

CHƯƠNG 4

TÍNH TOÁN VÀ THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN

A. THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN TIRISTOR

I - Nguyên lý chung mạch điều khiển

1) Đặc điểm Tiristor về mặt điều khiển

• Tiristor chỉ mở khoá khi có hai điều kiện:

- Điện áp (+) đặt vào A

Điện áp (-) đặt vào K

- Xung điều khiển đặt vào G

• Khi Tiristor đã mở thì xung điều khiển không có tác dụng gì nữa.

• Điều chỉnh được vị trí xung điều khiển trong phạm vi nửa chu kỳ dương

của điện áp đặt lên A - K của Tiristor.

• Tạo ra xung phải có đủ điều kiện mở Tiristor, độ rộng xung $t_x < 10 \mu s$.

Biểu thức độ rộng xung:

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

I_{dt} : dòng duy trì của Tiristor

di/dt : tốc độ tăng trưởng của dòng tải

2) Cấu trúc sơ đồ khối của mạch điều khiển Tiristor

U_{dk} : điện áp điều khiển, điện áp một chiều

U_r : điện áp đồng bộ, điện áp xoay chiều hoặc biến thể của nó, đồng bộ với điện áp A - K của Tiristor.

Hiệu điện áp $U_{dk} - U_r$ được đưa vào khâu so sánh 1 làm việc như một trigơ. Khi $U_{dk} - U_r = 0$ thì trigơ lật trạng thái, ở đầu ra của nó ta nhận được 1 chuỗi xung \sin chữ nhật.

Khâu 2: đa hài 1 trạng thái ổn định

Khâu 3 : khuếch đại xung

Khâu 4 : BA xung

Bằng cách tác động vào U_{dk} có thể điều chỉnh được vị trí xung điều khiển tức là điều chỉnh góc α .

3) Nguyên tắc điều khiển

Trong thực tế thường dùng hai phương pháp điều khiển:

+ Thăng đứng tuyến tính

+ Thăng đứng arcos

để thực hiện việc điều chỉnh vị trí xung trong nửa chu kì dương của điện áp đặt trên Tiristor.

a) Nguyên tắc điều khiển thăng đứng tuyến tính

Theo nguyên tắc này người ta dùng hai điện áp :

+ Điện áp đồng bộ, kí hiệu là U_r có dạng răng cưa, đồng bộ với điện áp đặt trên A - K Tiristor

+ Điện áp đk, kí hiệu U_{dk} và điện áp 1 chiều có thể điều chỉnh biên độ.

hình 4.1 - nguyên tắc điều khiển tuyến tính

tổng đại số của $U_{dk} + U_r$ được đưa đến đầu vào 1 khâu so sánh.

Như vậy, bằng cách làm biến đổi U_{dk} người ta có thể đk được thời điểm xuất hiện xung ra tức là đk được góc α .

Khi $U_{dk} = 0$ ta có $\alpha = 0$

$U_{dk} < 0$ ta có $\alpha > 0$

Giữa α và U_{dk} có quan hệ :

$$\alpha = \frac{U_{dk}}{U_{rmax}}$$

người ta lấy $U_{dkmax} = U_{rmax}$

a) Nguyên tắc điều khiển thẳng đứng arcs

Theo nguyên tắc này người ta cũng dùng hai điện áp :

+ Điện áp đồng bộ U_r vượt trước điện áp A - K Tiristor 1 góc bằng $\pi/2$. Nếu $U_{AK} = A \sin \omega t$ thì $U_r = B \cos \omega t$.

+ Điện áp điều khiển U_{dk} là điện áp 1 chiều có thể điều chỉnh biên độ theo hai hướng (+) và (-).

hình 4.2 - nguyên tắc điều khiển thẳng đứng arcs

trên hình vẽ đường nét đứt là điện áp A - K Tiristor, từ điện áp này người ta tạo ra U_r . Tổng đại số $U_r + U_{dk}$ được đưa đến đầu vào của khâu so sánh. Khi $U_r + U_{dk} = 0$ ta nhận được 1 xung ở đầu ra của khâu so sánh

$$U_{dk} + B \cos \alpha = 0$$

Trong đó $\alpha = \arccos(-U_{dk}/B)$

Thường lấy $B = U_{dkmax}$

Khi $U_{dk} = 0$ thì $\alpha = \pi/2$

Khi $U_{dk} = U_{dkmax}$ thì $\alpha = \pi$

Khi $U_{dk} = -U_{dkmax}$ thì $\alpha = 0$

Như vậy khi cho U_{dk} biến thiên từ $-U_{dkmax}$ đến $+U_{dkmax}$ thì α biến thiên từ 0 đến π

Nguyên tắc này được sử dụng trong các thiết bị chỉnh lưu đòi hỏi chất lượng cao.

Nhận xét:

Ta chọn mạch điều khiển dựa trên nguyên tắc đk thẳng đứng tuyến tính vì phương pháp này đơn giản hơn mà vẫn phù hợp với yêu cầu thiết kế.

TÍNH TOÁN CÁC KHỐI ĐIỀU KHIỂN

1. Tính BAX

Theo phần tính toán ở mạch lực ta chọn van Tiristor loại C149D. Van có các thông số:

$$U_g = 3 \text{ V}$$

$$I_g = 150 \text{ mA}$$

Giá trị này là giá trị dòng và áp ở thứ cấp máy biến áp.

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

+ Tỷ số BAX : thường $m = 2 \div 3$, chọn $m = 3$

+ Điện áp cuộn thứ cấp BAX

$$U_2 = U_{dk} = 3,0 \text{ V}$$

+ Điện áp đặt lên cuộn sơ cấp BAX :

$$U_1 = m.U_2 = 3.3 = 9 \text{ V}$$

+ Dòng điện thứ cấp BAX:

$$I_2 = I_{dk} = 0,15 \text{ A}$$

+ Dòng điện sơ cấp BAX:

$$I_1 = \frac{I_2}{m} = \frac{0,15}{3} = 0,05 \text{ A}$$

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

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

trong đó :

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

+ Thể tích của lõi thép cần có:

$$V = Ql = \frac{\mu_{tb}\mu_0 t_x S_x U_1 I_1}{\Delta B^2}$$

Trong đó : μ_{tb} : độ từ thẩm trung bình của lõi sắt

μ_0 : độ từ thẩm của không khí

t_x : chiều dài xung truyền qua BAX có giá trị từ $10 \div 600 \mu s$.

ở đây chọn $t_x = 100 \mu s$

S_x : độ sụt biên độ xung lấy $S_x = 0,15$

U_1 : điện áp sơ cấp

I_1 : dòng điện sơ cấp

Thay số vào ta được :

$$V = \frac{8.10^3 \cdot 1,25 \cdot 10^{-6} \cdot 0,15 \cdot 9 \cdot 0,05}{(0,3)^2}$$

$$= 7,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

\Rightarrow chọn mạch từ có thể tính $V = 1,4 \text{ cm}^3$ với thể tích đó ta có các kích thước

mạch từ:

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

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

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

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

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

Chiều dài trung bình mạch từ :

$$l = 5,2 \text{ cm}$$

Số vòng quấn dây sơ cấp BAX:

Theo luật cảm ứng điện từ :

$$U_1 = w_1 Q \frac{dB}{dt} = w w_1 Q \frac{\Delta B}{t_x}$$

$$\rightarrow w_1 = \frac{U_1 \cdot t_x}{\Delta B \cdot Q} = \frac{9.100.10^{-6}}{0,3.27.10^{-6}} = 111 \text{ vòng}$$

Số vòng dây thứ cấp :

$$w_2 = \frac{w_1}{m} = \frac{111}{3} = 37 \text{ vòng}$$

tiết diện dây quấn thứ cấp

$$S_1 = \frac{I_1}{J_1}$$

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

$$\rightarrow S_1 = \frac{5.10^{-6}}{6} = 0,0083 \text{ mm}^2$$

Đường kính dây quấn sơ cấp :

$$d_1 = \sqrt{\frac{4S_1}{\pi}} = \sqrt{\frac{4.0,0083}{3,14}} = 0,1 \text{ mm}$$

\rightarrow chọn dây có đường kính 0,1 mm

Tiết diện dây quấn thứ cấp:

$$S_2 = \frac{I_2}{J_2} = \frac{0,15}{4} = 0,0375 \text{ mm}^2$$

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

Đường kính dây quấn thứ cấp:

$$d_2 = \sqrt{\frac{4S_2}{\pi}} = \sqrt{\frac{4.0,0375}{3,14}} = 0,218 \text{ mm}$$

\rightarrow chọn dây có đường kính $d_2 = 0,22 \text{ mm}$

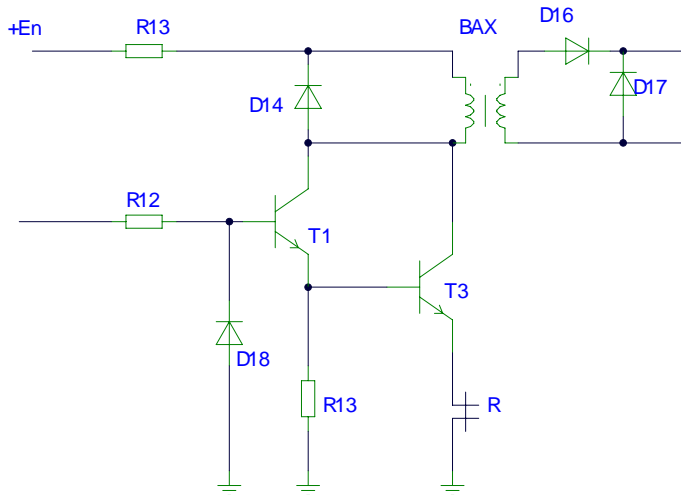
Kiểm tra hệ số lấp đầy:

$$k_{ld} = \frac{S_1 w_1 + S_2 w_2}{\left(\pi \cdot \frac{d^2}{4}\right)} = \frac{d_1^2 w_1 + d_2^2 w_2}{d^2} = \frac{0,1^2.111 + 0,22^2.37}{12^2}$$

$$= 0,02 < 1$$

Như vậy cửa sổ đủ diện tích cần thiết.

2. Tính toán khâu KĐ cuối cùng



T_{r3} : chọn transistor công suất loại **2SC911** làm việc ở chế độ xung có các thông số:

- + transistor loại npn, vật liệu bán dẫn là Si
- + điện áp giữa collector và bazơ là khi hở mạch Emito : $U_{CB0} = 40 \text{ V}$
- + điện áp giữa Emito và Bazơ khi hở mạch Colecto : $U_{EB0} = 4 \text{ V}$
- + dòng điện lớn nhất ở Colecto có thể chịu đựng được : $I_{Cmax} = 500 \text{ mA}$
- + công suất tiêu tán ở Colecto : $P_C = 1,7 \text{ W}$
- + nhiệt độ lớn nhất ở mặt tiếp giáp $T_1 = 175^0 \text{ C}$.
- + Hệ số khuếch đại $\beta = 50$.
- + Dòng điện làm việc của colecto $I_{C3} = I_1 = 50 \text{ mA}$.
- + Dòng điện làm việc của Bazo $I_{b3} = \frac{I_{C3}}{\beta} = \frac{50}{50} = 1(\text{mA})$

Ta thấy rằng loại thyristor đã chọn có công suất điều khiển khá bé $U_{dk}=3\text{V}$; $I_{dk}= 0.15\text{A}$ nên dòng colecto-bazo của transisto I_{r3} khá bé, trong trường này ta cần dùng 1 transistor mà vẫn đủ công suất điều khiển transistor.

Chọn nguồn cấp cho biến áp xung $E = \pm 12V$. Với nguồn $E = 12(V)$ ta phải mắc thêm điện trở R nối tiếp với các cực emito của T_3 .

$$R = \frac{E - U_1}{I_1} = \frac{12 - 9}{0.05} = 60(\Omega)$$

Tất cả các diod trong mạch điều khiển dùng loại 1N4009

+ Dòng điện định mức $I_{dm} = 10$ (mA)

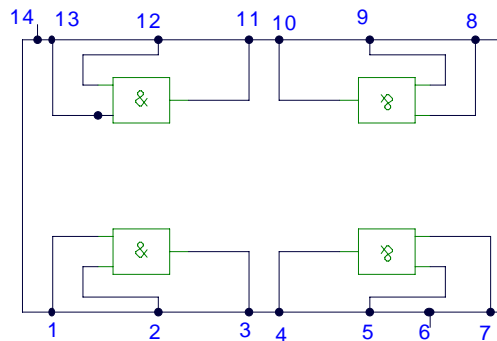
+ Điện áp ngược lớn nhất $U_N = 25$ V

+ Điện áp để cho Diod mở thông : $U_m = 1$ (V)

3. Chọn cổng AND

Toàn bộ mạch điều khiển dùng 6 cổng AND ta lựa chọn 2 IC 4081 có 4 cổng AND, có các thông số

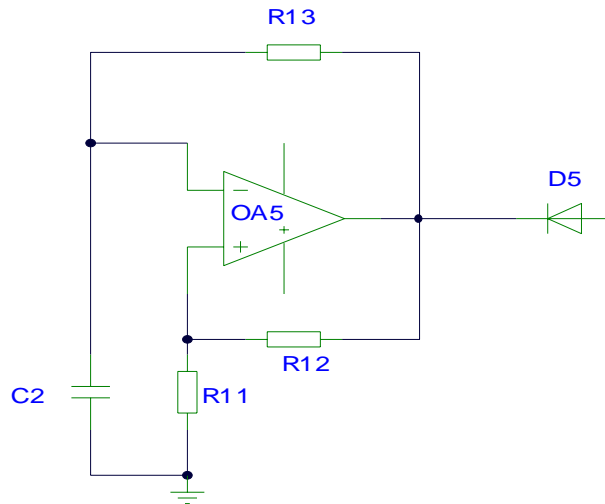
- Nguồn nuôi IC : $V_{cc} = 3 \div 9$ V
- Nhiệt độ làm việc từ $-40^\circ \div 80^\circ$ C
- Điện áp ứng với mức logic 1 : $2 \div 4.5$ V
- Dòng điện nhỏ hơn 1mA
- Công suất tiêu thụ $P = 2.5$ (nW / 1cổng)



4. Chọn cổng OR

- Để phát xung đồng thời mở hai thyristor (một nhóm anot catot ta dùng tổ hợp OR
- Toàn bộ mạch điều khiển phải dùng 6 cổng OR nên ta lựa chọn 2 IC

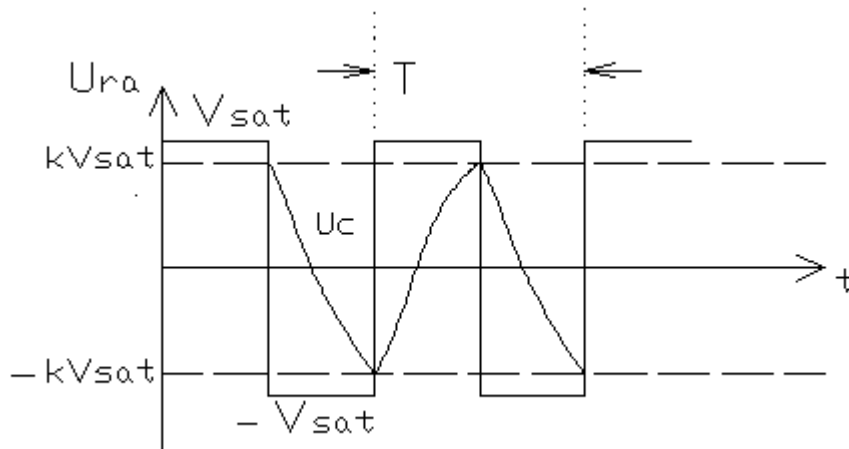
5. Khâu phát xung chùm



- Mỗi kênh điều khiển phải dùng 4 khuếch đại thuật toán và 4 IC ở phản hồi áp , dòng . Do đó ta phải chọn 7 IC loại TL084 do hãng Texas instruments chế tạo, mỗi IC này có 4 khuếch đại thuật toán

Thông số của TL084 :

- Điện áp nguồn nuôi : $V_{cc} = \pm 18 \text{ V}$
- Hiệu điện thế giữa 2 đầu vào : $\pm 30 \text{ V}$
- Nhiệt độ làm việc : $T = -25^{\circ} \div 85^{\circ} \text{ C}$
- Công suất tiêu thụ: $P = 680 \text{ mW}$
- Tổng trở đầu vào $R_{in} = 10^6 \text{ M}\Omega$
- Dòng điện đầu ra $I_{out} = 30 \text{ pA}$
- Tốc độ biến thiên điện áp cho phép $du/dt = 13 \text{ V}/\mu\text{s}$



*Nguyên lý hoạt động của khâu phát xung chùm

Đóng nguồn điện cho 0A5 sau một pha quá độ ở đầu ra sẽ cho ra một chuỗi xung hình chữ nhật xen kẽ nhau, ta chọn giá trị của tụ C và các điện trở phù hợp cho các xung xuất hiện với một tần số cao thì các xung ở đầu ra được thể hiện như dạng chùm xung.

Giả sử tại thời điểm ta xét tụ C được nạp đầy tức $U_2 > U_c$ hay $U_d = U_2 - U_c < 0$ điện áp lúc này ở đầu ra của 0A 5 là điện áp âm sau 1 thời gian khi điện áp ra qua R11 về tụ phóng hết điện (được nạp theo chiều ngược lại) $U_2 < 0$. Khi đó $U_d > 0$ và điện áp ra thay đổi thành điện áp dương. Như vậy do đặc tính phóng nạp của tụ C_2 tạo nên điện áp ra dạng xung vuông liên tiếp, tín hiệu ra nhỏ do đó được khyếch đại qua transistor, xung qua diod chỉ giữ lại phân xung âm

Xác định chu kì xung ra theo phương pháp toán tử laplace

Tại một thời điểm 0 tụ C bắt đầu nạp điện từ nguồn $+V_{sat}$ qua R11, ta có phương trình

$$R_{11} + U_c = V_s$$

$$\frac{dU_c}{dt} + a.U_c = a.V_s \text{ với } a = 1/RC$$

Viết phương trình trên dưới dạng toán tử Laplace

$$p.U_{c(p)} - U_{c(0)} + a.U_{c(p)} = \frac{a.V_s}{p}$$

$$U_{c(p)} = \frac{a.V_s}{p(p+a)} - \frac{k.V_s}{p+a}$$

với $U_{c(0)} = -k.V_s$

Biểu thức của U_c trong quá trình nạp có dạng :

$$U_c(t) = V_s [1 - (k+1)e^{-at}]$$

Khi $t = T_1$, $U_c(T_1) = k.V_s$ cho nên :

$$T_1 = R_4.C_2 \ln \frac{2.R_6 + R_7}{R_7}$$

Ta chọn $R_3 = R_4$ thì $T_1 = 1,1 R_4.C_2$

Vì khi nạp điện cho tụ C_2 từ nguồn $+V_s$ cũng như từ nguồn $-V_s$ dòng điện nạp chảy qua R_4 do đó $T_1 = T_2$.

Cuối cùng, biểu thức của chu kỳ xung ra là :

$$T = 2,2.R_4.C_2$$

Chọn tần số của xung chòm $f = 5\text{kHz}$

Suy ra $T = 2.10^{-4}\text{s}$

$$\text{Chọn } C_2 = 0,02.10^{-4}\mu\text{F} \text{ suy ra } R_4 = \frac{2.10^{-4}}{2,2.0,02.10^{-6}} = 4545\Omega$$

Chọn $R_8 = 4,5 \text{ (k}\Omega)$; $R_6 = R_7 = 5 \text{ (k}\Omega)$

-Chọn đèn T_5 loại pnp kí hiệu A564 có các thông số :

$$U_{ng} = 35 \text{ V}$$

$$\text{Tần số giới hạn } f_{gh} = 80\text{MHz}$$

$$\text{Nhiệt độ chịu đựng } 125^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Dòng collector } I_c = 300\text{mA}$$

$$\text{Hệ số khuếch đại } \beta = 10 \div 30$$

6. Khâu so sánh :

-Điện áp răng cưa đưa vào cửa đảo của A_4

-Điện áp điều khiển đưa vào cửa cộng của A_4

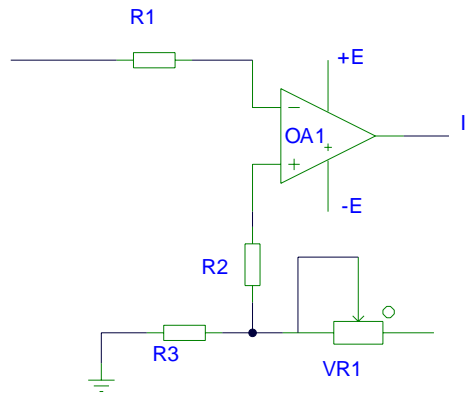
Nếu $U_{răngcưa} > U_{đk}$: đầu ra của A_4 là xung âm

Nếu $U_{răngcưa} < U_{đk}$: đầu ra của A_4 là xung dương

Khi đó đầu ra của A_4 có chuỗi xung vuông liên tiếp . Phần tử chính của khâu IC là khâu thuật toán A_4 , ta chọn IC TL084 do hãng Texas instrument có các thông số đã mắc ở trên .

Chọn $R_5 = R_{28} = 4,5k\Omega$

7.Tính toán khối đồng pha :



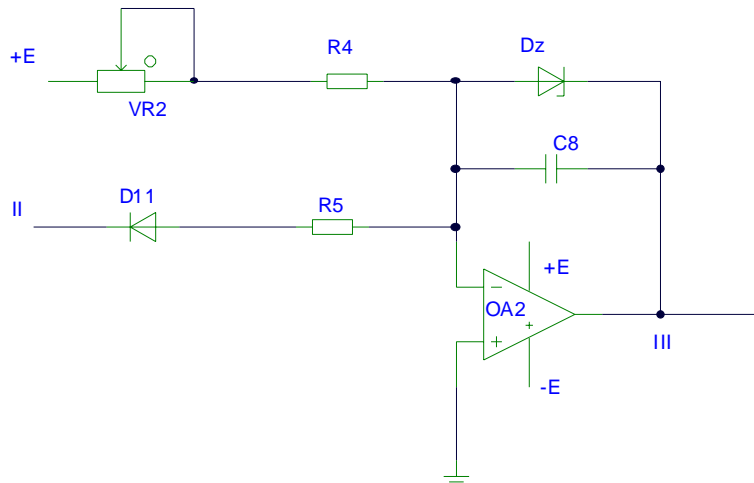
Theo kinh nghiệm thực tế ta tính điện áp đặt

$$U_d = U_{dfmax} \cdot \sin\theta ; \text{ với } U_{dsmax} = 12 \text{ V} , \theta = 8^\circ \Rightarrow U_{đặt} = 1,7\text{V}$$

$$U_{R3} = 1,7\text{V} \text{ suy ra chọn } R_3 = 1,5k\Omega \Rightarrow VR_1 = 11,7k\Omega \text{ chọn } R_1 = R_2 = 5k\Omega$$

IC thuật toán chọn loại TL084

8.Khâu tạo điện áp răng cưa :



- Nguyên lý hoạt động :

Mạch làm nhiệm vụ tạo điện áp răng cưa đưa vào cửa đảo của A_3

Khi $U_{đặt} > 0$ thì \overline{D}_{11} khoá , tụ C_8 được nạp điện theo đường $+E \rightarrow VR_2 \rightarrow R_4 \rightarrow$

$C_8 \rightarrow A_2$ về âm nguồn , với dòng nạp :

$$I_n = \frac{E}{VR_2 + R_4}$$

Từ phân tích toán khâu đồng pha ta có

$F = 50\text{Hz} \rightarrow T = 20 \text{ ms}$. Vậy một chu kỳ phóng nạp cho tụ là $T/2$.

T_n là thời gian duy trì điện áp nạp cho tụ C_8

$T_{phóng}$ là thời gian phóng điện của tụ

$$T_n = \frac{20}{360} \times 164 = 9,2\text{ms}$$

$$T_{phóng} = \frac{20}{360} \times 16 = 0,8\text{ms}$$

Giá trị điện tích trên tụ C_8 :

$$U_c = \frac{1}{C} \int_{\theta_0}^{\theta_1} i_n dt + U_0 = \frac{1}{C} \int_{\theta_0}^{\theta_1} \frac{E}{VR_2 + R_4} dt + U_0 = \frac{1}{C} \frac{E}{VR_2 + R_4} T_n + U_0$$

U_0 là điện áp trên tụ khi bắt đầu được nạp tụ C_8

$U_0 = U_{D7}$. Ta chọn Diode Zener có điện áp ngưỡng : $U_{ngưỡng} = 9,1\text{V}$

Với điện áp biến thiên theo hàm tuyến tính với dấu ngược lại tức là điện áp trên III sẽ giảm dần .

+ Khi $U_{đặt} < 0$ thì \overline{D}_{11} mở , tụ C_8 phóng theo đường $C_8 \rightarrow R_5 \rightarrow \overline{D}_{11} \rightarrow A_1$ về âm nguồn làm $U(\text{III})$ tăng nhanh có xu hướng đạt giá trị $+E$. Do có Diode ổn áp Dz

nên giá trị điện áp tại tụ max chỉ bằng U_{D7} . Đây chính là điện áp tại tụ C_8 ở thời điểm đầu của quá trình nạp. Ta có giá trị điện áp trên tụ :

$$U_c = \frac{1}{C} \frac{E}{VR_2 + R_4} T_n + U_0$$

Nguồn nạp cho tụ $E = +15(V)$

Để cuối quá trình nạp $U_c = 0$ ta cần chọn $VR_2 + R_4$ sao cho

$$\frac{ET_n}{(VR_2 + R_4)C} + U_0 = 0$$

Ta có :

$$VR_2 + R_4 = \frac{15,9,2 \cdot 10^{-3}}{9,1 \cdot C} \quad \text{Chọn } C = 0,47 \mu F$$

$$VR_2 + R_4 = \frac{15,9,2 \cdot 10^{-3}}{9,1 \cdot 0,47 \cdot 10^{-6}} = 32,265(k\Omega)$$

Giá trị của dòng nạp :

$$I_n = \frac{E}{VR_2 + R_4} = 0,65 \cdot 10^{-3} (A)$$

Giá trị điện áp trên tụ sau khi phóng :

$$U_c = \frac{1}{C_8} \int_{01}^{02} I dt - U_0 = \frac{1}{C_8} I_p T_p \cdot U_0$$

$$U_c + U_0 = \frac{1}{C_8} I_p T_p$$

U_0 là điện áp trên tụ C_8 sau khi nạp :

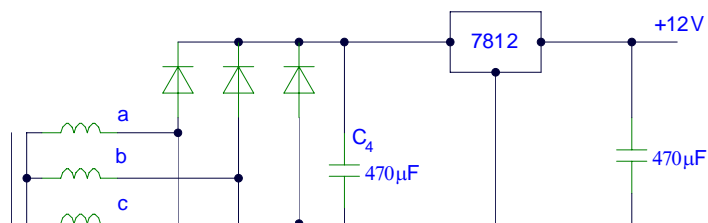
$$T_p = \frac{C_8 (U_c + U_0)}{I_p} = C_8 \times R_5 = 0,8(ms)$$

$$R_5 = \frac{0,8 \cdot 10^{-3}}{0,47 \cdot 10^{-6}} = 1,702(k\Omega)$$

Chọn $R_5 = 1(k\Omega)$

9, Tính nguồn nuôi :

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



- Ta dùng chỉnh lưu cầu 3 pha dùng Diot , điện áp thứ cấp nguồn nuôi :

$$- U_2 = \frac{12}{2,34} = 5,1(\text{V}) \rightarrow \text{Ta chọn } U_2 = 9(\text{V})$$

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 là :

$$\text{Điện áp đầu vào : } U_v = 7 \div 35(\text{V})$$

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

$$U_{ra} = -12(\text{V}) \text{ với IC7912}$$

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

Tụ điện C_4 , C_5 dùng để lọc sóng hài bậc cao

$$C_1 = C_5 = C_6 = C_7 = 470(\mu\text{F}) ; U = 35(\text{V})$$

10, Tính toán MBA nguồn nuôi và đồng pha :

1. Ta thiết kế MBA dùng cho cả việc tạo điện áp đồng pha và tạo nguồn nuôi . Chọn kiểu BA 3 pha 3 trụ , trên mỗi trụ có 3 cuộn dây , 1 cuộn sơ cấp và 2 cuộn thứ cấp

2. Điện áp lấy ra ở thứ cấp MBA làm điện áp đồng pha và điện áp nguồn nuôi.

$$U_2 = U_{2\text{đph}} = U_N = 9(\text{V})$$

3. Dòng điện thứ cấp MBA đồng pha :

$$I_{2\text{đph}} = 1\text{mA}$$

4. Công suất nguồn nuôi cấp cho MBA đồng pha :

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

5. Công suất tiêu thụ ở 7ICTL084 sử dụng làm khuếch thuật toán và 2IC4081 để làm cổng AND và 2 IC làm cổng OR :

$$P_{11\text{IC}} = 11 * P_{\text{IC}} = 11 * 0,68 = 7,48(\text{W})$$

6. Công suất MBAX cấp cho cực điều khiển Thyristor

$$P_x = 6 * U_{\text{đk}} * I_{\text{đk}} = 6 * 3 * 0,1 = 1,8(\text{W})$$

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

$$P_N = P_{\text{đph}} + 11P_{\text{IC}} + P_x$$

$$P_N = 0,054 + 7,48 + 1,8 = 9,334 (\text{W})$$

8. Công suất của MBA kể đến 5% tổn thất trong máy

$$S = 1,05(P_{\text{đph}} + P_N) = 1,05(0,054 + 9,334) = 9,86(\text{W})$$

9. Dòng điện thứ cấp của MBA :

$$I_2 = \frac{S}{6 U_2} = \frac{9,86}{6 \times 9} = 0,183 (\text{A})$$

10. Dòng sơ cấp MBA :

$$I_1 = \frac{S}{3 U_1} = \frac{9,86}{3220} = 0,015 (\text{A})$$

11. Tiết diện trụ của MBA được tính theo công thức kinh nghiệm

$$Q_T = k_Q \sqrt{\frac{S}{m \times \rho}} = 6 \sqrt{\frac{9,86}{3 \times 50}} = 1,54(\text{cm}^2)$$

trong đó $k_Q = 6$: hệ số phương thức làm mát

$m = 3$: số trụ của MBA

$f = 50$: tần số điện áp lưới

⇒ Theo tiêu chuẩn trong bảng tiết diện trụ → chọn $Q_T = 1,63 \text{ cm}^2$

Kích thước mạch từ lá thép dày $\delta = 0,5 \text{ (mm)}$

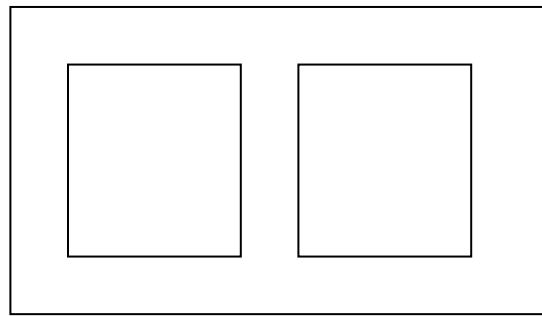
Số lượng lá thép : 68 lá

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

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

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

Hệ số ép chặt $k_c = 0,85$



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

$$W_1 = \frac{U_1}{4,44 \cdot f \cdot B \cdot Q_T} = \frac{220}{4,44 \cdot 50 \cdot 1 \cdot 1,63 \cdot 10^{-4}} = 6080 \text{ (vong)}$$

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

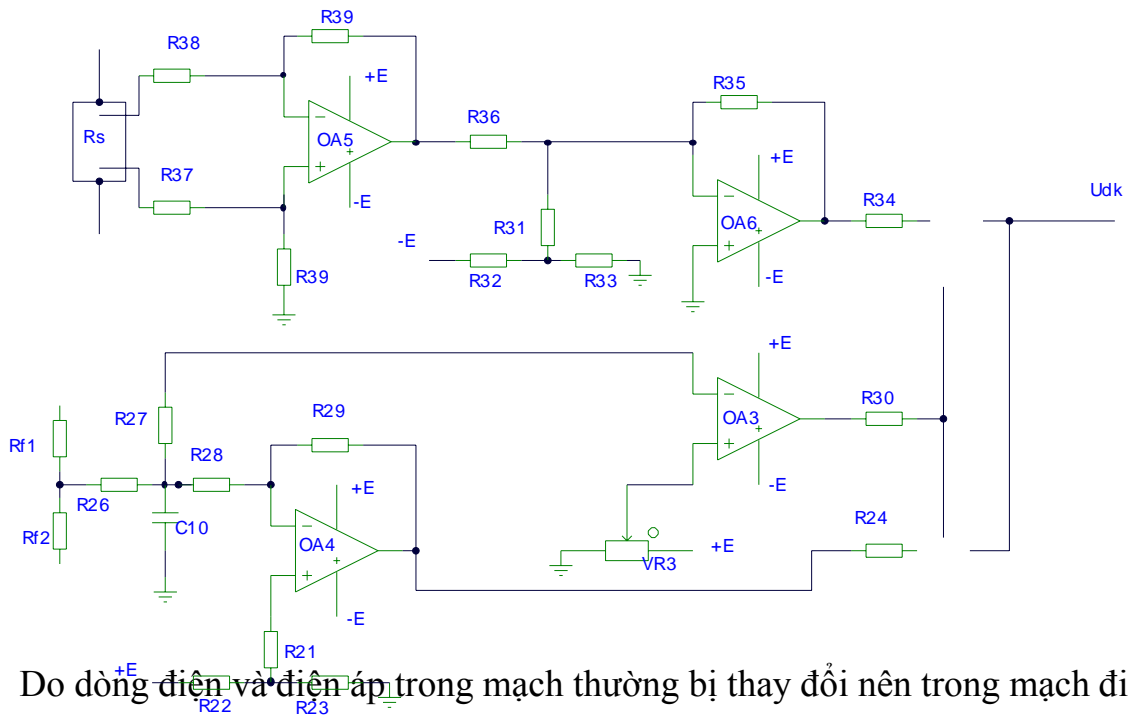
Tiết diện dây quấn sơ cấp :

$$F_1 = \frac{S}{3 U_1 I_1} = \frac{9,86}{3 \cdot 220 \cdot 2,75} = 0,0054 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Đường kính dây quấn sơ cấp :

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot F_1}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0054}{3,14}} = 0,083$$

11. Khâu phản hồi dòng điện và điện áp :



Do dòng điện và điện áp trong mạch thường bị thay đổi nên trong mạch điều khiển thường có khâu ổn định dòng điện và điện áp trong quá trình nạp ắc quy.

- Nguyên lý hoạt động của sơ đồ :

Như đã giới thiệu và tính toán ở phần trên . Mạch điều khiển sẽ điều khiển sẽ điều khiển điện áp ở mạch lực để nạp tự động cho 18 bình ắc quy theo chế độ nạp dòng sau đó chuyển sang nạp áp.

Giai đoạn đầu ta nạp ắc quy theo phương pháp nạp dòng điện không đổi. Để ổn định dòng điện ta dùng sun(R_s) để lấy tín hiệu phản hồi từ mạch nạp. Vì tín hiệu phản hồi từ sun nhỏ nên được khuếch đại thuật toán. Giá trị điện áp $U_{đặt}$ được đưa vào trộn với giá trị phản hồi rồi đưa vào cổng đảo của thuật toán. Điện áp ra của thuật toán cho ta tín hiệu đưa về làm tín hiệu điều khiển. Khi ắc quy được nạp với dòng điện không đổi được 85% dung lượng định mức thì mạch phản hồi sẽ tự động chuyển sang chế độ nạp theo áp. Tín hiệu phản hồi áp trên R_{f1} tăng lên do điện áp nguồn nạp tăng. Tín hiệu phản hồi áp làm thay đổi tín hiệu ra của OA_3 . Tín hiệu ra trên OA_3 có nhiệm vụ làm chuyển mạch nạp khi điện áp ra của OA_3 là âm đưa qua phân tử NOT làm

thay đổi tín hiệu đến mở khoá điện tử CM₂, làm tín hiệu dòng thông qua CM₂, đồng thời tín hiệu ra của OA₃ âm, khoá điện CM₁ khoá. Mạch nạp được nạp theo chế độ dòng.

Khi U_{fl} tăng tương ứng với khi ac quy được nạp tới 85% dung lượng định mức, U_f > U_d trên cổng đảo của OA₃ làm cho tín hiệu ra đảo dấu, làm khoá điện tử CM₂ khoá đồng thời khoá CM₁ mở. Mạch nạp chuyển sang chế độ nạp theo áp. Tín hiệu phản hồi điều khiển chế độ nạp theo áp được lấy trên R_f đưa vào cổng đảo của OA₄ để cộng với tín hiệu đọc trên cổng cộng của OA₄ được điện ra làm điện áp điều khiển.

Tức là để duy trì điện áp U_d hay dòng điện I_d không đổi. Nghĩa là I_d và U_d thay đổi một lượng thì U_{dk} sẽ thay đổi một lượng để độ tăng giảm về không.

a) Khâu tạo tín hiệu điều khiển theo dòng điện

Theo công nghệ nạp, ban đầu nạp theo chế độ dòng khi điện áp ắc quy đạt 85% dung lượng nạp định mức, mạch phản hồi tự động chuyển sang chế độ nạp theo áp nhờ khoá chuyển mạch.

Trên mạch lực ta dùng sun loại 25^A- 75^{mV} để lấy tín hiệu phản hồi. Ta nạp với dòng nạp I_n = 5A vậy điện áp phản hồi qua sun là:

$$U_s = \frac{5.75}{25} = 15\text{mV}$$

Tín hiệu này nhỏ ta phải khuếch đại qua thuật toán OA₅

Dòng nạp cho ắc quy được tính theo công thức

$$I_n = \frac{U_n - E_{aq}}{r_{aq}}$$

Trong đó

U_n là điện áp nguồn nạp

E_{aq} là sức điện động ban đầu của ắc quy

r_{aq} là điện trở trong của ắc quy

Ta nạp cho 18 bình ắc quy có dung lượng 50 Ah ,mỗi bình có 6 ngăn quy đơn .Các ngăn ắc quy đơn của các bình được nối tiếp với nhau. Với mỗi ngăn ắc quy đơn có sức điện động ban đầu $E_{aq} = 1,95 \text{ V}$, điện trở trong của mỗi bình ắc quy khi bắt đầu nạp $r_{aq} = 0,1\Omega$

Ta tính

$$\sum r_{aq} = 0.1 \times 18 = 1.8\Omega$$

$$\sum E_{aq} = 1,95.6.18 = 210,6\text{v}$$

Vậy điện cần thiết cho nguồn nạp ban đầu là

$$U_n = r_{aq} \cdot I_n + E_{aq} = 1,8 \cdot 5 + 210,6 = 219,6 \text{ V}$$

$$\text{Ta có } U_n = U_d = \frac{3\sqrt{6} \cdot U_2 \cos \alpha}{\pi}$$

Với $U_d = 219,6 \text{ V}$, $U_2 = 139 \text{ V}$ ta tính được góc mở Tiristor α tương ứng là $47,5^\circ$

$$U_{dk} = \left(1 - \frac{\alpha - 8}{180 - 16}\right) \cdot U_{r \max}$$

với $U_{r \max}$ đã tính ở phần trên ($U_{r \max} = 9,1\text{V}$)

α là góc mở của Tiristor, $\alpha = 8^\circ - 164^\circ$, trong thực tế α được điều chỉnh trong khoảng từ $10^\circ - 150^\circ$

$$U_{dk} = \left(1 - \frac{47,5 - 8}{180 - 16}\right) \cdot 9,1 = 6,9\text{V}$$

Tín hiệu phản hồi từ sun qua OA_5 khuếch đại lên 50 lần

$$U_{dk} = U_d - (0,03 \cdot 50) = U_d - 1,5$$

$$\Rightarrow U_d = U_{dk} + 1,5 = 6,9 + 1,5 = 8,4\text{V}$$

$$U_d = \frac{E}{R_{33} + R_{32}} \cdot R_{33}$$

Với nguồn $E = 15\text{V}$

Chọn $R_{33} = 1,5k\Omega \Rightarrow R_{32} = (15.1,5)/8,4 - 1,5 = 1,2 k\Omega$

Chọn $R_{38} = 3k\Omega$ $R_{39} = 50$ $R_{38} = 50 * 1,5 = 75k\Omega$

b. Khâu tạo tín hiệu điều khiển theo điện áp

Khi ác qui được nạp theo chế độ dòng được 85% dung lượng nạp của ác qui. Mạch điều khiển sẽ tự động chuyển mạch nạp cho ác qui sang chế độ nạp theo áp .

Điện áp nạp cho ác qui theo chế độ áp là :

Điện áp nạp cho mỗi ngăn ác qui đơn khi được nạp no: $U_n = 2.7 V$

Điện áp nạp cho 18 bình ác qui :

$$U_n = 2.7 * 18 = 291.16 V$$

Tương ứng với góc mở của Thyristor α :

$$U_d = \frac{3\sqrt{6}U_2}{\pi} \cos \alpha = 291.6V$$

Ta tính được : $\alpha = 26.3^\circ$

U_{dk} có giá trị là :

$$U_{dk} = \left(1 - \frac{\alpha - 8}{\pi - 16}\right) \times 9.1 = \left(1 - \frac{26.3 - 8}{\pi - 16}\right) \times 9.1 = 8(V)$$

Khi các ác qui nạp được 85 % dung lượng nạp thì tổng sức điện động của các ác qui và điện áp trên mạch nạp :

$$E_{aq} = (2.7 * 6 * 18 * 85) / 100 = 247.86 V$$

$$U_d = R_{aq} * I_n + E_{aq} = 256.86 V$$

Ta lấy điện áp phản hồi trên R_f khi đó là :

$$U_f = \frac{U_d}{R_1 + R_2} R_2 = 3V$$

Ta chọn $R_f = R_{f1} + R_{f2} = 4(k\Omega)$

$$\Rightarrow R_f = \frac{(R_{f1} + R_{f2})^3}{U_d} = -41.7\Omega$$

Điện áp điều khiển lúc này lấy từ điện áp ra của thuật toán OA₈. OA₈ có nhiệm vụ cộng hai tín hiệu của điện áp phản hồi U_f lấy trên R₁₂ và điện áp đặt U_d lấy trên điện trở phân áp R₂₃

$$U_{dk} = U_d - U_f = 7.5V$$

$$\Rightarrow U_d = 10.5V$$

Chọn R₂₃ = 1,5 kΩ ⇒ R₂₂ = 0.64 kΩ

c) Khâu chuyển mạch

Chế độ chuyển mạch theo nguyên tắc khi U_f lấy trên R_{f1} R_{f2} của R_f đưa vào cổng cộng của thuật toán OA₃ để so sánh với tín hiệu đặt (U_d) trên cổng trừ của OA₃. Khi U_f < U_d tức là điện áp của OA₃ là âm thì khóa điện tử CM₂ thông do tín hiệu âm của OA₃ qua phần tử NOT đến mở. Và khóa CM₁ bị khóa. Mạch phản hồi cho tín hiệu nạp theo dòng thông và tín hiệu nạp theo chế độ áp khóa.

Khi dung lượng nạp ác quy tăng thì điện áp phản hồi cũng tăng, khi ác quy đạt 85% dung lượng định mức thì U_f > U_d, điện áp ra của OA₃ dương, làm khóa điện tử CM₂ đóng và CM₁ mở. Để thực hiện nhiệm vụ này ta dùng vi mạch bằng khóa điện tử có cơ sở được thiết kế như trên hình 4 – 16. Trong đó điện áp đặt lấy trên VR₃ được đưa vào cửa trừ của thuật toán OA₃, điện áp phản hồi đưa vào cửa cộng của OA₃

Khi ác quy được nạp tới 85% dung lượng thì điện áp ra của OA₃ đảo dấu, tức là khi đó điện áp trên mạch lực có giá trị U_{nạp} = 112V, tương ứng với U_f = 3V, Vậy điện áp đặt ta lấy trên VR₃ có giá trị U_d = 3V.

Hình

12. Khâu bảo vệ quá điện áp :

Nguyên lý làm việc của mạch

Khi tín hiệu phản hồi U_f lấy trên R_{f1} R_{f2} được so sánh với tín hiệu đặt qua OA₉

Khi U_{fn} ≤ U đặt tức là điện áp nguồn nạp nhỏ hơn hoặc bằng điện áp ác quy lúc nạp no thì đầu ra của OA₃ là dương (+) đặt lên bazo của T₆, làm T₆ thông. Dòng điện từ nguồn E_n qua role R qua T₆ về đất, làm role tác động, tiếp điểm

thường đóng được mở làm cho mạch điều khiển tác động .Điện áp trên mạch lực không còn.

Tính điện áp đặt trên VR_4 :

Khi $U_n = 219,6 \text{ V}$ thì $U_f = 3 \text{ V}$

$\Rightarrow U_n$ (khi ác qui nạp no) $= 291.6 \text{ V} \Leftrightarrow U_f = 3 * 291.6 / 219,6 = 3.98 \text{ V}$

Ta chọn rơle một chiều có các thông số :

$U = 24 \text{ V}$ $R = 500 \Omega$