

LỜI MỞ ĐẦU

Trong công nghiệp động cơ dị bộ 3 pha là động cơ chiếm tỷ lệ rất lớn các loại động cơ khác. Do kết cấu đơn giản, làm việc chắc chắn, hiệu suất cao, giá thành hạ, nguồn cung cấp lấy ngay trên lưới công nghiệp, dải công suất động cơ rất rộng từ vài trăm W đến hàng ngàn kW. Tuy nhiên các hệ truyền động có điều chỉnh tốc độ dùng động cơ không đồng bộ lại có tỷ lệ nhỏ hơn so với động cơ 1 chiều.

Đó là điều chỉnh tốc độ động cơ dị bộ gặp nhiều khó khăn và dải điều chỉnh hẹp. Nhưng với sự ra đời và phát triển nhanh của dụng cụ bán dẫn công suất như : Diode, Triắc, tranzitor công suất, Thyristor có cực khoá thì các hệ truyền động có điều chỉnh tốc độ dùng động cơ dị bộ mới được khai thác mạnh hơn.

Xuất phát từ những vấn đề nêu trên và trong khuôn khổ đề án tốt nghiệp, bản đề án này nghiên cứu : “**Xây dựng bộ điều chỉnh điện áp xoay chiều 3 pha công suất 3kW dùng để điều chỉnh tốc độ động cơ dị bộ**”

Nội dung của đề án gồm 3 chương :

1. Chương 1 : Tổng quan về động cơ dị bộ
2. Chương 2 : Bộ điều chỉnh điện áp xoay chiều
3. Chương 3 : Xây dựng và thiết kế bộ điều chỉnh điện áp

Em xin chân thành cảm ơn thầy giáo GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn đã hướng dẫn tận tình cho em trong quá trình làm đề án vừa qua. Đến hôm nay em đã hoàn thành đề án của mình nhưng vì khả năng và thời gian có hạn nên chắc chắn còn sai sót nhất định.

Em cũng xin tỏ lòng biết ơn sâu sắc đối với các thầy cô giáo trong bộ môn điện công nghiệp và dân dụng trường đại học Dân Lập Hải Phòng đã nhiệt tình giảng dạy, giúp đỡ tạo điều kiện trong suốt quá trình học tập và rèn luyện của em để đến hôm nay em hoàn thành nhiệm vụ học tập của mình.

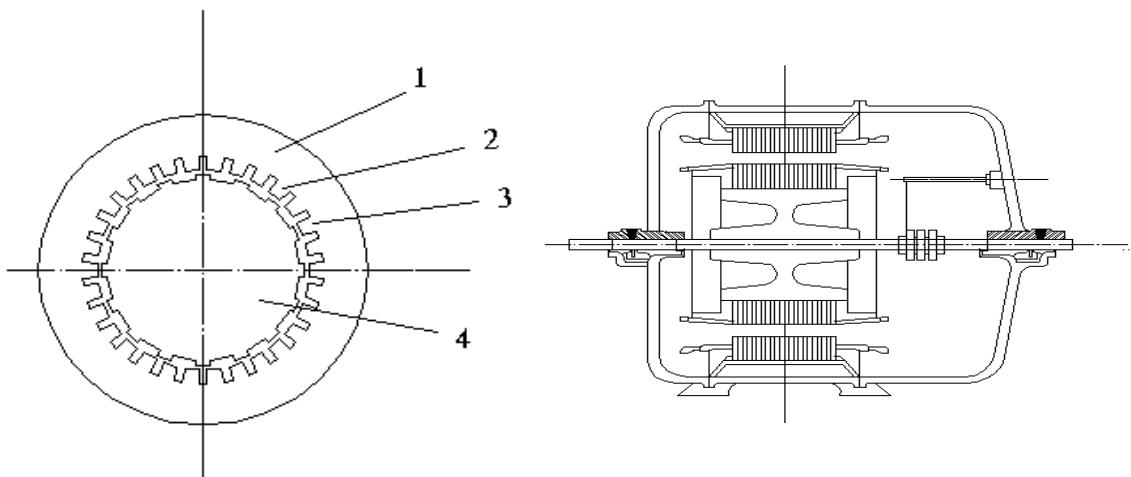
CHƯƠNG 1.

TỔNG QUAN VỀ ĐỘNG CƠ ĐIỆN

1.1 ĐỘNG CƠ ĐIỆN

1.1.1 Cấu tạo.

Động cơ không đồng bộ lồng sóc cũng có cấu tạo giống như các loại động cơ khác. Cấu tạo gồm hai phần cơ bản: phần quay (roto) và phần tĩnh (stato). Giữa phần tĩnh và phần quay là khe hở không khí. Dưới đây ta đi nghiên cứu từng phần riêng biệt.



Hình 1.1: Lá thép stato và roto máy điện dị bộ: 1- Lá thép stato; 2-Rãnh; 3- Răng; 4- Lá thép roto.

1.1.1.1. Cấu tạo của stato.

Stato gồm có hai phần cơ bản: mạch từ và mạch điện.

Mạch từ: Mạch từ của stato được ghép bằng các lá thép điện kỹ thuật có chiều dày khoảng 0.3-0.5mm, được cách điện 2 mặt để chống dòng fucô. Lá thép stato có dạng hình vành khăn phía trong được đục các rãnh. Để giảm dao động từ thông, số rãnh stato và roto không được bằng nhau. Mạch từ được đặt trong vỏ máy.

Ở những máy có công suất lớn, lõi thép được chia thành từng phần và ghép lại với nhau thành hình trụ bằng các lá thép nhằm tăng khả năng làm mát của mạch từ. Vỏ máy được làm bằng gang đúc hay thép, trên vỏ máy có đúc các gân tản nhiệt. Trên vỏ máy có đầu hộp đầu dây.

Mạch điện của stato: Mạch điện là cuộn dây máy điện được đặt vào các rãnh của lõi thép và được cách điện tốt với lõi.

1.1.1.2. Cấu tạo rôto.

Mạch từ: Giống như mạch từ stato, mạch từ roto cũng gồm các lá thép điện kỹ thuật ghép lại và cách điện đối với nhau. Rãnh của roto có thể song song với trục hoặc nghiêng đi một góc nhất định nhằm giảm dao động từ thông và loại trừ một số sóng bậc cao. Các lá thép điện kỹ thuật được gắn với nhau thành hình trụ, ở tâm lá thép mạch từ được đục lỗ để xuyên trục, roto gắn lên trục. Ở những máy công suất lớn roto còn đục các rãnh thông gió dọc thân roto.

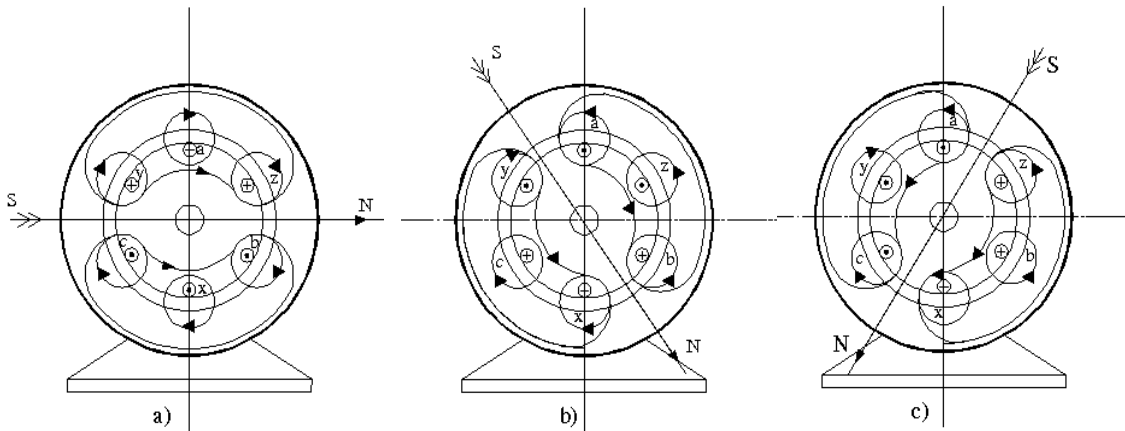
Mạch điện: Đây chính là phần tạo nên sự khác biệt giữa động cơ dị bộ roto lồng sóc với động cơ dị bộ roto dây cuốn. Mạch điện của loại roto này được làm bằng nhôm hoặc đồng thau. Nếu làm bằng nhôm thì được đúc trực tiếp vào rãnh roto, hai đầu được đúc bằng hai vòng ngắn mạch, cuộn dây hoàn toàn ngắn mạch, chính vì vậy mà còn gọi là roto ngắn mạch. Nếu làm bằng đồng thì được làm bằng các thanh dẫn và đặt vào trong rãnh, hai đầu được gắn với nhau bằng hai vòng ngắn mạch cùng kim loại. Bằng cách đó hình thành cho ta một cái lồng chính do đó có tên là roto lồng sóc. Giữa dây cuốn và lõi thép không phải thực hiện cách điện với nhau.

1.1.2. Nguyên lý hoạt động.

Khi cung cấp vào ba cuộn dây ba dòng điện của hệ thống điện ba pha có tần số là f_1 thì trong máy điện sinh ra từ trường quay với tốc độ $60f_1/p$. Từ trường này cắt thanh dẫn của roto và stato, sinh ra ở cuộn stato tự cảm e_1 và ở cuộn dây roto sdd tự cảm e_2 có giá trị hiệu dụng như sau:

$$E_1 = 4,44W_1\phi f_1k_{cd} \quad (1.1)$$

$$E_2 = 4,44W_2\phi f_2k_{cd} \quad (1.2)$$



Hình 1.2: Cách tạo từ trường quay trong máy điện bằng dòng điện 3 pha.

Do cuộn dây rôto ngắn mạch, nên sẽ có dòng điện chạy trong các thanh dẫn của cuộn dây này. Sự tác động tương hỗ giữa dòng điện chạy trong dây dẫn rôto và từ trường, sinh ra lực, đó là các ngẫu lực (2 thanh dẫn nằm cách nhau đường kính rôto) nên tạo ra mô men quay. Mô men quay có chiều đẩy stato theo chiều chống lại sự tăng từ thông móc vòng với cuộn dây. Nhưng vì stato gắn chặt còn rôto lại treo trên ổ bi, do đó rôto phải quay với tốc độ n theo chiều quay của từ trường. Tuy nhiên tốc độ này không thể bằng tốc độ quay của từ trường, bởi nếu $n = n_{tt}$ thì từ trường không cắt các thanh dẫn nữa, do đó không có sđđ cảm ứng, $E_2 = 0$ dẫn tới $I_2 = 0$ và mô men quay cũng bằng không, khi rôto chậm lại thì từ trường lại cắt các thanh dẫn, nên có sđđ, có dòng và mô men nên rôto lại quay. Do tốc độ quay của rôto khác với tốc độ quay của từ trường nên xuất hiện độ trượt và được định nghĩa như sau:

$$s = \frac{n_{tt} - n}{n_{tt}} 100\% \quad (1.3)$$

Do đó tốc độ quay của rôto có dạng:

$$n = n_{tt}(1-s) \quad (1.4)$$

Do $n \neq n_{tt}$ nên $(n_{tt} - n)$ là tốc độ cắt các thanh dẫn rôto của từ trường quay.

Vậy tần số biến thiên của sđđ cảm ứng trong roto biểu diễn bởi:

$$f_2 = \frac{(n_{tt} - n)p}{60} = \frac{n_{tt}}{n_{tt}} \frac{(n_{tt} - n)p}{60} = \frac{n_{tt}p}{60} \frac{(n_{tt} - n)}{n_{tt}} = sf_1 \quad (1.5)$$

Khi roto có dòng I_2 chạy, nó cũng sinh ra một từ trường quay với tốc độ

$$n_{tt} = \frac{60 f_2}{p} = \frac{60 s f_1}{p} = s n_{tt} \quad (1.6)$$

So với một điểm không chuyển động của stato, từ trường quay này sẽ quay với tốc độ:

$$n_{tt2s} = n_{tt2} + n = s n_{tt} - n_{tt}(1 - s) = n_{tt} \quad (1.8)$$

Như vậy so với stato, từ trường quay của roto có cùng tốc độ quay của từ trường stato.

1.1.3. Phương trình cân bằng sđđ và sơ đồ tương đương.

Khi cấp cho stato máy điện dị bộ roto lồng sóc một điện áp U_1 thì trong cuộn dây stato và roto có dòng điện chạy I_1 và $I_2 \neq 0$, làm xuất hiện mô men quay và quay roto với tốc độ $n \neq n_{tt}$ (theo nguyên lý hoạt động)

Sđđ cảm ứng trong cuộn dây stato và trong roto biểu diễn bằng biểu thức sau:

$$\begin{aligned} E_1 &= 4,44 W_1 \phi f_1 k_{cd} \\ E_2 &= 4,44 W_2 \phi f_2 k_{cd} \\ E_2 &= E_{20} s \quad (\text{đặt } E_{20} = 4,44 W_2 \phi f_1 k_{cd}) \end{aligned} \quad (1.9)$$

Ở stato dòng I_1 sinh ra từ thông chính và từ thông tản. Từ thông tản gây ra trở kháng X_1 ($X_1 = \omega L_1$). Điện trở thuần cuộn dây stato là R_1 , vậy cân bằng sđđ ở mạch stato là:

$$\dot{U} = -\dot{E}_1 + \dot{I}_{10} R_1 + j \dot{I}_{10} X_1 \quad (1.10)$$

Dòng I_2 sinh ra cũng gồm từ thông chính và từ thông tản. Từ thông tản gây ra điện trở kháng X_2 ($X_2 = \omega L_1$). Nếu gọi R_2 là điện trở thuần roto. Ta có phương trình cân bằng sđđ roto như sau:

$$0 = -\dot{E}_2 + \dot{I}_2 R_2 + j \dot{I}_2 X_2$$

$$\dot{E}_2 = \dot{I}_2 R_2 + j \dot{I}_2 X_2 \quad (1.11)$$

Từ (1.11) ta có thể tính được dòng I_2 theo biểu thức:

$$I_2 = \frac{E_2}{\sqrt{R_2^2 + X_2^2}} \quad (1.12)$$

Mặt khác ta có

$$X_2 = \omega L_2 = 2\pi f_2 L_2 = 2\pi s f_1 L_2 = s X_2' \quad (1.13)$$

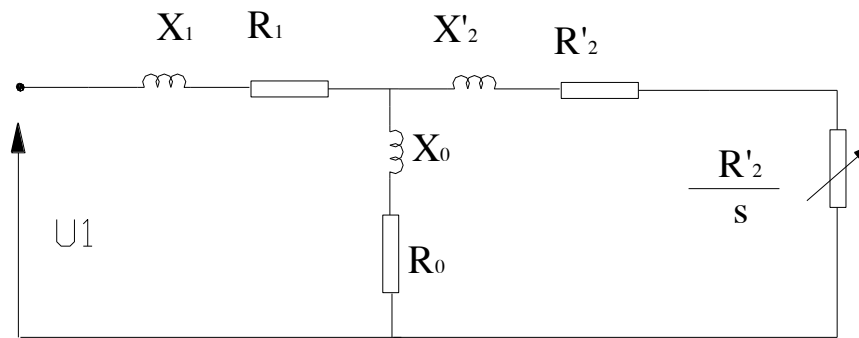
Trong đó đặt

$$X_2' = 2\pi f_1 L_2$$

Thay (1.9) và (1.13) vào (1.12) ta được:

$$I_2 = \frac{s E_{20}}{\sqrt{R_2^2 + (s X_{20})^2}} = \frac{E_{20}}{\sqrt{\left(\frac{R}{s}\right)_2^2 + (X_{20})^2}} \quad (1.14)$$

Phương trình (1.14) thực chất chính là ta đi thực hiện việc chuyển đổi sao cho tần số roto bằng tần số ở stato. Nếu ta thực hiện việc chuyển đổi cả về điện áp thì ta có thể thay thế động cơ dị bộ bằng mạch điện đơn giản sau đây:



Hình 1.3: Sơ đồ mạch thay thế động cơ dị bộ.

Trong đó:

$$E_2' = k_u E_2, I_2' = k_i I_2, R_2' = k_u k_i R_2, X_2' = k_u k_i X_2.$$

1.2. ĐẶC TÍNH CƠ CỦA ĐỘNG CƠ DỊ BỘ.

1.2.1. Thống kê năng lượng của động cơ dị bộ.

Về nguyên lý, máy điện không đồng bộ có thể làm việc như máy phát điện hoặc động cơ không đồng bộ. Ở chế độ làm việc động cơ, năng lượng điện được cung cấp từ lưới điện và chuyển sang rô to bằng từ trường quay. Dòng năng lượng được biểu diễn như sau:

-Công suất nhận từ lưới điện:

$$P_1 = m_1 U_1 I_1 \cos \varphi_1 \quad (1.15)$$

Ở stato, năng lượng bị mất một phần do tổn hao ở điện trở cuộn dây (ΔP_{Cu1}) và trong lõi thép (ΔP_{Fe1}). Vậy công suất điện từ chuyển từ stato sang rô to như sau:

$$P_{dt} = P_1 - \Delta P_{Cu1} - \Delta P_{Fe1} \quad (1.16)$$

Trong đó $\Delta P_{Cu1} = m_1 I_1^2 R_1$, $\Delta P_{Fe1} = m_1 I_{Fe}^2 R_{Fe}$. Tổn hao thép phụ thuộc vào tần số. Tổn hao lõi thép phía rô to bỏ qua, vì khi làm việc định mức tần số $f_2 = (1 - 3) \text{Hz}$.

Công suất điện từ chuyển sang rô to sẽ ứng với công suất tác dụng sinh ra ở điện trở R_2'/s vậy:

$$P_{dt} = m_1 I_2'^2 \frac{R_2'}{s} = m_1 I_2'^2 R_2' + m_1 I_2'^2 R_2' \frac{1-s}{s} \quad (1.17)$$

Thành phần thứ nhất là tổn hao đồng ở cuộn dây rô to:

$$\Delta P_{Cu2} = m_1 I_2'^2 R_2' = m_2 I_2^2 R_2 \quad (1.18)$$

Phần công suất còn lại được chuyển sang công cơ học trên trục động cơ vậy:

$$P_{cv} = m_1 I_2'^2 R_2' \frac{1-s}{s} = m_1 I_2^2 R_2 \frac{1-s}{s} \quad (1.19)$$

Công suất cơ được chuyển sang công suất hữu ích P_2 và tổn hao cơ các loại (ΔP_{Cv}) như: ma sát ổ bi, quạt gió, ma sát rô to với không khí v.v. ngoài ra còn

tổn hao phụ do sóng bậc cao, do mạch từ có răng (ΔP_p). Tổn hao phụ rất nhỏ ($\Delta P_p \approx 0.005P_1$).

Vậy công suất hữu ích tính như sau:

$$P_2 = P_{cơ} - \Delta P_{C\sigma} - \Delta P_p \quad (1.20)$$

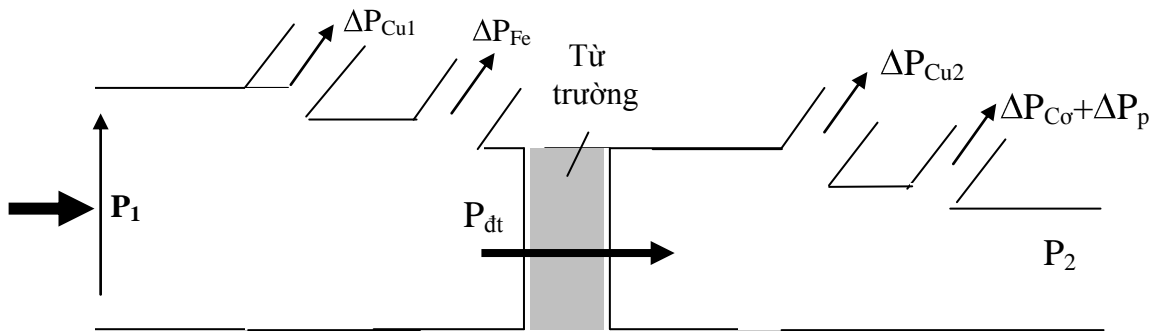
Tổng tổn hao của động cơ có giá trị:

$$\Delta P = \Delta P_{Cu1} + \Delta P_{Fe1} + \Delta P_{Cu2} + \Delta P_{C\sigma} + \Delta P_p \quad (1.21)$$

Hiệu suất của động cơ:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_1 - \Delta P}{P_1} = 1 - \frac{\Delta P}{P_1} \quad (1.22)$$

Sơ đồ năng lượng của máy điện dị bộ biểu diễn trên hình 1.4



Hình 1.4: Sơ đồ năng lượng của động cơ dị bộ.

1.2.2. Mô men quay (mô men điện từ) của động cơ dị bộ

Công suất cơ học của máy điện không đồng bộ phụ thuộc vào tốc độ quay của rô to (tốc độ cơ):

$$P_{cơ} = M\omega_{cơ} \quad (1.23a)$$

Do đó mô men điện từ của máy điện không đồng bộ có thể tính được bằng biểu thức:

$$M = \frac{P_{dt}}{\omega_{co}} \quad (1.23)$$

Ở đây $\omega_{co} = \frac{2\pi n}{60} = \frac{\omega_u}{p} = \frac{2\pi f_1}{p}$, trong đó n-tốc độ quay của rô to tính bằng vòng phút, ω_u -tốc độ góc quay của từ trường đo bằng rad/giây, p-số đôi cực. Thay công suất điện từ bằng (1.17) ta được:

$$M = m_1 I_2'^2 \frac{R_2'}{s} \cdot \frac{1}{\omega_{co}} \quad (1.24)$$

Biểu thức mô men điện từ của máy điện không đồng bộ còn có thể nhận được ở dạng khác như sau:

Thay vào (1.24) một giá trị của I_2' bằng biểu thức (1.14) và $\cos\varphi_2$ có giá trị:

$$\cos\varphi_2 = \frac{R_2' + R_2' \frac{1-s}{s}}{\sqrt{\left(R_2' + R_2' \frac{1-s}{s}\right)^2 + X_2'^2}} = \frac{R_2'}{\sqrt{R_2'^2 + X_2'^2 s^2}}$$

Ta nhận được:

$$M = \frac{pm_1}{\omega_u} \frac{E_2' s}{\sqrt{R_2'^2 + X_2'^2}} I_2' \frac{R_2'}{s} = \frac{4,44k_{cd} W_1 \omega_1 f_1 m_1 p}{2\pi f_1} I_2' \phi \cos\varphi_2 \quad (1.24a)$$

Hay: $M = k I_2' \phi \cos\varphi_2$ (1.24b) có dạng của mô men máy điện dòng một chiều, trong đó $k = \frac{4,44k_{cd} W_1 \omega_1 m_1 p}{2\pi}$.

Chúng ta còn có cách khác để tính mô men điện từ của máy điện không đồng bộ.

Trước hết tính dòng I_2' . Ta dùng sơ đồ tương đương gần đúng (hình 1.3). Theo sơ đồ ta có:

$$I_2' = \frac{U_1}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + (X_1 + X_2')^2}} \quad (1.25)$$

Thay vào (1.29) ta được:

$$M = \frac{pm_1}{\omega_n} \frac{U_1^2}{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + (X_1 + X_2')^2} \frac{R_2'}{s} \quad (1.26)$$

Đây là biểu thức mô men điện từ của máy điện không đồng bộ, có giá trị đo bằng [Nm], muốn đo bằng [KGM] phải chia cho 9,81.

1.2.3. Đặc tính cơ của động cơ dị bộ.

Đặc tính cơ được định nghĩa là mối quan hệ hàm giữa tốc độ quay và mô men điện từ của động cơ $n=f(M)$.

Để dựng được mối quan hệ này, trước hết ta nghiên cứu công thức (1.25) là mối quan hệ $M=f(s)$ và được gọi là đặc tính tốc độ của động cơ. Từ biểu thức ta nhận thấy mối quan hệ giữa mô men và độ trượt là mối quan hệ phi tuyến. Để khảo sát chúng ta hãy tìm cực trị.

Đầu tiên ta tính:

$$\frac{dM}{ds} = 0 \quad (1.27)$$

Sau khi tính đạo hàm mô men rồi, cho bằng 0 ta tìm được độ trượt tới hạn có giá trị sau:

$$s_{th} = \pm \frac{R_2'}{R_1 + (X_1 + X_2')} \quad (1.28)$$

Ở đây s_{th} là độ trượt tới hạn, tức là giá trị độ trượt ở đó xuất hiện mô men cực đại và cực tiểu. Dấu '+' ứng với chế độ động cơ còn dấu '-' ứng với chế độ máy phát.

Thay s_{th} vào (1.31) ta có:

$$M_{max} = \pm \frac{3pU_1^2}{2\omega_n \left[R_1 + \sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_2')^2} \right]} \quad (1.29)$$

Dấu "+" cho chế độ động cơ, còn dấu trừ cho chế độ máy phát. Để dựng đặc tính $M=f(s)$ ta nhận thấy, khi s nhỏ thì $R_1 + \frac{R_2'}{s} \gg X_1 + X_2'$ do đó có thể bỏ qua $X_1 + X_2'$ ta có mối quan hệ tuyến tính (hình 1.5), còn khi s lớn thì

$R_1 + \frac{R_2'}{s} \ll X_1 + X_2'$ nên nhận $R_1 + \frac{R_2'}{s} = 0$, ta được $M=K/s$, nó là một đường hypecbon (hình 1.5). Đường $M=f(s)$ là đường 3 trên hình 1.5.

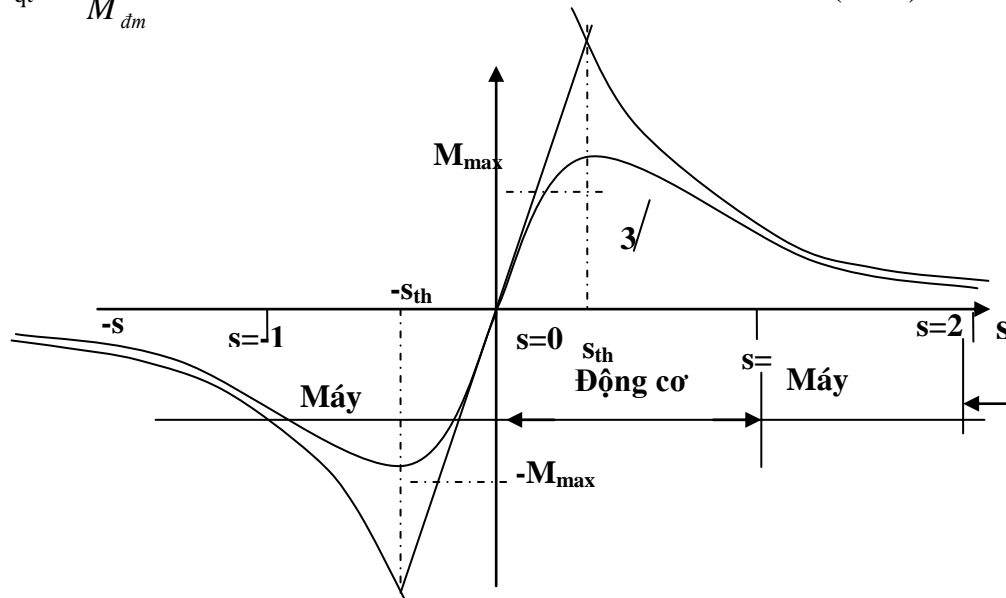
Giữa M và độ trượt còn có thể biểu diễn bởi biểu thức sau:

$$M = \frac{2M_{\max}}{\frac{s}{s_{th}} + \frac{s_{th}}{s}} \quad (1.30)$$

Để dựng đặc tính tốc độ người ta thường dùng công thức này và có tên là công thức Kloss.

Hệ số quá tải là tỷ số giữa mô men cực đại đối với mô men định mức :

$$K_{qt} = \frac{M_{\max}}{M_{\text{đm}}} \quad (1.31)$$

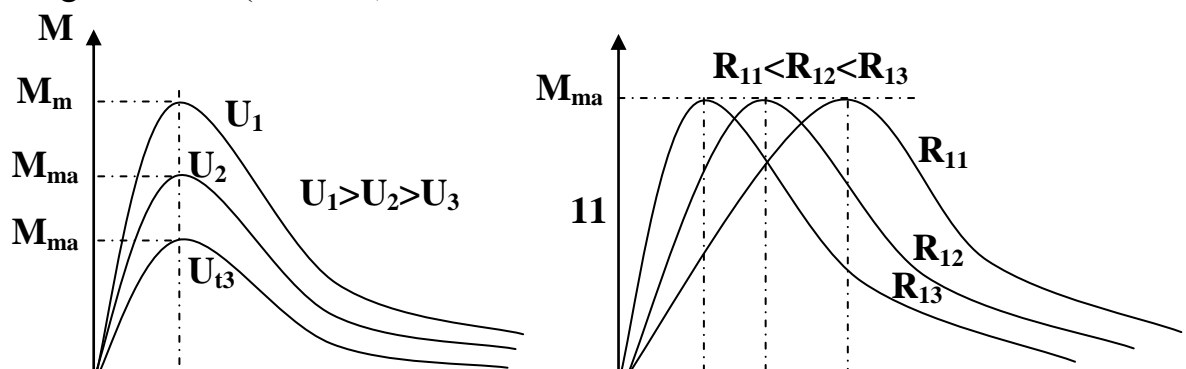


Hình 1.5: Đặc tính $M=f(s)$ khi $U_1=\text{const}$, $f_1=\text{const}$.

Ta hãy xét ảnh hưởng của một số thông số lên mô men động cơ:

- Ảnh hưởng của sự thay đổi điện áp mạng cấp U_1

Từ biểu thức (1.26) và (1.29) ta thấy khi điện áp U_1 giảm thì mô men cực đại và mô men giảm theo tỷ lệ bình phương, điều đó rất dễ làm cho động cơ dừng dưới điện.(hình 1.6)



Hình 1.6: Ảnh hưởng của điện áp nguồn nạp đối với mô men động cơ.

Hình 1.7: Ảnh hưởng của điện trở rô to lên mô men động cơ.

Khi thay đổi điện trở X ở mạch stato, hậu quả như giảm điện áp nguồn vì điện áp đặt lên động cơ bằng điện áp nguồn trừ đi độ sụt áp trên điện trở X .

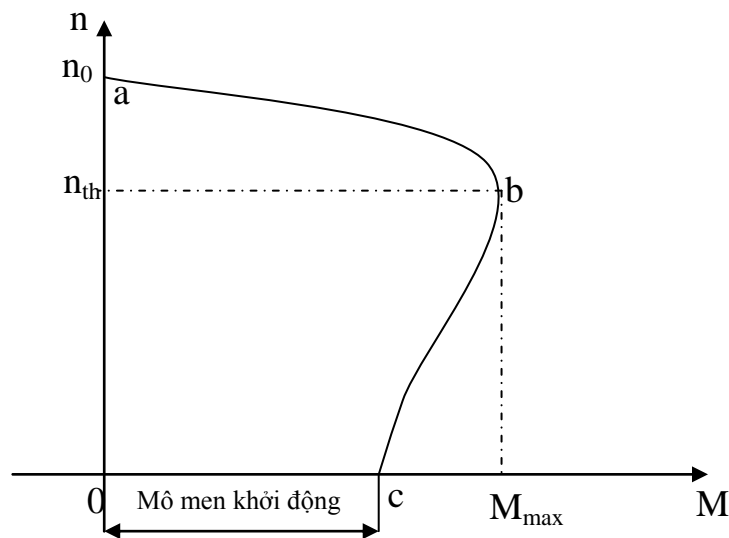
Trên hình 1.7 biểu diễn sự thay đổi của mô men khi thay đổi điện trở của rô to động cơ. Khi thay đổi điện trở R'_2 sẽ làm thay đổi độ trượt tới hạn, nhưng không thay đổi mô men cực đại (1.29).

Đặc tính cơ:

Để có được đặc tính cơ $M=f(n)$ ta dựa vào mối quan hệ:

$$n = n_{tt}(1-s) \quad (1.32)$$

Cho s những giá trị khác nhau ta có giá trị của n , từ (1.26) ta tính M , lập bảng mối quan hệ $n=f(M)$ rồi dựng đồ thị mối quan hệ này hình 1.8



Hình 1.8: Đặc tính cơ động cơ điện từ. Từ đặc tính cơ ta có nhận xét: đặc tính cơ chia làm 2 đoạn: đoạn a-b và đoạn b-c. Đoạn ab là đoạn làm việc ổn định, vì trên đoạn này mỗi khi chế độ

ổn định cũ bị phá vỡ thì nó lại thiết lập chế độ ổn định mới. Trên đoạn b-c ta không có được tính chất đó. Từ đặc tính cơ ta thấy có 2 chế độ đặc trưng:

- Khi $M=0$ thì có $n=n_0$ (n_0 - là tốc độ không tải có giá trị bằng tốc độ từ trường quay). Chế độ này thực tế không có, để nghiên cứu ta phải gắn máy lai ngoài với động cơ rồi quay rô to với tốc độ bằng tốc độ quay của từ trường, ta gọi chế độ này là chế độ không tải lý tưởng.

- Khi $n=0$. Đây là chế độ khi vừa đưa động cơ vào lưới cung cấp, động cơ chưa kịp quay, ta gọi là chế độ khởi động, ứng với chế độ khởi động có mô men khởi động.

Ngoài ra động cơ còn có tốc độ $n=0$ trong trường hợp động cơ không làm việc, không có điện áp cung cấp cho stato. Lúc này không có gì xảy ra, chúng ta không bàn tới.

1.3.CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ.

1.3.1. Mở đầu.

Trong thực tế sản xuất và tiêu dùng, các khâu cơ khí sản xuất cần có tốc độ thay đổi. Song khi chế tạo, mỗi động cơ điện lại được sản xuất với một tốc độ định mức, vì vậy vấn đề điều chỉnh tốc độ các động cơ điện là rất cần thiết.

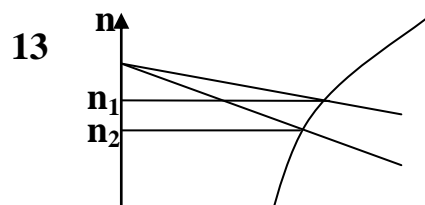
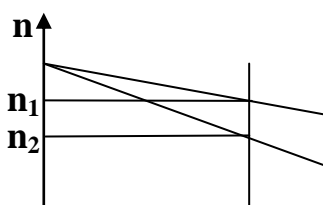
Khi mô men cản trên trục động cơ thay đổi, thì tốc độ động cơ thay đổi, nhưng sự thay đổi tốc độ như thế không gọi là điều chỉnh tốc độ.

Điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ là quá trình thay đổi tốc độ động cơ theo ý chủ quan của con người phục vụ các yêu cầu về công nghệ.

Phụ thuộc vào đặc tính cơ của cơ khí sản xuất mà quá trình thay đổi tốc độ xảy ra khi mô men cản không đổi (hình 1.9a) hoặc khi mô men cản thay đổi (hình 1.9b).

Khi điều chỉnh tốc độ động cơ cần thỏa mãn những yêu cầu sau:

Phạm vi điều chỉnh, sự liên tục trong điều chỉnh và tính kinh tế trong điều chỉnh. Với các thiết bị vận chuyển, phải điều chỉnh tốc độ trong phạm vi rộng,



còn thiết bị dẹt hoặc giấy thì lại đòi hỏi tốc độ không đổi với độ chính xác cao.

Để nghiên cứu các phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ ta dựa vào các biểu thức sau:

$$n = n_{tt}(1-s) \quad (1.33)$$

$$n_{tt} = \frac{60f}{p} \quad (1.33a)$$

$$s = \frac{E_1}{E_2} \text{ hoặc } s = \frac{f_1}{f_2} \quad (1.33b)$$

Mặt khác ta lại có:

$$E_2 = I_2 \sqrt{R_2^2 + (X_{20}s)^2}$$

$$\text{Vậy } s = \frac{R_2 I_2}{\sqrt{E_2^2 + (X_{20} I_2)^2}} \quad (1.33c)$$

Từ các công thức (1.36) rút ra các phương pháp điều chỉnh tốc độ sau đây:

1. Thay đổi tần số f_1
2. Thay đổi số đôi cực p
3. Thay đổi điện trở R_2 ở mạch rô to;
4. Thay đổi E_{20} hoặc U_1
5. Thay đổi điện áp E_2
6. Thay đổi tần số f_2

Trong các phương pháp trên, người ta hay sử dụng phương pháp 1, 2 và 4. Dưới đây trình bày ngắn gọn một số phương pháp thường dùng.

1.3.2. Thay đổi tần số nguồn điện cung cấp f_1 .

Phương pháp này chỉ sử dụng được khi nguồn cung cấp có khả năng thay đổi tần số. Ngày nay, do sự phát triển của công nghệ điện tử các bộ biến tần tĩnh được chế tạo từ các van bán dẫn công suất đã đảm nhiệm được nguồn cung cấp năng lượng điện có tần số thay đổi, do đó phương pháp điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi tần số đang được áp dụng rộng rãi và cạnh tranh với các hệ thống truyền động điện dòng một chiều.

Nếu bỏ qua tổn hao điện áp ở mạch stato ta có:

$$U_1 = E_1 = 4,44 f_1 W_1 k_{cd1} \phi \quad (1.34)$$

Hay $U_1 = k f_1 \phi \quad (1.34a)$

Từ biểu thức này ta thấy nếu thay đổi f_1 mà giữ $U_1 = \text{const}$ thì từ thông sẽ thay đổi. Việc thay đổi từ thông làm giảm điều kiện công tác của máy điện, thay đổi hệ số $\cos \varphi_1$, thay đổi hiệu suất và tổn hao lõi thép, do đó yêu cầu khi thay đổi tần số phải giữ cho từ thông không đổi.

Mặt khác trong điều chỉnh tốc độ phải đảm bảo khả năng quá tải của động cơ không đổi trong toàn bộ phạm vi điều chỉnh, điều đó có nghĩa là phải giữ cho $M_{\max} = \text{const}$. Muốn giữ cho $M_{\max} = \text{const}$ thì phải giữ cho từ thông không đổi. Muốn giữ cho từ thông không đổi thì khi thay đổi tần số ta phải thay đổi điện áp đảm bảo sự cân bằng của (1.34a).

Mô men cực đại có thể biểu diễn bởi biểu thức:

$$M_{\max} = C \left(\frac{U_1}{f_1} \right)^2 \quad (1.35)$$

Nếu hệ số quá tải không đổi, thì tỷ số của mô men tới hạn ở 2 tốc độ khác nhau phải bằng tỷ số mô men căn ở 2 tốc độ đó tức là:

$$\frac{M'_{th}}{M''_{th}} = \frac{M'_c}{M''_c} = \frac{U_1'^2}{f_1'^2} = \frac{f_1''^2}{U_1''^2} \quad (1.36)$$

Từ đây ta có:

$$\frac{U'_1}{U''_1} = \frac{f'_1}{f''_1} = \sqrt{\frac{M'_c}{M''_c}} \quad (1.37)$$

Trong đó M'_{th} và M'_c là mô men tới hạn và mô men cản ứng với tần số nguồn nạp f'_1 , điện áp U'_1 còn M''_{th} và M''_c là mô men tới hạn và mô men cản ứng với tần số nguồn nạp f''_1 và điện áp U''_1 . Nếu điều chỉnh theo công suất không đổi $P_2 = \text{const}$ thì mô men của động cơ tỷ lệ nghịch với tốc độ do vậy:

$$\frac{M'_c}{M''_c} = \frac{f''_1}{f'_1} \quad (1.38)$$

Do đó:

$$\frac{U'_1}{U''_1} = \sqrt{\frac{f'_1}{f''_1}} \quad (1.39)$$

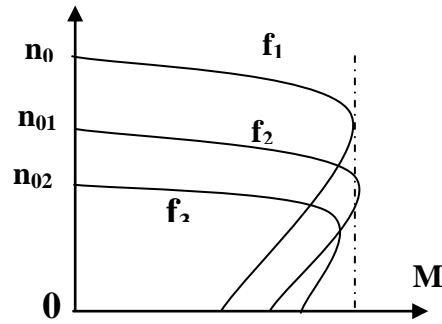
Trong thực tế ta thường gặp điều chỉnh với $M_c = \text{const}$ do đó:

$$\frac{U_1}{f_1} = \text{const} \quad (1.40)$$

Khi giữ cho $\phi = \text{const}$ thì $\cos\phi = \text{const}$, hiệu suất không đổi, $I_0 = \text{const}$. Nếu mô men cản có dạng quạt gió thì :

$$\frac{U'_1}{U''_1} = \left(\frac{f'_1}{f''_1} \right)^2 \quad (1.41)$$

Theo các biểu thức trên đây thì khi thay đổi tần số, mô men cực đại không đổi. Điều đó chỉ đúng trong phạm vi tần số định mức, khi tần số vượt ra ngoài phạm vi định mức thì khi tần số giảm, mô men cực đại cũng giảm do từ thông giảm, sở dĩ như vậy vì để nhận được các biểu thức trên ta đã bỏ qua độ sụt áp trên các điện trở thuần, điều đó đúng khi tần số lớn, nhưng khi tần số thấp thì giá trị X giảm, ta không thể bỏ qua độ sụt áp trên điện trở thuần nữa, do đó từ thông sẽ giảm và mô men cực đại giảm. Trên hình 1.10 biểu diễn đặc tính cơ khi điều chỉnh tần số với $f_1 > f_2 > f_3$.



Hình 1.10: Đặc tính cơ khí điều chỉnh tần số theo nguyên

$$\text{lý: } f_1 > f_2 > f_3.$$

Ưu điểm của phương pháp điều chỉnh tần số là phạm vi điều chỉnh rộng, độ điều chỉnh lằng, tổn hao điều chỉnh nhỏ.

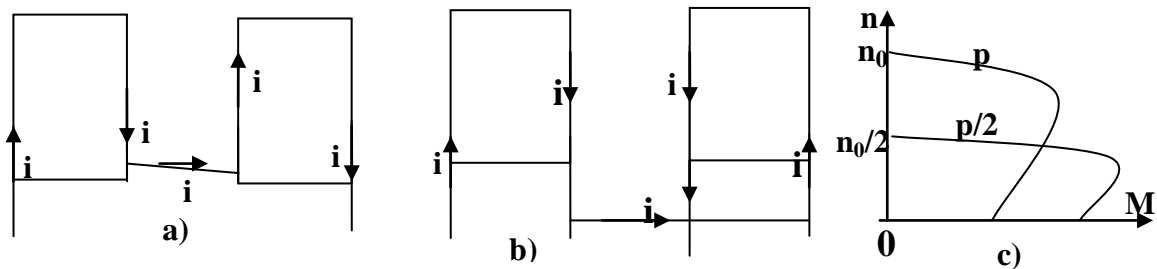
1.3.3 Thay đổi số đôi cực.

Nếu động cơ dị bộ có trang bị thiết bị đổi nối cuộn dây để thay đổi số đôi cực thì ta có thể điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi số đôi cực.

Để thay đổi số đôi cực ta có thể :

-Dùng đổi nối một cuộn dây. Giả sử lúc đầu cuộn dây được nối như hình 1.11a, khi đó số cặp cực là p , nếu bây giờ đổi nối như hình 1.11b ta được số cặp cực $p/2$.

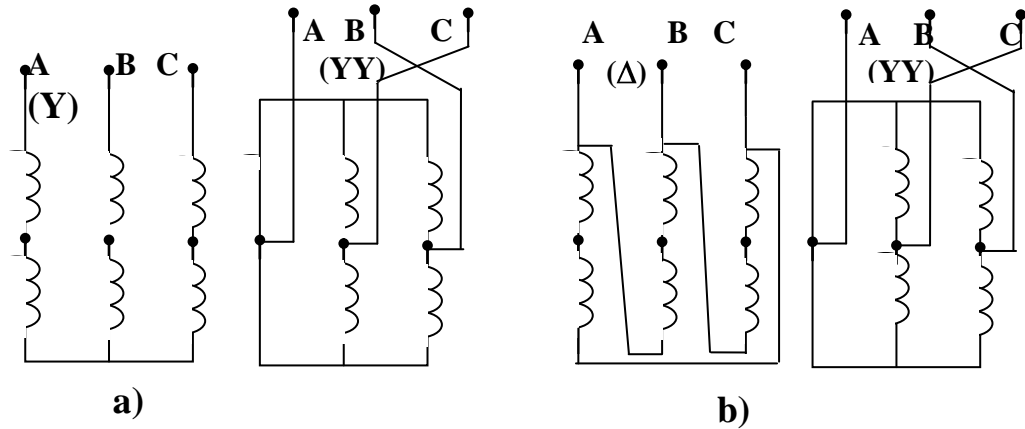
Đặc tính cơ khí thay đổi số đôi cực biểu diễn trên hình 1.11c



Hình 1.11: Cách đổi nối cuộn dây để thay đổi số đôi cực: a) Mắc nối tiếp, số đôi cực là p b) Mắc song song số đôi cực là $p/2$; c) Đặc tính cơ của động cơ khi thay đổi số đôi cực.

Để thay đổi cách nối cuộn dây ta có những phương pháp sau:

Đổi từ nối sao sang sao kép (hình 1.12a).



Hình 1.12: Đổi nối cuộn dây a) $Y \rightarrow YY$, b) $\Delta \rightarrow YY$.

Với cách nối này ta có: Giả thiết rằng hiệu suất và hệ số $\cos\varphi$ không đổi thì công suất trên trục động cơ ở sơ đồ Y sẽ là:

$$P_Y = \sqrt{3} U_d I_p \eta \cos\varphi_1$$

Cho sơ đồ YY ta có:

$$P_{YY} = \sqrt{3} U_d 2I_p \eta \cos\varphi_1, \text{ do đó}$$

$$P_Y/P_{YY} = 2.$$

Ở đây I_p -dòng pha. Như vậy khi thay đổi tốc độ 2 lần thì công suất cũng thay đổi với tỷ lệ ấy. Cách đổi nối này gọi là cách đổi nối có $M = \text{const}$.

Người ta còn thực hiện đổi nối theo nguyên tắc Δ sang YY(sao kép) hình 1.12b.

Ta có:

$$P_\Delta = \sqrt{3} U_d \sqrt{3} I_p \eta \cos\varphi_1$$

$$P_{YY} = \sqrt{3} U_d 2I_p \eta \cos\varphi_1, \text{ do đó}$$

$P_{YY}/P_\Delta = 2/\sqrt{3} = 1,15$ thực tế coi như không đổi. Đây là cách đổi nối có $P = \text{const}$.

-Dùng cuộn dây độc lập với những số cực khác nhau, đó là động cơ dị bộ nhiều tốc độ. Với động cơ loại này stato có 2 hoặc 3 cuộn dây, mỗi cuộn dây có số đôi cực khác nhau. Nếu ta trang bị thiết bị đổi nối cuộn dây thì ta được 6 số cặp cực khác nhau ứng với 6 tốc độ.

Đặc điểm của phương pháp thay đổi tốc độ bằng thay đổi số đôi cực: rẻ tiền, dễ thực hiện. Tuy nhiên do p là một số nguyên nên thay đổi tốc độ có tính nhảy bậc và phạm vi thay đổi tốc độ không rộng.

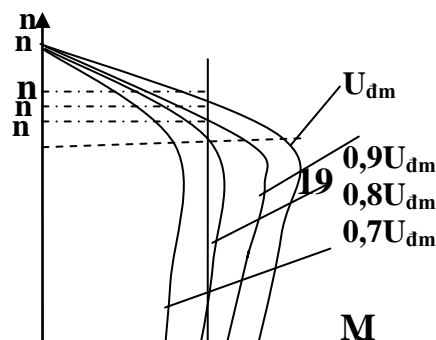
1.3.4. Điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi điện áp nguồn cung cấp.

Thay đổi điện áp nguồn cung cấp làm thay đổi đặc tính cơ (hình 1.13). Vì mô men cực đại $M_{\max} = cU_1^2$, nên khi giảm điện áp thì mô men cực đại cũng giảm mà không thay đổi độ trượt tới hạn (vì $s_{th} \approx R_2/X_2$). Nếu mô men cản không đổi thì khi giảm điện áp từ $U_{đm}$ tới $0,9U_{đm}$ tốc độ sẽ thay đổi, nhưng khi điện áp giảm tới $0,7U_{đm}$ thì mô men của động cơ nhỏ hơn mô men cản, động cơ sẽ bị dừng dưới điện.

Đặc điểm của phương pháp điều chỉnh tốc độ bằng điều chỉnh điện áp nguồn cung cấp là phạm vi điều chỉnh hẹp, rất dễ bị dừng máy, chỉ điều chỉnh theo chiều giảm tốc độ. Mặt khác vì $P_{dt} = CE_{20}I_2\cos\varphi_2 = C_1U_1I_2\cos\varphi_1 = \text{const}$ nên khi giảm điện áp U_1 , mà mô men cản không đổi sẽ làm tăng dòng trong mạch stato và rô to làm tăng tổn hao trong các cuộn dây.

Để thay đổi điện áp ta có thể dùng bộ biến đổi điện áp không tiếp điểm bán dẫn, biến áp hoặc đưa thêm điện trở hoặc điện kháng vào mạch stato. Đưa thêm điện trở thuần sẽ làm tăng tổn hao, nên người ta thường đưa điện kháng vào mạch stato hơn.

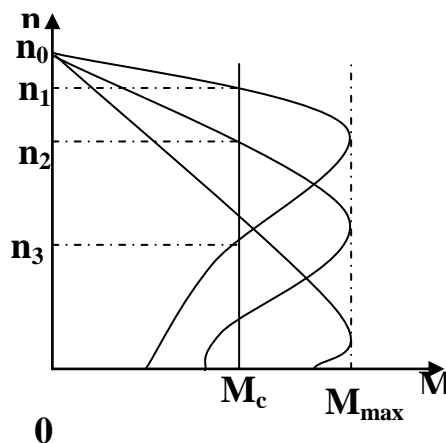
Để mở rộng phạm vi điều chỉnh và tăng độ cứng của đặc tính cơ, hệ thống điều chỉnh tốc độ bằng điện áp thường làm việc ở hệ thống kín.



Hình 1.13: Đặc tính cơ của động cơ dị bộ khi thay đổi điện

1.3.5. Điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi điện trở mạch rô to.

Phương pháp điều chỉnh này chỉ áp dụng cho động cơ dị bộ rô to dây quấn. Đặc tính cơ của động cơ dị bộ rô to dây quấn khi thay đổi điện trở rô to biểu diễn trên hình 1.14. Bằng việc tăng điện trở rô to, đặc tính cơ mềm đi nhiều, nếu mô men cản không đổi ta có thể thay đổi tốc độ động cơ theo chiều giảm. Nếu điện trở phụ thay đổi vô cấp ta thay đổi được tốc độ vô cấp, tuy nhiên việc thay đổi vô cấp tốc độ bằng phương pháp điện trở rất ít dùng mà thay đổi nhảy bậc do đó các điện trở điều chỉnh được chế tạo làm việc ở chế độ lâu dài và có nhiều đầu ra.



Hình 1.14: Đặc tính cơ của động cơ dị bộ dây quấn khi thay đổi điện điện trở rô to.

Giá trị điện trở phụ đưa vào rô to có thể tính bằng công thức:

$$R_p = \left(\frac{s_2}{s_1} - 1 \right) R_2 \text{ trong đó } s_1 \text{ và } s_2 \text{ ứng với tốc độ } n_1 \text{ và } n_2.$$

Khi $M_c = \text{const}$ thì phạm vi điều chỉnh tốc độ là $n_1 - n_3$ (hình 9.30), khi M_c tăng phạm vi điều chỉnh tốc độ sẽ tăng lên. Khi mô men cản không đổi thì công suất nhận từ lưới điện không đổi trong toàn phạm vi điều chỉnh tốc độ. Công suất hữu ích $P_2 = M\omega_2$ ở trên trục động cơ sẽ tăng khi độ trượt giảm.

Vì $\Delta P = P_{dt} - P_2 = M(\omega_1 - \omega_2)$ là tổn hao rô to nên khi độ trượt lớn tổn hao sẽ lớn.

Đặc điểm của phương pháp điều chỉnh điện trở rô to là điều chỉnh lúng, dễ thực hiện, rẻ tiền nhưng không kinh tế do tổn hao ở điện trở điều chỉnh, phạm vi điều chỉnh phụ thuộc vào tải. Không thể điều chỉnh ở tốc độ gần tốc độ không tải.

1.3.6. Thay đổi điện áp ở mạch rô to.

Trước khi bước vào nghiên cứu phương pháp điều chỉnh tốc độ bằng đưa thêm sdd vào mạch rô to, ta thực hiện việc thống kê công suất ở máy điện không đồng bộ khi có đưa điện trở phụ vào mạch rô to.

Công suất nhận vào:

$$P_1 = m_1 U_1 I_1 \cos \varphi_1$$

Công suất điện từ hay còn gọi là công suất từ trường quay:

$$P_{dt} = P_1 - \Delta P_1 = P_1 - (\Delta P_{Cu1} + \Delta P_{Fe1})$$

Đây là công suất chuyển qua từ trường sang rô to.

Công suất điện từ được chia ra công suất điện và công suất cơ:

$$P_{dt} = P_{co} + P_{điện}$$

$$\text{trong đó: } P_{điện} = \Delta P_{Cu2} + P_2$$

Ở đây P_2 là tổn hao trên điện trở phụ đưa vào mạch rô to, còn ΔP_{Cu2} là tổn hao đồng cuộn dây rô to do đó:

$$P_2 = m_2 I_2 R_p, \text{ còn } \Delta P_{Cu2} = m_2 R_2 \cdot I_2^2$$

Công suất cơ học $P_{\text{cơ}}$: là công suất ở điện trở : $(R'_2 + R'_p) \frac{1-s}{s}$ do vậy:

$$P_{\text{cơ}} = m_1 (R'_2 + R'_p) I_2'^2 \frac{1-s}{s}$$

Khi thay đổi tốc độ quay bằng thay đổi điện trở mạch rô to, là ta đã làm thay đổi P_2 truyền cho điện trở phụ để công suất cơ khí $P_{\text{cơ}}$ thay đổi vì:

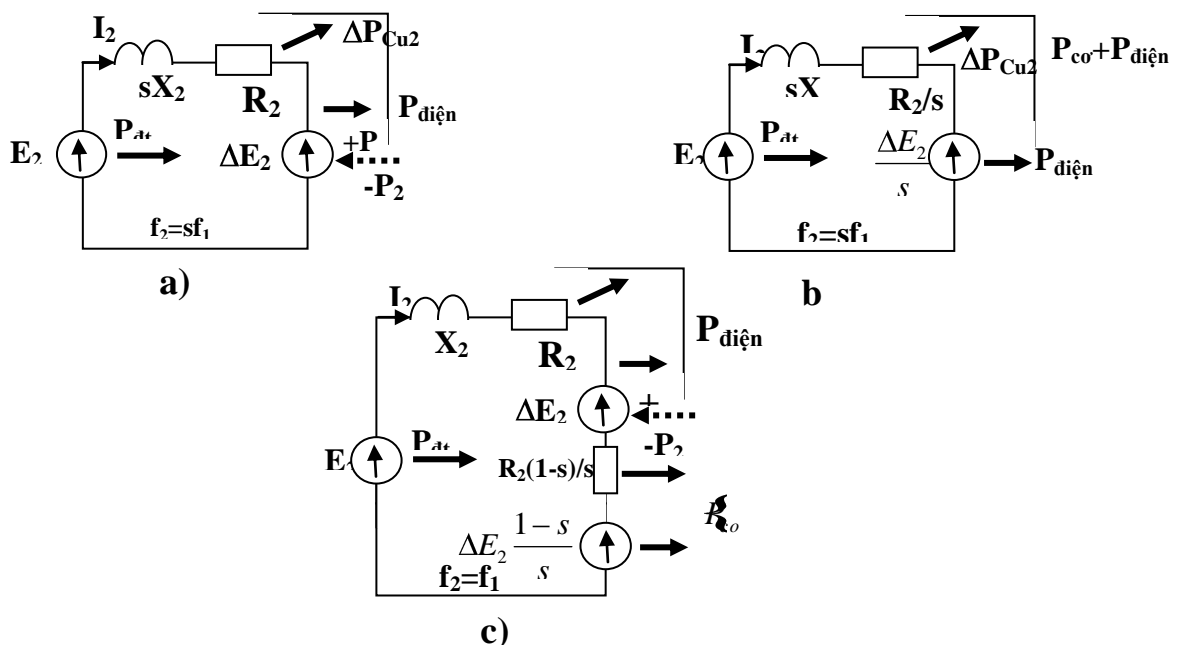
$$P_{\text{dt}} = P_{\text{cơ}} + P_2 + \Delta P_{\text{Cu2}} = \text{const} \text{ trong đó } \Delta P_{\text{Cu2}} = \text{const.}$$

Bây giờ chúng ta nghiên cứu một phương pháp khác thay đổi công suất P_2 trong mạch rô to. Đó là phương pháp đưa thêm vào mạch rô to một đại lượng: ΔE_2 (hình 1.15) có cùng tần số rô to và cũng phải thay đổi theo tốc độ.

Giả thiết rằng điều chỉnh tốc độ theo nguyên tắc : $M = \text{const}$, $P_{\text{dt}} = \text{const}$.

Trong điều kiện đó, thông kê công suất như sau (hình 1.15):

$$P_{\text{dt}} = P_{\text{cơ}} + P_{\text{điện}} = P_{\text{cơ}} + P_2 + \Delta P_{\text{Cu2}} = \text{const} \quad (1.42)$$



Hình 1.15: Sơ đồ tương đương mạch rô to động cơ dị bộ khi đưa thêm sđđ vào.

Tổn hao điện ΔP_{Cu2} trong trường hợp này không đổi vì giá trị dòng điện I_2 không phụ thuộc vào độ trượt. Trong vùng ổn định của đặc tính cơ tồn tại một giá trị dòng điện I_2 và một giá trị hệ số $\cos\varphi_2$ thoả mãn quan hệ:

$$P_{dt} = m_2 E_{20} I_2 \cos\varphi_2 \approx c I_2 \cos\varphi_2 = \text{const}$$

Nếu tăng công suất phát P_2 (công suất phát mang dấu + trong biểu thức (1.51) cho một tải nào đó ở mạch rô to sẽ làm giảm công suất cơ khí $P_{cơ}$ vậy khi mô men cản không đổi sẽ làm tốc độ thay đổi ($n = c P_{cơ}$), nếu mạch rô to được cấp vào một công suất tác dụng P_2 (có dấu âm trong biểu thức (1.46)) thì $P_{cơ}$ sẽ tăng, đồng nghĩa với tốc độ tăng. Nếu mạch rô to được cung cấp một công suất P_2 bằng tổn hao ΔP_{Cu2} lúc này $P_{điện} = s P_{dt} = 0$ có nghĩa là $s = 0$ vậy động cơ quay với tốc độ từ trường.

Nếu bây giờ cấp cho mạch rô to một công suất $|P_2| > \Delta P_{Cu2}$ thì động cơ quay với tốc độ lớn hơn tốc độ đồng bộ. Phương pháp thay đổi tốc độ này cho phép thay đổi tốc độ trong phạm vi rộng (trên và dưới tốc độ đồng bộ). Thay đổi pha của ΔE_2 làm thay đổi hệ số công suất stato và rô to, hệ số công suất có thể đạt giá trị $\cos\varphi = 1$ thậm chí có thể nhận được hệ số công suất âm. Nếu ta đưa vào rô to công suất phản kháng thì động cơ không phải lấy công suất kháng từ lưới, lúc này dòng kích từ cần thiết để tạo từ trường động cơ nhận từ mạch rô to.

Phương pháp điều chỉnh tốc độ trên đây gọi là phương pháp nối tầng.

CHƯƠNG 2.

BỘ ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP

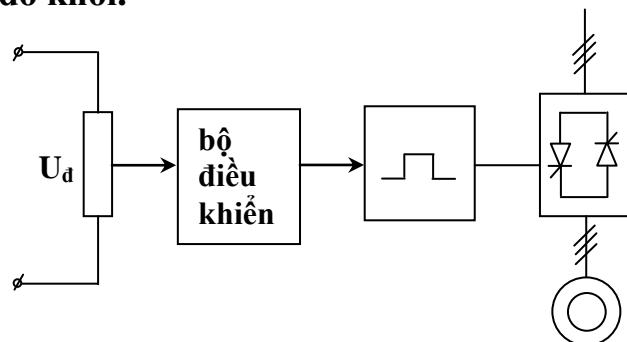
2.1. MỞ ĐẦU.

Trong thực tế sản xuất các hệ thống truyền động điện đều cần phải điều chỉnh tốc độ. Ngày nay các hệ thống truyền động điện công nghiệp chủ yếu là các hệ thống truyền động với động cơ xoay chiều dị bộ hoặc đồng bộ. Trong đó đối với động cơ dị bộ ta nghiên cứu về động cơ dị bộ rôto lồng sóc. Với động cơ dị bộ rôto lồng sóc để điều chỉnh tốc độ có thể áp dụng những phương pháp sau: thay đổi điện áp, thay đổi tần số nguồn cung cấp hoặc thay đổi số đôi cực. Mỗi một phương pháp có những ưu điểm, nhược điểm nhất định tùy thuộc yêu cầu công nghệ, kỹ thuật và kinh tế mà người ta lựa chọn phương pháp điều chỉnh tốc độ thích hợp.

Trong công nghiệp nhiều hệ thống điều chỉnh tốc độ yêu cầu chất lượng không cao ví dụ các hệ truyền động dùng trên tàu thủy, các hệ thống truyền động tại các trạm bơm thủy lợi, các hầm mỏ... Trong trường hợp đó người ta thực hiện điều chỉnh tốc độ động cơ dị bộ bằng thay đổi điện áp nguồn cung cấp có thể dùng các biến áp kinh điển như biếp áp tự ngẫu, thực hiện đổi nối sao – tam giác. Ngày nay việc điều chỉnh điện áp lại được sử dụng chủ yếu là các bộ điều chỉnh điện áp bán dẫn.

2.2. HỆ THỐNG ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP.

2.2.1. Sơ đồ khối.

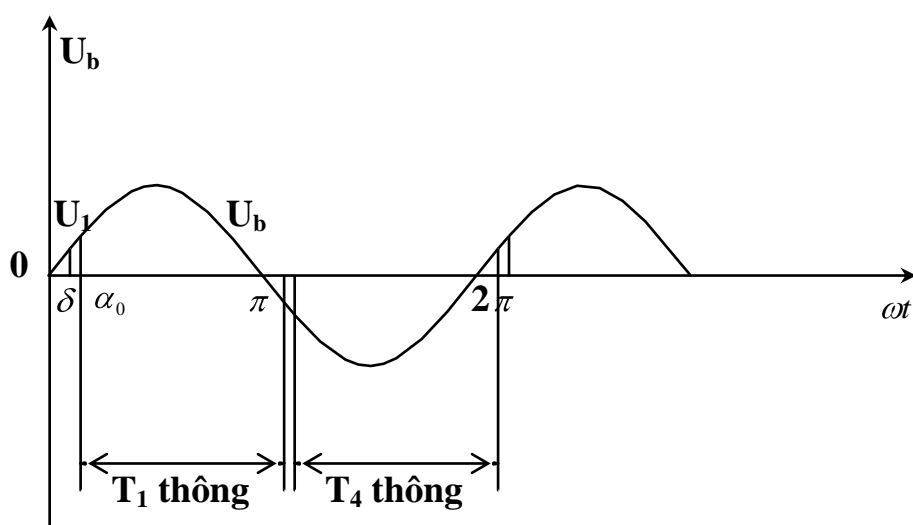


Hình 2.1: Sơ đồ khối hệ thống điều chỉnh điện áp.

Mạch lực của động cơ bao gồm ba cặp van nối song song ngược. Ở trạng thái xác lập, các tiristo mở những góc như nhau và không đổi, trong đó T_1, T_3, T_5 thông ở nửa chu kỳ dương, còn T_2, T_4, T_6 thông ở nửa chu kỳ âm của điện áp lưới. Điện áp đặt vào stato của động cơ U_b (tức điện áp ra của bộ biến đổi). Sẽ là những phần của đường hình sin: $U_1 = U_m \sin \Omega t$

Giả thiết đường cong trên hình 2.2 là đồ thị điện áp pha A đưa vào stato động cơ qua 2 van T_1 và T_4 mở góc α_0 tính từ góc của đường hình sin đó từ $\pi + \delta$ nó vẫn thông nhờ năng lượng điện từ tích lũy trong điện cảm của mạch. Tương tự như vậy van T_4 thông ở giữa chu kỳ âm, góc δ phụ thuộc vào góc φ của động cơ, tức là phụ thuộc độ trượt của động cơ.

Điện áp stato không sin, như trên hình 2.2 được phân tích thành những thành phần sóng hài, trong đó sóng bậc 1 là thành phần sinh công cơ học. Giá trị hiệu dụng của sóng bậc 1 (U_{1b}) không những phụ thuộc vào góc thông α_0 mà còn phụ thuộc góc pha φ của động cơ.



Hình 2.2: Đồ thị điện áp pha ở đầu ra của bộ điều chỉnh tiristo.

2.2.2. Nguyên lý hoạt động hệ thống điều chỉnh điện áp.

Điện áp đặt đưa vào bộ điều khiển, điện áp ra điều khiển góc mở thyristor để điều chỉnh điện áp đặt vào động cơ. Tốc độ động cơ có tỷ lệ với bình phương điện áp nên khi điện áp thay đổi thì tốc độ động cơ sẽ thay đổi.

2.3. BỘ ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU 3 PHA.

Các bộ điều áp xoay chiều dùng để điều chỉnh giá trị điện áp xoay chiều với hiệu suất cao. Để điều chỉnh điện áp ba pha, có thể sử dụng ba sơ đồ

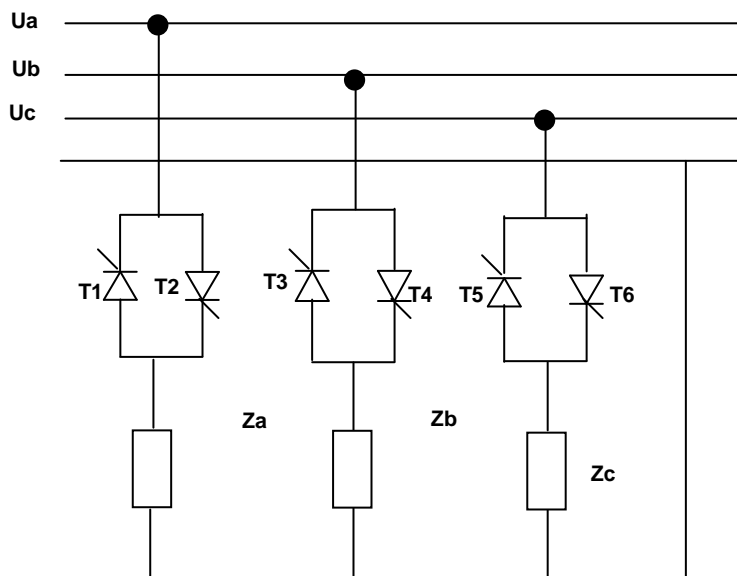
- Bộ điều áp xoay chiều chủ yếu sử dụng các thyristor mắc ngược hoặc Triac để thay đổi giá trị điện áp trong nửa chu kỳ của điện áp lưới theo góc mở α , từ đó đổi được giá trị hiệu dụng của điện áp ra tải.

- Nối tam giác ba bộ điều áp một pha.

- Nối hỗn hợp ba triac và ba diode.

Dưới đây trình bày các bộ điều chỉnh điện áp dòng xoay chiều hay sử dụng nhất.

2.3.1. Sơ đồ đấu sao có trung tính.

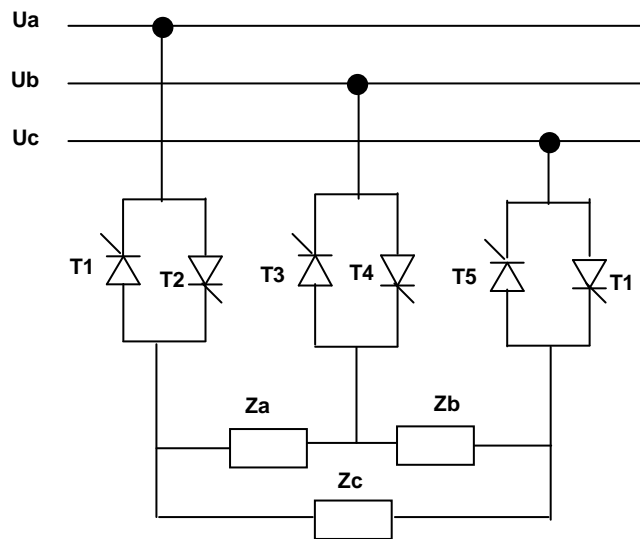


Hình 2.2: Sơ đồ nối sao trung tính.

So với sơ đồ này thì các cặp thyristor mắc ngược nhau làm độc lập với nhau. Ta có thể thực điều khiển riêng biệt từng pha, tải có thể đối xứng hoặc không đối xứng. Do đó điện áp trên các van bán dẫn nhỏ hơn vị điện áp đặt vào van bán dẫn là điện áp pha. Các van đấu ở trung tính nên số điện áp đặt vào van bán dẫn là điện áp pha. Các van đấu ở điện trung tính có tồn tại dòng

điện điều hoà bậc cao, khi góc mở các van khác không có dòng tải gián đoạn và loại sơ đồ nối này chỉ thích hợp với các loại tải 3 pha có 4 đầu dây ra .

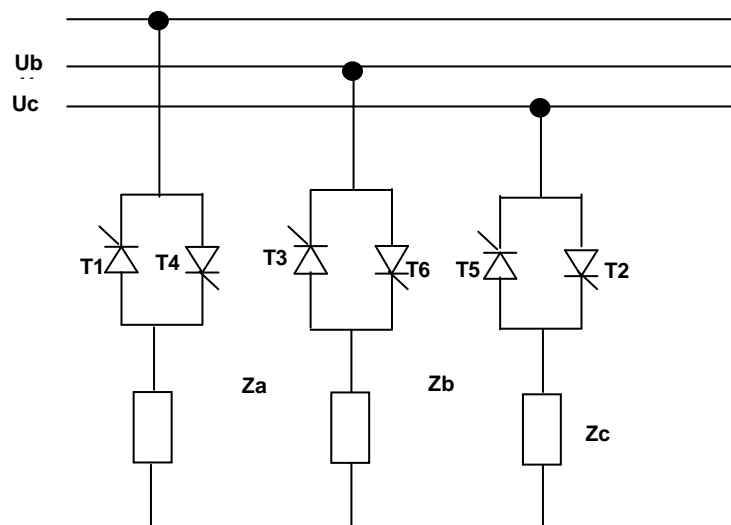
2.3.2. Sơ đồ tải đầu tam giác.



Hình 2.3: Sơ đồ tải đầu tam giác.

Sơ đồ này có nhiều điều khác so với sơ đồ có dây trung tính. Ở đây dòng điện chạy giữa các pha với nhau nên đồng thời phải cấp xung điều khiển cho 2 thyristor của 2 pha 1 lúc. Việc cấp xung điều khiển như thế đôi khi gặp khó khăn trong mạch điều khiển, ngay cả khi việc đổi thứ tự pha nguồn cũng có thể làm cho sơ đồ không hoạt động.

2.3.3. Sơ đồ đầu sao ko trung tính.



Hình 2.4: Sơ đồ đầu sao không trung tính.

Hoạt động của bộ điều chỉnh điện áp xoay chiều 3 pha nối sao không dây trung tính là sự hoạt động tổng hợp của các pha. Việc điều chỉnh điện áp bộ điều áp 3 pha không dây trung tính phụ thuộc vào góc α .

Trường hợp tổng quát sẽ có 6 đoạn điều khiển và 6 đoạn điều khiển không đối xứng, đối xứng khi cả 3 Thyristor dẫn, không đối xứng khi 2 Thyristor dẫn.

Việc xác định điện áp phải căn cứ vào chương trình làm việc của các Thyristor. Giả thiết rằng tải đối xứng và sơ đồ điều khiển đảm bảo tạo ra các xung mở và góc mở lệch nhau 120° .

Khi đóng hoặc mở 1 Thyristor của một pha nào đó sẽ làm thay đổi dòng của 2 pha còn lại, ta lưu ý rằng trong hệ thống điện áp 3 pha hoặc chỉ qua 2 pha. Không có trường hợp chỉ có 1 pha dẫn dòng.

Khi dòng chảy qua cả 3 pha thì điện áp trên mỗi pha đúng bằng điện áp pha.

Khi dòng chảy qua cả 2 pha thì điện áp trên pha tương ứng bằng $\frac{1}{2}$ điện áp dây.

Sau đây ta phân tích sự hoạt động của sơ đồ qua các trường hợp sau với tải R:

- Với $0^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$: chỉ có giai đoạn 3 van và 2 van cùng dẫn.

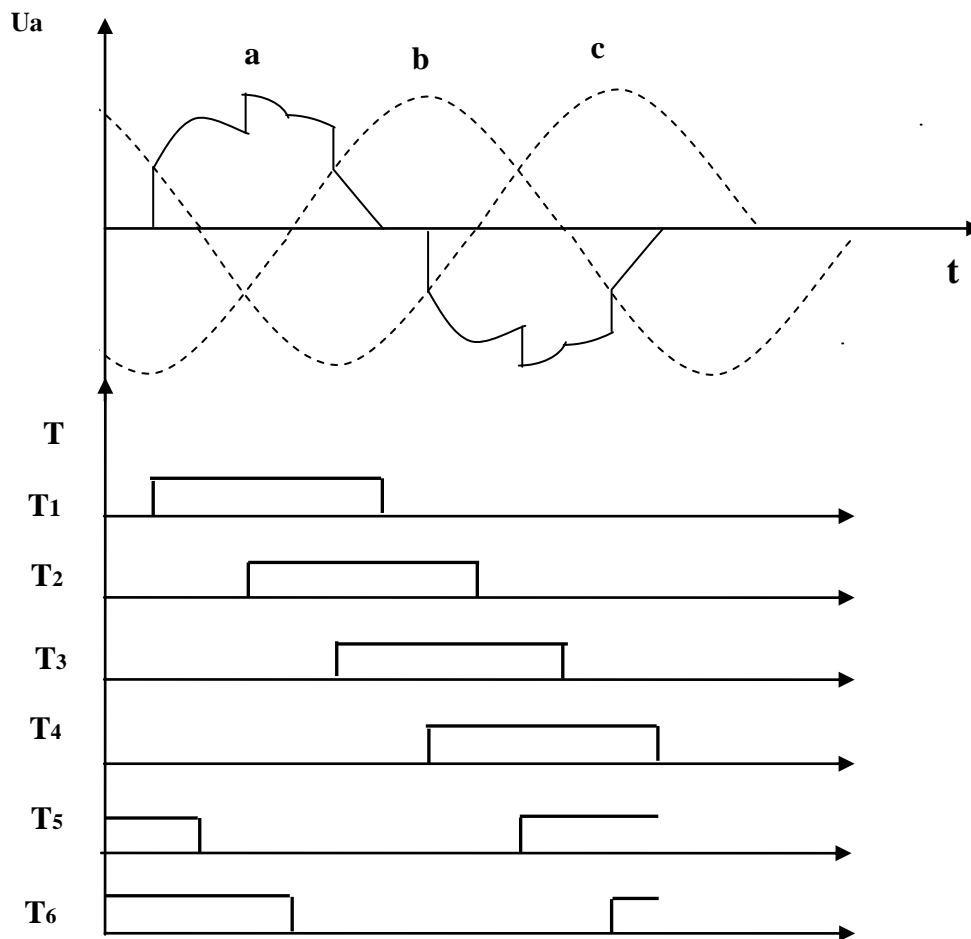
- Với $60^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$: chỉ có các giai đoạn 2 van cùng dẫn hoặc không có van nào dẫn cả.

- Với $90^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$: chỉ có các giai đoạn 2 van dẫn hoặc không có van nào dẫn cả.

• Với $0^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$

Trong phạm vi góc α này sẽ có các giai đoạn 3 van và 2 van dẫn xen kẽ nhau

Dạng điện áp (đồ thị điện áp pha a với $\alpha = 30^\circ$)



Nguyên lý hoạt động của sơ đồ

Dùng 6 Thyristor đấu // ngược với tải thuần trở, tải đấu theo hình sao và cách ly với nguồn $\alpha = 30^\circ$

+ Trong khoảng : $\theta = \theta_1 \div \theta_2$ Van 1 dẫn ở pha A, van 6 dẫn ở pha b, van 5 dẫn ở pha C \rightarrow có dòng chảy qua 3 pha \rightarrow có $U_{ZA} = U_A$.

+ Trong khoảng: $\theta = \theta_2 \div \theta_3$ Van 1 dẫn ở pha A, van 6 dẫn ở pha B \rightarrow có dòng chảy qua 2 pha \rightarrow có $U_{ZA} = \frac{1}{2} U_{AB}$.

+ Trong khoảng : $\theta = \theta_3 \div \theta_4$ Van 1 dẫn ở pha A, van 2 dẫn ở pha C, van 6 dẫn ở pha B \rightarrow có dòng chảy qua 3 pha \rightarrow có $U_{ZA} = U_A$.

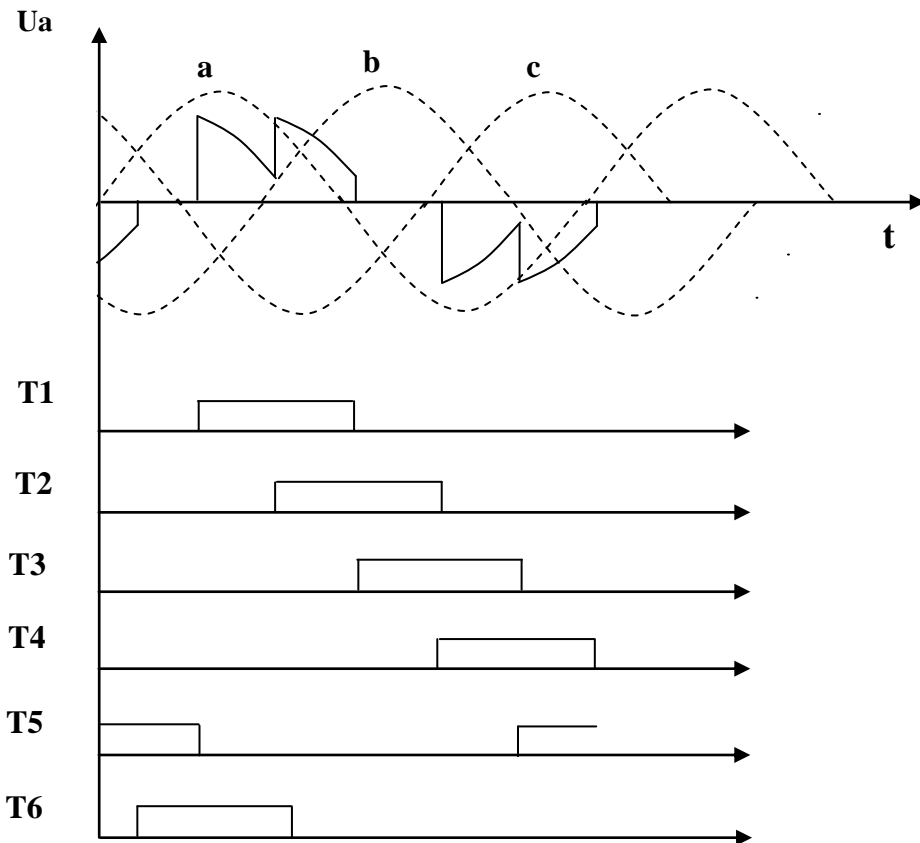
+ Trong khoảng : $\theta = \theta_4 \div \theta_5$ Van 1 dẫn ở pha A , van 2 dẫn ở pha C \rightarrow có dòng chảy qua 2 pha $\rightarrow U_{ZA} = U_{AC}$.

+ Trong khoảng : $\theta = \theta_5 \div \theta_6$ Van 1 dẫn ở pha A, van 2 dẫn ở pha C, van 3 dẫn ở pha B \rightarrow có dòng chảy qua 3 pha $\rightarrow U_{ZA} = U_A$.

• Với $\alpha = 60^\circ \div 90^\circ$

Trong phạm vi này luôn chỉ có các giai đoạn 2 van dẫn

Dạng điện áp (đồ thị điện áp pha A với $\alpha = 75^\circ$)



Khi α biến thiên từ $\pi/3$ đến $\pi/2$ khoảng dẫn của các tiristo không đổi và bằng một phần 3 chu kỳ nhưng dẫn lệch pha.

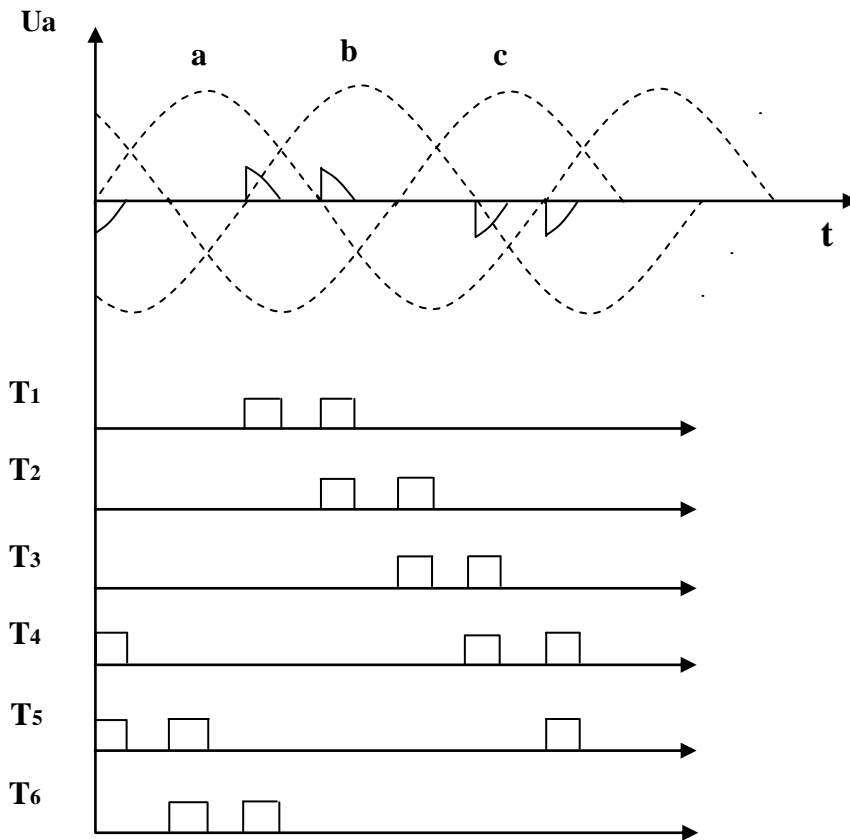
Khi $\alpha < \theta < \pi/3 + \alpha$, các tiristo T_1 và T_6 dẫn

Khi $\alpha = \pi/2$, chế độ này sẽ ngừng dẫn, khi góc mở cuối của $T_6 = \alpha + \pi/3$ vượt quá $5\pi/6$, khi $v_A - v_B$ và i_A và i_B triệt tiêu khi môi T_4

• Với $\alpha = 90^\circ \div 150^\circ$

Trong trường hợp này chỉ có các giai đoạn 2 van dẫn hoặc không van nào dẫn cả.

Dạng điện áp (đồ thị điện áp pha A với $\alpha = 120^\circ$)



Tồn tại khoảng dẫn sau các khoảng tắt cả dòng điện triệt tiêu cần mở hai tiristo một lúc. Để làm việc được cần phải:

- Điều khiển các tiristo bằng các tín hiệu chiều rộng lớn hơn $\pi/3$.
- Gửi các xung khẳng định. Khi gửi tín hiệu mở 1 tiristo để bắt đầu dẫn phải gửi một xung lên cực điều khiển của tiristo vừa bị khoá. Như vậy T_1 nhận xung đầu tiên ở $\theta = \alpha$ và xung khẳng định ở $\theta = \alpha + \pi/3$.

Khi $\alpha < \theta < 5\pi/6$, các tiristo T_1 và T_3 dẫn

Khi $5\pi/6 < \theta < \alpha + \pi/3$, không có tiristo nào dẫn

Để phân bố các điện áp trên cực các tiristo khi chúng bị khoá, cần nối vào các cực của ba khối tiristo các điện trở lớn có trị số bằng nhau

Khi $\alpha < 5\pi/6$ mỗi đồng thời T_1 và T_6 , khi $\alpha = \alpha + \pi/3$ sẽ tạo nên điện áp âm $v_A - v_C$. Các tiristo không thể dẫn được và bộ điều áp làm việc như một khoá chuyển mạch luân hồi mạch.

Ta xét trường hợp tải R – L

Tải R – L được đặc trưng bởi tổng trở $Z = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$ và góc pha $\text{tg}\alpha = \frac{\omega L}{R} = Q$. Dòng điện bắt đầu giảm khi $\alpha > \varphi$.

Vì điện cảm L các dòng điện i_A , i_B và i_C không còn bị gián đoạn nữa, do đó không xảy ra khi $\pi/3 < \alpha < \pi/2$.

Tiristo T_1 đưa vào dẫn khi $\theta = \alpha$ không gây khoá T_5 do dòng i_C bị tắt đột ngột, bởi vì dòng điện này không bị gián đoạn.

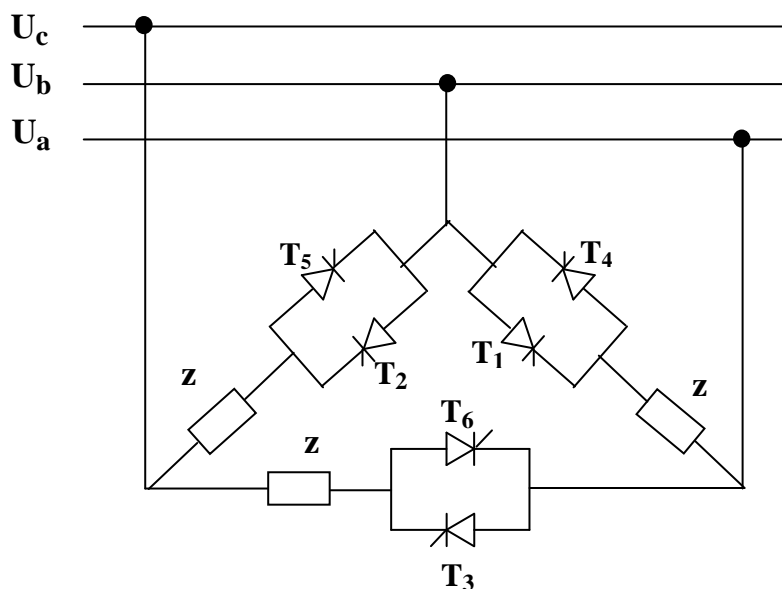
Nếu $\theta = \alpha$, nhờ T_3 và T_6 dòng i_C tồn tại, việc mở T_1 làm cho T_1 , T_6 và T_5 mở đồng thời và bắt đầu khoảng cả ba tiristo dẫn ở $0 < \alpha < \pi/3$.

Nếu i_C bằng không, khi mở T_1 làm cho i_C , i_A và i_B bằng không trước khi $\theta = \alpha$, sơ đồ làm việc ở $\pi/2 < \alpha < 5\pi/6$.

Việc chuyển từ $0 < \alpha < \pi/3$ tới $\pi/2 < \alpha < 5\pi/6$ được thực hiện đối với giá trị giới hạn α_1 theo phương trình :

$$\sin\left(\alpha_1 - \varphi - \frac{4\pi}{3}\right) = -\sin(\alpha_1 - \varphi) \frac{1 - 2e^{-\pi/3Q}}{2 - e^{-\pi/3Q}}$$

2.3.4. Nối tam giác từ 3 bộ điều áp xoay chiều một pha.



Hình 2.5: Sơ đồ nối tam giác 3 bộ điều áp xoay chiều một pha.

Có một phương án khác tạo nên bộ điều áp ba pha gồm bộ điều áp một pha nối hình tam giác như sơ đồ ở hình 2.5. Cách nối này cho phép loại trừ các điều hoà bậc ba và bội bậc ba trong dòng điện.

Để có thể sử dụng trực tiếp các kết quả của bộ điều áp một pha ta sử dụng các ký hiệu của một pha và chỉ thêm A, B, C.

Điện áp dây do nguồn cung cấp:

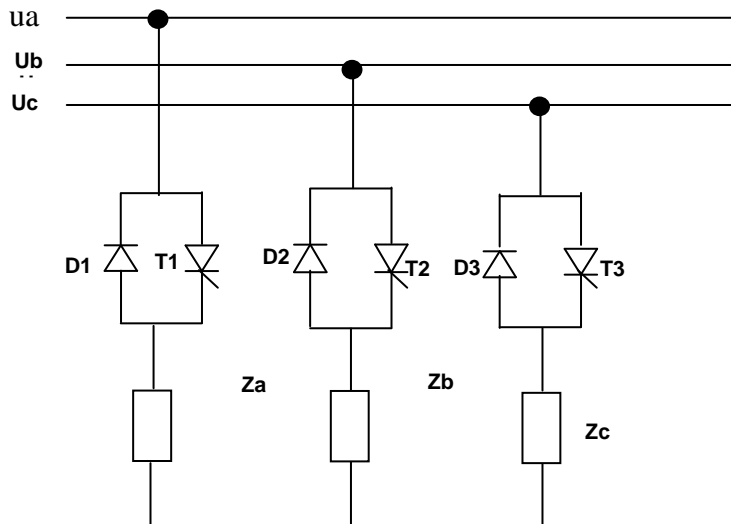
$$v_A = V_m \sin \theta, v_B = V_m \sin(\theta - 2\pi/3), v_C = V_m \sin(\theta - 4\pi/3).$$

Các tiristo được nối ở một phần sáu chu kỳ theo trình tự sau đây:

$T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6$. Tiristo T_1 nhận xung điều khiển tại $\theta = \alpha$. Các điện áp v'_A, v'_B, v'_C là điện áp trên các pha của tải; còn v_{T1}, v_{T3}, v_{T5} là điện áp của nhóm các tiristo. Các dòng điện i_A, i_B, i_C giống nhau ở một phần ba hoặc hai phần ba chu kỳ.

Nhóm tam giác từ ba bộ điều áp một pha đảm bảo triệt tiêu điều hoà bậc ba và bộ ba bộ điều áp do nguồn cung cấp. Các điều hoà này trùng pha trong ba dòng i_A, i_B, i_C . Dòng điện dây $i_{A1} = i_A - i_C, i_{B1} = i_B - i_A, i_{C1} = i_C - i_B$.

2.3.5. Bộ điều áp ba pha hỗn hợp.



Hình 2.6 Sơ đồ bộ điều áp ba pha hỗn hợp.

Trên sơ đồ ở hình 2.6 ta nhận thấy mỗi pha có một tiristo được thay thế bằng một diode. Không có dây trung tính làm cho giá trị trung bình của tổng dòng điện pha của tải và điện áp trên cực của nó luôn bằng không.

- Nếu tải thuần trở, có ba chế độ làm việc liên tiếp sau đây khi α đi từ 0 đến $7\pi/6$:

Khi $0 < \alpha < \pi/2$: ba hoặc hai linh kiện dẫn.

Khi $\pi/2 < \alpha < 2\pi/3$: Ba, hai hoặc không có linh kiện dẫn.

Khi $2\pi/3 < \alpha < 7\pi/6$: hai hoặc không có linh kiện dẫn.

- Nếu tải R – L có môđun Z và góc pha φ , để làm thay đổi giá trị hiệu dụng của dòng điện i_A, i_B, i_C từ cực đại V/Z đến không thì góc mỗi α phải tăng từ φ đến $7\pi/6$.

Khi φ tăng, sự biến thiên của α theo $\pi/2 < \alpha < 2\pi/3$ giảm đi. Khi $\varphi = 31^\circ$, chế độ này biến mất.

2.4. LỰA CHỌN BỘ ĐIỀU ÁP XOAY CHIỀU.

Đối với các thiết bị có công suất trung bình và lớn, các dòng điện điều hoà có vai trò quan trọng trong việc lựa chọn bộ điều áp. Việc lựa chọn giới hạn sơ đồ tiristo.

- Bộ điều áp ba pha.

- Ba bộ điều áp một pha ghép thành tam giác.

Sơ đồ ba bộ điều áp một pha nối tam giác không tốt đối với dòng điện tải so với bộ điều áp ba pha, nhưng đối với dòng điện lưới lại tốt hơn. Sơ đồ ba bộ điều áp một pha nối tam giác làm cho dòng điện hoà bậc ba và bội ba, nhưng trong dòng điện dây chúng bị triệt tiêu. Do vậy ta có thể đi đến kết luận :

+ khi việc giảm các điều hoà dòng điện lưới đóng vai trò qua trọng thì thường chọn sơ đồ ba bộ điều áp một pha nối tam giác.

+ Khi chất lượng điện áp trên tải quan trọng thì thường chọn điều áp ba pha. Đó là trường hợp cung cấp cho các máy điện quay, bởi vì các máy điện

quay sẽ làm việc xấu khi điện áp bậc ba và bội ba. Các điện áp này tạo nên hệ thống thứ tự không.

Khi công suất giảm đi, cần giảm chi phí đối với các tiristo và mạch điều khiển, khi đó bộ điều áp ba pha có nhiều khả năng :

- Đặt giữa lưới và tải, cho phép thay đổi pha khi chuyển từ tam giác sang hình sao mà không cần thay đổi bộ điều áp.

- Đặt sao tải cho phép nối hình tam giác ba nhóm tiristo , làm giảm dòng và cho phép giảm kích cỡ của tiristo.

- Đặt sao tải và có một cực chung cho tất cả tiristo, điều này làm cho việc điều khiển dễ dàng, nhất là khi thay thế 6 tiristo bằng 3 triac.

Khi vấn đề các điều hoà dòng điện dây không quan trọng thì bộ điều áp ba pha và các phương án của nó có lợi hơn phương án nối tam giác ba điều áp một pha.

- Bộ điều áp ba pha hỗn hợp chỉ được sử dụng trong các sơ đồ công suất nhỏ vì ảnh hưởng quan trọng của các điều hoà. Điều hoà bậc hai sẽ tạo nên mômen phản kháng lớn đối với máy điện quay.

Tóm lại trong đề tài này ta chọn bộ điều chỉnh điện áp 3 pha với 6 tiristo nối thành nhóm 2 tiristo song song.

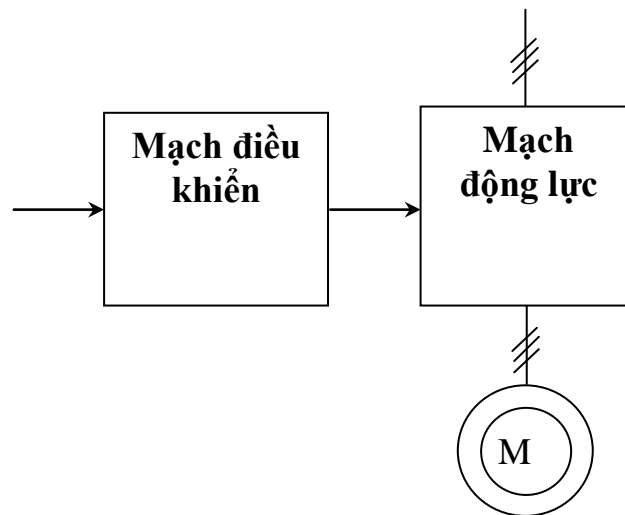
CHƯƠNG 3

XÂY DỰNG BỘ ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP

3.1. MỞ ĐẦU.

Bộ điều chỉnh điện áp được chia làm 2 phần:

- Mạch động lực
- Mạch điều khiển

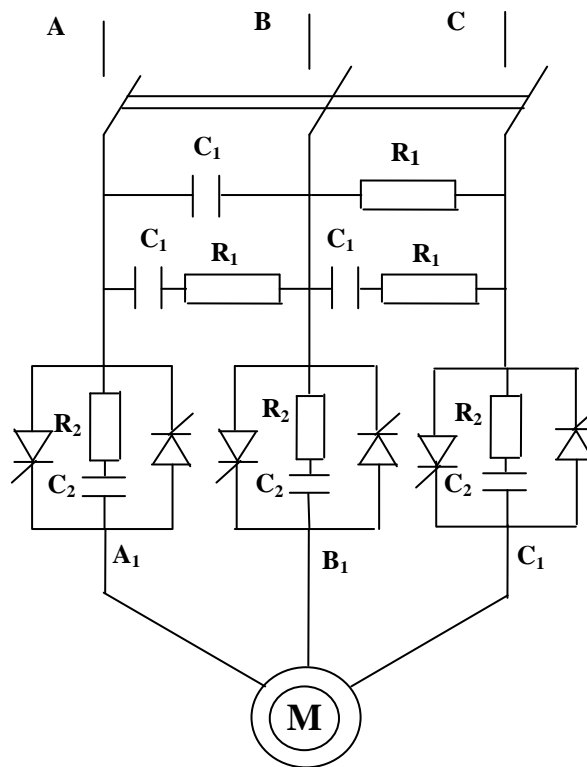


Hình 3.1:Sơ đồ bộ điều chỉnh điện áp.

Thông số của bộ điều chỉnh: $P = 3\text{kW}$, $\cos\varphi = 0,8$, $\eta = 0,9$.

3.2. THIẾT KẾ MẠCH ĐỘNG LỰC.

Ta lựa chọn mạch động lực là mạch điện áp xoay chiều 3 pha bằng cặp Tiristor mắc song song ngược tải đầu sao không dây trung tính.



Hình 3.2:Sơ đồ mạch động lực.

3.2.1. Tính chọn van bán dẫn.

Trong điều áp xoay chiều, dòng điện chạy qua tải thường xác định là dòng hiệu dụng. Thông số dòng điện để chọn van bán dẫn được tính là dòng điện lớn nhất trong quá trình làm việc. Trong điều khiển xung pha, dòng điện lớn nhất khi góc mở van dẫn nhỏ nhất. Góc mở nhỏ nhất của van bán dẫn thường nhận giá trị số $\alpha = 0$ khi dòng điện tải là dòng điện hình sin.

Dòng điện hiệu dụng chạy qua van bán dẫn khi tải đấu Y bằng:

$$I_{hd} = \frac{P_{dm}}{\sqrt{3}\eta U_d \cos\varphi} = \frac{3000}{\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 380 \cdot 0,8} = 6,33 \text{ A}$$

Dòng điện để chọn tiristo là :

$$I_{Tlv} = \frac{1}{2} I_{hd} = \frac{6,33}{2} = 3,165 \text{ A}$$

Chọn điều kiện làm mát cho tiristo là cánh tản nhiệt. Với điều kiện này tiristo cho làm việc với dòng điện đến 30% dòng điện định mức. Dòng điện của tiristo cần chọn :

$$I_{T\text{đm}} = \frac{3.165.100}{30} = 10.55 \text{ A}$$

Điện áp của tiristo khi ở trạng thái khoá :

$$U_{Tlv} = \sqrt{2}.380 = 537 \text{ V}$$

Điện áp định mức của tiristo cần chọn :

$$U_{\text{đm}} = K_{dt}. U_{Tlv} = 1,8.537 = 966 \text{ V}$$

K_{dt} là hệ số dự trữ điện áp, chọn $K_{dt}=1,8$.

Tiristo mắc vào lưới xoay chiều 50Hz nên thời gian chuyển mạch của tiristi không ảnh hưởng lớn đến việc chọn tiristo.

Từ các thông số trên ta chọn loại tiristo BT151 có các thông số :

$$U_{\text{đm}} = 1000 \text{ V} ; I_{\text{đmmax}} = 12 \text{ A} ; U_{\text{đk}} = 1.5 \text{ V} ; I_{\text{đk}} = 0,1 \text{ A} ; I_h = 20 \text{ mA} ;$$

$$I_r = 0,5 \text{ mA} ; \Delta U = 1,75 \text{ V} ; T_{\text{cm}} = 70 \mu\text{s} ; T_{\text{max}} = 125^\circ\text{C}$$

3.2.2. Chọn phần tử bảo vệ van bán dẫn.

- Bảo vệ van bán dẫn khỏi đánh thủng do xung điện áp từ lưới bằng mạch R_1C_1 , để bảo vệ xung điện áp từ lưới điện mắc song song với tải ở đầu vào 1 mạch R-C nhằm lọc xung. Khi xuất hiện xung điện áp từ đường dây nhờ có mạch lọc này mà đỉnh xung gần như nằm lại hoàn toàn trên điện trở dây.

$$\text{chọn } R_1 = (5 \div 20) \Omega, C_1 = 4 \mu\text{F}$$

- Bảo vệ xung điện áp khi chuyển mạch van bán dẫn bằng mạch R_2C_2

Để bảo vệ xung điện áp do quá trình đóng cắt các van dùng mạch R-C mắc song song với các van bán dẫn. Khi có sự chuyển mạch, do có sự phóng điện từ van ra ngoài nên xung điện áp trên bề mặt tiếp giáp P-N. Mạch R-C mắc song song với van bán dẫn tạo mạch phóng điện tích quá độ trong quá trình chuyển mạch van.

$$\text{Chọn } R_2 = (5 \div 30) \Omega, C_2 = (5 \div 4) \mu\text{F}$$

- bảo vệ ngắn mạch, quá dòng điện cho van chọn aptomat làm thiết bị bảo vệ :

$$U_{dmA} > U_{dml}$$

$$I_{dmA} > I_{hd} = 6,33 \text{ A}$$

Chọn aptomat loại 50AF của hãng LG có thông số : $U_{dm} = 600\text{V}$, $I_{dm} = 10\text{A}$

- Bảo vệ quá nhiệt cho van bán dẫn

Khi van bán dẫn làm việc có dòng chạy qua trên van có sụt áp , do đó tổn hao công suất ΔP . Tổn hao này sinh nhiệt, đốt nóng van dẫn. mặt khác van bán dẫn chỉ được làm việc dưới nhiệt độ cho phép T_{cp} nếu quá nhiệt độ cho phép thì van bán dẫn sẽ bị phá huỷ. Để van bán dẫn làm việc hoàn toàn không bị chọc thủng vì nhiệt, phải chọn cách tản nhiệt hợp lý

Thông số cần có

Tổn thất công suất trên một tiristo: $\Delta P = \Delta U \cdot I_{lv} = 1,75 \cdot 3,165 = 5,54$

Diện tích bề mặt tản nhiệt:

$$S_{tn} = \frac{\Delta P}{K_m \cdot \tau}$$

τ : là độ chênh lệch nhiệt độ so với môi trường

Chọn nhiệt độ môi trường $T_{mt} = 40^\circ\text{C}$. Nhiệt độ làm việc cho phép của tiristo $T_{cp} = 125^\circ\text{C}$. Chọn nhiệt độ trên cánh tản nhiệt $T_{lv} = 80^\circ\text{C}$.

$$\tau = T_{lv} - T_{mt} = 80 - 40 = 40^\circ\text{C}$$

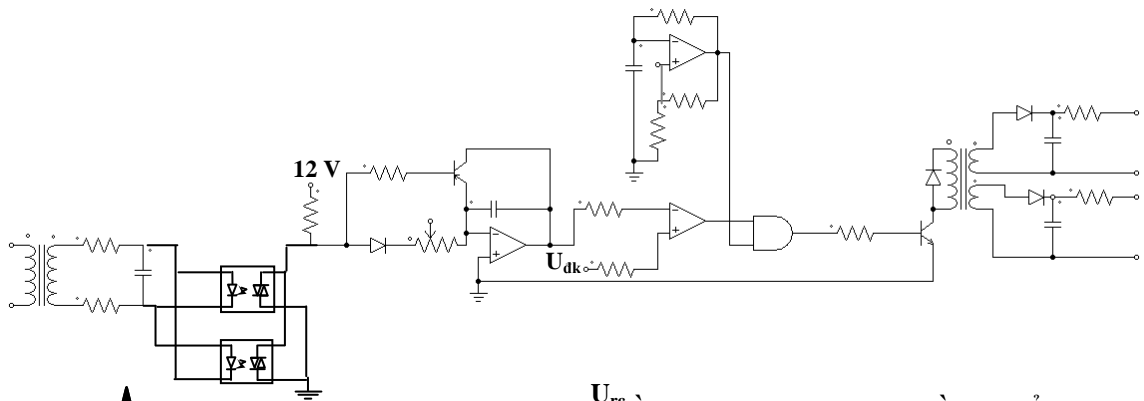
K_m là hệ số toả nhiệt bằng đối lưu và bức xạ. Chọn $K_m = 8 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$.

$$\text{Vậy } S_{tn} = 5,54 / (8 \cdot 40) = 0,0173 \text{ m}^2$$

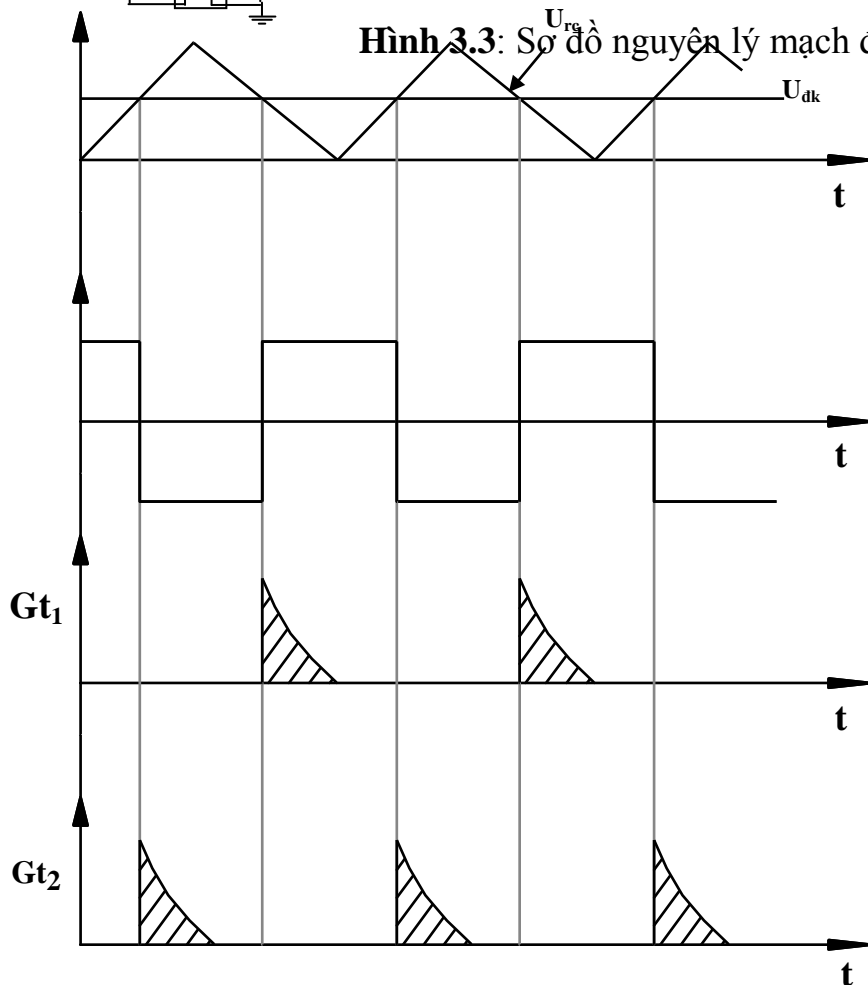
Chọn loại cánh tản nhiệt có 6 cánh loại nhỏ được làm bằng nhôm.

3.3. THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN.

3.3.1. Sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển.



Hình 3.3: Sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển.



Hình 3.4: Giải đồ điện áp mạch điều khiển.

Nguyên lý hoạt động:

Khâu đồng bộ bao gồm biến áp đồng pha mắc Δ/Y , mạch so sánh điện qua không và cách ly quang điều chế ra xung chữ nhật đối xứng U_B tần số 50Hz lệch nhau 120° điện đồng pha với điện áp pha của lưới. phần dương của điện áp chữ nhật U_B qua điôt D1 tới A2 tích phân thành điện áp tựa U_{rc} . Điện áp

âm của điện áp U_B làm mở thông tranzito Tr_1 , kết quả là A_2 bị ngắn mạch (với $U_{rc} = 0$) trong vùng U_b âm. Trên đầu ra của A_2 ta có chuỗi điện áp răng cưa U_{rc} gián đoạn.

Điện áp U_{rc} được so sánh với điện áp điều khiển U_{dk} tại đầu vào của A_3 . Tổng đại số $U_{rc} + U_{dk}$ quyết định dấu điện áp đầu ra của khuếch đại thuật toán A_3 . Trong khoảng $0 \div t_1$ với $U_{dk} > U_{rc}$, điện áp U_D âm. Trong khoảng $t_1 \div t_2$, điện áp U_{dk} và U_{rc} đổi ngược lại, làm cho U_D lật lên dương. Các khoảng thời gian tiếp theo giải thích điện áp U_D tương tự.

Mạch đa hài tạo chùm xung cho A_4 cho ta chuỗi xung với tần số cao. Dao động đa hài cần có tần số có tần số hàng chục kHz.

Hai tín hiệu U_D , U_E cùng được đưa tới khâu “AND” hai cổng vào. Khi đồng thời có cả hai tín hiệu dương U_D , U_E (trong các khoảng $t_1 \div t_2$, $t_4 \div t_5$) ta sẽ có xung ra U_F . Các xung ra U_F làm mở thông các tranzito, kết quả là ta nhận được chuỗi xung nhọn X_{dk} trên biến áp xung, để tới mở tiristo T.

Điện áp U_d sẽ xuất hiện trên tải từ thời điểm có xung điều khiển đầu tiên, tại các thời điểm t_2 , t_4 trong chuỗi xung điều khiển, của mỗi chu kỳ điện áp nguồn cấp, cho tới cuối bán chu kỳ điện áp dương anôt.

Khâu khuếch đại có nhiệm vụ khuếch đại xung từ khâu phân phối xung đưa đến kích mở tiristo, ngoài ra còn sử dụng biến áp xung nhằm cách ly mạch điều khiển và mạch động lực.

3.3.2. Tính toán và phân tích mạch điều khiển.

Mạch điều khiển được tính toán xuất phát từ yêu cầu xung mở T

Các thông số cơ bản để tính mạch điều khiển

Điện áp điều khiển Tiristo: $U_{dk} = 1,5 \text{ V}$

Dòng điện điều khiển Tiristo: $I_{dk} = 0,1 \text{ A}$

Thời gian mở xung: $t_m = 70 \mu\text{s}$

Độ rộng xung điều khiển: $t_x = 70 \mu\text{s}$

Điện áp nguồn nuôi mạch điều khiển: $U = 9 \text{ V}$

3.3.2.1. Tính biến áp xung.

- Chọn vật liệu làm lõi sắt ferit HM. Lõi cá dạng hình xuyên, làm việc trên một phần của đặc tính từ hoá có: $\Delta B = 0,3 \text{ T}$; $\Delta H = 30 \text{ A/m}$, không có khe hở không khí.

- Tỷ số biến áp xung: thường $m = 2 \div 3$, chọn $m = 3$.

- Điện áp cuộn thứ cấp máy biến áp xung: $U_2 = U_{dk} = 1,5 \text{ V}$

- Điện áp đặt lên cuộn sơ cấp máy biến áp xung:

$$U_1 = m \cdot U_2 = 3 \cdot 1,5 = 4,5 \text{ V}$$

- Dòng điện thứ cấp máy biến áp xung: $I_2 = I_{dk} = 0,1 \text{ A}$

- Dòng điện sơ cấp biến áp xung:

$$I_1 = \frac{I_2}{m} = \frac{0,1}{3} = 0,003 \text{ A}$$

- Độ từ thẩm trung bình tương đối của lõi sắt:

$$\mu_{tb} = \frac{\Delta B}{\mu_0 \cdot \Delta H} = \frac{0,3}{1,25 \cdot 10^{-6} \cdot 30} = 8 \cdot 10^3$$

Trong đó $\mu_0 = 1,25 \cdot 10^{-6} \text{ H/m}$ là độ từ thẩm của không khí.

- Thể tích của lõi thép cần có:

$$V = Q \cdot l = \frac{\mu_{tb} \cdot \mu_0 \cdot t_x \cdot s_x \cdot U_1 \cdot I_1}{\Delta B^2}$$

Thay số :

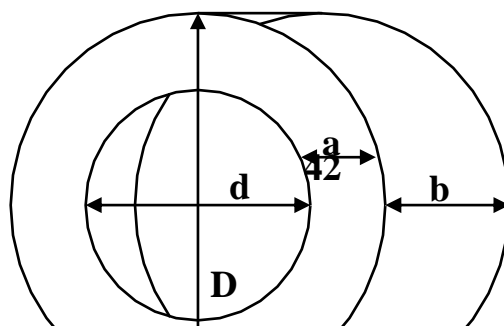
$$V = \frac{8 \cdot 10^3 \cdot 1,25 \cdot 10^{-6} \cdot 167 \cdot 10^{-6} \cdot 0,15 \cdot 4,5 \cdot 0,003}{0,3^2}$$

$$V = 0,413 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 0,413 \text{ cm}^3$$

Chọn mạch từ có thể tích $V = 1,4 \text{ cm}^3$. Với thể tích đó ta có các kích thước mạch từ như sau:

$a = 4,5 \text{ mm}$; $b = 6 \text{ mm}$; $Q = 0,27 \text{ cm}^2 = 27 \text{ mm}^2$; $d = 12 \text{ mm}$; $D = 21 \text{ mm}$.

Chiều dài trung bình mạch từ: $l = 5,2 \text{ cm}$.



Hình 3.5: Hình lõi máy biến áp xung.

- Số vòng dây quấn sơ cấp máy biến áp xung:

Theo định luật cảm ứng điện từ:

$$U_1 = W_1 Q \cdot \frac{dB}{dt} = W_1 \cdot Q \cdot \frac{\Delta B}{t_x}$$

$$W_1 = \frac{U_1 t_x}{\Delta B \cdot Q} = \frac{4,5 \cdot 70 \cdot 10^{-6}}{0,3 \cdot 27 \cdot 10^{-6}} = 39 \text{ vòng}$$

- Số vòng dây thứ cấp:

$$W_2 = \frac{W_1}{m} = \frac{39}{3} = 13 \text{ vòng}$$

- Tiết diện dây quấn thứ cấp:

$$S_1 = \frac{I_1}{J_1} = \frac{33,3 \cdot 10^{-3}}{6} = 0,0056 \text{ mm}^2$$

Chọn mật độ dòng điện $J_1 = 6 \text{ A/mm}^2$

- Tiết diện dây quấn thứ cấp:

$$S_2 = \frac{I_2}{J_2} = \frac{0,1}{4} = 0,025 \text{ mm}^2$$

Chọn mật độ dòng điện $J_2 = 4 \text{ A/mm}^2$

- Đường kính dây quấn thứ cấp:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot S_2}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0025}{\pi}} = 0,178 \text{ mm}$$

Chọn dây có đường kính $d_2 = 0,18 \text{ mm}$.

3.3.2.2. Tính chọn khâu khuyếch đại xung .

Chọn các diode D₆, D₇, D₈ loại 2608 có các thông số sau

$$U = 200\text{V}; I = 5\text{A}$$

Chọn bóng tranzitor công suất loại TIP41 có các thông số sau:

$$\text{Điện áp giữa colecto và bazo khi hở mạch emito } U_{CB0} = 40\text{V}$$

$$\text{Điện áp giữa Emito và Bazo khi hở mạch Colecto: } U_{EB0} = 5\text{V}$$

$$\text{Dòng điện lớn nhất ở Colecto có thể chịu đựng: } I_{C\text{max}} = 10\text{A}$$

$$\text{Dòng điện làm việc của Colecto: } I_C = 6\text{A}$$

$$\text{Dòng điện làm việc của Bazo: } I_B = 2\text{A}$$

Ta thấy rằng với loại Tiristi đã chọn có công suất điều khiển là khá bé

$U_{\text{đk}} = 1,5\text{V}$, $I_{\text{đk}} = 0,1\text{ A}$ nên dòng colecto-bazo của tranzitor khá bé nên chỉ cần phải sử dụng 1 tranzitor.

Chọn nguồn cấp cho biến áp xung là $E = 12\text{V}$ ta phải mắc nối tiếp thêm điện trở R8 nối tiếp với cực Emito của Tranzitor

$$R_8 = (E-U)/I_1 = (12-4,5)/33,3 \cdot 10^{-3} = 225 \Omega$$

Tất cả các diode trong mạch điều khiển đều dùng loại 1N4009, có tham số:

$$\text{Dòng điện định mức : } I_{\text{đm}} = 10 \text{ mA}$$

$$\text{Điện áp ngược lớn nhất : } U_N = 25 \text{ V}$$

$$\text{Điện áp để cho diode mở thông : } U_m = 1 \text{ V}$$

3.3..2.3. Chọn cổng AND.

Toàn bộ mạch điều khiển phải dùng 3 cổng AND nên ta chọn một IC 4081 họ CMOS. Mỗi IC 4081 có 4 cổng AND. Các thông số:

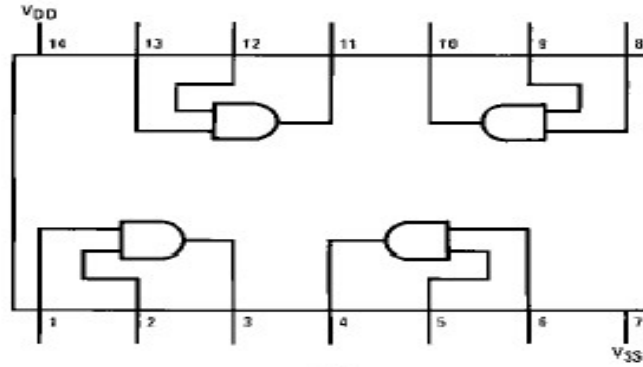
Nguồn nuôi IC : $V_{cc} = 3 \div 9 \text{ V}$, ta chọn $V_{cc} = 12 \text{ V}$.

Nhiệt độ làm việc : $-40^\circ\text{C} \div 80^\circ\text{C}$

Điện áp ứng với mức logic “1” : $2 \div 4,5 \text{ V}$

Dòng điện : $< 1 \text{ mA}$

Công suất tiêu thụ : $P = 2,5 \text{ nW/1 cổng}$



Hình 3.6.: Sơ đồ chân IC 4081

3.3.2.4. Tính chọn bộ tạo xung chòm.

Ba kênh điều khiển chỉ cần 1 khuếch đại thuật toán, do đó ta chọn IC loại TL081

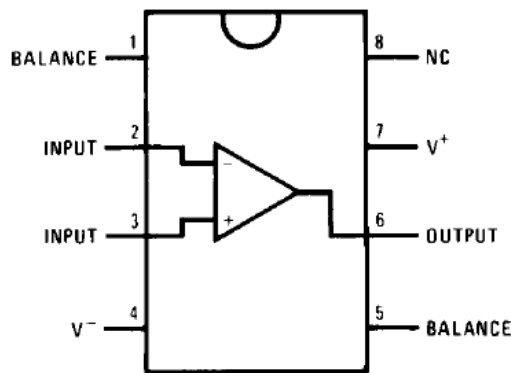
Điện áp nguồn nuôi : $V_{cc} = \pm 18 \text{ V}$, chọn $V_{cc} = \pm 12 \text{ V}$.

Hiệu điện thế giữa hai đầu vào : $\pm 30 \text{ V}$

Nhiệt độ làm việc : $T = -25 \div 85^\circ\text{C}$

Công suất tiêu thụ : $P = 680 \text{ mW} = 0,68 \text{ W}$

Tổng trở biến thiên điện áp cho phép : $\frac{du}{dt} = 13 \text{ V}/\mu\text{s}$



Hình 3.7: Sơ đồ chân IC TL081.

Mạch tạo chòm xung có tần số $f = \frac{1}{2t_x} = 3 \text{ kHz}$ hay chu kỳ của xung chòm :

$$T = \frac{1}{f} = 334 \mu\text{s}$$

Ta có : $T = 2R_8 \cdot C_3 \cdot \ln \left(1 + 2 \cdot \frac{R_7}{R_8} \right)$

Chọn $R_7 = R_8 = 33 \text{ k}\Omega$ thì $T = 2,2 R_9 \cdot C_2 = 334 \mu\text{s}$.

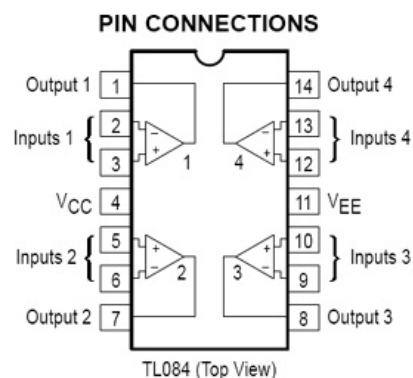
Vậy $R_9 \cdot C_3 = 151,8 \mu\text{s}$.

Chọn tụ $C_3 = 0,1 \mu\text{s}$ có điện áp $U = 16 \text{ V} \Rightarrow R_9 = 1518 \Omega$

Để thuận tiện cho việc điều chỉnh khi lắp mạch, ta chọn R_9 là biến thiên trở $2 \text{ k}\Omega$.

3.3.2.5. Tầng so sánh.

Khuyếch đại thuật toán đã chọn loại TL084.



Hình 3.8: Sơ đồ chân của IC TL084.

Chọn $R_4 = R_5 > \frac{U_v}{I_v} = \frac{12}{1 \cdot 10^{-3}} = 12 \text{ k}\Omega$

Trong đó nếu nguồn nuôi $V_{cc} = \pm 12 \text{ V}$ thì điện áp vào A_2 là $U_v = 12 \text{ V}$.
Dòng điện vào được hạn chế để $I_{lv} < 1 \text{ mA}$.

Do đó ta chọn $R_4 = R_5 = 15 \text{ k}\Omega$, khi đó dòng vào A_2 :

$$I_{vmax} = \frac{12}{15 \cdot 10^3} = 0,8 \text{ mA}$$

3.3.2.6. Tính chọn khâu đồng pha.

Khâu đồng bộ bao gồm biến áp đồng pha mắc Δ/Y , mạch so sánh điện qua không và cách ly quang điều chế ra 3 xung vuông tần số 50Hz lệch nhau 120° điện đồng pha với điện áp pha

Điện áp tựa được hình thành do sự nạp của tụ C_2 . Mặt khác để bảo đảm điện áp tựa nửa chu kỳ điện áp lưới là tuyến tính thì hằng số thời gian tụ nạp được $T_r = R_3.C_2 = 0,005$ s.

$$\text{Chọn tụ } C_1 = 0,1 \mu\text{F} \text{ thì điện trở } R_4 = \frac{T_r}{C_2} = \frac{0,005}{0,1.10^{-6}} = 50\text{k}\Omega$$

Để thuận tiện cho việc điều chỉnh khi lắp ráp mạch, R_3 thường chọn là biến trở lớn hơn 50 k Ω . Chọn tranzito Tr_1 loại A564 có các thông số sau:

Tranzito loại PNP, làm bằng Si.

Điện áp giữa colectơ và bazơ khi hở mạch emitor : $U_{CBO} = 25$ V.

Điện áp giữa emitor và bazơ khi hở mạch colectơ : $U_{BEO} = 7$ V.

Dòng điện lớn nhất ở colectơ có thể chịu đựng : $I_{Cmax} = 100$ mA.

Nhiệt độ lớn nhất ở mặt tiếp giáp : $T_{CP} = 150^\circ\text{C}$

Hệ số khuếch đại : $\beta = 250$

$$\text{Dòng cực đại của bazơ : } I_{B3} = \frac{I_C}{\beta} = \frac{100}{250} = 0,4 \text{ A}$$

Điện trở R_3 để hạn chế dòng điện đi vào bazơ của tranzito Tr_1 được chọn như sau :

$$\text{Chọn } R_2 \text{ sao cho } R_2 \geq \frac{U_{N,max}}{I_B} \approx \frac{12}{0,4.10^{-3}} = 30 \text{ k}\Omega$$

Chọn điện áp xoay chiều đồng pha: $U_A = 9$ V.

Điện trở R_1 và R_2 để hạn chế dòng điện đi vào ghép quang. Thường chọn R_1 và R_2 sao cho dòng vào ghép quang $I_v < 1$ mA. Do đó

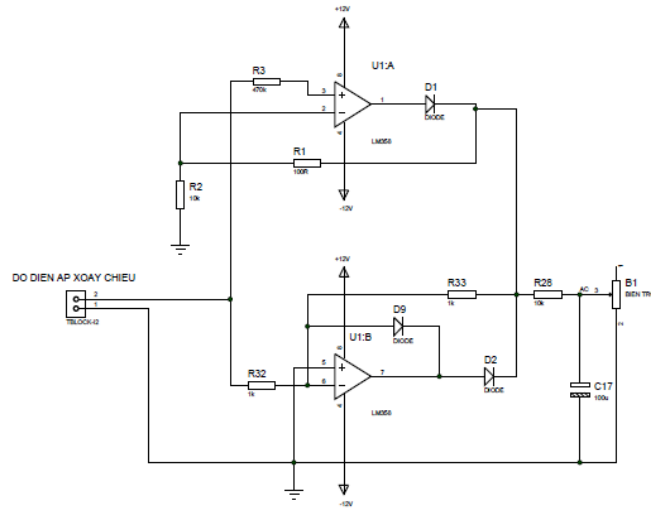
$$R_1 = R_2 \geq \frac{U_A}{I_v} = \frac{9}{1.10^{-3}} = 9 \text{ k}\Omega$$

Chọn $R_1 = 10$ k Ω

Chọn cách ly quang OPTO loại TIP41

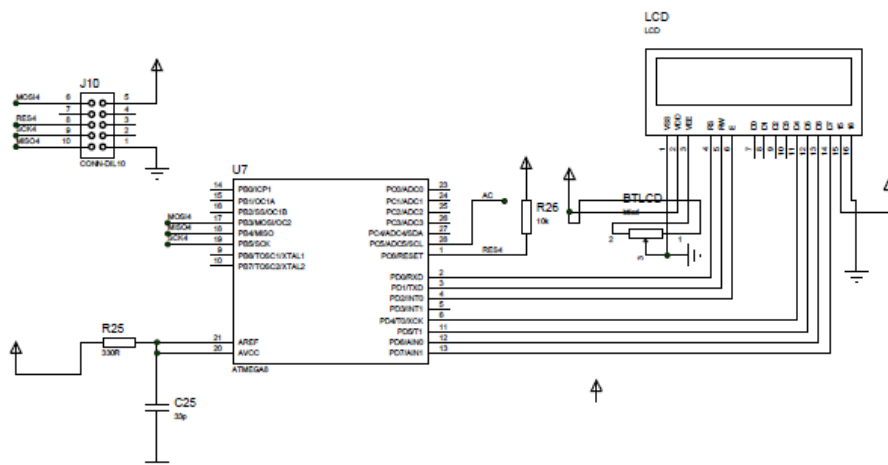
3.3.3. Mạch hiển thị điện áp.

3.3.3.1. Đo điện áp và hiển thị điện áp.



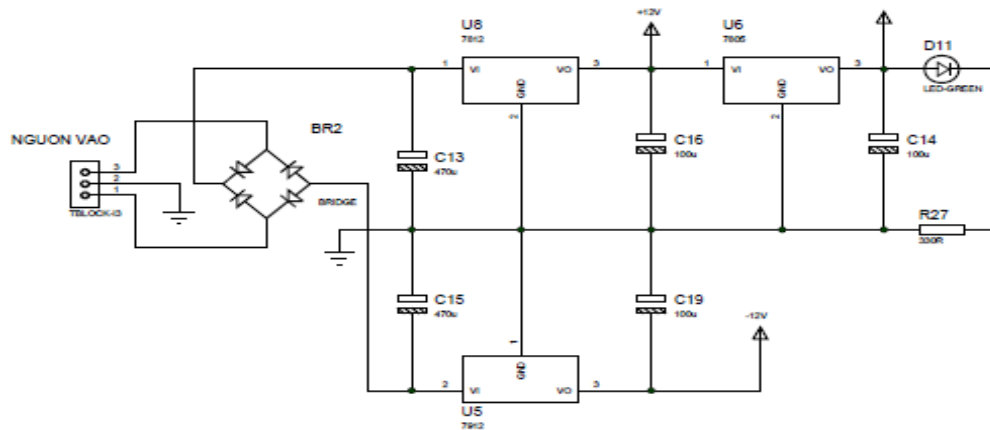
Hình 3.9 : Sơ đồ mạch đo điện áp.

Sơ đồ trên ta sử dụng các linh kiện sau : IC LM358, điện trở, tụ, diode và biến trở



Hình 3.8 : Sơ đồ mạch hiển thị điện áp.

Sơ đồ mạch hiển thị ta sử dụng vi điều khiển AVR loại AMEGA 8 nhận tín hiệu điện áp đưa, sau đó vi điều khiển xử lý tín hiệu điện đưa về và đưa ra màn hình hiển thị LCD



Hình 3.10 : Sơ đồ nguồn nuôi mạch hiển thị điện áp.

Nguồn nuôi mạch đo điện áp gồm có các IC ổn áp 7812, 7912, 7805, cầu chỉnh lưu, các tụ có $C = 470 \mu\text{F}$ và $100 \mu\text{F}$

3.3.3.2. Chương trình hiển thị điện áp.

Ngôn ngữ để lập trình cho AVR là ngôn ngữ lập trình C. Dưới đây là chương trình hiển thị điện áp được nạp vào vi điều khiển AVR.

Code LCD

```
#include <mega8.h>
// Alphanumeric LCD Module functions
#asm
    .equ __lcd_port=0x12 ;PORTD
#endasm
#include <lcd.h>
#include <delay.h>
#define ADC_VREF_TYPE 0x40
// Read the AD conversion result
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
    ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
// Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
    delay_us(10);
```

```

// Start the AD conversion
ADCSRA|=0x40;
// Wait for the AD conversion to complete
while ((ADCSRA & 0x10)==0);
ADCSRA|=0x10;
return ADCW;
}
// Declare your global variables here
void so(unsigned int x)
{
    int i;
    char m[3];
    for(i=0;i<=2;i++)
    {
        m[i]=x%10;
        x=x/10;
    }
    for(i=2;i>=0;i--)
    {
        lcd_putchar(m[i]+0x30);
    }
}
unsigned int f, von;
void main(void)
{
// Declare your local variables here
// Input/Output Ports initialization
// Port B initialization

```

```

// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In
Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T
State0=T
PORTB=0x00;
DDRB=0x00;
// Port C initialization
// Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTC=0x00;
DDRC=0x00;
// Port D initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In
Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T
State0=T
PORTD=0x00;
DDRD=0x00;
// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 0 Stopped
TCCR0=0x00;
TCNT0=0x00;
// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 1 Stopped
// Mode: Normal top=FFFFh
// OC1A output: Discon.

```

```
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer 1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x00;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;
// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 2 Stopped
// Mode: Normal top=FFh
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0x00;
TCCR2=0x00;
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;
// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
```

```

// INT1: Off
MCUCR=0x00;
// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x00;
// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;
// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 62.500 kHz
// ADC Voltage Reference: AVCC pin
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
ADCSRA=0x87;
// LCD module initialization
lcd_init(16);
while (1)
{
// Place your code here
f=read_adc(5);
delay_ms(500);
von=f*0.2494;
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("Dien Ap Do Hien Tai:");
lcd_gotoxy(5,1);
so(von);
lcd_gotoxy(8,1);
lcd_putsf("(V)");
}

```

```

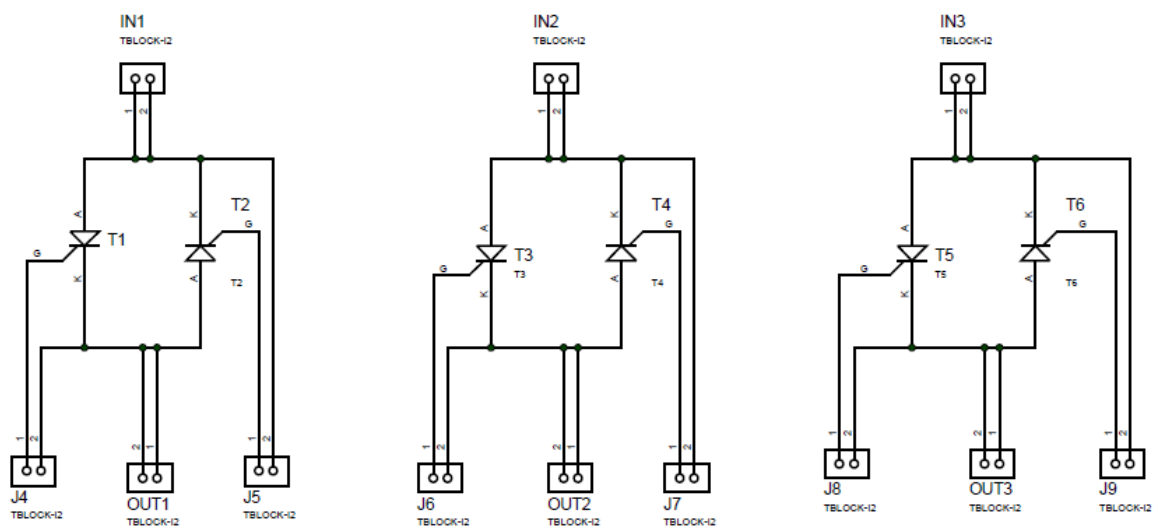
delay_ms(300);
};
}

```

3.4. LẮP RÁP HỆ THỐNG.

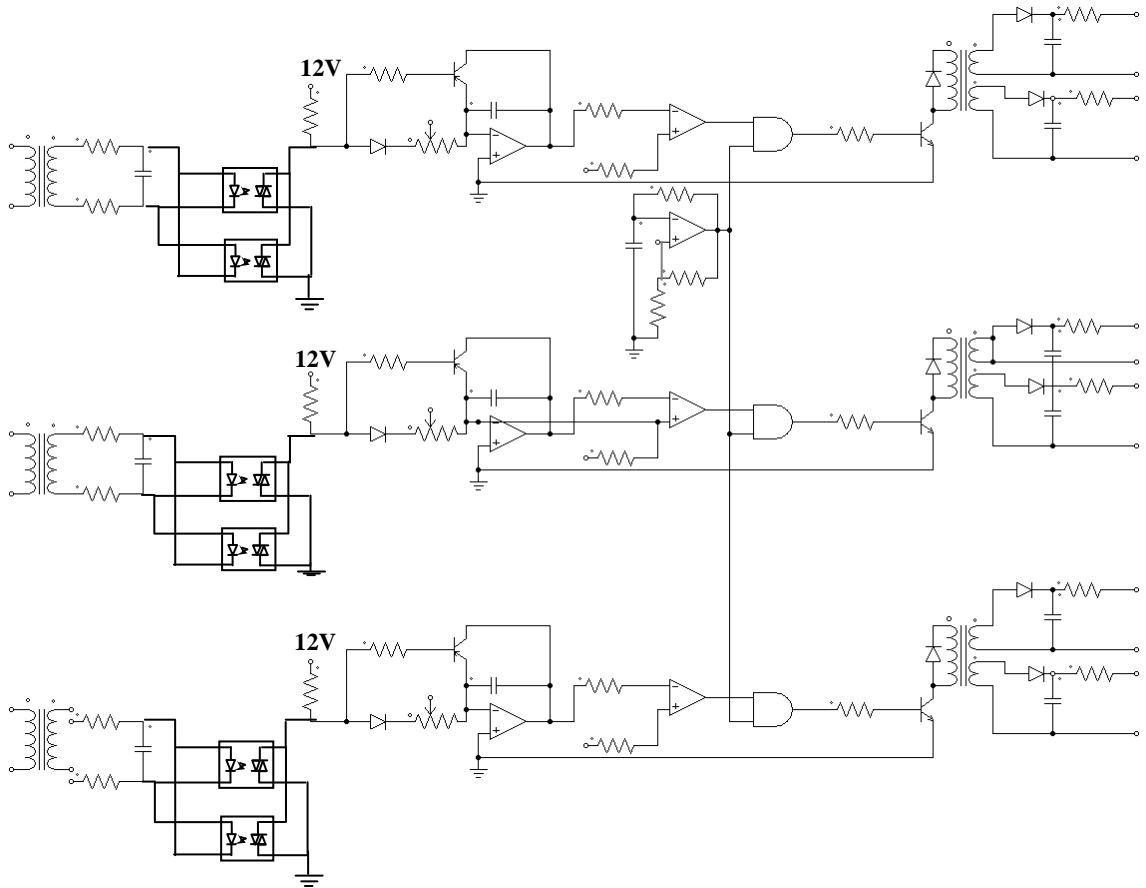
Sau khi tính toán xong lý thuyết ta xây dựng mô hình thật

Mạch động lực bao gồm 6 tiristo chia làm 3 cặp mắc ngược nhau như hình 3.11. Các tiristo nay được mắc trên vi như hình 3.12.

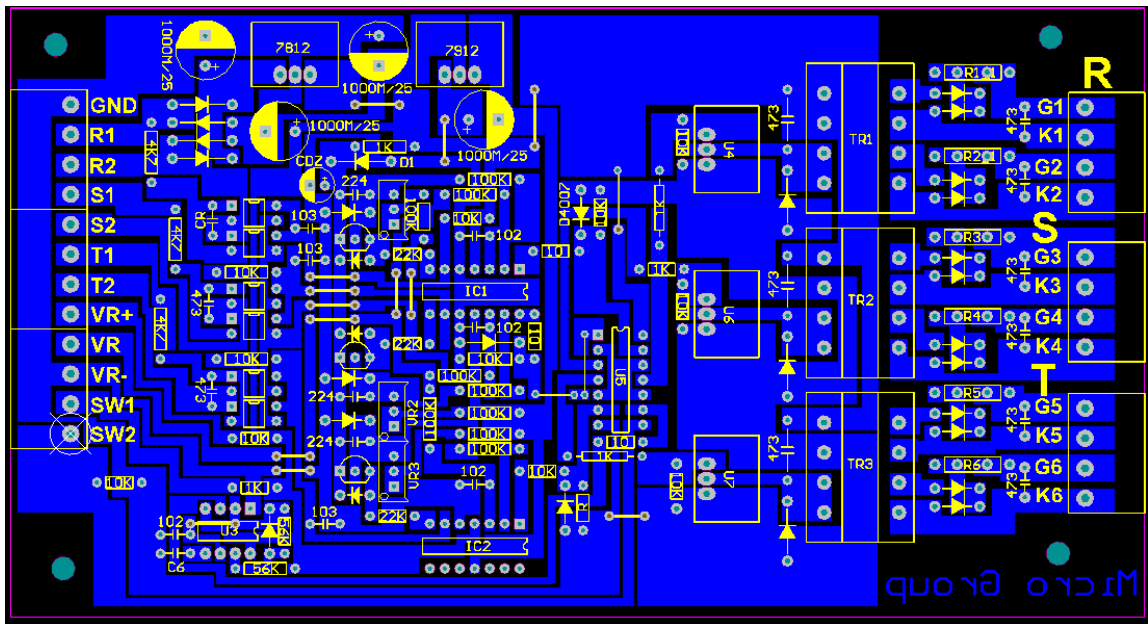


Hình 3.11: Sơ đồ mạch động lực.

Mạch điều khiển gồm 3 kênh điều khiển như trình bày hình 3.13. Các thiết bị đã được lựa chọn ở phần trước.



Hình 3.12: Mạch điều khiển.



Hình 3.13: Sơ đồ mặt trên mạch in mạch điều khiển hình 3.12 và có khối nguồn cho mạch điều khiển sơ đồ nguyên lý hình 3.15 và có mạch in ngay trên mạch điều khiển.



Hình 3.14: Nguồn nuôi mạch điều khiển.

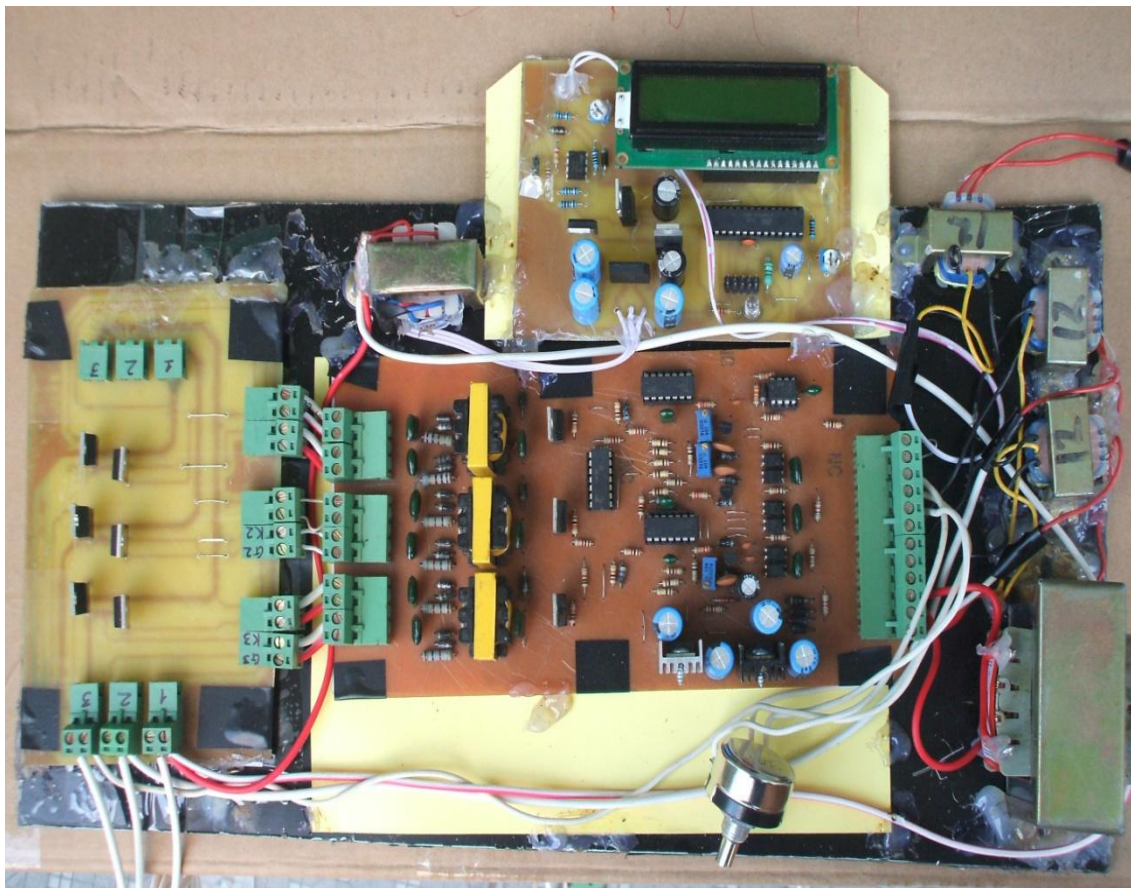
Trong mạch động lực sử dụng các tiristo loại BT151. Các tiristo này kết nối với nguồn và mạch điều khiển, động cơ qua các giắc cắm.

Trong mạch điều khiển sử dụng các linh kiện sau: IC TL084, IC 4081, 3 máy biến áp xung, 3 máy biến áp loại 240 V/12 V, 6 ghép quang loại , 3 Tranzitor loại TIP41C , 3 Tranzitor loại A1015, một số điện trở loại 100 Ω, 1 kΩ..., tụ, diode loại N4007, biến trở... Trong mạch này, để thay đổi tốc độ động cơ ta thay đổi bằng cách vặn biến trở để thay đổi điện áp điều khiển đưa vào mạch tạo xung. Khi muốn điều khiển bằng tín hiệu điều khiển từ bên ngoài có thể thông qua chân cắm đã được kết nối sẵn ở trên mạch điều khiển.

Trong mạch nguồn của mạch điều khiển sử dụng 1 máy biến áp loại 220/24/12, chỉnh lưu cầu bằng các diode, các IC ổn áp loại 7812, 7805, 7912, các tụ có $C = 1000\mu\text{F}$. Sau khi điện áp qua máy biến áp sẽ được chỉnh lưu qua chỉnh lưu cầu được dùng từ các diode và được đưa đến các IC ổn áp, tụ được dùng để lọc và làm cho điện áp phẳng hơn.

3.5. KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC.

Kết quả được thể hiện trên hình 3.16. Mô hình gồm 3 mạch: mạch động lực, mạch điều khiển và mạch hiển thị.



Hình 3.16: Mô hình thực tế bộ điều chỉnh điện áp.

Các kết quả đạt được qua thực nghiệm đạt được:

Với $U = 234 \text{ V}$ thì $n = 960 \text{ v/p}$

Với $U = 170 \text{ V}$ thì $n = 500 \text{ v/p}$

KẾT LUẬN

Qua 12 tuần thực hiện đề tài : **“Xây dựng bộ điều chỉnh điện áp xoay chiều 3 pha có công suất 3kW dùng để điều chỉnh tốc độ động cơ dị bộ”** dưới sự hướng dẫn tận tình của GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn cùng với sự cố gắng nỗ lực của bản thân, đã hoàn thành đồ án tốt nghiệp của mình theo đúng kế hoạch được giao.

Trong đề tài này em đã thực hiện được những vấn đề sau:

- 1) Tìm hiểu lý thuyết của bộ điều chỉnh điện áp.
- 2) Thiết kế, tính toán các linh kiện của hệ thống.
- 3) Xây dựng được mô hình vật lý bộ điều chỉnh điện áp phục vụ cho điều chỉnh tốc độ động cơ dị bộ.

Tuy nhiên do thời gian có hạn bên cạnh những kết quả đã đạt được hẳn còn nhiều hạn chế nhưng trong quá trình thực hiện đề tài đã giúp em tự đánh giá và hiểu kỹ hơn về các kiến thức chuyên môn. Đó cũng là kết quả của nhiều năm học tập cùng với sự dạy dỗ rất tận tình của các thầy cô trong bộ môn điện CN và dân dụng. Em xin chân thành cảm ơn tới các thầy cô và đặc biệt là thầy giáo GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn đã chỉ bảo tận tình để em hoàn thành quyển đồ án này.

Em xin chân thành cảm ơn !

Sinh viên thực hiện

Vũ Đình Xuân

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Thân Ngọc Hoàn (2005), *Máy điện*, Nhà xuất bản Xây dựng.
2. Lê Văn Doanh (2004), *Điện tử công suất lý thuyết - thiết kế - ứng dụng*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật.
3. Diễn đàn điện tử VN (www.dientuvietnam.net).
4. Datasheet của các linh kiện điện tử (www.datasheetcatalog.com).
5. Trang tìm kiếm thông tin (www.google.com).