

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG.....**

Luận văn

**Xây dựng hệ thống truyền động
điện điều chỉnh tốc độ động cơ
không đồng bộ bằng điện áp**

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	1
CHƯƠNG 1: ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ.....	2
1.1. MỞ ĐẦU [1].....	2
1.2. CẤU TẠO	2
1.2.1. Cấu tạo của stato.....	2
1.2.2. Cấu tạo của rô to.....	4
1.3. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ.....	5
1.4. PHƯƠNG TRÌNH ĐẶC TÍNH CƠ	6
1.5. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ	9
1.5.1. Mở đầu.....	9
1.5.2. Thay đổi tần số nguồn điện cung cấp f_1	11
1.5.3. Thay đổi số đôi cực	13
1.5.4. Điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi điện áp nguồn cung cấp	15
1.5.5. Điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi điện trở mạch rô to.....	16
1.5.6. Điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi điện áp ở mạch rô to.....	17
CHƯƠNG 2: HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN ĐỘNG CƠ DỊ BỘ XOAY CHIỀU ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP.....	20
2.1. MỞ ĐẦU	20
2.2. HỆ THỐNG ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP	21
2.2.1. Sơ đồ khối.....	21
2.2.2. Nguyên lý hoạt động hệ thống điều chỉnh điện áp.....	21
2.3. BỘ ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU	21
2.3.1. Sơ đồ đấu sao có trung tính	22
2.3.2. Sơ đồ tải đấu tam giác	23
2.3.3. Sơ đồ đấu sao không trung tính.....	23

2.4. VI ĐIỀU KHIỂN AVR.....	29
2.4.1. Các đặc điểm chính	29
2.4.2. Đơn vị xử lý số học và logic (ALU – Arithmetic Logic Unit).....	33
2.4.3. Tập các thanh ghi đa năng (General Purpose Register File)	34
2.4.4. Điều khiển ngắt và reset (Reset and Interrupt Handling).....	35
2.4.5. Bộ nhớ	38
CHƯƠNG 3 : XÂY DỰNG VÀ THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU CHỈNH TỐC	
ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BẰNG ĐIỆN ÁP	43
3.1. MỞ ĐẦU	43
3.2. THIẾT KẾ MẠCH ĐỘNG LỰC	43
3.2.1. Chọn van bán dẫn	44
3.2.2. Chọn phân tử bảo vệ van bán dẫn	45
3.3. THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN	47
3.3.1. Sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển	47
3.3.2. Tính toán và phân tích mạch điều khiển	48
3.3.3. Khâu đồng bộ	51
3.3.4. Chương trình điều khiển.....	52
3.4. LẮP RÁP HỆ THỐNG.....	57
3.4.1. Mạch động lực.....	57
3.4.2. Mạch điều khiển	58
3.5.KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC.....	61
KẾT LUẬN.....	62
TÀI LIỆU THAM KHẢO	63

LỜI NÓI ĐẦU

Trong những năm gần đây lĩnh vực điều khiển và truyền động điện đã phát triển mạnh mẽ. Đặc biệt với sự phát triển của khoa học kỹ thuật, người ta đã khai thác được tất cả những ưu điểm vốn có của động cơ không đồng bộ.

Với đề án này em đã nêu ra được một khía cạnh nhỏ trong lĩnh vực điều khiển tốc độ động cơ không đồng bộ: “**xây dựng hệ thống truyền động điện điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng điện áp**”

Nội dung của đề án gồm 3 chương:

Chương 1: Động cơ không đồng bộ

Chương 2: Hệ thống truyền động điện động cơ dị bộ xoay chiều điều chỉnh điện áp

Chương 3: Xây dựng và thiết kế hệ thống điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng điện áp

Em xin chân thành cảm ơn **GS.TSKH. Thân Ngọc Hoàn** cùng các thầy cô giáo bộ môn đã hướng dẫn em hoàn thành đề án này. Do đây là lần đầu tiên thực hiện làm đề án nên không thể mắc phải sai sót, em mong được sự chỉ bảo tận tình của các thầy.

Hải Phòng, ngày 12 tháng 07 năm 2010

Sinh viên thực hiện

Bùi Duy Quyết

CHƯƠNG 1: ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

1.1. MỞ ĐẦU [1]

Loại máy điện quay đơn giản nhất là loại máy điện không đồng bộ (dị bộ). Máy điện dị bộ có thể là loại 1 pha, 2 pha hoặc 3 pha, nhưng phần lớn máy điện dị bộ 3 pha, có công suất từ một vài W tới vài MW, có điện áp từ 100V đến 6000V.

Căn cứ vào cách thực hiện rô to, người ta phân biệt 2 loại: loại có rô to ngắn mạch và loại có rô to dây quấn. Cuộn dây rô to dây quấn là cuộn dây cách điện, thực hiện theo nguyên lý của cuộn dây dòng xoay chiều.

Cuộn dây rô to ngắn mạch gồm một lồng bằng nhôm đặt trong các rãnh của mạch từ rô to, cuộn dây ngắn mạch là cuộn dây nhiều pha có số pha bằng số rãnh. Động cơ rô to ngắn mạch có cấu tạo đơn giản và rẻ tiền, còn máy điện rô to dây quấn đắt hơn, nặng hơn nhưng có tính năng động tốt hơn, do đó có thể tạo các hệ thống khởi động và điều chỉnh.

1.2. CẤU TẠO

Máy điện quay nói chung và máy điện không đồng bộ nói riêng gồm 2 phần cơ bản: phần quay (rô-to) và phần tĩnh (stato). Giữa phần tĩnh và phần quay là khe hở không khí.

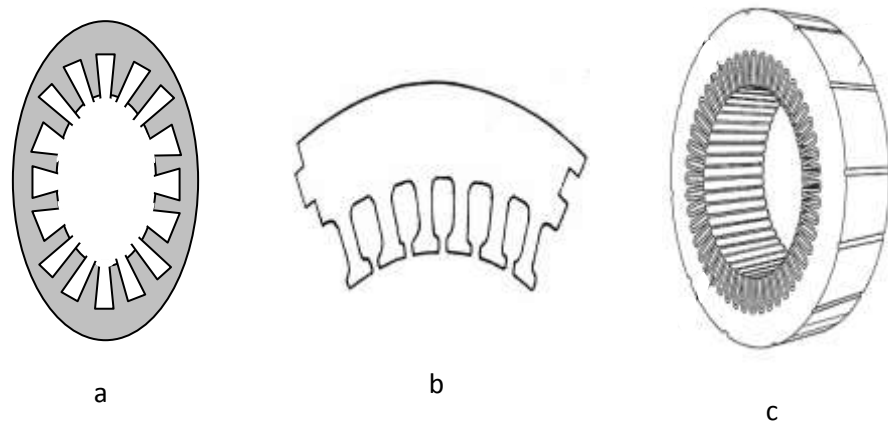
1.2.1. Cấu tạo của stato

Stato gồm 2 phần cơ bản: mạch từ và mạch điện.

a) Mạch từ:

Mạch từ của stato được ghép bằng các lá thép điện có chiều dày khoảng 0,3-0,5mm, được cách điện 2 mặt để chống dòng Foucault. Lá thép stato có dạng hình vành khăn, phía trong được đục các rãnh. Để giảm dao động từ thông, số rãnh stato và rô to không được bằng nhau. Mạch từ được đặt trong vỏ máy.

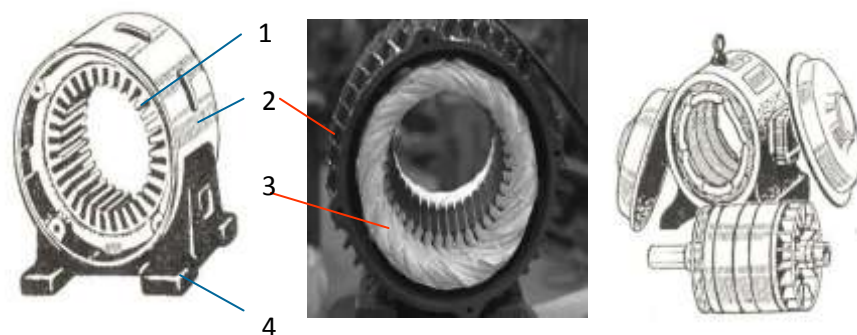
Ở những máy có công suất lớn, lõi thép được chia thành từng phần được ghép lại với nhau thành hình trụ bằng các lá thép nhằm tăng khả năng làm mát của mạch từ. Vỏ máy được làm bằng gang đúc hay gang thép, trên vỏ máy có đúc các gân tản nhiệt. Để tăng diện tích tản nhiệt. Tùy theo yêu cầu mà vỏ máy có đế gắn vào bệ máy hay nền nhà hoặc vị trí làm việc. Trên đỉnh có móc để giúp di chuyển thuận tiện. Ngoài vỏ máy còn có nắp máy, trên nắp máy có giá đỡ ổ bi. Trên vỏ máy gắn hộp đấu dây.



• **Hình 1.1.** Lõi thép stato máy điện không đồng bộ

b) Mạch điện:

Mạch điện là cuộn dây máy điện đã trình bày ở phần trên.



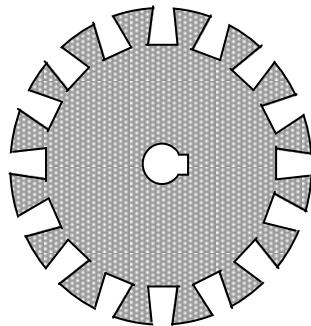
Hình 1.2. Stato của máy điện không đồng bộ

1. Mạch từ; 2. Vỏ máy; 3. Dây quấn; 4. Chân đế

1.2.2. Cấu tạo của rô to

a) Mạch từ:

Giống như mạch từ stato, mạch từ rô to cũng gồm các lá thép điện kỹ thuật cách điện đối với nhau. Rãnh của rô to 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, rô to gắn trên trục. Ở những máy có công suất lớn rô to còn được đục các rãnh thông gió dọc thân rô to.



a)



b)

Hình 1.3. Lá thép rô to của máy điện không đồng bộ

b) Mạch điện:

Mạch điện rô to được chia thành 2 loại: loại rô to lồng sóc và loại rô to dây quấn.

- Loại rô to lồng sóc (ngắn mạch)

Mạch điện của loại rô to này được làm bằng nhôm hoặc đồng thau. Nếu làm bằng nhôm thì được đúc trực tiếp và rãnh rô to, 2 đầu được đúc 2 vòng ngắn mạch, cuộn dây hoàn toàn ngắn mạch, chính vì vậy gọi là rô to ngắn mạch. Nếu làm bằng đồng thì được làm thành các thanh dẫn và đặt vào trong rãnh, hai đầu được gắn với nhau bằng 2 vòng ngắn mạch cùng kim loại. Bằng cách đó hình thành cho ta một cái lồng chính vì vậy loại rô to này có tên rô to

lồng sóc. Loại rô to ngắn mạch không phải thực hiện cách điện giữa dây dẫn và lõi thép.

- *Loại rô to dây quấn:*

Mạch điện của loại rô to này thường được làm bằng đồng và phải cách điện với mạch từ. Cách thực hiện cuộn dây này giống như thực hiện cuộn dây máy điện xoay chiều đã trình bày ở phần trước. Cuộn dây rô to dây quấn có số cặp cực và pha cố định. Với máy điện 3 pha, thì 3 đầu cuối được nối với nhau ở trong máy điện, 3 đầu còn lại được dẫn ra ngoài và gắn vào 3 vành trượt đặt trên trục rô to, đó là tiếp điểm nối với mạch ngoài.

1.3. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA MÁY ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Để xét nguyên lý làm việc của máy điện dị bộ, ta lấy mô hình máy điện 3 pha gồm 3 cuộn dây đặt cách nhau trên chu vi máy điện một góc 120° , rô to là cuộn dây ngắn mạch. Khi cung cấp vào 3 cuộn dây 3 dòng điện của hệ thống điện 3 pha có tần số f_1 thì trong máy điện sinh ra từ trường quay với tốc độ $60f_1/p$. Từ trường này cắt thanh dẫn của rô to và stato, sinh ra ở cuộn stato sđđ tự cảm e_1 và cuộn dây rô to sđđ cảm ứng e_2 có giá trị hiệu dụng như sau:

$$E_1 = 4,44W_1\phi_1 f_1 k_{cd1} \quad (1.1)$$

$$E_2 = 4,44W_2\phi_2 f_2 k_{cd2} \quad (1.2)$$

Do cuộn rô to kín 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 rô to và từ trường, sinh ra lực đó là ngẫu lực (2 thanh dẫn nằm cách nhau đường kính rô to) 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 rô to lại treo trên ổ bi, do đó rô to 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 đến $I_2 = 0$ và mô men quay cũng bằng

không , rô to quay chậm lại, khi rô to chậm lại thì từ trường lại cắt các thanh dẫn, nên có sđđ, có dòng và mô men nên rô to lại quay. Do đó tốc độ quay của rô to khác 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 rô to 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 rô to của từ trường quay.

Vậy tần số biến thiên của sđđ cảm ứng trong rô to 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 rô to có dòng I_2 , nó cũng sinh ra một từ trường quay với tốc độ:

$$n_{tt2} = \frac{60f_2}{p} = \frac{60sf_1}{n_{tt}} = sn_{tt} \quad (1.6)$$

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

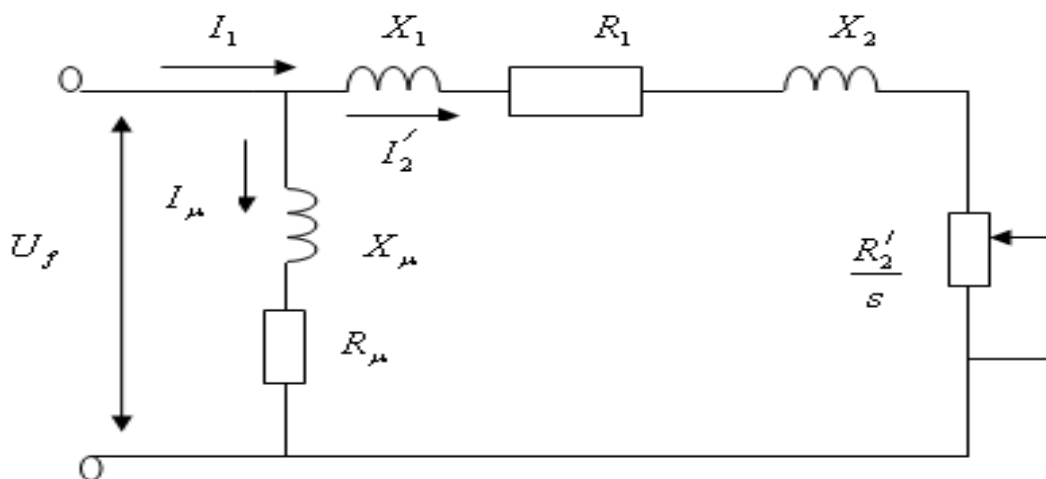
$$n_{tt2s} = n_{tt2} + n = sn_{tt} + n = sn_{tt} + n_{tt}(1 - s) = n_{tt} \quad (1.7)$$

Như vậy so với stato, từ trường quay của rô to có cùng giá trị với tốc độ quay của từ trường stato.

1.4. PHƯƠNG TRÌNH ĐẶC TÍNH CƠ

Để thành lập phương trình đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ ta dựa vào đồ thay thế với các giả thiết sau:

- 3 pha của động cơ là đối xứng.
- Các thông số của động cơ không đồng bộ không đổi.
- Tổng dẫn mạch từ hoá không thay đổi, dòng điện từ hoá không phụ thuộc tải mà chỉ phụ thuộc vào điện áp đặt vào stato động cơ.
- Bỏ qua các tổn thất ma sát, tổn thất trong lõi thép.
- Điện áp lưới hoàn toàn sin đối xứng ba pha



Hình 1.4. Sơ đồ thay thế một pha của động cơ không đồng bộ

Trong đó:

U_1 – trị số hiệu dụng của điện áp pha stato

I_μ, I_1, I_2' - dòng từ hóa, dòng điện stato, và dòng điện rô to đã quy đổi về stato

X_μ, X_1, X_2' - điện kháng mạch từ hóa, điện kháng stato và điện kháng rô to đã quy đổi về stato

R_μ, R_1, R_2' - điện trở tác dụng của mạch từ hóa, mạch stato, và điện trở rô to đã quy đổi về stato

Phương trình đặc tính cơ được suy ra từ điều kiện cân bằng công suất trong động cơ: công suất điện từ chuyển từ rô to vào stato P_{12} sẽ bằng tổng của công suất cơ trên trục động cơ $P_{cơ}$ và công suất tổn thất ΔP trong động cơ:

$$P_{12} = P_{cơ} + \Delta P \quad (1.8)$$

Trong đó: $P_{12} = M_{đt}\omega_0$

$$P_{12} = M\omega$$

Với những giả thiết đã nêu trong sơ đồ thay thế một pha, ta có mô men điện từ $M_{đt}$ và mô men cơ M bằng nhau, còn tổn hao công suất ΔP chỉ xét đến do tổn hao đồng do dòng điện rô to gây ra trên điện trở mạch rô to, nghĩa là:

$$M_{đt} \approx M$$

$$\Delta P \approx \Delta P_2 = 3I_2'^2 R_2'$$

Như vậy (1.8) được viết như sau:

$$M\omega_0 = M\omega + 3I_2'^2 R_2' \quad \text{hoặc} \quad M(\omega - \omega_0) = 3I_2'^2 R_2' \quad \text{hoặc} \quad M\omega_0 \frac{\omega_0 - \omega}{\omega_0} = 3I_2'^2 R_2'$$

Thay $\frac{\omega_0 - \omega}{\omega_0} = s$, ta rút được biểu thức của momen M như sau:

$$M = \frac{3I_2'^2 R_2'}{\omega_0 s} = \frac{3R_2'^2 R_2}{\omega_0 s} \quad (1.9)$$

Nếu thay giá trị $I_2' = \frac{U_1}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + (X_1 + X_2')^2}}$ ta được:

$$M = \frac{3U_1^2 R_2'/s}{\omega_0 \left[\left(R_1 + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + X_{nm}^2 \right]} \quad (1.10)$$

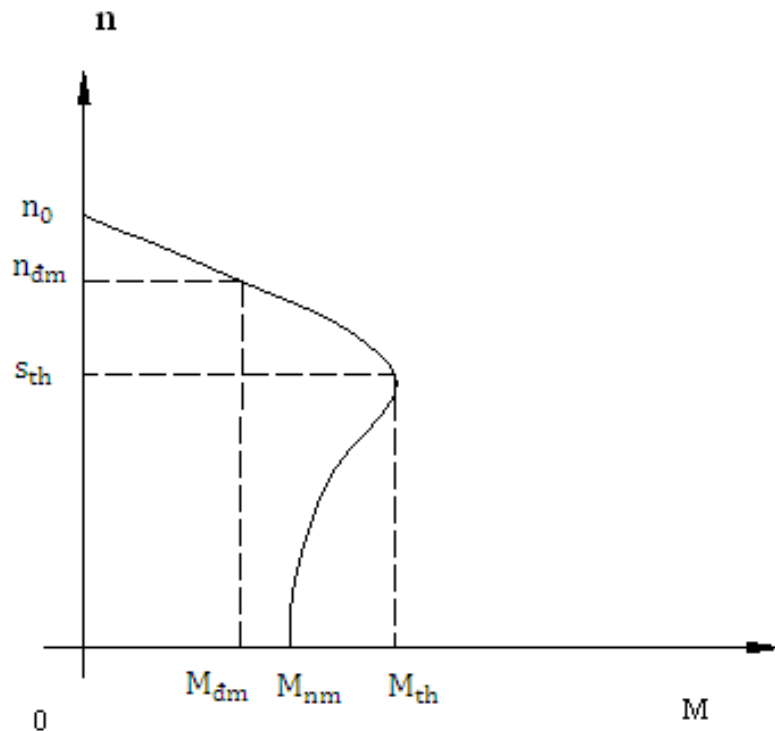
Đây là một dạng của phương trình đặc tính cơ. Cho s những giá trị khác nhau, theo (1.10) ta tính được mô men M tương ứng, đồng thời cũng tính ra tốc độ $\omega = \omega_0(1 - s)$, ta vẽ được đặc tính cơ như trên hình 1.5. Đó là đường cong có điểm cực trị, gọi là điểm “tới hạn”, ứng với tọa độ:

$$\text{Độ trượt tới hạn: } s_{th} = \pm \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + X_{nm}^2}}$$

Và mô men tới hạn:

$$M_{th} = \pm \frac{3U_1^2}{2\omega_0 \left(R_1 \pm \sqrt{R_1^2 + X_{nm}^2} \right)} \quad (1.11)$$

Trong các biểu thức trên, dấu + ứng với trạng thái động cơ, dấu – ứng với trạng thái máy phát.



Hình 1.5. Đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ

1.5. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

1.5.1. 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 cần điều chỉnh tốc độ các động cơ điện là rất cần thiết.

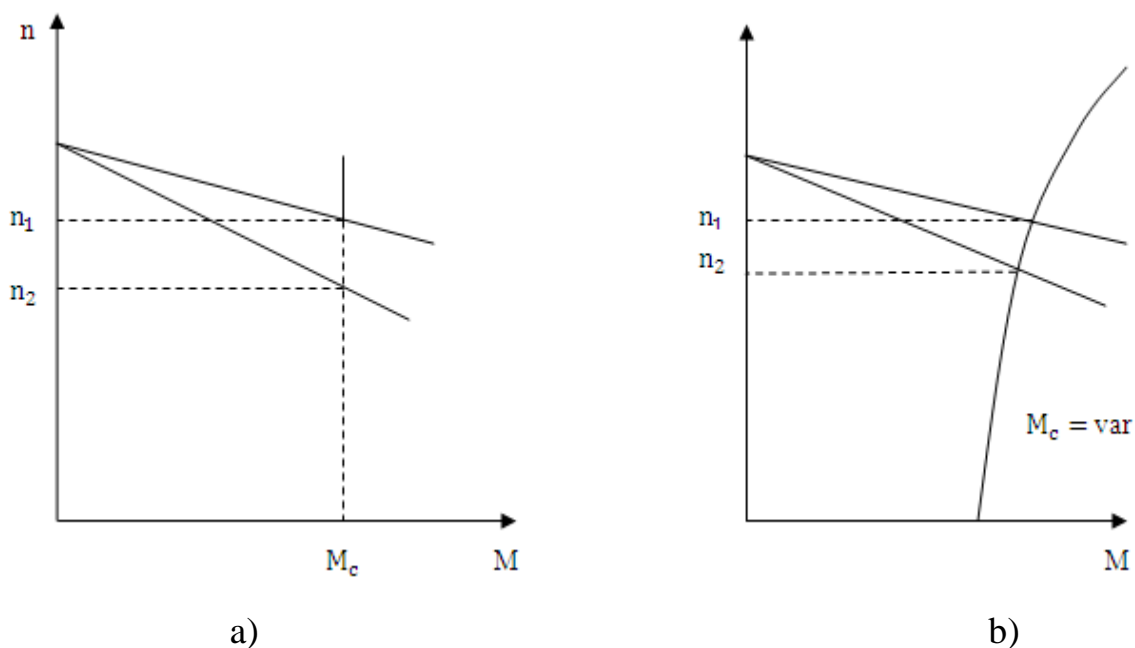
Khi mô men cản trên trục động cơ thay đổi, thì tốc độ động cơ thay đổi, nhưng sự thay đổi tốc độ như thế không gọi là điều chỉnh tốc độ.

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 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 1.6a hoặc khi mô men cản thay đổi hình 1.6b.

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



Hình 1.6. Điều chỉnh tốc độ động cơ dị bộ

a) Khi mô men cản không đổi; b) Khi mô men cản thay đổi

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

$$n = n_{tt}(1 - s) \quad (1.12)$$

$$n_{tt} = \frac{60f_1}{p} \quad (1.12a)$$

$$s = \frac{E_1}{E_2} \text{ hoặc } s = \frac{f_1}{f_2} \quad (1.12b)$$

Mặt khác ta lại có:

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

Vậy:

$$s = \frac{R_2 I_2}{\sqrt{E_{20}^2 + (X_{20}s)^2}} \quad (1.12c)$$

Từ các công thức (1.12) 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, người ta hay sử dụng phương pháp 1, 2 và 4, còn động cơ dị bộ rô to dây quấn người ta hay sử dụng phương pháp 3. Dưới đây trình bày ngắn gọn các phương pháp thường dùng.

1.5.2. 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 đổi 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 stato ta có:

$$U_1 = E_1 = 4,44W_1\phi_1 f_1 k_{cd1} \quad (1.13)$$

Hay
$$U_1 = kf_1\phi_1 \quad (1.13a)$$

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 (1.13a).

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

$$M_{\max} = C\left(\frac{U_1}{f_1}\right)^2 \quad (1.14)$$

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 cản ở 2 tốc độ đó tức là:

$$\frac{M'_{\text{th}}}{M''_{\text{th}}} = \frac{M'_c}{M''_c} = \frac{U'_1{}^2}{f'_1{}^2} = \frac{f'_1{}^2}{U''_1{}^2} \quad (1.15)$$

Từ đây ta có:

$$\frac{U'_1}{U''_1} = \frac{f'_1}{f''_1} = \sqrt{\frac{M'_c}{M''_c}} \quad (1.16)$$

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:

$$\frac{M'_c}{M''_c} = \frac{f'_1}{f''_1} \quad (1.17)$$

$$\frac{U'_1}{U''_1} = \sqrt{\frac{f'_1}{f''_1}} \quad (1.18)$$

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

$$\frac{U_1}{f_1} = \text{const} \quad (1.19)$$

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

$$\frac{U'_1}{U''_1} = \left(\frac{f'_1}{f''_1}\right)^2 \quad (1.20)$$

Theo các biểu thức trên đây thì khi 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 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.

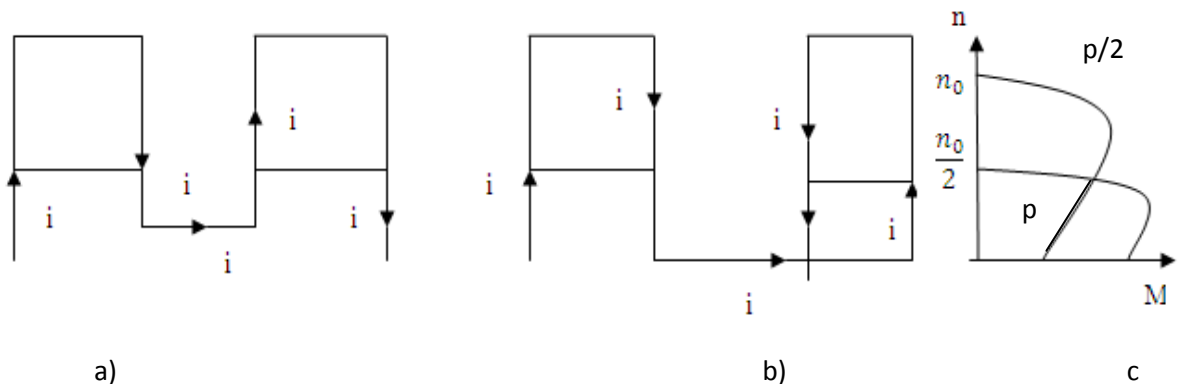
Ưu điểm của phương pháp điều chỉnh tần số là phạm vi điều chỉnh rộng, độ điều chỉnh láng, tổn hao điều chỉnh nhỏ.

1.5.3. 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 cuộn dây. Giả sử lúc đầu cuộn dây được nối như hình 1.7a, khi đó số cặp cực là p , nếu bây giờ đổi nối như hình 1.7b ta được số cặp cực là $p/2$.
- Đặc tính cơ khi thay đổi số đôi cực biểu diễn trên hình 1.7c.



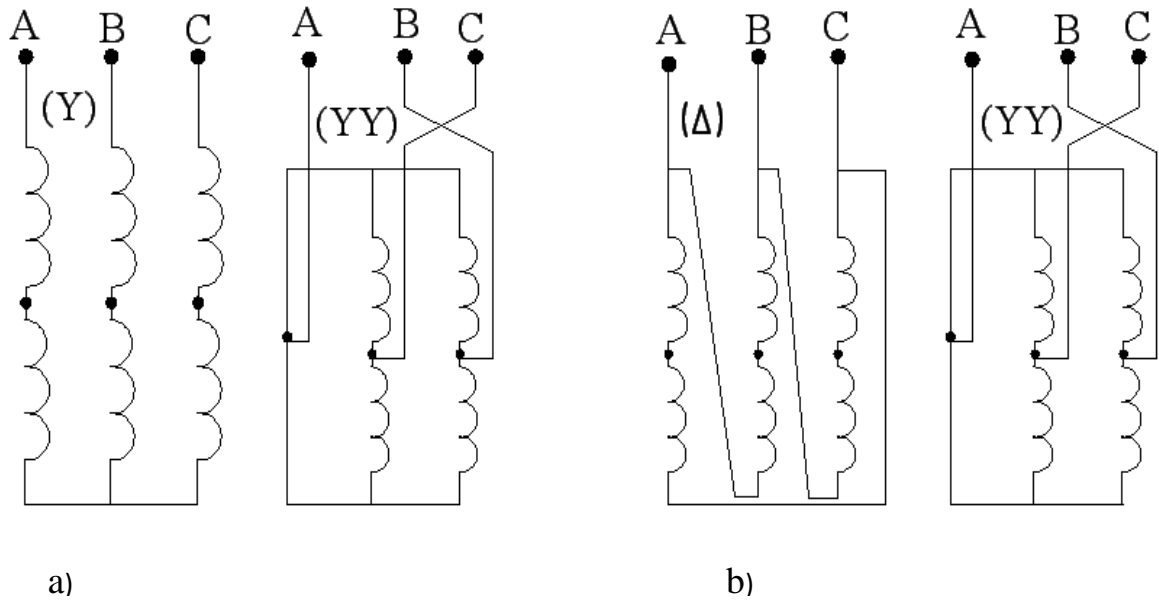
Hình 1.7. Cách đổi nối cuộn dây để thay đổi số đôi cực:

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 1.8a).



Hình 1.8. 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 $\cos\rho$ không đổi thì công suất trên trục động cơ ở sơ đồ Y sẽ là:

$$P_Y = \sqrt{3} U_d I_p \eta \cos\rho_1$$

Cho sơ đồ YY ta có:

$$P_{YY} = \sqrt{3} U_d 2 I_p \eta \cos\rho_1$$

Do đó: $P_{YY} / P_Y = 2$

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 1.8b

Ta có:

$$P_{\Delta} = \sqrt{3} U_d \sqrt{3} I_p \eta \cos\rho_1$$

$$P_{YY} = \sqrt{3} U_d 2 I_p \eta \cos\rho_1$$

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

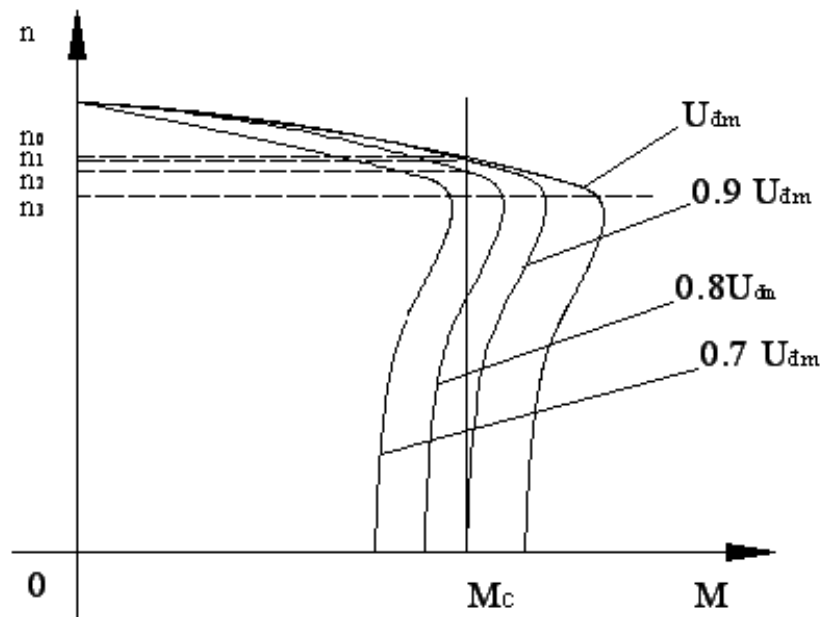
- Dùng cuộn dây độc lập với những số cực khác nhau, đó là động cơ dị bộ nhiều tốc độ. Với những động cơ loại này stato có 2 hoặc 3 cuộn dây có số

đôi cực khác nhau. Nếu ta trang bị thiết bị đổi nối cuộn dây thì ta được 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 số nguyên nên thay đổi có tính nhảy bậc và phạm vi thay đổi tốc độ không rộng.

1.5.4. 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 1.9). 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 $0,7 U_{đm}$ thì mô men của động cơ nhỏ hơn mô men cản, động cơ sẽ bị dừng dưới điện.



Hình 1.9. Đặc tính cơ của động cơ dị bộ khi thay đổi điện áp nguồn cung cấp

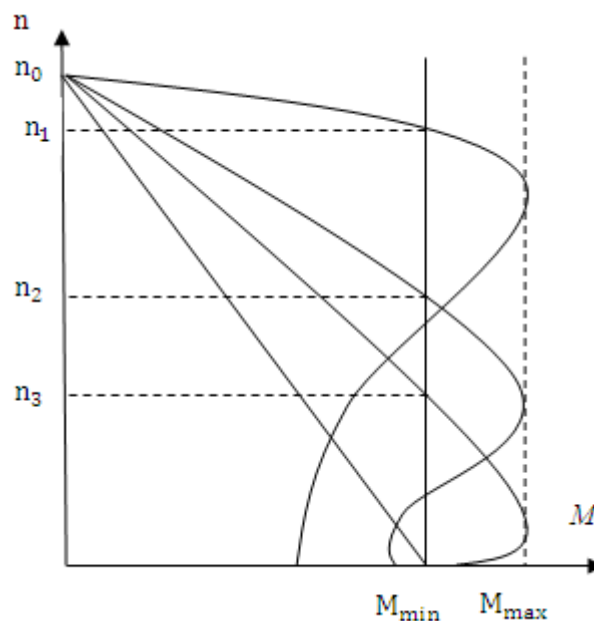
Đặc điểm của phương pháp điều chỉnh tốc độ bằng điều chỉnh điện áp nguồn cung cấp là phạm vi điều chỉnh hẹp, rất dễ bị dừng máy, chỉ điều chỉnh theo chiều giảm tốc. Mặt khác vì $P_{đt} = C E_{20} I_2 \cos\rho_2 = C_1 U_1 I_2 \cos\rho_1 = \text{const}$ nên khi giảm điện áp U_1 , mà mô men cản không đổi 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 chế độ kín.

1.5.5. 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 của động cơ dị bộ rô to dây quấn khi thay đổi điện trở rô to được biểu diễn trên (hình 1.10). Bằng việc tăng điện trở rô to đặc tính cơ mềm đi nhiều, nếu mô men cần 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 1.10. Đặc tính cơ của động cơ dị bộ dây quấn khi thay đổi điện trở rô to

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

$$R_p = \left(\frac{s_2}{s_1} - 1 \right) R_2$$

Trong đó s_1 và s_2 ứng với tốc độ n_1 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 tốc độ bằng điện trở rô to là điều chỉnh lằng, 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 không tải.

1.5.6. Điều chỉnh tốc độ bằng thay đổi điện áp ở mạch rô to

Thống kê công suất ở máy điện không đồng bộ khi có điện trở phụ vào mạch rô to.

Công suất nhận vào:

$$P_1 = m_1 U_1 I_1 \cos \rho_1$$

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:

$$P_{dt} = P_{cơ} + P_{điện}$$

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:

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

Công suất cơ học P_{co} : là công suất ở điện trở: $(R_2' + R_p') \frac{1-s}{s}$

Do vậy:

$$P_{co} = m_1 (R_2' + R_p') I_2' \frac{1-s}{s}$$

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

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

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 có cùng tần số rô to và cũng phải thay đổi theo tốc độ.

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

Trong điều kiện đó, thống kê công suất như sau:

$$P_{dt} = P_{co} + P_{điện} = P_{co} + P_2 + \Delta P_{Cu2} = \text{const} \quad (1.21)$$

Tổn hao điện ΔP_{Cu2} trong trường hợp này không đổi vì giá trị dòng điện ΔP_{Cu2} không phụ thuộc vào độ trượt. Trong vùng ổn định của đặc tính tồn tại một giá trị dòng điện ΔP_{Cu2} và một giá trị hệ số $\cos \rho_2$ thỏa mãn quan hệ:

$$P_{dt} = m_2 E_{20} I_2 \cos \rho_2 \approx c I_2 \cos \rho_2 = \text{const}$$

Nếu tăng công suất phát P_2 (công suất mang dấu + trong biểu thức 9.48) cho một tải nào đó ở mạch rô to sẽ làm giảm công suất cơ khí P_{co} vậy khi mô men cản không đổi sẽ làm tốc độ thay đổi ($n = c P_{co}$), nếu mạch rô to được cấp vào một công suất tác dụng P_2 (có dấu âm trong biểu thức 1.21) thì P_{co} 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 $P_{điện} = s P_{đt} = 0$ 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 P_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 trí 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 phản kháng từ lưới, lúc này dòng kích từ cần thiết để tạo ra 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: HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN ĐỘNG CƠ DẠNG XOAY CHIỀU ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP

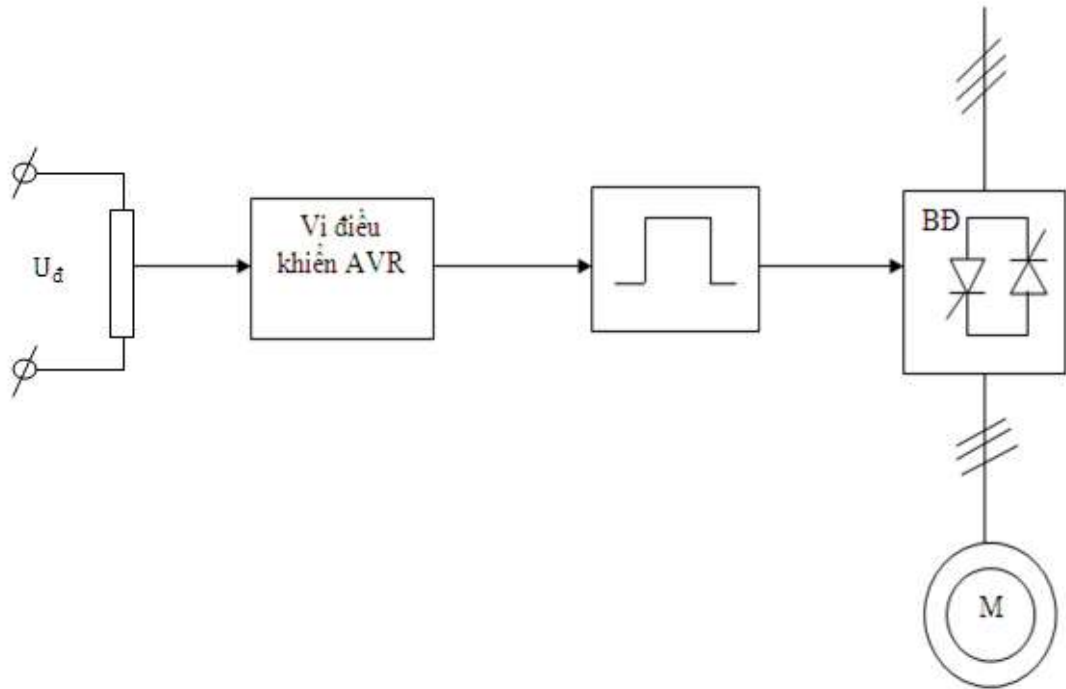
2.1. MỞ ĐẦU

Trong thực tế sản xuất, các hệ thống truyền động điện đều có yêu cầu 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. Với động cơ dị bộ 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 và thay đổi điện trở trong mạch rô to. 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. Để thay đổi điện áp nguồn cung cấp có thể dùng các biện pháp kinh điển như biến 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

Hệ thống điều chỉnh điện áp gồm:

- Bộ biến đổi điện áp 3 pha có nhiệm vụ điều chỉnh điện áp để thay đổi tốc độ động cơ.
- Vi điều khiển AVR có nhiệm vụ thay đổi góc mở thyristo để thay đổi giá trị điện áp

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

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

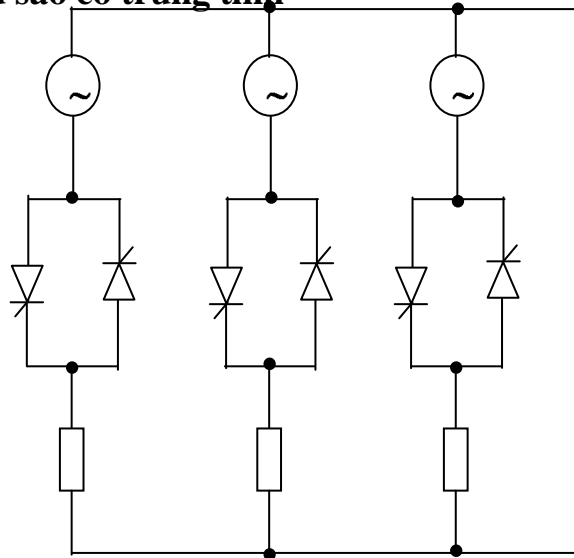
2.3. BỘ ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP XOAY CHIỀU

Các bộ điều áp xoay chiều, dùng để điều chỉnh giá trị điện áp xoay chiều với hiệu suất cao. Bộ điều áp xoay chiều chủ yếu sử dụng các Thyristor mắc song song ngược hoặc Triac để thay đổi giá trị điện áp trong nửa chu kỳ

của điện áp lưới theo góc mở α , từ đó thay đổi được giá trị hiệu dụng của điện áp ra tải .

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

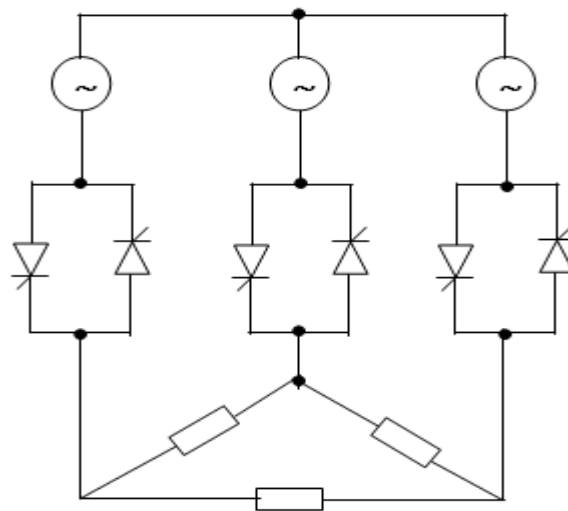
2.3.1. Sơ đồ đấu sao có trung tính



Hình 2.2. Sơ đồ nối sao trung tính

Với sơ đồ này thì các cặp tiristor mắc ngược nhau làm độc lập với nhau. Ta có thể thực hiện 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 vì điện áp đặt vào van bán dẫn là điện áp pha. Các van đấu ở điện trung tính nên số van giảm đi một nửa. Nhược điểm của sơ đồ là trên dây trung tính có tồn tại dòng điện điều hòa bậc cao, khi góc mở các van khác không có dòng tải gián đoạn và loại sơ đồ nối này chỉ thích hợp với loại tải ba pha có bốn đầu dây ra.

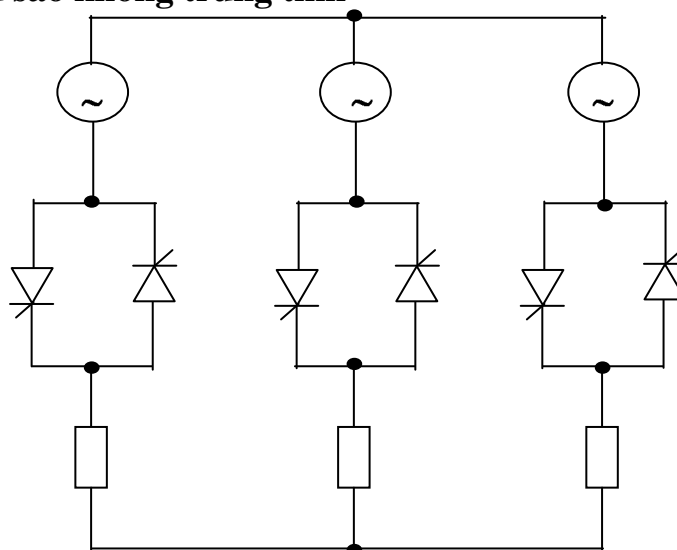
2.3.2. Sơ đồ tải đấu tam giác



Hình 2.3. Sơ đồ tải đấu tam giác

Sơ đồ này có nhiều điểm khác 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 một 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 lưới cũng có thể làm cho sơ đồ không hoạt động.

2.3.3. Sơ đồ đấu sao không trung tính



Hình 2.4. Sơ đồ đấu sao không trung tính

Hoạt động của bộ điều chỉnh điện áp xoay chiều ba pha nối sao không dây trung tính là sự hoạt động tổng hợp của các pha. Việc điều chỉnh điện áp bộ điều áp ba 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 ba tiristor dẫn, không đối xứng khi hai tiristor dẫn.

Việc xác định điện áp phải căn cứ vào chương trình làm việc của các tiristor. Giả thiết rằng tải đối xứng và sơ đồ điều khiển đảm bảo tạo ra các xung mở và góc mở lệch nhau 120^0

Khi đóng hoặc mở một tiristor của một pha nào đó sẽ làm thay đổi dòng của hai pha còn lại. Ta lưu ý rằng trong hệ thống điện áp 3 pha, dòng có thể chảy qua cả 3 pha hoặc chỉ qua 2 pha. Không có trường hợp chỉ có một 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 $1/2$ điện áp dây

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

Với $0 \leq \alpha \leq 60^0$: Chỉ có các giai đoạn 3 van và 2 van cùng dẫn

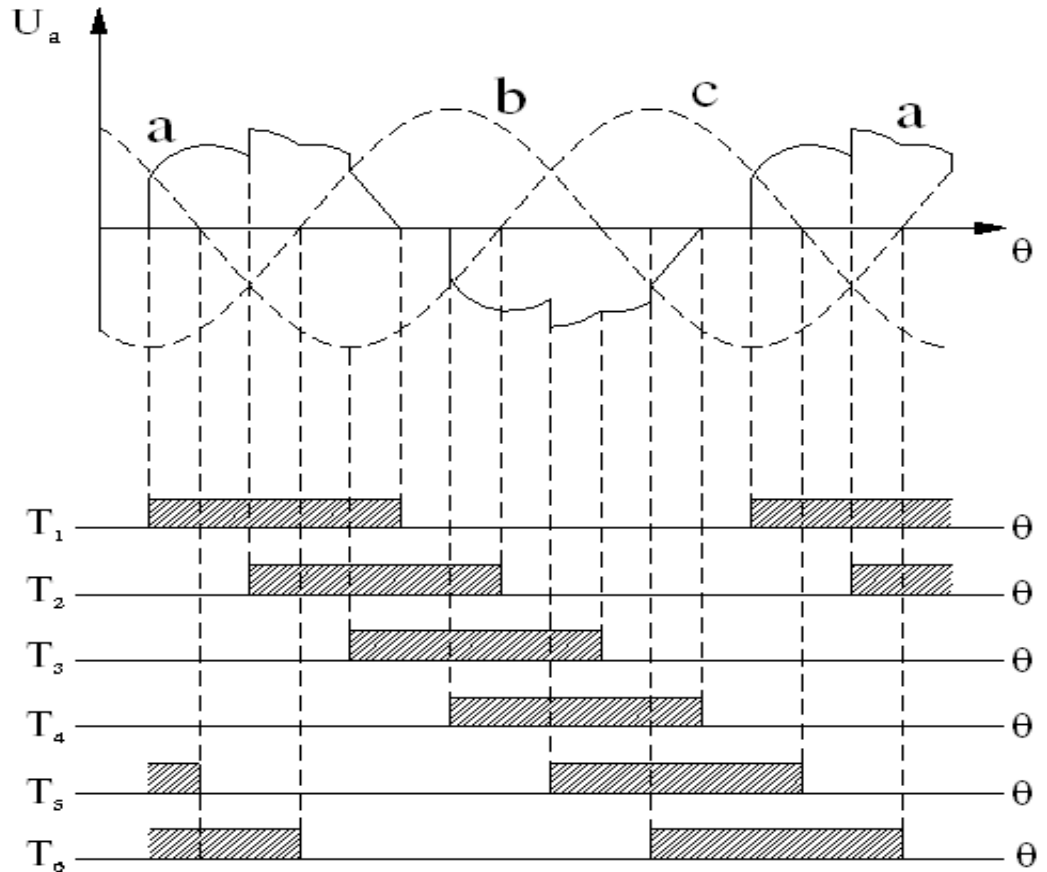
Với $60^0 \leq \alpha \leq 90^0$: Chỉ có các giai đoạn 2 van cùng dẫn

Với $90^0 \leq \alpha \leq 150^0$: Chỉ có các giai đoạn 2 van dẫn hoặc không có van nào dẫn cả

❖ Với $\alpha = 0^0 - 60^0$

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

*Dạng điện áp



Nguyên lý hoạt động của sơ đồ XAXC 3 pha

Dùng 6 Thyristor đấu song song ngược dấu 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 -> dòng có thể chảy qua 3 pha -> Có $U_{ZA} = U_A$

+ Trong khoảng : $\theta = \theta_2 - \theta_3$

Van 1 dẫn ở pha A ; Van 6 dẫn ở pha B -> dòng có thể chảy qua 2 pha -> có $U_{ZA} = 1/2 \cdot U_{AB}$

+ Trong khoảng : $\theta = \theta_3 - \theta_4$

Van 1 dẫn ở pha A ; Van 2 dẫn ở pha C ; Van 6 dẫn ở pha B

$$\rightarrow U_{ZA} = 1/2 \cdot U_{AB}$$

$$+ \text{ Trong khoảng : } \theta = \theta_4 - \theta_5$$

$$\text{Van 1 dẫn ở pha A ; Van 2 dẫn ở pha C } \rightarrow U_{ZA} = 1/2 \cdot U_{AB}$$

$$+ \text{ Trong khoảng : } \theta = \theta_5 - \theta_6$$

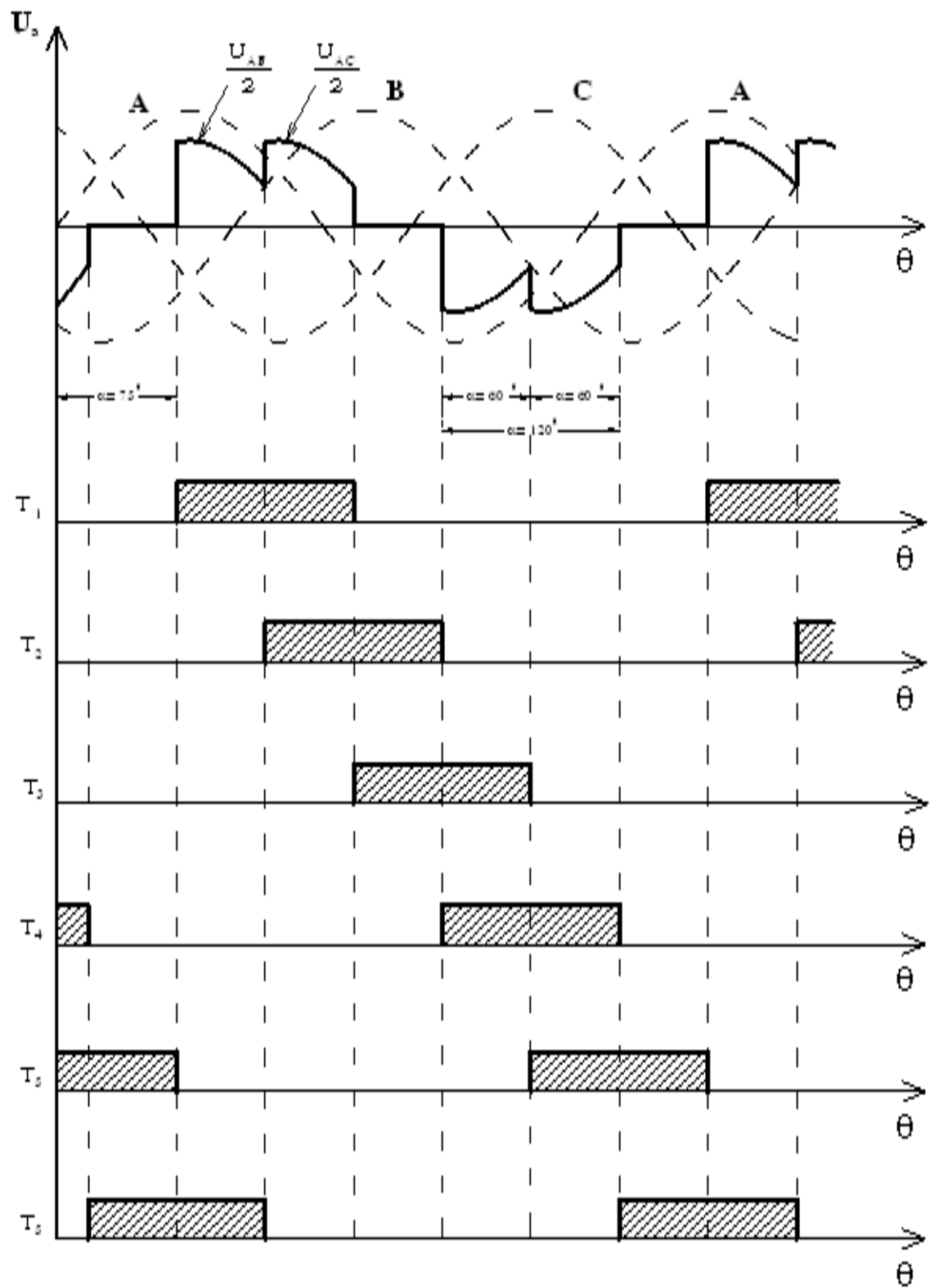
$$\text{Van 1 dẫn ở pha A ; Van 2 dẫn ở pha C ; Van 3 dẫn ở pha B}$$

$$\rightarrow U_{ZA} = U_A$$

❖ **Với $\alpha = 60^\circ - 90^\circ$**

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

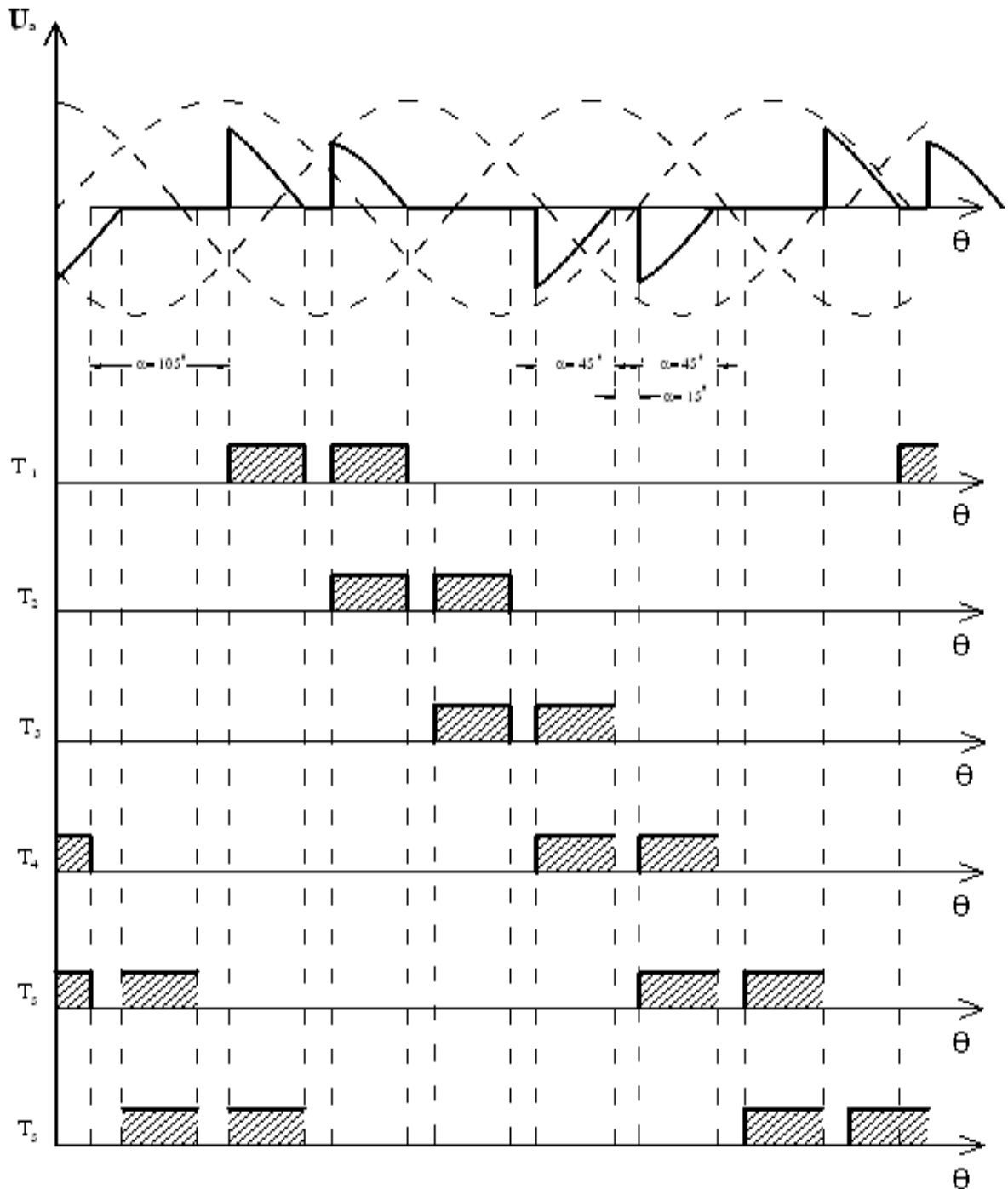
* Dạng điện áp (Đồ thị điện áp pha A , $\alpha = 75^\circ$)



❖ Với $\alpha = 90^\circ - 120^\circ$

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

* Dạng điện áp



2.4. VI ĐIỀU KHIỂN AVR

Vi điều khiển AVR do công ty Atmel sản xuất, là bộ xử lý RISC (Reduce Instruction Set Computer) với kiến trúc Harvard. Với những ưu điểm được nêu ra sau đây, loại chip này đang được dùng rộng rãi trong các hệ thống nhúng.

2.4.1. Các đặc điểm chính

- Kiến trúc RISC với hầu hết các lệnh có chiều dài cố định, truy nhập bộ nhớ nạp – lưu trữ và 32 thanh ghi đa năng.

- Có nhiều bộ phận ngoại vi ngay trên chip, bao gồm: Cổng và/ra số, bộ biến đổi ADC, bộ nhớ EEFROM, bộ định thời, bộ điều chế độ rộng xung (PWM), ...

- Hầu hết các lệnh đều thực hiện trong một chu kỳ xung nhịp.

- Hoạt động với chu kỳ xung nhịp cao, có thể lên đến 20 MHz tùy thuộc từng loại chip cụ thể.

- Bộ nhớ chương trình và bộ nhớ dữ liệu được tích hợp ngay trên chip.

- Khả năng lập trình được trong hệ thống, có thể lập trình được ngay khi đang được cấp nguồn trên bản mạch không cần phải nhấc chip ra khỏi bản mạch.

- Hỗ trợ cho việc lập trình bằng ngôn ngữ bậc cao – ngôn ngữ C.

Cốt lõi của AVR là sự kết hợp tập lệnh đầy đủ với các thanh ghi đa năng 32 bit. Tất cả các thanh ghi 32 bit này liên kết trực tiếp với khối xử lý số học và logic (ALU) cho phép 2 thanh ghi độc lập được truy cập trong một lệnh đơn trong 1 chu kỳ đồng hồ. Kết quả là tốc độ nhanh gấp 10 lần các bộ vi điều khiển CISC thường.

Với các tính năng đã nêu, chế độ nghỉ (Idle) CPU trong khi cho phép bộ truyền tin nối tiếp đồng bộ USART, giao tiếp 2 dây, chuyển đổi A/D,

SRAM, bộ đếm bộ định thời, cổng SPI và hệ thống các ngắt vẫn hoạt động. Chế độ Power-down lưu giữ nội dung của các thanh ghi nhưng làm đông lạnh bộ tạo dao động, thoát khỏi các chức năng của chip cho đến khi có ngắt ngoài hoặc là reset phần cứng. Chế độ Power-save đồng hồ đồng bộ tiếp tục chạy cho phép chương trình sử dụng giữ được đồng bộ thời gian nhưng các thiết bị còn lại là ngủ. Chế độ ADC Noise Reduction dừng CPU và tất cả các thiết bị còn lại ngoại trừ đồng hồ đồng bộ và ADC, tối thiểu hoá switching noise trong khi ADC đang hoạt động. Trong chế độ standby, bộ tạo dao động (thuỷ tinh thể/bộ cộng hưởng) chạy trong khi các thiết bị còn lại ngủ. Các điều này cho phép bộ vi điều khiển khởi động rất nhanh trong chế độ tiêu thụ công suất thấp.

Thiết bị được sản xuất sử dụng công nghệ bộ nhớ cố định mật độ cao của Atmel. Bộ nhớ On-chip ISP Flash cho phép lập trình lại vào hệ thống qua giao diện SPI bởi bộ lập trình bộ nhớ cố định truyền thống hoặc bởi chương trình On-chip Boot chạy trên lõi AVR. Chương trình boot có thể sử dụng bất cứ giao diện nào để download chương trình ứng dụng trong bộ nhớ Flash ứng dụng. Phần mềm trong vùng Boot Flash sẽ tiếp tục chạy trong khi vùng Application Flash được cập nhật, cung cấp thao tác Read-While-Write thực

Để tối đa hoá hiệu năng tính năng và song song, AVR sử dụng kiến trúc Harvard với bộ nhớ riêng biệt và các BUS cho chương trình và dữ liệu. Các câu lệnh trong bộ nhớ chương trình được hoạt với một đường ống lệnh mức đơn. Trong khi một lệnh đang thực hiện, lệnh tiếp theo sẽ được nạp trước vào từ bộ nhớ chương trình. Điều này làm cho các lệnh được thực hiện trong mọi chu kỳ đồng hồ. Bộ nhớ chương trình là bộ nhớ In-System Reprogrammable Flash. Tập thanh ghi truy cập nhanh bao gồm 32 thanh ghi đang năng 8 bit với thời gian truy cập là 1 chu kỳ đơn. Điều này cho phép ALU hoạt động trong một chu kỳ đơn. Một thao tác điển hình với 2 toán hạng được của ALU, 2 toán hạng được lấy ra từ tập thanh ghi để thực hiện, và và kết quả được lưu trữ lại trong tập thanh ghi trong một chu kỳ đồng hồ. 6 trong

số 32 thanh ghi có thể sử dụng như là 3 thanh ghi con trỏ địa chỉ gián tiếp 16 bit để chỉ vào vùng dữ liệu phục vụ cho tính toán địa chỉ hiệu dụng. Một trong các con trỏ địa chỉ này cũng có thể được sử dụng làm con trỏ địa chỉ trỏ vào bảng dữ liệu trong bộ nhớ chương trình Flash. Các thanh ghi này là X, Y và Z

ALU thực hiện các phép toán logic và số học giữa các thanh ghi hoặc giữa thanh ghi với một hằng số. Cũng có thể thao tác với các thanh ghi đơn trong ALU. Sau khi thực hiện phép toán số học, các thanh ghi trạng thái được cập nhật các thông tin về kết quả thực hiện.

Dòng chương trình được điều khiển bởi các phép nhảy có điều kiện hoặc không điều kiện đến các lệnh được gọi, và chỉ đến các địa chỉ trực tiếp trong không gian địa chỉ. Hầu hết các lệnh AVR đều thực hiện với dữ liệu 16 bit. Mỗi địa chỉ bộ nhớ chương trình đều chứa 1 lệnh 32 bit hoặc 16 bit.

Không gian bộ nhớ chương trình Flash được chia thành 2 vùng, vùng chương trình boot và vùng chương trình ứng dụng, cả hai vùng này đều có bit khoá chuyên dụng để bảo vệ cho việc ghi và đọc/ghi. Lệnh SPM dùng để ghi vào vùng bộ nhớ ứng dụng phải có trong vùng chương trình boot. Trong khi thực hiện các ngắt và các thường trình, địa chỉ trở về của bộ đếm chương trình (PC) được lưu trữ trong stack. Nhìn chung stack được định vị trong SRAM, và do vậy kích cỡ stack được giới hạn bởi kích cỡ toàn bộ của SRAM, và cách sử dụng của SRAM. Tất cả các chương trình của người sử dụng phải khởi tạo SP trong thường trình reset (trước khi thường trình hoặc ngắt được thực hiện). SP có thể trỏ được vào không gian I/O. SRAM có thể được truy cập một cách dễ dàng thông qua 5 chế độ địa chỉ khác nhau hỗ trợ bởi kiến trúc AVR.

Không gian bộ nhớ trong kiến trúc AVR là bản đồ bộ nhớ thông thường và tuyến tính.

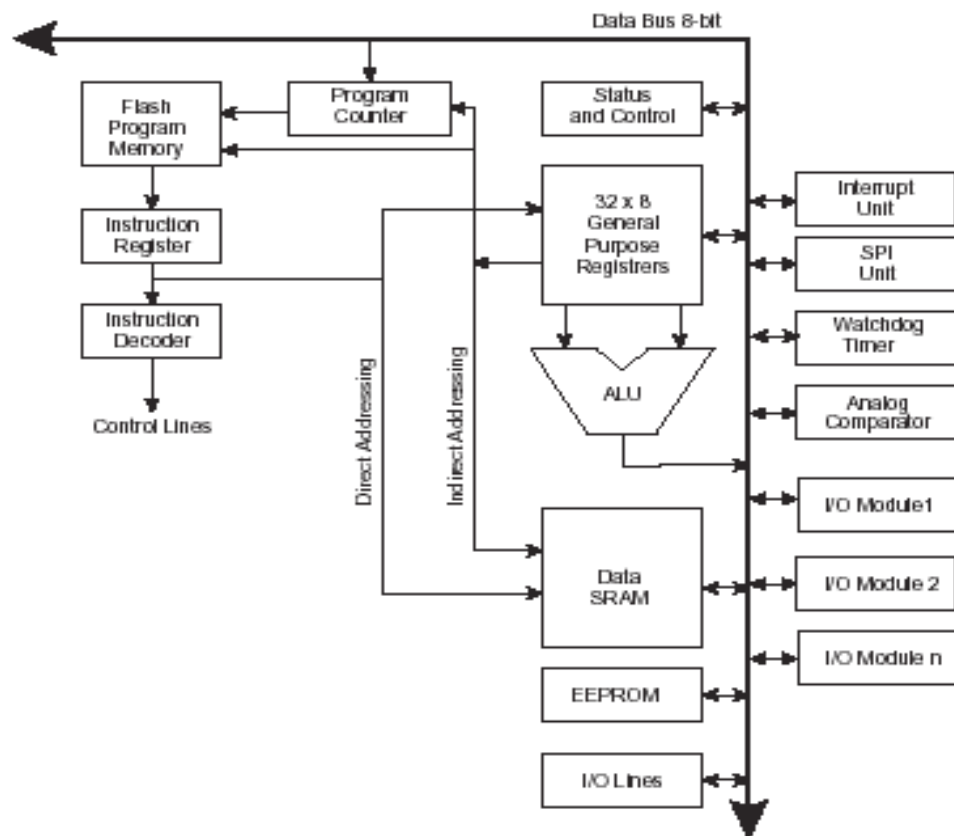
Một module ngắt linh động có các thanh ghi điều khiển của nó trong không gian I/O cùng với thêm vào bit khởi tạo ngắt toàn cục trong thanh ghi trạng thái. Tất cả các ngắt có vector ngắt riêng biệt trong bảng vector ngắt.

Các ngắt này có

mức độ ưu tiên theo vị trí của vector ngắt tương ứng. Mức có địa chỉ càng thấp thì có quyền ưu tiên càng cao.

Không gian bộ nhớ I/O có 64 địa chỉ cho các chức năng ngoại vi của CPU như là các thanh ghi điều khiển, SPI, và các chức năng I/O khác. Bộ nhớ I/O có thể truy cập trực tiếp, hoặc như là vị trí không gian dữ liệu theo chúng của tập thanh ghi, \$20-\$5F.

Thêm vào đó, nó có không gian I/O mở rộng từ \$60 đến \$FF trong SRAM, các không gian này chỉ có các lệnh ST/STS/STD và LD/LDS/LD có thể sử dụng.



Hình 2.5. Sơ đồ kiến trúc AVR

ALU – Arithmetic Logic Unit - Đơn vị xử lý số học và logic

DATA SRAM: Bộ nhớ dữ liệu

EEPROM (electrically Erasable Proprogrammable Read-Only Memory) : Là loại ROM có thể xóa được bằng điện sau đó ghi lại mà không cần lấy ra.

DATA BUS- 8Bit: Đường truyền dữ liệu 8 bit

I/O LINES: Đường vào ra tín hiệu

32×8 GENERAL PURPOSE REGISTERS : 32 thanh ghi đa năng 8 bit

STATUS AND CONTROL : Khối nhận biết trạng thái và điều khiển

PROGRAM COUNTER : Bộ đếm chương trình

FLASH PROGRAM MEMORY : Bộ nhớ flash , là một loại bộ nhớ sử dụng các chip NAND(tích hợp nhiều transistor lên một tấm bán dẫn), các chip này có kích thước nhỏ tốc độ đọc ghi cao, dung lượng lớn.

INSTRUCTION REGISTER : Thanh ghi lệnh

INSTRUCTION DECODER : Giải mã lệnh

CONTROL LINES: Những đường điều khiển

INTERRUPT UNIT: Bộ xử lý ngắt

SPI UNIT: Mạch ghép nối nội ngoại vi nối tiếp, là mạch liên kết dữ liệu nối tiếp đồng bộ cho phép bộ điều khiển truyền thông với các thiết bị ngoại vi

WATCHDOG TIME : Là bộ đếm có chức năng reset lại vi điều khiển khi xảy ra sự kiện tràn

ANALOG COMPARATOR: Bộ so sánh tín hiệu tương tự

I/O MODULE1-I/O MODULE n : Module vào ra tín hiệu

DIRECT ADDRESSING : Đường địa chỉ truyền trực tiếp

INDIRECT ADDRESSING : Đường địa chỉ truyền gián tiếp

2.4.2. Đơn vị xử lý số học và logic (ALU – Arithmetic Logic Unit)

AVR ALU hiệu năng cao tác động trực tiếp tới 32 thanh ghi đa năng. Trong vòng 1 chu kỳ, các toán hạng số học thực hiện giữa các thanh ghi đa năng hoặc giữa một thanh ghi và một toán hạng tức thời. Các toán tử của ALU được chia làm 3 loại chính: Số học, logic, và xử lý bit. Một số phép xử

lý của kiến trúc này cũng cung cấp bộ nhân số có dấu và không có dấu và dạng phân số.

2.4.3. Tập các thanh ghi đa năng (General Purpose Register File)

	7	0	Addr.	
General Purpose Working Registers	R0		\$00	
	R1		\$01	
	R2		\$02	
	...			
	R13		\$0D	
	R14		\$0E	
	R15		\$0F	
	R16		\$10	
	R17		\$11	
	...			
	R26		\$1A	X-register Low Byte
	R27		\$1B	X-register High Byte
	R28		\$1C	Y-register Low Byte
	R29		\$1D	Y-register High Byte
	R30		\$1E	Z-register Low Byte
	R31		\$1F	Z-register High Byte

Hình2.5. Tập thanh ghi đa năng của AVR CPU

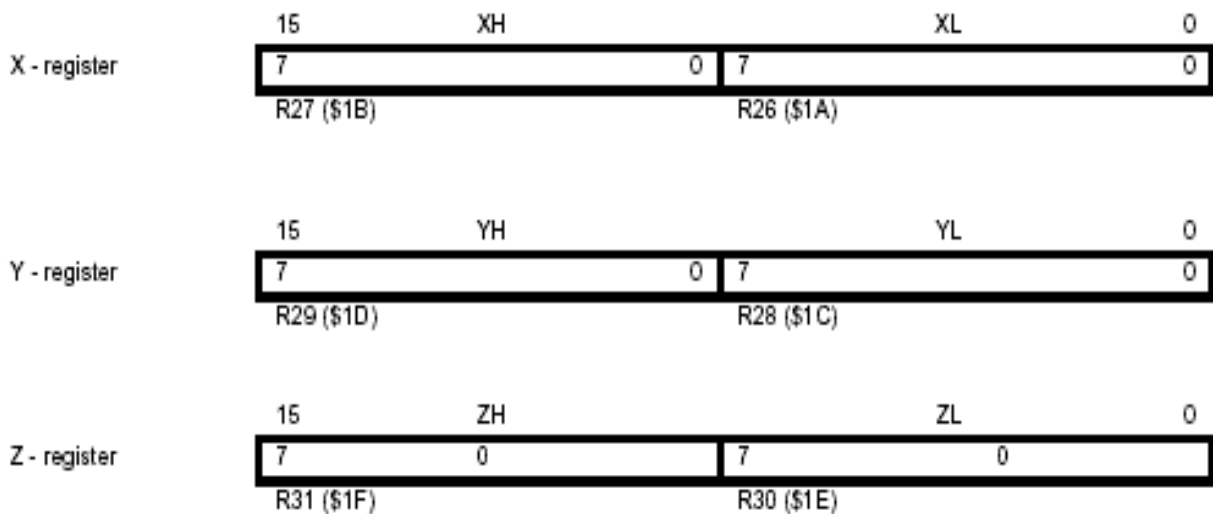
Hầu hết các lệnh thực hiện với tập thanh ghi có truy cập trực tiếp tới tất cả các thanh ghi, và hầu hết chúng là lệnh đơn chu kỳ. Mỗi một thanh ghi được chỉ định bởi một địa chỉ bộ nhớ dữ liệu, bố trí chúng trực tiếp vào 32 vị trí đầu tiên của không gian dữ liệu người sử dụng.

Mặc dù không phải là thực hiện theo luật như các vị trí của SRAM, tổ chức bộ nhớ này cho phép linh động cao khi truy cập các thanh ghi, như là thanh ghi con trỏ X,Y,Z có thể được đặt vào danh mục của mọi thanh ghi trong tập.

The X-register, Y-register and Z-register

Các thanh ghi R26..R31 có thêm các chức năng ngoài việc sử dụng như là một thanh ghi đa năng. Các thanh ghi này là các con trỏ địa chỉ 16 bit cho chế độ địa chỉ gián tiếp của không gian dữ liệu. 3 thanh ghi địa chỉ gián tiếp X, Y, Z được mô tả như hình 3.5.

Trong các chế độ địa chỉ khác, các thanh ghi địa chỉ này có các chức năng như là độ lệch cố định, tự động tăng và tự động giảm.



Hình 2.6. Các thanh ghi X, Y và Z

2.4.4. Điều khiển ngắt và reset (Reset and Interrupt Handling)

AVR cung cấp 1 vài nguồn ngắt khác nhau. Các ngắt này và vector reset riêng biệt có vector chương trình riêng biệt nằm trong không gian nhớ chương trình. Tất cả các ngắt được chỉ định bởi các bit cho phép riêng biệt mà các bit này phải được ghi mức logic 1 cùng với bit cho phép ngắt toàn cục trong thanh ghi trạng thái để cho phép ngắt. Phụ thuộc vào giá trị PC, các ngắt này phải được tự động loại bỏ khi các bit Boot Lock - BLB02 or BLB12 - được lập trình. Yếu tố này cải thiện độ an toàn phần mềm.

Địa chỉ thấp nhất trong không gian bộ nhớ chương trình được mặc định là Reset và Interrupt Vectors. Bảng vector ngắt

Vector No.	Program Address ⁽²⁾	Source	Interrupt Definition
1	0x000 ⁽¹⁾	RESET	External Pin, Power-on Reset, Brown-out Reset and Watchdog System Reset
2	0x001	INT0	External Interrupt Request 0
3	0x002	INT1	External Interrupt Request 1
4	0x003	PCINT0	Pin Change Interrupt Request 0
5	0x004	PCINT1	Pin Change Interrupt Request 1
6	0x005	PCINT2	Pin Change Interrupt Request 2
7	0x006	WDT	Watchdog Time-out Interrupt
8	0x007	TIMER2 COMPA	Timer/Counter2 Compare Match A
9	0x008	TIMER2 COMPB	Timer/Counter2 Compare Match B
10	0x009	TIMER2 OVF	Timer/Counter2 Overflow
11	0x00A	TIMER1 CAPT	Timer/Counter1 Capture Event
12	0x00B	TIMER1 COMPA	Timer/Counter1 Compare Match A
13	0x00C	TIMER1 COMPB	Timer/Counter1 Compare Match B
14	0x00D	TIMER1 OVF	Timer/Counter1 Overflow
15	0x00E	TIMER0 COMPA	Timer/Counter0 Compare Match A
16	0x00F	TIMER0 COMPB	Timer/Counter0 Compare Match B
17	0x010	TIMER0 OVF	Timer/Counter0 Overflow
18	0x011	SPI, STC	SPI Serial Transfer Complete
19	0x012	USART, RX	USART Rx Complete
20	0x013	USART, UDRE	USART, Data Register Empty
21	0x014	USART, TX	USART, Tx Complete
22	0x015	ADC	ADC Conversion Complete
23	0x016	EE READY	EEPROM Ready
24	0x017	ANALOG COMP	Analog Comparator
25	0x018	TWI	2-wire Serial Interface
26	0x019	SPM READY	Store Program Memory Ready

Hình 2.7. Bảng vector ngắt và reset

Khi địa chỉ càng nhỏ thì thứ tự ưu tiên càng cao.

Các vector ngắt có thể được chuyển sang đầu của vùng Boot Flash bằng cách đặt bit IVSEL trong thanh ghi điều khiển ngắt (MCUCR). Reset Vector có thể được chuyển sang đầu của vùng Boot Flash bằng cách lập trình BOOTRST fuse.

Khi một ngắt xảy ra, bit I (bit cho phép ngắt toàn cục) được xóa và tất cả các ngắt được loại bỏ. Phần mềm sử dụng có thể ghi mức logic 1 vào bit I để cho phép các ngắt tiếp theo. Tất cả các ngắt được kích hoạt có thể ngắt những chương trình ngắt hiện tại. Bit I được đặt tự động khi trở về từ lệnh RETI của ngắt.

Có 2 loại ngắt cơ bản.

+ Loại thứ nhất được gây ra bởi sự kiện mà đặt cờ ngắt. Đối với loại ngắt này, PC được hướng tới Interrupt Vector tương ứng để thực hiện chương trình phục vụ ngắt và phần cứng xóa cờ ngắt tương ứng. Các cờ ngắt cũng có thể được ghi mức logic 1 vào vị trí bit cờ để được xóa. Nếu một điều kiện

ngắt xảy ra trong khi bit cho phép ngắt tương ứng bị xoá, thì cờ ngắt sẽ được đặt và được nhớ cho đến khi ngắt được thực hiện, hoặc là cờ ngắt được xoá bởi phần mềm. Tương tự nếu 1 hoặc nhiều điều kiện ngắt xảy ra trong khi cờ cho phép ngắt toàn cục bị xoá thì các cờ ngắt tương ứng sẽ được đặt và nhớ cho đến khi cờ cho phép ngắt toàn cục được đặt và nó sẽ được thực hiện theo thứ tự ưu tiên.

+ Loại ngắt thứ 2 sẽ kích hoạt kéo dài trong thời gian điều kiện ngắt tồn tại. Các ngắt này không cần thiết phải có cờ ngắt. Nếu điều kiện ngắt mất đi trước khi ngắt được cho phép, thì ngắt sẽ không xảy ra.

Khi AVR thoát khỏi từ một ngắt, nó sẽ luôn trở về chương trình chính và thực hiện một hoặc nhiều lệnh trước khi một ngắt nào đó còn đợi đó được phục vụ.

Chú ý rằng các thanh ghi trạng thái không tự động lưu trữ khi nhập vào một thường trình ngắt, và cũng không lưu trữ lại khi trở về từ một thường trình ngắt. Điều này phải được thực hiện bởi phần mềm.

Khi sử dụng câu lệnh CLI để cấm ngắt, các ngắt sẽ không được tác động ngay lập tức. Không có ngắt nào được thực hiện sau khi thực hiện lệnh CLI, thậm chí nó xảy ra cùng lúc với lệnh CLI.

Thời gian đáp ứng của 1 ngắt

Việc thực hiện ngắt trong ít nhất 4 chu kỳ đồng hồ với tất cả các ngắt. Sau 4 chu kỳ đồng hồ, địa chỉ vector chương trình tương ứng với thường trình điều khiển ngắt thực sự được khởi tạo. Trong thời gian 4 chu kỳ này, PC được cất vào trong ngăn xếp. Vector thường là lệnh nhảy đến thường trình ngắt và lệnh nhảy này mất 3 chu kỳ đồng hồ. Nếu một ngắt xảy ra trong khi thực hiện một lệnh nhiều chu kỳ thì lệnh được hoàn thành trước khi ngắt được phục vụ. Nếu một ngắt xảy ra khi MCU đang trong chế độ ngủ thì thời gian đáp ứng ngắt sẽ tăng thêm 4 chu kỳ. Thời gian tăng thêm này là thời gian để khởi động lại từ chế độ ngủ.

Sự trở về từ một thường trình điều khiển ngắt mất 4 chu kỳ xung nhịp. Trong thời gian 4 chu kỳ này, PC (2 bytes) được lấy ra từ ngăn xếp, SP được tăng lên 2, và bit I trong SREG được đặt.

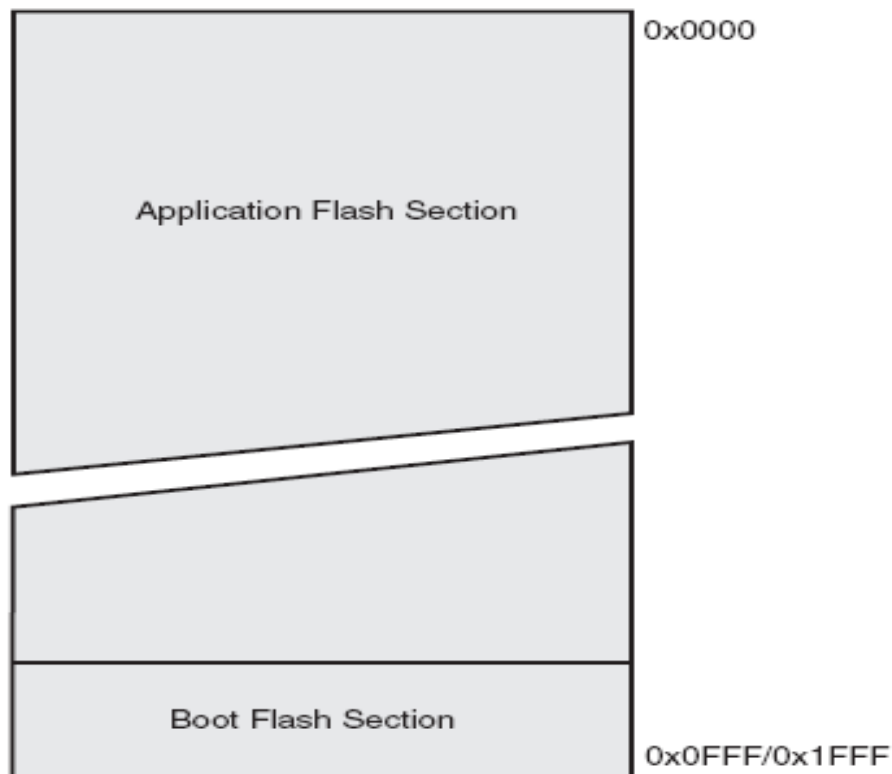
2.4.5. Bộ nhớ

Kiến trúc AVR có 2 không gian bộ nhớ chính bao gồm bộ nhớ chương trình và bộ nhớ dữ liệu. Thêm vào đó, Atmega8 có một bộ nhớ EEPROM để lưu trữ dữ liệu. Tất cả 3 không gian này là tuyến tính và như thường lệ.

2.4.5.1. Bộ nhớ chương trình Flash có thể lập trình lại nằm bên trong vi xử lý (In-System Reprogrammable Flash Program Memory)

Atmega8 chứa 8K bytes bộ nhớ Flash có thể lập trình lại được nằm trong chip để chứa chương trình. Từ khi tất cả các lệnh của AVR là 16 hoặc 32 bit thì Flash được tổ chức thành 4Kx16. Vì lý do an toàn phần mềm nên bộ nhớ chương trình Flash được chia thành 2 vùng: Vùng nạp chương trình boot và vùng chương trình ứng dụng.

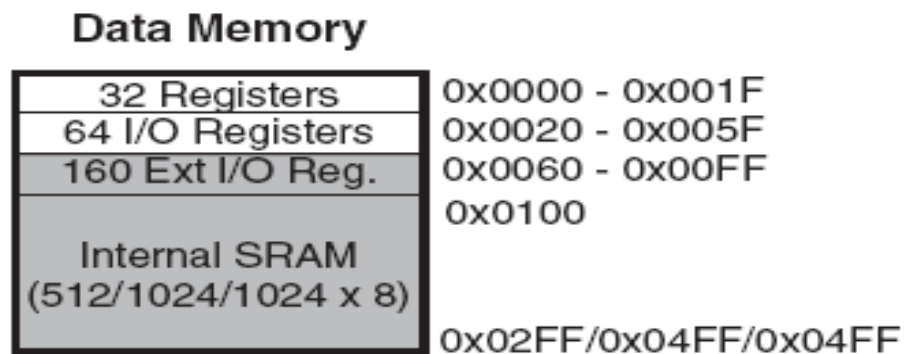
Bộ nhớ Flash có thể thực hiện ghi/xoá ít nhất 10.000 lần. Bộ đếm chương trình (PC) là 12 bit, nó có thể địa chỉ hoá được 4K bộ nhớ chương trình. Bảng hằng số có thể được đặt trong không gian bộ nhớ chương trình.



Hình 2.8. Bản đồ bộ nhớ chương trình

2.4.5.2. Bộ nhớ dữ liệu SRAM (SRAM Data Memory)

Bản đồ bộ nhớ dữ liệu SRAM được chỉ ra trên hình 2.9



Hình 2.9. Bản đồ bộ nhớ dữ liệu SRAM

ATmega8 là bộ vi điều khiển hoàn chỉnh hỗ trợ nhiều thiết bị ngoại vi trong 64 vị trí được đặt trước trong mã lệnh IN/OUT. Đối với các không gian vào ra mở rộng từ 0x60 đến 0xFF trong SRAM thì chỉ có các lệnh ST/STS/STD và LD/LDS/LDD mới được sử dụng.

5 chế độ địa chỉ khác nhau cho bộ nhớ dữ liệu bao gồm: Trực tiếp, gián tiếp với độ lệch, gián tiếp, gián tiếp với độ lệch giảm, và gián tiếp với độ lệch tăng lên. Trong tệp thanh ghi, các thanh ghi từ R26 đến R31 dùng để làm các thanh ghi con trỏ địa chỉ gián tiếp.

Địa chỉ trực tiếp chỉ tới toàn bộ không gian dữ liệu.

Chế độ gián tiếp với độ lệch chỉ đến 63 vị trí từ địa chỉ cơ sở được đưa ra bởi thanh ghi Y hoặc Z.

Khi sử dụng các chế độ địa chỉ gián tiếp thanh ghi với độ giảm hay tăng tự động, thanh ghi địa chỉ X, Y và Z được giảm hoặc được tăng.

2.4.5.3. Bộ nhớ dữ liệu EEPROM (EEPROM Data Memory)

ATmega8 chứa 512 byte bộ nhớ dữ liệu EEPROM. Nó được tổ chức thành không gian dữ liệu riêng biệt, trong chúng các byte đơn có thể được đọc và ghi. EEPROM có thể đọc ghi được ít nhất 100.000 lần.

EEPROM Read/Write Access – đọc/ghi vào EEPROMass

Các thanh ghi truy nhập EEPROM có thể được thực hiện trong không gian I/O.

Thanh ghi địa chỉ EEPROM – EEARH và EEARL

Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	
	-	-	-	-	-	-	-	EEAR8	EEARH
	EEAR7	EEAR6	EEAR5	EEAR4	EEAR3	EEAR2	EEAR1	EEAR0	EEARL
	7	6	5	4	3	2	1	0	
Read/Write	R	R	R	R	R	R	R	R/W	
	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	X	
	X	X	X	X	X	X	X	X	

Bits 15..9 – Res: Các bit dự phòng

Các bit này được đặt dự phòng trong Atmega88 và sẽ luôn là 0.

Bits 8..0 – EEAR9..0: Địa chỉ EEPROM

Giá trị khởi tạo của EEAR là không xác định. Giá trị thích hợp phải được ghi trước khi EEPROM có thể được truy cập.

Thanh ghi dữ liệu EEPROM – EEDR

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	MSB							LSB	EEDR
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Bits 7..0 – EEDR7..0: Dữ liệu EEPROM

Để ghi EEPROM, thanh ghi dữ EEDR chứa dữ liệu được ghi vào trong EEPROM với địa chỉ được chỉ ra trong thanh ghi EEAR. Khi đọc EEPROM, thanh ghi EEDR chứa dữ liệu đọc ra từ EEPROM tại địa chỉ chỉ ra tại EEAR.

Thanh ghi trạng thái EEPROM – EECR

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	-	-	EPM1	EPM0	EERIE	EEMPE	EEPE	EERE	EECR
Read/Write	R	R	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	X	X	0	0	X	0	

Bits 7..6 – Res: Các bit dự phòng

Các bit này được đặt dự phòng trong Atmega88 và sẽ luôn là 0.

Bit 5..4 – EEPM1 và EEPM0: Các bit chế độ lập trình EEPROM

Bit 3 – EERIE: EEPROM Ready Interrupt Enable

Bit 2 – EEMWE: EEPROM Master Write Enable

Bit 1 – EEWE: EEPROM Write Enable

Bit 0 – EERE: EEPROM Read Enable

Phòng ngừa sai lệch dữ liệu EEPROM

Trong thời gian nguồn điện VCC bị sụt dữ liệu của EEPROM có thể bị sai bởi vì điện áp cung cấp quá thấp cho CPU và EEPROM làm việc đúng. Điều này cũng tương tự đối với các hệ thống bản mạch sử dụng EEPROM, và các giải pháp thiết kế tương tự nên được ứng dụng.

Một sự sai khác dữ liệu của EEPROM có thể bị gây ra bởi 2 yếu tố khi mà điện áp quá thấp: Đầu tiên là sự liên tiếp ghi vào EEPROM đòi hỏi một điện áp tối thiểu để hoạt động một cách đúng đắn. Thứ 2 là CPU có thể tự thực hiện sai câu lệnh nếu điện áp cung cấp qua thấp.

2.4.5.4. Bộ nhớ I/O

Tất cả các I/O và thiết bị ngoại vi được đặt vào không gian I/O. Vị trí I/O được truy cập bởi lệnh LD/LDS/LDD và lệnh ST/STS/STD, chuyển đổi dữ liệu giữa 32 thanh ghi đa năng và không gian I/O. Các thanh ghi I/O trong vùng địa chỉ \$00-\$1F có thể truy cập trực tiếp các bit bằng cách sử dụng câu lệnh SBI và CBI. Trong các thanh ghi này, giá trị của các bit đơn có thể được kiểm tra bằng cách sử dụng các câu lệnh SBIS và SBIC. Khi sử dụng các lệnh xác định I/O IN và OUT, địa chỉ I/O \$00 - \$3F phải được sử dụng.

Khi đánh địa chỉ I/O các thanh ghi như là vùng dữ liệu sử dụng lệnh LD và ST, và phải thêm \$20 vào các địa chỉ này.

Để tương thích với các thiết bị trong tương lai, các bit dự phòng được đặt là 0 nếu được truy cập. Các địa chỉ bộ nhớ I/O dự phòng không nên ghi.

Một vài cờ trạng thái được xoá bằng việc ghi 1 vào chúng.

Các thanh ghi I/O đa năng:

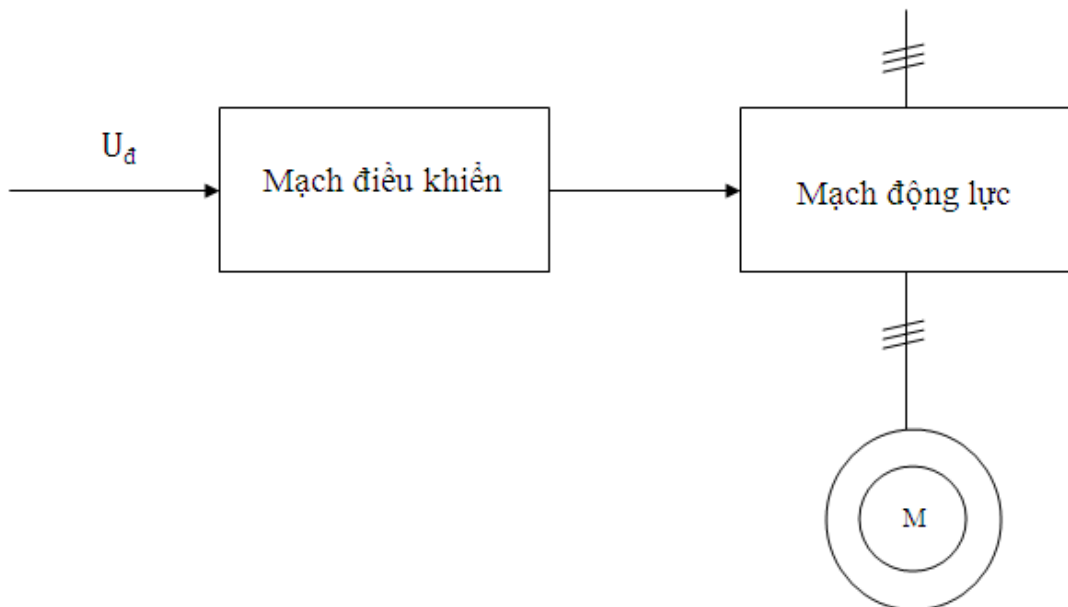
ATmega 8 có 3 thanh ghi I/O đa năng, các thanh ghi này có thể sử dụng để chứa mọi thông tin, đặc biệt có thể hiệu dụng để chứa các biến toàn cục và các cờ trạng thái. Các thanh ghi này có địa chỉ từ 0x1F có thể truy cập trực tiếp đến các bit bằng cách sử dụng các câu lệnh SBI, CBI và SBIC. Bao gồm các thanh ghi: GPIOR2, GPIOR1, GPIOR0

CHƯƠNG 3 : XÂY DỰNG VÀ THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BẰNG ĐIỆN ÁP

3.1. MỞ ĐẦU

Hệ thống điều chỉnh tốc độ động cơ bằng điện áp được chia làm 2 phần:

- Mạch động lực
- Mạch điều khiển



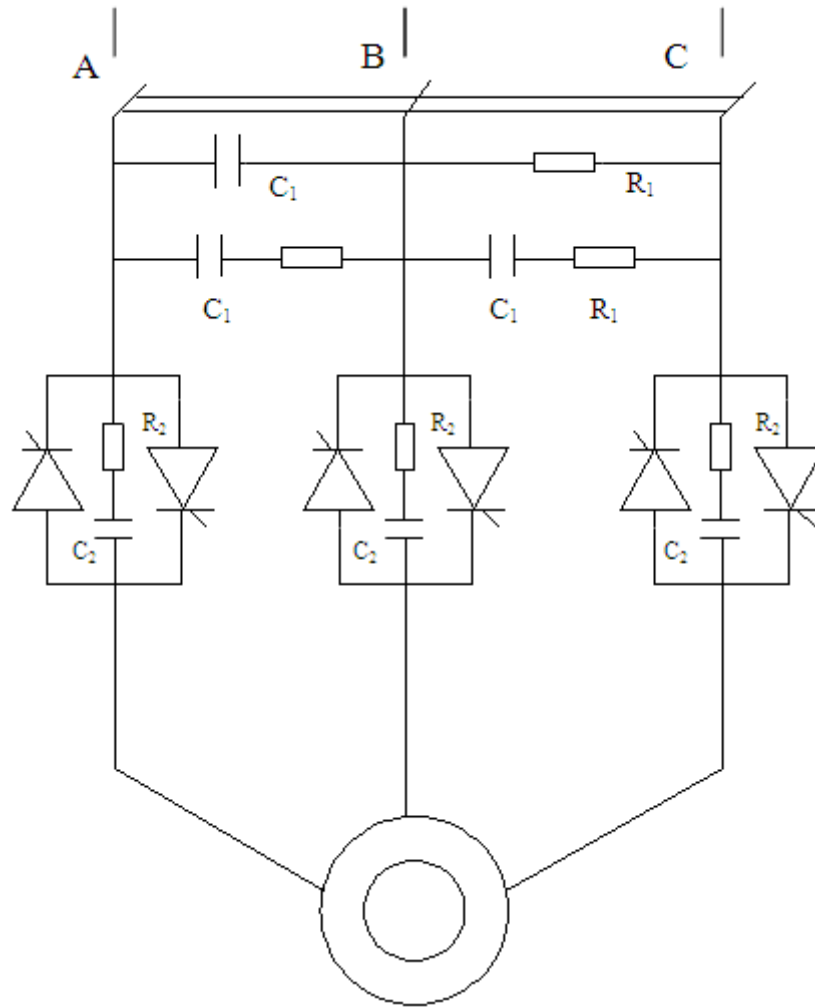
Thông số động cơ không đồng bộ

$P = 0.125\text{KW}$, $\cos\varphi = 0.7$, $n = 1400\text{vg/ph}$

$Y / \Delta = 380/220 ; 0,43/0,74$

3.2. THIẾT KẾ MẠCH ĐỘNG LỰC

Ta lựa chọn mạch động lực là mạch điều áp xoay chiều 3 pha bằng cặp tiristor mắc song song ngược tải đấu sao không dây trung tính:



Hình 3.1. sơ đồ mạch động lực

3.2.1. Chọn van bán dẫn

Dòng điện hiệu dụng động cơ:

$$I_{\text{đc}} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_d \cdot \cos\varphi} = \frac{125}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,7} = 0,27 \text{ (A)}$$

Dòng điện hiệu dụng đi qua mỗi tiristor:

$$I_{\text{trt}} = \frac{I_{\text{đc}}}{2} = \frac{0,27}{2} = 0,135 \text{ (A)}$$

Chọn cách làm mát cho van là gắn van bán dẫn lên cánh tỏa nhiệt

Với điều kiện này tiristor làm việc với dòng điện đến 30% dòng điện định mức

Dòng điện của tiristor cần chọn:

$$I_{\text{tch}} = \frac{I_{\text{trt}} \cdot 100}{30} = \frac{0,135 \cdot 100}{30} = 0,45 \text{ (A)}$$

Điện áp của thyristor ở trạng thái khóa:

$$U_{\text{trt}} = \sqrt{2} U_d = \sqrt{2} \cdot 380 = 537,4 \text{ (V)}$$

Điện áp định mức của thyristor cần chọn:

$$U_{\text{tch}} = K_{\text{dt}} \cdot U_{\text{trt}} = 1,8 \cdot 537,4 = 967,3 \text{ (V)}$$

K_{dt} là hệ số dự trữ chọn $K_{\text{dt}}=1,8$

Tiristor mắc vào lưới xoay chiều 50Hz nên thời gian chuyển mạch của tiristor ảnh hưởng không lớn đến việc chuyển tiristor.

Từ các thông số trên ta chọn loại tiristor BT151 có các thông số sau

$$U_{n \text{ max}} = 1000\text{V} \quad I_{\text{dk}} = 15 \text{ mA} \quad U_{\text{dk}} = 1,5\text{V}$$

$$I_{\text{dm max}} = 5\text{A} \quad I_h = 20 \text{ mA} \quad I_r = 2,5 \text{ mA} \quad \Delta U = 1,6\text{V}$$

$$T_{\text{cm}} = 70\mu(\text{s}) \quad T_{\text{max}} = 110^0\text{C}$$

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 một mạch R-C nhằm lọc xung. Khi xuất hiện xung điện áp trên đường dây, nhờ có mạch lọc này mà đỉnh xung gần như nằm lại hoàn toàn trên điện trở đường dây.

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

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 tạo nên xung điện áp trên bề mặt tiếp giáp P-N. Mạch R-C mắc song song với van bán dẫn tạo mạch vòng phóng điện tích quá độ trong quá trình chuyển mạch van.

$$\text{Chọn } R_2 = (5 \div 30)\Omega, \quad C_2 = (0,5 \div 4)\mu\text{F}$$

Bảo vệ ngắn mạch, quá dòng điện cho van

Chọn aptomat làm thiết bị bảo vệ

$$U_{\text{dmA}} > U_{\text{dml}}$$

$$I_{dmA} > I_{dc} = 2,75 \text{ A}$$

Chọn aptomat loại 50AF của hãng LG có thông số: $U_{dm} = 600\text{V}$, $I_{dm} = 5\text{A}$

Bảo vệ quá nhiệt cho van bán dẫn

Khi van bán dẫn làm việc có dòng điện chạy qua, trên van có sụt áp, do đó có tổn hao công suất Δp . Tổn hao này sinh nhiệt, đốt nóng van bán 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 hủy. Để van bán dẫn làm việc an toàn, không bị chọc thủng vì nhiệt, phải chọn cánh tản nhiệt hợp lý.

Thông số cần có:

$$\text{Tổn thất công suất trên một tiristor: } \Delta p = \Delta U \cdot I_v = 1,6 \cdot 0,2 = 0,32\text{W}$$

$$\text{Diện tích bề mặt tỏa nhiệt: } S_m = \Delta p / K_m \cdot \tau$$

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

$$\text{Chọn nhiệt độ môi trường là } T_{mt} = 30^\circ\text{C}$$

$$\text{Nhiệt độ làm việc cho phép của tiristor: } T_{cp} = 110^\circ\text{C}$$

$$\text{Chọn nhiệt độ làm việc trên cánh tản nhiệt là } T_{lv} = 80^\circ\text{C}$$

$$\tau = T_{lv} - T_{mt} = 80 - 30 = 50^\circ\text{C}$$

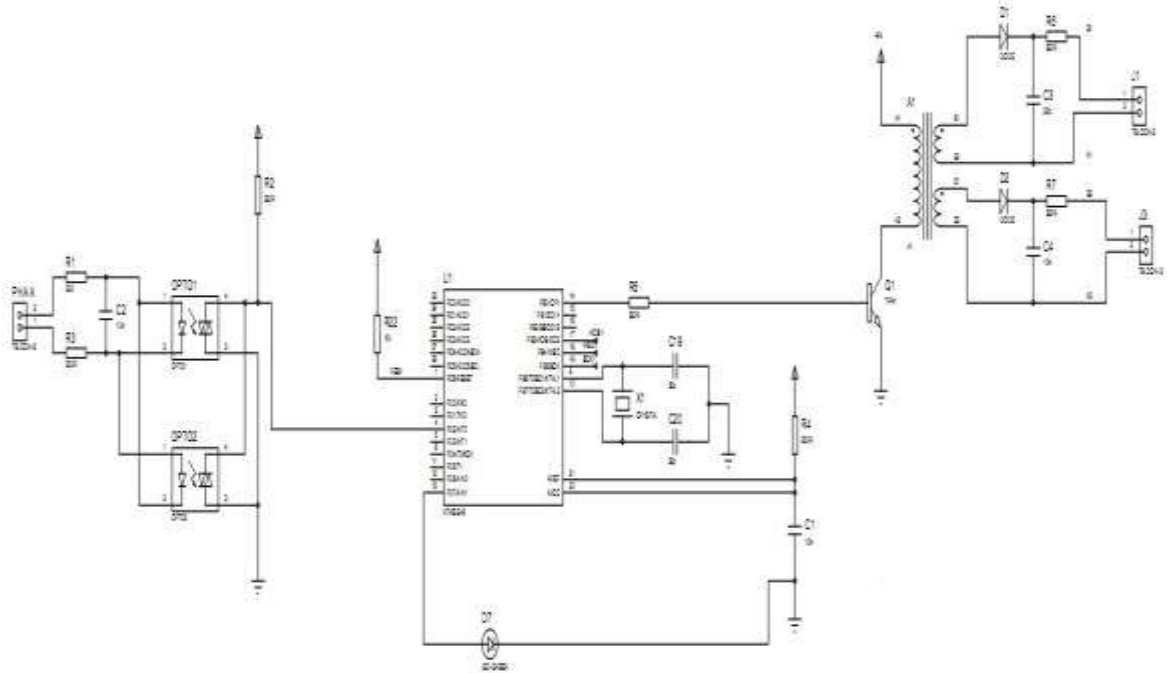
$$K_m: \text{ hệ số tản nhiệt bằng đối lưu và bức xạ. chọn } K_m = 8 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$S_m = 0,32 / (8 \cdot 50) = 0,008 \text{ m}^2 = 8 \text{ cm}^2$$

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 3.2. Sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển

Khối vi xử lý (VXL) là khối trung tâm của hệ thống điều khiển, nó thực hiện các nhiệm vụ sau:

Ghép nối với Panel điều khiển. Nhận các tham số, lưu chúng vào EEPROM, các tín hiệu điều khiển, hiển thị các lỗi trong quá trình vận hành hệ thống trên LCD và đèn báo.

Từ các tham số đặt, tính toán để thay đổi góc điều khiển theo thời gian.

Nhận xung đồng bộ, tạo luật phát xung và phát xung điều khiển (6 kênh, dạng số) theo xung đồng bộ.

Thông qua xung đồng bộ nhận biết và báo lỗi khi có sự cố mất pha.

Nhận các tín hiệu bảo vệ quá dòng, dừng khẩn... để dừng hệ thống.

Khâu đồng bộ bao gồm biến áp đồng pha mắc Δ/Y , mạch so sánh điểm qua không và cách ly quang, điều chế ra ba xung vuông tần số 50 Hz lệch pha nhau 120^0 điện đồng pha với điện áp pha của lưới và được đưa vào ba chân của vi xử lý. Khi đưa ba xung đồng bộ vào tuy mạch đồng bộ có hơi công kênh nhưng bù lại khi phát xung vào các van trong từng pha là độc lập nhau do đó khi nối bộ khởi động với lưới điện, hệ thống điều khiển không cần

phải dò thứ tự pha để phát xung mà chỉ cần quan tâm đến chiều quay của động cơ.

Khâu khuếch đại xung có nhiệm vụ khuếch đại xung từ khâu phân phối xung đưa đến kích mở tiristor, 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 tiristor

Các thông số cơ bản để tính mạch điều khiển:

Điện áp điều khiển tiristor: $U_{dk} = 1,5V$

Dòng điện điều khiển tiristor: $I_{dk} = 15mA$

Thời gian mở xung: $t_m = 70\mu s$

Độ rộng xung điều khiển: $t_x = 2.t_m = 140\mu s$

Điện áp nguồn nuôi mạch điều khiển: $U = 9V$

3.3.2.1. Tính biến áp xung

Ta chọn sơ bộ:

Vật liệu làm lõi sắt là thép Perit HM lõi có dạng hình trụ có $\Delta H = 30$ A/m và $\Delta B = 0,3$ T, có khe hở không khí.

Tỷ số máy biến áp xung chọn $m = 2$

Điện áp thứ cấp: $U_2 = U_g = 1,5$ V

Điện áp sơ cấp: $U_1 = m \times U_2 = 1,5 \times 2 = 3$ V

Dòng điện thứ cấp: $I_2 = I_g = 15$ mA

Dòng điện sơ cấp: $I_1 = \frac{I_2}{m} = 7,5$ mA

Độ rộng xung: $t_x = 140\mu s$

Mức sụt biên độ xung: $S = 0,15$

Chọn độ từ thẩm không khí $\mu_0 = 1,25.10^{-6}$ H/m

Độ từ thẩm trung bình μ_{tb} của lõi thép:

$$\mu_1 = \frac{\Delta B}{\mu_0 \cdot \Delta H} = \frac{0,3}{1,25.10^{-6} \cdot 30} = 8.10^3$$

Thể tích lõi thép cần có:

$$V = Q \cdot L = \frac{\mu_0 \cdot \mu_{tb} \cdot t_x \cdot S_x \cdot U_1 \cdot I_1}{\Delta B^2} = \frac{8 \cdot 10^3 \cdot 1,25 \cdot 10^{-6} \cdot 140 \cdot 10^{-6} \cdot 0,15 \cdot 3,75 \cdot 10^{-3}}{0,3^2} \\ = 0,0525 \text{ cm}^2$$

Chọn mạch từ OA-12/14-3 có thể tích $V = Q \cdot L = 0,03 \cdot 4,1 = 0,123 \text{ cm}^2$

Với kích thước đó ta có kích thước mạch từ như sau:

$$a = 1 \text{ mm}; b = 3 \text{ mm}; d = 12 \text{ mm}; D = 14 \text{ mm}; l = 4,1 \text{ cm}$$

$$Q = 0,03 \text{ cm}^2; Q_{cs} = 1,13 \text{ cm}^2$$

Số vòng dây cuộn sơ cấp BAX:

$$W_1 = \frac{U_1 \cdot t_x}{\Delta B \cdot Q} = \frac{3 \cdot 140 \cdot 10^{-6}}{0,3 \cdot 10^{-6} \cdot 0,76} = 266 \text{ vòng}$$

Số vòng dây cuộn thứ cấp BAX:

$$W_2 = \frac{W_1}{m} = \frac{226}{2} = 133 \text{ mm}^2$$

Chọn $J_1 = J_2 = 2 \text{ A/mm}^2$

Tiết diện dây sơ cấp:

$$S_1 = \frac{I_1}{J_1} = \frac{0,0075}{2} = 0,00375 \text{ mm}^2$$

Đường kính dây sơ cấp:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot S_1}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00375}{3,14}} = 0,069 \text{ mm}$$

Chọn $d_1 = 0,1 \text{ mm}; S_1 = 0,00785 \text{ mm}^2$

Tiết diện dây thứ cấp:

$$S_2 = \frac{I_2}{J_2} = \frac{0,015}{2} = 0,0075 \text{ mm}^2$$

Đường kính dây thứ cấp:

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot S_2}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0075}{3,14}} = 0,089 \text{ mm}$$

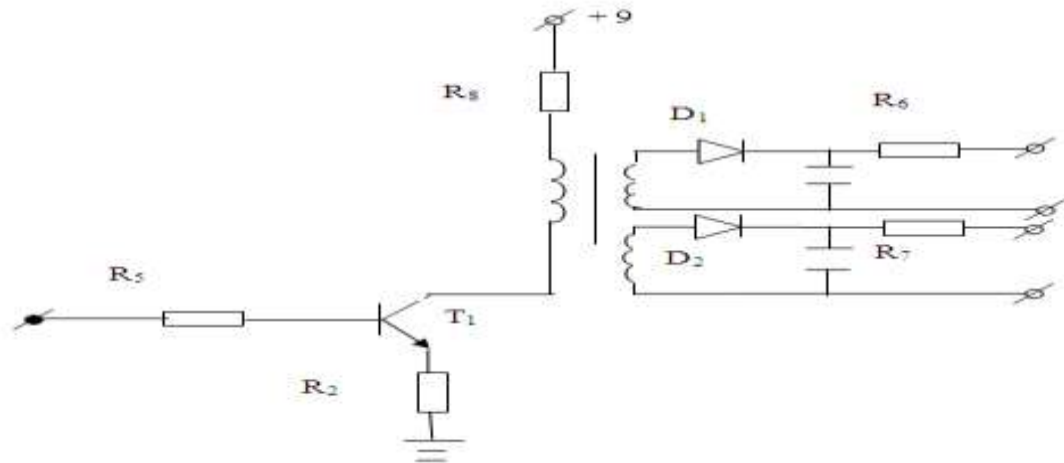
Chọn $d_2 = 0,1 \text{ mm}; S_2 = 0,00785 \text{ mm}^2$ tra hệ số lấp đầy:

$$K_{ld} = \frac{S_1 \cdot W_1 + S_2 \cdot W_2}{Q_{cs}} = \frac{0,00785 \cdot 266 + 0,00785 \cdot 133}{133} = 0,0235$$

như vậy cửa số đủ điện tích cần thiết

3.3.2.2. Tính chọn khâu khuếch đại xung

Sơ đồ nguyên lý



Hình 3.3. Sơ đồ khâu khuếch đại

Nguyên lý hoạt động

Khâu khuếch đại xung làm nhiệm vụ khuếch đại tín hiệu xung ở chân 14 PB0 của vi điều khiển avr8 thành tín hiệu cũng có biên độ, độ rộng và công suất đủ lớn để kích mở tiristor T1.

Công thức tính toán

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

$$U = 220 \text{ V}$$

$$I = 5 \text{ A}$$

Chọn bóng tranzito công suất T2 loại TIP41 có các thông số sau:

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

Điện áp giữa emito và bazo khi hở mạch colecto : $U_{EB0} = 5 \text{ V}$

Dòng điện lớn nhất ở colecto có thể chịu đựng : $I_{cmax} = 10\text{A}$

Dòng điện làm việc của colecto : $I_c = 6\text{A}$

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

Ta thấy rằng với loại tiristor đã chọn có công suất điều khiển là khá bé $U_{dk} = 1,5V$; $I_{dk} = 0,015A$. nên dòng colecto-bazo của tranzito khá bé nên ta chỉ cần phải sử dụng một tranzito

Chọn nguồn cấp cho biến áp xung là $E = 9V$ nên ta phải mắc nối tiếp thêm điện trở R_8 nối tiếp với cực emitor của Tranzito

$$R_8 = (E - U_1) / I_1 = (9 - 3) / 0,0075 = 800\Omega$$

Tất cả các diod trong mạch sử dụng loại 1N4009 có thông số :

Dòng điện định mức : $I_{dm} = 10A$

điện áp ngược lớn nhất : $U_N = 25V$

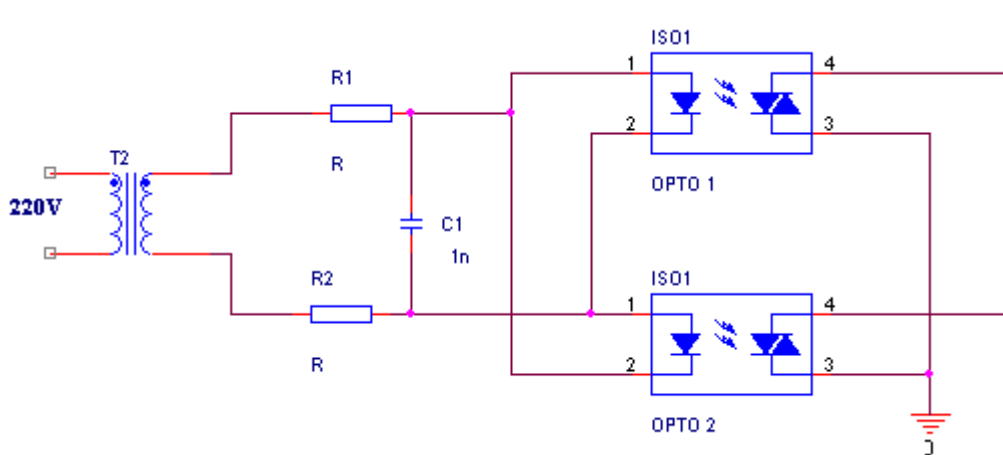
điện áp để cho diod mở thông : $U_m = 1V$

3.3.2.1. Khâu tạo xung

Khâu tạo xung sử dụng chip AVR ATMEGA8

3.3.3. Khâu đồng bộ

Khâu đồng bộ bao gồm biến áp đồng pha mắc Δ/Y , mạch so sánh điểm qua không và cách ly quang, điều chế ra ba xung vuông tần số 50 Hz lệch pha nhau 120° điện đồng pha với điện áp pha của lưới và được đưa vào chân của vi xử lý.



Hình 3.4. Khâu tạo xung đồng bộ

Chọn cách ly quang OPTO

3.3.4. Chương trình điều khiển

```
#include <mega8.h>
#include <delay.h>
#define xung PORTB.0
#define led PORTD.7
long int von,f;
long int x;
void tre() //ham tre dieu chinh goc mo cua thyristor
{
    int j;
    for(j=0;j<=x;j++);
}
void open()
{
    int i;
    for(i=0;i<=2;i++)
    {
        xung=~xung;
        delay_us(1);
    }
    xung=0;
}
interrupt [EXT_INT0] void ext_int0_isr(void) //ham ngat co tac dung doc
"suon am" cua cach ly quang
{
    tre(); //chinh goc mo cua thyristor
    open(); //mo thyristor
}
#define ADC_VREF_TYPE 0x40
```

```

unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
delay_us(10);
ADCSRA|=0x40;
while ((ADCSRA & 0x10)==0);
ADCSRA|=0x10;
return ADCW;
}

void main(void)
{
Func0=Out
PORTB=0x00;
DDRB=0x01;
PORTC=0x00;
DDRC=0x00;
PORTD=0x80;
DDRD=0x80;
TCCR0=0x00;
TCNT0=0x00;
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x00;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;

```



```

OCR1BL=0x00;
ASSR=0x00;
TCCR2=0x00;
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;
GICR=0x40;
MCUCR=0x02;
GIFR=0x40;
TIMSK=0x00;
ACSR=0x80;
SFIOA=0x00;
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
ADCSRA=0x87;
#asm("sei")

while (1)
{
    f=read_adc(0);
    von=f*0.255;
    x=von;
};
}*/

```

Code LCD

```

#include <mega8.h>
#asm
    .equ __lcd_port=0x12 ;PORTD
#endasm
#include <lcd.h>

```

```

#include <delay.h>
#define led PORTC.5
long int von,f,a;
void display(long int t)
{
    int i;
    char m[5];
    for(i=0;i<3;i++)
    {
        m[i]=t%10;
        t=t/10;
    }
    for(i=2;i>=0;i--)
    {
        lcd_putchar(m[i]+0x30);
    }
}

#define ADC_VREF_TYPE 0x40
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
    ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
    delay_us(10);
    ADCSRA|=0x40;
    while ((ADCSRA & 0x10)==0);
    ADCSRA|=0x10;
    return ADCW;
}

void main(void)

```

```
{  
PORTB=0x00;  
DDRB=0x00;  
PORTC=0x20;  
DDRC=0x20;  
PORTD=0x00;  
DDRD=0x00;  
TCCR0=0x00;  
TCNT0=0x00;  
TCCR1A=0x00;  
TCCR1B=0x00;  
TCNT1H=0x00;  
TCNT1L=0x00;  
ICR1H=0x00;  
ICR1L=0x00;  
OCR1AH=0x00;  
OCR1AL=0x00;  
OCR1BH=0x00;  
OCR1BL=0x00;  
ASSR=0x00;  
TCCR2=0x00;  
TCNT2=0x00;  
OCR2=0x00;  
MCUCR=0x00;  
ACSR=0x80;  
SFIOR=0x00;  
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;  
ADCSRA=0x82;  
lcd_init(16);
```

```

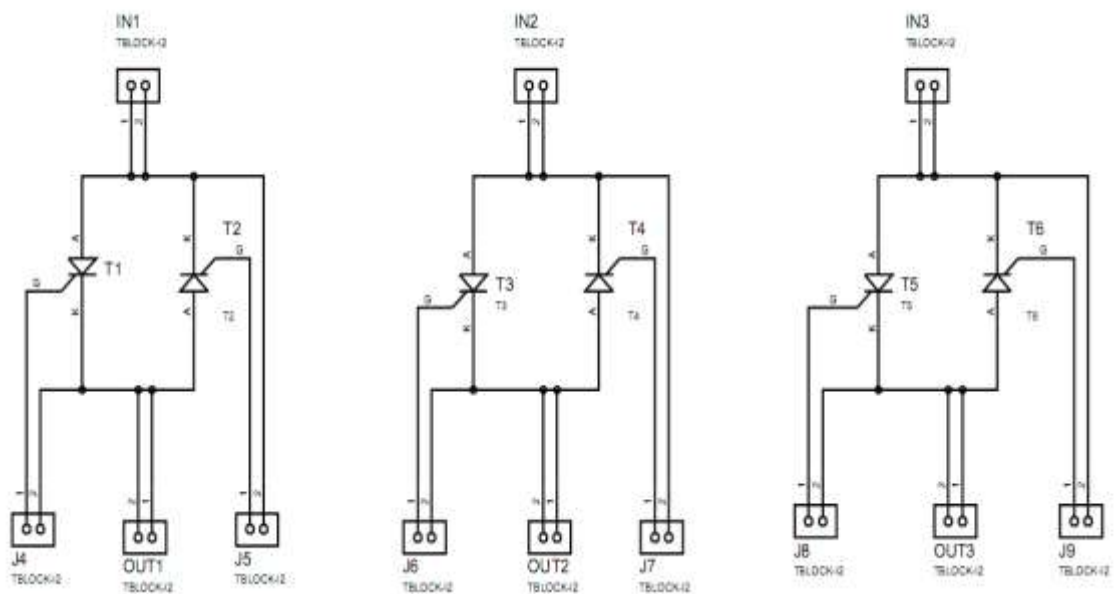
while (1)
{
    f=read_adc(3);
    a=f*0.51;
    if(a<10)
    a=a-4;
    if((100>a)&(a>10))
    a=a-15;
    if(a>100)
    a=a-1;
    lcd_gotoxy(0,0);
    dislay(a);
    delay_ms(100);
};
}*/

```

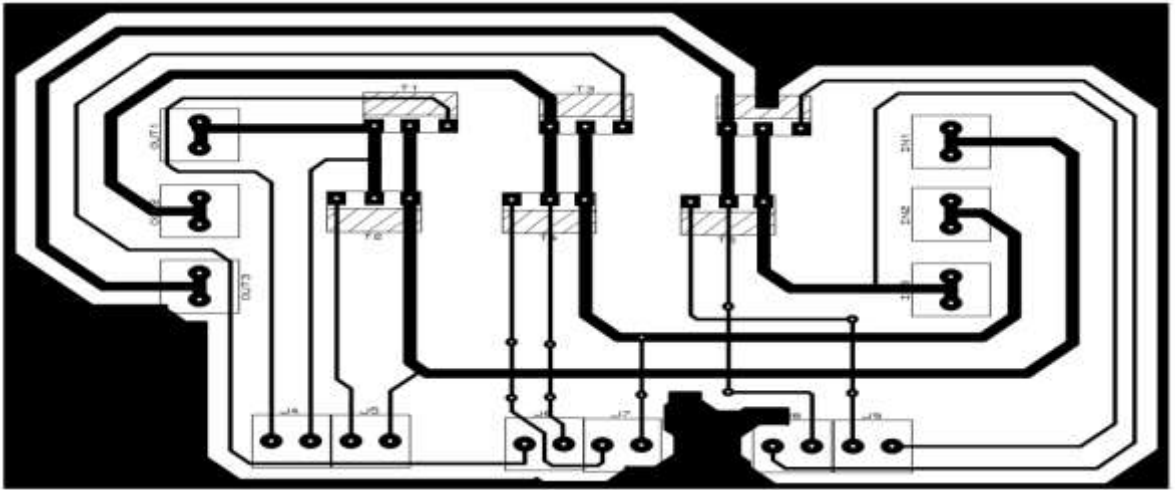
3.4. LẮP RÁP HỆ THỐNG

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

3.4.1. Mạch động lực

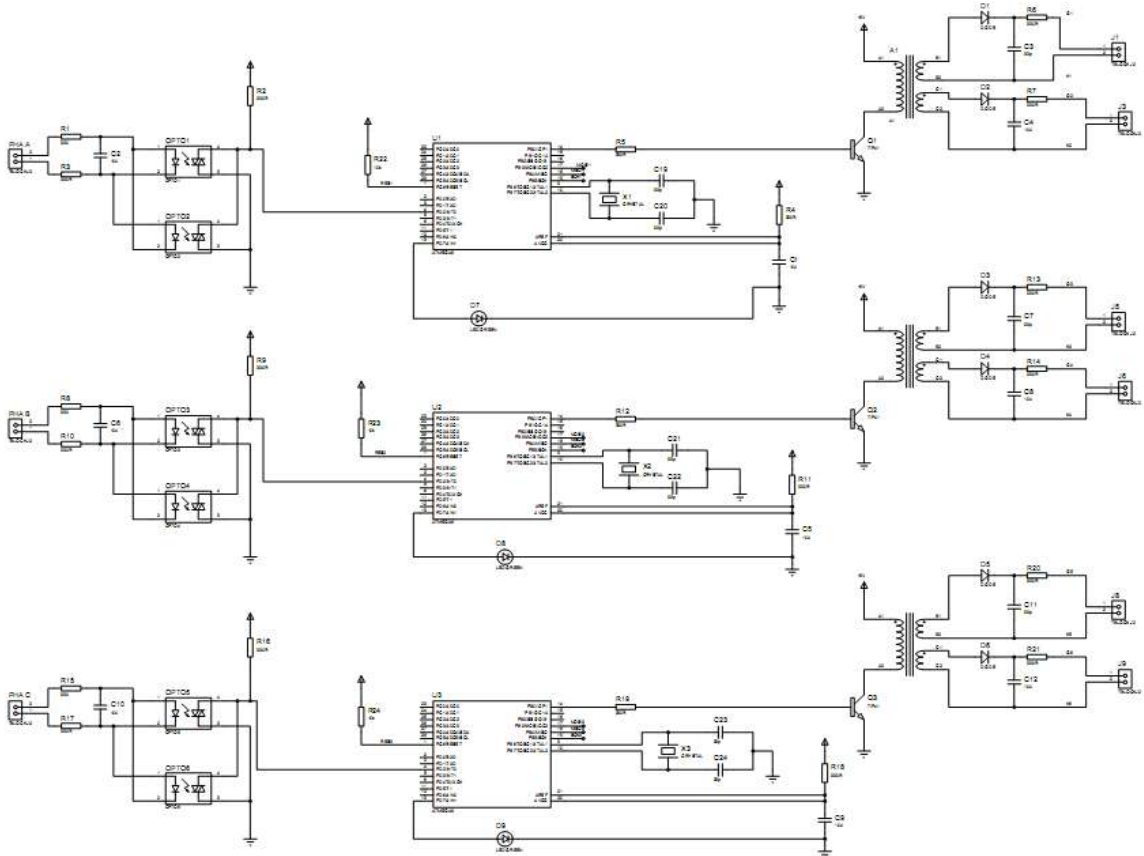


Hình 3.5. Sơ đồ nguyên lý mạch động lực

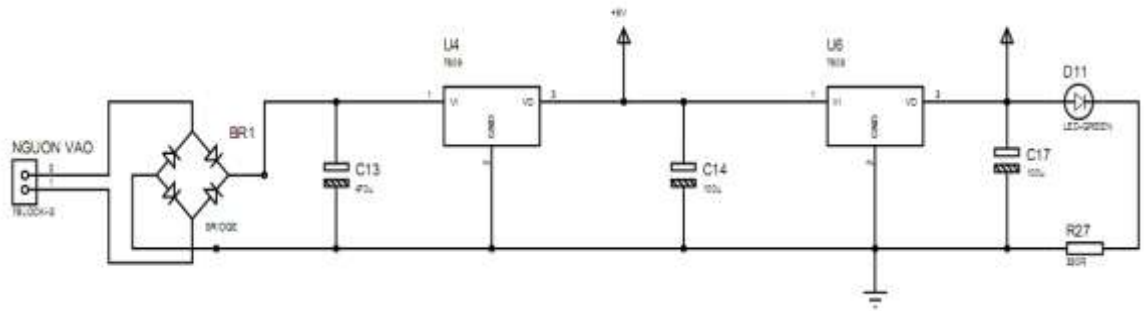


Hình 3.6. Mạch in mạch động lực

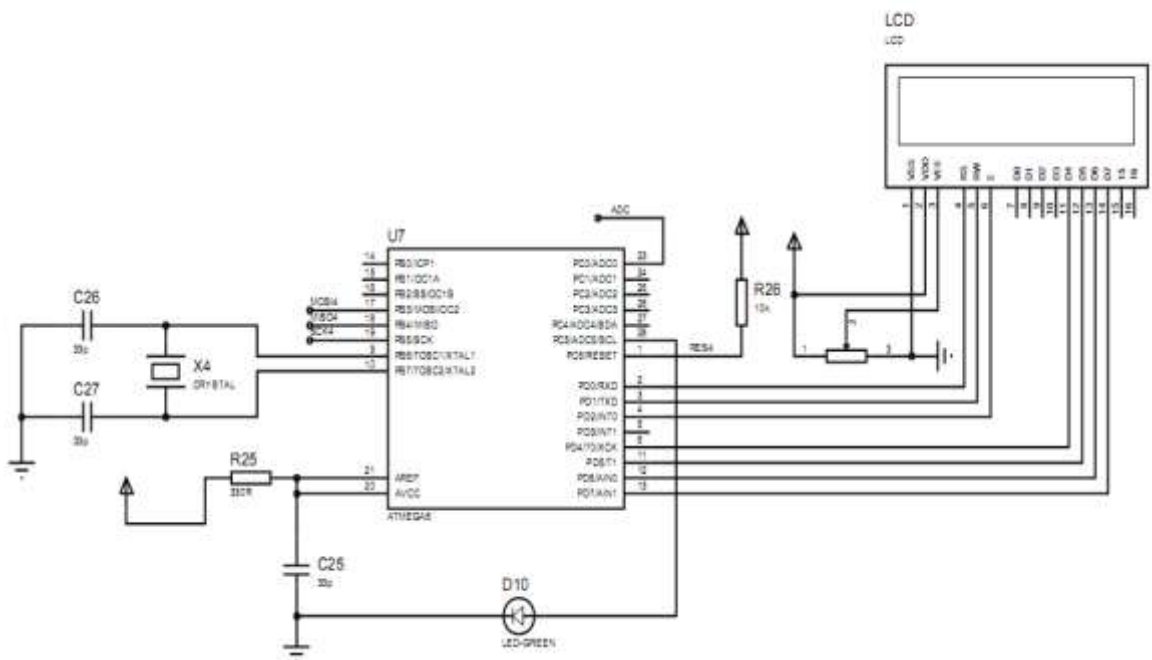
3.4.2. Mạch điều khiển



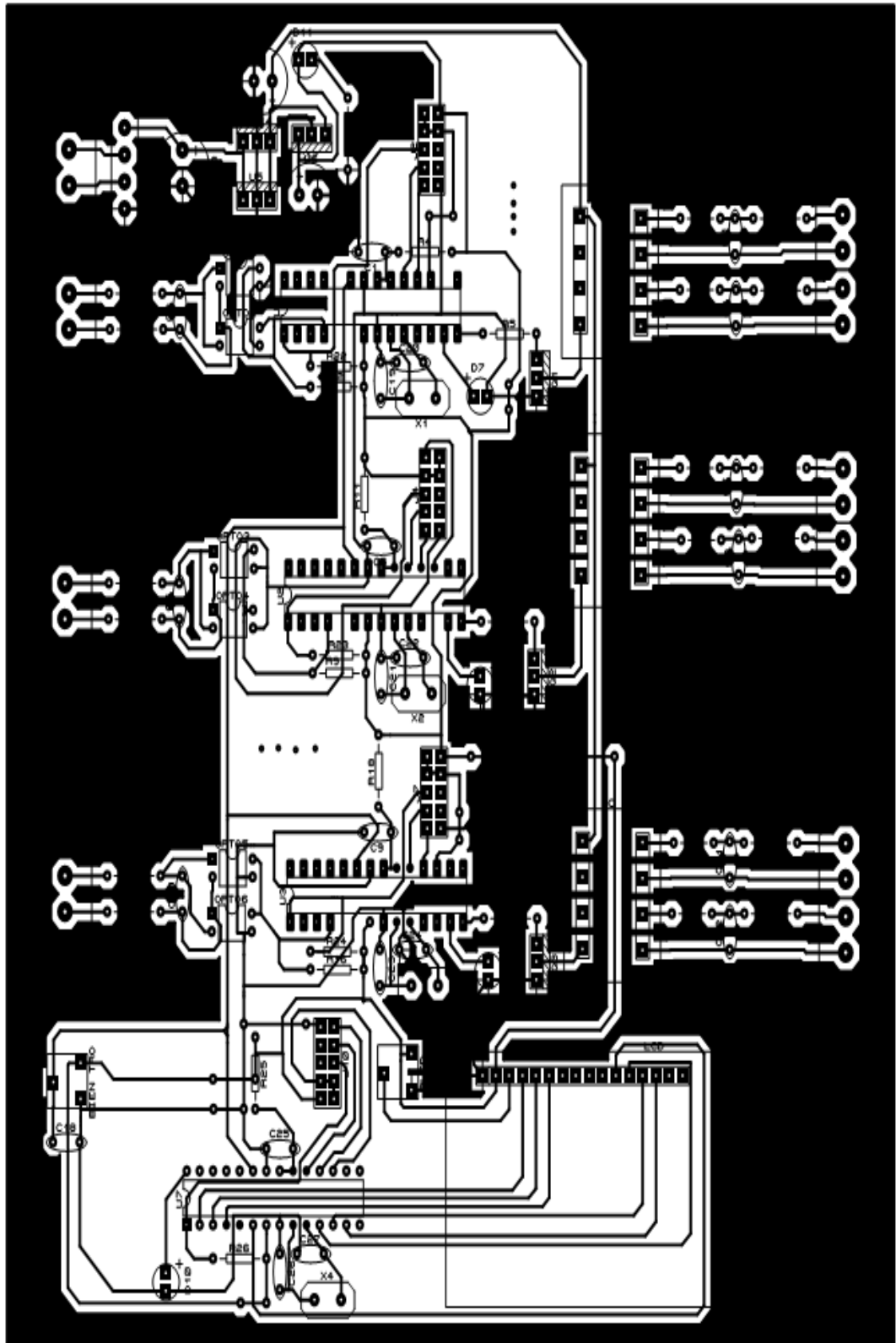
Hình 3.7. Mạch nguyên lý mạch điều khiển



Hình 3.8. Nguồn nuôi mạch điều khiển

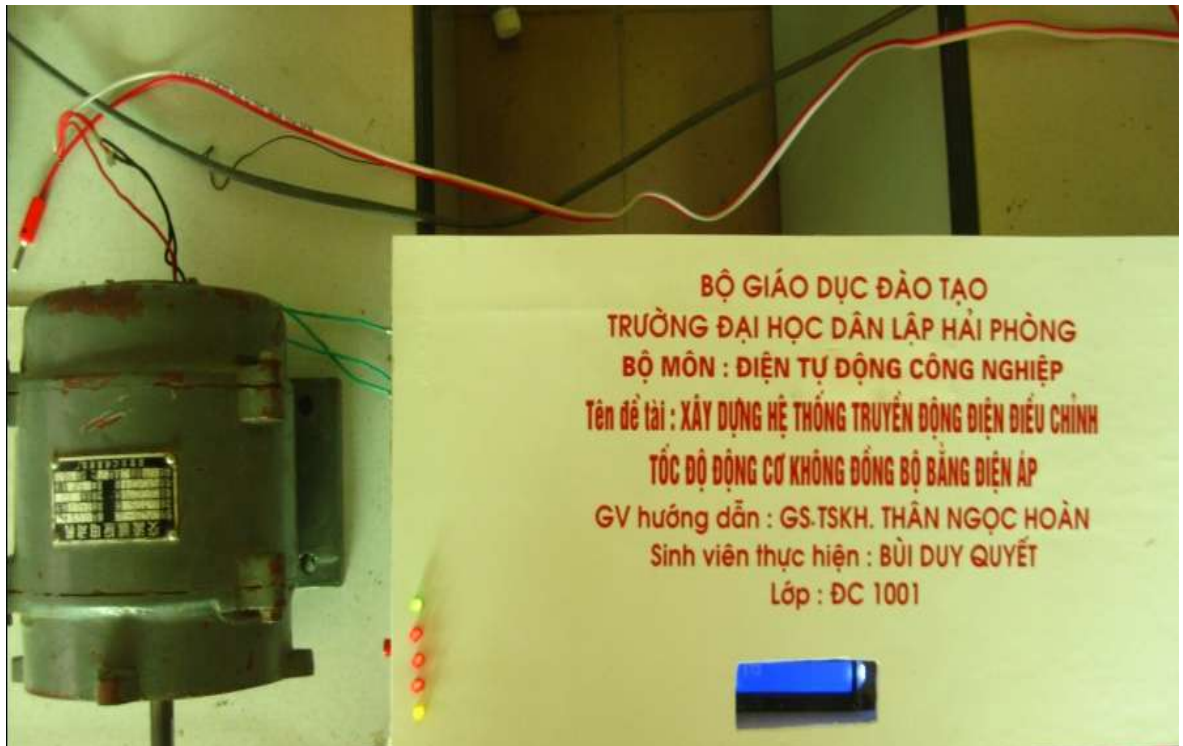
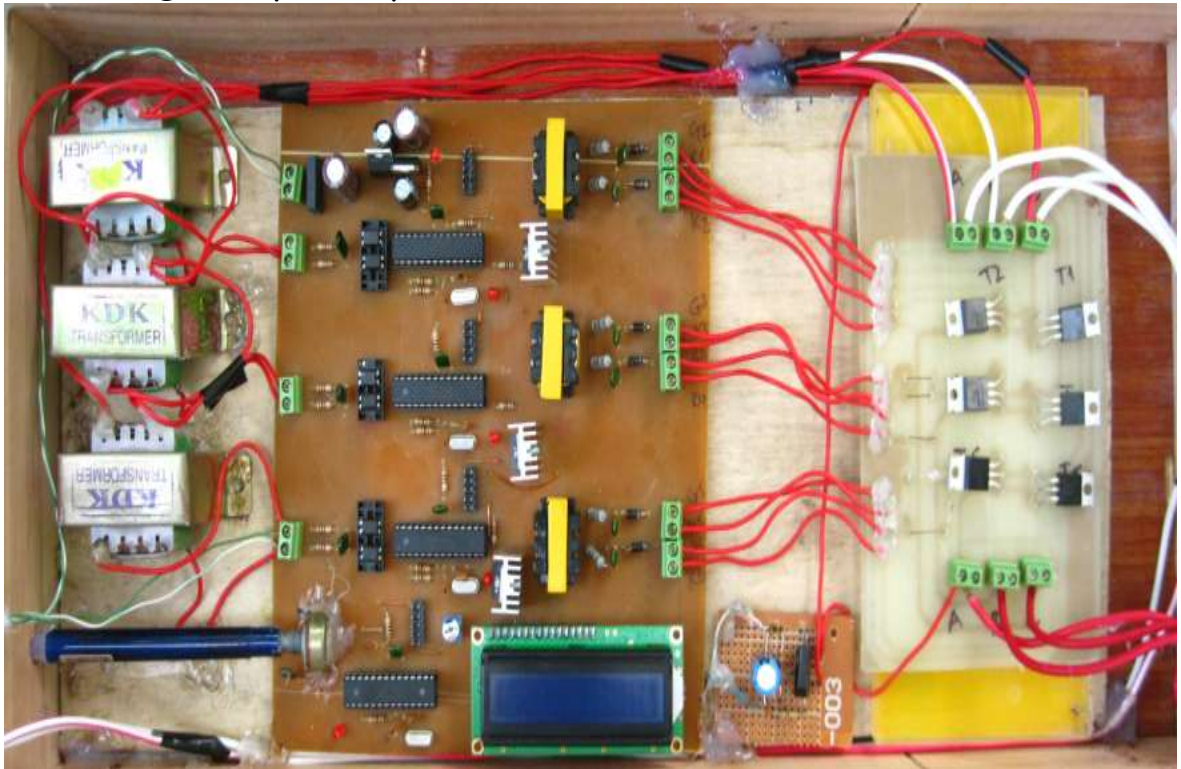


Hình 3.9. Mạch nguyên lý mạch hiển thị LCD



Hình 3.10. Mạch in mạch điều khiển

3.5.KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC



KẾT LUẬN

Sau ba tháng nghiên cứu và thực hiện đề tài dưới sự hướng dẫn tận tình của **GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn** cùng với sự cố gắng nỗ lực của bản thân, em 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 như sau:

- 1. Hiểu được cấu tạo, nguyên lý hoạt động, các phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ.*
- 2. Tính toán và xây dựng thành công mô hình thực nghiệm.*
- 3. Ứng dụng và rèn luyện được kỹ năng vẽ mạch in bằng phần mềm Orcad 9.2, lập trình vi điều khiển ATMEGA8*

Tuy nhiên, do thời gian có hạn nên bên cạnh những kết quả đã đạt được, đề tài chưa thực hiện được một số vấn đề như : mạch chưa hoạt động ở chế độ mạch kín, chưa hiển thị được tốc độ động cơ khi thay đổi điện áp.

Sinh viên

Bùi Duy Quyết

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1.] GS.TSKH. Thân Ngọc Hoàn (2005), *Máy điện*, NXB xây dựng.
- [2.] Đặng Văn Đào –Trần Khánh Hà – Nguyễn Hồng Thanh (2007),
Giáo trình máy điện, NXB giáo dục.
- [3.] Nguyễn Bính (1996), *Điện tử công suất*, NXB khoa học kỹ thuật.
- [4.] Trần Văn Thịnh(2005), *Tính toán thiết kế thiết bị điện tử công suất*, NXB khoa học kỹ thuật
- [5.] Ngô Diên Tập(2003), *Kỹ thuật vi điều khiển với AVR*, NXB khoa học kỹ thuật
- [6.] Diễn đàn Điện Tử Việt Nam (www.dientuvietnam.net).
- [7.] Datasheet của các Linh kiện Điện tử (www.datasheetcatalog.com).
- [8.] Trang tìm kiếm thông tin (www.google.com).