



Luận văn

**Thiết kế hệ thống điều chỉnh
thyristor động cơ điện 1
chiều mạch vòng**



LỜI NÓI ĐẦU

Trong thời đại ngày nay, truyền động điện đang ngày càng được ứng dụng rộng rãi trong mọi lĩnh vực của đời sống nhờ những ưu thế của nó như kết cấu gọn nhẹ, độ bền và độ tin cậy cao, tương đối sạch nên không gây ra các vấn đề về môi trường... Bên cạnh đó truyền động điện còn có một ưu thế rất nổi bật, đặc biệt đối với truyền động điện một chiều, là khả năng điều khiển dễ dàng. Chính vì vậy mà truyền động điện một chiều có một vai trò quan trọng trong các dạng truyền động hiện đang dùng, nhất là trong những lĩnh vực đòi hỏi khả năng điều khiển cao như trong các máy sản xuất.

Tuy nhiên, truyền động điện một chiều đòi hỏi phải có nguồn điện một chiều với các cấp điện áp khác nhau là loại nguồn điện phi tuyến tiêu chuẩn trong sản xuất điện năng. Vì vậy, việc tạo ra những bộ nguồn một chiều thích hợp đã và đang là những vấn đề được đặt ra. Trong một số trường hợp, người ta dùng các nguồn điện điện hoá như pin, acquy... Nhược điểm của loại nguồn này là giá thành thường khá cao và tăng nhanh theo công suất. Trong một số trường hợp khác, người ta dùng nguồn máy phát một chiều có khả năng cho công suất lớn nhưng giá thành cũng vẫn khá cao và kết cấu lại cồng kềnh. Ngày nay, cùng với sự phát triển của ngành kỹ thuật bán dẫn, các bộ nguồn một chiều dùng chỉnh lưu bán dẫn ngày càng chiếm ưu thế nhờ có kết cấu gọn nhẹ, hiệu suất và độ tin cậy cao, giá thành hạ, không có tiếng ồn... Cũng chính nhờ có loại nguồn này mà truyền động điện một chiều ngày càng trở nên tiện lợi và được ứng dụng rộng rãi hơn. Và cũng chính vì thế mà việc đi sâu nghiên cứu phân tích các hiện tượng, các quá trình xảy ra trong thiết bị chỉnh lưu bán dẫn, nhằm thiết kế những bộ nguồn chỉnh lưu bán dẫn có hiệu suất và khả năng thích ứng cao đã trở nên hết sức hấp dẫn.

Xuất phát từ những vấn đề mà thực tiễn đặt ra, trong bản đồ án này đã thiết kế và khảo sát các hiện tượng xảy ra trong các bộ nguồn chỉnh lưu điều khiển dùng Thyristor theo sơ đồ cầu một pha cho động cơ điện một chiều công

suất 2,5 kw – 1300 v/p. Trong phạm vi nhiệm vụ được giao của bản đồ án, ngoài việc tính toán các thông số và giá trị cần thiết cho mạch điều khiển.

CHƯƠNG I

GIỚI THIỆU VỀ ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

1.1. Đặt vấn đề

Cùng với sự tiến bộ của văn minh nhân loại chúng ta có thể chứng kiến sự phát triển rầm rộ kể cả về quy mô lẫn trình độ của nền sản xuất hiện đại. Trong sự phát triển đó, ta cũng có thể dễ dàng nhận ra và khẳng định rằng điện năng và máy tiêu thụ điện năng đóng vai trò quan trọng không thể thiếu được nếu không muốn nói là chủ chốt. Nó luôn đi trước một bước làm tiền đề, nhưng cũng là mũi nhọn quyết định sự thành công của cả một hệ thống sản xuất công nghiệp. Không một quốc gia nào, một nền sản xuất nào không sử dụng điện và máy điện.

Do tính ưu việt của hệ thống điện xoay chiều: để sản xuất, truyền tải..., cả máy phát và động cơ điện xoay chiều đều có cấu tạo đơn giản và công suất lớn, dễ vận hành..., máy điện (động cơ điện) xoay chiều ngày càng được sử dụng rộng rãi và phổ biến. Tuy nhiên, động cơ điện một chiều vẫn giữ một vị trí nhất định như trong công nghiệp giao thông vận tải, và nói chung ở các thiết bị cần điều khiển tốc độ quay liên tục trong phạm vi rộng (như trong máy cán thép, máy công cụ lớn, đầu máy điện...). Mặc dù, so với động cơ không đồng bộ để chế tạo động cơ điện một chiều cùng cỡ thì giá thành đắt hơn, do sử dụng nhiều kim loại màu hơn, chế tạo bảo quản cở góp phức tạp hơn... nhưng do những ưu điểm của nó mà máy điện một chiều vẫn không thể thiếu trong nền sản xuất hiện đại.

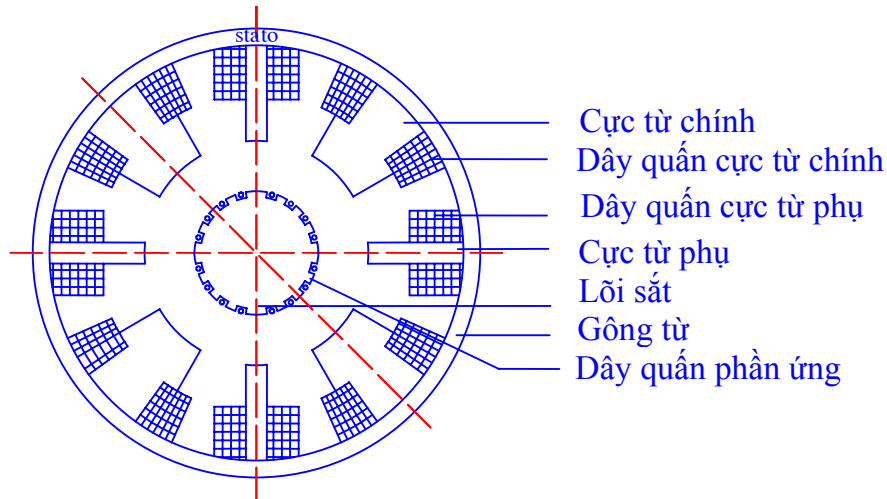
Ưu điểm của động cơ điện một chiều là có thể dùng làm động cơ điện hay máy phát điện trong những điều kiện làm việc khác nhau. Song ưu điểm lớn nhất của động cơ điện một chiều là điều chỉnh tốc độ và khả năng quá tải. Nếu như bản thân động cơ không đồng bộ không thể đáp ứng được hoặc nếu đáp ứng được thì phải chi phí các thiết bị biến đổi đi kèm (như bộ biến tần...) rất đắt tiền thì động cơ điện một chiều không những có thể điều chỉnh rộng và chính xác mà cấu trúc mạch lực, mạch điều khiển đơn giản hơn đồng thời lại

đạt chất lượng cao.

Ngày nay, hiệu suất của động cơ điện một chiều công suất nhỏ khoảng 75% ÷ 85%, ở động cơ điện công suất trung bình và lớn khoảng 85% ÷ 94%. Công suất lớn nhất của động cơ điện một chiều vào khoảng 100000kw điện áp vào khoảng vài trăm cho đến 1000v. Hướng phát triển là cải tiến tính năng vật liệu, nâng cao chỉ tiêu kinh tế của động cơ và chế tạo những máy công suất lớn hơn đó là cả một vấn đề rộng lớn và phức tạp.

1.2. Cấu tạo của động cơ điện một chiều

Động cơ điện một chiều có thể phân thành hai phần chính: phần tĩnh và phần động.



Hình 1-1. Cấu tạo động cơ điện một chiều

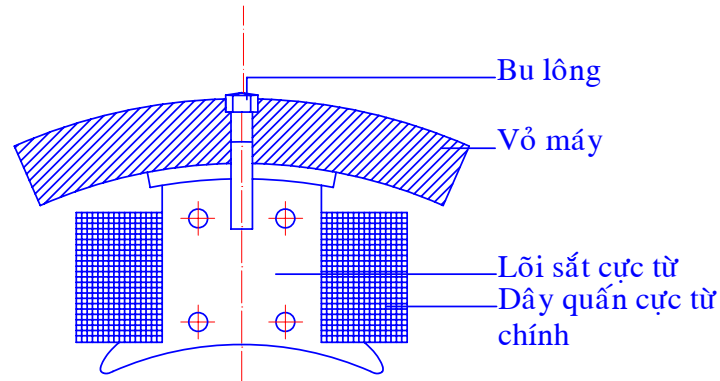
1.2.1. Phần tĩnh hay stator

Là phần đứng yên của máy (hình 1 – 1), bao gồm các bộ phận chính sau:

a) Cực từ chính

Là bộ phận sinh ra từ trường gồm có lõi sắt cực từ và dây quấn kích từ lồng ngoài lõi sắt cực từ. Lõi sắt cực từ làm bằng những lá thép kỹ thuật điện hay thép cacbon dày 0,5 đến 1mm ép lại và tán chặt. Trong động cơ điện nhỏ có thể dùng thép khối. Cực từ được gắn chặt vào vỏ máy nhờ các bulông. Dây

quấn kích từ được quấn bằng dây đồng, và mỗi cuộn dây đều được bọc cách điện kỹ thành một khối tấm sơn cách điện trước khi đặt trên các cực từ. Các cuộn dây kích từ được đặt trên các cực từ này được nối tiếp với nhau như trên (hình 1 - 2).



Hình 1-2. Cấu tạo cực từ chính

b) Cực từ phụ

Cực từ phụ được đặt trên các cực từ chính và dùng để cải thiện đổi chiều. Lõi thép của cực từ phụ thường làm bằng thép khối và trên thân cực từ phụ có đặt dây quấn mà cấu tạo giống như dây quấn cực từ chính. Cực từ phụ được gắn vào vỏ máy nhờ những bulông.

c) Gông từ

Gông từ dùng làm mạch từ nối liền các cực từ, đồng thời làm vỏ máy. Trong động cơ điện nhỏ và vừa thường dùng thép dày uốn và hàn lại. Trong máy điện lớn thường dùng thép đúc. Có khi trong động cơ điện nhỏ dùng gang làm vỏ máy.

d) Các bộ phận khác

Bao gồm:

- Nắp máy: Để bảo vệ máy khỏi những vật ngoài rơi vào làm hư hỏng dây quấn và an toàn cho người khỏi chạm vào điện. Trong máy điện nhỏ và vừa nắp máy còn có tác dụng làm giá đỡ ổ bi. Trong trường hợp này nắp máy thường làm bằng gang.

- Cơ cấu chổi than: để đưa dòng điện từ phần quay ra ngoài. Cơ cấu chổi than bao gồm có chổi than đặt trong hộp chổi than nhờ một lò xo tì chặt lên cổ góp. Hộp chổi than được cố định trên giá chổi than và cách điện với giá. Giá chổi than có thể quay được để điều chỉnh vị trí chổi than cho đúng chỗ. Sau khi điều chỉnh xong thì dùng vít cố định lại.

1.2.2. Phần quay hay rôto

Bao gồm những bộ phận chính sau :

a) Lõi sắt phần ứng

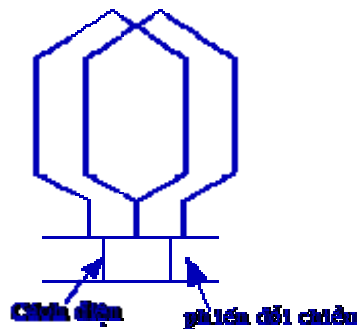
Dùng để dẫn từ, thường dùng những tấm thép kỹ thuật điện dày 0,5mm phủ cách điện mỏng ở hai mặt rồi ép chặt lại để giảm tổn hao do dòng điện xoáy gây nên. Trên lá thép có dập hình dạng rãnh để sau khi ép lại thì đặt dây quấn vào.

Trong những động cơ trung bình trở lên người ta còn dập những lỗ thông gió để khi ép lại thành lõi sắt có thể tạo được những lỗ thông gió dọc trục.

Trong những động cơ điện lớn hơn thì lõi sắt thường chia thành những đoạn nhỏ, giữa những đoạn ấy có để một khe hở gọi là khe hở thông gió. Khi máy làm việc gió thổi qua các khe hở làm nguội dây quấn và lõi sắt.

Trong động cơ điện một chiều nhỏ, lõi sắt phần ứng được ép trực tiếp vào trục. Trong động cơ điện lớn, giữa trục và lõi sắt có đặt giá rôto. Dùng giá rôto có thể tiết kiệm thép kỹ thuật điện và giảm nhẹ trọng lượng rôto.

b) Dây quấn phần ứng



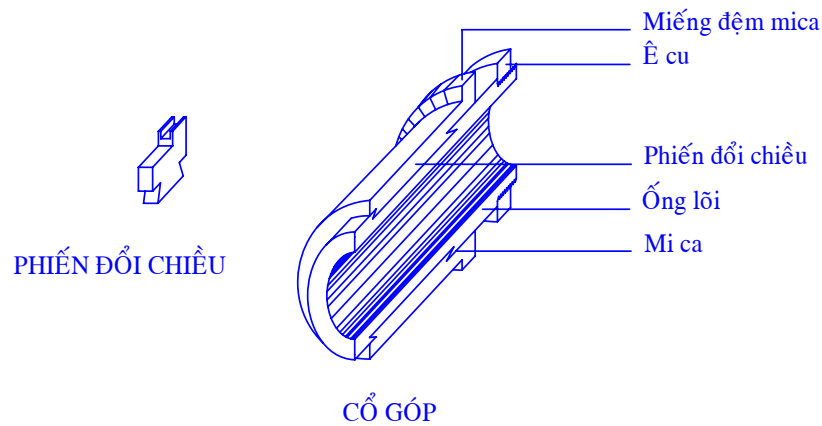
Hình 1-3. Sơ đồ cách quấn dây

Dây quấn phản ứng là phần phát sinh ra suất điện động và có dòng điện chạy qua. Dây quấn phản ứng thường làm bằng dây đồng có bọc cách điện. Trong máy điện nhỏ có công suất dưới vài kw thường dùng dây có tiết diện tròn. Trong máy điện vừa và lớn thường dùng dây tiết diện chữ nhật. Dây quấn được cách điện cẩn thận với rãnh của lõi thép.

Để tránh khi quay bị văng ra do lực li tâm, ở miệng rãnh có dùng nêm để đẽ chặt hoặc đai chặt dây quấn. Nêm có làm bằng tre, gỗ hay bakelit.

c) Cổ góp

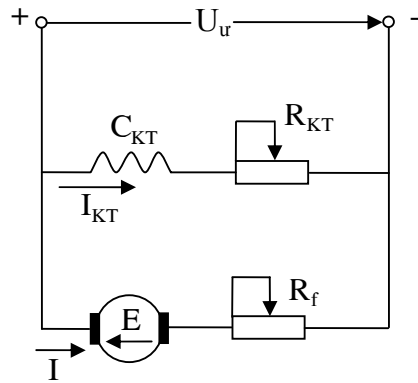
Dùng để đổi chiều dòng điện xoay chiều thành một chiều. Cổ góp gồm nhiều phiến đồng có được mạ cách điện với nhau bằng lớp mica dày từ 0,4 đến 1,2 mm và hợp thành một hình trụ tròn. Hai đầu trục tròn dùng hai hình ốp hình chữ V ép chặt lại. Giữa vành ốp và trụ tròn cũng cách điện bằng mica. Đuôi vành góp có cao lên một ít để hàn các đầu dây của các phần tử dây quấn và các phiến góp được dễ dàng như trên (hình 1 – 4).



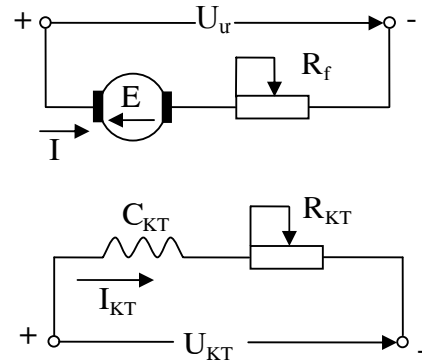
Hình 1- 4. Cấu tạo cổ góp

1.3. Đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập

Khi nguồn điện một chiều có công suất vô cùng lớn và điện áp không đổi thì mạch kích từ thường mắc song song với mạch phản ứng, lúc này động cơ được gọi là động cơ kích từ song song (hình 1- 5).



Hình 1-5. Sơ đồ nối dây của động cơ kích từ song song



Hình 1-6. Sơ đồ nối dây của động cơ kích từ độc lập

Khi nguồn điện một chiều có công suất không đủ lớn thì mạch điện phân ứng và mạch kích từ mắc vào hai nguồn một chiều độc lập với nhau (hình 1-6), lúc này động cơ được gọi là động cơ kích từ độc lập.

❖ Phương trình đặc tính cơ

Theo sơ đồ (hình 1-6), có thể viết phương trình cân bằng điện áp của mạch phân ứng như sau:

$$U_u = E_u + (R_u + R_f).I_u \quad (1-1)$$

Trong đó:

U_u : điện áp phân ứng (V),

E_u : sức điện động phân ứng (V),

R_u : điện trở của mạch phân ứng (Ω),

R_f : điện trở phụ trong mạch phân ứng (Ω),

I_u : dòng điện mạch phân (A).

Với: $R_u = r_u + r_{cf} + r_b + r_{ct}$

r_u : điện trở cuộn dây phân ứng,

r_{cf} : điện trở cuộn cực từ phụ,

r_b : điện trở cuộn bù,

r_{ct} : điện trở tiếp xúc của chổi điện.

Sức điện động E_u của phần ứng động cơ được xác định theo biểu thức:

$$E_u = \frac{p \cdot N}{2 \cdot \pi \cdot a} \Phi \cdot \omega = K \Phi \cdot \omega \quad (1 - 2)$$

Trong đó: $K = \frac{p \cdot N}{2 \pi a}$ - hệ số cấu tạo của động cơ,

p – số đôi cực từ chính,

N – số thanh dẫn tác dụng của cuộn dây phần ứng,

a – số đôi mạch nhánh song song của cuộn dây phần ứng,

Φ - từ thông kích từ dưới một cực từ W_b ,

ω - tốc độ góc, rad/s .

Nếu biểu diễn sức điện động theo tốc độ quay n (vòng/ phút) thì:

$$E_u = K_e \Phi \cdot n \quad (1 - 3)$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60}$$

Vì vậy $E_u = \frac{p \cdot N}{60 \cdot a} \cdot \Phi \cdot n$

$K_e = \frac{p \cdot N}{60 \cdot a}$: Hệ số sức điện động của động cơ,

$$K_e = \frac{K}{9,55} \approx 0,105 K$$

Từ công thức (1 - 1) và (1 - 2) ta có:

$$\omega = \frac{U_u}{K \Phi} - \frac{R_u + R_f}{K \Phi} \cdot I_u \quad (1 - 4)$$

Biểu thức (1 - 4) là phương trình đặc tính cơ điện của động cơ. Mặt khác, mômen điện từ M_{dt} của động cơ được xác định bởi:

$$M_{dt} = K\Phi \cdot I_u \quad (1-5)$$

Suy ra
$$I_u = \frac{M_{dt}}{K\Phi}$$

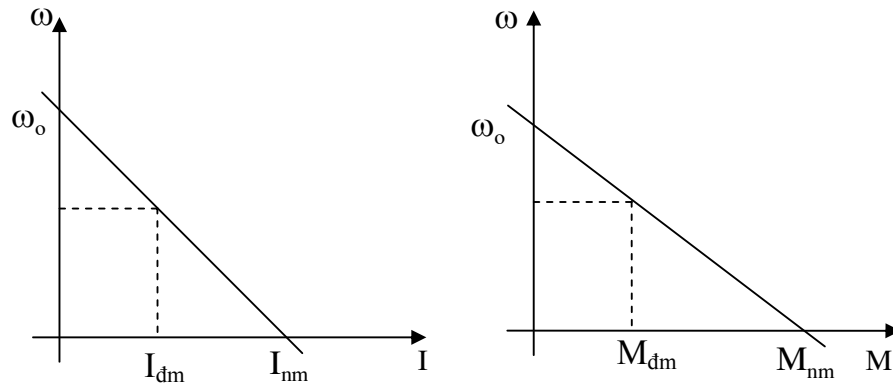
Thay giá trị I_u vào (1-4) ta được:

$$\omega = \frac{U_u}{K\Phi} - \frac{R_u + R_f}{(K\Phi)^2} M_{dt} \quad (1-6)$$

Nếu bỏ qua các tổn thất cơ và tổn thất thép thì mômen cơ trên trục động cơ bằng mômen điện từ, ta ký hiệu là M , nghĩa là $M_{dt} = M_{cơ} = M$.

$$\omega = \frac{U_u}{K\Phi} - \frac{R_u + R_f}{(K\Phi)^2} M \quad (1-7)$$

Đây là phương trình đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập.



Hình 1- 7. Đặc tính cơ điện và đặc tính cơ cơ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập.

Giả thiết phản ứng được bù đủ, từ thông $\Phi = \text{const}$, thì các phương trình đặc tính cơ điện (1 - 4) và phương trình đặc tính cơ (1 - 7) là tuyến tính. Đồ thị của chúng được biểu diễn trên (hình 1 - 7).

Theo các đồ thị trên, khi $I_u = 0$ hoặc $M = 0$ ta có :

$$\omega = \frac{U_u}{K\Phi} = \omega_o$$

ω_o được gọi là tốc độ không tải lý tưởng của động cơ. Còn khi $\omega = 0$ ta có:

$$I_u = \frac{U}{R_u + R_f} = I_{nm}$$

và
$$M = K\Phi \cdot I_{nm} = M_{nm}$$

I_{nm} , M_{nm} được gọi là dòng điện ngắn mạch và mômen ngắn mạch,

Mặt khác, phương trình đặc tính (1 - 4) và (1 - 7) cũng có thể được viết ở dạng:

$$\omega = \frac{U_u}{K\Phi} - \frac{R \cdot I}{K\Phi} = \omega_o - \Delta\omega,$$

$$\omega = \frac{U_u}{K\Phi} - \frac{R \cdot M}{(K\Phi)^2} = \omega_o - \Delta\omega$$

Trong đó
$$R = R_u + R_f, \quad \omega_o = \frac{U_u}{K\Phi}$$

$$\Delta\omega = \frac{R}{K\Phi} \cdot I_u = \frac{R}{(K\Phi)^2} \cdot M$$

$\Delta\omega$ được gọi là độ sụt tốc độ ứng với giá trị của M .

CHƯƠNG II

CÁC PHƯƠNG PHÁP CƠ BẢN ĐỂ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

2.1. Khái niệm chung

Về phương diện điều chỉnh tốc độ, động cơ điện một chiều có nhiều ưu việt hơn so với loại động cơ khác, không những nó có khả năng điều chỉnh tốc độ dễ dàng mà cấu trúc mạch lực, mạch điều khiển đơn giản hơn đồng thời lại đạt chất lượng điều chỉnh cao trong dải điều chỉnh tốc độ rộng.

Thực tế, có hai phương pháp cơ bản để điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều:

- Điều chỉnh điện áp cấp cho phần ứng động cơ,
- Điều chỉnh điện áp cấp cho mạch kích từ động cơ.

Cấu trúc phần lực của hệ truyền động điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều bao giờ cũng cần có bộ biến đổi. Các bộ biến đổi này cấp cho mạch phần ứng động cơ hoặc mạch kích từ động cơ. Cho đến nay, trong công nghiệp sử dụng bốn biến đổi chính:

- Bộ biến đổi máy điện gồm: động cơ sơ cấp kéo máy phát một chiều hoặc máy điện khuếch đại (KĐM).

- Bộ biến đổi điện từ: Khuếch đại từ (KĐT),
- Bộ biến đổi chỉnh lưu bán dẫn: chỉnh lưu Thyristor (CLT),
- Bộ biến đổi xung áp một chiều: tiristo hoặc tranzito (BBĐXA).

Tương ứng với việc sử dụng các bộ biến đổi mà ta có các hệ truyền động như:

- Hệ truyền động máy phát - động cơ (F - D),
- Hệ truyền động máy điện khuếch đại - động cơ (MĐKĐ - Đ),
- Hệ truyền động khuếch đại từ - động cơ (KĐT - Đ),

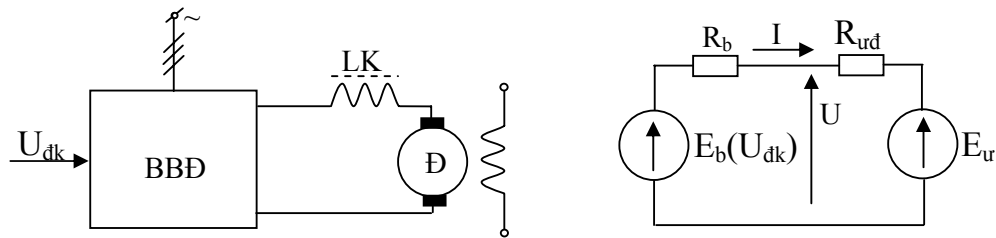
- Hệ truyền động chỉnh lưu Thyristor - động cơ (T - Đ),
- Hệ truyền động xung áp - động cơ (XA - Đ).

Theo cấu trúc mạch điều khiển các hệ truyền động, điều chỉnh tốc độ động cơ một chiều có loại điều khiển theo mạch kín (ta có hệ truyền động điều chỉnh tự động) và loại điều khiển mạch hở (hệ truyền động điều khiển “hở”). Hệ điều chỉnh tự động truyền động điện có cấu trúc phức tạp, nhưng có chất lượng điều chỉnh cao và dải điều chỉnh rộng hơn so với hệ truyền động “hở”.

Ngoài ra, các hệ truyền động điều chỉnh tốc độ động cơ một chiều còn được phân loại theo truyền động có đảo chiều quay và không đảo chiều quay. Đồng thời tùy thuộc vào các phương pháp hãm, đảo chiều mà ta có truyền động làm việc ở một góc phần tư, hai góc phần tư, và bốn góc phần tư.

2.2. Phương pháp điều chỉnh điện áp cấp cho phần ứng động cơ

Để điều chỉnh điện áp phần ứng động cơ một chiều cần có thiết bị nguồn như máy phát điện một chiều kích từ độc lập, các bộ chỉnh lưu điều khiển... Các thiết bị nguồn này có chức năng biến năng lượng điện xoay chiều thành một chiều có sức điện động E_b điều chỉnh nhờ tín hiệu điều khiển U_{dk} . Vì nguồn có công suất hữu hạn so với động cơ nên các bộ biến đổi này có điện trở trong R_b và điện cảm L_b khác không.



Hình 2-1. Sơ đồ và sơ đồ thay thế ở chế độ xác lập

Ở chế độ xác lập có thể viết được phương trình đặc tính của hệ thống như sau:

$$E_b - E_r = I_r \cdot (R_b + R_{rd})$$

$$\omega = \frac{E_b}{K \cdot \Phi_{Dm}} - \frac{R_b + R_{rd}}{K \cdot \Phi_{Dm}} \cdot I_r \quad (2-1)$$

$$\omega = \omega_o (U_{dk}) - \frac{M}{|\beta|}$$

Vì từ thông của động cơ được giữ không đổi nên độ cứng đặc tính cơ cũng không đổi, còn tốc độ không tải lý tưởng thì tùy thuộc vào giá trị điện áp điều khiển U_{dk} của hệ thống, do đó có thể nói phương pháp điều chỉnh này là triệt để.

Để xác định giải điều chỉnh tốc độ ta để ý rằng tốc độ lớn nhất của hệ thống bị chặn bởi đặc tính cơ cơ bản, là đặc tính ứng với điện áp phần ứng định mức và từ thông cũng được giữ ở giá trị định mức. Tốc độ nhỏ nhất của dải điều chỉnh bị giới hạn bởi yêu cầu về sai số tốc độ và về mômen khởi động. Khi mômen tải là định mức thì các giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của tốc độ là:

$$\omega_{max} = \omega_{o max} - \frac{M_{Dm}}{|\beta|} \quad (2-2)$$

$$\omega_{min} = \omega_{o min} - \frac{M_{Dm}}{|\beta|}$$

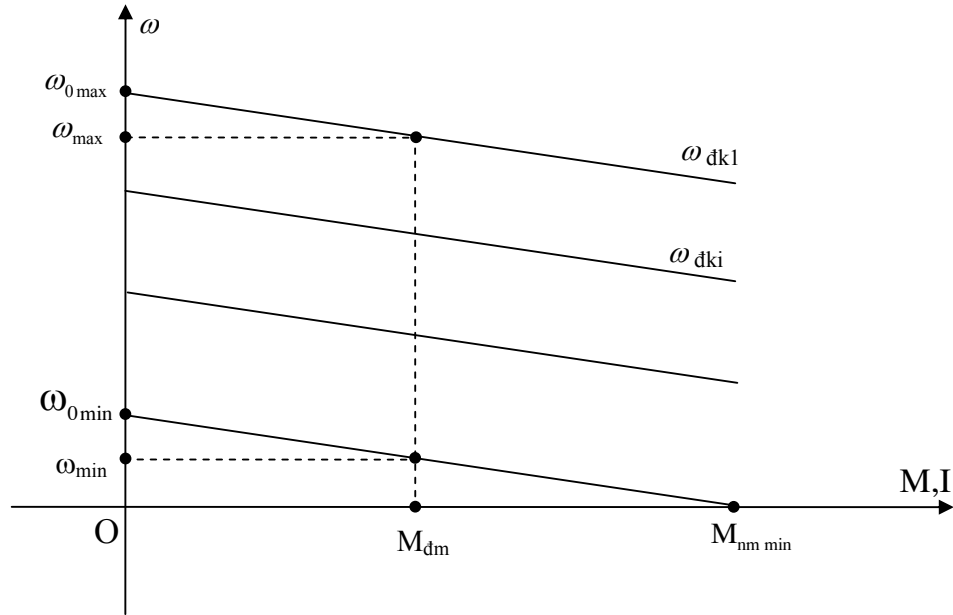
Để thoả mãn khả năng quá tải thì đặc tính thấp nhất của dải điều chỉnh phải có mômen ngắn mạch là:

$$M_{nmin} = M_{cmax} = K_M \cdot M_{dm}$$

Trong đó K_M là hệ số quá tải về mômen. Vì họ đặc tính cơ là các đường thẳng song song nhau, nên theo định nghĩa về độ cứng đặc tính cơ có thể viết

$$\omega_{\min} = (M_{\text{nm min}} - M_{\text{dm}}) \frac{1}{|\beta|} = \frac{M_{\text{dm}}}{|\beta|} (K_M - 1)$$

$$D = \frac{\omega_{\text{o max}} - \frac{M_{\text{Đm}}}{|\beta|}}{(K_M - 1)M_{\text{Đm}} \frac{1}{|\beta|}} = \frac{\omega_{\text{o max}} \cdot |\beta| - 1}{K_M - 1} \quad (2-3)$$



Hình 2-2. Xác định phạm vi điều chỉnh

Với một cơ cấu máy cụ thể thì các giá trị $\omega_{0\max}$, M_{dm} , K_M là xác định, vì vậy phạm vi điều chỉnh D phụ thuộc tuyến tính vào giá trị của độ cứng β . Khi điều chỉnh điện áp phần ứng động cơ bằng các thiết bị nguồn điều chỉnh thì điện trở tổng mạch phần ứng gấp khoảng hai lần điện trở phần ứng động cơ. Do đó, có thể tính sơ bộ được:

$$\omega_{\text{o max}} \cdot |\beta| \frac{1}{M_{\text{dm}}} \leq 10$$

Vì thế, tải có đặc tính mômen không đổi thì giá trị phạm vi điều chỉnh tốc độ cứng không vượt quá 10. Đối với các máy có yêu cầu cao về dải điều

chỉnh và độ chính xác duy trì tốc độ làm việc thì việc sử dụng các hệ thống “hở” như trên là không thoả mãn được.

Trong phạm vi phụ tải cho phép có thể coi đặc tính cơ tĩnh của hệ truyền động một chiều kích từ độc lập là tuyến tính. Khi điều chỉnh điện áp phần ứng thì độ cứng có đặc tính cơ trong toàn dải là như nhau, do đó độ sụt tốc tương đối sẽ đạt giá trị lớn nhất tại đặc tính thấp nhất của dải điều chỉnh. Hay nói cách khác, nếu tại đặc tính cơ thấp nhất của dải điều chỉnh mà sai số tốc độ không vượt quá giá trị sai số cho phép, thì hệ truyền động sẽ làm việc với sai số luôn nhỏ hơn sai số cho phép trong toàn bộ dải điều chỉnh. Sai số tương đối của tốc độ ở đặc tính cơ thấp nhất là:

$$s = \frac{\omega_{o\min} - \omega_{\min}}{\omega_{o\min}} = \frac{\Delta\omega}{\omega_{o\min}}$$

$$s = \frac{M_{dm}}{|\beta| \cdot \omega_{o\min}} \leq s_{cp} \quad (2 - 4)$$

Vì các giá trị M_{dm} , $\omega_{o\min}$, s_{cp} là xác định nên có thể tính được giá trị tối thiểu của độ cứng đặc tính cơ sao cho sai số không vượt quá giá trị cho phép. Để làm việc này, trong đa số các trường hợp cần xây dựng các hệ truyền động điện kiểu vòng kín.

Trong suốt quá trình điều chỉnh điện áp phần ứng thì từ thông kích từ được giữ nguyên, do đó mômen tải cho phép của hệ sẽ là không đổi:

$$M_{c,cp} = K\Phi_{dm} \cdot I_{dm} = M_{dm}$$

Phạm vi điều chỉnh tốc độ và mômen nằm trong hình chữ nhật bao bởi các đường thẳng $\omega = \omega_{dm}$, $M = M_{dm}$ và các trục toạ độ. Tổn hao năng lượng chính là tổn hao trong mạch phần ứng nếu bỏ qua các tổn hao không đổi trong hệ.

$$E_b = E_r + I_r (R_b + R_{ud})$$

$$I_r \cdot E_b = I_r \cdot E_r + I_r^2 (R_b + R_{ud})$$

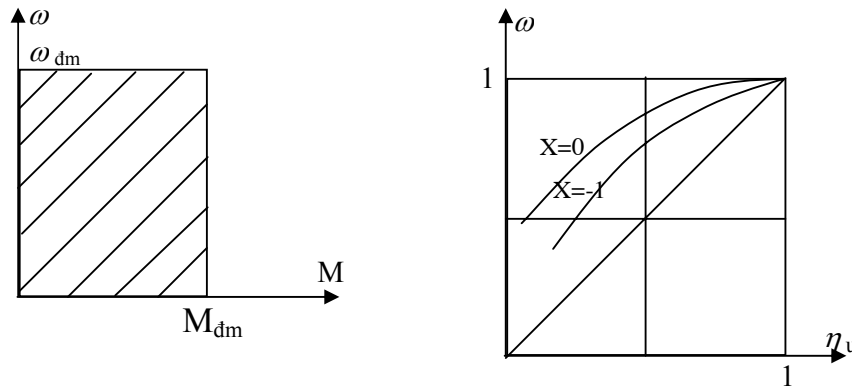
Nếu đặt $R_r + R_{rd} = R$ thì hiệu suất biến đổi năng lượng của hệ sẽ là:

$$\eta_u = \frac{I_u E_u}{I_u E_u + I_u^2 R} = \frac{\omega}{\omega + \frac{MR}{(K\Phi_{dm})^2}}$$

$$\eta_u = \frac{\omega^*}{\omega^* + M^* R^*}$$

Khi làm việc ở chế độ xác lập ta có mômen do động cơ sinh ra đúng bằng mômen tải trên trục: $M^* = M_c^*$ và gần đúng coi đặc tính cơ của phụ tải là $M_c = (\omega^*)^x$ thì:

$$\eta_u = \frac{\omega^*}{\omega^* + R^* \cdot (\omega^*)^{x-1}} \tag{2-5}$$

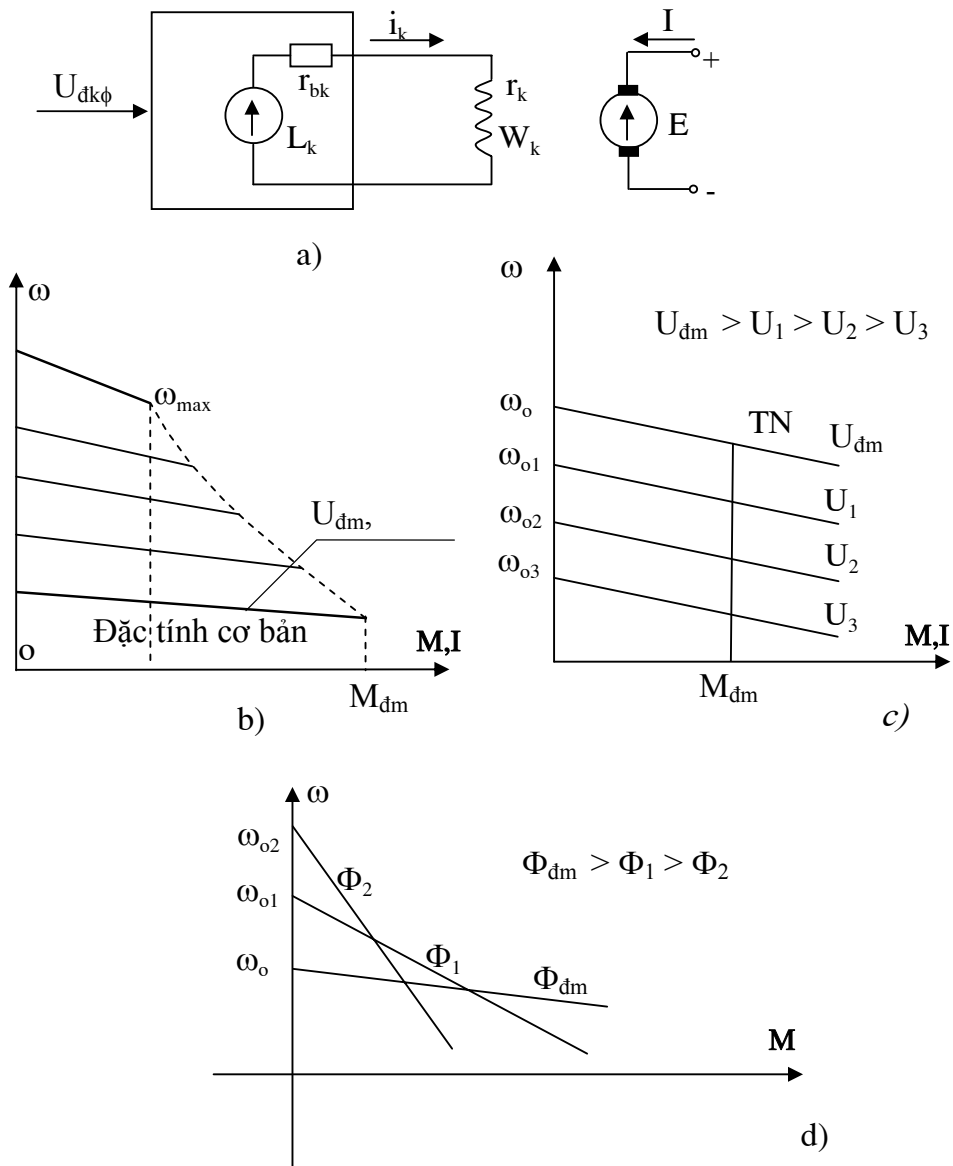


Hình 2-3. Quan hệ giữa hiệu suất động và tốc độ với các loại tải khác nhau

Hình 2-3 mô tả quan hệ giữa hiệu suất và tốc độ làm việc trong các trường hợp đặc tính tải khác nhau. Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp phản ứng là rất thích hợp trong trường hợp mômen tải là hằng số trong toàn dải điều chỉnh. Cũng thấy rằng không nên nối thêm điện trở phụ vào mạch phản ứng, vì như vậy sẽ làm giảm đáng kể hiệu suất của hệ.

2.3. Phương pháp điều chỉnh điện áp cấp cho mạch kích từ động cơ

Điều chỉnh từ thông kích thích của dòng điện một chiều là điều chỉnh mômen điện từ của động cơ $M = K\Phi \cdot I_U$ và sức điện động quay của động cơ $E_r = K\Phi \cdot \omega$. Mạch kích từ của động cơ là mạch phi tuyến, vì vậy hệ điều chỉnh từ thông cũng là hệ phi tuyến:



Hình 2-4. Sơ đồ thay thế: a) Đặc tính điều chỉnh khi điều chỉnh từ thông động cơ, (b) Quan hệ $\varphi (i_{ht})$, c) Giảm điện áp, d) Giảm từ thông

$$i_k = \frac{e_k}{r_b + r_k} + \omega_k \frac{d\Phi}{dt} \quad (2 - 6)$$

Trong đó r_k - điện trở dây quấn kích thích,
 r_b - điện trở của nguồn điện áp kích thích,
 ω_k - số vòng dây của dây quấn kích thích.

Trong chế độ xác lập ta có quan hệ:

$$i_k = \frac{e_k}{r_b + r_k} ; \quad \Phi = f(i_k)$$

Thường khi điều chỉnh thì điện áp phần ứng được giữ nguyên bằng giá trị định mức, do đó đặc tính cơ thấp nhất trong vùng điều chỉnh từ thông chính là đặc tính có điện áp phần ứng định mức và được gọi là đặc tính cơ bản (đôi khi chính là đặc tính tự nhiên của động cơ). Tốc độ lớn nhất của dải điều chỉnh từ thông bị hạn chế bởi khả năng chuyển mạch của cổ góp điện. Khi giảm từ thông để tăng tốc độ quay của động cơ thì đồng thời điều kiện chuyển mạch của cổ góp cũng bị xấu đi, vì vậy để đảm bảo điều kiện chuyển mạch bình thường thì cần phải giảm dòng điện phần ứng cho phép, kết quả là mômen cho phép trên trục động cơ giảm rất nhanh. Ngay cả khi giữ nguyên dòng điện phần ứng thì độ cứng đặc tính cơ cũng giảm rất nhanh khi giảm từ

thông kích thích:
$$\beta_\Phi = \frac{(K\Phi)^2}{R_u} \quad \text{hay} \quad \beta_\Phi^* = (\Phi^*)^2$$

Do điều chỉnh tốc độ bằng cách giảm từ thông nên đối với các động cơ mà từ thông định mức nằm ở chỗ tiếp giáp giữa vùng tuyến tính và vùng bão hoà vừa đặc tính từ hoá thì có thể coi việc điều chỉnh là tuyến tính và bằng hằng số C phụ thuộc vào thông số kết cấu của máy điện.

2.4. Hệ truyền động máy phát - động cơ một chiều (F - Đ)

2.4.1. Cấu trúc hệ F- Đ và đặc tính cơ bản

Hệ thống máy phát - động cơ (F - Đ) là hệ truyền động điện mà bộ biến đổi điện là máy phát điện một chiều kích từ độc lập. Máy phát này thường do động cơ sơ cấp không đồng bộ ba pha ĐK quay và coi tốc độ quay của máy phát là không đổi.

Tính chất của máy phát điện được xác định bởi hai đặc tính: đặc tính từ hoá là sự phụ thuộc giữa sức điện động máy phát vào dòng điện kích từ và đặc tính tải là sự phụ thuộc của điện áp trên hai cực của máy phát vào dòng điện tải. Các đặc tính này nói chung là phi tuyến do tính chất của lõi sắt, do các phản ứng của dòng điện phản ứng... Trong tính toán gần đúng có thể tuyến tính hoá các đặc tính này :

$$E_F = K_F \Phi_F \cdot \omega_F = K_F \cdot \omega_F \cdot C \cdot i_{KF}, \quad (2-7)$$

Trong đó K_F : là hệ số kết cấu của máy phát,

$C = \Delta\Phi_F / \Delta i_{KF}$ là hệ số góc của đặc tính từ hoá.

Nếu dây quấn kích thích của máy phát được cấp bởi nguồn áp lý tưởng U_{KF} thì:

$$I_{KF} = U_{KF} / r_{KF}$$

Sức điện động của máy phát trong trường hợp này sẽ tỷ lệ với điện áp kích thích bởi hệ số hằng K_F , như vậy có thể coi gần đúng máy phát điện một chiều kích từ độc lập là một bộ khuếch đại tuyến tính:

$$E_F = K_F \cdot U_{KF} \quad (2-8)$$

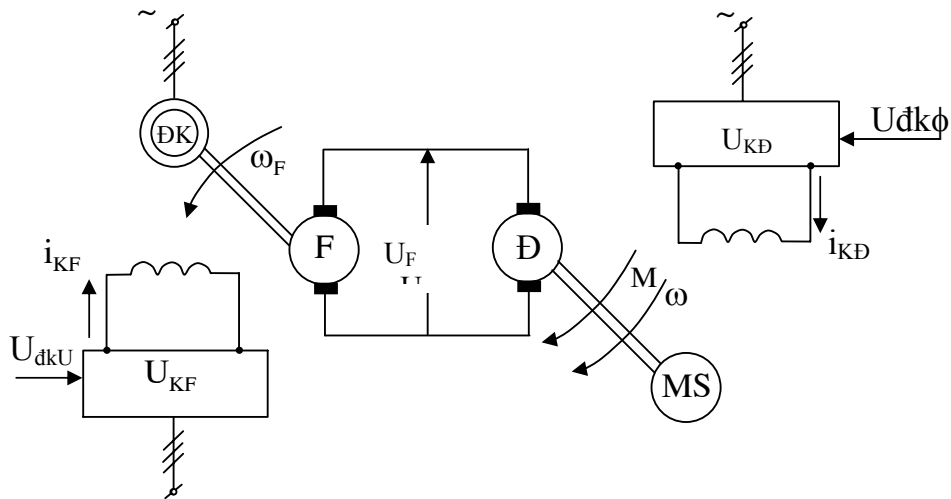
Nếu đặt $R = R_{uF} + R_{uĐ}$ thì có thể viết được phương trình các đặc tính của hệ F - Đ như sau:

$$\omega = \frac{K_F}{K\Phi} \cdot U_{KF} - \frac{RI}{K\Phi}$$

$$\omega = \frac{K_F}{K\Phi} U_{KF} - \frac{R}{(K\Phi)^2} M \quad (2 - 9)$$

$$\omega = \omega_o (U_{KF}, U_{KD}) - \frac{M}{\beta(U_{KD})}$$

Các biểu thức trên chứng tỏ rằng, khi điều chỉnh dòng điện kích thích của máy phát thì điều chỉnh được tốc độ không tải của hệ thống còn độ cứng đặc tính cơ thì giữ nguyên. Cũng có thể điều chỉnh kích từ của động cơ để có dải điều chỉnh tốc độ rộng hơn.



Hình 2-5. Sơ đồ nguyên lý máy phát động cơ

2.4.2. Các chế độ làm việc của hệ F - Đ

Trong mạch lực của hệ F - Đ không có phần tử phi tuyến nào nên hệ có những đặc tính động rất tốt, rất linh hoạt khi chuyển các trạng thái làm việc. Với sơ đồ cơ bản như (hình 2 – 5) động cơ chấp hành Đ có thể làm việc ở chế độ điều chỉnh được cả hai phía: kích thích máy phát F và kích thích động cơ Đ, đảo chiều quay bằng cách đảo chiều dòng kích thích máy phát, hãm động năng khi dòng kích thích máy phát bằng không, hãm tái sinh khi giảm tốc độ hoặc khi đảo chiều dòng kích từ, hãm ngược ở cuối giai đoạn hãm tái sinh khi

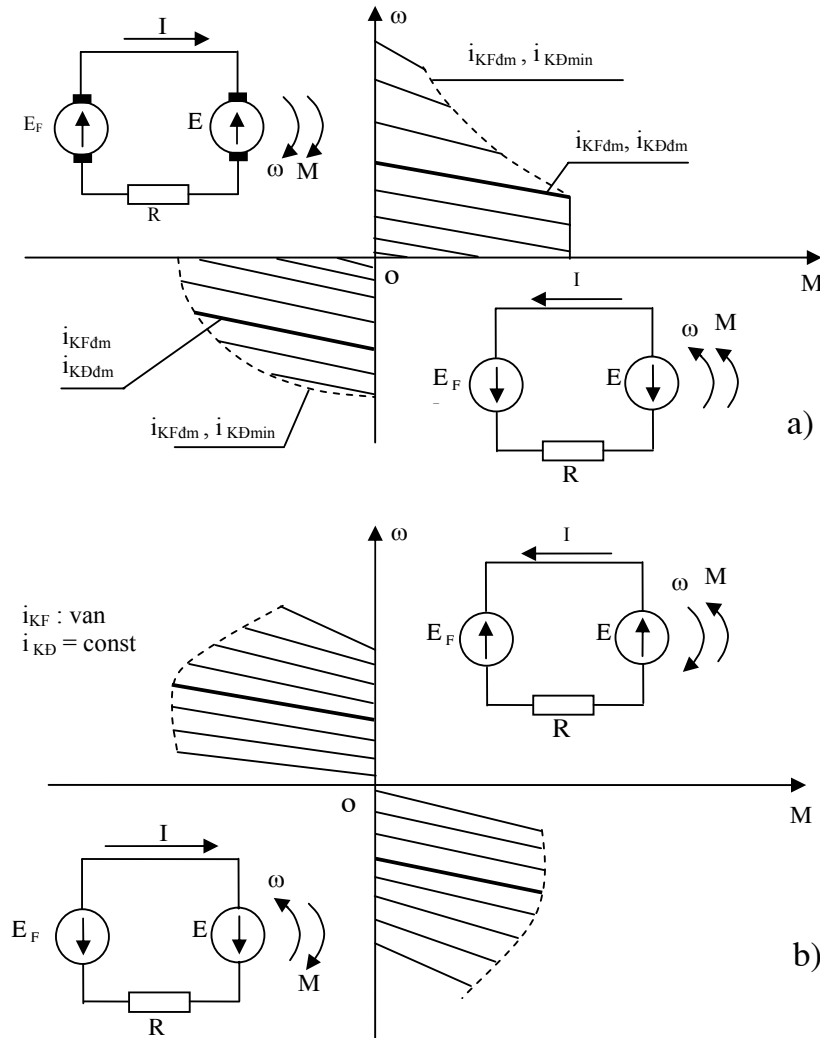
đảo chiều hoặc khi làm việc ổn định với mômen tải có tính chất thế năng ... Hệ F - Đ có đặc tính cơ điện cả bốn góc phần tư của mặt phẳng tọa độ $[\omega, M]$.

Ở góc phần tư thứ I và thứ III, tốc độ quay và mômen quay của động cơ luôn cùng chiều nhau, sức điện động máy phát và động cơ có chiều xung đối nhau và $|E_F| > |E|$, $|\omega_c| > |\omega|$. Công suất điện từ của máy phát và động cơ là:

$$P_F = E_F \cdot I > 0$$

$$P_D = E \cdot I < 0 \quad (2-10)$$

$$P_{cơ} = M \cdot \omega > 0$$



Hình 2- 6. Đặc tính cơ hệ F-D. a) Trong chế độ động cơ; b) Trong chế độ hãm tái sinh

Các biểu thức này nói lên rằng năng lượng được vận chuyển thuận chiều từ nguồn \rightarrow máy phát \rightarrow động cơ \rightarrow tải.

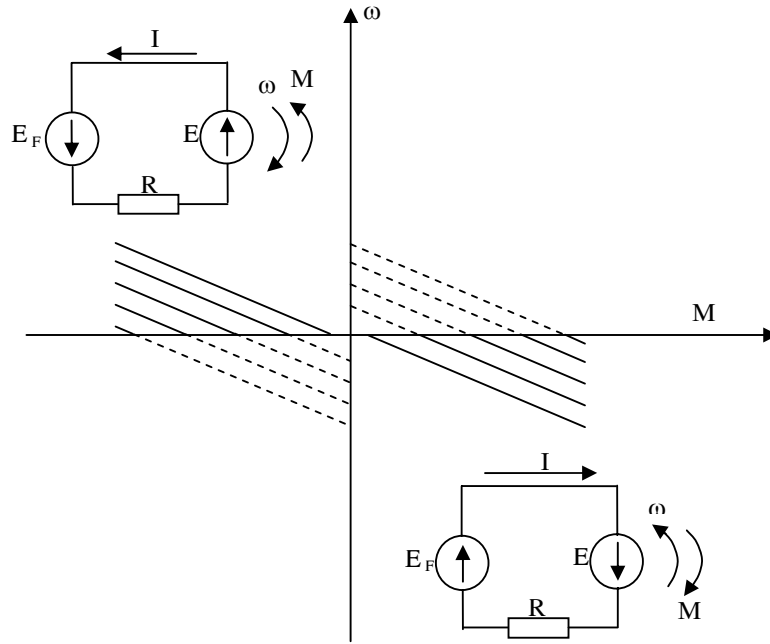
Vùng hãm tái sinh nằm ở góc phần tư thứ II và thứ IV, lúc này do $|\omega| > |\omega_o|$ nên $|E| > |E_F|$, mặc dù E, E_F mắc xung đối nhưng phần ứng lại chảy ngược từ động cơ về máy phát làm cho mômen quay ngược chiều tốc độ quay. Công suất điện từ của máy phát, công suất điện từ và công suất cơ học của động cơ là :

$$P_F = E_F \cdot I < 0$$

$$P_D = E \cdot I > 0$$

$$P_{cơ} = M \cdot \omega < 0$$

$$(2 - 11)$$



Hình 2 - 7. Đặc tính cơ hệ F-D trong chế độ hãm ngược.

Chỉ do dòng điện đổi chiều mà các bất đẳng thức (2 - 11) trở nên ngược chiều với các bất đẳng thức tương ứng (2 - 10), năng lượng được chuyển vận theo chiều từ tải → động cơ → máy phát → nguồn, máy phát F và động cơ Đ đổi chức năng cho nhau. Hãm tái sinh trong hệ F - Đ được khai thác triệt để khi giảm tốc độ, khi hãm để đảo chiều quay và khi làm việc ổn định với tải có tính chất thế năng.

Vùng hãm ngược của động cơ trong hệ F - Đ được giới hạn bởi đặc tính hãm động năng và trục mômen. Sức điện động E của động cơ trở nên cùng chiều sđđ máy phát hoặc do rôto bị kéo quay ngược bởi ngoại lực của tải thế năng, hoặc do chính sđđ máy phát đảo dấu. Biểu thức tính công suất sẽ là:

$$P_F = E_F \cdot I > 0$$

$$P_D = E \cdot I > 0$$

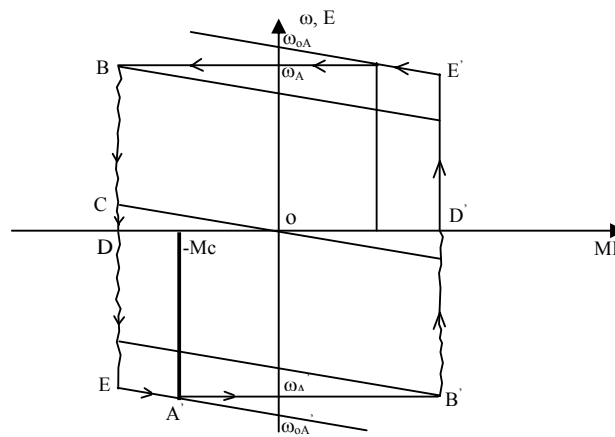
$$P_{cơ} = M \cdot \omega < 0$$

Hai nguồn sđđ E và E_F cùng chiều và cùng cung cấp cho điện trở mạch phản ứng tạo thành nhiệt năng tiêu tán trên đó.

Để có hình ảnh mô tả tất cả các trạng thái làm việc của hệ F - Đ, xét một ví dụ phụ tải có mômen ma sát, tức là khi chiều chuyển động đảo dấu thì mômen cũng đảo dấu (hình 2- 8). Trong quá trình xét ta bỏ qua quá trình quá độ điện từ của mạch. Giả thiết hệ đang làm việc tại điểm A có $M_A = M_C$, $E_F = E_{FA}$ và $\omega = \omega_A$. Khi cho lệnh hãm đảo chiều thì giảm nhanh E_F , điểm làm việc chuyển sang điểm B, từ B, nếu giữ tốc độ giảm E_F thích hợp với quán tính của hệ thì có thể giữ cho mômen điện từ của động cơ là hằng số, do đó tốc độ sẽ giảm tuyến tính theo thời gian. Tại điểm C kết thúc quá trình hãm tái sinh, với năng lượng tái sinh là:

$$\Delta\omega_{ts} = \int_{t_0}^{t_s} M \cdot \omega(t) dt .$$

Đoạn CD là đoạn hãm ngược vì E_F đã đổi dấu mà $E = K\Phi \cdot \omega$ chưa đổi dấu. Tại D tốc độ động cơ bằng không nhưng do vẫn tồn tại mômen hãm nên động cơ được khởi động ngược lại. Đoạn DA của quá trình động cơ có tốc độ và mômen cùng chiều, trong đó ở đoạn EA mômen động cơ giảm dần, tốc độ biến thiên theo luật hàm mũ.



Hình 2- 8. Chuyển đổi trạng thái của hệ thống

2.4.3. Đặc điểm của hệ F- Đ

Các chỉ tiêu chất lượng của hệ F - Đ về cơ bản tương tự các chỉ tiêu của hệ điều áp dụng bộ biến đổi nói chung. Ưu điểm nổi bật của hệ F - Đ là sự chuyển đổi trạng thái làm việc rất linh hoạt, khả năng quá tải lớn. Do vậy, thường sử dụng hệ truyền động F - Đ ở các máy khai thác trong công nghiệp mỏ.

Nhược điểm quan trọng nhất của hệ F - Đ là dùng nhiều máy điện quay, trong đó ít nhất là hai máy điện một chiều, gây ồn lớn, công suất lắp đặt máy ít nhất gấp ba lần công suất động cơ chấp hành. Ngoài ra, do các máy phát một chiều có từ dư, đặc tính từ hoá có trễ nên khó điều chỉnh sâu tốc độ.

2.5. Hệ thống chỉnh lưu - động cơ một chiều

2.5.1. Chỉnh lưu bán dẫn làm việc với động cơ điện

Trong hệ thống truyền động chỉnh lưu điều khiển - động cơ một chiều (CL- Đ), bộ biến đổi điện là các mạch chỉnh lưu điều khiển có sđđ E_d phụ thuộc vào giá trị của pha xung điều khiển (góc điều khiển). Chỉnh lưu có thể dùng làm nguồn điều chỉnh điện áp phản ứng hoặc dòng điện kích thích động cơ. Tùy theo yêu cầu cụ thể của truyền động mà có thể dùng các sơ đồ chỉnh lưu thích hợp, để phân biệt chúng có thể căn cứ vào các dấu hiệu sau đây:

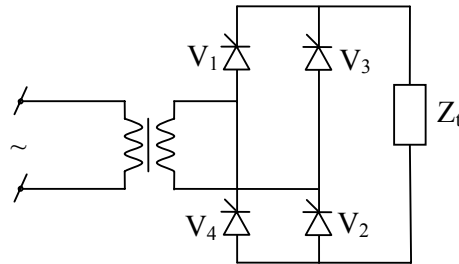
- Số pha: 1 pha, 3 pha, 6 pha v.v...,
- Sơ đồ nối: hình tia, hình cầu, đối xứng và không đối xứng,
- Số nhịp: số xung áp đập mạch trong thời gian một chu kỳ điện áp nguồn,
- Khoảng điều chỉnh: là vị trí của đặc tính ngoài trên mặt phẳng tọa độ $[U_d, I_d]$,
- Chế độ năng lượng: chỉnh lưu, nghịch lưu phụ thuộc,
- Tính chất dòng tải: liên tục, gián đoạn.

Chế độ làm việc của chỉnh lưu phụ thuộc vào phương thức điều khiển và vào các tính chất của tải, trong truyền động điện, tải của chỉnh lưu thường là cuộn kích từ (L - R) hoặc là mạch phân ứng động cơ (L - R - E).

- Các bộ chỉnh lưu đảo chiều dùng cho động cơ 1 chiều cần quay theo cả 2 chiều với chế độ làm việc ở cả 4 góc điều chỉnh.

- Tùy theo yêu cầu về chất lượng điều chỉnh mà có thể sử dụng các sơ đồ.

Ở đồ án này ta chọn bộ biến đổi là sơ đồ cầu một pha đối xứng.



Hình 2-9. Sơ đồ cầu 1 pha đối xứng

❖ Nguyên lý hoạt động:

Tại thời điểm $t = 0 \rightarrow \alpha$ vì chưa có xung $G_{1,2}(\neg\text{—})$ nên không có van nào mở cả. Khi $t = \alpha \rightarrow \pi$ Có xung $G_{1,2}$ Các van V_1, V_2 mở $U_d = U_2; i_2 = i_{V1} = i_{V2} = i_d$

Tại $t = \pi$ tải thuần trở dòng giảm về 0, điện áp giảm về 0 ($U_d = 0$).

Khi $t = \pi \rightarrow \alpha + \pi$ điện áp đổi chiều nên van V_1, V_2 khoá, vì chưa có xung $G_{3,4}$ nên các van V_3, V_4 vẫn chưa mở.

Đến thời điểm $t = \alpha + \pi \rightarrow 2\pi$ lúc này mới đưa xung $G_{3,4}$ do đó các van V_3, V_4 mở : $U_d = U_2, i_2 = i_{V3} = i_{V4} = i_d$.

Như vậy, điện áp và dòng điện trên tải là một chiều. Bằng cách thay đổi thời gian mở van ta có thể thay đổi được giá trị trung bình trên tải ta có điện áp đây:

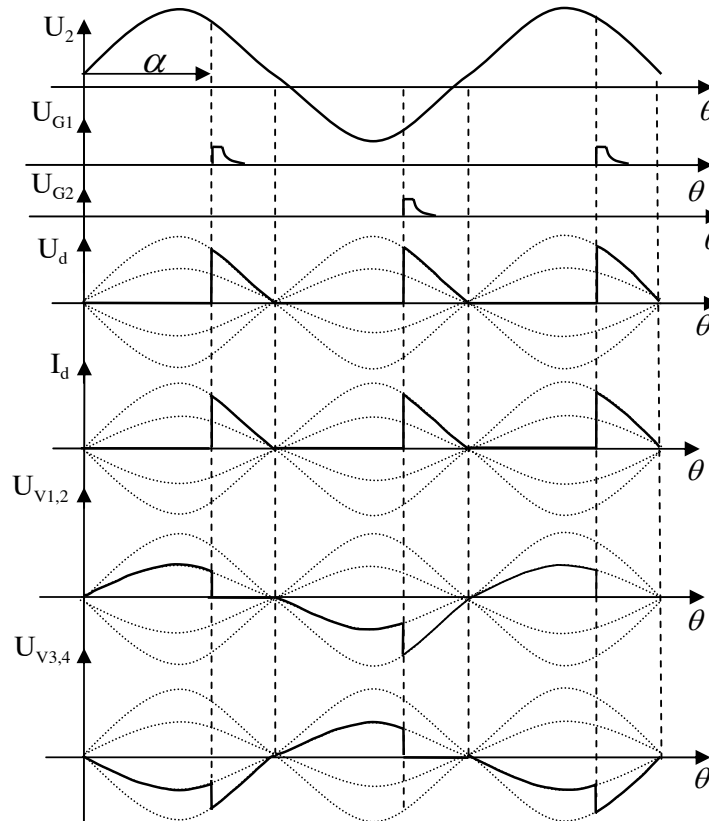
$$U_{d\alpha} = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} U_d d\theta = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} U_d d\theta = \frac{1}{\pi} \int \sqrt{2} U_2 \sin \theta d\theta = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} U_2 \left(\frac{1 + \cos \alpha}{2} \right)$$

$$= U_{d0} \left(\frac{1 + \cos \alpha}{2} \right)$$

Công suất tác dụng: $P = U_1 I_1 \cos \alpha$

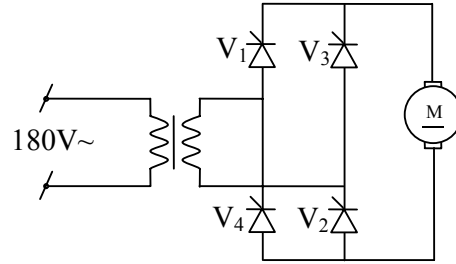
Công suất của máy biến áp: $S = 1,23 \cdot P_d$

Đồ thị điện áp và dòng điện ứng với góc: $\alpha = 120^\circ$



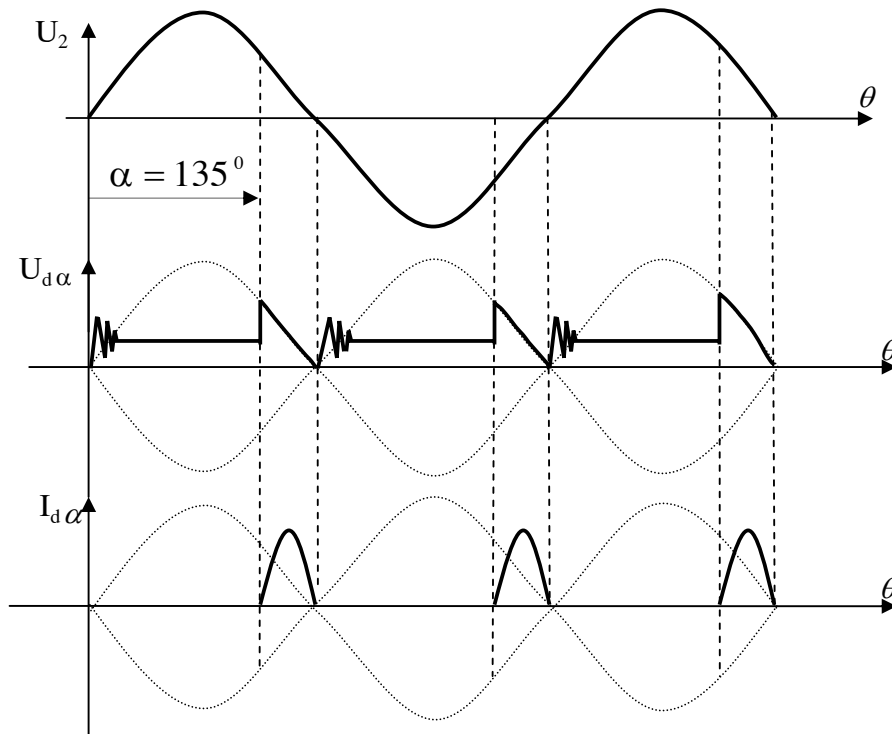
Hình 2 - 10. Đồ thị điện áp và dòng điện sau chỉnh lưu cầu 1 pha

2.5.2. Khảo sát đồ thị điện áp và dòng điện tại đầu ra của bộ chỉnh lưu với góc mở α khác nhau và với tải động cơ



Hình 2 – 11. Sơ đồ mạch T-Đ

Dựa trên sơ đồ mạch điện và các đồ thị trên máy hiện sóng. Thuyết minh đồ thị dòng điện và điện áp tại đầu ra của bộ chỉnh lưu cầu một pha điều khiển được động cơ và không nối tải phản hồi:



Thuyết minh: nhìn vào sơ đồ ta thấy điện áp tại đầu chỉnh lưu luôn dương vì:

Khi các van V_1, V_2 mở thì có dòng điện qua động cơ một chiều (đã được cấp kích từ) động cơ được khởi động và tốc độ tăng dần.

$$U = E + I_r \cdot R_r$$

Đến thời điểm $t = \pi$ điện áp đổi chiều các van V_1, V_2 khoá và V_3, V_4 chưa mở lúc này $I = 0$. Nhưng động cơ đang quay lúc này động cơ ở chế độ máy phát:

$$U = E$$

Do đó điện áp luôn dương .

Thay đổi góc mở α từ 180^0 về giá trị nhỏ hơn 90^0 ta thấy tốc độ động cơ tăng dần.

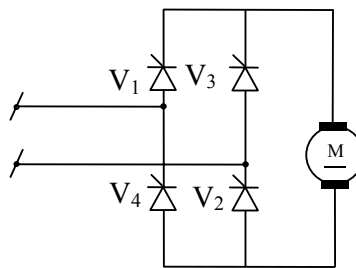
CHƯƠNG III

THIẾT KẾ MẠCH LỰC VÀ MẠCH ĐIỀU KHIỂN

3.1. Thiết kế mạch lực

Thiết kế bộ nguồn chỉnh lưu một chiều cấp điện cho động cơ điện một chiều. Thông số cơ bản của động cơ điện một chiều: $U_{\text{udm}} = 240\text{V}$, $P_{\text{dm}} = 2,2\text{KW}$, $I_{\text{udm}} = 10\text{A}$, $n_{\text{dm}} = 1500 \text{ v/p}$, $U_{\text{kt}} = 110\text{V}$.

3.1.1. Lựa chọn sơ đồ thiết kế



Hình 3-1. Sơ đồ mạch lực

3.1.2. Tính chọn thyristor

Tính chọn van dựa vào các yếu tố cơ bản như điện áp ngược cực đại của van, dòng điện định mức của van. Từ sơ đồ thiết kế cầu một pha và các thông số động cơ ta có:

Điện áp ngược của van là:

$$U_{lv} = k_{nv} \cdot U_2 \quad (3 - 1)$$

Với $U_2 = U_d / k_r = 266,67$ thay vào (3-1) ta có:

$$U_{lv} = k_{nv} \cdot \frac{U_d}{k_r} = \sqrt{2} \cdot \frac{240}{0,9} = 377 \text{ (V)} \quad (3 - 2)$$

Trong đó:

+ U_d , U_2 , U_{lv} - điện áp phản ứng động cơ điện, điện áp nguồn xoay chiều, điện áp ngược của van.

+ k_{nv} , k_r - các hệ số điện áp ngược, điện áp phản ứng động cơ điện.

Để chọn van theo điện áp hợp lý thì điện áp ngược của van cần chọn phải lớn hơn điện áp làm việc tức điện áp ngược cực đại: (với k_{dtU} - hệ số dự trữ)

$$U_{nv} = k_{dtU} \cdot U_{lv} = 1,8 \cdot 377 = 678,6 \text{ (V)} \quad (3 - 3)$$

Dòng điện làm việc của van là:

$$I_{lv} = I_{hd} = k_{hd} \cdot I_d = 10/\sqrt{2} = 7.1 \text{ (A)} \quad (3 - 4)$$

Trong đó:

I_{hd}, I_d - Dòng điện hiệu dụng của van và dòng điện tải.

k_{hd} - Hệ số xác định dòng điện hiệu dụng.

Để thyristor có thể làm việc an toàn, không bị chọc thủng về nhiệt chúng ta phải chọn và thiết kế hệ thống toả nhiệt hợp lý tức có cánh toả nhiệt với đầy đủ diện tích toả nhiệt, không quạt đối lưu không khí. Theo điều kiện toả nhiệt đã chọn tiến hành tính thông số dòng điện định mức của van cần có:

$$I_{dmv} = k_i \cdot I_{lv} = 4 \cdot 7,1 = 28,4 \text{ (A)} \quad (3-5)$$

Với các thông số định mức cơ bản đã chọn ở trên, tra bảng thông số các van thyristor chọn các van có thông số điện áp ngược max (U_{nv}), dòng điện định mức (I_{dmv}) lớn hơn gần nhất với thông số đã tính được ở trên.

Tra bảng ta được thyristor loại: HT40/08OJ4 có các thông số định mức:

Dòng điện định mức của van	:	$I_{dmv} = 40 \text{ (A)}$
Điện áp ngược cực đại của van	:	$U_{nv} = 800 \text{ (V)}$
Độ sụt áp trên van	:	$\Delta U_{max} = 1,65 \text{ (V)}$
Dòng điện dò cực đại	:	$I_r = 6 \text{ (mA)}$
Điện áp điều khiển	:	$U_{dk} = 3 \text{ (V)}$
Dòng điện điều khiển	:	$I_{dk} = 100 \text{ (mA)}$

Đỉnh xung dòng điện	:	$I_{\text{pik}} = 900 \text{ (A)}$
Tốc độ biến thiên điện áp	:	$dU/dt = 200 \text{ V/s}$
Thời gian chuyển mạch	:	$t_{\text{cm}} = 150 \mu\text{s}$
Nhiệt độ làm việc cực đại cho phép	:	$T_{\text{max}} = 125^\circ \text{ C}$

3.1.3. Thiết kế cuộn kháng san bằng I_D

Cuộn kháng lọc L_D được mắc nối tiếp vào mạch phần ứng động cơ với mục đích làm giảm dòng điện gián đoạn, làm giảm xung dòng một chiều đồng thời cải thiện điều kiện chuyển mạch của động cơ điện.

Với :

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

$$I_d = 10 \text{ A}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

Vậy giá trị mong muốn của điện cảm lọc được tính theo công thức:

$$L = \frac{R_r}{m_{\text{dm}} \cdot W_1} \cdot \sqrt{k_{\text{sb}}^2 - 1}$$

Trong đó:

R_r : là tổng trở của mạch phần ứng.

m_{dt} : số lần đập mạch của điện áp chỉnh lưu trong chu kỳ.

Với sơ đồ cầu 1 pha điều khiển thì $m_{\text{dm}} = 2$

W_1 : tần số góc của điện áp xoay chiều.

k_{sb} : hệ số san bằng.

Với :

$$k_{\text{sb}} = \frac{k_{\text{dmv}}}{k_{\text{dmr}}} = \frac{0,667}{0,07} = 9,5$$

k_{dmv} : hệ số đập mạch vào ($k_{\text{dmv}} = 0,667$)

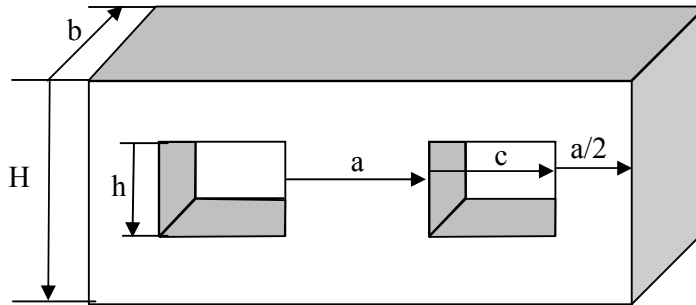
k_{dmr} : hệ số đập mạch ra ($k_{\text{dmr}} = 0,07$)

$$R_u = U_u / I_u = 220 : 10 = 22 \Omega$$

$$\Rightarrow L = \frac{22}{2.2\pi \cdot 50} \sqrt{(9,5)^2 - 1} = 0,33$$

❖ **Xác định kích thước lõi thép**

$$a = 2,6 \cdot \sqrt{L \cdot I_d^2} = 2,6 \cdot \sqrt{0,33 \cdot (10)^2} = 6,23 \text{ (cm)}$$



Hình 3-2. Kích thước lõi thép của cuộn lọc một chiều

Chọn : $a = 6,5 \text{ (cm)}$

Lấy : $b = 1,23 \cdot a = 8 \text{ (cm)}$

$$c = 0,92 \cdot a = 6 \text{ (cm)}$$

$$h = 3 \cdot a = 19,5 \text{ (cm)}$$

Tiết diện lõi thép : $S_{th} = a \cdot b = 6,5 \cdot 8 = 52 \text{ (cm}^2\text{)}$

Diện tích cửa sổ : $S_{cs} = h \cdot c = 19,5 \cdot 6 = 117 \text{ (cm}^2\text{)}$

Độ dài trung bình của đường sức :

$$L_{th} = 2(a + h + c) = 2 \cdot (6,5 + 19,5 + 6) = 64 \text{ (cm)}$$

Độ dài trung bình dây quấn :

$$l_{dq} = 2(a + b) + \pi \cdot c = 2 \cdot (6,5 + 8) + 3,14 \cdot 6 = 47,84 \text{ (cm)}$$

Thể tích lõi thép :

$$V_{th} = 2 \cdot a \cdot (a + h + c) = 2 \cdot 6,5 \cdot (6,5 + 19,5 + 6)$$

$$V_{th} = 416 \text{ (cm}^3\text{)}$$

❖ **Tính điện trở dây quấn ở nhiệt độ 20°C đảm bảo độ sụt áp cho phép**

$$r_{20^\circ\text{C}} = \frac{\frac{\Delta U}{I_d}}{1 + 4,26 \cdot 10^{-3} (T_{mt} + \Delta T - 20^\circ\text{C})}$$

Trong đó :

ΔU : Sụt áp một chiều tối đa trên cuộn kháng.

Lấy: $\Delta U = (5 \div 10) \% U_d$

$$\Delta U = 5\% U_d = 5\% \cdot 220 = 12 \text{ V}$$

T_{mt} : Nhiệt độ môi trường nơi đặt cuộn kháng, lấy $T_{mt} = 40^\circ\text{C}$

ΔT : Chênh lệch nhiệt độ cho phép giữa điện cảm và môi trường.

$$\Delta T = 50^\circ\text{C}$$

Ta có:

$$r_{20^\circ\text{C}} = \frac{\frac{12}{10}}{1 + 4,26 \cdot 10^{-3} (40 + 50 - 20)} = 0,924 \text{ (}\Omega\text{)}$$

❖ **Số vòng dây dẫn cuộn cảm**

$$W = 414 \sqrt{\frac{r_{20^\circ\text{C}} \cdot S_{cs}}{I_{dq}}} = 414 \cdot \sqrt{\frac{0,924 \cdot 117}{47,48}} = 622 \text{ (vòng)}$$

❖ **Tính mật độ từ trường**

$$H = \frac{100 \cdot W \cdot I_d}{l_{th}} = \frac{100 \cdot 622 \cdot 10}{64} = 9718,75 \text{ (A/h)}$$

❖ **Cường độ từ cảm**

Với chỉnh lưu cầu một pha điều khiển thì tần số đập mạch là:

$$f_{dm} = 2 \cdot 50 = 100 \text{ (Hz)}$$

$$B = \frac{\Delta U \sim \cdot 10^4}{4,44 \cdot W \cdot f_{dm} \cdot S_{th}}$$

Trong đó:

$\Delta U \sim$: Là hệ số tụt áp xoay chiều tối đa cho phép trên cuộn kháng

$$\Delta U \sim = 6 \text{ (V)}$$

$$\Rightarrow B = \frac{6 \cdot 10^4}{4,44 \cdot 622 \cdot 100 \cdot 52} = 0,00418 \text{ (T)}$$

❖ **Tính hệ số M theo B và H**

Vì $B = 0,00418 \text{ (T)}$ nên ta tính M theo công thức:

$$M = 542 \left(\frac{H}{1000} \right)^{0,75} \cdot 10^{-6}$$

$$M = 542 \left(\frac{9718,75}{1000} \right)^{0,75} \cdot 10^{-6} = 2983,37 \cdot 10^{-6} \text{ (H / m)}$$

❖ **Tính trị số điện cảm thực nhận được**

$$L_d = \frac{M \cdot W^2 \cdot S_{th}}{100 \cdot l_{th}} = \frac{2983,37 \cdot 10^{-6} \cdot 622^2 \cdot 52}{100 \cdot 64} = 9,378 \text{ (H)}$$

❖ **Tính tiết diện và đường kính dây quấn**

$$S = 0,072 \cdot \sqrt{\frac{I_{dq} \cdot S_{cs}}{r_{20^\circ C}}} = 0,072 \cdot \sqrt{\frac{47,84 \cdot 117}{0,924}} = 5,6 \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$\text{Đường kính dây quấn} \quad : \quad d = 1,13 \sqrt{5,6} = 2,675 \text{ (mm)}$$

❖ **Xác định khe hở tối ưu**

$$I_{kh} = 1,6 \cdot 10^{-3} \cdot W \cdot I_d = 1,6 \cdot 10^{-3} \cdot 622 \cdot 10 = 9,952 \text{ (mm)}$$

Tấm đệm có độ dày là:

$$L_{\text{đệm}} = 0,5 \cdot I_{\text{kh}} = 0,5 \cdot 9,952 = 4,976 \text{ (mm)}$$

❖ **Kích thước cuộn dây**

Chọn lõi cuộn dây có độ dày 6,5 mm nên độ cao sử dụng của cuộn dây là:

$$h_{\text{sd}} = h - 2\Delta C$$

Với ΔC là chiều dày khung bìa cuộn dây, chọn $\Delta C = 6,5$ (mm)

$$\rightarrow h_{\text{sd}} = h - 2 \cdot \Delta C = 19,5 - 2 \cdot 6,5 \cdot 10^{-1} = 18,2 \text{ (cm)}$$

Số vòng dây trong một lớp:

$$W' = h_{\text{sd}} / d = (18,2 \cdot 10) : 2,675 = 68 \text{ (vòng)}$$

Số lớp dây:

$$n = W / W' = 622 : 68 \approx 9,14 \approx 9 \text{ (lớp)}$$

Nếu lấy khoảng cách giữa hai lớp dây quấn dành cho cách điện là

$\Delta_{\text{cd}} = 1$ (mm) thì độ dày của cuộn dây là:

$$l_{\text{cd}} = n (d + \Delta_{\text{cd}}) = 10 \cdot (0,2675 + 0,1) = 3,675 \text{ (cm)}$$

Bề dày cửa sổ $c = 4$ (cm) nên ta thấy cuộn dây nằm lọt trong cửa sổ.

❖ **Kiểm tra sự chênh lệch nhiệt độ**

$$P_{\text{Cu}} = \frac{1,02 \cdot \Delta U \cdot I_{\text{d}}}{1 + 4,26 \cdot 10^{-3} (T_{\text{mt}} - 20)} = \frac{1,02 \cdot 12 \cdot 10}{1 + 4,26 \cdot 10^{-3} \cdot (40 - 20)} = 112,79$$

+) Tổng diện tích bề mặt của cả cuộn dây:

$$S = 2 \cdot h_{\text{sd}} (a + b + \pi \cdot L_{\text{cd}}) + 1,4 \cdot L_{\text{cd}} (\pi \cdot L_{\text{cd}} + 2a)$$

$$S = 2 \cdot 14,7 \cdot (6,5 + 8 + 3,14 \cdot 3,675) + 1,4 \cdot 3,675 \cdot (3,14 \cdot 3,675 + 2 \cdot 6,5)$$

$$S = 892 \text{ (cm}^2\text{)}$$

+) Hệ số phát nhiệt α :

$$\alpha = 1,03 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt[6]{\frac{5}{h_{sd}}} = 1,03 \cdot 10^{-3} \sqrt[6]{\frac{5}{18,2}} = 0,83 \cdot 10^{-3}$$

+) Độ chênh lệch nhiệt độ:

$$\Delta t = \frac{P_{Cu}}{\alpha \cdot S} = \frac{P_{Cu}}{0,83 \cdot 10^{-3} \cdot 892} = \frac{112,79}{0,83 \cdot 10^{-3} \cdot 892} = 152^{\circ}C$$

Độ chênh lệch nhiệt độ này vượt quá mức cho phép của loại dây điện từ đã chọn, vì vậy ta phải hiệu chỉnh lại số liệu.

Theo tính toán điện cảm lớn hơn 20% trị số cần thiết nên có thể giảm số vòng dây xuống, lúc đó số lớp chỉ còn 9 lớp và do cửa sổ còn rộng ta có thể tăng khoảng cách giữa các lớp dây quấn để tăng cường làm mát cho từng lớp do có mặt thoáng rộng hơn, làm cho Δt giảm.

Khi đó số vòng dây sẽ là :

$$W = n \cdot W' = 8 \cdot 68 = 544 \text{ (vòng)}$$

$$\Rightarrow L_d = \frac{M \cdot W^2 \cdot S_{th}}{100 \cdot l_{th}} = \frac{2983,37 \cdot 10^{-6} \cdot 544^2 \cdot 52}{100 \cdot 64} = 7,17 \text{ (H)}$$

Vậy chọn : $l_d = 7,17 \text{ (H)}$

3.1.4. Tính chọn các thiết bị bảo vệ mạch động lực

❖ *Sơ đồ mạch động lực có các thiết bị bảo vệ (hình 3 - 3):*

Khi làm việc với dòng điện có dòng điện chạy qua trên van có sụt áp, do đó có tổn hao công suất Δp , tổn hao này sinh ra nhiệt đốt nóng van bán dẫn. Mặt khác, van bán dẫn chỉ được phép làm việc dưới nhiệt độ cho phép T_{cp} nào đó, nếu quá nhiệt độ cho phép thì các van bán dẫn sẽ bị phá hỏng. Để van bán dẫn làm việc an toàn, không bị chọc thủng về nhiệt, ta phải chọn và thiết kế hệ thống tỏa nhiệt hợp lý.

+Tính toán cánh tản nhiệt

+ Tổn thất công suất trên 1 Tiristo:

$$\Delta p = \Delta U \cdot I_{lv} = 11 \cdot 7,1 = 78,1 \text{ (w)}$$

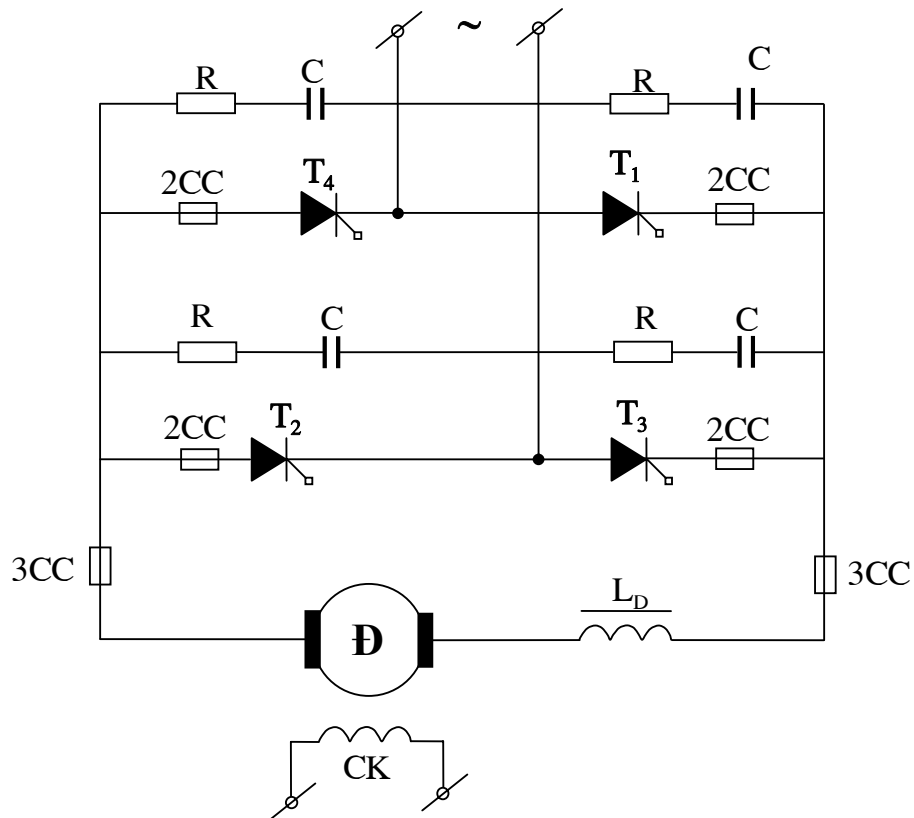
+ Diện tích bề mặt toả nhiệt:

$$S_m = \Delta p / k_m \cdot \tau$$

Trong đó:

Δp - tổn hao công suất (w)

τ - độ chênh lệch so với môi trường.



Hình 3-3. Mạch lực có các thiết bị bảo vệ

Chọn nhiệt độ môi trường $T_{mt} = 40^{\circ}\text{C}$. Nhiệt độ làm việc cho phép của Tiristo

$$T_{cp} = 125^{\circ}\text{C}. \text{ Chọn nhiệt độ trên cánh toả nhiệt } T_{lv} = 80^{\circ}\text{C}$$

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

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

Vậy: $s_m = 0,2294 (m^2)$

Chọn loại cánh toả nhiệt có 12 cánh, kích thước mỗi cánh $a \times b = 10 \times 10$ (cm x cm).

Tổng diện tích toả nhiệt của cánh $S = 12 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 10 = 2400 (cm^2)$

❖ Bảo vệ quá dòng điện cho van

+Aptomat dùng để đóng cắt mạch động lực, tự động đóng mạch khi quá tải và ngắn mạch tiristo, ngắn mạch đầu ra độ biến đổi, ngắn mạch thứ cấp máy biến áp ngắn mạch ở chế độ nghịch lưu.

+ Chọn 1 apomat có:

$$I_{dm} = 1,1 \cdot I_d = 11 (A)$$

$$U_{dm} = 220 (V)$$

Có 2 tiếp điểm chính, có thể đóng cắt bằng tay hoặc bằng nam châm điện. Chính định dòng ngắn mạch.

$$I_{nm} = 2,5 I_{ld} = 25 (A)$$

Dòng quá tải:

$$I_{qt} = 1,5 I_{ld} = 15 (A)$$

Chọn cầu giao có dòng định mức:

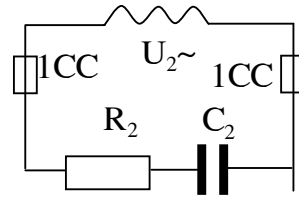
$$I_{qt} = 1,1 \cdot I_d = 11(A)$$

Cầu dao dùng để tạo khe hở an toàn khi sửa chữa hệ thống truyền động

+ Dùng dây chảy tác động nhanh để bảo vệ ngắn mạch các Tiristo, ngắn mạch đầu ra của bộ chỉnh lưu

Nhóm 1cc:

dòng điện định mức dây chảy nhóm 1 cc:



Hình 3 - 5. Mạch RC bảo vệ quá điện áp từ lưới .

+Bảo vệ xung điện áp từ lưới điện ta mắc mạch R - C như (hình 3 – 6) nhờ có mạch lọc này mà đỉnh xung gần như nằm lại hoàn toàn trên điện trở đường dây.

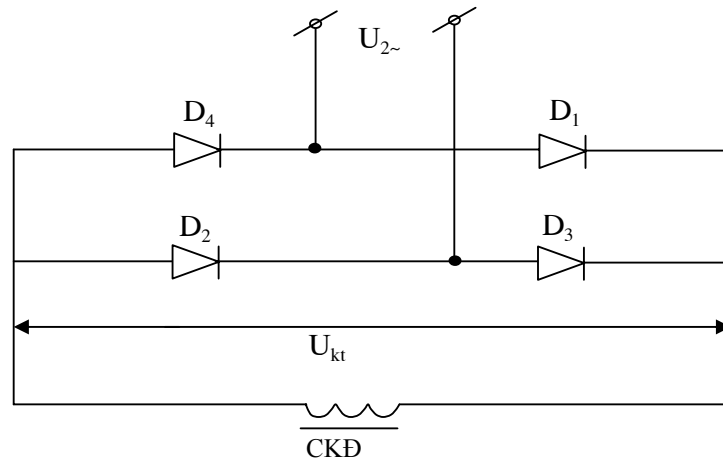
Trị số RC được chọn theo tài liệu [4] : $R_2 = 12,5 \Omega$; $C_2 = 4 \mu\text{F}$

3.1.5. Tính chọn sơ đồ cho mạch kích từ động cơ

Theo điều kiện bài toán thì động cơ điện một chiều kích từ độc lập có phần của động cơ và phần kích từ được mắc vào hai nguồn độc lập với nhau.

Như vậy, để cung cấp nguồn một chiều cho cuộn kích từ của động cơ phải có một bộ chỉnh lưu biến đổi nguồn xoay chiều thành nguồn một chiều.

Do điều khiển điện áp ở phần ứng động cơ cùng với cuộn kích và để cho đơn giản cũng như về kinh tế ta có thể chọn bộ chỉnh lưu điốt đấu theo sơ đồ cầu một pha là sử dụng được vì không có yêu cầu cao về chất lượng điện áp.



Hình 3-6. Sơ đồ mạch chỉnh lưu kích từ động cơ

Với $U_{kt} = 110 \text{ (V)}$, $I_{kt} = 0,1 \text{ (A)}$

Để đảm bảo đưa điện áp 110 (V) ra cuộn kích từ dòng điện 0,1 (A) ta phải bù điện áp do điện trở, điện cảm của dây quấn máy biến áp và sụt áp trên Điốt. Vì vậy U_d thực tế là:

$$U_d = U_{dt} + \Delta U_r + \Delta U_x + \Delta U_v \quad (1)$$

Với $\Delta U_v = 1,2 \text{ (V)}$

a. ΔU_r là sụt áp trên trở dây quấn máy biến áp:

$$\Delta U_r = 2 \cdot I_d \cdot r_{ba}$$

$$\text{Với } r_{ba} = \frac{U_2^2}{S_{ba}} \cdot e_r$$

Với e_r là sụt áp do điện trở dây quấn máy biến áp.

$$e_r = 4\%$$

S_{ba} là công suất biểu kiến của máy biến áp.

$$S_{ba} = 1,23 \cdot P_d = 1,23 \cdot U_d \cdot I_d$$

$$U_d = 0,9 \cdot U_2 \Rightarrow U_2 = U_d / 0,9$$

$$\Rightarrow \Delta U_r = 2 \cdot I_d \cdot \left(\frac{U_d}{0,9} \right)^2 \cdot \frac{e_r}{1,23 \cdot U_d \cdot I_d} = 2 \cdot U_d \cdot e_r$$

$$\Delta U_r = 2 \cdot U_d \cdot e_r \quad (2)$$

b. Sụt áp do điện cảm dây quấn máy biến áp thể hiện qua hiện tượng trùng dẫn nên ta tính theo công thức.

$$\Delta U_x = \frac{2 \cdot X_{ba} \cdot I_d}{\pi}$$

$$X_{ba} = \frac{U^2}{S_{ba}} \cdot e_x$$

$$\text{Với } U_2 = \frac{U_d}{0,9} \qquad S_{ba} = 1,23 \cdot U_d \cdot I_d$$

$$\begin{aligned} \Delta U_x &= \frac{2 \cdot I_d}{\pi} \cdot \frac{U_2^2}{S_{ba}} \cdot e_x \\ &= \frac{2}{\pi} \cdot \left(\frac{U_d}{0,9} \right)^2 \cdot \frac{e_x \cdot I_d}{1,23 \cdot U_d \cdot I_d} = 0,64 \cdot U_d \cdot e_x \end{aligned} \quad (3 - 6)$$

Trong đó: $e_x = 1,5\%$

Thay (2) và (3) vào (1) ta có:

$$U_d = U_{dt} + \Delta U_r + \Delta U_x + \Delta U_v$$

$$U_d = U_{dt} + \Delta U_v + 2 \cdot U_d \cdot e_r + 0,64 \cdot U_d \cdot e_x$$

$$U_d = \frac{U_{dt} \cdot \Delta U_v}{1 - (2 \cdot e_r + 0,64 \cdot e_x)}$$

Với $U_{dt} = U_{kt} = 110 \text{ (V)}$

$$\Rightarrow U_d = \frac{110 + 1,2}{1 - (2 \cdot 0,04 + 0,64 \cdot 0,015)} = 243$$

Điện áp thứ cấp máy biến áp:

$$U_2 = \frac{U_d}{0,9} = \frac{243}{0,9} = 270 \text{ (V)}$$

Điện áp ngược đặt lên Điốt là:

$$U_{ngMAX} = \sqrt{2}.U_2 = \sqrt{2}.270 = 382 \text{ (V)}$$

Dòng trung bình chảy trong Điốt ở mỗi chu kỳ là:

$$I_{tb} = \frac{I_d}{2} = \frac{0,27}{2} = 0,135 \text{ (V)}$$

Từ thông số U_{ngMAX} và I_{tb} ta chọn Điốt loại 243 A có $I = 10 \text{ A}$

$$U_{ngMAX} = 800 \text{ (V)}.$$

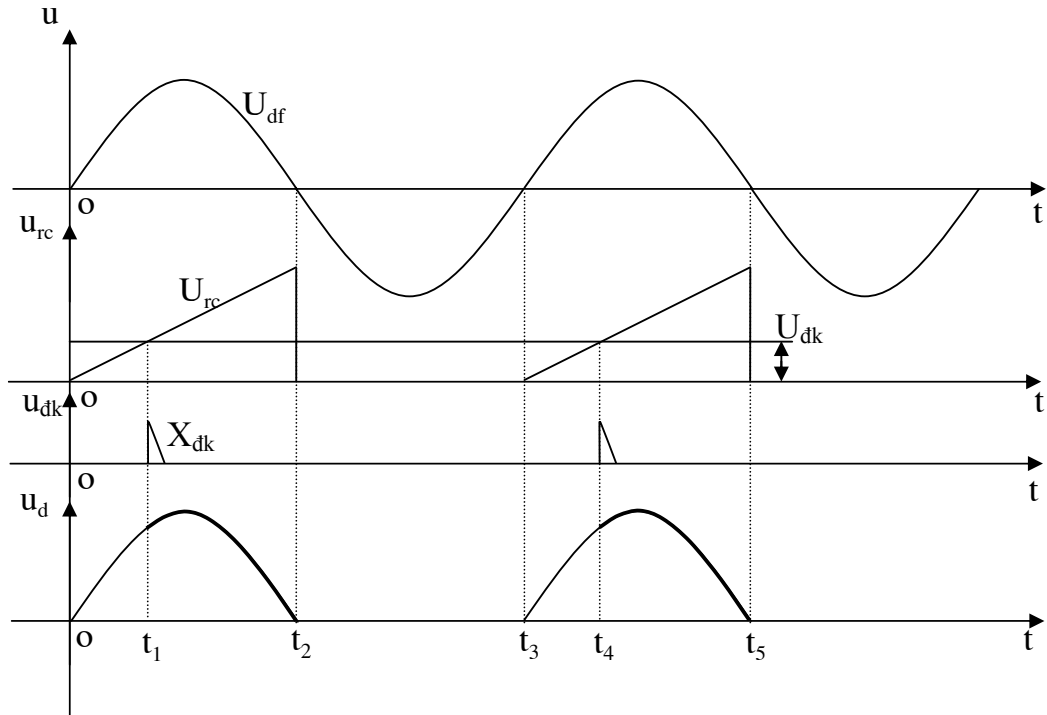
3.2. Thiết kế và tính toán mạch điều khiển

3.2.1. Khái niệm về mạch điều khiển

❖ Nguyên lý:

Đối với chỉnh lưu Thyristor thì mạch điều khiển có vai trò rất quan trọng, vì nó quyết định đến chất lượng và độ tin cậy của bộ biến đổi. Thyristor chỉ mở khi có điện áp dương đặt vào anốt và có xung dương đặt vào cực điều khiển. Sau khi Thyristor mở xung điều khiển không còn tác dụng nữa.

Điều khiển Thyristor trong sơ đồ chỉnh lưu hiện nay thường gặp là điều khiển theo nguyên tắc thẳng đứng tuyến tính. Nội dung của nguyên tắc này có thể mô tả theo giản đồ (hình 3 - 8) như sau:



Hình 3-7. Nguyên lý điều khiển chỉnh lưu.

Khi điện áp xoay chiều hình sin đặt vào anốt của Thyristor, để có thể điều khiển được góc mở α của Tiristo trong vùng điện áp + anốt, ta cần tạo một điện áp tựa dạng tam giác, ta thường gọi là điện áp tựa là điện áp răng cưa U_{rc} . Như vậy, điện áp tựa cần có trong vùng điện áp dương anốt.

Dùng một điện áp một chiều U_{dk} so sánh với điện áp tựa. Tại thời điểm (t_1, t_4) điện áp tựa bằng điện áp điều khiển ($U_{rc} = U_{dk}$), trong vùng điện áp dương anốt, thì phát xung điều khiển X_{dk} . Thyristor được mở từ thời điểm có xung điều khiển (t_1, t_4) cho tới cuối bán kỳ (hoặc tới khi dòng điện bằng 0).

❖ Chức năng của mạch điều khiển

+ Điều chỉnh được vị trí xung điều khiển trong phạm vi nửa chu kỳ dương của điện áp đặt trên anốt – catốt của van.

+ Tạo ra được các xung đủ điều kiện mở Thyristor.

Độ rộng của xung:

$$t_x = \frac{I_{dt}}{\frac{di}{dt}}$$

I_{dt} : là dòng duy trì của van.

$\frac{di}{dt}$: tốc độ tăng trưởng của dòng.

3.2.2. Một số yêu cầu đối với mạch điều khiển

❖ *Xung điều khiển phải đảm bảo yêu cầu về độ lớn của điện áp và dòng điều khiển*

- Giá trị nhỏ nhất không vượt quá giá trị cho phép của nhà sản xuất.
- Giá trị nhỏ nhất cũng phải đảm bảo mở được Thyristor trong mọi điều kiện.
- Tổn hao công suất trên các cực điều khiển phải nhỏ hơn giá trị cho phép.

❖ *Độ lớn xung điều khiển*

Khi tải của mạch có điện cảm lớn thì dòng điện chậm nên phải tăng độ rộng xung điều khiển. Thông thường độ rộng xung điều khiển không nhỏ hơn $0,5\mu s$.

❖ *Chia độ dốc*

Người ta chia độ dốc xung điều khiển làm hai phần: Độ dốc sườn trước và độ dốc sườn sau. Để mở Thyristor có thể dùng sườn phía nào cũng được nhưng người ta thường sử dụng sườn sau để mở Thyristor. Vì vậy, độ dốc sườn trước xung điều khiển càng cao thì Thyristor càng tốt. Thông thường yêu

cầu độ dốc của xung điều khiển là: $d \frac{di_k}{dt} = 0,1 (A/\mu s)$.

❖ *Độ đối xứng của xung trong các kênh điều khiển*

Trong bộ biến đổi nhiều pha, nhiều van, độ đối xứng của các xung điều khiển giữa các kênh sẽ quyết định đến đặc tính ra của hệ. Nếu xung điều khiển không đối xứng thì dòng điện trong các pha sẽ có giá trị và hình dạng khác nhau làm mất cân bằng sức từ động của máy biến áp. Do đó làm tăng công suất máy biến áp.

❖ Độ tin cậy

Mạch điều khiển phải đảm bảo làm việc tin cậy trong mọi điều kiện như khi nhiệt độ môi trường thay đổi, tín hiệu nhiễu tầng...

Xung điều khiển phải ít phụ thuộc vào sự dao động của nhiệt độ, dao động của điện áp nguồn, khử được nhiễu cảm ứng và không để Thyristor mở ngoài ý muốn.

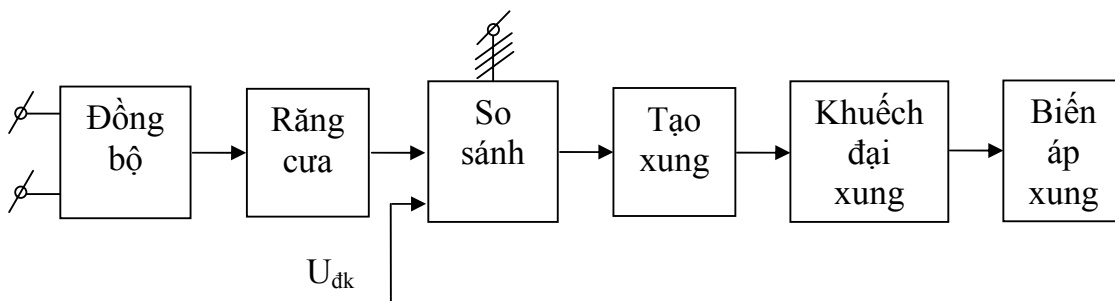
❖ Lắp ráp và vận hành

Mạch điều khiển cũng như mạch điện phải sử dụng hết các thiết bị có sẵn, dễ thay thế, dễ lắp ráp, dễ điều chỉnh, lắp lẫn và mỗi khối có khả năng làm việc độc lập.

3.2.3. Sơ đồ cấu trúc của hệ thống điều khiển

Các hệ thống điều khiển xung pha được chia ra làm hai loại dựa trên nguyên lý đồng bộ và không đồng bộ.

Sơ đồ cấu trúc của hệ thống điều khiển như sau:



Hình 3-8. Sơ đồ khối mạch điều khiển

Chức năng của các khâu như sau:

a) Khối đồng bộ

Khối đồng bộ hay còn gọi là khối điện áp chuẩn sẽ tạo ra điện áp U_o thay đổi theo thời gian có dạng hình sin, vuông, răng cưa... Nhờ khối so sánh điện áp chuẩn U_o sẽ được so sánh với U_{dk} của bộ biến đổi. Khi điện áp ra $U_o = U_{dk}$ ở đầu ra của bộ so sánh sẽ xuất hiện xung và sau đó xung này sẽ được khuếch đại lên và đưa vào cực điều khiển Thyristor.

Điện áp chuẩn thay đổi theo thời gian được tạo ra với điện áp lưới, chính vì thế điện áp chuẩn và xung được tạo ra đồng bộ theo thời gian bộ biến đổi với điện áp lưới xoay chiều. Bằng cách thay đổi giá trị điện áp U_{dk} ta có thể thực hiện được sự dịch chuyển theo thời gian xung ra bộ biến đổi điều chỉnh góc kích α , tức là điều chỉnh điện áp ra của bộ biến đổi.

b) Khối tạo điện áp răng cưa

Khâu này để tạo ra điện áp răng cưa so sánh với U_{dk} điểm cân bằng là thời điểm phát xung. Hình dạng của U_{rc} phụ thuộc vào nguyên tắc điều khiển, ở đây ta chọn nguyên tắc điều khiển thẳng đứng tuyến tính. Điện áp U_{rc} là điện áp đồng pha áp lưới.

Có nhiều phương pháp để tạo ra U_{rc} :

- + Sơ đồ dùng điốt và tụ điện
- + Sơ đồ dùng tranzitor
- + Sơ đồ dùng vi mạch

c) Khối so sánh

Nhiệm vụ của khâu so sánh là tạo ra điện áp U_{rc} với U_{dk} để xác định thời điểm phát xung mở Thyristor.

Để so sánh các tín hiệu tương tự, người ta có thể dùng tranzitor hoặc KĐTT.

KĐTT có những ưu điểm sau:

- Điện trở vào vô cùng lớn : $R_v = \infty$

- Hệ số khuếch đại : $K = \infty$
- Điện trở ra : $R_r = 0$.

Nên ngày nay, chủ yếu dùng KĐTT

d) Khối tạo xung

Bộ tạo xung có nhiệm vụ tạo ra xung có dạng độ dài và công suất đủ để mở Thyristor.

Các bộ tạo xung thường có dạng sau:

- Bộ tạo xung đơn là các bộ khuếch đại xung có nhiệm vụ tạo ra các xung đơn có độ dài ổn định.
- Bộ tạo xung có độ dài tùy ý và được trộn với xung có tần số cấu trúc.
- Bộ tạo xung tạo ra các số lượng khác nhau tùy theo chế độ hoặc sơ đồ.

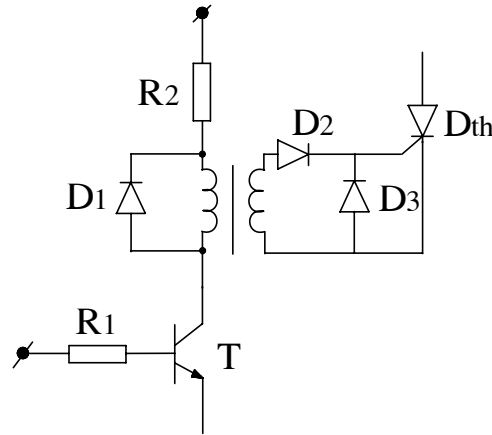
Bộ tạo xung đơn có sơ đồ đơn giản nhất, độ tin cậy cao và thường được dùng cho mạch điều khiển đơn giản.

Bộ tạo xung có trộn xung với tần số cao cho phép sử dụng các xung có độ dài tùy ý, nhưng vẫn đảm bảo kích thước máy biến áp xung gọn nhẹ. Bộ tạo xung kiểu này thích hợp với những xung có độ dài $T_x > 60^\circ$.

Bộ tạo xung có số lượng xung đơn tùy ý cho phép giảm được nhược điểm của bộ phát xung rộng. Bộ này hay được dùng cho bộ biến đổi ở chế độ dòng gián đoạn và khi không muốn đưa xung lên cực điều khiển kyhi điện áp anot âm hơn so với catốt, do đó tăng độ tin cậy của sơ đồ.

e) Khuếch đại xung

- ❖ Sơ đồ nguyên lý



Hình 3-9. Mạch khuếch đại xung

❖ Chức năng

Khuếch đại có nhiệm vụ khuếch đại tín hiệu điều khiển đưa đến để điều khiển các van bán dẫn công suất đảm bảo các tham số cơ bản như biên độ, độ rộng và công suất. Hơn nữa, nó còn có nhiệm vụ cách ly giữa mạch điều khiển và mạch lực.

❖ Nguyên lý hoạt động

Sơ đồ gồm một khoá Tranzitor T được điều khiển bởi một xung có độ rộng xung T_x . Khi T mở bảo hoà, gần như toàn bộ điện áp nguồn +E được đặt lên cuộn sơ cấp của biến áp xung. Điện áp cảm ứng bên phía thứ cấp có cực tính tương ứng mở điốt D_2 , đưa dòng điều khiển vào giữa cực điều khiển và catốt của Thyristor D_{th} . Điốt D_3 có tác dụng là giảm điện áp ngược đặt lên K và cực điều khiển của Thyristor D_{th} khi điện áp catốt dương hơn anốt. Điều này đảm bảo an toàn cho tiếp giáp G – K của Thyristor T khoá lại, dòng collector – emitor của nó bằng 0

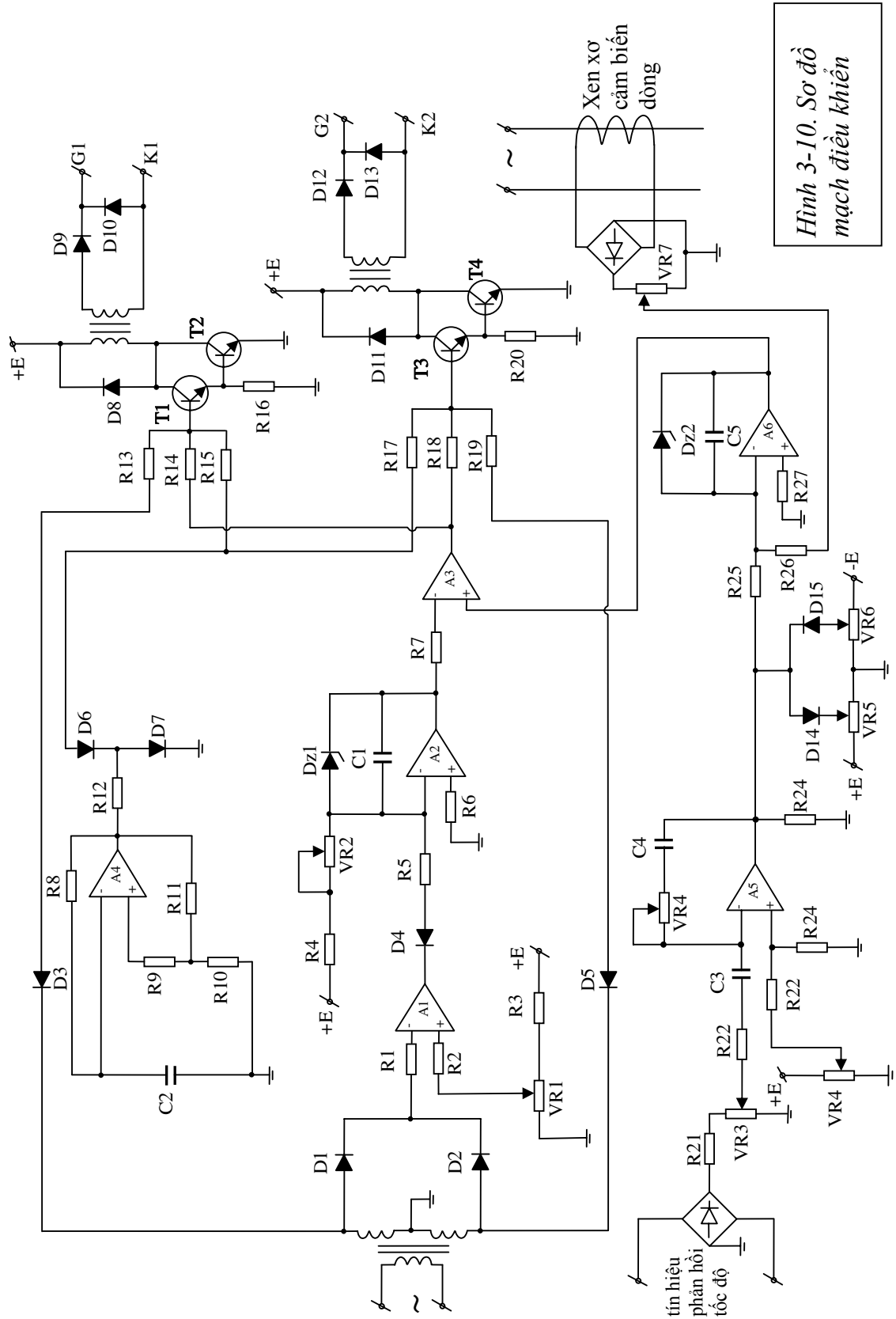
f) Biên áp xung

Biến áp xung để cách ly giữa mạch lực và mạch điều khiển, phối hợp trở kháng giữa tầng KĐX và cực điều khiển của Thyristor, Nhân thành nhiều xung (BAX nhiều cuộn thứ cấp) cho các van cần mở đồng thời như trường hợp phải mắc nối tiếp hoặc song song nhiều van. Yêu cầu lớn nhất của biến áp xung là truyền xung từ mạch điều khiển lên cực điều khiển của Thyristor với độ méo phi tuyến ít nhất.

3.2.4. Thiết kế mạch điều khiển

Dựa trên nguyên tắc điều khiển và những yêu cầu của mạch điều khiển, ta có thể thiết kế sơ đồ mạch điều khiển như sau:

a) Sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển



Hình 3-10. Sơ đồ mạch điều khiển

b) Nguyên lý làm việc

Giả sử nửa chu kỳ đầu điốt D_1 thông, điốt D_2 khoá, nửa chu kỳ sau điốt D_1 khoá và điốt D_2 thông. Điện áp được chỉnh lưu hai nửa chu kỳ lấy điện áp âm đi qua điện trở R_1 được đưa vào đầu đảo của khuếch đại thuật toán A1 để so sánh với điện áp đặt U_0 được lấy từ đất – $R_3 - R_2$ đưa vào cửa không đảo của khuếch đại thuật toán A1.

Khi: $+ U_0 > U_1 \Rightarrow$ điện áp ra U_2 là dương

$+ U_0 < U_1 \Rightarrow$ điện áp ra U_2 là âm

Khi tín hiệu U_2 ra là dương thì điốt D_3 bị khoá tụ C được nạp ngược từ $+E - R_7 - VR_1 - C$ - đất. Điện áp trên tụ C giảm dần về 0, D_z thông.

Khi tín hiệu U_2 là âm thì điốt D_3 thông tụ C được nạp đầu ra A2 – C – $R_5 - D_3$ - đất. Điện áp trên tụ C tăng dần bằng D_z . Khi tụ C phóng, nạp thì đầu ra có điện áp răng cưa đưa vào đầu đảo của khếch đại thuật toán A3 để so sánh với điện áp điều khiển được lấy từ $+E - R_9 - VR_2$ - đất đưa vào cửa không đảo của khếch đại thuật toán A3.

Khi: $+ U_{dk} < U_3 \Rightarrow$ điện áp ra U_4 là âm

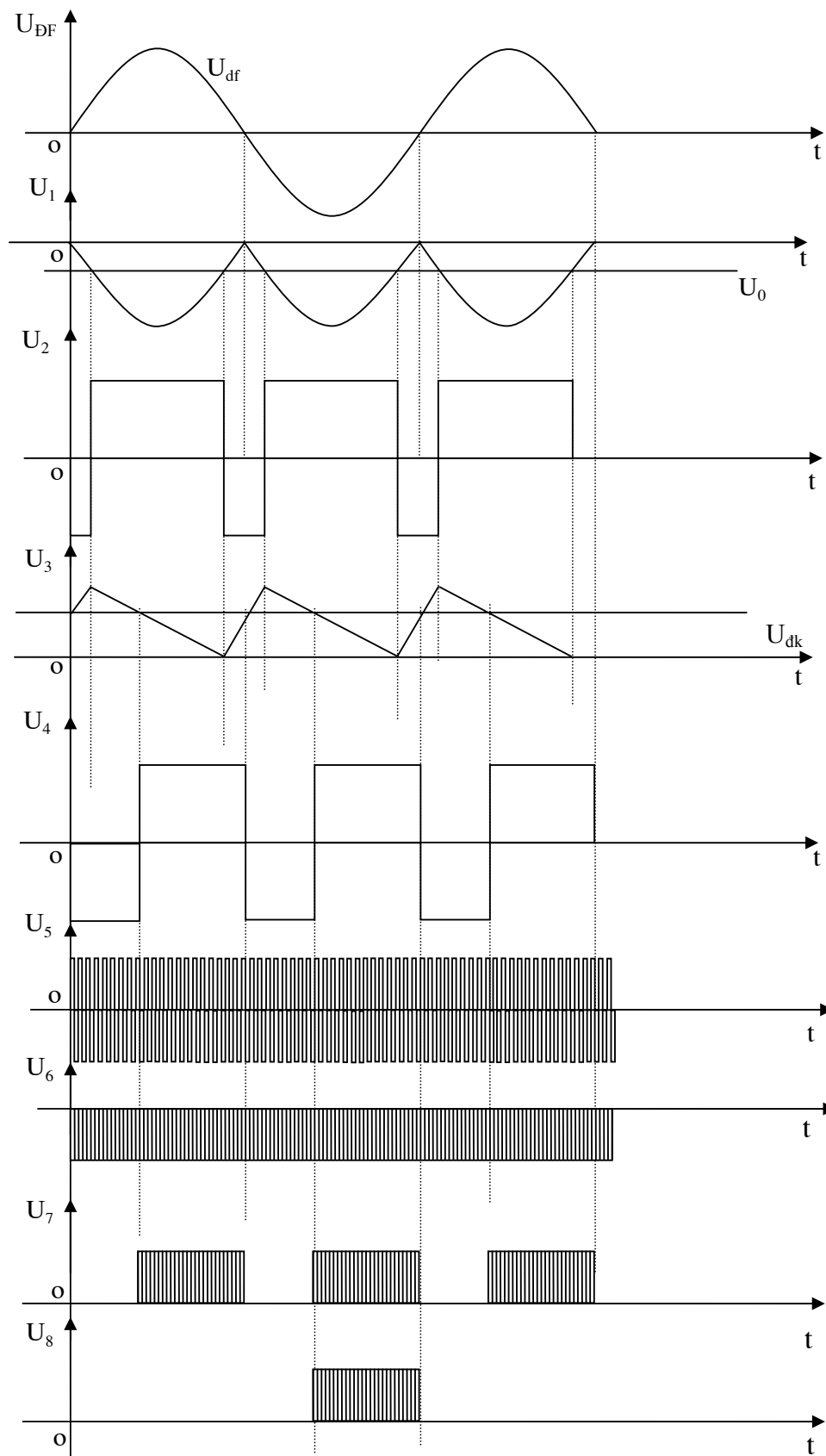
$+ U_{dk} > U_3 \Rightarrow$ điện áp ra U_4 là dương

Vậy đầu ra của khếch đại thuật toán A3 là xung hình chữ nhật có giá trị âm dương. Xung vuông này được trộn với xung chùm có tần số 10KHz được lấy từ bộ dao động dùng khếch đại thuật toán A4.

Xét ở nửa chu kỳ đầu điốt D_{11} thông, còn điốt D_{12} khoá bóng T_1 mở, T_3 khoá. Lúc này có dòng từ $+E - R_{20} - BAX - EC_{T1} - R_{16}$ - đất. Trên R_{16} có biến áp đặt vào bazơ T_2 làm cho T_2 mở.

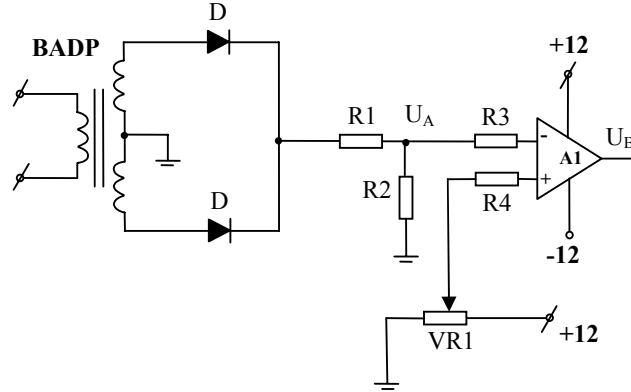
Trong nửa chu kỳ sau điốt D_{11} khoá còn điốt D_{12} thông, bóng T_1 khoá, T_3 mở lúc này có dòng từ $+E - R_{21} - BAX - EC_{T3} - R_{22}$ - đất. Trên R_{22} có biến áp đặt vào bazơ T_4 làm cho T_4 mở. Khi các bóng mở thì tín hiệu míc

vòng qua biến áp xung, bên cuộn thứ cấp ta nhận được các xung điều khiển để mở các Thyristor.



3.2.5. Tính toán các khối trong mạch điều khiển

a) Khối đồng pha



Hình 3 - 11. Sơ đồ tạo điện áp đồng pha

Mạch tạo tín hiệu đồng bộ dùng chỉnh lưu nửa chu kỳ có điểm trung tính (D_1, D_2) để tạo ra điện áp chỉnh lưu $U_{(1)}$ hình (3 - 9).

Điện áp $U_{(1)}$ được so sánh với U_o để tạo ra các tín hiệu tương ứng với điểm mà điện áp nguồn đi qua điểm không.

U_o càng nhỏ thì xung $U_{(2)}$ càng hẹp và phạm vi điều chỉnh càng lớn.

Nếu chọn $\alpha_{\max} = 175^\circ$ thì:

$$U_o = \sqrt{2} \cdot U_2 \sin 5^\circ$$

Theo yêu cầu thiết kế đồ án. BADP dùng lõi thép kỹ thuật điện hình chữ E có tiết diện lõi thép là:

$$S = 12 \text{ cm}^2 \text{ với công suất bằng tương ứng là } P = 12^2 / 1,44 = 100 \text{ (W)}$$

Điện áp thứ cấp lấy bằng 12 V, còn điện áp cuộn sơ cấp là 240 V để nối vào lưới điện.

Theo kinh nghiệm ta chọn số vòng vol là

$$n_o = K / S$$

Trong đó:

$$K - \text{là hệ số biến áp: } 36 \div 42 \text{ (vòng)}$$

$$n_0 = 40 : 12 = 3,3 \text{ (vòng/ vol)}$$

Số vòng dây cuộn sơ cấp :

$$W_1 = n_0 \cdot U_1 = 3,3 \cdot 240 = 792 \text{ (vòng)}$$

Số vòng dây cuộn thứ cấp :

$$W_2 = n_0 \cdot U_2 = 3,3 \cdot 12 = 40 \text{ (vòng)}$$

Tại điểm A.

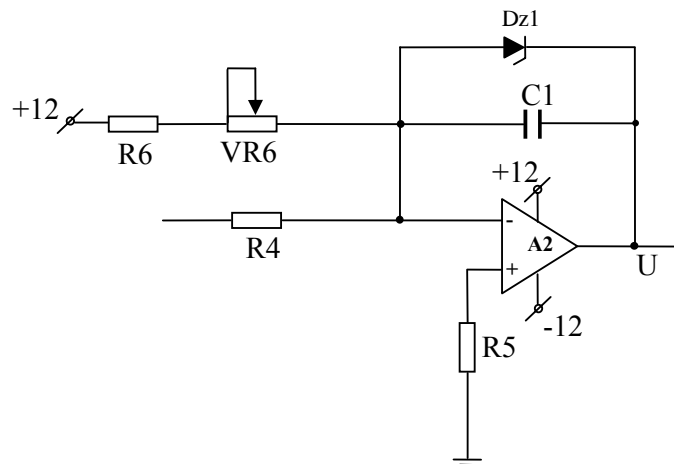
Điện áp đồng pha lấy từ cuộn thứ cấp MBA qua một mạch lọc R_1, C_1 đưa đến đầu vào của KĐTT U1A.

Ta chọn :

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 10 \text{ K}\Omega$$

$$VR1 = 50 \text{ K}\Omega$$

b) Mạch tạo điện áp tựa (điện áp răng cưa)



Hình 3-12. Sơ đồ tạo điện áp tựa

Ta thường chọn sơ đồ tạo điện áp tựa dùng khuếch đại thuật toán. Sơ đồ này được xây dựng trên nguyên tắc sử dụng mạch tích phân. Quá trình phóng

nạp của tụ được thực hiện nhờ nguồn nạp cho tụ là nguồn hai cực tính. Khi điện áp đầu vào $U_{(1)}$ mang dấu dương (+E), điện áp trên tụ (U_2) sẽ được nạp theo công thức như sau:

$$U_2 = U_C = \frac{-E}{R_2 \cdot C} \cdot T_1$$

Điện áp trên tụ theo phương trình là đường tuyến tính dốc xuống phía dưới. Nếu điện áp đầu vào mang dấu âm (-E), điện áp ra sẽ được tính theo công thức:

$$U_2 = U_C = \frac{E}{R_2 \cdot C} \cdot T_2$$

Điện áp trên tụ lúc này là đường đi lên phía trên.

Bằng cách thay đổi thời gian phóng (T_1), thời gian nạp (T_2) và các giá trị VR2, VR3 một cách tương ứng, ta có thể thay đổi được dạng điện áp răng cưa.

Ta chọn:

$$VR2 = 10 \text{ K}\Omega$$

$$VR3 = 50 \text{ K}\Omega$$

$$R_5 = 1 \text{ K}\Omega$$

$$R_6 = 56 \text{ K}\Omega$$

$$R_7 = 330 \Omega$$

$$R_8 = 10 \text{ K}\Omega$$

$$D2, D3 \text{ loại 1}\acute{e}$$

$$C_1 = 0,1 \mu\text{F}$$

c) Khâu so sánh

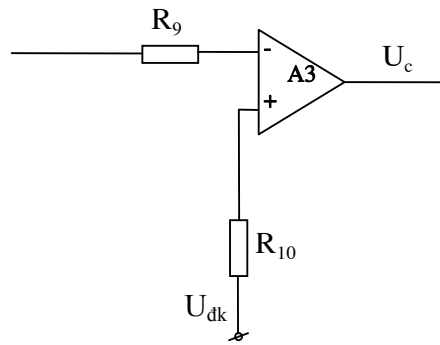
KĐTT U1A làm việc trong chế độ so sánh nên đầu ra điện áp dạng xung hình chữ nhật đối xứng.

Gọi điện áp qua trở R_2 là U_1

Gọi điện áp qua trở R_3 là U_2

Nếu $U_1 > U_2$ thì điện áp tại điểm B bị lật xuống âm nguồn

$U_1 < U_2$ thì điện áp tại điểm B lật lên trên dương nguồn.



Hình 3-13. Sơ đồ khâu so sánh

Ta chọn :

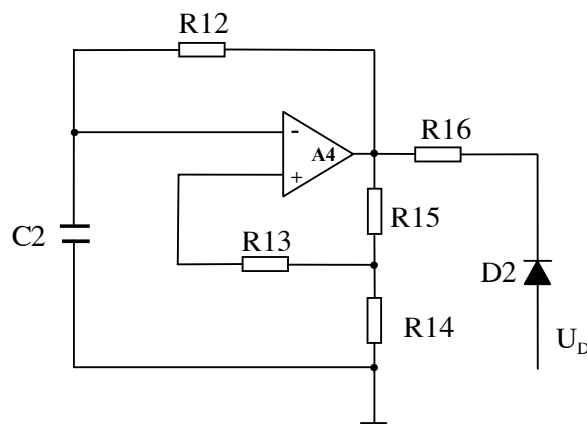
$$R_9 = R_{10} = 10 \text{ K}\Omega$$

d) Khâu tạo xung

Khâu so sánh 1 ta đã nhận được xung vuông rộng kéo dài từ khi xuất hiện đến nửa chu kỳ đang xét của điện áp chỉnh lưu. Nếu xung điều khiển xuất hiện từ thời điểm kéo dài cho đến hết nửa chu kỳ mới kết thúc sẽ làm hỏng cực điều khiển.

Để tạo xung với vài μs ta dùng mạch vi phân R_{12}, C_2 .

Tụ C_2 và R_{12} là để vi phân xung vuông sau khâu so sánh thành xung đơn có biên độ bằng hai lần biên độ hình chữ nhật



Hình 3-14. Sơ đồ khâu tạo xung

$$t_D = R_{12} \cdot C_2 = 100 \mu\text{s} = 10^{-4} \text{ (s)}$$

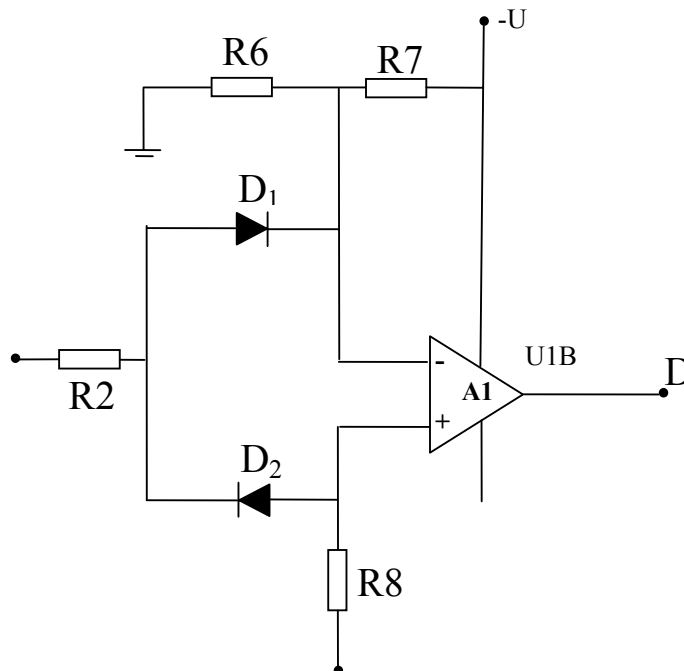
$$\text{chọn } C_2 = 0,047 \mu\text{F} = 0,047 \cdot 10^{-6} \text{ F}$$

$$\Rightarrow R_{12} = \frac{10^{-4}}{0,047 \cdot 10^{-6}} = 2,13 \text{ K}\Omega$$

Khi điện áp đưa từ khâu so sánh ở mức thấp ($-U_{bh}$) thì tụ C_2 được nạp bằng nguồn âm lên đến trị số bằng U_{bh} .

Khi điện áp so sánh chuyển lên mức ($+U_{bh}$) vào thời điểm này R_4 xuất hiện 1 xung điện áp có giá trị bằng điện áp có sẵn trên tụ (U_{bh}) cộng điện áp ra của khâu so sánh cũng bằng U_{bh} . Do chúng mắc nối tiếp nhau nên tổng bằng $+2U_{bh}$. Sau đó tụ C_2 bắt đầu quá trình nạp đảo để cuối cùng đạt trị số U_{bh} nhưng ngược dấu ban đầu.

Xung vi phân được đưa đến KĐTT U1B.



Hình 3-15. Sơ đồ tạo điện áp U_D

Đầu vào (-) U_{1B} đặt dưới điện áp do phân áp R₆, R₇ tạo nên. Như vậy, điện áp tại điểm C = 0 V, điốt D₁ thông làm đầu vào (-) của KĐTT âm hơn đầu vào (+) nên đầu ra của KĐTT sẽ bão hoà ở gần (+) nguồn.

Khi xung nhọn ở điểm C có giá trị (-). Điốt D₁ khoá, D₂ thông làm đầu vào (+) của KĐTT âm hơn so với đầu vào (-). Kết quả đầu ra cũng bị lật xuống âm nguồn. Như vậy, tại D có dạng xung với phần (-) rất hẹp tại thời điểm này điện áp anot đi qua giá trị bằng 0. Đây là tín hiệu điều khiển cho mạch tạo xung răng cưa trên KĐTT U_{1C}.

Chọn

R₅, R₆, R₇, R₈ dựa trên điều kiện sau:

$$\begin{aligned} & |U_+^{U1B}| > |U_-^{U1B}| \\ & \left| \frac{U_c \cdot R_5}{R_5 + R_8} \right| > \left| \frac{-U_c \cdot R_6}{R_6 + R_8} \right| \Rightarrow \frac{R_5}{R_5 + R_8} > \frac{R_6}{R_6 + R_8} \end{aligned}$$

Vậy chọn :

$$\begin{aligned} R_5 = R_8 = R_7 = 10 \text{ K}\Omega \\ R_6 = 5 \text{ K}\Omega \end{aligned} \quad \left| \quad \Rightarrow \text{ (thoả mãn điều kiện)}$$

e) Tính biến áp xung

+ Chọn vật liệu làm lõi là sắt Ferit HM. Lõi có dạng hình xuyên, làm việc trên một phần của đặc tính từ hoá có: $\Delta B = 0,3$ (T), $\Delta H = 30$ (A/m) [1], không có khe hở không khí.

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

+ Điện áp cuộn thứ cấp máy biến áp xung: $U_2 = U_{dk} = 3,0$ (v)

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

$$U_1 = m \cdot U_2 = 3 \cdot 3 = 9 \text{ (v)}$$

+ Dòng điện thứ cấp biến áp xung:

$$I_2 = I_{dk} = 0,1 \text{ (A)}$$

+ Dòng điện sơ cấp biến áp xung:

$$I_1 = I_2 / m = 0,1 / 3 = 0,033(\text{A})$$

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

$$\mu_{tb} = \Delta B / \mu_0 \cdot \Delta H = 8.10^3$$

trong đó :

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

Thể tích của lõi thép cần có:

$$V = Q \cdot L = (\mu_{tb} \cdot \mu_0 \cdot t_x \cdot S_x \cdot U_1 \cdot I_1) / \Delta B^2$$

Thay số $V = 0,834 \cdot 10^{-6} (\text{m}^3) = 0,834 (\text{cm}^3)$.

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

$$a = 4,5 \text{ mm}$$

$$b = 6 \text{ mm}$$

$$Q = 0,27 \text{ cm}^2 = 27 \text{ mm}^2$$

$$d = 12 \text{ mm}$$

$$D = 21 \text{ mm}$$

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

+ Số vòng quấn dây sơ cấp biến áp xung:

Theo định luật cảm ứng điện từ :

$$U_1 = w_1 \cdot Q \cdot dB / dt = w_1 \cdot Q \cdot \Delta B / t_x$$

$$w_1 = U_1 t_x / \Delta B \cdot Q = 186 (\text{vòng})$$

+ Số vòng dây thứ cấp

$$W_2 = w_1 / m = 186 / 3 = 62 (\text{vòng})$$

+ Tiết diện dây quấn thứ cấp:

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

Chọn mật độ dòng điện: $j_1 = 6 \text{ (A/mm}^2\text{)}.$

+ Đường kính dây quấn sơ cấp :

$$d_1 = \sqrt{\frac{4S_1}{\pi}} = 0,084 \text{ (mm)}$$

Chọn: $d = 0,1 \text{ (mm)}.$

+ Tiết diện dây quấn thứ cấp:

$$S_2 = I_2 / J_2 = 0,1 / 4 = 0,025 \text{ (mm}^2\text{)}.$$

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

+ Đường kính dây quấn thứ cấp:

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

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

+ Kiểm tra hệ số lấp đầy:

$$K_{ld} = \frac{S_1 \cdot W_1 + S_2 \cdot W_2}{(\pi + \frac{d^2}{4})} = \frac{d_1^2 \cdot W_1 + d_2^2 \cdot W_2}{d} = 0,03$$

Như vậy, cửa sổ đủ diện tích cần thiết

f) Tính tầng khuếch đại cuối cùng

Chọn Tranzitor công suất loại T_{r3} loại 2SC9111 làm việc ở chế độ xung có các thông số:

Tranzitor loại npn, vật liệu bán dẫn là Si .

Điện áp giữa Colecto và Bazơ khi hở mạch Emito : $U_{CBO} = 40\text{(v)}$

Điện áp giữa Emito và Bazơ khi hở mạch Colecto : $U_{EBO} = 4\text{(v)}$

Dòng điện lớn nhất ở Colecto có thể chịu đựng : $I_{cmax} = 500 \text{ (mA)}.$

Công suất tiêu tán ở Colecto	: $P_c = 1,7$ (w)
Nhiệt độ lớn nhất ở mặt tiếp giáp	: $T_1 = 175^0$ C
Hệ số khuếch đại	: $\beta = 50$
Dòng làm việc của Colecto	: $I_{c3} = I_1 = 33,3$ (mA).
Dòng làm việc của Bazơ	: $I_{B3} = I_{c3} / \beta = 33,3/50 = 0,66$ (A)

Ta thấy rằng với loại Tiristo đã chọn có công suất điều khiển khá bé $U_{dk} = 3,0$ (v), $I_{dk} = 0,1$ (A), nên dòng Colecto – Bazơ của Tranzito I_{r3} khá bé, trong trường hợp này, ta có thể không cần Tranzito I_2 mà vẫn có đủ công suất điều khiển Tranzito.

Chọn nguồn cấp cho biến áp xung: $E = +12$ (V) ta phải mắc thêm điện trở R_{10} nối tiếp với cực Emitter của I_{r3} , R_1 .

$$R_{10} = (E - U_1) / I_1 = 90 (\Omega)$$

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

+ Dòng điện định mức	: $I_{dm} = 10$ (A)
+ Điện áp ngược lớn nhất	: $U_N = 25$ (v),
+ Điện áp để cho điôt mở thông	: $U_m = 1$ (v)

g) Tính chọn bộ tạo xung chòm

Mỗi kênh điều khiển phải dùng 4 khuếch đại thuật toán, do đó ta chọn 6 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	: $V_{cc} = \pm 18$ (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 : $P = 680 \text{ (mW)} = 0,68 \text{ (W)}$

Tổng trở đầu vào : $R_{in} = 10^6 \text{ (M}\Omega\text{)}$

Dòng điện đầu ra : $I_{ra} = 30 \text{ (pA)}$.

Tốc độ biến thiên điện áp cho phép : $du/dt = 13 \text{ (V}/\mu\text{s)}$

Mạch tạo chùm xung có tần số $f = 1/2f_x = 3 \text{ (kHz)}$ hay chu kỳ của xung chùm

$$T = 1/f = 334 \text{ (}\mu\text{s)}$$

ta có : $T = 2 \cdot R_8 \cdot C_2 \cdot \ln(1 + 2 \cdot R_6 / R_7)$

Chọn $R_6 = R_7 = 33(\mu\text{s})$. thì $T = 2,2 R_8 \cdot C_2 = 334 \text{ (}\mu\text{s)}$

vậy : $R_8 \cdot C_2 = 151,8 \text{ (}\mu\text{s)}$

Chọn tụ $C_2 = 0,1\mu\text{s}$ có điện áp $U = 16 \text{ (V)}$; $R_8 = 1,518 \text{ (}\Omega\text{)}$.

Để thuận tiện cho việc điều chỉnh khi lắp mạch thì ta chọn R_8 là biến trở $2 \text{ K}\Omega$

h) Tính chọn tầng so sánh

Khuếch đại thuật toán đã chọn loại TL 084

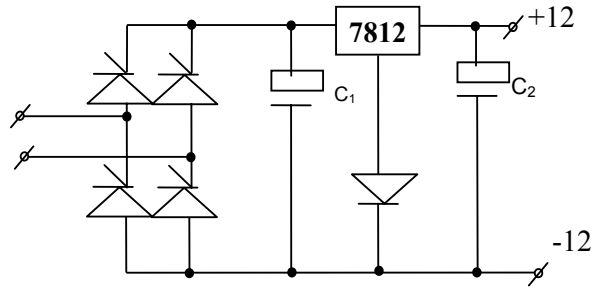
Chọn : $R_4 = R_5 > U_v / I_v = 12 / 1.10^{-3} = 12 \text{ (K}\Omega\text{)}$

Trong đó nếu nguồn nuôi $V_{cc} = \pm 12 \text{ (V)}$ Thì điện áp vào A_3 là $U_v \approx 12 \text{ (v)}$.

Dòng điện vào được hạn chế để $I_{lv} < 1 \text{ (mA)}$.

Do đó ta chọn $R_4 = R_5 = 15 \text{ (K}\Omega\text{)}$ khi đó dòng vào A_3 :

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

i) Tạo nguồn nuôi:

Hình 3-16. Sơ đồ nguyên lý tạo nguồn nuôi $\pm 12\text{ V}$

Ta cần tạo ra nguồn điện áp $\pm 12\text{ (V)}$ để cấp cho biến áp xung, nuôi IC, các bộ điều chỉnh dòng điện, tốc độ và điện áp đặt tốc độ.

Nếu dùng mạch chỉnh lưu cầu 3 pha dùng Điốt, điện áp thứ cấp máy biến áp nguồn nuôi: $U_2 = 12 / 2,34 = 5,1\text{ (v)}$ ta chọn $U_2 = 9\text{ (v)}$

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 : $U_V = 7 \div 35\text{ (V)}$.

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

$U_{ra} = -12\text{ (V)}$ với IC 7912

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

Tụ điện C_4, C_5 dùng để lọc thành phần sóng dài bậc cao.

Chọn : $C_4 = C_5 = C_6 = C_7 = 470\text{ (}\mu\text{F)}$; $U = 35\text{ V}$

j) Tính toán máy biến áp nguồn nuôi và đồng pha

1- Ta thiết kế máy biến áp dùng cho cả việc tạo điện áp đồng pha và tạo nguồn nuôi, chọn kiểu máy biến áp 3 pha 3 trụ, trên mỗi trụ có 3 cuộn dây, một cuộn sơ cấp và hai cuộn thứ cấp.

2- Điện áp lấy ra ở thứ cấp máy biến áp làm điện áp đồng pha lấy ra thứ cấp làm nguồn nuôi: $U_2 = U_{2dph} = U_N = 9 (V)$.

3- Dòng điện thứ cấp máy biến áp đồng pha:

$$I_{2dph} = 1 (mA)$$

4- Công suất nguồn nuôi cấp cho biến áp xung:

$$P_{dph} = 6 \cdot U_{2dph} \cdot I_{2dph} = 6 \cdot 9 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 0,054 (W)$$

5- Công suất tiêu thụ ở 6 IC TL 084 sử dụng làm khuếch thuật toán ta chọn hai IC TL 084.

$$P_{81c} = 8 \cdot P_{IC} = 8 \cdot 0,68 = 5,12 (W)$$

6- Công suất BAX cấp cho cực điều khiển Tiristo.

$$P_x = 6 \cdot U_{dk} \cdot I_{dk} = 6 \cdot 3 \cdot 0,1 = 1,8 = 6,976 (W)$$

7- Công suất sử dụng cho việc tạo nguồn nuôi.

$$P_N = P_{dph} + P_{81c} + P_x$$

$$P_N = 0,056 + 5,12 + 1,8 = 6,976 (W)$$

8- Công suất của máy biến áp có kể đến 5% tổn thất trong máy:

$$S = 1,05 \cdot (P_{dph} + P_N) = 1,05 \cdot (0,054 + 6,976) = 7,38 (VA)$$

9- Dòng điện thứ cấp máy biến áp:

$$I_2 = S : 6 \cdot U_2 = (7,38 : 6) \cdot 9 = 0,137 (A)$$

10- Dòng điện sơ cấp máy biến áp :

$$I_1 = S / 3 \cdot U_2 = 7,38 / 3 \cdot 220 = 0,0112 (A)$$

11- Tiết diện trụ của máy biến áp được tính theo công thức kinh nghiệm :

$$Q_t = k_Q \cdot \sqrt{\frac{S}{m \cdot f}} = 1,33 (cm^2)$$

Trong đó: $k_Q = 6$ - hệ số phụ thuộc phương thức làm mát.

$m = 3$ - số trụ của biến áp .

$f = 50$ - tần số điện áp lưới.

Chuẩn hoá tiết diện trụ theo bảng [7]

$$Q_t = 1,63 \text{ (cm}^2\text{)}.$$

kích thước mạch từ lá thép dày $\sigma = 0,5$ (mm)

Số lượng lá thép : 68 lá

$$a=12\text{mm}$$

$$b=16\text{mm}$$

$$h=30\text{mm}$$

hệ số ép chặt $k_c = 0,85$.

12- Chọn mật độ từ cảm $B = 1\text{T}$ ở trong tụ ta có số vòng dây sơ cấp :

$$w_1 = \frac{U_1}{4,44.f.B.Q_t} = 6080 \text{ (vòng)}$$

13- Chọn mật độ dòng điện : $J_1 = J_2 = 2,75 \text{ (A/mm}^2\text{)}$

Tiết diện dây quấn sơ cấp:

$$S_1 = \frac{S}{3.U_1.J_1} = 0,0043 \text{ (mm}^2\text{)}$$

đường kính dây quấn sơ cấp :

$$d_1 = \sqrt{\frac{4.S_1}{\pi}} = 0,074 \text{ (mm)}$$

Chọn $d_1 = 0,1$ mm để đảm bảo độ bền cơ. Đường kính có kể cách điện:

$$d_{lcd} = 0,12 \text{ (mm)}.$$

14- Số vòng dây quấn thứ cấp :

$$W_2 = W_1. U_2 / U_1 = 249 \text{ (vòng)}$$

15- Tiết diện dây quấn thứ cấp :

$$S_2 = S / (6 \cdot U_2 \cdot J_2) = 0,053 \text{ (mm}^2\text{)}$$

16- Đường kính dây quấn thứ cấp :

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot S_2}{\pi}} = 0,260 \text{ (mm)}$$

Chuẩn hoá đường kính : $d_2 = 0,26 \text{ (mm)}$

đường kính có kể đến cách điện : $d_{2cd} = 0,31 \text{ (mm)}$

17- Chọn hệ số lấp đầy : $k_{ld} = 0,7$.

$$\text{với } k_{ld} = \frac{\frac{\pi}{4} \cdot (d_{1cd}^2 \cdot w_1 + d_{2cd}^2 \cdot w_2)}{k_{ld} \cdot h} = 8,3 \text{ (mm)}$$

chọn: $c = 12\text{mm}$.

18- Chiều dài mạch từ :

$$L = 2 \cdot c + 3 \cdot a = 2 \cdot 12 + 3 \cdot 12 = 60 \text{ (mm)}$$

19- Chiều cao mạch từ:

$$H = h + 2 \cdot a = 30 + 2 \cdot 12 = 54 \text{ (mm)}$$

20- Tính chọn điôt cho bộ chỉnh lưu nguồn nuôi :

+ Dòng điện hiệu dụng qua điôt :

$$I_{D,HD} = \frac{I_2}{\sqrt{2}} = 0,099 \text{ (A)}$$

+ Điện áp ngược lớn nhất mà điôt phải chịu : $U_{Nmax} = \sqrt{6} \cdot U_2 = 22$

(v)

+ Chọn điôt có dòng định mức:

$$I_{dm} \geq K_i \cdot I_{DMD} = 10 \cdot 0,1 = 1,1 \text{ (A)}$$

Chọn điôt có điện áp ngược lớn nhất :

$$U_n = k_u \cdot U_{Nmax} = 2 \cdot 22 = 44 \text{ (V)}$$

Chọn điôt loại KII208A có các thông số:

- + Dòng điện định mức : $I_{dm} = 1,5 \text{ (A)}$
- + Điện áp ngược cực đại của điôt: $U_N = 100 \text{ (V)}$.

CHƯƠNG IV
TỔNG HỢP HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN MỘT CHIỀU
4.1. Đặt vấn đề

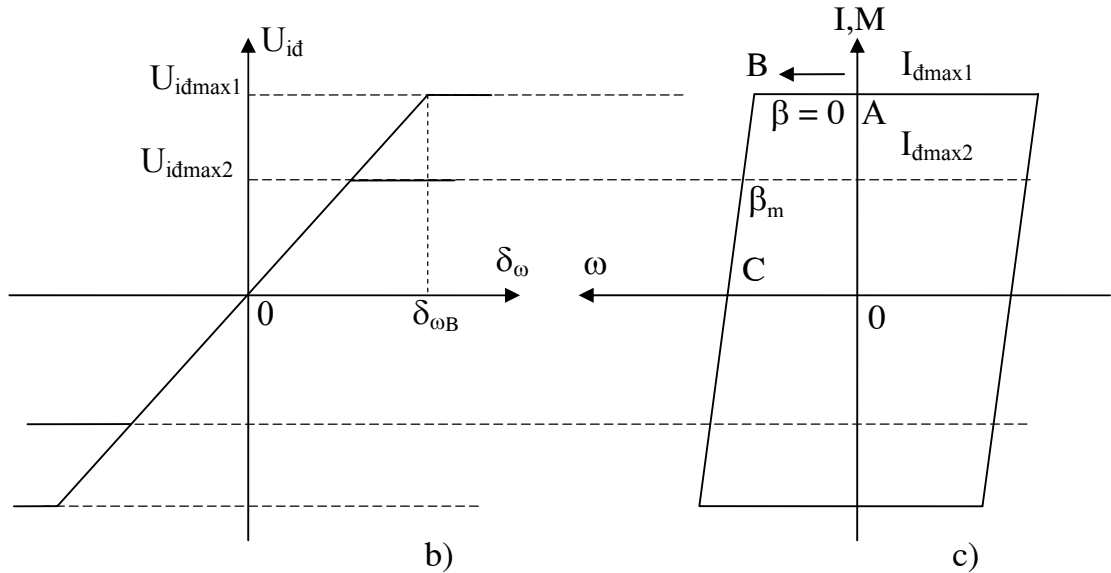
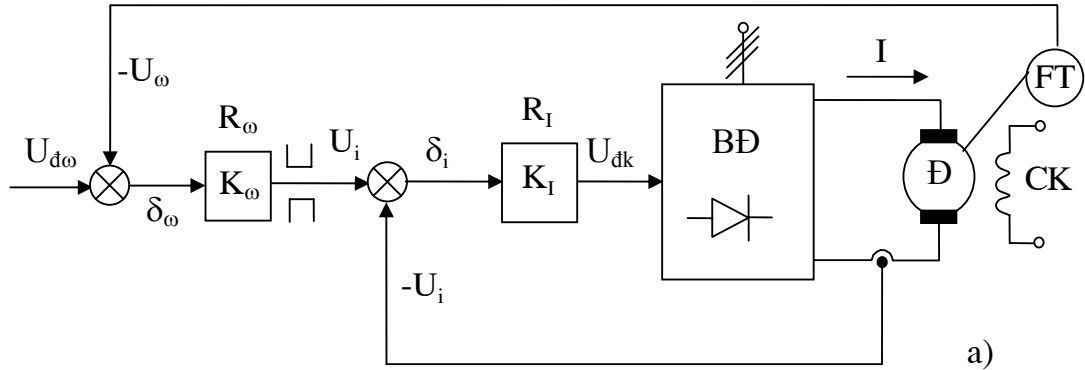
Việc tổng hợp hệ thống gồm có hai nhiệm vụ xác định cấu trúc và xác định tham số của bộ biến đổi.

Trong các hệ truyền động điện hiện đại, các mạch vòng điều chỉnh được nối theo cấp, độc lập tương đối với nhau, việc phân vùng tác dụng giữa ổn định tốc độ và hạn chế dòng điện được thực hiện bằng dạng phi tuyến của dạng điều chỉnh.

Sơ đồ đơn giản nhất gồm hai vòng điều chỉnh: vòng điều chỉnh dòng điện ở trong có bộ điều chỉnh dòng điện R_I , vòng điều chỉnh tốc độ có bộ điều chỉnh tốc độ R_ω , bộ điều chỉnh này có đặc tính khuếch đại, có vùng bão hoà hình (4 - 1, b). Điện áp đầu ra của R_ω là điện áp đặt dòng điện phản ứng U_{id} , giá trị bão hoà u_{idmax} chính là giá trị đạt cực đại của dòng điện phản ứng. Bộ điều chỉnh dòng điện R_I trong mạch vòng có nhiệm vụ duy trì dòng điện phản ứng luôn bằng giá trị đặt (U_{id}), bất kể hệ thống đang làm việc ổn định hay đang trong quá trình quá độ. Như vậy, mạch vòng điện được điều khiển bởi tín hiệu U_{id} . Vì dòng điện là đại lượng biến thiên nhanh nên sai lệch δ_i luôn nhỏ, bộ điều chỉnh R_I luôn làm việc ở vùng tuyến tính của đặc tính điều chỉnh.

Khi bắt đầu quá trình thay đổi tốc độ, giả sử xét khi khởi động động cơ. Do có sự thay đổi đột ngột của $U_{\omega d}$ trong khi U_ω chưa thay đổi kịp do quán tính cơ học của hệ, nên sai lệch đầu vào $\delta_\omega = U_{\omega d} - U_\omega$ có giá trị lớn. Điểm làm việc của R_ω sẽ ở rất sâu trong vùng bão hoà của đặc tính điều chỉnh, tín hiệu ra của R_ω sẽ là $U_{id} = U_{idmax} = \text{const}$, mạch vòng tốc độ bị “ngắt” ra khỏi sơ đồ. Do hoạt động của mạch vòng dòng điện mà dòng điện phản ứng được duy trì ở giá trị $I = I_{dmax}$ tương ứng tín hiệu vào của mạch vòng là U_{idmax} , điểm bắt đầu khởi động là điểm A trên hình 4 - 1, c. động cơ bắt đầu được tăng tốc độ với gia tốc

$$\frac{d\omega}{dt} = (K \cdot \Phi_{dm} \cdot I_{dmax} - M_c) / J$$



Hình 4-1. Điều chỉnh dòng điện trong các hệ nhiều vòng: a) Sơ đồ khối; b) Đặc tính điều chỉnh của bộ điều chỉnh tốc độ; c) Đặc tính cơ

Mặc dù sau đó tốc độ động cơ tăng dần lên nhưng dòng điện phản ứng vẫn được duy trì ở giá trị $I = I_{dmax}$ chừng nào mà bộ điều chỉnh tốc độ R_ω chưa ra khỏi vùng bão hoà, tức là chưa được “nối” lại vào sơ đồ. Đoạn đặc tính cơ khi khởi động là đoạn BC, có độ cứng bằng không và dòng điện không đổi. Tại điểm làm việc B tốc độ động cơ $\omega = \omega_B$ sao cho $\delta_\omega = \delta_{\omega B}$, điểm làm việc

của R_w bắt đầu ra khỏi vùng bão hoà và lọt vào vùng tuyến tính của đặc tính, mạch vòng tốc độ bắt đầu phát huy tác dụng điều chỉnh cùng với mạch vòng dòng điện tạo đoạn đặc tính BC có độ cứng β_m thoả mãn đạt độ chính xác cao.

Quá trình quá độ khi hãm, điều chỉnh tốc độ và khi quá tải lớn cũng xảy ra tương tự như trên và được mô tả giống hệt như đồ thị trên hình (4 - 5).

Về cấu trúc hệ thống, ta chấp nhận cấu trúc hệ điều khiển phân cấp với các bộ điều khiển R_I , R_w theo luật PI số.

Về giá trị các tham số của các bộ điều khiển R_I , R_w có thể xác định nhờ các phương pháp nghiên cứu thông thường: phương pháp môđun tối ưu, hoặc phương pháp môđun đối xứng.

Ta đã biết: bộ điều khiển PI có hai tham số cần xác định. Các tham số này sau khi tổng hợp cần đảm bảo:

- 1) Hệ ổn định.
- 2) Sai số tĩnh bằng không.
- 3) Thời gian quá độ đạt yêu cầu đề ra.
- 4) Độ quá điều chỉnh nằm trong giới hạn cho phép.
- 5) Số lần dao động nhỏ hơn giá trị cho phép.

Các tham số của bộ điều khiển PI ngoài phụ thuộc vào các tham số của hệ thống, còn phụ thuộc thời gian lượng tử T . Để nghiên cứu tổng quát, ta dùng máy tính để tìm một loạt nghiệm theo nhiều giá trị của T :

$$R_I = f(T, K_p, K_w)$$

$$R_w = f(T, K_p, K_I)$$

Và sau đó ta chọn các giá trị tốt nhất.

4.2. Lập mô tả toán học của các khâu và phần tử có trong sơ đồ

4.2.1. Chế độ xác lập của động cơ điện một chiều kích từ độc lập

Khi đặt dây quấn kích từ một điện áp u_k nào đó thì trong dây quấn kích từ sẽ có dòng điện i_k và dòng điện đó mạch từ của máy sẽ có từ thông Φ . Tiếp đó đặt một giá trị điện áp U lên mạch phần ứng thì trong dây quấn phần ứng sẽ có dòng điện I chạy qua. Tương tác giữa dòng điện phần ứng và từ thông kích từ tạo thành mômen điện từ, giá trị của mômen điện từ được tính như sau:

$$M = \frac{p' \cdot N}{2 \pi \cdot a} \cdot \Phi I = k \Phi \cdot I$$

Trong đó

p' - số đôi cực của động cơ;

N - số thanh dẫn phần ứng dưới một cực từ;

a - số thanh song song của dây quấn phần ứng;

$k = pN/2\pi a$ - hệ số kết cấu của máy.

Mômen điện từ kéo cho phần ứng quay quanh trục, các dây quấn phần ứng quét qua từ thông và trong các dây quấn này cảm ứng sức điện động (s.d.đ):

$$E = \frac{p' \cdot N}{2 \pi \cdot a} \Phi \cdot \omega = k \Phi \cdot \omega$$

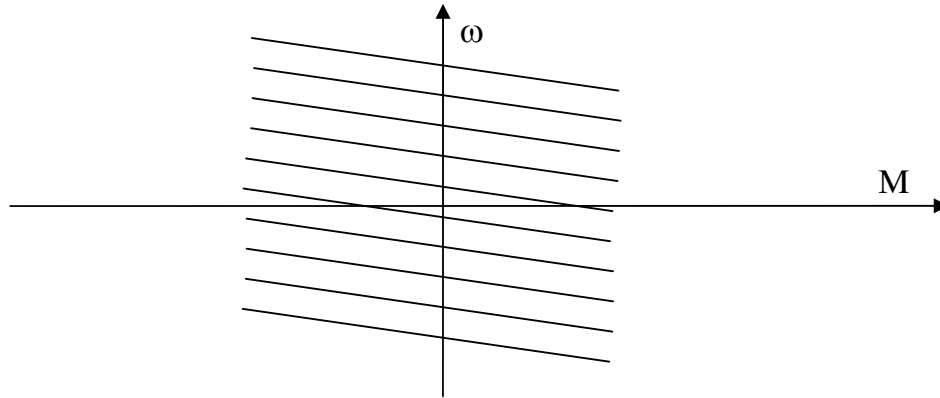
trong đó ω - tốc độ góc của rôto.

Trong chế độ xác lập, có thể tính được tốc độ qua phương trình cân bằng điện áp phần ứng:

$$\omega = \frac{U - R_u I}{k \Phi}$$

trong đó R_u - điện trở mạch phần ứng của động cơ.

Với các phương trình (4 - 1) và (4 - 3) ta vẽ được họ đặc tính cơ $M(\omega)$ của động cơ một chiều khi từ thông không đổi (hình 4 - 2)



Hình 4-2. Đặc tính cơ động cơ điện một chiều

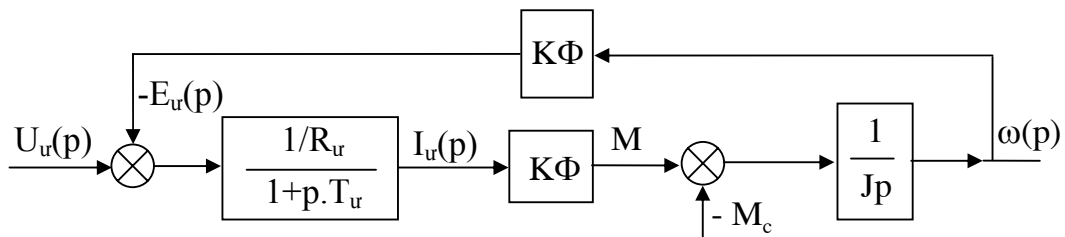
4.2.2. Chế độ quá độ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập

Khi dòng điện kích từ động cơ không đổi, hoặc khi động cơ được kích thích bằng nam châm vĩnh cửu thì từ thông kích từ là hằng số $K\Phi = \text{const}$. Với động cơ điện một chiều, những phương trình cơ bản đã tuyến tính hoá viết dưới dạng ảnh laplace (với điều kiện đầu bài bằng 0) có dạng sau:

$$U_u(p) = R_u \cdot I_u(p) + L_u \cdot p \cdot I_u(p) + K\Phi \cdot \omega(p)$$

$$M(p) + M_c(p) = J \cdot p \cdot \omega(p)$$

$$\Rightarrow I_u(p) = \frac{U_u(p) - K\Phi \cdot \omega(p)}{R_u + L_u \cdot p} \quad \text{Với } T_u = L_u / R_u$$



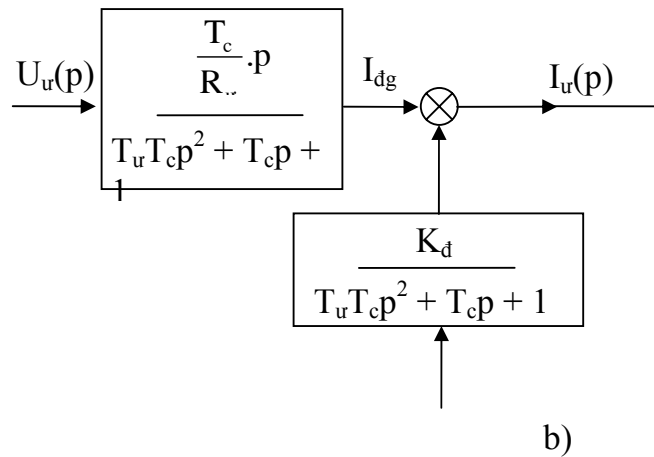
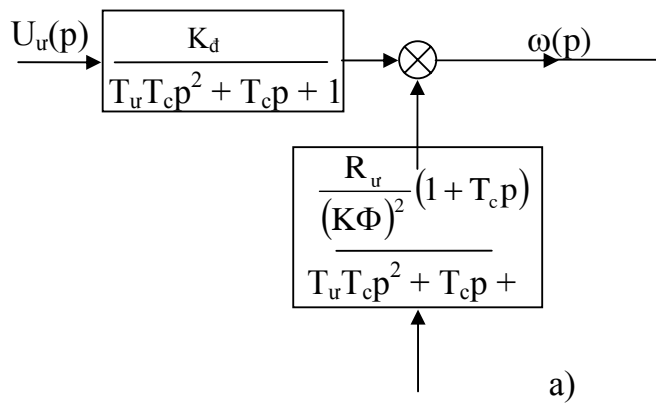
Hình 4-3. Sơ đồ cấu trúc từ thông không đổi

Sơ đồ cấu trúc động cơ khi từ thông không đổi được thể hiện trên (hình 4 - 3). Bằng phương pháp đại số sơ đồ cấu trúc ta có sơ đồ thu gọn (hình 4 - 7), trong đó đặt:

$K_d = 1/ K \Phi$ - hệ số khuếch đại động cơ;

$T_c =$ hằng số thời gian cơ học.

$$I_r(p) = \frac{\frac{U_r(p)p \cdot T_c}{R_r} + \frac{M_c(p)}{K\Phi}}{T_r T_c p^2 + T_c p + 1}$$



Hình 4- 4. Các sơ đồ cấu trúc thu gọn:
a) Theo tốc độ; b) Theo dòng điện

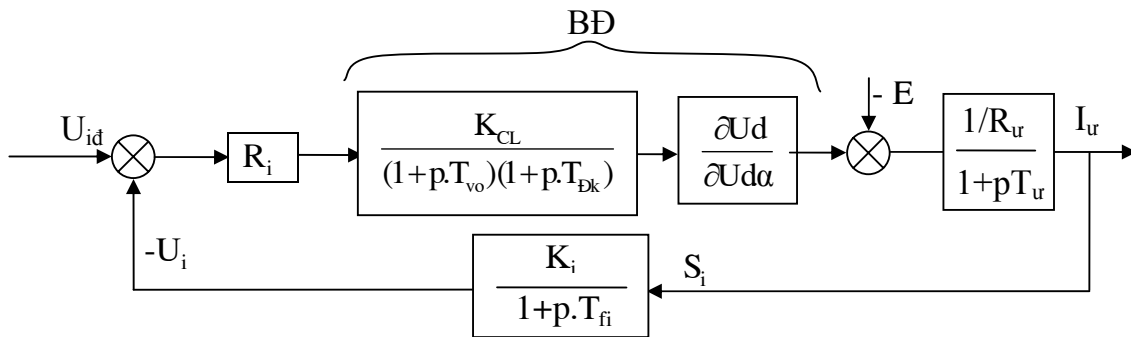
4.3. Tổng hợp mạch vòng dòng điện

4.3.1. Khái niệm mạch vòng điều chỉnh dòng điện

Trong các hệ thống truyền động tự động cũng như các hệ chấp hành thì mạch vòng điều chỉnh dòng điện là mạch vòng cơ bản. Chức năng cơ bản của mạch vòng dòng điện trong các hệ thống truyền động một chiều và xoay chiều là trực tiếp hoặc gián tiếp xác định mô men kéo của động cơ, ngoài ra còn có chức năng bảo vệ, điều chỉnh gia tốc...

4.3.2. Tổng hợp mạch vòng dòng điện khi bỏ qua sức điện động và mômen cản M_c động cơ

Sơ đồ khối của mạch vòng điều chỉnh dòng điện như (hình 4 - 5), trong đó R_i là bộ điều chỉnh dòng điện, BD là bộ biến đổi một chiều, S_i là xenxo dòng điện.



Hình 4-5. Sơ đồ khối của mạch vòng dòng điện

Xenxo dòng điện có thể thực hiện bằng các biến dòng ở mạch xoay chiều hoặc bằng điện trở sun hoặc các mạch dòng điện cách ly trong một chiều.

Hàm truyền của mạch vòng dòng điện:

$$F_I(p) = \frac{U_I(p)}{I_r(p)} = \frac{K_i}{1 + T_{fi}p}$$

Hàm truyền của bộ biến đổi Thyristor:

$$F_{BBT}(p) = \frac{U_{da}(p)}{U_{Đk}(p)} = \frac{K_{BD}}{1 + T_{BD}p}$$

trong đó T_{BD} - hằng số thời gian của bộ biến đổi Thyristor

T_r - hằng số thời gian của phản ứng

T_i - hằng số thời gian của xenxơ dòng điện

R_r - điện trở mạch phản ứng

Trong trường hợp hệ thống truyền động điện có hằng số thời gian cơ học rất lớn hơn hằng số thời gian điện từ của mạch phản ứng thì ta có thể coi sức điện động của động cơ không ảnh hưởng quá trình điều chỉnh của mạch vòng dòng điện (tức là coi $\Delta E = 0$ hoặc $E = 0$).

Hàm truyền của mạch dòng điện (hàm truyền của đối tượng điều chỉnh) là như sau:

$$F_k(p) = \frac{K_{CL} \cdot K_i / R_r}{(1 + p \cdot T_{vo})(1 + p \cdot T_{Đk})(T_r p + 1)(T_{fi} + 1)}$$

Trong đó các hằng số thời gian $T_{Đk}$, T_{vo} , T_{fi} là rất nhỏ so với hằng số thời gian điện từ T_r . Đặt $T_s = T_{Đk} + T_{vo} + T_{fi}$ thì có thể viết lại:

$$F_k(p) = \frac{K_{CL} \cdot K_i / R_r}{(1 + T_s p)(1 + T_r p)}$$

Đặt $T_{si} \ll T_r$: áp dụng tiêu chuẩn tối ưu môđun ta tìm được hàm truyền của bộ điều chỉnh dòng điện có dạng khâu PI.

$$R_i(p) = \frac{T_n p + 1}{T_i}$$

$$T_n = T_r; \quad T_i = 2KT_{si}$$

$$\Rightarrow Ri(p) = \frac{T_r + 1}{\frac{K_{CL} \cdot K_i}{R_r} \cdot 2T_{si} \cdot p} = \frac{T_r \cdot R_r}{2K_{CL} \cdot K_i \cdot T_{si}} \left(1 + \frac{1}{T_r p} \right)$$

Đặt $K_{Ri} = \frac{T_r \cdot R_r}{2 \cdot K_{CL} \cdot K_i \cdot T_{si}}$

Từ các thông số động cơ:

$$P_{dm} = 2,2(\text{kW}); U_{dm} = 240(\text{V}); I_{dm} = 10(\text{A}); n_{dm} = 1500 (\text{v/p});$$

Tacó:

$$+ \text{Tốc độ góc: } \omega_{dm} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} = \frac{n_{dm}}{9,55} = \frac{1500}{9,55} = 157 \text{ (rad/s)}$$

$$K \cdot \Phi_{dm} = (U_{udm} - R_r \cdot I_{udm}) / \omega_{dm} = (240 - 1,2 \cdot 10) : 157 = 1,45 \text{ (Wb)}$$

+ Điện trở mạch phản ứng được tính gần đúng như sau: với hiệu suất 90%

$$R_r = 0,5 (1 - \eta) \cdot U_{dm} / I_{dm} = 0,5(1 - 0,9) 240/10 = 1,2 (\Omega)$$

+ L_r điện cảm phản ứng động cơ được tính theo công thức Umanxki-Lindvil:

$$L_r = \gamma \cdot \frac{U_{dm} \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot p \cdot n_{dm} \cdot I_{dm}} = 0,25 \cdot \frac{240 \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot 2 \cdot 1500 \cdot 10} = 0,038(\text{H}) = 38 \text{ (mH)}$$

Hằng số γ chọn bằng 0,25

+ Hằng số thời gian của phản ứng:

$$T_r = L_r / R_r = 38/1,2 = 31,67 \text{ (ms)} \approx 0,0316 \text{ (s)}$$

Mômen quán tính của các phần chuyển động quy đổi về trục động cơ:

$$M(p) - M_c(p) = Jp\omega(p)$$

$$\Rightarrow J = (M(p) - M_c(p)) / p\omega(p) \quad \text{trong trường hợp } M_c = 0$$

$$\Rightarrow J p = M(p) / \omega = K\Phi_{dm} / \omega = 1,45 : 157 = 0,0092$$

+ Hằng số thời gian của bộ biến đổi:

$$T_{vo} = \frac{1}{2mf} = \frac{1}{2.2.50} = 0,005 \text{ (s)}$$

+ Hằng số thời gian của mạch điều khiển chỉnh lưu chọn bằng:

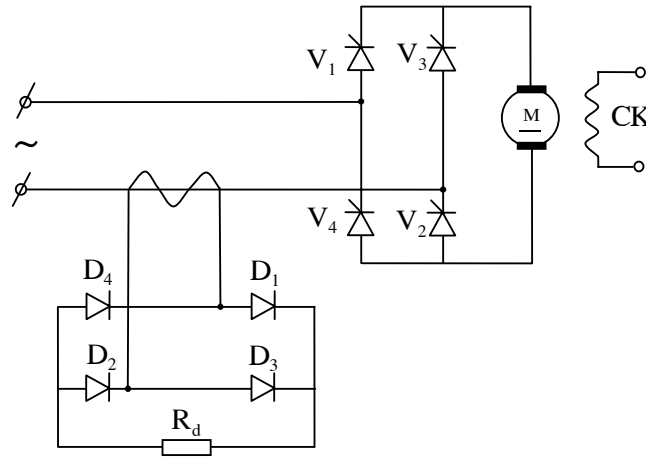
$$T_{dk} = 0,001 \text{ (s)}$$

+ Hệ số biến đổi của mạch chỉnh là:

$$K_{CL} = \frac{\partial U_{d\alpha}}{\partial U_{dk}} = \frac{U_d(p) \cdot \cos \alpha}{U_{dk}}$$

$$K_{CL} = \frac{240}{12} = 20$$

+ Hệ số hàm truyền phản hồi dòng điện K_i :



Hình 4-6. Sơ đồ mạch lực với cảm biến dòng

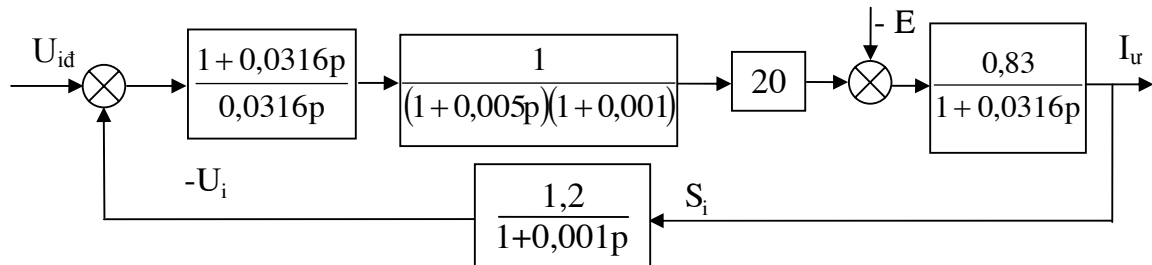
$$K_{fi} = \frac{U_i(p)}{I_{udm}(p)} = \frac{12}{10} = 1,2$$

Hằng số thời gian của khâu phản hồi dòng điện chọn bằng:

$$T_{fi} = 0,001 \text{ (s)}$$

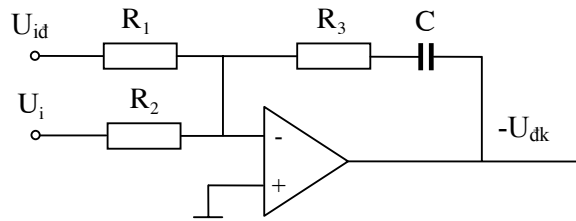
Do đó hàm truyền của khâu phản hồi dòng điện.

$$\Rightarrow F_{fi}(p) = \frac{1,2}{1 + 0,001 \cdot p}$$



Hình 4-7. Sơ đồ khối của mạch vòng dòng điện

Sơ đồ điều khiển thuộc bộ điều chỉnh dòng điện.



Hình 4-8. Cấu trúc bộ điều chỉnh dòng điện

Chọn $R_1 = R_2$ ta có.

$$\frac{U_{id}}{R_1} - \frac{U_i}{R_2} = \frac{-U_{Đk}}{R_3 + \frac{1}{C.R_3 \cdot \omega}}$$

Vậy hàm truyền của bộ điều chỉnh được tính như sau.

$$\frac{-U_{Đk}}{U_{id} - U_i} = \frac{1 + C.R_3 \omega}{R_1 \cdot C \cdot \omega} = \frac{R_3}{R_1} \left(1 + \frac{1}{C.R_3 \cdot \omega} \right)$$

áp dụng tiêu chuẩn môđun tối ưu ta tìm được hàm truyền của bộ điều chỉnh dòng điện có dạng khâu PI

$$R_i(p) = \frac{1 + T_u \cdot p}{\frac{K_{CL} \cdot K_{fi}}{R_u} \cdot a T_s p}$$

Trong đó $T_s = T_{dk} + T_{vo} + T_i = 0,001 + 0,001 + 0,005 = 0,007$; lấy hằng số a bằng 2.

$$\frac{K_{CL} \cdot K_i}{R_u} \cdot 2 T_s = R_1 C$$

$$T_u = R_3 \cdot C$$

$$\text{Chọn } C = 2 \cdot 10^{-6}$$

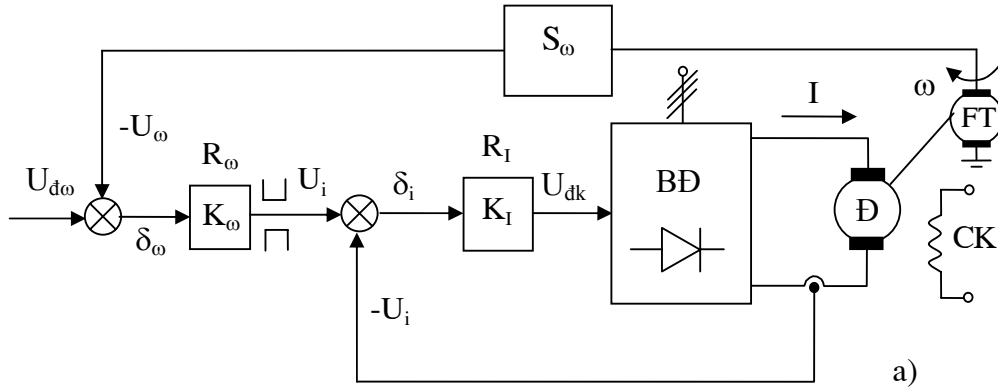
$$\Rightarrow R_3 = T_u / C = 0,0316 : 2 \cdot 10^{-6} = 0,0158 \cdot 10^6 = 15800 (\Omega)$$

Mặt khác :

$$R1 = R2 = \frac{K_{CL} \cdot K_i}{R_u \cdot C} \cdot 2 T_s = \frac{20 \cdot 1,2}{1,2 \cdot 2 \cdot 10^{-6}} \cdot 2 \cdot 0,007 \approx 0,14 \cdot 10^6 (\Omega) = 0,14 \text{ M}\Omega$$

4.4. Tổng hợp hệ mạch vòng tốc độ

Hệ thống điều chỉnh tốc độ là hệ thống mà đại lượng được điều chỉnh là tốc độ góc của động cơ điện, các hệ này rất thường gặp trong thực tế kỹ thuật. Hệ thống điều chỉnh tốc độ được hình thành từ hệ thống điều chỉnh dòng điện. Các hệ thống này có thể là đảo chiều hoặc vô sai cấp hai. Nhiễu chính của hệ là mômen tải M_c .



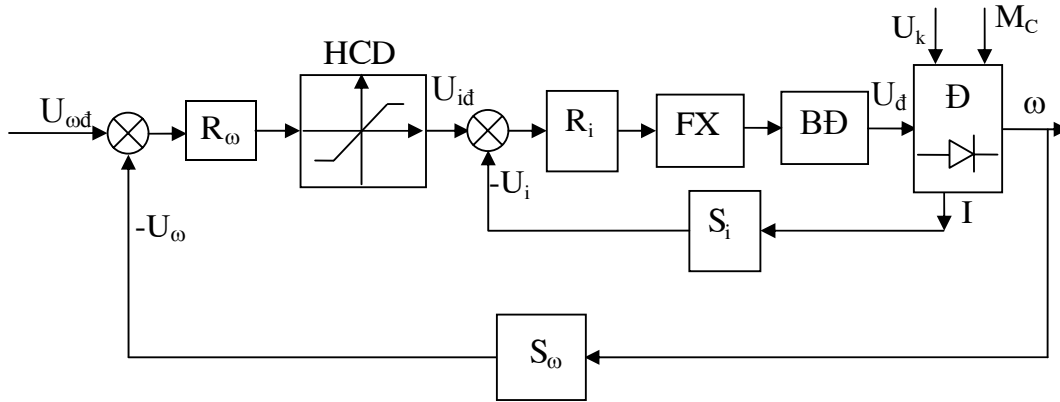
Hình 4-9. Sơ đồ khối mạch điều chỉnh tốc độ

Tuỳ theo yêu cầu của công nghệ mà các bộ điều chỉnh tốc độ R_ω có thể được tổng hợp theo hai tín hiệu điều khiển hoặc theo nhiều tải M_c . Trong trường hợp chung hệ thống phải có đặc tính điều chỉnh tốt cả từ phía tín hiệu điều khiển lẫn từ phía tín hiệu nhiễu loạn.

Kết cấu cơ bản của một hệ truyền động đảo chiều như trên hình (4 - 9). Để đảo chiều quay, trong hệ thống sử dụng hai bộ biến đổi BD1 và BD2 nối song song ngược.

Các máy phát xung FX_1 và FX_2 phát xung điều khiển hai bộ biến đổi này. Các bộ điều chỉnh dòng điện R_{i1} và xenơ dòng S_{i1} , R_{i2} và xenơ dòng điện S_{i2} tạo thành mạch vòng điều chỉnh dòng điện.

Phần tử phi tuyến HCD là phần tử hạn chế dòng điện trong quá trình quá độ. Xenơ tốc độ S_ω đóng vai trò khâu phản hồi tốc độ. Sơ đồ khối chức năng được trình bày trên hình (4 - 10).



Hình 4-10. Sơ đồ cấu trúc của hệ điều chỉnh tốc độ

+ Hệ thống điều chỉnh tốc độ:

Tương tự như tổng hợp mạch vòng dòng điện bỏ qua sđđ của động cơ.

$$\frac{I(p)}{U_{iD}(p)} = \frac{1}{K_i} \cdot \frac{1}{1 + 2T_s p(1 + T_s p)}$$

Trong tính toán tiếp theo, ta có thể thay công thức trên bởi biểu thức gần đúng tính hàm truyền của mạch vòng dòng điện.

$$\frac{I(p)}{U_{iD}(p)} = \frac{1}{K_i} \cdot \frac{1}{1 + 2T_s p}$$

Sơ đồ cấu trúc của hệ điều chỉnh tốc độ như trên hình (4 - 10), trong đó S_ω là xen xo tốc độ có hàm truyền là khâu quán tính với hệ số truyền K_ω và hằng số thời gian (lọc) T_ω có giá trị nhỏ, khi đó đặt $2T'_s = 2T_s + T_\omega$, đối tượng điều chỉnh có hàm truyền:

$$S_{\omega}(p) = \frac{R_r \cdot K_\omega}{K_i \cdot K\Phi \cdot T_c} \cdot \frac{1}{p(2T'_s p + 1)}$$

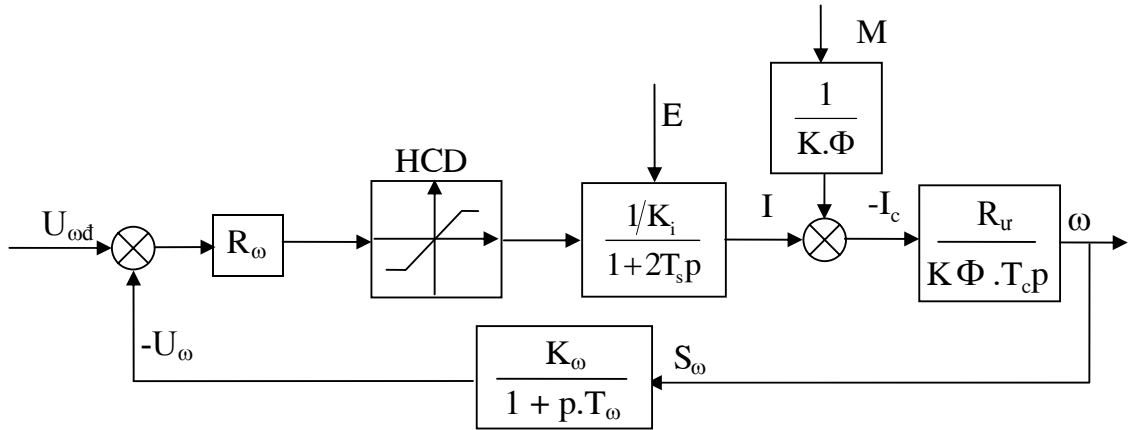
Theo tiêu chuẩn môđun tối ưu, có thể xác định được hàm truyền của bộ điều chỉnh tốc độ là khâu tỉ lệ

$$R_\omega(p) = \frac{K_i \cdot K\Phi \cdot T_c}{R_r \cdot K_\omega} \cdot \frac{1}{2T'_s a_2} = Kp$$

Thường lấy $a_2 = 2$.

Từ những bước tính trên ta có:

$$K_i = K\Phi = 1,45 ; \quad T_c = 0,35$$



Hình 4-11. Sơ đồ cấu trúc của hệ điều chỉnh tốc độ

$$K_\omega = U_\omega / \omega ;$$

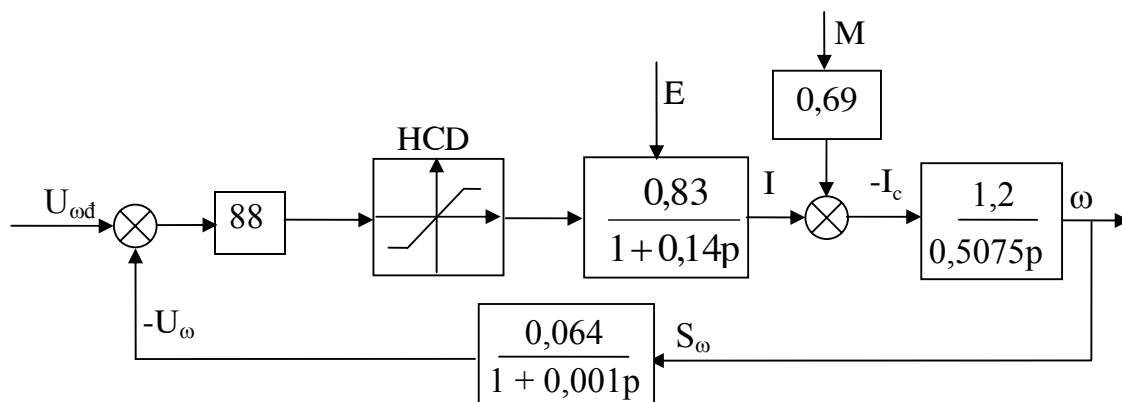
Chọn khi : $\omega = \omega_{dm}$

$$U_\omega = 10 \text{ (V)}$$

$$\text{Từ đó } \Rightarrow K_\omega = \frac{10}{157} = 0,064$$

$$T_\omega = 0,001$$

Thay số ta có cấu trúc mạch vòng tốc độ như sau :



Hình 4-12. Sơ đồ cấu trúc của hệ điều chỉnh tốc độ

Kết luận

Em xin chân thành cảm ơn TS. Phạm Văn Diễn chủ tịch công đoàn trường đại học Bách Khoa Hà Nội đã tận tình hướng dẫn về chuyên môn, truyền đạt về kinh nghiệm và động viên về tinh thần cho em. Em cũng xin trân trọng bày tỏ lòng biết ơn đến thầy Trần Văn Huy ở phòng thí nghiệm Truyền Động Điện của bộ môn Tự Động Hoá XNCN đã tận tình giúp đỡ, chỉ bảo em trong đợt thực tập tốt nghiệp và trong đề tài này.

Cuối cùng, em cũng xin trân trọng lòng biết ơn đối với các thầy, cô trong bộ môn Tự Động Hoá XNCN đã dạy dỗ, trang bị cho em những kiến thức quý báu và giúp đỡ em hoàn thành khoá học.

Mặc dù, có rất nhiều cố gắng nhưng do thời gian và kiến thức còn hạn chế, nên trong đồ án này không thể tránh khỏi những thiếu sót. Vậy, em rất mong nhận được những ý kiến quý báu của thầy, cô cùng sự góp ý chân thành của các bạn.

Em xin chân thành cảm ơn!

Hà nội, ngày.....thángnăm 2006

Sinh Viên

Phạm Quốc Hưng

