

Đồ án điện tử công suất

=====

Đề bài

Thiết kế mạch băm xung dùng trong điều chỉnh tốc độ động cơ điện không đồng bộ 3 pha loại rôto dây quấn theo phương pháp thay đổi điện trở rôto. Điện áp nguồn 3*380(V), tần số 50 (Hz).

Các số liệu cho trước:

$$P_{đc}=15(KW)$$

$$n_{đm}=715(vg/ph)$$

$$\cos\phi =0.67$$

$$I_{đm}=30.8(A)$$

$$E_{đm}(rôto)=155(V)$$

$$I_{đm}(Rôto)=46.7(A)$$

$$R_{rôto}=0.0835(\Omega)$$

$$X_{rôto}=0.171(\Omega)$$

$$k_e=2.33$$

Lời nói đầu:

Ngày nay, trên tất cả các nước trên thế giới nói chung và nước ta nói riêng ở đó các thiết bị bán dẫn đã và đang thâm nhập vào các ngành công nghiệp, nông nghiệp và cả trong lĩnh vực sinh hoạt. Các nhà máy, xí nghiệp đã ứng dụng ngày càng nhiều những thành tựu của công nghiệp điện tử công suất.

Ứng dụng Điện tử công suất trong truyền động điện – điều khiển tốc độ động cơ điện là lĩnh vực quan trọng và ngày càng phát triển. Các nhà sản xuất không ngừng cho ra đời các sản phẩm và công nghệ mới về các phần tử bán dẫn công suất và các thiết bị điều khiển đi kèm. Là những sinh viên Tự Động Hoá được thầy giáo giao cho đề án với đề tài “Thiết kế mạch băm xung dùng trong điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ 3 pha loại rôto dây quấn theo phương pháp thay đổi điện trở mạch rôto”, chúng em đã cố

=====

Đồ án điện tử công suất

=====

gắng tìm hiểu kỹ về các phương án công nghệ sao cho bản thiết kế vừa đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, vừa đảm bảo yêu cầu kinh tế. Với hy vọng đồ án điện tử công suất này là một bản thiết kế kỹ thuật có thể áp dụng được trong thực tế nên chúng em đã cố gắng mô tả cụ thể, tỉ mỉ và tính toán cụ thể các thông số em nhiều hơn của các sơ đồ mạch.

Mặc dù chúng em đã rất nỗ lực và cố gắng làm việc với tinh thần học hỏi và quyết tâm cao nhất tuy nhiên đây là lần đầu tiên chúng em làm đồ án, và đặc biệt do nhận thức về thực tế của chúng em còn nhiều hạn chế nên chúng em không thể tránh khỏi những sai sót, chúng em mong nhận được sự phê bình góp ý của các thầy để giúp chúng em hiểu rõ hơn các vấn đề trong đồ án cũng như những ứng dụng thực tế của nó để bản đồ án của chúng em được hoàn thiện hơn.

Trong quá trình làm đồ án chúng em đã nhận được sự giúp đỡ của các thầy giáo trong bộ môn và đặc biệt là sự chỉ bảo tận tình của thầy **Dương Văn Nghi** đã giúp chúng em hoàn thành đồ án này. Chúng em xin chân thành cảm ơn thầy và hi vọng thầy sẽ giúp đỡ chúng nữa trong việc học tập của chúng em sau này.

sinh viên thực hiện: Trịnh Lâm Tùng

Phần I :Tìm Hiểu Về Công Nghệ Và Yêu Cầu Kỹ Thuật Của Các Thiết Bị Được Giao Thiết Kế.

- 1.Sơ lược về máy điện quay
- 2.Máy điện không đồng bộ ba pha.
- 3.Các phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ ba pha
- 4.Các phương pháp thay đổi điện trở mạch rôto động cơ KĐB 3 pha rôto dây quấn.
5. Ứng dụng của động cơ điện KĐB 3 pha rôto dây quấn.

Đồ án điện tử công suất

=====

1. Sơ lược về máy điện quay :

Trong thực tế sản xuất, các loại máy điện xoay chiều, đặc biệt là các máy điện xoay chiều 3 pha được sử dụng rộng rãi. Các máy điện xoay chiều 3 pha đều làm việc dựa trên nguyên lý của từ trường quay và chúng được chia làm 3 loại chính: Máy điện đồng bộ, Máy điện không đồng bộ và Máy điện xoay chiều có vành góp.

Hiện nay, các hệ thống truyền động, bộ phận dùng để biến đổi điện năng thành cơ năng (hay cơ năng thành điện năng khi hãm) là động cơ điện. Các động cơ điện thường dùng là:

Động cơ điện xoay chiều ba pha không đồng bộ.

Động cơ điện một chiều kích từ độc lập, song song, nối tiếp, hỗn hợp hay kích từ bằng nam châm vĩnh cửu.

Động cơ điện xoay chiều ba pha có cổ góp.

Động cơ không đồng bộ.

Trong đó, các khâu yêu cầu có điều chỉnh tốc độ thì chủ yếu sử dụng động cơ một chiều và động cơ điện xoay chiều ba pha không đồng bộ (điều chỉnh tốc độ bằng phương pháp điện). Động cơ điện xoay chiều KĐ B thường được sử dụng nhiều do ưu điểm kết cấu đơn giản, dễ chế tạo, công suất lớn tùy ý, hiệu suất cao. Song việc điều chỉnh tốc độ động cơ còn gặp nhiều khó khăn, nên khi cần điều chỉnh tốc độ của động cơ trong một hệ thống truyền động vẫn chủ yếu sử dụng động cơ điện một chiều, mặc dù còn rất nhiều hạn chế như có vành trượt (bộ góp điện) dễ gây ra phóng tia lửa điện, cháy, nổ; làm nhiễu sóng mạnh. Hiệu suất chưa cao, hầu hết lưới điện cung cấp là điện xoay chiều ba pha; Hệ điều chỉnh tốc độ phải chống nhiễu tốt, chất lượng hệ chưa cao nếu chi phí cho điều chỉnh tốc độ không lớn... Ngày nay, nhờ sự phát triển của khoa học công nghệ, đặc biệt là trong lĩnh vực điện tử bán dẫn công suất lớn, việc điều chỉnh tốc độ động cơ điện xoay chiều ba pha đã trở nên dễ dàng hơn, kể cả với những động cơ công suất lớn cỡ hàng trăm, hàng nghìn Kw. Chất lượng của hệ thống dần được cải thiện với chi phí thấp hơn. Chính vì thế động cơ xoay chiều KĐ B đang dần thay thế động cơ một chiều trong điều chỉnh tốc độ.

Các phương pháp điều chỉnh tốc độ truyền thống như sử dụng hộp số, dây đai, cơ cấu thay đổi tốc độ khác... được kết hợp với các phương pháp điện hiện đại, điều chỉnh tốc độ sâu hơn, ổn định hơn và hiệu suất cao hơn.

2. Máy điện không đồng bộ ba pha:

2.1 Khái niệm chung:

Đồ án điện tử công suất

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

Máy điện không đồng bộ có hai dây quấn: dây quấn stato (dây quấn sơ cấp) nối với lưới điện có tần số f , dây quấn rôto (thứ cấp) nối tắt lại hoặc khép kín trên điện trở. Dòng điện trên dây quấn rôto được sinh ra nhờ sđđ cảm ứng có tần số f_2 phụ thuộc vào tốc độ rôto nghĩa là phụ thuộc vào tải trên trục của máy.

Cũng như các máy điện quay khác, ĐCKĐB có tính thuận nghịch, nghĩa là có thể làm việc ở chế độ động cơ và chế độ máy phát điện.

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

ĐCKĐB so với các loại ĐC khác có cấu tạo và vận hành không phức tạp, giá thành rẻ, làm việc tin cậy nên được sử dụng nhiều trong sản xuất và sinh hoạt. ĐCKĐB có các loại: ĐC ba pha, hai pha, một pha.

ĐCKĐB có công suất lớn trên 600W thường là loại ba pha có ba dây quấn làm việc, trục các dây quấn lệch nhau trong không gian một góc 120° điện.

Các động cơ có công suất nhỏ hơn 600W thường là loại hai pha hoặc một pha. ĐC hai pha có hai dây quấn làm việc, trục của hai dây quấn đặt lệch nhau trong không gian một góc 90° điện. ĐC một pha chỉ có một dây quấn làm việc.

Các số liệu định mức của ĐCKĐB:

Công suất cơ có ích trên trục	: $P_{đm}$
Điện áp dây stato	: $U_{1đm}$
Dòng điện dây stato	: $I_{1đm}$
Tần số dòng điện stato	: f
Tốc độ quay rôto	: $n_{đm}$
Hệ số công suất	: $\cos\phi_{đm}$
Hiệu suất	: $\eta_{đm}$

2.2 Phân loại:

Tùy theo cách phân loại mà ta có các loại động cơ sau:
Theo kết cấu của vỏ máy có thể chia ra: kiểu hở, kiểu bảo vệ, kiểu kín, kiểu phòng nổ...

Theo kết cấu của rôto: Loại rôto kiểu dây quấn, loại rôto kiểu lồng sóc.

Theo số pha trên dây quấn Stato: một pha, hai pha, ba pha...

2.3 Cấu tạo:

Đồ án điện tử công suất

Cũng giống như các máy điện khác máy điện không đồng bộ ba pha gồm có 3 phần: phần tĩnh (stator), phần quay (rôto) và khe hở

1. Phần tĩnh (hay stator):

Trên Stator có vỏ, lõi sắt và dây quấn.

a. Vỏ máy:

Vỏ máy có tác dụng cố định lõi sắt và dây quấn, không dùng để làm mạch dẫn từ. Thường vỏ máy làm bằng gang. Đối với máy có công suất tương đương lớn (1000kW) thường dùng thép tấm hàn lại thành vỏ. Tùy theo cách làm nguội máy mà dạng vỏ cũng khác nhau.

b. Lõi sắt:

Lõi sắt là phần dẫn từ. Do từ trường đi qua lõi sắt là từ trường quay nên để giảm tổn hao, lõi sắt được làm bằng những lá thép kỹ thuật điện dày từ 0.5mm ép lại. Khi đường kính trị số trên thì phải dùng những tấm hình rẻ quạt, gập lại thành khối tròn. Mỗi lá thép kỹ thuật điện đều có chỉ phủ sơn cách điện trên bề mặt để giảm tổn hao do dòng điện xoáy gây nên. Nếu lõi sắt ngắn có thể ghép thành một khối. Nếu lõi sắt quá dài thì thường ghép thành từng thép ngắn, mỗi thép dài 6 đến 8cm chác nhau 1 cm để thông gió cho tốt. Mặt trong của lá thép có sê rãnh của lõi sắt và được cách điện tốt với lõi sắt.

2. Phần quay (hay Rôto):

Phần này có hai bộ phận chính là lõi sắt và dây quấn.

a. Lõi sắt:

Lõi sắt rôto được làm bằng những lá thép kỹ thuật điện. Phía ngoài của lá thép được xẻ rãnh để đặt dây quấn. Lõi sắt được ép trực tiếp lên trục máy hoặc lên một giá rôto của máy.

b. Dây quấn:

Rôto có hai loại chính: Rôto kiểu dây quấn và Rôto kiểu lồng sóc.

-Loại Rôto kiểu dây quấn. Rôto có dây quấn giống như dây quấn stator. Trong máy điện cỡ trung bình trở lên thường dùng dây quấn kiểu sóng hai lớp vì bớt được những dây dày nối, kết cấu dây quấn trên rôto chặt chẽ. Trong máy điện cỡ nhỏ thường dùng dây quấn đồng tâm một lớp. Dây quấn ba pha của rôto thường đấu hình sao, có ba đầu kia được nối vào ba rãnh trượt thường làm bằng đồng đặt cố định ở một đầu trục và thông qua chổi than có thể đấu với mạch điện bên ngoài.

Nhận xét: Đặc điểm của loại động cơ điện rôto kiểu dây quấn là có thể thông qua chổi than đưa điện trở phụ hay s.đ.đ phụ vào mạch điện rôto để cải thiện tính năng mở máy, điều chỉnh tốc độ hoặc cải thiện hệ số công suất của máy.

Đồ án điện tử công suất

=====

Nhược điểm: Động cơ điện rôto dây quấn chế tạo phức tạp hơn rôto lồng sóc nên giá thành đắt hơn mà bảo quản cũng khó khăn hơn (dễ bị chập pha, mất và dò điện từ các dây ra vỏ máy rất nguy hiểm); hiệu suất của máy cũng thấp hơn so với rôto lồng sóc; khi sử dụng vành trượt dễ phát sinh tia lửa điện gây cháy nổ, làm nhiều quá trình điều khiển.

-Loại Rôto kiểu lồng sóc : Kết cấu của loại dây quấn này rất khác với dây quấn stato. Trong mỗi rãnh của lõi sắt Rôto đặt vào một thanh dẫn bằng đồng hay nhôm dài ra khỏi lõi sắt và được nối tắt lại ở hai đầu bằng hai vành mạch bằng đồng hay nhôm làm thành một cái lồng mà người ta gọi là lồng sóc.

Nhận xét: Rôto lồng sóc chế tạo đơn giản với số lượng lớn trong dây truyền công nghiệp, giá thành rẻ hơn, bền hơn để bảo quản so với rôto dây quấn, nhưng lại khó mở máy hơn rôto dây quấn đặc biệt những động cơ công suất lớn. Trong những hệ thống có yêu cầu không cao về điều chỉnh tốc độ (có thể điều chỉnh theo cấp), điều kiện mở máy không quá khó khăn ta nên sử dụng động cơ rôto lồng sóc.

3. Khe hở:

Vì rôto là một khối tròn nên khe hở rất đều. Khe hở trong máy điện không đồng bộ rất nhỏ để hạn chế dòng điện từ hoá lấy từ lưới vào như vậy mới có thể làm cho hệ số công suất của máy cao lên.

2.4 Nguyên lý làm việc:

Máy điện KĐB là loại máy điện xoay chiều làm việc theo nguyên lý cảm điện từ. Khi cho dòng điện 3 pha đi vào dây quấn 3 pha đặt trong lõi sắt stato của máy thì trong máy sinh ra một từ trường quay với tốc độ đồng bộ $n_1 = 60 \cdot f_1 / p$. Trong đó f_1 là tần số dòng điện đưa vào, p là số đôi cực của máy. Từ trường này quét qua dây quấn nhiều pha tự ngắn mạch đặt trên lõi sắt rôto và cảm ứng trong dây quấn đó suất điện động và dòng điện. Từ thông do dòng điện này sinh ra hợp với từ thông của stato tạo thành từ thông khe hở. Dòng điện trong dây quấn rôto tác dụng với từ thông khe hở này sinh ra momen. Tác dụng đó có quan hệ mật thiết với tốc độ quay n của rôto. Với những phạm vi tốc độ khác nhau thì chế độ làm việc của máy cũng khác nhau. Để chỉ phạm vi tốc độ của máy, người ta dùng hệ số trượt s .

$$s\% = (n_1 - n) / n_1 \cdot 100$$

Có 3 phạm vi tốc độ của máy điện KĐB:

- Trường hợp rôto quay thuận và nhanh hơn tốc độ đồng bộ ($n > n_1$ hay $s < 0$). Dùng một động cơ sơ cấp nào đó quay rôto của máy vượt quá tốc độ đồng bộ. Lúc đó chiều của từ trường quay quét qua dây dẫn sẽ ngược lại, suất điện

=====

Đồ án điện tử công suất

động và dòng điện trong dây dẫn rôto cũng đổi chiều nên chiều của momen cũng ngược với chiều quay của n1 nghĩa là ngược chiều quay của rôto nên đó là momen hãm lúc này máy làm việc ở chế độ máy phát điện .

- Trường hợp rôto quay ngược chiều quay của từ trường quay ($n < 0$ hay $s > 1$). Do một nguyên nhân nào đó rôto quay ngược chiều với từ trường quay thì lúc đó chiều quay của suất điện động , dòng điện và momen vẫn giống như lúc ở chế độ động cơ điện. Vì momen sinh ra ngược với chiều quay của rôto nên có tác dụng hãm rôto đứng lại . Máy điện làm việc ở chế độ hãm.

- Trường hợp rôto quay thuận với từ trường quay nhưng tốc độ nhỏ hơn tốc độ đồng bộ ($0 < n < n_1$ hay $1 > s > 0$) . Giả sử chiều quay n_1 của từ trường tổng và của rôto n . Do $n < n_1$, nên từ trường đó vẫn quét qua thanh Dẫn theo chiều quay của từ trường và chiều suất điện động sinh ra có thể xác định theo quy tắc bàn tay phải . Dòng điện sinh ra trong dây quấn rôto cùng chiều với suất điện động và tác dụng với từ trường tổng trong khe hở sinh ra lực F và momen M mà chiều được xác định theo quy tắc bàn tay trái . Momen đó kéo rôto quay theo chiều từ trường quay . Điện năng đưa tới rôto đã biến thành cơ năng trên trục nghĩa là máy điện làm việc ở chế độ động cơ.

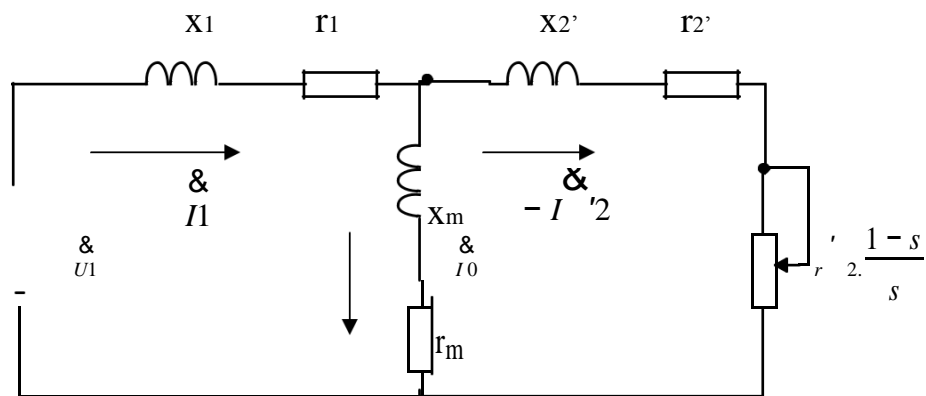
2.5 Mạch điện thay thế của động cơ KĐB

Phương trình thay thế ĐCĐKĐB :

$$u_1 = i_1(R_1 + jX_1) + i_o(R_{th} + jX_{th})$$

$$0 = i_o(R_{th} + jX_{th}) - i_2'(R_2' + jX_2')$$

$$i_1 = i_o + i_2'$$



Hình 1: Sơ đồ mạch điện thay thế của động cơ KĐB

Đồ án điện tử công suất

Trong đó ta có:

- r_1 : điện trở của dây quấn stato
- x_1 : điện kháng tản của dây quấn stato
- r_2' : điện trở của dây quấn roto
- x_2' : điện kháng tản trên dây quấn rot
- r_m : điện trở từ hoá biểu thị sự tổn hao sắt từ
- x_m : điện kháng từ hoá biểu thị sự hỗ cảm giữa stato và roto
- I_1 : dòng điện trong dây quấn stato
- I_2' : dòng điện quy đổi từ rôto sang stato
- I_0 :dòng điện từ hoá sinh ra sức từ động F_0
- s : hệ số trượt của động cơ điện

Ta có $r_2' \cdot (1-s)/s$ là một điện trở giả tưởng đặc trưng cho sự thể hiện công suất cơ trên trục máy.

2.6 Đặc tính cơ ĐCĐKĐB

công suất trượt của động cơ:

$$s = \frac{\omega - \omega_1}{\omega_1}$$

dòng điện stato :

$$I_1 = U_{f1} \left[\frac{1}{\sqrt{R_0^2 + X_0^2}} + \frac{1}{\sqrt{\left(R + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + X_{nm}^2}} \right]$$

Trong đó : $X_{nm} = X_1 + X_2'$:đi ện kháng ngắn mạch stato

Từ trên ta thấy :

$$\begin{aligned} \text{khi } \omega = 0 \quad s=1 : I_1 &= I_{1nm} \\ \omega = \omega_1 \quad s=0 : I_1 &= U_{f1} \left[\frac{1}{\sqrt{R_0^2 + X_{02}}} \right] = I_0 \end{aligned}$$

I_{1nm} :dòng ngắn mạch stato

I_0 :dòng từ hoá có tác dụng tạo ra từ trường quay khi động cơ quay với tốc độ đồng bộ

-dòng điện rôto quy đổi về stato:

Đồ án điện tử công suất

$$I_2' = \frac{U}{\sqrt{(R + R_{12}'/s)^2 + X_{nm}^2}}$$

khi $\omega_1 = \omega, s=0 \Rightarrow I_2' = 0$

khi $\omega = 0, s=1 \Rightarrow I_2' = I_{2nm} = \frac{U}{\sqrt{(R + R_{12}')^2 + X_{nm}^2}}$

Phương trình đặc tính cơ của ĐCKĐB:

ở chế độ động cơ, mô men điện từ đóng vai trò mô men quay, được tính theo:

$$M = M_{dt} = \frac{P_{dt}}{\omega_1}$$

dt

P_{dt} : công suất điện từ được tính theo:

$$P_{dt} = 3 I_2'^2 \frac{R_2'}{s}$$

$$M = \frac{3 I_2'^2 \cdot R_2'}{\omega_1 \cdot s}$$

Thay các giá trị I_2' tính ở trên vào ta có:

$$M = \frac{3 U_1^2 R_2'}{\omega_1 [(R + \frac{R_2'}{s})^2 + X_{NM}^2] \cdot s}$$

Biểu thức trên là phương trình đặc tính cơ của ĐCKĐB. Để tính giá trị tới hạn của M và s ta giải phương trình $dM/dt=0$

$$s_{th} = \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + X_{nm}^2}}$$

$$M_{th} = \frac{3 U_1^2}{2 \omega_1 (R_1 + \sqrt{R_1^2 + X_{nm}^2})}$$

Phương trình đặc tính cơ của động cơ không đồng bộ có thể được biểu diễn:

$$M = \frac{2 \cdot M_{th} (1 + a \cdot s_{th})}{\frac{s}{R_1} + \frac{s_{th}}{s} + 2 \cdot a \cdot s_{th}}$$

Trong đó: $a = \frac{R_2'}{R_1}$

ở vùng có độ trượt nhỏ ($s \ll s_{th}$) tỷ số s/s_{th} nhỏ coi gần đúng $s/s_{th} = 0$ thì đặc tính cơ ở dạng đơn giản hơn

ở các động cơ công suất vừa và lớn: có thể bỏ qua R_1 . Khi đó:

Đồ án điện tử công suất

$$M = \frac{2.M_{th}}{s} s$$

(Nó chính là đường tiếp tuyến với đường đặc tính cơ tại điểm đồng bộ ω)

1) Đối với đặc tính $s > s_{th}$; khi $s \gg s_{th}$ có thể bỏ qua s_{th}/s thì phương trình đặc tính cơ :

$$M = \frac{2.M_{th} s_{th}}{s} \quad \text{và} \quad b = \frac{2.M_{th} s_{th}}{\omega_1 s^2}$$

(Động cơ không làm việc ở đoạn đặc tính này vì độ cứng đặc tính cơ là dương và có độ lớn thay đổi).

3. Các phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ KĐB ba pha:

Cho đến nay, người ta đã nghiên cứu nhiều về vấn đề điều chỉnh tốc độ động cơ KĐB, nhìn chung mỗi phương pháp đều có ưu khuyết điểm của nó và chưa giải quyết được toàn bộ vấn đề như phạm vi điều chỉnh, năng lượng tiêu thụ, độ bằng phẳng khi điều chỉnh, thiết bị sử dụng... Tuy có những khó khăn nhất định trong việc điều chỉnh tốc độ động cơ KĐB nhưng trong những trường hợp nào đó thì phương pháp điều chỉnh tốc độ thích hợp cũng có thể thoả mãn được yêu cầu.

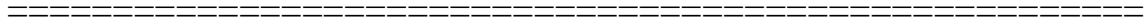
Các phương pháp điều chỉnh chủ yếu được thực hiện :

- trên stato : thay đổi điện áp đưa vào dây quấn stato, thay đổi số đôi cực của dây quấn stato, hay thay đổi tần số nguồn điện.
- trên rôto : thay đổi điện trở rôto hoặc nối tiếp trên mạch rôto một hay nhiều máy điện phụ gọi là nối cấp.

Các phương pháp chủ yếu để điều chỉnh tốc độ động cơ KĐB là:

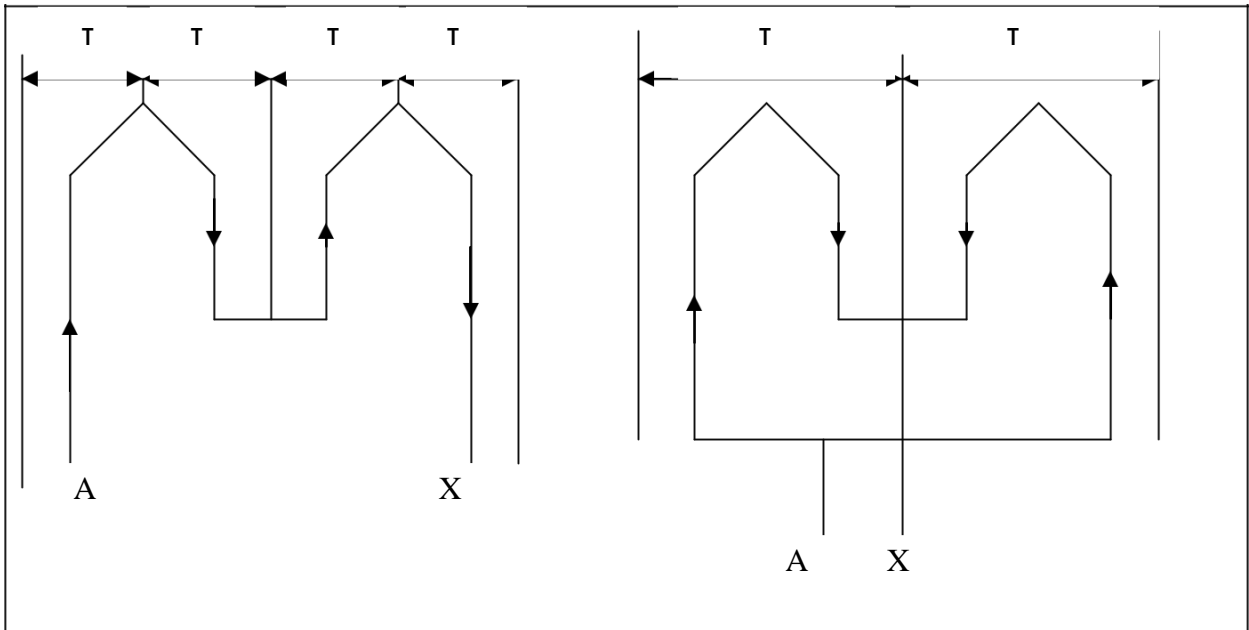
1. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi số đôi cực
2. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thêm điện trở phụ vào mạch rôto
3. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi tần số
4. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp nguồn cấp

Đồ án điện tử công suất



3.1 Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi số đôi cực:

ĐCĐKĐB trong điều kiện làm việc bình thường có hệ số trượt nhỏ , do đó tốc độ DC gần bằng tốc độ đồng bộ $n_1=60f/p$. Khi tần số không đổi thì tốc độ của DC tỷ lệ nghịch với số đôi cực . Do đó khi thay đổi số đôi cực của stato có thể thay đổi được tốc độ.

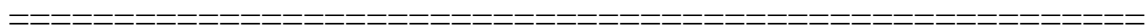


Hình 2:Sơ đồ điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi số đôi cực

Cùng hai cuộn dây , tùy theo cách đấu mà được bước cực khác nhau nghĩa là số cực khác nhau (theo tỷ lệ 2:1) .

Dây quấn stato có thể nối thành bao nhiêu s ố đôi cực khác nhau thì có bấy nhiêu cấp . Vì vậy thay đổi tốc độ chỉ có thể thay đổi từng cấp một , không bằng phẳng .Thường có hai cấp tốc độ gọi là động cơ điện hai tốc độ , cũng có loại ba, bốn tốc độ.

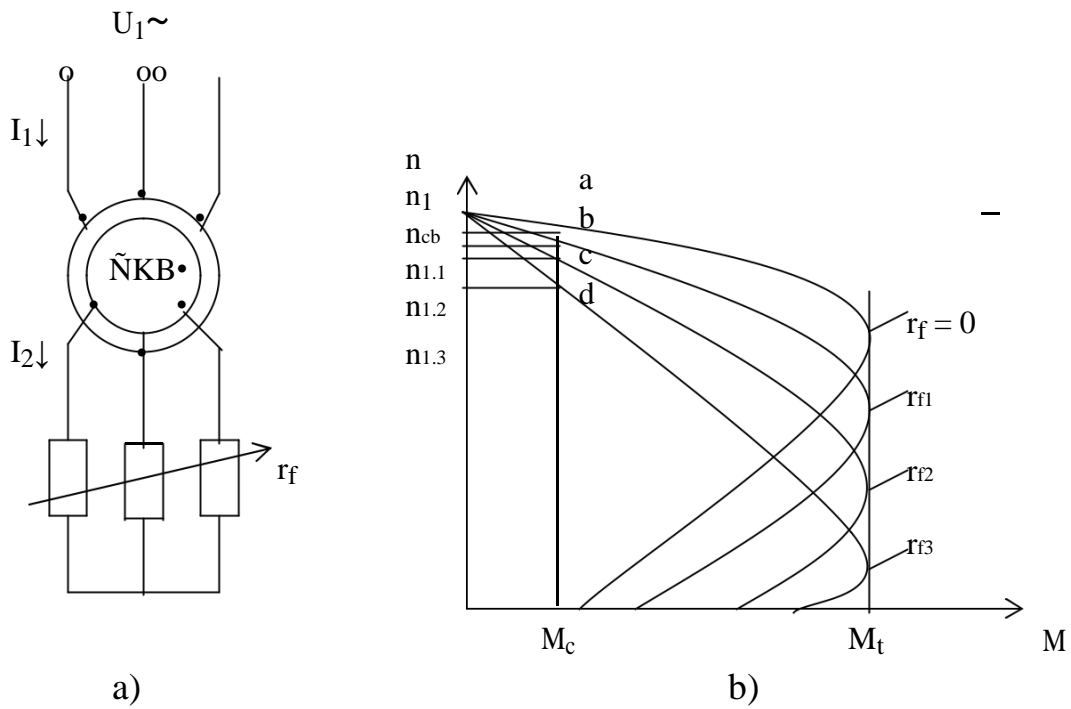
Phương pháp này không dùng cho loại động cơ rôto dây quấn vì dây quấn rôto trong loại động cơ này có số đôi cực bằng số đôi cực của dây quấn stato , do đó khi đấu lại dây quấn stato để có số đôi cực khác nhau thì dây quấn rôto cũng phải đấu lại nên không tiện lợi . Nhưng rôto lồng sóc có thể thích ứng với bất cứ số đôi cực nào của dây quấn stato , do đó thích hợp cho động cơ điện thay đổi số đôi cực để điều chỉnh tốc độ .



Đồ án điện tử công suất

3.2 Điều chỉnh tốc độ bằng cách thêm điện trở phụ vào mạch rôto:

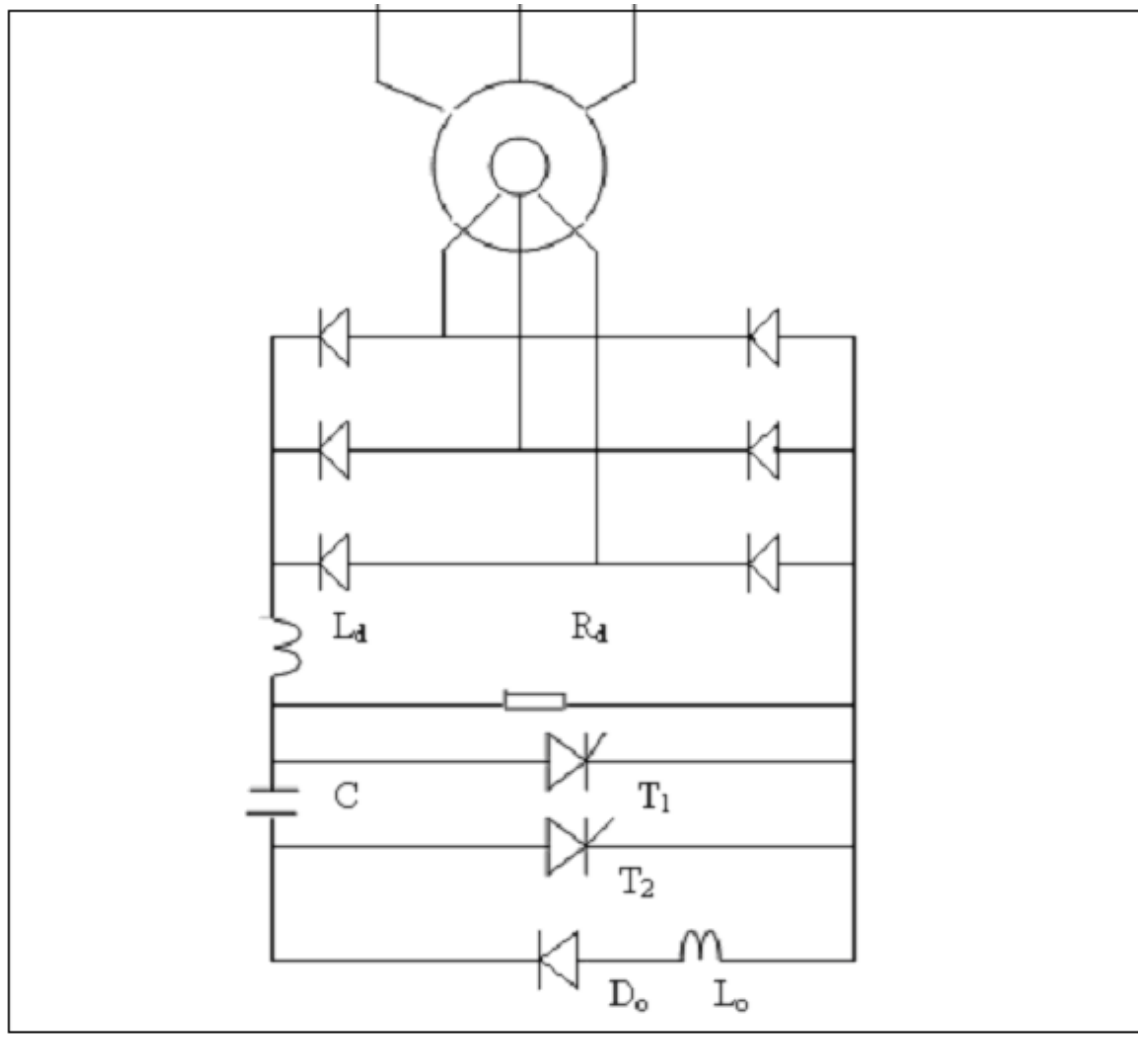
Sơ đồ nguyên lý và đặc tính cơ của động cơ KĐB khi thay đổi điện trở phụ mạch rôto.



Hình a: Sơ đồ nguyên lý

Hình b: Đặc tính cơ của động cơ khi thay đổi điện trở phụ mạch rôto.

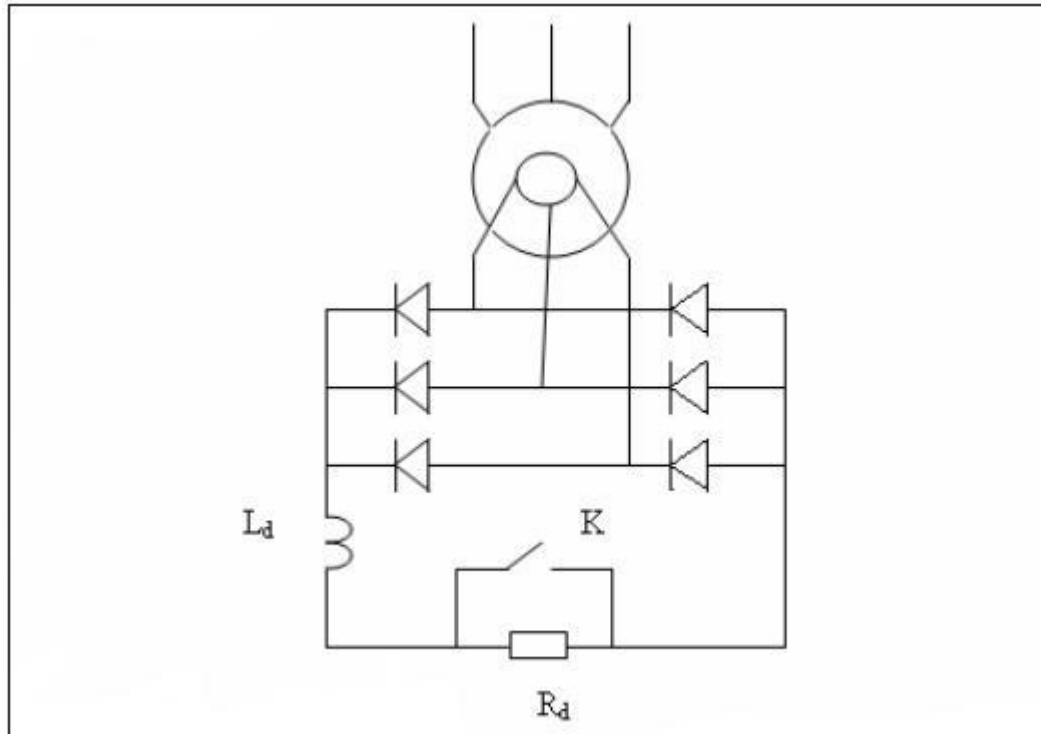
Đồ án điện tử công suất



Hình 3: Sơ đồ nguyên lý điều chỉnh tốc độ điện trở mạch rôto bằng phương pháp xung điện trở

Mạch trên tương ứng với mạch sau:

Đồ án điện tử công suất



Hình 4: Sơ đồ nguyên lý điều chỉnh trở điện trở mạch rôto bằng phương pháp xung điện trở

Hoạt động của khoá bán dẫn tương tự trong mạch điều khiển xung áp một chiều :

- Khi K đóng : R_d bị ngắt ra khỏi mạch
- Khi K mở : R_d được đưa vào mạch

Từ đó ta có giá trị R_e tương đương trong mạch:

$$R_e = R_d t_d / (t_d + t_n) = R_d t_d / T = R_d \rho$$

Trong đó t_d : thời gian đóng

t_n : thời gian ngắt

Điện trở R_e trong mạch một chiều được quy đổi về mạch xoay chiều ba pha ở rôto theo quy tắc bảo toàn công suất tổn hao. Ta có :

Đồ án điện tử công suất

=====

$$R_f = 1/2 R_e = \rho \cdot R_d / 2.$$

Như vậy nhờ điều chỉnh chu kỳ đóng cắt của khoá K mà ta có thể điều khiển tron được điện trở rôto và tốc độ tương ứng .

Theo (1);(2);(3) ở phần 3.1 nhận thấy khi giữ nguyên tần số, điện áp; tăng điện trở mạch rô to $M_{th} = \text{const}$; $\omega_0 = \text{const}$; S_{th} tăng \rightarrow đặc tính cơ tương ứng (hình vẽ)

Xét bản chất vật lý của quá trình:

Giả sử động cơ đang làm việc tại điểm A trên đặc tính cơ tự nhiên với $R_p = 0$;

$$R_2 = R_2 \text{ rô to} + R_p = R_2 \text{ rô to}$$

Khi điện trở ở mạch rooto lên một cấp $R_p \neq 0$ thì R_2 tăng lên

$$R_2 = R_{2\text{roto}} + R_p$$

Như vậy động cơ sẽ chuyển sang làm việc tại điểm B có đặc tính nhân tạo 2

Dòng điện rôto I_2 giảm (do R_2 tăng) nên moomen của động cơ $M_d = \frac{3I_2^2 R_2}{\omega_1 s}$ sẽ

giảm $M_B < M_A = M_c$.

Động cơ bắt đầu giảm tốc độ theo đường đặc tính cơ (2).Cung với quá trình giảm tốc độ, độ trượt s tăng, dẫn đến dòng điện roto I_2 và moomen động cơ M_d tăng theo vì

$$M_D \approx I_2 \approx \frac{E}{\sqrt{\frac{R_2^2}{S} + (2\pi f_1 l_2)^2}}$$

Tới thời điểm D thì moomen động cơ trở lại bằng momen cản M_c ($M_d = M_c = M_d$). Động cơ sẽ làm việc ổn định tại điểm D với tốc độ nhỏ hơn ($\omega_b < \omega_A$)

=====

Đồ án điện tử công suất

Quá trình tăng tốc diễn ra ngược lại khi cắt điện trở phụ R_p , động cơ chuyển điểm làm việc từ D trên đặc tính cơ nhân tạo (2) sang E trên đặc tính cơ di chuyển tự nhiên (1). Vì R_2 giảm nên dòng điện I_2 moomen M_D tăng ($M_D > M_C$) động cơ bắt đầu quá trình tăng tốc. Động cơ tăng tốc làm độ trượt S giảm, dẫn đến dòng điện I_2 rồi moomen động cơ M_D giảm. Tới điểm A thì moomen động cơ M_D giảm trở lại bằng moomen cản M_C . Động cơ làm việc tại điểm A với tốc độ lớn hơn $\omega_A > \omega_B$.

Trường hợp tăng R_2 diễn ra đủ chậm thì động cơ sẽ chuyển đổi điểm làm việc từ điểm A trên đặc tính cơ tự nhiên (1) tới D trên đặc tính nhân tạo 2 qua rất nhiều đặc tính nhân tạo trung gian. Đường chuyển đổi giảm tốc từ ω_A xuống ω_D gần như thẳng đứng. Đường chuyển đổi này sẽ coi là đoạn thẳng nếu điện trở R_2 giảm đều, rất chậm.

Nhận xét :

-Do tính đơn giản của phương pháp nên nó được sử dụng rất nhiều và rộng rãi (Nhưng chỉ có thể áp dụng được cho động cơ dây roto dây quấn) -Phương pháp này chỉ cho điều chỉnh tốc độ về phía giảm

-Tốc độ càng giảm đặc tính cơ càng mềm, tốc độ động cơ càng kém ổn định trước sự lên xuống của moomen tải.

-Dải điều chỉnh phụ thuộc trị số moomen tải. Moomen tải càng nhỏ, dải điều chỉnh càng hẹp.

-Khi điều chỉnh sâu (tốc độ nhỏ) thì độ trượt của động cơ tăng và tổn hao năng lượng khi điều chỉnh càng lớn.

-phương pháp này chỉ có thể điều chỉnh trơn nhờ biến trở nhưng do dòng phản ứng lớn nên thường điều chỉnh theo cấp. Hiện nay nhờ sự phát triển của công nghệ điện tử, bán dẫn công suất lớn việc thay đổi trơn giá trị điện trở (phương

Đồ án điện tử công suất

=====

pháp xung điện trở) đã có thể tiến hành dễ dàng hơn và có khả năng điều chỉnh tự động với hệ thống.

Phương pháp trên chỉ được sử dụng trong điều khiển tốc độ động cơ KĐB rôto dây quấn.

3.3 Điều chỉnh tốc độ động cơ KĐB bằng cách thay đổi tần số nguồn cung cấp:

BBT(Bộ biến tần) : là thiết bị biến đổi dòng điện xoay chiều ở tần số này thành dòng điện xoay chiều ở tần số khác. Với các BBT dùng trong điều chỉnh tốc độ động cơ xoay chiều ngoài việc thay đổi tần số, chúng còn có thể thay đổi cả điện áp lưới cấp.

Tần số nguồn điện cung cấp cho động cơ KĐB quyết định giá trị tốc độ từ

trường quay cũng là tốc độ không tải lý tưởng $n_0 = \frac{60f_1}{p}$ (vòng/phút)

Do vậy bằng cách thay đổi tần số nguồn cung cấp cho phần cảm ta có thể điều chỉnh được tốc độ động cơ.

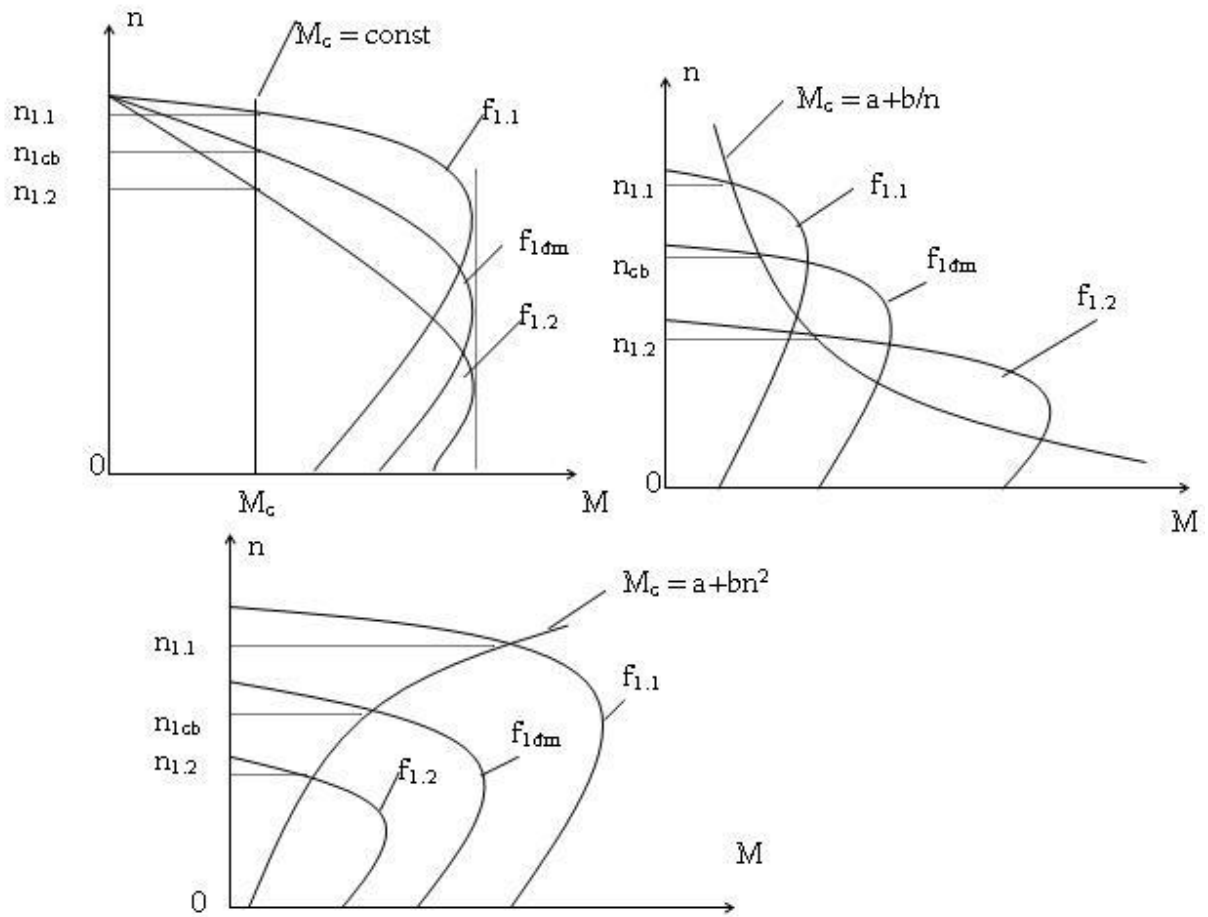
Khi thay đổi tần số f_1 thì tốc độ đồng bộ ω_0 sẽ thay đổi đồng thời điện kháng

X_1, X_2 cũng thay đổi (vì $X = 2\pi f l$) kéo theo sự thay đổi cả độ trượt tới hạn ($S_{th} =$

$\frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + X_{nm}^2}}$) và momen tới hạn M_{th} (theo (1)-3.1) Hình dưới đây biểu thị các

đặc tính cơ nhân tạo khi thay đổi tần số.

Đồ án điện tử công suất



Hình 5: Đặc tính cơ nhân tạo của động cơ KDB

Do điện trở dây quấn nhỏ nên

$$S_{th} = \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + X_2^2}} \sim 1/f_1$$

$$M_{th} = \frac{3U^2}{2\omega_o (R_1 + \sqrt{R_1^2 + X_2^2})} \quad (\approx \frac{3U^2 p}{4\pi f_1 X_{nm}}) \approx 1/f_1^2$$

Khi tần số nguồn f_1 giảm, độ trượt s_{th} và M_{th} đều tăng, nhưng M_{th} tăng nhanh hơn. Do vậy độ cứng của đặc tính cơ tăng lên

Đồ án điện tử công suất

=====
 Cần chú ý rằng, khi thay đổi tần số cụ thể là khi giảm tần số nguồn, cảm kháng giảm ($X_L = 2\pi fL$) và dòng điện sẽ tăng lên. Muốn động cơ không bị quá dòng cần giảm điện áp theo sự giảm tần số.

Người ta chứng minh được rằng khi thay đổi tần số nếu đồng thời điều chỉnh điện áp cấp cho phần cảm sao cho hệ số quá tải $\lambda = \frac{M_{th}}{M_C}$ giữ không đổi

thì động cơ làm việc ở chế độ tối ưu như làm việc với các thông số định mức.

Lại có :

$$M_{th} = \frac{3U_{1ph}^2}{2\omega_o (R_1 + \sqrt{R_1^2 + X_{nm}^2})}$$

đo $R_1 \approx 0 ; \omega_o = \frac{2\pi f_1}{p}, X_{nm}$ tỉ lệ với tần số f_1

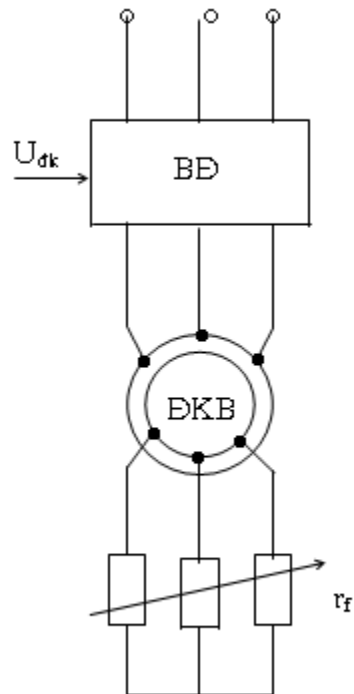
$$M_{th} = \frac{3U_{1ph}^2 \cdot p}{4\pi f_1 (X_1 + X_2')} = A \frac{U_{1ph}^2}{f_1^2}$$

A là hằng số phụ thuộc vào p, L₁, L₂

$$\lambda_M = const \Rightarrow \lambda_M = A \frac{U_{1ph}^2}{f_1^2 M_C}$$

3.4 Điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ bằng cách thay đổi điện áp nguồn cấp:

Đồ án điện tử công suất



Hình 6: Sơ đồ nguyên lý

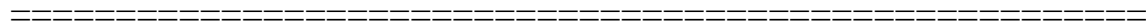
Bộ BĐXC có thể là:

- Một máy biến áp (3 pha) nhiều đầu ra, chuyển mạch đơn giản nhờ các tiếp điểm cơ khí.
- Một máy biến áp tự ngẫu(khi công suất không lớn)
- Bộ biến đổi ACC(Alternative Current Controller) sử dụng các van bán dẫn công suất cho phép điều chỉnh điện áp.

Ta nhận thấy khi giữ nguyên điện trở (R_1), điện kháng (X_1) cuộn stator thay đổi điện áp U_{1ph} điện áp đặt vào stator, thì khi U_{1ph} giảm thì mômen tới hạn sẽ giảm rất nhanh theo bình phương U_{1ph}

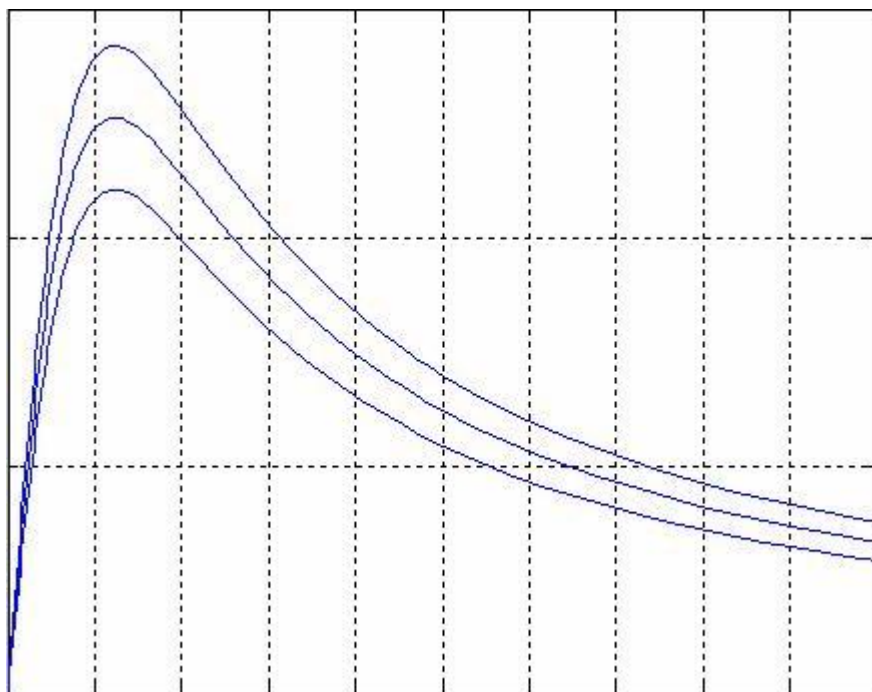
$$M_{th} = \frac{3 \cdot U_{1ph}^2}{2\omega (R_1 + \sqrt{R_1^2 + X_{1m}^2})} \quad (1)$$

Đồ án điện tử công suất



Còn tốc độ đồng bộ $\omega_o = \frac{2\pi f 1}{p}$ (2)

Và tốc độ trượt giới hạn $S_{th} = \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + X_{1m}^2}}$ (3) thì không đổi.



Hình 7: Các đường đặc tính cơ

Nhận xét:

Trên thực tế hầu hết các động cơ KĐB có độ trượt tới hạn (ứng với đặc tính cơ tự nhiên nhỏ nên khi dùng để điều chỉnh tốc độ sẽ bị hạn chế vì dải điều chỉnh rất hẹp. Ngoài ra khi giảm điện áp, mômen còn bị giảm rất nhanh theo bình phương điện áp.

thật vậy, theo công thức (1)

$$\frac{M_{th1}}{M_{th2}} = \frac{(U_1^1)^2}{(U_1)^2} = \frac{U_1^2}{U_{1dm}^2}$$

Đồ án điện tử công suất

Vì lý do trên, phương pháp này ít được sử dụng cho động cơ KĐB rô to lồng sóc mà thường được dùng kết hợp với điều chỉnh điện trở mạch roto đối với động cơ không đồng bộ rô to dây quấn nhằm mở rộng dải điều chỉnh.

Hơn nữa, khi thay đổi điện áp chỉ thực hiện được về phía giảm dưới giá trị định mức nên kéo theo momen tới hạn giảm nhanh theo bình phương điện áp và khi điện áp đặt vào động cơ giảm, momen tới hạn giảm khi tốc độ không tải lý tưởng (tốc độ đồng bộ ω_0) giữ nguyên nên khi giảm tốc độ thì độ cứng đặc tính cơ giảm, độ ổn định tốc độ kém đi.

4. Các phương pháp thay đổi điện trở mạch rôto động cơ KĐB 3 pha rôto dây quấn.

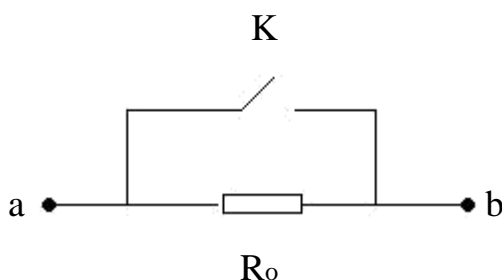
a. Có tiếp điểm:

Phương pháp phân đoạn đóng cắt bằng phương pháp tiếp điểm cơ (công suất nhỏ và vừa) của công tắc cơ.

b. Không tiếp điểm:

Phương pháp xung điện trở

Nguyên tắc làm việc của phương pháp được biểu thị ở hình. Một khoá K mắc song song với một điện trở R_0 .



Hình 8: Sơ đồ đơn giản của phương pháp không tiếp điểm

Khi khoá K mở, điện trở trong mạch là $R_{ab} = R_0$

Đồ án điện tử công suất

=====

Khi khoá K đóng, điện trở trong mạch là $R_{ab} = 0$ s

Nếu thời gian mở đóng của K là t_t và t_k thì giá trị điện trở R_{ab} của mạch theo thời gian sẽ như sau:

$$R_{ab} = \frac{t_t}{t_t + t_k} R_0 = \frac{t_t}{T} R_0 = \delta R_0 \quad \text{với } \delta = \frac{t_t}{T}$$

Khi mạch thay đổi δ từ 0->1 thì điện trở mạch rôto để điều chỉnh tốc độ động cơ điện không đồng bộ. Dòng 3 pha phân ứng (Rôto) được chỉnh lưu qua cầu 3 pha rồi nối qua cuộn kháng L với R_0 sẽ được điều khiển thông qua khoá nhằm thay đổi tron hệ số δ , từ đó sẽ thay đổi được giá trị điện trở phụ mạch rôto một cách liên tục từ 0 đến R_0 và thay đổi được tốc độ động cơ.

Khi $\delta = 1$ thì K thông liên tục $t_t = T$ và $R_p = 0$ động cơ làm việc trên đặc tính cơ tự nhiên.

Khi $\delta = 0$ k khoá liên tục $t_t = 0$ và $R_p = R_0$, động cơ làm việc trên đặc tính cơ nhân tạo thấp nhất.

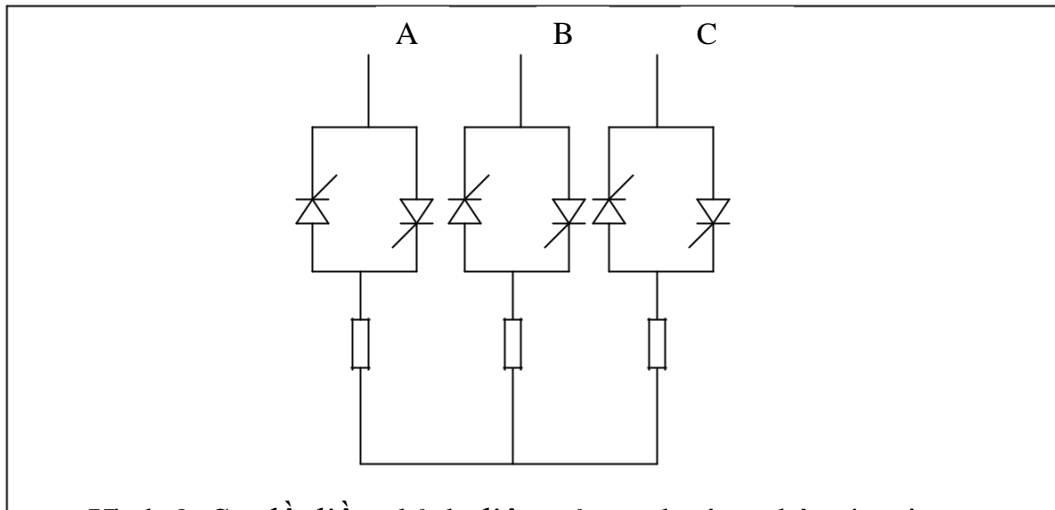
Độ dốc của đặc tính thấp nhất do trị số R_0 quyết định

Cũng có thể điều chỉnh điện trở mạch rôto động cơ KĐB nhờ các thyristor mắc song song ngược hoặc nhờ các triac mắc như hình sau:

=====

Đồ án điện tử công suất

=====



Hình 9: Sơ đồ điều chỉnh điện trở mạch rôto nhờ các triac

c) so sánh ưu nhược điểm và không tiếp điểm:

Tiếp điểm đóng cắt mạch trong các thiết bị điều khiển thương kém bền do va đập cơ, do phóng điện hồ quang làm chảy, rỗ bề mặt và tần số đóng cắt nhỏ do quán tính cơ. Ngoài ra độ tin cậy của thiết bị điều khiển có tiếp điểm kém hơn và độ tin cậy của thiết bị điều khiển có tiếp điểm kém hơn vì có thể đóng cắt không dứt khoát (khi bị hờ, bị dính.)

Thiết bị không có tiếp điểm

-Không có tiếp điểm cơ khí nên bền hơn

-Thông số đầu ra (U,I,t...) không phụ thuộc vào tác động cơ

học -Tuổi thọ lớn

-Tác động nhanh , tần số thao tác lớn

-Dễ dàng tự động hóa điều khiển.

Bên cạnh đó thiết bị không có tiếp điểm còn tồn tại những nhược điểm như:

-Nhạy cảm với nhiễu điện hơn so với loại có tiếp điểm.

=====

Đồ án điện tử công suất

=====

-Chịu ảnh hưởng bởi nhiệt độ.

-Số phần tử cấu thành thiết bị thường nhiều hơn nên phức tạp hơn.

Ta có thể khắc phục được nhờ có hệ thống phản hồi(tốc độ, dòng điện, điện áp) trong điều chỉnh tốc độ, các hệ thống bảo vệ, làm mát cho van lực...

Do đó ta lựa chọn phương pháp điều chỉnh điện trở Rôto không tiếp điểm.

Trong đó có phương án sử dụng các thyristor mắc song song ngược hoác dùng các triac để điều chỉnh $R_{\text{rôto}}$ song ta nhận thấy phương án này so với phương án sử dụng một khoá K (là thyristor hay transistor) thì số lượng van cực điều khiển lớn hơn rất nhiều. Do đó việc tính toán và thiết kế mạch điều khiển sẽ phức tạp hơn, số lượng thiết bị cũng tăng theo cùng chi phí. Hiệu suất lại không cao hơn đáng kể.

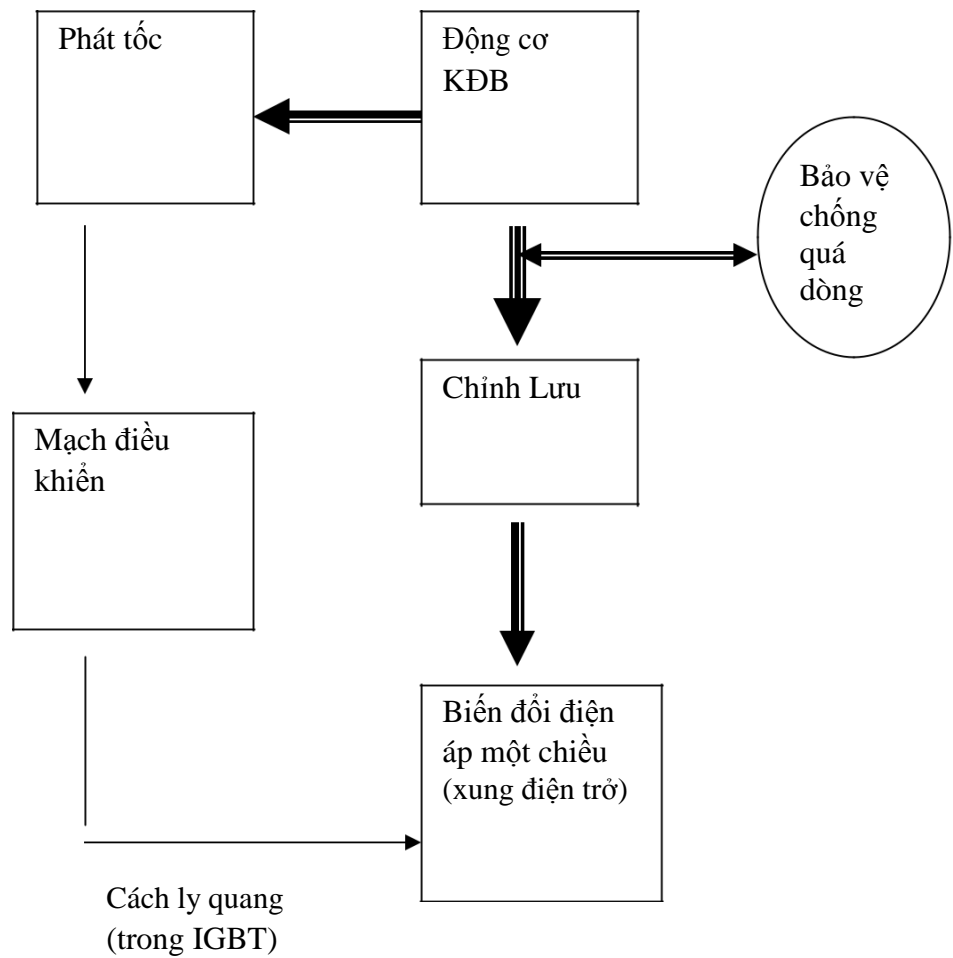
Kết luận: Dựa vào các phân tích trên ta lựa chọn phương án điều chỉnh tốc độ động cơ điện không đồng bộ ba pha loại rôto dây quấn bằng phương pháp thay đổi điện trở roto , sử dụng phương pháp xung điện trở.

5. Ứng dụng của động cơ điện KĐB 3 pha rôto dây quấn.

Vậy phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ KĐB bằng cách thay đổi điện trở rôto được dùng chủ yếu trong các lĩnh vực công nghiệp .

Với loại động cơ có công suất nhỏ $P_{\text{đm}}=15\text{kw}$, $n_{\text{đm}}=715(\text{vòng/phút})$ cho ở đầu bài thì nó được dùng chủ yếu trong các ngành công nghiệp nhẹ để điều chỉnh tốc độ của các loại động cơ như: máy phay, máy bào, máy tiện...

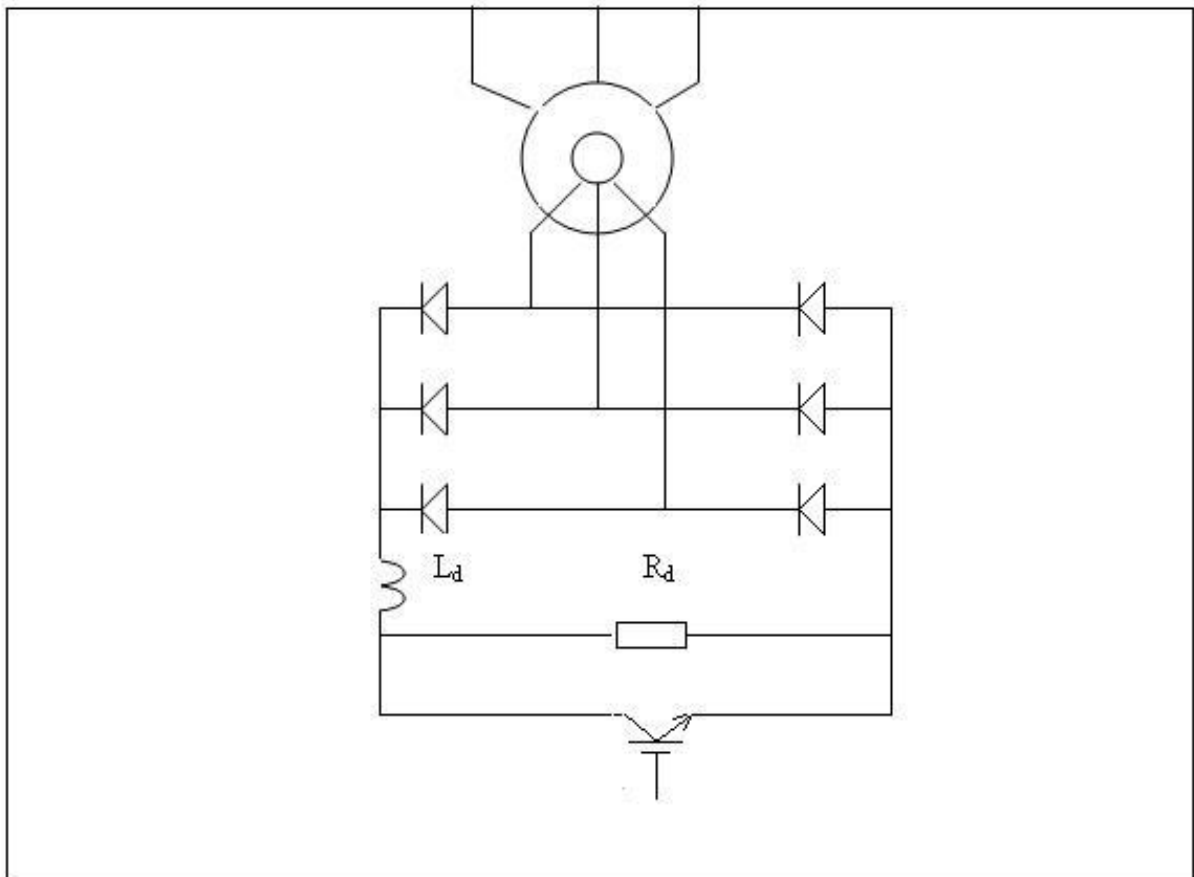
Đồ án điện tử công suất

Phần 2 : Thiết Kế Mạch Lược**1.Sơ đồ khối:**

Hình 10: Sơ đồ khối

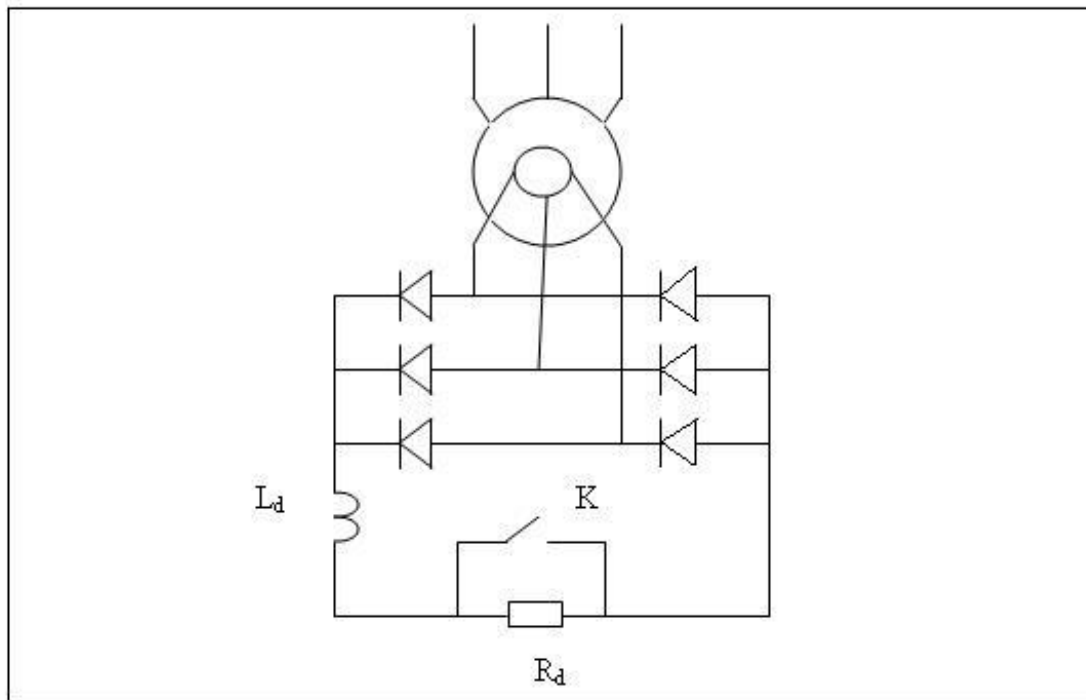
Đồ án điện tử công suất

Từ sơ đồ khối trên ta thấy mạch lực gồm có 2 khâu: chỉnh lưu và biến đổi điện áp một chiều (xung điện trở). Với khâu chỉnh lưu là mạch chỉnh lưu cầu 3 pha không điều khiển. Với khâu biến đổi điện áp xung một chiều ta có thể dùng van là Tiristo hoặc IGBT .Do Tiristo là van điều khiển không hoàn toàn nên khả năng điều khiển hoàn toàn không thực hiện được hơn thế nữa sơ đồ lại phức tạp nên ta chọn van điều khiển là IGBT bởi vì nó là van điều khiển hoàn toàn . Từ đó ta có sơ đồ mạch lực như sau:



Đồ án điện tử công suất

Mạch trên tương ứng với mạch sau:



Hình 11,12: Sơ đồ mạch lực

2. Giải thích sự hoạt động của từng khâu:

a) chỉnh lưu:

Như ta đã biết với mạch chỉnh lưu cầu 3 pha không điều khiển thì điện áp được tạo ra tương đối bằng phẳng có chất lượng tốt nhất trong các so với các mạch chỉnh lưu khác và điện áp này sẽ là nguồn một chiều cấp cho bộ biến đổi điện áp một chiều (bơm xung một chiều).

b) bộ biến đổi điện áp một chiều:

Từ sơ đồ trên ta thấy van ở đây là van điều khiển hoàn toàn IGBT van này được điều khiển bởi một tín hiệu điện áp điều khiển được đưa từ mạch điều khiển vào, qua trình mở và khoá IGBT xảy ra tức thời. Khi điện áp điều khiển tăng từ 0 đến U_G thì IGBT mở còn khi điện áp điều khiển giảm từ U_G xuống $-U_G$ thì IGBT khoá lại (hai quá trình này được bắt nguồn từ mạch điều khiển ta sẽ xét kỹ ở phần thiết kế mạch điều khiển).

Mạch chuyển mạch của khoá bán dẫn như trên ta có thể thay thế bằng một khoá K như hình vẽ trên mà:

- Khi K đóng : R_d bị ngắt ra khỏi mạch
- Khi K mở : R_d được đưa vào mạch

Đồ án điện tử công suất

=====

Từ đó ta có giá trị R_e tương đương trong mạch:

$$R_e = R_d t_d / (t_d + t_n) = R_d \cdot t_d / T = R_d \rho$$

Trong đó t_d : thời gian đóng

t_n : thời gian ngắt

Điện trở R_e trong mạch một chiều được quy đổi về mạch xoay chiều ba pha ở rôto theo quy tắc bảo toàn công suất tổn hao. Ta có:

$$R_f = 1/2 R_e = \rho \cdot R_d / 2.$$

Như vậy nhờ điều chỉnh chu kỳ đóng cắt của khoá K mà ta có thể điều khiển tron được điện trở rôto và tốc độ tương ứng.

3. Tính toán chi tiết các phần tử mạch lực

3.1 Lựa chọn van cho mạch chỉnh lưu

Dựa hai chỉ tiêu chính là:

a) Chỉ tiêu về dòng điện

$$I_{tbv} = (0.2 \text{--} 0.3) I_v$$

I_v : dòng điện trung bình của van được chọn

I_{tbv} : dòng trung bình qua van

$$\text{Có } I_{tbv} = \frac{I_d}{3}$$

$$I_2 = \sqrt{\frac{2}{3}} I_d$$

$$\Rightarrow I_{tbv} = \frac{I_2}{\sqrt{3}} = 6$$

$$I_2 = I_{dm}(\text{rôto}) = 46.7 \text{ (A)}$$

$$\Rightarrow I_{tbv} = \frac{46.7}{\sqrt{3}} = 26.9 \text{ (A)}$$

Ta có công thức: $I_{tbv} = (0.2 \text{--} 0.3) I_v$

Đồ án điện tử công suất

$$\Rightarrow I_v = \frac{I_{tb}}{0.2} = \frac{19.06}{0.2} = 95.3 \text{ A}$$

Tùy theo môi trường làm việc tốt hay xấu mà ta chọn nếu tốt chọn 64A còn nếu xấu ta chọn 95A.

Và ta chọn chế độ làm mát van theo kiểu đối lưu tự nhiên.

b) Kiểm tra chỉ tiêu điện áp.

$$U_v > U_{ngmax} K_{uv}$$

K_u hệ số dự trữ điện áp của điôt trong chỉnh lưu không điều

khiển Ta chọn $K_{uv} \leq \sqrt{3} = 1.73$

Khi chọn hệ số cho Điôt thì thường chọn tương đối bé vậy ta chọn $K_u = 1.3$

$$U_{ngmax} = 2.45 U_2$$

$$U_2 = E_{dm}(\text{rôto}) = 155 \text{ (V)}$$

$$\Rightarrow U_{ngmax} = 2.45 * 155 = 379.75 \text{ (V)}$$

$$U_v > 1.3 * 379.75 = 494 \text{ (V)}$$

Từ đó ta chọn điôt trong điều kiện làm việc tốt có dòng cực đại qua van là 64A và điện áp đặt lên van là lớn hơn 494V. Ta chọn van

$$SW08PCN055 : I_{tb \text{ max}} = 55 \text{ (A)}$$

$$U_{ngmax} = 800 \text{ (V)}$$

3.2. Tính toán cuộn lọc:

Do dòng điện sau chỉnh lưu cầu ba pha khá bằng phẳng nên bộ lọc ta thiết kế chỉ cần bộ lọc điện cảm (một cuộn cảm mắc nối tiếp vào mạch)

$$L = \frac{R_d}{m_{dm} \omega_1} \sqrt{k^2 - 1}$$

$$R_d \text{ Tải có điện trở tương đương } R_d = \frac{U_d}{I_d} = \frac{2.34 * U_2 * 0.816}{I_2}$$

Đồ án điện tử công suất

$$U_2 = E_{dm}(r\acute{o}t\acute{o}) = 155 \text{ (V)}$$

$$I_2 = I_{dm}(r\acute{o}t\acute{o}) = 46.7 \text{ (A)}$$

$$R_d = \frac{2.34 * 155 * 0.816}{46.7} = 6.34(\Omega)$$

Mạch chỉnh lưu cầu ba pha có $k_{dm} = 0,057$

$$\text{Để có } k_{dmr} = 0.006 \quad k_{sb} = \frac{0.057}{0.006} = 9.5$$

$$L = \frac{m \cdot \omega}{dm \cdot 1} \frac{R_d}{6.2 \cdot \pi \cdot 50} \sqrt{k_{sb}^2 - 1} = \frac{6.34}{6.2 \cdot \pi \cdot 50} \sqrt{9.5^2 - 1} = 0.032(H)$$

3.3 chọn van khoá trong bộ biến đổi xung áp 1 chiều:

Công suất động cơ nhỏ 15kw ta có thể chọn khoá IGBT để băm xung (có công cách ly)

Coi sụt áp trên các van không đáng kể

$$U_d = 2,34U_2 = 2,34 * 155 = 362.7 \text{ (V)}$$

$$I_2 = \sqrt{\frac{2I}{3}}^d = 0.816I_d \Rightarrow I_d = \frac{I_2}{0.816} = \frac{46.7}{0.816} = 57.23 \text{ (A)}$$

Vậy ta chọn loại IGBT: **IG4PC40S**

$$I_{max} = 60A$$

$$U_{max} = 600V$$

Chọn chế độ làm mát van theo kiểu đối lưu tự nhiên.

Đồ án điện tử công suất

=====

Phần 3 :Thiết kế mạch điều khiển.

1. Giới thiệu chung:

IGBT là phần tử kết hợp có khả năng đóng cắt nhanh của MOSFET và khả năng chịu tải lớn của transistor trường.

Tiristo chỉ mở cho dòng điện chạy qua khi có điện áp dương đặt lên anôt và xung dương đặt vào cực điều khiển . Sau khi tiriso mở thì xung điều khiển không còn tác dụng ,dòng điện chạy qua T do thông số của mạch động lực quyết định .

Mạch điều khiển có chức năng sau :

- Điều chỉnh được vị trí xung điều khiển trong phạm vi nửa chu kỳ dương của điện áp đặt lên anôt -catôt của T.
- Tạo ra được các xung đủ điều kiện mở được các T (xung điều khiển thường có biên độ từ 2÷10 V , độ rộng $t_x=20\div 200\mu s$, $t_x\leq 10\mu s$ đối với thiết bị biến đổi tần số cao) .

1.1 Yêu cầu chung của mạch điều khiển:

Các yêu cầu chung với mạch điều khiển là:

- Yêu cầu về độ rộng xung điều khiển đó là phải thay đổi được độ rộng xung điều khiển .
- Yêu cầu về độ lớn xung điều khiển.
- Yêu cầu về độ dốc sườn trước của xung (càng cao thì việc mở càng tốt

thông thường $\frac{di}{dt} \geq 0,1A / \mu s$

- Phát xung điều khiển đến các van lực theo đúng pha và với góc điều khiển α cần thiết.
- Đảm bảo phạm vi điều chỉnh góc điều khiển γ_{\min} đến γ_{\max} tương ứng với phạm vi thay đổi điện áp ra tải của mạch lực.
- Cho phép động cơ làm việc với các chế độ đã tính toán như chế độ khởi động, hãm tái sinh, đảo chiều quay...

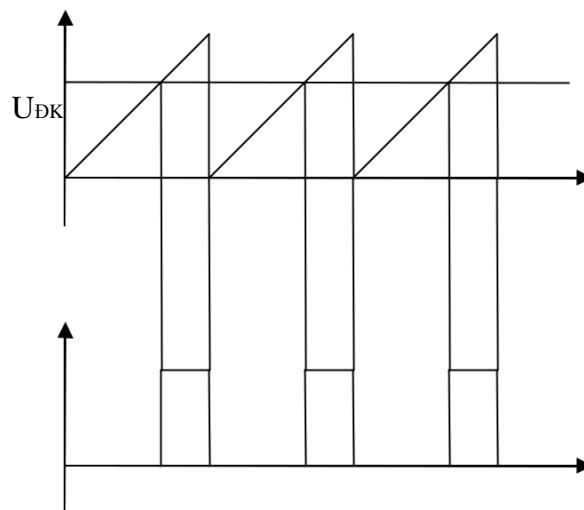
Đồ án điện tử công suất

-
- Có độ đối xứng điều khiển tốt, tức là góc điều khiển với mọi van không vượt quá 1^0 đến 3^0 điện.
 - Có khả năng chống nhiễu công nghiệp tốt: không được gây ra các nhiễu vô tuyến.
 - Độ tác động của mạch điều khiển nhanh.
 - Thực hiện các yêu cầu bảo vệ các van nếu cần như ngắt các xung điều khiển khi có sự cố, thông báo các hiện tượng không bình thường của lưới và bản thân mạch mạch điều khiển .
 - Có độ tin cậy cao

1.2 Nguyên lý chung của mạch điều khiển :

Nguyên tắc chung của mạch điều khiển là so sánh một điện áp một chiều $U_{ĐK}$ thay đổi được với một điện áp tam giác có tần số cao số cao. Điểm cân bằng giữa U_{tg} và $U_{đk}$ sẽ là điểm phát xung điều khiển để mở các van bán dẫn.

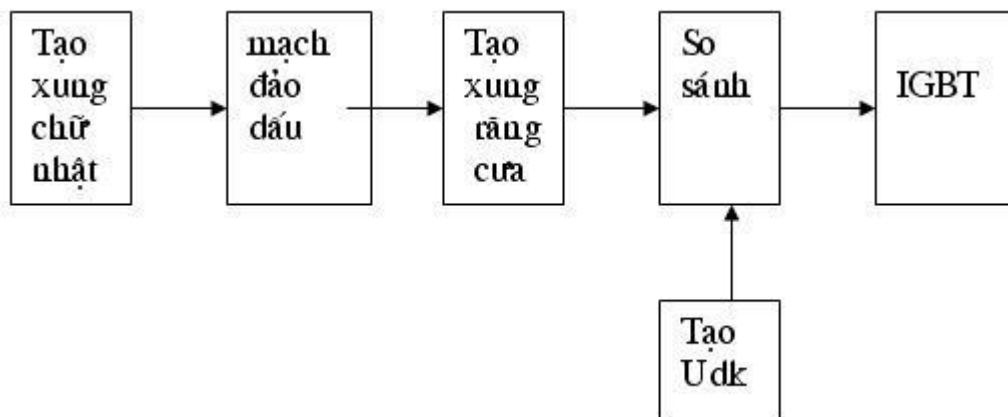
Bằng cách thay đổi $U_{ĐK}$ ta sẽ thay đổi được c độ rộng xung điều khiển trong khi vẫn giữ tần số điều khiển không đổi.



Hình 13: Mạch so sánh điện áp tạo xung chữ nhật

Đồ án điện tử công suất

1.3 Sơ đồ khối mạch điều khiển :

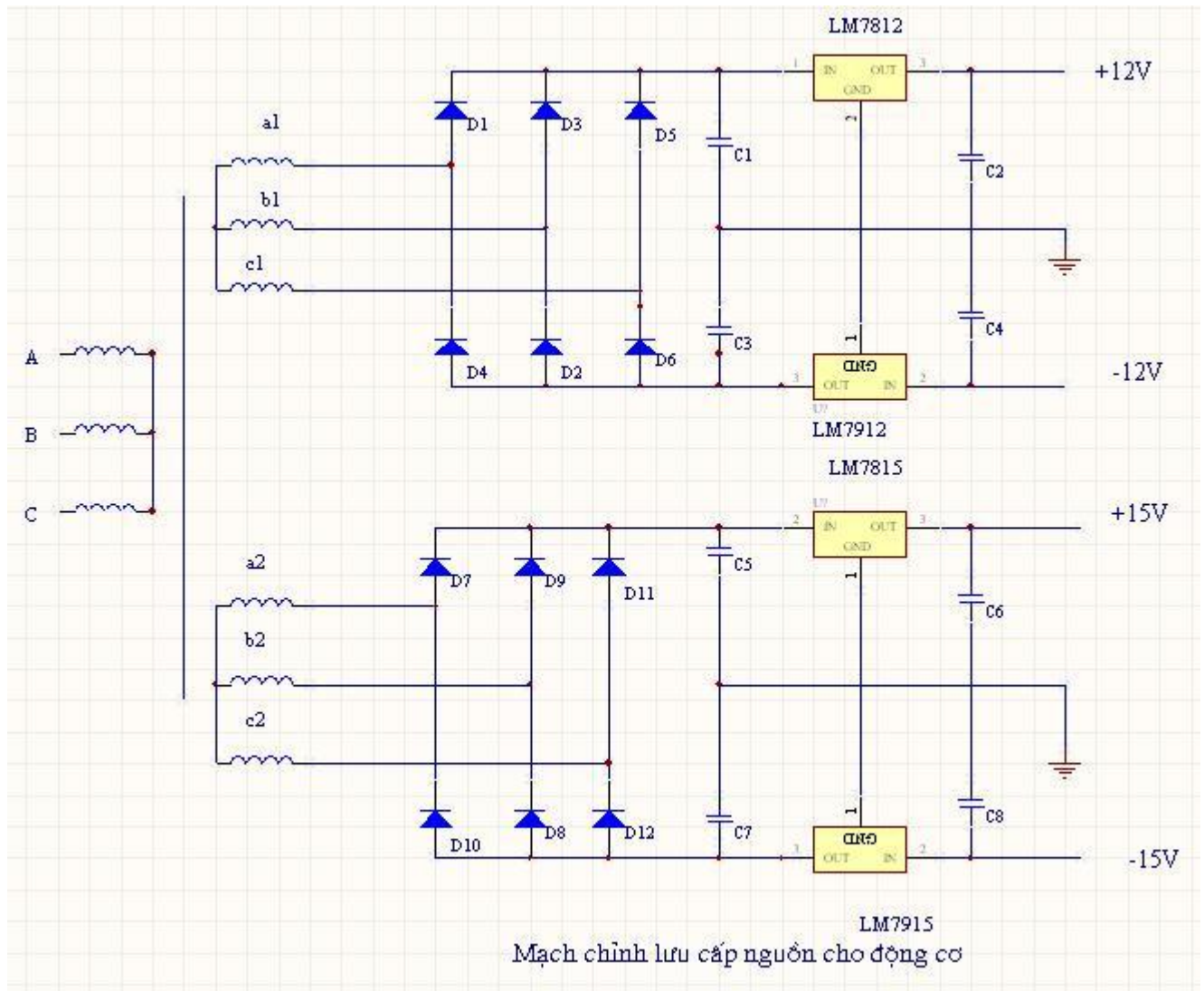


Hình 14: Sơ đồ khối mạch điều khiển

2. Cấu trúc và hoạt động của các khâu trong mạch điều khiển :

2.1. Nguồn nuôi cấp cho mạch điều khiển:

Đồ án điện tử công suất



Hình 15: Mạch chỉnh lưu cấp nguồn cho động cơ

I) Tính toán các tham số cho mạch nguồn nuôi .

Ta cần tạo ra nguồn điện áp ± 12 (V) để cấp cho các cách ly quang, nuôi IC , các bộ điều chỉnh dòng điện, tốc độ và điện áp đặt tốc độ cũng như các bộ lấy phân áp.

Và ta cần điện áp ± 15 (V) để cấp cho các cách ly quang, các nguồn điện áp đóng mở IGBT

Đồ án điện tử công suất

Ta dùng mạch chỉnh lưu cầu 3 pha dùng điôt.

Chọn kiểu máy biến áp 3 pha ,3 trụ ,trên mỗi trụ có 3 cuộn dây :
một cuộn sơ cấp và 2 cuộn thứ cấp .

a.) Cuộn thứ cấp thứ nhất

Ta cần tạo ra nguồn điện áp ± 12 (V) để cấp cho các cách ly quang, nuôi IC , các bộ điều chỉnh dòng điện, tốc độ và điện áp đặt tốc độ cũng như các bộ lấy phân áp.

Để ổn định điện áp ra của nguồn nuôi ta dùng 2 vi mạch ổn áp 7812 và 7912.Điện áp đầu ra của các IC này chọn 12V. Điện áp đầu vào chọn 20V. Điện áp thứ cấp của các cuộn a_1, b_1, c_1 là :

$$U_{21} = \frac{20}{\sqrt{2}} = 14,18(V)$$

Chọn $U_{21}=14(V)$

Để ổn định điện áp ra của nguồn nuôi ta dùng 2 vi mạch ổn áp 7812 và 7912.Các thông số chung của vi mạch này:

Điện áp đầu vào : $U_V = 7\div 35$ (V).

Điện áp đầu ra : $U_{ra} = 12(V)$ với IC 7812.

$U_{ra} = -12(V)$ với IC 7912

Dòng điện đầu ra : $I_{ra} = 0\div 1$ (A).

Tụ điện C_1, C_3 dùng để lọc thành phần sóng dài bậc cao.

Chọn $C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = 470$ (μF) ; $U = 35$ V

b.) Cuộn thứ cấp thứ nhất

Ta cần tạo ra nguồn điện áp ± 15 (V) để cấp cho các cách ly quang, các nguồn điện áp đóng mở IGBT...

Đồ án điện tử công suất

=====

Để ổn định điện áp ra của nguồn nuôi ta dùng 2 vi mạch ổn áp 7815 và 7915. Điện áp đầu ra của các IC này chọn 15V. Điện áp đầu vào chọn 20V. Điện áp thứ cấp của các cuộn a_1, b_1, c_1 là :

$$U_{21} = \frac{20}{\sqrt{2}} = 14,18(V)$$

Chọn $U_{21} = 14(V)$

Để ổn định điện áp ra của nguồn nuôi ta dùng 2 vi mạch ổn áp 7815 và 7915. Các thông số chung của vi mạch này:

Điện áp đầu vào : $U_V = 7 \div 35 (V)$.

Điện áp đầu ra : $U_{ra} = 15(V)$ với IC 7815.

$U_{ra} = -15(V)$ với IC 7915

Dòng điện đầu ra : $I_{ra} = 0 \div 1 (A)$.

Tụ điện C_5, C_7 dùng để lọc thành phần sóng dài bậc cao.

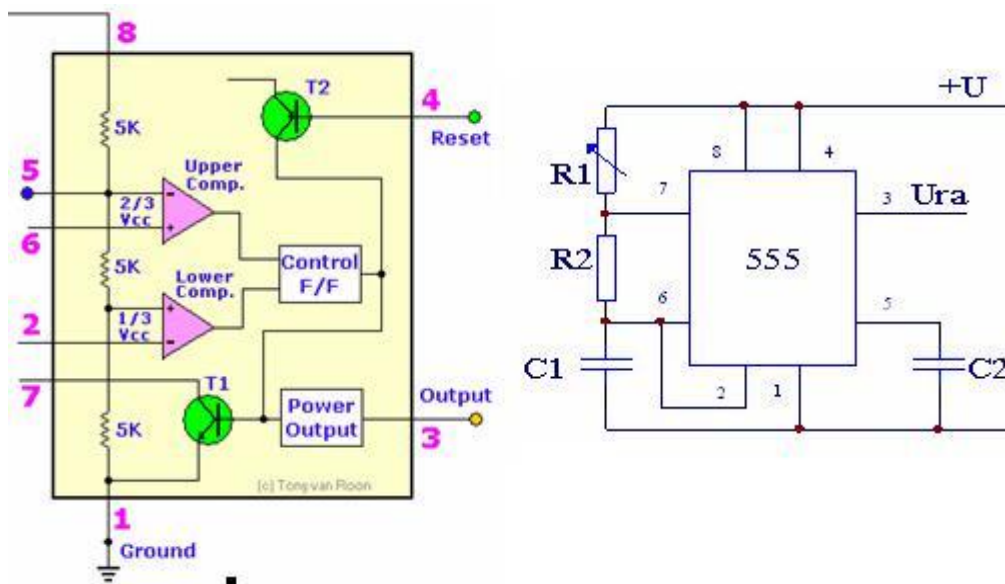
Chọn $C_5 = C_6 = C_7 = C_8 = 470 (\mu F)$

2.2. Khâu tạo dao động:

Để tạo dao động người ta có thể dùng nhiều cách khác nhau. Có thể dùng BJT hay KĐTT để tạo dao động. Tuy nhiên ngày nay người ta thường sử dụng KĐTT để tạo dao động vì mức độ đơn giản cũng như chất lượng và giá thành khá thích hợp. Sơ đồ dưới ta sử dụng IC555 để tạo ra xung chữ nhật :

Sơ đồ nguyên lý :

Đồ án điện tử công suất



Hình 16: Mạch tạo xung chữ nhật dùng IC 555

Chu kỳ xung ra tại chân 3: $T=0,693.C_1(R_1+R_2)$

Tính chu kỳ phóng nạp :

$$\text{Tần số xung : } f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,693 C_1 (R_1 + R_2)}$$

Tần số của xung điều khiển trong sơ đồ này không ảnh hưởng đến sự đóng mở IGBT (*Trong giới hạn cho phép của IGBT*). Nếu ta chọn tần số cao thì dễ dàng cho việc lọc, nhưng mạch điều khiển có tần số cao thì giá thành đắt và khó chế tạo (*nhieu cao*). Vậy ta chọn tần số trung bình trong khoảng 200 – 500 Hz

Trong sơ đồ này ta chọn tần số xung là 400

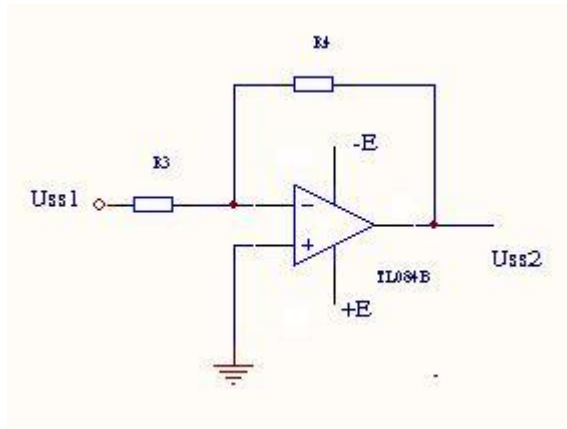
Hz Và chọn tụ điện $C_1 = 0,1 \mu F$

\Rightarrow điện trở $R_1=R_2=18k \Omega$

2.3. Bộ đảo dấu :

Vì ở đây ta sẽ dùng 1 bộ đảo dấu dùng IC thuật toán.

Đồ án điện tử công suất



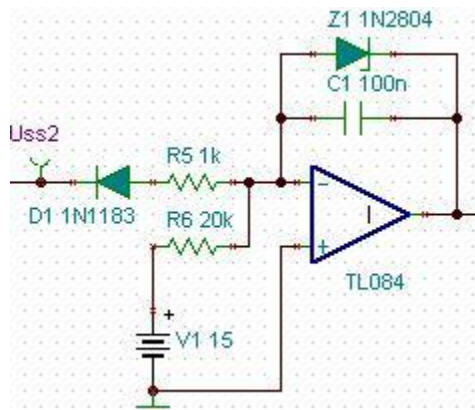
Hình 17: Bộ đảo dấu dùng IC thuần toán

Đây thực chất là 1 bộ đảo với điện áp đầu vào đảo chính là đầu ra của bộ so sánh . Hai điện trở R_3 chọn bằng R_4

$$\text{Ta có } U_{ss2} = -\frac{R_4}{R_3} \cdot U_{ss1} = -U_{ss1}$$

Như vậy U_{ss2} chính là tín hiệu đảo của U_{ss1}

2.4. Khâu tạo xung răng cưa :



Hình 18: Sơ đồ tạo xung răng cưa

Có nhiều phương pháp tạo xung răng cưa như: Dùng Điốt kết hợp với nhiều cuộn dây biến áp lệch pha nhau; dùng Điốt và tụ điện; Dùng Tranzitor và tụ điện; dùng khuếch đại thuật toán và tụ điện. Tuy nhiên chỉ có hai phương pháp sau cùng là được dùng. Tuy thế, nhược điểm chung của các sơ đồ tạo điện áp răng cưa dùng Tranzitor là sự phụ thuộc khá rõ thời điểm mở

Đồ án điện tử công suất

=====

và khoá của các Tran vào điện áp vào cực Bazơ, do vậy điện áp răng cưa cũng ít nhiều bị ảnh hưởng. Mặt khác độ tuyến tính của răng cưa cũng không thật cao. Hiện nay mạch tạo răng cưa sử dụng OA ngày càng được ứng dụng rộng rãi do khắc phục được các nhược điểm trên, hơn nữa giá thành của OA đã khá rẻ chứ không như trước nữa.

Hình trên là một sơ đồ tạo răng cưa có dạng đi xuống dùng một OA.

Nguyên lý hoạt động:

Ở nửa chu kì khi điện áp đầu ra của xung vuông là âm, điốt D₃ dẫn. Sử dụng đặc điểm của OA là điện áp vào cửa đảo và không đảo bằng nhau ta có điện thế của đầu vào đảo bằng 0V do điểm (+) nối với 0V. Lúc đó sơ đồ mạch cho ta thấy:

- Điện áp trên tụ C bằng điện áp ở đầu ra của OA₂: $u_c = u_b$
- Điện áp trên điện trở R₅ bằng điện áp điện áp ở đầu ra của OA₁ (bỏ qua sụt áp trên điốt Đ₁); $u_{r2} = u_a$.

Thông thường mạch thiết kế với điều kiện $R_5 \ll R_6$, dẫn đến $i_{r6} < i_{r5}$, nên để đơn giản khi phân tích, có thể bỏ qua dòng i_{r3} trong giai đoạn này. Như vậy dòng qua tụ điện i_C bằng dòng i_{r2} vì dòng vào cửa (-) của OA vô cùng lớn. Kết hợp những điều trên ta có:

$$u_b = u_c = \frac{1}{C} \int i_c dt = \frac{1}{C} \int i_{R5} dt = \frac{1}{C} \int \frac{U_a}{R} dt = \frac{U_{bh}}{C \cdot R t}$$

Như vậy điện áp trên tụ C cũng như đầu ra tăng trưởng tuyến tính. Khi điện áp này đạt trị số ngưỡng của điốt ổn áp Đ₂ thì điện áp tăng tới trị số +U_{bh}

Ở nửa chu kỳ sau điện áp $U_a > 0$ (OA₁ bao hoà dương : $U_a = +U_{bh}$), điốt Đ₁ khoá nên dòng điện qua R₅ bằng 0. Lúc này dòng qua tụ C bằng dòng

Đồ án điện tử công suất

đi qua điện trở R_6 , dòng điện này ngược chiều với dòng đi qua tụ V

ở nửa chu kỳ trước có nghĩa là tụ C phóng điện:

$$u_b = u_c = U_{oa} - \frac{1}{C} \int i_{R6} dt = U_{oa} - \frac{1}{C} \int \frac{E}{R} dt = U_{oa} - \frac{E}{C \cdot R} t$$

Do đó điện áp trên tụ C , cũng như điện áp ra, giảm xuống tuyến tính. Khi điện áp giảm đến không rồi âm xuống thì điốt Đ2 dẫn theo chiều thuận như các đi ốt thông thường, giữ cho điện áp ở giá trị xấp xỉ 0V.

Từ đây mạch trở lại trạng thái đầu và điện áp nhận được trong một chu kỳ lưới điện áp xoay chiều có dạng răng cưa đi xuống.

2.5. Khâu so sánh (tạo xung điều khiển):

Để xác định thời điểm mở van IGBT ta sẽ so sánh 2 tín hiệu là $U_{tư}$ và $U_{đk}$. Ta sẽ dùng khuếch đại thuật toán để thực hiện nhiệm vụ này bởi vì những lý do sau:

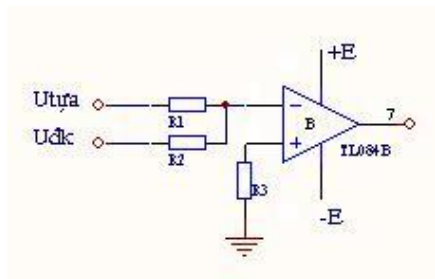
+ Tổng trở vào của OA rất lớn nên không gây ảnh hưởng tới các điện áp đưa vào so sánh, nó có thể tách biệt hoàn toàn chúng để không tác động sang nhau.

+ Tầng vào của OA thường là khuếch đại vi sai, mặt khác số tầng nhiều nên hệ số khuếch đại khá lớn. Vì thế độ chính xác so sánh cao, độ trễ không quá vài μs .

+ Khâu so sánh dùng OA cũng có 2 kiểu đấu các điện áp là so sánh 2 cửa và so sánh 1 cửa.

a) so sánh 1 cửa

Đồ án điện tử công suất



Hình 19a: So sánh 1 cửa

Hai điện áp U_{tua} và U_{dk} được đưa tới cùng 1 cực của OA thông qua 2 điện trở đầu vào $R1, R2$.

Cửa còn lại, để tăng độ chính xác so sánh thì đấu qua điện trở $R3=R1/R2$ xuống đất.

Điểm lặt trạng thái là $U_n=U_p=0$

$$\Leftrightarrow \frac{\frac{U_{tua}}{R1} + \frac{U_{dk}}{R2}}{\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2}} = 0 \Rightarrow U_{dk} = -\frac{R2}{R1} \cdot U_{tua}$$

Biểu thức này cho thấy điện áp ra đảo ngược trạng thái thì 2 điện áp so sánh cần phải trái dấu nhau.

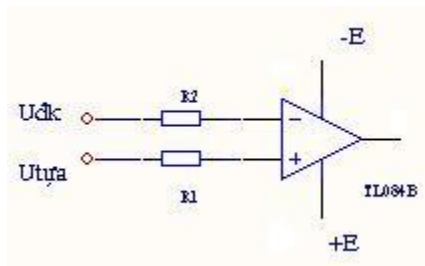
b) So sánh 2 cửa:

U_{dk} và U_{tua} tới 2 cực khác nhau của OA.

Điện áp ra tuân theo quy luật : $U_{ra} = K_o \cdot (U^+ - U^-)$

Với K_o là hệ số khuếch đại của OA

Đồ án điện tử công suất



Hình 19b: So sánh 2 cửa

Điểm lật trạng thái ứng với $U_{trả} = U_{đk}$.

+Khi $U_{trả} > U_{đk}$ thì $U = U_{trả} - U_{đk} > 0 \Rightarrow U_{so\ sánh} = +U_{ra\ max}$.

+Khi $U_{trả} < U_{đk}$ thì $U < 0 \Rightarrow U_{so\ sánh} = -U_{ra\ max}$.

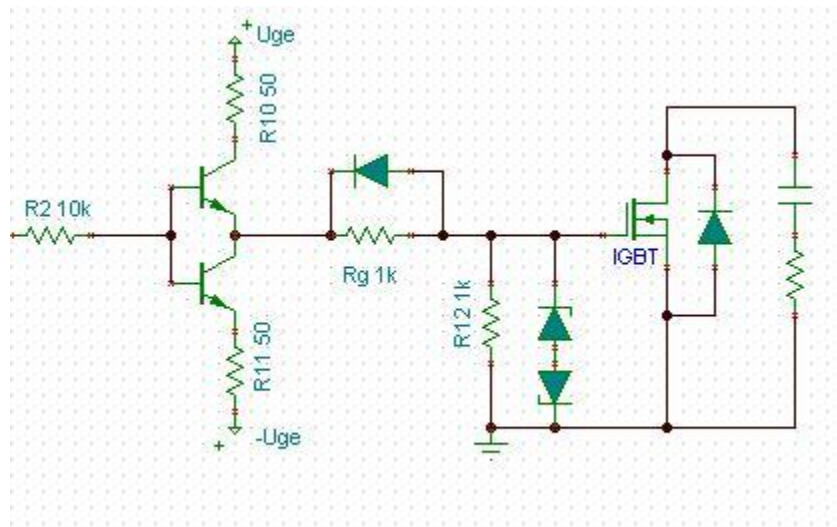
Như vậy các điện áp đưa vào so sánh phải cùng dấu thì mới có hiện tượng thay đổi trạng thái đầu ra. Và độ chênh lệch tối đa giữa 2 cửa trạng thái khi làm việc không được vượt quá giới hạn cho phép của loại OA đã chọn.

Kết luận: Ta sẽ sử dụng sơ đồ so sánh 2 cửa.

2.6. Khâu tạo điện áp đóng mở van:

Vì IGBT là phần tử điều khiển bằng điện áp, giống như MOSFET nên yêu cầu điện áp có mặt liên tục trên cực điều khiển để xác định chế độ khoá, mở.

Đồ án điện tử công suất



Hình 20: Sơ đồ đóng mở mạch điều khiển cho IGBT

Tín hiệu mở có biên độ U_{GE} , tín hiệu khoá có biên độ $-U_{GE}$ cung cấp cho mạch G-E thông qua điện trở R_G, R_P . mạch G-E được bảo vệ bằng Diot ổn áp ở mức khoảng $[-18\text{ V}, +18\text{ V}]$.

Do có tụ ký sinh giữa G và E nên kĩ thuật điều khiển MOSFET có thể được áp dụng, tuy nhiên điện áp khoá phải lớn hơn. Điện áp đóng mở $\pm U_{GE}$ phụ thuộc vào IGBT đã chọn.

Điện trở R_G ảnh hưởng đến tổn hao công suất điều khiển. Điện trở R_G nhỏ, giảm thời gian xác lập tín hiệu điều khiển, giảm ảnh hưởng của $\frac{dU_{CE}}{dt}$, giảm tổn thất năng lượng trong quá trình điều khiển nhưng lại làm mạch điều khiển nhạy cảm hơn với điện cảm ký sinh trong mạch điều khiển.

C_S, R_S là mạch trợ giúp để giảm thời gian đóng mở IGBT.

$$C_S \text{ có trị số } 0.1 \mu\text{F}$$

$$R_S = 10 \pm 33 \Omega$$

$$R_P = 2,2 \text{ K}\Omega$$

$$R_G = 3,3 \pm 27\Omega$$

Đồ án điện tử công suất

=====

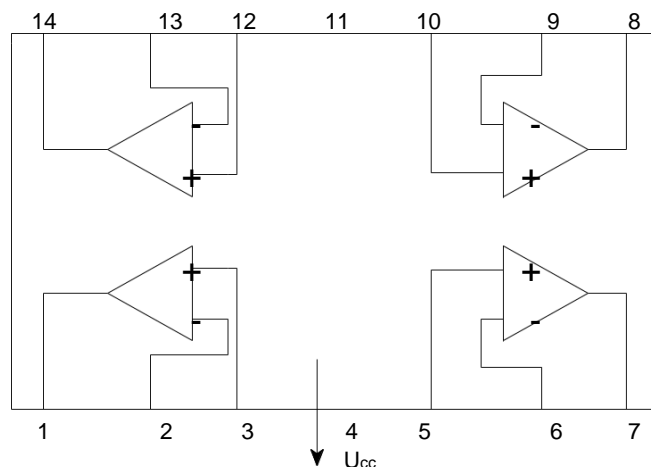
Z_{D1} , Z_{D2} có điện áp ổn áp khoảng 18V.

3. Tính toán chi tiết mạch điều khiển :

Trong toàn bộ sơ đồ mạch ta sử dụng toàn bộ 3 khuếch đại thuật toán .
 ở đây ta sử dụng 1 IC loại TL 084 do hãng TexasInstruments chế tạo,
 mỗi IC này có 4 khuếch đại thuật toán.

Thông số của TL084 :

- +Điện áp nguồn nuôi : $V_{CC} = \pm 15$ (V) chọn $V_{CC} = \pm 12$ (V)
- +Hiệu điện thế giữa hai đầu vào : ± 30 (V)
- +Nhiệt độ làm việc : $T = -25 \div 85^0$ C
- +Công suất tiêu thụ : $P = 680$ (mW) = 0,68 (W)
- +Tổng trở đầu vào : $R_{in} = 10^6$ (M Ω)
- +Dòng điện đầu ra : $I_{ra} = 30$ (pA).
- +Tốc độ biến thiên điện áp cho phép : $du/dt = 13$ (V/ μ s)



Hxnh 1.39 .S- ©ả c h©n IC TL084

Dòng điện vào được hạn chế để $I_{IV} < 1$ (m A).

Đồ án điện tử công suất

3.1. Nguồn nuôi cấp cho mạch điều khiển.

a)Cuộn thứ cấp thứ nhất:

Để ổn định điện áp ra của nguồn nuôi ta dùng 2 vi mạch ổn áp 7812 và 7912.Điện áp đầu ra của các IC này chọn 12V. Điện áp đầu vào chọn 20V. Điện áp thứ cấp của các cuộn a_1, b_1, c_1 là :

$$U_{21} = \frac{U_d}{2} \cdot 0.34 = \frac{20}{2} \cdot 0.34 = 3.4$$

Chọn $U_{21}=9(V)$

Các thông số chung của vi mạch này:

Điện áp đầu vào : $U_V = 7\div 35 (V)$.

Điện áp đầu ra : $U_{ra} = 12(V)$ với IC 7812.

$U_{ra} = -12(V)$ với IC 7912

Dòng điện đầu ra : $I_{ra} = 0\div 1 (A)$.

Tụ điện C_1, C_3 dùng để lọc thành phần sóng dài bậc cao.

Chọn $C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = 470 (\mu F)$;

b)Cuộn thứ cấp thứ hai:

Để ổn định điện áp ra của nguồn nuôi ta dùng 2 vi mạch ổn áp 7815 và 7915.Điện áp đầu ra của các IC này chọn 15V. Điện áp đầu vào chọn 20V. Điện áp thứ cấp của các cuộn a_1, b_1, c_1 là :

$$U_{21} = \frac{U_d}{2} \cdot 0.34 = \frac{20}{2} \cdot 0.34 = 3.4$$

Chọn $U_{21}=9(V)$

Các thông số chung của vi mạch này:

Điện áp đầu vào : $U_V = 7\div 35 (V)$.

Điện áp đầu ra : $U_{ra} = 15(V)$ với IC 7815.

$U_{ra} = -15(V)$ với IC 7915

Dòng điện đầu ra : $I_{ra} = 0\div 1 (A)$.

Đồ án điện tử công suất

Tụ điện C_5, C_7 dùng để lọc thành phần sóng dài bậc cao.

Chọn $C_5 = C_6 = C_7 = C_8 = 470 (\mu F)$

Tính biến áp nguồn :

$$U_{a-1} = 8.547V$$

$$I_{a-1} = 1000mA$$

$$U_{a-2} = 8.547V$$

$$I_{a-2} = 1000mA$$

Tính công suất :

$$P_{2-1} = 3 \cdot U_{2-1} \cdot I_{2-1} = 3 \cdot 8.547 \cdot 1 = 25.641W$$

$$P_{2-2} = 3 \cdot U_{2-2} \cdot I_{2-2} = 3 \cdot 8.547 \cdot 1 = 25.641W$$

Tổng công suất : $P_{\Sigma} = P_{2-1} + P_{2-2} = 51.282W$

\Rightarrow Chọn máy BA có $P = 60W$ Trên thực tế đối với loại MBA có công suất nhỏ ta có tiết diện lõi sắt :

$$S = 1,2 \sqrt{S_{\Sigma}} = 1,2 \sqrt{60} = 9.295cm^2$$

Chọn lá thép E30 với kích thước 30×30 . Với loại biến áp này ta có công

thức

$$W_0 = \frac{K}{S}$$

- W_0 : Số vòng /1V

- K : hệ số kinh nghiệm ($42 \div 60$)

(ở đây ta chọn $K = 50$). Thay số vào ta có :

$$W_0 = \frac{50}{9.295} = 5.38 \text{ vòng/1v}$$

- Số vòng cuộn dây sơ cấp :

$$W_1 = W_0 U_1 = 5.38 \cdot 220 = 1183.6 \text{ vòng}$$

$$W_{2-1} = W_0 \cdot U_{2-1} = 5.38 \cdot 8.54 = 45.9452 \text{ vòng}$$

$$W_{2-2} = W_0 \cdot U_{2-2} = 5.38 \cdot 8.54 = 45.9452 \text{ vòng}$$

Chọn $W_1 = 1200$ vòng

Chọn $W_{21} = 46$ vòng

Chọn $W_{22} = 46$ vòng

- Tính tiết diện dây dẫn:

Chọn MBA có hiệu suất $\eta = 0.85\%$. (Để đơn giản ta xem như điện trở của dây dẫn rất nhỏ)

$$\text{Tỉ số MBA : } k = \frac{W_2}{W_1} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{46}{1200} = 0.0383$$

Đồ án điện tử công suất

=====

$$\Rightarrow I_1 = I_2 * 0.0383 = 1 * 0.0383 = 0.0383 \text{ (A)}$$

Tiết diện dây sơ cấp: $s_1 = \frac{I_1}{J_1} = \frac{0.0383}{2.5} = 0.01532$ ($J_1 = 2.5 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2}$)

Đường kính dây sơ cấp: $d_1 = \sqrt{\frac{4s}{3.14}} = \sqrt{\frac{4 * 0.01532}{3.14}} = 0.14 \text{ (mm}^2\text{)}$

Tương tự ta tính được tiết diện dây và đường kính dây thứ cấp :

$$s_2 = \frac{I_2}{J_2} = \frac{0.4}{2.5}$$

$$d_2 = \sqrt{\frac{4s}{3.14}} = \sqrt{\frac{4 * 0.4}{3.14}} = 0.714 \text{ (mm)}$$

3.2. Khâu tạo dao động :

Tính toán chi tiết các phần tử khâu dao động xung vuông:

Chu kỳ xung ra tại chân 3: $T = 0.693.C_1(R_1 + R_2)$

Chọn tần số xung là 400Hz

Chọn tụ điện $C_1 = 0.1 \mu\text{F}$

\Rightarrow điện trở $R_1 = R_2 = 18 \text{ k}\Omega$

3.3. Khâu đảo dấu :

Đây thực chất là một bộ cộng đảo với R_3

$= R_4$ Khi đó $U_{ss1} = -U_{ss2}$

Chọn $R_4 = R_3 = 10 \text{ k}\Omega$

3.4. Khâu tạo điện áp răng cưa:

Tụ điện C chọn $0.1 \mu\text{F}$. Điốt ổn áp Đ2 chọn theo biên độ điện áp răng cưa:

chọn $U_{oa} = 12 \text{ V}$.

Điện trở R_6 tính từ điều kiện sau thời gian T_{ph} điện áp trên tụ giảm từ

giá trị U_{oa} xuống đến 0

Đồ án điện tử công suất

$$u_c(T_{ph}) = U_{oa} - \frac{E \cdot T_{ph}}{C \cdot R_6} = 0 \quad \text{Rút ra: } R_6 = \frac{E \cdot T_{ph}}{U_{oa} \cdot C} = \frac{15 \cdot 0,669 \cdot 10^{-3}}{12 \cdot 0,1 \cdot 10^{-6}} = 8,3 \cdot 10^3 (\Omega)$$

Vậy ta được giá trị điện trở R_6 là 10K

Do có hạn chế chặt chẽ về thời gian nạp tụ nên ta tính R_2 từ biểu thức nạp cho tụ điện (chứ không bỏ qua như khi phân tích định tính):

$$u_c(t) = \left(\frac{U_{bh} - U_{D1}}{\kappa} - \frac{E}{\kappa} \right) \frac{t}{C}$$

Trong thời gian t_n điện áp trên tụ phải vượt giá trị điện áp ổn áp, suy ra:

$$\left(\frac{U_{bh} - U_{D1}}{\kappa} - \frac{E}{\kappa} \right) \frac{t_n}{R_6 \cdot C} \geq U_{oa}$$

Từ đây ta rút ra R_5 :

$$R_5 \leq \frac{U_{bh} - 0,7}{C \cdot U_{oa}} \frac{E}{E} = \frac{0,1 \cdot 10^{-6} \cdot 5}{0,2 + 20 \cdot 10^3} = 2092,3 (\Omega)$$

Chọn $R_5 = 2K$

3.5. Khâu tạo điện áp so sánh

Chọn điện trở hạn chế dòng vào trước hai cửa của KĐTĐ là $R_3 = R_4 > \frac{U_v}{I_v}$

.Chọn để hạn chế $I_v < 1mA$

$$\Rightarrow R_8 > \frac{12}{10^{-3}} = 12k. \text{ Chọn } R_8 = 20 (k \Omega)$$

điện áp điều khiển ta chọn là 12v lấy từ nguồn tạo ra ở trên. Vậy biến trở R_7 phải thoả mãn:

$$R_7 > \frac{5}{10^{-3}} = 5k \Rightarrow \text{Chọn } R_7 = 5(k \Omega)$$

3.6. Khâu tạo điện áp đóng mở IGBT

Ta sử dụng Tranzito C828 có $\beta = 30$

Đồ án điện tử công suất

ở đây ta mong muốn Tranzito làm việc như một khóa điện tử, đóng mở theo chu kỳ của xung.

- Để Tranzito làm việc ở chế độ mở thông bão hòa cần $I_B > I_C / \beta$

$$\text{Khi Tranzito mở thông bão hòa } I_C = \frac{15 - (-15)}{R_{10} + R_{11}} = \frac{30}{R_{10} + R_{11}}$$

Chọn $R_{10} = R_{11} = 50 \Omega$

$$\boxtimes I_C = 30/100 = 0,3(\text{A}) \Rightarrow I_B > \frac{0,3}{300} = 1(\text{mA})$$

$$\text{Vậy } R_9 = R_B < \frac{U_V}{I_B} = \frac{12V}{1\text{mA}} = 12\text{k} \Omega$$

Chọn $R_9 = 10 \text{ k} \Omega$