16A)

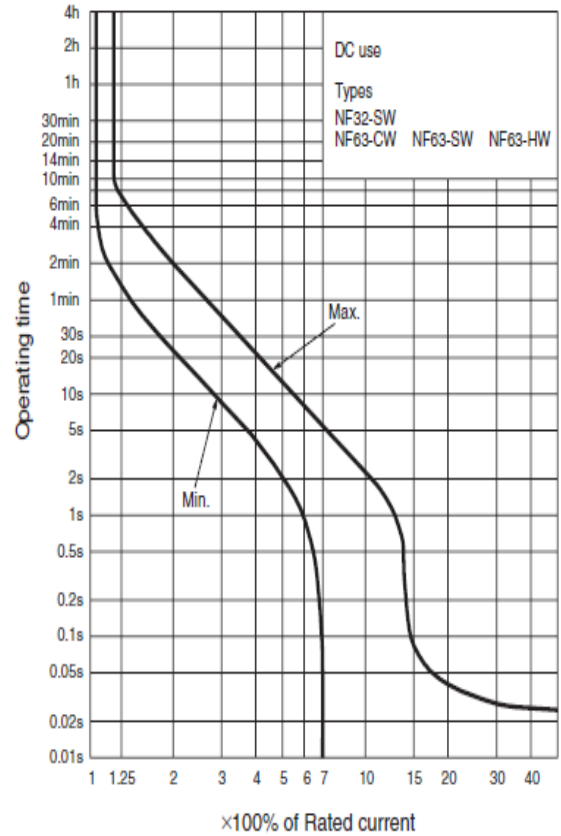
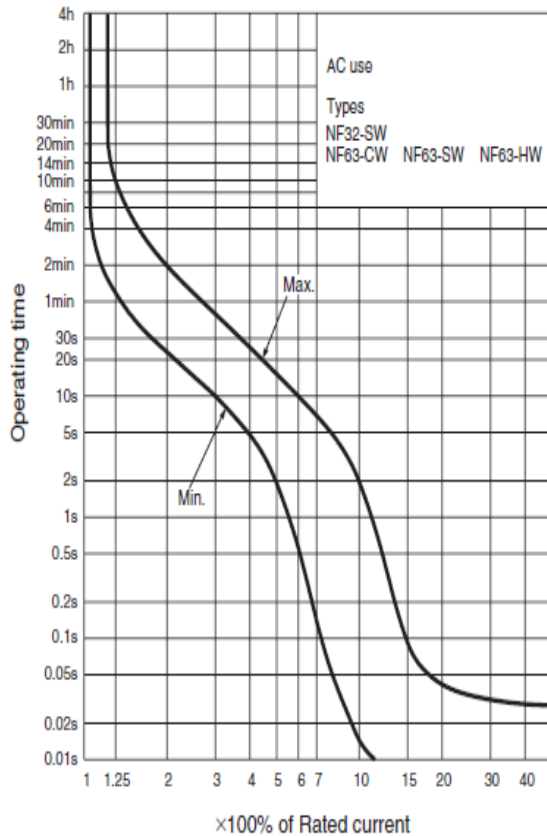
NF32-SW NF63-CW
 NF63-SW NF63-HW
 MB30-SW MB50-CW
 MB50-SW



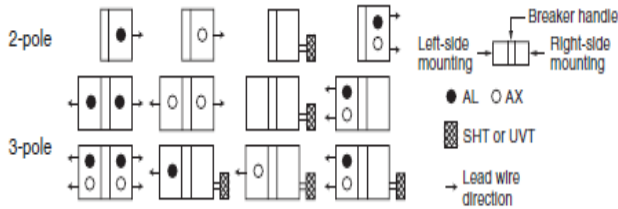
Type NF63-SW

Type name	NF32-SW	NF63-CW	NF63-SW	NF63-HW	MB30-SW	MB50-CW	MB50-SW			
Rated current In (Amp.)	3 4 (5) 6 10 (15) 16 20 25 (30) 32	3 4 (5) 6 10 (15) 16 20 25 (30) 32 40 50 (60) 63	3 4 (5) 6 10 (15) 16 20 25 (30) 32 40 50 (60) 63	10 (15) 16 20 25 (30) 32 40 50 (60) 63	0.8 1.2 1.4 2 2.5 4 5 7.1 8 10 12 16 25 32	8 10 12 16 25 32 40 45	0.8 1.2 1.4 2 2.5 4 5 7.1			
Number of poles	2*1 3	2*1 3	2*1 3 4	2*1 3 4	3	3	3			
Rated Insulation voltage UI (V)	600	600	600	690	500	500	500			
Rated short-circuit breaking capacity (kA)	IEC 60947-2 (Icu/Ics)	AC	690V	-	-	-	2.5/1	-	-	-
			500V	2.5/1	2.5/1	7.5/4	7.5/4	-	-	-
			440V	2.5/1	2.5/1	7.5/4	10/5	2.5/1	2.5/1	7.5/4
			400V	5/2	5/2	7.5/4	10/5	5/2	5/2	7.5/4
			230V	7.5/4	7.5/4	15/8	25/13	7.5/4	7.5/4	15/8
		DC	250V	2.5/1 -	2.5/1 -	7.5/4 -	7.5/4 -	-	-	-
Standard Attached Parts (Front connection)	Mounting screw: M4x0.7x55 (2 and 3P: 2pcs, 4P: 4pcs) (Note) Insulation barrier: (2P: 1pc, 3P: 2pcs, 4P: 3pcs) Note: These are supplied with NF63-SW, NF63-HW, and MB50-SW models.									

*1: Types of DC specifications can be produced upon request.

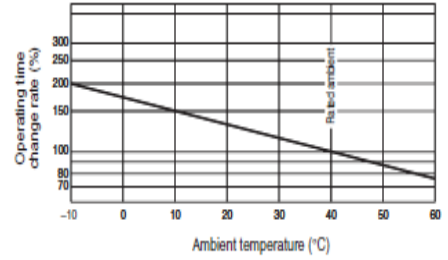


Internal Accessories



Remark: (1) refer to page 44.

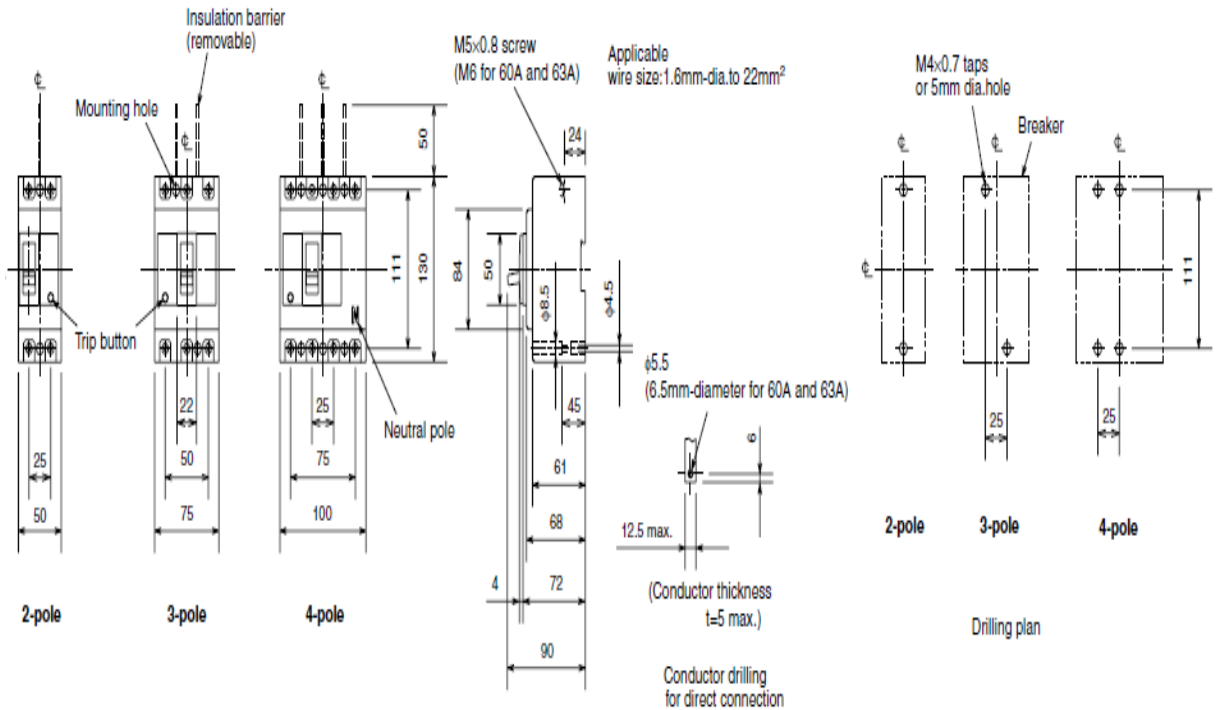
Temperature Characteristics

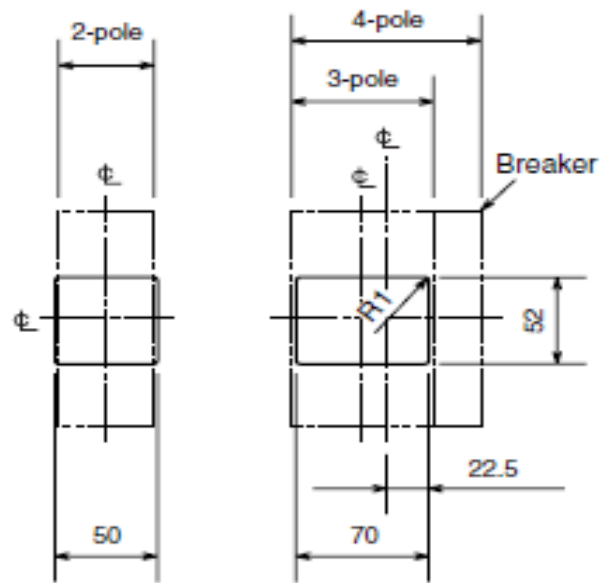
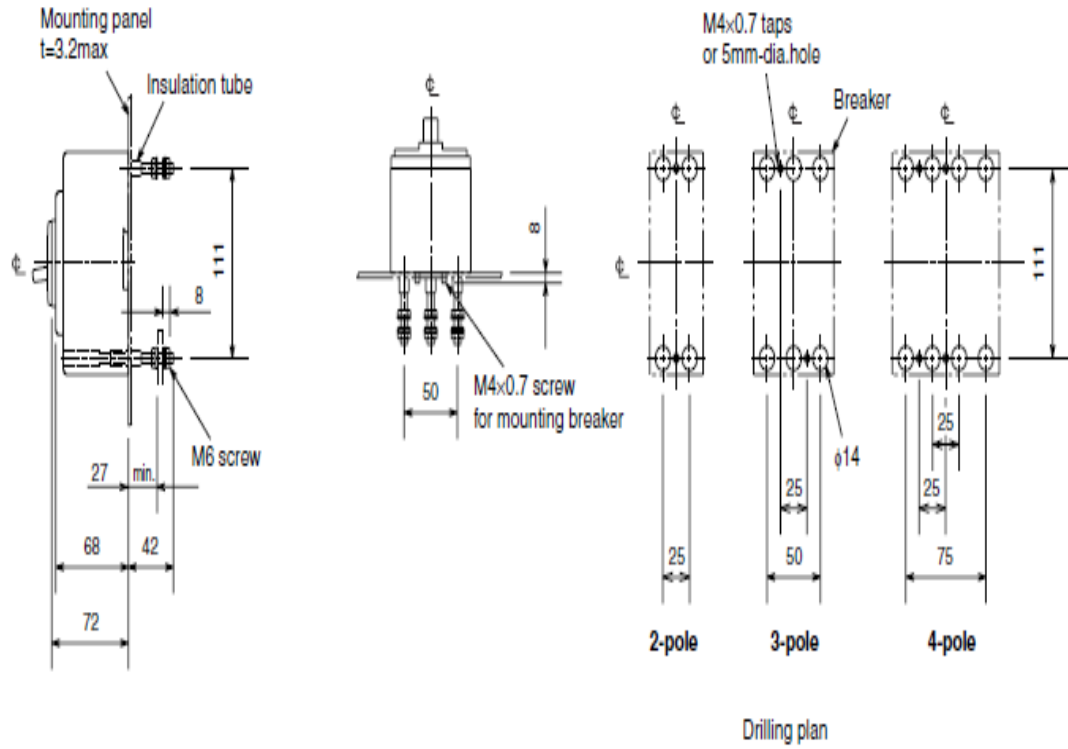


External Accessories

Accessories	Type name	Reference page	Accessories	Type name	Reference page	
Operating handle	F F05SW (*)	55	Mechanical interlock	MI MI-05SW3 (*)	69	
	S S05SW	57		Terminal cover	Small TC-S TCS-05SW3W (*)	60
	V V05SWF	54			Large TC-L TCL-05SW3W (*)	
R	—	Skeleton TTC TTC-05SW3 (*)				
Handle lock device	LC LC-05SW	70	Rear BTC BTC-05SW3W (*)			
(*) HLF HLF-05SW	HL HLN-05SW		Plug-in PTC PTC-05SW3W (*)			
HL HLN-05SW			IEC 35mm rail mounting adapters (option)	DIN-05SW	70	
HL-S HLS-05SW (*)						

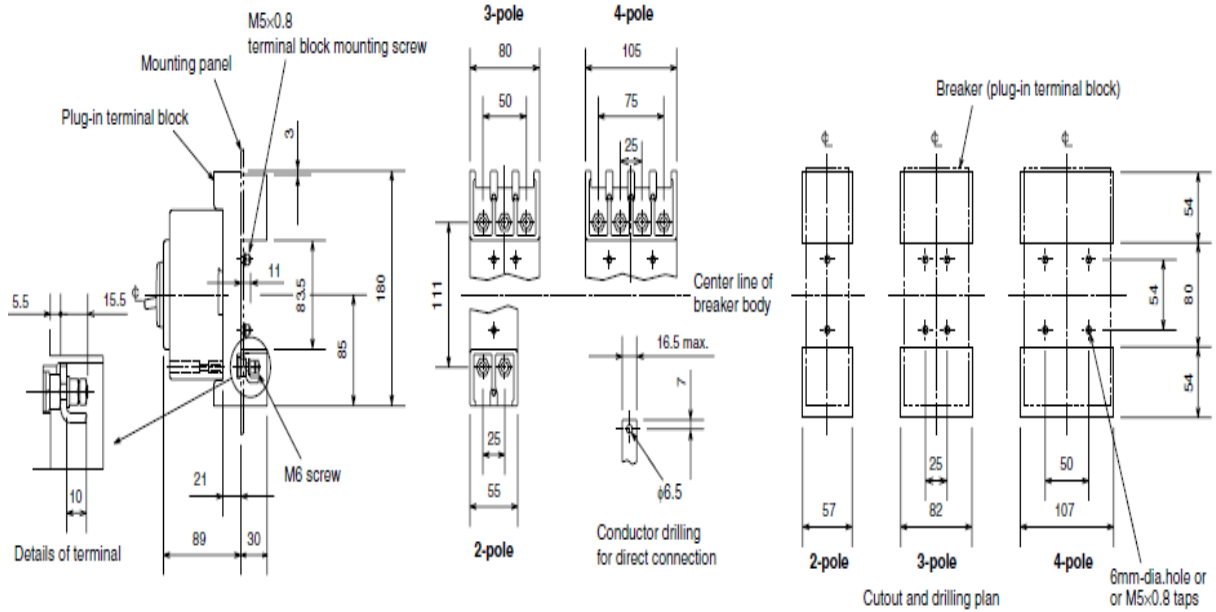
Notes: (*) The designation depends on the number of poles. Refer to the reference page.
 (**) HLF types are used for OFF-lock, and HLN types for ON-lock.





1.0mm clearance on each side of the handle frame.

Front-panel cutout



2.2.2.2 CHON CONTACTOR: S-N10

Catologue có trong câu trên.

2.3. ĐỘNG CƠ III: là động cơ 3 pha rotor lồng sóc có các thông số như sau:

$$P_{đm} = 5HP$$

$$U_{đm}: Y/\blacksquare: 380V/220V$$

$$\text{Hiệu suất của động cơ: } \blacksquare = 82\%$$

$$\text{Hệ số công suất định mức của động cơ: } \cos \blacksquare = 0,84$$

2.3.1. TÍNH TOÁN:

Dòng điện định mức khi đầy tải là:

$$I_{đm} = \frac{P_{đm}}{\sqrt{3}U_{đm} \cdot \cos \blacksquare} = \frac{5.746}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.82 \cdot 0.84} = 8,03(A)$$

Gía trị điện áp này là dòng đi qua dây nguồn (dòng dây) cấp vào dây quấn stator của động cơ (đang đấu theo sơ đồ tam giác)

Dòng điện khởi động trực tiếp qua dây nguồn (khi động cơ đấu tam giác và cấp 3 pha có giá trị định mức trực tiếp vào dây quấn stator).

Tácó:

$$I_{mmtt} = (5 - 7) \cdot I_{đm}$$

Nên chọn:

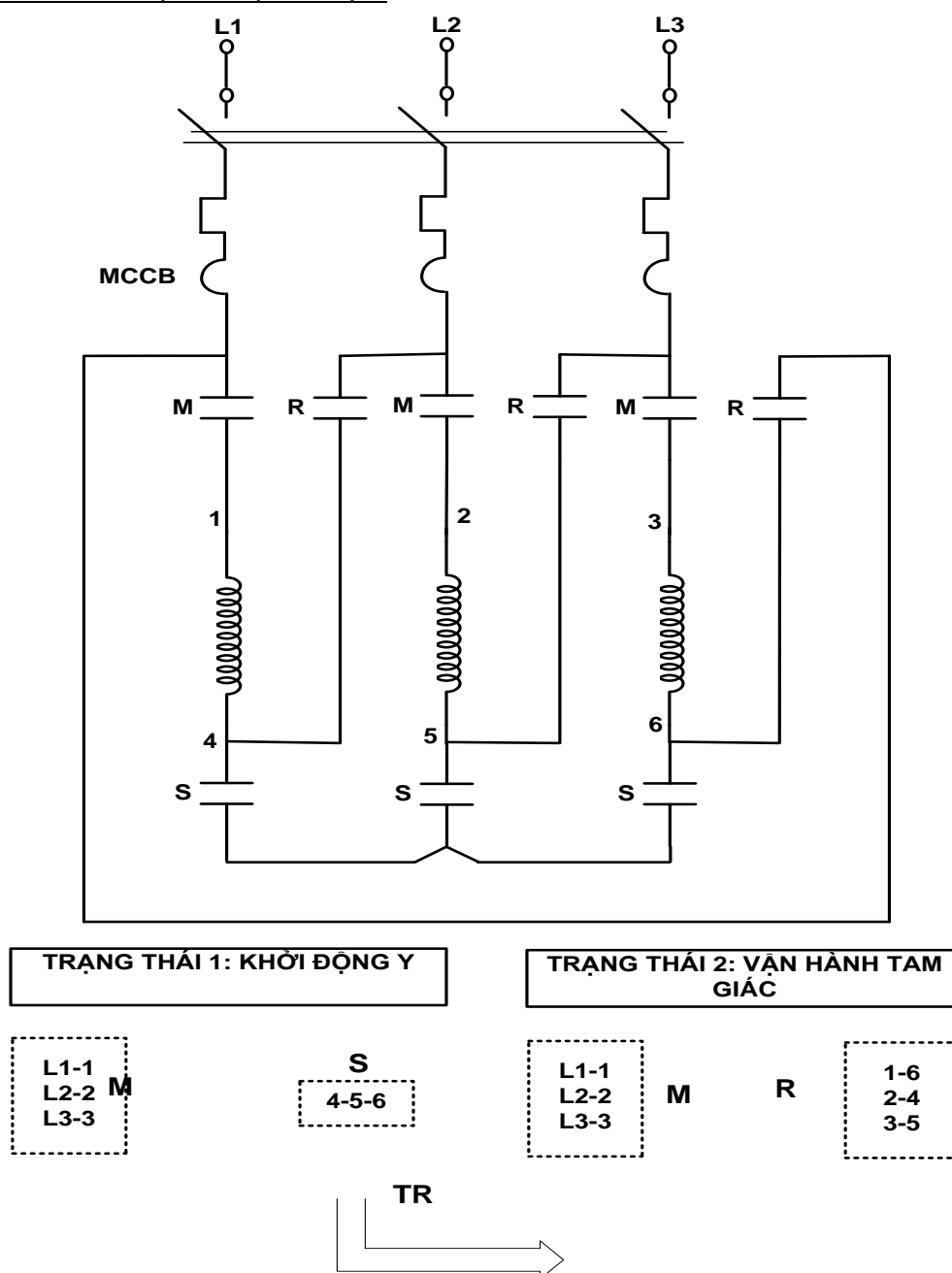
$$I_{mmtt} = 6.I_{dm} = 6.8,03 = 48,18(A)$$

Dòng điện khởi động qua dây nguồn khi dùng phương pháp đổi đầu dây quấn từ Y sang ■.

$$I_{mmy} = \frac{I_{mmtt}}{3} = 16,06(A)$$

Tóm lại với kết quả này dòng mở máy chỉ cao hơn dòng định mức 2 lần, tuy nhiên moment khởi động giảm thấp 3 lần (so với lúc khởi động trực tiếp) và điện áp nguồn cấp vào sơ đồ Y thấp hơn $\sqrt{3}$ lần giá trị định mức.

2.3.2. THIẾT KẾ MẠCH ĐÔNG LỰC



3.3.2.1: CHON MCCB: NF32-SW (LOẠI 10A)

Ta chọn :In = 10A > Idm = 8,03A

$$3.I_n = 3.10 = 20A > 16,0A \text{ (thỏa yêu cầu)}$$

Catalogue như động cơ 2

3.3.2.2 CHON COTACTOR: S-N10

3.4. CHON MCCB TỔNG:

Ta có công thức : $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$

$$P_1 = 60HP = 44,76 \text{ (KW)}$$

$$P_2 = 10 \text{ HP} = 7,46 \text{ (KW)}$$

$$P_3 = 5 \text{ HP} = 3,73 \text{ (KW)}$$

$$\Rightarrow P^2 = 3130 \text{ (KW)}$$

$$\cos\phi_1 = 0,88 \Rightarrow \phi_1 = 28^\circ \Rightarrow \text{tg}\phi_1 = 0,53 \Rightarrow Q_1 = P.\text{tg}\phi_1 = 23,72 \text{ (KW)}$$

$$\cos\phi_2 = 0,86 \Rightarrow \phi_2 = 31^\circ \Rightarrow \text{tg}\phi_2 = 0,6 \Rightarrow Q_2 = P.\text{tg}\phi_2 = 4,48 \text{ (KW)}$$

$$\cos\phi_3 = 0,84 \Rightarrow \phi_3 = 33^\circ \Rightarrow \text{tg}\phi_3 = 0,65 \Rightarrow Q_3 = P.\text{tg}\phi_3 = 2,42 \text{ (KW)}$$

$$\Rightarrow Q^2 = 927 \text{ (KW)}$$

$$\Rightarrow S = 64 \text{ (KW)}$$

$$\text{Mà : } S \cdot U_{\text{dây}} \cdot I_{\text{dây}} = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot I_{\text{dây}}$$

$$\Rightarrow I_{\text{dây}} = \frac{63.1000}{380 \cdot \sqrt{3}} \text{ (A)}$$

Chọn MCCB TỔNG loại : **NF125-CW**



GIÁO TRÌNH KỸ THUẬT MẠCH ĐIỆN

Chương 7: Máy điện không đồng bộ



Chương 7 Máy điện không đồng bộ

- § 7-1. Khái niệm chung
- § 7-2. Cấu tạo máy điện không đồng bộ 3 pha
- § 7-3. Từ trường trong máy điện không đồng bộ 3 pha
- § 7-4. Nguyên lý làm việc của máy điện không đồng bộ
- § 7-5. Phương trình cân bằng điện và từ trong Stato và Roto của động cơ không đồng bộ



ô

Chương 7 Máy điện không đồng bộ

- § 7-6. Sơ đồ thay thế động cơ không đồng bộ
- § 7-7. Mô men quay và đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ
- § 7-8. Mở máy động cơ không đồng bộ 3 pha
- § 7-9. Động cơ điện không đồng bộ một pha



Chương 7 Máy điện không đồng bộ

- § 7-1. Khái niệm chung
- § 7-2. Cấu tạo máy điện không đồng bộ 3 pha
- § 7-3. Từ trường trong máy điện không đồng bộ 3 pha
- § 7-4. Nguyên lý làm việc của máy điện không đồng bộ
- § 7-5. Phương trình cân bằng điện và từ trong Stato và Roto của động cơ không đồng bộ



ô

Chương 7 Máy điện không đồng bộ

- § 7-6. Sơ đồ thay thế động cơ không đồng bộ
- § 7-7. Mô men quay và đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ
- § 7-8. Mở máy động cơ không đồng bộ 3 pha
- § 7-9. Động cơ điện không đồng bộ một pha



Chương 7

Mỹ Nhân Không Rạng bé

§ 7-1. Khái niệm chung

■ 1. Định nghĩa

■ 2. Phân loại

■ 3. Ứng dụng



Chương 7

Mỹ Nhân Không Rạng bé

§ 7-1. Khái niệm chung

■ 1. Định nghĩa

■ 2. Phân loại

■ 3. Ứng dụng



Chương 7 Máy Điện Không Tải bé

1. Định nghĩa

Máy điện không đồng bộ là loại máy điện xoay chiều, làm việc theo nguyên lý cảm ứng điện từ, có tốc độ quay của rôto n (tốc độ của máy) khác với tốc độ quay của từ trường n_1 .

2. Phân

loại + Theo số dây quấn làm việc phân ra: Máy điện không đồng bộ một pha, hai pha, ba pha.

+ Theo cấu tạo phân ra: Máy điện không đồng bộ rôto lồng sóc và rôto dây quấn.

+ Theo công suất phân ra: Máy điện không đồng bộ có công suất nhỏ và công suất lớn.



Chương 7 Máy Điện Không Răng bẻ

3. Ứng dụng

+ Động cơ điện không đồng bộ so với các loại động cơ khác có cấu tạo và vận hành không phức tạp, giá thành rẻ, làm việc tin cậy nên được sử dụng nhiều trong sản xuất và sinh hoạt.

+ Máy phát điện không đồng bộ có đặc tính làm việc không tốt và tiêu tốn công suất phản kháng của lưới điện nên ít được dùng.



Chương 7 Máy Điện Không Tải bé

§7-2. Cấu tạo máy điện không đồng bộ 3 pha

- ▣ 1. Stato (phần tĩnh)
- ▣ 2. Rôto (phần quay)



Chương 7 Máy Điện Không Đồng Bộ

§7-2. Cấu tạo máy điện không đồng bộ 3 pha

- 1. Stato (phần tĩnh)
- 2. Rôto (phần quay)

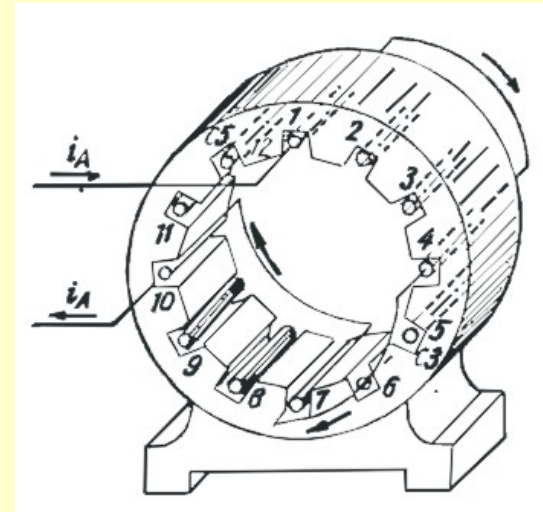


Chương 7 Máy Điện Không Rỗng bé

1. Stato (phần tĩnh)

Stato gồm 2 bộ phận chính là lõi thép và dây quấn.

a) *Lõi thép*: Lõi thép stato hình trụ và được ghép bởi các lá thép kỹ thuật điện (để giảm tổn hao do dòng điện xoáy) có dập rãnh bên trong, ghép lại với nhau tạo thành các rãnh theo hướng dọc trục (để đặt dây quấn) và lõi thép được ép vào trong vỏ máy như hình 7-2.



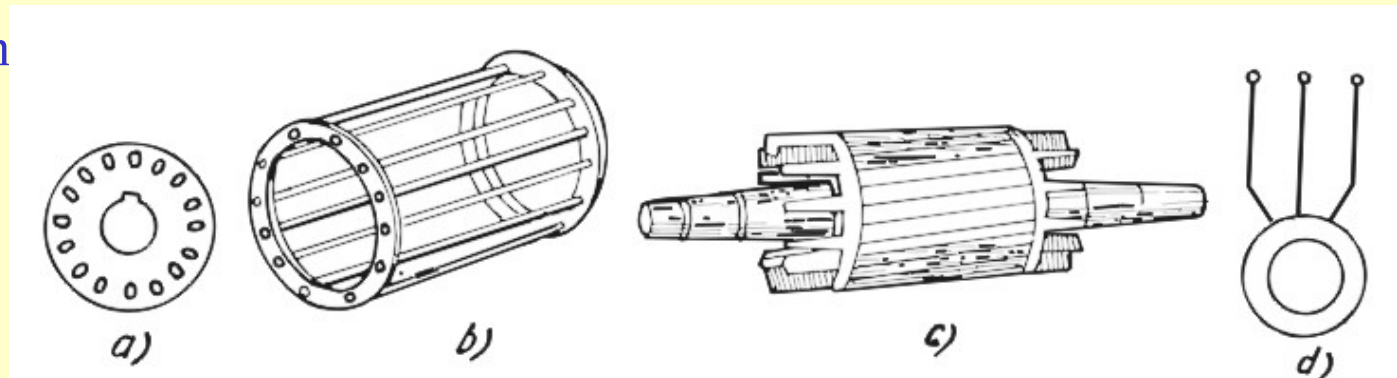
Hình 7.2



Chương 7 Máy Điện Không Răng bé

b) Dây quấn stato: Dây quấn stato làm bằng dây đồng bọc cách điện (dây điện từ) được đặt trong các rãnh của lõi thép. Dòng điện xoay chiều dây quấn stato sẽ tạo từ trường quay.

Ngoài ra có các bộ phận khác như vỏ máy, nắp máy. Vỏ máy làm bằng nhôm hoặc bằng gang, dùng để giữ chặt lõi thép và cố định máy trên bệ. Hai đầu vỏ có nắp máy, ổ đỡ trục. Vỏ máy và nắp máy còn dùng để bảo vệ m



Hình 7.3



Chương 7 Máy Biến Áp Điện Năng Lượng Bé

2. Rôto (phần

Động) Rôto là phần quay gồm lõi thép, dây quấn và trục

a) Lõi thép: Lõi thép gồm các lá thép kỹ thuật điện được dập rãnh mặt ngoài ghép lại, tạo thành các rãnh theo hướng dọc trục, ở giữa có lỗ để lắp trục hình 7-3a.

b) Dây quấn: Được đặt trong rãnh của lõi thép rôto được phân làm hai loại chính: rôto kiểu lồng sóc và rôto kiểu dây quấn.

- Loại rôto lồng sóc công suất trên 100kW, trong các rãnh của lõi thép rôto đặt các thanh đồng, hai đầu nối ngắn mạch bằng 2 vòng đồng, tạo thành lồng sóc hình 7-3b.



Chương 7 Máy Điện Không Răng bé

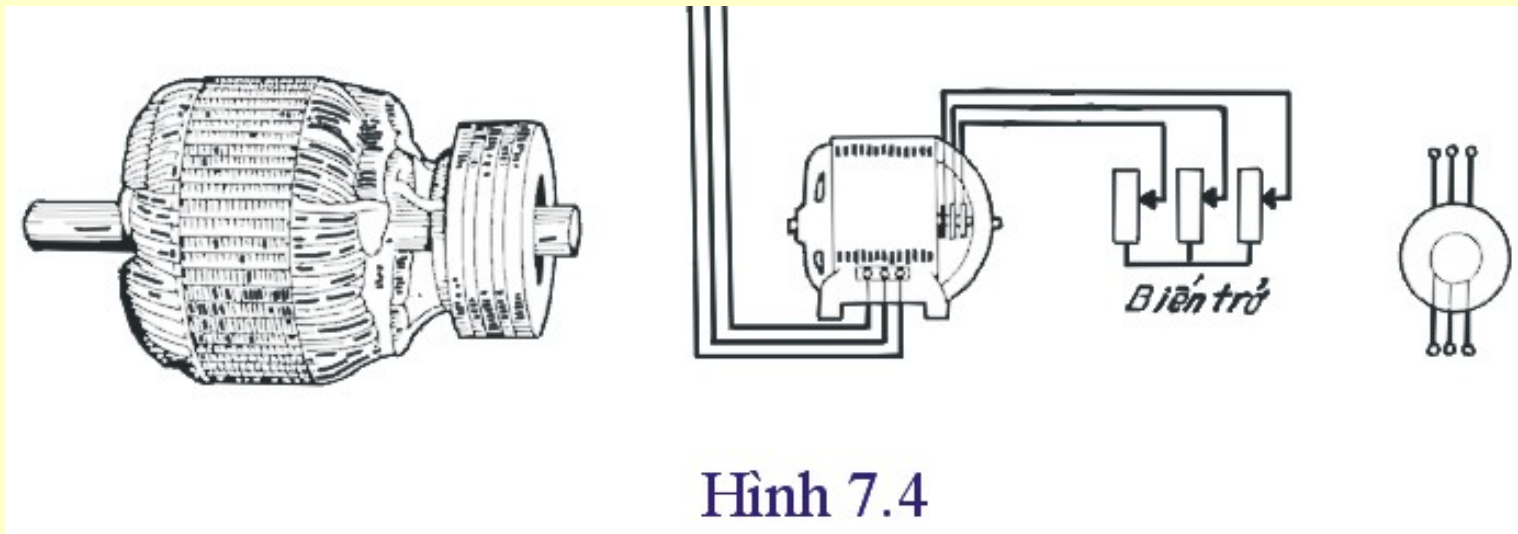
Với các động cơ công suất nhỏ, lồng sóc được chế tạo bằng cách đúc nhôm vào các rãnh lõi thép rôto, tạo thành thanh nhôm, hai đầu đúc vòng ngắn mạch và cánh quạt làm mát. Động cơ điện có rôto lồng sóc gọi là động cơ không đồng bộ lồng sóc được ký hiệu hình 7-3d.

- Loại rôto dây quấn, trong rãnh lõi thép rôto, đặt dây quấn ba pha giống như dây quấn stato. Dây quấn rôto thường nối sao, ba đầu ra nối với ba vành trượt bằng đồng gắn cố định trên đầu trục, cách điện với nhau và cách điện với trục. Thông qua 3 chổi than tỳ sát vào 3 vành trượt, dây quấn rôto được nối với 3 biến trở bên ngoài, để mở máy hay điều chỉnh tốc độ hình 7-5. Loại động cơ này gọi là động cơ không đồng bộ rôto dây quấn. Ký hiệu hình 7-6.



Chương 7 Máy Điện Không Răng bé

Động cơ lồng sóc là loại rất phổ biến, động cơ rôto dây quấn có ưu điểm về mở máy và điều chỉnh tốc độ xong giá thành đắt và vận hành kém tin cậy hơn động cơ lồng sóc, nên chỉ được dùng khi động cơ lồng sóc không đáp ứng được các yêu cầu về truyền động.



Hình 7.4

Chương 7 Máy Điện Không Răng bé

§7-3 Từ trường trong máy điện không đồng bộ 3 pha

- ▣ 1. Từ trường quay của dòng điện trong dây quấn ba pha
- ▣ 2. Từ trường quay của dòng điện trong dây quấn hai pha
- ▣ 3. Từ trường đập mạch



Chương 7 Máy Điện Không Răng bé

§7-3 Từ trường trong máy điện không đồng bộ 3 pha

- 1. Từ trường quay của dòng điện trong dây quấn ba pha
- 2. Từ trường quay của dòng điện trong dây quấn hai pha
- 3. Từ trường đập mạch



Chương 7 Máy Điện Không Rỗng bé

1. Từ trường quay của dòng điện trong dây quấn ba pha

- ▣ a, Sự hình thành từ trường quay
- ▣ b, Đặc điểm từ trường quay



Chương 7 Máy Điện Không Tải

a, Sự hình thành từ trường quay

Xét sự hình thành từ trường trong máy điện không đồng bộ ba pha khi cho hệ thống dòng ba pha đối xứng:

$$i_A = I_m \sin \omega t$$

$$i_B = I_m \sin(\omega t - 120^\circ)$$

$$i_C = I_m \sin(\omega t + 120^\circ)$$

vào dây quấn 3 pha stato.

Ta xét trường hợp đơn giản nhất là máy điện không đồng bộ có 6 rãnh đặt 3 dây quấn 3 pha A, B, C, trục dây quấn cách nhau một góc không gian 120° , mỗi dây quấn chỉ có 1 phần tử (1 vòng).

Với qui ước dòng điện pha nào dương đi từ đầu đến cuối pha (đi từ A, B, C đến X, Y, Z)



Chương 7 Máy Biến Kháng Ảng bé

Để thấy rõ sự hình thành từ trường, ta xét từ trường ở các thời điểm khác nhau:

+ Thời điểm pha $\omega t = 90^\circ$: ở thời điểm này dòng pha A là cực đại dương, dòng pha B và pha C âm và có trị số bằng $I_m/2$

$$i_A = I_m \sin 90^\circ = I_m$$

$$i_B = I_m \sin(90^\circ - 120^\circ) = -I_m/2$$

$$i_C = I_m \sin(90^\circ + 120^\circ) = -I_m/2$$

Dùng qui tắc vắn nút chai ta vẽ được hình ảnh đường sức từ trường tổng trong máy và các véc tơ biểu diễn từ trường do dòng điện chạy trong mỗi dây quấn pha tạo nên. Ta thấy từ trường tổng là từ trường có một cực S và một cực N, gọi là từ trường có một đôi cực ($p = 1$). Trục của từ trường tổng có chiều trùng với chiều của từ trường của pha có dòng cực

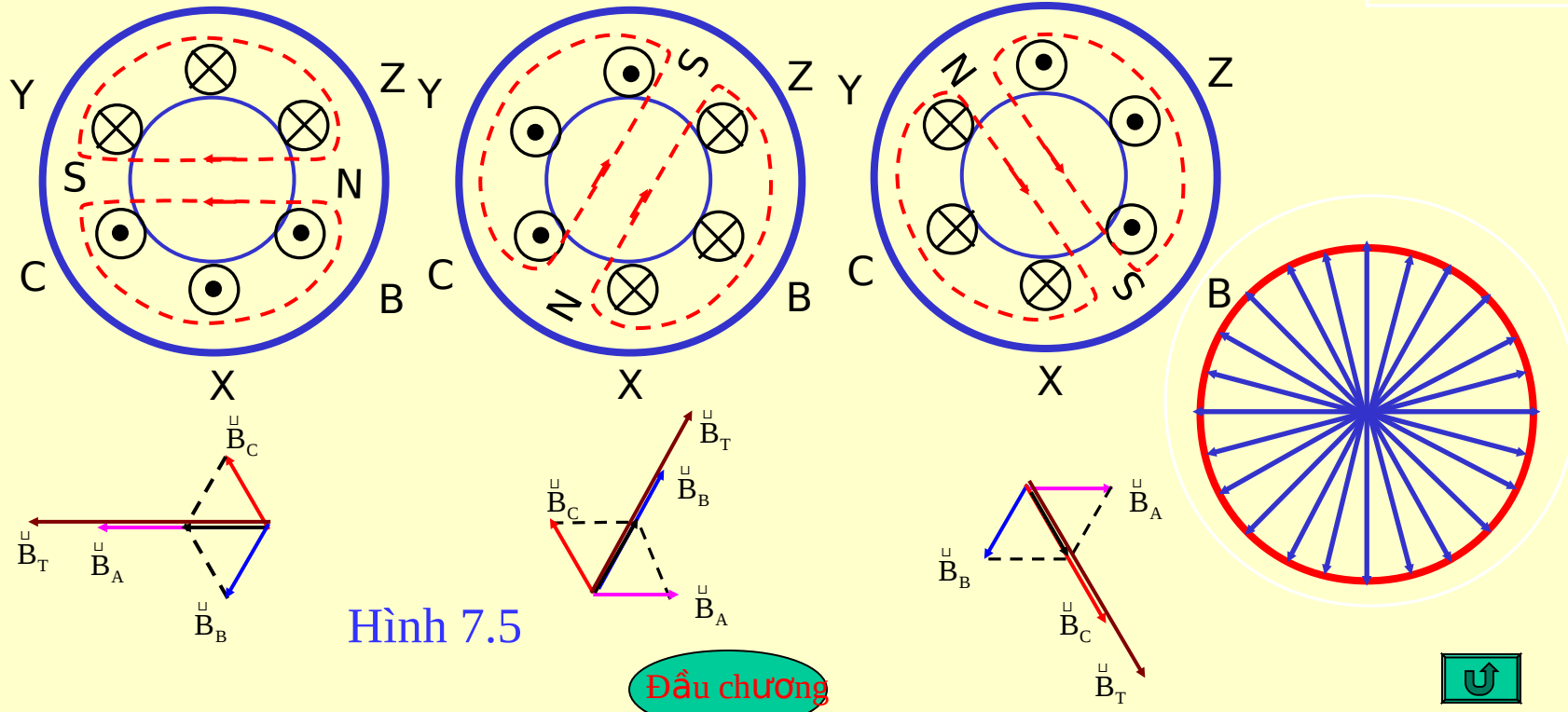
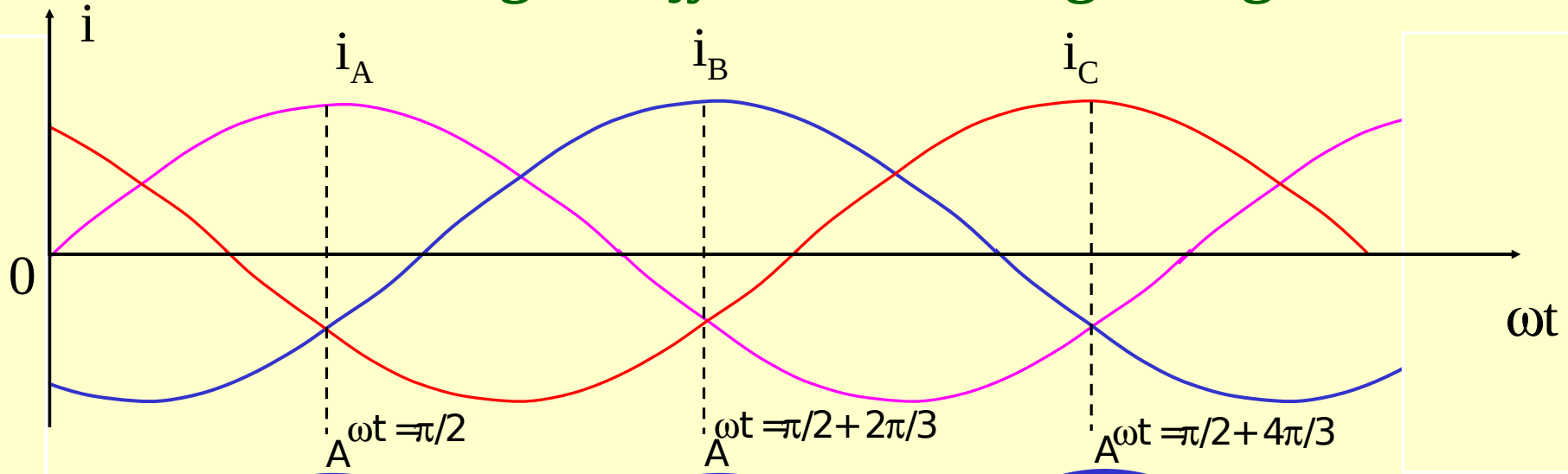


đại (pha A).

Đầu chương



Chương 7 Máy Điện Không Rỗng bé



Hình 7.5

Đầu chương



Chương 7 Máy Biến Kháng Bể

+ Thời điểm pha $\omega t = 90^\circ + 120^\circ$: Là thời điểm chậm sau thời điểm đầu 120° ứng với $1/3$ chu kỳ, ở thời điểm này dòng pha B là cực đại dương, dòng pha A và pha C âm và có trị số bằng $I_m/2$. Bằng cách xét tương tự, ta thấy từ trường tổng ở thời điểm này đã quay đi một góc 120° so với thời điểm đầu, có chiều trùng với chiều của từ trường của pha có dòng cực đại (pha B).

+ Thời điểm pha $\omega t = 90^\circ + 240^\circ$: Là thời điểm chậm sau thời điểm đầu 240° ứng với $2/3$ chu kỳ, ở thời điểm này dòng pha C là cực đại dương, dòng pha A và pha B âm và có trị số bằng $I_m/2$. Bằng cách xét tương tự, ta thấy từ trường tổng ở thời điểm này đã quay đi một góc 240° so với thời điểm đầu, có chiều trùng với chiều của từ trường của pha có dòng cực đại (pha C).

Từ sự phân tích ở trên ta thấy từ trường tổng của hệ thống dòng ba pha đối xứng trong dây quấn stato là từ trường quay.



Chương 7 Máy Điện Không Răng bé

b, Đặc điểm từ trường quay

+ Tính chất 1: Tốc độ từ trường

quay:

Ta xét từ trường 1 đôi cực từ ($p = 1$) như ở mục trên: Ta thấy khi dòng điện biến thiên được 1 chu kỳ, từ trường quay được 1 vòng (từ cực S-N-S) như vậy trong một giây dòng điện biến thiên được f chu kỳ thì từ trường sẽ quay được f vòng, do đó trong một phút từ trường sẽ quay được $60f$ vòng /phút. Vậy khi từ trường có một đôi cực từ, tốc độ của từ trường quay là $n_1 = 60f$ vòng /phút.

Khi từ trường có 2 đôi cực từ hình 7- 8, dòng điện biến thiên được một chu kỳ, từ trường biến thiên được $1/2$ vòng (từ cực S-N-S), do đó tốc độ từ trường quay $n_1 = \frac{60f}{2}$ vòng /phút.



Chương 7 Máy Điện Không Rỗng bé

Tổng quát, khi từ trường quay có p đôi cực từ, tốc độ từ trường quay (còn gọi là tốc độ đồng bộ):

$$n_1 = \frac{60f}{p} \text{ vòng /phút} \quad (7.1)$$

+ Tính chất 2: Chiều quay của từ trường

Như ở hình 7-5 ta thấy, khi thứ tự dòng điện các pha cực đại lần lượt đi từ pha A, pha B rồi đến pha C một cách chu kỳ thì chiều từ trường quay sẽ quay từ vị trí trùng với trục dây quấn pha A, pha B rồi đến pha C một cách tương ứng.

Như vậy, nếu thay đổi thứ tự 2 pha cho nhau, ví dụ dòng điện i_B cho vào dây quấn CZ, dòng điện i_C cho vào dây quấn BY như hình 7 - 6, từ trường sẽ quay theo chiều từ trục dây quấn pha A đến trục dây quấn pha C rồi

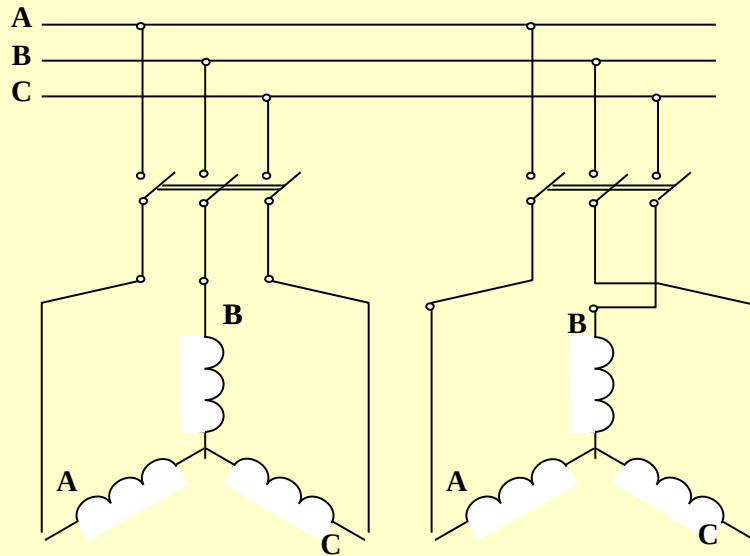


đến pha B, nghĩa là từ trường quay theo chiều ngược lại.

Đầu chương



Chương 7 Máy Biến Áp Không Tải



Hình 7-6

+ Tính chất 2: Chiều quay của từ trường

trường:

Biên độ của từ trường quay. Người ta chứng minh được biên độ của từ trường quay

$$\Phi_m = \frac{3}{2} \Phi_f \max \quad (7.2)$$



Chương 7 Máy Biến Kháng Ảng bé

2. Từ trường quay của dòng điện trong dây quấn hai pha

Khi có dây quấn hai pha đặt lệch nhau trong không gian góc 90° , dòng điện trong hai dây quấn lệch pha nhau góc 90° , cũng phân tích như trên, từ trường của dây quấn hai pha là từ trường quay có các tính chất như đã xét ở trên và có biên độ:

$$\Phi_{\max} = \Phi_f \max \quad (7.3)$$

3. Từ trường đập mạch

Nếu xét từ trường của mỗi dòng điện trong mỗi dây quấn như hình 7- 5, ta thấy đó là từ trường có phương không thay đổi còn chiều và trị số thay đổi theo chiều và trị số của dòng điện sinh ra là từ trường đập mạch.



Chương 7 Máy Điện Không Răng bé

§7-4 Nguyên lý làm việc của máy điện không đồng bộ

- 1. Nguyên lý làm việc của động cơ điện không đồng bộ
- 2. Nguyên lý làm việc của máy phát điện không đồng bộ



Chương 7 Máy Điện Không Răng bé

§7-4 Nguyên lý làm việc của máy điện không đồng bộ

- 1. Nguyên lý làm việc của động cơ điện không đồng bộ
- 2. Nguyên lý làm việc của máy phát điện không đồng bộ



Chương 7 Máy Điện Không Tải bé

1. Nguyên lý làm việc của động cơ điện không đồng bộ

Khi ta cho hệ thống dòng điện ba pha đối xứng tần số f vào ba dây quấn stato, sẽ tạo ra từ trường quay p đôi cực, quay với tốc độ là

$$n_1 = \frac{60f}{p}$$

vòng/phút. Từ trường quay cắt các thanh dẫn của dây quấn rôto, cảm ứng các sức điện động. Vì dây quấn rôto nối ngắn mạch, nên sức điện động cảm ứng sẽ sinh ra dòng điện trong các thanh dẫn rôto. Lực tác dụng tương hỗ giữa từ trường quay của máy với thanh dẫn mang dòng điện rôto, kéo rôto quay cùng chiều quay từ trường với tốc độ n .

Để minh họa, trên hình 7- 7a vẽ từ trường quay tốc độ n_1 , chiều sức điện động và dòng điện cảm ứng trong thanh dẫn rôto, chiều các lực

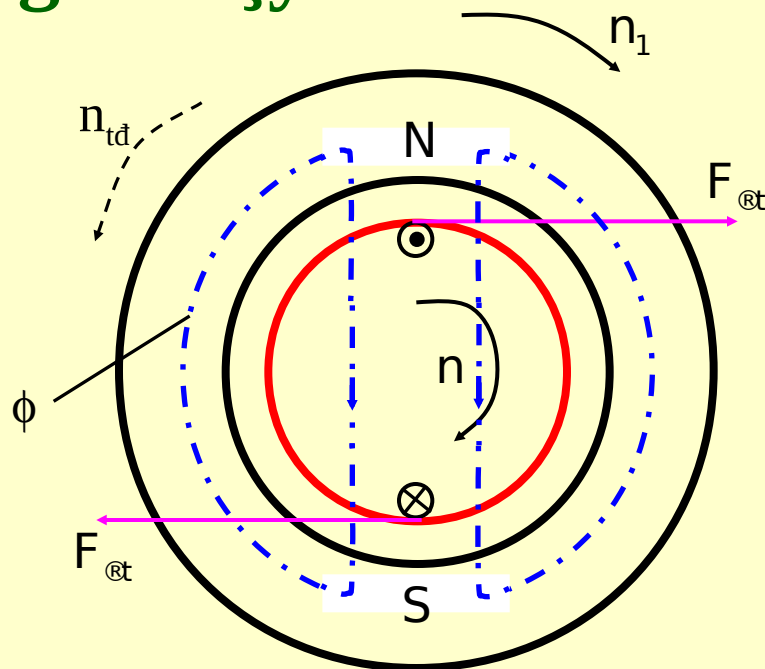


dòng điện từ F_{dt} .

Đầu chương



Chương 7 Máy Điện Không Rỗng bé



Hình 7.7a

Khi xác định chiều sức điện động cảm ứng theo quy tắc bàn tay phải, ta căn cứ vào chiều chuyển động tương đối của thanh dẫn đối với từ trường. Nếu coi từ trường đứng yên, thì chiều chuyển động tương đối của thanh dẫn ngược với chiều của từ trường quay n_1 , từ đó áp dụng quy



tắc bàn tay phải, xác định được chiều sức điện động và chiều dòng điện

Đầu chương



rôto như hình 7.7a

Chương 7 Máy Điện Không Tải

Biết chiều dòng điện rôto, áp dụng quy tắc bàn tay trái xác định được chiều lực điện từ F_{dt} . Kết quả là chiều rôto n quay cùng chiều với chiều quay n_1 . Nhưng tốc độ n của máy nhỏ hơn tốc độ từ trường quay n_1 vì nếu $n = n_1$ thì không có sự chuyển động tương đối, do đó trong dây quấn rôto không có sức điện động và dòng điện cảm ứng, lực điện từ bằng 0.
Độ chênh lệch giữa tốc độ từ trường quay và tốc độ máy gọi là tốc độ trượt

trượt $n_2 = n_1 - n$

Hệ số trượt của tốc độ là: $s = \frac{n_2}{n_1} = \frac{n_1 - n}{n_1}$

- Khi rôto đứng yên ($n = 0$), hệ số trượt $s = 1$

↳ Khi rôto quay định mức $s_{dm} = 0,02 \div 0,06$

$$n = n_1(1 - s) = \frac{60f}{p}(1 - s) \quad (7.5)$$



Chương 7 Máy Biến Kháng Tải bé

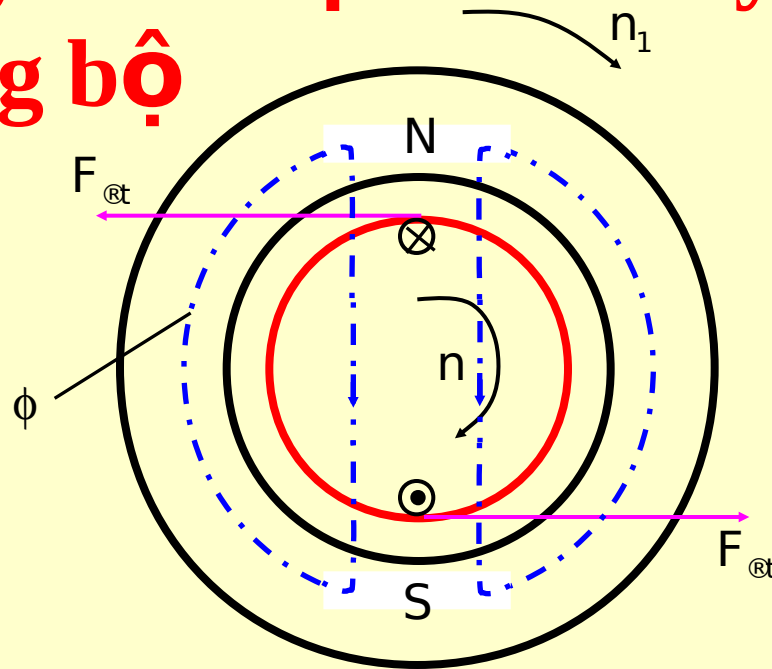
2. Nguyên lý làm việc của máy phát điện không đồng bộ

Nếu nối dây quấn stato với lưới điện, đồng thời dùng động cơ sơ cấp kéo rôto quay cùng chiều với n_1 và với tốc độ n lớn hơn tốc độ từ trường quay n_{-1} . Lúc này chiều của từ trường quay quét qua các thanh dẫn rôto sẽ ngược lại, dòng điện rôto i_2 ngược lại so với chế độ động cơ do vậy chiều của lực điện từ tác dụng lên rôto sẽ ngược so với chiều quay của rôto, gây ra mômen hãm cân bằng với mômen quay động cơ sơ cấp (hình 7-7b), làm máy quay ổn định. Máy điện làm việc ở chế độ máy phát cấp điện cho lưới.



Chương 7 Máy Điện Không Đồng Bộ

2. Nguyên lý làm việc của máy phát điện không đồng bộ



Hình 7.7b

Hệ số trượt lúc này là: $s = \frac{n_1 - n}{n_1} < 0$

Nhờ từ trường quay, cơ năng động cơ sơ cấp đưa vào rôto được biến thành điện năng ở stato.



Chương 7 Máy Biến Kháng Trở

2. Nguyên lý làm việc của máy phát điện không đồng bộ

Để tạo ra từ trường quay, lưới điện phải cung cấp cho máy phát không đồng bộ công suất phản kháng Q , vì thế làm cho hệ số công suất $\cos \varphi$ của lưới điện thấp đi. Nếu khi máy phát làm việc riêng lẻ (không có điện vào dây quấn stato lúc ban đầu), người ta phải dùng tụ điện nối đầu cực máy để kích từ cho máy. Đó là nhược điểm của máy phát không đồng bộ, vì thế nó ít được dùng làm máy phát điện trong hệ thống cung cấp điện hiện nay.



Chương 7 Máy Điện Không Tải bé

§7- 5. Phương trình cân bằng điện và từ trong Stato và Roto của động cơ không đồng bộ

- 1. Phương trình cân bằng điện ở dây quấn stato
- 2. Phương trình cân bằng điện ở mạch rôto.
- 3. Phương trình cân bằng từ của động cơ không đồng bộ



Chương 7 Máy Điện Không Rỗng bé

§7- 5. Phương trình cân bằng điện và từ trong Stato và Roto của động cơ không đồng bộ

- 1. Phương trình cân bằng điện ở dây quấn stato
- 2. Phương trình cân bằng điện ở mạch rôto.
- 3. Phương trình cân bằng từ của động cơ không đồng bộ



Chương 7 Máy Điện Không Rỗng bé

1. Phương trình cân bằng điện ở dây quấn stato

Ta thấy dây quấn stato của động cơ điện tương tự như dây quấn sơ cấp MBA nên phương trình cân bằng điện áp:

$$\dot{U}_1 = -\dot{E}_1 + \dot{I}_1 Z_1 \quad (7.6)$$

$Z_1 = R_1 + j x_1$ tổng trở dây quấn stato

R_1 điện trở dây quấn stato

$X_1 = 2\pi f L_1$ là điện kháng tản một pha dây quấn stato, đặc trưng cho từ thông tản stato



Chương 7 Máy Biến Kháng Răng bé

L_1 - là điện cảm tản một pha dây quấn stato

$$f \text{ tần số dòng điện stato: } f = \frac{p n_1}{60}$$

E_1 : trị số sức điện động cảm ứng trong mỗi pha dây quấn stato

$E_1 = 4,44 f k_{dq} W_1 \phi_m$ (có thêm k_{dq} vì dây quấn rải trên các rãnh nên sức điện động giảm so với dây quấn MBA quấn quanh trụ thép, ở đây $k_{dq} < 1$).



Chương 7 Máy Điện Không Răng bé

2. Phương trình cân bằng điện ở mạch rôto.

Nếu ta ghìm lại không cho rôto quay thì động cơ điện hoàn toàn như một MBA 3 pha: Dây quấn stato tương tự như dây quấn sơ cấp MBA, dây quấn rôto tương tự như dây quấn thứ cấp MBA.

Từ trường quay sẽ cảm ứng trong dây quấn rôto sức điện động hình sin cùng tần số với sức điện động dây quấn stato, trị số: $E_2 = 4,44fk_{dq2}W_2\phi_m$.

Nhưng thực tế ở động cơ, rôto quay với tốc độ n , từ trường quay chỉ quay đối với rôto tốc độ: $n_2 = n_1 - n = \frac{pn_1}{60}$ nên sức điện động cảm ứng trong dây quấn rôto khi quay có tần số f_2



Chương 7 Máy Biến Áp Không Tải

$$f_2 = \frac{pn_2}{60} = \frac{psn_1}{60} = s.f \quad (7.7)$$

Trị số sức điện động cảm ứng trong rôto khi quay là:

$$E_{2S} = 4,44f_2 k_{dq2} W_2 \phi_m = 4,44 s f k_{dq2} W_2 \phi_m = s.E_2 \quad (7.8)$$

Như vậy: $E_{2S} = s.E_2 \quad (7.9)$

Tương tự điện kháng tản dây quấn rôto lúc quay là:

$$X_{2S} = 2\pi f_2 L_2 = 2\pi s f L_2 = s.X_2 \quad (7.10)$$

Nhận xét: Khi quay điện kháng tản lớn gấp s lần so với khi đứng yên.



Chương 7 Máy Biến Áp Động Không Tải

Tỷ số sức điện động pha stato và rôto:

$$k_e = \frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1 K_{dq1}}{W_2 K_{dq2}} \quad (7.11)$$

(7.11) gọi là hệ số qui đổi sức điện động

Vì dây quấn rôto khép kín ($U_2 = 0$), nên phương trình cân bằng điện lúc rôto quay sẽ là:

$$0 = -\dot{E}_{2s} - \dot{I}_2(R_2 + jx_{2s}) = -s\dot{E}_2 - \dot{I}_2(R_2 + js.x_2) \quad (7.12)$$

Dòng điện dây quấn rôto khi quay là:

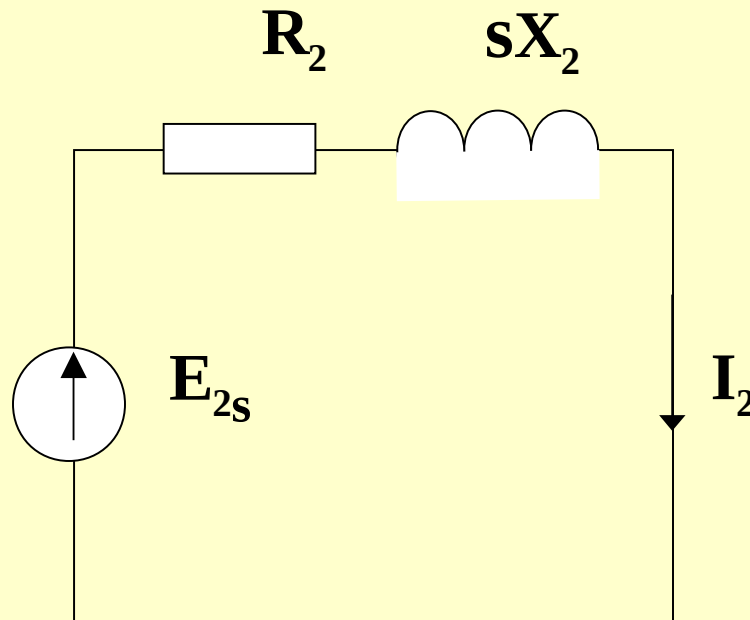
$$\dot{I}_2 = \frac{-\dot{E}_{2s}}{R_2 + jx_{2s}} = \frac{-s\dot{E}_2}{R_2 + js.x_2} = \frac{-\dot{E}_2}{\frac{R_2}{s} + jx_2} \quad (7.13)$$



Chương 7 Máy Điện Không Tải bé

Trị số:

$$I_2 = \frac{E_2}{\sqrt{\left(\frac{R_2}{s}\right)^2 + X_2^2}} \quad (7.14)$$



Chương 7 Máy Biến Tần Không Tải

3. Phương trình cân bằng từ của động cơ không đồng bộ

Khi làm việc từ trường quay trong máy do đồng thời dòng điện của cả 2 dây quấn sinh ra. Tương tự như MBA từ thông hầu như không đổi ở chế độ không tải, nên phương trình cân bằng từ của động cơ không đồng bộ có thể viết: $m_1 W_1 k_{dq} \dot{I}_0 = m_1 W_1 k_{dq1} \dot{I}_1 - m_2 W_2 k_{dq2} \dot{I}_2$ (7.15)

(m_1, m_2 là hệ số pha của dây quấn stato và rôto)

Chia cả 2 vế cho $m_1 W_1 k_{dq1}$ ta được: $\dot{I}_1 - \frac{\dot{I}_2}{k_i} = \dot{I}_0$ (7.16)

(m_1, m_2 là hệ số pha của dây quấn stato và rôto)

Với $k_i = \frac{m_1 w_1 k_{dq1}}{m_2 w_2 k_{dq2}}$; $\dot{I}'_2 = \frac{\dot{I}_2}{k}$ là dòng qui đổi về stato theo hệ số qui

đổi dòng điện k_i .



Chương 7 Máy Điện Không Tải bé

§7- 6 Sơ đồ thay thế động cơ không đồng bộ

Cũng như MBA để tiện nghiên cứu sự làm việc của động cơ không đồng bộ ta dùng sơ đồ thay thế phù hợp với các phương trình đã lập.

Với nhận xét: động cơ không đồng bộ khi đứng yên thì hoàn toàn như MBA 3 pha. Vì vậy nên bằng cách nào đó ta chuyển được động cơ khi nó đang quay với hệ số trượt s về tình trạng đứng yên, nhưng vẫn đảm bảo quá trình năng lượng trong động cơ không thay đổi thì ta có thể dùng ngay kết quả ở sơ đồ thay thế MBA cho động cơ.

Vì 3 pha của động cơ đối xứng nên ta chỉ cần thành lập sơ đồ thay thế cho 1 pha. Từ (7.12) ta có:



Chương 7 Máy Biến Kháng Tải bé

§7- 6 Sơ đồ thay thế động cơ không đồng

$$\dot{U}_2 = 0 = -s \cdot \dot{E}_2 - \dot{I}_2 (R_2 + js \cdot x_2) \quad \text{và} \quad -\dot{E}_2 = \dot{I}_2 \left(\frac{R_2}{s} + jx_2 \right) \quad (7.17)$$

Các thông số E_2 , x_2 là sức điện động, điện kháng tản rôto lúc không quay ứng với tần số dòng điện rôto f .

Nhân (7.17) với k_e , nhân và chia với k_i ta có:

$$-k_e \dot{E}_2 = \frac{\dot{I}_2}{k_i} \left(\frac{R_2}{s} k_e k_i + jx_2 k_e k_i \right)$$

Đặt $\dot{E}'_2 = k_e \dot{E}_2 = \dot{E}_1$ là sức điện động pha rôto quy đổi về

stato.

$$-\dot{E}'_2 = \dot{I}'_2 \left(\frac{R'_2}{s} + jx'_2 \right) \quad (7.18)$$



Chương 7 Máy Biến Kháng Tải bé

§7- 6 Sơ đồ thay thế động cơ không đồng bộ

Với $I'_2 = \frac{I_2}{k_i}$ là dòng điện rôto quy đổi về stato.

$R'_2 = R_2 \cdot k_e \cdot k_i = R_2 k_z$ là điện trở dây quấn rôto quy đổi về stato.

$x'_2 = x_2 \cdot k_e \cdot k_i = x_2 k_z$ là điện kháng dây quấn rôto quy đổi về stato

$k_z = k_e \cdot k_i$ là hệ số quy đổi của tổng trở.

Mà $-\dot{E}_1$ và $-\dot{E}'_2$ là điện áp rơi trên tổng trở từ hoá.

$$-\dot{E}_1 = -\dot{E}'_2 = \dot{I}_0 (\mathbf{R}_{th} + j \mathbf{x}_{th}) \quad (7.19)$$

Vậy ta có hệ phương trình của động cơ không đồng bộ

$$\dot{U}_1 = \dot{I}_0 (\mathbf{R}_{th} + j \mathbf{x}_{th}) + \dot{I}_1 (\mathbf{R}_1 + j \mathbf{x}_1) \quad (7.20)$$



Chương 7 Máy Biến Áp Không Tải

§7- 6 Sơ đồ thay thế động cơ không đồng bộ

$R'_2 = R_2 \cdot k_e \cdot k_i = R_2 k_z$ là điện trở dây quấn rôto quy đổi về stato.

$x'_2 = x_2 \cdot k_e \cdot k_i = x_2 k_z$ là điện kháng dây quấn rôto quy đổi về stato

Mà $k_z = k_e \cdot k_i$ là hệ số quy đổi của tổng trở.
Mà $-\dot{E}_1$ và $-\dot{E}'_2$ là điện áp rơi trên tổng trở từ hoá.

$$-\dot{E}_1 = -\dot{E}'_2 = \dot{I}_0 (\mathbf{R}_{th} + j \mathbf{x}_{th}) \quad (7.19)$$

Vậy ta có hệ phương trình của động cơ không đồng bộ

$$\dot{U}_1 = \dot{I}_0 (\mathbf{R}_{th} + j \mathbf{x}_{th}) + \dot{I}_1 (\mathbf{R}_1 + j \mathbf{x}_1) \quad (7.20)$$

$$0 = \dot{I}_0 (\mathbf{R}_{th} + j \mathbf{x}_{th}) - \dot{I}'_2 \left(\frac{\mathbf{R}'_2}{s} + j \mathbf{x}'_2 \right) \quad (7.21)$$

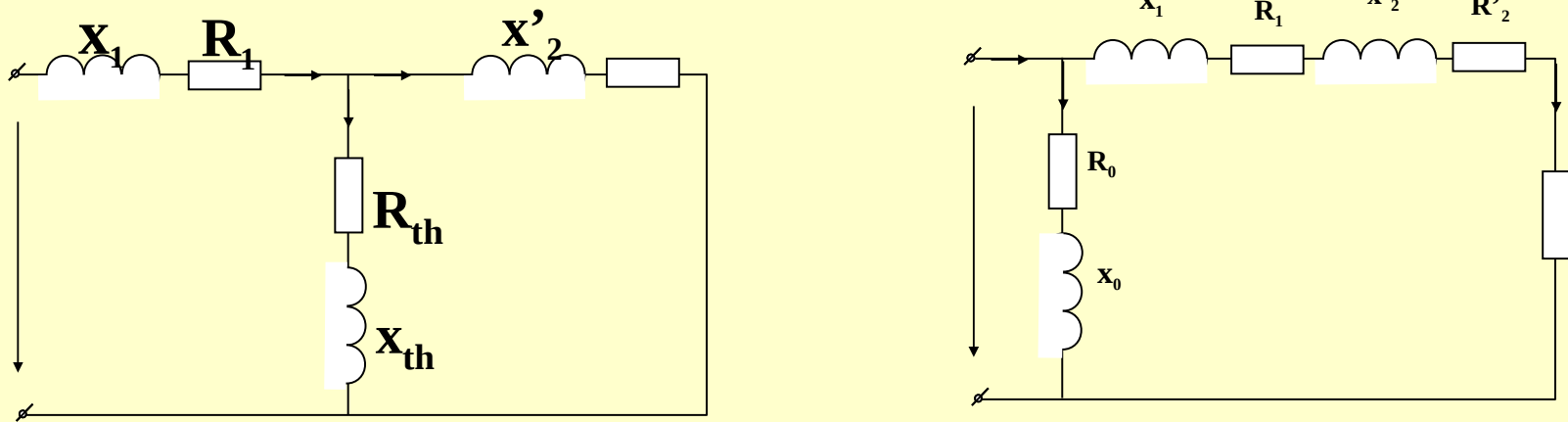
$$\dot{I}_1 = \dot{I}_0 + \dot{I}'_2 \quad (7.22)$$



Chương 7 Máy Điện Không Đồng Bộ

§7- 6 Sơ đồ thay thế động cơ không đồng bộ

Sơ đồ phù hợp với hệ phương trình (7.19) gọi là sơ đồ thay thế của động cơ KĐB.



Hình 7-8

Vậy ta có hệ phương trình của động cơ không đồng bộ

$$\dot{U}_1 = \dot{I}_0(R_{th} + jX_{th}) + \dot{I}_1(R_1 + jX_1) \quad (7.20)$$



Chương 7 Máy Điện Không Tải

§7- 6 Sơ đồ thay thế động cơ không đồng bộ

Biến đổi
$$\frac{R'_2}{s} = R'_2 + R'_2 \frac{1-s}{s} \quad (7.22)$$

$\frac{R'_2}{s}$ đặc trưng cho công suất điện từ $P_{dt} = m_2 I_2^2 \frac{R'_2}{s} \quad (7.23)$

R'_2 đặc trưng cho tổn hao đồng trong dây quấn rôto:

$$P_{cu2} = m_2 I_2^2 R'_2 \quad (7.24)$$

$R'_2 \frac{1-s}{s}$ đặc trưng cho công suất cơ trên trục động cơ

$$P_{cơ} = m_2 I_2^2 R'_2 \frac{1-s}{s} \quad (7.25)$$

Như vậy ở trình trạng động cơ đứng yên, năng lượng tiêu tán trên điện trở tương đương với năng lượng điện từ được biến thành cơ năng trên trục khi quay.



Chương 7 Máy Biến Áp Không Tải

§7- 6 Sơ đồ thay thế động cơ không đồng

Nói cách khác khi quay động cơ được nối thêm điện trở tải

$$R_t = R'_2 \frac{1-s}{s} \text{ so với khi đứng yên.}$$

Từ sơ đồ thay thế ta thấy mỗi sự thay đổi trên trục động cơ đều dẫn đến sự thay đổi dòng rôto và stato.



Chương 7 Máy Biến Kháng Bề

§7- 7. Mô men quay và đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ

Đặc tính cơ là quan hệ giữa tốc độ quay rôto và mô men điện từ trên trục động cơ $n = f(M)$.

Ở chế độ động cơ $M_{đt}$ đóng vai trò mô men quay:

$$M_{đt} = \frac{P_{đt}}{\omega_1} \quad (7.26)$$

$P_{đt}$ là công suất điện từ được tính $P_{đt} = 3 I_2'^2 \frac{R_2'}{s} \quad (m = 3)$ (7.27)

ω_1 tần số góc của từ trường quay, $\omega_1 = \frac{\omega}{p}$ (7.28)

ω tần số góc của dòng điện stato

p số đôi cực từ.



Chương 7 Máy Biến Kháng Tải bé

§7- 7. Mô men quay và đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ

Từ sơ đồ thay thế gần đúng (bỏ qua nhánh từ hoá) ta có:

$$I_2' = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + \frac{R_2'}{s})^2 + (X_1 + X_2')^2}} \quad (7.29)$$

Thay I_2' vào (7.27) và (7.26) ta có:

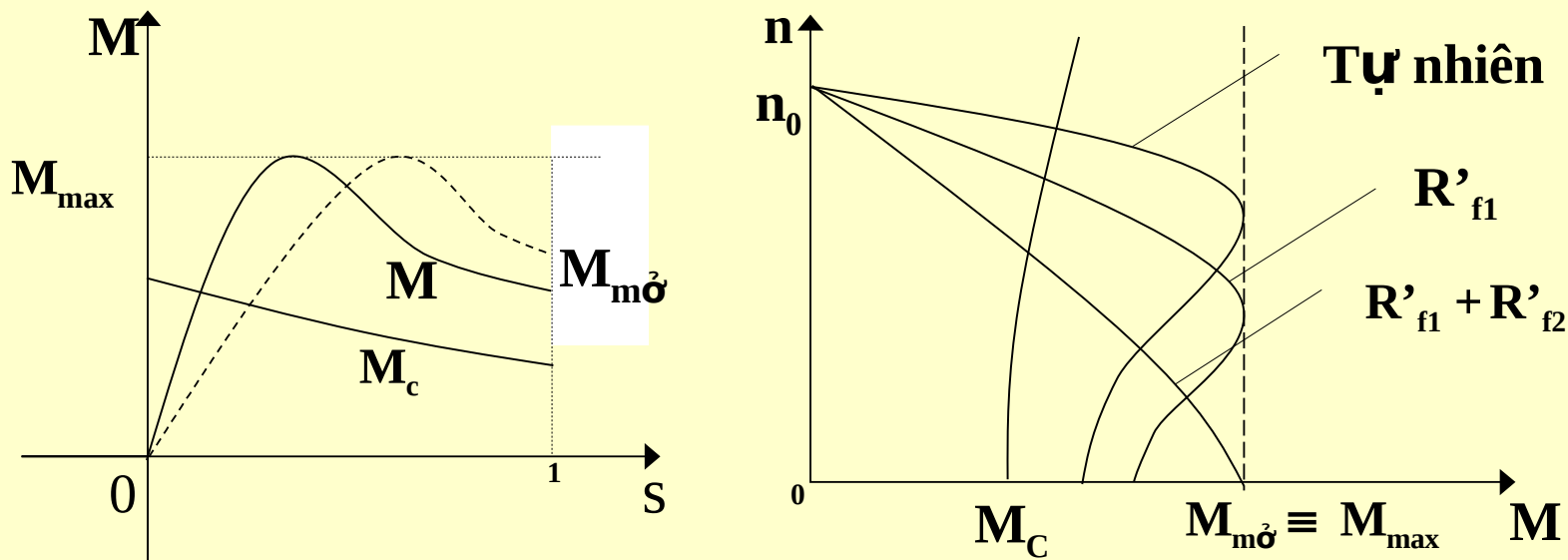
$$M = \frac{3pU_1^2 R_2'}{\omega s [(R_1 + \frac{R_2'}{s})^2 + (X_1 + X_2')^2]} \quad (7.30)$$

Suy ra $M = f(s)$ Ứng với các hệ số trượt khác nhau ta vẽ được quan hệ $M(s)$. Muốn có đặc tính cơ thay $\frac{n_1 - n}{n_1} =$ ta có quan hệ $n = f(M)$. Điểm làm việc của động cơ là điểm $M = M_c$.



Chương 7 Máy Biến Tần Không Tải

§7- 7. Mô men quay và đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ



Hình 7-9



Chương 7 Máy Biến Kháng Bể

§7- 7. Mô men quay và đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ

Đặc điểm của mô men quay của động cơ

1) Mô men tỷ lệ với bình phương điện áp, nên nếu U_1 thay đổi thì M thay đổi rất nhiều.

2) Mô men có trị số cực đại M_{\max} ứng với giá trị tới hạn tức là tại đó

$$\begin{aligned} \frac{dM}{ds} &= 0 \\ \Rightarrow \frac{R'_2}{R_1 + X_1 + X'_2} &\approx \frac{R'_2}{X_1 + X'_2} \end{aligned} \quad (7.31)$$

Trong thực tế $s_{th} = 0,05 - 0,14$

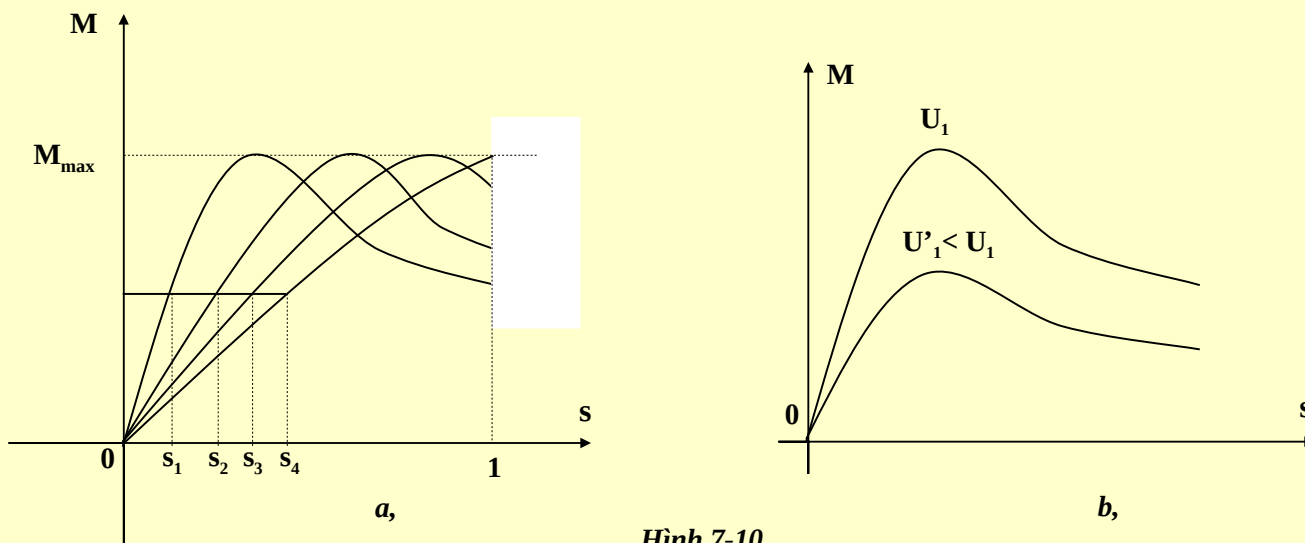


Chương 7 Máy Biến Áp Không Tải

§7- 7. Mô men quay và đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ

Thay s_{th} vào (7.30) ta có:

$$M_{max} = \frac{3pU_1^2}{2\omega (R_1 + X_1 + X'_2)} \quad (7.31)$$



Hình 7-10



Chương 7 Máy Biến Kháng Tải bé

§7- 7. Mô men quay và đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ

Nhận xét:

$$1) s_{th} \approx \frac{R'_2}{X_1 + X'_2} \quad R_2 \text{ tăng} \rightarrow s_{th} \text{ giảm} \rightarrow n \text{ giảm}$$

2) M_{max} không phụ thuộc R'_2 từ đó khi yêu cầu mô men mở máy lớn người ta đưa thêm điện trở phụ vào mạch rôto để có:

$M = M_{max}$ ứng với $s = 1$ ($n=0$).

Suy ra phương trình đặc tính cơ lúc mở máy:

$$M_{mm} = \frac{3pU_1^2 R'_2}{\omega [(R_1 + R'_2)^2 + (X_1 + X'_2)^2]} \quad 7.33$$



Chương 7 Máy Điện Không Răng bé

§7- 8. Mở máy động cơ không đồng bộ 3 pha

- I. Các yêu cầu khi mở máy
- II. Mở máy động cơ điện không đồng bộ 3 pha
- III. Động cơ điện lồng sóc có đặc tính mở máy tốt



Chương 7 Máy Điện Không Răng bé

§7- 8. Mở máy động cơ không đồng bộ 3 pha

- I. Các yêu cầu khi mở máy
- II. Mở máy động cơ điện không đồng bộ 3 pha
- III. Động cơ điện lồng sóc có đặc tính mở máy tốt



Chương 7 Máy Điện Không Răng bé

I. Các yêu cầu khi mở máy

Trong thực tế khi mở máy ta mong muốn:

+ Mômen mở máy phải đủ lớn để duy trì thời gian mở máy trong phạm vi cho phép (thời gian mở máy ngắn sẽ nâng cao năng suất, đặc biệt là đối với các hệ truyền động có yêu cầu cao về khởi động, đảo chiều và hãm điện nhiều). Nhưng nếu mômen mở máy quá lớn sẽ sinh ra lực động mạnh gây nên các hiện tượng rung, giật khi khởi động có thể phá hỏng kết cấu cơ khí.

+ Dòng điện mở máy không được lớn quá trị số cho phép, dòng điện lớn sẽ gây hiện tượng sụt điện áp lưới nguy hiểm cho các thiết bị khác. Đối với động cơ điện không đồng bộ 3 pha. Khi mở máy, ban đầu động cơ chưa quay nên hệ số trượt $s = 1$.



Chương 7 Máy Điện Không Răng bé

I. Các yêu cầu khi mở máy

Dòng điện pha khi mở máy:

$$I_{pmm} = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + R'_2)^2 + (X_1 + X'_2)^2}} = (5 \div 7)I_{dm} \quad (7.34)$$

Ta thấy dòng điện khi mở máy lớn hơn nhiều so với dòng điện định mức. Do vậy, ta cần phải có các biện pháp mở máy thích hợp để hạn chế dòng điện khi mở máy nhưng vẫn giữ được mômen mở máy đủ lớn.

* Với các động cơ có công suất nhỏ, ta có thể mở máy trực tiếp bằng cách đóng trực tiếp động cơ vào lưới điện.

Nhược điểm của phương pháp này là dòng điện mở máy lớn có thể làm sụt điện áp lưới, nếu quán tính của máy lớn, thời gian mở máy lâu thì các thiết bị bảo vệ sẽ tác động. Do đó ta phải có biện pháp mở máy.



Chương 7 Máy Điện Không Đồng Bộ

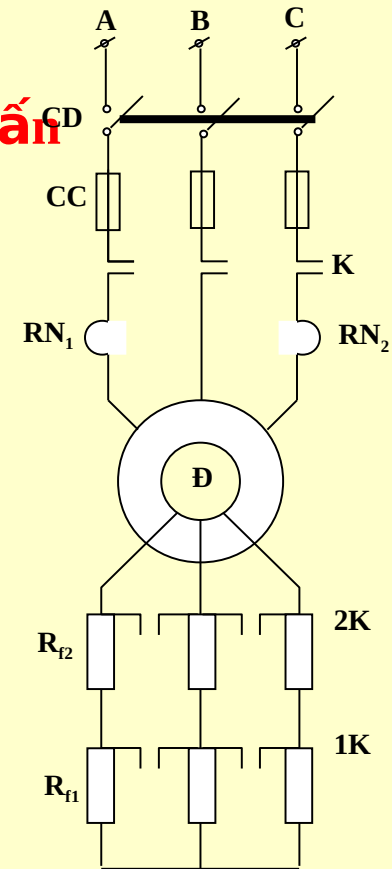
II. Mở máy động cơ điện không đồng bộ 3 pha

1. Mở máy động cơ điện không đồng bộ rôto dây quấn

* Giới thiệu sơ đồ:

Để hạn chế dòng điện khi mở máy (I_{mm}) ta đưa thêm 2 cấp điện trở phụ (R_f) vào mạch rôto. Để mômen khởi động là cực đại thì độ trượt tới hạn s_{th}

$$= 1: \quad s_{th} = \frac{R'_2 + R'_{mm}}{X_1 + X'_2} = 1 \quad (7.35)$$



Hình 7-11



Chương 7 Máy Điện Không Tải

II. Máy động cơ điện không đồng bộ 3 pha

1. Máy động cơ điện không đồng bộ rôto dây quấn

Từ đó xác định các R_f cần thiết.

Dòng điện mở máy khi có điện trở phụ là:

$$I_{fmm} = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + R'_2 + R'_f)^2 + (X_1 + X'_2)^2}} \quad (7.36)$$

Kết luận: nhờ có R_f mà mômen mở máy tăng và dòng điện mở máy giảm.

Đó là ưu điểm lớn của động cơ rôto dây quấn.

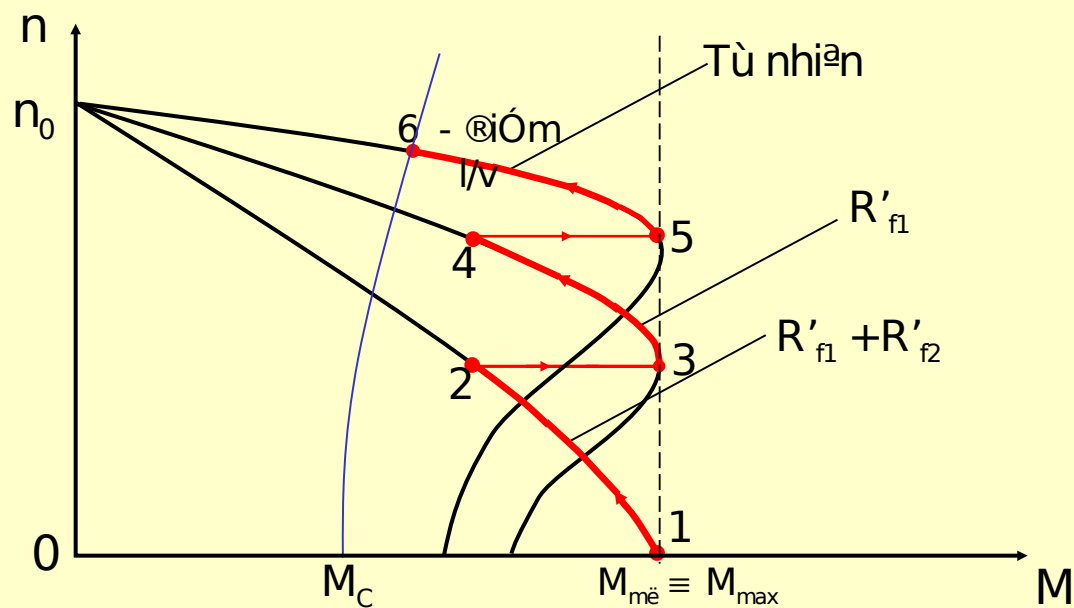


Chương 7 Máy Điện Không Đồng Bộ

II. MỞ máy động cơ điện không đồng bộ 3 pha

1. MỞ máy động cơ điện không đồng bộ rôto dây quấn

Đặc tính mở máy như hình 7-12:



Chương 7 Máy Biến Kháng Bề

II. Mở máy động cơ điện không đồng bộ 3 pha

1. Mở máy động cơ điện không đồng bộ rôto dây quấn

* Nguyên lý hoạt động:

Khi mở máy các tiếp điểm của công tắc tơ 1K, 2K đều mở. Động cơ được khởi động với toàn bộ điện trở phụ $R_f = R_{f1} + R_{f2}$. Động cơ mở máy với mômen mở máy $M_{m.m} = M_2$ và bắt đầu tăng tốc theo đoạn ab trên đường đặc tính thứ nhất, tốc độ bắt đầu tăng và mômen giảm dần.

Khi tăng tốc đến b mà không cắt điện trở phụ ra thì động cơ vẫn tăng tốc theo đường đặc tính thứ nhất và tiến tới làm việc ổn định ở B với tốc độ thấp hơn tốc độ định mức.



Chương 7 Máy Điện Không Đồng Bộ

II. Khởi động cơ điện không đồng bộ 3 pha

Để động cơ làm việc ở tốc độ định mức, khi đến điểm b thực hiện khống chế để 1K đóng lại, ngắn mạch cấp điện trở phụ thứ nhất R_{f1} , động cơ chuyển điểm làm việc từ b sang c trên đường đặc tính thứ 2 tương ứng với điện trở phụ R_{f2} . Lúc này mômen động cơ tăng từ M_1 lên M_2 nên tốc độ động cơ tiếp tục tăng tốc theo đoạn cd trên đường đặc tính cơ thứ 2 và mômen động cơ giảm dần. Tại d, thực hiện việc khống chế đóng tiếp điểm 2K để loại điện trở phụ R_{f2} ra khỏi mạch. Lúc này toàn bộ điện trở phụ đã được loại khỏi mạch rôto, điểm làm việc chuyển từ d sang e, động cơ tăng tốc theo đường đặc tính cơ tự nhiên và tiến đến làm việc ổn định ở điểm A trên đường đặc tính cơ tự nhiên. Quá trình khởi động kết thúc.



Chương 7 Máy Biến Kháng Rạng bé

II. Mở máy động cơ điện không đồng bộ 3 pha

2. Mở máy động cơ điện không đồng bộ rôto lồng sóc

Có nhiều phương pháp để mở máy động cơ điện không đồng bộ rôto lồng sóc: Mở máy trực tiếp.

+ Mở máy bằng giảm điện áp ta có 3 phương pháp: Mở máy qua cuộn kháng; biến áp tự ngẫu và mở máy bằng đổi nối Y - Δ .

a, Mở máy trực tiếp

Đây là phương pháp đơn giản nhất, đóng trực tiếp động cơ vào điện áp lưới.



Chương 7 Máy Biến Kháng Tải bé

II. Mở máy động cơ điện không đồng bộ 3 pha

Nhược điểm của phương pháp này là dòng điện mở máy lớn có thể làm sụt điện áp lưới, nếu quán tính của máy lớn, thời gian mở máy lâu thì các thiết bị bảo vệ sẽ tác động. Vì vậy phương pháp này được dùng khi công suất mạng điện lớn hơn công suất động cơ rất nhiều .

b, Mở máy bằng giảm điện áp đặt vào động cơ

* Mở máy động cơ bằng điện kháng phụ X_f mắc nối tiếp vào mạch stato.

+ Sơ đồ nguyên lí như hình 7-13:

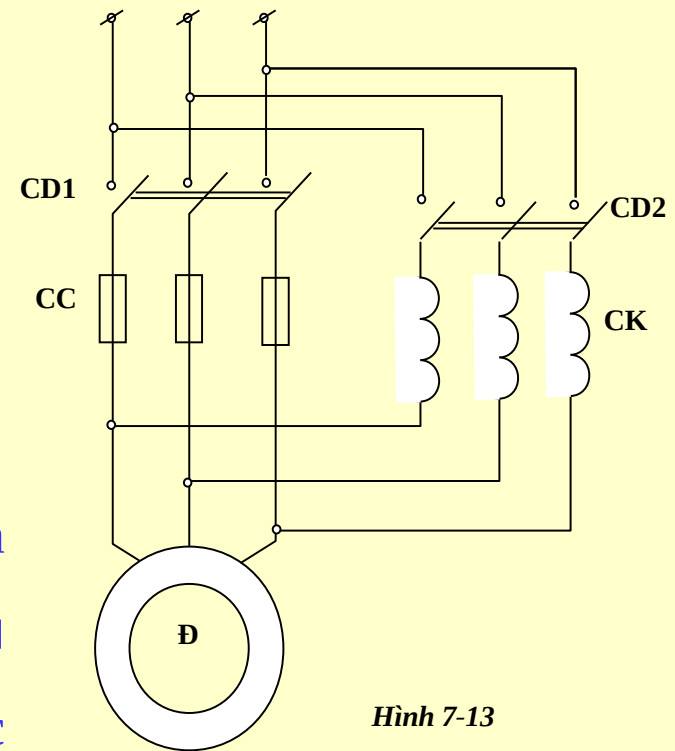


Chương 7 Máy Biến Tần Không Đồng Bộ

II. Mở máy động cơ điện không đồng bộ 3 pha

+ Nguyên lý hoạt động:

Khi khởi động mở cầu dao CD1, đóng cầu dao CD2; động cơ được khởi động qua điện kháng X_f để hạn chế dòng khởi động. Khi động cơ đã quay đến tốc độ ổn định thì đóng cầu dao CD1 để loại điện kháng phụ XK ra. Động cơ chuyển đến làm việc ở tốc độ định mức và quá trình mở máy kết thúc.



Hình 7-13

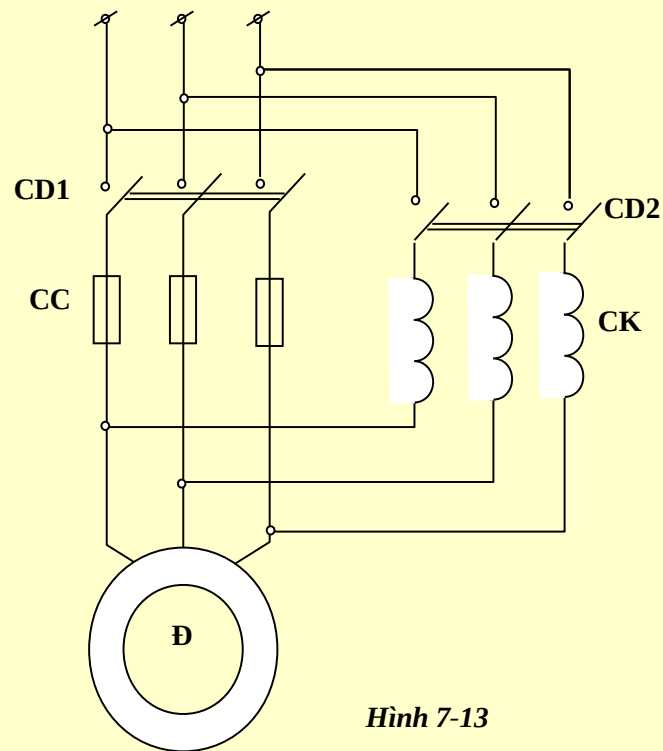


Chương 7 Máy Biến Điện Không Đồng Bộ

II. MỞ máy động cơ điện không đồng bộ 3 pha

+ Nguyên lí hoạt động:

Nhờ có điện áp rơi trên X_f mà điện áp đặt trực tiếp vào động cơ giảm đi k lần, dòng điện giảm đi k lần nhưng nhược điểm là mômen giảm đi k^2 lần.



Hình 7-13



Chương 7 Máy Biến Áp Tự Ngẫu

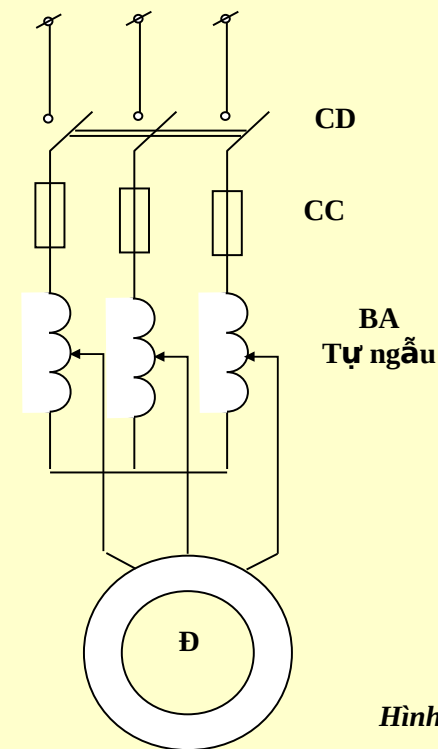
II. Mở máy động cơ điện không đồng bộ 3 pha

*** Mở máy bằng biến áp tự ngẫu:**

+ Sơ đồ như hình 7-14

+ Nguyên lý hoạt động:

Khi mở máy, ta điều chỉnh con trượt để điện áp đặt vào động cơ là nhỏ, sau đó tăng dần giá trị điện áp đến giá trị định mức.



Hình 7-14

Ta thấy nhờ mở máy qua biến áp tự ngẫu mà ta có các thông số sau:



Chương 7 Máy Biến Áp Tự Ngẫu

II. Mở máy động cơ điện không đồng bộ 3 pha

*** Mở máy bằng biến áp tự ngẫu:**

Gọi k là hệ số máy biến áp tự ngẫu; U_1 là điện áp lưới điện; z_n là tổng trở động cơ lúc mở máy. Khi đó ta có: $U_{đc} = U_1 / k$; $I_{đc} = U_{đc} / z_n = U_1 / k z_n$

Suy ra $I_1 = I_{đc} / k = U_1 / k^2 z_n$ (dòng lưới điện khi sử dụng BA tự ngẫu)

Còn khi mở máy trực tiếp thì $I_1 = U_1 / z_n$ suy ra dòng lưới điện giảm k^2 lần (ưu điểm hơn cuộn kháng), trong khi điện áp giảm k lần và mô men cũng giảm k^2 lần.



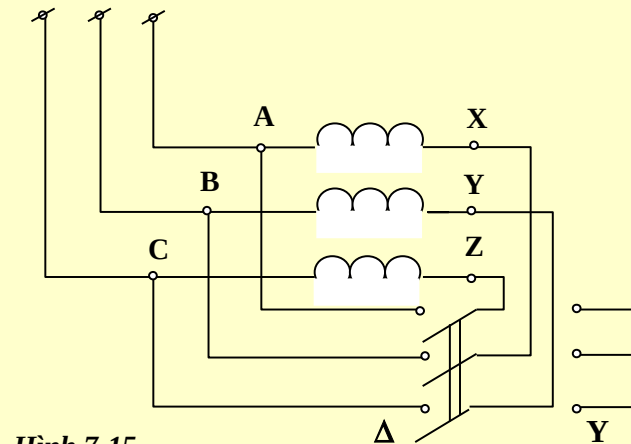
Chương 7 Máy Điện Không Đồng Bộ

II. Mở máy động cơ điện không đồng bộ 3 pha

*. **Mở máy bằng đổi nối Y- Δ :**

+ Sơ đồ nối dây như hình 7-15:

+ Nguyên lý hoạt động:



Hình 7-15

Phương pháp này chỉ dùng được với động cơ khi làm việc bình thường dây quấn stato nối tam giác: $U_d = U_{đc}$

Khi mở máy dây quấn stato động cơ được nối sao để điện áp mỗi pha giảm $\sqrt{3}$

lần:



Đầu chương



Chương 7 Máy Biến Khảo Ảnh

II. Mở máy động cơ điện không đồng bộ 3 pha

***. Mở máy bằng đổi nối Y-Δ:**

$$U_{đc} = U_d / \sqrt{3} \quad (7.37)$$

Sau khi mở máy dây quấn động cơ lại được chuyển sang nối tam giác để làm việc bình thường.

Dòng điện dây khi nối sao và tam giác được xác định:

$$I_{d\Delta} = \sqrt{3} I_{đc} = U_d / z_n \quad \text{và} \quad I_{dY} = I_{đc} = U_d / \sqrt{3} z_n \quad (7.38)$$

Qua đây ta thấy việc mở máy bằng đổi nối Y-Δ dòng điện dây sẽ giảm đi 3 lần, điện áp giảm $\sqrt{3}$ lần, nhưng mômen cũng giảm đi 3 lần.



Chương 7 Máy Điện Không Đồng Bộ

II. Mở máy động cơ điện không đồng bộ 3 pha

* Kết luận chung:

Việc áp dụng các phương pháp mở máy ở trên thực chất là làm giảm điện áp đặt vào dây quấn stato động cơ mục đích là hạn chế dòng điện khởi động khi mở máy.

Nhược điểm: Mômen mở máy sẽ giảm đi rất nhiều vì vậy các phương pháp mở máy thường được áp dụng cho trường hợp không yêu cầu mômen mở máy lớn. Để khắc phục được nhược điểm trên người ta thường chế tạo loại động cơ điện không đồng bộ rôto lồng sóc kép và rôto lồng sóc rãnh sâu để nâng cao chất lượng đặc tính khi mở máy.



Chương 7 Máy Điện Không Răng bé

III. Động cơ điện lồng sóc có đặc tính mở máy tốt

Động cơ điện lồng sóc có ưu điểm là cấu tạo và sử dụng đơn giản, có đặc tính làm việc tốt, nhưng đặc tính mở máy không bằng động cơ dây quấn. Để cải tiến đặc tính mở máy động cơ lồng sóc, người ta chế tạo loại động cơ lồng sóc rãnh sâu hoặc hai lồng sóc, chúng có đặc tính mở máy tương đối tốt.

1. Động cơ điện lồng sóc rãnh sâu

Loại động cơ này, rãnh rôto hẹp và sâu (chiều sâu bằng $10 \div 12$ lần chiều rộng rãnh), vẽ trên hình 7-16 .

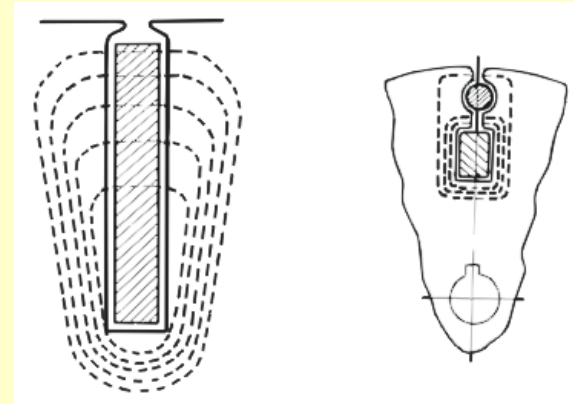


Chương 7 Máy Điện Khổng Răng bé

III. Động cơ điện lồng sóc có đặc tính mở máy tốt

1. Động cơ điện lồng sóc rãnh sâu

Loại động cơ này, rãnh rôto hẹp và sâu (chiều sâu bằng $10 \div 12$ lần chiều rộng rãnh), vẽ trên hình 7-16 .



Hình 7-16

Hình 7-17

Khi có dòng điện cảm ứng trong thanh dẫn rôto, từ thông tản rôto phân bố như trên hình 7-16 . Từ thông tản mắc vòng với đoạn dưới thanh dẫn nhiều hơn đoạn trên. Khi mở máy, rôto chưa quay, dòng điện rôto có tần số bằng tần số dòng điện stato f .



Chương 7 Máy Điện Không Tải

III. Động cơ điện lồng sóc có đặc tính mở máy tốt

1. Động cơ điện lồng sóc rãnh sâu

Điện kháng tản rôto sẽ lớn hơn điện trở và có tác dụng quyết định đến dòng điện rôto. Lúc mở máy điện kháng tản phía dưới lớn, dòng điện tập trung phía trên thanh dẫn gần miệng rãnh. Do sự phân bố dòng điện tập trung nhiều ở phía miệng rãnh, tiết diện dẫn điện của thanh coi như bị nhỏ đi, điện trở rôto R_2 tăng lên sẽ làm tăng mômen mở máy. Khi mở máy xong, tần số dòng điện rôto nhỏ, tác dụng trên bị yếu đi, điện trở rôto giảm xuống như bình thường.



Chương 7 Máy Biến Kháng Bể

III. Động cơ điện lồng sóc có đặc tính mở máy tốt

2. Động cơ điện lồng sóc kép

Rôto của động cơ có hai lồng sóc (hình 7-17), các thanh dẫn của lồng sóc ngoài (còn gọi là lồng sóc mở máy) có tiết diện nhỏ và điện trở suất lớn. Lồng sóc trong có tiết diện lớn điện trở nhỏ.

Như ở trên, khi mở máy dòng điện tập trung ở lồng sóc ngoài có điện trở R_2 lớn, mômen mở máy lớn. Khi làm việc bình thường, dòng điện lại phân bố đều ở cả hai lồng sóc, điện trở R_2 nhỏ xuống.

Động cơ điện rãnh sâu và lồng sóc kép có đặc tính mở máy tốt, nhưng vì từ thông tản lớn, nên $\cos \varphi$ thấp hơn động cơ lồng sóc thông thường.



Chương 7 Máy Điện Không Răng bẻ

§7- 9. Động cơ điện không đồng bộ một pha

- 1. Cấu tạo
- 2. Nguyên lý làm việc
- 3. Mở máy



Chương 7 Máy Điện Không Răng bé

§7- 9. Động cơ điện không đồng bộ một pha

- ▣ 1. Cấu tạo
- ▣ 2. Nguyên lý làm việc
- ▣ 3. Mở máy

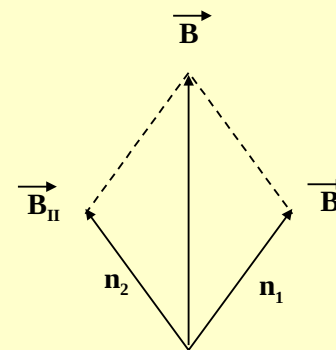
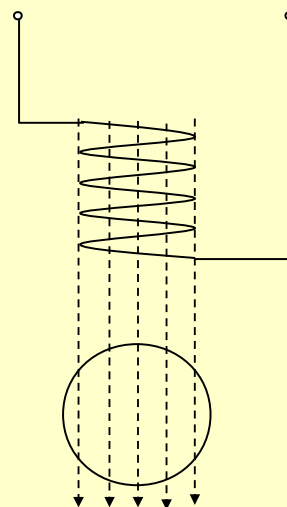


Chương 7 Máy Điện Không Tải bé

§7- 9. Động cơ điện không đồng bộ một pha

1. Cấu tạo

- + Stato chỉ có một dây quấn nối với lưới điện xoay chiều một pha.
- + Rôto thường là lồng sóc (hình 7-18).
- + Rôto thường là lồng sóc (hình 7-18).



Hình 7-18



Chương 7 Máy Điện Không Rỗng bê

§7- 9. Động cơ điện không đồng bộ một pha

2. Nguyên lý làm việc

Khi cho dòng điện xoay chiều chạy vào dây quấn stato, dòng điện một pha không tạo ra từ trường quay mà tạo ra từ trường có phương không đổi trong không gian còn chiều và trị số thay đổi theo sự biến thiên của dòng điện. Từ trường này gọi là từ trường đập mạch.

Vì không phải là từ trường quay, nên khi cho dòng điện một pha vào dây quấn stato, động cơ không tự quay được. Để cho động cơ điện làm việc được, trước hết ta phải quay rôto của động cơ điện theo một chiều nào đó, rôto sẽ tiếp tục quay theo chiều ấy và động cơ làm việc.



Chương 7 Máy Biến Kháng Ảng bé

§7- 9. Động cơ điện không đồng bộ một pha

2. Nguyên lý làm việc

Để giải thích rõ hiện tượng xảy ra trong động cơ điện một pha ta phân tích từ trường đập mạch thành hai từ trường quay, quay ngược chiều nhau cùng tốc độ quay n_1 và biên độ bằng một nửa từ trường đập mạch.

$$n_1 = \frac{60f}{p} \quad \text{và} \quad B_{\max I} = B_{\max II} = \frac{B_{\max}}{2} \quad 7.39$$

trong đó từ trường quay B_I có chiều quay trùng với chiều quay rôto, được gọi là từ trường quay thuận, còn từ trường quay B_{II} có chiều quay ngược chiều quay rôto gọi là từ trường quay ngược. Trên hình 7-18b, là từ trường đập mạch B , còn B_I và B_{II} quay với vận tốc n_1 và bao giờ ta cũng có:

$$B = B_I + B_{II} \quad 7.40$$



Chương 7 Máy Biến Áp Không Tải

§7- 9. Động cơ điện không đồng bộ một pha

2. Nguyên lý làm việc

Gọi n là tốc độ rôto, hệ số trượt s_I đối với từ trường quay thuận là:

$$s_I = \frac{n_1 - n}{n} = s \quad 7.41$$

Hệ số trượt s_{II} ứng với từ trường quay ngược:

$$s_{II} = \frac{n_1 + n}{n} = \frac{n_1 + n_1(1 - s_I)}{n_1} = 2 - s_I = 2 - s \quad 7.42$$

Do đó ta có bảng sau về quan hệ giữa các hệ số trượt:

$s = s_I$	0	1	2
s_{II}	2	1	0

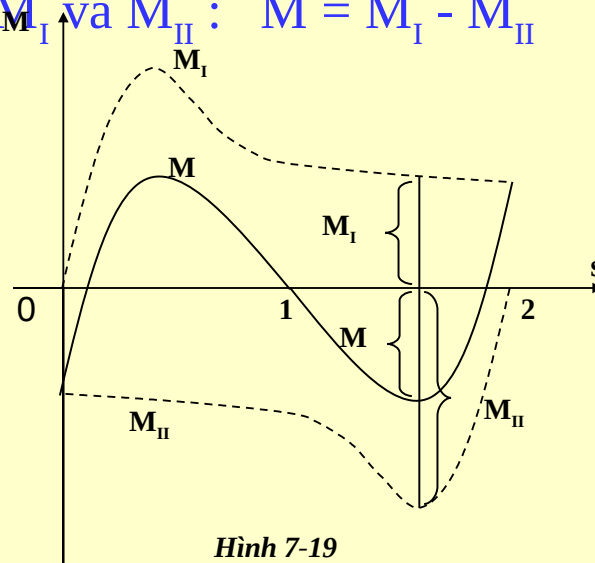


Chương 7 Máy Biến Áp Không Tải

§7- 9. Động cơ điện không đồng bộ một pha

2. Nguyên lý làm việc

Trên hình 7-19 vẽ mômen quay M_I do từ trường thuận sinh ra có trị số dương và M_{II} do từ trường ngược gây ra có trị số âm. Mômen quay của động cơ là tổng đại số mômen M_I và M_{II} : $M = M_I - M_{II}$



Hình 7-19



Chương 7 Máy Biến Kháng Tải bé

§7- 9. Động cơ điện không đồng bộ một pha

2. Nguyên lý làm việc

Từ đường đặc tính mômen, chúng ta thấy rằng lúc mở máy: $s = s_I = s_{II} = 1$; $M_I = M_{II}$ và mômen mở máy $M_{mở} = 0$, động cơ điện không tự mở máy được. Nhưng nếu ta tác động làm cho động cơ quay, hệ số trượt $s < 1$, lúc đó động cơ có mômen M , sẽ tiếp tục quay. Vì thế ta phải có biện pháp mở máy, nghĩa là phải tạo ra động cơ một pha mômen mở máy. Ta thường dùng các phương pháp dây quấn phụ, vòng ngắn mạch ở cực từ.



Chương 7 Máy Điện Không Răng bé

§7- 9. Động cơ điện không đồng bộ một pha

3. Mở máy

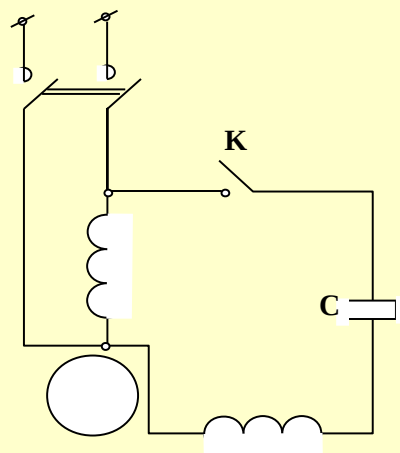
Nếu không có cấu tạo gì thêm thì động cơ một pha không thể tự mở máy được mà phải nhờ lực đẩy ban đầu. Để động cơ tự mở máy, người ta dùng các biện pháp mở máy sau:

a, Dùng dây quấn phụ mở máy

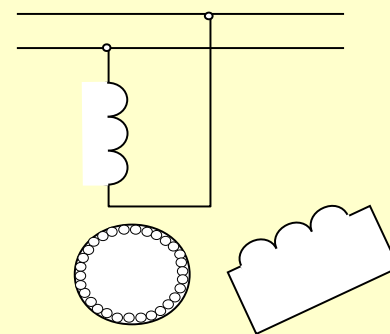
Thể hiện trên hình 7.20

b, Động cơ điện một pha có vòng ngắn mạch ở cực từ

Thể hiện trên hình 7.21



Hình 7.20



Hình 7.21





**TỔNG QUAN VỀ ĐÔNG CƠ KHÔNG
ĐỒNG BỘ**

CHƯƠNG I

TỔNG QUAN VỀ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ (KĐ)

Động cơ không đồng bộ ba pha được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp từ công suất nhỏ đến công suất lớn hơn và chiếm tỷ lệ lớn so với các động cơ khác. Do kết cấu đơn giản dễ chế tạo, vận hành an toàn và sử dụng nguồn cung cấp trực tiếp từ lưới điện xoay chiều ba pha. Trong công nghiệp thường sử dụng động cơ không đồng bộ làm nguồn động lực cho máy cán thép loại vừa và nhỏ, động lực cho các máy công cụ ở các nhà máy công nghiệp nhẹ .v .v . Trong nông nghiệp động cơ ĐK được dùng làm máy bơm hay máy gia công nông sản. Trong đời sống hằng ngày động cơ ĐK cũng chiếm một vị trí hết sức quan trọng, vì nó được sử dụng trong các thiết bị sinh hoạt hằng ngày như : máy bơm, quạt gió, động cơ trong tủ lạnh.

Tuy nhiên trước đây các hệ động động cơ ĐK có điều chỉnh tốc độ l

ại vô cùng hiếm hoi, chiếm tỷ lệ rất nhỏ là do điều chỉnh tốc độ động cơ ĐK có khó khăn hơn các loại động cơ khác. Trong thời gian gần đây do sự phát triển của ngành công nghiệp chế tạo bán dẫn công suất kỹ thuật điện tử và tin học, mà động cơ ĐK mới khai thác được ưu điểm của mình. Nó đã trở thành hệ truyền động cạnh tranh có hiệu quả với các hệ truyền động khác

Khác với động cơ điện một chiều, động cơ ĐK được cấu tạo phần cảm và phần ứng không tách biệt. Từ thông của động cơ cũng như mô men của động cơ sinh ra phụ thuộc vào nhiều tham số. Do vậy hệ điều chỉnh tự động truyền động điện cho động cơ ĐK là hệ điều chỉnh nhiều tham số có tính phi tuyến mạnh

Trong định hướng xây dựng hệ truyền động điện động cơ ĐK người ta có xu hướng với các đặt tính điều chỉnh của hệ truyền động điện động cơ một chiều

Hiện nay trong công nghiệp thường sử dụng hệ truyền động điều khiển tốc độ động cơ ĐK

1. Điều chỉnh điện áp cấp cho động cơ bằng bộ biến đổi tiristor
2. Điều chỉnh điện trở bằng bộ biến đổi xung tiristor
3. Điều chỉnh công suất trực
4. Điều chỉnh tần số nguồn cung cấp cho động cơ bằng các bộ biến đổi tần số (Bộ biến tần) dùng tiristor hay transistor

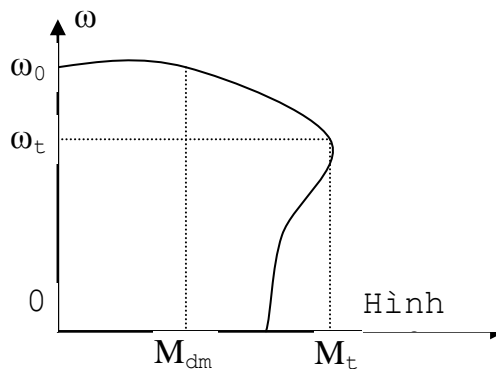
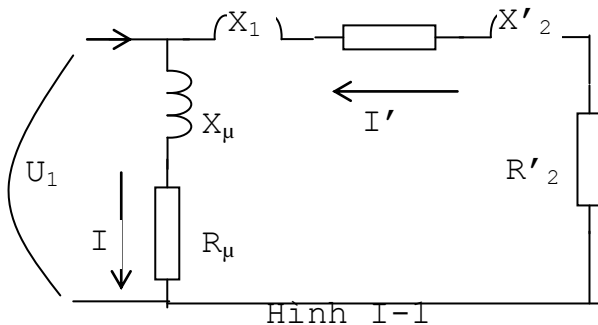
A.SƠ LƯỢC VỀ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN ĐỘNG CƠ ĐK

I.Giới thiệu về động cơ ĐK

ĐK là một loại máy điện xoay chiều làm việc theo nguyên lý cảm ứng điện từ.

1.Phương trình đặt tính cơ

Để thành lập phương trình đặt tính cơ ta dùng sơ đồ thay thế như hình vẽ (HI_1)



Ta có dòng điện stato :

$$I_1 = U_{1f} \sqrt{\frac{1}{R^2 + X^2} + \frac{1}{R_1^2 + \frac{R'_2}{S} + X_{nm}^2}} \quad (I-1)$$

Trong đó : $X_{nm} = X_{1d} + X'_{2d}$ điện kháng ngắn mạch

U_{1f} : trị hiệu dụng của điện áp pha stato

Phương trình đặt tính của động cơ ĐK :

$$M = \frac{3U_{1f}^2 \cdot R'_2}{S \cdot [R_1^2 + \frac{R'_2}{S} + X_{nm}^2]} \quad \text{hay} \quad M = \frac{2 \cdot M_{th} \cdot S_{th}}{\frac{S_{th}}{S} + \frac{S}{S_{th}}} \quad (I-2)$$

Đường đặt tính của động cơ như hình (H I-2)

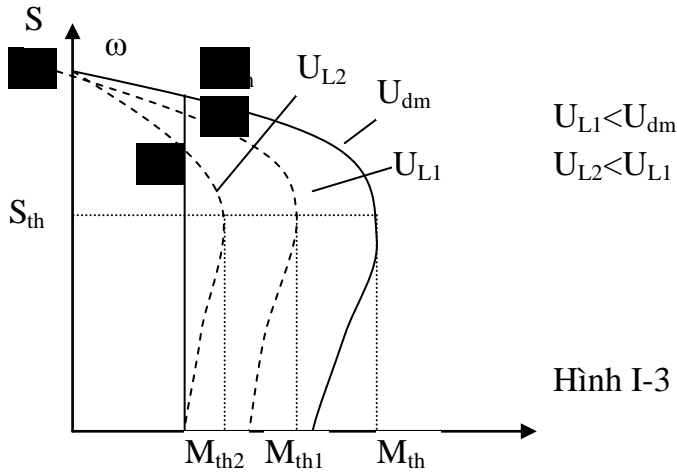
với : $S_{th} = \frac{R'_2}{R_1^2 + X_{nm}^2} \quad (I-3)$ S_{th} là hệ số trượt tới hạn của động cơ

2. Ảnh hưởng các thông số đến đặt tính cơ:

Từ phương trình đặt tính cơ ĐK ta thấy các thông số ảnh hưởng đến đặt tính cơ bao gồm:

a. Ảnh hưởng của sự suy giảm điện áp lưới cấp cho động cơ ĐK

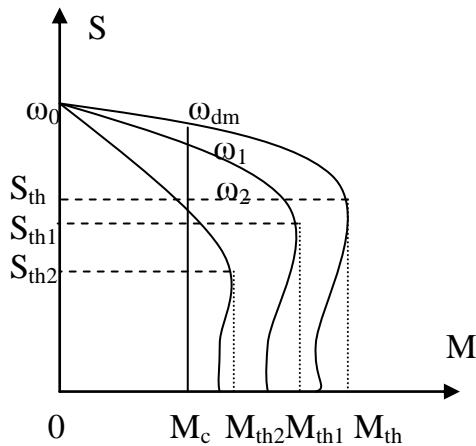
Khi điện áp lưới suy giảm thì theo (I-4) mômen M_{th} tới hạn của động cơ sẽ giảm bình phương lần biên độ suy giảm của điện áp, theo (I-3) thì S_{th} vẫn không đổi .



Hình I-3

b. Ảnh hưởng của điện trở điện kháng mạch stator

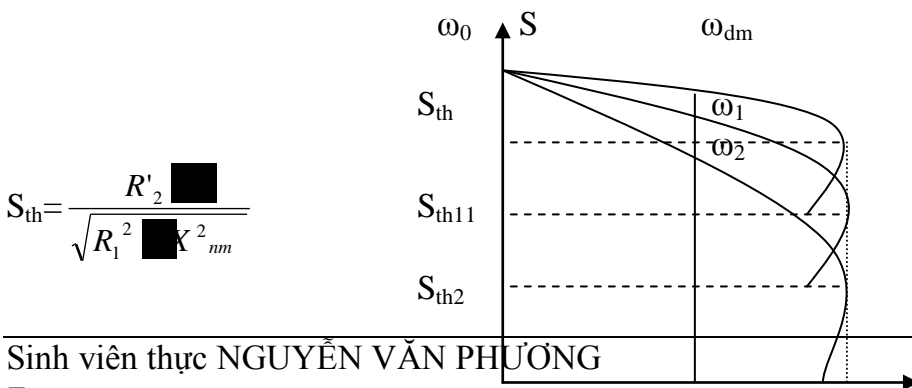
Khi nối thêm điện trở hoặc điện kháng vào mạch stator thì theo (I-3) và (I-4) cả S_{th} và M_{th} đều giảm



Hình I-4

c. Ảnh hưởng của điện trở mạch roto

Đối với động cơ không đồng bộ người ta mắc thêm điện trở phụ vào mạch roto để hạn chế dòng khởi động thì theo (I-3) , (I-4) thì S_{th} thay đổi còn $M_{th} = const$



$$S_{th} = \frac{R'_2}{\sqrt{R_1^2 + X_{nm}^2}}$$

Hình I-5

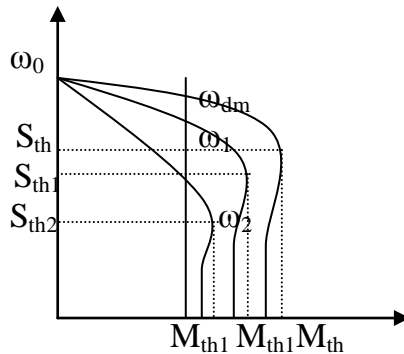


d.Ảnh hưởng của tần số

$$\omega_1 = \frac{2\pi f}{p}$$

Xuất phát từ biểu thức trên ta thấy nếu tần số thay đổi sẽ làm thay đổi tốc độ của từ trường quay và từ đó thay đổi tốc độ động cơ

Từ (I-3) và (I-4) ta thấy : Nếu $X_{nm} = \omega_1 L$ cho nên khi thay đổi tần số thì S_{th} và M_{th} sẽ thay đổi



Hình I-6

e.Ảnh hưởng của số đôi cực p

Để thay đổi số đôi cực ở stato người ta thường thay đổi cách đấu dây vì :

$$\omega_1 = \frac{2\pi f}{p} \quad (I-5)$$

$$\omega = \omega_1(1-s) \quad (I-6)$$

Vi vậy khi thay đổi số đôi cực p thì tốc độ từ trường quay ω_1 thay đổi dẫn đến tốc độ ω thay đổi theo

II.CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ ĐK

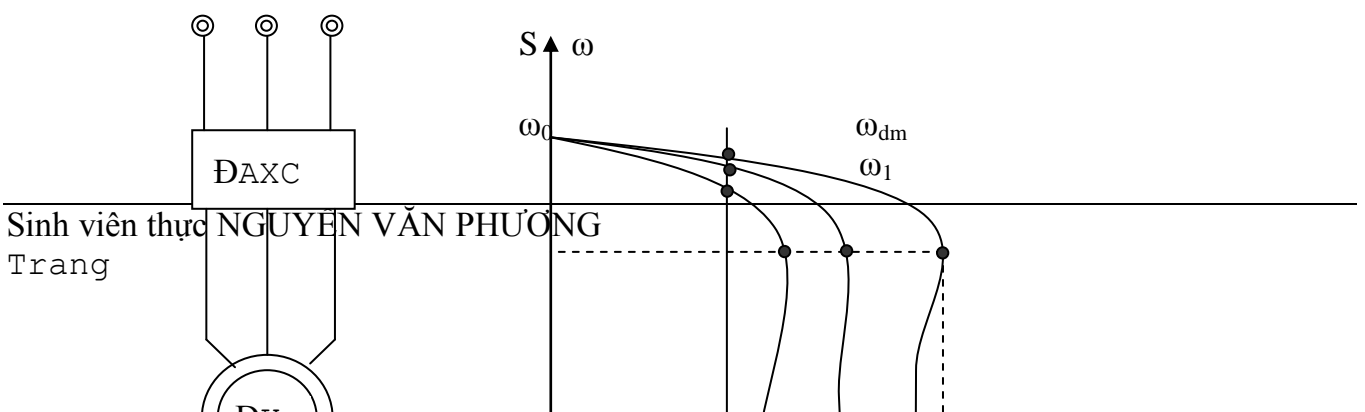
1.Phương pháp điều chỉnh điện áp lưới

Mômen động cơ ĐK tỷ lệ với bình phương điện áp stato nên có thể điều chỉnh được momen tốc độ động cơ bằng cách điều chỉnh giá trị điện áp stato trong khi giữ nguyên tần số.

Để điều khiển được tốc độ động cơ ĐK phải dùng bộ biến đổi điện áp xoay chiều (ĐAXC)

Nếu coi (ĐAXC) là nguồn áp lý tưởng ($Z=0$) thì căn cứ vào biểu thức moment tới hạn ta có quan hệ sau :

$$\frac{M_{thU}}{M_{th}} = \left(\frac{U_b}{U_{dm}} \right)^2 \quad \text{hay } M_{thU}^* = U_b^* \quad (I-7)$$



S_{th}

ω_2

Hình I-8

M_{th} M

Đặc tính điều chỉnh điện áp

Trong àoì : $U_{\hat{a}m}$: Äiãûn äíp äènh mæíc của ääüng cả
 U_b : Äiãûn äíp ääöu ra của bäü äiãöu äíp xung
 M_{th} Mämen tæü haùn khi äiãûn äíp laì $U_{\hat{a}m}$
 M_{thU} moment tæü haùn khi äiãûn äíp laì U_b

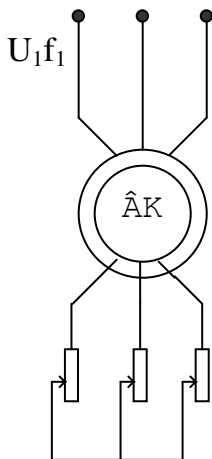
Phæång phaïp này äæäüc dùng äiãöu chèn äiãûn äíp cho ääüng cả ÄK roto löng soïc. Khi thæüc hiãûn äiãöu chèn äiãûn äíp cho ääüng cả ÄK roto dáý quáún cáön phaïi nãüi thãm äiãûn tráí phuû vaìo maùch roto , khi ta tháy ääøì äiãûn tráí phuû vaìo maùch roto seì máí räüng daì äiãöu chèn táüc ääüü vaì M . Vaì nhæ váúy thç táön tháút äiãöu chèn seì ráút lãn .

***Äu äiãöm** : của phæång phaïp này laì chè thèch háúp váüi truyãön ääüng vaì momen táü laì haìm tàng theo táüc ääü

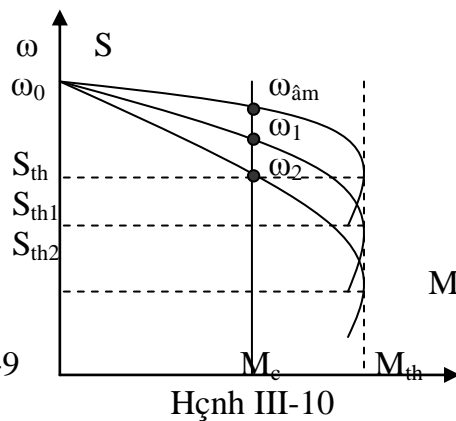
***Nhæäüc äiãöm** : Do tênh cháút phæíc táúp của moment , äiãûn äíp , táüc ääü nãn trong tênh toaìn ngæäüi ta thæång dùng cáic phæång phaïp ääö thè ääø dùng cáic äät tênh äiãöu chèn , cäng viãüc này khai phæíc táúp .

2. Phæång phaïp äiãöu chèn äiãûn tráí maùch roto

Sä ääö nguyãn lý vaì ääüt tênh cả nhæ hçnh veì (Hçnh I-10)



Hçnh I-9



Hçnh III-10

Phæång trçnh ääüc tênh äiãöu chèn : $S_{th} = \frac{R'_2 \cdot p'_{2f}}{\sqrt{R_1^2 + X_{mm}^2}}$ (I-8)

Ääø äiãöu chèn táüc ääü ääüng cả ÄK ngæäüi ta mæöc thãm äiãûn tráí phuû vaìo maùch roto , khi thay ääøì äiãûn tráí phuû R_f thç S_{th} thay ääøì coìn $M_{th} = const$ dáün ääüñ thay ääøì äæäüc táüc ääü ääüng cả khi thay ääøì R_{2f} ta coì háü ääüc tênh cả coì cùng M_{th} nhæng khiç S_{th}

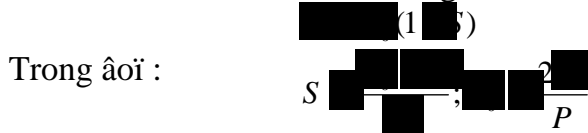
*.**Æu äiãøm:** Ån giãin reí tiãön ,coí khai năng hiãûn äaui hoãi bàòng bãin dáun.

*.**Nhæãüc äiãøm :** Tãøn hao cäng suáút khi äiãöu chèn , hiãûu suáút tháúp , phaûm vi äiãöu chèn heûp , äiãöu chèn khäng triãút äãø

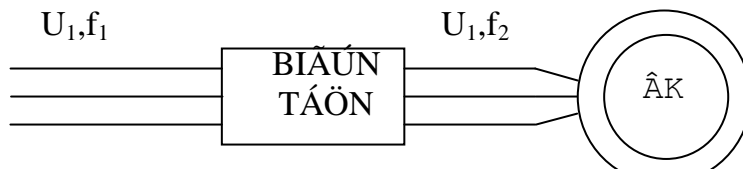
3.Äiãöu chèn táön säú nguãön cung cáúp cho äãüing cả ÄK

a.Äãüc äiãøm lam viãüc khi thay äãøi táön säú

Nhæ ta äaí biãút, táön säú của læãí äiãûn quyãút äènh giãí trè táúc äãü goic của tæi træãng quay trong mãy äiãûn ,do äoí bàòng cãich thay äãøi táön säú ðoing äiãûn stato ta coi thãø äiãöu chèn hæãüc táúc äãü äãüing cả



Äãø thæüc hiãûn phæãng phaûp äiãöu chèn này ta dùng bãü biãún táön cung cáúp cho äãüing cả Hình I-11:



Vç mãy äiãûn làm viãüc äí táön säú äènh mãic cho nãn khi thay äãøi táön säú, chãü äãü làm viãüc của noi seí bẽ thay äãøi . Sãí dé nhæ váúy lại vç táön säú aính hæãíng træüc tiãúp äãún tæi thãng của mãy äiãûn

Quan hãü này coi thãø hæãüc phãn tæch nhãi phæãng trçnh cán bàòng äiãûn aip äãüi vãü mãich stato của mãy äiãûn

$$E_1 = K \cdot \Phi \cdot f_1 \quad (I-10)$$

E_1 : sæic äiãûn äãüing cáim æíng trong cuãun dáy stato

Φ : Tæi thãng moic voing qua cuãun dáy stato

K : Hàòng säú tyí læü

$U_1 = U_b$: Äiãûn aip äãüt vaio stato của äãüing cả

$F_1 = f_b$: Táön säú ðoing äiãûn stato

Nãú boí qua suít aip trãn tãøng trãí của cuãun dáy stato thç tæi (I-10) ta coi :

$$\frac{U_1}{Kf_1} \quad (Z_1 = 0) ; \quad (I-11)$$

Nãú äiãûn aip äãüt vaio stato khäng äãøi ($U_1 = \text{const}$) thç (I-11) cho tháúy khi táön säú tàng hãn giãí trè äènh mãic $f_1 > f_{ãm}$ thç tæi thãng mãy seí giãím do äoí moment trong mãy seí giãím theo : $M = K \cdot f \cdot I$

Nãú moment táü khängããí hoãuc lại hàm theo táúc äãü thç luic này ðoing äiãûn của äãüing cả thç luic này ðoing äiãûn của äãüing cả phaí tàng læn äãø cán bàòng vãü moment phuü táü $M \blacksquare M_c$ (M_c lài moment phuü táü hay moment cáin)

Kãüt quãí lại cuãun dáy stato bẽ quãí táü vãø ðoing gáy phaít noing cuãun dáy , giãím tuãøi thoü äãüing cả

Nãú äiãûn aip äãüt vaio stato khäng äãøi ($U_1 = \text{const}$) thç theo (hçnh I-11) Khi táön säú giãím noi hãn so vãü äènh mãic $f_1 < f_{ãm}$ thç tæi thãng của mãy seí tàng dáun äãún mãich tæi bẽ bãü hoãí hay quãí táü mãich tæi .Hiãûn tæãüing này làm tàng ðoing tæi hoãí nghéa lài tàng tãøn tháút theip vaí äãüt noing mãy äiãûn

Nhæ váúy khi äiãöu chènñ táúç ääü bàöng cæíç thay ääøi táön säú nãúu giæí nguyãn äiãûn äíp stato khäng ääøi thç khai nàng mang táí cuía mäý seí giæím vai cæíç chè tiãu cháút læäúng ääöu tháúp .Do äoí khi thay ääøi táön säú pháí kãút hãúp thay ääøi äiãûn äíp trãn dáý quáún stato

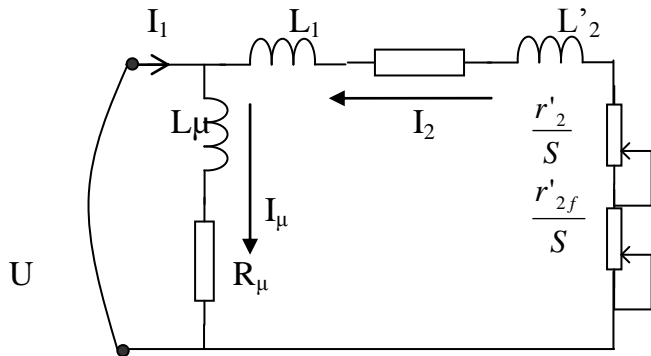
b. Quy luáút äiãöu chènñ äiãûn äíp

Ngæài ta chæíng minh äæäüc ràöng khi thay ääøi táön säú ,Nãúu ääöng thài äiãöu chènñ äiãûn äíp sao cho hãú säú quæí táí $\frac{M_{th}}{M_c}$ khäng ääøi thç cháú ääü laím viãúç cuía

mäý luãn luãn äæäüc duy trç áí mäic táúí æu khi laím viãúç áí cæíç thäng säú äènñ mäic ,khi äoí hiãúu suáút cosφ cuía mäý äiãûn trong toàñ dàí háöu nhæ khäng ääøi

Tæí nháún xeít trãn ta coi thãø tçm ra quy luáút thay ääøi äiãûn äíp theo táön säú , ääø cho äân giæín ta sæí duýng cæíç giæí thiãút ääüt ra khi tçm pháëng trçnh ääüt tênh cæíç cuía mäý äiãûn khäng ääöng bãü (Hçnh I-12).

Trong äoí U_f : trë säú hiãúu duýng äiãûn äíp pha áí stato (V) I_μ, I'_1, I'_2 cæíç ðöíng äiãûn tæí hoæí ,stato,roto quy ääøi vãö stato (A)



r_μ, r_1, r_2 cæíç äiãûn trãi táic duýng

cuía mäúç tæí hoæí , cuäün dáý stato, roto ääü quy ääøi vãö stato (Ω).

R'_f : äiãûn trãi phuú (nãúu coi) màöç thãm vào mäúi pha roto

S : hãú säú træäüc cuía ääüing cæíç $S = 0.02 \dots 0.06$

Ääø äân giæín ta sæí duýng cæíç giæí thiãút ääü ääüt ra khi tçm pháëng trçnh ääüt tênh cæíç cuía mäý äiãûn khäng ääöng bãü ,ngheá lai seí khai säít váún ääøi này dæüa vào vào säú ääö thay thãú hçnh Γ . khi bóí qua äiãûn trãi cuäün dáý stato ,biãöu thæíc moment seí laí :

$$M_{th} = \frac{3U_1^2}{2(X_1 f_1 + X'_2 f'_1)} = \frac{3U_1^2}{4(X_1 + X'_2) f^2} \quad (I-13)$$

Thay $\omega_0 = \frac{2}{p}$

Hãú säú quæí táí cuía ääüing cæíç ääüäüc xaíc äènñ dæüa vào (I-13) vai quan hãú $M_c = f(\omega)$

$$M_c = \frac{M_{th}}{P} = \frac{3U_1^2}{4(X_1 + X'_2) f^2} \cdot M_c = \frac{U_1^2}{f_1^2} \cdot M_c \quad (I-14)$$

Tiãúp theo ta thay $M_c(\omega) = M_{c\grave{a}m} \cdot \omega^2 = \frac{M_{c\grave{a}m}}{P^x} f_1^x \cdot \beta f_1^x$

Khi ãoi (I14) ãæãuc viãút laúi : $\frac{A}{B} \frac{U_1^2}{f_1^2}$

Biãøu thæic này thãø hiãûn trong trãêng hãúp laím viãuc áí caic thäng säü ãenh mæic $U_{1ãm}, f_{1ãm}$ vai trãêng hãúp áí U_1, f_1 báút kyí giãeí nguyãn ãiãöu kiãûn $\lambda = \text{const}$ ta ãæãuc :

$$\frac{U_{1dm}^2}{f_1^2} = \frac{U_1^2}{f_1^2}$$

Tæi ãoi ruít ra quy luãút ãiãûn ãíp : $\frac{U_1}{U_{1dm}} = \sqrt{\frac{f_1^2}{f_{1dm}^2}}$

Hoãuc $U_1^* = \sqrt{f_1^{*(2)}}$ vãii $U_1^* = \frac{U_1}{U_{1dm}}$ vai $f_1^* = \frac{f_1}{f_{1dm}}$

Nhæ váúy ãiãûn ãíp stato pháúi thay ãæöi phuú thuãuc vaio táön säü vai ããuc tênh phuú táúi . cho nhãêng giãeí trãkhaic nhau ,ta seí tçm ra nhãêng quy luãút biãún ãæöi ãiãûn ãíp vãii tãeng trãêng hãúp phuú táúi vãii báíng sau:

Loãui táúi	x	Quy luãút ãiãön chành ãiãûn ãíp
Kiãøu mãy tiãûn	-1	$\sqrt{f_1^*}$
Kiãøu mãy náng	0	f_1^*
Ma säit nhãít	1	$\sqrt{f_1^{*3}}$
Mãy bãm, Quãt gioi	2	$\sqrt{f_1^{*2}}$

Trong thæuc tãú coi nhiãöu loãui mãy säin xuãút khaic nhau , ããut tênh cả cüíng coi nhiãöu ããung khaic nhau. Tuy váúy ããuc tênh cả cüía mãy säin xuãút thãêng gãúp :

$$M_c = M_{c0} + (M_{cãm} + M_{c0}) \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)^x \quad \text{Trong ãoi :}$$

M_c : Moment cáin laí moment laí moment trãn trüüc mãy æíng vãii táúc ããü ω_c nào ããúy

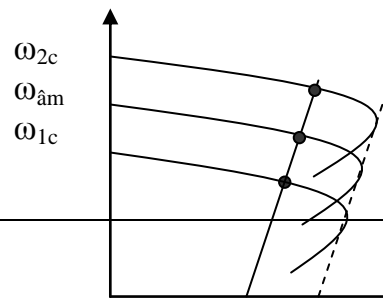
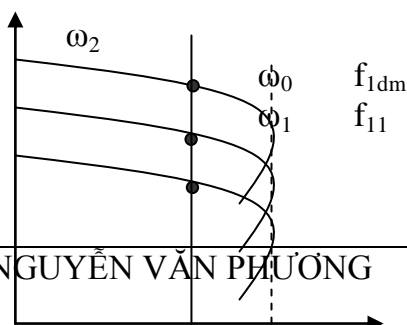
M_{c0} : Moment cáin cüía mãy säin suãút khi khãng quay

$M_{cãm}$: Moment cáin ãenh mæic, laí moment trãn trüüc cüía mãy säin xuãút æíng vãii táúc ããü goic ãenh ãenh mæic $\omega_{cãm}$

X : Nhãêng säü tæü nhiãn ããuc trãeng cho tãeng ããung ããuc tênh cả cüía mãy säin xuãút

1. Æíng vãii $x=0, M_c = \text{const}$: Kiãøu mãy náng, cáöu trüüc, thäng mãy

$$U_1/f_1 = \text{const}$$



Hçnh (I-13)

$$M_{c\text{dm}} = M$$

2. ÄĬng vãi x = 1, M_c tyí lãu báút nháút vãi táuc ääü, (kiãøu maÿ baø)

$$\frac{U_1}{f_1^{3/2}} \blacksquare \text{const}$$

ω_2	ω	f_{12}	
ω_0		$f_{1\text{dm}}$	ω_2
ω_1		f_{11}	ω_0
			ω_1

Hçnh I-14

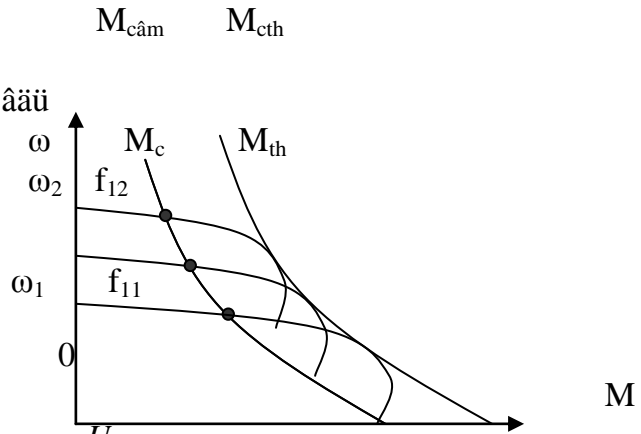
3. ÄĬng vãi x = -1, M_c tyí lãu nghçch vãi táuc ääü

Kiãøu maÿ ($M_c = 1/\omega$)

Maÿ tiãûn, maÿ doa maÿ maÿ

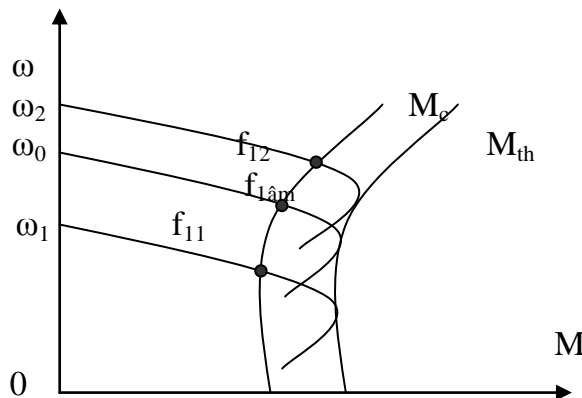
$$\frac{U_1}{f_1^{1/2}} \blacksquare \text{const}$$

Hçnh (I-15)



4. ÄĬng vãi x = 2, M_c tyí lãu nghçch vãi táuc ääü : $\frac{U_1}{f_1^2} \blacksquare \text{const}$

Kiãøu maÿ bãm , bàng taí quãt gioi;



Vç quy luãt $U_1^* \blacksquare \sqrt{f_1^{*(2\blacksquare)}}$ äæãuc ruít ra vãi äiãöu kiãûn cäng nhãûn nhæîng giai trë giai thiãút ääi nhãõc trãn nãn noi chè laì gãõn äüîng .Noi äæãuc göi laì quy luãt cả baín hoãuc laì

quy luật gáön äüing coi thãø sæí duâng khi äiãöu chèn trong daì khäng räung.Nãúu daí diãöu chèn lãin dáön äãún sai sä ääing kãøú áí vùing táön säú tháúp

CHÆÁNG II GIẢI THIÃÛU CHUNG VÃÖ BÃÜ BIÃÚN TÃÖN

I.Giãii thiãûu chung

Bãü biãún táön laì mãüt thiãút bë biãún äãøi nàng læäüing äiãûn xoay chiãöu tæí táön säú f_1 sang nguãön äiãûn coi táön säú khaic f_2

Tãön säú cuía læãii äiãûn quyãút äènh táúc äãü goïc cuía tæí træãìng quay trnong mãiy äiãûn do äoi bàòng caìch thay äãøi táön säú ðoing äiãûn stato ta coi thãø äiãöu chèn äæãüc táúc äãü ääüing cả.Äãø thæic hiãûn äæãüc váún äãøi naỳ ta ðùng bãü biãún táön cung cáúp táön säú phuì hãúp vãii ääüing cả äiãöu chèn táúc äãü.

Áí bãü biãún táön laìng nguãön cung cáúp cho ääüing cả ÄK ,yãu cáøu bãü naỳ coi khaì nàng biãún äãøi táön säú vai äiãûn aìp sao cho tè säú : $\frac{U}{f} = \text{const}$

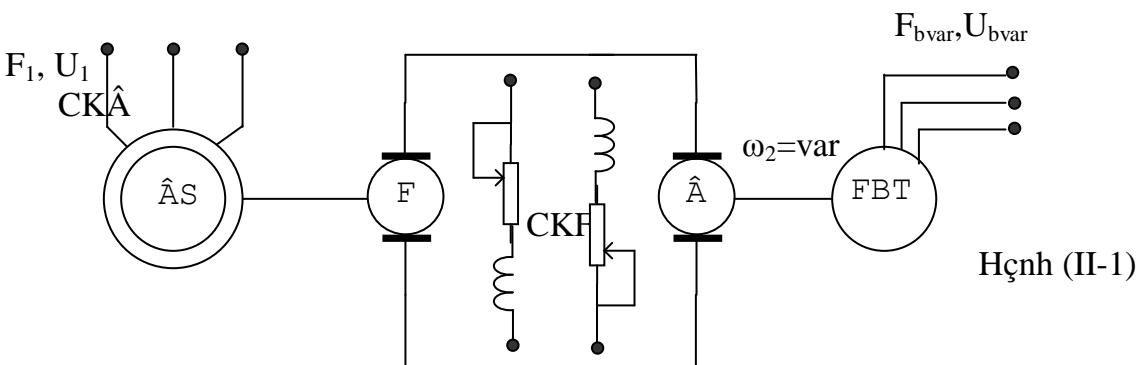
II.Phán loaùi các bãü biãún táön

Biãún táön coi hai loaùi :

- _ Biãún táön ðùng mãiy äiãûn
- _ Biãún táön van ðùng thiãút bë äiãûn tæí

1.Biãún táön ðùng mãiy äiãûn :

Nguyãn lý chung cuía loaùi naỳ laì sæí ðuâng hai tãø mãiy , mãüt tãø mãiy nãúi vãii læãii äiãûn coi táúc äãü khäng äãøi coiñ tãø kia äæãüc gãön vãii tæí coi táúc äãü thay äãøi.Nhãì biãún äãøi táúc äãü cuía tãø thæí hai mãì táön säú ra cuía thiãút bë coi thãø biãún äãøi äæãüc.



*Nguyãn lý hoãt ääüing nhæ sau :

Tãø ÄS coi táúc äãü $\omega_1 = \text{const}$ laìng chæic nàng biãún äiãûn nàng tæí læãii thànã äiãûn nàng mãüt chiãöu trãn chãøi than pháön æìng cuía mãiy pháit F . Tãø thæí hai gãöm ääüing cả mãüt chiãöu Ä vai mãiy pháit biãún táön FBT ,coi táúc äãü trüç $\omega_2 = \text{var}$.

Táúc äãü naỳ äæãüc äiãöu chèn theo yãu cáøu bàòng caìch vaìo các mãich kèch tæí cuía mãiy pháit F vai ääüing cả Ä. Táön säú ra cuía FBT phuì thuãüc vaìo táúc äãü quay ω_2 cuía noi .Viãüc sæí ðuâng cüing nhæ äiãöu khiãøn bãü biãún táön naỳ ráút phæic táúp do sæí ðuâng nhiãöu tãø mãiy äiãûn ,hiãúu suáút tháúp, thiãút bë quay gáy äön nãn viãüc læõp äãüt mãiy pháit kiãn cãü,do váúy giãì thànã cao

2.Biãún táön ðùng van bãin dáùn:

Sinh viên thực NGUYỄN VĂN PHƯƠNG

Trang

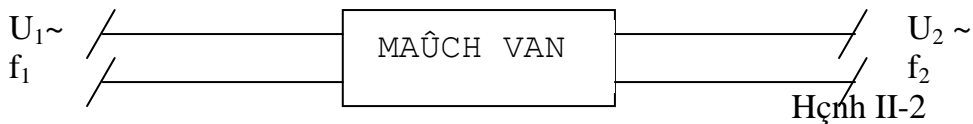
Loaûi naỳ äæäüc cháú taöu tæi caïc van baìn ðáun cäng suáút (transistor hoävuc tiristor)
 Äæäüc phán chia thành hai loaûi :

- _ Biãún táön træüc tiãúp
- _ Biãún táön giãin tiãúp

Caïc loaûi biãún táön ðùng van äæäüc æïng ðùng ráung rái nhâi caïc æu äiãøm sau :

- _ Kêch thæác nhoí nãn ðiãun têch làõp äàút khäng lãin
- _ Troüng læåüng nheú
- _ Hãu sãu khuyãúch äaûi cäng suáút lãin
- _ Coi quãin tênh nhoí

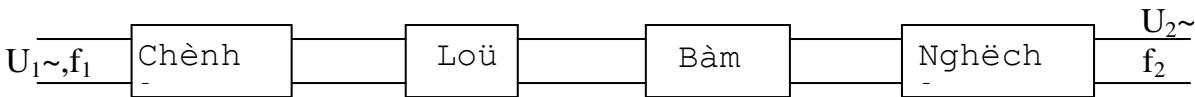
*.Biãún táön træüc tiãúp (Hçnh II-2)



Là báü biãún äæøi mãi táön sãu mãi táön sãu äæäüc taöu ra bàõng caích äõing cãõt thêch háúp tæing äoaûn thêch háúp mãüt ðõing äiãûn xoay chiãõu coi táön sãu cao hãn .Tæi äiãûn aïp xoay chiãõu U_1 coi táön sãu f_1 ,chè cãõn qua mãüt mãich van lài chuyãøn ngay ra taíi vãii táön sãu kháic f_2 .

Trong báü biãún táön træüc tiãúp chæic nàng chèn h læu vai nghêch læu nàõm trãn cüing mãüt báü biãún äæøi , khäng sæi ðùng tuú chuyãøn mãich vai chè chuyãøn äæøi mãüt lãõn nãn hiãûu suáút cao .Nhæng thæüc tãú mãich van khai pháic taúp sãu læåüng van lãin , nháút lài äæúi vãii mãich ba pha .Viãüc thay äæøi táön sãu f_2 khoi khãn vai phuü thuäüc vaio f_1 .Biãún táön äæäüc sæi ðùng vãii phaûm vi äiãõu chèn h læu $f_2 < f_1$.

*.Biãún táön giãin tiãúp (Hçnh II-3)



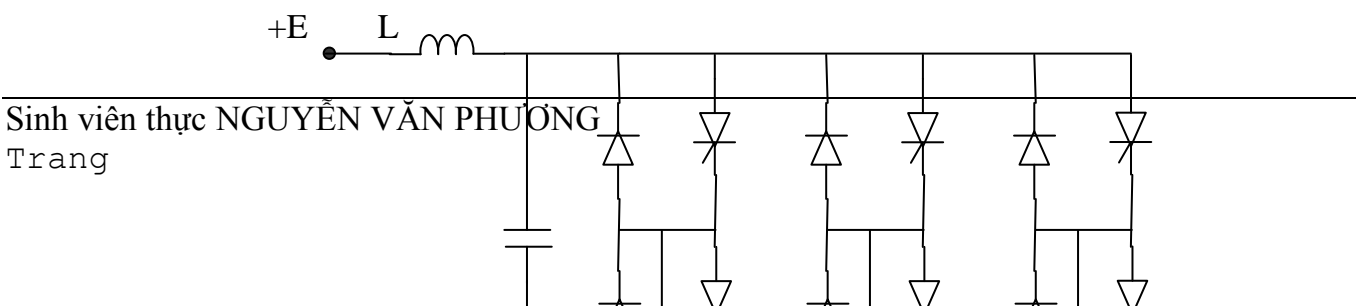
Hçnh II-1 Sã äæø khãúi biãún táön giãin tiãúp

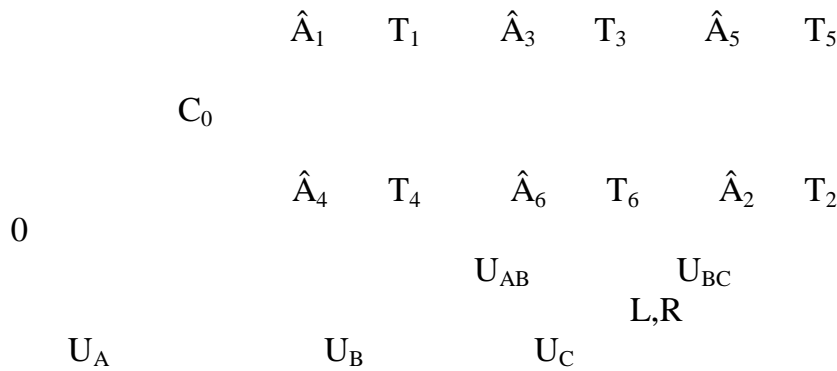
Trong loaûi biãún táön naỳ äiãûn aïp xoay chiãõu äáõu tiãn biãún thành mãüt chiãõu nhâi báü chèn læu ,sau äõi qua báü loüc ráõi mãi trãí laûi aïp xoay chiãõu vãii táön sãu f_2 nhâi nghêch læu aïp äæüc lãúp .

Viãüc biãún äæøi nàng læåüng hai lãõn làm giãim hiãûu suáút cúa báü báü biãún táön song viãüc thay äæøi f_2 laûi khäng phuü thuäüc vaio f_1 trong mãüt ðãý ráung cá trãn vai ðæãii f_1 .Hãn nãõu ðæãii sæu æïng ðùng cúa hãu äiãõu khiãõn sãu hãi kyí thuãút vi xæi lýi vai van læic nãn pháit huy tãúi äa æu äiãøm cúa biãún táön loaûi naỳ ,nãn äæäüc sæi ðùng ráung rái. Do tênh cháút cúa báü loüc nãn biãún táön loaûi naỳ coi äæäüc phán chia làm hai loaûi:

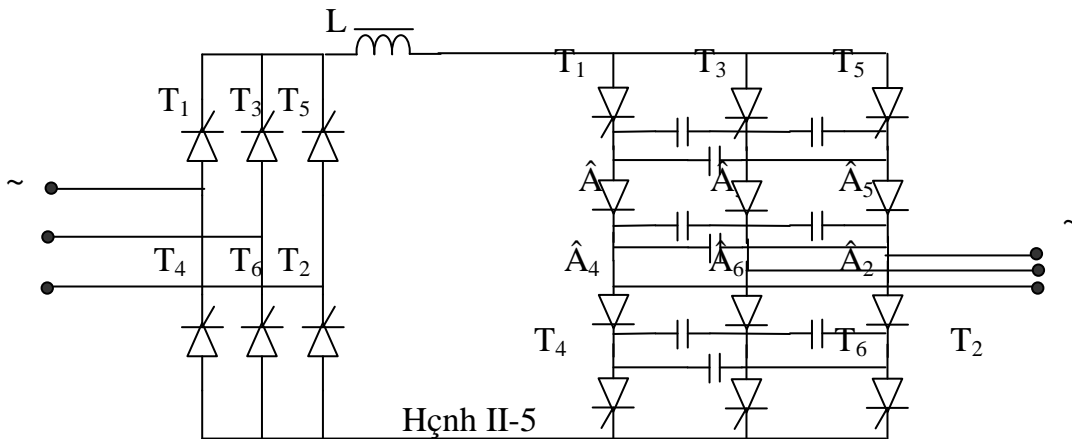
- Biãún táön ðùng nghêch læu aïp
- Biãún táön ðùng báü nghêch læu ðõing

■ Biãún táön sæi ðùng nghêch læu aïp (Hçnh II-4)





■ Biãún táön ðùng nghèch læu ðoàng (Hçnh II-5)



Ta xeít biãún táön sæí ðùng nghèch læu aïp

Bäü loïc sæí ðùng tuú C læin áí ääöu vaìo cuía bäü nghèch læu nãn äiãûn aïp äàút vaìo bäü nghèch læu xem nhæ nguãön aïp ,cùng vãi äiãûn cáím L tuú C læim phãóng äiãûn aïp chèn læu

-Ngoài ra tuú C còn táöu äiãöu kiãûn trao ääøi cäng suáút phaïn kháing Q gæia taíi vãi bäü nghèch læu vaì maüch mäüt chiãöu ,bàòng chaìch cho pheïp sæu thay ääøi nhæng trong thài gian ngãön ðoàng vaìo bäü nghèch læu mài kháng phuü thuãüc vaìo bäü chèn læu.

-Khi sæí ðùng bäü bàm äiãûn aïp hay phæång phaïp äiãöu biãïn ääü räüng xung thç coi thãø sæí ðùng bäü chèn læu kháng äiãöu khiãøn (chèn læu diod).

-do táic ðùng cuía diod ngæäüc nãn ääöu vaìo cuía bäü nghèch læu læn læn ðæång .

-Äãü vãi loaüi naìy yãu cáöu cuía bäü biãún táön læi nàng læãüng äæäüc truyãön hai chiãöu tæic læi ääüng cả thæüc hiãûn haím taíi sinh thç bäü chèn læu læim viãüc äæäüc áí cáí bãún goïc pháön tæ

-Vãi yãu cuía ääö taìi choün ääüng cả cäng suáút nhoí (P=120w) nãn viãüc haím taíi sinh ääüng cả traí nàng læãüng vãø nguãön læi kháng cáön thiãút nãn ta sæí ðùng biãún táön nghèch læu aïp vãi bäü chèn læu kháng äiãöu khiãøn ðùng diod vaì sæí ðùng phæång phaïp äiãöu biãún ääü räüng xung ääø äiãöu khiãøn aïp äàút vaìo ääüng cả

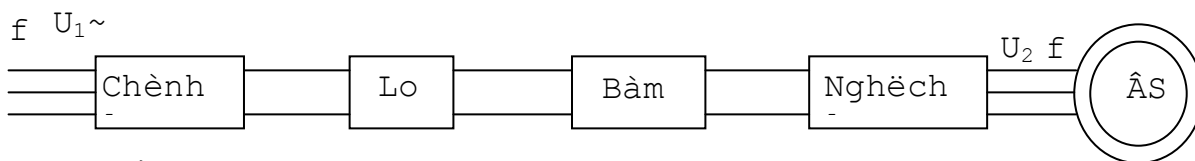
*Xeít biãïn táön sæí ðùng nghèch læu ðoàng :

Bäü loïc coi cuäün san bàòng coi cáím kháing læin coi táic ðùng nhæ nguãön ðoàng cáúp cho bäü nghèch læu . ðoàng äiãûn trong maüch mäüt chiãöu äæäüc san bàòng báü L ðoàng äiãûn naìy kháng thãø äaáo chiãöu

Ngoài ra cuäün san bàòng L còin coi taic duâng äáo chiãu cäng suáút pháin khaing cuía taí trong maüch mäüt chiãöu, cuäün khaing này cho pheíp äáo chiãöu äiãûn aíp äät vaio bäü nghèch læu mài khäng phuü thuäüc vaio bäü chèn læu, do váüy ráút phuü háüp vãi viäüc haím taí sinh ääüng cả. Tuy nhiã chë äiãöu chèn äæácü doing vai aíp cuía taí theo pháêng pháip biã äü nãn chèn læu pháí sæi duâng linh kiãûn bãn dáun coi äiãöu khiãøn.

CHÆÄNG III THIÄÚT KÄÚ MAÜCH ÄÄÜNG LÆÜC

Maüch ääüng læüc dùng äãø truyãön taí nàng læäüng äiãûn cho ääüng cả. Sã ääö khäúi nhæ hçnh II-1



I. Chæic nàng

1. Khäúi chèn læu

Khäúi chèn læu coi nhiãüm vuü biãún ääøi nguäön xoay chiãöu (AC) thành nguäön mäüt chiãöu (DC)

Theo sæü phán loaüi ta coi caic pháêng pháip sau :

- Chèn læu khäng äiãöu khiãøn : Sæi duâng diod.
- Chèn læu coi äiãöu khiãøn : Sæi duâng tisistor hay transistor.
- Chèn læu bãn äiãöu khiãøn : Sæi duâng diod vai tisistor .

Theo yãu cáou cuía äãö tãi ääüng cả cäng suáút nhoí nãn thiãút kãú khäúi chèn læu khäng äiãöu khiãøn sæi duâng diod.

Äiãûn aíp ääöu ra cuía khäúi chèn læu tuy là DC nhæng khäng bàòng phàong mài còin nháúp nhä goüi lai hiãûn tæäüng äáúp maüch (säü pha cuía nguäön cäng cao thç sæü äáúp maüch cäng nhoí). Bäü chèn læu bao gãom caic van chèn læu vai mäy biãún aíp læüc

2. Chức năng của máy biến áp lực

Biến áp điện tử nguồn phù hợp với yêu cầu của tải

Cách ly phụ tải với lưới điện để đảm bảo hành an toàn và thuận tiện.

Tạo ra điện áp trung tâm cho chèn lọc tia.

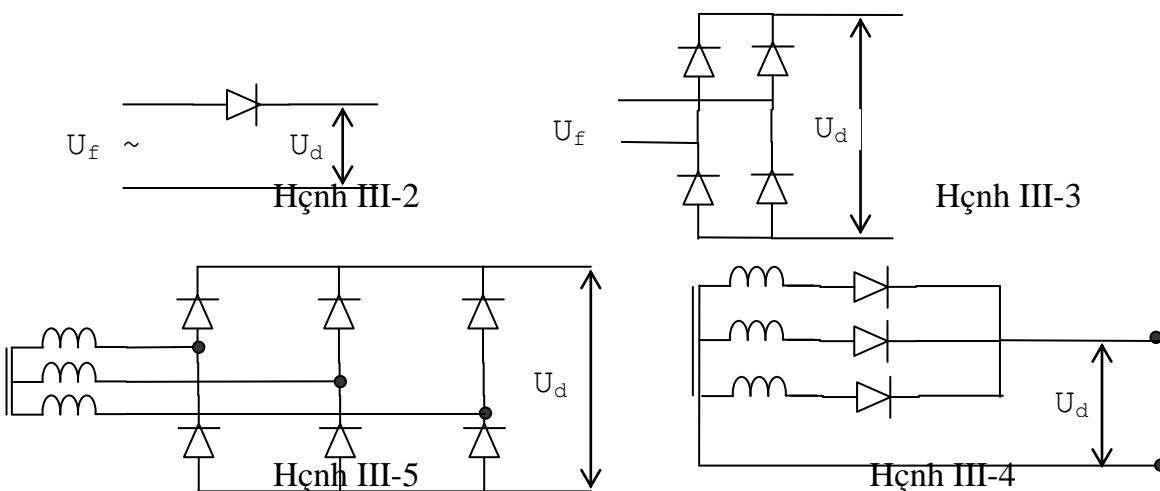
Hiện chỉnh dòng điện nguồn mạch chèn lọc và hiện chỉnh áp tải tầng dòng điện anốt trên các van chèn lọc.

Cải thiện hình dạng dòng điện trong lưới để làm cho dòng này ít biến dạng so với hình sin.

Áp dụng với điện tử ba pha có hai cách mắc chèn lọc :

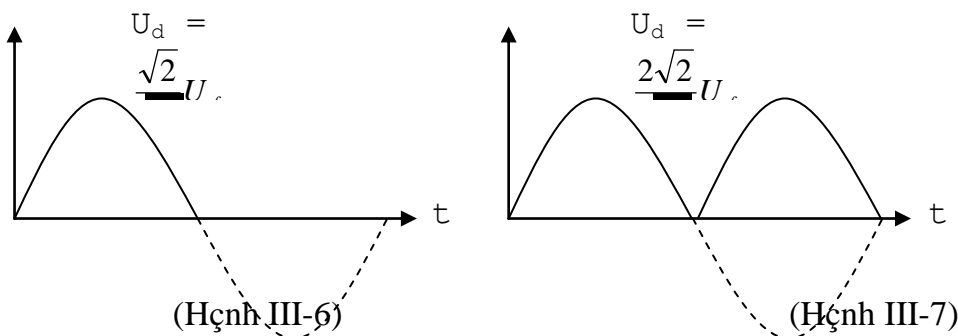
- Sắp xếp hình tia ba pha
- Sắp xếp hình tia một pha (chèn lọc 1/2 sóng)
- Sắp xếp hình cấu ba pha
- Sắp xếp hình cấu một pha

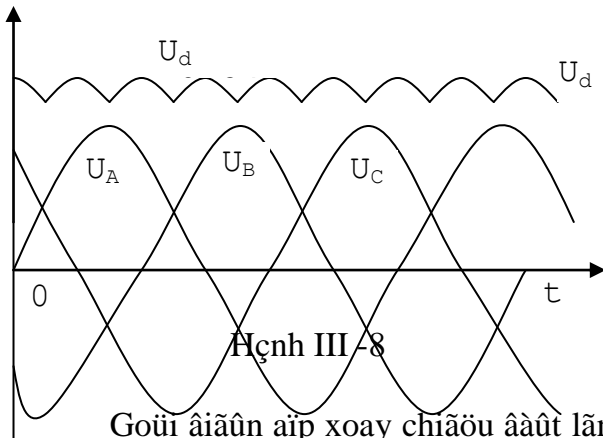
Sắp xếp như hình (Hình III-2), (Hình III-3), (Hình III-4), (Hình III-5)



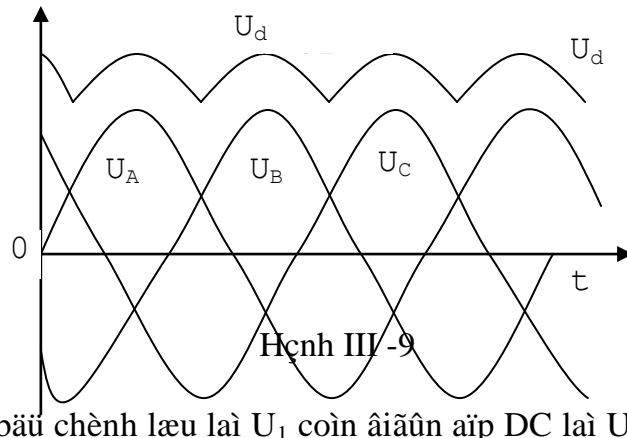
Tùy thuộc vào các yêu cầu về chất lượng điện áp DC mà ta chọn sắp xếp nào cho phù hợp.

Dạng sóng điện tử ra như hai sắp xếp hình (Hình III-6), (Hình III-7), (Hình III-8) và (Hình III-9)





Hçnh III-8



Hçnh III-9

Goüi äiäün äíp xoay chiäöu ääüt lần bäü chèn læu læi U_1 coi äiäün äíp DC læi U_d ta coi sæü so sähn giæia cáic sã ääö :

* Ääúi vãi chèn læu mäüt pha

+Chèn læu mäüt pha $1/2$ chu kyì

$$U_d = \frac{\sqrt{2}}{2} U_f, I_d = \frac{\sqrt{2}}{2} U_f$$

$$I_2 = \frac{U_2}{\sqrt{2}R}, U_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} U_d$$

$$I_1 = 1,21m.I_d; U_1 = U_2/m$$

Cuäúi cùng tênh ra ta äæäüc cäng suáút mäy biäún äíp

$$S = 3,09U_d I_d = 3,09P_d$$

Nháün xeit :mäy biäún äíp sæí düng täöi

Sã ääö chèn læu mäüt pha bäin söng äân giáin.Muáün coi ðoäng táí êt nháúp nhá cáön coi bäü loüc táút

+Chèn læu cáöu mäüt pha

$$U_d = \frac{2\sqrt{2}}{3} U_f; I_1 = \frac{m I_d}{2\sqrt{2}}, U_1 = U_2/m;$$

$$S_2 = U_2 I_2 = 1,74U_d I_d; S_1 = U_1 I_1 = 1,23U_d I_d$$

$$S = \frac{S_1 + S_2}{2} = 1,48P_d$$

Ta tháúy ääúi vãi chèn læu mäüt pha thi chèn læu cáöu sæí düng cäng suáút cuía mäy biäún äíp triäüt ääö hãn, kinh táú hãn, so vãi chèn læu bäin söng

*Ääúi vãi chèn læu ba pha

+ Sã ääö hçnh tia äân giáin hãn, säü pha êt hãn nãn suýt äíp beì hãn vai täøn tháút beì hãn,Phuì háúp vãi sã ääö khäng äoìi hoí äiäün äíp ra U_d bàòng pháông. Giã trë trung bçnh äiäün äíp ra cuía sã ääö hçnh tia beì hãn

$$U_d = \frac{3}{2} \frac{\sqrt{2} U_{\phi}}{3} \cos \frac{\pi}{3} = \frac{3\sqrt{6}}{2} U_{2f}$$

$$S = 1,345P_d$$

+ Sã ääö chèn læu ba pha hçnh cáöu cho äiäün äíp vai ðoäng chèn læu táút hãn so vãi ba pha hçnh tia, mäy biäún äíp äæäüc sæí düng triäüt ääö hãn, mäy biäún äíp khäng bë tæi hoái

để tăng hiệu suất mạch chỉnh lưu. Với cùng một giá trị P_d thì công suất của máy biến áp sẽ càng nhỏ hơn so với các mạch chỉnh lưu khác.

Giá trị trung bình của điện áp ra sẽ càng nhỏ với các mạch chỉnh lưu như sau:

$$U_d = \frac{6}{2\sqrt{6}} \sqrt{6} U_{2f} \cos(\alpha) = \frac{3\sqrt{6}}{2} U_{2f} \cos(\alpha)$$

$$S = 1,047 P_d$$

2. Khái niệm

Chức năng của bộ lọc là làm cho dòng điện xoay chiều nào đó có tần số nào đó đi qua mà biên độ không bị suy giảm đáng kể làm suy giảm mạch chỉnh lưu để tần số khác

+ Khái niệm tụ C thường sẽ dùng với tải công suất bé

+ Khái niệm cuộn L và cuộn kháng thường sẽ dùng với tải công suất lớn

- Trong mạch chỉnh lưu (CL) điện áp hay dòng điện ta tải có cực tính không đổi nhưng giá trị của chúng thay đổi theo thời gian một cách có chu kỳ (Điện áp xoay chiều mạch) tạo ra các thành phần sóng hài gây nên sự nhiễu loạn trong mạch và đặc biệt là gây ra sự nhiễu loạn cho sự làm việc của tải. Muốn lọc các thành phần sóng hài không cần thiết ra khỏi mạch thì phải lọc bớt các thành phần sóng hài không cần thiết thành phần một chiều chỉ cần có một số mạch cho phép.

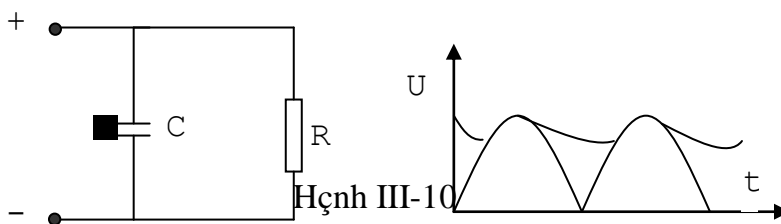
Ngay cả ta cũng nên hiểu một số mạch như sau:

$$K_p = \frac{\text{Biên độ sóng hài lớn}}{\text{Giá trị trung bình của}}$$

K_p có giá trị càng nhỏ thì chất lượng đầu ra càng cao

* Các phương pháp lọc :

a. Lọc bằng tụ C: Thường dùng với tải công suất bé. Sơ đồ mạch (Hình III-10)

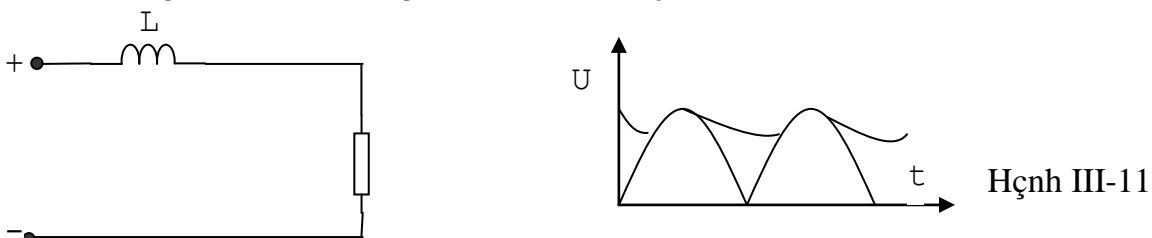


Do sự phóng điện của tụ C theo quy luật hàm mũ vì do các sóng hài bậc cao sẽ đi qua tụ C, còn lại thành phần một chiều với một số ít sóng hài bậc thấp đi qua tải.

Hiệu suất mạch $K'_p = \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot R_1$

b. Bộ lọc dùng cuộn dây L

Để lọc dòng với tải công suất lớn Hình III-11



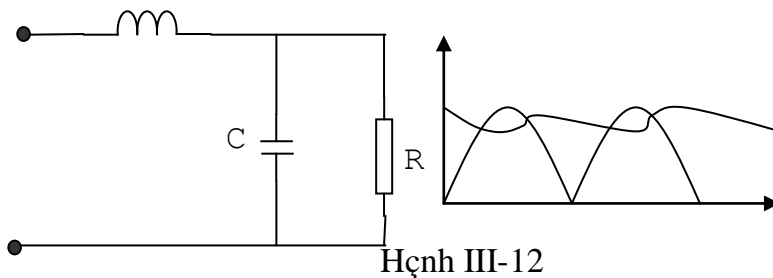
Vç cuãun dáy L màõc nãui tiãúp vãii tãii nãn khi ðoing ãiãun ra tãii biãun thiãn ããúp mãuch ,trong cuãun dáy L xuãút hiãun ðoing ãiãun tãii cãim lãim giãim cãic soing hãii bãut cao.

$$\text{Hãu sãu ããúp mãuch : } K_p \frac{R_L}{3}$$

Khi tãnh choün L nãn choün giãi trã L khãng quãii lãin vç nhã vãuy seã gáy ra hiãun tããung suãt ãip DC trãn nõi lãin lãim cho hiãu suãt chãnh læu giãim.

c.Loïc ðuøng cãi tuũ C vãi cuãun khãng L :

Sã ðão nãy sãi ðuøng æu ãiãøm cũã cãi hai sã ãõ trãn Hçnh III-12



Do sãi ðuøng tãøng hãúp cãi hai loãii trãn nãn biãn ããu soing hãii cãng bẽ giãim nhoã vãi ãiãun ãip ra tãii êt bẽ ããúp mãuch hãn.Vç vãuy bãu loïc LC thããng thããng ãããuc sãi ðuøng nhiãu nhãut .

Vç nhãng æu ãiãøm trãn trong ãõ tãii nãy ta ðuøng bãu loïc LC

3.Khãui nghãch læu

+Khãui nghãch læu ðuøng ãõ biãun ããõ ãiãun ãip DC sau bãu loïc thãnh thãnh xoay chiãõu AC cõi tãõn sãu thay ããõ ãããuc ãõ cung cãúp cho ããung cã ÆK.

+Ta sãi ðuøng nghãch læu ãip ba pha hçnh cãõu ,thiãut bẽ ðuøng ãõ nghãch læu cõi thãõ lãii tiristor,transistor,Mosfets.

-Ðuøng Tiristor:Mãui Tiristor khi ðãun ðoing thç tãic ðuøng cũã tãn hiãu ãiãõu khiãõn khãng cõin tãic ðuøng nãii ãõii hoãii cãõn phãii cõi bãu phãun chuyãõn mãuch cho Tiristor .Bãu phãun chuyãõn mãuch gãõm cõi rãut lãin cãic tuũ ãiãun vãi cuãun dáy,ãiãõu nãy gáy khoã khãn vãi lãim tãng giãi thãnh cũã mãuch lãõp rãip .

-Ðuøng transistor (BJT hoãuc Fet)

Nguyãn lý lãim viãuc cũã transistor tuãng tãii nhã Tiristor .

Transistor chuyãõn nhanh hãn loãii Mosfets . Ããui vãii BJT ðoing ãiãõu khiãõn lãii I_b lãin ,trong chu trãnh ðãun phãe kiãøm tra kyã læãng ãõ cãic BJT nãy ðãun bãõ hoãii .

Ããui vãii Mosfets cãuc ãiãõu khiãõn ãããuc ãiãõu khiãõn bãõng ãip nãn rãut thuãun tiãun khi phãui hãúp vãii mãuch ãiãõu khiãõn

Vç Tiristor Khi ðãõn thç khãng phuũ thuãuc vãõ tãn hiãu ãiãõu khiãõn nãn ta phãii ðuøng cãõu chç ãõ bãõ vãu ãõ phõng sãu cãu .Ðuøng BJT hay Mosfets ãõii hoãii phãii tãic ããung vãõ cãuc B,G trong suãt chu trãnh ðãõn , thãu nhãng ðuøng transistor thç bãõ ãããuc khãu chuyãõn mãuch cããng bãic , Hãn nãii tãõn hao ãõ chiãõu nhoã hãn ,ngoãii ra ðuøng transistor cõi khãi nãng lãim viãuc ãiãõn sãu cao hãn,kẽch thããic goũn nheu hãn.

Qua nhãng so sãnh cãi æu vãi khuyãit ãiãøm cũã transistor vãi tirstor trong mãuch ããung læuc theo ãõ tãii nãy ta choün bãu nghãch læu ðuøng transistor

II.Nguyãn lý lãim viãuc

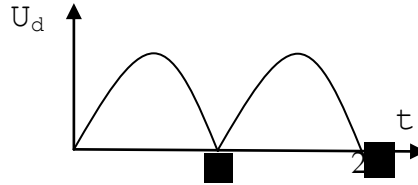
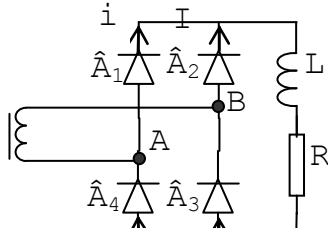
1.Bãu chãnh læu

a.Chãnh læu cãõu mãut pha :Ããui vãii nhãng bãu chãnh læu cãng suãt nhoã ngããii ta thããng ðuøng bãu chãnh læu cãõu mãut pha nãn ta xeãt bãu chãnh læu cãõu mãut pha.

+Hoaüt ääüing của sả äöö :

Trong khoảng thời gian tæi $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$ bäü chèn læu màöc vaìo nguõn xoay chiãu coi giaì trë cæüc dæång taüi äiãøm A , cæüc ám äí äiãøm B ,do äoì Ä₁ vaì Ä₃; Ä₂ vaì Ä₄ khoäi

Trong khoảng thời gian $\frac{\pi}{2} < \alpha < \frac{5\pi}{6}$, van Ä₂ vaì Ä₄ dæøn ,van Ä₁ vaì Ä₃ khoäi



+Biãøu thæic ðoing äiãûn vaì äiãûn äíp :

Nhæ ta ääi biãüt ,chæic nàng của cuõn cáim L laì tæch luyí nàng læäüing khi ðoing i_d tàng vaì hoän tráì nàng læäüing khi ðoing i_d giaím .Xæic äènh ðoing i_d

Phæng trệnh ðoing äiãûn

$$u_d = L \cdot \frac{di_d}{dt} + R \cdot i_d = \sqrt{2} U_2 \sin(\omega t - \alpha)$$

Daüng toäin tæí Laplace :

$$L[pI_d(p) - i_d(0)] + R \cdot i_d(p) = \sqrt{2} U_2 \cdot \frac{e^{-\alpha}}{p^2}$$

äiãüt sả kiãûn $i_d = I_0$, ta coi

$$I_d(p) \left(p + \frac{R}{L} \right) = \frac{I_0 \left(p + \frac{R}{L} \right) + \sqrt{2} U_2 \cdot e^{-\alpha}}{p^2}$$

Hàm äính:

$$\frac{1}{p + \frac{R}{L}}$$

Hàm gäúc:

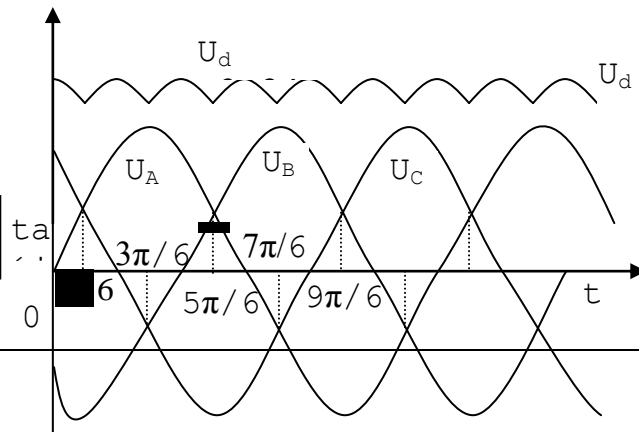
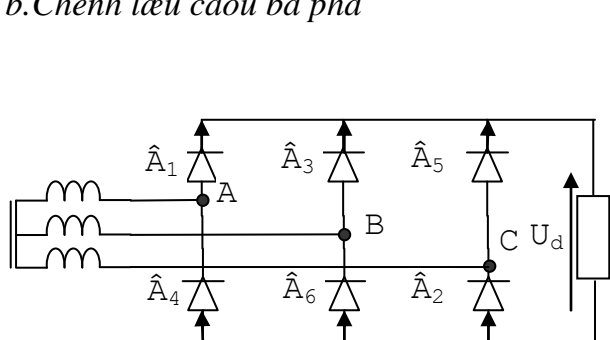
$$e^{-bt}$$

$$i_d = I_0 e^{-\frac{R}{L}t} + \frac{\sqrt{2} U_2 e^{-\alpha}}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} \left[\sin(\omega t - \alpha) - \cos(\omega t - \alpha) \right]$$

Ääúi vãi næüa chu kỳ äáöu tiæn, $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$, $I_0 = 0$

Trong biãøu thæic træn : $X = \omega L$, $\tan \phi = \frac{X}{R}$

b.Chèn læu cáöu ba pha



*Hoaût ääüing cuía sả ääö

Âiãûn aíp caíc pha thæí cáúp maỷ biãún aíp

$$V_a = \sqrt{2}V_2 \sin(\omega t)$$

$$V_a = \sqrt{2}V_2 \sin(\omega t - \frac{2\pi}{3})$$

$$V_a = \sqrt{2}V_2 \sin(\omega t - \frac{4\pi}{3})$$

+Xeít taúi thài äiãøm tæäng æing vãi ta tháúy äiãûn thõøi taúi caíc äiãøm A,B ,C nhæ sau $V_A > V_B > V_C$ ðoìng äiãûn taúi äi tæì äiãøm A vaì B äãún äiãøm C .Diod \hat{A}_1, \hat{A}_3 máí cho ðoìng cháý qua do äoì $V_f = V_A > V_B > V_C$, \hat{A}_5 khoãì laì vç äiãûn tháú katät cuía chũng laì

$V_A > V_B > V_C$

Diod \hat{A}_2 máí cho ðoìng cháý qua vaì do äoì $V_G = V_A < V_B < V_C$ caíc diod \hat{A}_4, \hat{A}_6 bë khoãì laì do äiãûn tháú catät cuía chũng laì laì V_A hoävç V_B lãn hãn äiãûn tháú anot laì V_C .

Ta coi báing toím tàõt hoaût ääüing cuía sả ääö :

Khoáing	Chiãöu ðoìng äiãûn	Diod máí	Âiãûn aíp taúi U_d
Tæì $\frac{1}{6}$ äãún $\frac{3}{6}$	Tæì A äãún B	\hat{A}_1 vaì \hat{A}_6	$V_A - V_B$
Tæì $\frac{3}{6}$ äãún $\frac{5}{6}$	Tæì A äãún C	\hat{A}_1 vaì \hat{A}_2	$V_A - V_C$
Tæì $\frac{5}{6}$ äãún $\frac{7}{6}$	Tæì B äãún C	\hat{A}_3 vaì \hat{A}_2	$V_B - V_C$
Tæì $\frac{7}{6}$ äãún $\frac{9}{6}$	Tæì B äãún A	\hat{A}_3 vaì \hat{A}_4	$V_B - V_A$
Tæì $\frac{9}{6}$ äãún $\frac{11}{6}$	Tæì C äãún A	\hat{A}_5 vaì \hat{A}_4	$V_C - V_A$
Tæì $\frac{11}{6}$ äãún $\frac{13}{6}$	Tæì C äãún B	\hat{A}_5 vaì \hat{A}_3	V_C vaì V_B

Káút luáun :

-Ðoìng taúi bao giãì cüing xuáút phaít tæì äiãøm coi äiãûn tháú cao nháút äãún äiãøm coi äiãûn tháú tháúp nháút.Mãøi diod cho ðoìng cháý qua trong mãüt pháön ba chu kyì (2/3).

Mãøi cuäün dáý thæí cáúp maỷ biãún aíp trong hai lãön mãüt pháön ba chu kç (2/3) :1/3 chu kç vãi diod trãn vaì 1/3 chu kç vãi diod dæãii .

-Giãì trẽ tæic thài cuía ðiãûn aíp taúi U_d bàòng hiãûu giãì trẽ tæic thài äiãûn aíp cuía hai pha äàng cáúp cho taúi .

- U_d bàòng saüu choím cáöu hçnh sin taüo nãn .

-Âiãûn aíp ngæãüc lãn nháút mài mãüi diod phaíi chçu laì :

$$U_{ngmax} = \sqrt{6}V_2 \approx 2,45V_2$$

Giãì trẽ trung bçnh cuía äiãûn aíp chành læu

$$U_d = \frac{6}{2} \sqrt{6} U_{2f} \cos \frac{\pi}{6} = 2,34 U_2$$

-Đoìng cháý trong mặi diod bàòng ðoìng táí : $i_D = i_d$.

-Đoìng cháý trong mặi cuään ðáý thæí cáúp máý biãún äíp laì ðoìng äiãûn xoay chiãöu

$$i_a = i_1 \cdot i_4$$

$$i_b = i_3 \cdot i_6$$

$$i_c = i_5 \cdot i_2$$

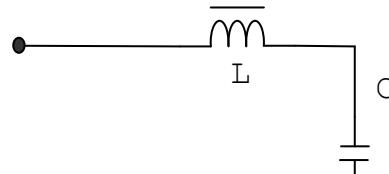
-Giai trë trung bçnh của ðoìng äiãûn táí : $I_d = \frac{6}{2} \frac{\sqrt{6} V_2 \cos \frac{\pi}{6}}{R} = \frac{U_d}{R}$

-Giai trë trung bçnh của ðoìng qua mặi diod :

$$I_D = \frac{2}{2} \frac{\sqrt{6} V_2 \cos \frac{\pi}{6}}{R} = \frac{I_d}{3}$$

2. Bäü loïc

Sả ääö máùch hçnh (Hçnh III-17)



b. Hoaüt ääüing của sả ääö

Bäü loïc cho pheíp thànñ pháön máüt chiãöu của bäü chènñ $H_{çnh III-17}$ vài ngàn chàun thànñ pháön xoay chiãöu .

Äiãûn äíp äáöu ra của bäü chènñ læu cáöu ba pha khai triãön chuãøi fourier .Nãúu chè ðæing laùí äí hai sảu haùng äáöu ta coi :

$$U_d = \frac{3\sqrt{3}}{35} \sqrt{2} V = \frac{6\sqrt{3}}{35} \sqrt{2} \cos \frac{\pi}{6}$$

Biãøu thæic tãøng quaít của äiãûn äíp chènñ læu

$$u_d = U_d \cos n\omega t = \frac{6\sqrt{3}}{35} \sqrt{2} \cos n\omega t$$

Tong äoi

n : Táön sảu goïc nhoí nháút của soìng haìi.

V : Giai trë hiãúu ðuìng của äiãûn äíp pha.

U_d : Giai trë trung bçnh của äiãûn äíp chènñ læu.

-Nãúu chuìng ta giai thiãút ,äãúi vài soìng haìi táön sảu tháúp màì $X_L \gg X_C$ thç ðoìng äiãûn xoay chiãöu cháý qua L vài C seì quyãút äènh bảí X_L vài coi thãø viãút :

$$I_{cm} = \frac{an\sqrt{2}V}{n}$$

Äiãûn äíp nháúp nhä :

$$I_c = \frac{I_{cm}}{n} = \frac{an\sqrt{2}V}{n^2 LC}$$

Tè sảu nháúp nhä :

$$K_{LC} = \frac{I_c}{\sqrt{2}V} = \frac{an}{n^2 LC}$$

Váúy :

$$LC = \frac{an}{n^2 K_{LC}}$$

Trong äôi :

a = 0,425 và n = 2 äúi vãi chèn lêu mäüt pha hai næfa chu kỳ

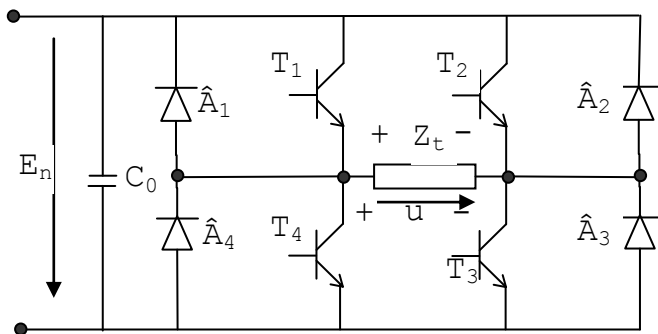
a = 0,2 và n = 3 äúi vãi chèn lêu ba pha hçnh tia

a = 0,095 và n = 6 äúi vãi chèn lêu ba pha hçnh cáöu

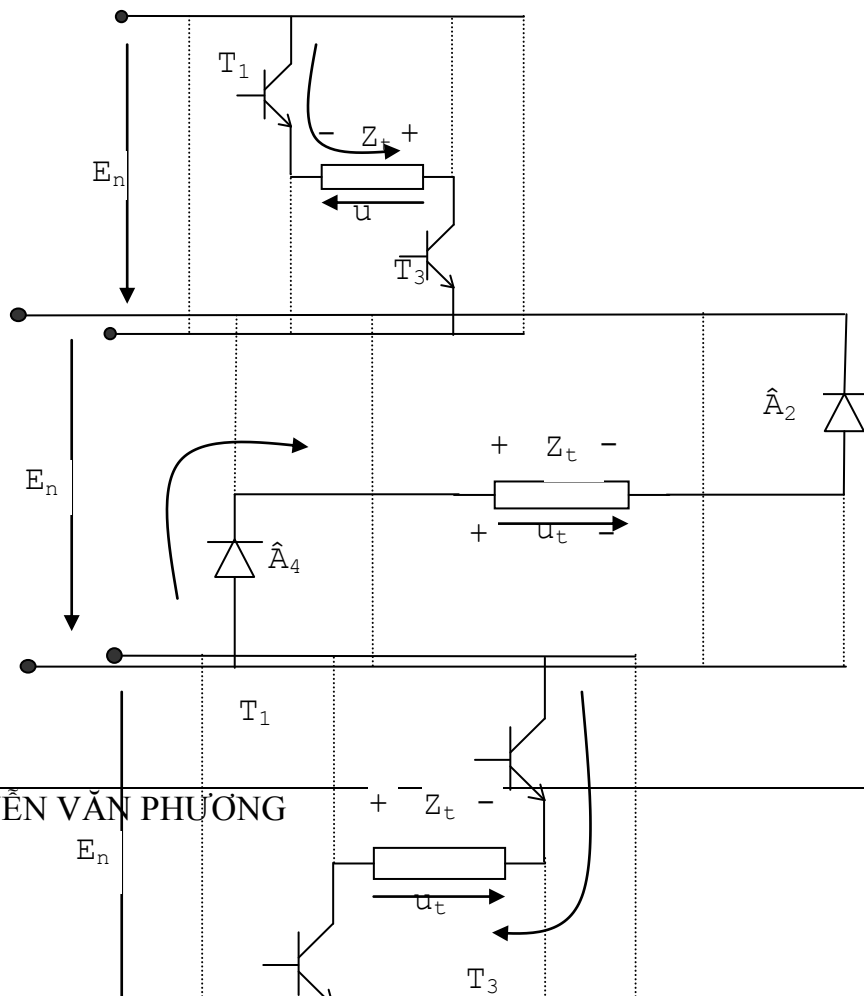
3. Bäü nghèch lêu äiãûn äíp (NLÄÄ) mäüt pha

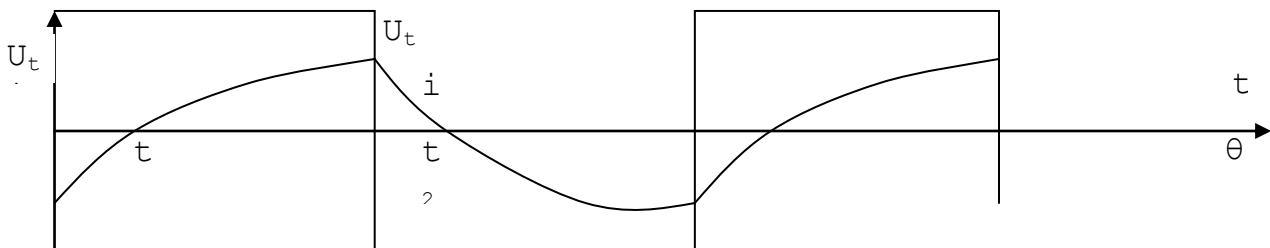
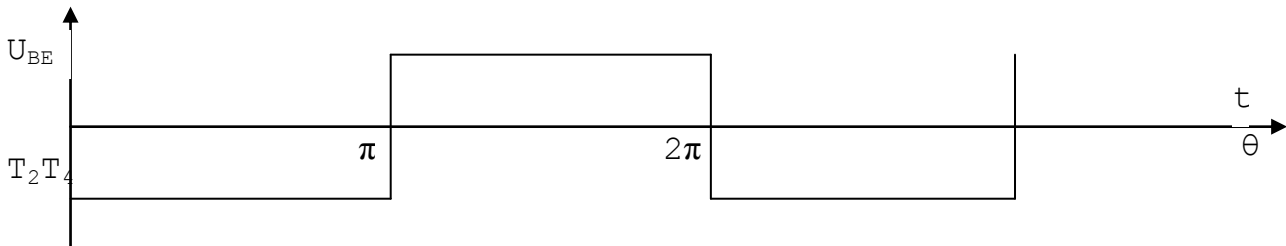
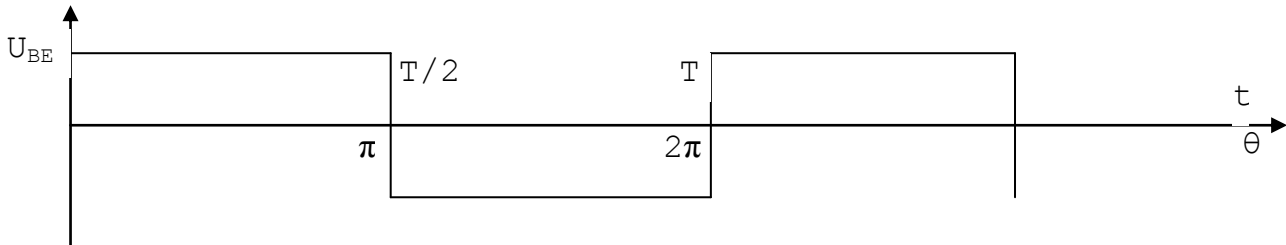
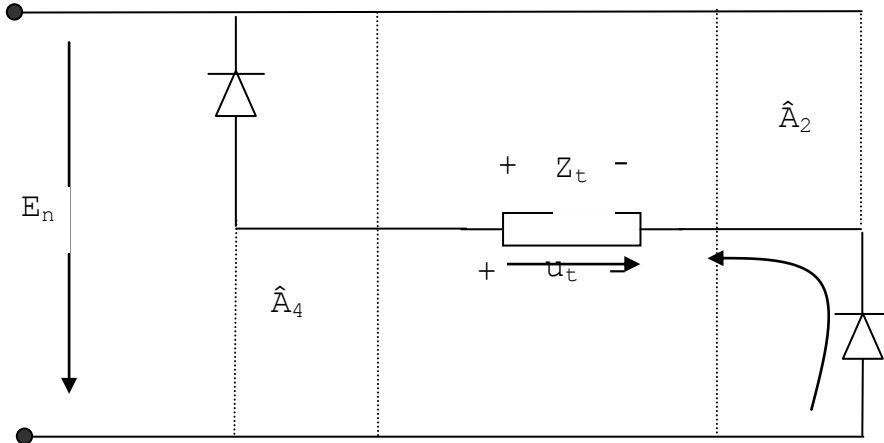
Bäü nghèch lêu äiãûn äíp ba pha thæäing dùng sã ääö cáöu, sã ääö cáöu ba pha äæác taüo ra bàöng cáìch màöc thãm mäüt nháinh vào sã ääö cáöu mäüt pha, do äôi træäic khi kháío sãit sã ääö cáöu ba pha ta xem xeit sã ääö cáöu mäüt pha

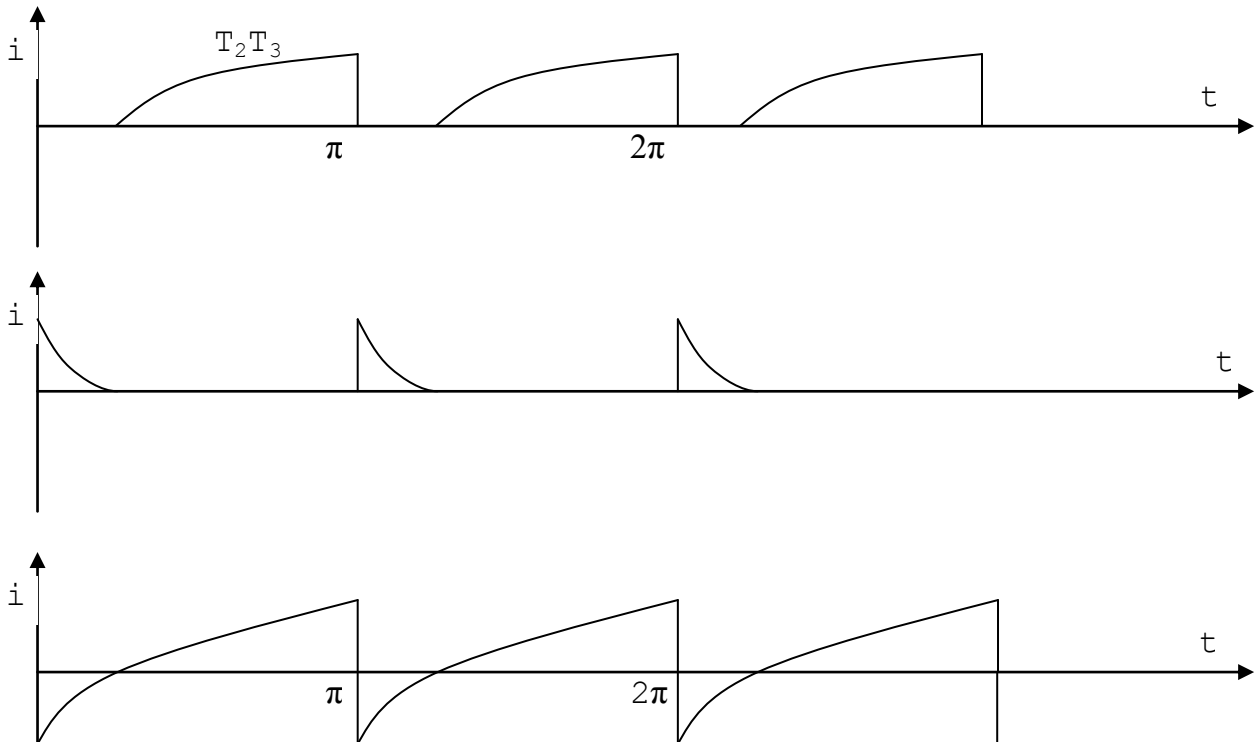
a. Sã ääö mãüch nghèch lêu äíp mäüt pha (Hçnh II-18)



Hçnh







*Nguõn ãiãu cáup cho nghêch læu ãiãu aíp (NLÃA) pháí læi nguõn sæic ãiãu ãiãu nãuí tráí nhoí.Nãuú sæi duýng chên læu læi nguõn cáup cho NLÃA thç ta màõc thãm tuú ãiãu C_0 áí ãiãu nghêch læu ãiãu mãüt pháõn ãiãu baío ãiãu aíp nguõn êt bẽ thay ãiãu mãüt kháic ãiãu trao ãiãu nãng læiãu cáim kháing vãí ãiãu cáim táí (vãí táí læi R_L hay ãiãu cá ãiãu).

b.Nguyãn lý hoaít ãiãu

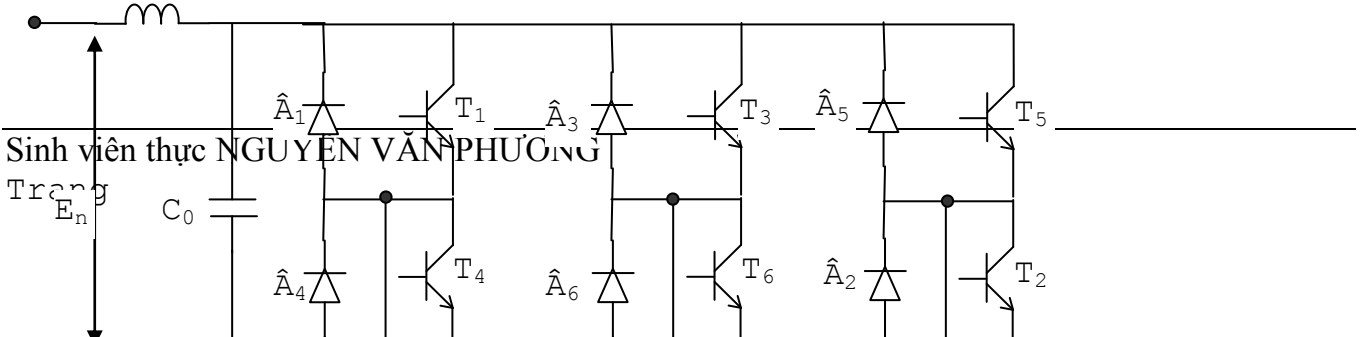
Cãic van tãí T_1 ãiãu T_4 ãiãu ãiãu khiãõn theo tãng cãup T_1, T_3 vài T_2, T_4 læi ch pha nhau 180° . Áí næía chu kỳ ãiãu tiãn ãiãu khiãõn mãí T_1, T_3 vãí cãic tênh ãiãu xãic ãiãu dáu kháng cõ trong ngoãuc) ta cõ $U_t = E_n$.Doìng ãiãu cháý tãí dãng nguõn qua T_1, Z_t, T_3 vãõ ãm nguõn .

-Ãiãu thãii ãiãu $T/2$ (hoãuc ■) ta ãiãu tráung thãii ãiãu khiãõn cho T_2, T_4 dáun .Nhãng do táí cõ tênh cáim kháing nãn doìng ãiãu kháng ãiãu chiãõu ngay ,nãng læiãu tẽch luyí áí ãiãu cáim sæi duy trç doìng ãiãu theo chiãõu cũ, luic nãý doìng ãiãu buãuc pháí thoãit qua cáic diod D_2, D_4 ãiãu vãõ nguõn theo ãiãu D_2 ■ cãic dãng E_n ■qua nguõn E_n xuãng cãic ãm ■vãõ D_4 (mãüt pháõn cháý qua T_2, T_4 theo chiãõu ngãiãu).Nhã vãý do D_2, D_4 vài T_2, T_4 dáun ãiãu aíp ra táí ãiãu cãic tênh ngay (dáu trong ngoãuc) ta cõ $U_t = -E_n$ nhãng doìng ãiãu táí vãõ duy trç theo chiãõu cũ cho ãiãu thãii ãiãu t_2 mãí ãiãu chiãõu .Ãiãu ãiãu 2 ■ læi ãiãu tráung thãii ,quã trçnh diãõn ra tãng tãu : doìng ãiãu sæi duy trç theo chiãõu cũ mãüt ãiãu bãõng t_1 nhã cáic van D_1, D_3, T_1, T_3 rãõi mãí ãiãu chiãõu .

-Qua mãüt chu kỳ táí nhã ãiãu ãiãu aíp vài doìng ãiãu læi xoay chiãõu ,ãý chên læi nguyãn lý nghêch læu.

4.Bãu nghêch læu aíp ba pha

a.Sã ãiãu mãich hçnh (Hçnh III-1)Bãõng cáic màõc thãm mãüt nhãnh vào cáõu nghêch læu mãüt pha ta ãiãu cáõu nghêch læu ba pha táí R,L ãiãu sao .



b.Nguyãn lý làm viãûc

caïc transistor làm viãûc vãi goïc dãn $\alpha = 180^\circ$ theo biãøu ääö äiãöu khiãøn hçnh (Hçnh III-21), caïc transistor mái láön læåüc tæi T_1 T_6 vãi goïc læüch pha giæia hai transistor lài 60° .Nhæ vãy ái báút kỳ thài äiãøm naìo cũng coi ba transistor dãn (hai cũa nhoim này vai máüt cũa nhoim kia) cho dòng cháý qua .

Ái máüi thài äiãøm sã ääö äãöu coi máüt pha mãóc nãüi tiãúp vãi hai pha áúu song song do vãy äiãûn äíp trãn táí chè coi hai giãí trẽ hoãüc $E_d/3$ (khi pha äoi áúu song song vãi máüt pha kháic) hoãüc $2E_d/3$ (khi nõi áúu nãüi tiãúp vãi hai pha kháic áúu song song).Giãí thiãút táí äãüi xãeng $Z_A = Z_B = Z_C$ theo dãnng äiãûn äíp ra ta coi trẽ hiãúu dãnng cũa nõi :

$$U_{pha} = \sqrt{\frac{1}{2} U_{pha}^2} = \sqrt{\frac{1}{2} \left(\frac{E_n}{3} \right)^2} = \frac{\sqrt{2} E_n}{3}$$

Äãø coi biãøu ääö äiãûn äíp ra táí theo thài gian ,ta xeit máüt chu kỳ làm viãûc cũa máüch ,trong äoi chè xeit nguyãn lý hoãüt äãüng cũa transistor

+Giãí trẽ thài äiãøm ban áúu T_1, T_5, T_6 làm viãûc tæi 0° äãún 60°

Ta coi :

$$U_A = U_C = 1/3 U_d$$

$$U_B = -2/3 U_d$$

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

Taüi thài äiãøm 60° 120° $T_1 T_2 T_6$ dãn ta coi :

$$U_A = 2/3 U_d$$

$$U_B = U_C = -1/3 U_d$$

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

Taüi thài äiãøm 120° 180° $T_1 T_2 T_3$ dãn ta coi

$$U_A = U_B = 1/3 U_d$$

$$U_C = -2/3 U_d$$

$$U_{AB} = 0$$

Bàng caích xãic äènh äiãûn äíp trãn táí tæi tæng khoaíng 3 (vç cãi 3 láüi coi sæu chuyãøn máüch)

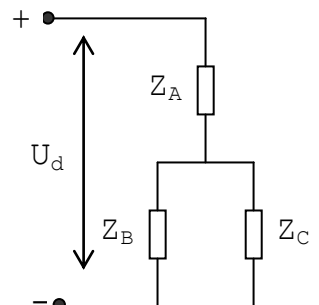
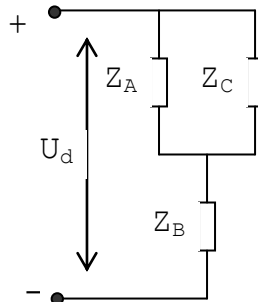
Äiãûn äíp dáy cũa táí coi dãnng chæf nhãüt

Coi äãü rãüng 120° vai äiãöu hoãi .

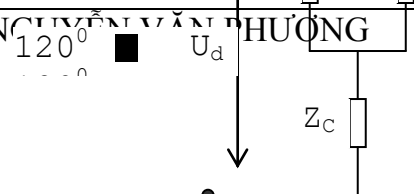
Äiãûn äíp pha cũa táí coi dãnng báút thang .

Dòng äiãûn cũa táí coi dãnng xoay cháüu.

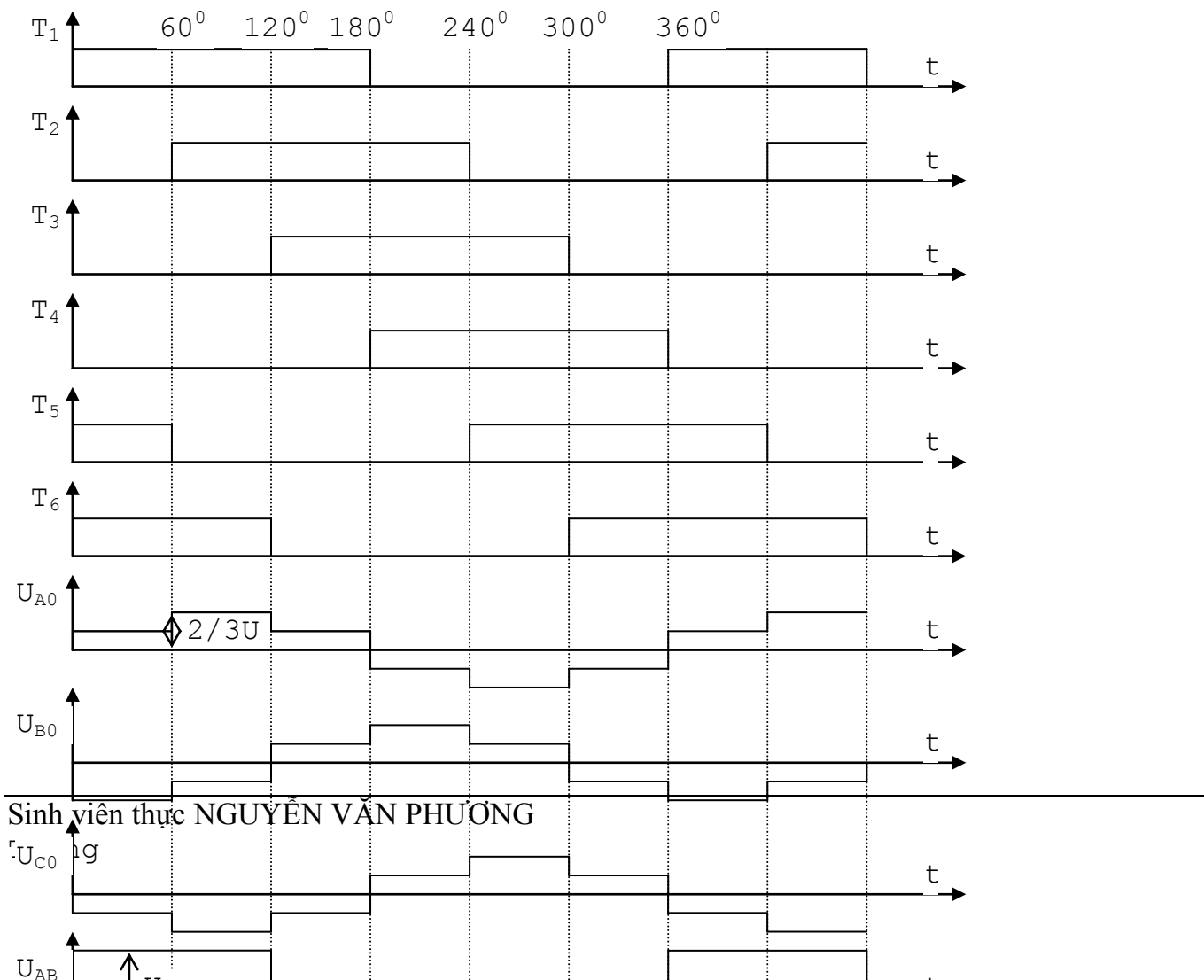
Khãng äiãöu hoãi ,tàng vai suy giãím theo hàim mü.



(Hçnh III-20)



Daúng söng äiãûn äíp ra cuía bäü nghêch læu hênh

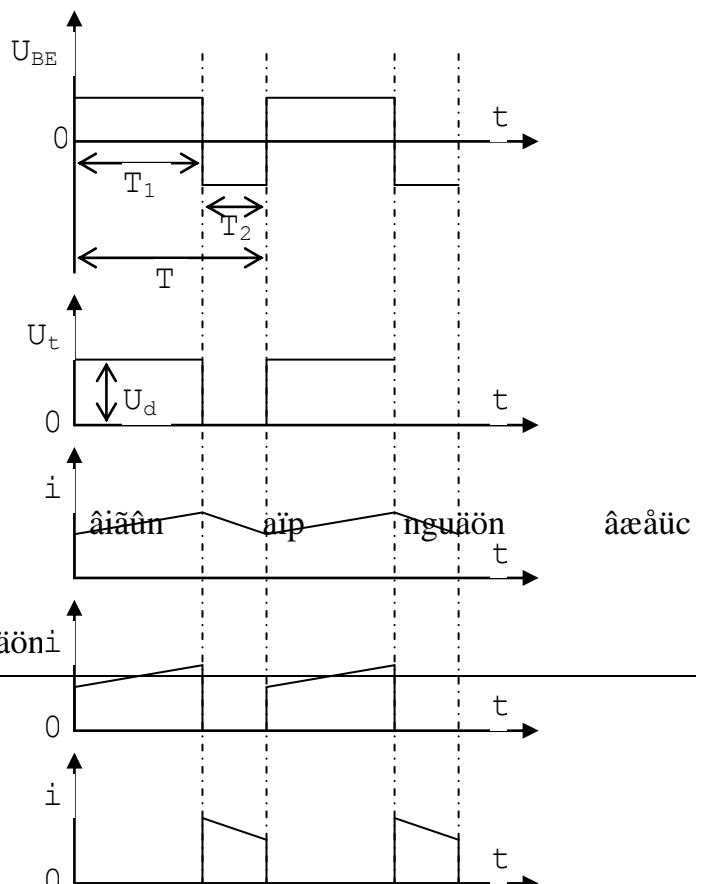
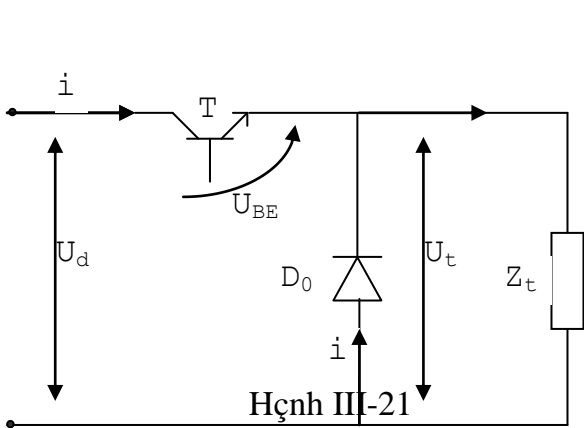


Hçnh III-20

5Bäü äiãöu chènöh xung aíp:

Bäü äiãöu chènöh xung aíp mäüt chiãöu (ÄÄMC) äæäüc sæí duýng khi coi sàõn nguãõn mäüt chiãöu cãü äènöh mäi cãõn pháü äiãöu chènöh äæäüc äiãûn aíp ra táü .cãic ÄÄMC hoãüt ääüýng theo nguyãn tàõc äõng ngãõt nguãõn mäüt chiãöu vãü táü mäüt cãich coi chu kyì theo mäüt säu quy luãüt nhãüt äènöh .Phãõn tæí thæüc hiãûn nhiãûm vuü nayü lai van bãin dáùn ,song do chüýng laim viãüc vãü nguãõn mäüt chiãöu nãnh khãng thãø duýng van tiristor thãng thæãýng vç nõi khãng thãø khoã äæäüc mäüt cãich tæü nhiãnh vç aíp nguãõn khãng äãõi chiãöu nhæ khi laim viãüc vãü nguãõn xoay chiãöu.Do vãüý buãüc pháü coi mäüt mãich chuyãn duýng äãø khoã tiristor gõü lai “Mãich khoã cæãýng bæic “gãý nhiãöu khoã khãnh trong læõp mãich thæüc táü .Vç vãüý hiãûn nay ngæãüi ta sæí duýng loaüi van äiãöu khiãõn cá äõng vai mãü nhæ transistor .

a.Sã äãõ nguyãn lý vai pháýng pháüp äiãöu chènöh xung aíp



Trong khoãng thãii gian tæi 0 ■ T₁ ta cho Van T mãü toãn bãü äæã ra táü U_t = U_d

Trong khoãng thãii còn læüi tæi T₁ ■ T₂ ta äiãöu khiãõn van ngãõt læüi nayü toãn bãü nguãõni

ngăôt khoí taí . Luĩc này giăi trờ trung
bçnh của âiăûn ăip taí :

$$U_t \int \frac{1}{T} U_d dt = \frac{T_1}{T} U_d$$

Văi $\frac{T_1}{T}$ = T_1/T tề său xung hay âăü răung xung

Trong giai ăoaûn tăi T_1 T_2 transistor bở khoăi .

Do ánh hæăng của âiăûn cáim phêa măüt chiăõu

nhă âiăûn cáim phăõn ăing của ăăung cả ,đoing

ăiăûn i_t văun tiăúp tuê chăy theo chiăõu củ ăi vòing

qua diod D_0 . Ăiăûn ăip U_t ăi giai ăoaûn này bằing suít ăip trăn diod nhăng ngăăüc đăúu

$$-U_t = U_D = 0$$

Theo biăõu thăc âiăûn ăip ra taí U_t ta coi ba phăng phăip ăiăõu chềnh U_t ăoi laì thay ăăõi

$T = \text{const}, T_1 = \text{var}$ Phăng phăip ăăü răung xung.

$T = \text{var}, T_1 = \text{const}$, Phăng phăip tăõn său xung.

$T = \text{var}, T_1 = \text{var}$, Phăng phăip xung thăi gian.

Theo 3 phăng phăip trăn thç phăng phăip xung thăi gian coi nhiăõu nhăăüc ăiăõm nhăút.

Tăõn său phăi thay ăăõi trăn phăum vi răung măi coi thăõ cung cáúp phăum vi răung măi coi thăõ cung cáúp măüt đăy răung ăiăûn ăip ra. Viăuc thiăút kăú băü loĩc văi tăõn său thay ăăõi thăăng găúp nhiăõu khai năng nhiăõu văi ăăăing đăy ăiăûn thoăui vại vă tuyăın cao.

Trong trăăng hăúp măic ăiăûn ăip thăúp năuu ta ăiăõu khiăõn theo phăng phăip này seì làm thăi gian T_{off} lăin găy hiăûn tăăung giăin ăoaûn doing ăiăûn.

Năuu săi đăung phăng phăip ăiăõu khiăõn ăăü răung xung thç trăinh phăõn năo nhăăüc ăiăõm trăn, nời thêch hăúp hăn năn ta choĩn phăng phăip này ăăõ ăiăõu khiăõn.

III. TÊNH CHOĨN THIĂÚT BỄ ĂĂÜNG LĂÊUC

1.Căic thăng său cho trăăic

$$P_{\text{ăm}} = 120 \text{ (W)}$$

$$U_{\text{ăm}} = 220/380 \text{ (V)}$$

$$n_{\text{ăm}} = 1410 \text{ (V/P)}$$

$$f_{\text{ăm}} = 50 \text{ (Hz)}$$

$$\text{Cos} \phi = 0,75$$

$$\eta = 0,8$$

$$P = 2$$

*căic thăng său tềnh toăin

Tăuc ăăü goĩc ăềnh măic của ăăung cả :

$$I_{dm} = \frac{P_{dm}}{U_{ăm}} = \frac{120}{220} = 0,545 \text{ (A)}$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 50 = 314 \text{ (Rad/s)}$$

Moment ăềnh măic của ăăung cả .

$$M_{dm} = \frac{P_{dm}}{\omega} = \frac{120}{314} = 0,382 \text{ (Nm)}$$

Tăuc ăăü tăi trăăing quay

$$n_1 = \frac{60f_{dm}}{P} = \frac{60 \cdot 50}{2} = 1500 \text{ (v/p)}$$

Hău său trăăüc ăềnh măic

Sinh viên thực NGUYỄN VĂN PHƯƠNG

Trang

$$S_{dm} = \frac{I_1}{n_1} \cdot \frac{I_{dm}}{n_{dm}} = \frac{1410}{1500} = 0,06$$

Täúc ääü göic ääöng bäü

$$\omega = 2\pi \cdot \frac{1500}{60} = 2\pi \cdot 25 = 157,08 \text{ (Rad/s)}$$

Cäng suáút äiãûn tæí äènh mäic cuía ääüing cá áí cháú ääü äènh mäic:

$$P_{dt.dm} = P_{dm} = M_{dm}$$

$$P_{ät.äm} = 157 \cdot 0,813 = 127,64$$

Täúc ääü äènh mäic cuía ääüing cá khi làm viãûc áí täúc ääü äènh mäic $f_{äm} = 50\text{Hz}$

$$n_{50\text{Hz}} = n_1(1-s) = 1500(1-0,06) = 1410 \text{ (v/p)}$$

Do táí äáúu sao nãñ ðöing äiãûn cháúy qua mäüi transistor luíc cæúc ääüi bàòng ðöing chènñ læu vài cüing chènñ lài ðöing vào ääüing cá .

$$P_{äm} = 3 \cdot U_f \cdot I_f \cdot \cos\varphi \cdot \eta$$

$$I_{äm} = \frac{P_{dm}}{3U_f \cos\varphi} = \frac{120}{3 \cdot 220 \cdot 0,8 \cdot 0,75} = 0,3 \text{ A}$$

2.Choñn thiãút bẻ mäüch cäng suáút

a.Xaíc äènh U_d vài I_d .

*.Xaíc äènh U_d

Ääüing cá äáúu “sao” giãí thiãút táí ääüi xäing $Z_A = Z_B = Z_C$ ta coi trẻ säü hiãûu ðüing cuía äiãûn äíp pha äæãüc tênñ lài:

$$U_{pha} = \sqrt{\frac{1}{2} U_{pha}^2} = \sqrt{\frac{1}{3} E_n^2 + \frac{2}{3} E_n^2} = \frac{\sqrt{2} E_n}{3}$$

$$U_{pha} = \frac{\sqrt{2}}{3} U_d \text{ vàüi } U_d = E_n$$

Mäüi cuäün dáy cuía ääüing cá äæãüc ääüt äiãûn äíp pha bàòng 220 (V) :

$$U_{pha} = \sqrt{\frac{1}{2} U_{pha}^2} = \sqrt{\frac{1}{3} E_n^2 + \frac{2}{3} E_n^2} = \frac{\sqrt{2} E_n}{3}$$

$$U_{pha} = \frac{\sqrt{2}}{3} U_d \text{ vàüi } U_d = E_n$$

Mäüi cuäün dáy cuía ääüing cá äæãüc ääüt äiãûn äíp pha bàòng 220 (V)

$$U_d = \frac{3\sqrt{2} U_{pha}}{2} = \frac{3\sqrt{2} \cdot 220}{2} = 466,7 \text{ (V)}$$

Thæüc táú giãí trẻ $U_d = 466,7$ (V) ääüt læn cuäün dáy stato lài giãí trẻ äiãûn äíp sau chènñ læu ääí træí äi xáúp xẻ 2(V) do suít äíp trăn cáic transistor cäng suáút váúy giãí trẻ äiãûn äíp sau chènñ læu äæa ääün nghẻch læu lài : $U_d = 466,7 + 2 = 468,7 \text{ (V)}$

*Xaíc äènh I_d

Tæí säü liãûu cuía phuñ táí ääüing cá

$$I_{pha} = 0,3 \text{ (A)}$$

$$I_{fmax} = \sqrt{2} \cdot 0,3 = 0,42 \text{ (A)}$$

Cäng suáút cuía mäüt pha

$$P' = P/3 = 120/3 = 40 \text{ (W)}$$

$$P' = R \cdot I_f^2 \Rightarrow R = \frac{P'}{I_f^2} = \frac{40}{0,3^2} = 444,44 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Đoòng äiãûn cả sái :

$$I_0 = \frac{U_d}{R} = \frac{468,7}{444,44} = 1,05 \text{ (A)}$$

Vç ðoòng I_d taùi mäüi thài äiãøm laì täøng ba ðoòng äiãûn chaüy qua Transistor .Nhæ váúy ðoòng äiãûn hiãúu ðuúng chaüy qua mäüi Transistor bàøng mäüt næía ðoòng äiãûn hiãúu ðuúng cuía tæìng pha.

Váúy ðoòng äiãûn I_d qua nghèch læu laì:

$$I_d = \frac{3}{2} I_f = \frac{3}{2} \cdot 0,3 = 0,45 \text{ (A)}$$

b. Tênh choün bäü chèn læu:

Äiãûn aíp äáöu ra cuía bäü loïc CL : $U_d = 468,7 \text{ (V)}$.

Nãúu coi suýt aíp trãn cuäün kháìng laì kháìng ääìng kãø , ðoòng äiãûn sau chèn læu chèn læu ðoòng äiãûn vaìo bäü nghèch læu.

Theo ääö taìi thç cäng suáút ääüìng cả laì nhoí ,do äoì ta choün bäü chèn læu cáöu mäüt pha seí thuáûn tiãûn vaì äân giáìn hãn trong thiãút kãú mãùch chèn læu vaì mãý biãún aíp.

Mäüt cáìch gáön äüìng ta coi ðoòng äiãûn cæüc ääüi ääüi vaìo ääöu vaìo cuía bäü nghèch læu laì ðoòng $I_d = 0,45 \text{ (A)}$ suýt aíp trãn mãý biãún aíp laì $5,5\% I_d$ suýt aíp trãn äiãûn tráì kháìng laì $3,5\%$ còin suýt aíp trãn hai van chèn læu kháìng 2 (V)

Äiãûn aíp chèn læu læüc kháìng taí :

$$U_{d0} = U_d \cdot 1,055 + 2 = 468,7 \cdot 1,055 + 2 = 493,5 \text{ (V)}$$

Giaì trẽ hiãúu ðuúng äiãûn aíp pha thæí cáúp mãý biãún aíp, vç chèn læu cáöu mäüt pha nãn:

$$U_{d0} = \frac{2\sqrt{2}}{2\sqrt{2}} U_{2f} = 0,9 U_{2f}$$

$$U_{2f} = \frac{U_{d0}}{0,9} = \frac{493,5}{0,9} = 548,33 \text{ (V)}$$

Äiãûn aíp ngæäüc mäüi diod pháí chøu laì :

$$U_{ng} = \sqrt{2} U_{2f} = 1,41 \cdot 548,33 = 773,77 \text{ (V)}$$

Giaì trẽ trung bçnh cuía ðoòng cháý trong mäüi diod :

$$I_D = \frac{I_d}{3} = \frac{0,45}{3} = 0,15 \text{ (A)}$$

Ääø diod laìm viãüc an toàin vaì læu ðài ta choün hãü säü ðæü træí vãö aíp vaì ðoòng äiãûn laì :

$$K_U = 1,6 \quad K_i = 1,2$$

$$U_{ng,max} = 1,6 \cdot 773,77 = 1238,03 \text{ (V)}$$

Vaì chøu äæäüc ðoòng trung bçnh :

$$I_d = 1,2 \cdot 0,15 = 0,18 \text{ (A)}$$

Tra säìch “SÄØ TAY LINH KIÄÛN ÄIÄÛN TÆÍ VAÌ BAÏN DÄÛN” ta choün Transistor loaüi D1427 mãöc theo kiãøu diod.

Chøu äæäüc aíp : 1500 (V) .

Chøu ðoòng : 7 (A) .

c. Tênh choün bäü loïc :

Nhæ ääì giãüi thiãúu äí pháön træäic ta coi cäng thæic tênh choün bäü loïc nhæ sau:

$$K_{LC} = \frac{U_c}{\sqrt{2}V} \frac{an}{n^2 K_{LC}} \text{ gôii lai tề său nhăũp nhă ĩăũn aĩp .}$$

$$C = \frac{an}{n^2 K_{LC}}$$

Trong ĩăi : $a = 0,425$ và $n = 2$: chềnh lău cáũu măũ pha.

Măũc khaĩc :

$$K_{LC} = \frac{U_c}{\sqrt{2}U_{2f}} \text{ trong ĩăi : } U_c = 23,43\%U_d$$

$$U_c = 0,05.468,7 = 23,43(V)$$

$$C_{LC} = \frac{23,43}{777,7} = 0,03$$

$$C = \frac{0,425.2}{4.314^2.0,03} = 1,8.10^{-4}$$

Vç biăũn táõn nguăõn aĩp năn ta choũn tuũ C lăĩn hăn.

Năũu choũn tuũ $C = 340$ thç :

$$L = \frac{71,8.10^{-4}}{340.10^{-4}} = 0,21(H)$$

b. Tềnh choũn băũ nghềch lău:

Theo ĩăũ tăi ta tềnh ĩăăũc $I_f = 0,3(A)$. Năn ðoĩng ĩăăũn lăĩn nhăũt cháũy qua măũi Transistor lăi:

$$I_{\max} = I_d \cdot K_i \text{ văĩi } K_i = 2,5$$

$$I_{\max} = 0,42.2,5 = 1,125(A)$$

Văi chều ĩăăũc ĩăăũn aĩp nguăũc lăi :

$$U_{ng} = U_d \cdot K_U \text{ Văĩi } K_U = 1,5$$

$$U_{ng} = 468,7.1,5 = 703,05(V)$$

Tra săĩch SĂØ TAY LINH KIĂũN ĂĨĂũN TĂĨ VĂĩ BAĩN DĂũN ta choũn Transistor loaũi : D1878

Văĩi ðoĩng $I_C = 7(A)$

Văi aĩp $V_{CE} = 800(V)$

e. Tềnh choũn măũy biăũn aĩp :

Vç táĩ căng suăút nhĩi năn ta choũn să ĩăũ chềnh lău cáũu măũt pha , vài ðo ĩăũ ĩăũ thềch hăũp văĩi să ĩăũ năy ta choũn măũy biăũn aĩp măũt pha . Văĩi să cáũp lăũy ĩăăũn aĩp pha 220(V) tăi lăăĩi ĩăăũn xoay cháũu .

$$- \text{ Tề său biăũn aĩp : } m = \frac{U_2}{U_1} = \frac{550}{220} = 2,5$$

- Giăĩ trề ĩăăũu ðũng cúĩa ðoĩng cháũy trong măũi pha thăĩ cáũp MBA:

Năũu boĩ qua thăĩ gian trũng ðăũn , thç ðoĩng cháũy qua thăĩ cáũp măũy biăũn aĩp chềnh lăi ðoĩng I_d

$$I_{2f} = I_d = 0,45(A)$$

- Giăĩ trề ĩăăũu ðũng cúĩa ðoĩng să cáũp MBA:

$$I_1 = m \cdot I_2 = 2,5 \cdot 0,45 = 1,125(A)$$

- Căng suăút biăũu kiăũn cúĩa MBA :

$$S = (S_1 + S_2) / 2$$

$$S_1 = U_1 I_1 = 1,125.220 = 247,5 (VA)$$

$$S_2 = U_2 I_2 = 0,45 \cdot 550 = 247,5$$

$$S = (S_1 + S_2) / 2 = 247,5 \text{ (A)}$$

*.Maûch tæì :

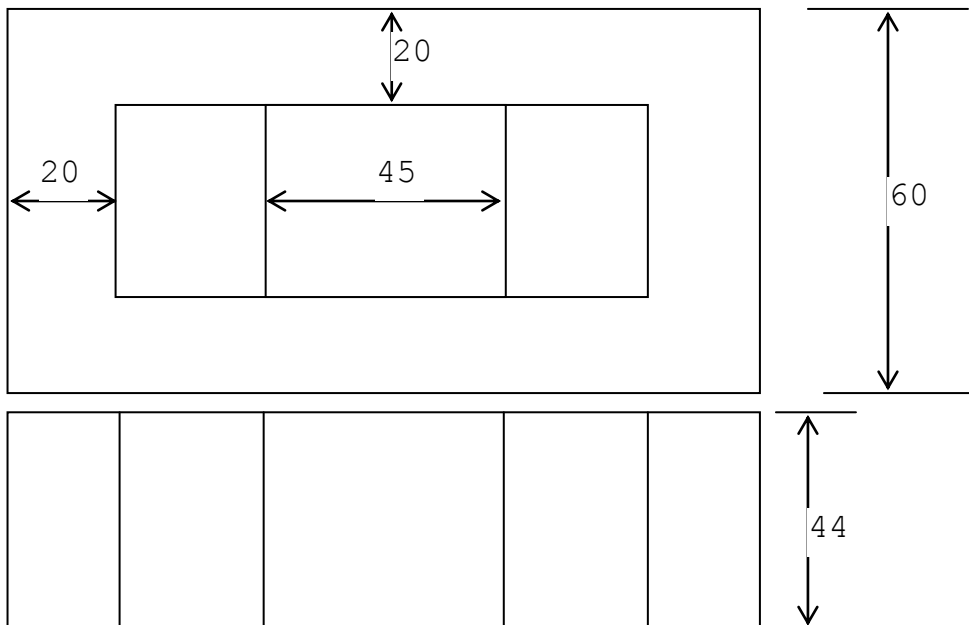
Choûn maÿ biãún äïp mäüt pha tiãút diãûn loí :

$$Q = 1,2 \sqrt{P} \cdot 2 \cdot \sqrt{247,5} = 18,87$$

Choûn maûch tæì coi: $a = 4,5$

Váûy suy ra : $b = 18,87 / 4,5 = 4,1$

Maûch tæì coi daûng nhæ hçnh dããii (Hçnh III-21).



Bàòng tăn silic coi tãøn tháút $1,3 \text{ W/kg}$ tãøng læãüng $7,5 \text{ kg/dm}^2$.

*Tröü ngoài :

$$\text{Tiãút diãûn thã : } 4,4 \cdot 4,5 = 19,8 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\text{Tiãút diãûn hiãûu quái : } 0,95 \cdot 19,8 = 18,87 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\text{Tröüng læãüng : } 0,1887 \cdot 0,6 \cdot 7,5 = 0,75 \text{ kg}$$

Hçnh

*Truû giæfa : Tiãút diãûn thã : $2.4,4 = 8,8 \text{ (cm}^2\text{)}$.
 Tiãút diãûn hiãûu quai : $0,95.8,8 = 8,36 \text{ (cm}^2\text{)}$.
 Troüng læåüing : $0,0836.0,6.7,5.2 = 0,75 \text{ kg}$.

*Quy laït(culasse)
 Tiãút diãûn thã : $12.4,4 = 52,8 \text{ (cm}^2\text{)}$.
 Tiãút diãûn hiãûu quai : $0,9.52,8 = 45,52 \text{ (cm}^2\text{)}$.
 Troüng læåüing : $0,4552.0,2.7,5.2 = 1,36 \text{ kg}$

Tæi caím :

Trong caïc truû ta choïn $B_m = 1,1 \text{ Tesla}$

Trong caïc quy laït ta choïn $B'_m = 1,1 \cdot \frac{6,65}{3,8} \cdot 1,92 \text{ Tesla}$

*Dãy quáún mãy biãún aïp :

-Såu voìng dãy quáún mãy biãún aïp :

+Såu voìng/vãn sã cáúp : $W_1 = 45/B \cdot S_{Fe} = 45/1,1.18,87 = 2,16$

+ $n_1 \cdot W_1 \cdot U_1 = 2,16.220 = 475$ voìng

-Såu voìng dãy thæi cáúp mãy biãún aïp :

+Såu voìng vãn thæi cáúp mãy biãún aïp : $W_2 = W_1 / \eta\%$.

Vãii cäng suát cuía äåüing cả äæåüc choïn ,Tra daïi cäng suát ta äæåüc $\eta = 0,87$.

$\Rightarrow W_2 = 2,16/0,87 = 2,48$ voìng

$\Rightarrow n_2 = W_2 \cdot U_2 = 2,48.550 = 1365$ voìng

*Tênh äæåüing kênh dãy.

-choïn mãüt ääü doìng äiãûn $j = 3$.

Äæåüing kênh dãy äæåüc tênh theo cäng thæic kinh nghiãûm sau:

+Äæåüing kênh dãy quáún sã cáúp mãy biãún aïp :

$$d_1 = 1,13 \sqrt{\frac{I_1}{j}} = 1,13 \sqrt{\frac{1,125}{3}} = 0,69 \text{ mm}$$

+Äæåüing kênh dãy quáún thæi cáúp mãy biãún aïp:

$$d_2 = 1,13 \sqrt{\frac{I_2}{j}} = 1,13 \sqrt{\frac{0,45}{3}} = 0,43 \text{ mm}$$

Choïn dãy : $d_1 = 0,7 \text{ mm}$ $d_2 = 0,45 \text{ mm}$

*ÄÜng quáún dãy :

Bãin kênh trong cuía äæåüing troìn bao truû :

$$\frac{\sqrt{4,4^2 + 1,5^2}}{2} = 31,4 \text{ mm}$$

-Lãöng vaìo mãüi truû mãüt äüing quáún dãy bàöng váút liãûu caïch äiãûn dàiy 1mm coï bãin kênh trong

31,4mm ,vãy bãin kênh trong cuía dãy quáún sã cáúp laì : 31,4mm.

-Dãy quáún sã cáúp coï så voìng dãy laì 475 voìng chia laìm 4 læip ,mãüi læip 119 voìng.

+Giæfa hai læip äåüt mãüt læip caïch äiãûn dàiy 0,1mm,

-Dãy quáún thæi cáúp .

+Giæfa sã cáúp vaì thæi cáúp äåüt mãüt læip caïch äiãûn dàiy 3mm.

+Dãy quáún thæi cáúp coï 1365 voìng chia laìm 10 læip (mãüi læip coï 137 voìng).

+Giæfa hai læip äåüt mãüt læip caïch äiãûn dàiy 0,1mm.

e.Tênh choïn Transistor cuía bãüi bàm äiãûn aïp mãüt chiãöu:

Áí äáy ta dùng phæång phaïp äiãöu biãún ääü räüng xung

Goüi T_1 lài thài gian mái của Transistor .
 T_2 lài thài gian khoãi của Transistor

U_d lài äiãûn äïp trung bçnh træãic bäü biãún ääøi .

U_t lài äiãûn äïp trung bçnh sau bäü biãún ääøi .

$$U_t \cdot \frac{1}{T} \int U_d dt = \frac{T_1}{T} U_d$$

Choün táön säú của bäü biãún ääøi $f = 100\text{Hz}$

$$\text{Suy ra } T = T_1 + T_2 = \frac{1}{f} = \frac{1}{100} = 0\text{ms}$$

+Phaûm vi äiãöu chèn äiãûn äïp của ta lài

$$Z_{\min} = 0,2 \quad Z_{\max} = 0,9$$

Hĩãû suáút nghèch læu lài $\eta = 0,8$ theo äên ãuát báío toàin nàng læãüng ta cõi

$$U_t \cdot I_t = P_{dm} \quad \text{suy ra : } I_t = \frac{P_{dm}}{U_t}$$

$$\text{Vãü } U_t = \frac{\sqrt{2}}{3} U_f = 3,14 \cdot 220 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 488,5(\text{V})$$

$$\text{Vãü } I_t = \frac{120}{0,8 \cdot 488,5} = 0,30(\text{A})$$

Nhæ vãü dòng cháý qua Transistor của bäü äiãöu chèn xung äiãûn äïp lài $I_{\max} = 0,30(\text{A})$

Choün hãü säú quãì dòng $K_i = 3$ thç ta choün Transistor phaí chçu äæãüc dòng :

$$I_D = 3 \cdot 0,30 = 0,9(\text{A}).$$

Nãúu ta xem suáút äïp của bäü loüc phæ træãic nghèch læu lài khãng äãüng kãø ,thç giai trë äiãûn äïp phæ sau bäü biãún ääøi taüi thài äiãøm cæüc äãüi của bäü äiãöu chèn lài:

$$U_{Z_{\max}} = 488,5(\text{V}).$$

Vãü äiãûn äïp äãöu vào của bäü biãún ääøi :

$$U_d = \frac{U_{Z_{\max}}}{Z_{\max}} = \frac{488,5}{0,9} = 542,7(\text{V})$$

Choün hãü säü an toàin vãø äïp $K_U = 1,5$ thç äiãûn äïp ngæãüc Transistor phaí chçu lài :

$$U_{ng.\max} = 1,5 \cdot 542,7 = 814,16(\text{V})$$

Tra säich “SÄØ TAY LINH KIÃÛN ÄIÃÛN TÆÍ VÃI BÃIN DÃÛN” ta chon Transistor loaüi:

D1878

$$V_{CE} = 800(\text{V})$$

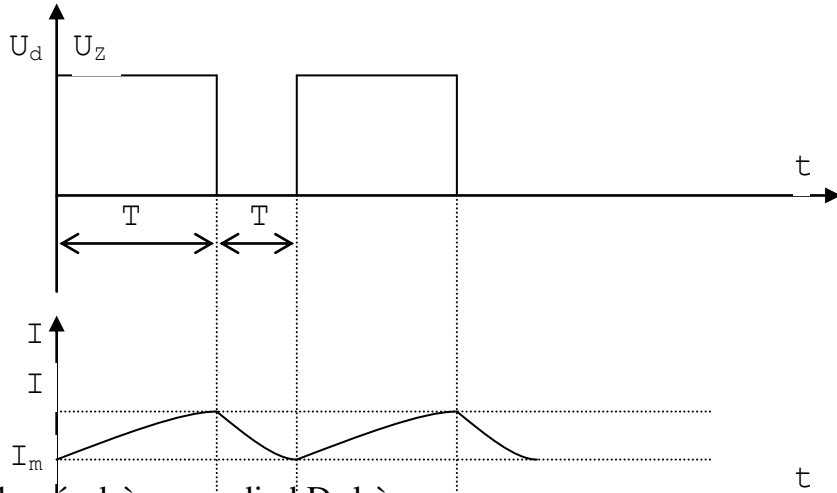
$$I_{CE} = 7(\text{A}).$$

f. Tên ãu chõin diod D_0

Diod cõi taïc dùng duy trç dòng äiãûn qua taüi Z_t khi Transistor ngãöt mãüch (khoãi).Do dòng áính hæãüng của dòng äiãûn phæ træãic mãüt chiãöu (äiãûn cáim pháön æüng của äãüng cả vai äiãûn cáim của bäü loüc),dòng äiãûn seü tiãúp tuüc cháý theo chiãöu củ mãüt thài gian næiã mãüi tàöt. Dòng äiãûn này äi qua diod D_0 nãüp vào tuü C_0 äãø ngàn ngæia äiãûn äïp tæü cáim trãn cuãün dáy L quãì læin lúc chuyãøng mãüch của Transistor tæi trãüng thãüi máü sang trãüng thãüi khoãi vai báío vãü Transistor trãünh bë äãünh thüéng vãü äiãûn äïp ngæãüc

$U_{ng.\max}$

Sã äãø dqaüng söüng biãöu diãøm quãì trçnh dòng äiãûn vào äiãûn äïp phæ sau bäü chèn læu (hçnh III-23)



Giai trë trung bệnh của ðòng qua diod D_0 là :

$$I_{D0} = \frac{1}{T} \int I_{D0} dt = \frac{1}{T} \int I_{D0} dt = \frac{1}{T} \int I_{D0} dt$$

Hệnh III-

$$I_{D0} = (1 - \frac{1}{3}) \cdot I_d \quad \text{vãii} \quad I_d = \frac{1}{3} I_t$$

Äãø tặm I_{D0max} ta äãu haim I_{D0} theo α ta coi $\frac{1}{2}$

$$I_{D0} = \frac{1}{4} I_t = 0,30/4 = 0,073(A)$$

Diod cáön choün coi ðòng cæüc äãu là (choün hãu säu ðæu trêi ðòng äiãûn là $K_I = 3$):

$$I_D = 3 \cdot 0,073 = 0,22 (A)$$

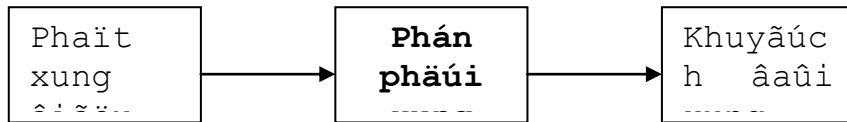
Vài chêu äãäüc äiãûn äíp ngæäüc là $U_{ng} = U_t \cdot K_U$ vãii $K_U = 1,35$.

$$U_{ng,max} = 489,6 \cdot 1,35 = 760,96(V)$$

Tra säich säø tay linh kiãûn äiãûn tæí vai bäin ðãùn ta choün diod loaüi :

CHÆÄNG IV MAÛCH ÄIÄÖU KHIÄØN

Sã äãö khãúi của hãu thãúng äiãöu khiãøn:



I- PHAÍT XUNG CHUÍ ÆAÛO :

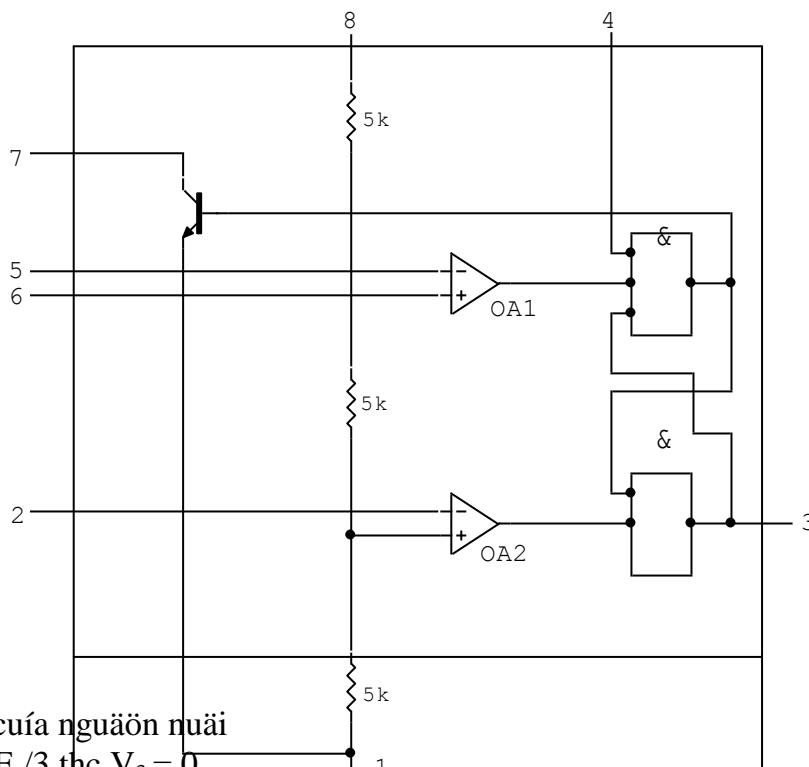
Khãu phãit xung chuÍ Æãu dùng IC555 làm viãu Æ chãu Æãu phi Æn cũ táic dùng taõu ra ðãu xung cũ táõn sãu mong muãun

I-1. Giãii thiãu IC555 :

Vi mãch IC555 ðo hãng Signetics chãu taõu gãõm 2 khuyãúch Æãu thuãt toãin OA1, OA2 thãc hiãun chãc nãng so sãnh mãit Trigã, mãit Transitor vai 3 Æiãun trã mãu cũ 5k

Vi mãch cũ 8 chãn nhã hõnh vã

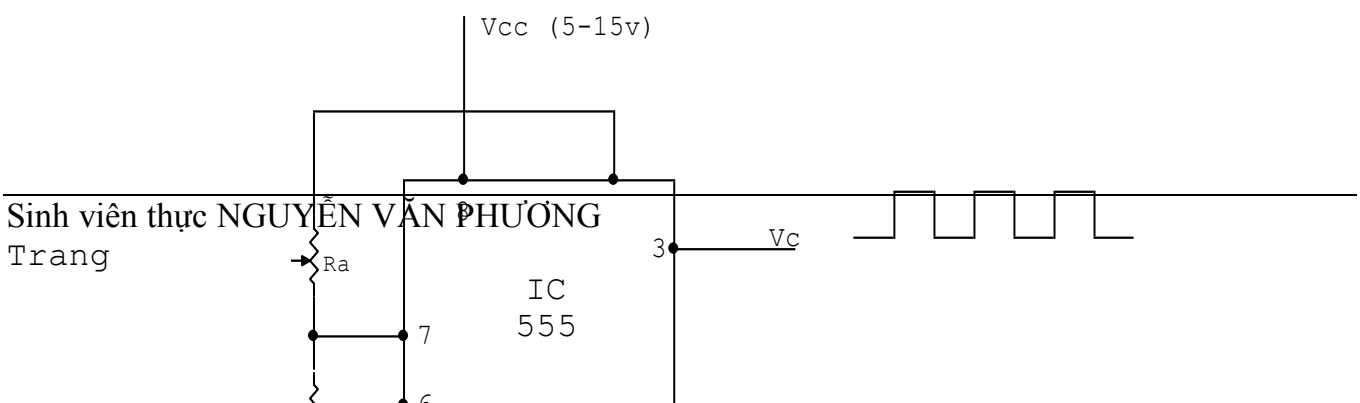
Sõ ðõ vi mãch IC555



1. Nãu vãi cũc Æm cũa nguãõn nuã
2. Kẽch lãut khi $V_2=2E/3$ thẽ $V_3 = 0$
3. Cãõng ra $V(3)_{min} = 0,1v$, $V(3)_{max} = 0.5v$, $I(3)_{max} = 0.2A$
4. Chãn 4 khoãi khi $V(4) = 0$ thẽ $V(3) = 0$, nãu khãng cãõn khoãi thẽ nãu 4 vaõo 8
5. Loũc nhiãu, thẽ ãng thẽ gãõn tuũ Æiãun 0,01. hẽ chãn 5 xuãng mass
6. Nguãõn lãut $V_6 = 2E/3$ thẽ $V_3 = 0$
7. Chãn phõng Æiãun thẽ ãng Æãu Æãu vãi tuũ C cũa mãch ngoãi
8. Nãu vãi cũc ðãng cũa nguãõn nuã $E = 5-18^v$ tiãu thuũ ðõng Æiãun 0,7 mA/1V nguãõn nuã

I-2. Sã Æãõ mãch phãit xung chuÍ Æãu :

I-2.a Sã Æãõ mãch :

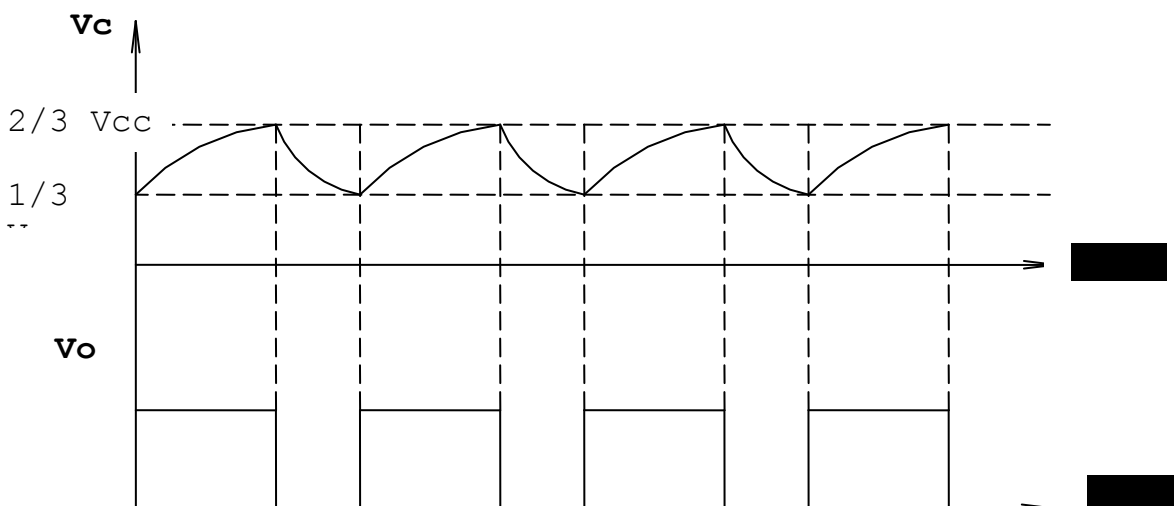


I-2.b Nguyên ã làm viãu :

ãi trãng thã ban ãõu mãi cáúp ãi ãn, ãi ãn ãp trã tu $U_c = 0$. Do vãu ãi ãn ãp tuã chãn 2 và 6 cũng bàng 0 nãn ã ãõu ra chãn 3 ãi ãn ãp ãi mãc cao ($U_c = 17v$) và ãõu chãn 7 ãi mãc thãp ($= 0$). Tuã C bãt ãõu nãp ãi ãn tã $+V_{cc}$ qua R_a , R_b ãi ãn ãp trã tu cũng tãng.

Khi ãi ãn ãp trã tu $C \approx U_{cc}/3$ thõ bãt ãõu 3 se chuyãn trãng thãivã mãc thãp cũn chãn 7 se ãi mãc cao, lúc này tuã C se phõng ãi ãn, ãi ãn ãp trã tu cũng giãim. Khi ãi ãn ãp trã tu giãim ãõn giã trõ $U_c = U_{cc}/3$ thõ ãõu ãõi mãc trãng thãi chuyãn lãn mãc cao cũn chãn 7 chuyãn vã mãc thãp, tuã ãi ãn C lãu nãp ãi ãn trã lãu, quã trõnh dao ãõng cãi tiãp điãu, ã ãõu ra chãn 3 se ãõc dãy xung ãi ãõ khiãn và sau ãõ ãõ ãõn khãu phãn phãu xung.

* Dãng xung ra nhõ sau :

**II- KHã PHãn PHãu XUNG :**

Yãu cáõu phãn phãu xung lã taõu ra cãc xung ãi ãõ khiãn mãi Transitor theo quy luãt ãõng mã ãõng cã, tã bãng tuãõn tãu dãu ãi ãn cũa cãc van Transitor ta cũ nhãn xeõ sau:

+ Khi T1 dàu thç T4 khoĩa, tæic lài T1 coi xung äiãöu khiãøn thç T4 hoàin toàin khäng coi xung äiãöu khiãøn

+ Khi T2 coi xung thç T3 hoàin toàin khäng coi xung äiãöu khiãøn

Äãø taöu äæäüc sæu phán pháúi xung nhæ vãy cãön sæi dưng caic Trigå vãi caic ääöu ra äáo vãi khäng äáo. Theo nhæ phán tæch trãn thç coi 2 Trigå (2 Trigå äãúm tãúi äa äæäüc 2 traúng thãii tæic lài coi 2 xung ääöu vãi thç ääöu ra nhãún äæäüc 1 xung ra, nhæng trong 1 chu kç äiãûn äíp chè coi 2

xung (mõi xung caich nhau 1/2 chu kỳ) nãn chè äæäüc xáy dưng bãü äãúm Modul 2 mõi thãii tæic lài äi ääöu vãi coi 2 xung thç ääöu ra coi 1 xung, xung äæäüc cung cáúp tæi ääöu ra cuía kháu pháit xung chúi ääöu IC555

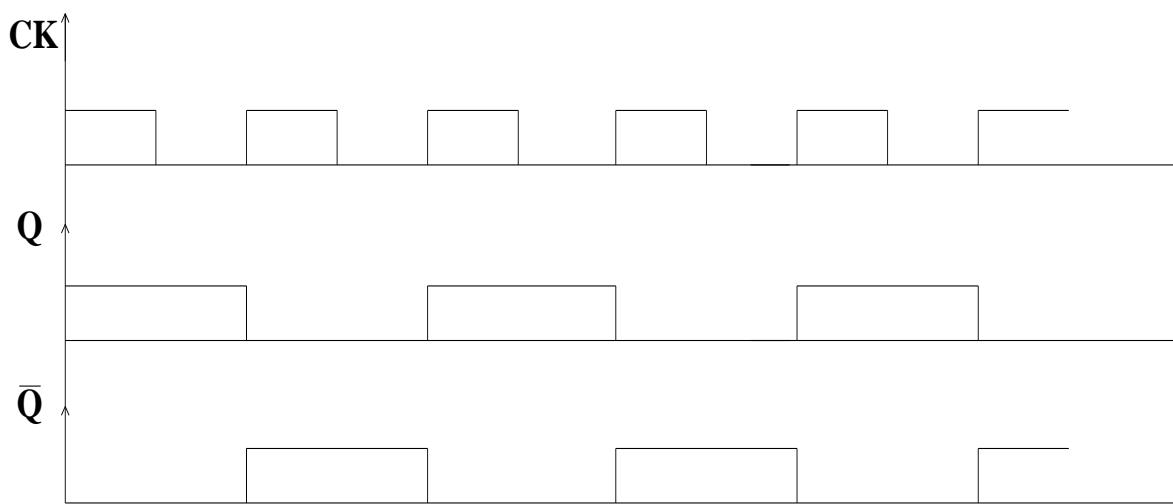
Bãü äãúm äæäüc xáy dưng trãn cả sãi cuía Trigå T (Flip Flop T)

Taúi mõi thãii äiãøm trong bãü nghèch læu læu coi 2 Transitor (trong 4 Transitor) mõi nãn cãön pháii phán pháúi xung äãún caic Transitor phui hãüp vãi yãu cáöu mõi traúng thãii cãön coi cuía caic Flip Flop T nhæ sau:

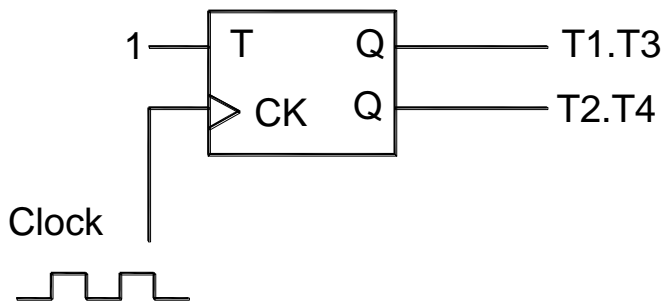
Tæi äöi ta thành lãúp bãíng traúng thãii cuía caic Flip Flop T

Dæua vãi bãíng traúng thãii cho caic Flip Flop T ta tçm äæäüc sæu liãn hãü giæia caic ääüi læüüng

ääöu vãi vãi ra cãön tãúi giãín theo phæång pháip Karnaugh

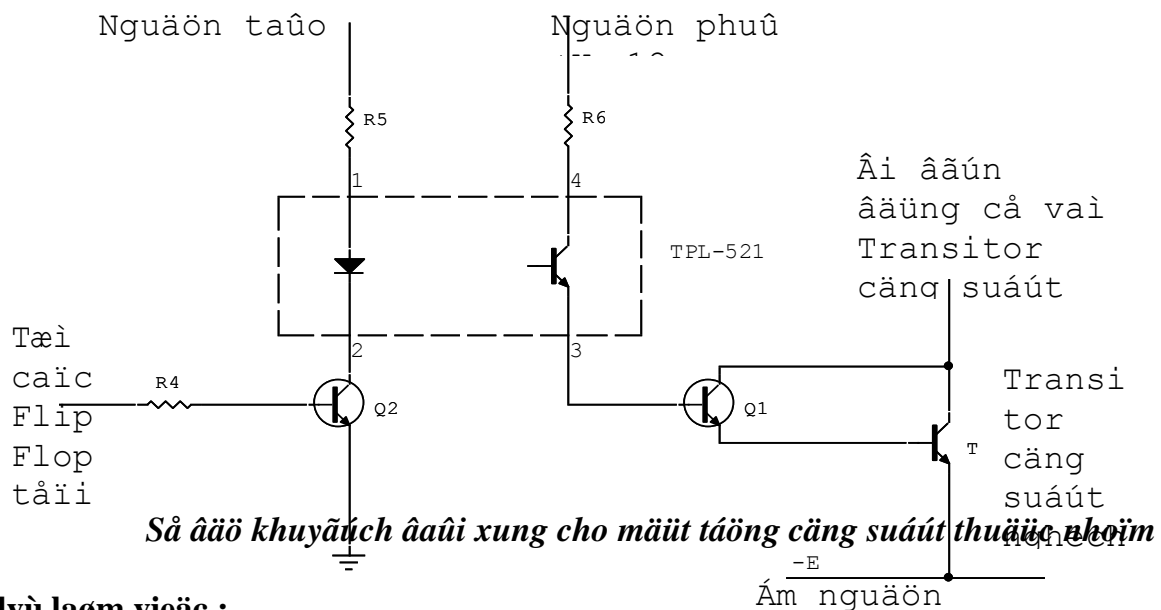


Bộ tạo xung phân phối dùng T- FF có đầu vào T=1:



III - KHÁU KHUYÃÚCH ÄÄÛI XUNG:

Kháu khuyãúch ääûi dùng linh kiãûn bain dàun, trong äôi sæí dùng caïc pháön tæí gheïp quang (Optocoptcur) nhàm caïch ly giãia maïch ääüing læüc vài maïch äiãöu khiãøn Sã ääö khuyãúch ääûi xung cho mäüt táöng cäng suáút thuäüc nhoim chàøn



Nguyeân lý lãøm vieäc :

Khi tên hiãûu äæa vào chán B của Transitor Q1 tæí caïc Trigã äí mäëc logic '0' thç Q1 ngæng dàun , ääöu vào vài ääöu ra của Optocoptaur khãng cõi dòing, do äôi Q2 ngæng dàun vài Transitor T khãng äæãüc kêch thêch äí cæüc B. khi tên hiãûu ääöu vào của chán B của Q1 tæí caïc Trigã äí mäëc logic '1' thç Q1 dàun dòing , làm cho Q2 dàun vài kêch Transitor cäng suáút dàun

IV - TÊN H TOAÏN MAÛCH ÄIÃÖU KHIãÛN:

IV-1. Xaïc äênh táönn sæú xung ra của IC555 vài caïc Trigã:

Vì maïch IC555 làm viãüc äí chãú ääü tæü dao ääüing, táönn sæú dao ääüing phuû thuäüc vào sæü phöing nãp của tuú C.

Khi tuê C naúp qua 2 äiãûn tráí R1 vaì R2: tæí sã ääö maüch äiãûn ta coi phæång trệnh cán bàòng äiãûn aíp cuía maüch äiãûn: $iR + U_c = V_{cc}$

$$i: \text{ ðoàng äiãûn naúp cho tuê, } i = C \cdot \frac{du_c}{dt}$$

Phæång trệnh mã táí quai trệnh naúp cho tuê

$$C_r \frac{du_c}{dt} + u_c = V_{cc} \text{ Viãút hãu phæång trệnh naìy ðæãii ðaùng toáin tæí Laplace}$$

$$L \left[\frac{du_c}{dt} \right] + L[u_c] = LV_{cc} \quad \text{vãii } T_n C.R$$

$$\text{Hay } T_n [pU_c(p) - U_c(0)] + U_c(p) = \frac{V_{cc}}{p}$$

$$U_c(p)(T_n p + 1) = \frac{V_{cc}}{p} + T_n U_c(0)$$

Taúi thài äiãøm ban ääöu cuía quai trệnh naúp äiãûn thç $U_c(0) = V_{cc}/3$

$$\text{Vãuý phæång trệnh viãút laúi : } U_c(p) [T_n p + 1] = \frac{V_{cc}}{p} + T_n V_{cc}/3$$

$$U_c(p) = \frac{V_{cc}}{p(T_n p + 1)} + \frac{1}{3} \frac{V_{cc} T_n}{T_n p + 1} = \frac{V_{cc}}{p T_n (p + \frac{1}{T_n})} + \frac{V_{cc} T_n}{3 T_n (p + \frac{1}{T_n})}$$

$$U_c(p) = \frac{V_{cc}}{T_n} \left(\frac{T_n}{p} - \frac{T_n}{p + \frac{1}{T_n}} \right) = V_{cc} \left[\frac{1}{p} - \frac{2}{3(p + \frac{1}{T_n})} \right]$$

Tæí ánh ta tçm äæãüc gäúc cuía toáin tæí Laplace :

$$U_c(t) = V_{cc} \left(1 - \frac{2}{3} e^{-t/T_n} \right) \quad (1)$$

Khi kãút thuiç quai trệnh naúp thç $U_c(T_1) = 2V_{cc}/3$, thay vaìo (1) ta coi

$$\frac{2V_{cc}}{3} = V_{cc} \left(1 - \frac{2}{3} e^{-T_1/T_n} \right) \quad (2)$$

tæí phæång trệnh (2) giaíi ra ta äæãüc $T_1 = 0,7.C.(R_A + R_B)$

Tæång tæu phæång trệnh phoíng äiãûn cuía tuê

$$U_c(p) (T_n p + 1) = \frac{V_{cc}}{p} + T_n U_c(0) \quad (*)$$

Taúi caìc thài äiãøm ban ääöu, cho quai trệnh tuê phoíng laì: $U_c(0) = 2V_{cc}/3$, thay vaìo (*)

$$\text{ta äæãüc } U_c(p) (T_n p + 1) = \frac{V_{cc}}{p} + \frac{2}{3} T_n V_{cc}$$

$$U_c(p) = \frac{V_{cc}}{T_n p (p + \frac{1}{T_n})} + \frac{2}{3} \frac{V_{cc}}{p + \frac{1}{T_n}} = \frac{V_{cc}}{T_n} \left[\frac{1}{p} - \frac{2}{3} \frac{1}{p + \frac{1}{T_n}} \right]$$

$$U_c(p) = V_{cc} \left[\frac{1}{3} \frac{1}{1 - e^{-p/T_n}} \right]$$

Tæi ánh ta tçm äæãtic gäuc $U_c(t) = V_{cc} \left(1 - \frac{1}{3} e^{-t/T_n} \right)$ (3)

Kãút thüic quã trçnh phöing äiãûn thç : $U_c(T_1) = V_{cc}/3$, thay vaìo (3) ta äæãtic

$$\frac{V_{cc}}{3} = V_{cc} \left(1 - \frac{1}{3} e^{-T_1/T_n} \right)$$

$$T_1 = 0,7T_n = 0,7CR$$

vç quã trçnh phöing äiãûn chè phöing qua R_B do vãy chu kç xung ra laì:

$$T = T_1 + T_2 = 0,7C(R_1 + 2R_2)$$

Tãön säu xung ra cuía vi mãich IC555 :

$$f_{555} = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,7C(R_1 + 2R_2)}$$

Vç coi 6 xung ái ääöu vaìo (xung CLOCK) láúy tæi IC555 thç ái ääöu ra cuía Trigã coi 1 xung, nhæ vãy tãön säu xung ra cuía caìc Trigã xüing chçnh laì tãön säu cuía äiãûn äip xoay

chiãöu trãn táì $f = \frac{f_{555}}{6} = \frac{1}{6 \cdot 0,7C(R_1 + 2R_2)} = \frac{1}{4,2C(R_1 + 2R_2)}$

Muãún thay äæöi tãön säu nguãön thç ta pháì thay äæöi tãön säu mãich pháit xung chuí äæöu IC555 tæic laì äiãöu chçnh giãì trç C, R_1, R_2 . äæö äån giãín ta choün træãic giãì trç tuu C vaì äiãöu chçnh bàòng caìch thay äæöi giãì trç cuía caìc äiãûn tráì R_1, R_2 . Vãy táì laì äæüing cả khång äæöng bãü ràto læöng soìc, yãu cáöu äiãöu chçnh tãön säu nguãön cung cáúp cho táì tæi 15-50hz. Ta choün giãì trç tuu C laì 0,1

Giãì trç äiãûn tráì R_1 seì tæång æing vãy tãön säu 50hz vaì $R_2 = 0$ laì

$$50 = \frac{1}{4,2 \cdot 0,1 \cdot 10^{-3} R_1} \quad R_1 = 47600 \quad \text{láy } R_1 = 47k$$

Giãì trç äiãûn tráì R_2 seì tæång æing vãy tãön säu 15hz vaì $R_1 = 47k$

$$15 = \frac{1}{4,2 \cdot 0,1 \cdot 10^{-3} (47k + 2R_2) \cdot 10^3} \quad R_2 = 55,8k \quad \text{láy } R_2 = 50k$$

Bãü pháñ pháúi xung duìng 2 vi mãich 4013 chæia 2 Trigã D loaui CMOS coi äiãûn äip ra mãic logic '1' laì 4,9v vaì ðoìng khoãng 500

IV-2. Tçnh choün caìc pháön tæi mãich khuyãúch äæüi xung:

Theo tênh toain trãæic, Transitor cäng suáút T cuía pháön nghèch læu choün loaûi BUX-48 coi cãic thäng säu 7.5 , $I_{C_{max}}=9A$ vãi ðoing làm viãüc $I_{CLV}=6,73A$ thç ðoing cuía Bazã T lài

$$I_B = \frac{6,73}{7.5} = 0,89A$$

IV-2.a Tênh choün cãic pháön tæí cuía mãich khuyãúch äãûi xung

* Choün Transitor Q1: choün theo äiãöu kiãûn $I_c = I_{op} = 5mA$, $V_{CE} > V_{CC}$ loaûi NPN

Vãûy ta choün loaûi 2SC828

Thäng säu	P (mw)	f_T (MHz)	t^0C	$U_{CB_{max}}$	$U_{CE_{max}}$	$U_{BE_{max}}$	$I_{c_{max}}$		Type
C828	250	200	125	30	30	5	50	220	SN

Äiãûn trãí R_5 choün theo äiãöu kiãûn

$$R_5 = \frac{V_{CC} \cdot \gamma_{LEP} \cdot \gamma_{CE(Q_1)}}{I_{op}} = \frac{5 \cdot 2 \cdot 0,5}{5} = 500 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Choün $R_5 = 470 \text{ (}\Omega\text{)}$

Vç Q_1 chæa báõ hoài nãn hãû säu khuyãúch äãûi ðoing læin, vè ðuü 200 vãûy ðoing

$$I_B = \frac{I_c}{\beta} = \frac{5 \cdot 10^3}{200} = 25 \text{ (}\mu\text{A)}$$

Ðoing này nõi hãn ðoing cung cáúp cuía mãich CMOS 4013 nãn ta cho thãm äiãûn trãí hãn ðoing

$$R_4 = \frac{V_{CC} \cdot \gamma_{CEsa(Q_1)} \cdot \gamma_D \cdot \gamma_{BE(Q_1)}}{I_B} = \frac{5 \cdot 0,2 \cdot 0,7 \cdot 0,7}{2,5 \cdot 10^{-5}} = 36000 \text{ (}\Omega\text{)} = 36K$$

Trãn thæüc tãû nãn ðùng trë säu nõi hãn, vè ðuü $68K$ ãø äãim báõ LED optocopteur äæãüc cung cáúp äuí ðoing. Choün $R_4 = 68K$

*Choün Transitor Q_2 : theo äiãöu kiãûn $I_C(Q_2) > I_{BT} = 0,84A$

$U_{CE}(Q_2) > U_{CE} = 30v$ loaûi NPN

Vãûy choün Q_2 lài loaûi C2275 coi cãic thäng säu säu

Thäng säu	P(w)	f_T (MHz)	t^0C	$U_{CE_{max}}$ (v)	$I_{C_{max}}$		Type
C2275	25	200	150	150	1,5 A	40	SN

***OPTOCOPTEUR**: choün loaûi TLP-521 ðo Nhãüt Báin chãû tãõ coi cãic thäng säu säu:

Äiãûn trãí cãich ly: $R_{CL} = 10^{11} \text{ (}\Omega\text{)}$

Äiãûn äíp cãich ly: $2500v$ ðoing äiãûn pháit quang $5mA$

Tè säu truyãõn ðoing $50-100$ láõn láúy tè säu truyãõn ðoing 50 ta coi

$$I_{OP} = 5 \cdot 50 = 250 \text{ mA} = I_B(Q_2)$$

$I_C(Q_2) = \beta(Q_2) = 40.0,25 = 10A$, ðoäng äiäün naìy quai læin so vãi ðoäng äiäün cáön lai

$$I_{BQ_2} = \frac{I_{CQ_2}}{\beta} = \frac{0,84}{40} = 0,021A \text{ nãn ta gaõn thãm } R_6 \text{ äãø haùn chãu ðoäng äiäün}$$

$$\text{Choün } R_6 = \frac{V_{CC} - V_{BE(Q_2)} - V_{BE(T)}}{I_{BQ_2}} = \frac{15 - 0,7 - 0,5}{0,021} = 590 \text{ } \text{choün } R_6 = 560 \text{ } /8W, \text{ áí äáy}$$

äiäün aìp nuäi maùch kên lai 15v

IV-3. Choün maùch äiäöu khiãøn bäü äiäöu chènì xung äiäün aìp:

Nhæ ta äai tênì toäin áí trãn, Transitor trong bäü äiäöu chènì xung laim viãüc áí táön säü 500hz vç váüy ta phaí choün bäü äiäöu khiãøn Transitor sao cho táön säü xung äiäöu khiãøn phaí bàòng 500hz. Áí äáy ta choün vi maùch taöu xung IC555 vãi táön säü xung ra $f_{555} = 500\text{hz}$ nhæ äai tênì toäin áí trãn ta coi táön säü xung ra cuía IC555 lai:

$$f_{555} = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,7C(R_1 + 2R_2)}$$

Ta choün tuú $C = 0,047$, ta coi

$$f_{555} = \frac{1}{0,7 \cdot 0,047 \cdot 10^{-6} (R_1 + 2R_2)} = 500 \quad R_1 + 2R_2 = 60790$$

Choün $R_1 = 18K$

$$R_2 = 47K$$

CHÆÅNG IV THIÄÚT KÄÚ MAÙCH ÄIÄÖU KHIÄØN

A.HÄÜ THÄÚNG ÄIÄÖU KHIÄØN TÄÖN SÄÜ

Maùch äiäöu khiãøn nghèch læu aìp ba pha coi nhiãüm vuü :

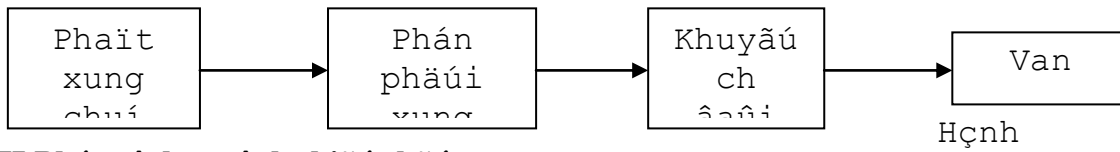
- +taöu xung äiäöu khiãøn äãø khèch máí læón læäüc 6 Transitor cäng suáút ,mäüi xung kèch coi pha caìch nhau 1/6 chu kì äiäün aìp ra cuía bäü nghèch læu.
- +Ääü räüing mäüi xung äiäöu khiãøn phaí bàòng thãi gian mäüi Transitor áí trãung thãi dáön , tæic lai bàòng 1/2 chu kì äiäün aìp ra cuía bäü nhgèch læu .
- +Khäng kèch máí hai Transitor trong cuäng mäüt pha laim viãüc äãöng thãi.
- +Taüi mäüt thãi äiäøm báút kì äãöu coi ba Transitor dáün hai cuía nhoim naìy vai mäüt cuía nhoim kia.

I.Chæic nàng cuía hãü thãúng äiäöu khiãøn :

-Taöu ra nhæìng xung coi ääü räüing nháút äènh vai hçnh ðaüng nháút äènh ,phán pháüi xung theo tæìng pha tæång æìng vai thay äãöi thãi äiäøm ääüt xung vaìo cæüc äiäöu khiãøn cuía van, hãü thãúng äiäöu chènì bao gãöm :

- +Bäü phaìt xung chuí äaüo : lai caìc kháu ðao ääüing coi nhiãüm vuü taöu ra caìc xung äiäöu khiãøn äæa ääün bäü phán pháüi xung äãø äiäöu khiãøn tæìng Transitor .
- +Kháu phán pháüi xung : Laim nhiãüm vuü phán pháüi xung tãii tæìng kháu khuyãüch äaüi xung theo mäüt tráüt tæü nháút äènh vai táön säü phuü thuäüc vaìo kháu phaìt xung chuí äaüo.
- +Kháu khuyãüch äaüi xung : coi nhiãüm vuü khuyãüch äaüi xung tæi bäü phán pháüi xung äæa ääün kèch máí Transitor ,ngoài ra coi sæi ðuüng caìc bäü gheìp quang nhòòm caìch ly maùch äiäöu khiãøn vai maùch ääüing læüc.

*Sả ääö khäúi maűch äiãöu khiãøן (Hçnh IV-1)



II. Phán têch maűch thiãút kãú :

!. Khäúi taöu xung:

a. Giãii thiãúu vi maűch IC 555 :

Vi maűch 555 lài loaúi ää nàng, Bãn trong bao gäöm hai bäü so sãnh, 1 trigger, BJT vài ba äiãûn tráí 5k

Vãö cáúu taöu thæüc cháút bãn trong IC555 bao gäöm 25 BJT 2 diod vài 16 chán äiãûn tráí , cáic ääöu ra bãn ngoài gäöm 8 chán :

Chán 1 : nãúi ám nguãön hay nãúi masse.

Chán 2 : Ääöu vào khãng ääáo cuía bäü so sãnh thæi hai.

Chán 3 : Ääöu ra $V_{3min} = 0,1V$; $V_{3max} = E - 0,5(V)$

$$I_{3max} = 0,2(A)$$

Chán 4 : chán reset (Chán khoãí , nãúi khãng cáön khoãí thç nãúi dæång nguãön).

Chán 5 : äênh mäic aíp äiãöu khiãøן , loüc nhiãøu , thæång nãúi tuú 0,1

Chán 6 : äênh mäic ngæãíng $V_6 = 2E/3$ thç $V_3 = 0$.

Chán 7 : chán xái thæång nãúi vài tuú C áí maűch ngoài .

Chán 8 : nãúi dæång nguãön $E = 5 \text{ } 15 (V)$ tiãu thuú ðoàng 0,7 (A) khi nguãön lài 5(V) khi nguãön nãúi 15(V) thç $I = 3 (A)$.

IC 555 coi ráút nhiãöu æíng ðuýng , cáic ðuýng æíng ðuýng äöi äæãüc chia ra làm hai ðuýng cả báin :

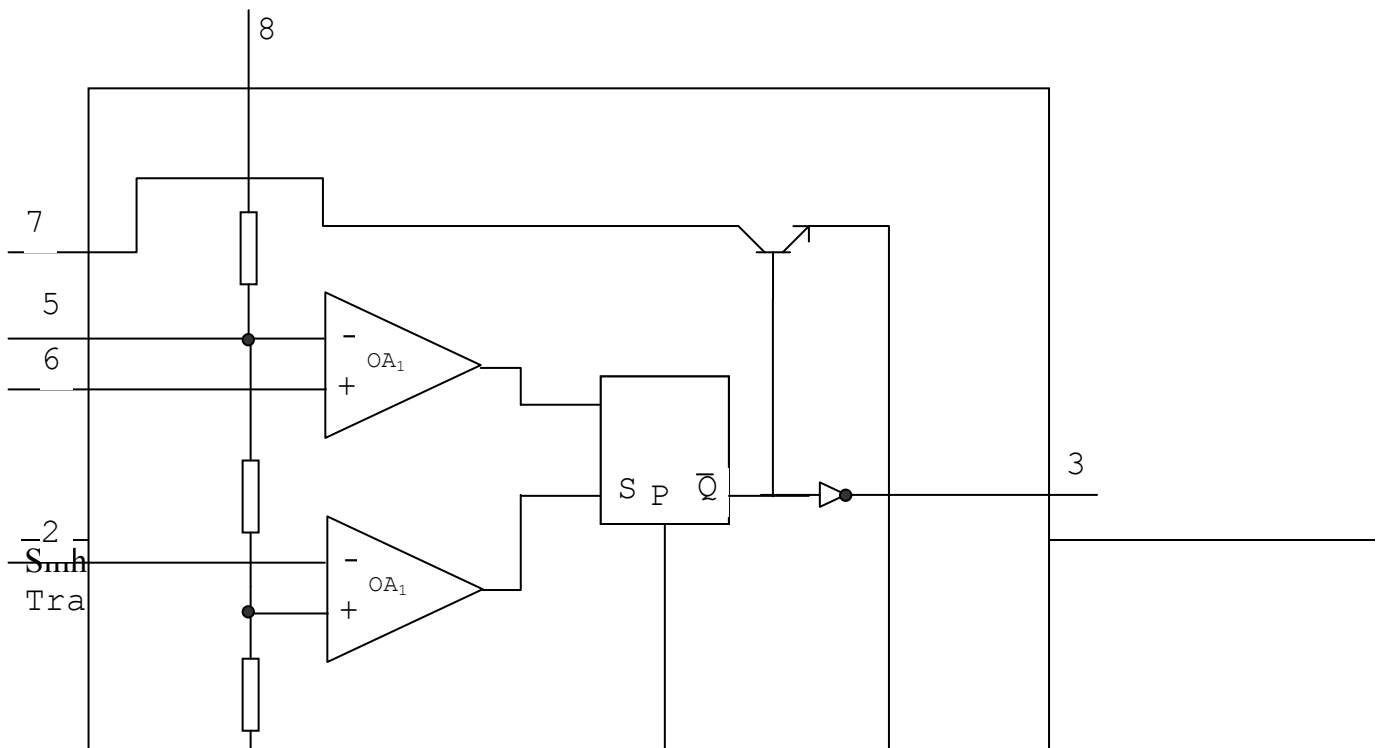
-Maűch äãn äøn (monnastable)

Ääüt tênh cuía maűch này lài coi mäüt trúng thãí bãön trúng thãí thæi hai lài taúm thãí . Thãí gian tráí láui trúng thãí äøn äênh phuú thuãüc vào maűch ðao ääüýng R-C bãn ngoài (maűch thæång ðuýng làm maűch timer).

-Maűch ðao ääüýng ää hai (astable):

Ääüc tênh cuía maűch này lài noi phaít xung chuáøן (thæång äæãüc æíng ðuýng làm bäü tao xung nhçp)

Cáúu taöu bãn trong cuía IC 555 (Hçnh IV-2):

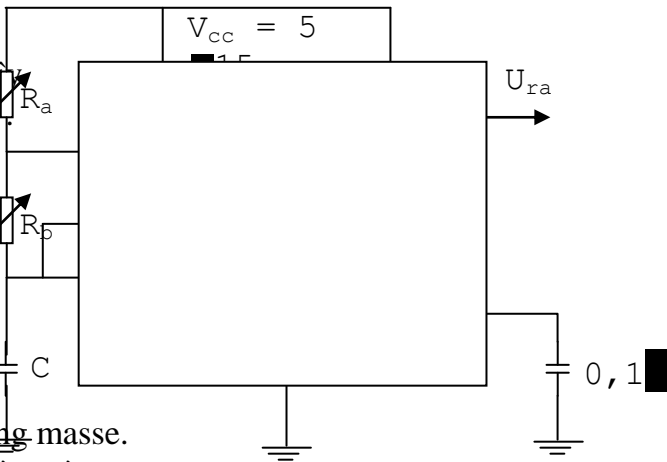


b.Sả äöö æìng duìng cuía mãch tao xung

Sả äöö nguyãn lý cuía mãch tao xung (Hçnh IV-3)

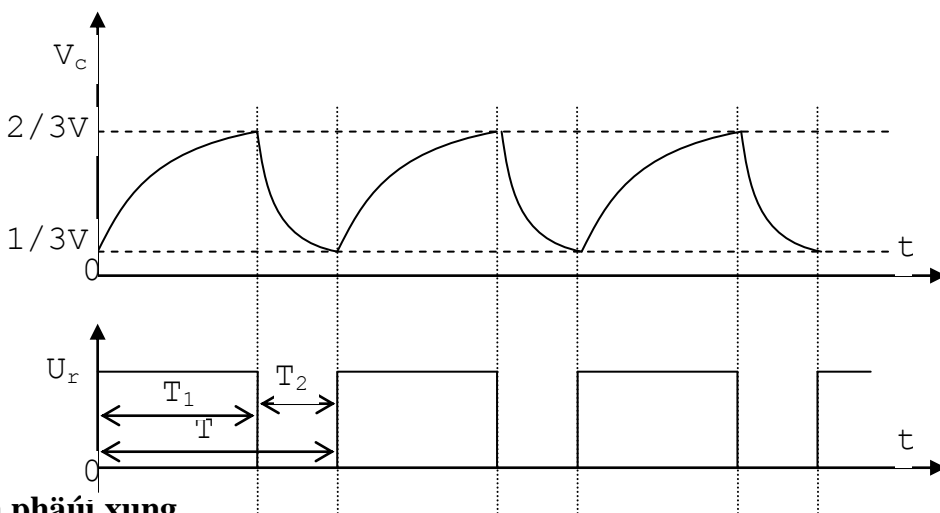
+Kháu phãit xung IC 555 làm viãu ái chãu ääu dao ääüng tao dá xung coi táön sãu nhæ mong muãún
 +Nguyãn lý làm viãu :

Ái traüng thãii ban ääöu mãii cáúp äiãün ,äiãün äíp trãn tuú C $V_c = 0$,nhæ váüy äiãün äíp ra tuú chán sãu 2,6 cũng bàòng khãng nãn ääöu ra chán sãu 3 ái mãic cao. Chán sãu 7 mãic cao ,tuú C sẽ äæäüc nãp tæi V_{cc} qua R_a, R_b ,xuãúng masse. Tuú cãng nãp äiãün äíp trãn tuú cãng tàng .



Khi äiãün äíp trãn tuú ääüt $V_c \blacksquare 2 V_{cc}/3$ thç ääöu ra sẽ chuyãön trãng thãii vãö mãic tháúp, chán sãu 7 chuyãön vãö mãic tháúp,luic này tuú C phõng giãm dáön ääün $V_{cc}/3$ thç ääöu ra chuyãön lãn mãic cao,chán 7 chuyãön lãn mãic cao tuú C äæäüc nãp trãi læ .Quã trẽnh dao ääüng cãi tiãúp tuüc nhæ váüy vai ääöu ra chán sãu 3 cuía IC sẽ coi mãüt dáü xung vuãng .

- dáüng xung ra :



2.Kháu phãn phãüi xung.

*. Yãu cáöu cuía kháu phãn phãüi x Hçnh IV- cáic xung äiãöu khiãön mãi cáic Transistor theo äüñg quy luãüt äöìng mãi cuía nõi .

*. Theo yãu cáöu tuãön tæü dáün äiãün cuía cáic Transistor ta coi nhãün xeit sau :

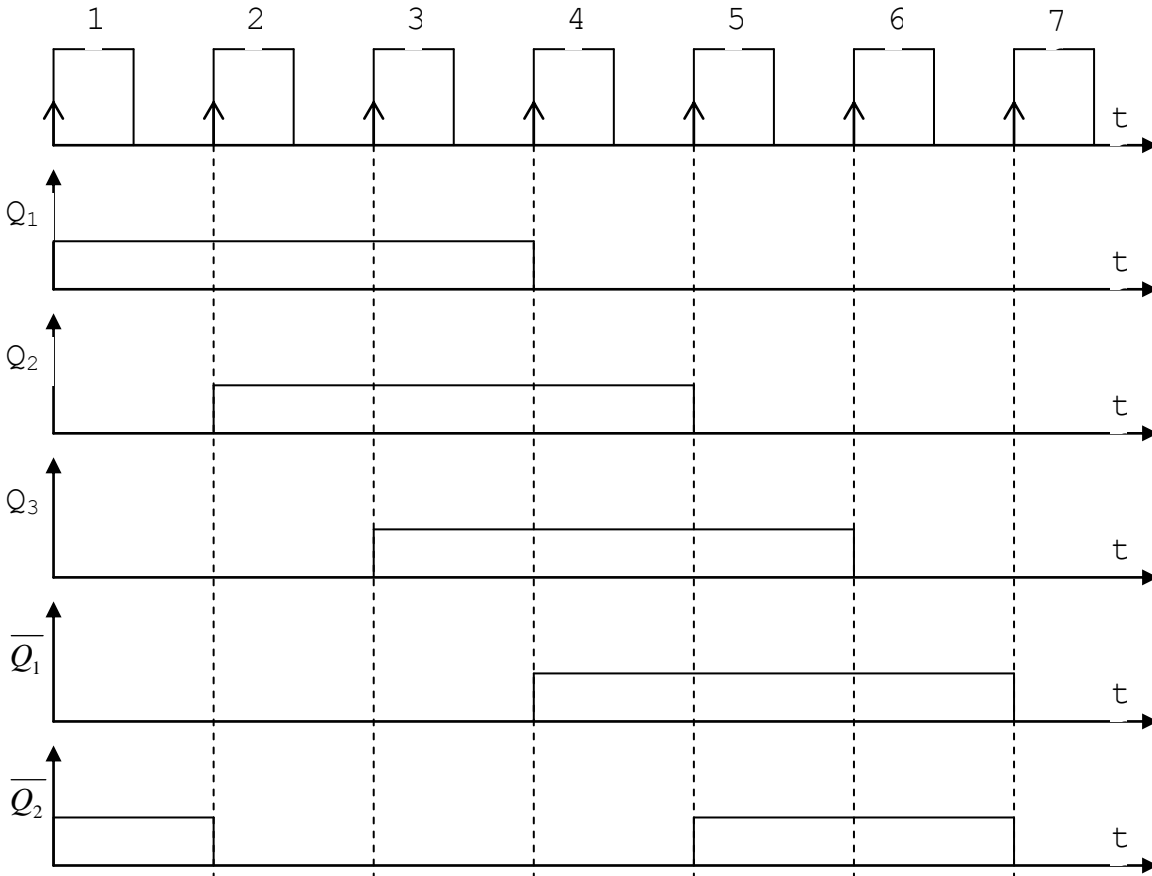
+Khi T_1 coi xung äiãöu khiãøn mãí dáùn döng thç T_4 hoàn toàn khäng coi xung äiãöu khiãøn , T_4 khoãí .

+Khi T_3 coi xung äiãöu khiãøn thç T_6 hoàn toàn khäng coi xung äiãöu khiãøn .

+Khi T_5 coi xung äiãöu khiãøn thç T_2 hoàn toàn khäng coi xung äiãöu khiãøn .

*. Äãø taöu äæãüc cáic xung äiãöu khiãøn nhæ váúy ta sæí düng cáic trigger vãii äáöu ra äáo vai khäng äáo.Theo nhæ phán tçch áí trãn thç thç ta cáön coi ba trigger (tæíc laì coi táúi äa 8 träng thãii) vãii 8 xung äáöu vaìo thç äáöu ra nháún mãüt xung .Nhæng trong mãüt chu kỳ äiãûn äíp thç ta chè coi säü xung äiãöu khiãøn thç äáöu ra coi mãüt xung, xung äæãüc cáúp tæi äáöu ra của kháu pháit xung chuí äaü IC 555 .

Cái träng thãii cáön coi của cáic trigger nhæ sau :



Tæi cáic träng thãii cáön coi của trigger ta xáy xæng bäü ääüm trãn cả säí cáic D-Flip-Flop. Ta coi báin của D-Flip-Flop nhæ sau.

Q_n	D	Q_{n+1}
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

Hçnh

Q_n	Q_{n+1}	D
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

Ääüm träng : $Q_{n+1} = D$

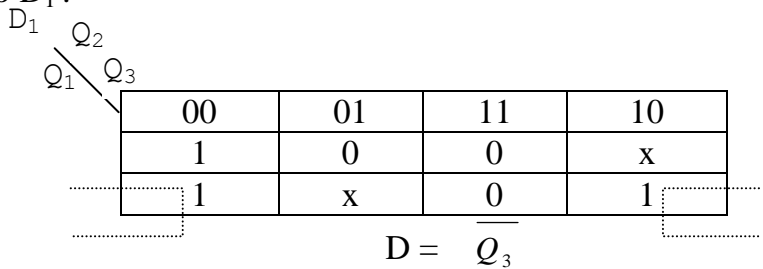
Ta xáy düng báin träng thãii cho cáic trigger :

Xung	Traûng tháii hiãûn taüi Q_n			Traûng tháii tiãúp theo Q_{n+1}			Ãäöu vaìo flip - flop		
	Q_1	Q_2	Q_3	Q_1	Q_2	Q_3	D_1	D_2	D_3
1	1	0	0	1	1	0	1	1	0
2	1	1	0	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	0	1	1	0	1	1
4	0	1	1	0	0	1	0	0	1
5	0	0	1	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	1	0	0	1	0	0

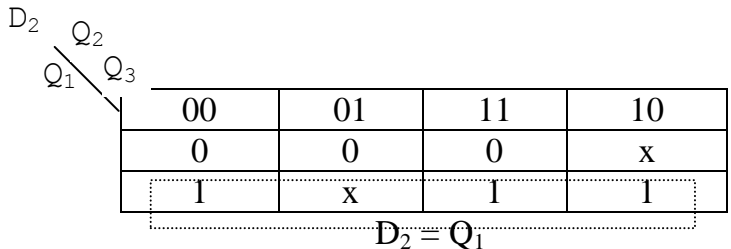
Theo baíng trãn
ãäø tçm
ãæãüc sæü
phuü
thuãtic
giãêa caíc
ããüi
lããüing vaì
caíc ããüi
lããüing

ãäöu ra ta tãüi thiãøu hoãii hàim logic dùng baíng Kananugh.

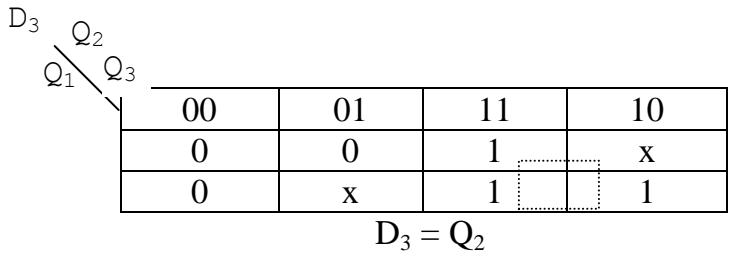
*. Vãii ãäöu vaìo D_1 :



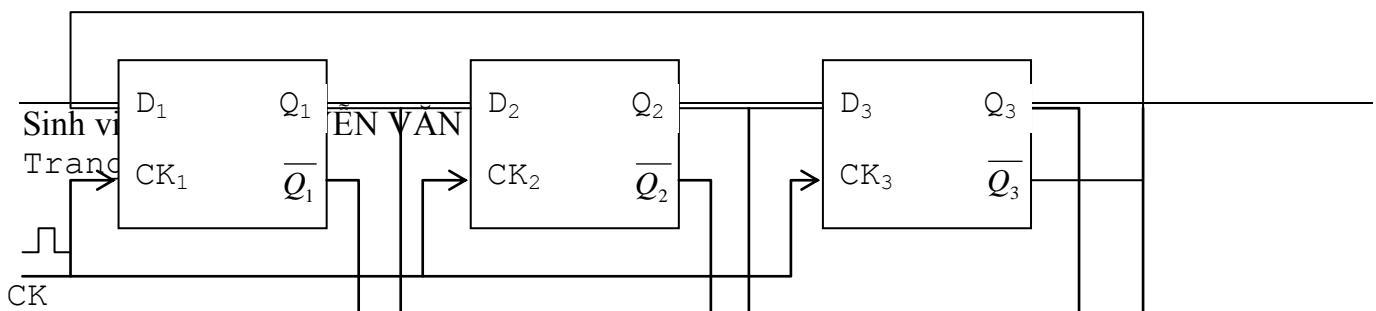
Vãii ãäöu vaìo D_2 :



Vãii ãäöu vaìo D_3 :



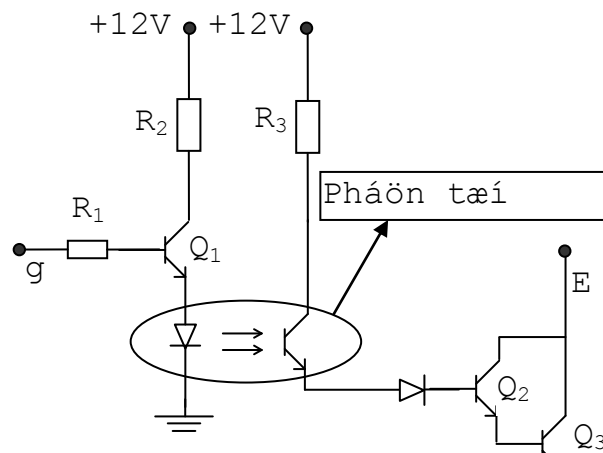
Vãüy ta ãæãüc hãü ããüim dùng ãäø phãn phãüi xung vãii sã ãäö nhãe sau :



3.Khäúi khuyãúch äâüi xung.

Khäúi khuyãúch äâüi xung dùng äãø tàng ðoäng vai äíp äãø kêch vaì cæüc B của Transistor cäng suáút . Ngoài ra còn coi táic dùng cách ly giæía máüch ääüing læüc vai máüch äiãöu khiãøn,äãø äám báo cho máüch äiãöu khiãøn làm viãüc chênh xaïc vai an toàn .

Äãø thæüc hiãûn cách ly giæía máüch ääüing læüc vai máüch äiãöu khiãøn ta dùng OPTOCOUPERS (optoon quang).Cáic tên hiãûu xung seì báo äãøn led phait quang äãø kêch cho Transistor quang ðáün.Viãüc dùng OPTOCOUPERS coi ääüc tên táon säú thuáün tiãûn ,viãüc gheíp coi sai säú tæäng ääüi læin, nãn ääü chênh xaïc của pháön tæí gheíp quang læi coi gãi haùn .Sã äãø khuyãúch äâüi tên hiãûu nhæ hçnh IV-6.



*.Nguyên lý hoạt ääüing của sã äi Hçnh

-Khi coi xung kêch äãïn äiãím g seì làm cho Q₁ ðáün nãn coi ðoäng äiãûn cháüy qua Led phait của Transistor quang vai Transistor quang ðáün .

-Ðoäng cæüc E của Transistor quang Ääüt vaìo Q₂ læin hãn 0,6V làm cho Q₂ ðáün cáic äiãûn tráí R₁,R₂,R₃ dùng äãø haùn cháü ðoäng cho cáic BJT Q₁,Transistor quang, Q₂ vai Led.Do Q₂ nãüi darlington vãi Q₃ læi Transistor cäng suáút nãn ðoäng cæüc E của Q₂ seì kêch máü Transistor Q₃.

Khi khãng coi tên hiãu Æãun g thç Q₁ ngæng dãn ,ngãõt ðoing qua Led phãit nãn Transistor quang ngæng dãn , Q₂ khoãí ðo Æoĩ khãng coi tên hiãu Æãut vaio cãc nãon của Transistor cãng suãút vaí Transistor nãiy khoãí.

4.tênh choĩn mãũch Æiãõu khiãõn :

Vĩ mãũch IC 555 laĩm viãũc Æĩ chãũ Æãũ tãũ ðao Æãũng, táõn sãũ ðao Æãũng phuũ thuãũc vaio sãũ phõng Æiãũn của tuũ C. Khi tuũ C nãũp Æiãũn qua hai Æiãũn trãĩ R_a + R_b tãĩ sã Æãõ ta coi mãũch Æiãũn :

-Phãẽng trẽnh cãn bõng Æiãũn Æĩp của mãũch Æiãũn trãn lãĩ :

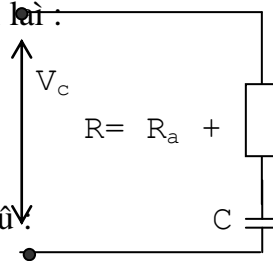
$$i.R + U_c = V_{cc}$$

Vãĩ R = R_a + R_b .

Trong Æoĩ ðoing Æiãũn nãũp tuũ C: $i = C \frac{du_c}{dt}$.

Vãũy phãẽng trẽnh vi phãn mã táĩ quã trẽnh nãũp cho tuũ :

$$C.R. \frac{du_c}{dt} = V_{cc} .$$



Vĩãút phãẽng trẽnh nãiy ðããĩ ðãũng toãĩn tãĩ Laplace:

$$C.R. \cdot \frac{du_c}{dt} = V_{cc} - U_c .$$

Hay $\frac{1}{P} U_c + P \int U_c dt = \frac{V_{cc}}{P} - \int U_c dt$.

$$U_c + P \int U_c dt = V_{cc} - P \int U_c dt .$$

Tãũĩ thãĩ Æiãõm ban Æãõu của quĩa trẽnh nãũp thç $U_c = \frac{1}{3} V_{cc}$ Nhã vãũy ta Æãũc phãẽng trẽnh

$$U_c + P \int U_c dt = \frac{V_{cc}}{3} - P \int U_c dt .$$

$$U_c + 2P \int U_c dt = \frac{V_{cc}}{3} .$$

Vãĩ $\tau = RC$

Tãĩ hãĩm Æĩnh trã Æãũc hãĩm gãũc của toãĩn tãĩ Laplace :

$$u_c = \frac{V_{cc}}{3} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) (*) .$$

Kãũt thũc quã trẽnh nãũp thç $U_c(t_1) = \frac{2}{3} V_{cc}$, thay vaio (*) ta Æãũc :

$$T_1 = 0,7 \tau = 0,7.RC = 0,7.(R_a + R_b) .$$

Tãẽng tãũ Æãũĩ vãĩ phãẽng trẽnh phõng Æiãũn ta Æãũc của tuũ ta tẽm Æãũc :

$$T_2 = 0,7.R_b C \quad \text{vãĩ} \quad \tau = R_b.C .$$

Nhã vãũy chu kyĩ xũng ra : $T = T_1 + T_2 = 0,7(R_a + 2R_b) .$

Tãõn sãũ của vi mãũch 555 laĩ :

$$f_{555} = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,7.(R_a + 2R_b)} .$$

Khi coi 6 xung láúy tæi áäöu ra cuía IC 555 thç mäuì áäöu ra cuía trigger coi mäuìt xung. Nhæ váúy táön säú xung cuía caïc trigger cuíng chênh laì táön säú cuía äiãûn aíp xoay chiãöu trãn táí vai bàòng 1/6 táön säú cuía IC 555 .

$$f = \frac{f_{555}}{6} = \frac{1}{4,2(R_a + 2R_b)}$$

Muáun thay ääöi táön säú nguäön äiãûn xoay chiãöu trãn táí thç ta pháí thay ääöi táön säú cuái máich pháit xung chuí ääöu, viãüc näy äæäüc thæüc hiãûn bàòng caích thay ääöi biãún tráí R_a, R_b .

Ääúi vãi táí laì ääüing cả khäng ääöng bäü roto läöng söic yãu cáöu äiãöu chênh táön säú nguäön cung cáúp cho noi tæi (3Hz ÷ 100Hz).

Nãúu choün tuú C = 1 ÷ thç giãí trë äiãûn tráí tæäng æing vãi táön säú $f = 100\text{Hz}$ vai $R_b = 0$ äæäüc xaïc äênh : $100 = \frac{1}{4,210 R_a} \cdot 2381$

Äiãûn tráí R_b æing vãi táön säú $f = 3\text{Hz}$ laì:

$$3 = \frac{1}{4,210 R_a + 2R_b} \cdot \frac{79365 \cdot 2381}{2} = 10(k)$$

*.Tênh choün linh kiãûn cuía khäúi khuyãúch ääüi xung:

ta coi Transistor cäng suáút trong máich ääüing læüc laì D1878 coi $\beta = 8$, $I_{Cmax} = 6(A)$, ðöing læim viãüc $I_{CIV} = 0,45 (A)$.Nãn ðöing cáön thiãút äãø kêch vaìo cæüc nãön cuía Transistor cäng suáút :

$$I_B = I_{CIV} / \beta = 0,45/8 = 0,056 (A).$$

Äiãûn aíp mäuìt chiãöu ääüt vaìo bäü nghêch læu laì $U_d = 468,7 (V)$.

Tãön hao cäng suáút cæüc tiãöu trãn Q_2 :

$$P_{Cmin} = \frac{U_d \cdot I_B}{3,14^2} = \frac{468,7 \cdot 0,056}{3,14^2} = 2,266(W).$$

Váúy ta pháí choün Q_2 thoái mãin :

$$I_{Cmax} \geq I_B = 56\text{mA}.$$

$$V_{CE0} \geq U_d = 468,7(V).$$

$$P_C \geq P_{Cmin} = 2,266 (W).$$

Tra saích SÄØ TAY LINH KIãÛN ÄIãÛN TÆÍ VAI BÄÏN DÄÜN ta choün Transistor loaúi: D1878

$$P_C = V_{CB0} = 800(V).$$

$$I_C = 7(A). \quad \beta = 20$$

$$I_{BQ_2} = \frac{I_{CQ_2}}{\beta}$$

Phãön tæí gheíp quang áí äáy ta choün OCTOCOUPLER coi :

$$\text{Äiãûn thãú caích ly táúi thiãöu} : 2500(V).$$

$$\text{Ðöing äiãûn cæüc ääüi} : 20\text{mA}.$$

$$\text{Ðöing qua Led} : 10\text{mA}.$$

Cäng suáút tiãu tãín trãn Q_1 cæüc ääüi laì :

$$P_{max} = V_{CEQ1} \cdot I_2 = 12 \cdot 10 = 120(\text{mW}).$$

Váúy ta choün Transistor Q_1 loaúi : C828 coi caïc thäng säú nhæ sau :

$$\begin{aligned}
 V_{CB0} &= 30(V) & V_{EB0} &= 5(V) \\
 V_{CE0} &= 30(V) & I_C &= 50 (mA) \\
 T_J &= 75^{\circ}C & &= 130/520.
 \end{aligned}$$

Khi Q₁ dãn ta cõ i_{Led}·R₂ + V_{led} + V_{BEQ1} = V_{cc}.

V_{led} : ãiãũn ãp rã trãn led cã 1,8(V).

V_{BEQ1} : ãiãũn ãp rã trãn Transistor Q₁ cã 0,7 (V).

Do ãõ :
$$R_2 = \frac{12 \cdot 1,8 + 0,7}{10 \cdot 10^{-3}} = 1300 \Omega.$$

Chõn R₂ = 1(KΩ)

Chõn R₁ : Dõng cãõn thiãút ãõ kãch cho Transistor Q₁ lã :

$$I_{B1} = \frac{I_{c1}}{\beta} = \frac{10}{130} = 0,076 (mA).$$

Thãng thãøng ãiãũn ãp ra mãic logic "1" khoaíng 1,7(V) (ãiãũn ãp ãũt vaio cãuc nãõn Transistor Q₁)

$$R_1 = \frac{U_B - V_{BE1} - V_{BE2} - V_D}{i_{B1}} = \frac{1,7 - 0,7 - 0,1}{0,076 \cdot 10^{-3}} = 2,63 (k\Omega)$$

Chõn R₁ = 2,6(kΩ)

Chõn R₃ :

$$R_3 = \frac{2 \cdot V_{cc} - V_{CEQ} - V_{CEQ2} - V_D - V_{BET}}{I_{CQ}} = \frac{2 \cdot 12 - 0,7 - 0,8}{10 \cdot 10^{-3}} = 2,05 (k\Omega).$$

Vãũy chõn R₃ = 2kΩ

R₂ = 1 kΩ

R₁ = 2,6kΩ

B.HÃU THÃÚNG ÃIÃÕU KHIÃØN BÃÜ ÃIÃÕU ãP MÃÜT CHIÃÕU (ÃAMC)

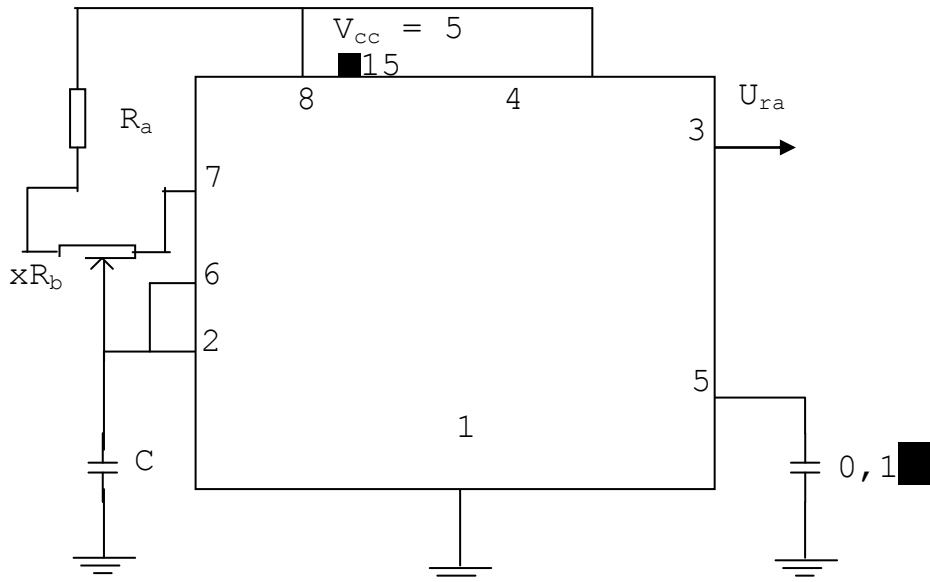
1.Sã ãõ khãũ :



a. Khãũ taũ xũng ãõõõõ bãũvã ãiãõu bãũn ãũũ rãũng xũng:

Hãi khãũ nãũy bao gãõm : mãũt vi mãũch IC 555 kãũt nãũi vãũ hai tuũ C₁, C₂vã hai ãiãũn trãĩ R₁,R₂.

Khãũ taũ xũng nãũy dũng IC 555 lãim viãũc ãũ chãũ ãũũ ãã hai nõi cõi tãic dũng taũ ra dãũy xũng cõi tãõn sãũ mong mãũn.



*.Nguyên lý hoạt ãng của mạch như Hçnh IV-3

ãi ñiãi Æí phãõn xung Æiãõu khiãõn .

Tên gọi linh kiện cho mạch ngoài IC555 .Nhã Æiã tên Æí phãõn trããic ta cõ :

$$T_1 = 0,7C(R_a + x.R_b).$$

$$T_2 = 0,7C((1-x)R_b).$$

Æãø Æãn giáĩn ta chọn $C = 1 \mu\text{F}$.

Æãý lài khãu tãõu ra dao Æãng Æã hai vãĩ tãõn sãũ khãng Æãøi vãi Æããũc xãic Æẽnh

$$f_b = \frac{1}{0,7C(R_a + R_b)}$$

Nãũu ta thay Æãøi tãõn sãũ theo quy luãt $U/f = \text{const} = K$

$$\Rightarrow K = U_{\text{ãm}}/f_{\text{ãm}} = 468,7/50 = 9,37$$

Æĩng vãĩ $f_{\text{min}} = 3\text{Hz} \Rightarrow U_{\text{min}} = K.f_{\text{min}} = 9,37.3 = 28 \text{ (V)}$.

$$\Rightarrow U_{\text{min}}/U_d = 28/468,7 = 0,06.$$

$$\Rightarrow T_{\text{xãi}}/T = 0,06 \Rightarrow T_{\text{naũp}} = 0,06.T$$

Nãũu chọn $f_b = 150\text{Hz}$ thç $T = 1/f = 1/150 = 0,0067 \text{ (s)}$.

$$\Rightarrow T_{\text{xãi}} = 0,06.0,0067 = 0,0004 \text{ (s)}.$$

Mãt khãic : $T_{\text{xãi}} = 0,7.C.(R_a) \Rightarrow R_a = 0,0004/0,7.10^{-6} = 571,4 \text{ (}\Omega\text{)}$

$$0,7.C.(R_a + 2R_b) = T = 0,0067 \Rightarrow R_a + 2R_b = 0,0067/0,7.10^{-6}.$$

$$R_a + 2R_b = 9524 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$\Rightarrow R_b = (9524 - 572)/2 = 4476 \text{ (}\Omega\text{)}$$

(vç qua khãu Æiãõu biãũn xung thç xung ra bẽ Æãio pha so vãĩ xung vãiõn $T_{\text{xãi}} = T_1$).

Nguyên lý Æiãõu biãũn Æãũ rãũng xung Æããũc thãũc hiãũn như sau:

$$\frac{T_2}{T} = \frac{0,7C(R_a R_b)}{0,7C(R_a R_b)} = \frac{(R_a R_b)}{(R_a R_b)}$$

Bàòng caĩch thay âäøi tyí sáú x ta thay âäøi âæãüc æi aoĩ thay âäøi âæãüc âiãũn aĩp âäút vaio bãü nghèch læu. Tyí sáú x âæãüc thay âäøi bàòng caĩch xoay biãún tráí R_b .

CHÆĂNG V

SÆÛ CĂÚ VẠI PHÆĂNG PHAÏP BAÍO VĂÛ

I.Ăăüt váún äăö :

Caïc thiăút bĕ vại linh kiăün bاین dăùn ngay nay săi duŕng ráút nhiăöu lĕnh trong táút cái caïc lĕnh văüc. Tuy váúy chuŕng coi nhăăüc äiăøm lai ráút nhuăy caím văii chăú äăü làm viăüc báút thăèng coi thăø dăùn äăún hæ hoíng măüt pháön hay toàin bäü thiăút bĕ.

*Văii bäü biăún táön ta coi thăø phan chia làm hai loaüi săü căú :

+Săü căú diăùn ra bاین ngoài thiăút bĕ nhă ngăön maüch äăöu ra, ngăön maüch phuü taii,ngăön maüch sau nghĕch læu, äăüt nhiăn máút äiăün, sáúm seit...

+Suü căú xăy ra bاین trong nhă :măüt linh kiăün naio äoi cuía maüch bĕ hæ hoíng do äoi maüch khăng làm viăüc äăăüc, caïc linh kiăün máút taic duŕng hoàüc hæ hoíng theo.

Năúu caïc loaüi săü căú khăng äăăüc khăöc phuüc kĕp thài thĕ seí dăùn äăún hæ haüi äăüng cá,thiăút bĕ äiăöu khiăön vại caïc thiăút haüi äăing kăø khăic. Vĕ váúy viăüc baío văü cho caïc thiăút bĕ làm viăüc an toàin lai äiăöu khăng thăø thiăúu äăăüc.

Viăüc læüa choün caïc thiăút bĕ cuŕng nhă phăêng phaïp baío văü pháí äăăüc tiăún hănh trăn cá săi chĕ tiău kinh tăú kyí thuăút. Băíi vĕ cuŕng măüt muüc äĕch baío văü coi thăø duŕng caïc phăêng phaïp khăic nhau, thiăút bĕ baío văü khăic nhau. Caïc thiăút bĕ coi giăi trĕ quan troŕng văö màüt kinh tăú cuŕng nhă an toàin cáön pháí äăăüc baío văü bàöng phăêng phaïp baío văü coi äăü tin cáúy cao. Caïc pháön coi lai coi thăø săi duŕng phăêng phaïp vại thiăút bĕ baío văü äân giăin vại reí tiăön hăn.

Khi tiăún hănh choün vại thăüc hiăün baío văü cho caïc thiăút bĕ bاین dăùn, ta cáön chui yí äăún caïc thăng săú giăii haün săi duŕng cuía chuŕng.

+Ăiăün äïp ngăăüc lăin nhăút.

+Giăi trĕ trung bĕnh cho pheïp äăüi văii ðöng äiăün.

+Tăúc äăü tàng trăăng lăin nhăút cuía ðöng äiăün vại äiăün äïp : $\frac{di}{dt}$ vại $\frac{du}{dt}$.

+Thài gian mái vại khoăi cuía linh kiăün bاین dăùn t_{on} , t_{off} viăüc læüa choün caïc thăng săú cuía maüch baío văü,tuyi thuăüc vaio caïc loaüi săü căú vại dăüa trăn caïc loaüi săü căú.

II.Baío văü chăúng quăi äïp vại tăüc äăü tàng äïp.

Khi choün giăi trĕ äiăün äïp cho caïc thiăút bĕ bاین dăùn áí maüch äăüng læüc ta thăèng choün hăü săú dăü trăí $K_U = 1,5$. Nhăng äiăün äïp cuía caïc thiăút bĕ pháí chĕu trong quăi trĕnh làm viăüc coi thăø lăin äăún hăng nghĕn văn (do quăi trĕnh quăi äăü hoàüc săü căú) ngăăüi ta goüi lai hiăün tăăüng quăi äïp.

*Hiăün tăăüng quăi äïp xăy ra do caïc nguyăn nhán sau.

-nguyăn nhán năüi taüi : Äăúy lai săü tĕch tuü äiăün tĕch trong caïc lăip bاین dăùn trong quăi trĕnh chuyăön maüch. Khi khoăi caïc linh kiăün bاین dăùn bàöng äiăün äïp ngăăüc thĕ caïc äiăün tĕch năy äăöi ngăăüc hănh trĕnh taüo ðöng äiăün ngăăüc cháy trong khoăng thài gian ráút ngăön. Săü biăún thiănh nhanh choŕng cuía ðöng äiăün ngăăüc chiăöu năy gáy năn săic äiăün äăüng caím æing ráút lăin trong caïc äiăün caím (luăn luăn coi) trong maüch. Vĕ váúy giăia cataút vại anăút cuía diod cuía tisitor hay caïc căüc C vại E cuía transistor xuăút hiăün äiăün äïp.

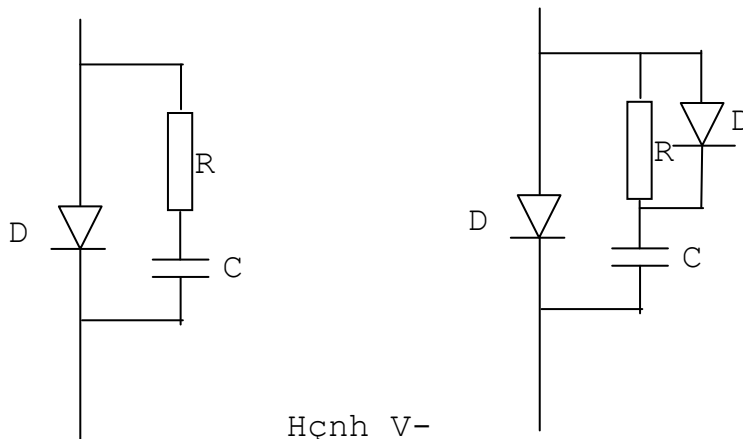
*nguyãn nhán bãn ngoài :

Nhæíng nguyãn nhán này thæng thæåíng xaý ra ngàu nhiãn nhæ : khi sáúm seít, khi àoíng ngàõt cáic thiáút bê khäng dæít khoaic, cáim kháíng báin thán của MBA vài của äiãûn dung của cuäün thæi cáúp vào thãi äiãøm àoí coi thãø gay ra hiãûn tæåíng dao dæíng äiãûn äíp vàii bãin ääü væåüc quai bãin ääü äiãûn äíp nguäön nhiãöu lãön.

Äãø báío vàü ngæài ta thæåíng dùng äiptãmaít hay hay máich RC màöc song song vàii thiáút bê cáön báío vàü. Cáic ääüo hàm $\frac{du}{dt}$ cao áí cáic cæüc của diod ,tiristor

hay transistor taüo nãn ðoíng äiãûn $i = C \cdot \frac{du}{dt}$ trong tuü màöc trãn cáic cæüc của

linh kiãûn àoí. Äiãûn cáim của máich haün cháü bãin ääü ðoíng äiãûn qua tuü äiãûn. Ngæài ta sæi ðuíng máich RC làm máich trãü giuíp luíc chuyãön máich.



Hçnh V-

Khi diod máí trãn hçnh : tuü C pnoíng äiãûn qua diod. Ngæài ta coi thãø haün cháü ääüo hàm $\frac{du}{dt}$ bàòng äiãûn trãi R. Äãø cáic thiãûn báío vàü cháúng laüi $\frac{du}{dt}$

ngæài ta màöc thãm diod D song song vàii R. Tham säú của máich R,C äæåüc choün vào khoáíng) 0,01 tæi

10 00.

III.Báío vàü quai ðoíng vài táüc ääü tàng ðoíng .

Ðoíng äiãûn laí nguyãn nhán træüc tiãúp gáy nãn cáic hæ hoíng cho cáic thiáút bê bãin ðáün do táüc ðuíng nhiãüt của noí. Moüi màüt gheíp của bãin ðáün ääüo táön taüi giaí trë äiãûn trãi R naío àoí, khi ðoíng äiãûn lãín,hiãûu æíng nhiãüt lãín, $Q = I2.R$ seí táüc ääüíng lãín màüt gheíp bãin ðáün làm noíng cháý vài pháí huyí màüt gheíp

Nguyãn nhán quai ðoíng äiãûn coi thãø laí do táüc ääüíng tæi bãn ngoài nhæ äiãûn äíp tàng cao táön taüi trong khoáíng thãi gian ðài hoàüc coi thãø laí do nguyãn nhán nãüi taüi nhæ ngàön máich, quai táüi kháí ääüíng ääüíng cả ...

Táüc haüi của quai trçnh tàng ðoíng äiãûn cüíng coi nguyãn nhán tæång tæü nhæ thiáút bê chëu ðoíng quai cao. Khi coi sæü tàng nhanh ðoíng äiãûn cáic haüt ää säü äæåüc tàng táüc lãín vài ääüt ääüín táüc ääüi coi thãø va cháüm vàii cáic haüt kháic gáy nãn màüt hiãûu æíng ráút lãín pháí huyí màüt gheíp.

Tău ăăi tăng trăăng đoi ng ăi ăi n cho phe p của Transistor cũ trong băi nghăch lău lăi:

$$\frac{di}{dt} \cdot t_{on} = I_{CMax} = 7/6 = 1,16(A/m.s).$$

Tuy nhi ăn ăăi văi cũc Transistor thăăng t_{on} răút lăi n. Giăi săi ăăi văi hai Transistor trong cũng măüt pha theo cũng thăc kinh nghi ăm thă ăi ăi n khăi ng L đăăc tēnh găon ăi ng nhă sau :

$$\frac{1}{L} \cdot 0,2 \cdot I_{max} \cdot \frac{di}{dt}$$

$$\frac{1}{L} \cdot 68,7 \cdot 0,2 \cdot 0,1,125 \cdot 1,16 \cdot 10^6$$

$L = 0,42 (mH).$

$\frac{di}{dt}$ răút lăi năi tră său L lăi quăi nhoi do ăi cũ thăø boi qua khăng căon thi ăút.

Ăăø băo vău cho thi ăút bē quăi đoi ng ăi ăi n văi quăi tăi ngăăi ta thăăng đui ng thi ăút bē lăi cău chă, ră le nhi ăt aptomat.

1.Cău chă.

Cău chă lăi vi ăc đui nă trăn nguy ăn tăc đoi ng ăi ăi n lăi chăy qua đăy đău cũ nhi ăt ăăi noing chăy thăúp đăy chăy năy chău ăăc măüt giăi tră đoi ng ăi ăi n năi ăi, khi văăc quăi giăi tră đoi ng ăi ăi n năy thă đăy chăy ăăit ra lăi măi măch văi băo vău thi ăút bē năm phe sau năi.

*. ău ăi ăm :

- Giăi thănh rei, ăn giăi n, đăø thăc hi ăi n.
- Khăng năy cũm văi đoi ng ăi ăi n khăi ăăng cũa ăăng cũ.

*. Nhăăc ăi ăm :

- Khi bē ăăit căon phăi cũi ly măch ăi ăi n ăăø phu c hăi.

*. Khi choi n đăy chăy căon cũi y ăăi cũc ăăi ăi ăm sau :

- U_{am} cũa đăy chăy $\leq U_{am}$ cũa măch băo vău.
- Đoi ng ăi ăi n lăi vi ăc ăi trăng thăi bệnh thăăng khăng lăi măch đăy chăy trong suăút quăi trệnh lăi vi ăc.
- Đoi ng ăi ăi n ăēnh măc cũa đăy chăy > đoi ng khăi ăăng cũa đăng cũ.

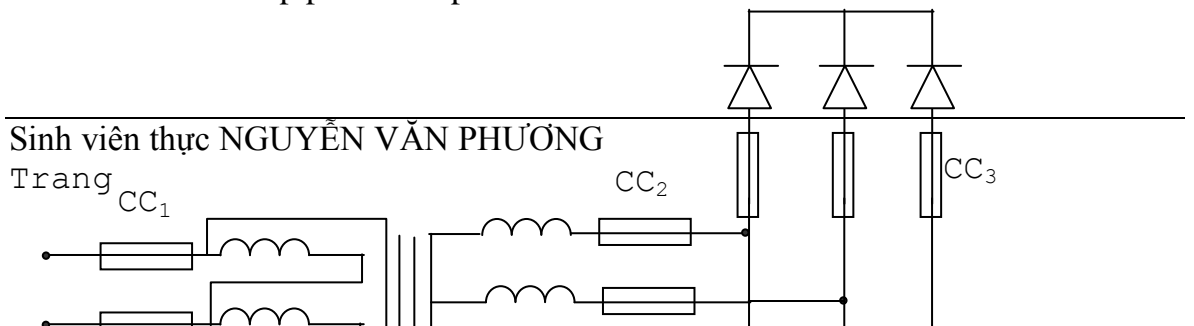
IV. băo vău ngăon măch đui ng đăy chăy.

Ăăø băo vău diod văi Transistor trăi ng đoi ng ăi ăi n phăi hoing ti ăúp giăp ngăăi ta đui ng đăy chăy tăc ăăng nănh, cũc loăi đăy chăy lăi bđng băc lăi ăăi trong voi săi cũ chăi cũ thăi chănh anh hoăc năăc cũt. Căi nhi ău cũi chă đăy chăy ăăø băo vău thi ăút bē băi đău n.

1. Băo vău măch chēnh lău :

Ăăø ăăi m băo cho măch chēnh lău hoăi ăăng văi ăăi tin cũy cao cũ thăø ăăi cũ cău chă băo vău cũi vē trē nhă hệnh vēi.

Cău chă CC_1 đui ng đui ng ăăø băo vău ngăon măch băn ngoăi trăăc MBA, ăăc cũi choi n theo giăi tră hi ău đui ng đoi ng ăi ăi n să cũp MBA cũi ăi ăi n ăi p ăăc cũi choi n theo ăi ăi n ăi p să cũp MBA.



Ta chọn CC1 cỡ thẳng sáu dòng và ảp thoá máĩn Æĩũn kiũn sau :

$$U_{\text{âmCC1}} > U_1 = 220 \text{ (V)}.$$

$$I_{\text{IMBA}} \blacksquare I_{\text{âm.cc1}} \blacksquare 1,3 I_{\text{IMBA}}$$

$$I_{\text{IMBA}} = 1,3 \cdot 1,125 = 1,59 \text{ (A)} = 2 \text{ (A)}.$$

$$\blacksquare \blacksquare \sqrt{\frac{2^2}{100}} \blacksquare 0,34 \text{ (mm)} .$$

Vũũ ta chọn cáũ chệ CC₁ cỡ Æĩũn kênh $d = 0,34 \text{ mm}$.

Cáũ chệ CC₂ dùng Æĩũn báũ vũ ngũn máũch bãn ngoãĩ Æĩũn theo giãĩ trẽ thãĩ cúũ MBA.:

Ta chọn CC₂ cỡ cáĩc thãng sáu sau :

$$U_{\text{âmCC1}} \blacksquare U_{2f} = 550 \text{ (V)}.$$

$$I_2 \blacksquare I_{\text{âmCC2}} \blacksquare 1,3 I_2 .$$

$$\text{Vũũ } I_2 = 0,45 \text{ (A)}.$$

$$0,45 \blacksquare I_{\text{âmCC2}} \blacksquare 0,585 \text{ (A)}.$$

$$\blacksquare \blacksquare \sqrt{\frac{0,585^2}{100}} \blacksquare 0,15 \text{ mm} .$$

Vũũ ta chọn cáũ chệ CC₂ cỡ Æĩũn kênh : $d = 0,15 \text{ (mm)}$.

Cáũ chệ CC₃ và CC₄ dùng Æĩũn báũ vũ cho tãng diod chênh læu Æĩũn theo giãĩ trẽ Æĩũn ảp chênh læu $U_{d0} = 496 \text{ (V)}$ cũng ráũt cao nãn phãĩ Æĩũn tũĩ phãn xãĩng.

Tuy nhiãn vũũ cáũ chệ CC₂ táĩc Æĩũn nhanh seĩ Æĩũn báũ Æĩũn Æĩũn tin cáũy cao. Do Æĩũn Æĩũn Æĩũn báũ vũ màũt kênh tũũ ta chọn phãĩng Æĩũn vũ màũt kênh tũũ ta chọn phãĩng Æĩũn kênh Æĩũn cáũ chệ báũ vũ cho tãng diod.

2. Dùng cáũ chệ báũ vũ trãĩc Æĩũn cả :

Ta Æĩũn cáũ chệ báũ vũ CC₅ trãĩc Æĩũn cả (sau bãũ nghẽch læu) nhã hẽnh (Hẽnh V-3).

Cáũ chệ CC₅ Æĩũn theo giãĩ trẽ Æĩũn máĩc cũĩ Æĩũn cả vũ ảp vàĩ Æĩũn nhã sau :

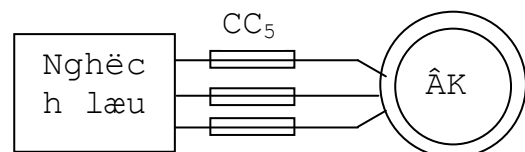
$$U_{\text{âmCC5}} \blacksquare U_{2f\text{ác}} = 220.$$

$$I_{2f\text{ác}} \blacksquare I_{\text{âmCC5}} \blacksquare 1,3 I_{2f\text{ác}} .$$

$$\text{Vũũ } I_{2f\text{ác}} = 0,3 \text{ (A)}.$$

$$0,45 \blacksquare I_{\text{âmCC2}} \blacksquare 0,39 \text{ (A)}.$$

$$\blacksquare \blacksquare \sqrt{\frac{0,39^2}{100}} \blacksquare 0,115 \text{ mm} .$$



Vũũ ta chọn cáũ chệ CC₅ cỡ Æĩũn kênh $d = 0,115 \text{ (mm)}$.

3. Báo vậ quă ăi p chobăi nghêch lău.

Văi băi nghêch lău dùng Transistor ăi côi tuú C vài Diod mắc song song ngăăclaím maúch trắi giúip ăoing mắi cho năn ta khăng cáon ăăút thăm thiăit bẻ báo vậ.

PHĂON THI CĂNG

Sau khi tênh toăin xong phăon lyi thuyăút chuing em ăi ăi vaio lăop răip băi biăun táon vắi theo mắ hęnh ăi khaío săit vắi cáic căng ăoaun nhă sau :

- Lăop răip băi chềnh lău vài quăun MBA lăuc.
- Lăop răip maúch ăăung lăuc kăø cá phăon báo vậ thiăut bẻ biăun ăăoi.
- Lăop răip maúch ăiăou khiăon nghêch lău.
- Lăop răip maúch ăiăou khiăon băi ăiăou chềnh xung ăip.

1. lăop răip băi chềnh lău vài quăun MBA lăuc :

văi diod ăăăic chon nhă sau :

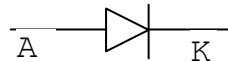
Ăiăun ăip ra cuía băi chềnh lău $U_d = 468,7$ (V).

Nhă ăi tênh toăin ăi phăon trăăic ta choin diod loaui :

Chêu ăăăic ăip ngăăic $U_{Dngmax} = 1244$ (V).

Văi chêu ăăăic dòng $I_D = 0,18$ (A).

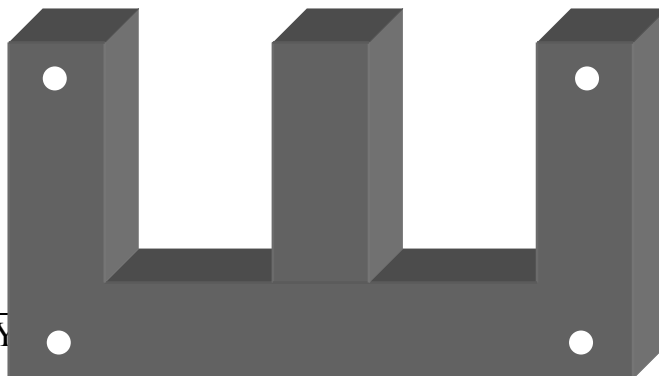
Kyi hiăuu :



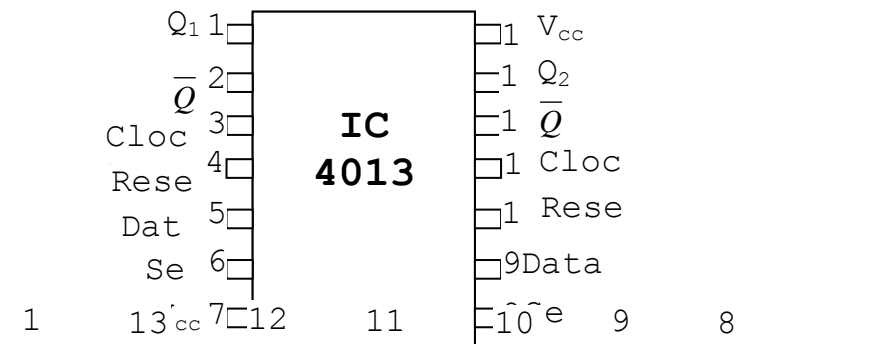
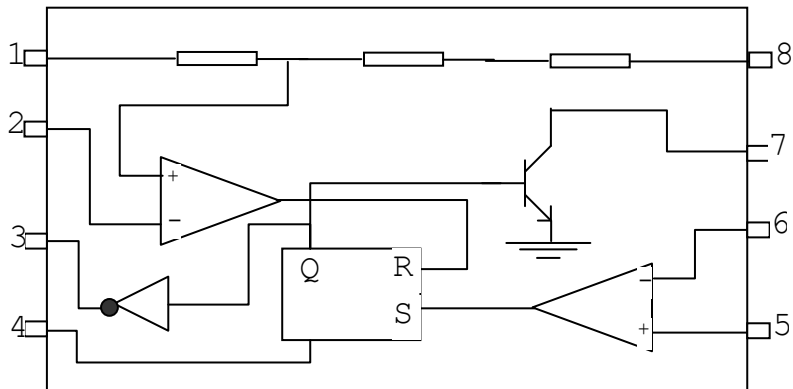
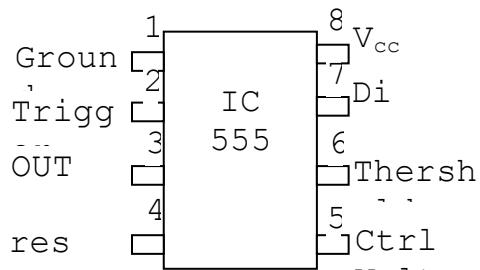
Hęnh đăung :



Hęnh đăung maúch tăi MBA:

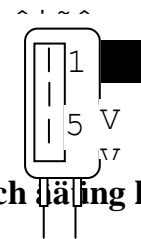


2.lãõp räip bãü äiãöu khiãõn gãõm cáic linh kiãûn sau :

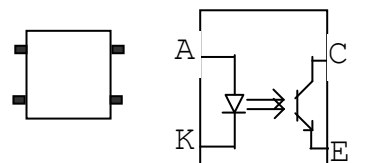


Sinh viên th
Trang

Tuû



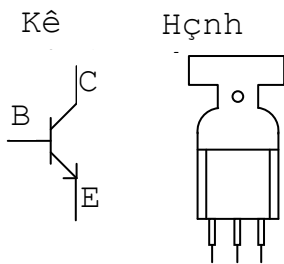
OCTOCOUPLER



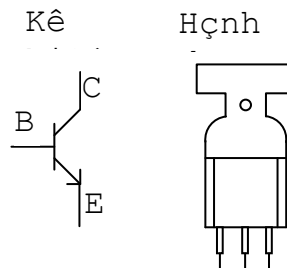
LED



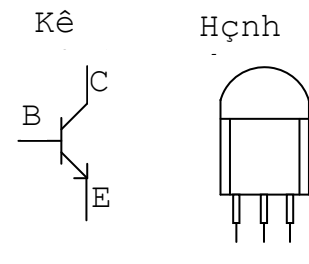
Lãõp räip mãûch ää äing læûc :gãõm cáic linh ääüu.



BJT loaûi



BJT loaûi



BJT loaûi

KẤÚT LUÁÚN

Sau hăn hai thăng nghiăn căiũ vại thăuc hiăũn âăö tăi, văũi sêũ hăiĩng dăũn táũn tặnh cúa cũa giăo Trăon Thẽ Nga, sêũ giũp âăi cũa băũn bẻi vại cũc thăoỹ cũ giăo băũi măn, chũng em âăi hoăn thănh bằi táũp tăũt nghiăũp cũa mặnh.

Qua bằi táũp tăũt nghiăũp nằy chũng em dăi rũi ra âăũc nhiăũu bằi hoũc vại kĩnh nghiăũm quyĩ bằũ, năng cao khaĩ năng văũn đũng lý thuyăũt vại thăuc tiăũn, vại bằng thăuc tiăũn cũa quăi trặnh lăim mă hặnh cho âăö tăi chũng em hiăũu rói hăn nhăĩng âĩăũu âăi âăũc hoũc. Sẻi giũp êch rũi tăũt nhiăũu cho cũng viăũc cũa sau nằy.

Do thằi gian vại kiăũn thăic cỏi hăũn, bằi táũp kăng trăĩnh khoĩ nhăĩng thiăũu sỏĩt chũng em mong nhăũn âăũc sêũ chẻ dăũn giũp âăi táũn tặnh cũa cũc thăoỹ cũ giăo bằũi măn vại bằũn bẻi âăũ bằi táũp âăũc hoăn thiăũn hăn.

Chũng em xin chăn thănh căĩm ăn !

Âăi năng thăng 6/2003

Sinh viăn thăuc hiăũn :

PHAỦM THĂỮ LUÁỦN

TAI LIĂỦU THAM KHAÍO

Tăn săĩch

ÂĨĂỦN TĂEĨ CĂNG SUÁÚT-----

TRYĂÖN ÂĂÜNG ÂĨĂỦN TĂEỦ ÂĂÜNG

Thẻ

Tăic giăĩ

Nguyăũn Bẻnh

Bủi Quăũc Khaĩnh

Nguyăũn Văn Liăũn, Nguyăũn

Hiăũn

ÂĨĂÖU CHỀNH TĂEỦ ÂĂÜNG TRUYĂÖN

ÂĂÜNG ÂĨĂỦN.-----

Ngũc

Bủi Quăũc Khaĩnh

Phăũm Quăũc Hăĩ, Nguyăũn

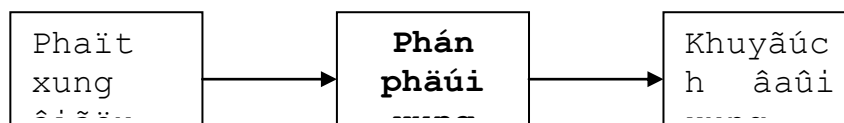
Liăũn, Dẻăng Văn Nghi.

MAÏY ÂIÃÛN I VAI II ----- Tráön Vàn Chênh.
 KYÏ THUÁÛT SÁÚ ----- Nguyãùn Thuyi Ván.
 ÂIÃÛN TÆÍ CÄNG SUÁÚT VAI ÂIÃÖU
 KHIÃØN ÂÄÜNG CẢ ÂIÃÛN----- Lã Vàn Doanh
 BÄÜ KHUYÃÚCH ÂAÛI XÆÍ LYÏ VAI IC TUYÃÚN
 TÊN H ----- Wiliam D.Stanlex.
 SẢ ÄÄÖ CHÁN LINH KIÃÛN ÂIÃÛN TÆÍ Dæång Minh Trê.
 CÁØM NANG THÆÛC HÀNH VI MAÛCHHuyìngh Đàõc Thàõng.
 LINH KIÃÛN QUANG ÂIÃÛN TÆÍ----- Dæång Minh Trê.
 THIÃÚT KÃÚ LOGIC MAÛCH SÁÚ --- Nguyãùn Thuyi Ván.

Do an kia sang

CHÆÄNG IV MAÛCH ÂIÃÖU KHIÃØN

Sả ääö khäúi của hãu thãúng äiãöu khiãøn:



I- PHAÏT XUNG CHUÍ ÄAÛO :

Kháu phaít xung chuí äaûo dùng IC555 làm viãu äí chãú ääü phi äøn coi täic
dùng täu ra dãy xung coi táon sãú mong muãún

I-1. Giãii thiãúu IC555 :

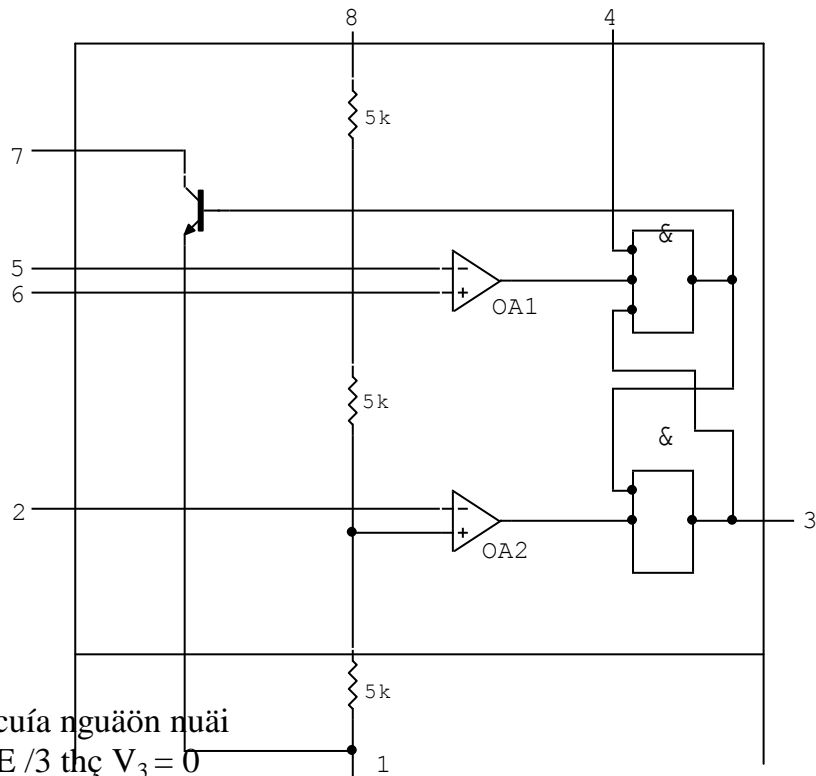
Sinh viên thực NGUYỄN VĂN PHƯƠNG

Trang

Vi maûch IC555 do háng Signetics cháu taøu gãöm 2 khuyãúch ääúi thuáút toáin OA1, OA2 thæüc hiãün chæíc nàng so sáinh máüt Trigã, máüt Transitor vài 3 äiãün trái máùi cáii 5k

Vi maûch coi 8 cháñ nhæ hính veí

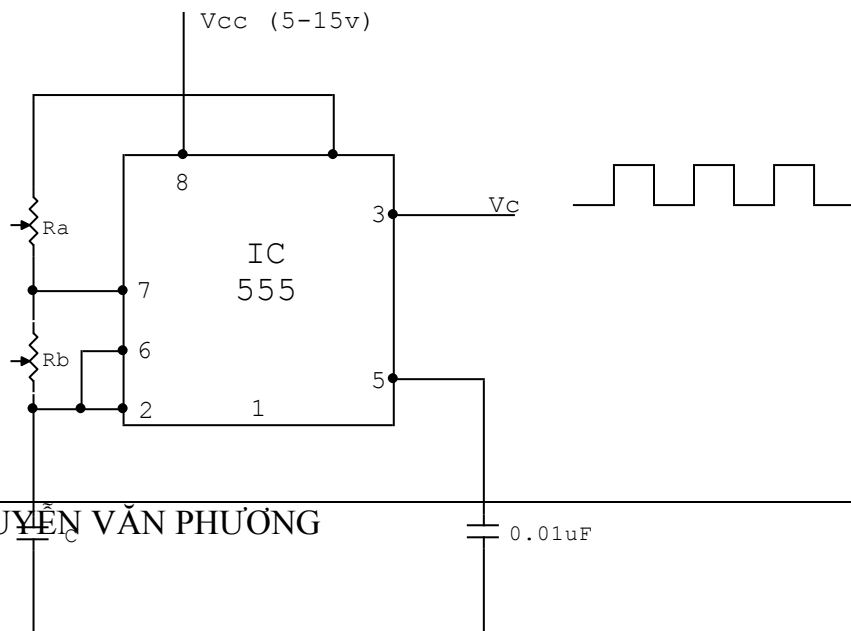
Sơ đồ vi mạch IC555



1. Nãúi vài cæüc ám của nguãön nuäi
2. Kêch láút khi $V_2=2E/3$ thç $V_3 = 0$
3. Cãøng ra $V(3)_{\min} = 0,1v$, $V(3)_{\max} = 0.5v$, $I(3)_{\max} = 0.2A$
4. Cháñ 4 khoãi khi $V(4) = 0$ thç $V(3) = 0$, nãúi khãng cáön khoãi thç nãúi 4 vào 8
5. Loüc nhiãu, thæåìng thç gãõn tuü äiãün 0,01. thç cháñ 5 xuãúng mass
6. Nguãön láút $V_6 = 2E/3$ thç $V_3 = 0$
7. Cháñ phõng äiãün thæåìng äæãüc äáúú vài tuü C của maûch ngoãi
8. Nãúi vài cæüc đæång của nguãön nuäi $E = 5-18^v$ tiãu thuü ðoìng äiãün 0,7 mA/1V nguãön nuäi

I-2. Sã ääö maûch pháit xung chuí ääü :

I-2.a Sã ääö maûch :

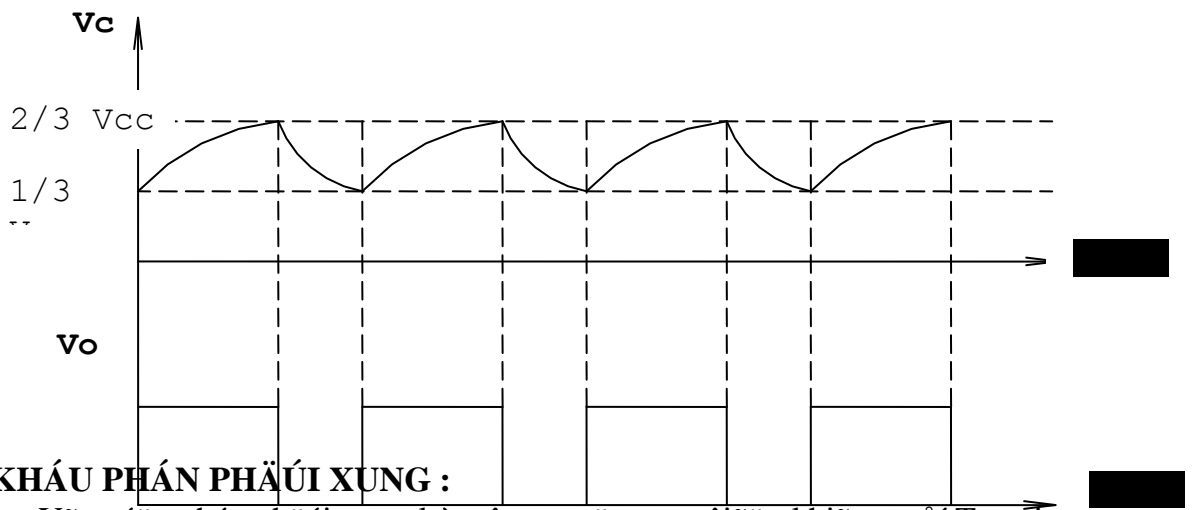


I-2.b Nguyễn lê làm viãuc :

Áí trãung thãii ban ááöu mãii cáúp äiãûn, äiãûn aíp trãn tuú $U_c = 0$. Do váúy äiãûn aíp taúi chán 2 vài 6 cũng bàöng 0 nãn áí ááöu ra chán 3 äiãûn aíp áí mãic cao ($U_c = 17v$) vài ááöu chán 7 áí mãic tháúp ($= 0$). Tuú C bàöt ááöu náúp äiãûn tæi $+V_{cc}$ qua R_a , R_b äiãûn aíp trãn tuú cãng tàng.

Khi äiãûn aíp trãn tuú C $U_c = U_{cc}/3$ thç bàöt ááöu 3 seí chuyãøn trãung thãii vàö mãic tháúp còin chán 7 seí áí mãic cao, lúc này tuú C seí phoing äiãûn, äiãûn aíp trãn tuú cãng giãím. Khi äiãûn aíp trãn tuú giãím äãún giãí trã $U_c = U_{cc}/3$ thç ááöu äãöi mãic trãung thãii chuyãøn lãn mãic cao còin chán 7 chuyãøn vàö mãic tháúp, tuú äiãûn C laúi náúp äiãûn trãí laúi, quãí trçnh dao äãüng cãí tiãúp diãùn, áí ááöu ra chán 3 seí äãüic daíy xung äiãöu khiãøn vài sau ãöi äãæa äãüin khãu phãúí xung.

* Daúng xung ra nhã sau :

**II- KHãU PHãÚI PHãÚI XUNG :**

Yãu cáöu phãúí xung laí taöu ra cãic xung äiãöu khiãøn mãí Transistor theo quy luãút äoing mãí äãüng cả, tæi báing tuãön tæü dàùn äiãûn của cãic van Transistor ta cõi nhãün xẽit sau:

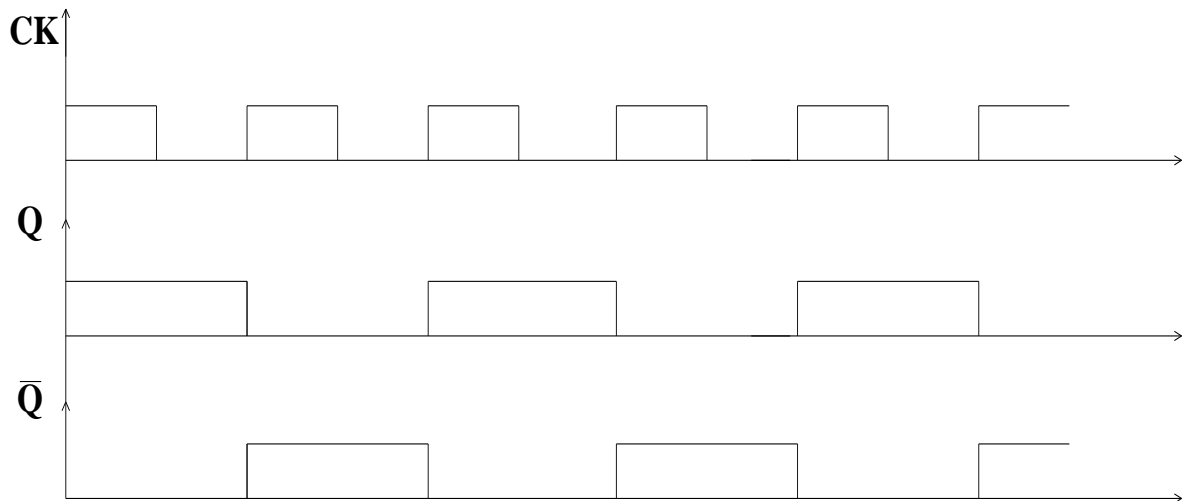
+ Khi T1 dàùn thç T4 khoiã, tæic laí T1 cõi xung äiãöu khiãøn thç T4 hoãn toãn khãng cõi xung äiãöu khiãøn

+ Khi T2 cõi xung thç T3 hoãn toãn khãng cõi xung äiãöu khiãøn

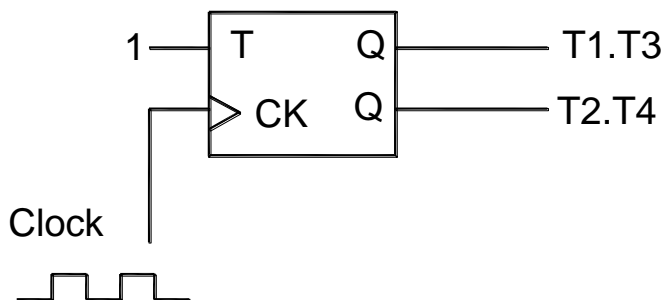
Äãø taöu äãæüic sæü phãúí xung nhã váúy cáön sæí duýng cãic Trigã vàii cãic ááöu ra äãáo vài khãng äãáo. Theo nhã phãúí tẽch trãn thç cõi 2 Trigã (2 Trigã äãüin táúi äã äãæüic 2 trãung thãii tæic laí cõi 2 xung ááöu vào thç ááöu ra nhãün äãæüic 1 xung ra, nhãng trong 1 chu kç äiãûn aíp chè cõi 2 xung (mãüi xung cãich nhau 1/2 chu kỳ) nãn chè äãæüic xáy dãüng bãü äãüin Modul 2 mãi thãii tæic laí áí ááöu vào cõi 2 xung thç ááöu ra cõi 1 xung, xung äãæüic cùng cáúp tæi ááöu ra của khãu phãúí xung chuí äãüin IC555 Bãü äãüin äãæüic xáy dãüng trãn cả sãí của Trigã T (Flip Flop T)

Tăi mỗi thăi ăi ăi m trong băi nghăch lău luăn cõ 2 Transitor (trong 4 Transitor) măi năn căon phăi phăn phăi xung ăi ăi n căic Transitor phưi hăp văi yău căou măi trưŕng thăi căon cõ cưa căic Flip Flop T nhă sau:

Tăi ăo ăi ta thănh lăp băng trưŕng thăi cưa căic Flip Flop T
Dăuă văo băng trưŕng thăi cho căic Flip Flop T ta tặm ăi ăi ăi său liăn hăi giăiă căic ăi ăi lăi ăi ăi
ăi ăi văo văi ra căon tăi giăiă theo phăng phăp Karnaugh



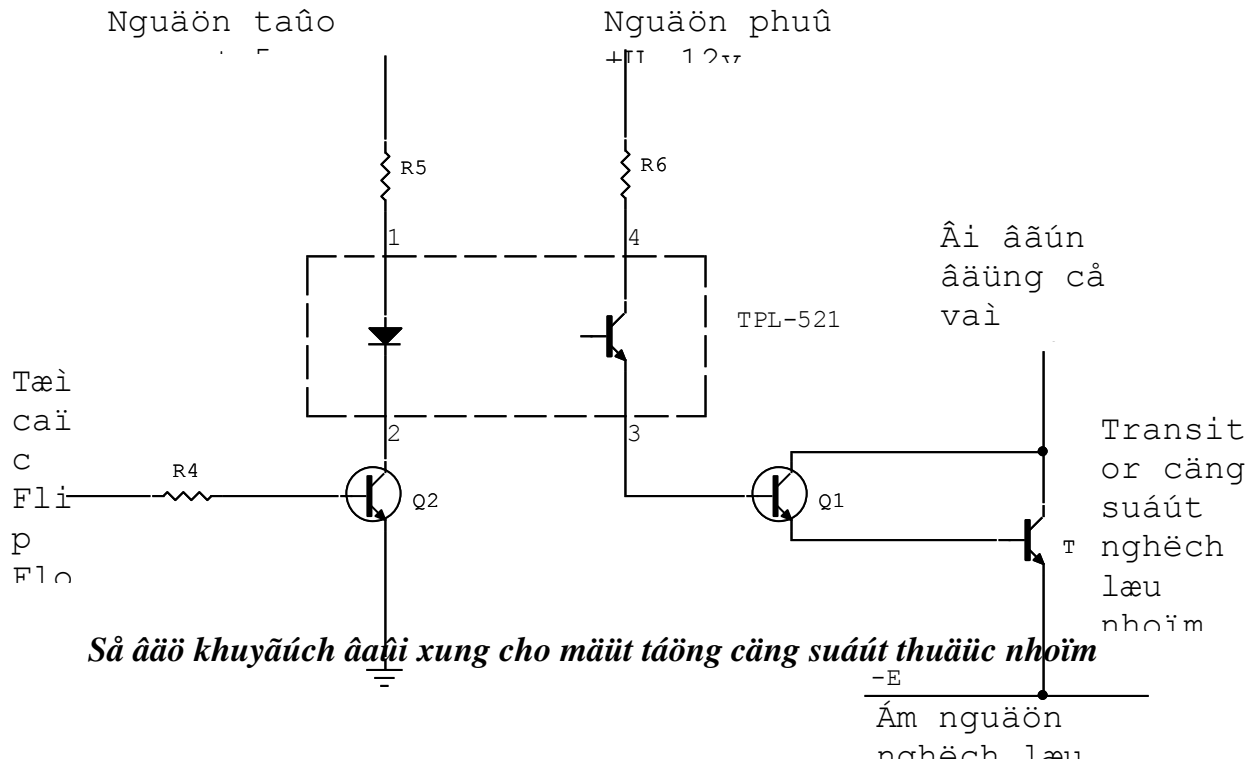
Bộ tạo xung phân phối dùng T- FF có đầu vào T=1:



III - KHÁU KHUYẢ ÚCH ĂI ăi XUNG:

Khău khuyă ăi ăi dùng linh kiău băi dău, trong ăo ăi săi dùng căic phăon tăi ghep quang (Optocoptcur) nhăom căch ly giăiă măch ăi ăi lăi văi măch ăi ăi khiăon

Sơ đồ kỹ thuật âm xung cho mạch tăng cường suất thuộc nhóm chôn



Nguyên lý làm việc :

Khi tín hiệu âm vào chân B của Transistor Q1 tại các Triga ở mức logic '0' thì Q1 ngừng dẫn, đầu vào vai đầu ra của Optocoupler không có

doãng, do Æoĩ Q2 ngæng dæũn vại Transitor T khæng Ææũc kễch thễch Æĩ cæc B. khi tên hiũu Ææũu vại cĩa chán B cĩa Q1 tæi cæc Trigã Æĩ mæic logic '1' thễ Q1 dæũn doãng, làm cho Q2 dæũn vại kễch Transitor cæng suát dæũn

IV - TỄNH TOÃN MÃCH ÆĨÃũU KHĨÃũN:

IV-1. Xæĩ Æễnh tæũn sũũ xũũg ra cĩa IC555 vại cæc Trigã:

Vì mæch IC555 làm viũc Æĩ chũũ Ææũũ tæũ dao Ææũng, tæũn sũũ dao Ææũng phuũ thuũc vại sæũ phoĩng næũp cĩa tuũ C.

Khi tuũ C næũp qua 2 Æĩũũn trỏi R1 vại R2: tæũ sũ Ææũ mæch Æĩũũn ta coi phæĩng trệnh cãn bằũng Æĩũũn æĩp cĩa mæch Æĩũũn: $iR + U_c = V_{cc}$

$$i: \text{doãng Æĩũũn næũp cho tuũ, } i = C \cdot \frac{du_c}{dt}$$

Phæĩng trệnh mã tæĩ quæĩ trệnh næũp cho tuũ

$$C_r \frac{du_c}{dt} + u_c = V_{cc} \text{ Viũt hũũ phæĩng trệnh này dæũũ dæũng toũn tæĩ}$$

Laplace

$$L \left[C_r \frac{du_c}{dt} + u_c \right] = LV_{cc} \quad = \quad \text{vũũ } T_n C.R$$

$$\text{Hay } T_n [pU_c(p) - U_c(0)] + U_c(p) = \frac{V_{cc}}{p}$$

$$U_c(p)(T_n p + 1) = \frac{V_{cc}}{p} + T_n U_c(0)$$

Tæũ thæĩ Æĩũũm ban Ææũũ cĩa quæĩ trệnh næũp Æĩũũn thễ $U_c(0) = V_{cc}/3$

$$\text{Vũũ phæĩng trệnh viũt læũũ : } U_c(p) [T_n p + 1] = \frac{V_{cc}}{p} + T_n V_{cc}/3$$

$$U_c(p) = \frac{V_{cc}}{p(T_n p + 1)} + \frac{1}{3} \frac{V_{cc} T_n}{T_n p + 1} = \frac{V_{cc}}{p T_n (p + \frac{1}{T_n})} + \frac{V_{cc} T_n}{3 T_n (p + \frac{1}{T_n})}$$

$$U_c(p) = \frac{V_{cc}}{T_n} \left(\frac{T_n}{p} + \frac{T_n}{p + \frac{1}{T_n}} - \frac{V_{cc}}{3(p + \frac{1}{T_n})} \right) = V_{cc} \left[\frac{1}{p} + \frac{2}{3(p + \frac{1}{T_n})} \right]$$

Tæĩ æĩnh ta tễm Ææũũ gæũc cĩa toũn tæĩ Laplace :

$$U_c(t) = V_{cc} \left(1 - \frac{2}{3} e^{-t/T_n} \right) \quad (1)$$

Khi kæũũ thũc quæĩ trệnh næũp thễ $U_c(T_1) = 2V_{cc}/3$, thay vại (1) ta coi

$$\frac{2V_{cc}}{3} = V_{cc} \left(1 - \frac{2}{3} e^{-T_1/T_n} \right) \quad (2)$$

tæĩ phæĩng trệnh (2) gæĩũ ra ta Ææũũ $T_1 = 0,7.C.(R_A + R_B)$

Tæĩng tæũ phæĩng trệnh phoĩng Æĩũũn cĩa tuũ

$$U_c(p) (T_n P + 1) = \frac{V_{cc}}{P} U_c(0) \quad (*)$$

Taúi caïc thài äiãøm ban äáöu, cho quäi trçnh tuú phoing laì:

$$U_c(0) = 2V_{cc}/3, \text{ thay vào } (*) \text{ ta äæãüc} \quad U_c(p) (T_n P + 1) = \frac{V_{cc}}{P} \frac{2}{3} T_n V_{cc}$$

$$U_c(p) = \frac{V_{cc}}{T_n P (P + \frac{1}{T_n})} \frac{2}{3} \frac{V_{cc}}{P} \frac{1}{T_n} \left[\left(\frac{T_n}{P} + \frac{T_n}{P} \right) \frac{2}{3} \frac{V_{cc}}{P} \right]$$

$$U_c(p) = V_{cc} \left[\frac{1}{P} \frac{1}{3(P + \frac{1}{T_n})} \right]$$

$$\text{Tæi ánh ta tçm äæãüc gäúc} \quad U_c(t) = V_{cc} \left(1 - \frac{1}{3} e^{-t/T_n} \right) \quad (3)$$

Käút thuic quäi trçnh phoing äiãûn thç : $U_c(T_1) = V_{cc}/3$, thay vào (3) ta äæãüc

$$\frac{V_{cc}}{3} = V_{cc} \left(1 - \frac{1}{3} e^{-T_1/T_n} \right)$$

$$T_1 = 0,7T_n = 0,7CR$$

vç quäi trçnh phoing äiãûn chè phoing qua R_B do váúy chu kç xung ra laì:

$$T = T_1 + T_2 = 0,7C(R_1 + 2R_2)$$

Táön säu xung ra cuía vi máich IC555 :

$$f_{555} = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,7C(R_1 + 2R_2)}$$

Vç coi 6 xung ái äáöu vào (xung CLOCK) láúy tæi IC555 thç ái äáöu ra cuía Trigã coi 1 xung, nhæ váúy táön säu xung ra cuía caïc Trigã xüing chçnh laì táön säu cuía äiãûn äip xoay chiãöu trãn táí

$$f = \frac{f_{555}}{6} = \frac{1}{6 \cdot 0,7C(R_1 + 2R_2)}$$

$$= \frac{1}{4,2C(R_1 + 2R_2)}$$

Muään thay ääøi táön säu nguäön thç ta pháíi thay ääøi táön säu máich pháit xung chuí ääöu IC555 tæic laì äiãöu chçnh giái trç C, R_1, R_2 . äãø äân giáin ta choün træãic giái trç tuú C vài äiãöu chçnh bàng caích thay ääøi giái trç cuía caïc äiãûn tráí R_1, R_2 . Vãíi táí laì ääüing cả khäng ääöng bäü ráto läöng soic, yãu cáöu äiãöu chçnh táön säu nguäön cung cáúp cho táí tæi 15-50hz. Ta choün giái trç tuú C laì 0,1 μ F

Giái trç äiãûn tráí R_1 seí tæäng æing vàí táön säu 50hz vài $R_2 = 0$ laì

$$50 = \frac{1}{4,2 \cdot 0,1 \cdot 10^{-3} R_1} \quad R_1 = 47600 \quad \text{láúy } R_1 = 47k$$

Giaí trë äiãûn tráí R_2 seí tæäng æíng vãi táön säú 15hz vài $R_1 = 47k$

$$15 = \frac{1}{4,2 \cdot 0,1 \cdot 10^{-3} (47k + R_2) \cdot 10^3} \quad R_2 = 55,8k \quad \text{láúy } R_2 = 50k$$

Bäü phán pháúi xung dùng 2 vi máûch 4013 chæía 2 Trigã D loaûi CMOS coi äiãûn aíp ra mäëc logic '1' lài 4,9v vài ðoàng khoáíng 500

IV-2. Tênh choûn caíc pháön tæí máûch khuyãúch ääúi xung:

Theo tênh toáïn træäíc, Transitor cäng suáút T cuía pháön nghèch læu choûn loaûi BUX-48 coi caíc thäng säú $7,5$, $I_{C \max} = 9A$ vãi ðoàng làm viãûc $I_{Clv} = 6,73A$ thç ðoàng cuía Bazã T lài

$$I_B = \frac{6,73}{7,5} = 0,89A$$

IV-2.a Tênh choûn caíc pháön tæí cuía máûch khuyãúch ääúi xung

* Choûn Transitor Q1: choûn theo äiãöu kiãûn $I_c = I_{op} = 5mA$, $V_{CE} > V_{CC}$ loaûi NPN

Vãúy ta choûn loaûi 2SC828

Thäng säú	P (mw)	F_T (MHz)	t^0C	$U_{CB \max}$	$U_{CE \max}$	$U_{BE \max}$	$I_c \max$		Type
C828	250	200	125	30	30	5	50	220	SN

Äiãûn tráí R_5 choûn theo äiãöu kiãûn

$$R_5 = \frac{V_{CC} - U_{LEP} - U_{CE(Q_1)}}{I_{op}} = \frac{5 - 2 - 0,5}{5} = 500$$

Choûn $R_5 = 470$

V_C Q1 chæa báío hoài nãn hãü säú khuyãúch ääúi ðoàng læín, vè ðuü 200 vãúy ðoàng

$$I_B = \frac{I_c}{\beta} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{200} = 25$$

Ðoàng này noíi hãn ðoàng cung cáúp cuía máûch CMOS 4013 nãn ta cho thãm äiãûn tráí hãn ðoàng

$$R_4 = \frac{V_{cc} - U_{CESa(Q_1)} - U_D - U_{BE(Q_1)}}{I_B} = \frac{5 - 0,2 - 0,7 - 0,7}{2,5 \cdot 10^{-3}} = 36000 = 36K$$

Trãn thæüc tãu nãn duòng trë säú nhoí hãn, vë duü 68K [redacted] ãø ääím báío LED optocopteur äæäüc cung cáúp äuí ðoòng. Choün $R_4 = 68K$ [redacted]

*Choün Transitor Q_2 : theo äiãöu kiãûn $I_C(Q_2) > I_{BT} = 0,84A$

$U_{CE}(Q_2) > U_{CE} = 30v$ loaüi NPN

Vãúy choün Q_2 laì loaüi C2275 coi cáic thäng säú sau

Thäng säú	P(w)	f_T (MHZ)	t^0C	$U_{CE\ max}$ (v)	$I_{C\ max}$	[redacted]	Type
C2275	25	200	150	150	1,5 A	40	SN

***OPTOCOPTEUR**: choün loaüi TLP-521 do Nháút Báín cháú taüo coi cáic thäng säú sau:

Äiãûn trái cáich ly: $R_{CL} = 10^{11}$ [redacted]

Äiãûn äíp cáich ly: 2500v ðoòng äiãûn pháit quang 5mA

Tè säú truyãön ðoòng 50-100 láön láúy tè säú truyãön ðoòng 50 ta coi

$$I_{OP} = 5.50 = 250\ mA = I_B(Q_2)$$

$$I_C(Q_2) = [redacted](Q_2) = 40.0,25 = 10A, \text{ ðoòng äiãûn näy quã lãn so vãi}$$

ðoòng äiãûn cáön laì $I_{BQ_2} = \frac{I_{CQ_2}}{\beta} = \frac{0,84}{40} = 0,021A$ nãn ta gãön thãm R_6 äãø

háun cháú ðoòng äiãûn

$$\text{Choün } R_6 = \frac{V_{CC} - V_{BE(Q_2)} - V_{BE(T)}}{I_{BQ_2}} = \frac{15 - 0,7 - 0,5}{0,021} = 690 \text{ } \text{ choün } R_6 = 560$$

1/8W, áí äáy äiãûn äíp nuäi mãich kën laì 15v

IV-3. Choün mãich äiãöu khiãøn bäü äiãöu chành xung äiãûn äíp:

Nhæ ta ääi tênh toãin áí trãn, Transitor trong bäü äiãöu chành xung laìm viãüc áí táön säú 500hz vë vãúy ta pháúi choün bäü äiãöu khiãøn Transitor sao cho táön säú xung äiãöu khiãøn pháúi bàòng 500hz. Áí äáy ta choün vi mãich taüo xung IC555 vãi táön säú xung ra $f_{555} = 500hz$ nhæ ääi tênh toãin áí trãn ta coi táön säú xung ra cuía IC555 laì:

$$f_{555} = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,7C(R_1 + 2R_2)}$$

Ta choün tuü $C = 0,047$ [redacted], ta coi

$$f_{555} = \frac{1}{0,7.0,047.10^{-6}(R_1 + 2R_2)} = 500 \text{ } [redacted] + 2R_2 = 60790$$

Choün $R_1 = 18K$ [redacted]

$R_2 = 47K$ [redacted]



KỸ THUẬT ĐIỆN

HKI 09-10



GIỚI THIỆU

1. **Tên Môn Học:** Kỹ Thuật Điện
2. **Ngành Học:** Không Chuyên Điện
3. **Số Tiết:** 42
4. **Đánh Giá:**
 - *Kiểm Tra giữa Học Kỳ:* 20%
 - *Thi cuối Học Kỳ:* 80%
5. **Giáo Trình:**
 - [1] **Nguyễn Kim Đính** – *Kỹ Thuật Điện* – Nhà Xuất Bản Đại Học Quốc Gia TP HCM - 2007
 - [2] **Nguyễn Kim Đính** – *Bài Tập Kỹ Thuật Điện* – Nhà Xuất Bản Đại Học Quốc Gia TP HCM - 2007

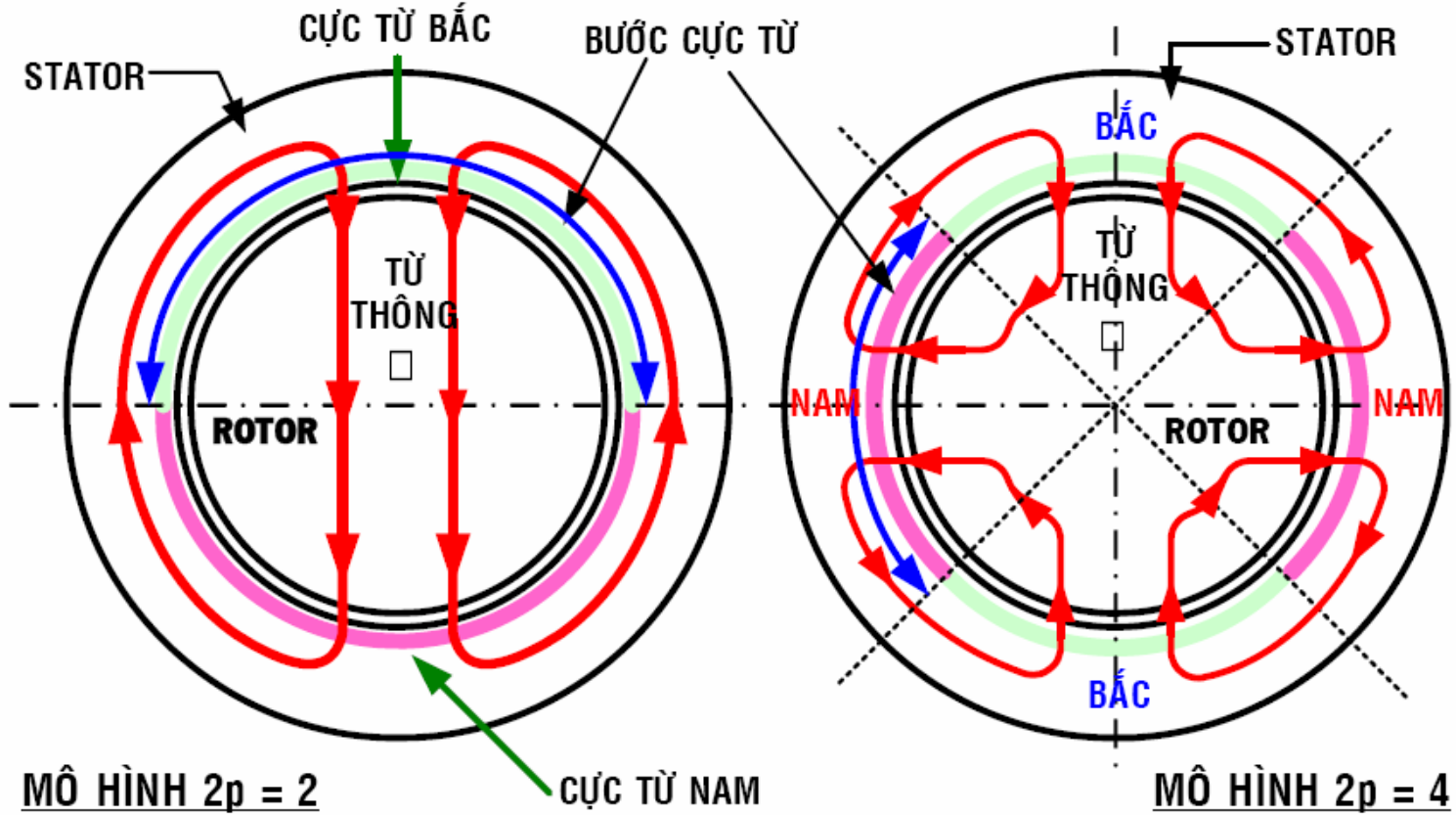
NỘI DUNG MÔN HỌC

1. Khái niệm chung về Mạch Điện
2. Mạch Điện hình sin
3. Các phương pháp giải Mạch Sin
4. Mạch Điện ba pha
5. Khái niệm chung về Máy Điện
6. Máy Biến Áp
7. Động Cơ Không Đồng Bộ Ba Pha
8. Máy Phát Đồng Bộ Ba Pha
9. Máy Điện Một Chiều.

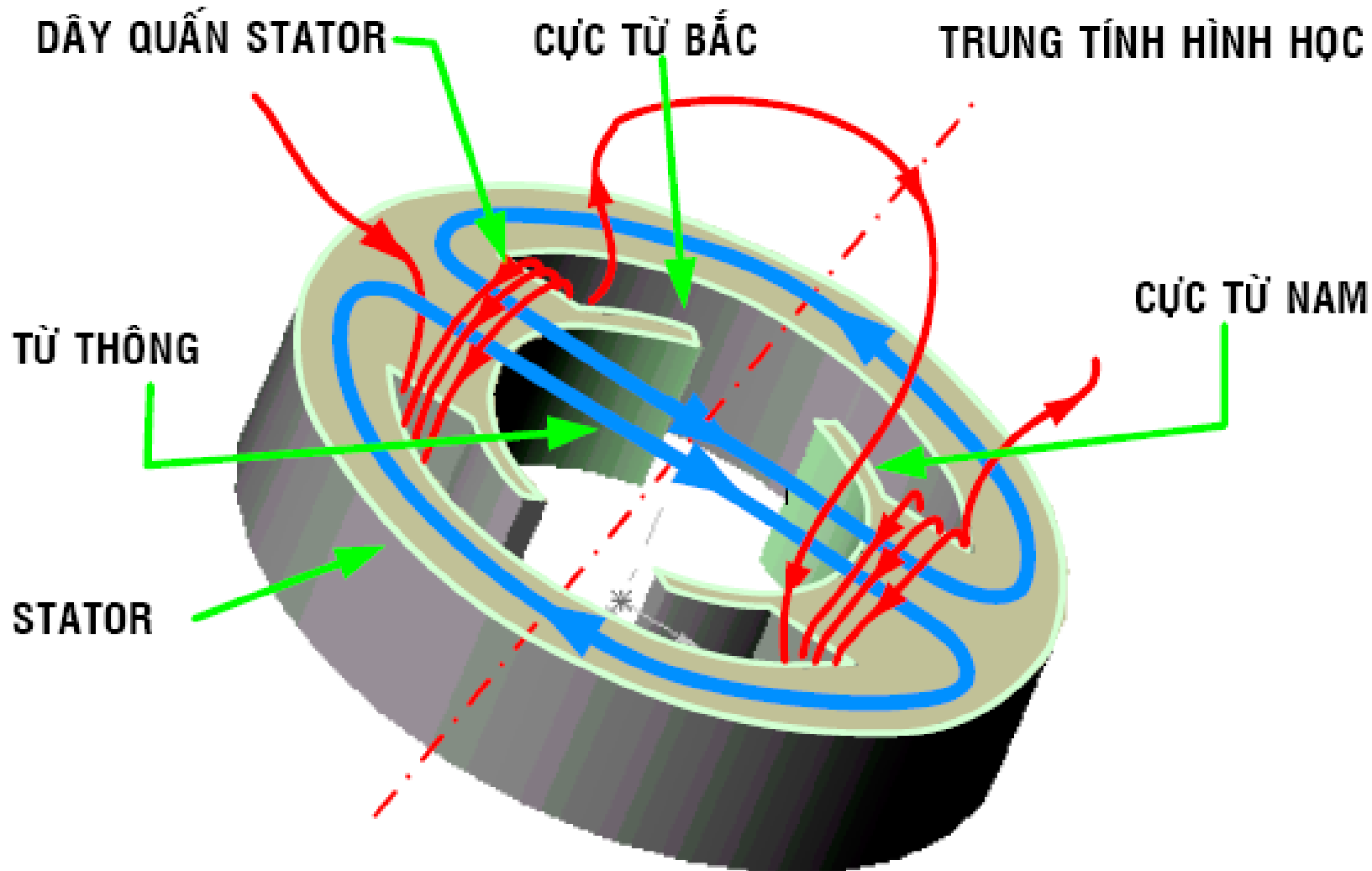
ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

TỪ TRƯỜNG TRONG MẠCH TỪ CỦA ĐỘNG CƠ ĐIỆN :

- ✚ **Stator** : phần đứng yên không quay.
- ✚ **Rotor**: phần quay của động cơ.

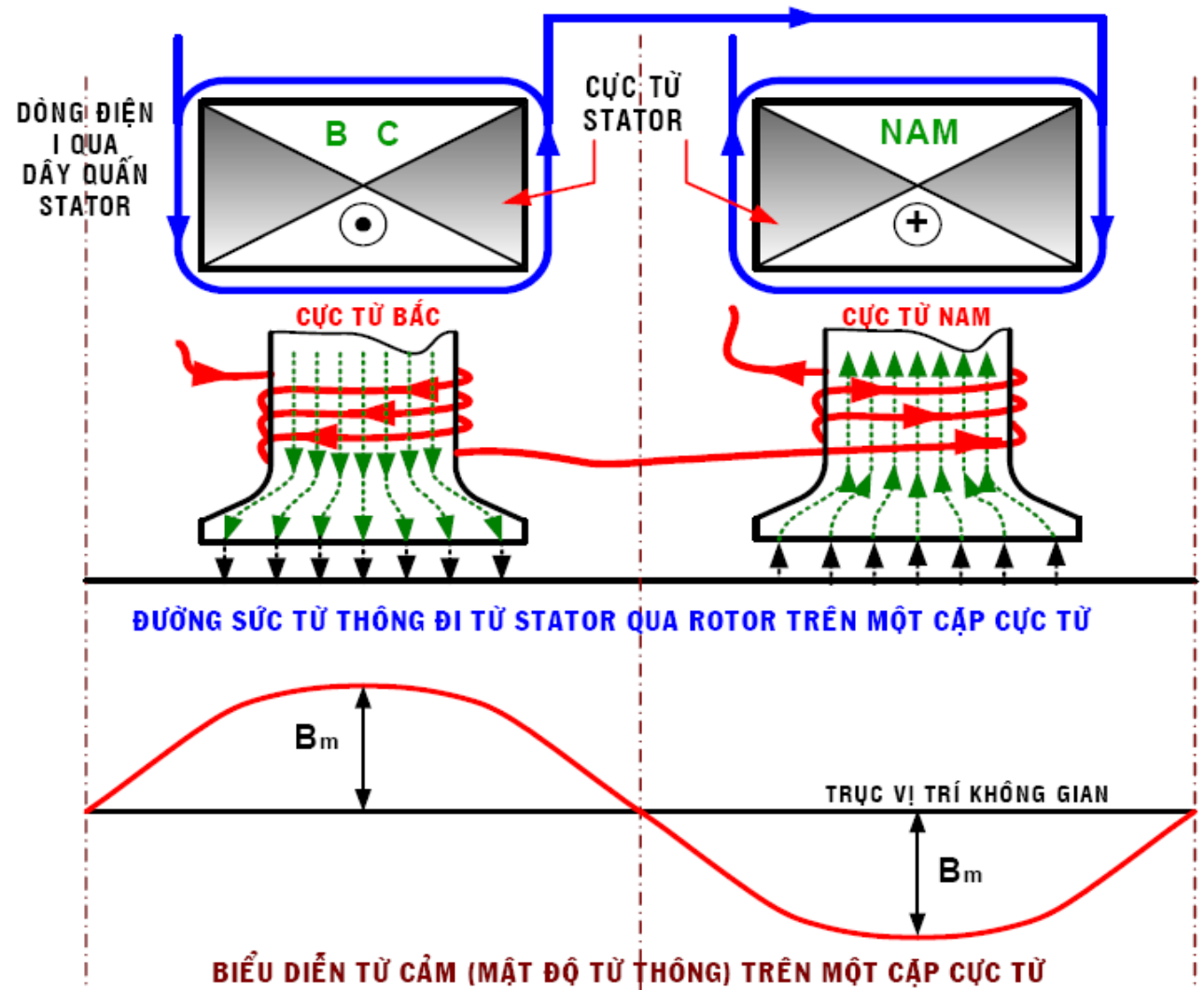


ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

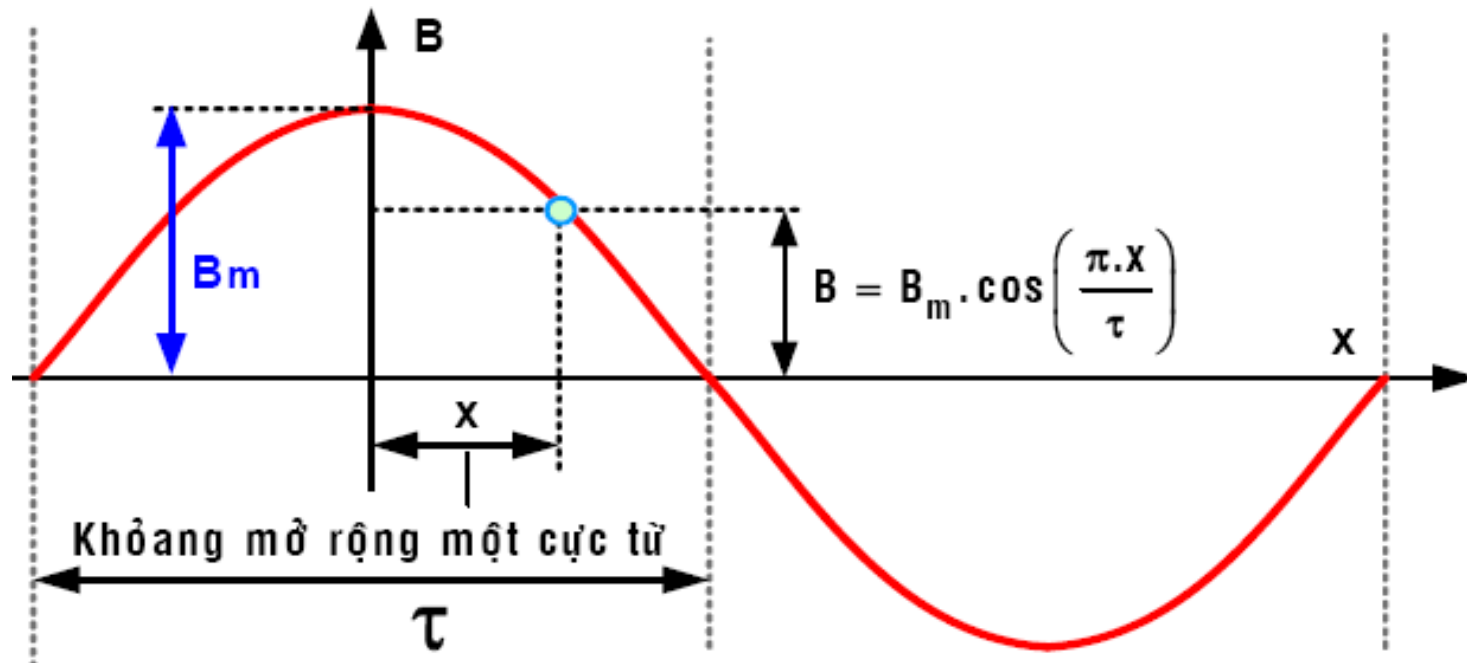


ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

PHÂN BỐ TỪ TRƯỜNG TRONG KHÔNG GIAN :



ĐỘNG CƠ KẾ B 3 PHA



$$B = B_m \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot x}{\tau}\right)$$

B_m : biên độ cực đại của từ cảm B

τ : bước cực từ

x : là tọa độ của vị trí khảo sát trong không gian

ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

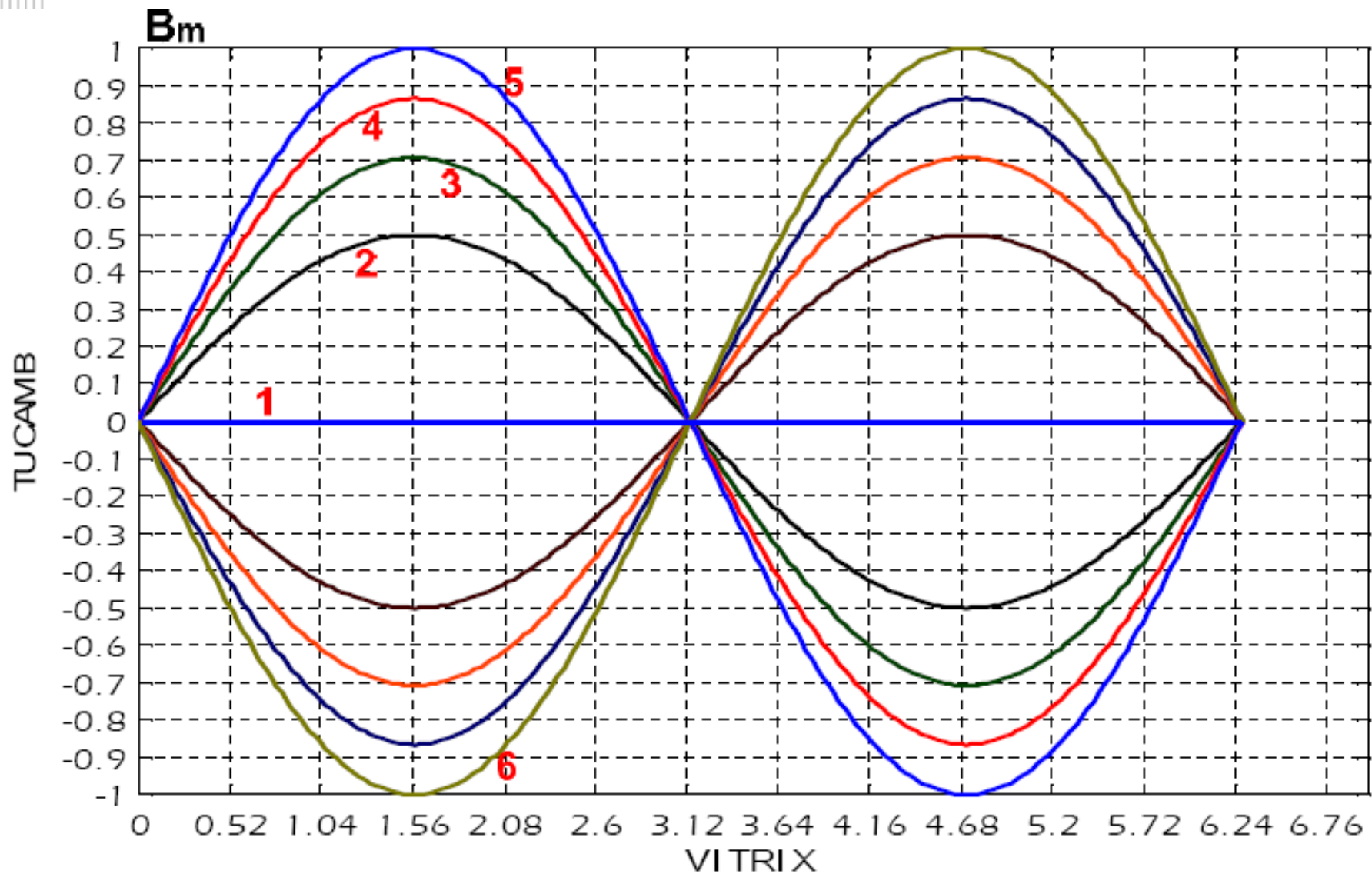
TỪ TRƯỜNG ĐÁP MẠCH :

- Khi cấp **dòng một chiều** vào dây quấn stator,
- Khi cấp **dòng điện xoay chiều hình sin** vào dây quấn stator,

$$i(t) = I_m \cdot \sin(\omega t)$$

$$B(t, x) = B_m \cdot \sin(\omega t) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot x}{\tau}\right)$$

ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA



ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

CẤU TẠO

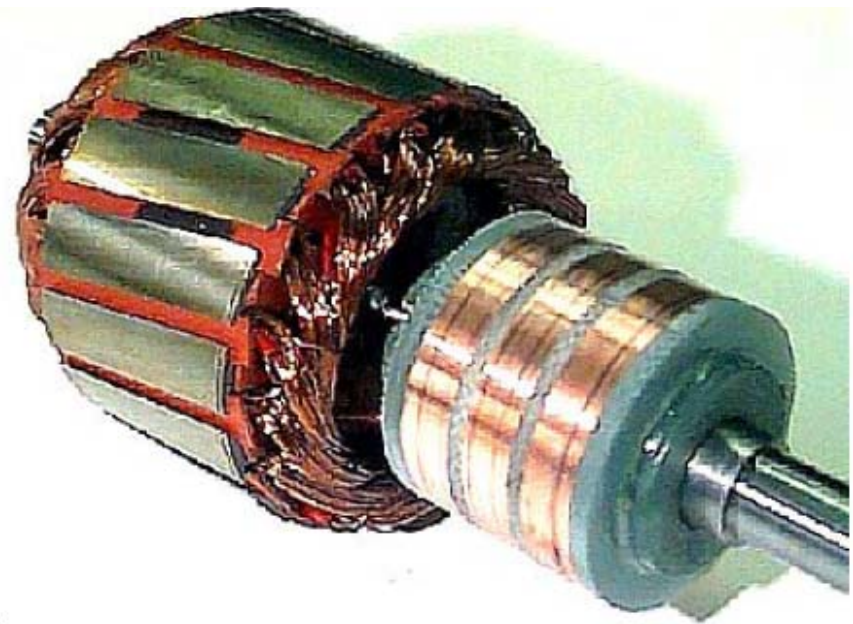
STATOR:



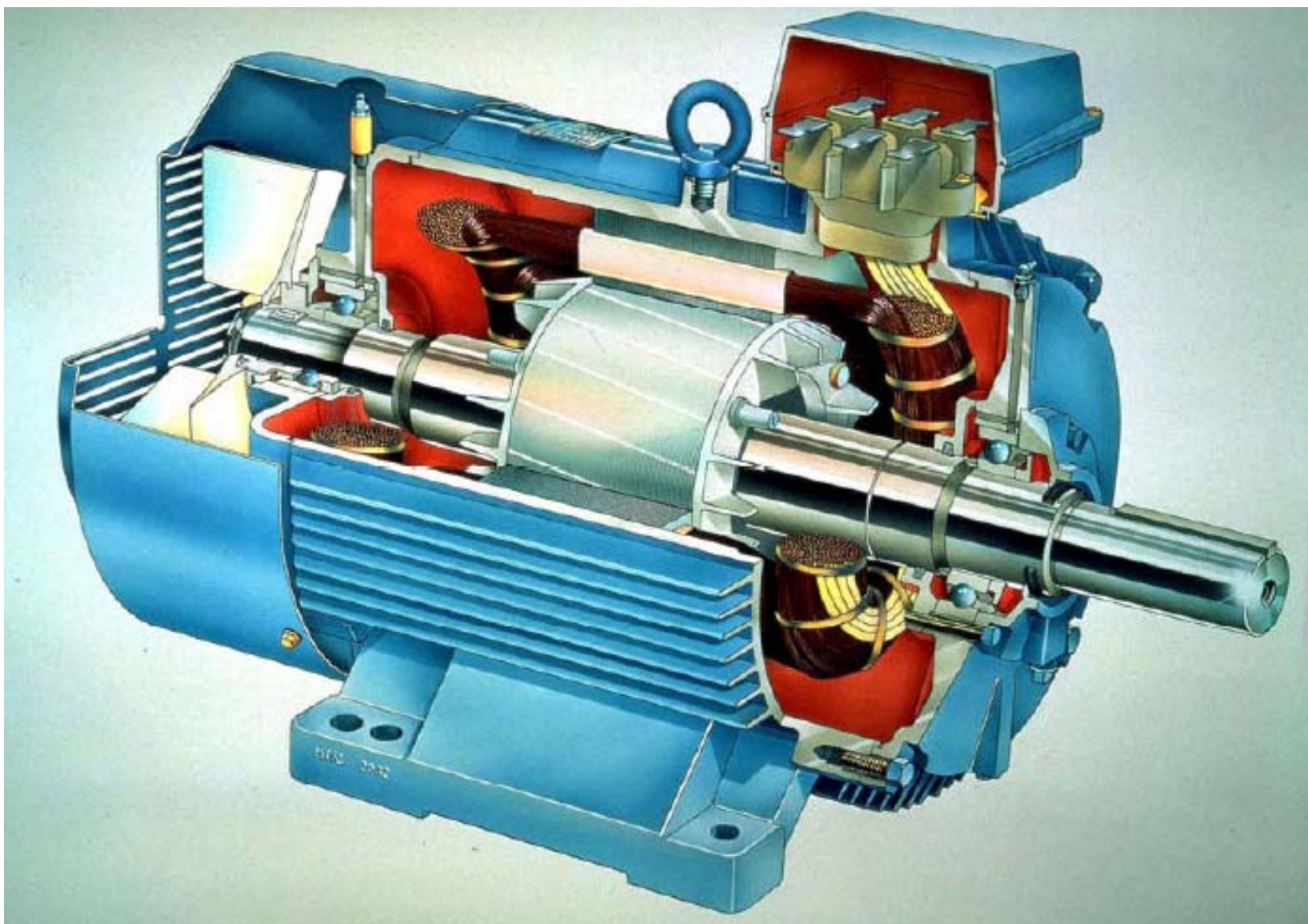
ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA



ROTOR:



ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA



ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

KHÁI NIỆM VỀ TỪ TRƯỜNG QUAY TRÒN:

- Trên stator bố trí **3 bộ dây quấn độc lập**.
- Ba bộ dây được lắp đặt lệch vị trí không gian từng đôi 120°
- Cấp các dòng điện xoay chiều lệch pha thời gian từng đôi 120° vào 3 bộ dây

Từ trường tạo bởi mỗi pha dây quấn là từ trường đập mạch.

Từ trường tổng hợp từ ba từ trường đập mạch



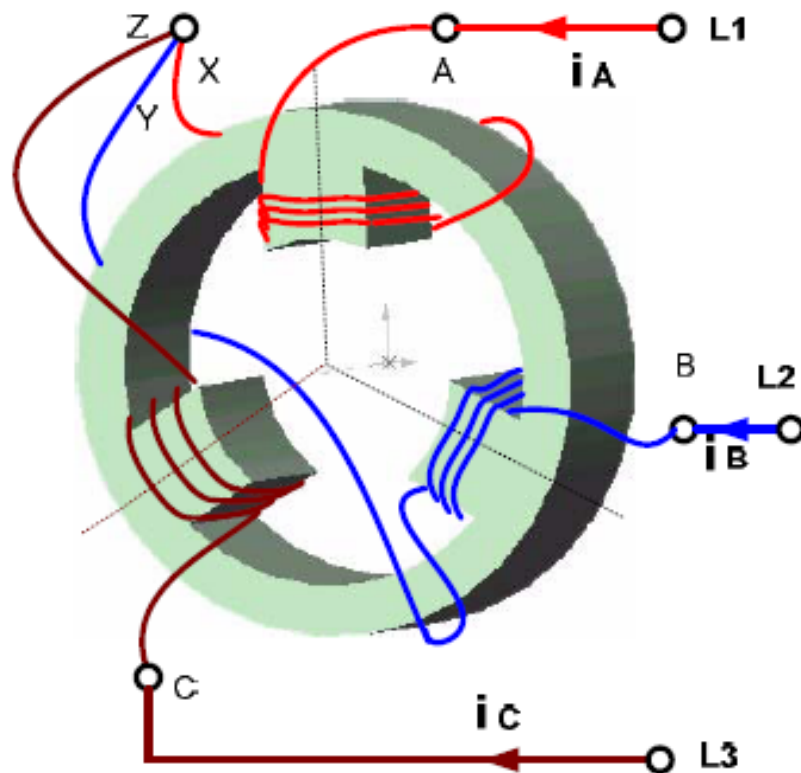
ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

PHƯƠNG PHÁP 1: áp dụng **phương pháp toán học**

PHƯƠNG PHÁP 2: áp dụng **phương pháp tổng hợp vector**

ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

PHƯƠNG PHÁP 1: áp dụng **phương pháp toán học**



$$i_A(t) = I_m \cdot \sin(\omega t)$$

$$i_B(t) = I_m \cdot \sin(\omega t - 120^\circ)$$

$$i_C(t) = I_m \cdot \sin(\omega t - 240^\circ)$$

ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

AX

BY

CZ

$$B_A(t, x) = B_m \cdot \sin(\omega t) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot X}{\tau}\right)$$

$$B_B(t, x) = B_m \cdot \sin(\omega t - 120^\circ) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot X}{\tau} - 120^\circ\right)$$

$$B_C(t, x) = B_m \cdot \sin(\omega t - 240^\circ) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot X}{\tau} - 240^\circ\right)$$

$$B(t, x) = B_A(t, x) + B_B(t, x) + B_C(t, x)$$

$$B(t, x) = \frac{3 \cdot B_m}{2} \cdot \sin\left(\omega t - \frac{\pi \cdot X}{\tau}\right)$$

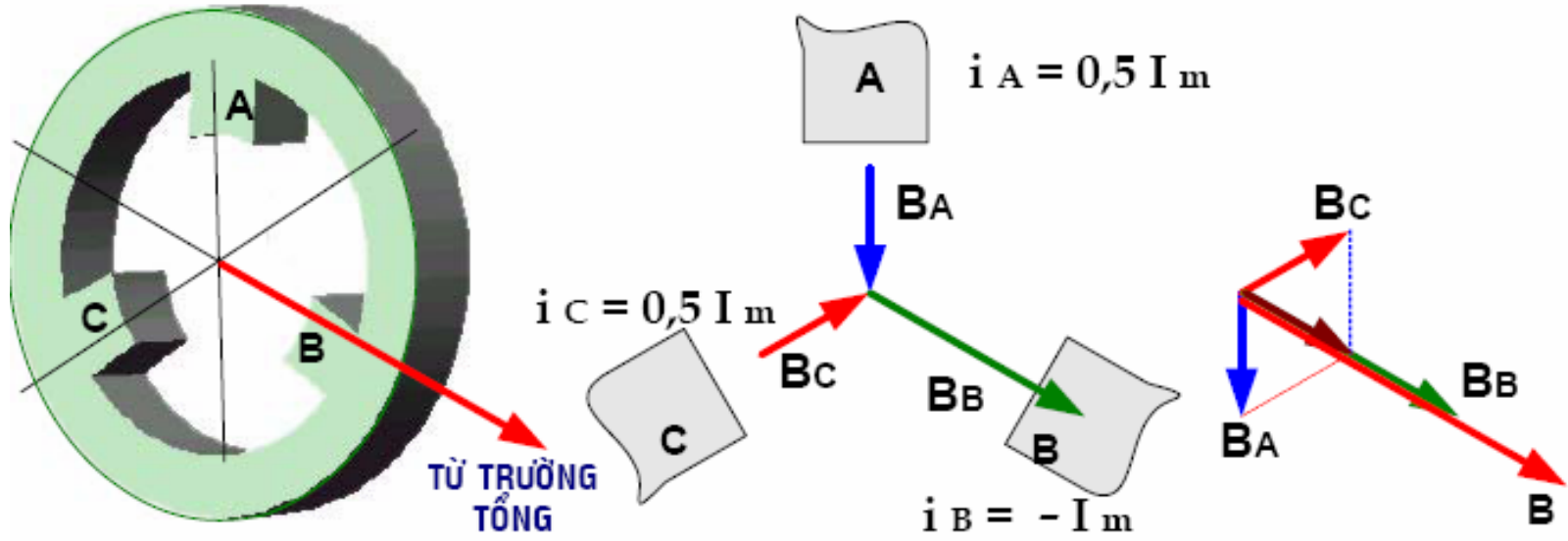
ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

PHƯƠNG PHÁP 2: áp dụng **phương pháp tổng hợp vector**

ωt	$\pi/6$	$\pi/2$	$5\pi/6$
i_A	$0,5 I_m$	I_m	$0,5 I_m$
i_B	$-I_m$	$-0,5 I_m$	$0,5 I_m$
i_C	$0,5 I_m$	$-0,5 I_m$	$-I_m$

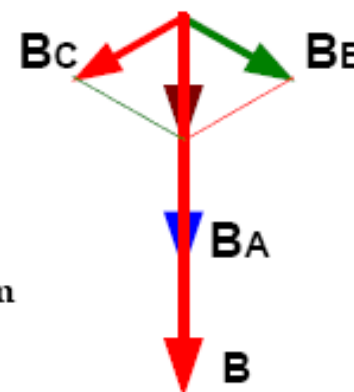
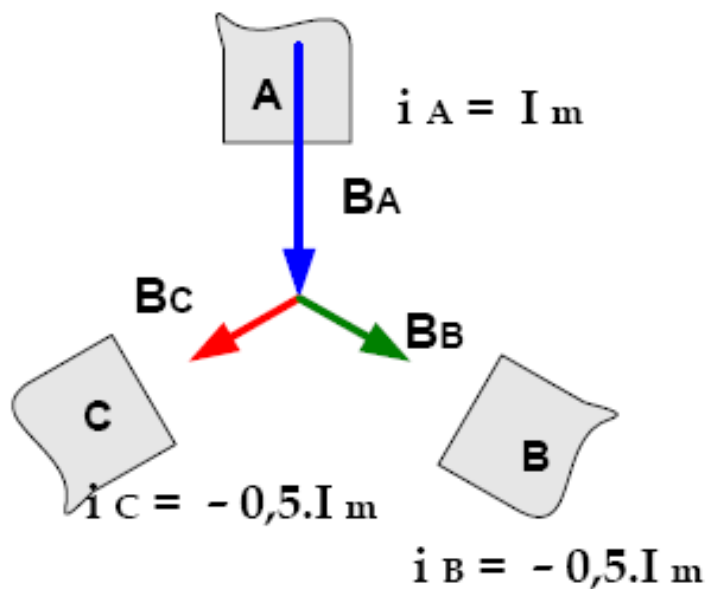
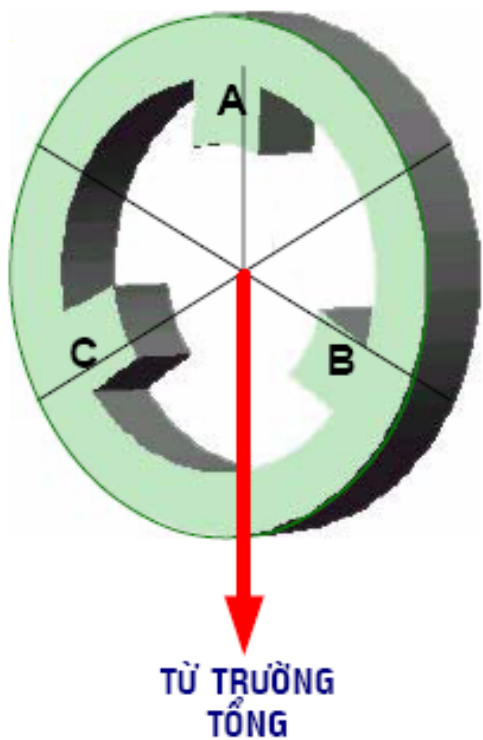
$7\pi/6$	$3\pi/2$	$11\pi/6$
$-0,5 I_m$	$-I_m$	$-0,5 I_m$
I_m	$0,5 I_m$	$-0,5 I_m$
$-0,5 I_m$	$0,5 I_m$	I_m

ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA



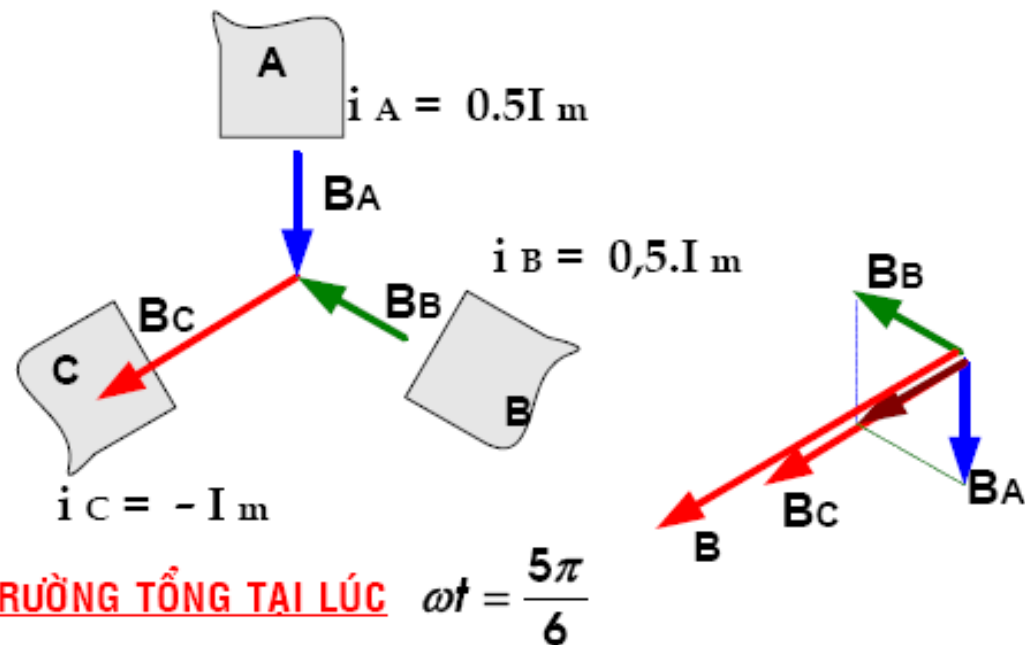
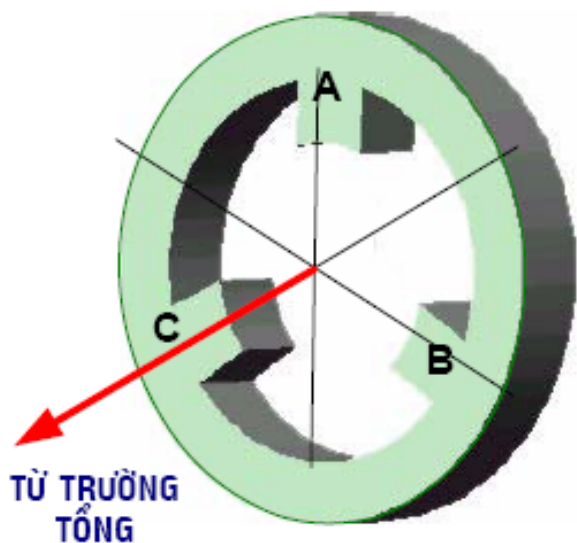
TỪ TRƯỜNG TỔNG TẠI LÚC $\omega t = \frac{\pi}{6}$

ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

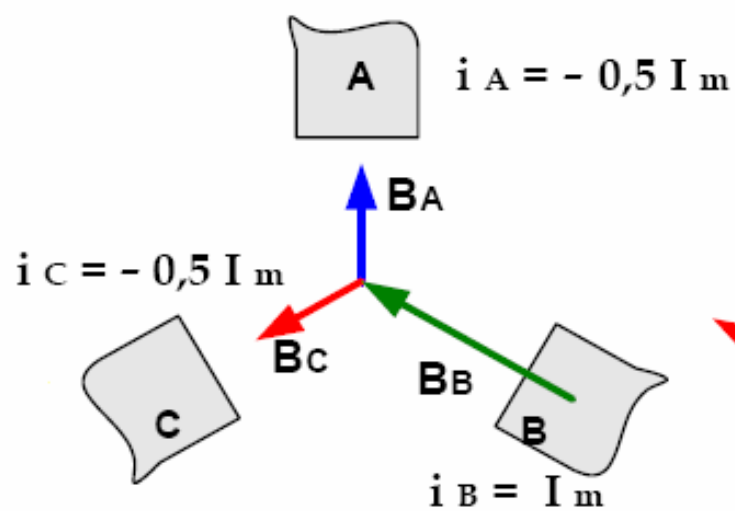
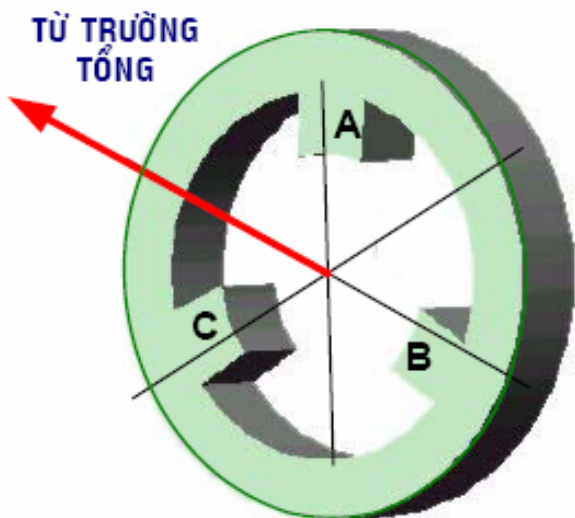


TỪ TRƯỜNG TỔNG TẠI LÚC $\omega t = \frac{\pi}{2}$

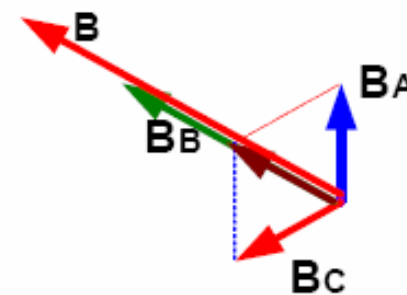
ĐỘNG CƠ KẾ B 3 PHA



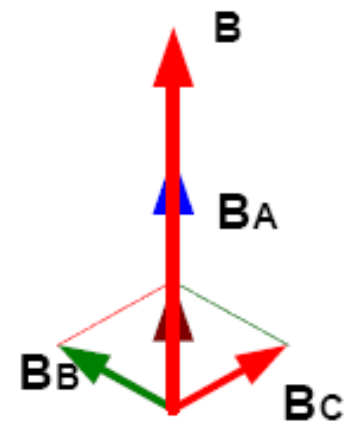
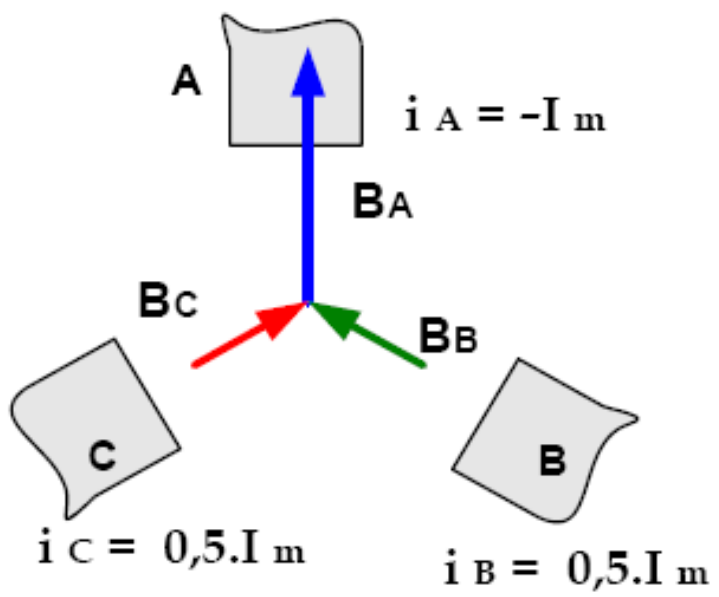
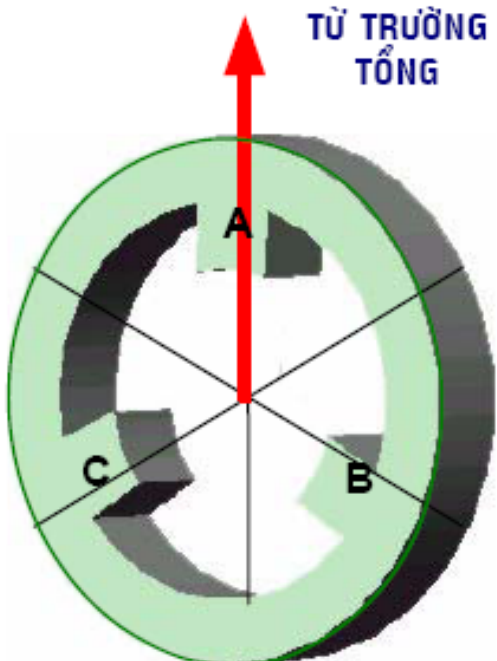
ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA



TỪ TRƯỜNG TỔNG TẠI LÚC $\omega t = \frac{7\pi}{6}$

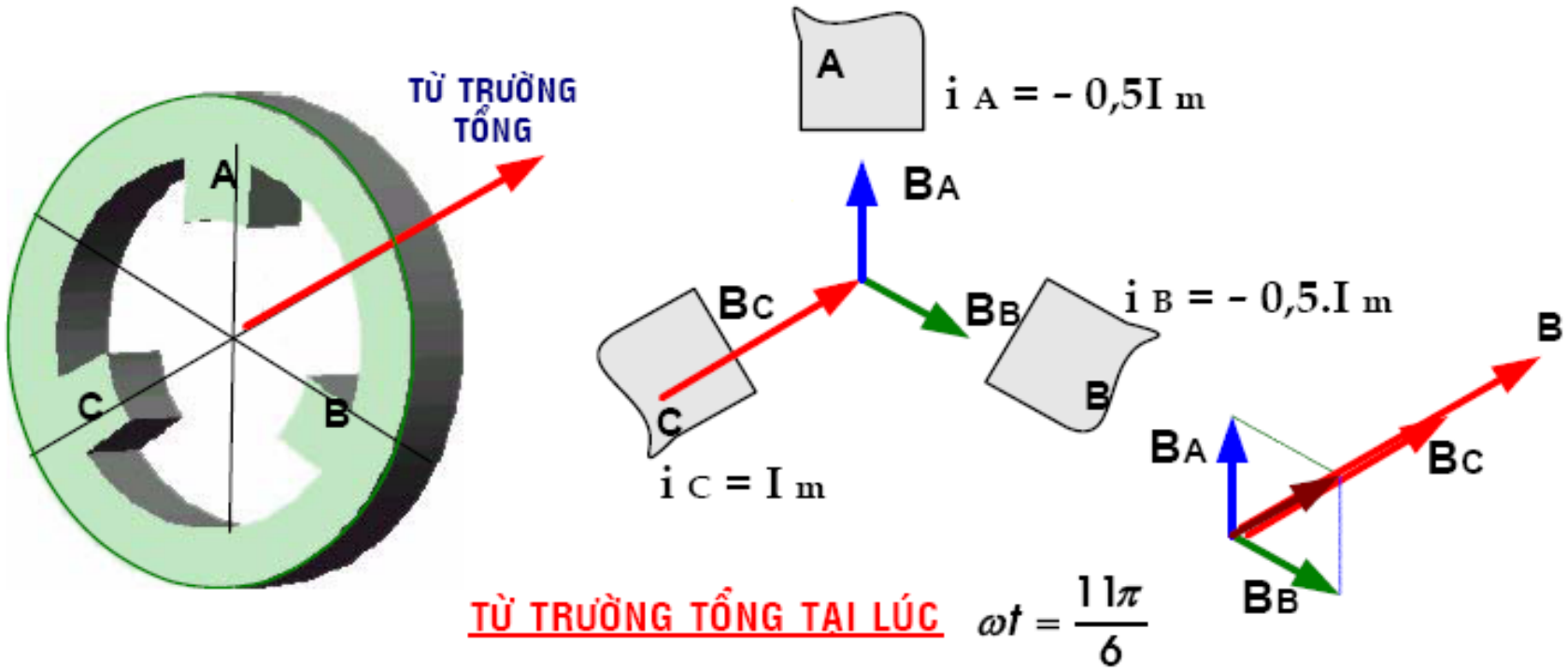


ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA



TỪ TRƯỜNG TỔNG TẠI LÚC $\omega t = \frac{3\pi}{2}$

ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA



ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

ĐẶC ĐIỂM CỦA TỪ TRƯỜNG QUAY :

VẬN TỐC CỦA TỪ TRƯỜNG QUAY :

Tần số f của nguồn điện cấp vào dây quấn stator.
Số đôi cực (p) của động cơ.

$$f = \frac{p \cdot n_1}{60}$$

p là số đôi cực từ

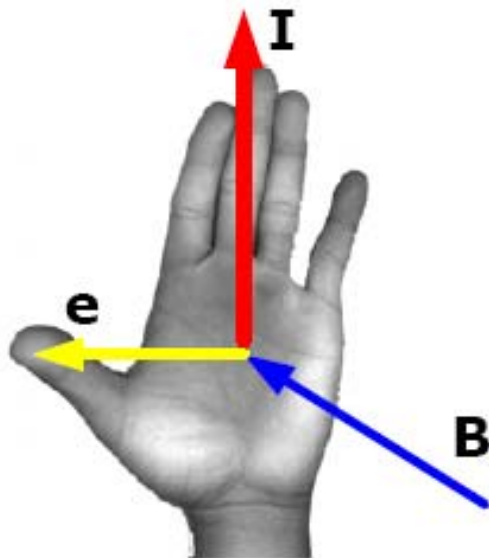
$$[f] = [\text{Hz}]$$

$$[n_1] = \left[\frac{\text{vòng}}{\text{phút}} \right]$$

ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG

ĐỊNH LUẬT CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ:



hình thành sức điện động trong thanh dẫn di chuyển cắt đường sức từ trường.

$$\mathcal{E} = -\frac{B \cdot dS}{dt} = -B \cdot l \left(\frac{dx}{dt} \right) = -B \cdot l \cdot v$$

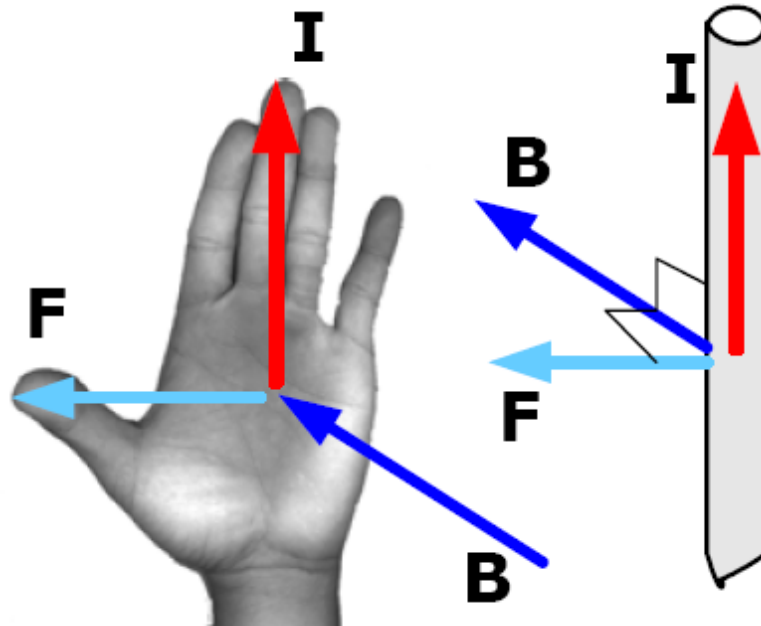
Qui tắc bàn tay trái

ĐỘNG CƠ KẾTB 3 PHA

ĐINH LUẬT VỀ LỰC ĐIỆN TỪ :

$$F = B.I.L. \sin \alpha$$

lực điện từ tác động lên thanh dẫn đang mang dòng điện và đặt trong từ trường



$$F = B.I.L$$

ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

vận tốc của rotor không thể đạt bằng vận tốc của từ trường

n_1 : vận tốc của từ trường quay (hay tốc độ đồng bộ)

n_2 : vận tốc của rotor .

s : độ trượt của động cơ.

$$s = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = 1 - \frac{n_2}{n_1}$$

$$n_2 = n_1 \cdot (1 - s)$$

ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

Động cơ không đồng bộ ba pha $2p = 4$ cực, được cấp nguồn xoay chiều 3 pha có tần số là $f = 50\text{Hz}$. Bảng lý lịch của động cơ có ghi tốc độ định mức là **1425 vòng/phút** . Xác định :

a./ Tốc độ của từ trường quay.

b./ Độ trượt của động cơ tại tải định mức.

ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

CÁC PHƯƠNG TRÌNH CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ:

PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG ÁP Ở STATOR:

Dây quấn stator có thể đấu theo dạng Y hay Δ

V_1 : **Áp pha hiệu dụng** cấp vào mỗi pha dây quấn phía stator.

f_1 : tần số nguồn điện cấp vào dây quấn stator.

Sức điện động cảm ứng hiệu dụng trên mỗi pha

$$E_1 = 4,44 \cdot f_1 \cdot N_1 \cdot K_{dq1} \cdot \Phi_m$$

N_1 : tổng số vòng một pha dây quấn stator

K_{dq1} : hệ số dây quấn một pha stator,

$$\dot{V}_1 + \dot{E}_1 = (R_1 + j \cdot X_{t1}) \cdot \dot{I}_1$$

ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG ÁP Ở ROTOR:

Trường hợp **rotor đứng yên** không quay.

Trường hợp **rotor quay**.

ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

Khi rotor đứng yên

$$E_2 = 4,44 \cdot f_2 \cdot N_2 \cdot K_{dq2} \cdot \Phi_m \quad (\text{Rotor đứng yên})$$

$$f_2 = f_1 \quad (\text{Rotor đứng yên})$$

N_2 : tổng số vòng một pha dây quấn rotor

K_{dq2} : hệ số dây quấn của một pha rotor.

$$\dot{E}_2 = (R_2 + j \cdot X_{t2}) \cdot \dot{I}_2 \quad (\text{Rotor đứng yên})$$

R_2 : điện trở nội của mỗi pha dây quấn rotor

X_{t2} : điện kháng tản từ mỗi pha phía rotor

Khi rotor quay với tốc độ quay là n_2

TRẠNG THÁI	TỐC ĐỘ TỰ TRƯỜNG QUAY SO VỚI ROTOR	TẦN SỐ ROTOR
Rotor đứng yên	n_1	$f_2 = f_1$
Rotor quay	$s.n_1$	f_2

Tần số phía rotor lúc đang quay được xác định như sau:

$$f_2 = \frac{s.n_1.f_1}{n_1} = s.f_1$$

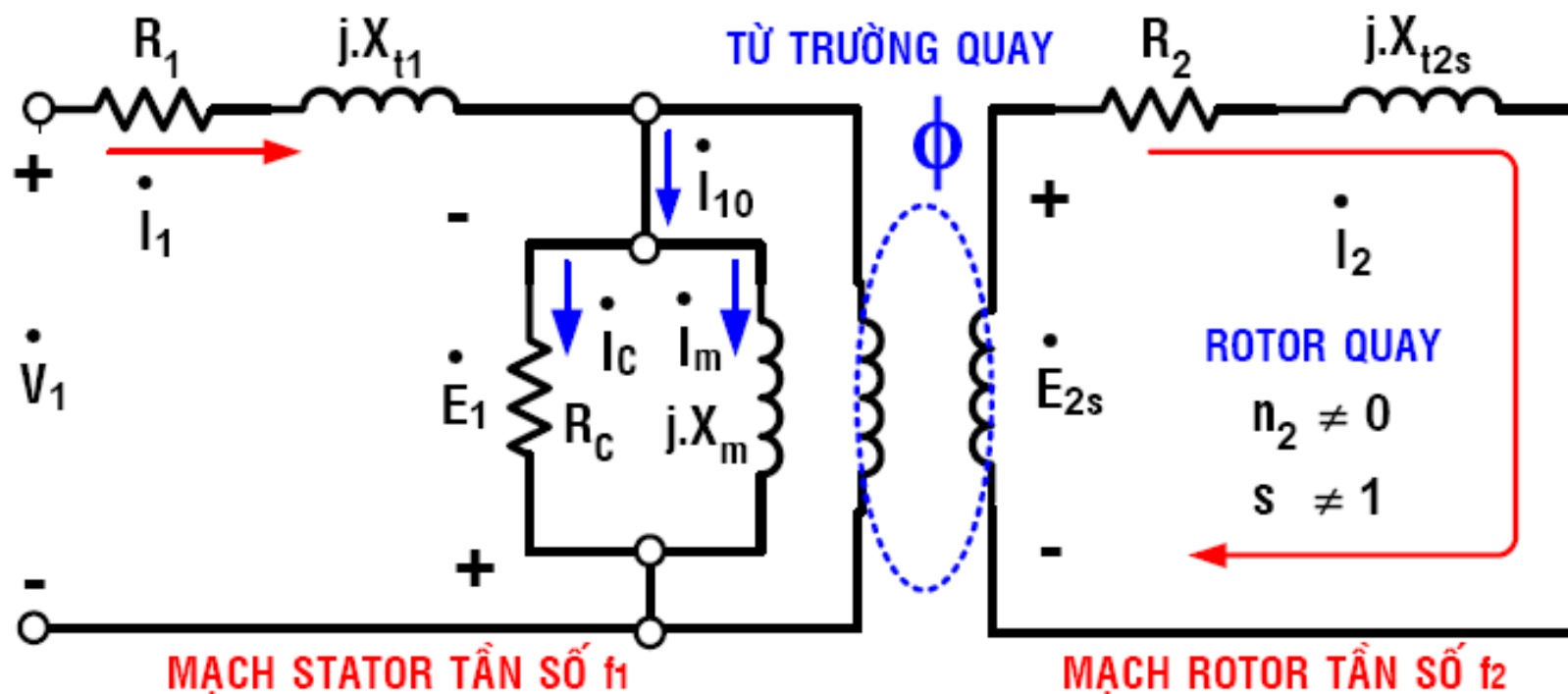
TRẠNG THÁI	SỨC ĐIỆN ĐỘNG CẢM ỨNG ROTOR	ĐIỆN KHÁNG TẢN TỰ ROTOR
Rotor đứng yên	$E_2 = 4,44.f_1.N_2.k_{dq2}.\Phi_m$	$X_{t2} = 2\pi.f_1.L_{t2}$
Rotor quay	$E_{2s} = 4,44.f_2.N_2.k_{dq2}.\Phi_m$	$X_{t2s} = 2\pi.f_2.L_{t2}$

$$E_{2s} = s.E_2$$

$$X_{t2s} = s.X_{t2}$$

ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

MẠCH ĐIỆN TƯƠNG ĐƯƠNG



ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

$$K_{bd} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{4,44 \cdot f_1 \cdot N_1 \cdot K_{dq1} \cdot \Phi_m}{4,44 \cdot f_1 \cdot N_2 \cdot K_{dq2} \cdot \Phi_m} = \frac{N_1 \cdot K_{dq1}}{N_2 \cdot K_{dq2}}$$

tỉ số biến đổi K_{bd}

$$\dot{E}'_2 = K_{bd} \cdot \dot{E}_2 \quad \dot{i}'_2 = \left(\frac{N_2 \cdot K_{dq2}}{N_1 \cdot K_{dq1}} \right) \cdot \dot{i}_2 = \frac{\dot{i}_2}{K_{bd}}$$

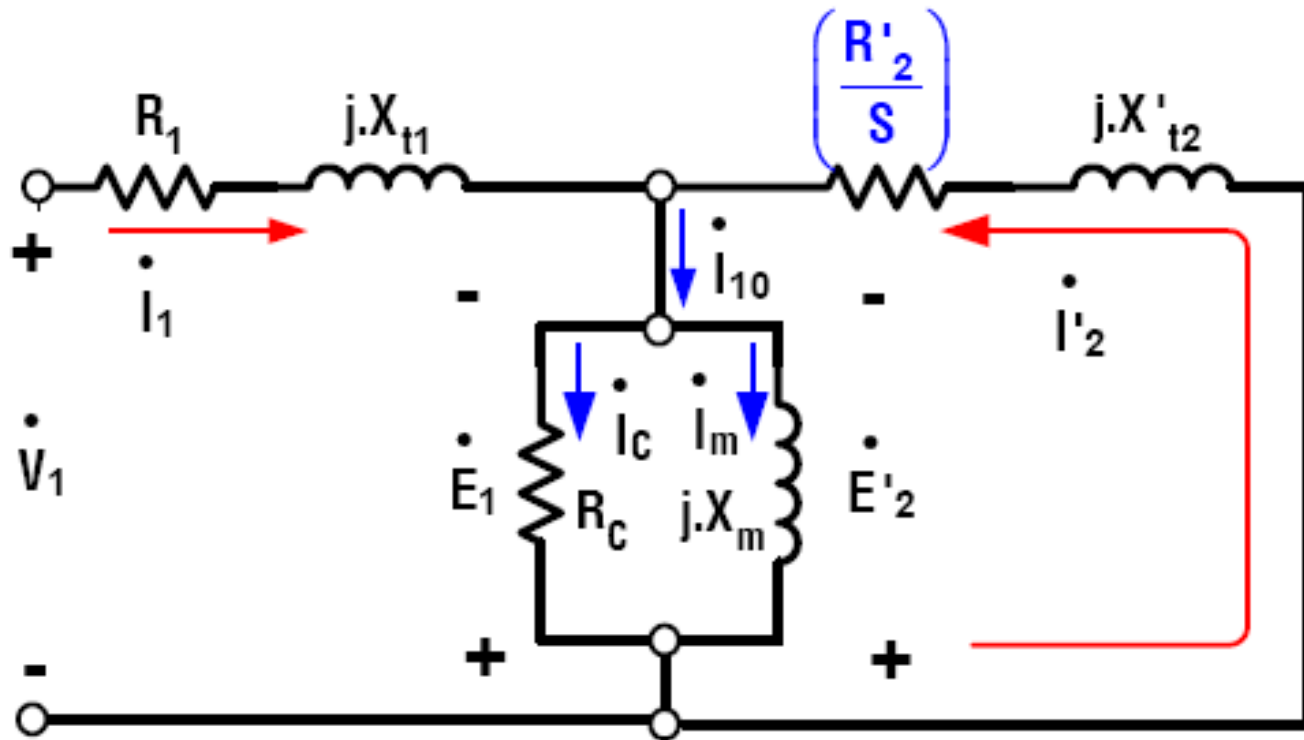
$$R'_2 = (K_{bd})^2 \cdot R_2$$

$$X'_{t2} = (K_{bd})^2 \cdot X_{t2}$$

ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA


$$\dot{E}_1 = \dot{E}'_2 = \left(\frac{R'_2}{s} + j.X'_{t2} \right) \cdot \dot{I}'_2$$


$$\dot{I}_1 + \dot{I}'_2 = \dot{I}_{10}$$



ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

$$\frac{R'_2}{s} = R'_2 + \left(\frac{1-s}{s} \right) \cdot R'_2$$

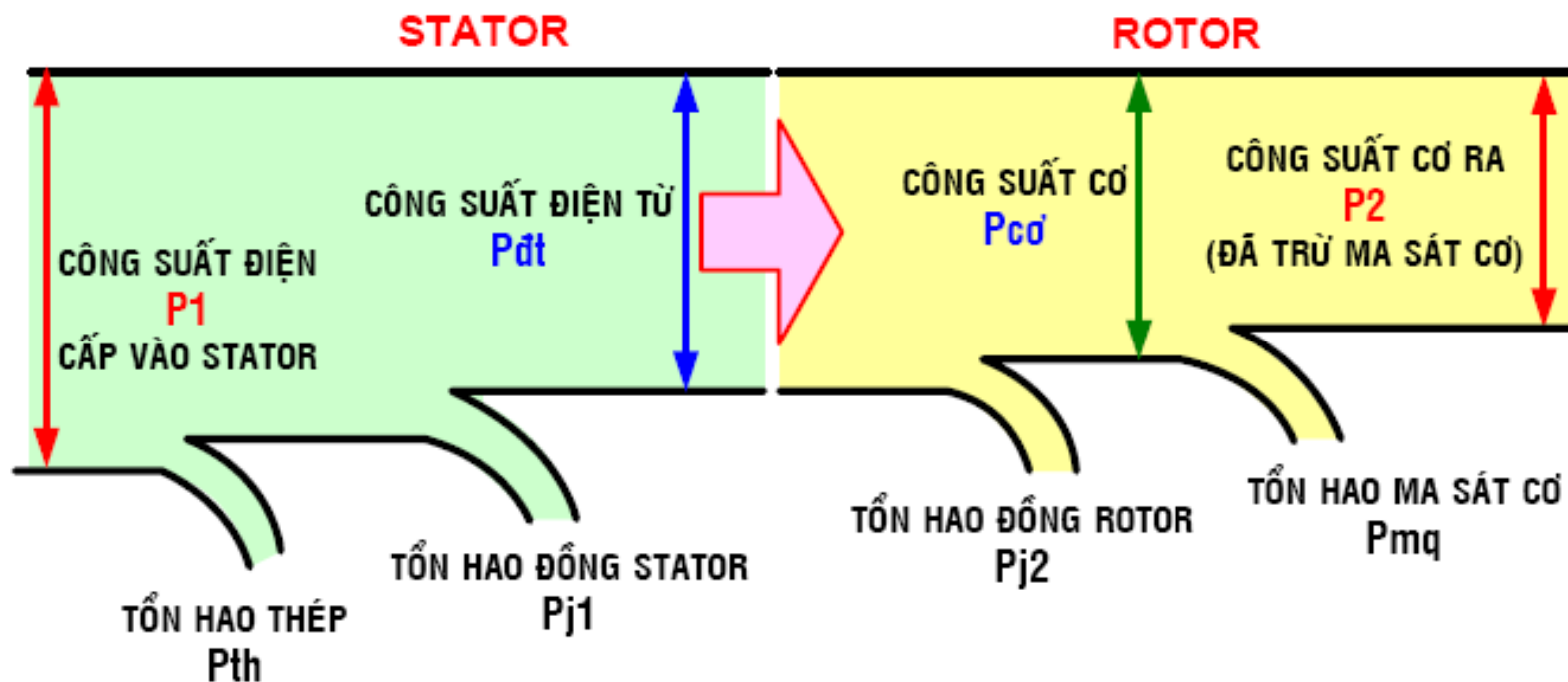
 R'_2 : điện trở dây quấn rotor qui về stator.

 $\left(\frac{1-s}{s} \right) \cdot R'_2$: đặc trưng cho cơ năng hữu ích trên trục của động cơ.

ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

GIẢI ĐỒ PHÂN BỐ NĂNG LƯỢNG

HIỆU SUẤT CỦA ĐỘNG CƠ



ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

CÔNG SUẤT ĐIỆN CUNG CẤP VÀO ĐỘNG CƠ (THÔNG QUA DÂY QUẢN STATOR):

$$P_1 = 3 \cdot V_1 \cdot I_1 \cdot \cos\varphi_1$$

TỶ SỐ HAO THÉP

$$P_{th} = 3 \cdot R_c \cdot I_c^2$$

TỶ SỐ HAO TRÊN DÂY QUẢN STATOR (TỶ SỐ HAO ĐỒNG STATOR):

$$P_{j1} = 3 \cdot R_1 \cdot I_1^2$$

CÔNG SUẤT ĐIỆN TỪ CHUYỂN TỪ STATOR SANG ROTOR:

$$P_{\text{điện từ}} = P_1 - (P_{th} + P_{j1})$$

$$P_{\text{điện từ}} = 3 \cdot \left(\frac{r_2'}{s} \right) \cdot I_2'^2 = 3 \cdot \left(\frac{r_2}{s} \right) \cdot I_2^2$$

ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + (P_{th} + P_{j1} + P_{j2} + P_{mq})}$$

$$P_{\text{điện từ}} = P_{j2} + P_{\text{cơ}}$$

$$P_{j2} = s \cdot P_{\text{điện từ}}$$

$$P_{\text{cơ}} = (1 - s) \cdot P_{\text{điện từ}}$$

ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

ĐẶC TÍNH CƠ CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ:

BIỂU THỨC TỔNG QUÁT CỦA MOMEN:

M là momen cơ trên trục của động cơ

$$M = \frac{P_2}{\Omega_2} = \frac{P_2}{2\pi \cdot n_2}$$

Ω_2 là vận tốc quay góc

$$[P_2] = [W] ; [n_2] = \left[\frac{\text{vòng}}{s} \right] ; [M] = [Nm]$$

$$M = \frac{60 \cdot P_2}{2\pi \cdot n_2} = 9,55 \cdot \frac{P_2}{n_2} \quad [n_2] = \left[\frac{\text{vòng}}{\text{phút}} \right]$$

ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

MOMEN CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ :

Khi xem như **tổn hao ma sát cơ không đáng kể**

$$M_2 = 9,55 \cdot \frac{P_{\text{cơ}}}{n_2} = 9,55 \cdot \frac{3R'_2 \cdot \left(\frac{1-s}{s} \right) \cdot I_2'^2}{n_2}$$

$$M_2 = 9,55 \cdot \frac{P_{\text{cơ}}}{n_2} = 9,55 \cdot \frac{P_{\text{điện từ}}}{n_1}$$

ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

đặt Moment điện từ thỏa quan hệ sau:

$$M_{\text{điện từ}} = 9,55 \cdot \frac{P_{\text{điện từ}}}{n_1} = 9,55 \cdot \frac{3 \left(\frac{R'_2}{s} \right) \cdot I_2'^2}{n_1}$$

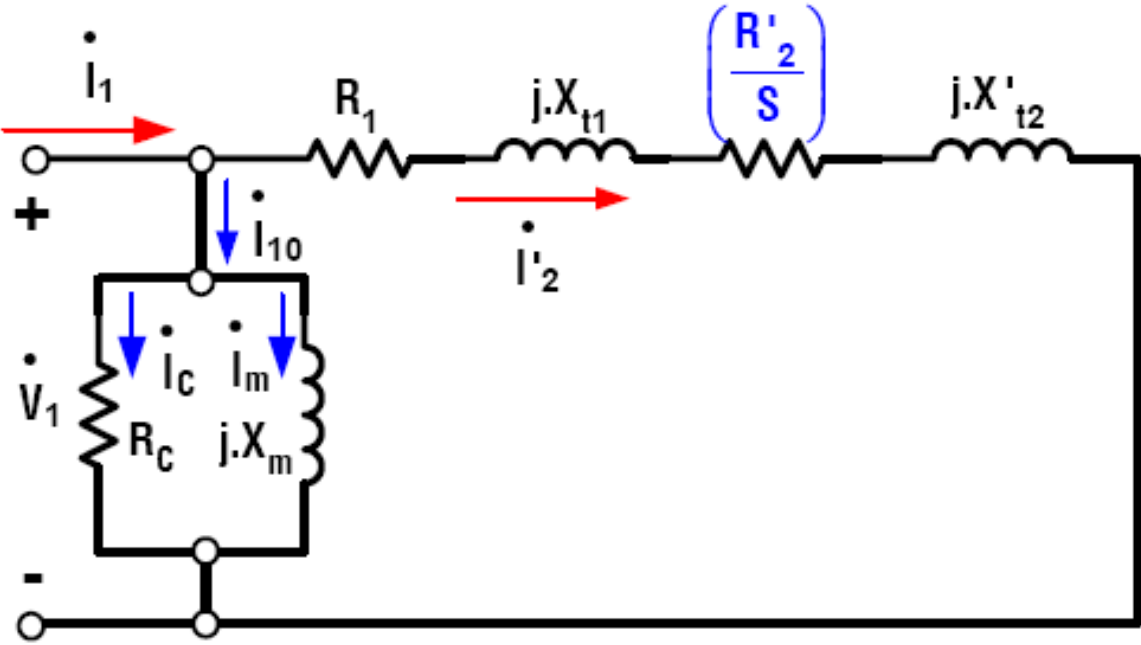
$M_2 = M_{\text{điện từ}}$ khi

?

Tại lúc động cơ khởi động (hay mở máy)

ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

BIỂU THỨC TÍNH GẦN ĐÚNG CỦA MOMEN ĐIỆN TỪ



$$R_n = R_1 + R'_2$$

$$X_n = X_{t1} + X'_{t2}$$

$$Z_n = \sqrt{R_n^2 + X_n^2}$$

$$I'_2 = \frac{V_1}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R'_2}{s}\right)^2 + X_n^2}}$$

ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

$$M_{\text{điện từ}} = \left(\frac{9,55 \cdot 3 \cdot V_1^2}{n_1} \right) \cdot \frac{\left(\frac{R'_2}{s} \right)}{\left(R_1 + \frac{R'_2}{s} \right)^2 + X_n^2}$$

ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

ĐẶC TÍNH CƠ CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ :

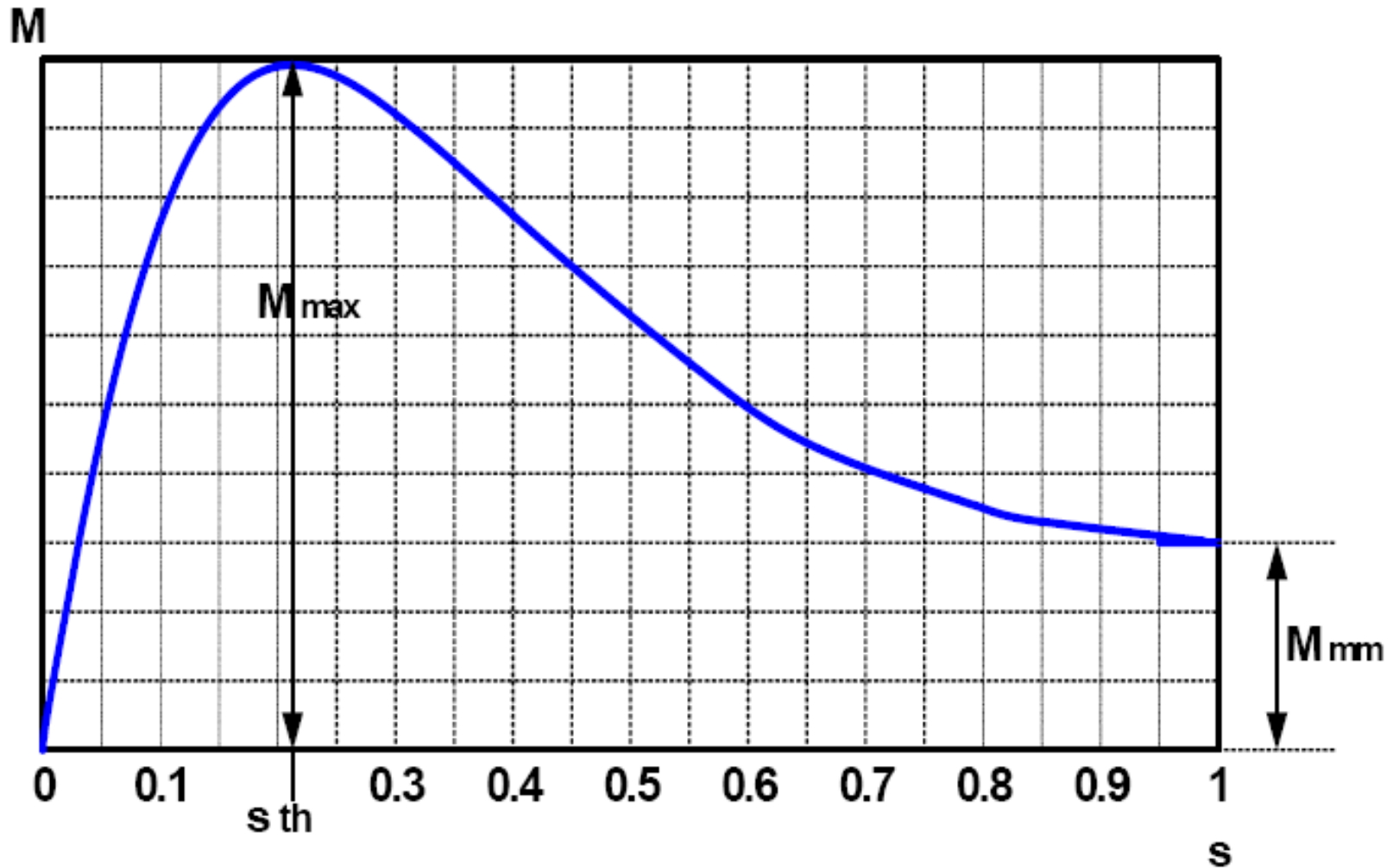
Đạo hàm $\frac{dM}{ds} = 0$ khi

$$s_{th} = \frac{R'_2}{\sqrt{R_1^2 + X_n^2}}$$

Giá trị độ trượt lúc momen đạt cực trị được gọi là độ trượt tới hạn.

$$M_{max} = \left(\frac{9,55 \cdot 3 \cdot V_1^2}{n_1} \right) \cdot \frac{1}{2 \left(R_1 + \sqrt{R_1^2 + X_n^2} \right)}$$

ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA



ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA

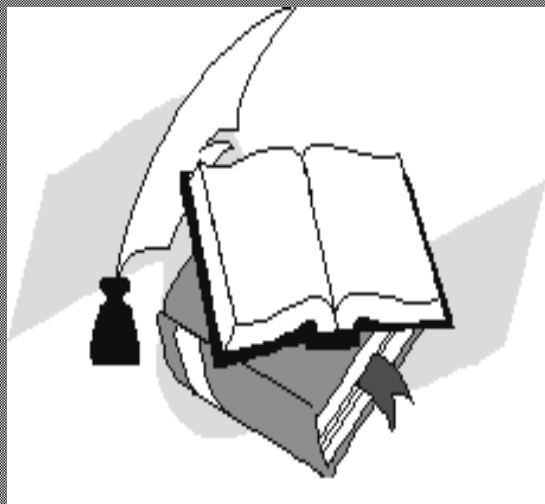
$$M_{mm} = \left(\frac{9,55 \cdot 3 \cdot V_1^2}{n_1} \right) \cdot \frac{R'_2}{R_n^2 + X_n^2}$$



Thank You !

Tài liệu

Các phương pháp điều
chỉnh động cơ không
đồng bộ



CHƯƠNG 1

KHÁI QUÁT VỀ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

1. CẤU TẠO VÀ ĐẶC ĐIỂM

1.1 Cấu Tạo

1. Cấu tạo phần tĩnh (stato)

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 và không dùng để dẫn từ.
- b) *Lõi sắt:*
Được làm bằng các lá thép kỹ thuật điện dày 0,35 mm đến 0,5 mm ghép lại. Lõi sắt là phần dẫn từ. Vì từ trường đi qua lõi sắt là từ trường xoay chiều, nhằm giảm tổn hao do dòng điện xoáy gây nên, mỗi lá thép kỹ thuật điện đều có phủ lớp sơn cách điện. Mặt trong của lõi thép có xẻ rãnh để đặt dây quấn.
- c) *Dây quấn:*
Dây quấn được đặt vào các rãnh của lõi sắt và cách điện tốt với lõi sắt. Dây quấn stato gồm có ba cuộn dây đặt lệch nhau 120° điện.

2. Cấu tạo phần quay (Roto)

- a) *Trục:*
Làm bằng thép, dùng để đỡ lõi sắt roto.
- b) *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.
- c) *Dây quấn roto:*
Gồm hai loại: Loại roto dây quấn và loại roto kiểu lồng sóc.
- *Loại roto kiểu dây quấn:* Dây quấn roto giống dây quấn ở stato và có số cực bằng số cực stato. Các động cơ công suất trung trở lên thường dùng dây quấn kiểu sóng hai lớp để giảm được những đầu nối dây và kết cấu dây quấn roto chặt chẽ hơn. Các động cơ công suất nhỏ thường dùng dây quấn đồng tâm một lớp. Dây quấn ba pha của roto thường đấu hình sao (Y). Ba đầu kia nối vào ba vòng trượt bằng đồng đặt cố định ở đầu trục. Thông qua chổi than và vòng trượt, đưa điện trở phụ vào mạch roto nhằm cải thiện tính năng mở máy và điều chỉnh tốc độ.
 - *Loại roto kiểu lồng sóc:* Loại dây quấn này khác với dây quấn stato. 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 đồng hoặc nhôm, làm thành một cái lồng, người ta gọi đó là lồng sóc. Dây quấn roto kiểu lồng sóc không cần cách điện với lõi sắt.

3. Khe hở:

Khe hở trong động cơ không đồng bộ rất nhỏ (0,2 mm ÷ 1 mm). Do đó roto là một khối tròn nên roto rất đều.

1.2 Đặc Điểm Của Động Cơ Không Đồng Bộ.

- Cấu tạo đơn giản.
- Đấu trực tiếp vào lưới điện xoay chiều ba pha.
- Tốc độ quay của roto nhỏ hơn tốc độ từ trường quay của stato $n < n_1$.

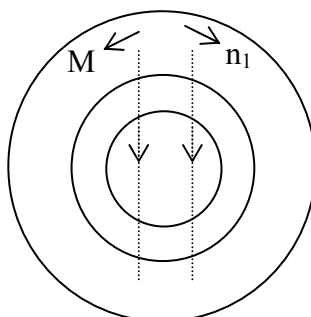
Trong đó:

n tốc độ quay của roto.

n_1 tốc độ quay từ trường quay của stato (tốc độ đồng bộ của động cơ)

II. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

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 roto, làm cảm ứng trên dây quấn roto 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 qui tắc bàn tay phải.



Hình. 1-1 Sơ đồ nguyên lý động cơ không đồng bộ.

Chiều dòng điện của các thanh dẫn ở nửa phía trên roto hướng từ trong ra ngoài, còn dòng điện của các thanh dẫn ở nửa phía dưới roto 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 roto và mômen quay làm cho roto quay với tốc độ n theo chiều quay của từ trường.

Tốc độ quay của roto n luôn nhỏ hơn tốc độ của từ trường quay stato n_1 . Có sự chuyển động tương đối giữa roto và từ trường quay stato duy trì được dòng điện I_2 và mômen M . Vì tốc độ của roto 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:

$$S = \frac{n_1 - n}{n_1} \quad (1-1)$$

Trong đó:

n là tốc độ quay của roto.

f_1 tần số dòng điện lưới.

p số đôi cực.

n_1 tốc độ quay của từ trường quay (tốc độ đồng bộ của động cơ).

$$n_1 = \frac{60f_1}{p} \quad (1-2)$$

Khi tần số của mạng điện thay đổi thì n_1 thay đổi làm cho n thay đổi.

Khi mở máy thì $n = 0$ và $S = 1$ gọi là độ trượt mở máy.

Dòng điện trong dây quấn và từ trường quay tác dụng lực tương hỗ lên nhau nên khi roto chịu tác dụng của mômen M thì từ trường quay cũng chịu tác dụng của mômen M theo chiều ngược lại. Muốn cho từ trường quay với tốc độ n_1 thì nó phải nhận một công suất đưa vào gọi là công suất điện từ.

$$P_{\text{nt}} = M\omega_1 = M \frac{2\pi n_1}{60} \quad (1-3)$$

Khi đó công suất điện đưa vào:

$$P_1 = \sqrt{3}UI \cos\varphi \quad (1-4)$$

Ngoài thành phần công suất điện từ còn có tổn hao trên điện trở dây quấn stato.

$$\Delta P_{st} = 3I_1^2 r_1 \quad (1-5)$$

Tổn hao sắt:

$$\begin{aligned} \Delta P_{st} &= \Delta P \\ P_{\text{nt}} &= P_1 - \Delta P_{st} \\ P_2 &= M \cdot \omega = M \frac{2\pi n}{60} \end{aligned} \quad (1-6)$$

Công suất cơ ở trục là:

Công suất cơ nhỏ hơn công suất điện từ vì còn tổn hao trên dây quấn roto:

$$P_2 = P_{\text{nt}} - \Delta P_{d2} \quad (1-8)$$

$$\Delta P_{d2} = m_2 I_2^2 r_2$$

Trong đó:

(1-9)

m_2 số pha của dây quấn roto.

Vì $p'_2 < p_{đt}$ do đó $n < n_1$

Công suất cơ của p_2 đưa ra nhỏ hơn p'_2 vì còn tổn hao do ma sát trên trục động cơ và tổn hao phụ khác:

$$P_2 = P'_2 = \Delta P_{cô} - \Delta p_f \quad (1-10)$$

Hiệu suất của động cơ:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = (0,8 \div 0,9) \quad (1-11)$$

III. CÁC ĐẠI LƯỢNG VÀ PHƯƠNG TRÌNH CƠ BẢN CỦA ĐỘNG CƠ.

1. Các Đại Lượng

a) Hệ số trượt:

Để biểu thị mức độ đồng bộ giữa tốc độ quay của roto n và tốc độ của từ trường quay stato n_1 .

Ta có :

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} \quad (1-12)$$

Hay tính theo phần trăm:

$$S\% = \frac{n_1 - n}{n_1} 100\% \quad (1-13)$$

Xét về mặt lý thuyết giá trị S sẽ biến thiên từ 0 đến 1 hoặc từ 0 đến 100 %.

Trong đó :

$$n_1 = \frac{60 f_1}{p} \quad (1-14)$$

$$n = n_1(1 - s) \quad (1-15)$$

b) Sức điện động của mạch roto lúc đứng yên.

Trong đó:

$$E_{20} = 4,44 K_2 f_{20} W_2 \Phi_m \quad (1-16)$$

Φ_m từ số các cuộn dây của rôto thông trong mạch từ

K_2 là hệ số dây quấn roto của động cơ.

f_{20} tần số xác định ở tốc độ biến đổi của từ thông quay qua cuộn dây, vì roto đứng yên nên:

f_{20} bằng với tần số dòng điện đưa vào f_1

$$f_{20} = \frac{pn_1}{60} \quad (1-17)$$

c) *Khi roto quay:*

Tần số trong dây quấn roto là:

$$f_{2s} = \frac{(n_1 - n) p}{60} = \frac{n_1 - n}{n_1} \times \frac{n_1 p}{60} \quad (1-18)$$

$$\text{Vậy } f_{2s} = s.f_1 \quad (1-19)$$

Sức điện động trên dây quấn roto lúc đó là:

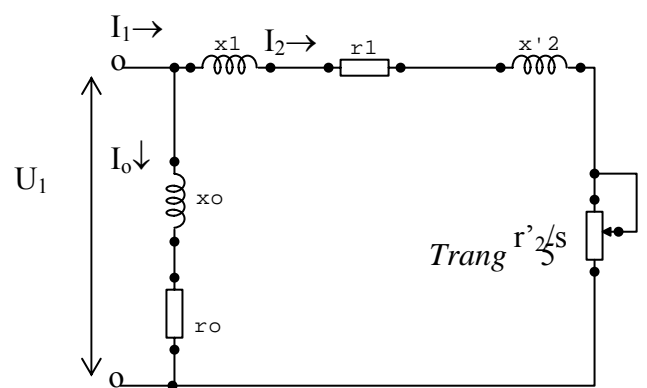
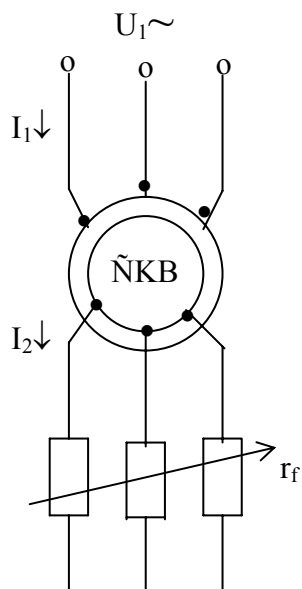
$$E_{2s} = 4,44 f_{2s} W_2 K_2 \Phi m \quad (1-20)$$

Với $f_{2s} = s.f_1$ thế vào (1-19), ta được:

$$E_{2s} = 4,44 f_1 W_2 K_2 \Phi m S \quad (1-21)$$

2. Phương Trình Cơ Bản Của Động Cơ Không Đồng Bộ Ba Pha.

a) Sơ đồ đẳng trị một pha



a)

b)

Hình 1-2.

a) Sơ đồ nguyên lý.

b) Sơ đồ đẳng trị một pha của động cơ không đồng bộ

Trong đó:

U_1 điện áp pha đặt lên cuộn stato.

x_1, r_1, I_1 là điện kháng, điện trở, dòng điện của mạch từ hóa.

x'_2, r'_2, I'_2 là điện kháng, điện trở, dòng điện pha của cuộn dây roto qui đổi về stato.

$$I'_2 = K_I I_2 \quad (1-22)$$

Với $K_I = 1/K_E$, là hệ số biến đổi dòng điện

$$K_E = U_{1\text{đm}}/E_{2\text{đm}} \quad (1-23)$$

$U_{1\text{đm}}$ Điện áp định mức đặt lên stato

$E_{2\text{đm}}$ Sức điện động định mức của roto

$$r'_2 = k_r r_2 \quad (1-24)$$

$$x'_2 = k_x x_2, \text{ với } k_x = k_r = k^2_E \quad (1-25)$$

S là độ trượt của động cơ

$$S = \frac{n_1 - n}{n_1} \quad (1-26)$$

Trong đó:

n tốc độ quay của roto động cơ.

$$n = n_1(1-S) \quad (1-27)$$

n_1 tốc độ quay đồng bộ của động

$$n_1 = \frac{60 f_1}{p} \quad (1-28)$$

a) *Phương trình đặc tính tốc độ.*

Theo sơ đồ đẳng trị một pha như hình (1-2), ta có biểu thức dòng điện roto đã qui đổi về stato.

$$I'_{2} = \frac{U_{1}}{\sqrt{\left(r_{1} + \frac{r'_{2}}{S}\right)^{2} + (x_{1} + x'_{2})^{2}}} \quad (1-29)$$

Khi tốc độ động cơ $n = 0$, theo (1-26) ta có $s = 1$.

Nếu điện áp đặt lên cuộn stato $U_{1} = \text{const}$ thì biểu thức (1-29) chính là quan hệ giữa dòng điện roto đã qui đổi về stato I'_{2} với độ trượt S hay với tốc độ n .

Do đó biểu thức (1-29) chính là phương trình đặc tính tốc độ.

b) *Phương trình đặc tính cơ.*

Công suất điện từ của động cơ

$$P_{\text{nt}} = 3I'_{2} \frac{r'_{2}}{S} \quad (1-30)$$

Mặt khác:

$$P_{\text{nt}} = M_{\text{nt}} \frac{n_{1}}{9,55} \quad (1-31)$$

Do đó:

$$M_{\text{nt}} = \frac{3I'_{2} r'_{2}}{n_{1} \frac{S}{9,55}} \quad (1-32)$$

$M_{\text{đt}}$ mômen điện từ gồm hai phần :

Phần nhỏ tổn thất trên cuộn dây và tổn thất cơ do ma sát ở các ổ bi, ký hiệu ΔM

Phần lớn biến thành mômen quay của động cơ M .

$$M_{\text{nt}} = M + \Delta M \quad (1-33)$$

Maø $M \gg \Delta M$, ta có thể bỏ qua ΔM

Vậy $M \sim M$

Khi đó :

$$M_{\text{ñt}} = M = \frac{3 I_2' r_2'}{n_1 \frac{s}{9,55}} \quad (1-34)$$

Thay I_2' từ (1-26) vào (1-34), ta được

$$M = \frac{3 U_1 r_2'}{n_1 \frac{s}{9,55} \left[\left(r_1 + \frac{r_2'}{s} \right)^2 + (x_1 + x_2')^2 \right]} \quad (1-35)$$

Biểu thức (1-35) chính là phương trình đặc tính cơ. Được biểu diễn quan hệ $M = f(n)$ như hình 1-3
 Giá trị S sẽ biến thiên từ $-\infty$ đến $+\infty$ và mômen quay sẽ có hai giá trị cực đại gọi là mômen tới hạn (M_t).
 Lấy đạo hàm của mômen theo hệ số trượt và cho $dM/ds = 0$.
 Ta có hệ số trượt tương ứng với mômen tới hạn M_t gọi là hệ số trượt tới hạn.

$$S_t = \frac{\pm r_2'}{\sqrt{r_1^2 + (x_1 + x_2')^2}} = \frac{\pm r_2'}{\sqrt{r_1^2 + x_n^2}} \quad (1-36)$$

Do đó ta được biểu thức mômen tới hạn :

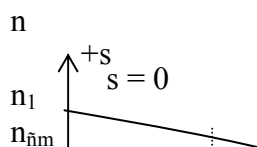
$$M_t = \frac{\pm 3 U_1^2}{\frac{2 n_1}{9,55} (\pm r_1 + \sqrt{r_1^2 + x_n^2})} \quad (1-37)$$

Giải các phương trình (1-35), (1-36), (1-37) và đặt :

$$\varepsilon = \frac{r_2'}{\sqrt{r_1^2 + x_n^2}} \quad (1-38)$$

$$M = \frac{2 M_t (1 + \varepsilon)}{\frac{s}{s_t} + \frac{s_t}{s} + 2 \varepsilon} \quad (1-39)$$

Ta được dạng đơn giản của phương trình đặc tính cơ:



.....

∇

Hình 1-3. Đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ.

Nhận thấy dạng gần đúng của phương trình đặc tính cơ như sau:
Đối với động cơ roto lồng sóc, nhất là các động cơ có công suất lớn thì $r_1 \ll x_n$, nên có thể bỏ qua r_1 và $\varepsilon = 0$.

Ta có:

$$M = \frac{2M_t}{\frac{S}{S_t} + \frac{S_t}{S}} \quad (1-40)$$

Với :

$$M_t = \frac{3U_1^2}{\frac{2n_1}{9,55} x_n} \quad (1-41)$$

$$S_t = \frac{r'_2}{x_n}$$

Nhận xét: Từ các biểu thức (1-36) và (1-37), ta thấy đối với động cơ xác lập nếu U_1 thay đổi thì $S_t = \text{const}$ và M_t thay đổi tỉ lệ với U_1^2 . Khi thay đổi điện trở mạch roto bằng cách thêm điện trở phụ (đối với động cơ không đồng bộ roto quấn dây) thì:

$M_t = \text{const}$ và S_t tỉ lệ với r'_2 .

Khi xét đến điện trở trên mạch stato r_1 thì mômen tới hạn M_t sẽ có hai giá trị khác nhau và ứng với hai trạng thái làm việc của động cơ.

* $S = 0$, $n_1 < n$ là trạng thái hãm tái sinh động cơ làm việc như một máy phát.

$$S_{tF} = -\frac{r_1^2}{\sqrt{r_1^2 + x_n^2}} \quad (1-44)$$

$$M_{tF} = -\frac{3U_1}{\frac{2n_1}{9,55}(r_1 + \sqrt{r_1^2 + x_n^2})}$$

* $S > 0$, $n_1 > n$ trạng thái làm việc của động cơ.

$$S_{t\bar{n}} = \frac{r_1^2}{\sqrt{r_1^2 + x_n^2}} \quad (1-45)$$

$$M_{t\bar{n}} = \frac{3U_1^2}{\frac{2n_1}{9,55}(r_1 + \sqrt{r_1^2 + x_n^2})} \quad (1-46)$$

Khi $r_1 \neq 0$ thì $|s_{tF}| = |s_{t\bar{n}}| \cos \varphi |M_{tF}| > |M_{t\bar{n}}|$

Ta có tỉ số :

$$\lambda_M = \frac{M_t}{M_{\bar{n}m}} \quad (1-47)$$

Trong đó:

λ_M là tỉ số giữa mô-men cơ của động cơ và mô-men của máy phát
 mô-men của máy phát vô ích mô-men của động cơ vô ích

$$M_t = \lambda_M M_{\bar{n}m} \quad (1-48)$$

$$(1-48a)$$

$$M_{\bar{n}m} = \frac{9500P_{\bar{n}m}}{n_{\bar{n}m}}$$

$M_{\bar{d}m} : Nm$

$P_{\bar{d}m} : Kw$

$n_{\bar{d}m} : \text{Vòng/phút}$

Độ trượt tới hạn của động cơ được xác định như sau:

Ở trạng thái định mức của động cơ:

$$n = n_{\bar{d}m}, S = S_{\bar{d}m}, M = M_{\bar{d}m}$$

Phương trình đặc tính tại điểm định mức:

$$M_{\bar{n}m} = \frac{2M_t(1 + \varepsilon)}{S_t S_t + S_{\bar{n}m} S_{\bar{n}m} + 2\varepsilon} \quad (1-49)$$

$$\lambda_M = \frac{S_t S_t + S_{\bar{n}m} S_{\bar{n}m} + 2\varepsilon}{S_{\bar{n}m} S_{\bar{n}m} + S_t S_t + 2\varepsilon} \quad (1-50)$$

Do đó:

Thường đối với động cơ thì $r_1 = r'_2$, nên:

$$\lambda_M = \frac{S_t + \frac{S_{\bar{n}m}}{S_t} + 2S_t}{S_{\bar{n}m} + S_t} \quad (1-51)$$

Giải phương trình bậc hai (1-51) và xem $r_1 \ll x_n$

Ta có độ trượt S_t :

$$S_t = S_{\bar{n}m}(\lambda_M \pm \sqrt{\lambda_M^2 - 1}) \quad (1-52)$$

IV. ƯU NHƯỢC ĐIỂM CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BA PHA

1. Ưu Điểm:

- Trong công nghiệp hiện nay phần lớn đều sử dụng động cơ không đồng bộ ba pha. Vì nó tiện lợi hơn, với cấu tạo, mẫu mã đơn giản, giá thành hạ so với động cơ một chiều.
- Ngoài ra động cơ không đồng bộ ba pha dùng trực tiếp với lưới điện xoay chiều ba pha, không phải tốn kém thêm các thiết bị biến đổi. Vận hành tin cậy, giảm chi phí vận hành, bảo trì sửa chữa. Theo cấu tạo người ta chia động cơ không đồng bộ ba pha làm hai loại.

- Động cơ roto dây quấn và động cơ roto lồng sóc

2. **Nhược Điểm:**

Bên cạnh những ưu điểm động cơ không đồng bộ ba pha cũng có các nhược điểm sau:

- Dễ phát nóng đối với stato, nhất là khi điện áp lưới tăng và đối với roto khi điện áp lưới giảm.
- Làm giảm bớt độ tin cậy vì khe hở không khí nhỏ.
- Khi điện áp sụt xuống thì mômen khởi động và mômen cực đại giảm rất nhiều vì mômen tỉ lệ với bình phương điện áp.

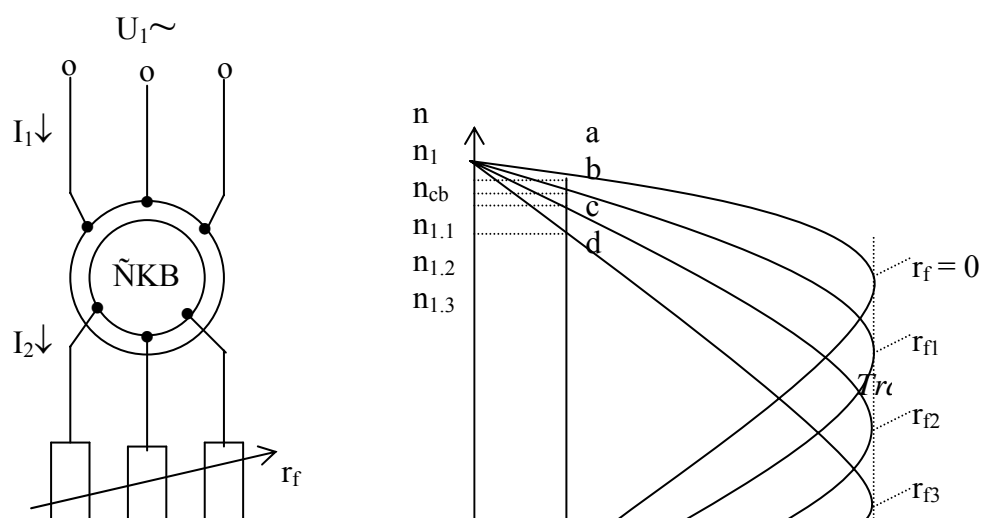
CHƯƠNG 2

ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BẰNG CÁCH THAY ĐỔI ĐIỆN TRỞ PHỤ MẠCH ROTO

I. NGUYÊN LÝ ĐIỀU CHỈNH KHI THAY ĐỔI ĐIỆN TRỞ PHỤ TRÊN MẠCH ROTO

Đây là phương pháp điều chỉnh tốc độ đơn giản và được sử dụng rộng rãi trong thực tế nhất là đối với các động cơ không đồng bộ roto dây quấn.

Sơ đồ nguyên lý và đặc tính cơ của động cơ khi thay đổi điện trở phụ mạch roto như hình 2-1.



a)

b)

Hình 2-1

a) Sơ đồ nguyên lý

b) Đặc tính cơ của động cơ khi thay đổi điện trở phụ.

Khi động cơ đang làm việc ở trạng thái xác lập với tốc độ n . Muốn điều chỉnh tốc độ của động cơ, ta đóng điện trở phụ vào cả ba pha của roto. Tại thời điểm bắt đầu đóng điện trở phụ vào thì tốc độ động cơ chưa kịp thay đổi, lúc này dòng và mômen giảm nên tốc độ động cơ giảm. Nhưng khi tốc độ giảm thì độ trượt sẽ tăng nên sức điện động cảm ứng trên mạch roto E_2 tăng, do đó dòng ở mạch roto và **mômen** tăng làm cho tốc độ của động cơ tăng.

Khi đưa điện trở phụ vào mạch roto thì hệ số trượt ứng với mômen cực đại lúc này là:

$$S_{tf} = \frac{\pm r'_2 + r'_f}{\sqrt{r_1^2 + r_n^2}} \quad (2-1)$$

Do đó, khi thay đổi điện trở phụ r_f trong mạch roto thì hệ số trượt S_{tf} sẽ thay đổi và làm cho tốc độ động cơ thay đổi.

Từ các đường đặc tính trên hình vẽ (2-1), ta thấy với trị số phụ tải không đổi, r_f càng lớn thì động cơ làm việc với tốc độ càng thấp.

$$\begin{aligned} r_{f1} &< r_{f2} < r_{f3} \\ n_{cb} &> n_1 > n_2 > n_3 \end{aligned}$$

Khi M_c bằng hằng số thì động cơ làm việc xác lập tương ứng với các điểm a, b, c, d.

Tốc độ của động cơ càng thấp thì tổn hao càng lớn, độ cứng của đường đặc tính cơ bị giảm. Khi cho điện trở phụ vào càng lớn thì phạm vi điều chỉnh tốc độ phụ thuộc vào trị số phụ tải và phụ tải càng lớn thì phạm vi điều chỉnh càng hẹp.

II. PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN TRỞ MẠCH ROTO BẰNG CÁC VAN BÁN DẪN.

Phương pháp này điều chỉnh tốc độ với ưu điểm là dễ dàng tự động hóa.

Điện trở trong mạch ro to động cơ không đồng bộ:

$$r_2 = r_{2d} + r_f \quad (2-2)$$

Trong đó:

r_{2d} điện trở dây quấn roto

r_f điện trở phụ mắc thêm vào mạch roto

Mômen của động cơ không đồng bộ có thể tính theo dòng điện roto là:

$$M = \frac{3I_2^2 r_2}{n.s} \quad (2-3)$$

Khi điều chỉnh giá trị điện trở mạch roto thì mômen tới hạn của động cơ không đổi còn độ trượt tới hạn tỉ lệ bậc nhất với điện trở.

Nếu xem đoạn đặc tính làm việc của động cơ không đồng bộ, tức là đoạn có độ trượt $S = 0$ đến $S = S_t$ là thẳng thì khi điều chỉnh điện trở, ta có thể viết:

$$s = s_i \frac{r_2}{r_{2d}}, M = const \quad (2-4)$$

Trong đó:

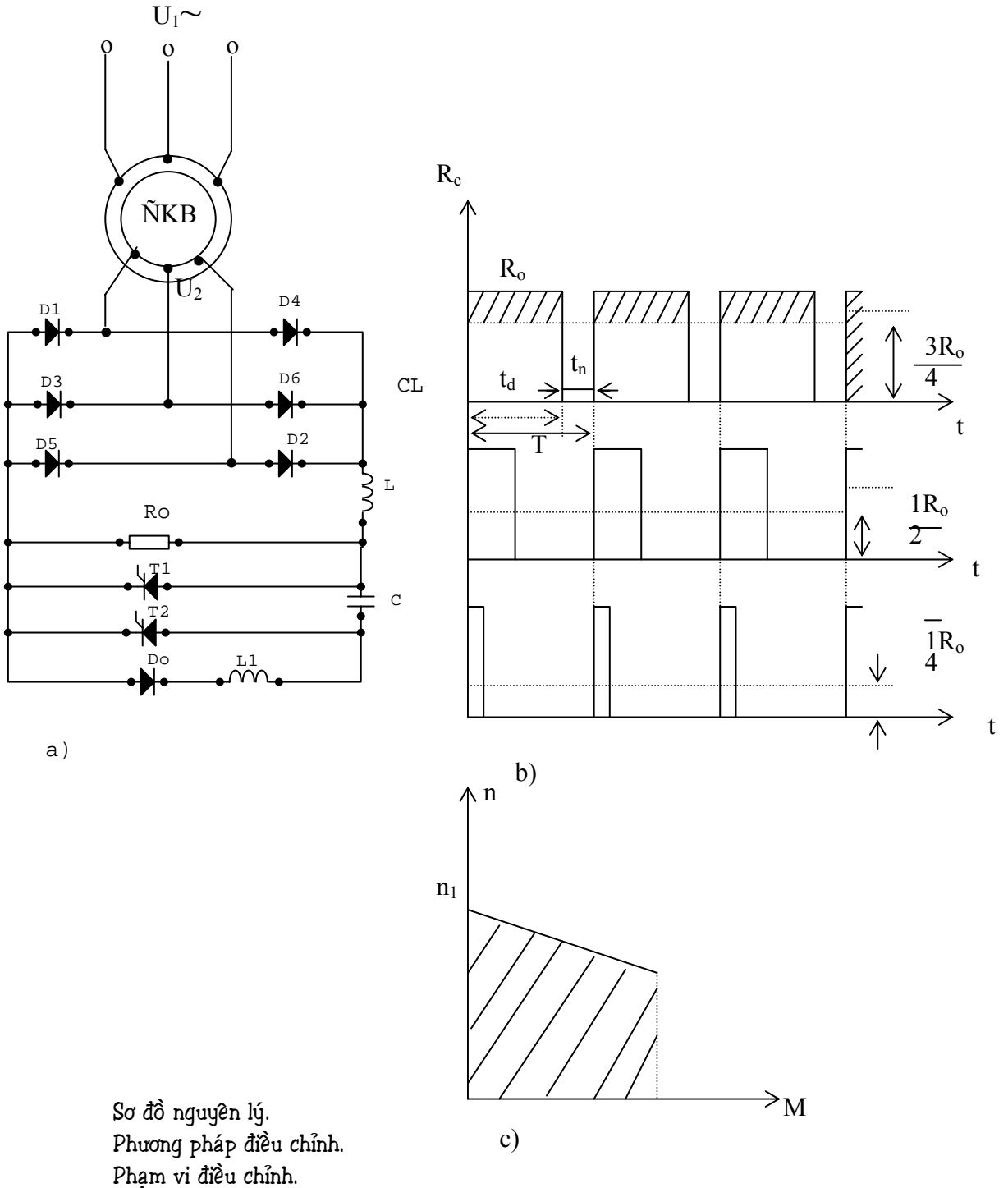
S là độ trượt khi điện trở mạch roto là r_2 .

S_i là độ trượt khi điện trở mạch roto là r_{2d} .

thay (2-4) vào (2-3), ta được biểu thức mômen.

$$M = \frac{3I_2^2 r_{2d}}{n.S_i} \quad (2-5)$$

Nếu giữ dòng điện roto không đổi thì mômen cũng không đổi và không phụ thuộc vào tốc độ của động cơ. Sơ đồ nguyên lý điều chỉnh điện trở mạch roto bằng phương pháp xung như hình 2-2



Hình 2-2.

- a) Sơ đồ nguyên lý.
- b) Phương pháp điều chỉnh.
- c) Phạm vi điều chỉnh.

Điện áp U_2 được chỉnh lưu bởi cầu diode chỉnh lưu qua cuộn kháng lọc L được cấp vào mạch điều chỉnh gồm điện trở R_o nối song song với T_1 sẽ được đóng ngắt một cách chu kỳ nhằm điều chỉnh giá trị trung bình của điện trở toàn mạch.

Hoạt động của mạch như sau:

Khi khóa T_1 ngắt điện trở R_o được đóng vào mạch, dòng điện roto giảm với tần số đóng ngắt nhất định. Nhờ điện cảm L mà dòng điện roto coi như không đổi và khi T_1 đóng thì điện trở R_o bị loại ra khỏi mạch, dòng điện roto tăng lên, ta có giá trị tương đương điện trở R_c và thời gian ngắt $t_n = T \cdot t_d$.

Nếu điều chỉnh tỉ số giữa thời gian ngắt và thời gian đóng t_d thì ta điều chỉnh được giá trị điện trở trong mạch roto.

$$R_c = \frac{t_n}{t_n + t_d} R_o \quad (2-6)$$

Điện trở tương đương R_c trong mạch một chiều được tính đối về mạch xoay chiều ba pha ở roto theo qui tắc bảo toàn công suất.

Tổn hao trong mạch roto:

$$\Delta P = T_d^2 (2 R_{2d} + R_c) \quad (2-7)$$

$$\Delta P = 3 I_2^2 (R_{2d} + R_f) \quad (2-8)$$

Cơ sở để tính đối tổn hao công suất là như nhau, nên:

$$T_d^2 (2 R_{2d} + R_c) = 3 I_2^2 (R_{2d} + R_f)$$

Với sơ đồ chỉnh lưu cầu ba pha thì :

$$I_d = 1,5 I_2^2 \quad (2-9)$$

nên:

$$R_f = \frac{1}{2} R_c \quad (2-10)$$

Khi có điện trở tính đối, ta dễ dàng dựng được đặc tính cơ theo phương pháp thông thường. Họ đặc tính cơ này quét kín phần mặt phẳng giới hạn bởi đặc tính cơ tự nhiên và đặc tính cơ có điện trở phụ $R_f = R_o / 2$

Với sơ đồ hình 2-2, muốn mở rộng phạm vi điều chỉnh ta có thể mắc nối tiếp với điện trở R_o một tụ điện đủ lớn.

III. NHẬN XÉT VÀ ỨNG DỤNG

1. Nhận Xét.

Phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ ba pha bằng cách thay đổi điện trở phụ mạch roto có các ưu điểm sau:

- Có tốc độ phân cấp.
- Tốc độ điều chỉnh nhỏ hơn tốc độ cơ bản.
- Tự động hóa trong điều chỉnh được dễ dàng.
- Hạn chế được dòng mở máy.
- Làm tăng khả năng mở máy của động cơ khi đưa điện trở phụ vào mạch roto
- Các thao tác điều chỉnh đơn giản.
- Giá thành chi phí vận hành, sửa chữa thấp.

Mặc dù có các ưu điểm như trên nhưng vẫn còn các nhược điểm sau:

- Tốc độ ổn định kém
- Tổn thất năng lượng lớn.

2. **Ứng Dụng**

Đây là phương pháp được sử dụng rộng rãi, mặc dù không được kinh tế lắm. Thường được dùng đối với các hệ thống làm việc ngắn hạn hay ngắn hạn lặp lại và dùng trong các hệ thống với yêu cầu tốc độ không cao như cầu trục, cơ cấu nâng, cần trục, thang máy và máy xúc ...

CHƯƠNG 3

ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BẰNG CÁCH THAY ĐỔI SỐ ĐÔI CỰC

I. NGUYÊN LÝ KHI THAY ĐỔI SỐ ĐÔI CỰC

Trong nhiều trường hợp các cơ cấu sản xuất không yêu cầu phải điều chỉnh tốc độ bằng phẳng mà chỉ cần điều chỉnh có cấp.

Đối với động cơ không đồng bộ ba pha, ta có tốc độ của từ trường quay:

$$n_1 = \frac{60 f_1}{P} \quad (3-1)$$
$$(3-2)$$

$$n = n_1 (1-s)$$

Do đó khi thay đổi số đôi cực thì n_1 sẽ thay đổi, vì vậy tốc độ của động cơ thay đổi.

Để thay đổi số đôi cực P ta thay đổi cách đấu dây và cũng là cách thay đổi chiều dòng điện đi trong các cuộn dây mỗi pha stato của động cơ.

Khi thay đổi số đôi cực ta chú ý rằng số đôi cực ở stato và roto là như nhau. Nghĩa là khi thay đổi số đôi cực ở stato thì ở roto cũng phải thay đổi theo. Do đó rất khó thực hiện cho động cơ roto dây quấn, nên phương pháp này chủ yếu dùng cho động cơ không đồng bộ roto lồng sóc và loại động cơ này có khả năng tự biến đổi số đôi cực ở roto để phù hợp với số đôi cực ở stato.

Đối với động cơ có nhiều cấp tốc độ, mỗi pha stato phải có ít nhất là hai nhóm bố trí dây trở lên hoàn toàn giống nhau. Do đó càng nhiều cấp tốc độ thì kích thước, trọng lượng và giá thành càng cao vì vậy trong thực tế thường dùng tối đa là bốn cấp tốc độ.

II. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐỔI NỐI DÙNG ĐỂ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ.

1. Đổi Nối Cuộn Stato Từ Sao Y Sang Sao Kép YY

Từ biểu thức (3-1), khi thay đổi số đôi cực thì ta sẽ điều chỉnh được tốc độ của động cơ, do đó trong cách đổi nối này ta có quan hệ về tốc độ đồng bộ như sau:

$$\frac{n_{1YY}}{n_{1Y}} = 2 \quad (3-3)$$

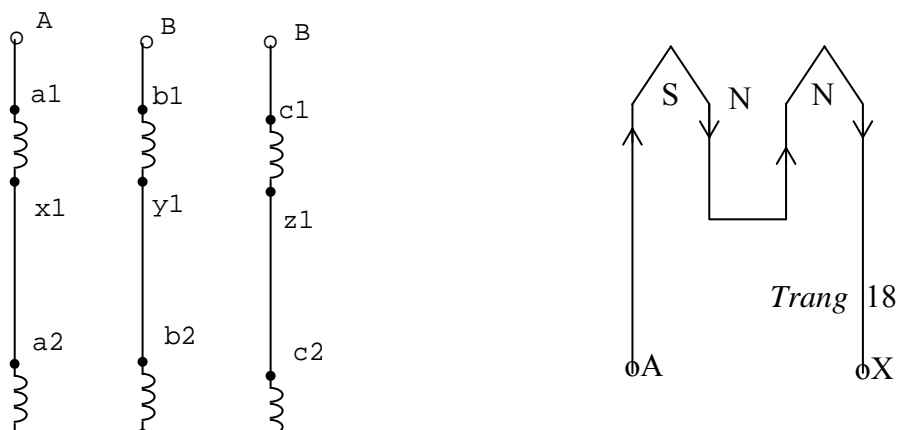
Để dựng đặc tính điều chỉnh, ta cần phải xác định được các trị số M_t , S_t và khi thực hiện nối sao Y thì hai cuộn dây stato đấu nối tiếp nên:

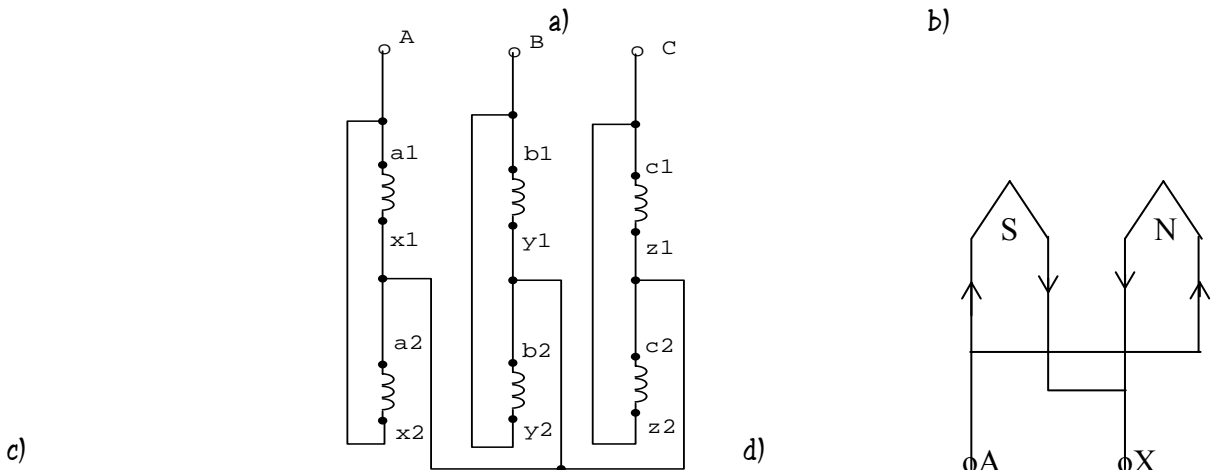
$$\begin{aligned} R_{1Y} &= 2r_1 ; X_{1Y} = 2x_1 \\ R_{2Y} &= 2r_2 ; X_{2Y} = 2x_2 \\ X_{nY} &= 2x_n \end{aligned} \quad (3-4)$$

Trong đó :

r_1, x_1, r_2, x_2 là điện trở, điện kháng mỗi đoạn dây stato và roto.

Sơ đồ đổi nối cuộn dây stato từ sao sang sao kép như hình 3-1.





Hình 3-1. Sơ đồ nguyên lý đấu cuộn stato và sơ đồ khai triển một pha của cách đấu sao Y sang sao kép YY.

- (a) và (b) Khi đấu sao
 (b) và (d) Khi đấu sao kép

Như vậy ta có điện áp trên dây quấn mỗi pha là:

$$U_1 = \frac{U_d}{\sqrt{3}} \quad (3-5)$$

Khi đấu sao Y:

$$S_{tY} = \frac{r'_2}{\sqrt{r_1^2 + x_n^2}} \quad (3-6)$$

$$M_{tY} = \frac{3U_1^2}{\frac{4n_{1Y}}{9,55} (r_1 + \sqrt{r_1^2 + x_n^2})} \quad (3-7)$$

Công suất tiêu thụ từ lưới là:

$$P_1 = 3U_1 I_{\text{rms}} \cos \varphi_Y \eta_Y \quad (3-8)$$

Khi nối sao kép YY thì hai cuộn dây nối song song nên:

$$\begin{aligned} R_{1YY} &= \frac{r_1}{2}; X_{1YY} = \frac{x_1}{2} \\ R_{2YY} &= \frac{r_2}{2}; X_{2YY} = \frac{x_2}{2} \end{aligned} \quad (3-9)$$

Lúc đó, ta tính được

$$S_{iYY} = \frac{r_1'^2}{P_{YY} \sqrt{2.3.U_1 I_{\text{rms}} \cos \varphi_{YY} \eta_{YY}}} \quad (3-10)$$

$$M_{iYY} = \frac{3U_1^2}{\frac{2n_{1YY}}{9,55} \left(r_1 + \sqrt{r_1^2 + x_n^2} \right)} \quad (3-11)$$

So sánh biểu thức (3-7) và (3-11)

Ta được:

$$\frac{M_{iYY}}{M_{iY}} = \frac{4n_{1Y}}{2n_{1YY}} = 2$$

$$\text{Vậy } M_{tYY} = 2M_{tY} \quad (3-13)$$

Từ biểu thức (3-8) và (3-12), nếu xem $\cos \varphi_Y = \cos \varphi_{YY}$

Ta được:

$$\frac{P_{YY}}{P_Y} = 2$$

$$\text{Vậy } P_{YY} = 2P_Y \quad (3-14)$$

So sánh biểu thức (3-6) và (3-10), ta có

$$S_{tY} = S_{tYY} \quad (3-15)$$

Ngoài ra ta có biểu thức :

$$P = n.M \quad (3-15a)$$

Trong đó:

P Công suất tiêu thụ của động cơ.

M Mômen quay của động cơ.

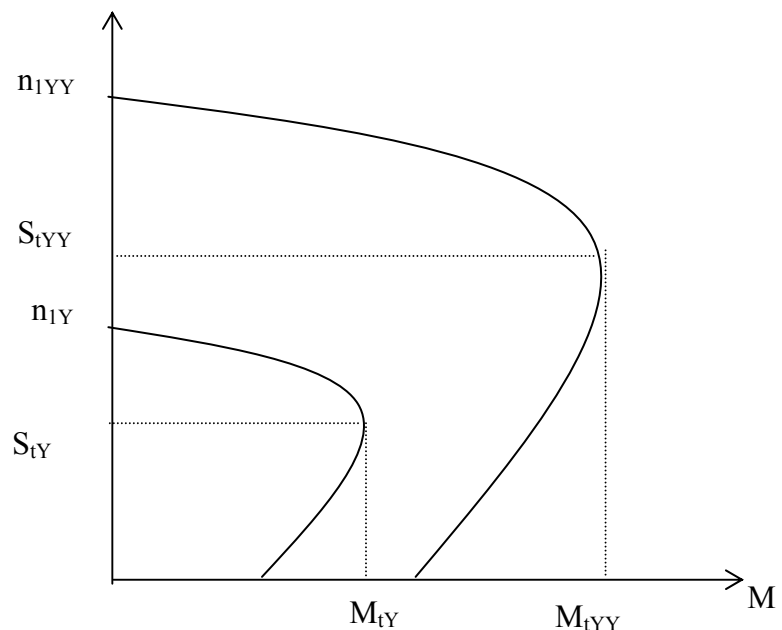
n Tốc độ góc của roto.

Do đó:

Thay $\frac{P_{tYY}}{P_{tY}} = \frac{n_{YY}}{n_Y} \frac{M_{tYY}}{M_{tY}} \frac{P_{YY}}{P_Y} = 2$ vào (3-16), ta có

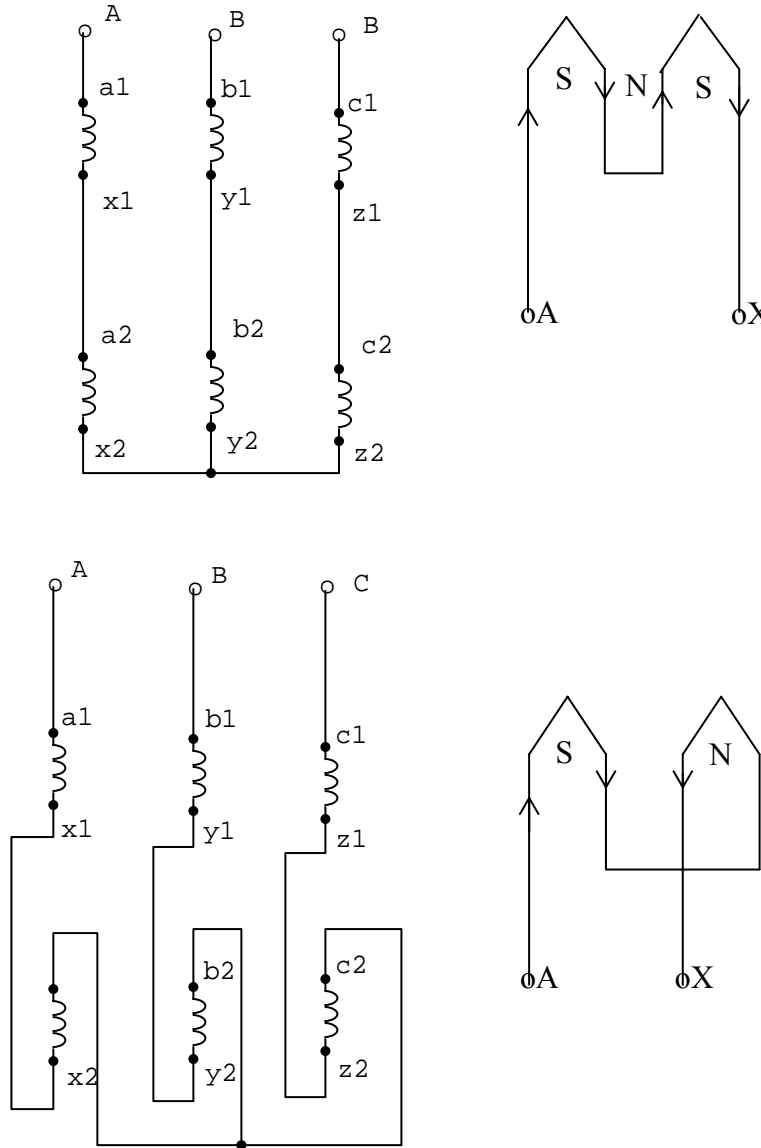
$$\frac{M_{tYY}}{M_{tY}} = \frac{2}{2} = 1$$

Như vậy khi đổi từ sao sang sao kép, mômen quay của động cơ không đổi (3-17) công suất thì tăng gấp hai lần. Với các biểu thức đã phân tích như trên, ta dựng được đặc tính cơ như hình 3-3



Hình 3-3. Đặc tính cơ khi đổi cuộn stato từ sao sang sao kép.

2. Đổi Nối Cuộn Stato Từ Sao Sang Sao Ngược.



Hình 3-4 Sơ đồ nguyên lý đấu cuộn stato và sơ đồ khai triển một pha của cách đấu sao và sao ngược.

Trong cách nối này, ta cũng có quan hệ về tốc độ đồng bộ như sau:

Khi nối sao sang sao nữa ngược, ta có:

$$\frac{n_{1Y1/2ng}}{n_{1Y}} = 2 \quad (3-18)$$

* khi nối sao.

$$U_{1Y} = \frac{U_d}{\sqrt{3}} \quad (3-18a)$$

$$S_{1Y} = \frac{r_1'^2}{\sqrt{r_1'^2 + x_n'^2}} \quad (3-19)$$

$$M_{1Y} = \frac{3U_{1Y}^2}{\frac{2n_{1Y}}{9,55} (r_1 + \sqrt{r_1'^2 + x_n'^2})} \quad (3-20)$$

$$P_Y = 3 \cdot U_{1Y} \cdot I_{\text{fm}} \cdot \cos \varphi_{Y1} \eta_Y \quad (3-21)$$

* Khi nối sang sao nữa ngược:

Khi đổi nối thành sao nữa ngược thì hai cuộn dây stato cũng đấu nối tiếp nên:

$$S_{1Y1/2ng} = \frac{r_1'^2}{\sqrt{r_1'^2 + x_n'^2}} = S_{1Y} \quad (3-22)$$

$$M_{1Y1/2ng} = \frac{3U_{1Y}^2}{\frac{4n_{1Y1/2ng}}{9,55} (r_1 + \sqrt{r_1'^2 + x_n'^2})} \quad (3-23)$$

$$\quad (3-24)$$

$$P_{Y1/2ng} = 3U_{1Y} I_{\text{fm}} \cos \varphi_{Y1/2ng} \eta_{Y1/2ng}$$

Từ (3-20 và (3-23), ta có quan hệ:

$$\frac{M_{tY1/2ng}}{M_{tY}} = \frac{n_{tY}}{n_{tY1/2}} = \frac{1}{2} \quad (3-25)$$

$$\text{Vậy } M_{tY} = 2 M_{tY1/2ng} \quad (3-26)$$

Từ (3-21) và (3-24), ta có:

$$\frac{P_{Y1/2ng}}{P_Y} = 1 \quad (3-27)$$

$$P_{Y1/2ng} = P_Y \quad (3-28)$$

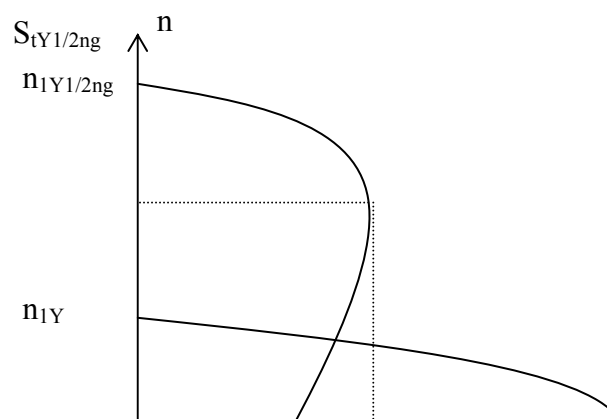
Theo biểu thức (3-15a), ta có:

$$\frac{P_{Y1/2ng}}{P_Y} = \frac{n_{Y1/2ng}}{n_Y} \frac{M_{Y1/2ng}}{M_Y} \quad (3-29)$$

Thay (3-27) và (3-18) vào (3-29), ta được:

$$\frac{M_{Y1/2ng}}{M_Y} = \frac{1}{2} \quad (3-30)$$

Như vậy ta dựng được đường đặc tính trên hình 3-4.



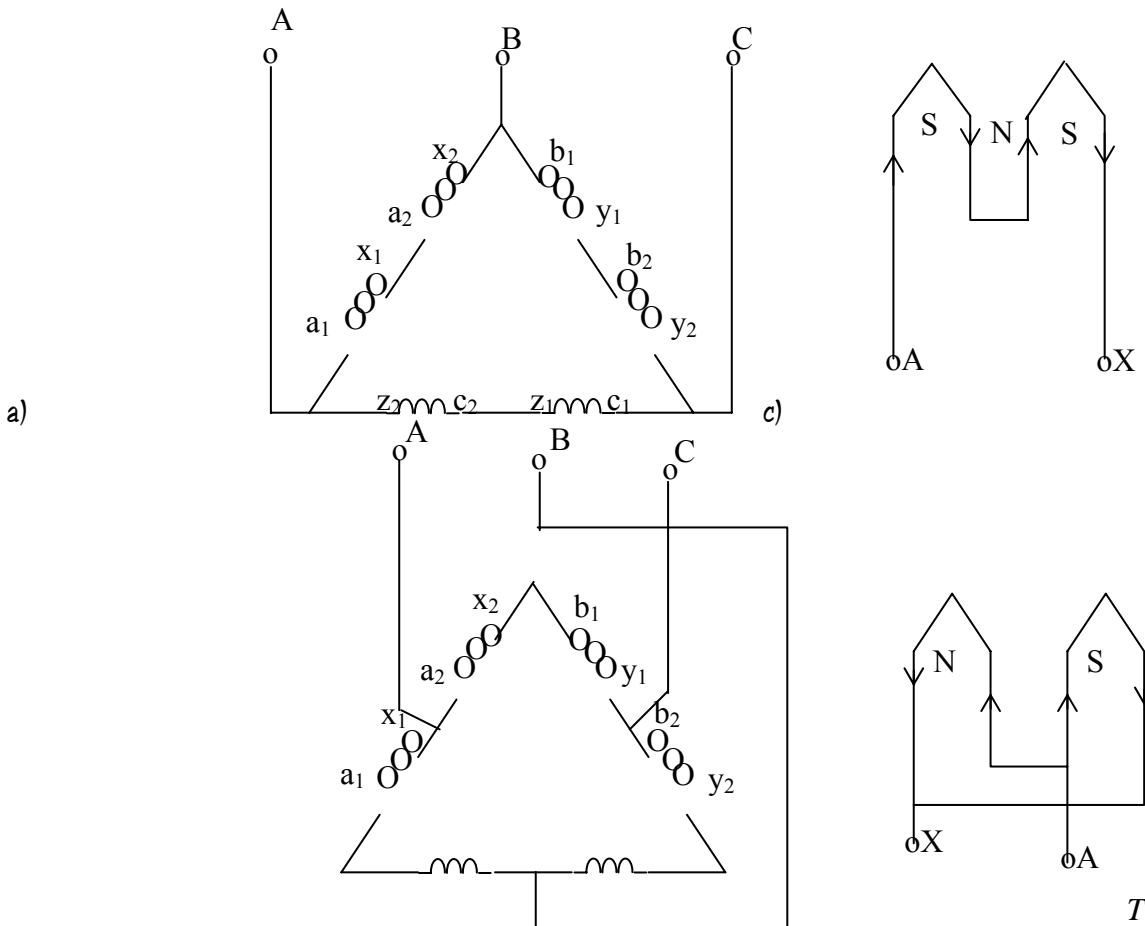
Hình 3-4. Đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ khi đấu sao sang sao nửa ngược.

2. **Đổi Nối Cuộn Stato Từ Tam Giác Δ Sang Sao Kép yy**

Theo cách đấu cuộn dây stato từ tam giác sang sao kép, ta có quan hệ như sau:

$$\frac{n_{1YY}}{n_{1\Delta}} = 2 \quad (3-31)$$

* Sơ đồ đổi nối dây từ tam giác sang sao kép như hình 3-5.



$$Z_2 \quad C_2 \quad Z_1 \quad C_1$$

b)

d)

Hình 3-5.

- a) Sơ đồ đấu dây của cách đấu tam giác.
- b) Sơ đồ đấu dây của cách đấu sao kép.
- c) Sơ đồ đẳng trị một pha của cách đấu tam giác.
- d) Sơ đồ đẳng trị một pha của cách đấu sao kép.

Ta nhận thấy khi đấu tam giác hai cuộn dây stato cũng đấu nối tiếp, nên tương tự như cách đấu sao ta tính được các đại lượng như sau:

$$M_{t\Delta} = \frac{3(\sqrt{3}U)^2}{\frac{4n_{1\Delta}}{9,55}(r_1 + \sqrt{r_1^2 + x_n^2})} \quad (3-32)$$

$$S_{t\Delta} = \frac{r'_2}{\sqrt{r_1^2 + x_n^2}} \quad (3-33)$$

$$P_{\Delta} = 3\sqrt{3}U_1 I_{\text{rms}} \cos \varphi_{\Delta} \eta_{\Delta} \quad (3-34)$$

* Trường hợp đấu sao kép cũng tương tự như trên, do đó:

$$S_{tYY} = \frac{r'_2}{\sqrt{r_1^2 + x_n^2}} \quad (3-35)$$

$$M_{tYY} = \frac{3U_1^2}{\frac{2n_{1YY}}{9,55}(r_1 + \sqrt{r_1^2 + x_n^2})} \quad (3-36)$$

$$P_{YY} = 2.3. U_1 I_{\text{rms}} \cos \varphi_{YY} \eta_{YY} \quad (3-37)$$

Từ (3-32) và (3-36), ta được:

$$\frac{M_{iYY}}{M_{i\Delta}} = \frac{1}{2} \quad (3-38)$$

Từ (3-33) và (3-37), ta được:

$$\frac{P_{YY}}{P_{\Delta}} = \frac{2 \cos \varphi_{YY} \eta_{YY}}{\sqrt{3} \cos \varphi_{\Delta} \eta_{\Delta}} = \frac{2}{\sqrt{3}} \approx 1 \quad (3-39)$$

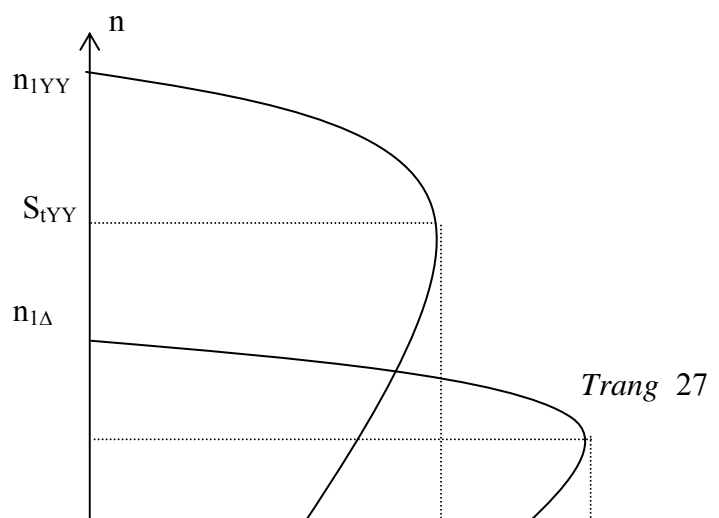
Ngoài ra ta tính được như sau:

$$\frac{P_{\Delta}}{P_{YY}} = \frac{n_{1\Delta} M_{i\Delta}}{n_{1YY} M_{iYY}} \quad (3-40)$$

$$1 = \frac{1}{2} \frac{M_{i\Delta}}{M_{iYY}}$$

$$\text{Vậy } \frac{M_{i\Delta}}{M_{iYY}} = \frac{1}{2} \quad (3-41)$$

Như vậy khi đổi nối từ tam giác sang sao kép, thì công suất không đổi còn mômen giảm, ta được đặc tính cơ như hình 3-6.



$S_{t\Delta}$

Hình 3-6. Đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ khi đổi nối dây quấn stato từ tam giác sang sao kép.

III. NHẬN XÉT VÀ ỨNG DỤNG TRONG CÔNG NGHIỆP

1. Nhận Xét.

Phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng cách thay đổi số đôi cực có ưu điểm sau:

- Thiết bị đơn giản, giá thành hạ.
- Các đường đặc tính cơ đều cứng và tổn thất phụ không đáng kể.
- Động cơ làm việc chắc chắn.
- Điều chỉnh và khống chế tốc độ khá đơn giản.

Nhưng vẫn có các nhược điểm sau:

- Kích thước động cơ lớn.
- Phạm vi điều chỉnh không rộng lắm

$$D_{\max} = 8$$

- Chỉ cho những tốc độ cấp với độ nhảy cấp khá lớn.
- Hiệu suất sử dụng dây quấn thấp.
- Cấu tạo của động cơ tương đối phức tạp, nặng nề và giá thành cao.

2. Ứng Dụng Trong Công Nghiệp.

Đây là phương pháp được ứng dụng trong các máy như máy mài vạn năng, thang máy nhiều tầng, máy nâng trong hầm mỏ và còn dùng trong một số máy cắt kim loại, bơm ly tâm và quạt thông gió.

CHƯƠNG 4

ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BA PHA BẰNG CUỘN KHÁNG BẢO HÒA

I. KHÁI NIỆM VỀ CUỘN KHÁNG BẢO HÒA

Cuộn kháng bảo hòa là thiết bị điện từ có trị số điện kháng biến đổi được. Về mặt cấu tạo, cuộn kháng có ba bộ phận chính:

- *Lõi sắt*
Được làm thành hai lõi giống nhau, để khử ảnh hưởng của từ thông xoay chiều đối với cuộn một chiều.
- *Cuộn làm việc W_{lv}*
Được nối tiếp với phụ tải Z_{pt} . Cuộn làm việc có điện kháng thay đổi được.
- *Cuộn khống chế W_{kc}*
Cuộn kháng có ba đến bốn cuộn dùng khống chế. Trong đó một cuộn khống chế chủ đạo, các cuộn còn lại dùng thực hiện phản hồi trong hệ thống truyền động điện. Quấn lên hai lõi sắt, được đặt vào điện áp một chiều tạo ra dòng khống chế I_{kc} . Để điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng cuộn kháng bảo hòa người ta dùng cuộn kháng bảo hòa ba pha, hoặc ba cuộn kháng bảo hòa một pha có điều khiển đồng thời, mắc ở mạch stato hoặc roto theo sơ đồ nguyên lý hình 4-1

Ta thấy cả hai trường hợp khi mắc vào mạch stato hay roto đều có chung một ý nghĩa là đưa thêm vào mạch của động cơ một lượng điện kháng $x_{đk}$ làm cho mômen tới hạn và độ trượt tới hạn giảm nhỏ đi theo phương trình như sau:

$$M_t = \frac{3U_1^2}{\frac{2n_1}{9,55}(x_n + x_{ck})} \quad (4-1)$$

$$s_t = \frac{\pm r'_2}{x_n + x_{ck}} \quad (4-2)$$

Trong đó:

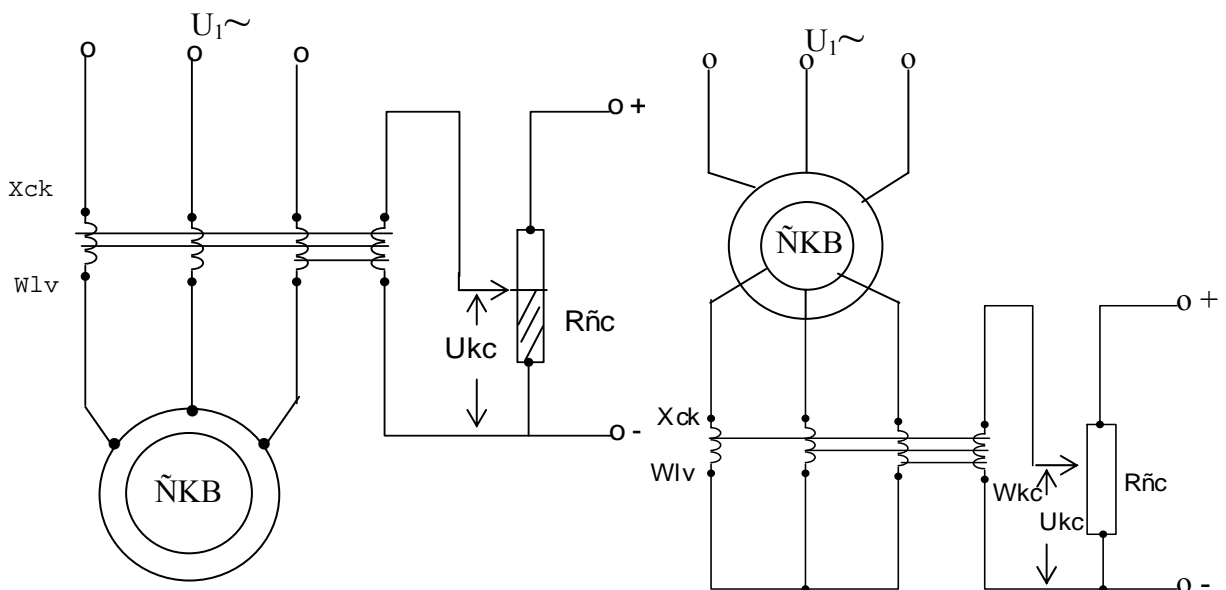
- U_1 Điện áp pha của lưới điện đặt vào động cơ.
- $x_{đk}$ Điện kháng của cuộn kháng bảo hòa.
- x_n Điện kháng ngắn mạch của động cơ.
- r'_2 Điện trở roto tính đổi về stato.
- M_t Mômen tới hạn của động cơ.
- s_t Độ trượt tới hạn của động cơ.

Trong thực tế khi mắc cuộn kháng bảo hòa vào mạch stato động cơ có các ưu điểm sau:

- Giảm được tổn thất động cơ
- Hệ số công suất lớn.

Khi mắc cuộn kháng bảo hòa vào mạch roto hình 4-1b. Mặc dù có giảm chỉ tiêu năng lượng nhưng vẫn có các khuyết điểm sau:

Quán tính hệ thống lớn làm cho hệ số công suất $\cos\phi$ giảm sinh ra tổn hao trên điện trở phụ.



a) b)
Hình 4-1. Sơ đồ nguyên lý điều chỉnh tốc độ bằng cuộn kháng bảo hòa.

- a) Mắc ở mạch stato
b) Mắc ở mạch roto

II. PHƯƠNG TRÌNH VÀ DẠNG ĐẶC TÍNH CƠ.

Phương trình đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ có dạng:

$$M = \frac{2M_t(1 + \varepsilon)}{\frac{S}{S_t} + \frac{S_t}{S} + 2\varepsilon} \quad (4-3)$$

Trong đó:

$$M_t = \frac{3U_1^2}{\frac{2n_1}{9,55}(r_1 + \sqrt{r_1^2 + x_n^2})} \quad (4-4)$$

$$S_t = \frac{\pm r'_2}{\sqrt{r_1^2 + x_n^2}} \quad (4-5)$$

$$\varepsilon = \frac{r_1}{\sqrt{r_1^2 + x_n^2}} \quad (4-6)$$

Khi mắc cuộn kháng bảo hòa vào stato, ta được như sau:

$$M_t = \frac{3U_1^2}{\frac{2n_1}{9,55} \left[(r_1 + r_{ck}) + \sqrt{(r_1 + r_{ck})^2 + (x_n + x_{ck})^2} \right]} \quad (4-7)$$

$$S_t = \frac{\pm r'_2}{\sqrt{(r_1 + r_{ck})^2 + (x_n + x_{ck})^2}} \quad (4-8)$$

$$\varepsilon = \frac{r_1 + r_{ck}}{\sqrt{(r_1 + r_{ck})^2 + (x_n + x_{ck})^2}} \quad (4-9)$$

Khi mắc cuộn kháng bảo hòa vào roto, ta có:

$$M_t = \frac{3U_1^2}{\frac{2n_1}{9,55} \left[r_1 + \sqrt{r_1^2 + (x_n + x_{ck})^2} \right]} \quad (4-11)$$

$$S_t = \frac{\pm (r_1^2 + r_{ck})}{\sqrt{r_1^2 + (x_n + x_{ck})^2}} \quad (4-12)$$

$$\varepsilon = \frac{r_1 + r_{ck}}{\sqrt{r_1^2 + (x_n + x_{ck})^2}} \quad (4-13)$$

Trong đó:

R_{ck}, x_{ck} là điện trở, điện kháng mỗi pha của cuộn dây làm việc khi có cuộn kháng bảo hòa.

$$x_{ck} = 2\pi f L_{ck} \quad (4-13)$$

f là tần số của stato hay roto tùy theo khi mắc cuộn kháng bảo hòa ở stato hay roto.

L_{ck} trị số điện cảm mỗi pha của cuộn kháng bảo hòa.

$$L_{ck} = 10^{-8} \frac{W_{lv}^2 S}{l} \mu \quad (4-14)$$

S là tiết diện lõi sắt

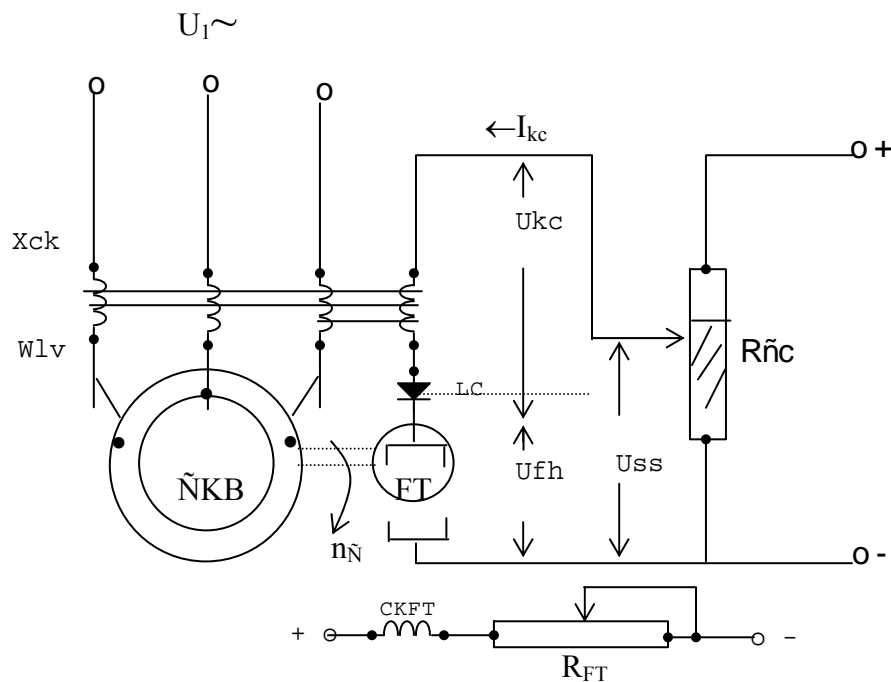
l chiều dài trung bình của mạch từ.

IV.

PHƯƠNG PHÁP DÙNG CUỘN KHÁNG BẢO HÒA ĐỂ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ.

Để điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cuộn kháng bảo hòa người ta thay đổi dòng điện từ hóa của cuộn kháng (dòng khống chế I_{kc}). Khi I_{kc} tăng thì x_{ck} giảm, điện áp đặt vào động cơ tăng lên và khi I_{kc} giảm thì x_{ck} tăng, điện áp đặt vào động cơ giảm. Sau đây ta khảo sát các trường hợp sau:

1. **Hệ Thống Cuộn Kháng Bảo Hoà - Động Cơ Dùng Khâu Phản Hồi Âm Tốc Độ.**
 Để tăng khả năng điều chỉnh tốc độ động cơ ta dùng sơ đồ nguyên lý phản hồi âm tốc độ như hình 4-2. Đây là hệ thống trong đó lượng phản hồi được thực hiện bằng máy phát tốc.



Hình 4- 2. Sơ đồ nguyên lý dùng khâu phản hồi âm tốc độ.

* Nguyên lý làm việc:

Ta có:

Sức điện động của máy phát:

$$E_{FT} = U_{fh} = K_E \phi_{FT} n_{\Phi} \quad (4-15)$$

Dòng khống chế:

$$I_{kc} = \frac{U_{kc}}{R_{kc}} \quad (4-16)$$

Điện áp khống chế:

$$U_{kc} = U_{ss} \cdot U_{fh} \quad (4-17)$$

Trong đó:

U_{ss} Điện áp so sánh do nguồn ngoài đặt vào dùng để thay đổi dòng không chế.

U_{th} Điện áp phản hồi âm tốc độ do máy phát tốc cung cấp.

Muốn điều chỉnh tốc độ động cơ n, thay đổi trị số điện trở điều chỉnh. Khi giảm R_{đc} thì U_{ss} giảm, U_{kc} giảm, do đó I_{kc} giảm, lúc này cuộn kháng làm việc ở trạng thái kém bão hòa nên $\mu = dB/dH$ tăng, x_{ck} tăng, U_{kc} tăng do vậy tốc độ động cơ n_Đ giảm và khi tăng R_{đc} thì quá trình diễn ra ngược lại.

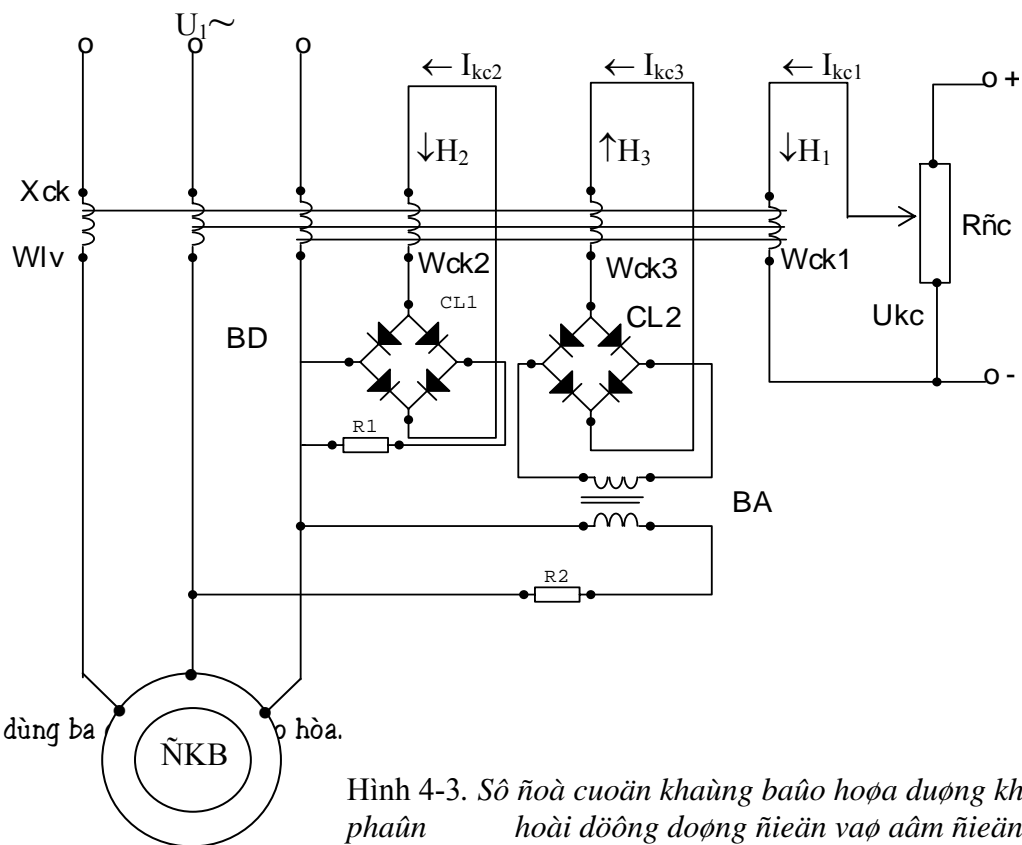
* Khả năng tự ổn định điều chỉnh tốc độ:

Chẳng hạn khi cơ cấu sản xuất cần tốc độ yêu cầu không đổi (n_{yc} = const) nhưng vì lý do nào đó đột nhiên phụ tải M_c giảm xuống, tốc độ động cơ tăng lên, U_{th} tăng, U_{kc} giảm, I_{kc} giảm, μ tăng, x_{ck} tăng, nên U_Đ = U - U_{ck} giảm và n_Đ giảm về vị trí ban đầu.

Khi phụ tải M_c tăng làm tốc độ động cơ giảm và quá trình diễn ra ngược lại.

2. Hệ Thống Cuộn Kháng Bảo Hoà - Động Cơ Dùng Khâu Phản Hồi Dương Dòng Điện Và Âm Điện Áp

Sơ đồ nguyên lý như hình 4-3.



Sơ đồ trên hình 4-3 dùng ba ãKB ã hòa.

Trong đó:

W_{ck1} Cuộn kháng chủ đạo tạo ra từ trường H₁.

W_{ck2} Cuộn phản hồi dương dòng điện được cung cấp điện một chiều thông qua máy biến dòng BD và bộ chỉnh lưu CL₁ tạo ra cường độ từ trường H₂ cùng chiều với H₁.

W_{ck3} Cuộn phản hồi âm điện áp được cung cấp điện nhờ máy biến áp BA và bộ chỉnh lưu CL₂ tạo ra từ trường H₃ ngược chiều với H₁.

BA: Máy biến áp

BD: Máy biến dòng

Hình 4-3. Sơ ão cuộn kháng bảo hòa dùng khâu phản hồi ãng dòng điện và ãm ãi

* Nguyên lý làm việc:

Ở trường hợp này ta cũng thay đổi $R_{đc}$ để điều chỉnh tốc độ, ta có:

Từ trường tổng của cuộn kháng:

$$H = H_1 + H_2 \cdot H_3 \quad (4-18)$$

Khi ta giảm $R_{đc}$ thì U_{kc} giảm do đó I_{kc} giảm, cuộn kháng làm việc ở trạng thái kém bảo hòa, x_{ck} tăng, U_{ck} tăng, tốc độ động cơ giảm và khi tăng $R_{đc}$ thì quá trình diễn ra ngược lại.

Ở sơ đồ hình 4-3, khi ta muốn thay đổi hệ số phản hồi dương dòng điện thì thay đổi trị số R_1 và thay đổi hệ số phản hồi âm điện áp thì ta thay đổi trị số R_2 .

* Khả năng tự ổn định tốc độ của hệ thống.

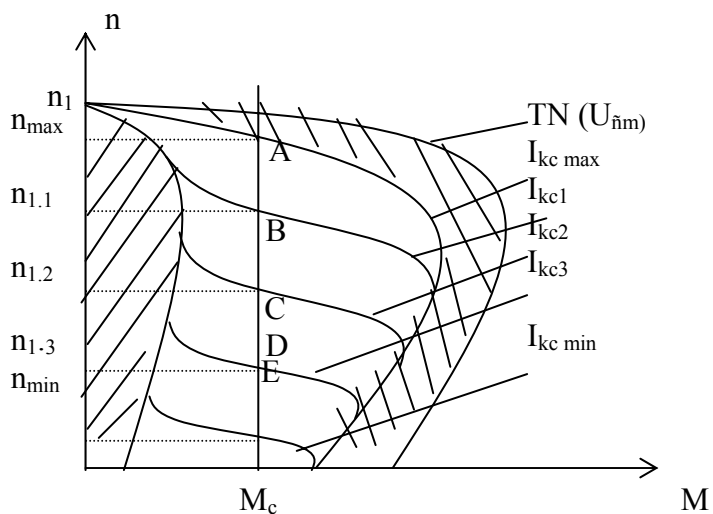
Hệ thống có khả năng tự ổn định tốc độ khi phụ tải thay đổi nhờ có khâu phản hồi dương dòng điện và âm điện áp.

Giả sử khi cần tốc độ không đổi $n_D = n_{yc} = \text{const}$. Đột nhiên phụ tải M_c giảm xuống làm tốc độ n_D tăng lên hơn tốc độ yêu cầu, khi M_c giảm thì I_1 giảm nên H_2 giảm.

Mặt khác, khi I_1 giảm, U_{ck} giảm, U_D tăng, vì vậy H_3 tăng. Mà từ trường tổng

$H = H_1 + H_2 \cdot H_3$ giảm, lúc đó cuộn kháng làm việc ở trạng thái kém bảo hòa, hệ số từ thẩm μ tăng nên x_{ck} tăng và điện áp rơi trên cuộn kháng U_{ck} tăng do đó điện áp đặt vào động cơ U_D giảm làm cho tốc độ động cơ giảm về tốc độ yêu cầu.

Ta có dạng đặc tính cơ như hình 4-4.



Hình 4-4. Dạng đặc tính cơ khi dùng cuộn kháng bảo hòa có khâu phản hồi.

IV. NHẬN XÉT VÀ ỨNG DỤNG TRONG CÔNG NGHIỆP

1. Nhận Xét

Các ưu điểm:

- Phạm vi điều chỉnh tốc độ động cơ tương đối rộng

$$D_{\max} = 8$$

- Quá trình điều chỉnh tốc độ bằng phẳng vì tốc độ động cơ phụ thuộc vào dòng điện không chế mà I_{kc} lại phụ thuộc vào R_{dc} .
- Làm việc chắc chắn, giá thành thấp hơn và không gây ồn.

Các nhược điểm:

- Đối với khâu phản hồi âm tốc độ:
 - Cần phải có máy phát tốc để nối với động cơ điện làm cho sơ đồ phức tạp hơn.
 - Phụ thuộc vào những vị trí xung quanh vì chiếm chỗ lớn.
- Đối với khâu phản hồi dương dòng điện và âm điện áp.
 - Có sai số điện áp đặt vào động cơ do mắc biến áp vào stato.
 - Cần phải có máy biến dòng.

2. Ứng Dụng Trong Công Nghiệp

Phương pháp này thường dùng trong các hệ thống truyền động như cần trục, máy xúc và nhất là đối với những nơi dễ bị cháy nổ như ở mỏ dầu, mỏ than . . .

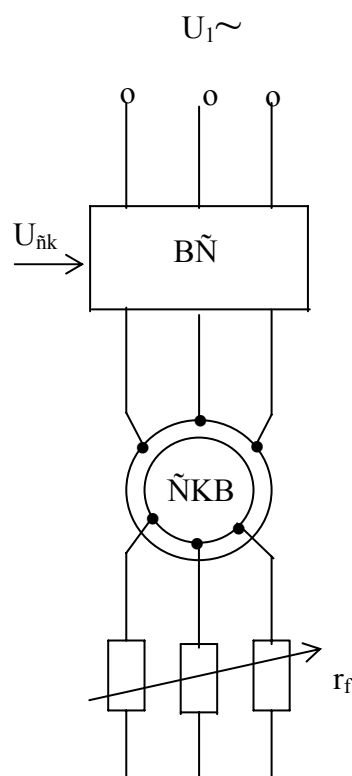
Hệ thống cuộn kháng bảo hòa - động cơ ngày càng được ứng dụng rộng rãi trong điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ và khi sử dụng cuộn kháng bảo hòa để điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ roto dây quấn, người ta kết hợp cuộn kháng bảo hòa với điện trở phụ trong mạch roto nhằm mở rộng phạm vi điều chỉnh.

CHƯƠNG 5

ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BẰNG CÁCH THAY ĐỔI ĐIỆN ÁP

I. NGUYÊN LÝ ĐIỀU CHỈNH

Phương pháp điều chỉnh tốc độ không đồng bộ bằng cách thay đổi điện áp thực hiện như sau:
Để thay đổi điện áp, người ta dùng bộ biến đổi có điện áp ra tùy theo tín hiệu điều khiển đặt vào.
Sơ đồ nguyên lý hình 5-1



Hình 5-1. Sơ đồ nguyên lý điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ

Như hình 5-1, ta thấy:

Nếu bỏ qua tổng trở của nguồn và không dùng điện trở phụ trong mạch roto. Khi điện áp của bộ biến đổi U_2 thì ta được họ đặc tính điều chỉnh như hình

5-2.

Khi đó:

Độ trượt tới hạn giữ nguyên giá trị

$$S_t = \frac{r_1'}{\sqrt{r_1'^2 + x_n'^2}} \quad (5-1)$$

Mômen tới hạn tỉ lệ với bình phương điện áp U_2

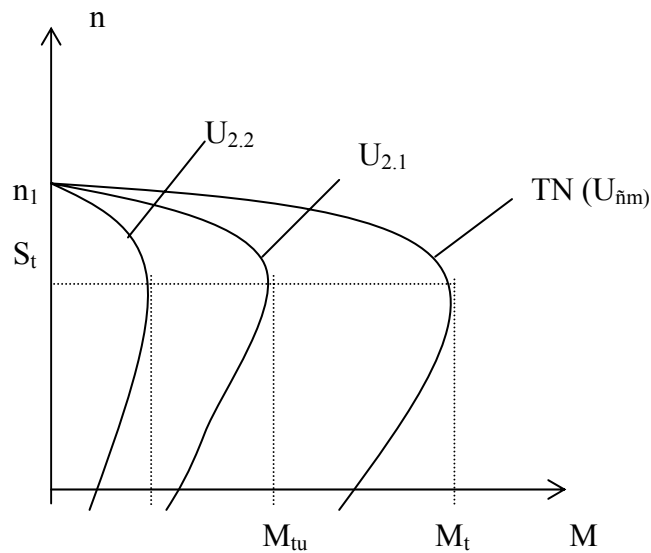
$$M_{tu} = M_t U_2^2 \quad (5-2)$$

Với:

$$M_t = \frac{3U_2^2}{\frac{2n_1}{9,55} (r_1 + \sqrt{r_1^2 + r_n^2})} \quad (5-3)$$

Trong đó:

M_{tu} Mômen tới hạn của động cơ ứng với điện áp điều chỉnh
 U_2 Điện áp ra của bộ biến đổi



Hình 5-2. Dạng đặc tính điều chỉnh khi không dùng điện trở phụ trong mạch roto.

Để cải thiện dạng đặc tính điều chỉnh và giảm bớt mức phát nóng của động cơ. Khi dùng động cơ không đồng bộ roto dây quấn, người ta nối thêm một bộ điện trở phụ vào mạch roto hình 5-1. Khi đó:

Nếu điện áp đặt vào stato là định mức ($U_2 = U_1$) thì ta được đặc tính mềm hơn đặc tính tự nhiên và ta gọi đó là đặc tính giới hạn (đtgh).

Nếu giá trị điện áp đặt vào stato khác với giá trị định mức thì mômen tới hạn lúc điều chỉnh điện áp M_{tu} sẽ thay đổi tỉ lệ với bình phương điện áp còn độ trượt tới hạn thì không đổi, nghĩa là:

$$\begin{aligned} M_{tu} &= M_t U_2^2 \\ S_t &= \text{const} \end{aligned} \quad (5-4)$$

Khi xét đến tổng trở của bộ biến đổi thì việc xác định đặc tính giới hạn có phức tạp. Khi đó ta xem điện trở r_b và điện kháng x_b của bộ biến đổi có giá trị cố định không phụ thuộc vào điện áp U_2 . Lúc đó:

$$\begin{aligned} M_t &= \frac{3U_2^2}{\frac{2n_1}{9,55} \left[(r_1 + r_b) + \sqrt{(r_1 + r_b)^2 + (x_b + x_n)^2} \right]} \quad (5-5) \\ S_t &= \frac{r'_2 + r_f}{\sqrt{(r_1 + r_b)^2 + (x_b + x_n)^2}} \quad \text{Trang } (5-6) \end{aligned}$$

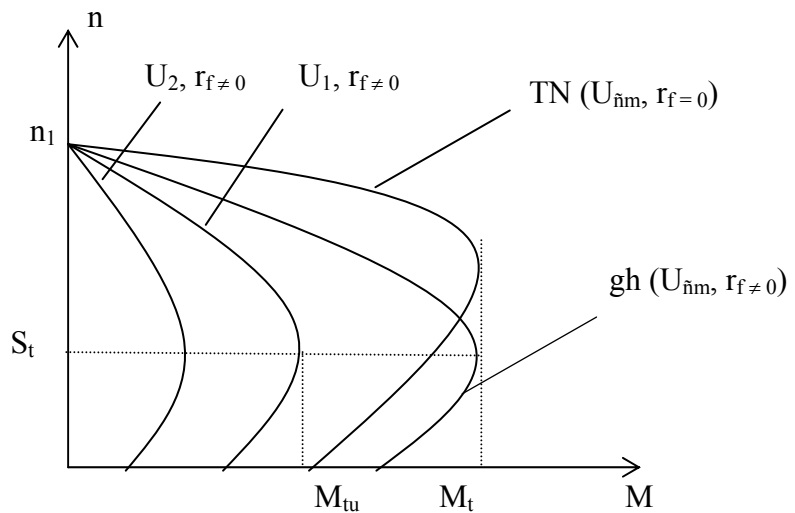
Ta được phương trình đặc tính cơ:

$$M = \frac{2M_t(1 + \varepsilon)}{\frac{S_t}{S} + \frac{S}{S_t} + 2\varepsilon} \quad (5-7)$$

Vôùi

$$\varepsilon = \frac{r_1 + r_b}{\sqrt{(r_1 + r_b)^2 + (x_b + x_n)^2}} \quad (5-8)$$

Dạng đặc tính điều chỉnh trong trường hợp này như hình 5-3.

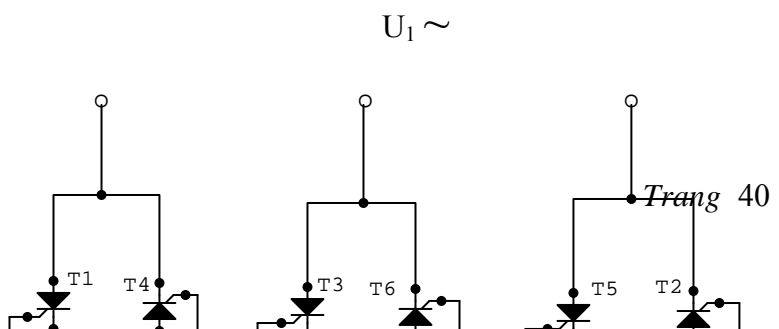


Hình 5-3. Đặc tính điều chỉnh khi dùng điện trở phụ vào mạch roto.

II. PHƯƠNG PHÁP DÙNG BỘ ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP BẰNG THYRISTOR.

Đây là bộ điều chỉnh được ứng dụng ngày càng nhiều trong điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ vì có nhiều ưu điểm so với các bộ biến đổi xoay chiều khác như dùng biến áp tự ngẫu, dùng **khuếch đại** từ, ...

Sơ đồ nguyên lý của hệ dùng bộ điều chỉnh thyristor như hình 5-4.

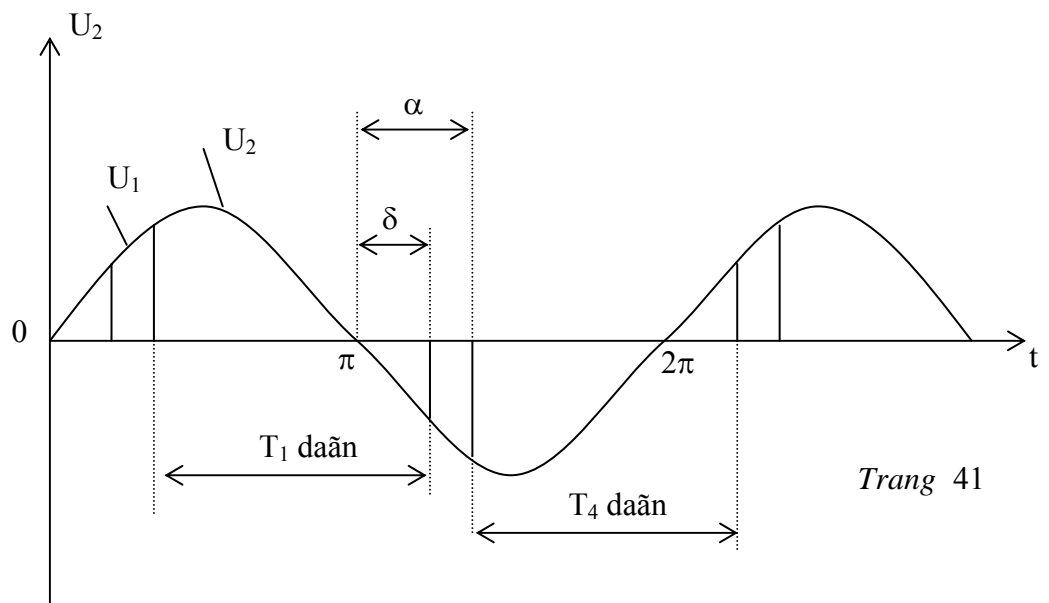


Hình 5-4. Sơ đồ nguyên lý của hệ thống dùng bộ điều chỉnh thyristor.

Bộ điều chỉnh thyristor này tương đối đơn giản gồm sáu thyristor.

Khi ở trạng thái xác lập, các thyristor mở ở những góc kích như nhau và không đổi. Khi đó T_1, T_3, T_5 dẫn ở nửa chu kỳ dương còn T_2, T_4, T_6 dẫn ở nửa chu kỳ âm của lưới điện.

Điện áp đặt vào stato của động cơ U_2 (điện áp ra của bộ biến đổi) là những phần của đường hình sin trên hình 5-5.



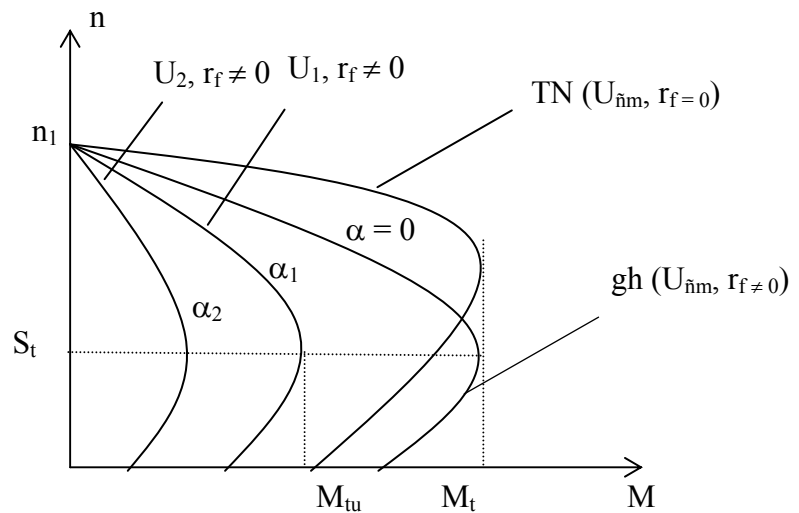
Hình 5-5. Đồ thị điện áp pha ở đầu ra của bộ điều chỉnh thyristor.

Giả thiết đường cong trên hình 5-5 là đồ thị điện áp của pha A đưa vào stato của động cơ qua hai thyristor T_1 và T_4 .

Nếu T_1 mở ở góc $\alpha = 0$ thì T_1 sẽ dẫn cho đến thời điểm π do điện áp lưới dương đặt vào Anot và sau đó vẫn dẫn từ π đến $\pi + \delta$ là nhờ năng lượng điện từ tích lũy trong dây quấn stato.

Tương tự thyristor T_4 dẫn ở nửa chu kỳ âm và góc δ phụ thuộc vào độ trượt S .

Để dựng đặc tính cơ điều chỉnh, ta bỏ qua điện trở của thyristor. Khi thyristor đang dẫn và các đặc tính điều chỉnh ứng với những góc α khác nhau được vẽ trên hình 5-6. Vì điện áp phụ thuộc vào góc pha φ nên độ trượt tới hạn của các đặc tính điều chỉnh có thể khác với độ trượt S_t .



Hình 5-6. Các đặc tính điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ dùng bộ điều chỉnh thyristor.

III. NHẬN XÉT VÀ ỨNG DỤNG

Phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng cách thay đổi điện áp nguồn được sử dụng rộng rãi, nhất là bộ điều chỉnh dùng thyristor vì thực hiện dễ dàng và tự động hóa. Xét về chỉ tiêu năng lượng, tuy tổn

thất trong bộ biến đổi không đáng kể nhưng điện áp stato bị biến dạng so với hình sin nên tổn thất phụ trong động cơ lớn do đó hiệu suất không cao

Phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách thay đổi điện áp thường dùng trong hệ truyền động mà mômen tải là hàm tăng theo tốc độ như quạt thông gió, bơm ly tâm, ...

CHƯƠNG 6

ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BẰNG CÁCH THAY ĐỔI TẦN SỐ NGUỒN

I. NGUYÊN LÝ VÀ QUY LUẬT ĐIỀU CHỈNH KHI THAY ĐỔI TẦN SỐ

Từ biểu thức:

$$n_1 = \frac{60 f_1}{P} \quad (6-1)$$

Ta thấy, tốc độ đồng bộ của động cơ không đồng bộ có thể thay đổi nếu ta thay đổi tần số lưới điện f_1 . Do đó tốc độ của động cơ $n = n_1(1 - S)$ (6-2), cũng thay đổi theo.

Khi thay đổi tần số lưới điện f_1 , nhận thấy như sau:

Nếu bỏ qua điện trở dây quấn stato, tức là xem $r_1 = 0$ thì mômen tới hạn cực đại là:

Trong đó:

$$M_t = \frac{3U_1^2}{\frac{2n_1}{9,55} x_n} = \frac{3U_1^2}{2\omega_1 x_n} \quad (6-3)$$

ω_1 tốc độ góc đồng bộ

$$\omega_1 = \frac{2\pi f_1}{P} \quad (6-4)$$

$$x_n = \omega_1 L_n \quad (6-5)$$

$$L_n = L_1 + L'_2 \quad (6-6)$$

Thay (6-4) và (6-5) vào (6-3), ta được:

$$M_t = \frac{3U_1^2 P^2}{2(2\pi)^2 f_1^2 L_n} \quad (6-6)$$

$$\text{Ñaët} \quad a = \text{const} = \frac{3P^2}{2(2\pi)^2 L_n} \quad (6-7)$$

$$\text{tacoù} \quad M_t = a \frac{U_1^2}{f_1^2}$$

Biểu thức (6-7) cho ta thấy khi tăng tần số nguồn mà vẫn giữ nguyên U_1 thì mômen tới hạn cực đại M_t giảm rất nhiều. Do đó khi thay đổi tần số f_1 thì đồng thời phải thay đổi U_1 theo các quy luật nhất định nhằm đảm bảo sự làm việc tương ứng giữa mômen động cơ và mômen phụ tải. Nghĩa là tỉ số giữa mômen cực đại của động cơ và mômen phụ tải tính đối với các đặc tính cơ là hằng số.

$$\lambda_M = \frac{M_t}{M_c} = \text{const} \quad (6-8)$$

Đặc tính cơ của bộ phận làm việc là quan hệ giữa tốc độ quay của mômen phụ tải lên trục quay.

$$M_c = f(n)$$

Theo biểu thức thực nghiệm mang tính chất tổng quát để mô tả dạng đặc tính cơ của bộ phận làm việc như sau:

$$M_c = M_{c0} + (M_{c\text{ñm}} - M_{c0}) \left(\frac{n}{n_{\text{ñm}}} \right)^x \quad (6-9)$$

Trong đó:

M_c Mômen cản của bộ phận làm việc lên trục quay ở tốc độ n (Nm)

M_{c0} Mômen cản của bộ phận làm việc lên trục quay khi $n=0$.

$M_{cđm}$ Mômen cản của bộ phận làm việc lên trục quay khi $n = n_{đm}$.

x là số mũ đặc trưng mô tả dạng đặc tính cơ của bộ phận làm việc (cơ cấu sản xuất) khác nhau.

Gồm bốn dạng như sau:

* $x = 0$, ta có:

$$M_c = M_{cđm} = \text{const}, \quad (6-9a)$$

Đây là đặc tính cơ đặc trưng cho hệ thống nâng và luôn có giá trị nhất định (đường 1 trên hình 6-1).

* $x = 1$

Đặc tính cơ có dạng: $M_c = a + bn$

M_c tỉ lệ bậc nhất với tốc độ. Đây là đặc tính đặc trưng cho máy phát điện một chiều kích từ độc lập với phụ tải máy phát là một điện trở thuần (đường 2 hình 6-1).

* $x = -1$

Đặc tính có dạng:

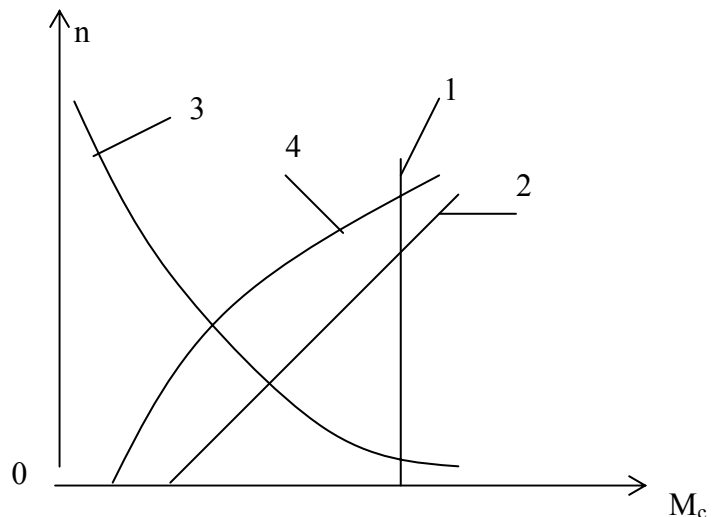
$$M_c = \left(a + \frac{b}{n}\right) \quad (6-9c)$$

Mômen tỉ lệ nghịch với tốc độ, đặc tính này đặc trưng cho các máy cắt kim loại (đường 3 hình 6-1)

* $x = 2$

Đặc tính có dạng: $M_c = a + bn^2$

Mômen tỉ lệ với bình phương tốc độ, là đặc tính đặc trưng cho máy bơm thủy lực... (đường 4 hình 6-1)



Hình 6-1. Các dạng đặc tính.

Như vậy, muốn điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng cách thay đổi tần số ta phải có một bộ nguồn

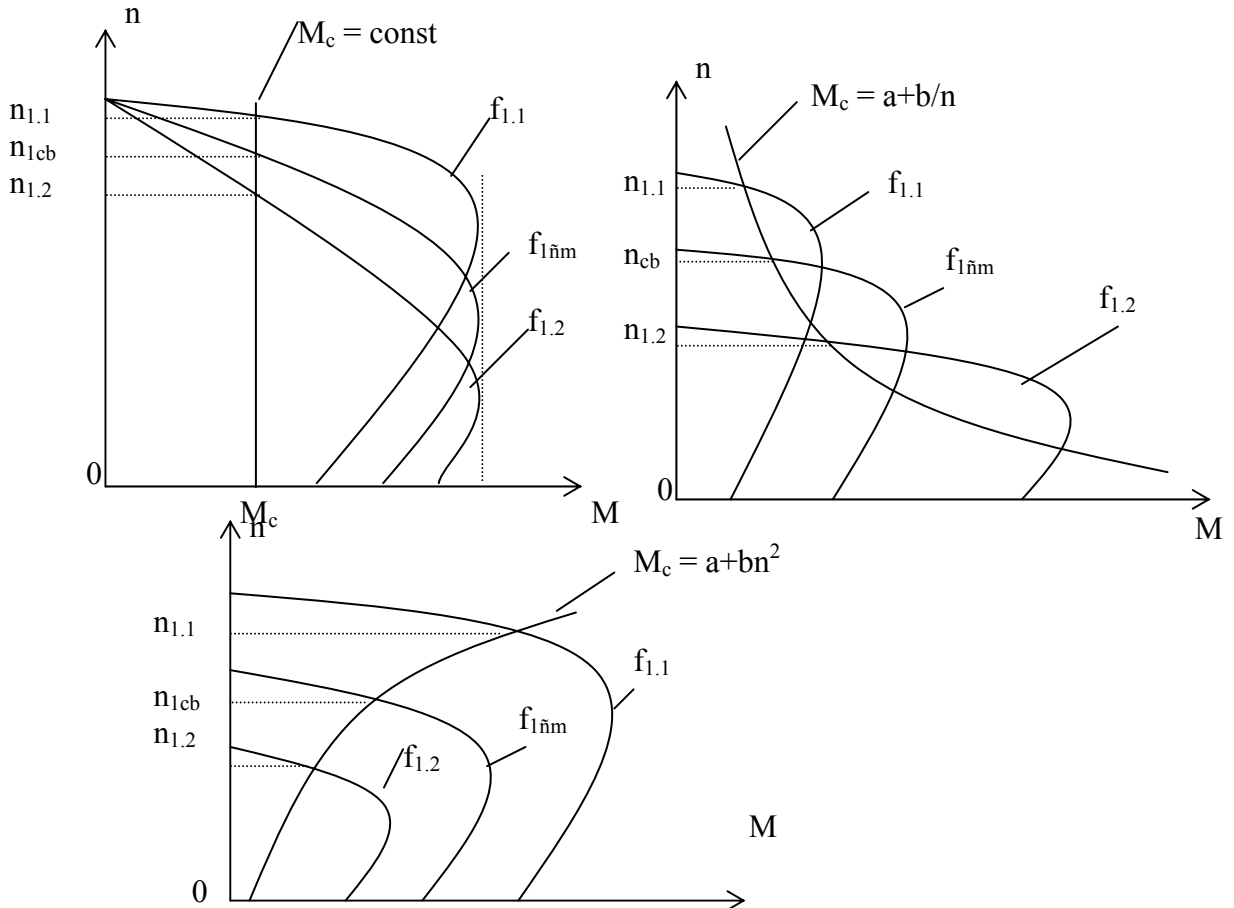
$$* \frac{U_1}{f_1} = \text{const}$$

$$* \frac{U_1}{f_1^2} = \text{const}$$

$$* \frac{U_1^2}{f_1} = \text{const}$$

xoay chiều có thể điều chỉnh tần số điện áp một cách đồng thời theo các quy luật như sau:

Như vậy dạng đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ khi thay đổi tần số theo quy luật điều chỉnh hình 6-2.



Hình 6-2. Các dạng đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ khi thay đổi tần số theo quy luật điều chỉnh U và f .

II. CÁC BỘ BIẾN TẦN DÙNG ĐỂ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ

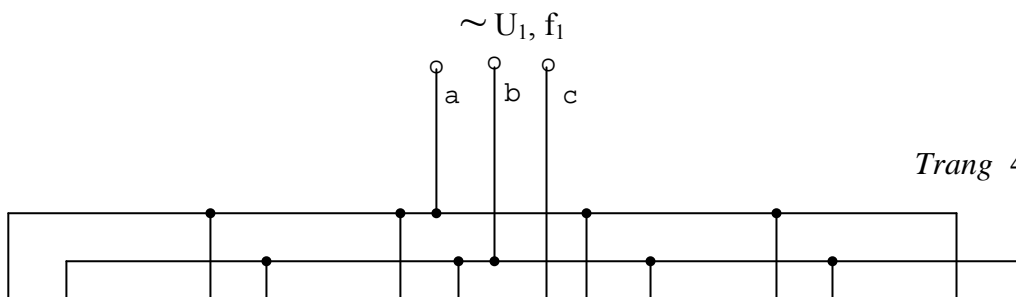
Để tạo ra các bộ biến tần có U và f thay đổi được, người ta có thể dùng các bộ biến tần với máy điện quay như máy phát đồng bộ, máy phát không đồng bộ hoặc dùng bộ biến tần bán dẫn. So với các bộ biến tần bán dẫn, bộ biến tần máy điện quay có nhiều nhược điểm và ngày càng ít dùng. Bởi vậy trong luận án này chỉ trình bày các bộ biến tần bán dẫn.

Các bộ biến tần bán dẫn gồm có:

Bộ biến tần bán dẫn trực tiếp và bộ biến tần có khâu trung gian một chiều.

1. Bộ Biến Tần Trực Tiếp Dùng Thyristor.

Điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng bộ biến tần dùng trực tiếp thyristor có sơ đồ nguyên lý như hình 6-4.



Hình 6 - 4. Sơ đồ nguyên lý của bộ biến tần trực tiếp dùng thyristor.

Bộ biến tần trực tiếp dùng thyristor biến đổi trực tiếp nguồn xoay chiều ba pha U_1, f_1 bằng hằng số thành nguồn xoay chiều ba pha có U_2, f_2 biến đổi. Bộ biến tần này gồm 18 thyristor chia cho ba pha. Mỗi pha chia làm hai nhóm:

Nhóm có catot nối chung lại gọi là nhóm thuận T, cung cấp phần điện áp dương trên mỗi pha của động cơ.

Nhóm có Anot nối chung gọi là nhóm nghịch cung cấp điện áp đầu ra cho nửa chu kỳ âm.

Ở mỗi pha có dùng hai cuộn kháng để làm giảm dòng điện cân bằng của các thyristor khi chuyển mạch giữa nhóm thuận và nhóm nghịch.

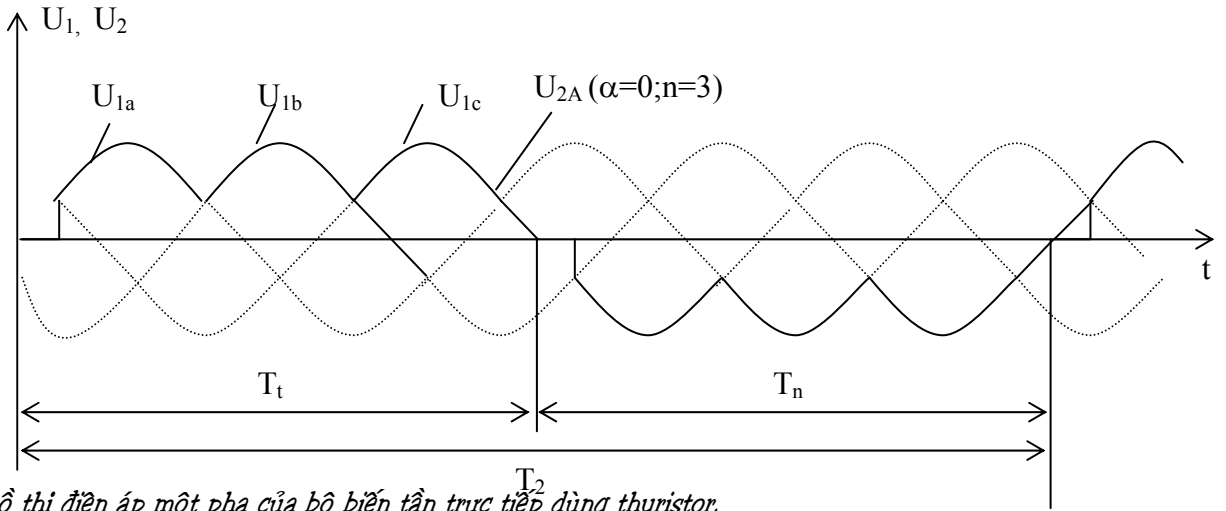
Nếu gọi tần số nguồn vào là f_1 , số pha điện áp đầu ra là m ($m=3$), số đỉnh hình sin của sóng điện áp đầu vào trong nửa chu kỳ của điện áp đầu ra là n thì tần số điện áp đầu ra của bộ biến tần là:

$$f_2 = f_1 \frac{m}{2n + m - 1} \quad (6-10)$$

Như vậy:

Muốn thay đổi tần số f_2 ta thay đổi số đỉnh hình sin của điện áp đầu vào trong nửa chu kỳ của điện áp đầu ra (tức là thay đổi thời gian làm việc của thyristor trong cùng một nhóm thuận hay nghịch so với chu kỳ sóng điện áp đầu vào).

Muốn thay đổi trị số điện áp đầu ra của bộ biến tần là U_2 ta thực hiện khống chế thời gian kích xung lên các thyristor so với thời điểm chuyển mạch tự nhiên. Tức là tạo ra một sóng điện áp đầu ra có trị số trung bình nhỏ hơn trị số trung bình của điện áp đầu ra khi chuyển mạch tự nhiên. Dạng sóng điện áp đầu ra của bộ biến tần ở hình 6-5.

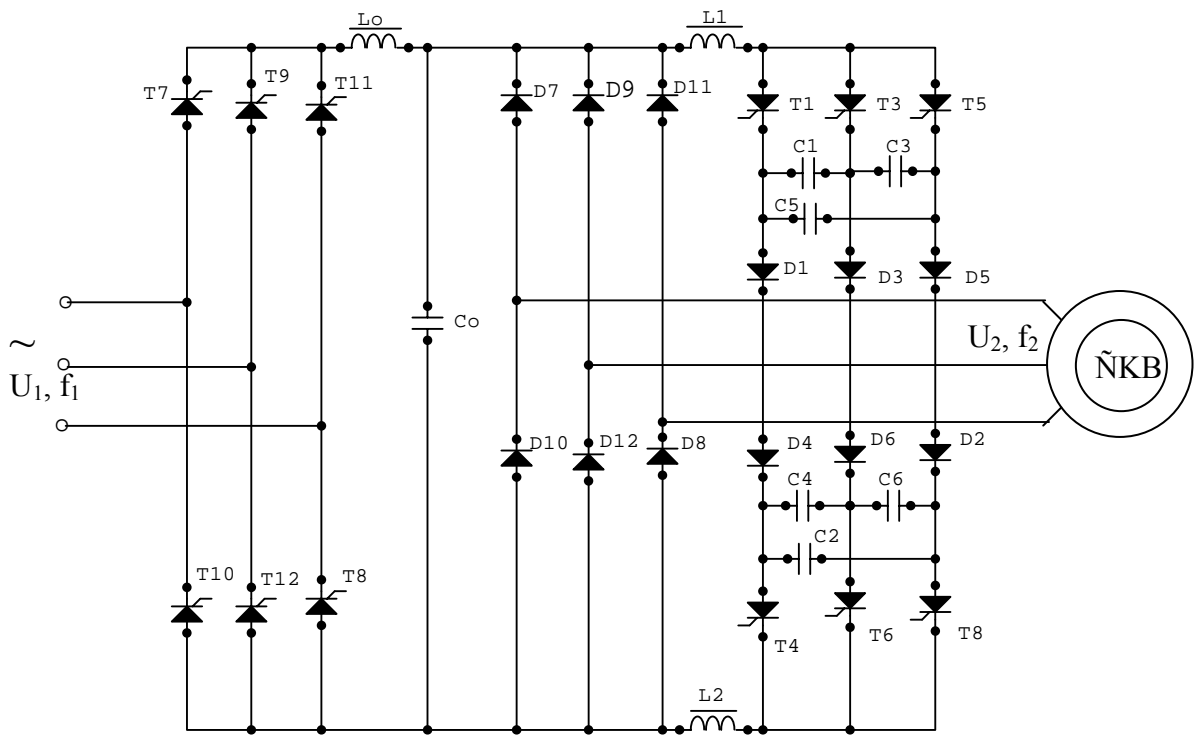


Hình 6-5. Đồ thị điện áp một pha của bộ biến tần trực tiếp dùng thyristor.

2. **Bộ Biến Tần Dùng Thyristor Có Khâu Trung Gian Một Chiều.**

Bộ biến tần có khâu trung gian một chiều là bộ biến đổi hai tầng. Nhóm chỉnh lưu có chức năng biến đổi điện xoay chiều thành một chiều. Sau khi qua bộ lọc, điện áp một chiều được nghịch lưu thành điện áp xoay chiều có tần số biến đổi. Nhóm nghịch lưu ở đây làm việc độc lập với lưới, nghĩa là các van của chúng chuyển mạch cho nhau theo chế độ cưỡng bức, ta gọi nghịch lưu này là nghịch lưu áp. Tần số đầu ra được điều chỉnh nhờ thay đổi chu kỳ đóng cắt các van trong nhóm nghịch lưu còn điện áp ra có thể điều chỉnh nhờ thay đổi góc thông của các van trong nhóm chỉnh lưu.

Sơ đồ nguyên lý của bộ biến tần có khâu trung gian một chiều hình 6-6.



Hình 6-6. Sơ đồ nguyên lý bộ biến tần có khâu trung gian một chiều.

Đây là sơ đồ nguyên lý của bộ biến tần có khâu trung gian một chiều dùng nghịch lưu áp.

Nhóm chỉnh lưu gồm 6 thyristor $T_7 \div T_{12}$ làm nhiệm vụ biến điện áp xoay chiều thành một chiều. Bộ lọc phẳng gồm kháng L_0 và tụ C_0 . Phần chính của bộ nghịch lưu là các thyristor $T_1 \div T_6$, chúng được mở theo thứ tự $T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6$, cách nhau $1/6$ chu kỳ của áp ra.

Như vậy:

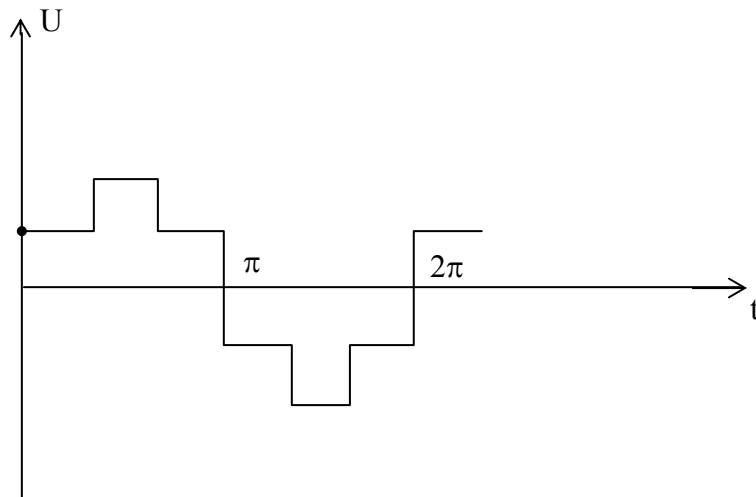
Bằng cách thay đổi khoảng thời gian dẫn của các thyristor ta thay đổi được chu kỳ của điện áp ra tức là điều chỉnh được điện áp ra. Để chuyển mạch giữa các van, ta dùng các tụ $C_1 \div C_6$.

Giả sử trong khoảng thời gian nào đó T_1 và T_2 dẫn, tụ C_1 được nạp từ nguồn hình 6-6. Khi kích xung mở T_3 tụ C_1 phóng qua T_1 và T_3 tạo ra dòng khóa T_1 làm T_3 dẫn.

Các diode $D_1 \div D_6$ có tác dụng ngăn cách các tụ chuyển mạch với phụ tải, không cho các tụ phóng điện qua phụ tải. Nhờ vậy điện dung yêu cầu của tụ được giảm nhỏ và áp trên tải không bị ảnh hưởng bởi sự phóng nạp của tụ.

Các diode $D_7 \div D_{12}$, tạo thành một cầu ngược có tác dụng mở cho dòng phản kháng từ phía động cơ về tụ C_0 . dòng điện này xuất hiện do sự lệch pha giữa dòng và áp trên động cơ.

Các thyristor của nghịch lưu chuyển mạch theo tín hiệu điều khiển nên cực tính điện áp trên mỗi pha stato thay đổi theo tần số điều khiển. Điện áp pha đưa vào động cơ có dạng như hình 6-7.



Hình 6-7. Đồ thị điện áp phatrên đầu ra của biến tần có khâu trung gian một chiều.

III. ỨNG DỤNG TRONG CÔNG NGHIỆP.

Phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng cách thay đổi tần số nguồn được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp với ưu điểm gọn nhẹ và dễ điều chỉnh.

Bộ biến tần dùng trực tiếp thyristor được dùng trong công nghiệp như điều chỉnh tốc độ trong truyền động chính của các máy mài cao tốc, điều chỉnh tốc độ trong các hệ thống băng tải.

Bộ biến tần dùng máy phát đồng bộ được ứng dụng khi cần điều chỉnh tốc độ đồng thời cho nhiều động cơ.

ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BẰNG PHƯƠNG PHÁP NỐI TẦNG

I.

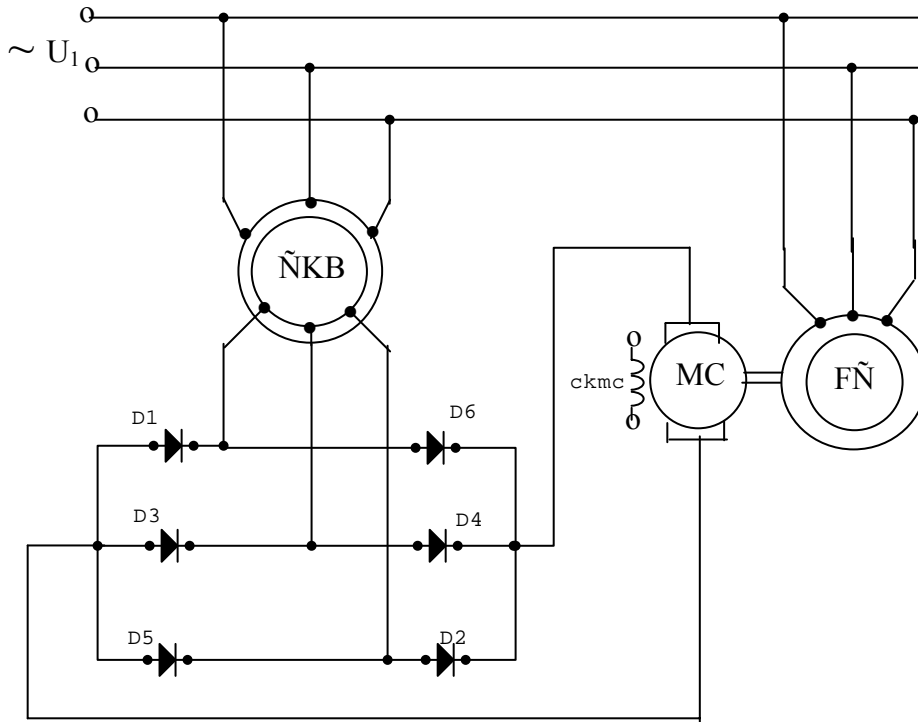
PHƯƠNG PHÁP NỐI TẦNG DÙNG HỆ THỐNG VAN MÁY ĐIỆN

Đối với những động cơ không đồng bộ roto dây quấn có công suất lớn hoặc rất lớn thì tổn thất công suất trượt sẽ rất lớn. Do đó có thể không dùng được các thiết bị chuyển đổi và điều chỉnh điện trở ở mạch roto.

Để vừa tận dụng được năng lượng trượt vừa điều chỉnh được tốc độ động cơ không đồng bộ roto dây quấn, người ta sử dụng các sơ đồ nối tầng sau:

Sơ đồ nối tầng máy điện, sơ đồ nối tầng van - máy điện, ...

Ở đây ta chỉ xét sơ đồ nối tầng van - máy điện.



Hình 7-1. Sơ đồ nối tầng van máy điện

Để điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ trong các sơ đồ nối tầng, ta thực hiện bằng cách đưa vào roto một sức điện động phụ E_f . Sức điện động phụ này có thể là xoay chiều hoặc một chiều.

Trên sơ đồ hình 7-1, ta thấy muốn điều chỉnh tốc độ động cơ thì ta thay đổi sức điện động phụ E_f . Sức điện động này do máy một chiều tạo ra.

Giả thiết khi $M_c = \text{const}$ và động cơ làm việc ở trạng thái xác lập ứng với một giá trị E_f nào đó. Nếu tăng E_f lên thì dòng I_2 giảm mômen điện từ của động cơ giảm và có trị số nhỏ hơn mômen M_c nên tốc độ của động cơ giảm.

Khi tốc độ của động cơ giảm thì độ trượt S tăng, làm cho $E_2 = E_{2nm} S$ tăng, kết quả là dòng I_2 và mômen điện từ của động cơ tăng lên cho đến khi mômen của thiết bị nối tăng cân bằng với M_c thì quá trình giảm tốc kết thúc và động cơ làm việc ở trạng thái **xác lập với tốc độ như ban đầu**.

Dòng điện chỉnh lưu I_d ở mạch roto của động cơ được xác định:

$$I_d = \frac{KsE_2 - E_f}{R_{\text{rft}}} \quad (7-1)$$

Trong đó:

E_2 Trị số hiệu dụng của sức điện động pha ở roto động cơ

K_s Hệ số phụ thuộc vào sơ đồ chỉnh lưu (đối với sơ đồ cầu ba pha $K_s = 2,34$)

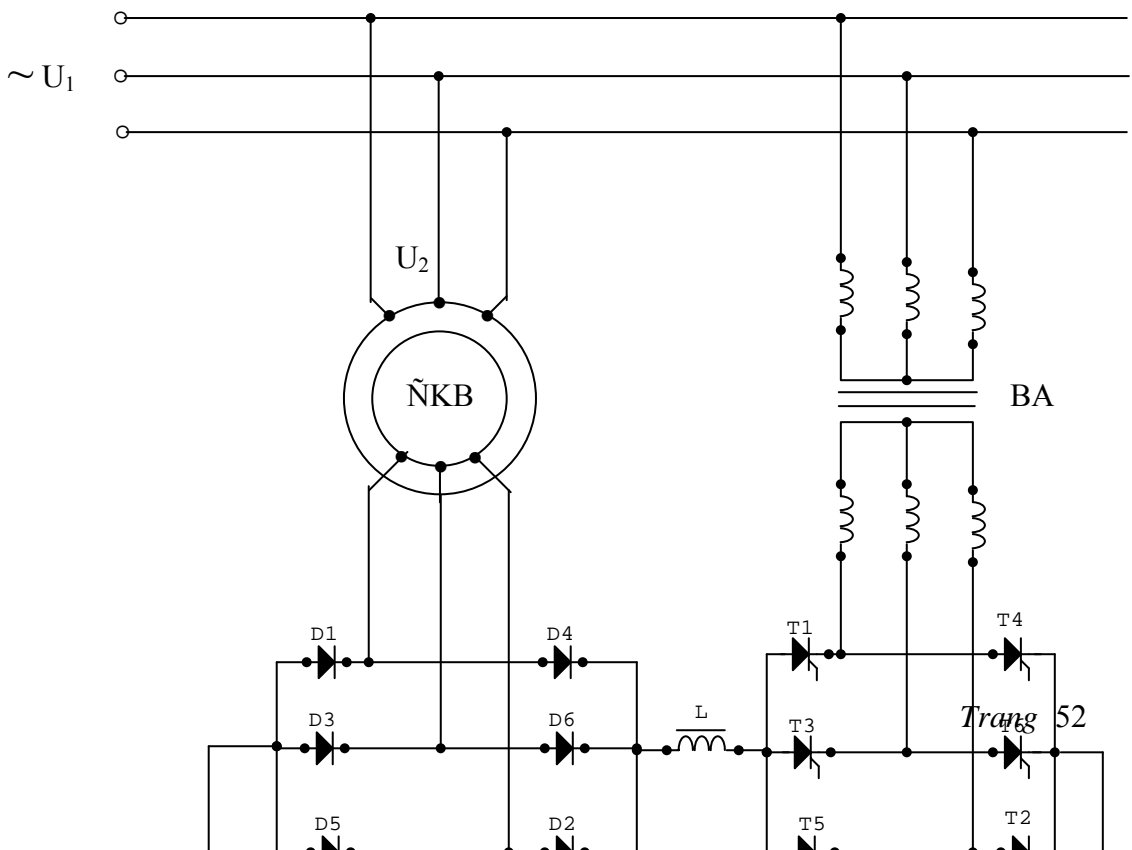
R_{rft} Điện trở đẳng trị của mạch roto tính đối về phía một chiều

E_f Sức điện động của máy một chiều.

Khi tốc độ động cơ không đồng bộ $n < n_1$. Nếu bỏ qua các tổn hao trong động cơ và trong các khâu biến đổi thì công suất động cơ không đồng bộ lấy từ lưới vào $P_1 = P_{\text{đm}}$ còn công suất phụ trong mạch roto (công suất trượt) $P_f = P_{\text{đm}} S$ thông qua bộ chỉnh lưu đưa vào phần ứng máy một chiều MC quay, kéo theo FD quay. FD phát điện trả năng lượng về nguồn với công suất $P_f = P_{\text{đm}} S$, động cơ làm việc ở trạng thái động cơ.
Khi $n > n_1$ thì động cơ làm việc ở trạng thái máy phát.

II. PHƯƠNG PHÁP NỐI TĂNG DÙNG THYRISTOR

Để vừa điều chỉnh được tốc độ động cơ vừa tận dụng được công suất trượt, ta khảo sát sơ đồ điều chỉnh công suất trượt (hay nối tăng) dùng thyristor như hình 7-2.



P_{nt}

Hình 7-2. Hệ thống nối tầng van máy điện

- a) Sơ đồ nguyên lý
- b) Giải đồ năng lượng

Trên sơ đồ hình 7-2, năng lượng trượt từ roto động cơ không đồng bộ sau khi đã chỉnh lưu thành một chiều được biến thành xoay chiều nhờ bộ nghịch lưu và trả về lưới điện nhờ biến áp BA. Sức điện động phụ đưa vào mạch roto của động cơ không đồng bộ là sức điện động của bộ nghịch lưu. Trị số của nó được điều chỉnh bằng cách thay đổi góc mở của các van thyristor trong bộ nghịch lưu.

Điện áp xoay chiều của bộ nghịch lưu có biên độ và tần số không đổi do được xác định bởi điện áp và tần số của lưới điện. Bộ nghịch lưu làm việc với góc điều khiển α thay đổi từ 90° đến 240° , phần còn lại dành cho góc chuyển mạch γ .

Độ lớn dòng điện roto phụ thuộc vào mômen tải của động cơ mà không phụ thuộc vào góc điều khiển nghịch lưu.

Điện áp U_2 được chỉnh lưu thành điện áp một chiều nhờ bộ chỉnh lưu

$D_1 \div D_6$ qua điện kháng lọc L cấp cho nghịch lưu và phụ thuộc vào nghịch lưu.

Giá trị trung bình của điện áp chỉnh lưu và nghịch lưu là như nhau:

$$U_d = U_{dn} \quad (7-2)$$

Sai lệch về giá trị tức thời giữa điện áp chỉnh lưu và nghịch lưu chính là điện áp trên điện kháng lọc L .

Giả thiết bỏ qua điện trở và điện kháng tản của mạch stato và xem động cơ có số vòng dây stato và roto là như nhau, thì giá trị trung bình của điện áp chỉnh lưu khi $I_d = 0$ là:

$$U_d = \frac{3\sqrt{3}U_1}{\pi} \frac{n_1 - n}{n_1} \quad (7-3)$$

Trường hợp khi có tải $I_d \neq 0$ thì điện áp này giảm xuống do sụt áp chuyển mạch giữa các van trong cầu chỉnh lưu và sụt áp do điện trở dây quấn roto.

III.

NHẬN XÉT

Các sơ đồ nối tầng có nhiều ưu điểm so với các sơ đồ nối điện trở phụ vào mạch roto hoặc thay đổi các thông số của động cơ. Trong các hệ thống nối tầng, công suất trượt được trả về lưới điện hoặc đưa lên trục động cơ làm tăng công suất kéo của nó.

Điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng hệ thống nối tầng có khả năng điều chỉnh bằng phẳng. Đặc tính điều chỉnh có độ cứng cao, phạm vi điều chỉnh tốc độ phụ thuộc vào công suất của máy MC và FĐ.

Tuy vậy, hệ thống phải sử dụng thêm máy một chiều MC và FĐ làm cho hệ thống đắt tiền và không kinh tế lắm.

Phương pháp này được dùng nhiều trong các truyền động động cơ điện không đồng bộ dây quấn có công suất lớn.

KẾT LUẬN

Qua sáu tuần thực hiện đề tài: Điều chỉnh Tốc Độ Động Cơ Không Đồng Bộ Và Ứng Dụng Trong Công Nghiệp. Đề tài này nghiên cứu về lý thuyết rất nhiều do vậy việc tìm hiểu các phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ cho ta thấy ở mỗi phương pháp đều có ưu và khuyết điểm riêng của nó.

Tập đồ án này, mặc dù còn nhiều hạn chế nhưng trong quá trình thực hiện đề tài, đã giúp em tự đánh giá và hiểu kỹ hơn những kiến thức về chuyên môn. Đó cũng là kết quả sau nhiều năm học tập và cùng sự hướng dẫn tận tình của thầy NGUYỄN DU XÚNG em thành thật cảm ơn.

Tuy nhiên trong công nghiệp hóa thì các linh kiện điện tử sẽ ứng dụng rộng rãi trong việc điều chỉnh tốc độ động cơ điện. Trong đó điều chỉnh tốc độ bằng cách dùng các thyristor sẽ dễ dàng và tiện lợi hơn.

TÀI LIỆU TAM KHẢO

1. **Truyền Động Điện** - NXB KH - KT - Hà nội 1994

BÙI QUỐC KHÁNH - NGUYỄN VĂN LIỄN - NGUYỄN THỊ HIỀN

2. **Giáo Trình Truyền Động Điện Tự Động - Tập 1**

Đại Học Sư Phạm Kỹ Thuật TPHCM - 1989

NGUYỄN DUY XÚNG

3. **SMOLENSKT - A.V.IVANOV**

Máy Điện - Tập 2

Người dịch: VŨ GIA HANH - PHAN TỬ THU - KHKT - 1992

4. **Các Đặc Tính Của Động Cơ Trong Truyền Động Điện**

Người dịch: BÙI ĐÌNH TIỂU

5. **Giáo Trình Máy Điện - Tập 2 - TPHCM**

Đại Học Bách Khoa - 1981

6. **Điện Tử Công Suất Và Điều Khiển Động Cơ Điện**

CYRIL W.LANDER

Người dịch: LÊ VĂN D OANH

NXB - KH - KT - HÀ NỘI 1997 - Tái Bản Lần Thứ 2

7. **Điện Tử Công Suất**

NXB - GD 1993

NGUYỄN BÌNH

8. **Trang Bị Điện - Điện Tử Công Nghiệp**

Nhà Xuất Bản Giáo Dục - 2000

VŨ QUANG HỒI

Đại Học Đà Nẵng - Trường Đại học Bách Khoa
Khoa Điện - Nhóm Chuyên môn Điện Công Nghiệp
Giáo trình Kỹ thuật Điện
Biên soạn: Nguyễn Hồng Anh, Bùi Tấn Lợi, Nguyễn Văn Tấn, Võ Quang Sơn

Chương 7

MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

7.1. KHÁI NIỆM CHUNG

Máy điện không đồng bộ là máy điện xoay chiều, làm việc theo nguyên lý cảm ứng điện từ, có tốc độ của rôto n khác với tốc độ từ trường quay trong máy n_1 . Máy điện không đồng bộ có thể làm việc ở hai chế độ : Động cơ và máy phát.

Máy phát điện không đồng bộ ít dùng vì có đặc tính làm việc không tốt, nên trong chương này ta chỉ xét động cơ không đồng bộ. Động cơ không đồng bộ được sử dụng nhiều trong sản xuất và trong sinh hoạt vì chế tạo đơn giản, giá thành rẻ, độ tin cậy cao, vận hành đơn giản, hiệu suất cao và gần như không bảo trì. Dây công suất của nó rất rộng từ vài watt đến hàng ngàn kilowatt. Hầu hết là động cơ ba pha, có một số động cơ công suất nhỏ là một pha.

Các số liệu định mức của động cơ không đồng bộ pha là:

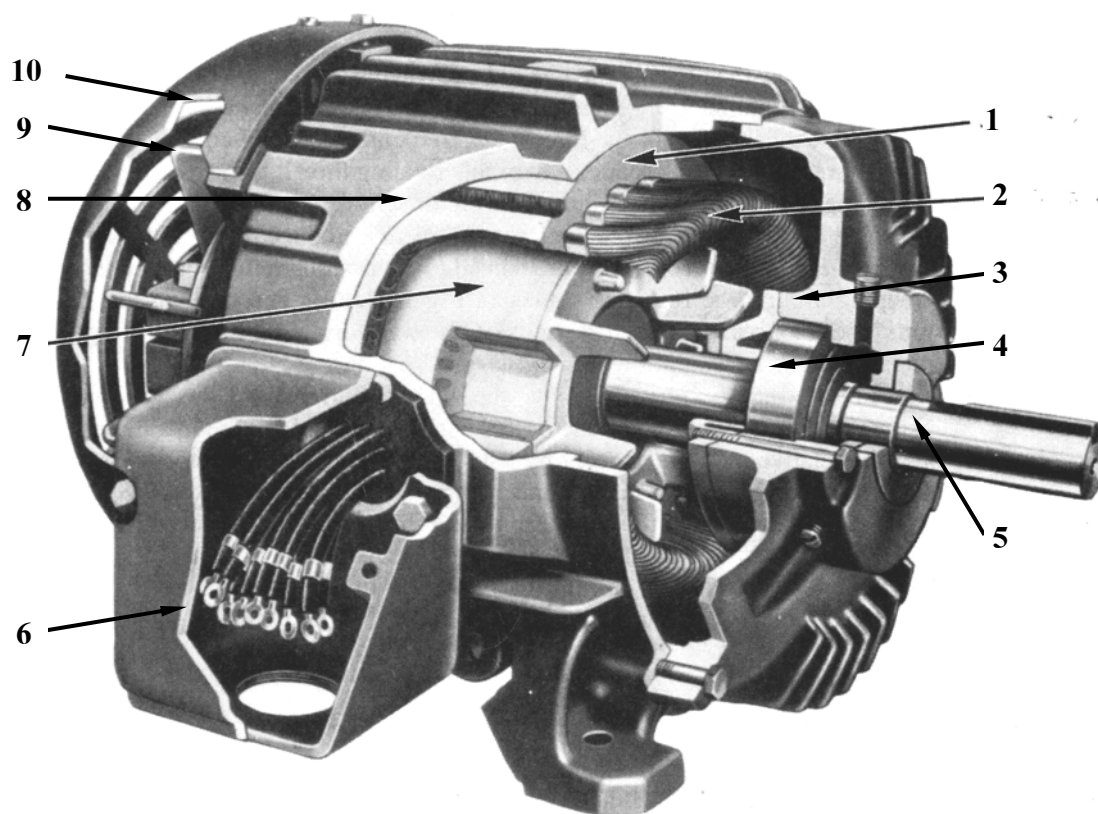
Công suất cơ có ích trên trục:	P_{dm} (kW).
Điện áp dây stato:	U_{dm} (V).
Dòng điện dây stato:	I_{dm} (A).
Tốc độ quay rôto:	n_{dm} (vòng/phút).
Hệ số công suất:	$\cos\varphi_{dm}$.
Hiệu suất:	η_{dm} .
Tần số:	f_{dm} (Hz).

7.2. CẤU TẠO CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

Cấu tạo của máy điện không đồng bộ được trình bày trên hình 7.1, gồm hai bộ phận chủ yếu là stator và rôto, ngoài ra còn có vỏ máy, nắp máy và trục máy. Trục làm bằng thép, trên đó gắn rôto, ổ bi và phía cuối trục có gắn một quạt gió để làm mát máy dọc trục.

7.2.1. Stator (sơ cấp hay phần ứng)

Stator gồm hai bộ phận chính là lõi thép và dây quấn, ngoài ra còn có vỏ máy và nắp máy (hình 7.1). Còn hình 7.3c là ký hiệu động cơ trên sơ đồ điều khiển.



Hình 7.1 Cấu tạo của động cơ điện không đồng bộ

1. Lõi thép stator; 2. Dây quấn stator; 7. Nắp máy; ; 4. Ổ bi; 5. Trục máy; 6. Hộp dầu cục; 7. Lõi thép rôto; 8. Thân máy; 9. Quạt gió làm mát; 10. Hộp quạt

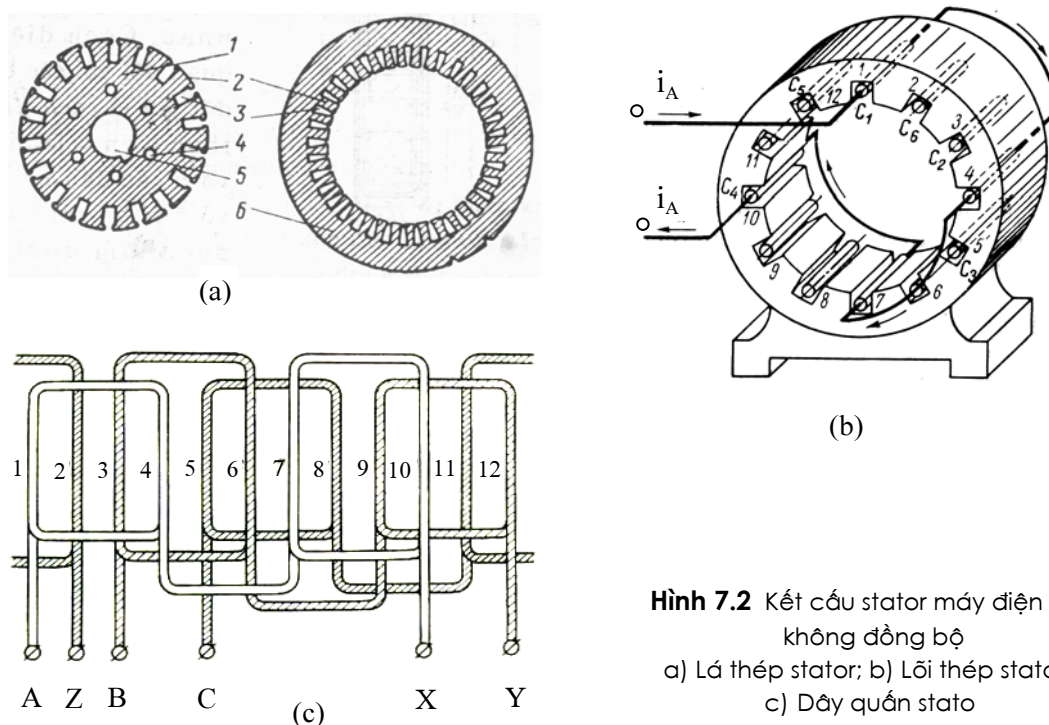
1. Lõi thép :

Lõi thép stator có dạng hình trụ (hình 7.2b), làm bằng các lá thép kỹ thuật điện, được dập rãnh bên trong (hình 7.2a) rồi ghép lại với nhau tạo thành các rãnh theo hướng trục. Lõi thép được ép vào trong vỏ máy.

2. Dây quấn stator :

Dây quấn stator thường được làm bằng dây đồng có bọc cách điện và đặt trong các rãnh của lõi thép (hình 7.2a). Trên hình 7.2b vẽ sơ đồ khai triển dây quấn ba pha đặt trong 12 rãnh của một máy điện, dây quấn pha A đặt trong các rãnh 1, 4, 7, 10; pha B đặt trong các rãnh 3, 6, 9, 12; pha C đặt trong các rãnh 5, 8, 11, 2.

Dòng điện xoay chiều ba pha chạy trong dây quấn ba pha stator sẽ tạo nên từ trường quay.



Hình 7.2 Kết cấu stator máy điện không đồng bộ
a) Lá thép stator; b) Lõi thép stator;
c) Dây quấn stator

3. Vỏ máy :

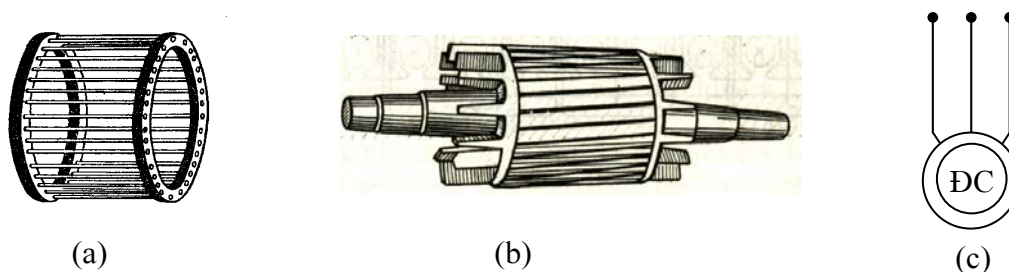
Vỏ máy gồm có thân và nắp, thường làm bằng gang.

7.2.2. Rotor (thứ cấp hay phần quay)

Rotor là phần quay gồm lõi thép, dây quấn và trục máy.

1. **Lõi thép** : Lõi thép rotor gồm các lá thép kỹ thuật điện được lấy từ phần bên trong của lõi thép stator ghép lại, mặt ngoài dập rãnh (hình 7.2a) để đặt dây quấn, ở giữa có dập lỗ để lắp trục.

2. **Dây quấn** : Dây quấn rotor của máy điện không đồng bộ có hai kiểu : rotor ngắn mạch còn gọi là rotor lồng sóc và rotor dây quấn.



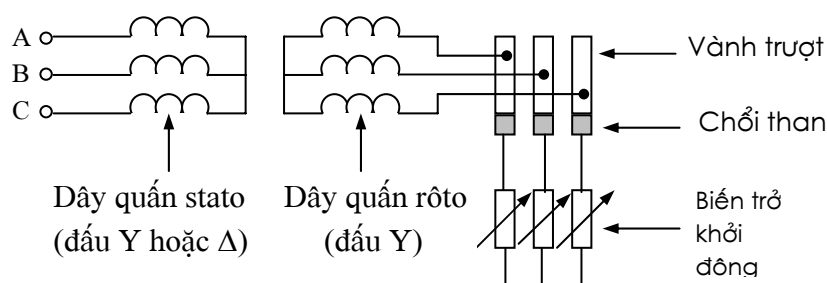
Hình 7.3 Cấu tạo rotor động cơ không đồng bộ.
a) Dây quấn rotor lồng sóc c) Lõi thép rotor d) Ký hiệu động cơ trên sơ đồ

- Rotor lồng sóc (hình 7.3a) gồm các thanh đồng hoặc thanh nhôm đặt trong rãnh và bị ngắn mạch bởi hai vành ngắn mạch ở hai đầu. Với động cơ cỡ nhỏ, dây

quần rotor được đúc bằng nhôm nguyên khối gồm thanh dẫn, vành ngăn mạch, cánh tản nhiệt và cánh quạt làm mát (hình 7.3b). Các động cơ công suất trên 100kW thanh dẫn làm bằng đồng được đặt vào các rãnh rotor và gắn chặt vào vành ngăn mạch.

Dòng điện xoay chiều ba pha chạy trong dây quấn ba pha stato sẽ tạo nên từ trường quay.

- Rôto dây quấn (hình 7.4) cũng quấn giống như dây quấn ba pha stato và có cùng số cực từ như dây quấn stato. Dây quấn kiểu này luôn luôn đấu sao (Y) và có ba đầu ra đầu vào ba vành trượt, gắn vào trục quay của rôto và cách điện với trục. Ba chổi than cố định và luôn tỳ trên vành trượt này để dẫn điện vào một biến trở cũng nối sao nằm ngoài động cơ để khởi động hoặc điều chỉnh tốc độ.



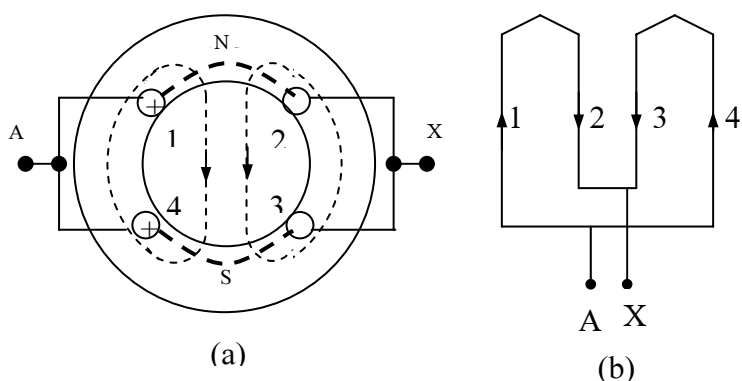
Hình 7.4 Cấu tạo của động cơ không đồng bộ ba pha rôto dây quấn

7.3. TỪ TRƯỜNG CỦA MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

7.3.1. Từ trường đập mạch của dây quấn một pha

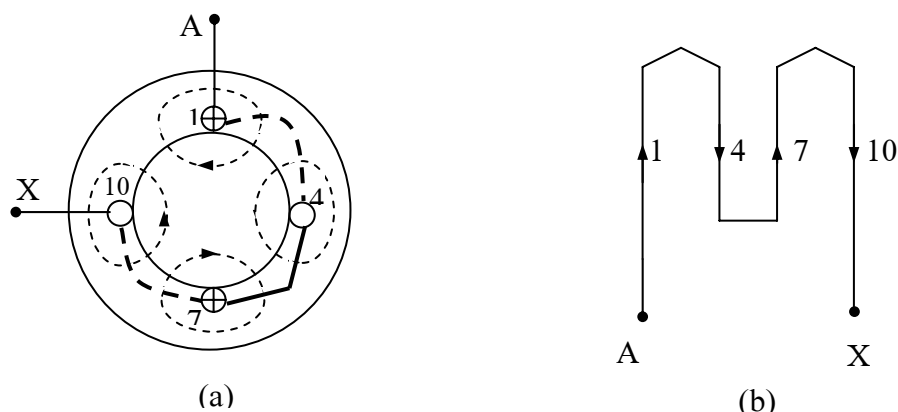
Từ trường của dây quấn một pha là từ trường có phương không đổi, song trị số và chiều biến đổi theo thời gian, được gọi là từ trường đập mạch

Xét dây quấn một pha AX đặt trong 4 rãnh của stato (hình



Hình 7.5 Từ trường đập mạch 2 cực của dây quấn một pha

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 qui tắc vụn nút chai. Dây quấn hình 7.5a tạo thành từ trường một đôi cực.



Hình 7.6 Từ trường đập mạch 4 cực của dây quấn một pha

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, còn trên hình 7.6 dây quấn được mắc nối tiếp.

7.3.2. Từ trường quay của dây quấn ba 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° điện.

Giả thiết rằng trong ba dây quấn có hệ thống 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)

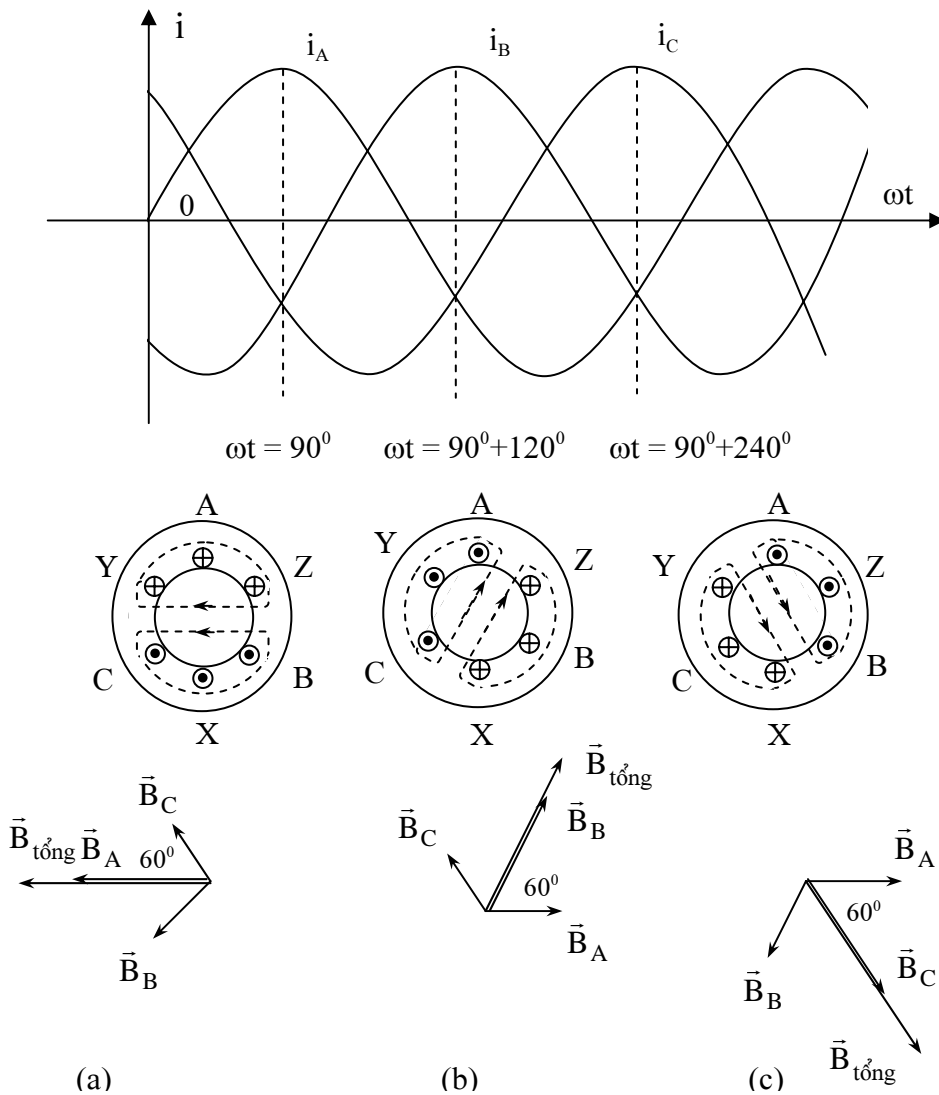
Ở thời điểm này, dòng điện pha A cực đại và dương ($i_A = I_m$), nên \vec{B}_A cũng cực đại và hướng theo chiều dương của trục pha A ($B_A = B_m$). Đồng thời các dòng điện pha B và C âm ($i_B = i_C = -I_m/2$) nên \vec{B}_B và \vec{B}_C hướng theo chiều âm của trục pha B và C, và có độ dài $B_m/2$. Từ 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 $\omega t = 90^\circ$.



Hình 7.7 Từ trường quay hai cực của dây quấn ba pha

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. 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 như hình (7.7), ta có từ trường quay một đôi cực. Nếu thay đổi cách cấu tạo dây quấn, ta có từ trường quay 2, 3, ... đôi cực.

2. Đặc điểm từ trường quay

α) 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:

$$n_1 = \frac{f}{p} \text{ (vòng/giây)} \quad (7.3a)$$

$$\text{hoặc} \quad n_1 = \frac{60f}{p} \text{ (vòng/phút)} \quad (7.3b)$$

β) 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 trục 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.

γ) Biên độ của từ trường quay

Vì từ thông tỉ lệ với dòng điện nên từ thông tức thời do dòng điện i_A, i_B, i_C tạo ra và lần lượt xuyên qua các pha A, B, C là:

$$\left. \begin{aligned} \Phi_A &= \Phi_{pm} \sin(\omega t) \\ \Phi_B &= \Phi_{pm} \sin(\omega t - 120^\circ) \\ \Phi_C &= \Phi_{pm} \sin(\omega t - 240^\circ) \end{aligned} \right\} \quad (7.4)$$

trong đó Φ_{pm} là từ thông cực đại xuyên qua một pha.

Vì trục của pha A tạo với trục các pha B và C các góc lần lượt bằng 120° và 240° nên từ thông tổng xuyên qua pha A do cả ba dòng điện i_A, i_B, i_C tạo ra là:

$$\begin{aligned} \Phi &= \Phi_A + \Phi_B \cos 120^\circ + \Phi_C \cos 240^\circ \\ &= \Phi_A - \frac{1}{2}(\Phi_B + \Phi_C) \end{aligned}$$

Trong hệ thống dòng điện ba pha đối xứng $\Phi_A + \Phi_B + \Phi_C = 0$ hay:

$$\Phi_B + \Phi_C = -\Phi_A$$

do đó:
$$\Phi = \Phi_A + \frac{1}{2}\Phi_A = \frac{3}{2}\Phi_A$$

Cuối cùng ta có:

$$\Phi = \frac{3}{2}\Phi_{pm} \sin \omega t = \Phi_m \sin \omega t \quad (7.5)$$

với
$$\Phi_m = \frac{3}{2}\Phi_{pm} \quad (7.6)$$

Vậy từ thông tức thời xuyên qua dây quấn một pha biến thiên hình sin theo thời gian t và có biên độ bằng $3/2$ từ thông cực đại một pha.

7.3.3. Từ thông tản

Từ thông xét ở trên là từ thông chính, móc vòng với cả hai dây quấn stato và rôto. Ngoài ra, có bộ phận từ thông chỉ móc vòng riêng rẽ với mỗi dây quấn, gọi là từ thông tản. Ta có từ thông tản stato, chỉ móc vòng với dây quấn stato và từ thông tản rôto, chỉ móc vòng với dây quấn rôto. Từ thông tản được đặc trưng bởi điện kháng tản X_t như đã xét trong máy biến áp.

7.4. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

Khi đặt điện áp xoay chiều ba pha có tần số f_1 vào dây quấn stato, trong dây quấn stato sẽ có hệ thống dòng ba pha chạy qua, dòng điện này sẽ tạo ra từ trường quay p đôi cực, quay với tốc độ $n_1 = 60f_1/p$. Từ trường quay cắt các thanh dẫn của dây quấn rôto và cảm ứng trong đó các sdd E_2 . Vì dây quấn rôto nối ngắn mạch, nên sdd cảm ứng sẽ sinh ra dòng điện I_2 trong các thanh dẫn rôto. Lực tác dụng tương hỗ giữa từ trường quay của máy với thanh dẫn mang dòng điện rôto I_2 , kéo rôto quay theo chiều của từ trường quay với tốc độ n .

Để minh họa, ta xét từ trường quay \vec{B} của stato đang quay theo chiều kim đồng hồ với tốc độ n_1 (hình 7.8). Lúc đó, thanh dẫn a của rôto đang chuyển động trong từ cảm \vec{B} với tốc độ (tương đối) \vec{v} nên trong thanh dẫn a của rôto cảm ứng sdd e_2 có chiều cho bởi:

$$\vec{e}_2 = \vec{v} \times \vec{B} \quad (7.7)$$

tức là e_2 hướng từ trước ra sau. Vì rôto ngắn mạch nên E_2 tạo ra dòng điện I_2 cùng chiều E_2 .

Dòng điện i_2 đặt trong từ cảm \vec{B} sẽ chịu tác dụng lực điện từ có chiều cho bởi:

$$\vec{F}_2 = I_2 \times \vec{B} \quad (7.8)$$

tức là cùng chiều từ trường quay stato.

Tốc độ rôto của máy n luôn nhỏ hơn tốc độ từ trường quay n_1 , vì nếu tốc độ bằng nhau thì không có sự chuyển động tương đối, trong dây quấn rôto không có sdd và dòng điện cảm ứng, nên lực điện từ bằng không.

Độ chênh lệch giữa tốc độ từ trường quay và tốc độ rôto gọi là tốc độ trượt n_2 :

$$n_2 = n_1 - n$$

Hệ số trượt của tốc độ là:

$$s = \frac{n_2}{n_1} = \frac{n_1 - n}{n_1} = \frac{\Omega_1 - \Omega}{\Omega_1} \quad (7.9)$$

trong $\Omega_1 = 2\pi n_1$ và $\Omega = 2\pi n$. là tốc độ góc của từ trường quay và của rôto.

Khi rôto đứng yên, tốc độ $n = 0$, hệ số trượt $s = 1$; khi rôto quay định mức $s = 0,02 \div 0,06$. Tốc độ động cơ là:

$$n = n_1(1-s) = \frac{60f_1}{p}(1-s) \text{ vg/ph.} \quad (7.10)$$

7.5. PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

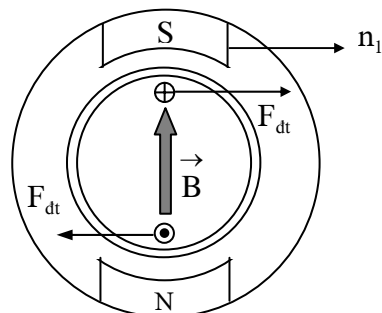
7.5.1. Phương trình điện áp ở dây quấn stato.

Dây quấn stato của động cơ tương tự như dây quấn sơ cấp máy biến áp, ta có phương trình điện áp là:

$$\dot{U}_1 = \dot{E}_1 + \dot{I}_1(R_1 + jX_1) = \dot{E}_1 + \dot{I}_1 Z_1 \quad (7.11)$$

trong đó: $Z_1 = R_1 + jX_1$: tổng trở của dây quấn stato.

* R_1 là điện trở của dây quấn stato.



Hình 7.8 Quá trình tạo momen quay của động cơ không đồng bộ

* X_1 là điện kháng tản của dây quấn stato.

E_1 là sđđ pha stato do từ thông của từ trường quay sinh ra có trị số là:

$$E_1 = 4,44f_1N_1k_{dq1}\Phi_m \quad (7.12)$$

Với W_1 , k_{dq1} lần lượt là số vòng dây và hệ số dây quấn của một pha stato. Hệ số dây quấn $k_{dq1} < 1$, nói lên sự giảm sđđ của dây quấn do quấn rải trên các rãnh và rút ngắn bước dây quấn so với quấn tập trung như máy biến áp.

Φ_m là biên độ từ thông của từ trường quay.

f_1 là tần số dòng điện trong dây quấn stato.

7.5.2. Phương trình điện áp ở dây quấn rôto.

Từ trường chính quay với tốc độ n_1 , rôto quay với tốc độ n theo chiều từ trường quay. Vậy giữa từ trường quay và dây quấn rôto có tốc độ trượt:

$$n_2 = n_1 - n$$

Tần số sđđ và dòng điện trong dây quấn rôto:

$$f_2 = \frac{n_2 p}{60} = \frac{n_1 - n}{n_1} \times \frac{n_1 p}{60} = sf_1 \quad (7.13)$$

trong đó, s - là hệ số trượt của động cơ không đồng bộ. lúc làm việc ở chế độ tải định mức, thường $s_{dm} = 0,02 \div 0,06$. Nếu tần số $f_1 = 50\text{Hz}$ thì $f_2 = 1 \div 3\text{Hz}$.

Sđđ pha cảm ứng trong dây quấn rôto lúc quay là:

$$E_{2s} = 4,44f_2N_2k_{dq2}\Phi_m \quad (7.14a)$$

$$E_{2s} = 4,44sf_1N_2k_{dq2}\Phi_m \quad (7.14b)$$

Trong đó: N_2 , k_{dq2} lần lượt là số vòng dây và hệ số dây quấn của dây quấn rôto. Hệ số dây quấn $k_{dq2} < 1$, nói lên sự giảm sđđ của dây quấn do quấn rải trên các rãnh và rút ngắn bước dây quấn.

Khi rôto đứng yên $s = 1$, tần số $f_2 = f_1$. Sđđ dây quấn rôto lúc đứng yên là:

$$E_2 = 4,44f_1N_2k_{dq2}\Phi_m \quad (7.15)$$

So sánh (7.15) và (7.14b), ta thấy:

$$E_{2s} = sE_2 \quad (7.16)$$

Điện kháng của dây quấn rôto:

+ lúc đứng yên:

$$X_2 = 2\pi f_1 L_2 \quad (7.17)$$

+ lúc quay:

$$X_{2s} = 2\pi f_2 L_2 = 2\pi s f_1 L_2 = sX_2 \quad (7.18)$$

trong đó: L_2 là điện cảm tản của dây quấn rôto.

Từ (7.12) và (7.15), ta có tỉ số sđđ pha stato và rôto là:

$$a_e = \frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1 k_{dq1}}{N_2 k_{dq2}} \quad (7.19)$$

với: a_e gọi là hệ số qui đổi sđđ rôto về stato.

Phương trình điện áp của mạch điện rôto lúc quay là:

$$0 = \dot{E}_{2s} - \dot{I}_2(R_2 + jX_{2s}) \quad (7.20a)$$

hay:
$$0 = s\dot{E}_2 - \dot{I}_2(R_2 + jsX_2) \quad (7.20b)$$

VÍ DỤ 7.1

Điện áp và tần số của động cơ không đồng bộ ba pha rôto dây quấn nối Y có 6 cực từ khi dây quấn rôto hở mạch là 100V, $f = 50\text{Hz}$. Xác định điện áp và tần số trong dây quấn rôto khi quay ở tốc độ 950 vòng/phút.

Giải

1. Tốc độ đồng bộ :
$$n_1 = \frac{60f}{p} = \frac{60 \times 50}{3} = 1000 \text{ vòng/phút}$$

Hệ số trượt :
$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} = \frac{1000 - 950}{1000} = 0,05$$

2. Điện áp trong dây quấn rôto lúc quay :

$$E_{2s} = sE_2 = 0,05 \cdot 100 = 5\text{V}$$

3. Tần số dòng điện trong dây quấn rôto :

$$f_2 = sf_1 = 0,05 \cdot 50 = 2,5 \text{ Hz}$$

7.5.3. Phương trình sđđ của động cơ không đồng bộ.

Khi động cơ làm việc, từ trường quay trong máy do dòng điện của cả hai dây quấn sinh ra. Dòng điện trong dây quấn stato sinh ra từ trường quay stato quay với tốc độ n_1 so với stato. Dòng điện trong dây quấn rôto sinh ra từ trường quay rôto quay với tốc độ n_2 so với rôto bằng:

$$n_2 = \frac{60f_2}{p} = \frac{60f_1s}{p} = sn_1$$

Vì rôto quay đối với stato có tốc độ n , nên từ trường rôto sẽ quay đối với stato có tốc độ là:

$$n_2 + n = sn_1 + n = sn_1 + n_1(1-s) = n_1$$

Vậy từ trường quay stato và từ trường quay rôto quay cùng tốc độ n_1 , nên từ trường tổng hợp là từ trường quay với tốc độ n_1 .

Cũng lý luận tương tự như máy biến áp, từ thông Φ_m có trị số hầu như không đổi ứng với chế độ không tải và có tải. Do đó ta có thể viết phương trình sức từ động của động cơ:

$$m_1 N_1 k_{dq1} \dot{I}_1 - m_2 N_2 k_{dq2} \dot{I}_2 = m_1 N_1 k_{dq1} \dot{I}_0$$

trong đó: I_0 là dòng điện stato lúc không tải;

I_1, I_2 là dòng điện stato và rôto khi có tải;

m_1, m_2 là số pha của dây quấn stato và rôto;

k_{dq1}, k_{dq2} là hệ số dây quấn của dây quấn stato và rôto.

Chia hai vế cho $m_1 N_1 k_{dq1}$ và đặt:

$$\frac{\dot{I}_2}{\frac{m_1 N_1 k_{dq1}}{m_2 N_2 k_{dq2}}} = \frac{\dot{I}_2}{a_i} = \dot{I}'_2,$$

ta có: $\dot{I}_1 = \dot{I}_0 + \dot{I}'_2$ (7.21)

Trong đó, \dot{I}'_2 là dòng điện rôto qui đổi về stato, còn hệ số qui đổi dòng điện là:

$$a_i = \frac{m_1 N_1 k_{dq1}}{m_2 N_2 k_{dq2}} \quad (7.22)$$

7.6. MẠCH ĐIỆN THAY THẾ CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

Để thuận tiện cho việc nghiên cứu và tính toán, từ hệ phương trình cân bằng điện áp và sức từ động của máy điện không đồng bộ, ta thành lập sơ đồ mạch điện tương đương gọi là mạch điện thay thế máy điện không đồng bộ.

Từ (7.11), ta viết lại phương trình cân bằng điện áp stator của máy điện là:

$$\dot{U}_1 = \dot{E}_1 + \dot{I}_1 (R_1 + jX_1) = \dot{E}_1 + \dot{I}_1 Z_1 \quad (7.23)$$

Mạch điện tương đương phương trình cân bằng điện áp phía stator 7.23, trình bày trên hình 7.9a, giống dây quấn sơ cấp mba

Viết lại phương trình (7.20b) là phương trình mạch điện rotor lúc quay, trong đó dòng điện I_2 và sđđ E_{2s} có tần số $f_2 = sf_1$.

$$0 = s\dot{E}_2 - \dot{I}_2 (R_2 + jsX_2) \quad (7.24)$$

Mạch điện tương đương phương trình cân bằng điện áp ở dây quấn rotor theo phương trình 7.24, trình bày trên hình 7.9b.

Chia hai vế (7.24) cho s , ta có:

$$0 = \dot{E}_2 - \dot{I}_2 \left(\frac{R_2}{s} + jX_2 \right) = \dot{E}_2 - \dot{I}_2 \left(R_2 \frac{1-s}{s} + R_2 + jX_2 \right) \quad (7.25)$$

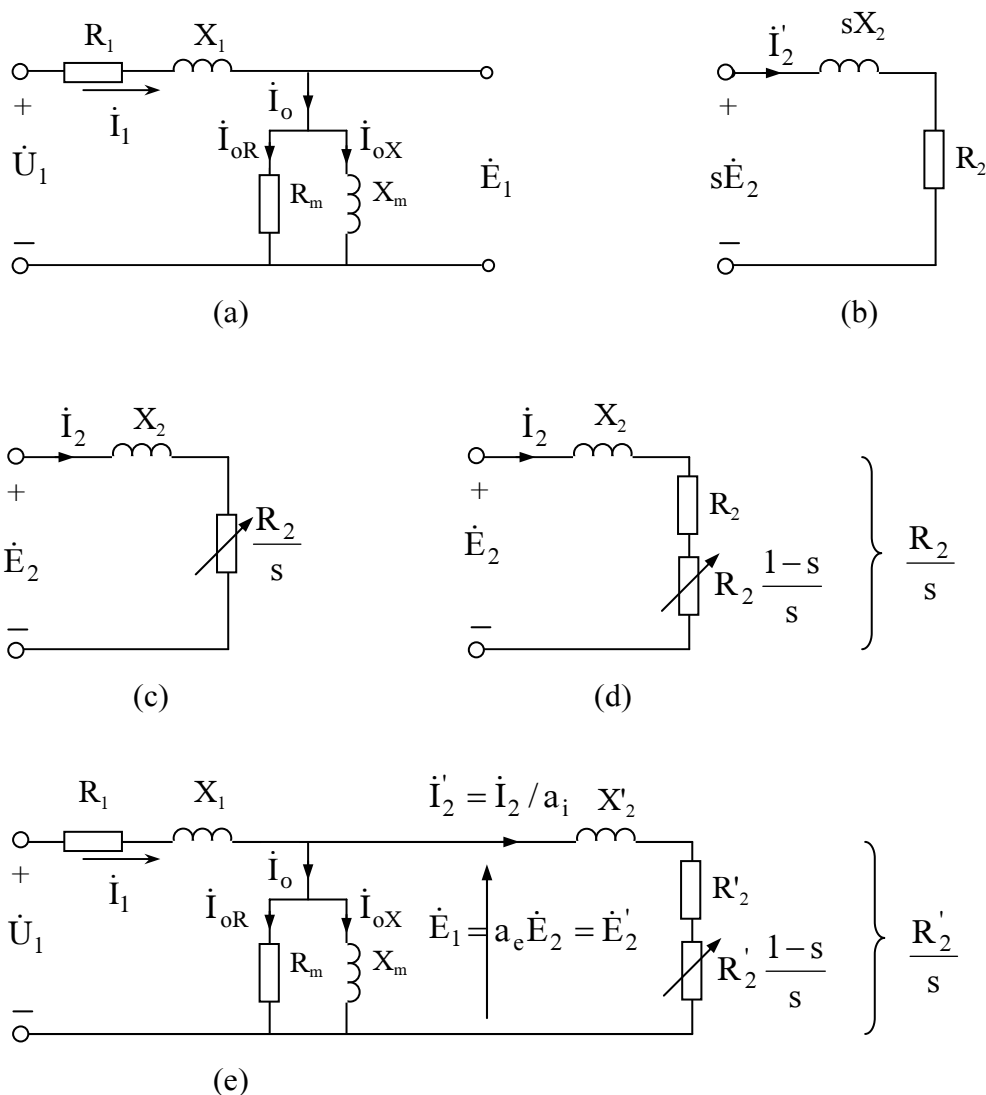
Mạch điện tương đương phương trình (7.25), trình bày trên hình 7.9c,d. Phương trình (7.25) là phương trình điện áp rotor lúc quay đã được qui đổi về rotor đứng yên. Có thể gọi là phương trình điện áp rotor qui đổi về tần số stator.

Nhân phương trình (7.25) với a_c , chia và nhân với a_i , ta có:

$$0 = a_e \dot{E}_2 - \frac{\dot{I}_2}{a_i} \left(\frac{R_2}{s} a_e a_i + jX_2 a_e a_i \right) \quad (7.26a)$$

$$0 = \dot{E}_2' - \dot{I}_2' \left(\frac{R_2'}{s} + jX_2' \right) \quad (7.26b)$$

$$0 = \dot{E}_2' - \dot{I}_2' \left(R_2' \frac{1-s}{s} + R_2' + jX_2' \right) \quad (7.26c)$$



Hình 7.9 Mạch điện thay thế của máy điện không đồng bộ. a) Mạch điện thay thế phía stator; b, c, d) Mạch điện thay thế phía rotor; e) Mạch điện thay thế đầy đủ máy điện không đồng bộ.

trong đó: $E_2' = a_e E_2 = E_1$ là sdd pha rotor qui đổi về stator; $I_2' = I_2/a_i$ là dòng điện rotor qui đổi về stator; $R_2' = R_2 a_i a_e = a^2 R_2$ là điện trở dây quấn rotor qui đổi về stator; $X_2' = X_2 a_i a_e = a^2 X_2$ là điện kháng dây quấn rotor qui đổi về stator; a^2 là hệ số qui đổi tổng trở; còn $R_2'/s = R_2' + R_2'(1-s)/s = R_2' + R_{c0}$ và $R_{c0} = R_2'(1-s)/s$ gọi là

điện trở cơ giả tưởng, năng lượng tiêu tán trên điện trở này tương đương năng lượng điện từ biến thành cơ năng trên trục động cơ khi nó quay (hình 7.9e).

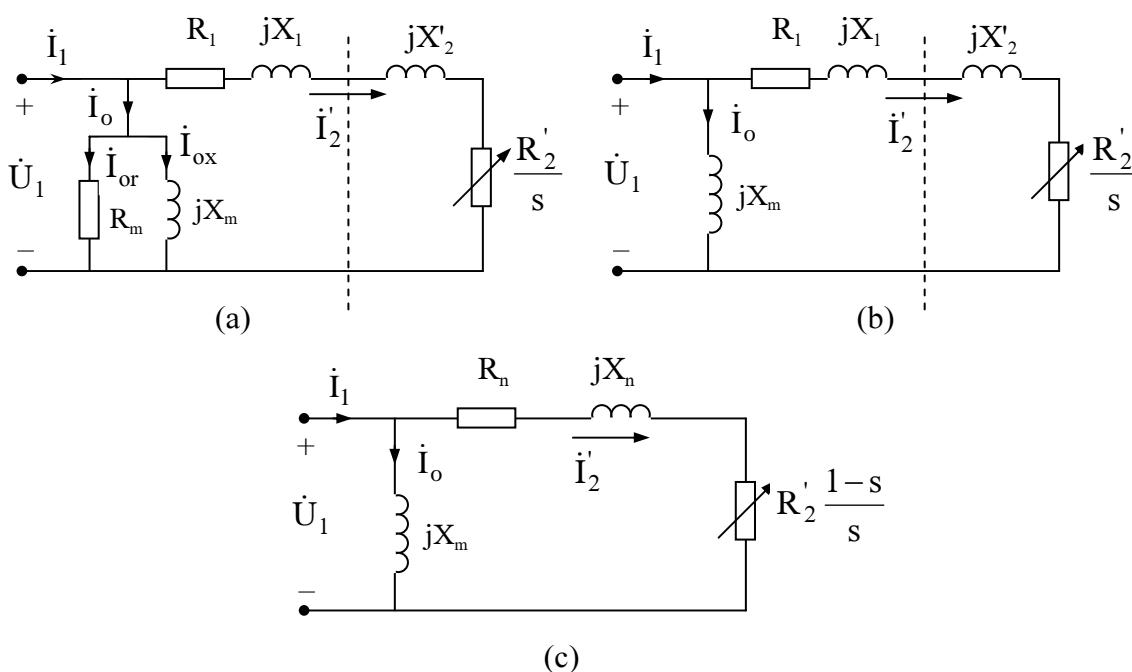
Cuối cùng ta có phương trình cơ bản lúc rotor quay là:

$$\left. \begin{aligned} \dot{U}_1 &= \dot{E}_1 + \dot{I}_1 Z_1 \\ 0 &= \dot{E}_2' - \dot{I}_2' \left(R_2' \frac{1-s}{s} + R_2' + jX_2' \right) \\ \dot{E}_2' &= \dot{E}_1 \\ \dot{I}_1 &= \dot{I}_0 + \dot{I}_2' \end{aligned} \right\} \quad (7.27)$$

Dựa vào các phương trình cơ bản sau khi qui đổi (7.27), và hai mạch điện hình 7.9a và d, ta thành lập mạch điện thay thế hình 7.9e cho động cơ điện không đồng bộ khi rotor quay giống như máy biến áp, ở đây dây quấn sơ cấp máy biến áp là dây quấn stator, dây quấn thứ cấp máy biến áp là dây quấn rotor và phụ tải máy biến áp là điện trở cơ giả tưởng $R'_{co} = R_2'(1-s)/s$, đây là điện trở đặc trưng cho công suất cơ P_{co} của động cơ.

7.7. CÁC DẠNG KHÁC CỦA MẠCH ĐIỆN THAY THẾ

Để thuận tiện cho việc tính toán, sơ đồ hình 7.9e được xem gần đúng tương đương với sơ đồ hình 7.10a, khi chuyển nhánh từ hóa về nối trực tiếp với điện áp U_1 được sử dụng nhiều trong tính toán động cơ điện không đồng bộ.



Hình 7.10 Sơ đồ thay thế gần đúng máy điện không đồng bộ

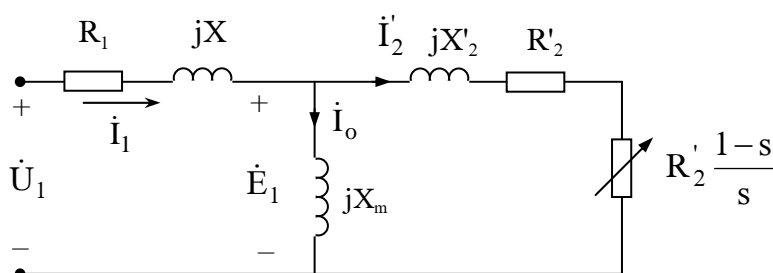
Trong máy điện không đồng bộ thường $R_m \gg X_m$, nên ta bỏ qua điện trở đặc trưng cho tổn hao trong lõi thép, hình 7-10b.

Ngoài ra, nếu làm một vài phép biến đổi đơn giản, ta có sơ đồ thay thế như hình 7-10c, trong đó:

$$R_n = R_1 + R_2' \quad (7.28)$$

$$X_n = X_1 + X_2' \quad (7.29)$$

Từ sơ đồ thay thế có thể tính dòng điện stator, dòng điện rotor, moment, công suất cơ... và những tham số khác. Như vậy ta đã chuyển việc tính toán một hệ Điện - Cơ về việc tính toán mạch điện đơn giản.



Hình 7.11 Mạch điện thay thế IEEE

Trong máy điện không đồng bộ, do có khe hở không khí lớn nên tổn tại dòng điện từ hóa lớn, khoảng $(30-50)\%I_{dm}$. Điện kháng tản X_1 cũng lớn. Trong trường hợp như vậy điện kháng từ hóa X_m không nên dịch chuyển về đầu nguồn (hình 7-10c) mà giữ nguyên vị trí như hình 7-9e. Bỏ qua điện trở R_m còn tổn hao sắt ta gộp vào tổn hao cơ và tổn hao phụ gọi chung là tổn hao quay. Từ đó ta có mạch điện thay thế hình 7-11 do IEEE (đọc I ba E) đề xướng, ở đây sdd E_1 khác so với U_1 .

7.8. QUÁ TRÌNH NĂNG LƯỢNG TRONG ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

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: $p_{Fe} = m_1 I_{0R}^2 R_m$. 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:

$$P_{cơ} = P_{dt} - p_{Cu2} = m_1 I_2'^2 \frac{R_2'}{s} - m_1 I_2'^2 R_2' = m_1 I_2'^2 R_2' \frac{1-s}{s} \quad (7.32)$$

Từ công thức (7.31) và (7.32), ta có công suất cơ trên trục và P_{dt} :

$$P_{cơ} = (1-s)P_{dt} \quad P_{dt} = m_1 I_2'^2 \frac{R_2'}{s} = \frac{p_{Cu2}}{s} \quad (7.33)$$

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 của động cơ điện:

$$P_2 = P_{cơ} - p_q$$

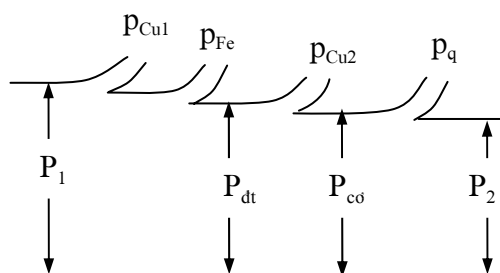
Tổng tổn hao của động cơ điện:

$$\Sigma p = p_{Cu1} + p_{Fe} + p_{Cu2} + p_q$$

Giản đồ năng lượng của động cơ không đồng bộ trình bày trên hình 7.12.

Hiệu suất của động cơ điện:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = 1 - \frac{\Sigma p}{P_1} \quad (7.34)$$



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 750W . Xác định:

1. Công suất cơ?
2. Công suất điện từ?
3. Tổn hao đồng trong dây quấn rotor?

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:

$$\text{Tốc độ đồng bộ} : n_1 = \frac{60f}{p} = \frac{60 \times 50}{2} = 1500 \text{ vòng/phút}$$

$$\text{Hệ số trượt} : s = \frac{n_1 - n}{n_1} = \frac{1500 - 1440}{1500} = 0,04$$

$$\text{Công suất điện từ : } P_{dt} = \frac{P_{cơ}}{1-s} = \frac{11750}{1-0,04} = 12240 \text{ W}$$

3. Tổn hao đồng trong dây quấn rotor :

$$P_{Cu2} = sP_{dt} = 0,04 \times 12240 = 489,6 \text{ W}$$

7.9. MÔMEN CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

Thường lợi dụng mạch điện thay thế để tính mômen điện từ theo hệ số trượt. Mômen điện từ của động cơ điện không đồng bộ:

$$M = \frac{P_{cơ}}{\Omega} \quad (7.35)$$

Viết lại biểu thức (7.32):

$$P_{cơ} = m_1 I_2'^2 R_2' \frac{1-s}{s} \quad (7.36)$$

Còn

$$\Omega = (1-s)\Omega_1 = (1-s)\omega_1 / p$$

Từ sơ đồ thay thế IEEE (hình 7.11) , khi bỏ qua X_m , ta có:

$$I_2' = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + R_2'/s)^2 + (X_1 + X_2')^2}} \quad (7.37)$$

Thế (7.36) rồi (7.37) vào (7.35), ta có mômen điện từ của động cơ điện không đồng bộ :

$$M = \frac{m_1}{\Omega_1} \times \frac{U_1^2 \times R_2'/s}{(R_1 + R_2'/s)^2 + (X_1 + X_2')^2} \quad (7.38)$$

Nhận xét về moment :

+ M tỉ lệ U_1^2 .

+ M tỉ lệ nghịch $Z^2 = (R_1 + R_2'/s)^2 + (X_1 + X_2')^2$ khi tần số cho trước.

+ $M = f(s)$.

Vẽ quan hệ mômen theo hệ số trượt $M = f(s)$. Để vẽ hình 7.13, ta tính:

7.9.1. Tìm mômen cực đại

- Giả thiết các tham số khác là không đổi.
- Đặt $y = 1/s$.

Viết lại biểu thức mômen điện từ (7.38):

$$M = \frac{Ay}{B + Cy + Dy^2}$$

$$\text{trong đó: } \left\{ \begin{array}{l} A = \frac{m_1 U_1^2 R_2'}{\Omega_1} \\ B = R_1^2 + (X_1 + X_2')^2 \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} C = 2R_1 R_2' \\ D = R_2'^2 \end{array} \right.$$

Lấy đạo hàm và tìm hệ số trượt tới hạn s_{th} ứng với mômen cực đại M_{max} .

$$\left. \frac{dM}{dy} \right|_{y=y_{th}} = \frac{A(B - Dy_{th}^2)}{(B + Cy_{th} + Dy_{th}^2)^2} = 0$$

$$\rightarrow y_{th} = \pm\sqrt{B/D}$$

$$\rightarrow s_{th} = \pm\sqrt{D/B}$$

$$\rightarrow s_{th} = \pm \frac{R'_2}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X'_2)^2}} \quad (7.39)$$

Dấu: (+) ứng với chế độ động cơ.

(-) ứng với chế độ máy phát.

Sau khi thế (7.39) vào (7.38), ta có mômen cực đại :

$$M_{max} = \pm \frac{m_1}{2\Omega_1} \times \frac{U_1^2}{\pm R_1 + \sqrt{R_1^2 + (X_1 + X'_2)^2}} \quad (7.40)$$

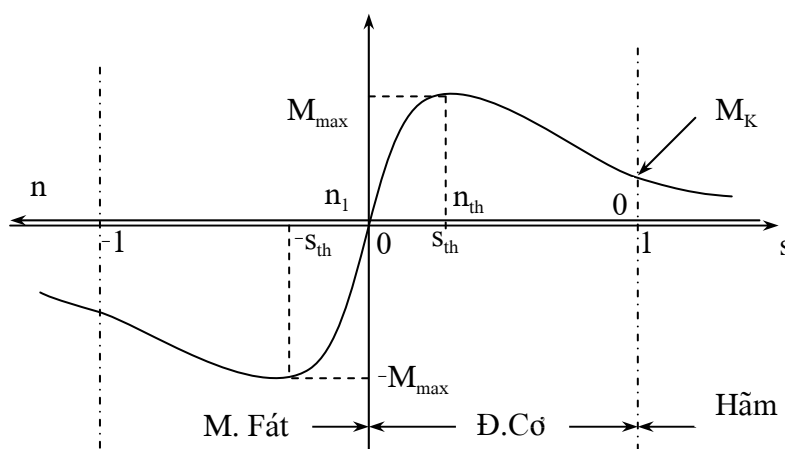
Thường $R_1 \ll X_1 + X'_2$, nên xem $R_1 = 0$, ta có:

$$s_{th} = \pm \frac{R'_2}{X_1 + X'_2} \quad (7.41)$$

$$M_{max} = \pm \frac{m_1}{2\Omega_1} \frac{U_1^2}{X_1 + X'_2} \quad (7.42)$$

Ta nhận xét về M_{max} :

- + M_{max} tỉ lệ với U_1^2
- + M_{max} không phụ thuộc R'_2
- + M_{max} ở chế độ máy phát lớn hơn một ít so với chế độ động cơ.
- + R'_2 càng lớn thì s_{th} càng lớn và s_{th} không phụ thuộc điện áp.
- + R'_2 tăng thì M_{max} không đổi mà dịch sang phải.



Hình 7.13 Quan hệ $M = f(s)$

7.9.2. Mômen khởi động

Điểm $s = 1$ ($n = 0$) ứng với chế độ khởi động của động cơ:

$$M_K = \frac{m_1}{\Omega_1} \times \frac{U_1^2 R_2'}{(R_1 + R_2')^2 + (X_1 + X_2')^2} \quad (7.43)$$

Ta nhận xét về M_K :

- + M_K tỉ lệ với U_1^2
- + M_K tỉ lệ nghịch với $Z_n^2 = R_n^2 + X_n^2$
- + Tìm $M_K = M_{\max}$ thì hệ số trượt $s_{th} = 1$ (hình 7.14a). Ta có:

$$s_{th} = \frac{R_2'}{X_1 + X_2'} = 1 \quad (7.44)$$

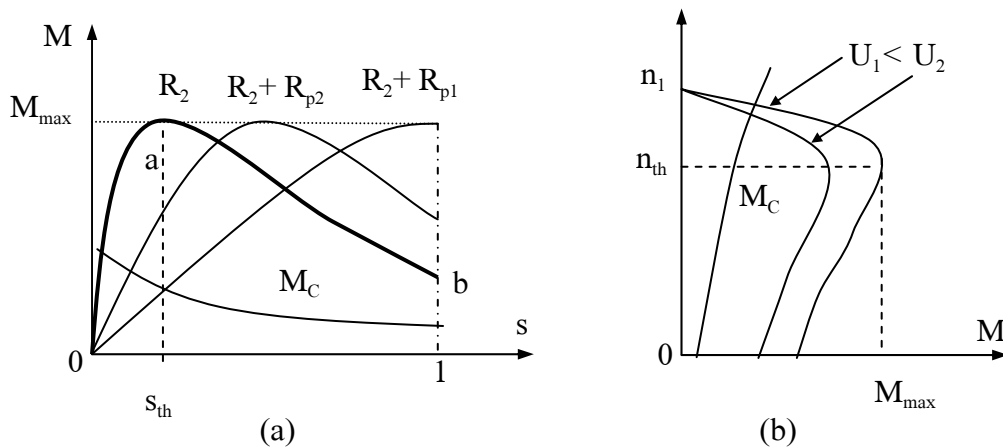
$R_2' = X_1 + X_2'$: đây là điện trở rôto để $M_K = M_{\max}$.

7.9.3. Đặc tính cơ của động cơ điện

Đặc tính cơ của động cơ điện là quan hệ $n = f(M_2)$ hoặc $M_2 = f(n)$. Mà ta có $M = M_0 + M_2$, ở đây ta xem $M_0 = 0$ hoặc chuyển M_0 về momen cản tĩnh M_C , vì vậy $M_2 = M = f(n)$.

Từ hình 7.13, ta xét chế độ động cơ nghĩa là $s = 0 \div 1$ (hình 7.14a). Nếu thay $s = (n_1 - n)/n_1$ ta sẽ có quan hệ $n = f(M_2)$ chính là đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ (hình 7.14b). Từ hình 7.14a, ta có :

- + Đoạn oa ($0 < s < s_{th}$): Động cơ làm việc ổn định. Đặc tính cơ cứng.
- + Đoạn ab ($s_{th} < s < 1$): Động cơ làm việc không ổn định.



Hình 7.14 Đặc tính động cơ không đồng bộ

a) Quan hệ momen theo hệ số trượt. b) Đặc tính cơ động cơ không đồng bộ

Đối với động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc, ta có ba thông số quan trọng ghi trong lý lịch máy là năng lực quá tải m_M , bội số momen khởi động m_K và bội số dòng điện khởi động m_I :

$$m_M = \frac{M_{\max}}{M_{\text{dm}}} (=1,7 \div 3); \quad m_K = \frac{M_K}{M_{\text{dm}}} (=1,1 \div 1,7); \quad m_I = \frac{I_K}{I_{\text{dm}}} (=1,1 \div 1,7)$$

7.10. KHỞI ĐỘNG ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

Dòng điện khởi động : Khi khởi động $\Omega = 0$, $s = 1$ nên:

$$I_K = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + R_2')^2 + (X_1 + X_2')^2}} = \frac{U_1}{\sqrt{(R_n^2 + X_n^2)}} \quad (7.45)$$

Thường thì : $I_K = (4 \div 7)I_{\text{dm}}$ ứng với U_{dm} .

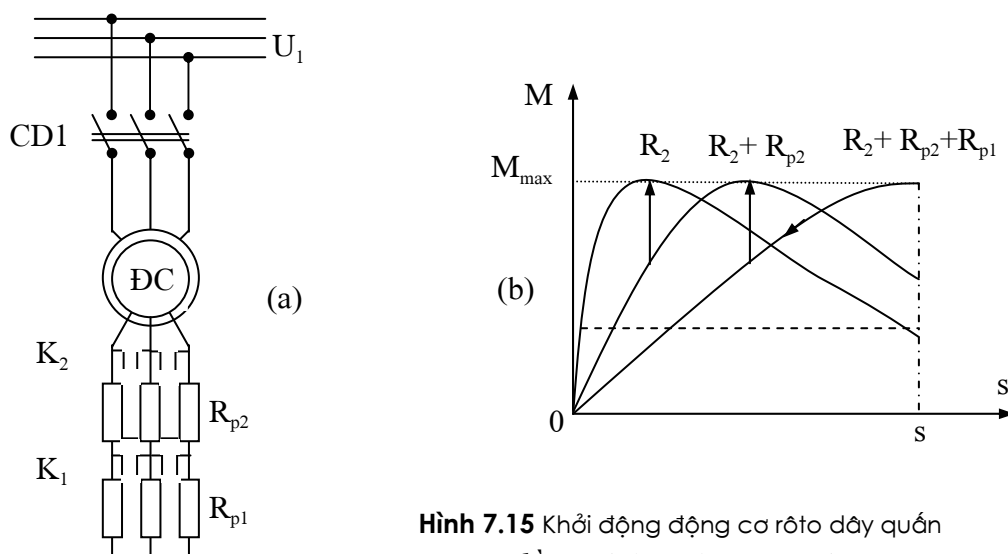
Yêu cầu khi ở máy:

- 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.

7.10.1. Khởi động động cơ rôto 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.



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:

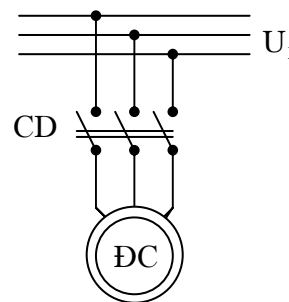
$$I_{Kp} = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + R'_2 + R_{pK})^2 + (X_1 + X'_2)^2}} \quad (7.47)$$

Nhờ có điện trở r_m dòng điện khởi động giảm xuống, mômen khởi động tăng, đó là ưu điểm lớn của động cơ rôto dây quấn.

7.10.2. Khởi động động cơ rôto 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 $S_{d.cơ}$.



Hình 7.16 Khởi động trực tiếp

2. Khởi động bằng cách giảm điện áp đặt vào dây quấn stato:

Các phương pháp sau đây nhằm mục đích giảm dòng điện khởi động I_K . Nhưng khi giảm điện áp khởi động thì momen khởi động cũng giảm theo.

a. Khởi động dùng cuộn kháng mắc nối tiếp vào mạch stato:

Khi khởi động: CD2 cắt, đóng CD1 để nối dây quấn stator vào lưới điện thông qua điện kháng ĐK, động cơ quay ổn định, đóng CD2 để ngắt mạch cuộn kháng ĐK, nối trực tiếp dây quấn stato vào lưới (hình 7.17).

Điện áp đặt vào dây quấn stato khởi động là:

$$U_K = kU_1 \quad (k < 1)$$

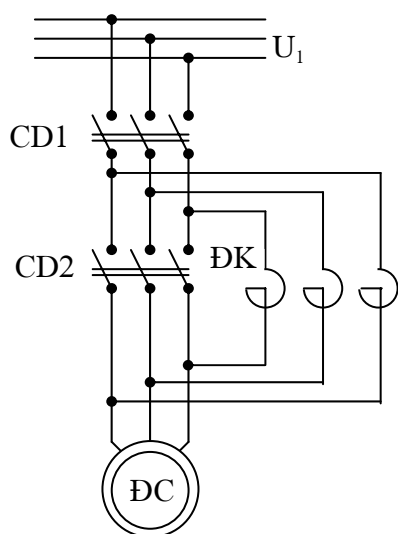
Dòng điện khởi động:

$$I'_K = kI_K$$

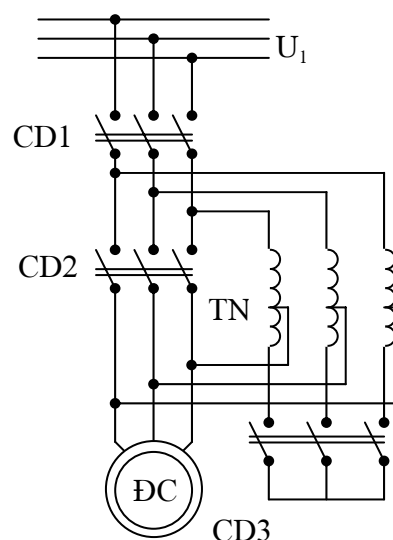
với I_K : dòng khởi động trực tiếp.

Mômen khởi động:

$$M_K = k^2 M_{K0}$$



Hình 7.17 Khởi động dùng điện kháng



Hình 7.18 Khởi động dùng BA TN

b. Khởi động dùng mba tử ngẫu:

Trước khi khởi động: cắt CD2, đóng CD3, MBA TN để ở vị trí điện áp đặt vào động cơ khoảng $0.6U_{dm}$, 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:

$$U_K = k_T U_1 \quad (k < 1)$$

Lúc đó dòng điện mm:

$$I'_K = k I_K$$

với I_K : dòng khởi động trực tiếp.

Dòng điện mba TN nhận từ lưới điện:

$$I_1 = k_T I'_K = k^2 I_K$$

Mômen khởi động:

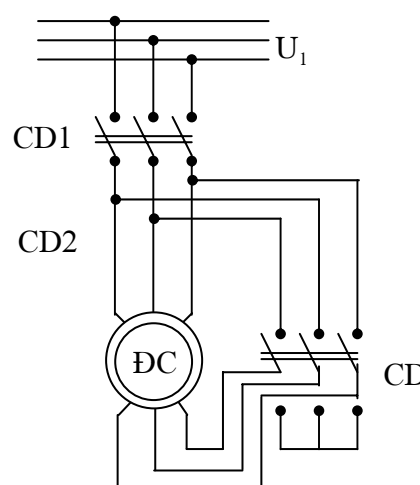
$$M'_K = k^2 M_K.$$

c. Khởi động bằng cách đổi nối Y → Δ:

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:

$$U'_{Kf} = \frac{1}{\sqrt{3}} U_K$$



Hình 7.19 Khởi động đổi nối Y → Δ

Điện áp pha khi khởi động:

$$I_{KY} = I'_{Kf} = \frac{1}{\sqrt{3}} I_{Kf}$$

Điện áp pha khi khởi động trực tiếp:

$$I_{K\Delta} = \sqrt{3} I_{Kf}$$

Ta có:

$$\frac{I_{K\Delta}}{I_{KY}} = \frac{\sqrt{3} I_{Kf}}{\frac{I_{Kf}}{\sqrt{3}}} = 3$$

Còn mômen khởi động của động cơ M_K giảm đi 3 lần.

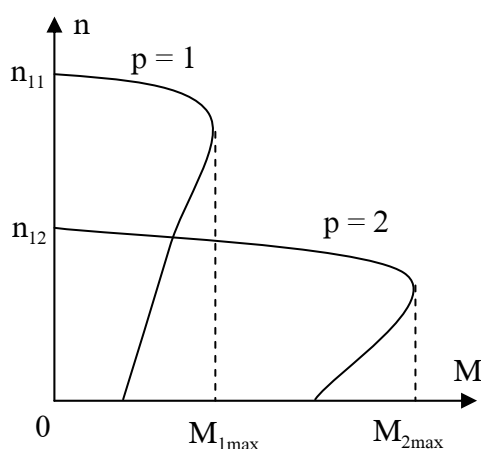
7.11. ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

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.

7.11.1. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi số đôi cực từ:



Hình 7.20. Đặc tính cơ ĐK có hai cực 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 độ đồng bộ n_{11} và n_{12} .

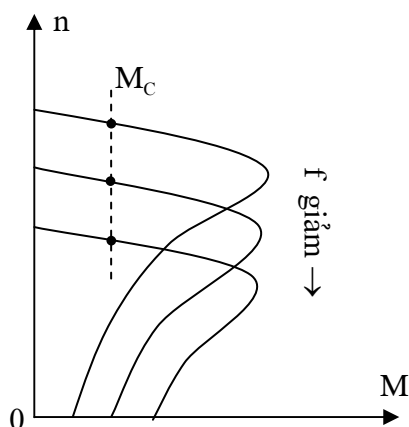
Theo công thức (7.3b) và (7.42), ta có:

$$n_{11} = 2n_{12} \text{ và } M_{2\max} = 2M_{1\max}.$$

7.11.2. 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 :

$$\frac{U_1}{f_1} = 4,44N_1k_{dq1}\Phi_m$$



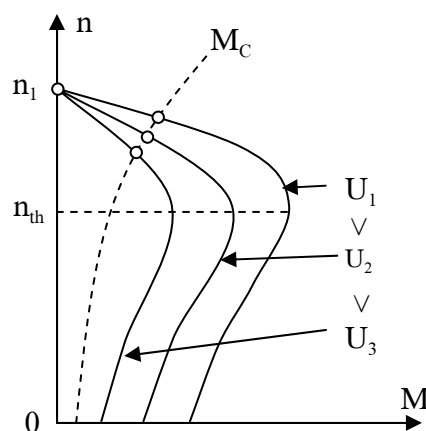
Hình 7.21. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi tần số

Như vậy từ thông Φ_m tỉ lệ với tỉ số U_1/f . Muốn giữ Φ_m không đổi khi giảm f , ta phải đồng thời giảm U_1 sao cho tỉ số U_1/f không đổi (hình 7.21).

Cách điều chỉnh U_1/f không đổi thì 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.

7.11.3. Điều chỉnh tốc độ 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

7.11.4. Thay đổi điện trở rôto của động cơ rôto 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 trên hình 7.15b. Ta thấy rằng khi tăng điện trở, tốc độ quay của động cơ giảm.

Phương pháp này gây tổn hao trong 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.

7.12. CÁC ĐẶC TÍNH ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

Đó là đồ thị cho biết sự thay đổi của dòng điện stato I_1 , tốc độ rôto n , momen quay M , hệ số công suất $\cos\varphi$ và hiệu suất η theo công suất hữu ích trên trục P_2 , khi điện áp U_1 và tần số f của nguồn không đổi (hình 7.23).

7.12.1. Đặc tính dòng điện stato $I_1 = f(P_2)$

Theo (7.22), dòng điện I_1 là tổng vectơ của dòng điện không tải I_0 và dòng điện làm việc (I_2). Khi U_1 không đổi, I_0 cũng gần như không đổi và bằng khoảng $(20 \div 40)\%I_{dm}$. Khi P_2 tăng, dòng I_2 tăng nên I_1 tăng theo.

7.12.2. Đặc tính tốc độ $n = f(P_2)$.

Theo công thức hệ số trượt, ta có:

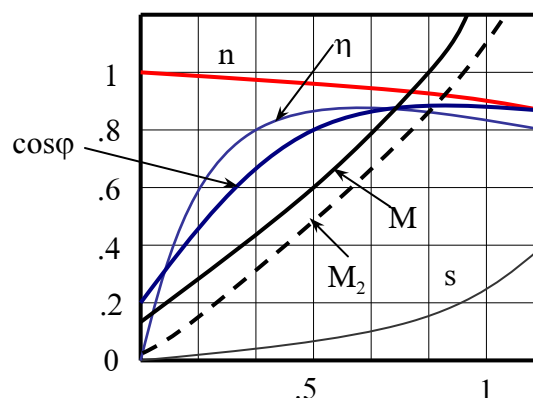
$$n = n_1(1-s)$$

trong đó : $s = p_{Cu2}/P_{dt}$. Khi không tải $p_{Cu2} \ll P_{dt}$ nên $s \approx 0$ động cơ điện quay gần tốc độ đồng bộ $n \approx n_1$ Khi mang tải thì tổn hao đồng cũng tăng lên n giảm một ít, nên đường đặc tính tốc độ là đường dốc xuống.

7.12.3. Đặc tính mômen $M = f(P_2)$.

Ta có $M = f(s)$ thay đổi rất nhiều.

Nhưng trong phạm vi $0 < s < s_{th}$ thì đường $M = f(s)$ gần giống đường thẳng, nên $M_2 = f(P_2)$ là đường thẳng.



Hình 7.23 Đặc tính làm việc của động cơ không đồng bộ.

7.12.4. Đặc tính hiệu suất $\eta = f(P_2)$.

Ta có hiệu suất của máy:

$$\eta = \frac{P_2}{P_2 + \sum p} 100\% \quad (7.48)$$

trong đó: $\sum p$ tổng tổn hao, nhưng ở đây chỉ có tổn hao đồng thay đổi theo phụ tải còn các tổn hao khác là không đổi.

7.12.5. Đặc tính hệ số công suất $\cos\varphi = f(P_2)$.

Hệ số công suất của máy điện không đồng bộ bằng:

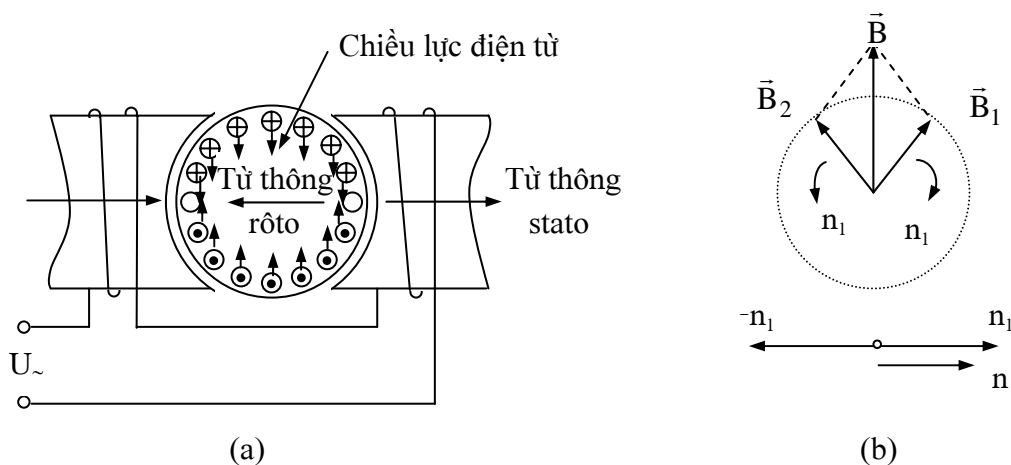
$$\cos\varphi = \frac{P_1}{S} = \frac{P_1}{\sqrt{P_1^2 + Q_1^2}} \quad (7.49)$$

Vì máy điện không đồng bộ bằng luôn luôn nhận công suất phản kháng từ lưới. Lúc không tải hệ số công suất $\cos\varphi_0$ rất thấp thường nhỏ hơn 0,2. Khi tải tăng, P_1 tăng lên, nên $\cos\varphi$ cũng tăng cho đến $\cos\varphi = 0,8 \div 0,9$. Sau đó giảm xuống dần.

7.13. ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ MỘT PHA

7.13.1. Đại cương, cấu tạo, nguyên lý làm việc

Động cơ điện không đồng bộ một pha được sử dụng rất rộng rãi trong dân dụng và công nghiệp như máy giặt, tủ lạnh, máy bơm, quạt, các dụng cụ cầm tay,... Nói chung là các động cơ công suất nhỏ. Cụm từ "động cơ công suất nhỏ" chỉ các động cơ có công suất nhỏ hơn 750W. Phần lớn động cơ một pha thuộc loại này, mặt dù chúng còn được chế tạo với công suất đến 7,5kW và ở hai cấp điện áp 110V và 220V.



Hình 7.24 Động cơ không đồng bộ một pha một dây quấn

a) Từ thông và lực điện từ tác dụng lên rôto.

b) Từ trường đập mạch được phân thành hai từ trường quay thuận và quay ngược

Về cấu tạo, stato giống động cơ không đồng bộ ba pha nhưng trên đó ta đặt dây quấn một pha và được cung cấp bởi nguồn điện xoay chiều một pha; còn rôto thường là rôto lồng sóc (hình 7.24a).

Cho dòng điện xoay chiều hình sin chạy vào dây quấn stato thì từ trường stato có phương không đổi nhưng có độ lớn thay đổi hình sin theo thời gian, gọi là từ trường đập mạch:

$$B = B_m \sin \omega t \cos \alpha \quad (7.50)$$

Từ trường này sinh ra dòng điện cảm ứng trong các thanh dẫn dây quấn rôto, các dòng điện này sẽ tạo ra từ thông rôto mà theo định luật Lenz, sẽ chống lại từ thông stato. Từ đó ta xác định được chiều dòng điện cảm ứng và chiều của lực điện từ tác dụng lên thanh dẫn rôto. Ta thấy momen tổng tác dụng lên rôto bằng không và do đó rôto không thể tự quay được. Để động cơ có thể làm việc được, trước hết ta phải quay rôto theo một chiều nào đó và sau đó động cơ sẽ tiếp tục quay theo chiều đó.

Để thấy rõ nguyên lý làm việc của động cơ, ta xem hình 7.24b, ta thấy từ trường đập mạch \vec{B} là tổng của hai từ trường quay \vec{B}_1 và \vec{B}_2 cùng tốc độ quay n_1 nhưng biên độ bằng một nửa từ trường đập mạch và quay ngược chiều nhau:

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 \quad (7.51)$$

với $B_{1m} = B_{2m} = B_m/2 \quad (7.52)$

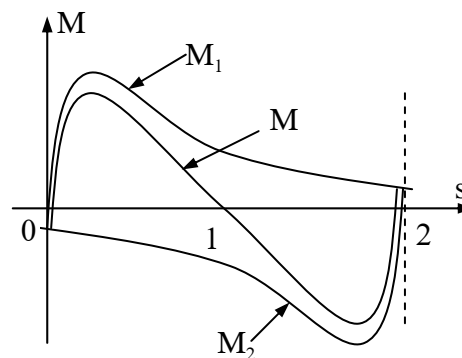
và $n_1 = \frac{60f}{p} \quad (7.53)$

- Từ trường quay \vec{B}_1 quay cùng chiều với rôto lúc động cơ làm việc, gọi là từ trường quay thuận.
- Từ trường quay \vec{B}_2 quay ngược chiều với rôto lúc động cơ làm việc, gọi là từ trường quay ngược.

Từ trường quay thuận \vec{B}_1 tác dụng với dòng điện rôto sẽ tạo ra momen quay thuận M_1 (hình 7.25); Còn từ trường quay ngược \vec{B}_2 tác dụng với dòng điện rôto sẽ tạo ra momen quay ngược M_2 (hình 7.25). Tổng đại số hai momen này cho ta đặc tuyến $M = f(s)$:

$$M = M_1 + M_2 = f(s)$$

Từ đặc tính hình 7.25, ta thấy



Hình 7.25 Mômen của động cơ không đồng bộ một pha

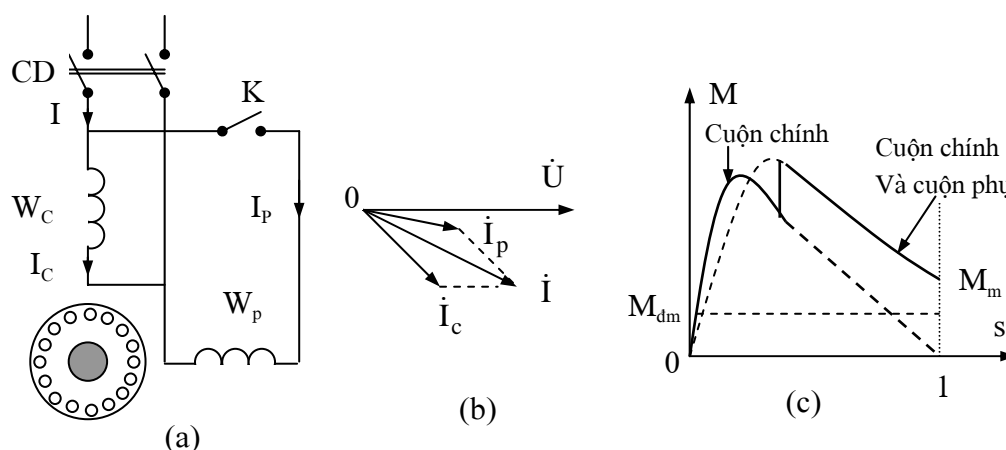
rằng lúc khởi động ($n = 0, s = 1$), $M_1 = M_2$ và ngược chiều nhau nên mômen tổng $M = 0$, vì vậy động cơ không thể tự quay được. Nếu ta quay động cơ theo một chiều nào đó, $s \neq 1$ tức $M \neq 0$ động cơ sẽ tiếp tục quay theo chiều đó.

Vì vậy để động cơ một pha làm việc được, ta phải có biện pháp khởi động, nghĩa là tìm cách tạo ra cho động cơ một momen lúc rôto đứng yên ($M = M_k$ khi $s = 1$).

7.13.2. Động cơ dùng dây quấn phụ khởi động (hình 7.26)

Loại động cơ này được dùng khá phổ biến như máy điều hòa, máy giặt, dụng cụ cầm tay, quạt, bơm ly tâm ...

Các phần chính của loại động cơ này cho trên hình 7.26a, gồm dây quấn chính W_c (dây quấn làm việc), dây quấn phụ (dây quấn khởi động W_m). Hai cuộn dây này đặt lệch nhau một góc 90° điện trong không gian. Và rôto lồng sóc.



Hình 7.26 Động cơ dùng dây quấn phụ. a) Sơ đồ kết cấu. b) Đồ thị vectơ lúc khởi động. c) Đặc tính $M = f(s)$

Để có được mômen khởi động, người ta tạo ra góc lệch pha giữa dòng điện qua cuộn chính I_c và dòng qua cuộn dây phụ I_p bằng cách mắc thêm một điện trở nối tiếp với cuộn phụ hoặc dùng dây quấn cỡ nhỏ hơn cho cuộn phụ, góc lệch này thường nhỏ hơn 30° . Dòng trong dây quấn chính và trong dây quấn phụ sinh ra từ trường quay để tạo ra mômen khởi động. Đồ thị vectơ lúc khởi động được trình bày trên hình 7.26b.

Khi tốc độ đạt được $70 \div 75$ % tốc độ đồng bộ, cuộn dây phụ được cắt ra nhờ công tắc ly tâm K và động cơ tiếp tục làm việc với cuộn dây chính. Đặc tính momen được trình bày trên hình 7.26c.

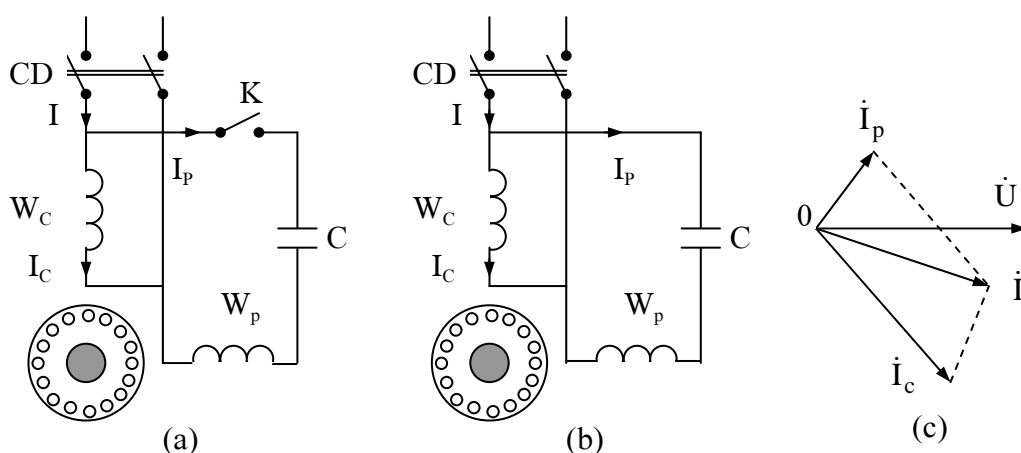
7.13.3. Động cơ dùng tụ điện (hình 7.27)

Các động cơ không đồng bộ một pha có cuộn dây phụ được mắc nối tiếp với một tụ điện được gọi là động cơ tụ điện. Loại động cơ này có cuộn dây phụ bố trí lệch so với cuộn dây chính một góc 90° điện trong không gian, để tạo góc lệch về thời gian ta mắc nối tiếp với cuộn dây phụ một tụ điện. Nếu tụ điện mắc nối tiếp với cuộn phụ chọn giá trị thích hợp thì góc lệch pha giữa I_C và I_p là gần 90° (hình 7.27b). Tùy theo yêu cầu về momen khởi động và momen lúc làm việc, ta có các loại động cơ tụ điện như sau:

1. Động cơ dùng tụ điện khởi động (hình 7.27a). Khi khởi động tốc độ động cơ đạt đến $75 \div 85\%$ tốc độ động bộ, công tắc K mở ra và động cơ sẽ đạt đến tốc độ ổn định.

2. Động cơ dùng tụ điện thường trực (hình 7.27b). Cuộn dây phụ và tụ điện khởi động được mắc luôn khi động cơ làm việc bình thường. Loại này có công suất thường nhỏ hơn 500W và có đặc tính cơ tốt.

Ngoài ra, để cải thiện đặc tính làm việc và momen khởi động ta dùng động cơ hai tụ điện. Một tụ điện khởi động khá lớn (khoảng $10 \div 15$ lần tụ điện thường trực) được ghép song song với tụ điện thường trực. Khi khởi động tốc độ động cơ đạt đến $75 \div 85\%$ tốc độ động bộ, tụ điện khởi động được cắt ra khỏi cuộn phụ, chỉ còn tụ điện thường trực nối với cuộn dây phụ khi làm việc bình thường.



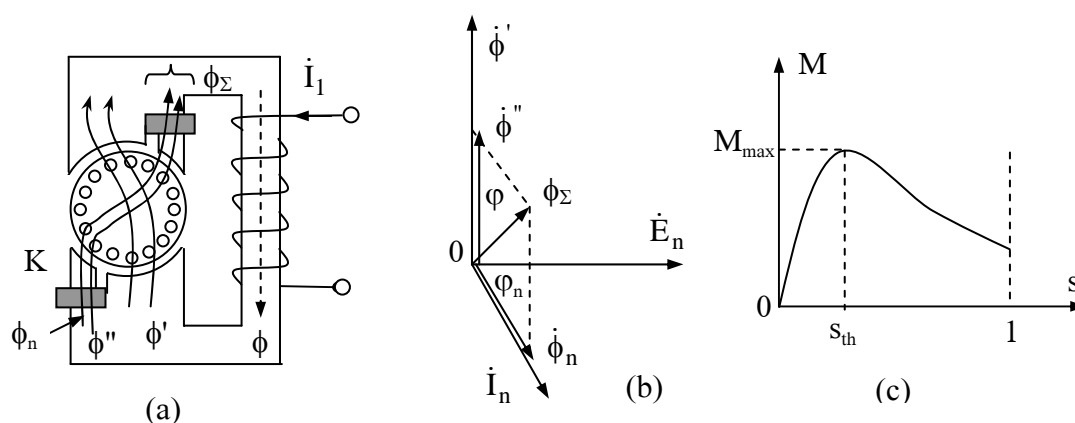
Hình 7.27 Động cơ một pha dùng tụ điện.
a) Tụ điện khởi động. b) Tụ điện thường trực. c) Đồ thị vectơ.

7.13.4. Động cơ có vòng ngắn mạch ở cực từ (hình 7.28).

Hình 7.28a cho thấy cấu tạo loại động cơ này. Trên stato ta đặt dây quấn một pha và cực từ được chia làm hai phần, phần có vòng ngắn mạch K ôm $1/3$ cực từ và

rôto lồng sóc. Dòng điện chạy trong dây quấn stato \dot{I}_1 tạo nên từ thông $\dot{\phi}'$ qua phần cực từ không vòng ngắn mạch và từ thông $\dot{\phi}''$ qua phần cực từ có vòng ngắn mạch. Từ thông $\dot{\phi}''$ cảm ứng trong vòng ngắn mạch sđđ \dot{E}_n , chậm pha so với $\dot{\phi}''$ một góc 90° (hình 7.28b). Vòng ngắn mạch có điện trở và điện kháng nên tạo ra dòng điện \dot{I}_n chậm pha so với \dot{E}_n một góc $\varphi_n < 90^\circ$. Dòng điện \dot{I}_n tạo ra từ thông $\dot{\phi}_n$ và ta có từ thông tổng qua phần cực từ có vòng ngắn mạch :

$$\dot{\phi}_\Sigma = \dot{\phi}'' + \dot{\phi}_n$$



Hình 7.28 Động cơ KĐ một pha có vòng ngắn mạch ở cực từ
a) Cấu tạo. b) Đồ thị vectơ. c) Đặc tính mômen

Từ thông này lệch pha so với từ thông qua phần cực từ không có vòng ngắn mạch một góc là φ . Do từ thông $\dot{\phi}'$ và $\dot{\phi}_\Sigma$ lệch nhau trong không gian nên chúng tạo ra từ trường quay và làm quay rôto. Loại động cơ này có mômen khởi động khá nhỏ $M_K = (0,2-0,5)M_{dm}$, hiệu suất thấp (từ 25 - 40%), thường chế tạo với công suất 20 - 30W, đôi khi cũng có chế tạo công suất đến 300W và hay sử dụng làm quạt bàn, quạt trần, máy quay đĩa ...



BÀI TẬP

Bài 7.1. Động cơ không đồng bộ ba pha 12 cực từ, tần số 50Hz. Động cơ sẽ ququây với tốc độ bao nhiêu nếu hệ số trượt bằng 0,06 ?

Bài 7.2 Động cơ không đồng bộ ba pha 3 đôi cực từ, tần số 50Hz, quay với tốc độ 960vg/ph. Hãy xác định :

1. Vận tốc đồng bộ ?
2. Tần số dòng điện rotor ?
3. Vận tốc tương đối của rotor so với từ trường quay ?.

Bài 7.3. Động cơ không đồng bộ ba pha, tần số 50Hz, quay với tốc độ gần bằng 1000vg/ph lúc không tải và 970vg/ph lúc đầy tải.

1. Động cơ có bao nhiêu cực từ ?
2. Tính hệ số trượt lúc đầy tải ?
3. Tìm tần số điện áp trong dây quấn rotor lúc đầy tải ?
4. Tính tốc độ của :
 - a. Từ trường quay của rotor so với rotor ?
 - b. Từ trường quay của rotor so với stator ?.
 - c. Từ trường quay của rotor so với từ trường quay stator ?.

Bài 7.4. Động cơ không đồng bộ ba pha rotor dây quấn, tần số 50Hz, 6 cực từ 220V có stator đấu Δ và rotor đấu Y. Số vòng dây rotor bằng 80% số vòng dây stator. Khi hệ số trượt bằng 0,04. Hãy tính điện áp giữa hai vành trượt của rotor ?

Bài 7.5 Một động cơ không đồng bộ ba pha rotor dây quấn, tần số 50Hz, 6 cực từ 220V có stator đấu Δ và rotor đấu Y. Số vòng dây rotor bằng một nửa số vòng dây stator. Khi hệ số trượt bằng 0,04. Hãy tính điện áp và tần số giữa các vành trượt nếu :

- a. Rotor đứng yên ?
- b. Hệ số trượt rotor bằng 0,04 ?
- c. Rotor được quay với máy khác theo chiều ngược chiều từ trường quay ?.

Bài 7.6. Tốc độ đầy tải của động cơ không đồng bộ tần số 50Hz tần số 50Hz là 460vg/ph. Tìm số cực từ và hệ số trượt lúc đầy tải ?

Bài 7.7 Một động cơ không đồng bộ ba pha 15hp, tần số 50Hz, 6 cực từ, 220V có stator đấu Y. Có các thông số mạch qui đổi về stator như sau :

$$R_1 = 0,126 \Omega ; \quad R'_2 = 0,094 \Omega ; \quad R_m = 57 \Omega ; \quad X_n = 0,46 \Omega ; \quad X_m = 9,8 \Omega ;$$

Tổn hao cơ và tổn hao phụ là 280W có thể xem như không đổi.

Khi hệ số trượt bằng 0,03, hãy dùng mạch điện thay thế gần đúng hình 3.8a để tính :

- a. Dòng điện dây và hệ số công suất của động cơ ?
- b. Công suất ra và moment của động cơ ?
- c. Hiệu suất của động cơ ?

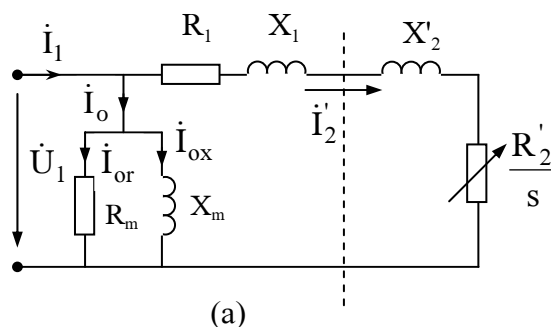
Bài 7.8. Một động cơ không đồng bộ ba pha 125hp, tần số 50Hz, 8 cực từ, 440V có stator đấu Y. Các thông số mạch của động cơ qui đổi về stator như sau :

$R_1 = 0,068 \Omega$; $R'_2 = 0,052 \Omega$; $R_m = 54 \Omega$; $X_1 = X'_2 = 0,224 \Omega$; $X_m = 3,68 \Omega$;

Tổn hao cơ và tổn hao phụ là 1200W có thể xem như không đổi.

Khi hệ số trượt $s = 0,03$, hãy dùng mạch điện thay thế gần đúng hình BT 7.8 để tính:

- Dòng điện dây và hệ số công suất của động cơ ?
- Công suất ra và moment trên đầu trục của động cơ ?
- Hiệu suất của động cơ ?



Hình BT 7.8 Sơ đồ thay thế gần đúng máy điện không đồng bộ

Bài 7.9. Một động cơ không đồng bộ ba pha 125hp, tần số 50Hz, 8 cực từ, 440V có stator đấu Y. Các thông số mạch của động cơ quy đổi về stator như sau :

$R_1 = 0,068 \Omega$; $R'_2 = 0,052 \Omega$; $R_m = 54 \Omega$; $X_1 = X'_2 = 0,224 \Omega$; $X_m = 7,68 \Omega$;

Tổn hao cơ và tổn hao phụ là 1200W có thể xem như không đổi.

Khi hệ số trượt bằng 0,03, hãy dùng mạch điện thay thế gần đúng hình 3.8a để tính :

- Hệ số trượt tới hạn và moment cực đại của động cơ ?
- Dòng điện khởi động và moment khởi động của động cơ ?
- Dòng điện ứng với moment cực đại ?

Bài 7.10. Nhân của một động cơ không đồng bộ ba pha rotor lồng sóc có ghi các số liệu như sau : 25 hp, tần số 50Hz, 8 cực từ, dòng 64A, 440V có stator đấu Y. Giả sử động cơ tiêu thụ công suất từ lưới điện 20,8kW khi làm việc ở chế độ định mức. Hãy tính :

- Hệ số trượt định mức của động cơ ?
- Hệ số công suất định mức của động cơ ?
- Moment định mức ?

Bài 7.11. Một động cơ không đồng bộ ba pha rotor lồng sóc có ghi các số liệu như sau : 25 hp, tần số 50Hz, 8 cực từ, điện áp 440V, stator đấu Y. Động cơ có moment khởi động bằng 112N.m và moment định mức bằng 83N.m. Dòng điện khởi động trực tiếp là 128A khi nối vào lưới điện có điện áp định mức. Hãy tính :

- Moment khởi động khi điện áp giảm còn 300V ?
- Điện áp cần cung cấp cho động cơ để moment khởi động bằng moment định mức của động cơ ?
- Dòng điện khởi động khi điện áp giảm còn 300V ?
- Điện áp cần cung cấp cho động cơ để dòng khởi động không quá 32A ?

Bài 7.12. Một động cơ không đồng bộ ba pha tần số 50Hz, 4 cực từ, 220V có các thông số mạch của động cơ qui đổi về stator như sau :

$$R_1 = 0,3 \Omega ; R'_2 = 0,2 \Omega ; X_1 = X'_2 = 1 \Omega ; G_m = 20 \text{ mS} ; B_m = 60 \text{ mS} ;$$

- Tính tốc độ và dòng điện trong dây quấn stator khi khi $s = 0,02$?
- Tính hệ số công suất và công suất ra của động cơ khi $s = 0,05$?

Bài 7.13. Một động cơ không đồng bộ ba pha rotor dây quấn có 500hp, tần số 25Hz, 12 cực từ, điện áp 2200V có stator đấu Y. Các thông số mạch của động cơ qui đổi về stator như sau :

$$R_1 = 0,225 \Omega ; R'_2 = 0,235 \Omega ; R_m = 780 \Omega ; X_n = 1,43 \Omega ; X_m = 31,75 \Omega ;$$

a. Tính dòng điện không tải và công suất vào động cơ khi điện áp bằng định mức. Giải sử tổn hao ma sát bằng tổn hao thép của động cơ ?

b. Giữ không cho rotor quay. Hãy tính điện áp cung cấp cho động cơ stator sao cho dòng dây bằng 228A. Tính công suất tiêu thụ bởi động cơ ?

c. Tìm mômen cực đại và hệ số trượt, dòng điện dây và hệ số công suất tương ứng ?

d. Tìm trị số điện trở phụ phải đưa vào mạch rotor để moment khởi động bằng moment cực đại và tính moment này ?



Chương 13 **QUAN HỆ ĐIỆN TỪ TRONG MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ**

13.1. ĐẠI CƯƠNG

Trên stato của máy điện không đồng bộ (MK) có dây quấn m_1 pha, còn trên dây quấn roto có dây quấn m_2 pha. Như vậy trong máy điện không đồng bộ có hai mạch điện không nối với nhau và giữa chúng có liên hệ với nhau về từ. Khi máy điện làm việc bình thường trên dây quấn stato và rôto có từ thông tản và tương ứng có điện kháng tản và giữa hai dây quấn có sự hỗ cảm. Vì vậy ta có thể coi máy điện không đồng bộ như một mba mà dây quấn stato là dây quấn sơ cấp, dây quấn rôto là dây quấn thứ cấp và sự liên hệ giữa hai mạch sơ cấp và thứ cấp thông qua từ trường quay. Do đó ta có thể dùng cách phân tích mba để nghiên cứu nguyên lý làm việc cơ bản của máy điện không đồng bộ.

Khi nghiên cứu nguyên lý làm việc cơ bản của máy điện không đồng bộ ta chỉ xét tác dụng của sóng cơ bản mà không xét sóng bậc cao.

13.2. MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ LÀM VIỆC KHI RÔTO ĐỨNG YÊN

Đặt một điện áp U_1 có tần số f_1 vào dây quấn stato, trong dây quấn stato sẽ có dòng điện I_1 , tần số f_1 ; trong dây quấn rôto sẽ có dòng điện I_2 , tần số f_1 ; dòng I_1 và I_2 sinh ra stđ quay F_1 và F_2 có trị số là:

$$\dot{F}_1 = \frac{m_1 \sqrt{2}}{\pi} \times \frac{N_1 k_{dq1}}{p} \dot{I}_1 \quad (13.1a)$$

$$\dot{F}_2 = \frac{m_2 \sqrt{2}}{\pi} \times \frac{N_2 k_{dq2}}{p} \dot{I}_2 \quad (13.1b)$$

trong đó : m_1, m_2 là số pha của dây quấn stato và rôto; p là số đôi cực từ; N_1, N_2 là số vòng dây một pha của dây quấn stato và rôto; k_{dq1}, k_{dq2} là hệ số dây quấn của dây quấn stato và rôto.

Hai stđ này quay cùng tốc độ $n_1 = 60f_1/p$ và tác dụng với nhau để sinh ra stđ tổng trong khe hở F_0 . Vì vậy phương trình cân bằng stđ được viết là:

$$\dot{F}_1 + \dot{F}_2 = \dot{F}_0 \quad (13.2a)$$

$$\dot{F}_1 = \dot{F}_0 + (-\dot{F}_2) \quad (13.2b)$$

Ở đây ta xem dòng điện I_1 gồm hai thành phần:

- Một thành phần là dòng điện \dot{I}_0 tạo nên stđ $\dot{F}_0 = \frac{m_1 \sqrt{2}}{\pi} \times \frac{N_1 k_{dq1}}{p} \dot{I}_0$.
- Và một thành phần là $(-\dot{I}'_2)$ tạo nên stđ $(-\dot{F}'_2) = -\frac{m_1 \sqrt{2}}{\pi} \times \frac{N_1 k_{dq1}}{p} \dot{I}'_2$ bù lại

stđ F_2 của dòng điện thứ cấp \dot{I}_2 .

Như vậy ta có:

$$\dot{I}_1 = \dot{I}_0 + (-\dot{I}'_2) \quad (13.3a)$$

$$\text{hay} \quad \dot{I}_1 + \dot{I}'_2 = \dot{I}_0 \quad (13.3b)$$

So sánh stđ F_2 do dòng điện I_2 của rôto tạo ra và stđ F'_2 do thành phần \dot{I}'_2 của dòng điện stato sinh ra, ta có:

$$\frac{m_2 \sqrt{2}}{\pi} \times \frac{N_2 k_{dq2}}{p} \dot{I}_2 = \frac{m_1 \sqrt{2}}{\pi} \times \frac{N_1 k_{dq1}}{p} \dot{I}'_2$$

Từ đó ta có được hệ số qui đổi dòng điện:

$$k_i = \frac{m_1 N_1 k_{dq1}}{m_2 N_2 k_{dq2}} \quad (13.4)$$

Stđ F_0 sinh ra từ thông chính Φ trong khe hở, từ thông Φ này cảm ứng trong dây quấn stato và rôto các sđđ:

$$\dot{E}_1 = -j \frac{2\pi}{\sqrt{2}} f_1 N_1 k_{dq1} \dot{\Phi}_m = -j \omega_1 \frac{\dot{\Psi}_{1m}}{\sqrt{2}} \quad (13.5a)$$

$$\dot{E}_2 = -j \frac{2\pi}{\sqrt{2}} f_2 N_2 k_{dq2} \dot{\Phi}_m = -j \omega_2 \frac{\dot{\Psi}_{2m}}{\sqrt{2}} \quad (13.5b)$$

Khi rôto đứng yên $f_2 = f_1$ nên tỉ số biến đổi điện áp của máy điện không đồng bộ bằng:

$$k_e = \frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1 k_{dq1}}{N_2 k_{dq2}} \quad (13.6)$$

Tương tự như mba ta có phương trình cân bằng sđđ trong mạch điện stato:

$$\dot{U}_1 = -\dot{E}_1 - \dot{E}_{t1} + \dot{I}_1 r_1 = -\dot{E}_1 + \dot{I}_1 (r_1 + jx_1) = -\dot{E}_1 + \dot{I}_1 Z_1 \quad (13.7)$$

trong đó:

+ $Z_1 = r_1 + jx_1$: tổng trở của dây quấn stator.

* r_1 là điện trở của dây quấn stato.

* x_1 là điện kháng tản của dây quấn stator.

+ $\dot{E}_{t1} = -j\dot{I}_1 x_1$ sđđ tản do từ thông tản stato Φ_{t1} sinh ra.

Phương trình cân bằng sdd trong mạch điện rôto:

$$0 = \dot{E}_2 - \dot{I}_2(r_2 + jx_2) = \dot{E}_2 - \dot{I}_2 Z_2 \quad (13.8)$$

trong đó: $Z_2 = r_2 + jx_2$: tổng trở của dây quấn rôto.

* r_2 là điện trở của dây quấn rôto.

* $x_2 = 2\pi f_1 L_{r2}$ là điện kháng tản của dây quấn rôto lúc đứng yên.

Cũng giống như ở mba, ta có thể viết:

$$-\dot{E}_1 = \dot{I}_0 Z_m = \dot{I}_0 (r_m + jx_m) \quad (13.9)$$

trong đó: I_0 - dòng điện từ hóa sinh ra stđ F_0 .

$Z_m = r_m + jx_m$: tổng trở của nhánh từ hóa.

* r_m là điện trở từ hóa đặt trưng cho sự tổn hao sắt từ.

* x_m là điện kháng từ hóa biểu thị sự hỗ cảm giữa stato và rôto.

Qui đổi phía rôto về phía stato theo nguyên tắc tổn hao không đổi:

- Qui đổi sdd rôto E_2 sang bên stato ta được là:

$$E'_2 = E_1 = k_e E_2.$$

- Qui đổi điện trở rôto r_2 về stato :

$$m_1 I_2'^2 r_2' = m_2 I_2^2 r_2$$

$$\text{Vậy : } r_2' = \frac{m_2}{m_1} \left(\frac{I_2'}{I_2} \right)^2 r_2 = \frac{m_2}{m_1} \left(\frac{m_1 k_{dq1} W_1}{m_2 k_{dq2} W_2} \right)^2 r_2 \quad (13.10)$$

$$r_2' = k_e k_i r_2 = k \cdot r_2$$

trong đó, $k = k_e k_i$ là hệ số qui đổi tổng trở.

- Tương tự qui đổi điện kháng rôto x_2 về stato :

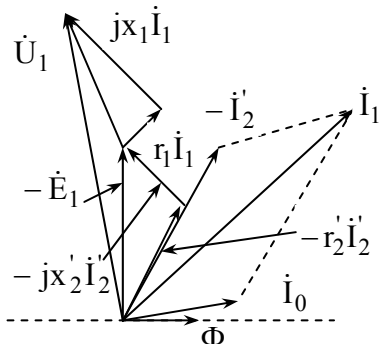
$$x_2' = k x_2 \quad (13.11)$$

Tóm lại, các phương trình đặc trưng của máy điện không đồng bộ qui đổi về stato là:

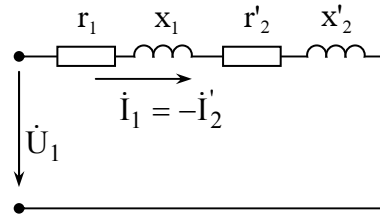
$$\left. \begin{aligned} \dot{U}_1 &= -\dot{E}_1 + \dot{I}_1 Z_1 \\ 0 &= \dot{E}_2' - \dot{I}_2' Z_2' \\ \dot{E}_2' &= \dot{E}_1 \\ \dot{I}_1 &= \dot{I}_0 + (-\dot{I}_2') \\ -\dot{E}_1 &= \dot{I}_0 Z_m \end{aligned} \right\} \quad (13.12)$$

Khi rôto đứng yên mà dây quấn rôto ngắn mạch, thì dòng điện trong 2 dây quấn rất lớn. Để hạn chế dòng điện I_1 và I_2 trong 2 dây quấn ở trị số định mức của chúng thì cần phải giảm thấp điện áp xuống còn khoảng (15-25)% U_{dm} . Lúc này sdd E_1 trong máy điện không đồng bộ nhỏ đi rất nhiều và tương ứng từ thông Φ_m cũng nhỏ, nghĩa là stđ từ hóa F_0 rất nhỏ so với F_1 và F_2 , do đó ta coi $F_0 = 0$ và ta có:

$$\begin{aligned} \dot{F}_1 + \dot{F}_2 &= \dot{F}_0 = 0 \\ \text{và} \quad \dot{I}_1 + \dot{I}'_2 &= \dot{I}_0 = 0 \end{aligned} \quad (13.13)$$



Hình 13.1 Đồ thị vectơ của MK khi rôto đứng yên



Hình 13.2 Mạch điện thay thế của MK khi ngắn mạch

Ta có thể tính dòng điện stato I_1 :

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}_1}{Z_1 + Z'_2} = \frac{\dot{U}_1}{Z_n}$$

trong đó: $Z_n = Z_1 + Z'_2 = r_n + jx_n$: tổng trở ngắn mạch của máy điện không đồng bộ.

$$\text{Với } r_n = r_1 + r'_2 \text{ và } x_n = x_1 + x'_2$$

Khi $U_1 = U_{dm}$ thì $I_1 = I_k$ đây là dòng điện khởi động của máy.

13.3. MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ LÀM VIỆC KHI ROTOR QUAY

Khi rôto quay thì tần số của trị số sđđ và dòng điện trong dây quấn rôto thay đổi. Điều đó ảnh hưởng rất lớn đến sự làm việc của máy điện, nhưng nó không làm thay đổi những qui luật và quan hệ điện từ khi rôto đứng yên.

13.3.1. Các phương trình cơ bản.

1. Phương trình cân bằng sđđ ở dây quấn stato:

Máy điện không đồng bộ khi làm việc thì dây quấn rôto nhất định phải kín mạch và thường là ngắn mạch. Khi nối dây quấn stato với nguồn ba pha, ta có phương trình cân bằng sđđ ở dây quấn stato khi rôto quay giống như khi đứng yên:

$$\dot{U}_1 = -\dot{E}_1 + \dot{I}_1 Z_1 \quad (13.14)$$

2. Phương trình cân bằng sđđ ở dây quấn rôto:

Từ trường khe hở do sđđ F_0 sinh ra quay với tốc độ n_1 . Nếu rôto quay với tốc độ n theo chiều từ trường quay thì giữa dây quấn rôto và từ trường quay có tốc độ trượt $n_2 = n_1 - n$, vậy tần số sđđ và dòng điện trong dây quấn rôto sẽ là:

$$f_2 = \frac{n_2 p}{60} = \frac{n_1 - n}{n_1} \times \frac{n_1 \times p}{60} = s f_1 \quad (13.15)$$

trong đó, s - là hệ số trượt của máy điện không đồng bộ, lúc máy làm việc ở chế độ tải định mức, thường $s_{dm} = 0,02 \div 0,08$.

Sđđ cảm ứng trong dây rôto lúc quay:

$$\dot{E}_{2s} = -j \frac{2\pi}{\sqrt{2}} f_2 W_2 k_{dq2} \dot{\Phi}_m = -j\omega_2 \frac{\Psi'_{2m}}{\sqrt{2}} = s\dot{E}_2 \quad (13.16)$$

Điện kháng của dây quấn rôto lúc quay:

$$x_{2s} = 2\pi f_2 L_{12} = 2\pi s f_1 L_{12} = s.x_2 \quad (13.17)$$

Phương trình cân bằng sđđ của mạch điện rôto:

$$0 = \dot{E}_{2s} - \dot{I}_2 (r_2 + jx_{2s}) \quad (13.18)$$

Hay sau khi qui đổi là:

$$0 = \dot{E}'_{2s} - \dot{I}'_2 (r'_2 + jx'_{2s}) \quad (13.19)$$

Trong phương trình trên, sđđ và dòng điện có tần số f_2 , còn bên stato sđđ và dòng điện có tần số f_1 vì vậy ta phải qui đổi tần số thì việc thiết lập phương trình mới có ý nghĩa. Ta viết lại phương trình (13.19):

$$0 = \dot{E}'_{2s} e^{j\omega_2 t} - \dot{I}'_2 (r'_2 + jx'_{2s}) e^{j\omega_2 t}$$

$$\text{Nhân hai vế với: } \frac{1}{s} e^{j\omega t} = \frac{1}{s} e^{j(\omega_1 - \omega_2)t}$$

Trong đó: $\omega = \omega_1 - \omega_2$ tốc độ góc của rôto; $e^{j(\omega_1 - \omega_2)t}$ là hệ số qui đổi tần số.

Từ đó ta viết lại phương trình trên:

$$0 = \dot{E}'_2 e^{j\omega_1 t} - \dot{I}'_2 \left(\frac{r'_2}{s} + jx'_2 \right) e^{j\omega_1 t}$$

$$\text{Hay} \quad 0 = \dot{E}'_2 e^{j\omega_1 t} - \dot{I}'_2 \left(r'_2 + jx'_2 + r'_2 \frac{1-s}{s} \right) e^{j\omega_1 t} \quad (13.20)$$

Nhận xét:

1. Về mặt toán học hai phương trình (13.18) và (13.20) không có gì khác nhau, nhưng về mặt vật lý đã khác nhau về bản chất. Phương trình (13.18) chỉ rõ mối quan hệ của điện áp khi rôto quay với hệ số trượt s , trong đó E'_{2s} , I_2 và tổng trở $r'_2 + jx'_{2s}$ có tần số f_2 . Phương trình (13.20) chỉ rõ quan hệ trường hợp rôto đứng yên và lúc này trên rôto được nối thêm một điện trở giả tưởng $r'_2(1-s)/s$; còn E'_2 , I_2 và tổng trở $r'_2/s + jx'_2$ có tần số f_1 .

2. Trong hai trường hợp dòng điện I_2 có khác nhau về tần số nhưng trị hiệu dụng và góc lệch pha là không đổi.

3. Dù rôto quay hay không quay thì stđ stato F_1 và stđ rôto F_2 bao giờ cũng quay đồng bộ với nhau.

4. Năng lượng tiêu tán trên điện trở giả tưởng $R_{co} = r'_2(1-s)/s$ tương đương với năng lượng điện biến đổi thành cơ năng trên trục động cơ khi nó quay.

Phương trình cân bằng stđ : (vì stđ stato F_1 và rôto F_2 quay cùng ω_1).

$$\begin{aligned} \dot{F}_1 + \dot{F}_2 &= \dot{F}_0 \\ \text{hay } \dot{I}_1 + \dot{I}_2 &= \dot{I}_0 \end{aligned}$$

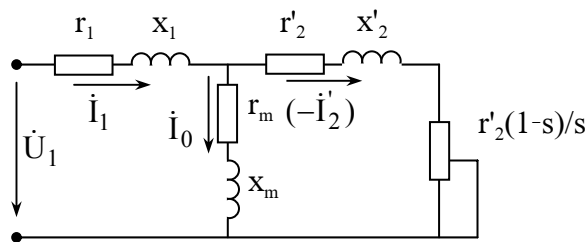
Vậy phương trình cơ bản của máy điện không đồng bộ lúc rôto quay là:

$$\left. \begin{aligned} \dot{U}_1 &= -\dot{E}_1 + \dot{I}_1 Z_1 \\ 0 &= \dot{E}_2' - \dot{I}_2' \left(\frac{r_2'}{s} + jx_2' \right) \\ \dot{E}_2' &= \dot{E}_1 \\ \dot{I}_1 &= \dot{I}_0 + (-\dot{I}_2') \\ -\dot{E}_1 &= \dot{I}_0 Z_m \end{aligned} \right\} \quad (13.21)$$

13.3.2. Mạch điện thay thế của máy điện không đồng bộ.

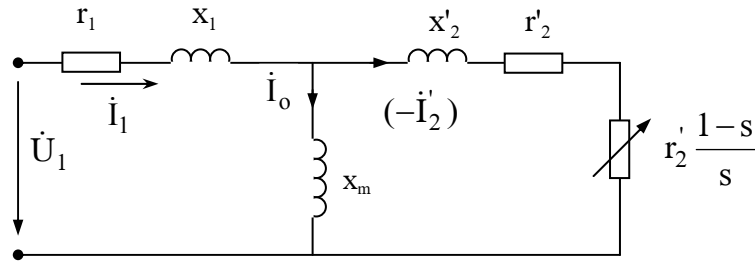
Dựa vào các phương trình cơ bản, ta thành lập sơ đồ thay thế hình T (hình 13.3) cho máy điện không đồng bộ khi rôto quay giống như mba, ở đây dây quấn sơ cấp mba là dây quấn stato, dây quấn thứ cấp mba là dây quấn rôto và phụ tải mba là điện trở giả tưởng $r_2'(1-s)/s$.

Từ sơ đồ thay thế có thể tính dòng điện stato, dòng điện rôto, mômen, công suất cơ... và những tham số khác. Như vậy ta đã chuyển việc tính toán một hệ Điện - Cơ hay Cơ - Điện về việc tính toán mạch điện đơn giản.



Hình 13.3 Mạch điện thay thế hình T của MK

Trong máy điện không đồng bộ, do có khe hở không khí lớn nên tồn tại dòng điện từ hóa lớn, khoảng $(20-50)\%I_{dm}$. Điện kháng tản x_1 cũng lớn. Trong trường hợp như vậy điện kháng từ hóa x_m giữ nguyên và bỏ qua điện trở r_m ($r_m = 0$) còn tổn hao sắt ta gộp vào tổn hao cơ và tổn hao phụ. Từ đó ta có mạch điện thay thế hình 13.4 do IEEE đề xướng. Đây là mạch điện thay thế được sử dụng nhiều trong tính toán và khảo sát máy điện không đồng bộ.



Hình 13.4 Mạch điện thay thế MK do IEEE đề xướng

Thường để tính toán thuận lợi, ta biến đổi mạch điện thay thế hình T về mạch điện thay thế hình Γ đơn giản hơn. Cách biến đổi như sau:

Từ hình (13.3) ta có:

$$\dot{I}'_2 = \frac{\dot{E}'_2}{Z'_2} \quad \text{với } Z'_{2s} = r'_2/s + jx'_2.$$

Và
$$\dot{I}_0 = -\frac{\dot{E}_1}{Z_m}$$

Vậy dòng điện:
$$\dot{I}_1 = \dot{I}_0 + (-\dot{I}'_2) = \frac{-\dot{E}_1}{Z_m} + \frac{-\dot{E}'_2}{Z'_{2s}}$$

Mặt khác:
$$-\dot{E}_1 = \dot{U}_1 - \dot{I}_1 Z_1 = \dot{U}_1 + \dot{E}_1 \left(\frac{Z_1}{Z_m} + \frac{Z_1}{Z'_{2s}} \right)$$

$$\rightarrow -\dot{E}_1 = \frac{\dot{U}_1}{1 + \frac{Z_1}{Z_m} + \frac{Z_1}{Z'_{2s}}} = \frac{\dot{U}_1}{\dot{C}_1 + \frac{Z_1}{Z'_{2s}}}$$

Trong đó : $C_1 = 1 + Z_1/Z_m$.

Ta có:
$$-\dot{I}'_2 = \frac{-\dot{E}_1}{Z'_{2s}} = \frac{\dot{U}_1}{\dot{C}_1 Z'_{2s} + Z_1}$$

$$\dot{I}_1 = \dot{I}_0 - \dot{I}'_2 = \frac{\dot{U}_1 - \dot{I}_1 Z_1}{Z_m} + \frac{\dot{U}_1}{\dot{C}_1 Z'_{2s} + Z_1}$$

$$\rightarrow \dot{I}_1 (1 + (Z_1/Z_m)) = \dot{I}_1 \dot{C}_1 = \frac{\dot{U}_1}{Z_m} + \frac{\dot{U}_1}{\dot{C}_1 Z'_{2s} + Z_1}$$

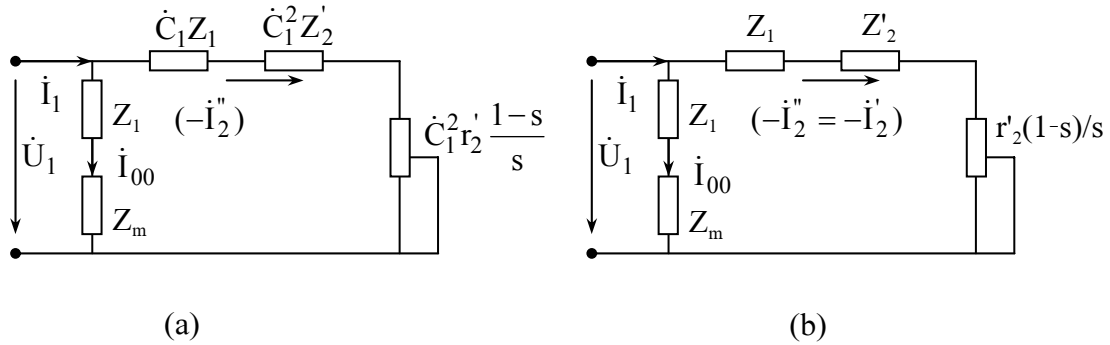
Vậy:
$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}_1}{\dot{C}_1 Z_m} + \frac{\dot{U}_1}{\dot{C}_1^2 Z'_{2s} + \dot{C}_1 Z_1} = \dot{I}_{00} + \dot{I}_2'' \quad (4.22)$$

Trong đó: $\dot{I}_{00} = \frac{\dot{U}_1}{\dot{C}_1 Z_m} = \frac{\dot{U}_1}{(1 + Z_1/Z_m) Z_m} = \frac{\dot{U}_1}{Z_1 + Z_m}$ gọi là dòng điện không tải lý

tưởng, nghĩa là dòng điện không tải lúc $s = 0$, tức là $r'_2(1-s)/s = \infty$.

Và: $-\dot{I}_2'' = \frac{\dot{U}_1}{\dot{C}_1 Z_{2s}' + \dot{C}_1 Z_1} = -\frac{\dot{I}_2'}{\dot{C}_1}$ là dòng điện thứ cấp của mạch điện hình Γ . Từ

các phương trình trên ta thành lập được mạch điện thay thế hình Γ chính xác của máy điện không đồng bộ như hình 13.5a



Hình 13.5 Mạch điện thay thế hình Γ của máy điện không đồng bộ

Thực tế là \dot{C}_1 chỉ lớn hơn 1 một ít, góc phức lại rất nhỏ nên có thể coi $\dot{C}_1 = C_1 = 1 + x/x_m$ và như vậy $\dot{I}_2'' = \dot{I}_2'$. Ta có mạch điện đơn giản hơn như hình (13.4b).

13.3.3. Hệ số qui đổi của dây quấn rôto lồng sóc.

Khi vẽ mạch điện thay thế hay đồ thị vectơ, các tham số bên rôto đều qui đổi về bên stato. Các hệ số qui đổi từ rôto sang stato của MK:

$$k_e = \frac{k_{dq1} N_1}{k_{dq2} N_2} ; \quad k_i = \frac{m_1 k_{dq1} N_1}{m_2 k_{dq2} N_2} ; \quad k = k_e k_i$$

Đối với dây quấn rôto lồng sóc, đây là loại dây quấn đặc biệt, ta có:

$$m_2 = Z_2 ; \quad N_2 = 1/2 ; \quad k_{dq2} = 1.$$

Thế vào trên ta có:

$$k_e = \frac{k_{dq1} N_1}{k_{dq2} N_2} = \frac{k_{dq1} N_1}{1 \cdot \frac{1}{2}} = 2k_{dq1} N_1 ;$$

$$k_i = \frac{m_1 k_{dq1} N_1}{m_2 k_{dq2} N_2} = \frac{2m_1 k_{dq1} N_1}{Z_2} ;$$

$$k = k_e k_i = \frac{4m_1}{Z_2} (k_{dq1} N_1)^2.$$

13.4. CÁC CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC, GIẢI ĐỒ NĂNG LƯỢNG VÀ ĐỒ THỊ VÉCTƠ MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Ta đã biết, máy điện không đồng bộ làm việc ở ba chế độ: động cơ, máy phát và hãm.

13.4.1. Máy điện không đồng bộ làm việc ở chế độ động cơ điện ($0 < s < 1$)

Công suất tác dụng động cơ điện nhận từ lưới điện:

$$P_1 = m_1 U_1 I_1 \cos \varphi_1.$$

Một phần nhỏ công suất này bù tổn hao đồng trên dây quấn stato $p_{Cu1} = m_1 I_1^2 r_1$ và tổn hao sắt thép trong lõi thép $p_{Fe} = m_1 I_0^2 r_m$, phần lớn công suất đưa vào còn lại chuyển thành công suất điện từ P_{dt} truyền qua rôto. Như vậy :

$$P_{dt} = P_1 - (p_{Cu1} + p_{Fe}) = m_1 I_2'^2 \frac{r_2'}{s} \quad (13.23)$$

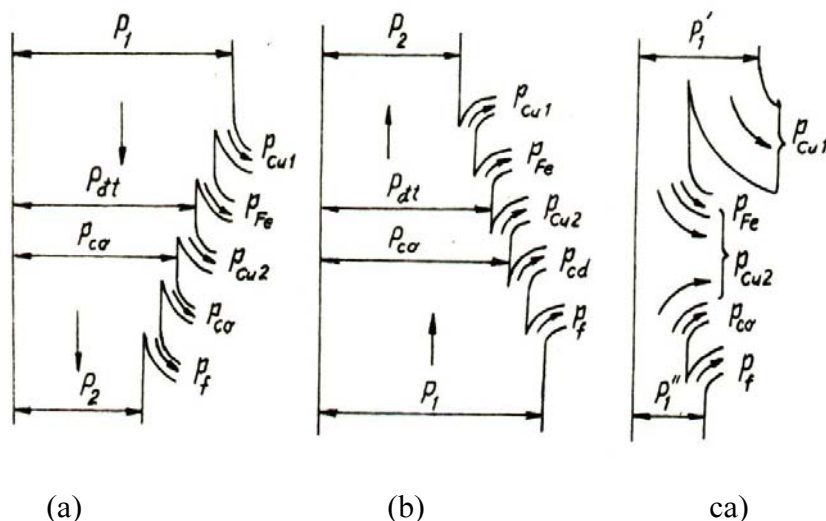
Vì trong rôto có dòng điện nên có tổn hao đồng trên dây quấn rôto: $p_{Cu2} = m_1 I_2'^2 r_2'$. Do đó công suất cơ của động cơ điện :

$$P_{co} = P_{dt} - p_{Cu2} = m_1 I_2'^2 \frac{r_2'}{s} - m_2 I_2'^2 r_2' = m_1 I_2'^2 r_2' \frac{1-s}{s} \quad (13.24)$$

Công suất ở đầu trục của động cơ điện:

$$P_2 = P_{co} - (p_{co} + p_f) \quad (13.25)$$

+ tổn hao cơ p_{co} (tổn hao ma sát và quạt gió)
+ tổn hao phụ p_f (xét ở chương sau).



Hình 13.6 Giải đồ năng lượng máy điện không đồng bộ

Tổng tổn hao của động cơ điện không đồng bộ :

$$\Sigma p = p_{Cu1} + p_{Fe} + p_{Cu2} + p_{co} + p_f$$

Hiệu suất của động cơ điện không đồng bộ :

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = 1 - \frac{\sum P}{P_1} \quad (13.26)$$

Giản đồ năng lượng của động cơ không đồng bộ như ở hình 13.6a. Và cũng giống như mba, đồ thị vectơ của động cơ điện không đồng bộ có thể vẽ theo các phương trình cơ bản (13.21) như trình bày trên hình 13.7a.

Sự phân phối công suất phản kháng trong máy điện không đồng bộ có thể thấy rõ từ mạch điện thay thế hình T ở hình 13.3.

Công suất phản kháng động cơ điện nhận từ lưới điện :

$$Q_1 = m_1 U_1 I_1 \sin \varphi \quad (13.27)$$

Một phần công suất phản kháng này được dùng để sinh ra từ trường tản trong mạch stato và từ trường tản rôto :

$$q_1 = m_1 I_1^2 x_1 \quad ; \quad q_2 = m_1 I_2^2 x_2' \quad (13.28)$$

Phần lớn công suất phản kháng còn lại dùng để sinh ra từ trường khe hở :

$$Q_m = m_1 I_0^2 x_m \quad (13.29)$$

$$\text{Vậy : } Q_1 = q_1 + q_2 + Q_m = m_1 U_1 I_1 \sin \varphi_1 \quad (13.30)$$

Do máy điện không đồng bộ có khe hở không khí lớn hơn trong mba, nên dòng điện từ hoá trong máy điện không đồng bộ lớn hơn dòng điện từ hoá trong mba, thường $I_0 = 20-25\% I_{dm}$. Và do Q_m và I_0 tương đối lớn nên hệ số công suất $\cos \varphi$ của máy thấp, thường $\cos \varphi_{dm} = 0,7-0,95$ và khi không tải $\cos \varphi_0 = 0,1-0,15$, rất thấp.

13.4.2. Máy điện không đồng bộ làm việc ở chế độ máy phát ($-\infty < s < 0$)

Khi máy điện không đồng bộ làm việc ở chế độ máy phát, $s < 0$ thì công suất cơ của máy là $P_{co} = m_1 I_2'^2 r_2' \frac{1-s}{s} < 0$, nghĩa là máy nhận công suất vào. Ngoài ra, ta có :

$$\text{tg} \psi_2 = \frac{x_2'}{r_2'/s} = \frac{s x_2'}{r_2'} < 0.$$

Vậy sự lệch pha giữa E_1 và I_2 là nằm trong khoảng $90^\circ < \psi_2 < 180^\circ$.

Từ đồ thị vectơ hình 6.7b, ta thấy : $\varphi_1 > 90^\circ$ nên :

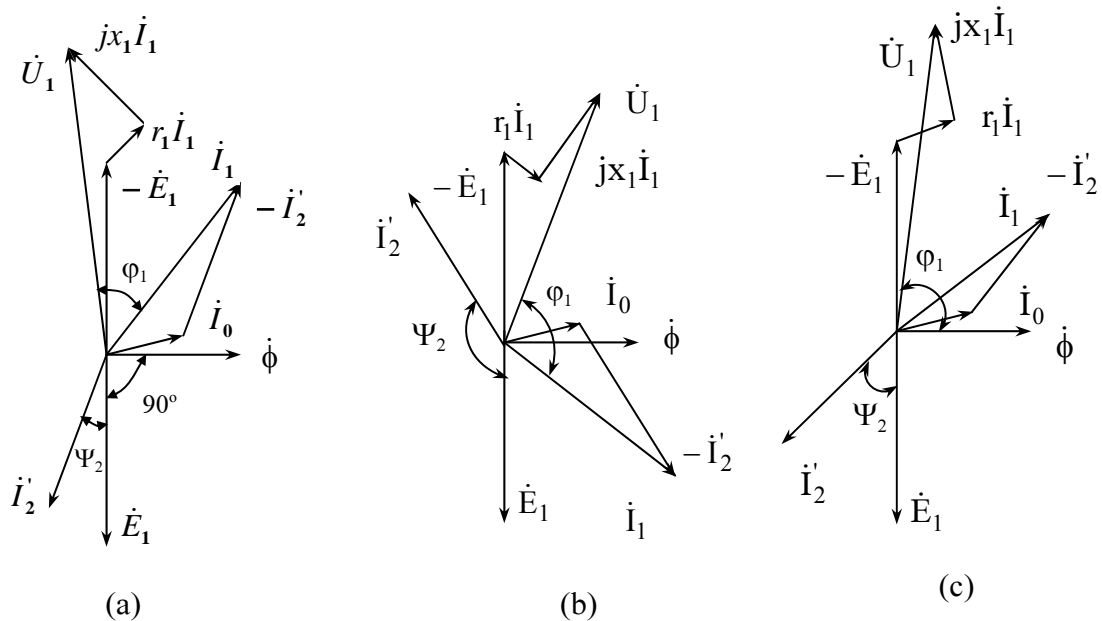
+ Công suất điện tác dụng là:

$$P_1 = m_1 U_1 I_1 \cos \varphi_1 < 0 : \text{ máy phát công suất tác dụng vào lưới.}$$

+ Công suất phản kháng:

$Q_m = m_1 U_1 I_1 \sin \varphi_1 > 0$, máy nhận công suất phản kháng từ lưới như động cơ điện.

Giản đồ năng lượng của máy phát điện không đồng bộ như ở hình 13.6b.



Hình 13.7 Đồ thị vectơ của máy điện không đồng bộ

13.4.3. Máy điện không đồng bộ làm việc ở chế độ hãm ($1 < s < +\infty$)

Khi $s > 1$ thì công suất cơ của máy $P_{cơ} = m_1 I_2'^2 r_2' \frac{1-s}{s} < 0$, nên Máy nhận công suất cơ từ ngoài vào. Công suất điện từ của máy $P_{dt} = m_1 I_2'^2 \frac{r_2'}{s} > 0$, nên máy nhận công suất điện từ lưới. Tất cả công suất cơ và điện lấy ở ngoài vào đều biến thành tổn hao đồng trên mạch rôto :

$$P_{dt} + (-P_{cơ}) = m_1 I_2'^2 \frac{r_2'}{s} - m_1 I_2'^2 r_2' \frac{1-s}{s} = m_1 I_2'^2 r_2' = p_{Cu2}$$

Vì tất cả năng lượng lấy vào đều tiêu thụ trên máy nên khi $U_1 = U_{1đm}$ chỉ cho phép máy làm việc trong thời gian ngắn.

Giải đồ năng lượng và đồ thị vectơ của máy điện không đồng bộ làm việc ở chế độ hãm như ở hình 13.6c và hình 13.7c.

13.5. MÔMEN ĐIỆN TỪ CỦA MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Vì máy điện không đồng bộ thường được dùng làm động cơ điện, nên khi phân tích sẽ lấy động cơ điện làm ví dụ. Cũng giống như các máy điện khác, động cơ điện không đồng lúc làm việc phải khắc phục mômen tải bao gồm mômen không tải M_0 và mômen của phụ tải M . Vì vậy phương trình cân bằng mômen của động cơ điện không đồng bộ lúc làm việc ổn định là :

$$M = M_0 + M_2 \quad (13.31)$$

Trong đó:

M : Mômen điện từ của động cơ điện.

Với:
$$M_0 = \frac{P_{c0} + P_f}{\Omega} \quad \text{và} \quad M_2 = \frac{P_2}{\Omega}$$

Trong đó : $\Omega = \frac{2\pi n}{60}$ là tốc độ góc của rôto;

n là tốc độ quay của rôto.

Ta viết lại công thức (13.31) :

$$M = \frac{P_{c0} + P_f + P_2}{\Omega} = \frac{P_{c0}}{\Omega} \quad (13.32)$$

Ta cũng có:

$$M = \frac{P_{dt}}{\Omega_1} \quad (13.33)$$

Vậy:
$$\frac{P_{c0}}{\Omega} = \frac{P_{dt}}{\Omega_1}$$

$$P_{c0} = \frac{\Omega}{\Omega_1} P_{dt} = \frac{n}{n_1} P_{dt} = (1-s)P_{dt} \quad (13.34)$$

Tổn hao đồng trên rôto bằng :

$$p_{Cu2} = P_{dt} - P_{c0} = sP_{dt} \quad (13.35)$$

ta có: $P_{dt} = m_2 E_2 I_2 \cos\psi_2$.

Nên:
$$P_{c0} = m_2 (1-s) E_2 I_2 \cos\psi_2. \quad (13.36)$$

Ta đã có:
$$\begin{cases} E_2 = \sqrt{2} \pi f_1 N_2 k_{dq2} \Phi_m \\ f_1 = pn_1/60. \\ \Omega = (1-s)\Omega_1 = (1-s)2\pi n_1/60. \end{cases}$$

Thế vào trên ta tìm được mômen điện từ của máy điện không đồng bộ :

$$M = \frac{P_{c0}}{\Omega} = \frac{1}{\sqrt{2}} m_2 p N_2 k_{dq2} \Phi_m I_2 \cos\psi_2. \quad (13.37)$$

Thường ta lợi dụng mạch điện thay thế để tính mômen điện từ theo s .

Từ sơ đồ thay thế hình Γ (hình 13.4a), ta có:

$$I_2' = C_1 I_2'' = \frac{U_1}{\sqrt{(r_1 + C_1 r_2' / s)^2 + (x_1 + C_1 x_2'')^2}}$$

và
$$\begin{cases} P_{c0} = m_1 I_2'^2 r_2' \frac{1-s}{s} \\ \Omega = (1-s)\Omega_1 \quad \text{mà} \quad \Omega_1 = 2\pi n_1/60 = 2\pi(60f_1/p)/60 = \omega_1/p \end{cases}$$

Mômen điện từ của máy điện không đồng bộ :

$$M = \frac{P_{\text{cơ}}}{\Omega} = \frac{m_1}{\Omega_1} \times \frac{U_1^2 r_2' / s}{(r_1 + C_1 r_2' / s)^2 + (x_1 + C_1 x_2')^2} \quad (13.38)$$

Nhận xét:

- + Mômen M tỉ lệ U_1^2 .
- + Mômen M tỉ lệ nghịch $(x_1 + c_1 x_2')^2$ khi tần số cho trước.
- + $M = f(s)$.

Vẽ quan hệ $M = f(s)$.

13.5.1. Tìm mômen cực đại M_{max}

Để vẽ quan hệ $M = f(s)$, ta tìm mômen cực đại bằng cách giả thiết như sau :

- Giả thiết các tham số khác là không đổi.
- Đặt $y = 1/s$.

Viết lại biểu thức mômen điện từ: (13.38) thành :

$$M = \frac{Ay}{B + Cy + Dy^2}$$

$$\text{trong đó: } \begin{cases} A = \frac{m_1 U_1^2 r_2'}{\Omega} \\ B = r_1^2 + (x_1 + C_1 x_2')^2 \end{cases} \quad \begin{cases} C = 2C_1 r_1 r_2' \\ D = C_1^2 r_2'^2 \end{cases}$$

Lấy đạo hàm và tìm s_m ứng với mômen cực đại M_{max} .

$$\left. \frac{dM}{dy} \right|_{y=y_m} = \frac{A(B - Dy_m^2)}{(B + Cy + Dy^2)^2} = 0$$

$$y_m = \pm \sqrt{B/D}$$

$$s_m = \pm \sqrt{D/B} = \pm \frac{C_1 r_2'}{\sqrt{r_1^2 + (x_1 + C_1 x_2')^2}} \quad (13.40)$$

$$M_{\text{max}} = \pm \frac{1}{2\Omega_1 C_1} \times \frac{m_1 U_1^2}{\pm r_1 + \sqrt{r_1^2 + (x_1 + C_1 x_2')^2}} \quad (13.41)$$

Thường $r_1 \ll x_1 + C_1 x_2'$, nên xem $r_1 = 0$, ta có:

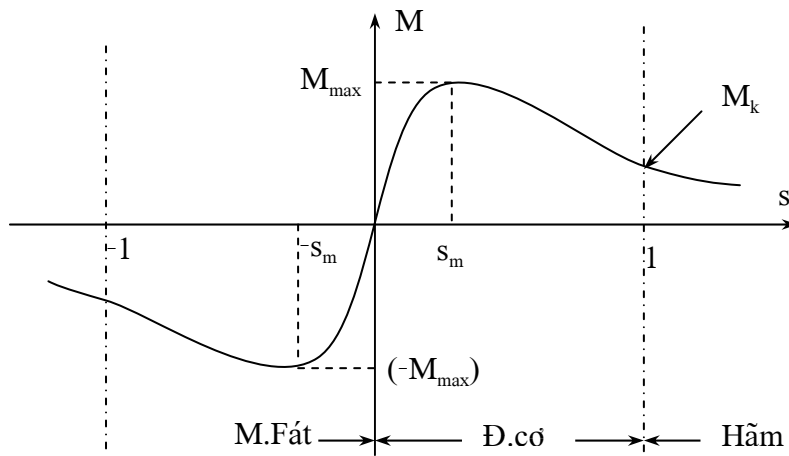
$$s_m = \pm \frac{C_1 r_2'}{x_1 + C_1 x_2'} \quad (13.42)$$

$$M_{\text{max}} = \pm \frac{1}{2\Omega_1 C_1} \times \frac{m_1 U_1^2}{x_1 + C_1 x_2'} \quad (13.43)$$

Ta nhận xét về M_{max} :

- + M_{max} tỉ lệ với U_1^2
- + M_{max} không phụ thuộc r_2'
- + M_{max} ở chế độ máy phát lớn hơn một ít so với M_{max} ở chế độ động cơ.

- + r'_2 càng lớn thì s_m càng lớn.
- + r'_2 tăng thì M_{\max} không đổi mà dịch sang phải.



Hình 13.8 Quan hệ $M = f(s)$

13.5.2. Mômen khởi động :

Điểm $s = 1$ ($n = 0$) ứng với chế độ khởi động (hình 13.8) của động cơ:

$$M_k = \frac{1}{\Omega_1} \times \frac{m_1 U_1^2 r'_2}{(r_1 + C_1 r'_2)^2 + (x_1 + C_1 x'_2)^2} \quad (13.44)$$

Ta nhận xét về mômen khởi động M_k :

- + M_k tỉ lệ với U_1^2
- + M_k tỉ lệ với nghịch với $Z^2 = (r_1 + C_1 r'_2)^2 + (x_1 + C_1 x'_2)^2$. Nếu $C_1 = 1$ thì $Z = Z_n$ còn $(r_1 + C_1 r'_2) \ll (x_1 + C_1 x'_2)$ thì M_k tỉ lệ với nghịch điện kháng $(x_1 + C_1 x'_2)^2$.
- + Tìm $M_k = M_{\max}$ thì hệ số trượt $s_m = 1$, ta có:

$$s_m = \frac{C_1 r'_2}{x_1 + C_1 x'_2} = 1$$

$$r'_2 = \frac{x_1}{C_1} + x'_2 \quad (13.45)$$

Đây là điện trở của mạch rôto để $M_k = M_{\max}$.

13.5.3. Đặc tính cơ của động cơ điện

Đặc tính cơ của động cơ điện là quan hệ: $M_2 = f(n)$ hoặc $n = f(M_2)$. Mà ta có $M = M_0 + M_2$, vậy ở đây ta xem $M_0 = 0$ hoặc chuyển M_0 về mômen cản tĩnh, nên xem rằng $M_2 = M = f(n)$. Từ hình 13.9, ta có :

- + Đoạn oa ($0 < s < s_m$) Động cơ làm việc ổn định. Đặc tính cơ cứng.
- + Đoạn oa ($s_m < s < 1$) Động cơ làm việc không ổn định.

13.5.4. Tìm biểu thức Klox (Động cơ)

Lập tỉ số M/M_{\max} :

$$\frac{M}{M_{\max}} = \frac{2C_1 r_2' \left[r_1 + \sqrt{r_1^2 + (x_1 + C_1 x_2')^2} \right]}{s \left[(r_1 + C_1 r_2')^2 + (x_1 + C_1 x_2')^2 \right]}. \quad (13.46)$$

Ta có: $\sqrt{r_1^2 + (x_1 + C_1 x_2')^2} = \frac{C_1 r_2'}{s_m}$.

Thế vào ta được:

$$\frac{M}{M_{\max}} = \frac{2 + as_m}{\frac{s}{s_m} + \frac{s_m}{s} + as_m} \quad (13.47)$$

Với $a = \frac{2r_1}{C_1 r_2'}$ và trong máy điện không đồng bộ thường điện trở $r_1 = r_2'$ và $s_m = 0,1 \div 0,2$, nên: $as_m \ll$ số hạng trước nó, nên:

$0,1 \div 0,2$, nên: $as_m \ll$ số hạng trước nó, nên:

$$\frac{M}{M_{\max}} = \frac{2}{\frac{s}{s_m} + \frac{s_m}{s}} \quad (13.48)$$

Đó là biểu thức Klox.

13.5.5. Năng lực quá tải

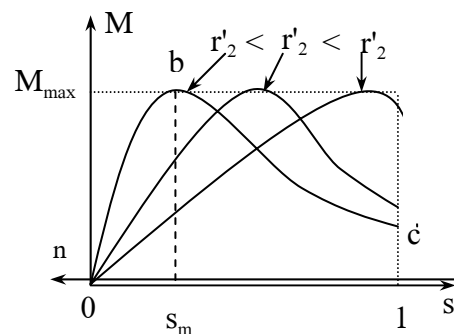
$$k_m = \frac{M_{\max}}{M_{dm}} (=1,7 \div 3).$$

13.5.6. Bội số mômen khởi động

$$k_k = \frac{M_k}{M_{dm}}$$

13.5.7. Bội số dòng điện khởi động

$$k_I = \frac{I_k}{I_{dm}}.$$



Hình 13.9 Đặc tính cơ đơ $M = f(s)$

13.6. THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH THÔNG SỐ MẠCH ĐIỆN THAY THẾ

Mô hình mạch điện của động cơ không đồng bộ tương tự như mba, các thông số cũng được xác định bằng thí nghiệm không tải (đầu trục động cơ không nối với tải) và ngắn mạch (giữ rôto đứng yên) giống như trong mba.

13.6.1. Thí nghiệm không tải

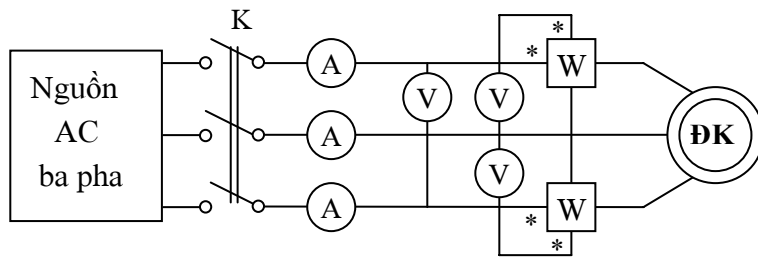
Thí nghiệm không tải là dây quấn stato ĐK nối vào lưới điện có điện áp và tần số định mức, còn đầu trục động cơ không nối với tải. Sơ đồ nối dây thí nghiệm động cơ không đồng bộ được trình bày trên hình 13.10. Khi nối nguồn điện có điện

áp định mức vào dây quấn stato, lúc đó ta đo được các đại lượng nhờ các dụng cụ đo như sau :

Công suất không tải P_0 (3-pha, tổng công suất trên hai Watt kế)

Dòng điện không tải I_0 (tính trung bình từ 3 ampe kế)

Điện áp không tải U_0 (tính trung bình từ 3 vôn kế).

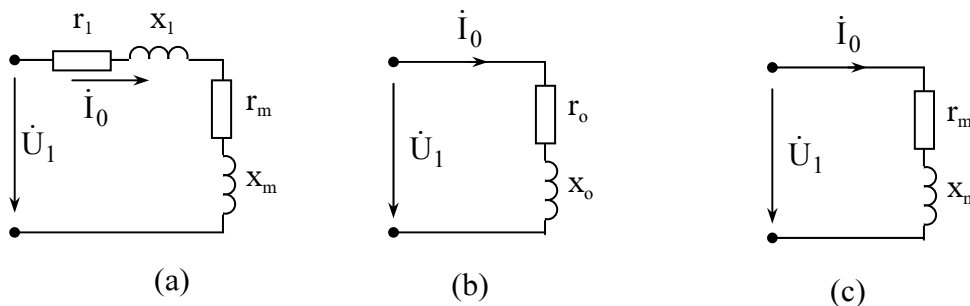


Hình 13.10 Sơ đồ thí nghiệm ĐK ba pha

Công suất không tải P_0 (tổn hao không tải) là các tổn thất khi công suất trên đầu trục là zero, bao gồm : tổn hao đồng stato, tổn hao sắt và tổn hao quay (tổn hao quạt gió, ma sát và tổn hao phụ).

Tổn hao sắt trong lõi thép chỉ xảy ra ở stato, còn trong rôto không đáng kể, do hệ số trượt rất thấp ($s_0=0,001$), nên tần số dòng điện trong dây quấn rôto thấp, khoảng 0,05Hz.

Trị số dòng điện không tải ĐK khoảng 20 - 40% dòng điện định mức vì có khe hở không khí. Tổn thất đồng stato khi không tải cần được tính toán, bằng cách đo điện trở một chiều và hiệu chỉnh theo dòng điện xoay chiều (50Hz). Công suất cơ P_{c0} tương ứng với điện trở giả tưởng có độ trượt s_0 rất thấp. Vì vậy $r'_2/s_0 + jx'_2 \gg Z_m = r_m + jx_m$ nên $r'_2/s_0 + jx'_2$ có thể bỏ qua. Từ mạch điện thay thế hình 13.3 khi không tải được trình bày trên hình 13.11a.



Hình 13.11 Mạch điện thay thế ĐK không tải

Phối hợp hai nhánh nối tiếp Z_1 và Z_m ta được mạch điện hình 13.11b. Trong đó $Z_o = Z_1 + Z_m = r_o + jx_o$, với $r_o = r_1 + r_m$ và $x_o = x_1 + x_m$. Ở đây ta phải hiểu r_o đặc trưng cho tổn hao không tải gồm tổn hao sắt, quạt gió, ma sát và tổn hao phụ.

Từ các thông số thí nghiệm và mạch điện thay thế hình 13.11b, ta có :

$$r_o = r_1 + r_m = \frac{P_o}{3} \times \frac{1}{I_o^2} \quad (13.49)$$

$$z_o = \frac{U_o}{\sqrt{3}} \times \frac{1}{I_o} \quad (13.50)$$

$$x_o = x_1 + x_m = \sqrt{z_o^2 - r_o^2} \quad (13.51)$$

Hệ số công suất không tải :

$$\cos\varphi_o = P_o/(U_o I_o) \quad (13.52)$$

Điện kháng tản stato x_1 tìm được từ thí ngắn mạch. Ta có thể tách tổn hao quay từ tổn hao không tải bằng cách trừ tổn hao đồng trên dây quấn stato khi không tải :

$$p_q = P_o - 3.r_1 I_o^2. \quad (13.53)$$

Do tổng trở dây quấn stato $Z_1 = r_1 + jx_1 \ll Z_m = r_m + jx_m$, nên có thể bỏ qua Z_1 . Mạch điện thay thế **gần đúng** động cơ không đồng bộ khi không tải trình bày trên hình 13.11c. Mạch điện tương đương này dùng để tính tổng trở nhánh từ hoá rất đơn giản, giống như trong mba.

13.6.2. Thí nghiệm ngắn mạch

Thí nghiệm này được dùng để xác định các thông số nối tiếp trong mô hình mạch động cơ không đồng bộ. Sơ đồ nối dây thí nghiệm giống như khi không tải (hình 13.10), nhưng giữ rôto đứng yên, lúc này hệ số trượt $s = 1$. Giảm điện áp đặt vào dây quấn stato, sao cho dòng điện chạy trong dây quấn stato bằng dòng điện định mức. Lúc đó ta đo được các đại lượng nhờ các dụng cụ đo như sau :

Công suất ngắn mạch P_n (3-pha, tổng công suất trên hai oát kế)

Dòng điện ngắn mạch I_n (tính trung bình từ 3 ampe kế)

Điện áp ngắn mạch U_n (tính trung bình từ 3 vôn kế).

Trong thí nghiệm này, bỏ qua tổn hao sắt $r_m = 0$, nhưng không thể bỏ qua điện kháng từ hoá X_m vì nó nhỏ hơn nhiều so với mba. Từ mạch điện thay thế hình 13.4, khi thí nghiệm ngắn mạch được trình bày trên hình 13.12a (chính là mạch điện thay thế IEEE khi $s = 1$). Phối hợp hai nhánh song song thành hình 13.12b. Nếu bỏ qua nhánh từ hoá song song của mạch điện trình bày trên hình 13.16a thì giống như thí nghiệm ngắn mạch mba, việc tính toán sẽ đơn giản hơn vì x''_2 và r''_2 tương

ứng bằng x'_2 và r'_2 . Từ các thông số thí nghiệm và mô hình mạch hình 13.12b, ta tính được :

$$r_{td} = r_1 + r_2'' = \frac{P_n}{3} \times \frac{1}{I_n^2} \quad (13.54)$$

$$z_{td} = \frac{U_n}{\sqrt{3}} \times \frac{1}{I_n} \quad (13.55)$$

$$x_{td} = x_1 + x_2'' = \sqrt{z_{td}^2 - r_{td}^2} \quad (13.56)$$

Hệ số công suất không tải :

$$\cos\varphi_n = P_n / (U_n I_n) \quad (13.57)$$

Trong trường hợp gần đúng có thể cho rằng điện kháng tản stato và điện kháng tản rôto bằng nhau và bằng nửa x_{td} ($x_{td} \approx x_n$:

$$x_1 = x'_2 = x_{td}/2 \quad (13.58)$$

Từ mạch điện thay thế hình 13.16a và b, ta có :

$$r_2'' + jx_2'' = \frac{(r_2' + jx_2')jx_m}{r_2' + j(x_2' + x_m)} \quad (13.59)$$

Phần thực của biểu thức trên là :

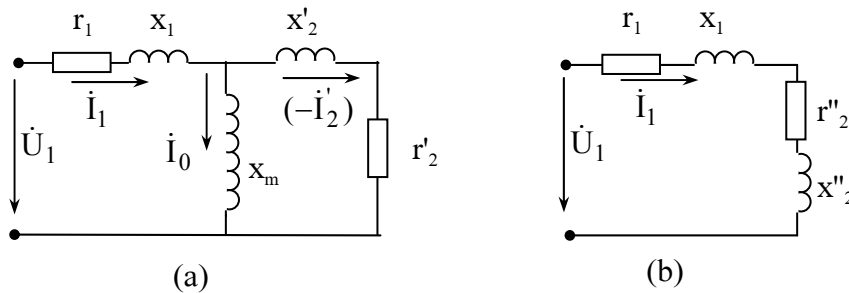
$$r_2'' = \frac{r_2' x_m^2}{(r_2')^2 + (x_2' + x_m)^2} \quad (13.60)$$

Do $r_2' \ll (x_2' + x_m)$, nên bỏ qua r_2' :

$$r_2'' = \frac{r_2' x_m^2}{(x_2' + x_m)^2} \quad (13.61)$$

Ta có $r_2'' = r_{td} - r_1$, nên : $r_2' = (r_{td} - r_1) \frac{(x_2' + x_m)^2}{x_m^2}$. (13.62)

Khi $x_m \gg x_2'$, ta có : $x_{td} = x_1 + x'_2$. (13.63)



Hình 13.12 Mạch điện thay thế ĐK ngắn mạch

13.7 MÔMEN PHỤ CỦA MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Mômen phụ máy điện không đồng bộ là mômen sinh ra do từ trường sóng bậc cao quay với những tốc độ khác nhau. Những mômen phụ này rất yếu so với sóng cơ bản, nhưng ở tốc độ thấp nó sinh ra mômen hãm tương đối lớn làm ảnh hưởng đến sự làm việc của máy điện, nhất là trong quá trình mở máy động cơ không đồng bộ.

13.7.1. Các loại mômen phụ

1. Mômen phụ không đồng bộ:

Dù tốc độ quay của rôto như thế nào, stđ sóng cơ bản của stato và rôto đều quay cùng tốc độ n_1 , do đó sinh ra mômen điện từ như đã phân tích trên. Khái niệm này cũng đúng cho các sóng điều hòa.

Các sóng điều hòa đều sinh ra mômen, nhưng sóng bậc 5 quay ngược và sóng bậc 7 quay thuận có biên độ tương đối lớn và mômen phụ sinh ra cũng ảnh hưởng nhiều đến mômen của máy điện. Thật vậy:

+ Sóng bậc 7 quay thuận: ($v = 6K + 1$).

- Tốc độ đồng bộ: $n_7 = \frac{n_1}{7}$

- Vận tốc độ: $0 < n < \frac{n_1}{7}$: máy ở chế độ động cơ; còn $n > \frac{n_1}{7}$: máy ở chế độ máy phát.

+ Sóng bậc 5 quay ngược :

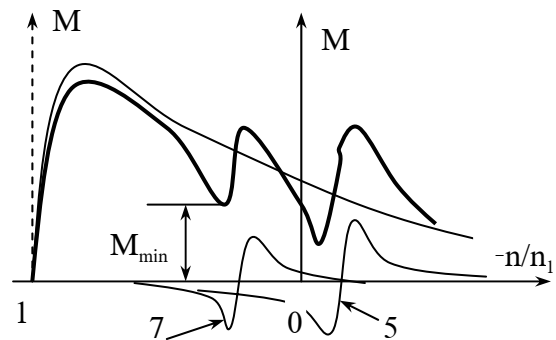
$$(v = 6K - 1).$$

Tốc độ đồng bộ: $n_5 = -\frac{n_1}{5}$, nên

tốc độ đồng bộ của nó ở trong khu vực $s > 1$, (trạng thái hãm).

Vì từ trường sóng bậc 5 quay ngược nên tốc độ trong khoảng :

- $n_1/5 < n < n_1$ mômen âm và $n < -n_1/5$ mômen dương.



H.13.13 Đặc tính $M = f(n)$ khi có sóng bậc 5, 7

2. Mômen phụ đồng bộ:

Mômen phụ đồng bộ sinh ra do sóng điều hòa bậc cao nào đó của từ trường stato tác dụng với một sóng điều hòa bậc cao có cùng số đôi cực của từ trường rôto. Mômen phụ này chủ yếu do stđ sóng điều hòa răng của stato và rôto sinh ra. Do đó sự phối hợp răng rãnh giữa stato và rôto liên quan đến việc sinh ra mômen này.

Chú ý: $Z_1 = Z_2$ và $Z_1 - Z_2 = \pm 2p$ sinh ra mômen phụ đồng bộ.

3. Mômen dòng xoáy và Mômen từ trễ:

+ Mômen dòng xoáy M_x sinh ra do sự tương tác của dòng điện xoáy cảm ứng trong mạch dẫn từ rôto và từ trường chính.

+ Mômen từ trễ M_T sinh ra do hiện tượng trễ của thép làm mạch dẫn từ rôto làm chậm trễ sự từ hóa lại rôto đối với từ trường dịch chuyển tương đối so với rôto

13.7.2. Phương pháp trừ khử momen phụ

Mômen phụ là do stđ sóng điều hòa bậc cao sinh ra, trong đó có cả stđ sóng điều hòa răng. Vì vậy muốn trừ khử mômen phụ thì phải làm yếu stđ sóng điều hòa đó đi.

- + Dùng dây quấn bước ngắn.
- + Phối hợp rãnh thích đáng.
- + Thực hiện rãnh nghiêng.

13.8. CÁC ĐƯỜNG ĐẶC TÍNH CỦA MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ.

13.8.1. Đặc tính tốc độ $n = f(P_2)$.

Theo công thức hệ số trượt, ta có:

$$n = n_1(1-s)$$

trong đó : $s = p_{Cu2}/P_{dt}$. Khi không tải $p_{Cu2} \ll P_{dt}$ nên $s \approx 0$ động cơ điện quay gần tốc độ đồng bộ $n \approx n_1$ Khi tăng tải thì tổn hao đồng cũng tăng lên n giảm một ít, nên đường đặc tính tốc độ là đường dốc xuống.

13.8.2. Đặc tính momen $M = f(P_2)$

Ta có $M = f(s)$ thay đổi rất nhiều.

Nhưng trong phạm vi $0 < s < s_m$ thì đường $M = f(s)$ gần giống đường thẳng, nên $M_2 = f(P_2)$ đường thẳng qua gốc tọa độ.

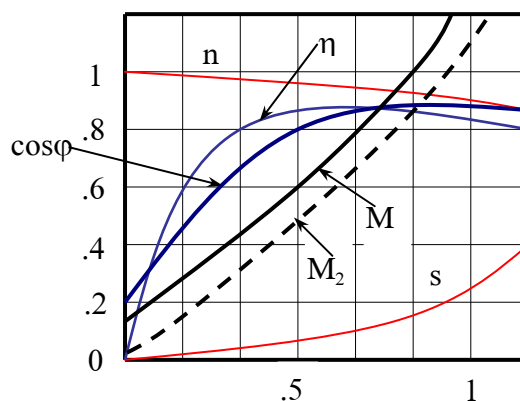
13.8.3. Đặc tính hiệu suất $\eta = f(P_2)$.

Ta có hiệu suất của máy điện không đồng bộ :

$$\eta = \frac{P_2}{P_2 + \sum p} 100\%$$

$\sum p$ tổng tổn hao, nhưng ở đây chỉ có

tổn hao đồng thay đổi theo phụ tải còn các tổn hao khác là không đổi.



H.13.14 Đặc tính làm việc của MK

13.8.4. Đặc tính hệ số công suất $\cos\varphi = f(P_2)$.

Vì MK luôn luôn nhận công suất phản kháng từ lưới. Lúc không tải $\cos\varphi$ rất thấp thường $< 0,2$. Khi có tải dòng điện I_2 tăng lên nên $\cos\varphi$ cũng tăng.

13.9. MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ LÀM VIỆC TRONG ĐIỀU KIỆN KHÔNG ĐỊNH MỨC.

13.9.1. Điện áp không định mức.

Giả thiết $U_1 < U_{dm}$: thường gặp nhất, như tải cuối nguồn, lúc này M giảm vì $M \equiv U^2$. Và ta có $M = C\Phi I_2 \cos\psi_2$, nếu M_c không đổi thì I_2 sẽ tăng lên tỉ lệ với sự giảm Φ , làm máy nóng lên, vì $U \approx E \equiv \Phi$ nên U giảm thì Φ giảm.

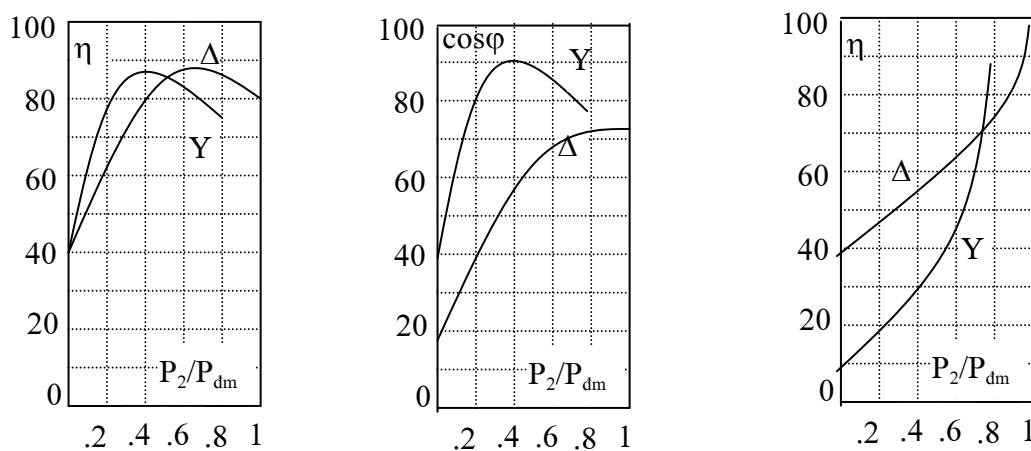
Hệ số công suất $\cos\varphi$ có xu hướng tăng vì I_0 giảm khi U giảm.

Về mặt tổn hao, điện áp giảm có ảnh hưởng như sau :

- tổn hao p_{Fe} giảm $\equiv U^2$
- tổn hao p_{Cu2} tăng $\equiv I_2^2$
- tổn hao p_{Cu1} phụ thuộc vào I_0 và I_2 vì I_0 giảm còn I_2 tăng.

Nếu tải $< 40\%$, tổn hao có giảm nên hiệu suất η tăng.

Nhưng tải $> 50\%$, tổn hao tăng nên hiệu suất η giảm.



Hình 13.15 Đặc tính của ĐK khi đổi nối từ Δ sang Y

13.9.2. Tần số không định mức.

Thường thì tần số f không đổi hay thay đổi $\pm 5\% f_{dm}$ xem như không đổi.

Giả thiết : $f < f_{dm}$ mà $U \approx E \equiv f\Phi$ cho rằng $U = C^t \rightarrow \Phi \equiv 1/f$.

Vậy khi tần số f giảm thì:

- + Φ tăng thì I_0 tăng làm p_{Fe} tăng và $\cos\varphi_1$ giảm.
- + tốc độ n cũng giảm.
- + Nếu $M_c = C^t$ thì I_2 giảm và s giảm vì $sP_{dt} = p_{Cu2} = m_2 I_2^2 r'_2$.

13.9.3. Điện áp đặt vào không đối xứng

Phân tích điện áp không đối xứng thành các thành phần thuận, thứ tự ngược, thứ tự không và trung tính không nối đất như thường gặp trong các động cơ không đồng bộ.

Hệ thống điện áp thứ tự ngược sinh ra từ trường quay nghịch có hệ số trượt của rôto đối với từ trường quay này là $(2-s) > 1$ và mômen do nó sinh ra làm giảm mômen có ích, đồng thời gây nên tổn hao phụ.



Chương 4

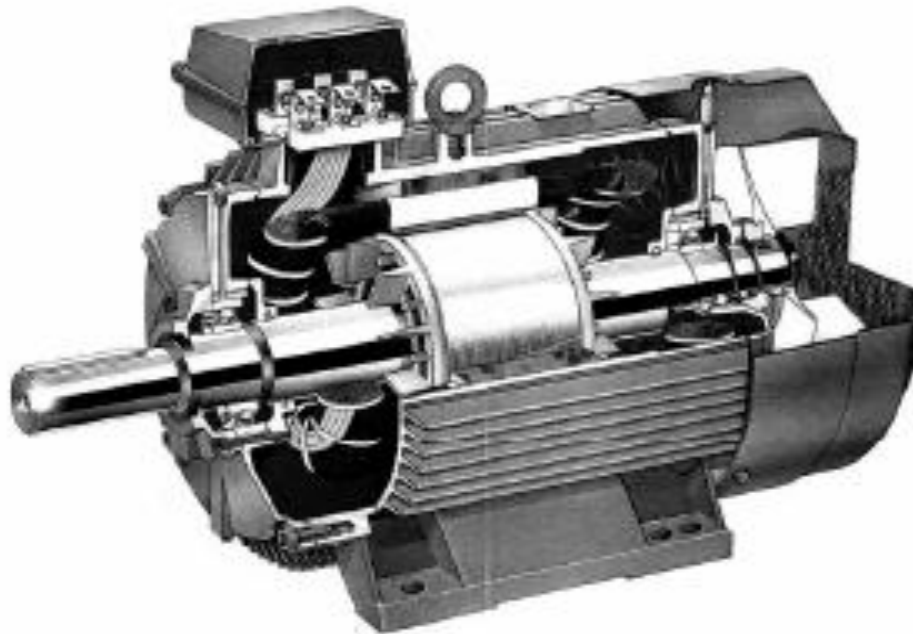
ĐIỀU KHIỂN TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

Động cơ không đồng bộ

Động cơ không đồng bộ 3 pha gồm 2 loại:

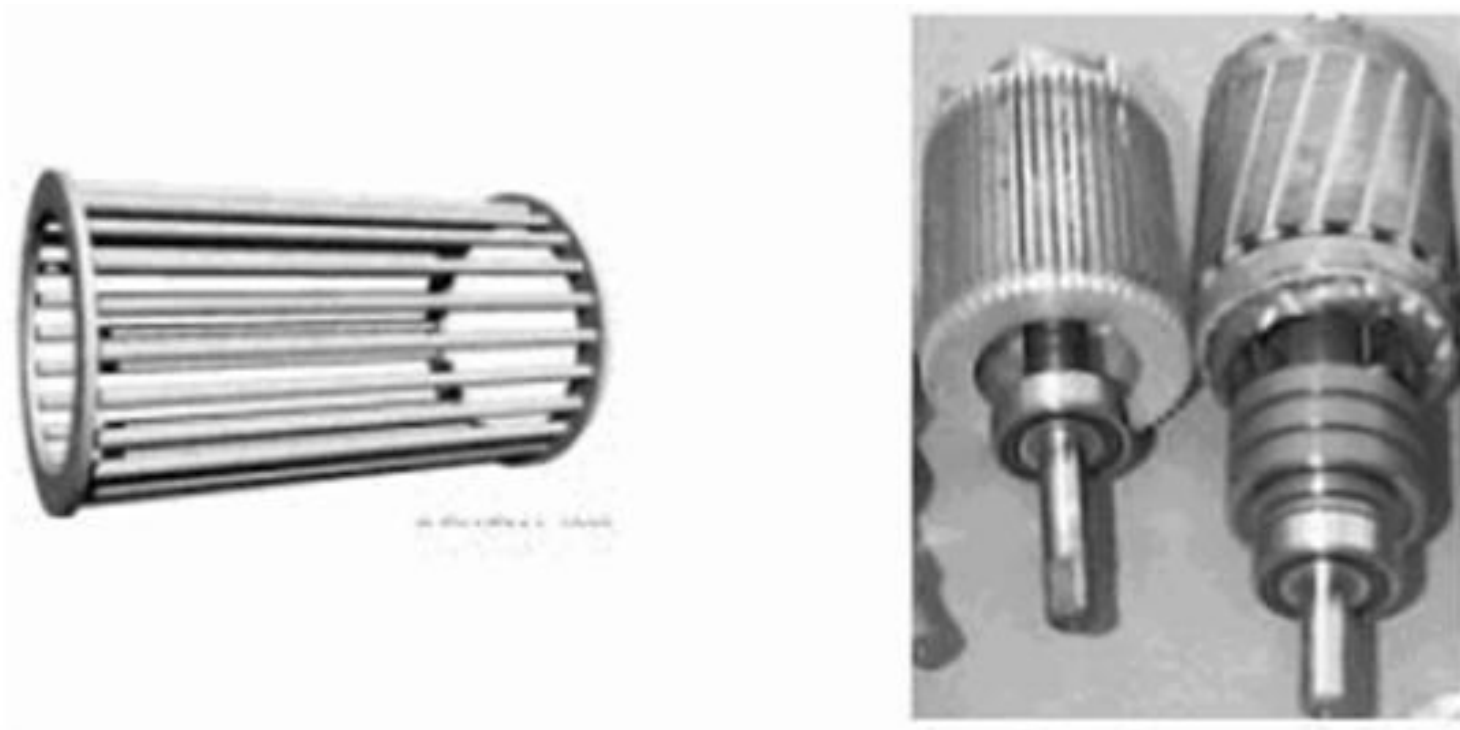
■ Rotor lồng sóc

■ Rotor dây quấn



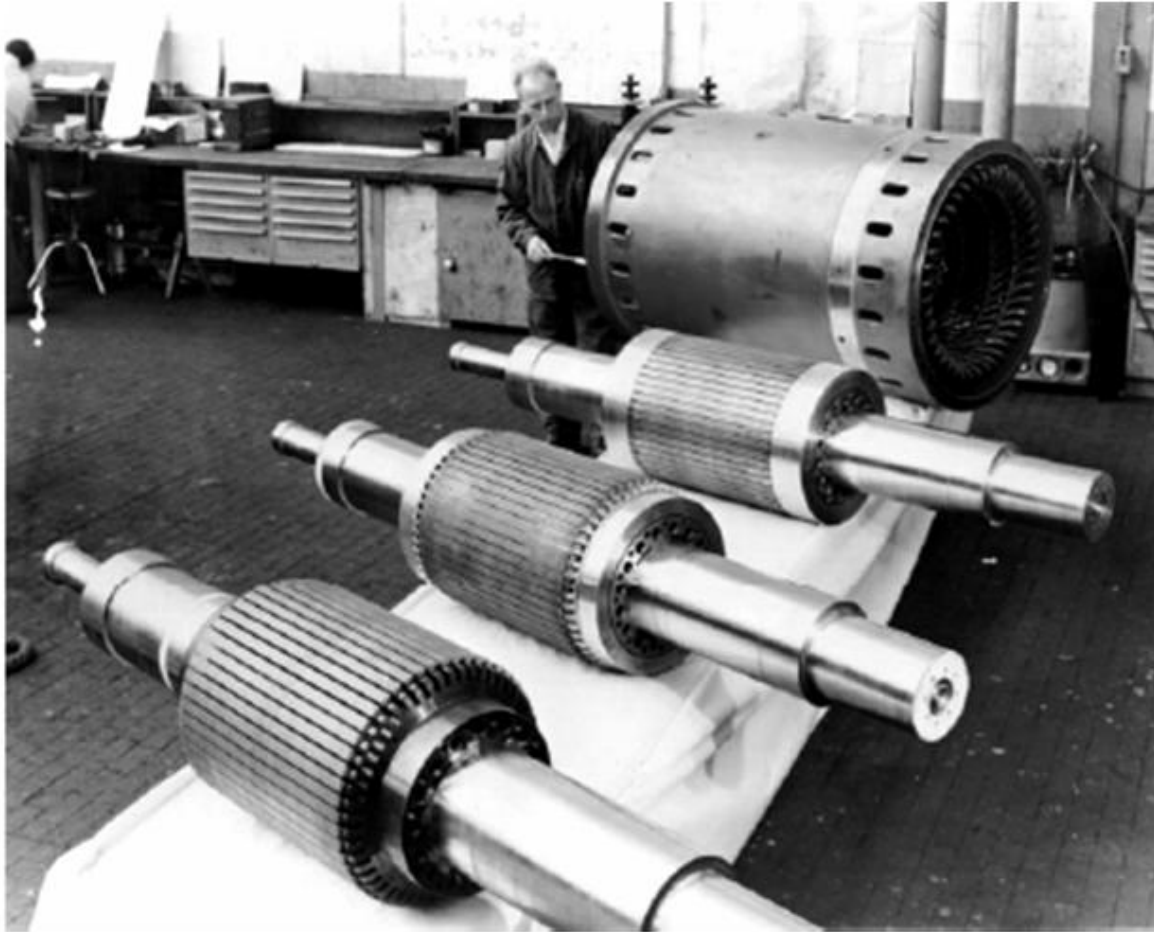
Động cơ không đồng bộ 3 pha rotor lồng sóc
90kW, 1484v/ph, 630kg
(Nguồn: ABB motors)

Động cơ không đồng bộ



Rotor lồng sóc

Động cơ không đồng bộ



Động cơ không đồng bộ rotor lồng sóc
2500kW, 3kV, 24000 v/ph
(Nguồn: ABB motors)

Động cơ không đồng bộ



Rotor dây quấn (động cơ 2900kW, 6kV)

Động cơ không đồng bộ

Theo đặc tính cơ, tiêu chuẩn NEMA của Mỹ chia động cơ không đồng bộ thành 4 lớp A, B, C, D:

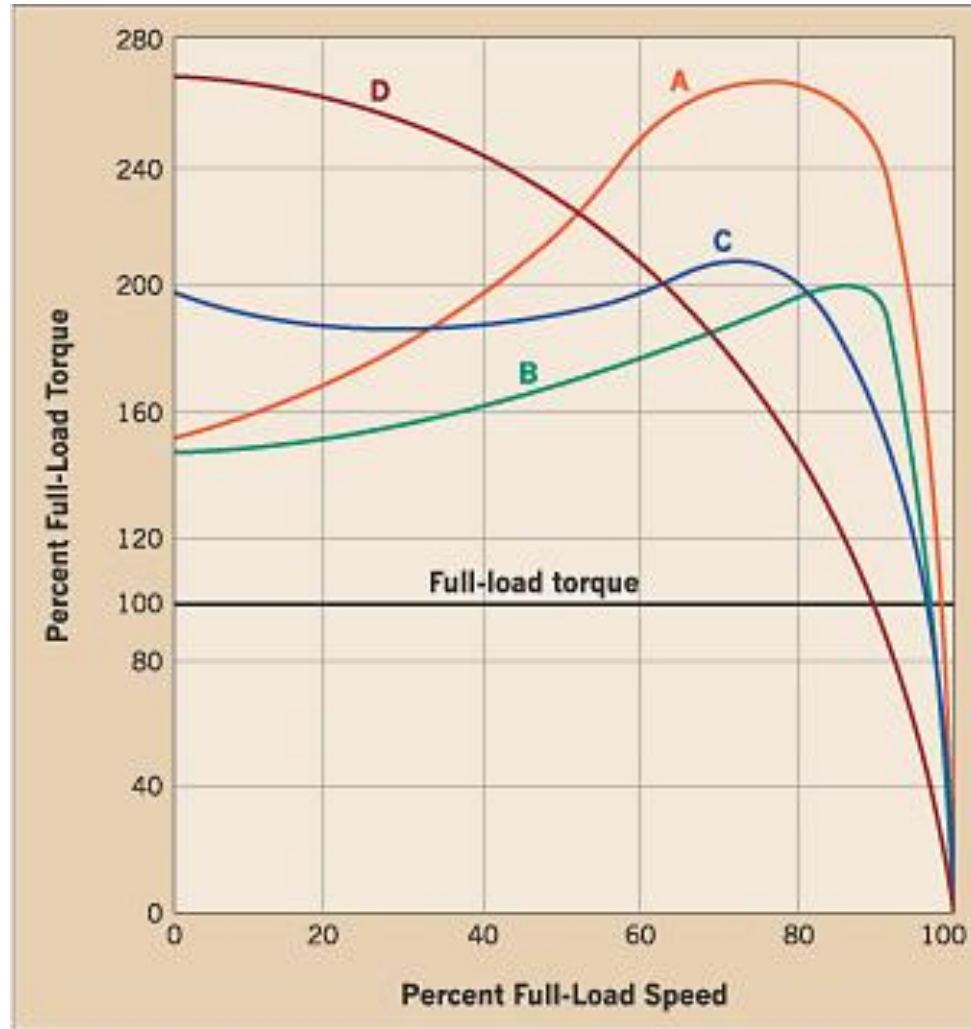
■ Lớp B: loại thông dụng (general purpose)

■ Lớp A: có momen tới hạn cao và độ trượt định mức thấp, dùng trong các ứng dụng có yêu cầu momen tới hạn cao như máy ép phun (injection molding machine)

■ Lớp C: dùng trong các ứng dụng yêu cầu momen khởi động cao, như băng tải, thang cuốn...

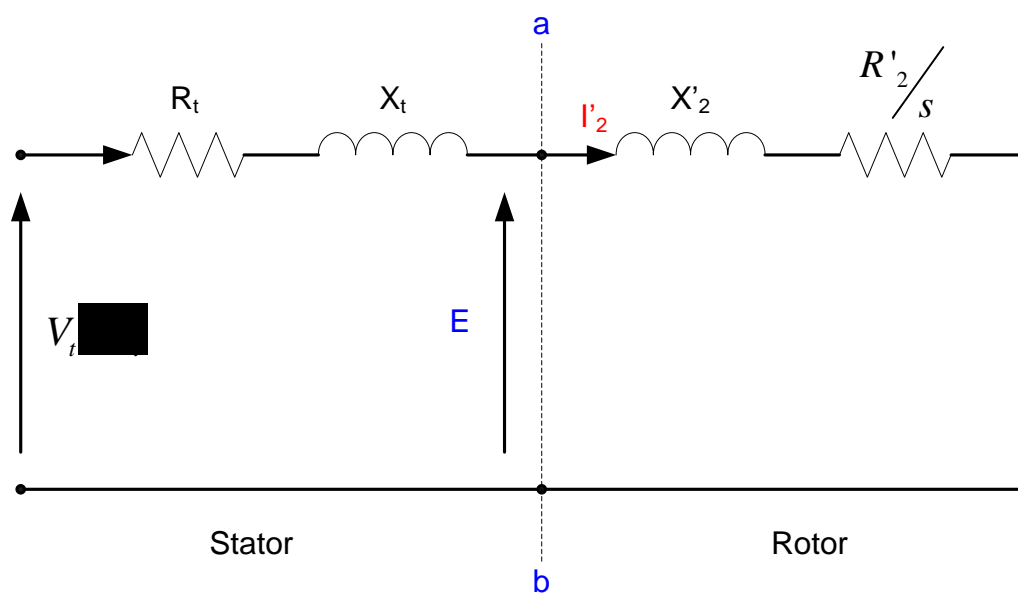
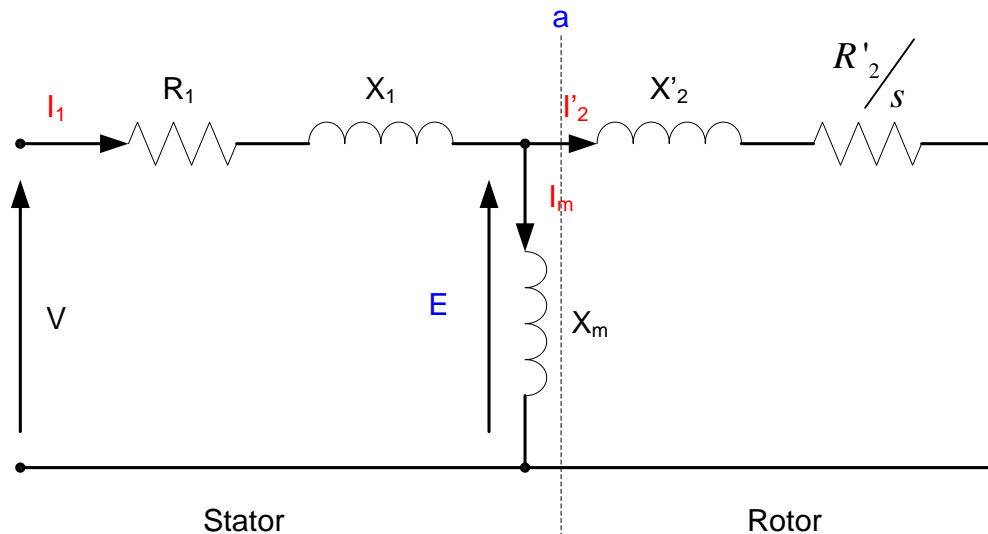
■ Lớp D: có độ trượt định mức cao, dùng trong cơ cấu nâng hạ hoặc các tải có chu kỳ như máy đột dập (punch press machines)

Động cơ không đồng bộ



Đặc tính cơ tiêu biểu của ĐC KĐB lớp A, B, C, D (tiêu chuẩn NEMA – Mỹ)

Mạch tương đương của ĐC KĐB



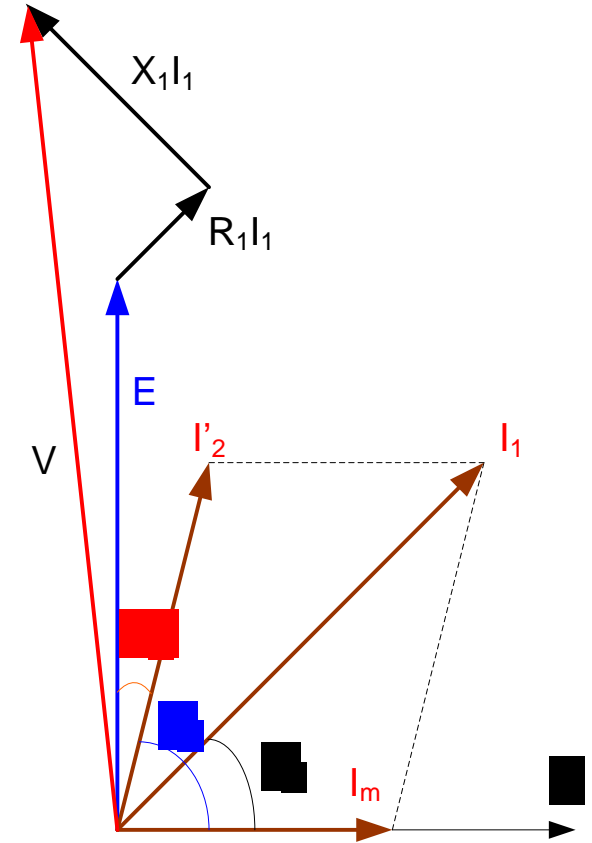
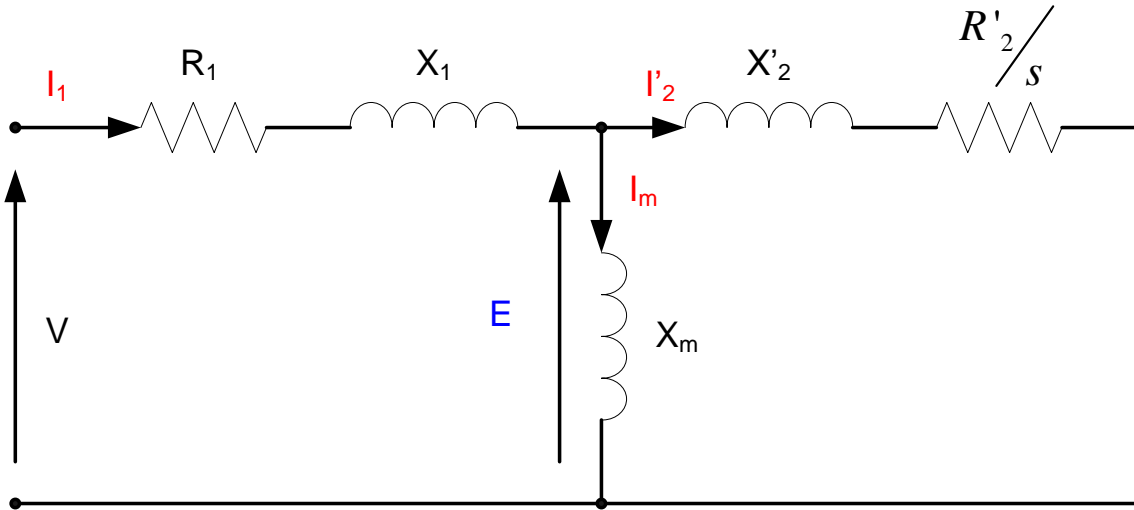
Áp dụng định lý Thevenin:

$$V_t = \frac{E X_m}{\sqrt{R_1^2 + X_m^2}}$$

$$I_2 = \frac{V_t}{\sqrt{R_1^2 + X_m^2}}$$

$$R_t = \frac{R_1}{2}$$

Giải đồ vector



Momen động cơ:

$$M = \frac{P_{\text{mech}}}{\omega_s}$$

Hay:

$$M = \frac{P_{\text{mech}}}{\omega_s}$$

Các công thức tính toán cơ bản về ĐC KĐB

■ Tốc độ đồng bộ:

$$\omega_s = \frac{2\pi f}{p}$$

■ Độ trượt (slip):

$$s = \frac{\omega_s - \omega_r}{\omega_s}$$

■ Tốc độ trượt:

$$\omega_{slip} = s \omega_s$$

■ Tốc độ động cơ (tốc độ quay của rotor):

$$\omega_r = (1-s) \omega_s$$

Các công thức tính toán cơ bản về ĐC KĐB

Quan hệ giữa dòng stator và dòng rotor:

$$I_1 = \frac{I_2}{jX_m}$$

Công suất truyền qua khe hở không khí (công suất điện từ):

$$P_{dt} = \frac{3}{2} I_2^2 X_m$$

Tổn hao đồng rotor:

$$P_{Cu} = 3 I_2^2 R_2$$

Công suất cơ (công suất đưa ra trục động cơ):

$$P_c = P_{dt} - P_{Cu}$$

Momen sinh ra trên trục động cơ (momen điện từ):

$$M = \frac{P_c}{\omega_s (1 - s)}$$

Các công thức tính toán cơ bản về ĐC KĐB


■ Momen cực đại của động cơ:

$$M_{\max} = \frac{2}{\sqrt{3}} \frac{V_t^2}{R_t}$$

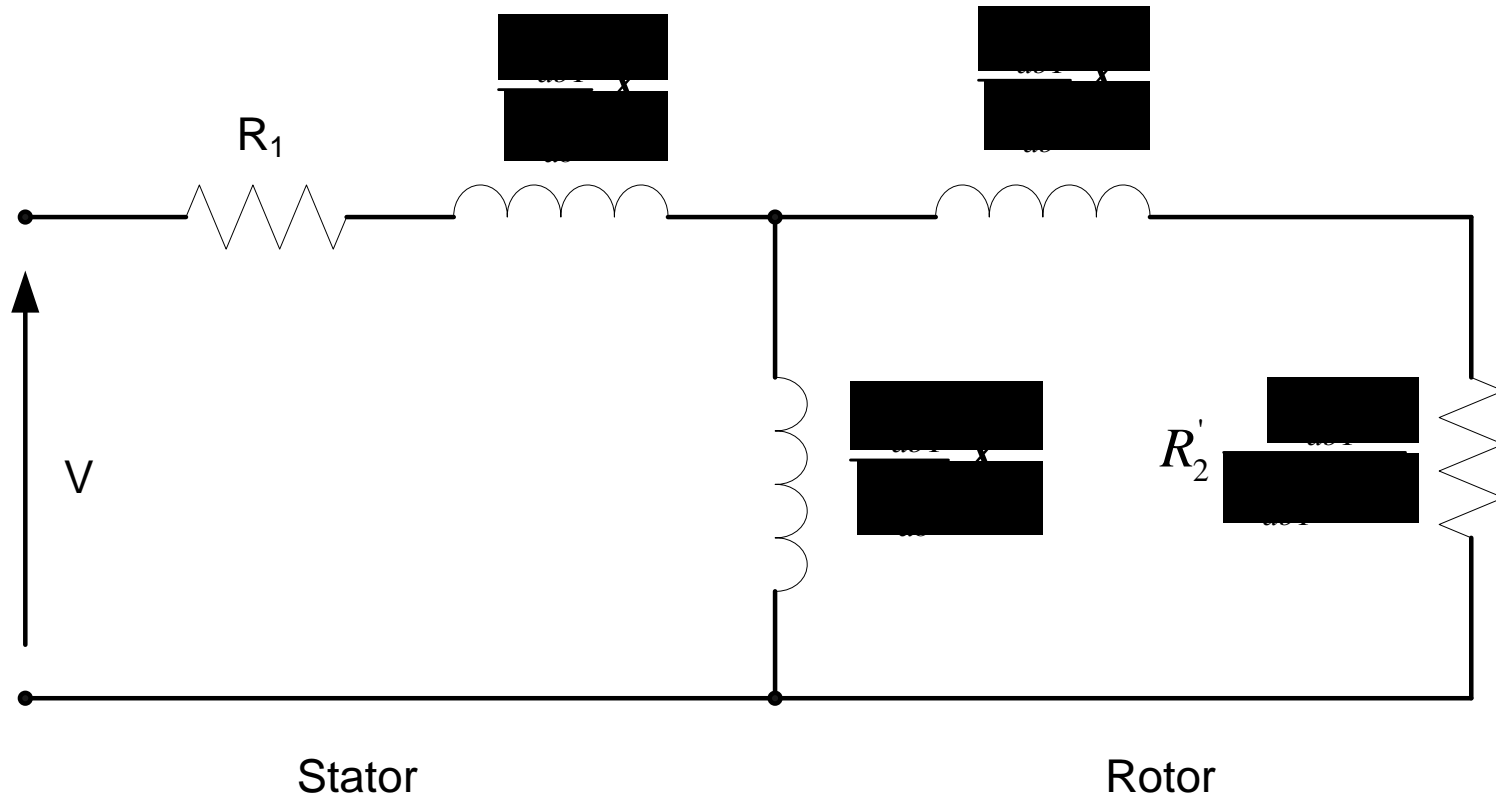
■ Độ trượt tại đó momen động cơ đạt cực đại:

$$s_m = \frac{R_2'}{\sqrt{R_t^2 + R_2'^2}}$$

Khởi động và hãm ĐC KĐB

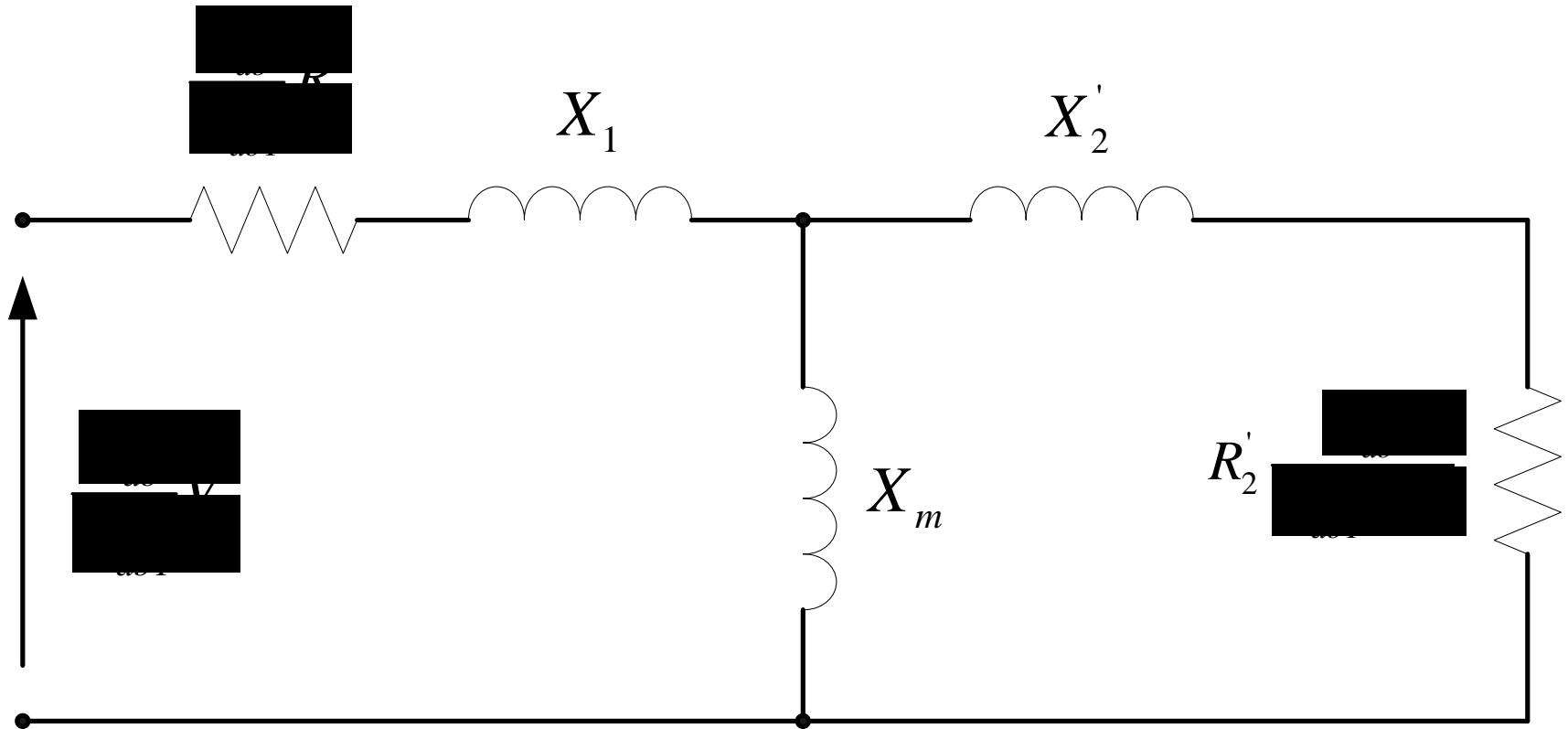
- Khởi động:
 - Động cơ KĐB rotor dây quấn: thêm điện trở vào mạch rotor
 - Động cơ KĐB rotor lồng sóc: giảm áp stator
 - Đồi nối Y-
 - Dùng biến áp tự ngẫu
- Các chế độ hãm:
 - Hãm tái sinh
 - Hãm ngược
 - Hãm động năng

Hãm động năng ĐC KĐB – Mạch tương đương



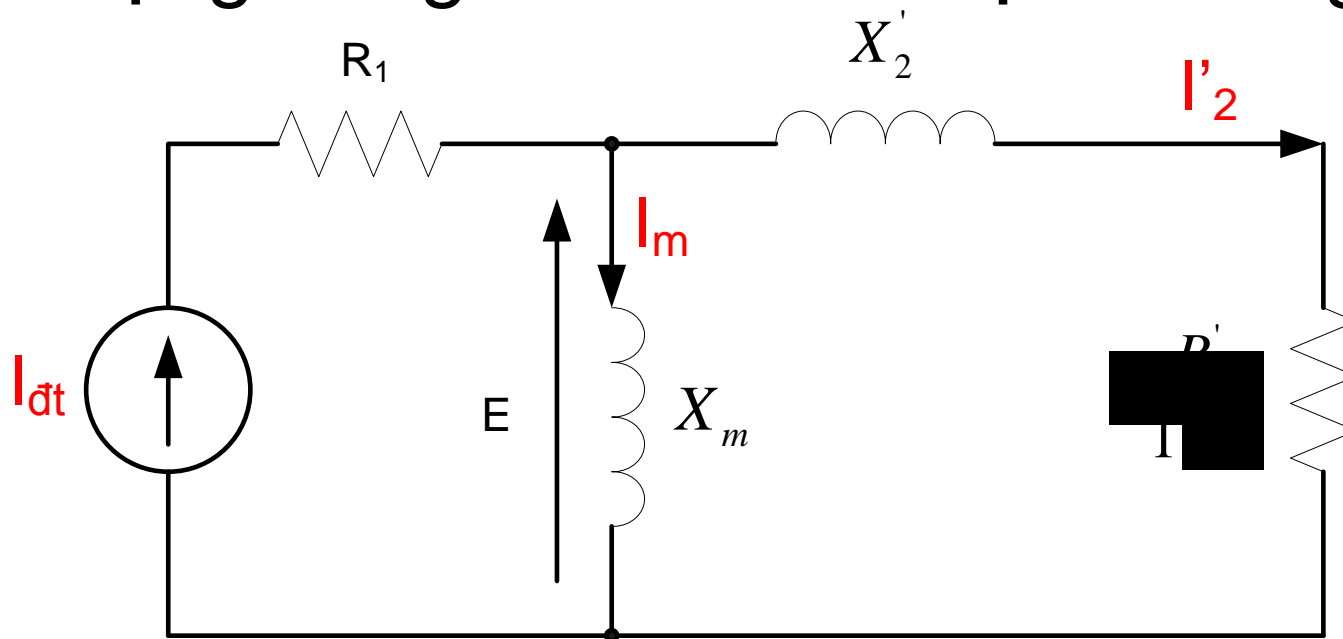
Mạch tương đương của động cơ ở tần số ω_1 , suy ra từ mạch tương đương ở tần số ω

Hãm động năng ĐC KĐB – Mạch tương đương



Mạch tương đương của động cơ ở tần số ω_1 , suy ra từ mạch tương đương ở tần số ω

Hãm động năng ĐC KĐB – Mạch tương đương



$I_{đt}$: dòng xoay chiều (tần số [redacted]) tạo ra sức từ động tương đương với dòng một chiều I_d chạy trong cuộn dây stator ở chế độ hãm động năng.

Dấu – trong thành phần [redacted] chỉ ra động cơ lúc này nhận năng lượng từ tải (chế độ hãm). Khi đã lưu ý là momen lúc này có chiều ngược lại so với chế độ động cơ, sẽ không cần kể tới dấu – này trong mạch tương đương.

Hãm động năng ĐC KĐB – Mạch tương đương

Trình tự tính toán đặc tính cơ của động cơ ở chế độ hãm động năng khi biết đặc tính từ hóa $E(I_m)$ của động cơ:

- Lấy một giá trị I_m ,
Suy ra giá trị E tương ứng theo đặc tính từ hóa,

- Tính X_m : $X_m = \frac{E}{I_m}$

- Tính I_2' : $I_2' = \frac{I_2}{X_m}$

- Tính độ trượt s : $s = \frac{R_2'}{\sqrt{E / I_2'^2}}$

- Tính tốc độ động cơ tương ứng:

- Tính momen động cơ: $M = \frac{2}{s} \frac{R_2'}{X_m}$

Điều khiển tốc độ động cơ KĐB

Các phương pháp điều khiển tốc độ động cơ KĐB:

1. Điều khiển điện áp stator
2. Điều khiển tần số
3. Điều khiển điện trở stator
4. Điều khiển công suất trượt

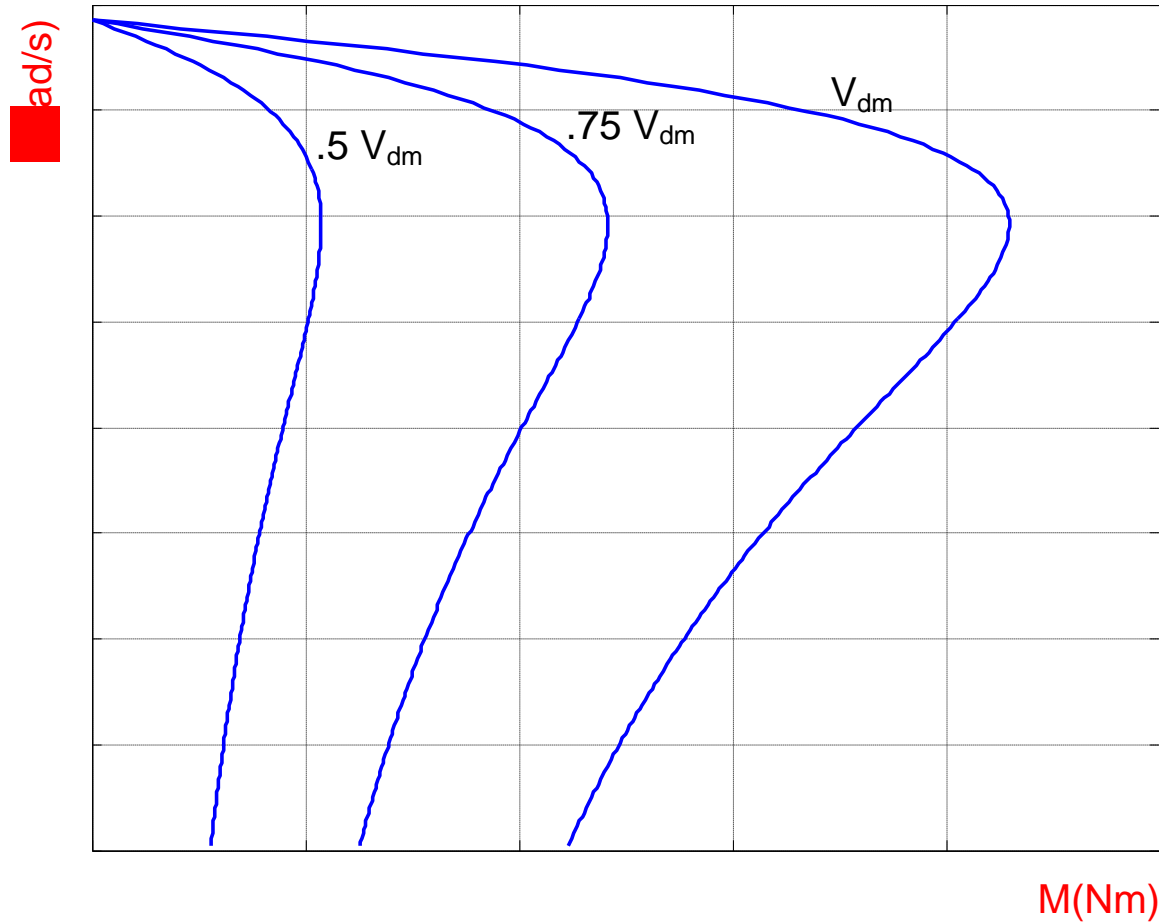
Điều khiển điện áp stator

- Thường sử dụng với tải bơm hay quạt gió
- Phạm vi điều chỉnh tốc độ không cao
- Momen tải quạt gió:

M_c



Điều khiển điện áp stator

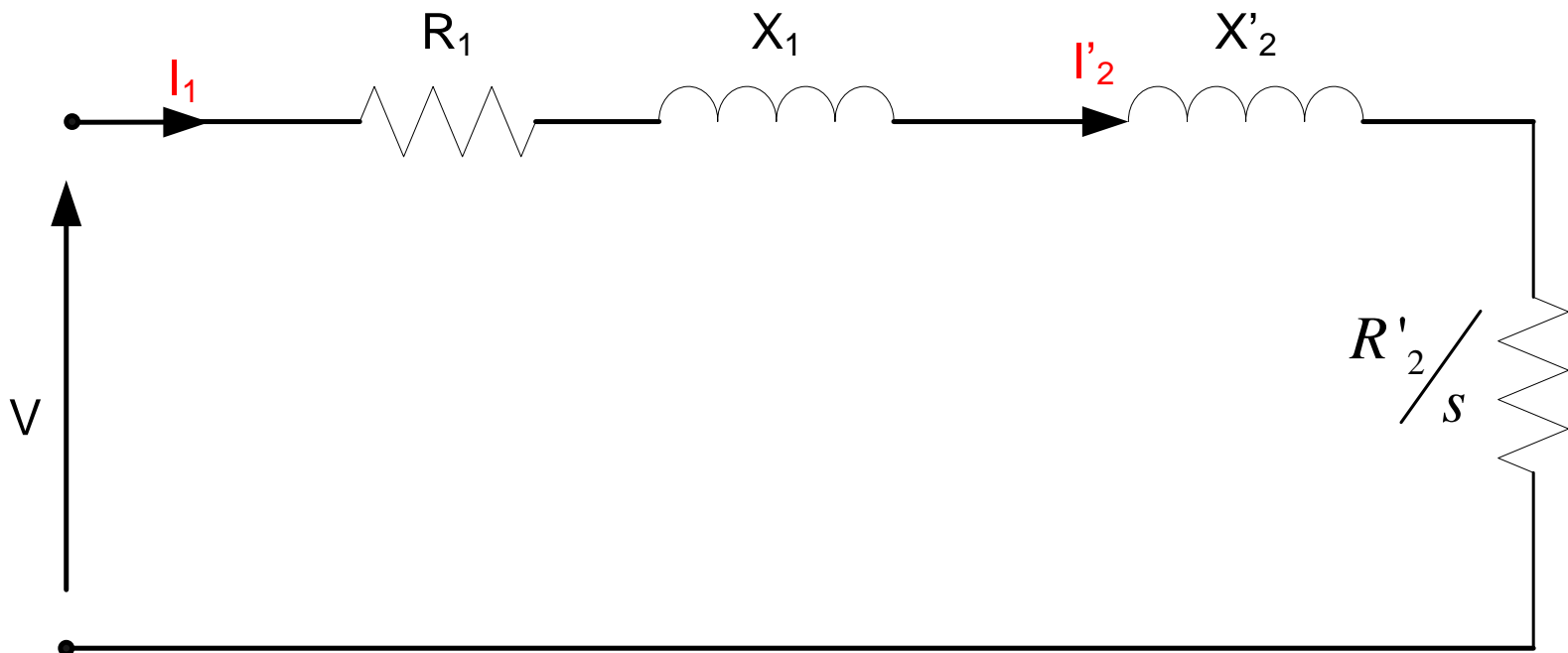
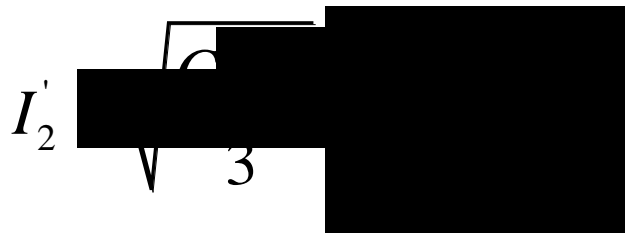


Đặc tính động cơ không đồng bộ
khi điều khiển bằng cách thay đổi điện áp stator

Điều khiển điện áp stator

Bỏ qua ma sát trên trục động cơ, tổn hao do quạt gió

Có thể chứng minh được dòng rotor tính bởi công thức:



Điều khiển điện áp stator

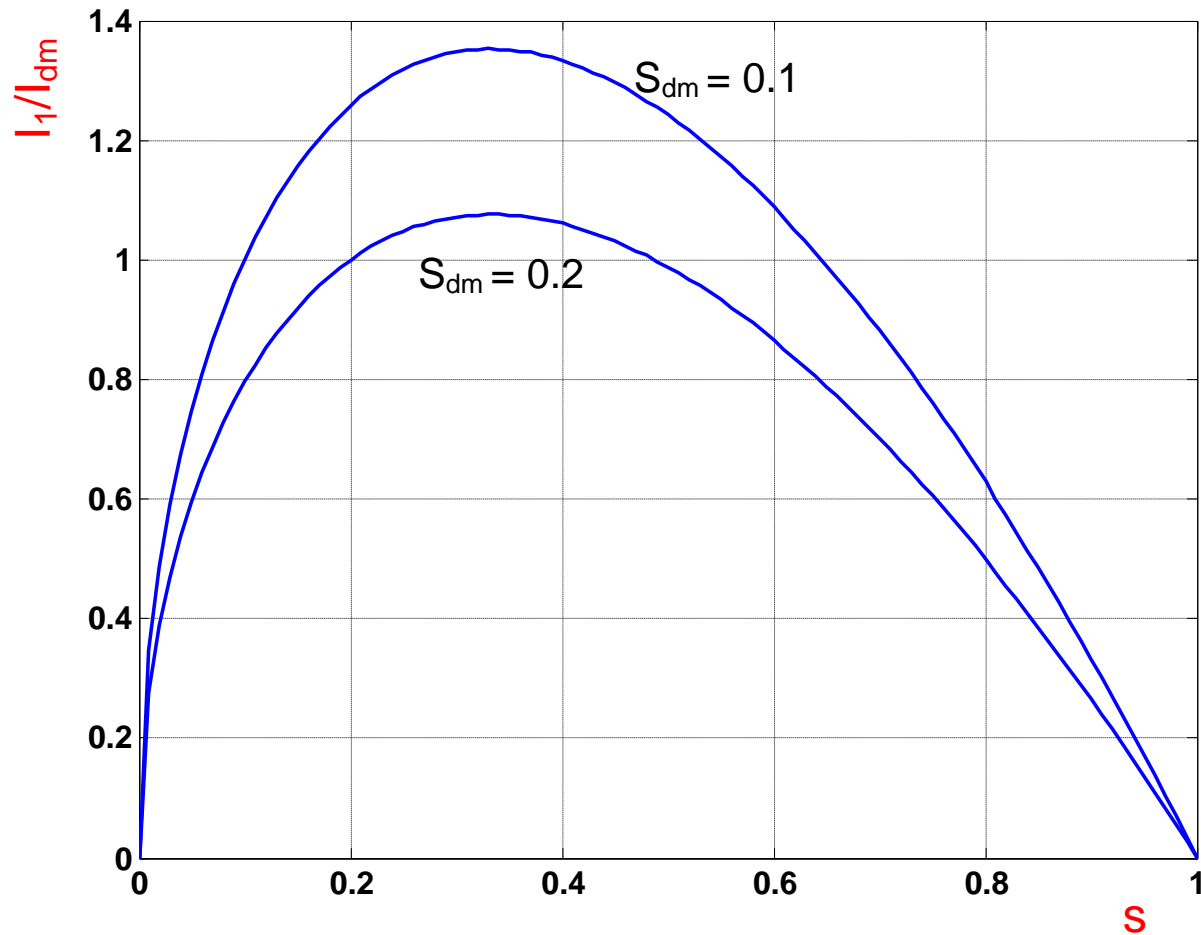
Nếu bỏ qua dòng từ hóa, xem I_2' [redacted], có thể chứng minh được:

$$\frac{I_1}{I_{dm}} = \frac{(1 - s) \sqrt{1 + \frac{2}{3} \frac{X_m^2}{X_{\sigma 1}^2}}}{(1 - s) \sqrt{1 + \frac{2}{3} \frac{X_m^2}{X_{\sigma 1}^2}}}$$

Tỉ số này đạt cực đại tại $s = 1/3$, khi đó:

$$\frac{I_{\max}}{I_{dm}} = \frac{2}{3\sqrt{3} \sqrt{1 + \frac{2}{3} \frac{X_m^2}{X_{\sigma 1}^2}}}$$

Điều khiển điện áp stator



Quan hệ I_1/I_{dm} với độ trượt s

ĐC KĐB & Biến tần nguồn áp

- Gọi $a = \frac{f}{f_{dm}}$.
- Với $a < 1$ ($f < f_{dm}$): động cơ được điều khiển với từ thông = const = định mức,
- Với $a > 1$ ($f > f_{dm}$): động cơ được điều khiển với $V = \text{const} = V_{dm}$,

ĐC KĐB & Biến tần nguồn áp

Hoạt động với $a < 1$

- Từ thông không đổi [redacted] dòng từ hóa = định mức,
- Có thể chứng minh được:

$$\text{dòng từ hóa} = \text{định mức} \frac{E}{f} \frac{E}{f_{dm}}$$

- Nếu bỏ qua sụt áp trên điện trở và điện kháng stator, nguyên lý $\frac{E}{f}$ [redacted] có thể thay

$$\text{bằng } \frac{V}{f} \text{ [redacted]}$$

ĐC KĐB & Biến tần nguồn áp

Hoạt động với $a < 1$

- Hai phương pháp điều khiển tần số và điện áp động cơ KĐB:
 - Phương pháp từ thông không đổi: $\frac{E}{f}$ [redacted]
 - Phương pháp $\frac{V}{f}$ [redacted]

ĐC KĐB & Biến tần nguồn áp

Phương pháp từ thông không đổi: $\frac{E}{f}$ [redacted]

- Dòng qua động cơ:

$$I_1 \frac{E}{\sqrt{\frac{R_2^2}{(sa)^2} + 1}}$$

- Momen động cơ:

$$M \frac{E_{dm}^2 R_2'}{(sa)^2}$$

- Với cùng một giá trị của sa , momen M , dòng rotor I_2' và dòng stator I_1 là không đổi.

ĐC KĐB & Biến tần nguồn áp

Phương pháp từ thông không đổi: $\frac{E}{f}$ [redacted]

- Lưu ý:

$$s \omega_s [redacted] \quad [redacted] \quad s \omega_s [redacted] = \text{tốc độ trượt}$$

- Vậy, suy ra: với cùng một giá trị của *tốc độ trượt*, momen M, dòng rotor I_2' và dòng stator I_1 là không đổi.
- Nếu xem $R_2'/s \square X_2'$, momen động cơ có thể tính như sau:

$$M [redacted] \frac{2E^2}{[redacted]}$$

ĐC KĐB & Biến tần nguồn áp

Phương pháp từ thông không đổi: $\frac{E}{f}$ [redacted]

- Độ trượt tại đó động cơ đạt M_{\max} là:

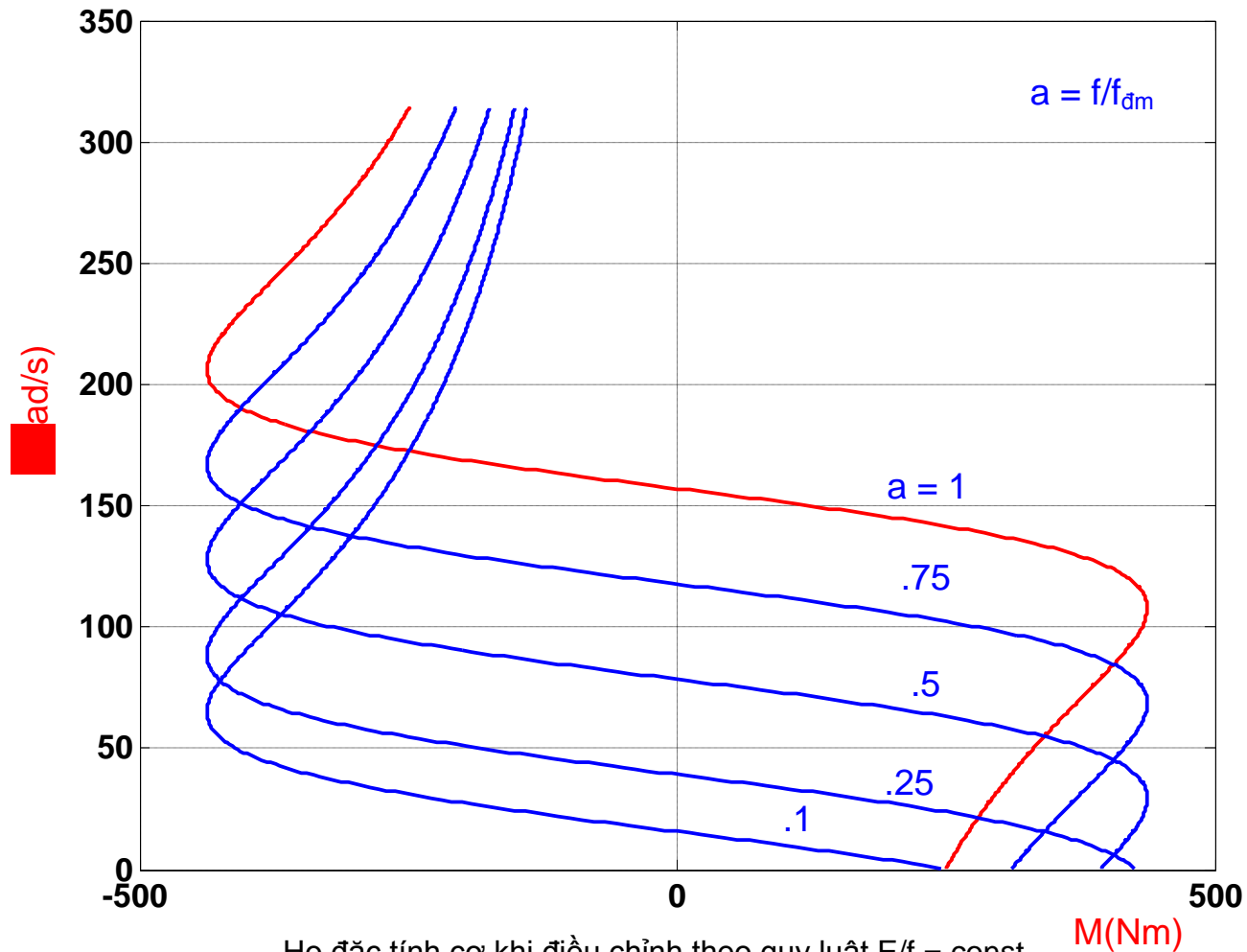
$$s_m = \frac{D'}{aX_2}$$

- Momen cực đại của động cơ:

$$M_{\max} = \frac{2}{2} \frac{E_{dm}^2}{[redacted]}$$

ĐC KĐB & Biến tần nguồn áp

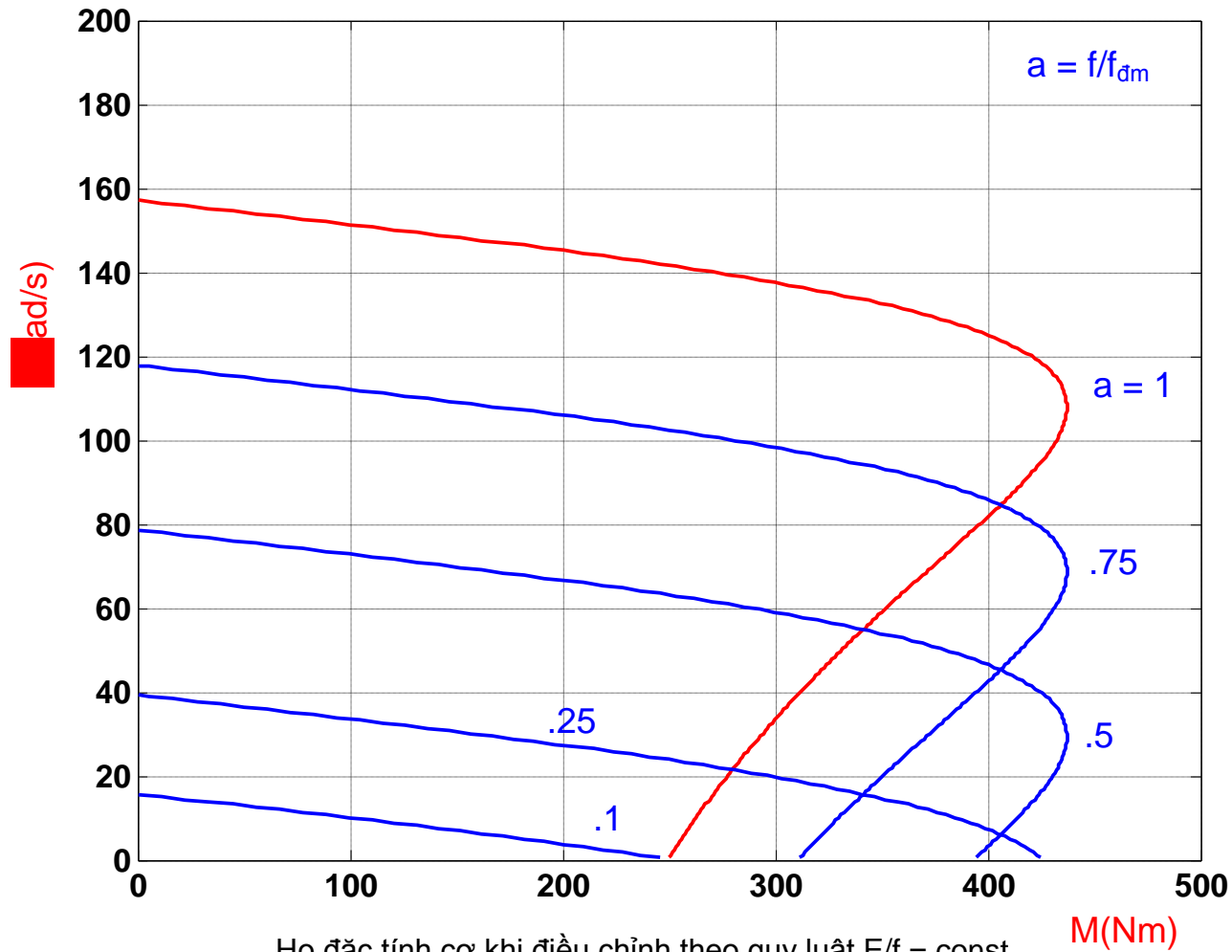
$E/f = \text{const}$ (từ thông không đổi)



Họ đặc tính cơ khi điều chỉnh theo quy luật $E/f = \text{const}$
($a = f/f_{dm} < 1$: điều chỉnh dưới tần số định mức)

ĐC KĐB & Biến tần nguồn áp

$E/f = \text{const}$ (từ thông không đổi)

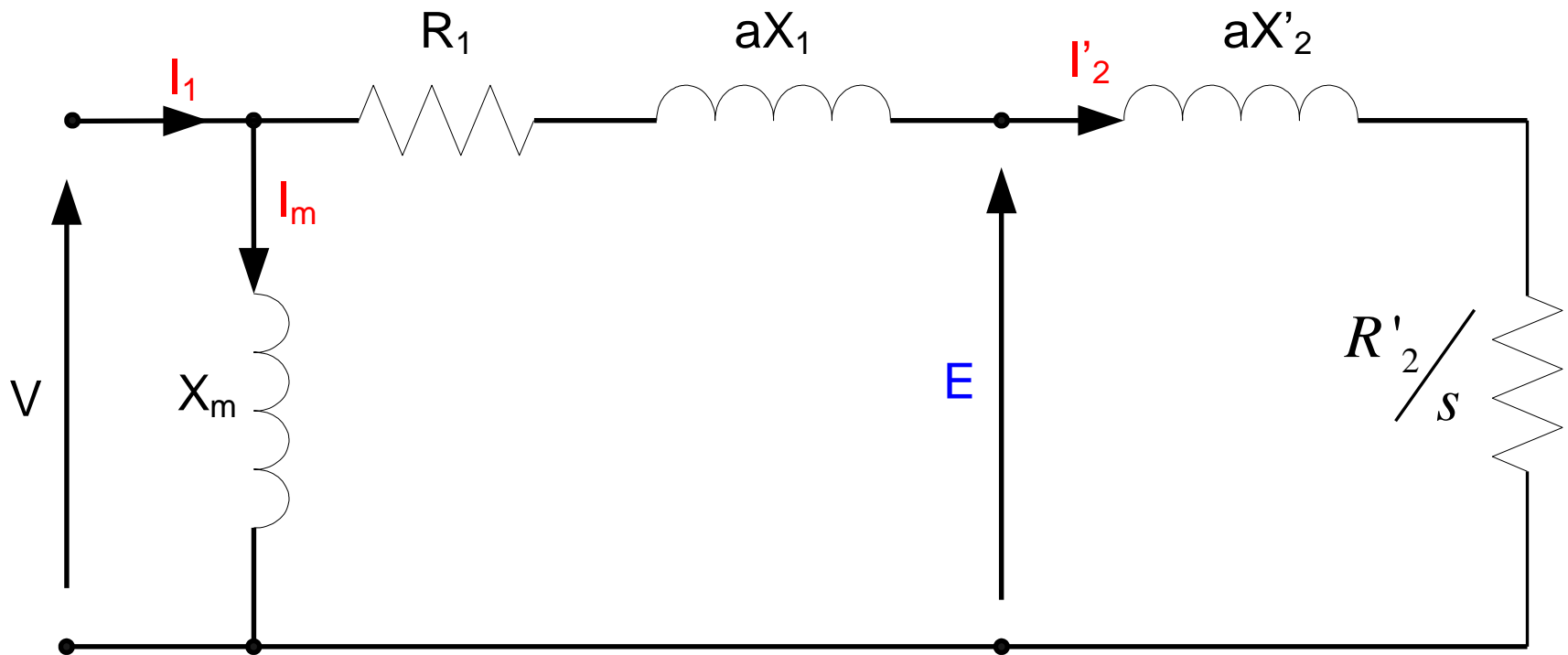


Họ đặc tính cơ khi điều chỉnh theo quy luật $E/f = \text{const}$
($a = f/f_{dm} < 1$: điều chỉnh dưới tần số định mức)

$M(\text{Nm})$

ĐC KĐB & Biến tần nguồn áp

Phương pháp $\frac{V}{f}$ [REDACTED]



ĐC KĐB & Biến tần nguồn áp

Phương pháp $\frac{V}{f}$ [redacted]

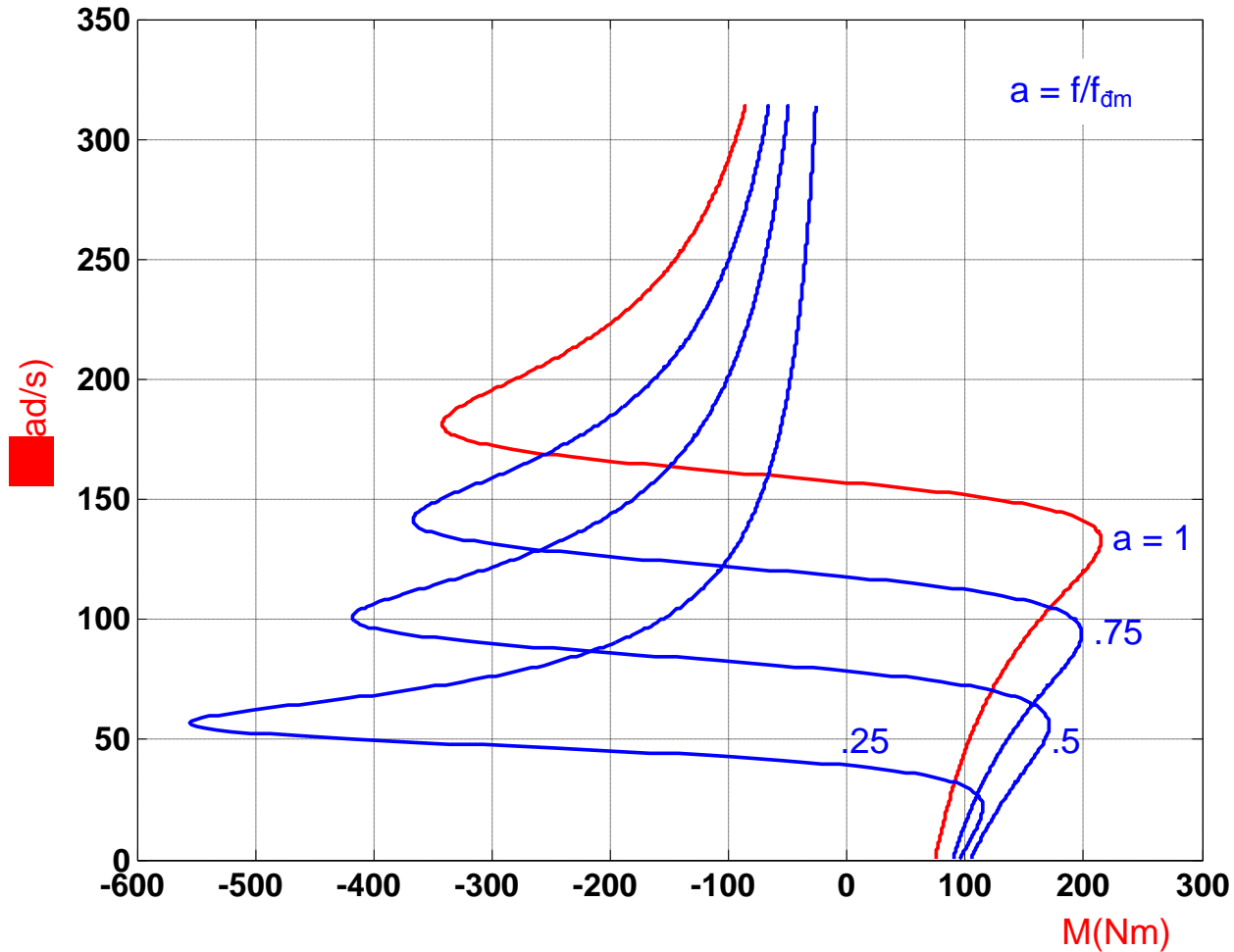
- Momen động cơ:

$$M \text{ [redacted]} \quad V_{dm}^2 \frac{R_2'}{as}$$

- Momen cực đại của động cơ:

$$M_{\max} \text{ [redacted]} \quad V_{dm}^2$$

ĐC KĐB & Biến tần nguồn áp – $V/f = \text{const}$



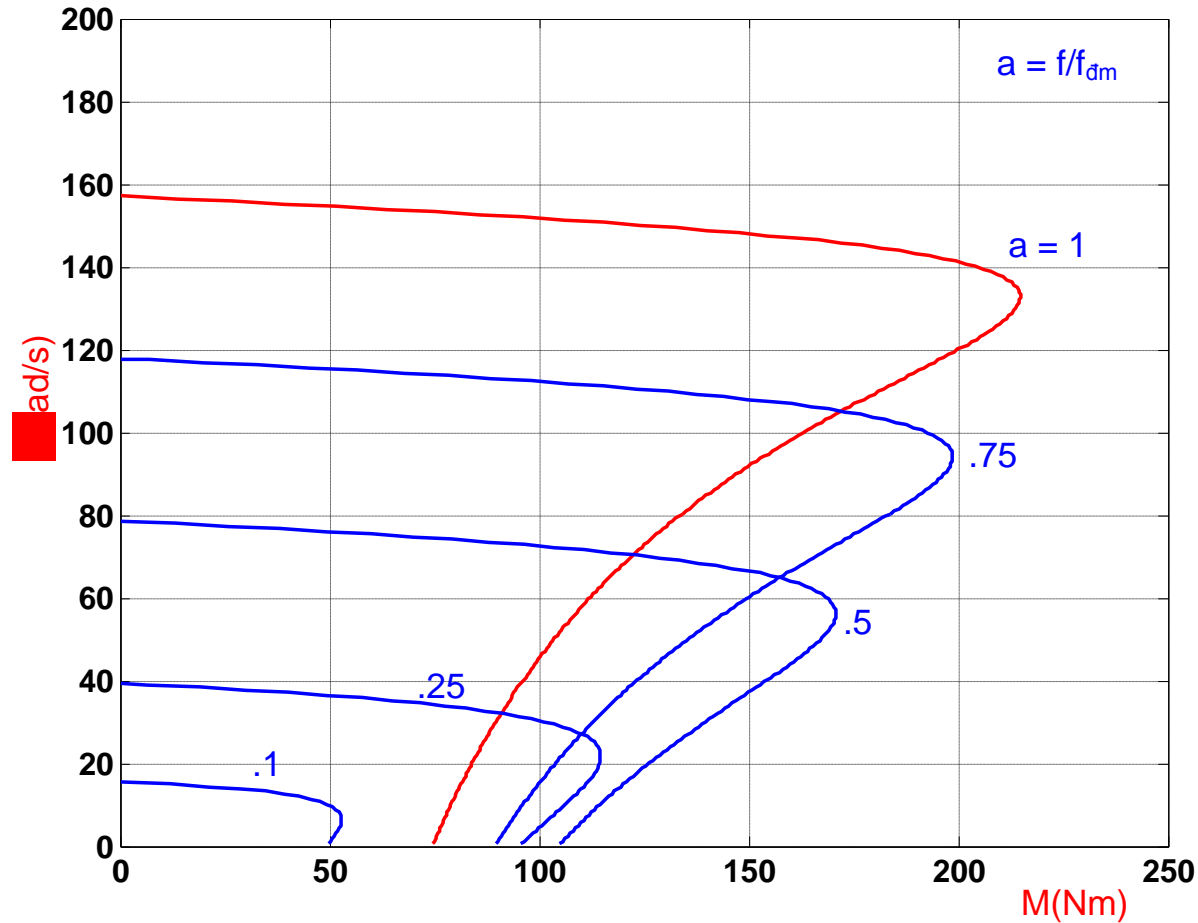
Họ đặc tính cơ khi điều chỉnh theo quy luật $V/f = \text{const}$

Thông số động cơ:

4 cực, $s_{dm} = 0.05$, $f_{dm} = 50\text{Hz}$

$R_1 = 0.4 \text{ Ohm}$, $X_1 = 0.8 \text{ Ohm}$, $R'_2 = 0.25 \text{ Ohm}$, $X'_2 = 0.8 \text{ Ohm}$, $X_m = 20 \text{ Ohm}$

ĐC KĐB & Biến tần nguồn áp – $V/f = \text{const}$



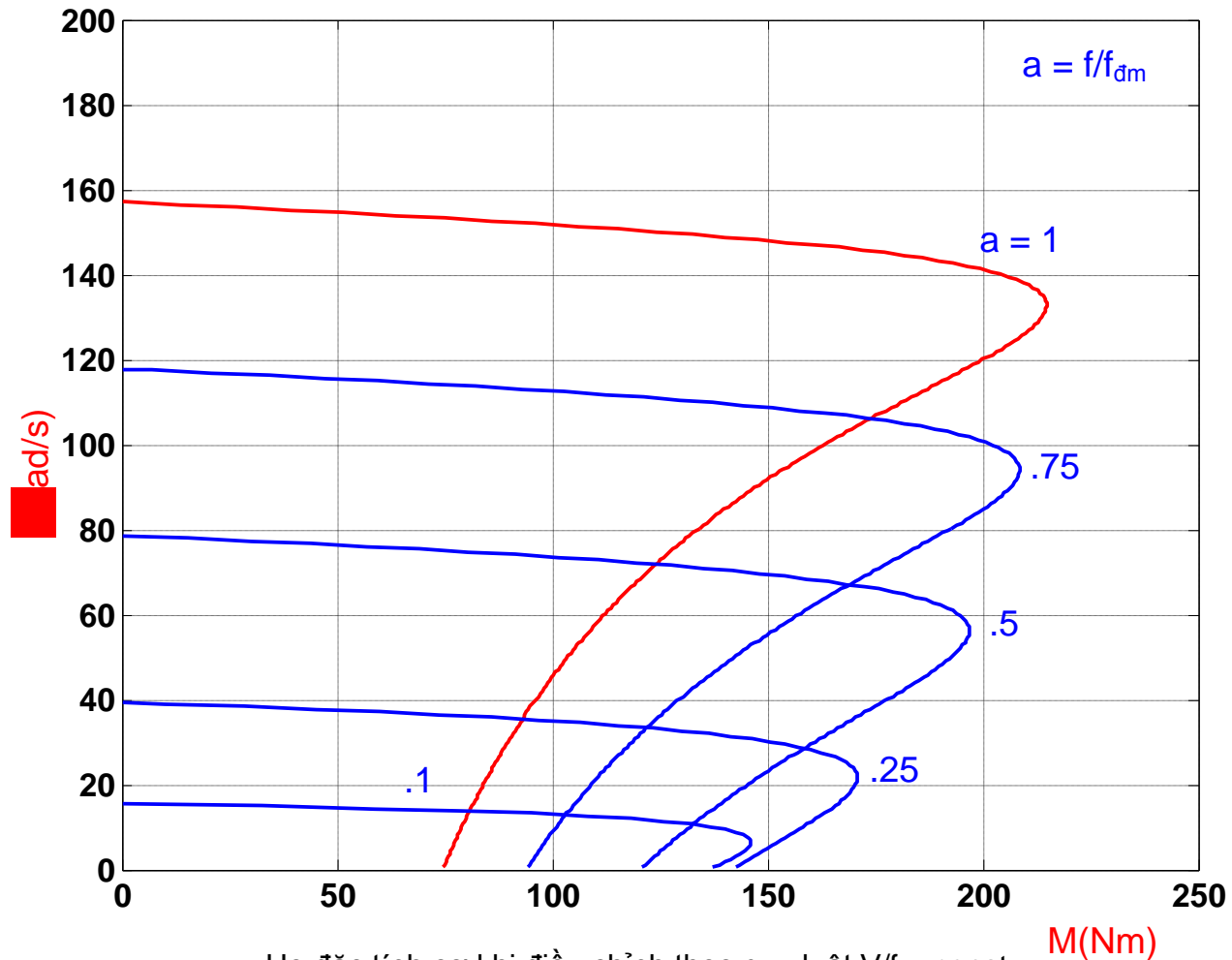
Họ đặc tính cơ khi điều chỉnh theo quy luật $V/f = \text{const}$

Thông số động cơ:

4 cực, $s_{đm} = 0.05$, $f_{đm} = 50\text{Hz}$

$R_1 = 0.4 \text{ Ohm}$, $X_1 = 0.8 \text{ Ohm}$, $R'_2 = 0.25 \text{ Ohm}$, $X'_2 = 0.8 \text{ Ohm}$, $X_m = 20 \text{ Ohm}$

ĐC KĐB & Biến tần nguồn áp – $V/f = \text{const}$



Họ đặc tính cơ khi điều chỉnh theo quy luật $V/f = \text{const}$
& với điện áp tăng cường (boost voltage) ở tần số thấp

$$V = kf + V_0$$

(k chọn sao cho $V = V_{đm}$ tại $f = f_{đm}$)

ĐC KĐB & Biến tần nguồn áp

Hoạt động với $a > 1$

- Momen động cơ:

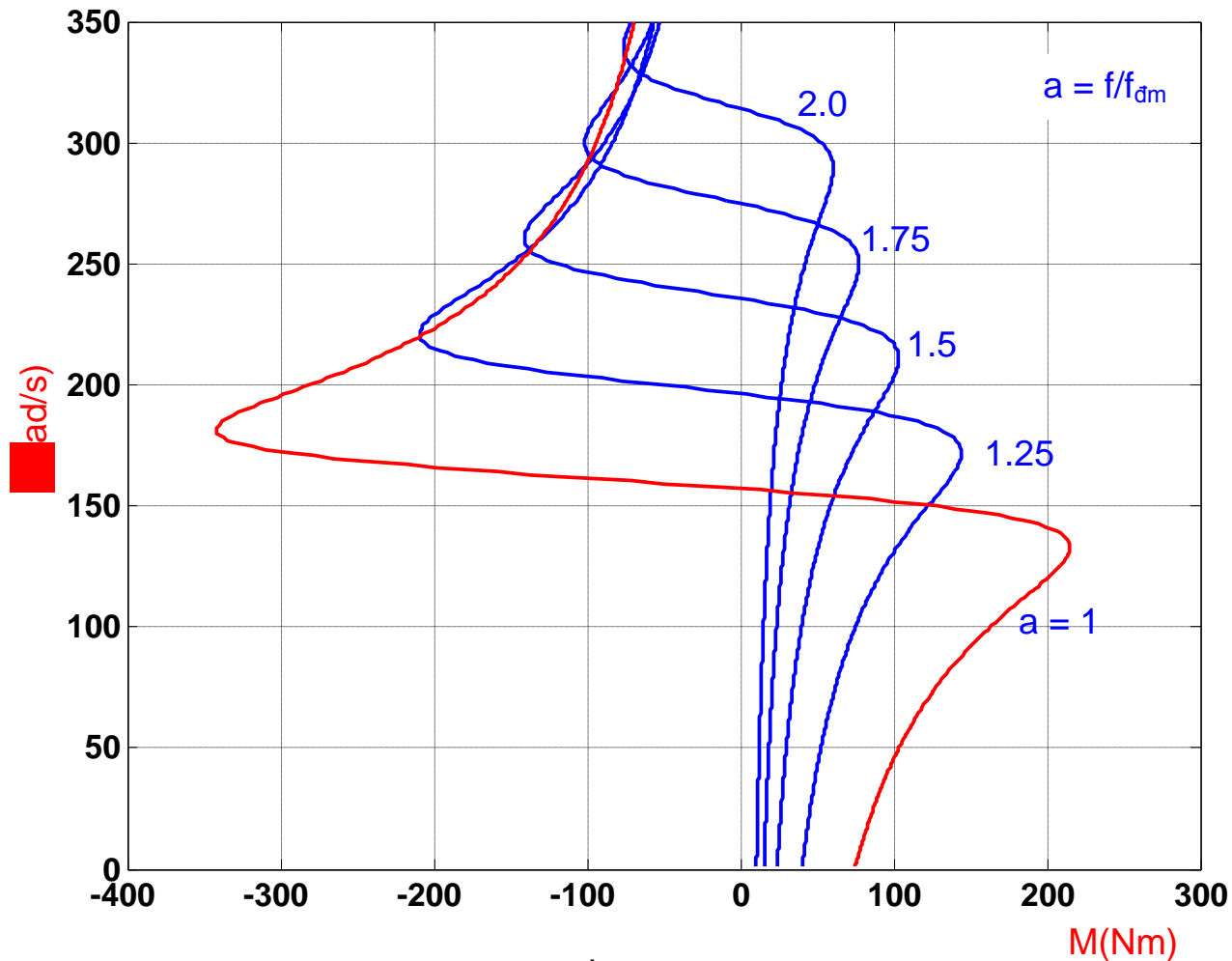
$$M \quad V_{dm}^2 \frac{R_2'}{as}$$

- Momen cực đại của động cơ:

$$M_{\max} \quad V_{dm}^2$$

ĐC KĐB & Biến tần nguồn áp

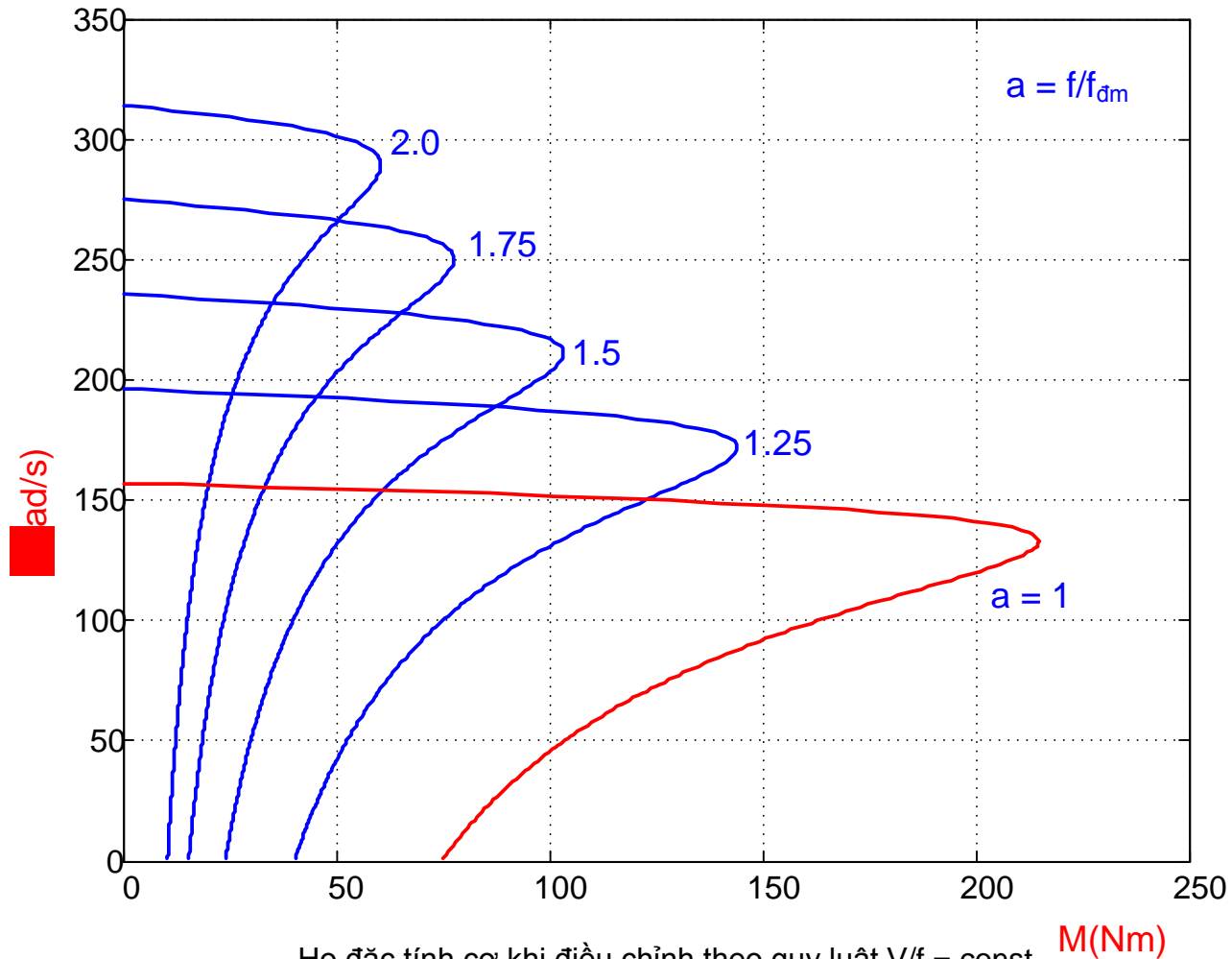
Điều chỉnh trên tần số định mức



Họ đặc tính cơ khi điều chỉnh theo quy luật $V/f = \text{const}$
($a = f/f_{dm} > 1$: điều chỉnh trên tần số định mức)

ĐC KĐB & Biến tần nguồn áp

Điều chỉnh trên tần số định mức

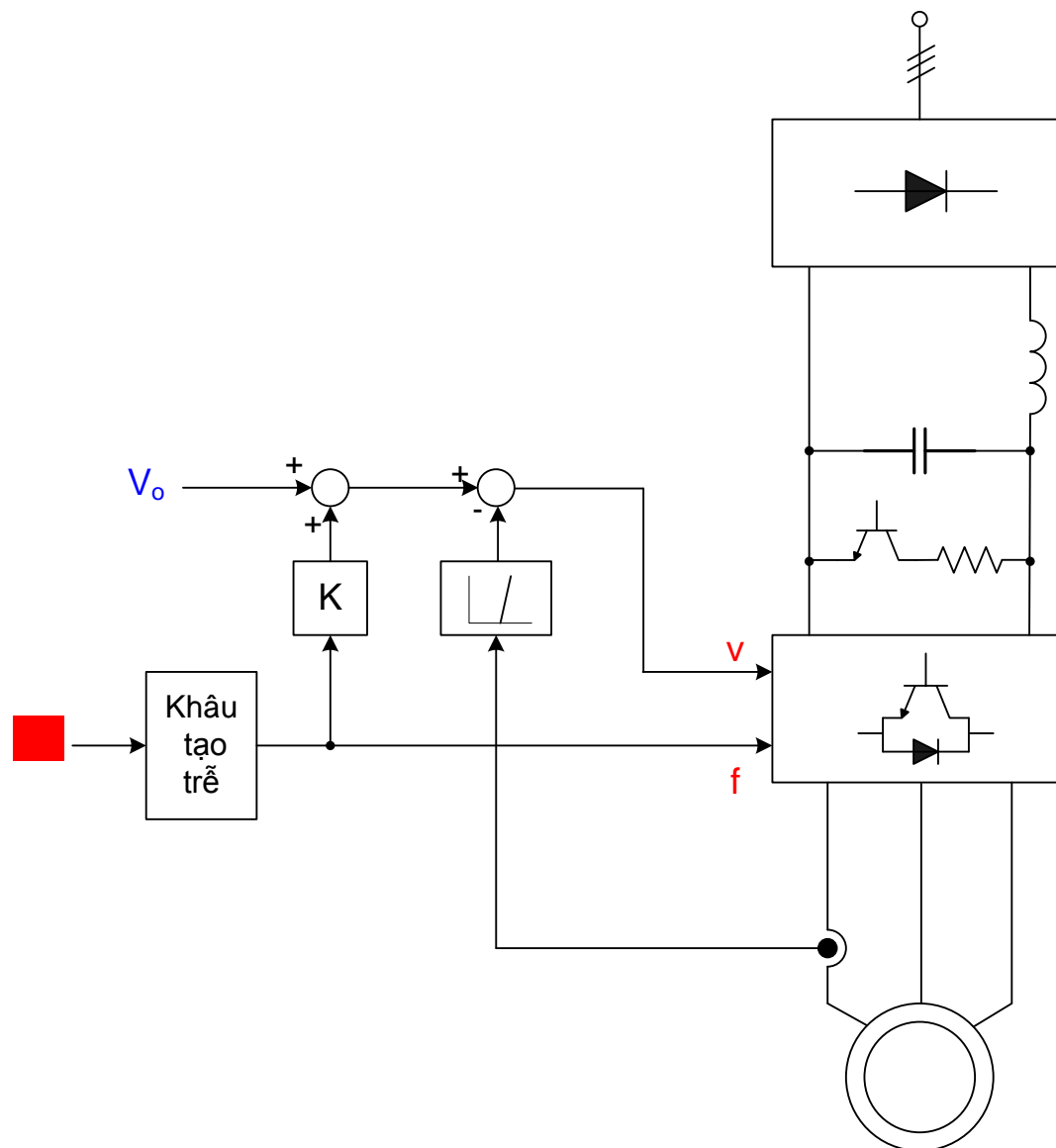


Họ đặc tính cơ khi điều chỉnh theo quy luật $V/f = \text{const}$
($a = f/f_{dm} > 1$: điều chỉnh trên tần số định mức)

$M(\text{Nm})$

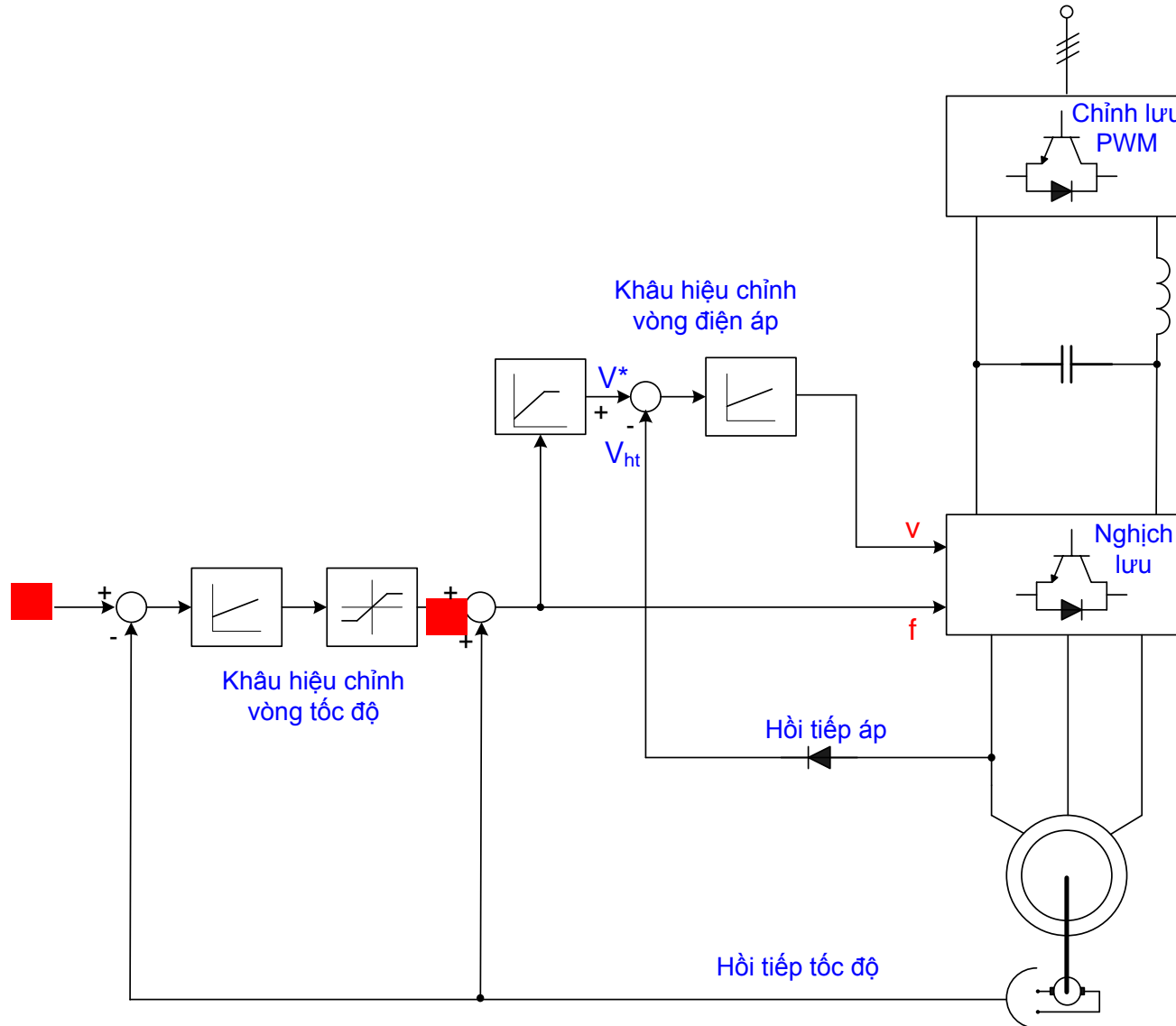
ĐC KĐB & Biến tần nguồn áp

Sơ đồ khối mạch điều khiển (kiểu vòng hở)



ĐC KĐB & Biến tần nguồn áp

Sơ đồ khối mạch điều khiển (kiểu vòng kín)



ĐC KĐB & Biến tần nguồn dòng

Đặc tính cơ ở tần số định mức

Do sự phi tuyến giữa E và I_m , đặc tính của động cơ ở tần số định mức tính theo các bước:

Chọn giá trị I_m ($I_m < I_1$),

Tính E và X_m từ đặc tính từ hóa

Tính I'_2 : $I'_2 = \frac{I_m^2}{X_m}$

Tính s từ công thức: $s = \frac{R'_2}{\sqrt{(E/I'_2)^2}}$

Momen động cơ: $M = \frac{P_2}{s}$

ĐC KĐB & Biến tần nguồn dòng

Đặc tính cơ ở tần số định mức

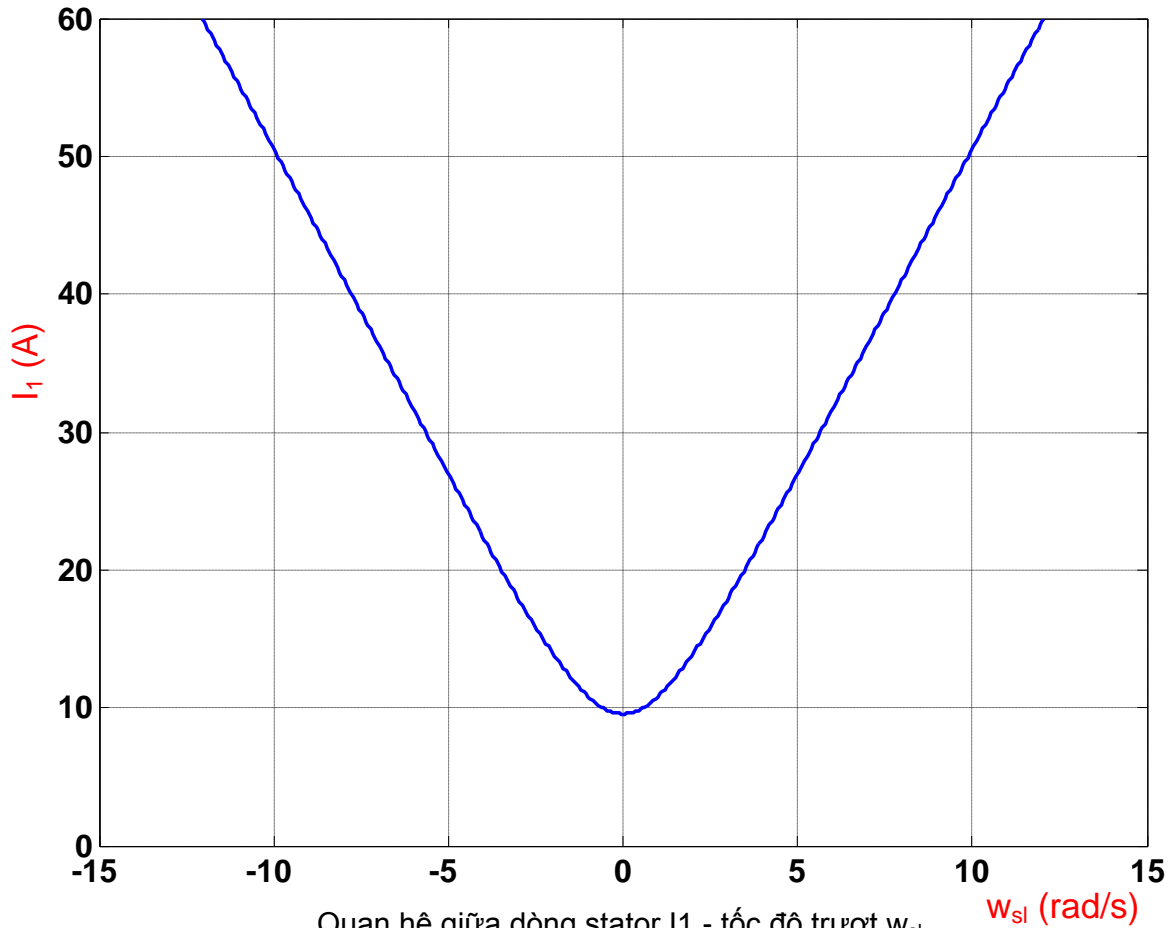
Để động cơ hoạt động với từ thông không đổi:

I_m^2



ĐC KĐB & Biến tần nguồn dòng

Đặc tính cơ ở tần số định mức



Quan hệ giữa dòng stator I_1 - tốc độ trượt w_{sl}
để từ thông động cơ là định mức

Thông số động cơ:

4 cực, $s_{đm} = 0.05$, $f_{đm} = 50\text{Hz}$

$R_1 = 0.4 \text{ Ohm}$, $X_1 = 0.8 \text{ Ohm}$, $R'_2 = 0.25 \text{ Ohm}$, $X'_2 = 0.8 \text{ Ohm}$, $X_m = 20 \text{ Ohm}$

ĐC KĐB & Biến tần nguồn dòng

Đặc tính cơ ở tần số định mức

Momen động cơ khi đó:

$$M = \frac{I_1^2 X_m^2 R_2' / s}{2 \dots}$$

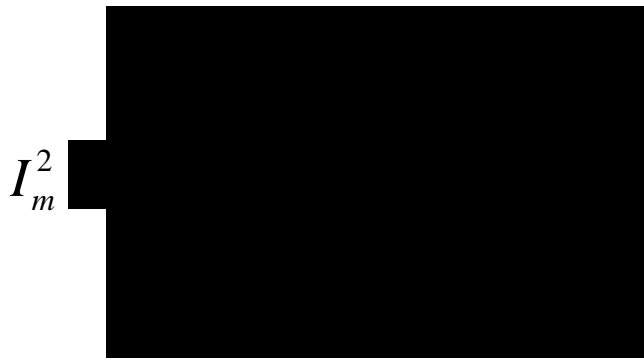
ĐC KĐB & Biến tần nguồn dòng

Đặc tính cơ ở tần số $f < f_{đm}$

Tại tần số $f = a f_{đm}$:



Tại tần số $f = f_{đm}$ (nghĩa là $a = 1$):



s_1 : độ trượt tại tần số định mức

ĐC KĐB & Biến tần nguồn dòng

Đặc tính cơ ở tần số $f < f_{đm}$

Với dòng stator không đổi, nghĩa là $I_1 = I_{s1}$, để dòng từ hóa I_m không đổi với mọi giá trị của a , ta cần có:



Đẳng thức này dẫn đến:

$$sa = s_1$$

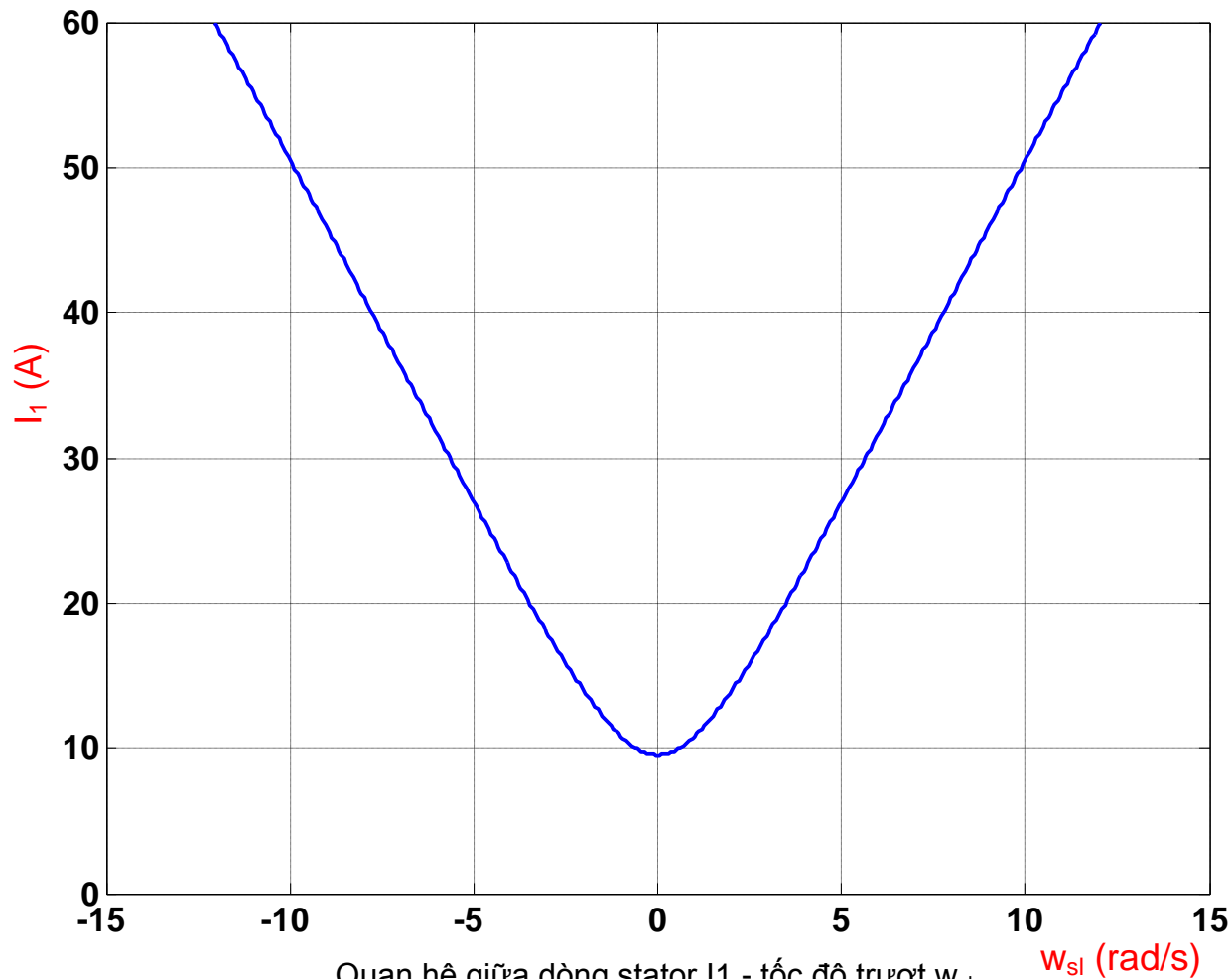
Hay:

as

→ Tốc độ trượt tại tần số $af_{đm} =$ Tốc độ trượt tại tần số $f_{đm} =$

Nghĩa là quan hệ I_1 (động cơ làm việc với từ thông không đổi tại tần số định mức cũng đúng với mọi tần số khác.

ĐC KĐB & Biến tần nguồn dòng



Quan hệ giữa dòng stator I_1 - tốc độ trượt w_{sl}
đề từ thông động cơ là định mức

Thông số động cơ:

4 cực, $s_{đm} = 0.05$, $f_{đm} = 50\text{Hz}$

$R_1=0.4\text{ Ohm}$, $X_1=0.8\text{ Ohm}$, $R'_2=0.25\text{ Ohm}$, $X'_2 = 0.8\text{ Ohm}$, $X_m = 20\text{ Ohm}$

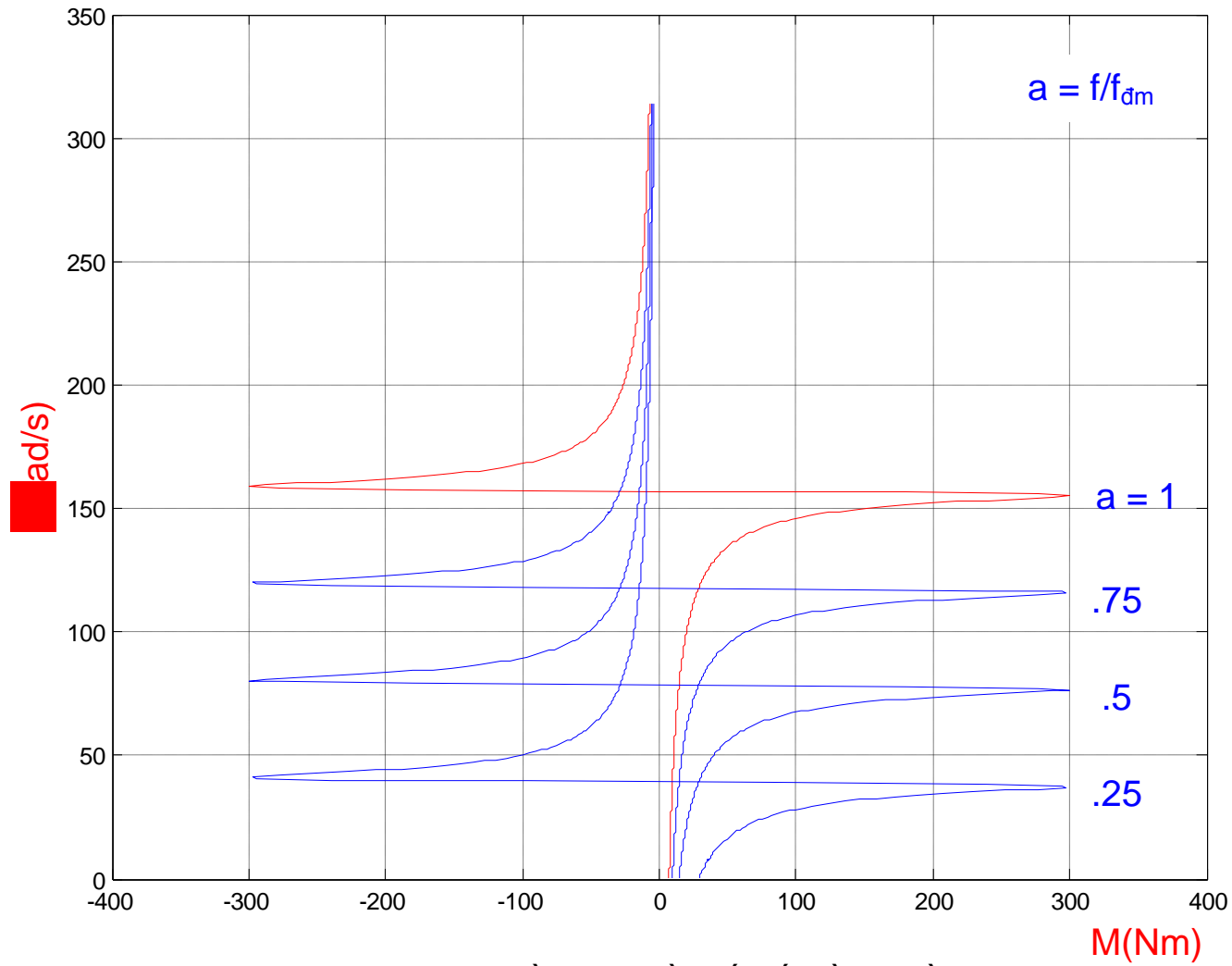
ĐC KĐB & Biến tần nguồn dòng

Momen động cơ khi hoạt động với tần số khác định mức:

$$M = \frac{I_1^2 X_m^2 R_2' / s a}{\left[\frac{R_1^2}{s^2} + X_m^2 \left(\frac{1}{s} + \frac{1}{2} \right)^2 \right]}$$

Với: $a = f/f_{đm}$

ĐC KĐB & Biến tần nguồn dòng

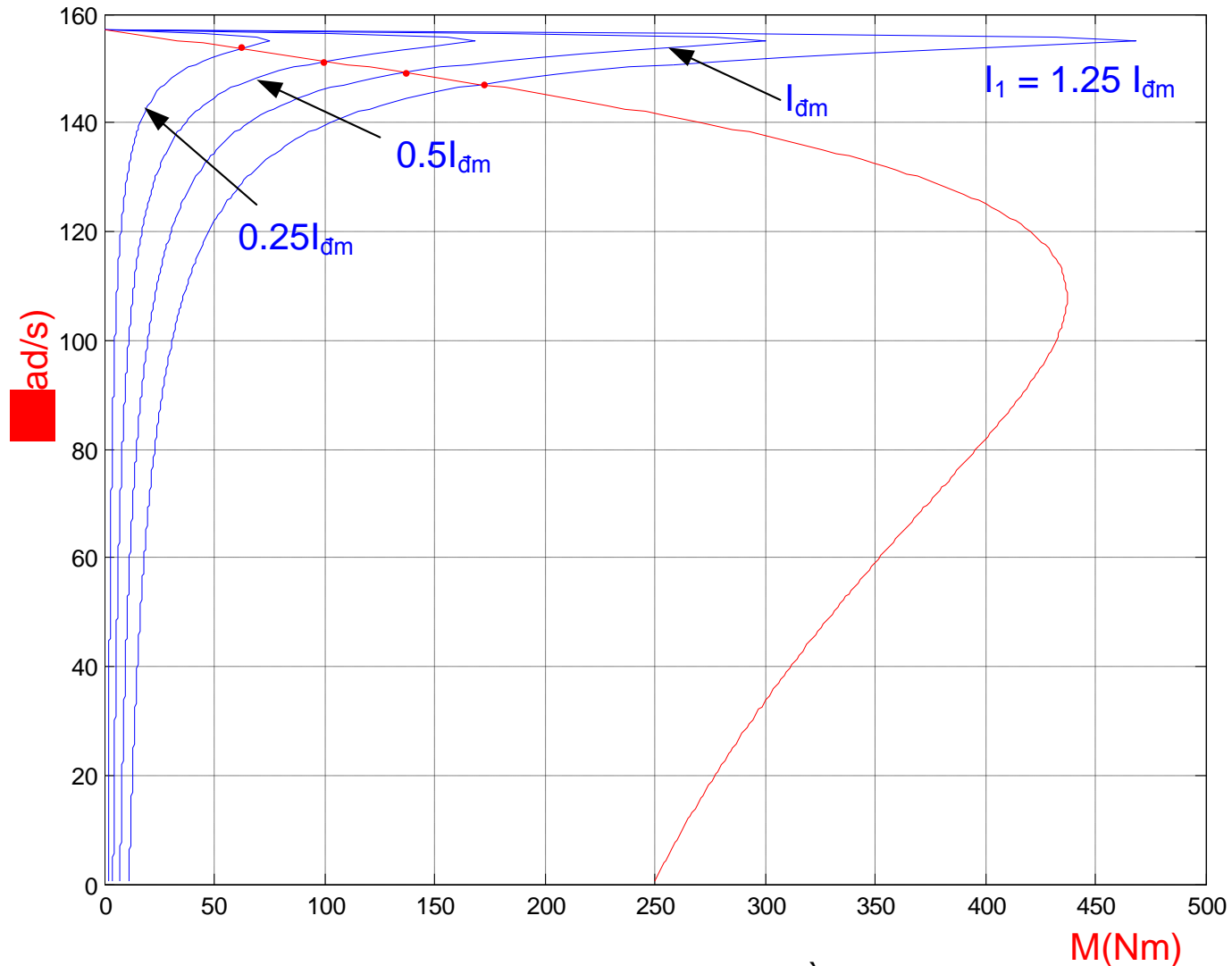


Họ đặc tính cơ khi điều chỉnh tần số biến tần nguồn dòng

($a = f/f_{dm} < 1$: điều chỉnh dưới tần số định mức)

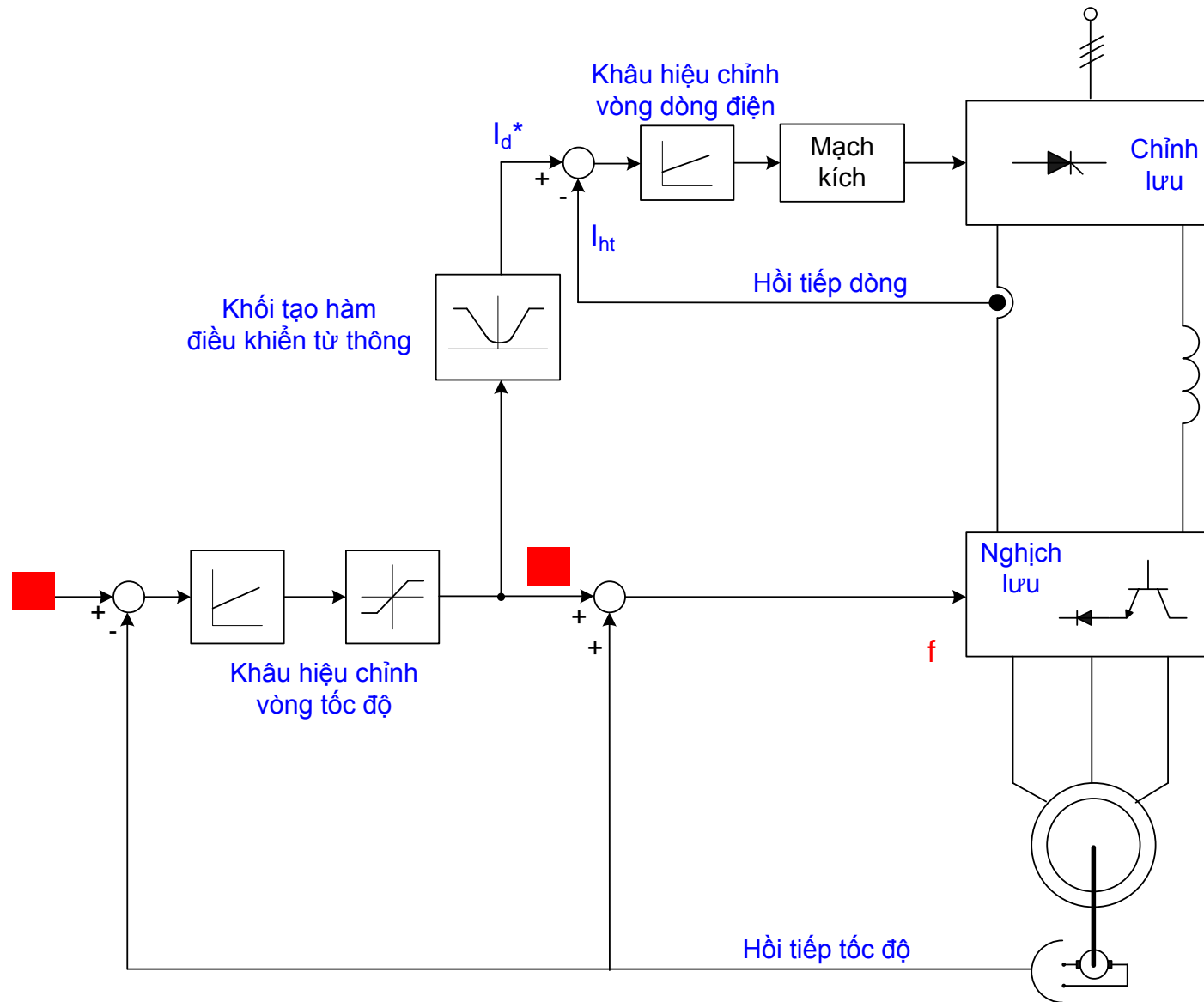
$$I_1 = I_{1dm}$$

ĐC KĐB & Biến tần nguồn dòng



Đặc tính động cơ không đồng bộ
hoạt động với biến tần nguồn dòng (vẽ tại tần số định mức)

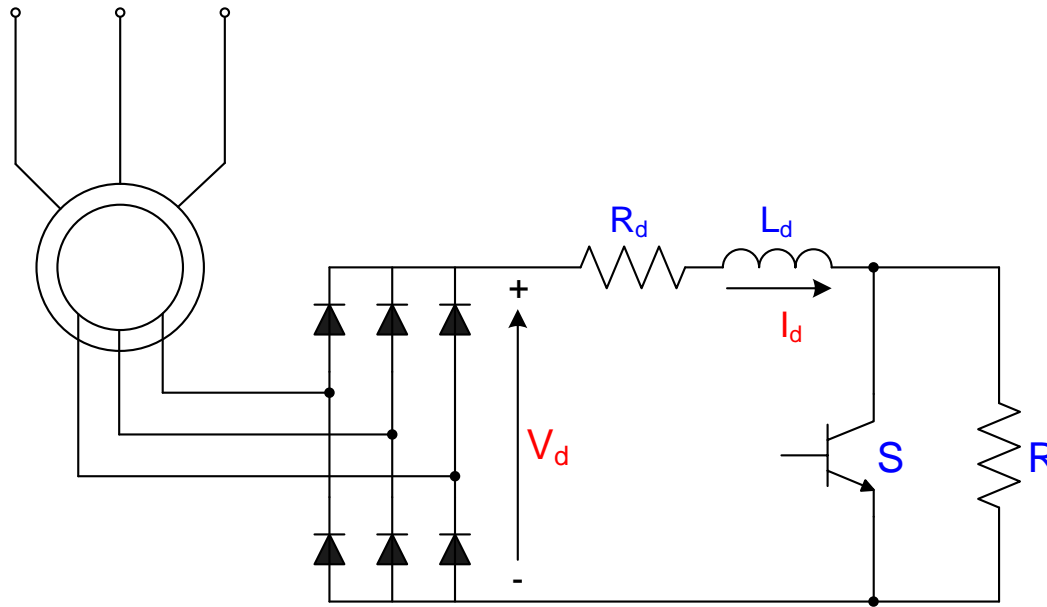
ĐC KĐB & Biến tần nguồn dòng



ĐIỀU KHIỂN CÔNG SUẤT TRƯỢT ĐỘNG CƠ ROTOR DÂY QUẤN

- Điều khiển xung điện trở rotor
- Hệ nối tầng tĩnh

ĐIỀU KHIỂN XUNG ĐIỆN TRỞ ROTOR



Các giả thiết khi giải tích hệ thống:

1. Bỏ qua hiện tượng trùng dẫn xảy ra trong cầu chỉnh lưu diode,
2. Dòng I_d xem là liên tục và phẳng
3. Momen động cơ sinh ra do sự tương tác giữa hài bậc 1 của dòng rotor và từ thông trong khe hở không khí giữa stator và rotor,
4. Tổn hao trên cầu diode và khóa bán dẫn không đáng kể

ĐIỀU KHIỂN XUNG ĐIỆN TRỞ ROTOR

Năng lượng hấp thụ bởi R trong một chu kỳ T:

W_R

Công suất trung bình hấp thụ bởi R:

P_R

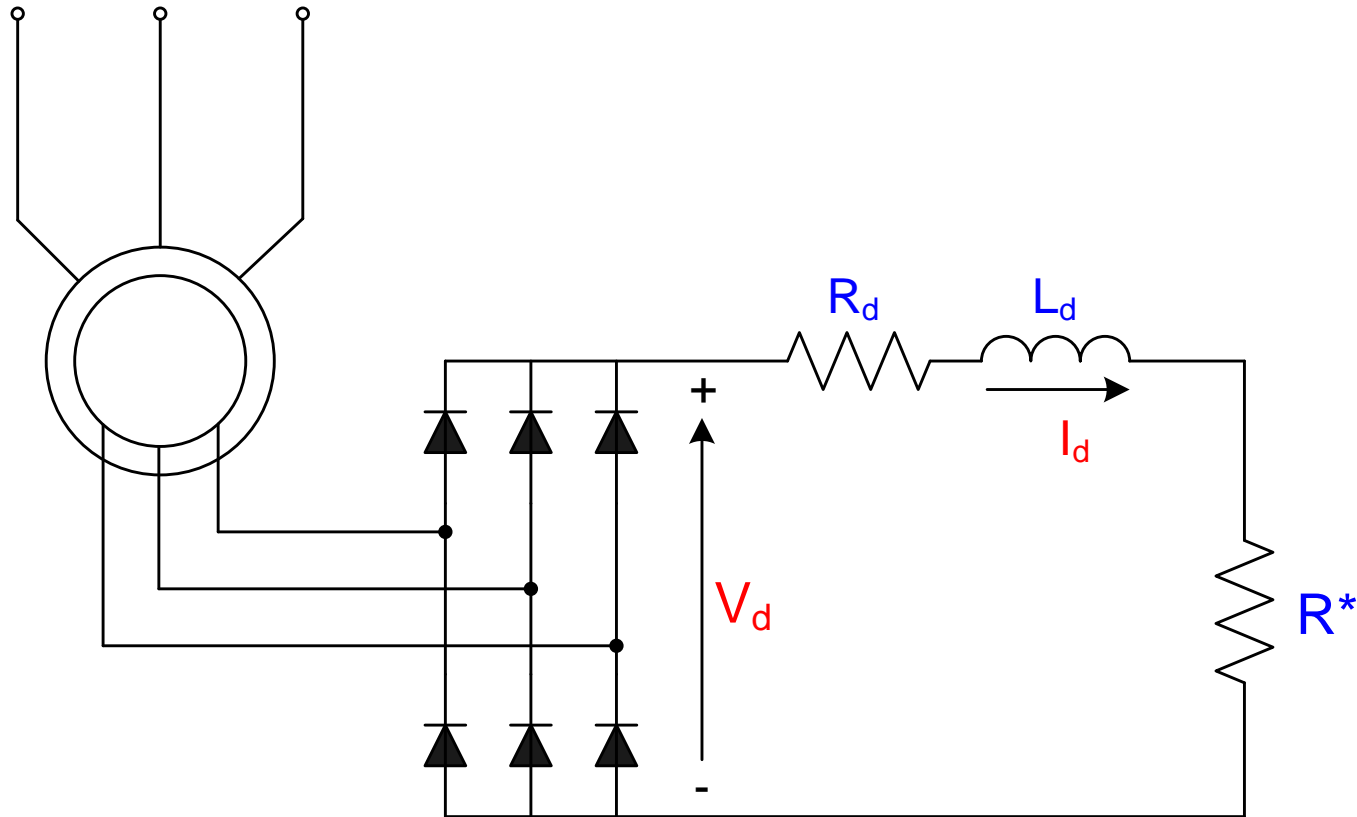
I

với

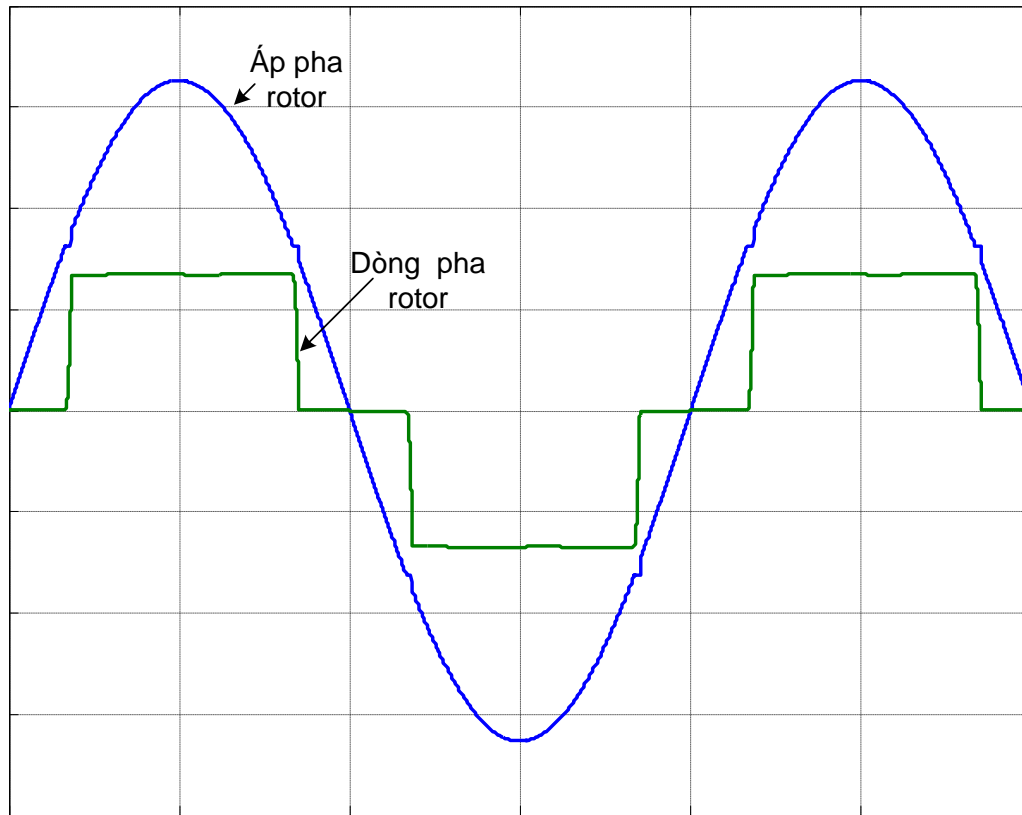
Giá trị đẳng trị của điện trở R:

R^*

ĐIỀU KHIỂN XUNG ĐIỆN TRỞ ROTOR



ĐIỀU KHIỂN XUNG ĐIỆN TRỞ' ROTOR



ĐIỀU KHIỂN XUNG ĐIỆN TRỞ ROTOR

Giá trị hiệu dụng của dòng pha rotor:

$$I_{rms} = \frac{I_2}{\sqrt{3}}$$

Giá trị hiệu dụng của hài bậc 1 dòng pha rotor:

$$I_2 = \frac{I_{rms}}{\sqrt{3}}$$

Suy ra:

$$I_2 = \frac{I_{rms}}{\sqrt{3}}$$

Công suất tiêu thụ trên 1 pha rotor:

$$P_e = \frac{I_2^2 R_{dt}}{3}$$

Điện trở đẳng trị trên mỗi pha rotor:

$$R_{dt}^* = \frac{P_e}{I_{rms}^2}$$

ĐIỀU KHIỂN XUNG ĐIỆN TRỞ ROTOR

Mạch tương đương của động cơ khi hoạt động với hệ xung điện trở suy ra trên nguyên tắc bảo toàn công suất, bao gồm:

1. Công suất cơ do hài bậc 1 của dòng rotor gây ra,
2. Tổn hao trên điện trở do hài bậc 1 và sóng hài gây ra.

Công suất điện từ truyền qua khe hở không khí = Công suất tiêu thụ bởi mạch rotor

$$P_{dt} = \dots$$

Mà: $I_2 = \dots$

Nên:

$$3EI_2 \cos \dots$$

$$\dots$$

ĐIỀU KHIỂN XUNG ĐIỆN TRỞ ROTOR

Công suất trượt tương ứng với dòng hài cơ bản (bậc 1) của dòng rotor:

$$sP_{dt1}$$

Trong đó:

P_{dt1} : Công suất điện từ ứng với hài cơ bản của dòng rotor,

Công suất cơ sinh ra bởi hài cơ bản của dòng rotor:

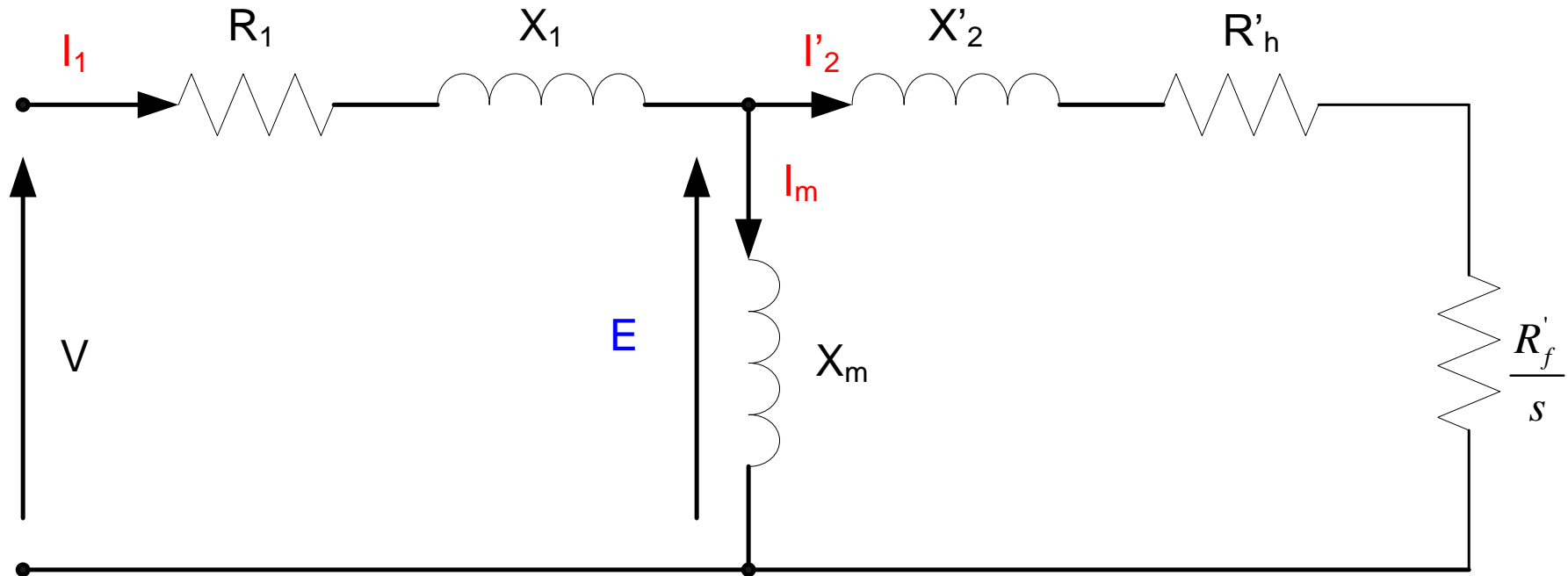
$$P_c$$

s

Từ đó, ta có công suất điện từ truyền qua khe hở không khí là:

$$EI_2 \cos$$

ĐIỀU KHIỂN XUNG ĐIỆN TRỞ ROTOR



Mạch tương đương 1 pha của ĐC KĐB
khi sử dụng mạch điều khiển xung điện trở rotor

ĐIỀU KHIỂN XUNG ĐIỆN TRỞ ROTOR

Mạch tương đương 1 pha của ĐC KĐB

khi sử dụng mạch điều khiển xung điện trở rotor

$$R_h \quad \blacksquare$$

$$R_f \quad \blacksquare$$

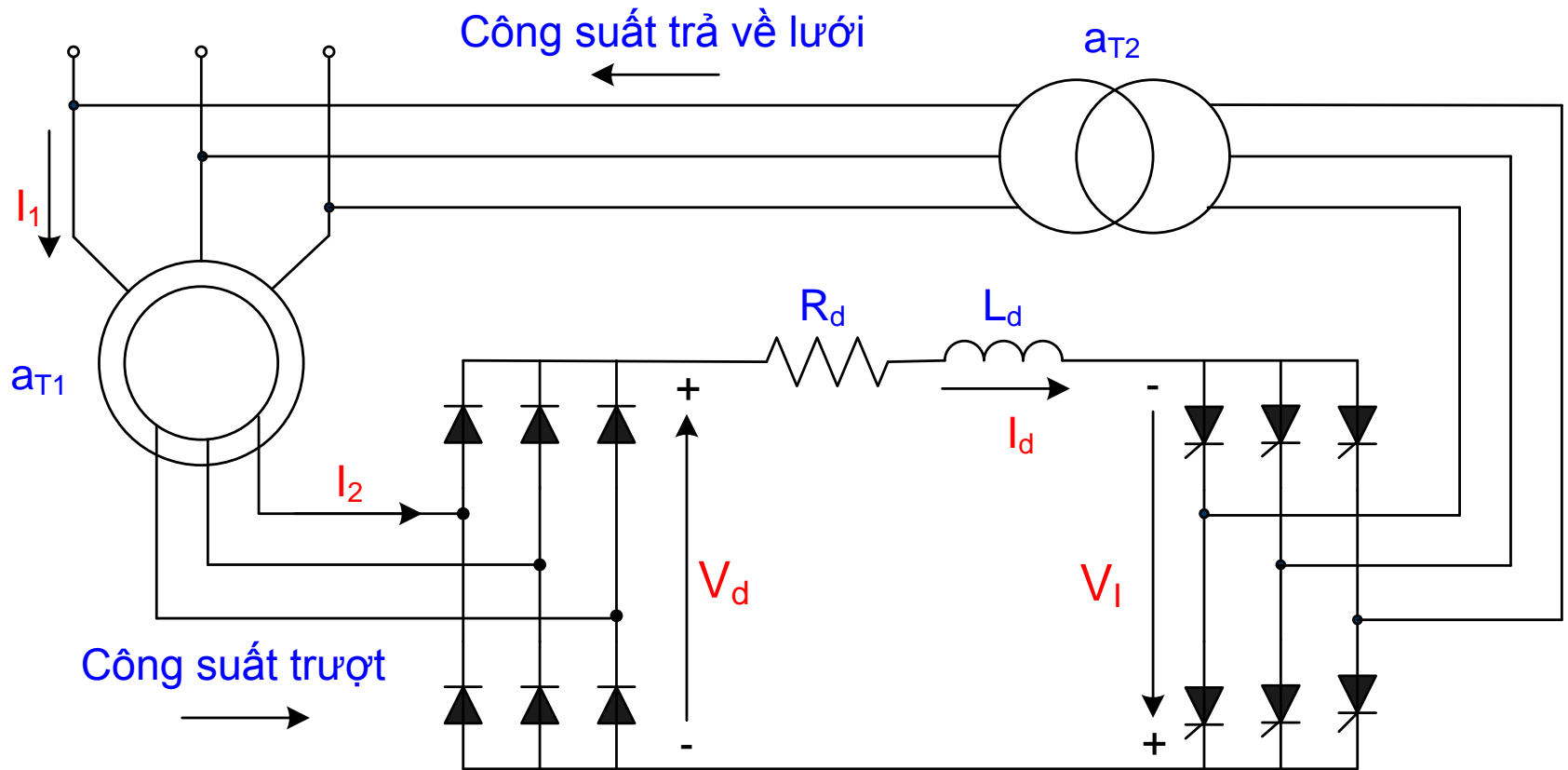
Quy đổi về stator:

$$R'_h \quad \blacksquare$$

$$R'_f \quad \blacksquare$$

Lưu ý: a_{T1} : tỉ số vòng stator/ rotor,

HỆ NỐI TÀNG TĨNH



HỆ NỔ TẦNG TĨNH

Các giả thiết khi giải tích hệ thống:

1. Bỏ qua hiện tượng trùng dẫn xảy ra trong cầu chỉnh lưu diode,
2. Dòng I_d xem là liên tục và phẳng
3. Momen động cơ sinh ra do sự tương tác giữa hài bậc 1 của dòng rotor và từ thông trong khe hở không khí giữa stator và rotor,
4. Tổn hao trên cầu diode và khóa bán dẫn không đáng kể,
5. Biến áp được giả thiết là lý tưởng (bỏ qua điện kháng tản, tổn hao)
6. Bỏ qua hiện tượng trùng dẫn trên cầu nghịch lưu

HỆ NỐI TÀNG TĨNH - Nguyên lý hoạt động

Điện áp ngõ ra bộ chỉnh lưu:

$$V_d = \frac{2\sqrt{6}}{\pi} a_{T1} V$$

V: điện áp pha cung cấp cho stator
 a_{T1} : tỉ số vòng dây stator/rotor

Điện áp phía DC của cầu nghịch lưu:

$$V_I = \frac{2\sqrt{6}}{\pi} V \cos \alpha$$

Nếu bỏ qua R_d , ta có:

$$V_d = \frac{2\sqrt{6}}{\pi} a_{T1} V \cos \alpha$$

Suy ra độ trượt s (nghĩa là tốc độ động cơ) có thể điều chỉnh theo góc kích α

$$s = \frac{V_d}{a_{T2} V}$$

Công suất điện từ do động cơ sinh ra:

$$P_{dt} = \frac{V_d I_d}{s}$$

Momen điện từ động cơ sinh ra:

$$M = \frac{P_{dt}}{\omega} = \frac{2\sqrt{6}}{\pi} \frac{V I_d}{\omega s}$$

HỆ NỐI TẦNG TĨNH – Mạch tương đương

Công suất điện từ truyền sang phía rotor:

P_{dt}

P_c : công suất cơ,

P_{cur} : tổn hao đồng trên rotor,

P_r : công suất trả về lưới,

Lưu ý là công suất cơ (và tương ứng là momen cơ) do thành phần hài cơ bản của dòng rotor sinh ra, còn tổn hao đồng rotor do dòng rotor hiệu dụng sinh ra.

HỆ NỐI TÀNG TĨNH – Mạch tương đương

Công suất điện từ P_{dt} có thể tính như sau:

$$P_{dt} = 3 \frac{E_2 I_2 \cos \alpha_{T2}}{s}$$

Suy ra, công suất điện từ trên 1 pha rotor là:

$$EI_2 \cos \alpha_{T2} = \frac{P_{dt}}{3s}$$

Hay:

$$EI_2 \cos \alpha_{T2} = \frac{R_h I_2^2}{s} + \frac{V_r I_2}{s}$$

Trong đó:

$$R_h = R_f + R_r$$

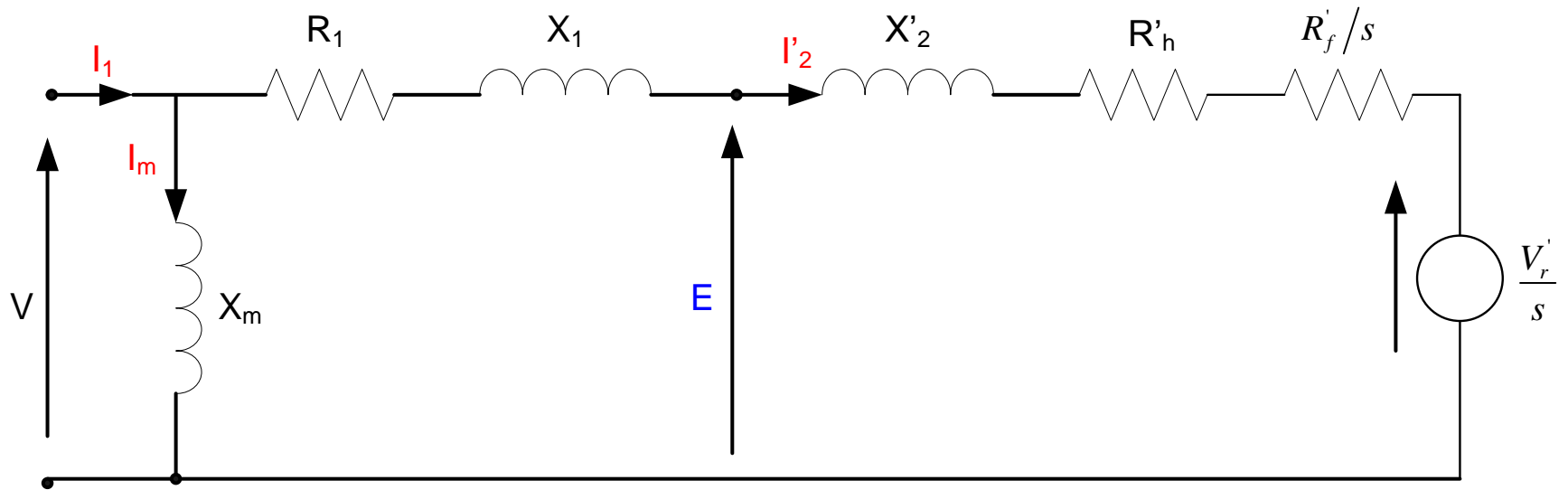
$$R_f = R_s \frac{2}{s}$$

$$V_r = \frac{V_s \cos \alpha_{T2}}{a_{T2}}$$

Quy đổi sang phía stator:

$$EI_2' \cos \alpha_{T2}' = \frac{R_h' I_2'^2}{s} + \frac{V_r'}{s}$$

HỆ NỐI TÀNG TĨNH – Mạch tương đương



HỆ NỐI TẦNG TĨNH – Mạch tương đương

Để vẽ đặc tính cơ của động cơ với góc kích α ho trước:

- Lấy giá trị của độ trượt s ,
- Tính ra giá trị dòng rotor I_2' :

$$I_2' = \frac{U_1}{R_1 + \frac{R_2'}{s}}$$

Trong đó:

$$R = R_1 + \frac{R_2'}{s}$$

$$V_{td} = \frac{V_1'}{s}$$

$$X = X_1 + X_2'$$

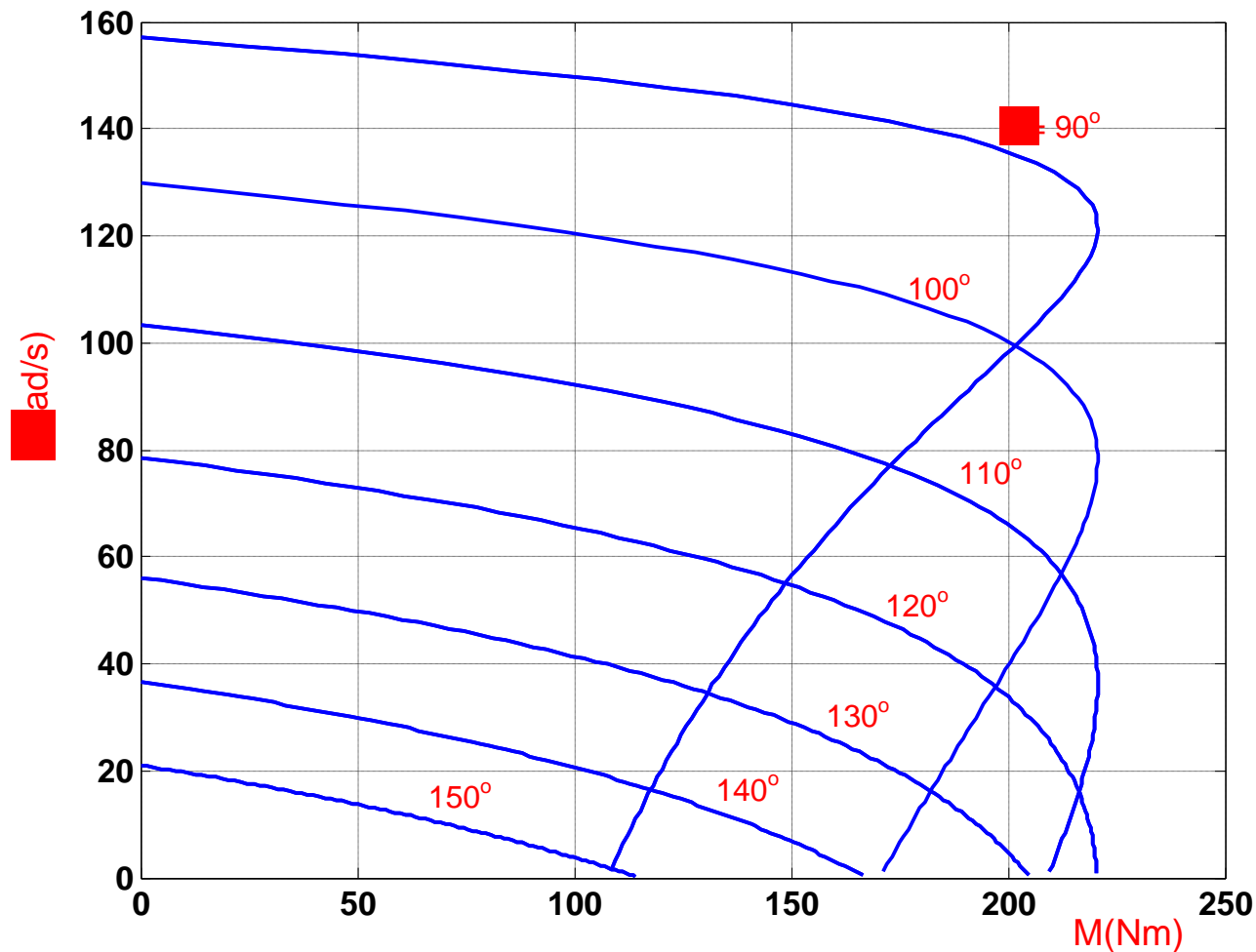
- Công suất cơ sinh ra:

$$P_c = \frac{1-s}{s} P_{2'}$$

- Momen động cơ sinh ra:

$$M = \frac{P_c}{\omega_1 (1-s)}$$

HỆ NỐI TÀNG TĨNH – Mạch tương đương



Họ đặc tính cơ khi của hệ nối tầng tĩnh Scherbius

Thông số động cơ:

4 cực, $s_{đm} = 0.05$, $f_{đm} = 50$ Hz

$R_1=0.4$ Ohm, $X_1=0.8$ Ohm, $R'_2=0.25$ Ohm, $X'_2 = 0.8$ Ohm, $X_m = 20$ Ohm

**Bài giảng máy điện - Máy điện
không đồng bộ ba pha**



PHẦN A : MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ BA PHA

TÓM TẮT SƠ LƯỢC VỀ LÝ THUYẾT:

I. QUAN HỆ ĐIỆN TỬ:

1) Phương trình điện áp khi Rotor đứng yên: ($n = 0$, $s = 1$) :

➤ Sức điện động pha dây quấn Stator:

$$E_1 = 4,44 \times N_1 \times f_1 \times K_{dq1} \times \phi_{\max}$$

➤ Sức điện động pha dây quấn rotor:

$$E_2 = 4,44 \times N_2 \times f_2 \times K_{dq2} \times \phi_{\max}$$

Với $f_2 = s \cdot f = f$

➤ Hệ số quy đổi dòng điện :

$$K_i = \frac{m_1 \times N_1 \times K_{dq1}}{m_2 \times N_2 \times K_{dq2}} = \frac{I_2}{I_1}$$

➤ Hệ số quy đổi dòng điện :

$$K_E = \frac{N_1 \times K_{dq1}}{N_2 \times K_{dq2}} = \frac{E_1}{E_2}$$

➤ Dòng điện Rotor quy đổi về Stator:

$$I'_2 = \frac{I_2}{K_i} = I_1$$

➤ Sức điện động Rotor quy đổi về Stator:

$$E'_2 = K_E \times E_2 = E_1$$

➤ Điện trở roto quy đổi về stator:

$$R'_2 = K_E \times K_i \times R_2$$

➤ Điện kháng roto quy đổi về stator:

$$X'_2 = K_E \cdot X_{t2} \cdot X_2$$

➤ Dòng điện Rotor lúc đứng yên :

$$I_2 = \frac{E_2}{\sqrt{R_2^2 + X_2^2}}$$

2) Phương trình điện áp khi rotor quay ($n \neq 0 \dots, 0 < s < 1$):

➤ Sức điện động pha dây quấn Stator:

$$E_1 = 4,44 \cdot N_1 \cdot f_1 \cdot K_{dq1} \cdot \phi_{\max}$$

➤ Sức điện động pha dây quấn rotor:

$$E_{2,s} = 4,44 \cdot N_2 \cdot s \cdot f_2 \cdot K_{dq2} \cdot \phi_{\max} = s \cdot E_2$$

Với $f_{2,s} = s \cdot f_2$

➤ Dòng điện Rotor lúc quay :

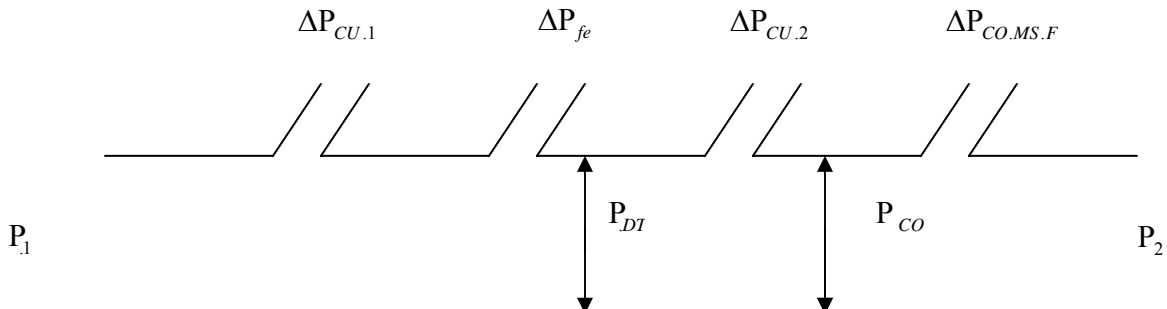
$$I_2 = \frac{E_{2,s}}{\sqrt{R_2^2 + X_{2,s}^2}} = \frac{s \cdot E_2}{\sqrt{R_2^2 + (s \cdot X_2)^2}}$$

➤

3)

II. CÔNG SUẤT TRONG ĐỘNG CƠ ĐIỆN KĐB BA PHA:

1) Cấu trúc về công suất trong đơơ điện KĐB 3 pha:



2) Các công thức cơ bản :

➤ Công suất điện tiêu thụ của động cơ :

$$P_1 = 3xU_{1,f}xI_{1,f}xCos\varphi = \sqrt{3}xU_{1d}xI_{1d}xCos\varphi$$

➤ Công suất phản kháng của động cơ:

$$Q = 3xU_{1,f}xI_{1,f}xSin\varphi = \sqrt{3}xU_{1d}xI_{1d}xSin\varphi$$

➤ Tổn hao đồng dây quấn Stator:

$$\Delta P_{CU.1} = 3xR_1xI_2^2$$

➤ Tổn hao đồng dây quấn Rotor:

$$\Delta P_{CU.2} = 3xR_2xI_2^2 = 3xR'_2xI_2'^2$$

➤ Tổn hao sắt từ :

$$\Delta P_{fe} = 3xR_1xI_0^2$$

➤ Công suất điện từ :

$$P_{dt} = P_1 - \Delta P_{CU.1} - \Delta P_{fe} = P_2 + \Delta P_{CU.2} + \Delta P_{CO.MSF}$$

Hoặc : $P_{dt} = \frac{\Delta P_{CU.2}}{S}$ với S : là hệ số trượt.

➤ Công suất phân cơ của đơc:

$$P_{CO} = P_{dt} - \Delta P_{CU.2} = (1 - S)P_{dt}$$

➤ Công suất cơ có ích (công suất định mức) của đơc:

$$P_{dm} = P_2 = P_1 - \Delta P = P_{dt} - \Delta P_{CU.2} - \Delta P_{CO.MSF}$$

Hoặc $P_2 = \Omega x M_2$

Với : $\Omega = \frac{2\pi.n}{60}$ là tốc độ góc quay của Rotor

M_2 là moment quay , moment định mức của đơơ.

➤ Hiệu suất của động cơ:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

➤ Hệ số tải :

$$K_{tai} = \frac{I_{tai}}{I_{dm}}$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{P_2}{P_2 + P_O + K_{tai} \cdot P_n}$$

Với $P_O = \Delta P_{fe} + \Delta P_{CO.MSF}$ là tổn hao không tải.

$$P_n = \Delta P_{CU.1} + \Delta P_{CU.2}$$

BÀI TẬP

Bài 1:

Một động cơ không đồng bộ 3 pha quay với tốc độ: $n = 860$ vòng/phút. được nối vào nguồn điện có $f = 60 \text{ Hz}$, $2p = 8$. Tính hệ số trượt , tần số dòng điện của Roto, tốc độ trượt của động cơ.

HD:

➤ Tốc độ quay của từ trường (tốc độ đồng bộ):

$$n_1 = \frac{60f}{p} = \frac{60 \times 60}{4} = 900 (\text{vong / phut})$$

➤ Hệ số trượt :

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} = \frac{900 - 860}{900} = 0,044$$

➤ Tần số dòng điện của Roto lúc quay:

$$f_2 = Sxf = 0,044 \times 60 = 2,64 \text{ Hz}$$

- Tốc độ trượt của ĐC:

$$n_2 = n_1 - n = 900 - 960 = 40(\text{vong / phut})$$

Bài 2:

Một đơc KĐB 3 pha Roto dây quấn được nối vào nguồn có: $U_d = 220V$, $f = 50\text{Hz}$, $2p = 4$, Stator đấu tam giác. Khi Roto quay $n = 1425$ vòng/phút, Tính hệ số trượt, f_2 , E_2 lúc quay và lúc đứng yên. Biết $N_2 = 40\% N_1$, $K_{dq1} = K_{dq2}$, cho rằng $E_1 \approx U_{1f} = 220V$.

HD:

- Tốc độ từ trường:

$$n_1 = \frac{60f}{p} = \frac{60 \times 50}{2} = 1500(\text{vong / phut})$$

- Hệ số trượt:

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} = \frac{1500 - 1425}{1500} = 0,05$$

- Tần số dòng điện lúc quay:

$$f_2 = Sxf = 0,05 \times 50 = 2,5\text{Hz}$$

- Hệ số quy đổi sức điện động:

$$K_e = \frac{N_1 \times K_{dq1}}{N_2 \times K_{dq2}} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{100}{40} = 2,5$$

- Sức điện động pha roto lúc đứng yên:

$$K_e = \frac{E_1}{E_2} \approx \frac{U_{1f}}{E_2} \Rightarrow E_2 = \frac{U_{1f}}{K_e} = \frac{220}{2,5} = 88V$$

- Sức điện động pha roto lúc quay:

$$E_{2s} = SxE_2 = 0,05 \times 88 = 4,4V$$

Bài 3 :

Một đơ KĐB 3 pha Roto dây quấn có $N_1 = 96$ vòng. $N_2 = 80$ vòng, $K_{dq1} = 0,94$, $K_{dq2} = 0,957$, $f = 50H_z$, $\phi_{max} = 0,02wb$, tốc độ đồng bộ $n_1 = 1000$ vòng/phút.

a/ Tính sức điện động pha cảm ứng của dây quấn roto và stator (E_1 , E_2) lúc quay với tốc độ $n = 950$ vòng/phút, và lúc đứng yên.

b/ Tính tần số dòng điện roto trong 2 trường hợp trên.

c/ Tính dòng điện roto trong 2 trường hợp trên, Biết $R_2 = 0,06\Omega$, $X_2 = 0,1\Omega$.

HD:

a/

➤ Sức điện động pha cảm ứng của dây quấn stator:

$$E_1 = 4,44 \times N_1 \times f \times K_{dq1} \times \phi_{max} = 4,44 \times 96 \times 50 \times 0,94 \times 0,02 = 400V$$

➤ Sức điện động pha cảm ứng của dây quấn Roto lúc đứng yên:

$$E_2 = 4,44 \times N_2 \times f \times K_{dq2} \times \phi_{max} = 4,44 \times 80 \times 50 \times 0,957 \times 0,02 = 340V$$

➤ Hệ số trượt:

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} = \frac{1000 - 950}{1000} = 0,05$$

➤ Sức điện động pha cảm ứng của dây quấn Roto lúc quay:

$$E_{2s} = sE_2 = 0,05 \times 340 = 17(V)$$

b/

Vì lúc đứng yên $n = 0 \Rightarrow S = 1$

Nên: $f_2 = S \times f = f = 50H_z$

➤ Tần số dòng điện lúc quay:

$$f_2 = S \times f = 0,05 \times 50 = 2,5H_z$$

c/

➤ Dòng điện roto lúc đứng yên:

$$I_2 = \frac{E_2}{\sqrt{R_2^2 + X_2^2}} = \frac{340}{\sqrt{0,06^2 + 0,1^2}} = 2915A$$

➤ Dòng điện roto lúc quay:

$$I_2 = \frac{E_{2s}}{\sqrt{R_2^2 + X_{2s}^2}} = \frac{Sx E_2}{\sqrt{R_2^2 + (Sx X_2)^2}} = \frac{17}{\sqrt{0,06^2 + (0,05x0,1)^2}} = 282A$$

Bài 4 :

Một đơơ KĐB 3 pha roto dây quấn có : $2p = 6$, $R_2 = 0,01\Omega$, được nối vào nguồn điện có $U_d = 400V$, $f = 50Hz$. Stator đấu tam giác, khi roto quay với $n = 970$ vòng/phút, thì dòng điện roto đo được $I_2 = 240A$.

Tính : a/ điện kháng roto lúc quay và lúc đứng yên : X_2, X_{2s} ?

b/ tính điện trở và điện kháng của roto quy đổi về stator : R'_2, X'_2 ?

biết $K_e = K_i$ (bỏ qua tổng trở dây quấn).

HD:

➤ Tốc độ từ trường:

$$n_1 = \frac{60f}{p} = \frac{60x50}{3} = 1000(\text{vong / phut})$$

➤ Hệ số trượt:

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} = \frac{1000 - 970}{1000} = 0,03$$

a/

➤ Điện kháng roto lúc đứng yên:

$$I_2 = \frac{E_2}{\sqrt{R_2^2 + X_2^2}} \Rightarrow X_2 = \sqrt{\left(\frac{E_2}{I_2}\right)^2 - R_2^2} = \sqrt{\left(\frac{212}{240}\right)^2 - 0,01^2} = 0,818\Omega$$

➤ Điện kháng roto lúc quay:

$$E_{2s} = Sx E_2 = 0,03x0,818 = 0,0245(V)$$

b/

➤ Hệ số quy đổi sức điện động:

$$K_e = \frac{E_1}{E_2} \approx \frac{U_{1f}}{E_2} = \frac{U_{1d}}{E_2} = \frac{400}{212} = 1,88$$

➤ Điện trở roto quy đổi về stator:

$$R'_2 = K_e \times K_i \times R_2 = 0,188^2 \times 0,01 = 0,035\Omega$$

➤ Điện kháng roto quy đổi về stator:

$$X'_2 = K_e \times K_i \times X_2 = 0,188^2 \times 0,818 = 2,89\Omega$$

Bài 5:

Một đơơ KĐB 3 pha roto dây quấn có : $p = 2$, hệ số quy đổi $K_e = K_i = 2$, điện trở và điện kháng của roto lúc đứng yên: $R_2 = 0,2\Omega$, $X_2 = 3,6\Omega$. động cơ có stator đấu sao, và được nối vào nguồn $U_d = 380\text{ V}$, $f = 50\text{ Hz}$. cho rằng $E_{1f} = U_{1f}$, $\Delta P_{CV1} = \Delta P_{CV2}$, $\Delta P_{fe} = 145\text{ W}$, $\Delta P_{comsf} = 145\text{ W}$, $s = 0,05$.

Tính: dòng điện roto lúc quay? , công suất có ích P_2 ? , hiệu suất của động cơ?

HD:

a/

➤ Sức điện động pha của roto lúc đứng yên:

$$\text{Ta có: } K_e = \frac{E_1}{E_2} \approx \frac{U_{1f}}{E_2} \Rightarrow E_2 = \frac{U_{1f}}{K_e} = \frac{U_{1d}}{\sqrt{3} \times E_2} = \frac{380}{\sqrt{3} \times 2} = 110\text{ V}$$

➤ Dòng điện roto lúc quay:

$$I_2 = \frac{E_{2s}}{\sqrt{R_2^2 + X_{2s}^2}} = \frac{S \times E_2}{\sqrt{R_2^2 + (S \times X_2)^2}} = \frac{0,05 \times 110}{\sqrt{0,2^2 + (0,05 \times 3,6)^2}} = 20,4\text{ A}$$

➤ Tổn hao đồng dây quấn roto

$$\Delta P_{CV2} = 3 \times R_2 \times I_2^2 = 3 \times 0,2 \times 20,4^2 = 250\text{ W}$$

➤ Công suất điện từ:

$$P_{dt} = \frac{\Delta P_{CV2}}{s} = \frac{250}{0,05} = 5000\text{ (W)}$$

➤ Công suất có ích của động cơ:

$$P_2 = P_{dt} - \Delta P_{CU2} - \Delta P_{comsf} = 5000 - 250 - 145 = 4650(W)$$

➤ Hiệu suất của động cơ:

$$\eta = \frac{P_2}{P_2 + \Delta P} = \frac{P_2}{P_2 + \Delta P_{CU1} + \Delta P_{CU2} + \Delta P_{fe} + \Delta P_{COfsf}} = \frac{4650}{4650 + 250 + 145 + 145} = 0,85$$

III. MOMENT ĐIỆN TỪ:

Ta có : $M_{dt} = M_2 + M_o$ (1)

Moment không tải :

$$M_o = \frac{\Delta P_{CO} + \Delta P_{MSF}}{\Omega} \quad (2)$$

Moment quay của đơc:

$$M_2 = \frac{P_2}{\Omega} \quad (3)$$

Từ (1), (2), (3) ta suy ra :

$$M_{dt} = \frac{\Delta P_{CO} + \Delta P_{MSF} + P_2}{\Omega} = \frac{P_{CO}}{\Omega}$$

Mặt khác moment điện từ :

$$M_{dt} = \frac{P_{dt}}{\Omega_1} \quad \text{với } \Omega = \frac{2\pi.n_1}{60} = \frac{2\pi.f}{p} \text{ là tốc độ góc của từ trường, } p \text{ là số cực từ.}$$

➤ Quan hệ công suất và moment điện từ :

$$\text{Ta có : } P_{dt} = \frac{\Delta P_{CU.2}}{S} = \frac{3xR_2.xI_2^2}{S} = \frac{3xR_2'.xI_2'^2}{S} \quad (1)$$

➤ Dòng điện Rotor quy đổi về stator lúc quay:

$$I'_2 = \frac{U_{1,f}}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R'_2}{S}\right)^2 + (X_1 + X'_2)^2}} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta có:

$$P_{dt} = \frac{3x \frac{R'_2}{S} x U_{1,f}^2}{\left[\left(R_1 + \frac{R'_2}{S}\right)^2 + (X_1 + X'_2)^2\right]}$$

➤ Moment điện từ:

$$M_{dt} = \frac{3x \frac{R'_2}{S} x U_{1,f}^2 x P}{2\pi \cdot fx \left[\left(R_1 + \frac{R'_2}{S}\right)^2 + (X_1 + X'_2)^2\right]}$$

➤ Muốn tìm moment cực đại ta lấy đạo hàm $\frac{dM}{dS} = 0$

Ta có hệ số trượt tới hạn : $S_{th} = \frac{R'_2}{X_1 + X'_2}$

➤ Moment cực đại :

$$M_{MAX} = \frac{3xPxU_{1,f}^2}{2\pi \cdot fx \left[R_1 + \sqrt{R_1^2 + (X_1 + X'_2)^2}\right]} = \frac{3xPxU_{1,f}^2}{2\pi \cdot fx [R_1 + (X_1 + X'_2)]}$$

Với p là số cực từ.

BÀI TẬP VÍ DỤ

Bài 6:

Một đơơ KĐB 3 pha có $2p = 4$, $R_1 = 0,53\Omega$, $f = 50H_z$, $P_1=8500W$, $I_{1dm} = 15A$, $\Delta P_{CU1} = 2.\Delta P_{fe}$. Tính moment điện từ : M_{dt} ?

HD:

- Tổng hao đồng dây quấn stator:

$$\Delta P_{CU1} = 3xR_1xI_1^2 = 3x0,53x15^2 = 357,7W$$

- Tổng hao sắt từ:

$$\text{Ta có : } \Delta P_{CU1} = 2.\Delta P_{fe} \Rightarrow \Delta P_{fe} = \frac{\Delta P_{CU1}}{2} = \frac{357,7}{2} = 178,85W$$

- Công suất điện từ:

$$P_{dt} = P_1 - \Delta P_{CU1} - \Delta P_{fe} = 8500 - 357,7 - 178,85 = 7963(W)$$

- Moment điện từ:

$$M_{dt} = \frac{P_{dt}}{\Omega_1} = \frac{P_{dt} \cdot p}{2\pi \cdot f} = \frac{7963 \cdot 2}{2 \cdot 3,14 \cdot 50} = 50,7(N.m)$$

$$\text{Với } \Omega_1 = \frac{2\pi \cdot n_1}{60} = \frac{2\pi \cdot f}{p} \text{ là tốc góc quay của từ trường}$$

Bài 7:

Một đơơ KĐB 3 pha có stator nối hình sao, và được nối vào điện áp lưới $U_d = 220V$, $f = 50H_z$, $p = 2$. khi tải $I_1 = 20A$, $\cos \varphi_1 = 0,85$, $\eta = 0,84$, $s = 0,053$.

Tính : tốc độ của đơơ ? công suất điện tiêu thụ P_1 ? , tổng tổn thất công suất? công suất có ích P_2 ? moment của đơơ ?

HD:

- Công suất tiêu thụ điện của đơơ:

$$P_1 = \sqrt{3}xU_{1d}xI_{1d}xCos\varphi_1 = \sqrt{3}x220x20x0,85 = 6477,9(W)$$

- Tốc độ từ trường:

$$n_1 = \frac{60f}{p} = \frac{60 \times 50}{2} = 1500 (\text{vong / phut})$$

➤ Tốc độ của động cơ:

$$n = n_1(1 - s) = 1500(1 - 0,053) = 1420 (\text{v / p})$$

➤ Công suất có ích của đơ:

$$\text{Ta có: } \eta = \frac{P_2}{P_1} \Rightarrow P_2 = \eta P_1 = 0,84 \times 6477,9 = 5441,4 (\text{W})$$

➤ Tổng tổn hao công suất:

$$\Delta P = P_1 - P_2 = 6477,9 - 5441,4 = 1036 (\text{W})$$

➤ Momet của động cơ:

$$M_2 = \frac{P_2}{\Omega} = \frac{P_2}{\frac{2\pi \cdot n}{60}} = \frac{P_2 \cdot 60}{2\pi \cdot n} = \frac{5144,4 \cdot 60}{2 \times 3,14 \times 1420} = 36,6 (\text{N.m})$$

Với $\Omega = \frac{2\pi \cdot n}{60}$ là tốc độ góc của roto.

Bài 8:

Một đơ KĐB 3 pha có : $p = 2, f = 50 \text{ Hz}, P_1 = 3,2 \text{ KW},$
 $\Delta P_{cu1} + \Delta P_{cu2} = 300 \text{ W}, \Delta P_{fe} = 200 \text{ W}, R'_2 = 1,5 \Omega, I'_2 = 5 \text{ A}.$

Tính : tốc độ của đơ ? moment điện từ ?

HD:

➤ Tổn hao đồng dây quấn Rotor:

$$\Delta P_{cu2} = 3 \times R'_2 \times I'^2_2 = 3 \times 1,5 \times 5^2 = 122,5 \text{ W}$$

➤ Tổn hao đồng dây quấn stator:

$$\Delta P_{cu1} = 300 - \Delta P_{cu2} = 300 - 122,5 = 187,5 \text{ W}$$

➤ Công suất điện từ:

$$P_{dt} = P_1 - \Delta P_{CU1} - \Delta P_{fe} = 3200 - 187,5 - 200 = 2812,5(W)$$

➤ Hệ số trượt :

$$\text{Ta có : } P_{dt} = \frac{\Delta P_{CU2}}{s} \Rightarrow s = \frac{\Delta P_{CU2}}{P_{dt}} = \frac{122,5}{2812,5} = 0,04$$

➤ Tốc độ từ trường:

$$n_1 = \frac{60f}{p} = \frac{60 \times 50}{2} = 1500(\text{vong / phut})$$

➤ Tốc độ của động cơ:

$$n = n_1 \times (1 - s) = 1500 \times (1 - 0,04) = 1440(v / p)$$

➤ Moment điện từ:

$$M_{dt} = \frac{P_{dt}}{\Omega_1} = \frac{P_{dt} \cdot p}{2\pi \cdot f} = \frac{2812,5 \times 2}{2 \times 3,14 \times 50} = 17,9(N.m)$$

Bài 9:

Một đơc KĐB 3 pha có $P_{dm} = 7,5 \text{ KW}$, trên nhãn đơc ghi: 220/380 (V) ,
 $f = 50 \text{ Hz}$, $p = 2$, $\cos \varphi_1 = 0,88$, $\eta = 0,88$, $\Delta P_{fe} = 214 \text{ W}$, $\Delta P_{comsf} = 120 \text{ W}$, $R_1 = 0,7 \Omega$.

Tính : Dòng điện định mức? Công suất tiêu thụ P_1 ? Công suất phản kháng? Tốc độ quay của máy? M_{dt} ? Biết đơc đợc nối vào nguồn có $U_d = 380 \text{ V}$.

HD:

➤ Công suất tiêu thụ của động cơ:

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{7500}{0,88} = 8522,7(W)$$

➤ Dòng điện định mức của động cơ:

$$I_{dm} = \frac{P_1}{\sqrt{3} \times U_d \times \cos \varphi} = \frac{8522,7}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,88} = 14,7 \text{ A}$$

➤ Công suất phản kháng của đơc:

$$Q_1 = \sqrt{3}U_d x I_{1d} x \sin\varphi = \sqrt{3}U_d x I_1 x \sqrt{1 - \cos^2\varphi}$$
$$\Rightarrow Q_1 = \sqrt{3}x380x14,7x\sqrt{1 - 0,88^2} = 4595(KVAR)$$

➤ Tổn hao đồng dây quấn stator:

$$\Delta P_{CU1} = 3xR_1 x I_1^2 = 3x0,7x14,7^2 = 453,8W$$

➤ Công suất điện từ:

$$P_{dt} = P_1 - \Delta P_{CU1} - \Delta P_{fe} = 8522,7 - 453,7 - 214 = 7855(W)$$

➤ Tổn hao đồng dây quấn roto

$$\Delta P_{CU2} = P_{dt} - P_2 = 7855 - 7500 = 235W$$

➤ Hệ số trượt :

$$\text{Ta có : } P_{dt} = \frac{\Delta P_{CU2}}{s} \Rightarrow s = \frac{\Delta P_{CU2}}{P_{dt}} = \frac{235}{7855} = 0,03$$

➤ Tốc độ từ trường:

$$n_1 = \frac{60f}{p} = \frac{60x50}{2} = 1500(\text{vong / phut})$$

➤ Tốc độ của động cơ:

$$n = n_1 x (1 - s) = 1500 x (1 - 0,03) = 1455(v / p)$$

➤ Moment điện từ:

$$M_{dt} = \frac{P_{dt}}{\Omega_1} = \frac{P_{dt} \cdot p}{2\pi \cdot f} = \frac{7855x2}{2x3,14x50} = 50(N.m)$$

IV. MỞ MÁY ĐỘNG CƠ ĐIỆN KĐB BA PHA:

1) Mở máy trực tiếp :

Khi mở máy ta có $n = 0$, $s = 1$

➤ Dòng điện pha mở máy của Stator khi mở máy trực tiếp:

$$I_{1.f.MO.TT} = \frac{U_{1.f}}{\sqrt{(R_1 + R'_2)^2 + (X_1 + X'_2)^2}}$$

➤ Moment mở máy khi mở máy trực tiếp:

$$M_{.MO.TT} = \frac{3xR'_2xU_{1f}^2xP}{2\pi.fx|(R_1 + R'_2)^2 + (X_1 + X'_2)^2|}$$

2) Mở máy khi có biến trở mở máy (chỉ sử dụng cho đơ Rotor dây quấn) :

➤ Tìm điện trở mở máy :

Muốn moment mở máy cực đại hệ số trượt tới hạn bằng không.

$$\text{Ta có: } S_{th} = \frac{R'_2 + R'_{MO}}{X_1 + X'_2} = 1 \Rightarrow R'_{MO} = (X_1 + X'_2) - R'_2$$

➤ Dòng điện pha mở máy của Stator khi mở máy có biến trở :

$$I_{1.f.MO.BT} = \frac{U_{1.f}}{\sqrt{(R_1 + R'_2 + R'_{MO})^2 + (X_1 + X'_2)^2}}$$

➤ Moment mở máy khi mở máy có biến trở :

$$M_{.MO.BT} = \frac{3x(R'_2 + R'_{MO})xU_{1f}^2xP}{2\pi.fx|(R_1 + R'_2 + R'_{MO})^2 + (X_1 + X'_2)^2|}$$

Với p là số cực từ.

3) Các phương pháp mở máy động cơ Rotor lồng sóc:

➤ Mở máy khi dùng điện kháng nối tiếp vào mạch Stator:

Nếu điện áp đặt vào stator giảm K lần, thì dòng điện mở máy sẽ giảm K lần, và Moment mở máy giảm K^2 lần.

➤ Mở máy dùng máy biến áp tự ngẫu:

Nếu điện áp đặt vào stator giảm K lần, thì dòng điện mở máy sẽ giảm K^2 lần, và Moment mở máy giảm K^2 lần.

➤ Mở máy dùng phương pháp đổi nối sao – tam giác (chỉ áp dụng đối với đơ lúc bình thường chạy tam giác):

Khi mở máy chạy hình sao chuyển sang hoạt động ở chế độ tam giác thì: Dòng mở máy sẽ giảm đi 3 lần, và Moment mở máy cũng giảm 3 lần.

BÀI TẬP Ví dụ

Bài 10:

Một đơ KĐB 3 pha có $2p = 6$, stator đấu hình sao, và được mắc vào lưới điện có $U_d = 220V$, $R_1 = 0,126\Omega$, $R'_2 = 0,094\Omega$, $(X_1 + X'_2) = 0,46\Omega$, $s = 0,03$, $\Delta P_{fe} = 874W$, $\Delta P_{cơmsf} = 280W$, $I_{dm} = 44,4A$.

Tính: Công suất có ích P_2 ? Công suất tiêu thụ của động cơ? Hiệu suất? và Moment quay của Đơ? M_2 ?

HD:

➤ Tổn hao đồng dây quấn stator:

$$\Delta P_{CV1} = 3xR_1xI_1^2 = 3x0,126x44,4^2 = 745(W)$$

➤ Dòng điện Rotor quy đổi về stator:

$$I'_2 = \frac{U_{1f}}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R'_2}{s}\right)^2 + (X_1 + X'_2)^2}} = \frac{220}{\sqrt{3x\sqrt{\left(0,126 + \frac{0,094}{0,03}\right)^2 + 0,46^2}}} = 38,6A$$

Với $U_{1f} = \frac{U_d}{\sqrt{3}}$

- Tổn hao đồng dây quấn Rotor:

$$\Delta P_{CU2} = 3xR'_2xI_2'^2 = 3x0,094x38,6^2 = 420W$$

- Công suất điện từ:

$$P_{dt} = \frac{\Delta P_{CU2}}{s} = \frac{420}{0,03} = 14000(W)$$

- Công suất tiêu thụ của đơ:

$$P_1 = P_{dt} + \Delta P_{CU1} + \Delta P_{fe} = 14000 + 745 + 874 = 15619(W)$$

- Công suất có ích của động cơ:

$$P_2 = P_{dt} - \Delta P_{CU2} - \Delta P_{comsf} = 14000 - 420 - 280 = 13300(W)$$

- Hiệu suất của động cơ:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{13300}{15619} = 0,85$$

- Tốc độ của động cơ:

$$n = n_1 \cdot (1 - s) = \frac{60f}{p} \cdot x(1 - s) = \frac{60x50}{3} \cdot x(1 - 0,03) = 970(v/p)$$

- Momet quay của đơ:

$$M = \frac{P_2}{\Omega} = \frac{P_2 \cdot 60}{2\pi \cdot n} = \frac{13300 \cdot 60}{3 \cdot 3,14 \cdot 970} = 131(N.m)$$

Bài 11:

Một đơơ KĐB 3 pha lồng sóc có : $P_{dm} = 14KW$, $n_{dm} = 1450$ vòng/phút ,
 $\cos \varphi_1 = 0,88$, $\eta = 0,88$. trên nhãn đơơ ghi : $Y/\Delta = 380/220(V)$, $\frac{I_{MO}}{I_{dm}} = 6$,

$\frac{M_{MO}}{M_{dm}} = 1,5$, $\frac{M_{Max}}{M_{dm}} = 2$. Đơơ đượ nối vớ nguồn có $U_d = 380 V$, $f = 50Hz$,

2p = 4.

Tính : a/ Công suất tiêu thụ ? công suất phản kháng của đơơ tiêu thụ ở chế độ định mức ?

b/ Hệ số trượt và M_{dm} ?

c/ $I_{mở}$? $M_{mở}$? M_{max} ?

HD:

a/

➤ Công suất tiêu thụ của đơơ:

$$\text{Ta có: } \eta = \frac{P_2}{P_1} \Rightarrow P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{14000}{0,88} = 15909(W)$$

➤ Dòng điện stator định mức của đơơ:

$$I_{1dm} = \frac{P_1}{\sqrt{3}U_d \cos \varphi} = \frac{15909}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,88} = 27,5A$$

➤ Công suất phản kháng của đơơ:

$$Q_1 = \sqrt{3}U_d I_{1d} \sin \varphi = \sqrt{3}U_d I_{1d} \sqrt{1 - \cos^2 \varphi}$$

$$\Rightarrow Q_1 = \sqrt{3} \times 380 \times 27,5 \times \sqrt{1 - 0,88^2} = 8597(KVAR)$$

b/

➤ Tốc độ từ trường:

$$n_1 = \frac{60f}{p} = \frac{60 \times 50}{2} = 1500(\text{vong / phut})$$

➤ Hệ số trượt:

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} = \frac{1500 - 1450}{1500} = 0,03$$

➤ Momet định mức của động cơ:

$$M_2 = \frac{P_2}{\Omega} = \frac{P_2}{\frac{2\pi.n}{60}} = \frac{P_2 \cdot 60}{2\pi.n} = \frac{14000 \cdot 60}{2 \cdot 3,14 \cdot 1450} = 92(N.m)$$

Với $\Omega = \frac{2\pi.n}{60}$ là tốc độ góc của roto.

c/

➤ Dòng điện mở máy của đơc:

$$\text{Ta có : } \frac{I_{MO}}{I_{dm}} = 6 \Rightarrow I_{MO} = 6 \cdot I_{dm} = 6 \cdot 27,5 = 165A$$

➤ Moment mở máy:

$$\text{Ta có : } \frac{M_{MO}}{M_{dm}} = 1,5 \Rightarrow M_{MO} = 1,5 \cdot M_{dm} = 1,5 \cdot 92 = 138(N.m)$$

➤ Moment max :

$$\text{Ta có : } \frac{M_{Max}}{M_{dm}} = 2 \Rightarrow M_{Max} = 2 \cdot M_{dm} = 2 \cdot 92 = 184(N.m)$$

Bài 12:

Một Đơc KĐB 3 pha roto dây quấn có : $N_1 = 190$ vòng. $N_2 = 36$ vòng, $K_{dq1} = 0,932$, $K_{dq2} = 0,95$, $f = 50H_z$, $R_1 = 0,5\Omega$, $R_2 = 0,02\Omega$, $X_1 = 2,5\Omega$, $X_2 = 0,08\Omega$. Stator của Đơc được nối hình sao và nối vào nguồn có $U_d = 380 V$, $f = 50H_z$.

Tính : Hệ số quy đổi sức điện động và dòng điện ? Điện trở mở máy $R_{Mở}$ mắc vào Rotor để moment mở máy cực đại ? Dòng điện của stator và rotor khi mở máy trực tiếp và khi có biến trở mở máy ?

HD;

➤ Hệ số quy đổi sức điện động:

$$K_e = \frac{N_1 \times K_{dq1}}{N_2 \times K_{dq2}} = \frac{190 \times 0,932}{36 \times 0,95} = 5,18$$

➤ Hệ số quy đổi dòng điện :

$$K_i = \frac{m_1 \cdot N_1 \times K_{dq1}}{m_2 \cdot N_2 \times K_{dq2}} = \frac{3 \times 190 \times 0,932}{3 \times 36 \times 0,95} = 5,18$$

➤ Điện trở Rotor quy đổi về Stator:

$$R'_2 = K_e \times K_i \times R_2 = 5,18 \times 5,18 \times 0,02 = 0,54 \Omega$$

➤ Điện kháng Rotor quy đổi về Stator:

$$X'_2 = K_e \times K_i \times X_2 = 5,18 \times 5,18 \times 0,08 = 2,15 \Omega$$

➤ Điện trở mở máy qui đổi mắc vào rotor :

Để moment mở máy bằng moment cực đại thì:

$$S_{th} = \frac{R'_2 + R'_{MO}}{X_1 + X'_2} = 1 \Rightarrow R'_{MO} = (X_1 + X'_2) - R'_2 = (2,5 + 2,15) - 0,54 = 4,11 \Omega$$

➤ Điện trở mở máy chưa qui đổi mắc vào rotor :

$$\text{Ta có : } R'_{MO} = K_e \times K_i \times R_{MO} \Rightarrow R_{MO} = \frac{R'_{MO}}{K_e \times K_i} = \frac{4,11}{5,18 \times 5,18} = 0,15 \Omega$$

➤ Dòng điện Stator khi mở máy trực tiếp :

$$I_{1moTT} = \frac{U_{1f}}{\sqrt{(R_1 + R'_2)^2 + (X_1 + X'_2)^2}} = \frac{380}{\sqrt{3} \times \sqrt{(0,5 + 0,54)^2 + (2,5 + 2,15)^2}} = 46 \text{ A}$$

$$\text{Với } U_{1f} = \frac{U_d}{\sqrt{3}}$$

➤ Dòng điện Rotor khi mở máy trực tiếp:

$$\text{Ta có : } K_i = \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow I_{2moTT} = K_i \times I_{1moTT} = 5,18 \times 46 = 238,3 \text{ A}$$

$$\text{Với : } I_1 = I'_2 = I_{1moTT}$$

➤ Dòng điện Stator khi mở máy có biến trở :

$$I_{1moBT} = \frac{U_{1f}}{\sqrt{(R_1 + R'_2 + R'_{MO})^2 + (X_1 + X'_2)^2}} = \frac{380}{\sqrt{3} \times \sqrt{(0,5 + 0,54 + 4,11)^2 + (2,5 + 2,15)^2}} = 31,7A$$

Với $U_{1f} = \frac{U_d}{\sqrt{3}}$

➤ Dòng điện Rotor khi mở máy có điện trở mở máy:

Ta có : $K_i = \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow I_{2moBT} = K_i \times I_{1moBT} = 5,18 \times 31,7 = 164,2A$

Với : $I_1 = I'_2 = I_{1moBT}$

Bài 13:

Một Đơơ KĐB 3 pha Rotor lồng sóc khi mở máy trực tiếp có :

$$I_{moTT} = 135 A , M_{moTT} = 112,5 N.m .$$

Hãy tính toán cho các phương pháp mở máy sau:

a/ Dùng máy biến áp tự ngẫu để giảm dòng I_{moTT} xuống còn 2,25 lần , thì hệ số máy biến áp K_{BA} ? Và xác định moment cản tối đa ? Để Đơơ có thể mở máy được.

b/ Nếu dung cuộn cảm mắc nối tiếp vào phía Stator để điện áp đặt vào giảm 20 % so với định mức. Tính I_{mo} ? M_{mo} ? . Xác định moment cản lúc mở máy để Đơơ có thể mở máy bằng phương pháp này?

HD:

a/ Mở máy dùng MBA tự ngẫu :

Theo lý thuyết máy điện thì khi mở máy bằng MBA tự ngẫu : Nếu điện áp đặt vào stator giảm đi K lần, thì dòng điện mở máy sẽ giảm đi K^2 lần, và moment cũng giảm đi K^2 lần.

Do vậy theo đề bài ta có: $K^2 = 2,25 \Rightarrow K_{BA} = \sqrt{2,25} = 1,5$

➤ Dòng điện mở máy khi dùng MBA tự ngẫu:

$$I_{moBA} = \frac{I_{moTT}}{K^2} = \frac{135}{2,25} = 60A$$

- Moment mở máy khi dùng MBA tự ngẫu:

$$M_{moBA} = \frac{M_{moTT}}{K^2} = \frac{112,5}{2,25} = 50(N.m)$$

- Để đơ có thể mở máy được khi dùng MBA tự ngẫu với ($K_{BA} = 1,5$) thì moment cản tối đa của Đơ phải thỏa mãn điều kiện sau :

$$M_C = M_2 \leq 50(N.m)$$

b/ Khi dùng cuộn cảm kháng với $U_{mo} = 80\% U_{dm}$:

Theo lý thuyết máy điện thì khi mở máy bằng cuộn kháng : Nếu điện áp đặt vào stator giảm đi K lần, thì dòng điện mở máy sẽ giảm đi K lần, và moment giảm đi K^2 lần.

Ta có :
$$I_{mo} = \frac{U_{1f} \times 0,8}{\sqrt{(R_1 + R_2')^2 + (X_1 + X_2')^2}} (A)$$

- dòng điện mở máy khi $U_{mo} = 80\% U_{dm}$:

$$I_{mo} = K \times I_{moTT} = 0,8 \times 135 = 108A$$

- moment mở máy khi $U_{mo} = 80\% U_{dm}$:

$$M_{mo} = K^2 \times M_{moTT} = 0,8^2 \times 112,5 = 72(N.m)$$

- Để đơ có thể mở máy được khi dùng cuộn cảm kháng để mở máy với $U_{mo} = 80\% U_{dm}$. thì moment cản tối đa của Đơ phải thỏa mãn điều kiện sau :

$$M_C = M_2 \leq 72(N.m)$$

Bài 14:

Một đơ KĐB 3 pha lồng sóc có : $P_{dm} = 14KW$, $\cos \varphi_1 = 0,88$, $\eta = 0,88$.
 trên nhãn đơ ghi : $Y/\Delta = 380/220(V)$. Đơ được nối với nguồn có $U_d = 220 V$,
 $f = 50Hz$.

Tính : a/ Công suất tiêu thụ của Đơ P_1 ? Công suất phản kháng Q ? Dòng điện định mức I_{dm} ?

b/ Tính I_{m0} ? và M_{m0} ? bằng phương pháp đổi nối sao – tam giác ($Y - \Delta$) . Đơ có thể mở máy được không ? khi $M_{cán} = 0,5 M_{dm}$.

Biết: $n = 1450$ vòng/phút, $I_{m0TT} = 6xI_{dm}$, $M_{m0TT} = 1,5xM_{dm}$.

HD:

a/

➤ Công suất tiêu thụ của đơ:

$$\text{Ta có: } \eta = \frac{P_2}{P_1} \Rightarrow P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{14000}{0,88} = 15909(W)$$

➤ Dòng điện stator định mức của đơ:

$$I_{1dm} = \frac{P_1}{\sqrt{3}xU_d x \cos \varphi} = \frac{15909}{\sqrt{3}x220x0,88} = 47,5A$$

➤ Công suất phản kháng của đơ:

$$Q_1 = \sqrt{3}xU_d x I_{1d} x \sin \varphi = \sqrt{3}xU_d x I_{1d} x \sqrt{1 - \cos^2 \varphi}$$

$$\Rightarrow Q_1 = \sqrt{3}x220x47,5x\sqrt{1 - 0,88^2} = 8597(KVAR)$$

b/

➤ Dòng điện mở máy trực tiếp:

$$\text{Ta có : } I_{m0TT} = 6xI_{dm} = 6x47,5 = 285A$$

➤ Momet định mức của đơ:

$$M_{dm} = \frac{P_{dm}}{\Omega} = \frac{P_2 x 60}{2\pi.n} = \frac{14000x60}{3x3,14x1450} = 92(N.m)$$

- Moment mở máy trực tiếp :

$$\text{Ta có : } M_{moTT} = 1,5xM_{dm} = 1,5x92 = 138(N.m)$$

- Dòng điện mở máy khi mở máy bằng phương pháp đổi nối (Y – Δ) :

$$\text{Ta có : } I_{moY/\Delta} = \frac{I_{moTT}}{3} = \frac{285}{3} = 95(A)$$

- moment mở máy khi mở máy bằng phương pháp đổi nối (Y – Δ) :

$$\text{Ta có : } M_{moY/\Delta} = \frac{M_{moTT}}{3} = \frac{138}{3} = 46(N.m)$$

- moment cản của Đơơ :

$$\text{Ta có : } M_{cản} = 0,5 M_{dm} = 0,5x92 = 64 (N.m)$$

Vậy đơơ có thể mở máy được khi mở máy bằng phương pháp đổi nối (Y – Δ),

$$\text{Với : } M_{CAN} = 0,5M_{dm} = M_{moY/\Delta} = 46(N.m)$$

V. ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KĐB 3 PHA :

1) Bài toán về tốc độ và điện trở điều chỉnh:

- Moment cản không đổi , dẫn đến Moment điện từ không đổi . Do đó $\frac{R_2'}{S}$ không đổi , hoặc $\frac{R_2}{S}$ là không đổi.

$$\text{Vậy ta có : } \frac{R_2}{S_{dm}} = \frac{R_2 + R_{DC}}{S_{nt}} \quad (1)$$

- Với bài toán tìm tốc độ của đơơ khi có thêm R_{DC} :

Từ (1) ta tính được hệ số trượt nhân tạo khi có thêm R_{DC} :

$$S_{nt} = \frac{S_{dm}x(R_2 + R_{DC})}{R_2}$$

Vậy tốc độ cần tìm là : $n_{nt} = n_1 x (1 - S_{nt}) = \frac{60xf}{P} x (1 - S_{nt})$

➤ Với bài toán cho tốc độ nhân tạo (khác tốc độ định mức) , Tìm điện trở điều chỉnh R_{DC} ?

Từ (1) ta tính được điện trở điều chỉnh như sau:

$$R_{DC} = \frac{R_2 x S_{nt}}{S_{dm}} - R_2$$

Với hệ số trượt nhân tạo : $S_{nt} = \frac{n_1 - n_{nt}}{n_1}$

Hệ số trượt định mức : $S_{dm} = \frac{n_1 - n_{dm}}{n_1}$

2) Bài toán tính hiệu suất của đơơ khi có thêm R_{DC} :

Vì $\frac{R'_2}{S}$ không đổi nên I_1 và P_1 sẽ không thay đổi , vì moment cản không

đổi nên công suất đầu ra của đơơ $P_2 = \Omega x M_2 = \frac{2\pi.n.xM_2}{60}$ tỉ lệ thuận với tốc độ . Từ 2 nhận xét trên ta có :

$$\frac{\eta_{nt}}{\eta_{dm}} = \frac{n_{nt}}{n_{dm}} \quad (2)$$

Từ (2) ta tìm được hiệu suất nhân tạo của đơơ khi có thêm R_{DC} :

$$\frac{\eta_{nt}}{\eta_{dm}} = \frac{n_{nt}}{n_{dm}} \Rightarrow \eta_{nt} = \frac{n_{nt}}{n_{dm}} x \eta_{dm}$$

BÀI TẬP VÍ DỤ

Bài 15:

Một Đơơ KĐB 3 pha rotor dây quấn có $2p = 6$, $R_2 = 0,0278\Omega$,
 $\eta_{dm} = 0,885$, $n = 970(v/p)$.

Tính điện trở mắc thêm vào Rotor để tốc độ đơơ giảm xuống còn 700 v/p, và hiệu suất lúc ấy ? Cho biết moment cản tải M_C không phụ thuộc vào tốc độ)

HD:

➤ Tốc độ quay của từ trường (tốc độ đồng bộ):

$$n_1 = \frac{60f}{p} = \frac{60 \times 50}{3} = 1000 (\text{vòng / phut})$$

➤ Hệ số trượt định mức của đơ:

$$s_{dm} = \frac{n_1 - n_{dm}}{n_1} = \frac{1000 - 970}{1000} = 0,03$$

- Hệ số trượt nhân tạo khi có thêm R_f vào để $n_{nt} = 700$ v/p:

$$s_{nt} = \frac{n_1 - n_{nt}}{n_1} = \frac{1000 - 700}{1000} = 0,3$$

- Theo đề bài moment tải không phụ thuộc vào tốc độ \Rightarrow moment điện từ không đổi. Do đó $\Rightarrow \frac{R'_2}{s}$ không đổi, hoặc $\frac{R_2}{s}$ không đổi.

Vậy ta có:
$$\frac{R_2}{s_{dm}} = \frac{R_2 + R_f}{s_{nt}}$$

\Rightarrow Điện trở phụ cần thêm vào Rotor:

$$R_f = \frac{R_2 \times s_{nt}}{s_{dm}} - R_2 = \frac{0,0278 \times 0,3}{0,03} - 0,0278 = 0,25\Omega$$

- Vì $\frac{R'_2}{s}$ không đổi nên I_1 và P_1 không đổi, moment cản không đổi nên

$$P_2 = \Omega \times M_2 = \frac{M_2 \times 2\pi \cdot n}{60} \text{ tỉ lệ thuận với tốc độ}$$

Vậy ta có:
$$\frac{\eta_{dm}}{\eta_{nt}} = \frac{n_{dm}}{n_{nt}} \Rightarrow \eta_{nt} = \frac{n_{nt}}{n_{dm}} \times \eta_{dm} = \frac{700}{790} \times 0,885 = 0,64$$

Bài 16:

Một Đơơ KĐB 3 pha rotor dây quấn, Stator và Rotor nối hình sao. Có: $2p = 4$, $R_2 = 0,0172\Omega$, $\eta_{dm} = 0,91$, $n_{dm} = 1448$ (v/p), $P_{dm} = 55$ KW, $\cos \varphi_1 = 0,876$, động cơ được nối vào nguồn có: $U_d = 380$ V, $f = 50$ Hz.

Tính: a/ Dòng điện định mức? công suất tiêu thụ? công suất phản kháng?

b/ nối $R_f = 0,155\Omega$ vào rotor để giảm tốc độ, tính $n_{dm} = ?$, $\eta_{dm} = ?$ khi mắc R_f vào. cho biết M_C không đổi.

HD:

a/

➤ Công suất tiêu thụ của đơ:

$$\text{Ta có: } \eta = \frac{P_2}{P_1} \Rightarrow P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{5500}{0,91} = 60439(W)$$

➤ Dòng điện stator định mức của đơ:

$$I_{1dm} = \frac{P_1}{\sqrt{3}U_d \cos \varphi} = \frac{60493}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,876} = 104,8A$$

➤ Công suất phản kháng của đơ:

$$Q_1 = \sqrt{3}U_d I_{1d} \sin \varphi = \sqrt{3}U_d I_1 \sqrt{1 - \cos^2 \varphi}$$

$$\Rightarrow Q_1 = \sqrt{3} \times 380 \times 104,8 \times \sqrt{1 - 0,876^2} = 33268(KVAR)$$

b/

➤ Tốc độ quay của từ trường (tốc độ đồng bộ):

$$n_1 = \frac{60f}{p} = \frac{60 \times 50}{2} = 1500(\text{vong / phut})$$

➤ Hệ số trượt định mức của đơ:

$$s_{dm} = \frac{n_1 - n_{dm}}{n_1} = \frac{1500 - 1448}{1500} = 0,035$$

➤ Theo đề bài moment cản tải không phụ thuộc vào tốc độ \Rightarrow moment điện từ không đổi . Do đó $\Rightarrow \frac{R'_2}{s}$ không đổi , hoặc $\frac{R_2}{s}$ không đổi.

$$\text{Vậy ta có : } \frac{R_2}{s_{dm}} = \frac{R_2 + R_f}{s_{nt}}$$

\Rightarrow Hệ số trượt nhân tạo lúc mắc thêm R_f vào mạch rotor :

$$s_{nt} = \frac{(R_2 + R_f)}{s_{dm}} \times R_2 = \frac{(0,0127 + 0,0155)}{0,0127} \times 0,035 = 0,35$$

➤ Tốc độ của đơ khi mắc thêm R_f vào mạch rotor:

$$n_{nt} = n_1 \times (1 - s_{nt}) = 1500 \times (1 - 0,35) = 975(v / p)$$

- Vì $\frac{R'_2}{s}$ không đổi nên I_1 và P_1 không đổi, moment cản không đổi nên

$$P_2 = \Omega \times M_2 = \frac{M_2 \times 2\pi \cdot n}{60} \text{ tỉ lệ thuận với tốc độ}$$

$$\text{Vậy ta có: } \frac{\eta_{dm}}{\eta_{nt}} = \frac{n_{dm}}{n_{nt}} \Rightarrow \eta_{nt} = \frac{n_{nt}}{n_{dm}} \times \eta_{dm} = \frac{975}{1448} \times 0,91 = 0,613$$

Bài 18:

Một Đơơ KĐB 3 pha roto dây quấn có : $R_1 = 0,42\Omega$, $R_2 = 0,025\Omega$,
 $X_1 = 2,18\Omega$, $X_2 = 0,085\Omega$. $K_e = K_i = 5$, Stator của Đơơ được nối hình tam giác và nối vào nguồn có $U_d = 220 \text{ V}$, $f = 50\text{Hz}$.

1/ Để moment mở máy cực đại thì cần mắc thêm điện trở phụ (điện trở mở máy) vào mạch roto là bao nhiêu ?

2/ Tính dòng điện dây của stato và roto lúc mở máy trong 2 trường hợp sau:

a/ Mở máy khi có biến trở ?

b/ Mở máy trực tiếp ?

HD:

1/

- Để moment mở máy cực đại thì hệ số trượt tới hạn phải bằng 1, có nghĩa là:

$$S_{th} = \frac{R'_2 + R'_{MO}}{X_1 + X'_2} = 1 \Rightarrow R'_{MO} = (X_1 + X'_2) - R'_2$$

- Điện trở roto quy đổi về stato :

$$R'_2 = K_e \times K_i \times R_2 = 5 \times 5 \times 0,025 = 0,625.\Omega$$

- Điện kháng roto quy đổi về stato :

$$X'_2 = K_e \times K_i \times X_2 = 5 \times 5 \times 0,085 = 2,125.\Omega$$

- Điện trở mở máy quy đổi cần mắc vào roto để moment mở máy cực đại là :

$$R'_{MO} = (X_1 + X'_2) - R'_2 = (2,18 + 2,125) - 0,625 = 3,68.\Omega$$

- Điện trở mở máy chưa quy đổi về stato :

Ta có:

$$R'_{mo} = K_e \cdot x K_i \cdot x R_{mo} \Rightarrow R_{mo} = \frac{R'_{mo}}{K_e \cdot x K_i} = \frac{3,68}{25} = 0,147 \cdot \Omega$$

2.a/ Mở máy có biến trở :

➤ Dòng điện pha mở máy của stato khi mở máy có biến trở:
 Vì stato được đấu tam giác nên : $U_f = U_d = 220.V$

$$I_{1f.moBT} = \frac{U_{1f}}{\sqrt{(R_1 + R'_2 + R'_{MO})^2 + (X_1 + X'_2)^2}} = \frac{220}{\sqrt{(0,42 + 0,625 + 3,68)^2 + (2,18 + 2,125)^2}} = 34,42A$$

➤ Dòng điện dây mở máy của stato khi mở máy có biến trở :
 Vì stato được đấu tam giác nên ta có:

$$I_{1d.moBT} = \sqrt{3} \cdot I_{1f.moBT} = \sqrt{3} \cdot 34,42 = 59,6.A$$

➤ Dòng điện roto khi mở máy có biến trở:

$$\text{Ta có: } K_i = \frac{I_{2.moBT}}{I_{1d.moBT}} \Rightarrow I_{2.moBT} = K_i \cdot x I_{1d.moBT} = 5 \cdot 59,6 = 298.A$$

2.b/ Mở máy trực tiếp:

➤ Dòng điện pha mở máy của stato khi mở máy trực tiếp:
 Vì stato được đấu tam giác nên : $U_f = U_d = 220.V$

$$I_{1f.moTT} = \frac{U_{1f}}{\sqrt{(R_1 + R'_2)^2 + (X_1 + X'_2)^2}} = \frac{220}{\sqrt{(0,42 + 0,625)^2 + (2,18 + 2,125)^2}} = 49,7A$$

➤ Dòng điện dây mở máy của stato khi mở máy trực tiếp :
 Vì stato được đấu tam giác nên ta có:

$$I_{1d.moTT} = \sqrt{3} \cdot I_{1f.moTT} = \sqrt{3} \cdot 49,7 = 86.A$$

➤ Dòng điện roto khi mở máy trực tiếp:

$$\text{Ta có: } K_i = \frac{I_{2.moTT}}{I_{1d.moTT}} \Rightarrow I_{2.moTT} = K_i \cdot x I_{1d.moTT} = 5 \cdot 86 = 430.A$$

PHẦN II : MÁY ĐIỆN ĐỒNG BỘ

Bài 18:

Một máy phát điện đồng bộ 3 pha đấu hình sao có: $S_{dm} = 2000.KVA$,
 $U_{dm} = 2,3 KV$, $R_U = 0,0425\Omega$, mạch kích từ tiêu thụ từ nguồn $U_{KT} = 220V$,
 $I_{KT} = 35A$, $\Delta P_{fe} = 41,2KW$, $\Delta P_{cos\phi} = 22,8KW$.

Tính : Tổng tổn hao $\Delta P = ?$, và hiệu suất của máy phát ? Biết $cos\phi = 0,8$

HD:

➤ Dòng điện định mức:

$$I_{dm} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3}xU_{dm}} = \frac{2000}{\sqrt{3}x2,3} = 502A$$

➤ Tổn hao dây quấn kích từ:

$$\Delta P_{KT} = U_{KT}xI_{KT} = 220x35 = 7700W$$

➤ Tổn hao đồng dây quấn phản ứng:

$$\Delta P_{CUU} = 3xR_U x I_{dm}^2 = 3x0,0425x502^2 = 32131(W)$$

➤ Tổng tổn hao công suất :

$$\Delta P = \Delta P_{cos\phi} + \Delta P_{KT} + \Delta P_{fe} + \Delta P_{CUU} = 228000 + 7700 + 41200 + 32131 = 103831.(W)$$

➤ Hiệu suất của máy phát:

$$\eta = \frac{P_{dm}}{P_{dm} + \Delta P} = \frac{S_{dm}x\cos\phi}{S_{dm}x\cos\phi + \Delta P} = \frac{2000x10^3 x 0,8}{2000x10^3 x 0,8 + 103831} = 0,94$$

Bài 19:

Trên nhãn một máy phát ghi : $S_{dm} = 108.MVA$, $U_{dm} = 13,8 KV$, máy phát đấu hình sao , $f = 60Hz$, $n_{dm} = 1200 (v/p)$.

Tính : P_{dm} ? I_{dm} ? Công suất kéo máy phát P_1 ? Moment kéo máy phát M_1 ?
? Biết $\eta = 0,97$, $\cos\varphi = 1$

HD:

➤ Công suất tác dụng định mức của máy phát:

$$P_{dm} = S_{dm} \times \cos\varphi = 108.MW$$

➤ Dòng điện định mức của máy phát:

$$I_{dm} = \frac{P_{dm}}{\sqrt{3} \times U_{dm} \times \cos\varphi} = \frac{108 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 13800} = 4518,4A$$

➤ Công suất kéo của máy phát:

$$\text{Ta có : } \eta = \frac{P_2}{P_1} \Rightarrow P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{108}{0,97} = 111,34.MW$$

➤ Moment kéo của máy phát :

$$M_1 = \frac{P_1}{\Omega} = \frac{P_1 \times 60}{2\pi \cdot n} = \frac{111,24 \times 10^6 \times 60}{3 \times 3,14 \times 1200} = 0,886 \times 10^6 (N.m)$$

Bài 20:

Một máy phát điện đồng bộ cung cấp cho hệ tiêu thụ có : $S_{dm} = 2500 + j 3000 KVA$. $U_{dm} = 6,3 KV$

a/ Xác định tổng tổn hao trên đường dây và trong máy phát ? và hệ số $\cos\varphi = ?$ Biết điện trở của đường dây $R_d = 0,15\Omega$, $R_U = 0,045\Omega$.

b/ Nếu đặt thêm vào một máy bù đồng bộ với : $S_{BU} = 30 - j 3000 KVA$, thì tổng tổn hao $\Delta P' = ?$, Biết $\cos\varphi' = 1$. Tính công suất phản kháng lúc có bù?

DH:

a/

- Công suất biểu kiến của máy phát:

$$S = 2500 + j300 \Leftrightarrow S = P + jQ$$

$$\Rightarrow S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{2500^2 + 3000^2} = 3905.KVA$$

- Dòng điện định mức cấp cho tải khi chưa có bù:

$$I_{dm} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3}xU_{dm}} = \frac{3905}{\sqrt{3}x6,3} = 358A$$

- Hệ số công suất khi chưa bù:

$$\cos\varphi = \frac{P}{S} = \frac{2500}{3905} = 0,64$$

- Tổng tổn hao của dây đồng :

$$\Delta P = 3xI_{dm}^2 x(R_d + R_U) = 3x358^2 x(0,15 + 0,045) = 74,976.KW$$

b/

- Tổng công suất biểu kiến khi có bù:

$$S' = S + S_{BU} = 2500 + j3000 + 30 - j3000 = 2530.KVA$$

- Dòng điện khi có bù:

$$I' = \frac{S'}{\sqrt{3}xU_{dm}} = \frac{2530}{\sqrt{3}x6,3} = 232A$$

- Tổng tổn hao của dây đồng khi có bù :

$$\Delta P = 3xI'^2 x(R_d + R_U) = 3x232^2 x(0,15 + 0,045) = 74,976.KW$$

- Công suất phản kháng khi có bù với $\cos\varphi' = 1$

$$Q_1 = \sqrt{3}xU_d xI' x\sin\varphi' = 0$$

$$\text{Với } \cos\varphi' = 1 \Rightarrow \sin\varphi' = 0$$

Bài 21:

Hai máy phát điện đồng bộ làm việc song song cung cấp cho 2 tải :

Tải 1 có : $S_{T_{ai1}} = 5000.KVA$, $\cos\varphi_{T1} = 0,8$

Tải 2 có : $S_{T_{ai2}} = 3000.KVA$, $\cos\varphi_{T2} = 1$. Máy phát 1 cung cấp:

$P_{f1} = 4000.KW$, $Q_{f1} = 2500.KVAR$. Tính : $P_{f2} = ?$, $Q_{f2} = ?$,

$\cos\varphi_{f1} = ?$ $\cos\varphi_{f2} = ?$

HD:

➤ Tổng công suất tác dụng của 2 tải:

$$\sum P_T = P_{T1} + P_{T2} = S_{T1} \times \cos\varphi_{T1} + S_{T2} \times \cos\varphi_{T2} = 5000 \times 0,8 + 3000 \times 1 = 7000.KW$$

➤ Công suất tác dụng của máy phát 2 :

$$P_f = \sum P_T - P_{f1} = 7000 - 4000 = 3000.KW$$

➤ Tổng công suất khả kháng của 2 tải:

$$\sum Q_T = Q_{T1} + Q_{T2} = S_{T1} \times \sin\varphi_{T1} + S_{T2} \times \sin\varphi_{T2} = 5000 \times \sqrt{1 - 0,8^2} + 3000 \times 0 = 3000.KVAR$$

➤ Công suất tác phản kháng của máy phát 2 :

$$Q_f = \sum Q_T - Q_{f1} = 3000 - 2500 = 500.KVAR$$

➤ Hệ số công suất của máy phát 1:

$$\cos\varphi_{f1} = \frac{P_{f1}}{S_{f1}} = \frac{P_{f1}}{\sqrt{P_{f1}^2 + Q_{f1}^2}} = \frac{4000}{\sqrt{4000^2 + 2500^2}} = 0,848$$

➤ Hệ số công suất của máy phát 2:

$$\cos\varphi_{f2} = \frac{P_{f2}}{S_{f2}} = \frac{P_{f2}}{\sqrt{P_{f2}^2 + Q_{f2}^2}} = \frac{3000}{\sqrt{3000^2 + 500^2}} = 0,986$$

Bài 22:

Một Đơơ đồng bộ 3 pha đầu tam giác có các số liệu sau: $U_{1dm} = 415V$, $2p = 8$, $R_U = 0,5\Omega$, $\Delta P_{C\text{omsf}.KT} = 2000.W$, $\cos \varphi = 0,7$, $f = 50H_z$, dòng điện pha phản ứng $I_{Uf} = 35,5A$.

Tính : Dòng điện dây phản ứng? P_1 ? ΔP ? η ? M_2 = ?

HD:

➤ Dòng điện dây của phản ứng:

$$I_{Ud} = \sqrt{3}xI_{Uf} = \sqrt{3}x35,5 = 61,5.A$$

➤ Công suất tiêu thụ điện của đơơ:

$$P_1 = \sqrt{3}xU_{1d}xI_{1d}xCos\varphi_1 = \sqrt{3}x415x61,5x0,7 = 30944,4.(W)$$

➤ Tổn hao đồng dây quấn phản ứng:

$$\Delta P_{CUU} = 3xR_U xI_{Uf}^2 = 3x0,5x35,5^2 = 1890.W$$

➤ Tổng tổn hao:

$$\Delta P = \Delta P_{C\text{omsf}.KT} + \Delta P_{CU.U} = 2000 + 1890 = 3890.W$$

➤ Công suất cơ (công suất định mức của Đơơ):

$$P_2 = P_{dm} = P_1 - \Delta P = 30944,4 - 3890 = 27054,4.W$$

➤ Hiệu suất của động cơ:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{27054,4}{30944,4} = 0,87$$

➤ Tốc độ của động cơ:

$$n = \frac{60f}{p} = \frac{60x50}{4} = 750(v/p)$$

➤ Momet quay của đơơ:

$$M = \frac{P_2}{\Omega} = \frac{P_2 x 60}{2\pi.n} = \frac{27054,4x60}{3x3,14x750} = 344,6.(N.m)$$

Bài 23:

Một đơ điện đồng bộ 3 pha đấu hình sao có các số liệu sau: $P_{dm} = 575$ KW, $U_{dm} = 6000$ V, $2p = 6$, $\cos \varphi = 1$, $f = 50$ Hz, $\eta = 0,95$.

Tính : a/ Moment quay của động cơ ? Dòng điện định mức ?

b/ Nếu moment cản chỉ đặt 75 % M_{dm} thì công suất phản kháng tối đa của Đơ có thể bù cho mạng là bao nhiêu ? Muốn đạt được điều đó phải làm như thế nào?

HD:

a/

➤ Tốc độ của động cơ:

$$n = \frac{60f}{p} = \frac{60 \times 50}{3} = 1000 \text{ (v / p)}$$

➤ Momet quay của đơ:

$$M = \frac{P_2}{\Omega} = \frac{P_2 \times 60}{2\pi \cdot n} = \frac{575000 \times 60}{3 \times 3,14 \times 1000} = 5493,6 \text{ (N.m)}$$

➤ Công suất tiêu thụ của động cơ:

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{575}{0,95} = 605 \text{ KW}$$

➤ Dòng điện định mức của Đơ:

$$I_{dm} = \frac{P_1}{\sqrt{3} \times U_{dm} \times \cos \varphi} = \frac{605 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 6000 \times 1} = 58,2 \text{ A}$$

b/

➤ Tổng tổn hao :

$$\Delta P = P_1 - P_2 = 605 - 575 = 30 \text{ KW}$$

➤ Công suất cơ khi moment cản $M_{Can} = 0,75 \cdot M_{dm}$:

$$P'_2 = 0,75 \times P_{dm} = 0,75 \times 575 = 431 \text{ KW}$$

➤ Công suất điện tiêu thụ lúc moment cản giảm còn 75%:

$$P'_1 = \Delta P + P'_2 = 431 + 30 = 461 \text{ KW}$$

- Công suất biểu kiến:

$$S_{dm} = \sqrt{3}xU_d x I_d = \sqrt{3}x6000x58,2 = 605.KVA$$

- Công suất phản kháng khi moment cản giảm còn 75%:

$$Q = \sqrt{S_{dm}^2 - P_1'^2} = \sqrt{605^2 - 461^2} = 391,8.KVAR$$

Kết luận: Muốn tăng công suất phản kháng thì phải tăng dòng điện kích từ của đơ.

Bài 24:

Một nhà máy điện tiêu thụ công suất điện $P_t = 700KW$, với $\cos \varphi_t = 0,7$. Nhà máy có thêm 1 tải cơ với $P_{co} = 100KW$. Để kéo và kết hợp với nâng cao $\cos \varphi_t$, người ta chọn 1 Đơ đồng bộ có hiệu suất $\eta = 0,88$. Xác định công suất biểu kiến của đơ S_{dm} ? để nâng hệ số công suất của nhà máy đạt $\cos \varphi = 0,8$.

HD:

- Công suất tiêu thụ của động cơ:

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{100}{0,88} = 113,6.KW$$

- Tổng công suất tiêu thụ của nhà máy:

$$\Sigma P = P_t + P_1 = 700 + 113,6 = 813,6.KW$$

- Công suất phản kháng trước khi có bù:

$$Q_t = P_t x \text{Tg} \varphi_t = P_t x \text{Tg} 45,57^\circ = 700 x 1,02 = 714.KVAR$$

- Công suất phản kháng của nhà máy khi có đơ bù:

$$\Sigma Q = \Sigma P x \text{Tg} \varphi' = 813,6 x \text{Tg} 36,87^\circ = 813,6 x 0,75 = 610,2.KVAR$$

- Công suất phản kháng của đơ bù:

$$Q_{DCBU} = \Sigma Q - Q_t = 610,2 - 714 = -103,8.KVAR$$

Dấu “ – “ chứng tỏ Đơ phát công suất phản kháng .

➤ Công suất biểu kiến của Đơ:

$$S_{DCBU} = \sqrt{P^2_1 + Q^2_{DCNBU}} = \sqrt{113,6^2 + (-103,8)^2} = 154.KVA$$

Vậy cần phải chọn Đơ bù có dung lượng định mức $S_{dm} \geq 154.KVA$

+++++

PHẦN III : MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

LÝ THUYẾT VỀ MÁY ĐIỆN 1 CHIỀU

1) SỨC ĐIỆN ĐỘNG PHẦN ỨNG :

$$E_U = \frac{Nxe}{2a} = \frac{N}{2.a} xBLV$$

$$V = \frac{\pi.D.n}{60} \quad \text{tốc độ dài}$$

$$D = \frac{2.P.\tau}{\pi} \quad \text{đường kính ngoài phần ứng}$$

$$\tau = \frac{\pi.D}{2.P} \quad \text{Bước cực từ}$$

$$\phi = \frac{\pi.D.L}{2.P} xB \Rightarrow B = \frac{2.P}{\pi.D.L} x\phi$$

$$\Rightarrow E_U = \frac{N}{2.a} x \frac{2.P\phi}{\pi.D.L} x \frac{L.\pi.D.n}{60} = \frac{N.P}{60.a} x\phi n$$

Đặt $K_E = \frac{N.P}{60.a}$ Được gọi là hệ số phụ thuộc cấu tạo dây quấn phản ứng. với: N là số thanh dẫn, a : số mạch nhánh //, p : là số đôi cực

Vậy ta có : $E_U = K_E \cdot \phi \cdot \omega n$

❖ SỨC ĐIỆN ĐỘNG PHẦN ỨNG VÀ DÒNG ĐIỆN PHẦN ỨNG CỦA MÁY PHÁT ĐIỆN DC:

➤ Sức điện động phần ứng :

Ta có : $U = E_U - I_U \cdot R_U \Rightarrow E_U = U + I_U \cdot R_U$

➤ Dòng điện phần ứng :

Ta có : $I_U = I + I_{KT}$

➤ Chú ý về dòng điện phần ứng và dòng kích từ đối với mỗi loại phát phát:

- Đối với máy phát kích từ // và kích từ hỗn hợp:

$$I_U = I + I_{KT}, U_{dm} = U_{KT}$$

- Đối với máy phát kích từ nối tiếp và kích từ độc lập:

$$I_U = I = I_{KT}, U_{dm} = U_{KT} = I_{KT} \cdot (R_{KT} + R_{DC})$$

❖ SỨC ĐIỆN ĐỘNG PHẦN ỨNG VÀ DÒNG ĐIỆN PHẦN ỨNG CỦA ĐỘNG CƠ ĐIỆN DC:

➤ Sức điện động phần ứng :

Ta có : $U = E_U + I_U \cdot R_U \Rightarrow E_U = U - I_U \cdot R_U$

➤ Dòng điện phần ứng :

Ta có : $I_U = I - I_{KT}$

2) CÔNG SUẤT ĐIỆN TỪ - MOMENT ĐIỆN TỪ:

➤ Công suất điện từ:

$$P_{dt} = E_U \cdot xI_U = K_E \cdot \phi \cdot n \cdot I_U$$

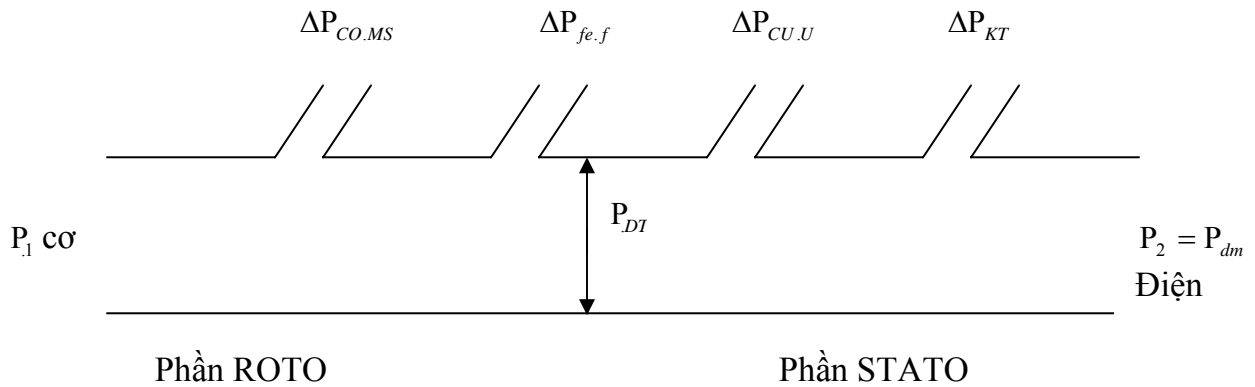
➤ Moment điện từ :

$$M_{dt} = \frac{P_{dt}}{\Omega} = \frac{N \cdot P}{2\pi \cdot a} \cdot x\phi \cdot I_U = K_M \cdot \phi \cdot xI_U$$

Với $K_M = \frac{N \cdot P}{2\pi \cdot a}$ là hệ số phụ thuộc và cấu tạo dây quấn.

3) QUÁ TRÌNH NĂNG LƯỢNG MÁY ĐIỆN DC:

a) Máy phát điện DC:



➤ Công suất cơ kéo máy phát :

$$P_1 = \Omega x M_1 = \Delta P_{co.ms.} + \Delta P_{fe.f} + P_{dt}$$

➤ Công suất định mức của máy phát (công suất điện):

$$P_{dm} = P_2 = U_{dm} \cdot xI_{dm}$$

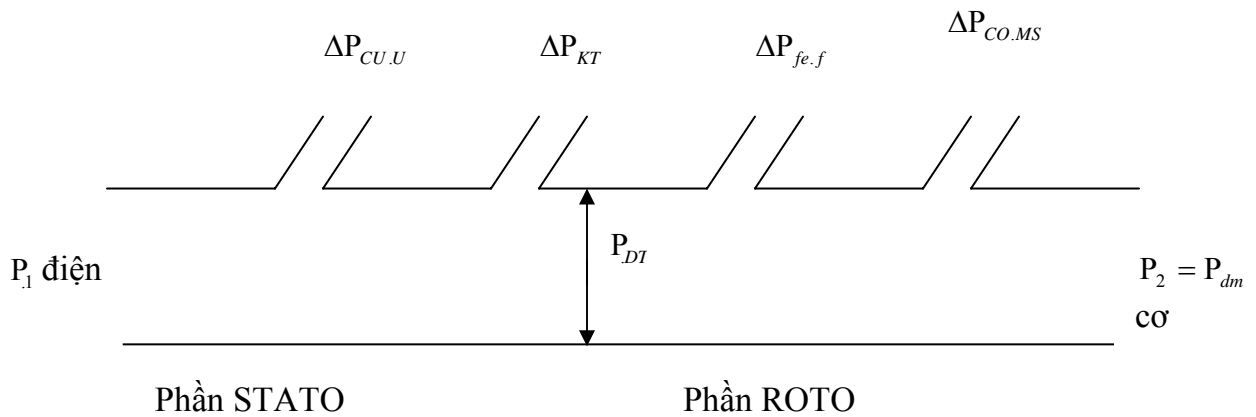
- Tổng hao đồng dây quấn phần ứng :

$$\Delta P_{CU.U} = R_U \cdot x I_U^2$$

- Tổng hao đồng dây quấn kích từ:

$$\Delta P_{CU.U} = R_{KT} \cdot x I_{KT}^2 = U_{KT} \cdot x I_{KT}$$

b) Động cơ điện DC:



- Công suất cơ có ích của động cơ (công suất định mức):

$$P_2 = \Omega x M_2 = P_{dt} - \Delta P_{co.ms.} - \Delta P_{fe.f}$$

- Công suất điện tiêu thụ của động cơ:

$$P_1 = U_{dm} \cdot x I_{dm} = U x (I_U + I_{KT})$$

- Công suất mạch phần ứng :

$$P_{P.U} = I_U \cdot x U = P_{dt} + \Delta P_{CU.U}$$

4) MỞ MÁY ĐỘNG CƠ ĐIỆN DC:

Các biện pháp mở máy :

- Mở máy trực tiếp :

$$\text{Ta có } I_{U.MO} = \frac{U}{R_U}$$

- Mở máy dùng điện trở mắc nối tiếp vào mạch phần ứng:

$$\text{Ta có : } I_{U.MO} = \frac{U}{R_U + R_{MO}}$$

- Mở máy bằng cách giảm điện áp

5) ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ DC:

$$\text{Ta có : } n = \frac{U - R_U \cdot I_U}{K_E \cdot \phi}$$

Các phương pháp điều chỉnh tốc độ của động cơ DC:

- Mắc nối tiếp thêm điện trở phụ vào mạch phần ứng
- Thay đổi điện áp
- Thay đổi dòng kích từ.

- Lúc định mức :

$$\text{Ta có : } E_U = U - R_U \cdot I_U \quad (1)$$

- Lúc có R_f :

$$E'_U = U - (R_U + R_f) \cdot I_U \quad (2)$$

Vì từ thông không đổi , sức điện động phần ứng : $E_U = K_E \cdot \phi \cdot n$ tỉ lệ thuận với tốc độ .

$$\text{Từ (1) và (2) ta có : } \frac{E_U}{E'_U} = \frac{U - R_U \cdot I_U}{U - I_U \cdot (R_U + R_f)} = \frac{n}{n'} \quad (3)$$

- Từ (3) ta có 2 bài toán :

Cho R_f tìm tốc độ nhân tạo n_{nt} ?
Cho tốc độ nhân tạo n_{nt} tìm R_f ?

6) BÀI TOÁN VỀ TỈ LỆ MOMENT CỦA ĐCƠ DC:

Tính : $\frac{M'}{M_{dm}} = ?$

Lập luận : Vì từ thông không đổi ta có : $M = K_M \cdot \phi \cdot I_U$ tỉ lệ thuận với dòng điện phần ứng .

➤ Lúc định mức ta có :

$$I_{U.dm} = I - I_{KT}$$

➤ Lúc nhân tạo ta có :

$$I'_U = I' - I_{KT}$$

Vậy ta có tỉ số : $\frac{M'}{M_{dm}} = \frac{I'_U}{I_{U.dm}}$

BÀI TẬP Ví dụ

Bài 25:

Một máy phát điện DC kích từ song song có các số liệu sau :

$$P_{dm} = 25 \text{ KW} , U_{dm} = 115 \text{ V} , R_{KT//} = 12,5 \Omega , R_U = 0,0238 \Omega ,$$

$$a = 2 , p = 2 , N = 3000 , n = 1300 \text{ (v / p)} .$$

a/ Xác định: E_U ? , ϕ = ?

b/ Giả sử dòng điện I_{KT} không đổi , bỏ qua phản ứng phần ứng . Hãy xác định điện áp đầu cực của máy phát khi giảm dòng điện xuống còn $I = 80,8 \text{ A}$

HD:

a/

➤ Dòng điện định mức của máy phát:

$$I_{dm} = \frac{P_{dm}}{U_{dm}} = \frac{25000}{115} = 217,4 \text{ A}$$

➤ Dòng điện kích từ // :

$$I_{KT} = \frac{U_{dm}}{R_{KT}} = \frac{115}{12,5} = 9,2.A$$

➤ Dòng điện phần ứng:

$$\text{Ta có : } I_U = I + I_{KT} = 217,4 + 9,2 = 226,6.A$$

➤ Sức điện động phần ứng :

$$\text{Ta có : } U = E_U - I_U \cdot xR_U \Rightarrow E_U = U + I_U \cdot xR_U = 115 + 226,6 \cdot 0,0238 = 120,4.V$$

➤ Từ thông của máy phát :

$$\text{Ta có : } E_U = \frac{N \cdot P}{60 \cdot x a} \cdot x n \cdot \phi \Rightarrow \phi = \frac{60 \cdot a}{N \cdot P \cdot n} \cdot x E_U = \frac{60 \cdot 2 \cdot 120,4}{300 \cdot 2 \cdot 1300} = 0,0185.Wb$$

b/

➤ Dòng điện phần ứng khi dòng điện giảm xuống còn $I' = 80,8.A$:

$$I'_U = I' + I_{KT} = 80,8 + 9,2 = 90.A$$

➤ Điện áp đầu cực của máy phát lúc đó :

$$U' = E_U - I'_U \cdot xR_U = 120,4 - 90 \cdot 0,0238 = 118,3.V$$

Bài 26:

Một máy phát điện DC kích từ song song có các số liệu sau : $U_{dm} = 115V$,
 $R_{KT//} = 19\Omega$, $R_U = 0,0735\Omega$, cung cấp dòng điện tải $I_t = 98,3.A$ cho tải
 $\Delta P_{Co.fe.f} = 4\% \cdot P_{dm}$.

a/ Xác định: E_U ? , $\eta = ?$ ở chế độ tải trên.

b/ Tính dòng điện ngắn mạch khi ngắn mạch 2 đầu cực của máy phát?
Cho biết từ thông dư bằng 3% từ thông của máy phát ở chế độ tải trên, và tốc độ của máy không đổi.

HD:

a/

➤ Dòng điện kích từ // :

$$I_{KT} = \frac{U_{dm}}{R_{KT}} = \frac{115}{19} = 6,05.A$$

➤ Dòng điện phản ứng:

$$\text{Ta có : } I_U = I_t + I_{KT} = 98,3 + 6,05 = 104,35.A$$

➤ Sức điện động phản ứng :

$$\text{Ta có: } U = E_U - I_U \cdot xR_U \Rightarrow E_U = U + I_U \cdot xR_U = 115 + 104,35 \cdot 0,0735 = 122,67.V$$

➤ Công suất định mức của máy phát:

$$P_{dm} = P_2 = I_t \cdot xU_{dm} = 98,3 \cdot 115 = 11304,5.W$$

➤ Tổn hao dây đồng phản ứng :

$$\Delta P_{CU.U} = R_U \cdot xI_U^2 = 0,0735 \cdot 104,35^2 = 800,3.W$$

➤ Tổn hao dây quấn kích từ:

$$\Delta P_{KT} = R_{KT} \cdot xI_{KT}^2 = 19 \cdot 6,05^2 = 695,45.W$$

➤ Tổn hao cơ ,sắt phụ:

$$\text{Ta có : } \Delta P_{Co.fe.f} = 4\% \cdot P_{dm} = 0,4 \cdot 11304,5 = 452,18.W$$

➤ Tổng tổn hao:

$$\Delta P = \Delta P_{Co.fe.f} + \Delta P_{CU.U} + \Delta P_{KT} = 452,18 + 800,3 + 695,45 = 1947,93.W$$

➤ Hiệu suất của máy phát :

$$\eta = \frac{P_{dm}}{P_{dm} + \Delta P} = \frac{11304,5}{11304,5 + 1947,93} = 0,85$$

b/

➤ Ta có phương điện áp của máy phát:

$$U = E_U - I_U \cdot R_U \Rightarrow I_U = \frac{E_U - U}{R_U} \quad (1)$$

Lúc ngắn mạch 2 đầu cực thì $U = 0.V$

$$\text{Từ (1)} \Rightarrow I_U = \frac{E_U}{R_U}$$

Do từ thông dư $\phi_{du} = 3\% \cdot \phi_{dm}$

$$\Rightarrow E_{U, nm} = 3\% \cdot E_{U, dm} = 0,03 \cdot 122,67 = 3,68.V$$

Vậy dòng điện lúc ngắn mạch 2 đầu cực máy phát:

$$I_{U, nm} = \frac{E_{U, nm}}{R_U} = \frac{3,68}{0,0735} = 50,7.A$$

Nhận xét : ở máy phát điện DC từ // , dòng điện ngắn mạch nhỏ hơn dòng điện định mức .

Bài 27:

Một máy phát điện DC kích từ song song có các số liệu sau : $U_{dm} = 240V$,
 $R_{KT //} = 60\Omega$, $R_U = 0,15\Omega$,
 cung cấp dòng điện tải $I_{tdm} = 30.A$ cho tải $\Delta P_{Co.ms} = 200.W$, $\Delta P_{fe.f} = 250.W$

a/ Xác định: P_{dm} ? , $\eta = ?$ ở chế độ tải trên.

b/ Tính tốc độ của máy phát ? Biết moment định mức $M_{dm} = 50 N.m$

c/ Nếu máy chỉ tải $I'_t = 20.A$, thì điện áp đầu cực máy phát là bao nhiêu ?

HD:

a/

➤ Công suất định mức của máy phát:

$$P_{dm} = U_{dm} \cdot I_{tdm} = 240 \cdot 30 = 7200.W$$

➤ Dòng điện kích từ // :

$$I_{KT} = \frac{U_{dm}}{R_{KT //}} = \frac{240}{60} = 4.A$$

➤ Dòng điện phản ứng:

Ta có : $I_U = I_{tdm} + I_{KT//} = 30 + 4 = 34.A$

➤ Tổn hao dây đồng phản ứng :

$$\Delta P_{CU.U} = R_U \cdot x I_U^2 = 0,15 \cdot 34^2 = 173,4.W$$

➤ Tổn hao dây quấn kích từ:

$$\Delta P_{KT} = R_{KT} \cdot x I_{KT}^2 = 60 \cdot 4^2 = 960.W$$

➤ Tổng tổn hao:

$$\Delta P = \Delta P_{CO.ms} + \Delta P_{fe.f} + \Delta P_{CU.U} + \Delta P_{KT} = 200 + 250 + 173,4 + 960 = 1583,4.W$$

➤ Hiệu suất của máy phát :

$$\eta = \frac{P_{dm}}{P_{dm} + \Delta P} = \frac{7200}{7200 + 1583,4} = 0,82$$

b/

➤ Công suất cơ của máy phát :

$$P_1 = P_2 + \Delta P = 7200 + 1583,4 = 8783,4.W$$

➤ Tốc độ của máy phát khi $M_{dm} = 50.N.m$:

$$\text{Ta có : } P_{dm} = \Omega \cdot M_{dm} = \frac{2\pi \cdot n}{60} \cdot x M_{dm} \Rightarrow n = \frac{60 \cdot x P_{dm}}{2\pi \cdot x M_{dm}} = \frac{60 \cdot 7200}{2 \cdot 3,14 \cdot 50} = 1375.(v/p)$$

c/

➤ Dòng điện phản ứng khi dòng điện giảm xuống còn $I' = 20.A$:

$$I'_U = I' + I_{KT} = 20 + 4 = 24.A$$

➤ Sức điện động phản ứng khi $I_t = 30.A$:

$$\text{Ta có : } U = E_U - I_U \cdot x R_U \Rightarrow E_U = U + I_U \cdot x R_U = 240 + 34 \cdot 0,15 = 244,5.V$$

➤ Điện áp đầu cực của máy phát lúc $I' = 20.A$:

$$U' = E_U - I'_U \times R_U = 244,5 - 24 \times 0,15 = 240,9.V$$

Bài 28:

Một đơơ DC từ hỗn hợp có : $U_{dm} = 220V$, $R_{KT//} = 50\Omega$, $\eta = 0,905$,
 $I_{dm} = 502.A$, $\Delta P_{co.fe.f} = 4136.W$.

Tính : Công suất điện tiêu thụ của đơơ ? Công suất định mức ? Tổng tổn hao dây quấn phản ứng và từ nối tiếp ?

HD:

➤ Công suất tiêu thụ điện của đơơ:

$$P_1 = U_{dm} \times I_{dm} = 220 \times 502 = 110,44.KW$$

➤ Công suất định mức của đơơ:

$$Ta\ có : P_{dm} = P_2 = \eta \times P_1 = 0,905 \times 110,44 = 99,95.KW$$

➤ Tổng tổn hao:

$$\Delta P = P_1 - P_2 = 110,44 - 99,95 = 10,49.KW = 10490.W$$

➤ Tổn hao dây quấn từ song song:

$$\Delta P_{KT//} = R_{KT//} \times I_{KT//}^2 = R_{KT//} \times \left(\frac{U_{dm}}{R_{KT//}} \right)^2 = 50 \times \left(\frac{220}{50} \right)^2 = 968.W$$

➤ Tổn hao dây quấn phản ứng và từ nối tiếp:

$$Ta\ có : \Delta P_{CU.U.KTNT} = \Delta P - \Delta P_{KT//} - \Delta P_{co.fe.f} = 10490 - 968 - 4136 = 5386.W$$

Bài 29:

Một đơơ DC từ hỗn hợp có : $U_{dm} = 220V$, $R_{KT//} = 338\Omega$,
 $(R_U + R_{KTNT}) = 0,17\Omega$, $I_{dm} = 94.A$, $a = 1$, $p = 2$, $N = 372$, $n = 1100.(v / p)$.

Tính : E_U ? , ϕ ? , $P_{dt} = ?$ $M_{dt} = ?$

HD:

➤ Dòng điện kích từ // :

$$I_{KT//} = \frac{U_{dm}}{R_{KT//}} = \frac{220}{338} = 0,65.A$$

➤ Dòng điện phản ứng:

Ta có : $I_U = I - I_{KT//} = 94 - 0,65 = 93,35.A$

➤ Sức điện động phản ứng :

Ta có : $U = E_U + I_U \cdot R_U \Rightarrow E_U = U - I_U \cdot R_U = 220 - 93,35 \cdot 0,17 = 204..V$

➤ Từ thông của đơơ :

Ta có : $E_U = \frac{N \cdot P}{60 \cdot a} \cdot n \cdot x \cdot \phi \Rightarrow \phi = \frac{60 \cdot a}{N \cdot P \cdot n} \cdot x \cdot E_U = \frac{60 \cdot x \cdot 204}{372 \cdot x \cdot 2 \cdot x \cdot 1100} = 0,015.Wb$

➤ Công suất điện từ của đơơ:

Ta có : $P_{dt} = E_U \cdot I_U = 204 \cdot 93,35 = 19043,4.W$

➤ Moment điện từ của đơơ:

Ta có : $M_{dt} = \frac{P_{dt}}{\Omega} = \frac{P_{dt} \cdot 60}{2 \pi \cdot n} = \frac{19043,4 \cdot 60}{2 \cdot x \cdot 3,14 \cdot x \cdot 1100} = 165,8.(N.m)$

Hoặc ta có : $M_{dt} = \frac{N \cdot P}{2 \pi \cdot a} \cdot x \cdot I_U \cdot x \cdot \phi = \frac{372 \cdot x \cdot 2}{2 \cdot x \cdot 3,14 \cdot x \cdot 1} \cdot x \cdot 93,35 \cdot x \cdot 0,015 = 165,8.(N.m)$

Bài 30:

Một đơơ DC từ nối tiếp có : $U_{dm} = 110V$, ,
 $(R_U + R_{KTNT}) = 0,282\Omega$, $I_{dm} = 26,6A$.

Tính : Dòng điện mở máy trực tiếp ? Điện trở mở máy mắc thêm vào mạch phản ứng để $I_{mở} = 2I_{dm}$?

HD:

➤ Dòng điện mở máy trực tiếp:

$$I_{moTT} = \frac{U_{dm}}{R_U + R_{KTNT}} = \frac{110}{0,282} = 390.A$$

➤ Điện trở mở máy mắc thêm vào mạch phần ứng $I_{m\ddot{o}} = 2I_{dm}$:
Ta có dòng điện mở máy khi có thêm điện trở mở máy mắc nối tiếp vào mạch phần ứng :

$$I_{moBT} = \frac{U_{dm}}{R_U + R_{KTNT} + R_{mo}} = 2xI_{dm} \Rightarrow R_{mo} = \frac{U}{2xI_{dm}} - (R_U + R_{KTNT})$$

$$\Rightarrow R_{mo} = \frac{110}{2x26,6} - 0,282 = 1,786.\Omega$$

Bài 31:

Một máy phát điện DC kích từ song song có các số liệu sau : $U_{dm} = 230V$,
 $I_{KT} = 1.A$, $R_U = 0,7\Omega$, tốc độ quay của máy phát $n = 1000$ (vòng/phút)

$$I_{dm} = 29.A$$

a/ Xác định: E_U ? , η = ? Biết cho $\Delta P_{Co.fe.f} = 430.W$..

b/ Tính dòng điện ngắn mạch khi ngắn mạch 2 đầu cực của máy phát?
Cho biết từ thông dư bằng 7% từ thông của máy phát , và moment định mức ?.

HD:

➤ Dòng điện phần ứng:

$$\text{Ta có : } I_U = I_{dm} + I_{KT} = 29 + 1 = 30.A$$

➤ Sức điện động phần ứng :

$$\text{Ta có : } U = E_U - I_U x R_U \Rightarrow E_U = U + I_U x R_U = 230 + 30 x 0,7 = 251.V$$

➤ Công suất định mức của máy phát:

$$P_{dm} = P_2 = I_{dm} x U_{dm} = 29 x 230 = 6670.W$$

➤ Tổn hao dây đồng phần ứng :

$$\Delta P_{CU,U} = R_U \cdot x I_U^2 = 0,7 \times 30^2 = 630.W$$

➤ Tổn hao dây quấn kích từ:

$$\Delta P_{KT} = R_{KT} \cdot x I_{KT}^2 = U_{dm} \cdot x I_{KT} = 230 \times 1 = 230.W$$

➤ Tổng tổn hao:

$$\Delta P = \Delta P_{CO.fe.f} + \Delta P_{CU,U} + \Delta P_{KT} = 430 + 630 + 230 = 1290.W$$

➤ Hiệu suất của máy phát :

$$\eta = \frac{P_{dm}}{P_{dm} + \Delta P} = \frac{6670}{6670 + 1290} = 0,84$$

➤ Moment định mức của máy phát :

$$M_{dm} = \frac{P_{dm}}{\Omega} = \frac{P_{dm} \cdot 60}{2\pi \cdot n} = \frac{6670 \cdot 60}{2 \times 3,14 \times 1000} = 63,7.(N.m)$$

➤ Ta có phương điện áp của máy phát:

$$U = E_U - I_U \cdot x R_U \Rightarrow I_U = \frac{E_U - U}{R_U} \quad (1)$$

Lúc ngắn mạch 2 đầu cực thì $U = 0.V$

$$\text{Từ (1)} \Rightarrow I_U = \frac{E_U}{R_U}$$

Do từ thông dư $\phi_{du} = 7\% \cdot x \phi_{dm}$

$$\Rightarrow E_{U.nm} = 7\% \cdot x E_{U.dm} = 0,07 \times 251 = 17,57.V$$

Vậy dòng điện lúc ngắn mạch 2 đầu cực máy phát:

$$I_{U.nm} = \frac{E_{U.nm}}{R_U} = \frac{17,57}{0,7} = 25,1.A$$

Bài 32:

Một máy Đơơ điện DC kích từ song song có các số liệu sau : $P_{dm} = 12KW$, $U_{dm} = 220V$, $I_{KT//} = 2.A$, $R_U = 0,281.\Omega$, $n_{dm} = 685$ (vòng/phút). Động cơ kéo tải có moment cản không đổi . Để giảm tốc độ đơơ người ta dùng 2 phương pháp :

a/ Thêm điện trở phụ $R_f = 0,7.\Omega$ mắc vào mạch phản ứng . Tính tốc độ và hiệu suất của Đơơ trong trường hợp này ?

b/ Giảm điện áp đặt vào đơơ , tính tốc độ và hiệu suất của đơơ khi $U' = 176,6V$? (Bỏ qua tổn hao cơ và phụ trong 2 trường hợp trên , và giữ từ thông không đổi .) Nhận xét về 2 trường hợp trên .

HD:

- Các thông số định mức của đơơ:
- Dòng điện phản ứng:

$$\text{Ta có : } I_U = I_{dm} - I_{KT//} = 64 - 2 = 62.A$$

- Sức điện động phản ứng :

$$\text{Ta có : } U = E_U + I_U \cdot R_U \Rightarrow E_U = U - I_U \cdot R_U = 220 - 62 \cdot 0,281 = 202,6.V$$

a/

- Tính tốc độ của đơơ khi thêm điện trở phụ $R_f = 0,7.\Omega$ mắc vào mạch phản ứng:

Cách 1:

$$\text{Từ công thức : } n_{dm} = \frac{U_{dm} - I_U \cdot R_U}{K_E \phi} \Rightarrow K_E \phi = \frac{E_U}{n_{dm}} = \frac{202,6}{685} = 0,296$$

Theo đề bài vì từ thông không đổi do đó ta có tốc độ khi thêm điện trở phụ $R_f = 0,7.\Omega$ mắc vào mạch phản ứng:

$$n_{dm} = \frac{U_{dm} - I_U \cdot (R_U + R_f)}{K_E \phi} = \frac{220 - 62 \cdot (0,281 + 0,7)}{0,296} = 538.(v / p)$$

Cách 2: Nếu bỏ qua tổn hao cơ và phụ moment cơ trên trục đơơ bằng moment điện từ , có nghĩa là:

$$M_{dt} = M_2 = K_M \phi I_U$$

Và do từ thông không đổi và dòng điện phản ứng không đổi nên khi thêm điện trở phụ $R_f = 0,7.\Omega$ vào mạch phản ứng thì sức điện động phản ứng tính như sau:

$$E'_U = U - I_x(R_U + R_f) = 220 - 62x(0,281 + 0,7) = 159,2.V$$

Vì từ thông không đổi nên sức điện động tỉ lệ thuận với tốc độ

$$\text{Ta có: } \frac{n'}{n_{dm}} = \frac{E'_U}{E_{Udm}} \Rightarrow n' = n_{dm} x \frac{E'_U}{E_{Udm}} = 685 x \frac{159,2}{202,6} = 538.(v/p)$$

➤ Moment định mức của đơơ :

$$M_{dm} = \frac{P_{dm}}{\Omega} = \frac{P_{dm} x 60}{2\pi.n} = \frac{12000 x 60}{2x3,14x685} = 167,3.(N.m)$$

➤ Công suất cơ có ích khi $n' = 538.(v/p)$:

$$\text{Ta có : } M_2 = \frac{P'_2}{\Omega} \Rightarrow P'_2 = M_2 x \Omega' = M_2 x \frac{2\pi.n'}{60} = 167,3 x \frac{2x3,14x538}{60} = 9425.(W)$$

➤ Hiệu suất của đơơ trong trường hợp này:

$$\eta = \frac{P'_2}{P_1} = \frac{P'_2}{U_{dm} x I_{dm}} = \frac{9425}{220 x 64} = 0,67$$

b/

➤ Khi điện áp đặt vào đơơ giảm xuống còn $U' = 176,6.V$ sức điện động lúc đó là:

$$E'_U = U' - I_U x R_U = 176,6 - 62 x 0,281 = 159,2.V$$

➤ Tốc độ đơơ lúc đó :

$$\frac{n'}{n_{dm}} = \frac{E'_U}{E_{Udm}} \Rightarrow n' = n_{dm} x \frac{E'_U}{E_{Udm}} = 685 x \frac{159,2}{202,6} = 538.(v/p)$$

➤ Công suất tiêu thụ điện của đơơ lúc đó là:

$$P'_1 = U' x I_{dm} = 176,6 x 64 = 11302.W$$

➤ Công suất cơ có ích khi $n' = 538.(v/p)$:

$$\text{Ta có : } M_2 = \frac{P'_2}{\Omega} \Rightarrow P'_2 = M_2 x \Omega' = M_2 x \frac{2\pi.n'}{60} = 167,3 x \frac{2x3,14x538}{60} = 9425.(W)$$

- Hiệu suất của đơ trong trường hợp này:

$$\eta = \frac{P'_2}{P'_1} = \frac{9425}{11302} = 0,834$$

Kết luận : so sánh trường hợp a và b , ta thấy rằng phương pháp dùng biến trở mắc nối tiếp vào mạch phần ứng có hiệu suất thấp hơn nhiều so với phương pháp giảm điện áp đặt vào đơ.

Bài 33:

Một máy phát điện DC kích từ song song có các số liệu sau :
 $P_{dm} = 7,5.KW$, $U_{dm} = 230V$, $R_{KT//} = 191,7\Omega$, $R_U = 0,54\Omega$, $n_{Fdm} = 1450.(v/p)$.Điện áp rơi trên chổi than $U_{TX} = 2.V$. Máy phát sử dụng ở chế độ động cơ với $U = 220V$, quay với tốc độ $n_{DC} = 1162.(v/p)$. Xác định công suất tiêu thụ của đơ ? công suất có ích của đơ ? Biết từ thông ở 2 chế độ như nhau.

HD:

- ❖ Xét ở chế độ máy phát :

- Dòng điện định mức của máy phát:

$$I_{dm.MF} = \frac{P_{dm}}{U_{dm}} = \frac{7500}{230} = 32,6.A$$

- Dòng điện kích từ // :

$$I_{KT//} = \frac{U_{dm}}{R_{KT//}} = \frac{230}{191,7} = 1,2.A$$

- Dòng điện phần ứng:

Ta có : $I_{UMF} = I_{dm} + I_{KT} = 32,6 + 1,2 = 33,8.A$

- Sức điện động phần ứng :

Ta có : $E_{UMF} = U_{dm} + I_{UMF} \cdot R_U + U_{TX} = 230 + 33,8 \cdot 0,54 + 2 = 250,3.V$

- ❖ Xét ở chế độ động cơ với $U = 220V$:

- Sức điện động phần ứng của động cơ :

Vì từ thông 2 trường hợp như nhau (không đổi), do đó sức điện động phần ứng tỉ lệ thuận với tốc độ:

$$\text{Ta có : } \frac{E_{U.DC}}{E_{U.MF}} = \frac{n_{DC}}{n_{MF}} \Rightarrow E_{U.DC} = \frac{n_{DC} \times E_{U.MF}}{n_{MF}} = \frac{1162 \times 250,3}{1450} = 200,6.V$$

➤ Dòng điện phần ứng ở chế độ đơ :

$$I_{U.DC} = \frac{U_{DC} - E_{U.DC} - U_{TX}}{R_U} = \frac{220 - 200,6 - 2}{0,54} = 32,2.A$$

➤ Dòng điện kích từ // của đơ :

$$I_{KT//.DC} = \frac{U_{DC}}{R_{KT//}} = \frac{220}{191,7} = 1,15.A$$

➤ Dòng điện tải của đơ:

$$I_t = I_{U.DC} + I_{KT//.DC} = 32,2 + 1,15 = 33,35.A$$

➤ Công suất tiêu thụ điện ở chế độ đơ:

$$P_{1.DC} = I_t \times U_{DC} = 33,35 \times 220 = 7337.W$$

➤ Công suất cơ có ích ở chế độ đơ:

$$P_{2.DC} = P_{1.DC} \times \eta = 7337 \times 0,825 = 6035.W$$

Bài 34:

Một máy Đơ điện DC kích từ song song có các số liệu sau : $P_{dm} = 10KW$, $U_{dm} = 220V$, $I_{KT//} = 2,26A$, $R_U = 0,178.\Omega$, $\eta = 0,86$.

Tính : Dòng điện mở máy trực tiếp và Dòng điện mở máy khi thêm điện trở mở để dòng $I_{mở} = 2.I_{dm}$. Tính điện trở thêm vào khi mở máy có biến trở.

HD:

➤ Công suất tiêu thụ điện của đơ:

$$P_1 = \frac{P_{dm}}{\eta} = \frac{10000}{0,86} = 11628.W$$

➤ Dòng điện định mức của đơ:

$$I_{dm} = \frac{P_1}{U_{dm}} = \frac{11628}{220} = 52,8.A$$

➤ Dòng điện mở máy trực tiếp:

$$I_{moTT} = \frac{U_{dm}}{R_U} = \frac{220}{0,178} = 1236.A$$

➤ Dòng điện mở máy khi mắc thêm vào mạch phản ứng $I_{m\acute{o}} = 2I_{dm}$:
Ta có dòng điện mở máy khi có thêm điện trở mở máy mắc nối tiếp vào mạch phản ứng :

$$I_{moBT} = \frac{U_{dm}}{R_U + R_{mo}} = 2xI_{dm} \Rightarrow R_{mo} = \frac{U}{2xI_{dm}} - R_U = \frac{220}{2x52,8} - 0,178 = 1,9.\Omega$$

Bài 35:

Một đơ điện DC kích từ song song 10 sức ngựa (10 HP) có :
 $U_{dm} = 230V$, $R_{KT//} = 288.\Omega$, $R_U = 0,35.\Omega$, $I_U = 1,6.A$ thì $n = 1040.(v/p)$.
Muốn cho dòng điện mạch ngoài $I = 40,8.A$ và $n = 600.(v/p)$.

Hỏi:

a/ Trị số điện trở cần thêm vào mạch phản ứng ? cho rằng khi tải thay đổi thì từ thông không đổi.

b/ Với điện trở đó nếu $I' = 22,8.A$ thì tốc độ của đơ bằng bao nhiêu ?

c/ Nếu $I_{dm} = 38,5.A$ hãy tính M/M_{dm} ? trong cả 2 trường hợp ở câu a và b .

d/ Công suất đưa vào đơ điện ? Công suất mạch phản ứng ? công suất phần cơ ? khi $I = 40,8.A$.

HD:

a/

➤ Sức điện động phản ứng của đơ khi $I_U = 1,6.A$:

$$\text{Ta có : } U = E_U + I_U x R_U \Rightarrow E_U = U - I_U x R_U = 230 - 1,6x0,35 = 229,44.V$$

➤ Dòng điện phản ứng lúc $I = 40,8.A$:

$$I'_U = I - I_{KT//} = 40,8 - \left(\frac{U_{dm}}{R_{KT//}} \right) = 40,8 - \left(\frac{230}{288} \right) = 40.A$$

- Sức điện động phần ứng khi $I'_U = 40.A$ và có mắc thêm $R_{mở}$ vào mạch phần ứng:

$$E'_U = U - I'_U x(R_U + R_{mở})$$

- Theo bài ra từ thông không đổi ta có : $E_U = K_E \cdot \phi \cdot n$ chỉ phụ thuộc vào tốc độ rotor.

$$\text{Do đó ta có : } \frac{n'}{n_{dm}} = \frac{E'_U}{E_{Udm}} \Rightarrow E'_U = E_U x \frac{n'}{n_{dm}} = 229,44 x \frac{600}{1040} = 132,37.V$$

Mặt khác ta có:

$$E'_U = U - I'_U x(R_U + R_{mở}) = 132,37 \Rightarrow R_{mở} = \frac{U - 132,37}{I'_U} - R_U$$

$$\Leftrightarrow R_{mở} = \frac{230 - 132,37}{40} - 0,35 = 2,1.\Omega$$

Vậy giá trị điện trở máy cần thêm vào mạch phần ứng là

$$R_{mở} = 2,1.\Omega$$

b/ Với $R_{mở} = 2,1.\Omega$, và $I' = 22,8.A$

- Dòng điện phần ứng lúc $I' = 22,8.A$

$$I''_U = I - I_{KT//} = 22,8 - \left(\frac{U_{dm}}{R_{KT//}} \right) = 22,8 - \left(\frac{230}{288} \right) = 22.A$$

- Sức điện động phần ứng khi $I''_U = 22.A$ và có mắc thêm $R_{mở}$ vào mạch phần ứng:

$$E''_U = U - I''_U x(R_U + R_{mở}) = 230 - 22x(0,35 + 2,1) = 176,1.V$$

- Theo bài ra từ thông không đổi ta có : $E_U = K_E \cdot \phi \cdot n$ chỉ phụ thuộc vào tốc độ rotor.

$$\text{Do đó ta có : } \frac{n''}{n'} = \frac{E''_U}{E'_U} \Rightarrow n'' = n' x \frac{E''_U}{E'_U} = 600 x \frac{176,1}{132,37} = 798.(v/p)$$

c/

Vì theo bài ra từ thông không đổi ta có : $M_{dt} = K_M \cdot \phi \cdot I_U$ chỉ phụ thuộc vào dòng điện phần ứng.

Ta có dòng điện phần ứng với $I_{dm} = 38,5.A$:

$$I_{Udm} = I - I_{KT//} = 38,5 - 0,8 = 37,7.A$$

- Trường hợp ở câu a với $I'_U = 40.A$

Theo lý luận ta có : $\frac{M'}{M_{dm}} = \frac{I'_U}{I_U} = \frac{40}{37,7} = 1,06$

➤ Trường hợp ở câu b với $I'_U = 22.A$

Theo lý luận ta có : $\frac{M''}{M_{dm}} = \frac{I''_U}{I_U} = \frac{22}{37,7} = 0,58$

d/

➤ Công suất đưa vào đơ:

$$P_1 = U_{dm} \times I_{dm} = 230 \times 40,8 = 9384.W$$

➤ Công suất mạch phản ứng:

$$P_{P.U} = U_{dm} \times I_{Udm} = 230 \times 40 = 9200.W$$

$$\text{Hoặc } P_{P.U} = P_{dt} + \Delta P_{CU.U} = P_1 - R_{KT} \times I_{KT}^2 = 9384 - 288 \times 0,8^2 = 9200.W$$

➤ Công suất phần cơ :

$$P_{P.CO} = P_{P.U} - I_{U.dm}^2 \times (R_U + R_{mo}) = 9200 - 40^2 \times 2,45 = 5280.W$$

Bài 36:

Một máy phát điện DC kích từ song song có các số liệu sau : $U_{dm} = 115.V$, $P_{dm} = 27.KW$, $I_{KT} = 5.A$, $R_U = 0,02\Omega$, tốc độ quay của máy phát $n = 1150$ (vòng/phút), $\eta_{dm} = 0,86$, $2\Delta U_{TX} = 2.V$.

a/ Nếu đem dùng như một đơ điện (bỏ qua phản ứng phần ứng), với $U_{dm} = 110.V$, $P_{dm} = 25.KW$, $\eta_{DC} = 0,86$. Hãy tính tốc độ n ? của đơ .

b/ Sự biến đổi tốc độ từ đầy đến không tải .

HD:

a/

❖ Khi làm việc ở chế độ máy phát :

➤ Dòng điện phản ứng của MF:

$$I_{U.F} = \frac{P_{dm.F}}{U_{dm.F}} + I_{KT} = \frac{27000}{115} + 5 = 240.A$$

➤ Sức điện động phần ứng máy phát :

$$\text{Ta có : } E_{UMF} = U_{dm.F} + I_{U.F} \times R_U + 2\Delta U_{TX} = 115 + 240 \times 0,02 + 2 = 121,8.V$$

❖ Khi làm việc ở chế độ động cơ :

➤ Dòng điện phần ứng của đơơ :

$$I_{U.DC} = \frac{P_{dm.DC}}{\eta \times U_{dm.DC}} - I_{KT.DC} = \frac{25000}{0,86 \times 110} - 5 \times \frac{110}{115} = 259,5.A$$

➤ Sức điện động phần ứng động cơ :

$$\text{Ta có : } E_{UM.DC} = U_{dm.DC} - I_{U.DC} \times R_U - 2\Delta U_{TX} = 110 + 259,5 \times 0,02 - 2 = 102,8.V$$

➤ Lập tỉ số giữ sđđ của MF và ĐC :

$$\frac{E_{UDC}}{E_{U.MF}} = \frac{K_E \cdot \phi_{DC} \cdot n_{DC}}{K_E \cdot \phi_{MF} \cdot n_{MF}} = \frac{102,8}{121,8} \quad (1)$$

Mác khác theo giả thuyết vì bỏ qua phản ứng phần ứng nên ta có :

$$\frac{\phi_{DC}}{\phi_{MF}} = \frac{I_{KT.DC}}{I_{KT.MF}} = \frac{4,8}{5} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta suy ra tốc độ của động cơ như sau:

$$\frac{E_{U.DC}}{E_{U.MF}} = \frac{4,8 \times n_{DC}}{5 \times n_{MF}} = \frac{102,8}{121,8} \Rightarrow n_{DC} = \frac{102,8 \times 5}{4,8 \times 121,8} \times n_{MF} = \frac{102,8 \times 5 \times 1150}{121,8 \times 4,8} = 1011.(v/p)$$

b/

➤ Khi làm việc ở chế độ không tải:

$$I_{U.DC} = 0, \text{ nên } E_{UO.DC} = U_{dm.DC} = K_E \phi_{DC} \times n_{O.DC}$$

➤ Tốc độ của đơơ đến khi không tải :

$$\text{Ta có : } \frac{E_{UO.DC}}{E_{U.DC}} = \frac{n_{ODC}}{n_{DC}} = \frac{110}{102,8} \Rightarrow n_{O.DC} = \frac{110}{102,8} \times n_{DC} = \frac{110 \times 1011}{102,8} = 1081.(v/p)$$

Bài 37:

Một máy Đơ điện DC kích từ song song có các số liệu sau : $P_{dm} = 12KW$, $U_{dm} = 250V$, $R_{KT//} = 170\Omega$, $R_U = 0,22.\Omega$, $\eta = 0,873$. Khi chạy không tải với điện áp định mức, tốc độ không tải $n_0 = 1200$ (v/p)., $I_U = 3.A$, Khi kéo tải định mức với điện áp định mức, từ thông giảm 2 % so với khi không tải. Tính tốc độ định mức ?

HD:

➤ Sức điện động phần ứng khi chạy không tải :

$$\text{Ta có : } E_{U.O} = U_{dm} - I_{U.O} \cdot R_U = 250 - 3 \cdot 0,22 = 249,34.V$$

➤ Sức điện động phần ứng khi chạy lúc định mức :

$$\text{Ta có : } E_{U.dm} = U_{dm} - I_{U.dm} \cdot R_U$$

Với dòng điện phần ứng lúc chạy định mức:

$$I_{U.dm} = I_{dm} - I_{KT} = \frac{P_{dm.}}{\eta \cdot U_{dm.}} - \frac{U_{dm}}{R_{KT}} = \frac{12000}{0,873 \cdot 250} - \frac{250}{170} = 53,51.A$$

➤ Vậy Sức điện động phần ứng khi chạy lúc định mức là

$$E_{U.dm} = U_{dm} - I_{U.dm} \cdot R_U = 250 - 53,51 \cdot 0,22 = 238,23.V$$

➤ Ta lập tỉ số :

$$\frac{E_{U.O}}{E_{U.dm}} = \frac{K_E \cdot \phi_O \cdot n_O}{K_E \cdot \phi_{.dm} \cdot n_{dm}} = \frac{249,34}{238,23} \quad (1)$$

Theo đề bài thì từ thông lúc lúc đơ chạy định mức giảm 2 % so với lúc đơ chạy không tải, có nghĩa là:

$$\phi_{dm} = 98\% \cdot \phi_O \Leftrightarrow \frac{\phi_O}{\phi_{dm}} = \frac{100}{98} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta tính được tốc độ định mức của đơ :

$$\frac{100 \cdot 1200}{98 \cdot n_{dm}} = \frac{249,34}{238,23} \Rightarrow n_{dm} = \frac{100 \cdot 1200 \cdot 238,23}{98 \cdot 249,34} = 1170.(v/p)$$

Bài 38:

Một máy phát điện DC kích từ song song có các số liệu sau :

$P_{dm} = 100\text{KW}$, $U_{dm} = 230\text{V}$, $R_{KT//} = 57,5\Omega$, $R_U = 0,05\Omega$. Tính sức điện động phản ứng của máy phát khi U_{dm} với :

a/ Hệ số tải $K_t = 1$

b/ Hệ số tải $K_t = ,05$

HD:

➤ Dòng điện kích từ // :

$$I_{KT} = \frac{U_{dm}}{R_{KT//}} = \frac{230}{57.5} = 4.A$$

➤ Dòng điện định mức :

$$I_{dm} = \frac{P_{dm}}{U_{dm}} = \frac{100000}{230} = 434,78.A$$

a/ Khi hệ số tải $K_t = 1$

$$\text{ta có : } K_t = \frac{I_t}{I_{dm}} = 1 \Rightarrow I_t = I_{dm} = 434,78.A$$

➤ Dòng điện phản ứng của máy phát:

$$\text{Ta có : } I_U = I_t + I_{KT} = 434,78 + 4 = 438,78.A$$

➤ Sức điện động phản ứng :

$$\text{Ta có : } U = E_U - I_U \cdot R_U \Rightarrow E_U = U + I_U \cdot R_U = 230 + 438,78 \cdot 0,05 = 252.V$$

b/ Khi hệ số tải $K_t = 0,5$

$$\text{ta có : } K_t = \frac{I_t}{I_{dm}} = 0,5 \Rightarrow I_t = 0,5 \cdot I_{dm} = 0,5 \cdot 434,78 = 217,39.A$$

➤ Dòng điện phản ứng của máy phát:

Ta có : $I_U = I_t + I_{KT} = 217,39 + 4 = 221,39.A$

➤ Sức điện động phản ứng :

Ta có : $U = E_U - I_U \times R_U \Rightarrow E_U = U + I_U \times R_U = 230 + 221,39 \times 0,05 = 241.V$

Bài 39 :

Một máy Đơơ điện DC kích từ hỗn hợp có các số liệu sau :
 $R_{KT//} = 125\Omega$, $R_U = 0,06\Omega$, $R_{KTNT} = 0,04\Omega$ khi làm việc với điện áp $U_{dm} = 250V$, dòng điện $I = 200.A$, moment điện từ $M_{dt} = 696 .N.m$,

a/ Tính công suất điện tiêu thụ của đơơ ?

b/ Tính tốc độ của đơơ ?

HD:

a/

➤ Công suất tiêu thụ điện của đơơ:

$$P_1 = U_{dm} \times I_{dm} = 250 \times 200 = 50000.W$$

b/ Tính tốc độ của đơơ:

➤ Dòng điện kích từ // :

$$I_{KT//} = \frac{U_{dm}}{R_{KT//}} = \frac{250}{125} = 2.A$$

➤ Dòng điện phản ứng:

Ta có : $I_U = I - I_{KT//} = 200 - 2 = 198.A$

➤ Sức điện động phản ứng :

Ta có : $E_U = U - I_U \times (R_U + R_{KTNT}) = 250 - 198 \times (0,06 + 0,04) = 230,2.V$

➤ Công suất điện từ :

$$P_{dt} = E_U \times I_U = 230,2 \times 198 = 45579,6.W$$

➤ Ta có quan hệ :

$$M_{dt} = \frac{P_{dt}}{\Omega} = \frac{P_{dt} \times 60}{2\pi \cdot n} \Rightarrow n = \frac{P_{dt} \times 60}{2\pi \cdot M_{dt}} = \frac{45579,6 \times 60}{2\pi \times 696} = 625 \text{ (v/p)}$$

Vậy tốc độ của động cơ là : $n = 625$ vòng/phút .

XX

PHẦN D : MÁY BIẾN ÁP

SƠ LƯỢC VỀ LÝ THUYẾT :

I. MÁY BIẾN ÁP MỘT PHA:

1) Diện tích đặc có ích :

$$S_{Cl} = S \times K_C \cdot (m^2, cm^2) \quad \text{với : } S \text{ là tiết diện lõi thép , } K_C : \text{ hệ số ép chặt}$$

2) Từ thông cực đại trong lõi thép :

$$\phi_{\max} = B \times S_{Cl} \cdot (Wb) \quad \text{với } B : \text{ là từ cảm trong lõi thép}$$

$$\text{Hoặc } N = \frac{E}{4,44 \cdot f \cdot \phi_m} = \text{(vong.)}$$

3) Tổn hao sắt từ trong lõi thép:

$$\Delta P_{fe} = \rho_{1/50} \times B_m^2 \times \left(\frac{f}{50}\right)^{1,3} \times G = \text{(W)} \quad \text{hay } \Delta P_{fe} = R_{th} \times I^2$$

Với :

➤ Trọng lượng của lõi thép:

$$G = V \times G_t = (Kg) \quad \text{trong đó } G_t \text{ (Kg/m}^2\text{)} \text{ là trọng lượng riêng của lõi thép}$$

➤ Thể tích của lõi thép :

$$V = S_{Cl} \times l_{TB} = (m^3)$$

4) các đại lượng quy đổi:

➤ sức điện động thứ cấp quy đổi: $E'_2 = K_{BA} \times E_2$

➤ điện áp thứ cấp quy đổi: $U'_2 = K_{BA} \times U_2 = U_1$

➤ dòng điện thứ cấp quy đổi: $I'_2 = \frac{I_2}{K_{BA}} = I_1$

➤ điện trở thứ cấp quy đổi: $R'_2 = K_{BA}^2 \times R_2$

➤ điện kháng thứ cấp quy đổi: $X'_2 = K_{BA}^2 \times X_2$

➤ tổng trở thứ cấp quy đổi: $Z'_2 = K_{BA}^2 \times Z_2$

➤ Tỷ số biến áp :

$$K_{BA} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

5) Thí nghiệm không tải :

➤ Tổng trở lúc không tải : $Z_0 = \frac{U_{1dm}}{I_0} = Z_1 + Z_{th} = (\Omega)$

➤ Dòng điện lúc không tải :

$$I_0 = \frac{U_1}{Z_0} = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + R_{th})^2 + (X_1 + X_{th})^2}}$$

➤ Dòng điện không tải phần trăm :

$$I_0 \% = \frac{I_0}{I_{1dm}} \times 100$$

➤ Hệ số công suất lúc không tải:

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{U_{1.dm} \times I_0} = \frac{R_0}{\sqrt{R_0^2 + X_0^2}}$$

- Điện trở lúc không tải : $R_0 = \frac{P_0}{I_0^2} = R_1 + R_{th} = \Omega$
 - Điện kháng lúc không tải : $X_0 = \sqrt{Z_0^2 - R_0^2} = X_1 + X_{th} = \Omega$
 - Tổn hao sắt lúc không tải :
- $$\Delta P_{fe.0} = P_0 - \Delta P_{CU.1} = P_0 - I_0^2 x R_1$$

6) Thí nghiệm ngắn mạch :

- Dòng điện ngắn mạch : $I_N = I_{1.dm}$
- Tổng trở ngắn mạch : $Z_N = \frac{U_N}{I_N}$
- Điện trở lúc ngắn mạch : $R_N = \frac{P_N}{I_N^2}$
- Điện kháng ngắn mạch : $X_N = \sqrt{Z_N^2 - R_N^2} = \Omega$

Ta có : $R_1 = R_2' = \frac{R_N}{2}$, $X_1 = X_2' = \frac{X_N}{2}$

- Điện áp ngắn mạch phần trăm :

$$U_N \% = \frac{U_N}{U_{1.dm}} x 100 = \frac{I_N x Z_N}{U_{1.dm}} x 100$$

- Điện áp rơi trên điện trở ngắn mạch phần trăm:

$$U_{N.R} \% = \frac{U_{N.R}}{U_{1.dm}} x 100 = \frac{I_{1.dm} x R_N}{U_{1.dm}} = \frac{I_{1.dm}^2 x R_N}{S_{1.dm}} x 100 = \frac{P_N}{S_{dm}} x 100$$

- Điện áp rơi trên điện kháng ngắn mạch phần trăm:

$$U_{N.X} \% = \frac{U_{N.X}}{U_{1.dm}} x 100 = \frac{I_{1.dm} x X_N}{U_{1.dm}} x 100$$

➤ Hệ số công suất lúc ngắn mạch :

$$\cos \varphi_N = \frac{P_N}{U_N \times I_N}$$

➤ Công suất ngắn mạch :

$$P_N = \Delta P_{CU.1} + \Delta P_{CU.2} = I_{1N}^2 \times R_1 + I_{2N}^2 \times R_2' = I_{1N}^2 \times (R_1 + R_2') = I_{1N}^2 \times R_N$$

II. MÁY BIẾN ÁP BA PHA :

1) Dòng điện sơ cấp và thứ cấp định mức :

$$I_{1dm} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3} \times U_{1dm}}, \quad I_{2dm} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3} \times U_{2dm}}$$

2) Thí nghiệm không tải :

➤ Tổng trở lúc không tải : $Z_0 = \frac{U_{1dm}}{\sqrt{3} \times I_{0f}} = \frac{U_{1f}}{I_{0f}} \approx Z_{th} = (\Omega)$

➤ Dòng điện không tải phần trăm :

$$I_0 \% = \frac{I_{0f}}{I_{1dm}} \times 100$$

➤ Hệ số công suất lúc không tải:

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{\sqrt{3} \times U_{1dm} \times I_0} = \frac{P_0}{3 \times U_{1f} \times I_{0f}}$$

➤ Điện trở lúc không tải : $R_0 = \frac{P_0}{3 \times I_0^2} = R_{th} = \Omega$

➤ Điện kháng lúc không tải : $X_0 = \sqrt{Z_0^2 - R_0^2} = X_{th} = \Omega$

3) Thí nghiệm ngắn mạch :

➤ Tổng trở ngắn mạch : $Z_N = \frac{U_{f.N}}{I_N} = \frac{U_{d.N}}{\sqrt{3}I_N}$

➤ Điện trở lúc ngắn mạch : $R_N = \frac{P_N}{3I_N^2}$

➤ Điện kháng ngắn mạch : $X_N = \sqrt{Z_N^2 - R_N^2} = \Omega$

Ta có : $R_1 = R_2' = \frac{R_N}{2}$, $X_1 = X_2' = \frac{X_N}{2}$

➤ Điện áp ngắn mạch phần trăm :

$$U_N \% = \frac{U_{1f.N}}{U_{f1.dm}} \times 100 \Rightarrow U_{1f.N} = \frac{U_{1f} \times U_N \%}{100} = \frac{U_{1.dm} \times U_N \%}{\sqrt{3} \times 100}$$

➤ Điện áp rơi trên điện trở ngắn mạch phần trăm:

$$U_{N.R} \% = \frac{I_{1fN} \times R_N}{U_{1f}} \times 100 = \frac{I_{1dm} \times R_N}{\frac{U_{1dm}}{\sqrt{3}}} \times 100$$

➤ Điện áp rơi trên điện kháng ngắn mạch phần trăm:

$$U_{N.X} \% = \frac{I_{1fN} \times X_N}{U_{1f}} \times 100 = \frac{I_{1dm} \times X_N}{\frac{U_{1dm}}{\sqrt{3}}} \times 100$$

➤ Độ thay đổi điện áp thứ cấp phần trăm khi có : K_t và $\cos \varphi_2$:

$$\Delta U_2 \% = K_t \times (U_{N.R} \% \times \cos \varphi_2 + U_{N.X} \% \times \sin \varphi_2)$$

Hoặc $\Delta U_2 \% = \frac{U_{2.dm} - U_2}{U_{2.dm}} \times 100$

➤ Hệ số công suất lúc ngắn mạch :

$$\cos\varphi_N = \frac{P_N}{\sqrt{3}xU_{d.N}xI_{1dm}} = \frac{P_N}{3xU_{1f.N}xI_{1dm}}$$

4) Hiệu suất MBA :

$$\eta = \frac{K_t x S_{dm} x \cos\varphi_2}{K_t x S_{dm} x \cos\varphi_2 + P_0 + K_t^2 x P_N} x 100$$

5) Hệ số tải lúc MBA có hiệu suất cực đại :

$$K_t = \sqrt{\frac{P_0}{P_N}}$$

6) Hệ số tải lúc MBA không có hiệu suất cực đại:

$$K_t = \frac{I_2}{I_{2.dm}} = \frac{P_2}{P_{2.dm}} = \frac{I_1}{I_{dm}}$$

BÀI TẬP VÍ DỤ MBA MỘT PHA

Bài 1 :

Một cuộn dây được quấn trên lõi thép được ghép bằng các lá thép kĩ thuật điện , có tiết diện lõi thép $S = 25\text{cm}^2 = 25 \times 10^{-4} \text{m}^2$. Hệ số ép chặt $K_c = 0,93$, từ cảm của lõi thép $B = 1,2 \text{ Tesla}$, điện áp đặt vào cuộn dây $U = 220 \text{ V}$, $f = 50\text{Hz}$. Hãy xác định $\phi_m = ?$, và điện áp đặt trên 1 vòng dây ?

HD:

- Tiết diện có ích :

$$S_{Cl} = S \times K_c = 25 \times 10^{-4} \times 0,93 = 23,25 \times 10^{-4} .(\text{m}^2)$$

- Từ thông cực đại trong lõi thép :

$$\phi_{\max} = B \times S_{Cl} = 1,2 \times 23,25 \times 10^{-4} = 27,9 \times 10^{-4} .(\text{Wb})$$

- Số vòng dây quấn trên cuộn dây :

$$\text{Ta có : } N = \frac{E}{4,44 \times f \times \phi_m} = \frac{220}{4,44 \times 50 \times 27,9 \times 10^{-4}} = 355 .(\text{vong.})$$

Với $E \approx U = 220 \text{ V}$

- Điện áp đặt lên 1 vòng :

$$\frac{U}{N} = \frac{220}{355} = 0,62 .(\text{V} / 1.\text{vong})$$

Bài 2 :

Một MBA 1 pha có dung lượng $S = 5 \text{ KVA}$, có 2 dây quấn sơ cấp và 2 dây quấn thứ cấp giống nhau .Điện áp định mức của dây quấn sơ cấp là : $U_{1.dm} = 10000 \text{ V}$, điện áp thứ cấp mỗi cuộn là : $U_{2.dm} = 110 \text{ V}$. Thay đổi cách nối các dây quấn với nhau sẽ có các tỉ biến đổi điện áp định mức khác nhau . Với mỗi cách nối hãy tính dòng điện định mức sơ cấp và thứ cấp ?

HD:

a) Nối tiếp - nối tiếp:

Ta có :

$$I_{1.dm} = \frac{S}{U_1} = \frac{5000}{10000 + 10000} = 0,25 \text{ A}$$

$$I_{2.dm} = \frac{S}{U_2} = \frac{5000}{110 + 110} = 22,73 \text{ A}$$

b) Nối tiếp – song song:

Ta có :

$$I_{1.dm} = \frac{S}{U_1} = \frac{5000}{10000 + 10000} = 0,25 \text{ A}$$

$$I_{2.dm} = \frac{S}{U_2} = \frac{5000}{110} = 45,45 \text{ A}$$

c) Song song – song song :

Ta có :

$$I_{1.dm} = \frac{S}{U_1} = \frac{5000}{10000} = 0,5 \text{ A}$$

$$I_{2.dm} = \frac{S}{U_2} = \frac{5000}{110} = 45,45 \text{ A}$$

d) Song song – nối tiếp :

Ta có :

$$I_{1.dm} = \frac{S}{U_1} = \frac{5000}{10000} = 0,5 \text{ A}$$

$$I_{2.dm} = \frac{S}{U_2} = \frac{5000}{110 + 110} = 22,73 \text{ A}$$

Bài 3:

a/ Một lõi thép được quấn 1 cuộn dây có : $N = 300$ vòng , lõi thép có chiều dài trung bình $l_{TB} = 0,5.m$, tiết diện đo : $S = 35,5cm^2 = 35,5 \times 10^{-4} m^2$, hệ số ép chặt $K_c = 0,93$, sức tổn hao : $\rho_{1/50} = 0,6 W/kg$. Trọng lượng riêng của thép

$G_t = 7650. Kg/m^3$, cuộn dây được đặt vào nguồn $U = 220V$, $f = 50Hz$. Tính tổn hao sắt từ trong lõi thép ?

b/ Tính công suất tác dụng P ? Hệ số công suất ? và công suất phản kháng ? của cuộn dây tiêu thụ . Cho biết $R = 0,5.\Omega$, $I = 0,6 A$.

c/ Xác định các thông số của cuộn dây : Z_{th} ? X_{th} ? R_{th} ?

HD:

a/

➤ Từ thông trong lõi thép:

$$\phi_m = \frac{E}{4,44xfN} = \frac{220}{4,44 \times 50 \times 300} = 33 \times 10^{-4} .(Wb)$$

➤ Tiết diện có ích của lõi thép:

$$S_{CI} = SxK_c = 35,5 \times 10^{-4} \times 0,93 = 33 \times 10^{-4} .(m^2)$$

➤ Từ cảm trong lõi thép :

$$B_m = \frac{\phi_m}{S_{CI}} = \frac{33 \times 10^{-4}}{33 \times 10^{-4}} = 1.(T).Tecla$$

➤ Trọng lượng của lõi thép:

$$G = VxG_t$$

Với thể tích của lõi thép :

$$V = S_{CI} \times l_{TB} = 33 \times 10^{-4} .(m^2) \times 0,5.(m) = 16,5 \times 10^{-4} .(m^3)$$

Vậy ta có trọng lượng của lõi thép :

$$G = VxG_t = 16,5 \times 10^{-4} \times 7650.m^3 \times \frac{Kg}{m^3} = 12,6.Kg$$

➤ Tổng hao sắt từ trong lõi thép :

$$\Delta P_{fe} = \rho_{1/50} x B_m^2 x \left(\frac{f}{50}\right)^{1,3} x G = 0,6 x 1^2 x \left(\frac{50}{50}\right)^{1,3} x 12,6 = 7,56.(W)$$

b/

➤ Công suất tác dụng :

$$P = \Delta P_{CU} + \Delta P_{fe}$$

Với tổn hao đồng được tính như sau :

$$\Delta P_{CU} = R x I^2 = 0,5 x 0,6^2 = 0,18.(W)$$

$$\text{Vậy ta có : } P = \Delta P_{CU} + \Delta P_{fe} = 0,18 + 7,56 = 7,74.(W)$$

➤ Hệ số công suất :

$$\cos \varphi = \frac{P}{U x I} = \frac{7,74}{220 x 0,6} = 0,058$$

➤ Công suất phản kháng :

Ta có :

$$Q = U x I x \sin \varphi = U x I x \sqrt{1 - \cos^2 \varphi} = 220 x 0,6 x \sqrt{1 - 0,058^2} = 131,8.(KVAR)$$

c/

➤ Tổng trở trong cuộn dây :

$$Z_{th} = \frac{U}{I} = \frac{220}{0,6} = 366,7.\Omega$$

➤ Điện trở từ hóa :

$$R_{th} = \frac{\Delta P_{fe}}{I^2} = \frac{7,56}{0,6^2} = 21.\Omega$$

➤ Điện kháng từ hóa :

$$X_{th} = \sqrt{Z_{th}^2 - R_{th}^2} = \sqrt{366,7^2 - 21^2} = 366.\Omega$$

Bài 4:

Một MBA 1 pha có $U_{1dm} = 220.V$, $U_{2dm} = 127.V$, các thông số của dây quấn như sau : $R_1 = 0,3.\Omega$, $X_1 = 0,25.\Omega$, $R_2 = 0,1.\Omega$, $X_2 = 0,083.\Omega$. Thứ cấp được nối với tải có tổng trở phức $Z_{tai} = 5,8 + j5,17.(\Omega)$.

a/ Tính các thông số của sơ đồ thay thế (các đại lượng quy đổi của thứ cấp) .
Coi $I_0 = 0$. Tính dòng điện thứ cấp quy đổi ? và dòng điện sơ cấp ? , Hệ số công suất của sơ cấp ?

b/ tính công suất tác dụng ? công suất phản kháng của sơ cấp và của tải : P ? Q ? P_t ? Q_t ? và U_t ?

HD:

a/

➤ Hệ số biến áp :

$$K_{BA} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{220}{127} = 1,73$$

➤ Điện trở thứ cấp quy đổi:

$$R'_2 = K_{BA}^2 \cdot R_2 = 1,73^2 \cdot 0,1 = 0,3.\Omega$$

➤ Điện kháng quy đổi:

$$X'_2 = K_{BA}^2 \cdot X_2 = 1,73^2 \cdot 0,083 = 0,25.\Omega$$

➤ Điện kháng tải quy đổi:

$$\text{Từ tổng trở phức của tải ta có : } Z_{tai} = 5,8 + j5,17.(\Omega) = R_t + jX_t$$

$$\Rightarrow R_t = 5,8.\Omega \text{ và } \Rightarrow X_t = 5,17.\Omega$$

$$\text{Vậy điện kháng tải quy đổi là : } X'_t = K_{BA}^2 \cdot X_t = 1,73^2 \cdot 5,17 = 15,47.\Omega$$

➤ Điện trở tải quy đổi:

$$R'_t = K_{BA}^2 \cdot R_t = 1,73^2 \cdot 5,8 = 17,36.\Omega$$

➤ Dòng điện sơ cấp và dòng thứ cấp quy đổi:

$$\text{Ta có : } I_1 = I_0 + (-I'_2)$$

$$\text{Vì } I_0 = 0 \Rightarrow I_1 = -I'_2$$

$$I_1 = -I'_2 = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + R'_2 + R'_t)^2 + (X_1 + X'_2 + X'_t)^2}} =$$

Với :

$$= \frac{220}{\sqrt{(0,3 + 0,3 + 17,36)^2 + (0,25 + 0,25 + 15,47)^2}} = 9,15.(A)$$

➤ Hệ số công suất cơ cấp:

$$\cos \varphi_1 = \frac{R}{Z} = \frac{(R_1 + R'_2 + R'_t)}{\sqrt{(R_1 + R'_2 + R'_t)^2 + (X_1 + X'_2 + X'_t)^2}} =$$

$$= \frac{(0,3 + 0,3 + 17,36)}{\sqrt{(0,3 + 0,3 + 17,36)^2 + (0,25 + 0,25 + 15,47)^2}} = 0,747$$

b/

➤ Công suất tác dụng của sơ cấp :

$$P_1 = U_1 \times I_1 \times \cos \varphi_1 = 220 \times 9,15 \times 0,747 = 1503,7.W$$

➤ Công suất phản kháng của sơ cấp:

$$Q = U_1 \times I_1 \times \sin \varphi_1 = U_1 \times I_1 \times \sqrt{1 - \cos^2 \varphi_1} = 220 \times 9,15 \times \sqrt{1 - 0,747^2} = 1338,3.(KVAR)$$

➤ Công suất tác dụng của tải:

$$P_t = R_t \times I_2^2 = R_t \times (K_{BA} \times I'_2)^2 = 5,8 \times (1,73 \times 9,15)^2 = 1453,3.W$$

➤ Công suất phản kháng của tải:

$$Q_t = X_t \times I_2^2 = X_t \times (K_{BA} \times I'_2)^2 = 5,17 \times (1,73 \times 9,15)^2 = 1295,5.(KVAR)$$

➤ Điện áp trên tải :

$$\text{Ta có : } U_t = Z_t \times I_2 = I_2 \times \sqrt{R_t^2 + X_t^2} = (1,73 \times 9,15) \times \sqrt{5,8^2 + 5,17^2} = 123.V$$

Bài 5:

Một MBA 1 pha có $U_{1dm} = 220.V$, $U_{2dm} = 127.V$, $I_0 = 1,4A$, $P_0 = 30W$, làm thí nghiệm ngắn mạch thì: $I_{1.n} = I_{1.dm} = 11,35.A$, $U_{1.n} = 8,8.V$, $P_n = 80.W$. Tính các thông số sơ đồ thay thế ? Điện trở và điện kháng dây quấn thứ cấp quy đổi ?

HD:

a/ Thí nghiệm không tải:

➤ Tổng trở không tải :

$$Z_0 = \frac{U_{1dm}}{I_0} = \frac{220}{1,4} = 157.\Omega$$

➤ Điện trở không tải:

$$R_0 = \frac{P_0}{I_0^2} = \frac{30}{1,4^2} = 15,3.\Omega$$

➤ Điện kháng không tải:

$$X_0 = \sqrt{Z_0^2 - R_0^2} = \sqrt{157^2 - 15,3^2} = 156,3.\Omega$$

b/ Thí nghiệm ngắn mạch :

➤ Tổng trở ngắn mạch :

$$Z_N = \frac{U_{1N}}{I_N} = \frac{8,8}{11,35} = 0,78.\Omega$$

➤ Điện trở ngắn mạch:

$$R_n = \frac{P_n}{I_n^2} = \frac{8,8}{11,35^2} = 0,62.\Omega$$

➤ Điện kháng ngắn mạch:

$$X_N = \sqrt{Z_N^2 - R_N^2} = \sqrt{0,78^2 - 0,62^2} = 0,47.\Omega$$

➤ Điện trở thứ cấp chưa quy đổi:

$$\text{Ta có : } R_1 \approx R_2' = \frac{R_N}{2} = \frac{0,62}{2} = 0,31.\Omega$$

$$\text{Hệ số biến áp : } K_{BA} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{220}{127} = 1,73$$

Vậy điện trở thứ cấp chưa quy đổi là :

$$R_2 = \frac{R'_2}{K_{BA}^2} = \frac{0,31}{1,73^2} = 0,1.\Omega$$

➤ Điện kháng thứ cấp chưa quy đổi:

$$\text{Ta có : } X_1 \approx X'_2 = \frac{X_n}{2} = \frac{0,47}{2} = 0,235.\Omega$$

$$\Rightarrow X_2 = \frac{X'_2}{K_{BA}^2} = \frac{0,235}{1,73^2} = 0,08.\Omega$$

Bài 6 :

Một MBA 1 pha có dung lượng $S_{dm} = 25\text{KVA}$, $U_{1dm} = 380.\text{V}$, $U_{2dm} = 127.\text{V}$,
 $U_{n\%} = 4\%$

a/ Tính dòng điện định mức sơ cấp và thứ cấp ?

b/ Tính dòng ngắn mạch khi điện áp đặt vào bằng U_{1dm} và $U_n = 70\% U_{dm}$?

HD:

a/

➤ Dòng điện định mức sơ và thứ cấp :

$$I_{1.dm} = \frac{S}{U_1} = \frac{25000}{380} = 65,8.\text{A}$$

$$I_{2.dm} = \frac{S}{U_2} = \frac{25000}{127} = 196,85.\text{A}$$

b/

○ Khi $U_n = U_{dm}$:

➤ Dòng ngắn mạch phía sơ cấp :

$$I_{1.N} = \frac{I_{1.dm}}{U_{N\%}} \times 100 = \frac{65,8}{4} \times 100 = 1645.\text{A}$$

- Dòng ngắn mạch phía thứ cấp :

$$I_{2.N} = \frac{I_{2.dm}}{U_{N\%}} \times 100 = \frac{196,85}{4} \times 100 = 4921.A$$

- Khi $U_n = 70\%U_{dm}$:

- Dòng ngắn mạch phía sơ cấp :

$$I_{1.N} = \frac{70}{100} \times 1645 = 1151,5.A$$

- Dòng ngắn mạch phía thứ cấp :

$$I_{2.N} = \frac{70}{100} \times 4921 = 3444,7A$$

Bài 7:

Cho một MBA có dung lượng $S_{dm} = 20000KVA$, $U_{1dm} = 126,8.KV$, $U_{2dm} = 11.KV$, $f = 50Hz$, diện tích lõi thép $S = 3595 \text{ cm}^2$, mật độ từ thông $B = 1,35$ Tesla. Tính số vòng dây của dây quấn sơ và thứ cấp.

HD:

- Từ thông lõi thép :

$$\phi_m = B \times S = 1,35 \times 3595 \times 10^{-4} = 0,485.(W.b)$$

- Số vòng dây quấn sơ cấp :

Ta có :

$$N_1 = \frac{U_1}{4,44 \times f \times \phi_m} = \frac{126,8 \times 10^3}{4,44 \times 50 \times 0,485} = 1177.(vong)$$

- Số vòng dây quấn thứ cấp :

Ta có :

$$N_2 = \frac{U_2}{4,44 \times f \times \phi_m} = \frac{11 \times 10^3}{4,44 \times 50 \times 0,485} = 102.(vong)$$

Bài 8:

Cho MBA 1 pha có các số liệu sau: $S_{dm} = 6637\text{KVA}$, $\frac{U_1}{U_2} = \frac{35}{10} \text{KV}$,

$P_n = 53500\text{W}$, $U_N\% = 8$

a/ Tính Z_n ? R_n ?

b/ Giả sử $R_1 = R'_2$, Tính điện trở không quy đổi của dây quấn thứ cấp $R_2 = ?$

HD:

a/

➤ Dòng điện định mức sơ cấp :

$$I_{1.dm} = I_{1.N} = \frac{S_{dm}}{U_1} = \frac{6637}{35} = 189,63 \text{A}$$

➤ Điện trở ngắn mạch:

$$R_N = \frac{P_N}{I_N^2} = \frac{53500}{189,63^2} = 1,5 \Omega$$

➤ Tổng trở ngắn mạch:

$$\text{Ta có : } U_N\% = \frac{I_N \times Z_N}{U_{1dm}} \times 100 \Rightarrow Z_N = \frac{U_N\%}{100 \times I_N} \times U_{1dm} = \frac{8}{100} \times \frac{35000}{189,63} = 14,8 \text{A}\Omega$$

b/

➤ Điện trở thứ cấp chưa quy đổi:

$$\text{Ta có : } R_1 \approx R'_2 = \frac{R_n}{2} = \frac{1,5}{2} = 0,75 \Omega$$

$$\text{Hệ số biến áp : } K_{BA} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{35}{10} = 3,5$$

Vậy điện trở thứ cấp chưa quy đổi là :

$$R_2 = \frac{R'_2}{K_{BA}^2} = \frac{0,75}{3,5^2} = 0,061 \Omega$$

XX

MÁY BIẾN ÁP BA PHA

Bài 1:

Một MBA 3 pha nối (Y/Δ) có dung lượng $S_{dm} = 60KVA$, $U_{1dm} = 35KV$, $U_{2dm} = 400V$. Làm thí nghiệm không tải : $I_0\% = 11$, $P_0 = 502W$. Làm thí nghiệm ngắn mạch : $U_N\% = 4,55\%$, $P_0 = 1200.W$. Tính :

a/ Dòng điện định mức sơ cấp và thứ cấp ? và dòng không tải $I_0 = ?$

b/ Tính $\cos\varphi_0 = ?$ $U_N = ?$ $\cos\varphi_N = ?$

c/ Tính $K_t = ?$ hiệu suất của máy $\eta = ?$ khi $K_t = 0,5$ và $\cos\varphi = 0,9$

HD:

a/

➤ Điện áp pha sơ cấp :

$$\text{Ta có : } U_{1f} = \frac{U_{1d}}{\sqrt{3}} = \frac{35000}{\sqrt{3}} = 20207.V$$

➤ Dòng điện định mức phía sơ cấp :

$$I_{1dm} = \frac{S_{dm}}{3xU_{1f}} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3}xU_{1d}} = \frac{60000}{\sqrt{3}x35000} = 1.A$$

➤ Dòng điện định mức phía thứ cấp :

$$I_{2dm} = \frac{S_{dm}}{3xU_{2f}} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3}xU_{2d}} = \frac{60000}{\sqrt{3}x400} = 86,6.A$$

➤ Dòng điện lúc không tải :

$$I_0 = \frac{I_0\% \times I_{1dm}}{100} = \frac{11}{100} \times 1 = 0,11.A$$

b/

➤ Hệ số công suất lúc không tải:

$$P_0 = 3xU_{1f} \times I_{1f0} \times \cos\varphi_0 = \sqrt{3}xU_{1d0} \times I_{1d0} \times \cos\varphi_0$$

Ta có :

$$\Rightarrow \cos\varphi_0 = \frac{P_0}{\sqrt{3}xU_{1dm} \times I_0} = \frac{502}{\sqrt{3}x35000 \times 0,11} = 0,075$$

➤ Điện áp dây khi ngắn mạch :

$$U_{1dN} = U_{1dm} \times \frac{U_N \%}{100} = \frac{4,55}{100} \times 35000 = 1592,5V$$

➤ Điện áp pha khi ngắn mạch :

$$U_{1f.N} = \frac{U_{1d.N}}{\sqrt{3}} = \frac{1592,5}{\sqrt{3}} = 919,4V$$

➤ Hệ số công suất lúc ngắn mạch:

$$P_N = 3 \times U_{1f.N} \times I_{1f.dm} \times \cos \varphi_N = \sqrt{3} \times U_{1d.N} \times I_{1d.dm} \times \cos \varphi_n$$

Ta có :

$$\Rightarrow \cos \varphi_N = \frac{P_N}{\sqrt{3} \times U_{1d.N} \times I_{1d.dm}} = \frac{1200}{\sqrt{3} \times 1592,5 \times 1} = 0,43$$

c/

➤ Hệ số tải lúc MBA có hiệu suất cực đại :

$$K_t = \sqrt{\frac{P_0}{P_N}} = \sqrt{\frac{502}{1200}} = 0,646$$

➤ Hiệu suất của MBA khi $K_t = 0,5$ và $\cos \varphi = 0,9$

Ta có :

$$\eta = \frac{K_t \times S_{dm} \times \cos \varphi_2}{K_t \times S_{dm} \times \cos \varphi_2 + P_0 + K_t^2 \times P_N} = \frac{0,5 \times 60000 \times 0,9}{0,5 \times 60000 \times 0,9 + 502 + 0,5^2 \times 1200} = 0,97$$

Bài 2:

Một MBA 3 pha nối ($Y/\Delta - 11$) có các thông số sau: $U_{1dm} = 35000V$,

$I_{1dm} = 92,5A$ Làm thí nghiệm không tải : $I_0\% = 4,5\%$, $P_0 = 15,8KW$. Làm thí nghiệm ngắn mạch : $U_N\% = 7,5\%$, $P_0 = 57KW$. Tính :

a/ Các tham số lúc không tải (Z_0 ? R_0 ? X_0 ?)

b/ Các tham số lúc ngắn mạch (Z_N ? R_N ? X_N ?)

Và các thành phần $U_{NR}\% = ?$, $U_{NX}\% = ?$

c/ Độ thay đổi điện áp $\Delta U_2\% = ?$ khi tải định mức với $\cos\varphi_2 = 0,8$, $K_t = 1$

d/ Hệ số tải cực đại $K_t = ?$ và hiệu suất của máy $\eta = ?$ ở tải định mức. với

$\cos\varphi_2 = 0,8$, $K_t = 1$

HD:

a/

➤ Dòng điện lúc không tải :

$$I_0 = \frac{I_0\% \times I_{1dm}}{100} = \frac{4,5}{100} \times 92,5 = 4,16.A$$

➤ Tổng trở không tải :

$$Z_0 = \frac{U_{1f}}{I_{0,f}} = \frac{U_{1dm}}{\sqrt{3} \times I_{0,f}} = \frac{35000}{\sqrt{3} \times 4,16} = 4857,5.\Omega$$

➤ Điện trở lúc không tải :

$$R_0 = \frac{P_0}{3 \times I_0} = \frac{18,5 \times 1000}{3 \times 4,16^2} = 356.\Omega$$

➤ Điện kháng lúc không tải :

$$X_0 = \sqrt{Z_0^2 - R_0^2} = \sqrt{4857,5^2 - 356^2} = 4844,4.\Omega$$

b

➤ Tổng trở lúc ngắn mạch :

$$\text{Ta có : } Z_N = \frac{U_{1f.N}}{I_N}$$

Với điện áp pha lúc ngắn mạch là :

$$U_{1f.N} = \frac{U_{1f} \times U_N \%}{100} = \frac{U_{1dm}}{\sqrt{3}} \times \frac{U_N \%}{100} = \frac{35000}{\sqrt{3}} \times \frac{7,5}{100} = 1515.V$$

Vậy tổng trở khi ngắn mạch là : $Z_N = \frac{1515}{92,5} = 16,4.\Omega$

➤ Điện trở ngắn mạch :

$$R_N = \frac{P_N}{3I_{N.f}^2} = \frac{P_N}{3(I_{1dm})^2} = \frac{57000}{3 \times 92,5^2} = 2,2.\Omega$$

➤ Điện kháng lúc ngắn mạch:

$$X_N = \sqrt{Z_N^2 - R_N^2} = \sqrt{16,4^2 - 2,2^2} = 16,2.\Omega$$

➤ Các thành phần ngắn mạch :

Điện áp rơi trên điện trở ngắn mạch phần trăm :

$$\text{Ta có : } U_{N.R} \% = \frac{I_{1dm} \times R_N \times 100}{U_{1f}} = \frac{I_{1dm} \times R_N}{\frac{U_{1d}}{\sqrt{3}}} \times 100 = \frac{92,5 \times 2,2 \times 100}{\frac{35000}{\sqrt{3}}} = 1,02.\%$$

Điện áp rơi trên điện kháng ngắn mạch phần trăm :

$$\text{Ta có : } U_{N.X} \% = \frac{I_{1dm} \times X_N \times 100}{U_{1f}} = \frac{I_{1dm} \times X_N}{\frac{U_{1d}}{\sqrt{3}}} \times 100 = \frac{92,5 \times 16,2 \times 100}{\frac{35000}{\sqrt{3}}} = 7,43.\%$$

c/

➤ Độ thay đổi điện áp thứ cấp phần trăm :

$$\Delta U_2 \% = K_1 \times (U_{N.R} \% \times \cos \varphi_2 + U_{N.X} \% \times \sin \varphi_2)$$

Ta có :

$$\Rightarrow \Delta U_2 \% = 1 \times (1,02 \times 0,8 + 7,43 \times 0,6) = 5,27$$

Với $\cos \varphi_2 = 0,8 \Rightarrow \sin \varphi_2 = 0,6$

d/

➤ Hệ số tải lúc MBA có hiệu suất cực đại :

$$K_t = \sqrt{\frac{P_0}{P_N}} = \sqrt{\frac{18500}{57000}} = 0,57$$

➤ Hiệu suất của MBA khi tải định mức với $\cos\varphi_2 = 0,8$, $K_t = 1$

Ta có :

$$\eta = \frac{K_t x S_{dm} x \cos\varphi_2}{K_t x S_{dm} x \cos\varphi_2 + P_0 + K_t^2 x P_N} = \frac{1 x \sqrt{3} x 35000 x 92,5 x 0,8}{1 x \sqrt{3} x 35000 x 92,5 x 0,8 + 18500 + 1^2 x 57000} = 0,97$$

$$\text{Với } S_{dm} = \sqrt{3} x U_{1dm} x I_{1dm} = \sqrt{3} x 35000 x 92,5 = 60.KVA$$

Bài 3 :

Cho 3 MBA 3 pha có cùng tổ nối dây và tỉ số biến áp , với các thông số sau :
 $S_{1dm} = 180KVA$, $S_{2dm} = 240KVA$, $S_3 = 320KVA$, $U_{1N} \% = 5,4\%$, $U_{2N} \% = 6\%$,
 $U_{3N} \% = 6,6\%$.Hãy xác định tải của mỗi MBA khi tải chung của MBA bằng tổng
 công suất định mức của chúng $S_t = 740.KVA$, và tính xem tải tổng tối đa để không
 MBA nào bị quá tải bằng bao nhiêu ?

HD:

➤ Tổng hệ suất động :

$$\sum_{i=1}^n \frac{S_{dm.i}}{U_{N.i} \%} = \frac{180}{5,4} + \frac{240}{6} + \frac{320}{6,6} = 121,8.KVA$$

➤ Hệ số tải :

$$K_t = \frac{S_t}{U_{N.i} \% x \sum_{i=1}^n \frac{S_{dm.i}}{U_{N.i}}}$$

$$\text{Với MBA 1 ta có : } K_{t,1} = \frac{S_t}{U_{N,1} \% x \sum_{i=1}^n \frac{S_{dm,i}}{U_{N,i}}} = \frac{740}{5,4x121,8} = 1,125$$

$$\Rightarrow S_{t,1} = K_{t,1} x S_{dm,1} = 1,125 x 180 = 202,5.KVA$$

$$\text{Tương tự với MBA 2 ta có : } K_{t,2} = \frac{S_t}{U_{N,2} \% x \sum_{i=1}^n \frac{S_{dm,i}}{U_{N,i}}} = \frac{740}{6x121,8} = 1,01$$

$$\Rightarrow S_{t,2} = K_{t,2} x S_{dm,2} = 1,01 x 240 = 243.KVA$$

$$\text{Với MBA 3 ta có : } K_{t,3} = \frac{S_t}{U_{N,3} \% x \sum_{i=1}^n \frac{S_{dm,i}}{U_{N,i}}} = \frac{740}{6,6x121,8} = 0,92$$

$$\Rightarrow S_{t,3} = K_{t,3} x S_{dm,3} = 0,92 x 320 = 294,5.KVA$$

- Ta thấy MBA 1 có có U_N % nhỏ nhất , bị tải nhiều . trong khi đó MBA 3 có U_N % lớn nhất bị hụt tải . Tải tổng tối đa để không MBA nào bị quá tải ứng với khi $K_t = 1$:

$$\text{Ta có } K_t = \frac{S_t}{U_{N,3} \% x \sum_{i=1}^n \frac{S_{dm,i}}{U_{N,i}}} = \frac{S_t}{5,4x121,8} = 1 \Rightarrow S_t = 5,4x121,8 = 657,7.KVA$$

Do đó phân công suất đặt của các MBA không được lợi dụng sẽ bằng :

$$S_{dat} = 740 - 657,7 = 82,3.KVA$$

Bài 4 :

Cho 1 MBA 3 pha có các số liệu sau : $S_{dm} = 5600.KVA$, $\frac{U_1}{U_2} = \frac{35000}{6600}.V$,

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{9,25}{490}.A, P_0 = 18,5.KW, I_0 \% = 4,5\%, U_0 \% = 7,5\%, P_N = 57 KW.$$

Hãy xác định :
a/ Các tham số lúc không tải (Z_0 ? R_0 ? X_0 ?)
b/ Các tham số lúc ngắn mạch (Z_N ? R_N ? X_N ?)
Và các thành phần $U_{NR} \% = ?$, $U_{NX} \% = ?$

HD:

a/

➤ Dòng điện lúc không tải :

$$I_0 = \frac{I_0 \% \times I_{1dm}}{100} = \frac{4,5}{100} \times 92,5 = 4,16.A$$

➤ Tổng trở không tải :

$$Z_0 = \frac{U_{1f}}{I_{0f}} = \frac{U_{1dm}}{\sqrt{3} \times I_{0f}} = \frac{35000}{\sqrt{3} \times 4,16} = 4857,5.\Omega$$

➤ Điện trở lúc không tải :

$$R_0 = \frac{P_0}{3 \times I_{0f}^2} = \frac{18,5 \times 1000}{3 \times 4,16^2} = 356.\Omega$$

➤ Điện kháng lúc không tải :

$$X_0 = \sqrt{Z_0^2 - R_0^2} = \sqrt{4857,5^2 - 356^2} = 4844,4.\Omega$$

b/

➤ Tổng trở lúc ngắn mạch :

$$\text{Ta có : } Z_N = \frac{U_{1f.N}}{I_N}$$

Với điện áp pha lúc ngắn mạch là :

$$U_{1f.N} = \frac{U_{1f} \times U_N \%}{100} = \frac{U_{1dm}}{\sqrt{3}} \times \frac{U_N \%}{100} = \frac{35000}{\sqrt{3}} \times \frac{7,5}{100} = 1515.V$$

$$\text{Vậy tổng trở khi ngắn mạch là : } Z_N = \frac{1515}{92,5} = 16,4.\Omega$$

➤ Điện trở ngắn mạch :

$$R_N = \frac{P_N}{3xI_{N.f}^2} = \frac{P_N}{3x(I_{1dm})^2} = \frac{57000}{3x92,5^2} = 2,2.\Omega$$

➤ Điện kháng lúc ngắn mạch:

$$X_N = \sqrt{Z_N^2 - R_N^2} = \sqrt{16,4^2 - 2,2^2} = 16,2.\Omega$$

➤ Các thành phần ngắn mạch :

Điện áp rơi trên điện trở ngắn mạch phần trăm :

$$\text{Ta có : } U_{N.R} \% = \frac{I_{1dm} \times R_N \times 100}{U_{1f}} = \frac{I_{1dm} \times R_N}{\frac{U_{1d}}{\sqrt{3}}} \times 100 = \frac{92,5 \times 2,2 \times 100}{\frac{35000}{\sqrt{3}}} = 1,02.\%$$

Điện áp rơi trên điện kháng ngắn mạch phần trăm :

$$\text{Ta có : } U_{N.X} \% = \frac{I_{1dm} \times X_N \times 100}{U_{1f}} = \frac{I_{1dm} \times X_N}{\frac{U_{1d}}{\sqrt{3}}} \times 100 = \frac{92,5 \times 16,2 \times 100}{\frac{35000}{\sqrt{3}}} = 7,43.\%$$

Bài 5:

Một MBA 3 pha nối ($Y/Y-12$) có các thông số sau: $U_{1dm} = 6000V$,

$S_{dm} = 180 \text{ KVA}$. Làm thí nghiệm không tải : $I_0 \% = 6,4.\%$, $P_0 = 1000W$. Làm thí nghiệm ngắn mạch : $U_N \% = 5,5.\%$, $P_N = 4000 \text{ W}$. cho biết $R_1 \approx R_2'$, $X_1 \approx X_2'$

Tính :

a/ Các tham số lúc không tải (Z_0 ? R_0 ? X_0 ?)

b/ Các tham số lúc ngắn mạch (Z_N ? R_N ? X_N ?)

Và các thành phần $U_{NR} \% = ?$, $U_{NX} \% = ?$

HD:

a/

➤ Dòng điện định mức phía sơ cấp :

$$I_{1dm} = \frac{S_{dm}}{3xU_{1f}} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3}xU_{1d}} = \frac{180000}{\sqrt{3}x6000} = 17,3.A$$

➤ Dòng điện lúc không tải :

$$I_0 = \frac{I_0 \% \times I_{1dm}}{100} = \frac{6,4}{100} \times 17,3 = 1,1 \text{ A}$$

➤ Tổng trở không tải :

$$Z_0 = \frac{U_{1f}}{I_{0,f}} = \frac{U_{1dm}}{\sqrt{3} \times I_{0,f}} = \frac{6000}{\sqrt{3} \times 1,1} = 3149 \Omega$$

➤ Điện trở lúc không tải :

$$R_0 = \frac{P_0}{3 \times I_{0,f}^2} = \frac{1000}{3 \times 1,1^2} = 275 \Omega$$

➤ Điện kháng lúc không tải :

$$X_0 = \sqrt{Z_0^2 - R_0^2} = \sqrt{3149^2 - 275^2} = 3137 \Omega$$

b/

➤ Điện áp dây khi ngắn mạch :

$$U_{1dN} = U_{1dm} \times \frac{U_N \%}{100} = \frac{5,5}{100} \times 6000 = 330 \text{ V}$$

➤ Điện áp pha khi ngắn mạch :

$$U_{1f.N} = \frac{U_{1d.N}}{\sqrt{3}} = \frac{330}{\sqrt{3}} = 190 \text{ V}$$

➤ Tổng trở lúc ngắn mạch :

$$\text{Ta có : } Z_N = \frac{U_{1f.N}}{I_N} = \frac{U_{1f.N}}{I_{1dm}} = \frac{190}{17,3} = 11 \Omega$$

➤ Điện trở ngắn mạch :

$$R_N = \frac{P_N}{3 \times I_{N,f}^2} = \frac{P_N}{3 \times (I_{1dm})^2} = \frac{4000}{3 \times 17,3^2} = 4,45 \Omega$$

➤ Điện kháng lúc ngắn mạch :

$$X_N = \sqrt{Z_N^2 - R_N^2} = \sqrt{11^2 - 4,45^2} = 10.\Omega$$

➤ Các thành phần ngắn mạch :

Điện áp rơi trên điện trở ngắn mạch phần trăm :

$$\text{Ta có : } U_{N.R} \% = \frac{I_{1dm} \times R_N \times 100}{U_{1f}} = \frac{I_{1dm} \times R_N}{\frac{U_{1d}}{\sqrt{3}}} \times 100 = \frac{17,3 \times 4,45 \times 100}{\frac{6000}{\sqrt{3}}} = 2,2.\%$$

Điện áp rơi trên điện kháng ngắn mạch phần trăm :

$$\text{Ta có : } U_{N.X} \% = \frac{I_{1dm} \times X_N \times 100}{U_{1f}} = \frac{I_{1dm} \times X_N}{\frac{U_{1d}}{\sqrt{3}}} \times 100 = \frac{17,3 \times 10 \times 100}{\frac{6000}{\sqrt{3}}} = 5.\%$$

Bài 6:

Một MBA 3 pha nối ($Y/Y-12$) có các thông số sau: $U_{1dm} = 15 \text{ KV}$,

$U_{2dm} = 400 \text{ V}$, $S_{dm} = 160 \text{ KVA}$, $P_0 = 460 \text{ W}$, $U_N \% = 4.\%$, $P_N = 2350 \text{ W}$. cho biết $R_1 \approx R_2'$, $X_1 \approx X_2'$

Tính :

a/ $I_{1dm} = ?$, $I_{2dm} = ?$, $R_N = ?$, $X_N = ?$, $Z_N = ?$, $R_1 = ?$, $R_2 = ?$, $X_1 = ?$, $X_2 = ?$

Và các thành phần $U_{NR} \% = ?$, $U_{NX} \% = ?$

b/ Độ thay đổi điện áp $\Delta U_2 \% = ?$ và $U_2 = ?$ khi tải định mức với

$\cos \varphi_2 = 0,8$, $K_t = 1$

c/ Hiệu suất của máy $\eta = ?$ khi. $\cos \varphi_2 = 0,8$, $K_t = 0,75$

HD:

a/

➤ Dòng điện định mức phía sơ cấp :

$$I_{1dm} = \frac{S_{dm}}{3 \times U_{1f}} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3} \times U_{1d}} = \frac{160000}{\sqrt{3} \times 15000} = 6,16 \text{ A}$$

➤ Dòng điện định mức phía thứ cấp :

$$I_{2dm} = \frac{S_{dm}}{3 \times U_{2f}} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3} \times U_{2d}} = \frac{160000}{\sqrt{3} \times 400} = 230 \text{ A}$$

➤ Tổng trở lúc ngắn mạch :

Ta có :

$$U_N \% = \frac{I_{1dm} \times Z_N}{U_{1f}} \times 100 = \frac{I_{1dm} \times Z_N}{\frac{U_{1dm}}{\sqrt{3}}} \Rightarrow Z_N = \frac{U_N \% \times U_{1dm}}{100 \times \sqrt{3} \times I_{1dm}} =$$

$$= \frac{4 \times 15000}{100 \times \sqrt{3} \times 3,16} = 56,2 \Omega$$

➤ Điện trở ngắn mạch :

$$R_N = \frac{P_N}{3 \times I_{N,f}^2} = \frac{P_N}{3 \times (I_{1dm})^2} = \frac{2350}{3 \times 6,16^2} = 20,6 \Omega$$

➤ Điện kháng lúc ngắn mạch:

$$X_N = \sqrt{Z_N^2 - R_N^2} = \sqrt{56,2^2 - 20,6^2} = 52,3 \Omega$$

➤ Điện trở sơ cấp và điện trở thứ cấp quy đổi:

$$\text{Ta có : } R_1 = R_2' = \frac{R_N}{2} = \frac{20,6}{2} = 10,3 \Omega$$

➤ Điện kháng sơ cấp và điện kháng thứ cấp quy đổi:

$$\text{Ta có : } X_1 = X_2' = \frac{X_N}{2} = \frac{56,2}{2} = 28,1 \Omega$$

➤ Hiệu suất MBA :

$$K_{BA} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{15000}{400} = 37,5$$

➤ Điện trở và điện kháng chưa quy đổi :

$$\text{Ta có : } R_2' = K_{BA}^2 \times R_2 \Rightarrow R_2 = \frac{R_2'}{K_{BA}^2} = \frac{10,3}{37,5^2} = 0,007 \Omega$$

$$X_2' = K_{BA}^2 \times X_2 \Rightarrow X_2 = \frac{X_2'}{K_{BA}^2} = \frac{28,1}{37,5^2} = 0,02 \Omega$$

➤ Các thành phần ngắn mạch :

Điện áp rơi trên điện trở ngắn mạch phần trăm :

$$\text{Ta có : } U_{N.R} \% = \frac{I_{1dm} \times R_N \times 100}{U_{1f}} = \frac{I_{1dm} \times R_N}{\frac{U_{1d}}{\sqrt{3}}} \times 100 = \frac{6,16 \times 20,6 \times 100}{\frac{15000}{\sqrt{3}}} = 1,46\%$$

Điện áp rơi trên điện kháng ngắn mạch phần trăm :

$$\text{Ta có : } U_{N.X} \% = \frac{I_{1dm} \times X_N \times 100}{U_{1f}} = \frac{I_{1dm} \times X_N}{\frac{U_{1d}}{\sqrt{3}}} \times 100 = \frac{6,16 \times 56,2 \times 100}{\frac{6000}{\sqrt{3}}} = 3,7\%$$

b/

➤ Độ thay đổi điện áp thứ cấp phần trăm khi $K_t = 1$,
 $\cos \varphi_2 = 0,8 \Rightarrow \sin \varphi_2 = 0,6$:

$$\Delta U_2 \% = K_t \times (U_{N.R} \% \times \cos \varphi_2 + U_{N.X} \% \times \sin \varphi_2)$$

Ta có :

$$\Rightarrow \Delta U_2 \% = 1 \times (1,46 \times 0,8 + 3,7 \times 0,6) = 3,4\%$$

➤ Điện áp thứ cấp khi $K_t = 1$:

$$\text{Ta có : } \Delta U_2 \% = \frac{U_{2.dm} - U_2}{U_{2.dm}} \times 100 \Rightarrow U_2 = U_{2.dm} - \frac{\Delta U_2 \% \times U_{2.dm}}{100}$$

$$\text{Vậy } U_2 = U_{2.dm} - \frac{\Delta U_2 \% \times U_{2.dm}}{100} = 400 - \frac{3,4 \times 400}{100} = 386,4V$$

c/

➤ Hiệu suất MBA khi $K_t = 0,75$, $\cos \varphi_2 = 0,8$:

Ta có:

$$\eta = \frac{K_t \times S_{dm} \times \cos \varphi_2}{K_t \times S_{dm} \times \cos \varphi_2 + P_0 + K_t^2 \times P_N} = \frac{0,75 \times 160000 \times 0,8}{0,75 \times 160000 \times 0,8 + 460 + 0,75^2 \times 2350} = 0,98$$