

PGS.TS. Đỗ Xuân Thụ

BÀI TẬP
KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ

NHÀ XUẤT GIÁO DỤC - 2010

PHẦN I

KĨ THUẬT TƯƠNG TỰ

Chương 1

TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Điện áp và dòng điện là hai thông số trạng thái cơ bản của một mạch điện. Sự liên hệ tương hỗ giữa 2 thông số này thể hiện qua điện trở (trở kháng). Điện trở của một phần tử có thể là tuyến tính hay phi tuyến tùy theo quan hệ hàm số $u = f(i)$ giữa điện áp trên 2 đầu và dòng điện đi qua nó. Đường đồ thị biểu diễn quan hệ hàm số $u = f(i)$ gọi là đặc tuyến Vôn-Ampe của phần tử.

Hai quy tắc quan trọng để tính toán một mạch điện là :

a) Quy tắc vòng điện áp : Tổng điện áp rơi trên các phần tử ghép liên tiếp nhau theo 1 vòng kín (đi dọc theo vòng mỗi nhánh và nút chỉ gặp 1 lần trừ nút xuất phát) bằng 0 (hay giá trị điện áp đo theo mọi nhánh song song nối giữa 2 điểm khác nhau A và B của 1 mạch điện là như nhau).

b) Quy tắc nút dòng điện : Tổng các dòng điện đi ra khỏi một điểm (nút) của mạch điện luôn bằng tổng các dòng điện đi vào nút đó.

2. Hiệu ứng van (chỉnh lưu) của diốt bán dẫn là tính chất dẫn điện không đối xứng theo hai chiều của một tiếp xúc công nghệ dạng p-n.

a) Theo chiều mở (phân cực thuận : $u_{AK} \geq u_D$) điện trở của diốt nhỏ ($10^1 \div 10^3 \Omega$), dòng qua diốt lớn ($10^{-3} \div 10^2 A$), giảm

áp trên diốt cố định cỡ 600mV và có hệ số nhiệt độ âm ($-2 \cdot 10^{-3}/^{\circ}\text{K}$) (xét với diốt cấu tạo từ Si).

b) Theo chiều khóa (phân cực ngược : $U_{AK} < U_D$) điện trở của diốt lớn ($> 10^5 \Omega$), dòng qua diốt nhỏ ($10^{-6} \div 10^{-9}\text{A}$) và tăng theo nhiệt độ (khoảng $10\%/^{\circ}\text{K}$).

c) Khi điện áp ngược đặt vào đủ lớn $U_{AK} < U_Z < 0$ diốt bị đánh thủng và mất đi tính chất van của mình (1 cách tạm thời nếu bị đánh thủng vì điện hoặc 1 cách vĩnh viễn nếu bị đánh thủng vì nhiệt). Người ta sử dụng tính chất đánh thủng tạm thời (Zener) để làm diốt ổn áp tạo điện áp ngưỡng ở những điểm cần thiết trong mạch điện. Điện áp ngưỡng U_Z có hệ số nhiệt dương, khoảng $2 \cdot 10^{-3}/^{\circ}\text{K}$.

3. Ứng dụng quan trọng của diốt là :

a) Nắn điện xoay chiều thành 1 chiều nhờ các sơ đồ chỉnh lưu cơ bản (một nửa chu kì, hai nửa chu kì, cầu, bội áp). Khi tải là điện trở thuần, điện áp ra có dạng xung nửa hình sin với trị trung bình (1 chiều) xác định bởi hệ thức 2-15 (SGK), còn khi tải là điện dung, sơ đồ chỉnh lưu làm việc ở chế độ xung, tụ điện san bằng điện áp nhấp nhô sau chỉnh lưu, giá trị 1 chiều được tính bởi (2.21) hoặc (2.29) (SGK).

b) Hạn chế biên độ điện áp xoay chiều (phía trên hay phía dưới) ở 1 giá trị ngưỡng cho trước hoặc dịch mức điện thế 1 chiều giữa 2 điểm khác nhau của mạch điện khi ở chế độ mở.

c) Ổn định giá trị điện áp 1 chiều ở 1 giá trị ngưỡng U_Z nhờ đánh thủng Zener hoặc nối tiếp thêm 1 diốt mở để bù nhiệt tạo ra một phần tử gọi là ống ổn áp chuẩn trong kĩ thuật mạch, có độ ổn định điện áp theo nhiệt độ gần lí tưởng.

4. Khi phân tích tác dụng của diốt trong mạch điện, người ta thường dùng 1 vài mô hình gần đúng đơn giản để mô tả diốt :

a) Là 1 nguồn dòng điện lí tưởng tại mức ngưỡng $u_{AK} = 0$ khi mở ($u_{AK} > 0$) điện trở diốt bằng 0, sụt áp trên nó được bỏ qua, dòng mạch ngoài qua diốt do điện áp và điện trở mạch

ngoài quyết định. Khi đóng ($u_{AK} < 0$) diốt được coi là 1 nguồn dòng lí tưởng (điện trở VCL, dòng ngắn mạch $I_{ngm} \equiv I_S \approx 0$)

b) Tại mức điện áp $U_{AK} = U_D$, diốt chuyển từ khóa sang mở sẽ tương đương như một nguồn điện áp có nội trở bằng 0 ($R_d = 0$), với giá trị điện áp lúc hở mạch là U_D hoặc có thể tương đương diốt như 1 nguồn điện áp thực có nội trở nguồn là $R_d \neq 0$ và điện áp hở mạch là U_D .

c) Ở chế độ xoay chiều, khi tần số của tác động còn thấp diốt sẽ tương đương như một điện trở xoay chiều có giá trị là

$$r_d = \frac{\partial u_d}{\partial i_d}$$

Còn khi tần số đã cao, cần chú ý tới giá trị điện dung của diốt C_d nối song song với điện trở xoay chiều r_d

5. Tranzito lưỡng cực (Bi-T) là một phần tử phi tuyến có cấu tạo gồm hai tiếp-xúc pn (hai diốt JE' và JC) đặt rất gần nhau với ba điện cực lối ra là bazơ (B), Colectơ (C) và emitơ (E). Bi-T có thể làm việc ở các chế độ sau :

a) Phân cực 1 chiều bởi các nguồn điện áp 1 chiều từ ngoài sao cho diốt JE mở, diốt JC khóa. Đây là chế độ khuếch đại.

b) Phân cực 1 chiều sao cho JE khóa và JC mở gọi là chế độ đảo.

c) Điều khiển sao cho cả hai diốt đều khóa (không phân cực hoặc phân cực thích hợp) hoặc cả hai diốt cùng mở. Đây là chế độ chuyển mạch (chế độ khóa) của Bi-T.

Hai biện pháp cơ bản để phân cực 1 chiều cho Bi-T để nó làm việc ở chế độ khuếch đại là phân cực bằng bộ chia áp điện trở hoặc phân cực bằng dòng cực bazơ. Chế độ 1 chiều tốt nhất đạt được với $u_{BE} = 0,6V$ (vật liệu làm tranzito là Si) và các giá trị điện áp trên các cực có giá trị $u_{E_0} = (0 \div 0,1)E$; $u_{CE_0} = (0,4 \div 0,6) E$ và do vậy $I_{C_q} = 0,5 I_{C_{max}}$ và $I_{B_0} = 0,5 I_{B_{max}}$ (Ở đây E là giá trị nguồn 1 chiều, $I_{C_{max}}$ là điểm nút trên của đường tải 1 chiều của tầng khuếch đại).

6. Các hệ thức quan trọng nhất về dòng 1 chiều của Bi-T ở chế độ khuếch đại thể hiện ở các công thức (2.37) đến (2.41) SGK dùng cho cả ba kiểu mắc mạch B chung, C chung và E chung.

a) Với dòng xoay chiều khi tín hiệu nhỏ, có 4 phương pháp gần đúng tuyến tính hóa Bi-T dùng các tham số điện trở, dùng các tham số điện dẫn, dùng các tham số hỗn hợp hoặc dùng các tham số vật lý cấu tạo. Từ đó có 4 sơ đồ tương đương xoay chiều tương ứng.

b) Với mỗi kiểu mắc Bi-T, có ba dạng họ đặc tuyến Vôn-Ampe quan trọng nhất là họ đặc tuyến vào, họ đặc tuyến ra và họ đặc tuyến truyền đạt.

c) Có thể xác định các tham số 1 chiều hoặc xoay chiều của Bi-T dựa trên các họ đặc tuyến 1 chiều (tĩnh) hay họ đặc tuyến xoay chiều (động). Đó là các tham số điện trở vào, điện trở ra, hệ số khuếch đại dòng điện và hồ dẫn.

7. Các kết quả quan trọng với các sơ đồ khuếch đại là :

a) Kiểu mắc EC : Chú ý tới các hệ thức (2.131) đến (2.140) và các kết luận vật lý là tầng EC có $R_{\text{vào}}$ nhỏ, R_{ra} lớn, hệ số khuếch đại điện áp và dòng điện lớn ; làm đảo pha tín hiệu xoay chiều.

b) Kiểu mắc CC : chú ý các hệ thức (2.141) đến (2.149) và các kết luận vật lý : Tầng CC có $R_{\text{vào}}$ lớn, R_{ra} nhỏ, hệ số khuếch đại dòng điện lớn và hệ số khuếch đại điện áp bằng 1, không làm đảo pha tín hiệu.

c) Kiểu BC : chú ý các hệ thức (2.150) đến (2.153) và các kết luận vật lý : Tầng BC không làm đảo pha tín hiệu, có $R_{\text{vào}}$ nhỏ, R_{ra} lớn, hệ số khuếch đại điện áp lớn và hệ số khuếch đại dòng điện xấp xỉ 1.

d) Hệ số khuếch đại của nhiều tầng ghép liên tiếp bằng tích số các hệ số từng phần.

8. Tranzito trường (FET) là phân tử 3 cực (gọi là các cực nguồn - S, máng - D và cửa - G) có hiệu ứng khuếch đại

giống như Bi-T nhưng dòng cực máng I_D (hay cực nguồn I_S) được điều khiển bằng điện áp đặt trên cực điều khiển G.

a) Hầu hết FET có tính đối xứng giữa 2 cực S và D và có điện trở lối vào giữa G và kênh dẫn rất lớn nên chúng thích hợp với chế độ làm việc có dòng điện lối vào nhỏ hơn so với Bi-T vài cấp độ.

b) Theo bản chất cấu tạo có 2 dạng FET : loại có cực cửa là tiếp xúc pn (JFET) và loại có cực cửa là lớp cách điện (MOSFET). Theo tính chất dẫn điện của kênh dẫn giữa D và S có loại kênh n (dẫn điện bằng điện tử) và loại kênh P (dẫn điện bằng lỗ trống). Theo phương thức hình thành kênh dẫn có loại kênh đặt sẵn (có sẵn) và kênh cảm ứng (không có sẵn).

c) Tương tự như Bi-T, cũng có 3 kiểu mắc FET cơ bản là : kiểu nguồn chung (SC), kiểu máng chung (DC) và kiểu ít gặp hơn : Cửa chung (GC).

d) Phương pháp phân cực 1 chiều cho FET ở chế độ khuếch đại chủ yếu dùng dòng I_S (tự phân cực), tạo ra điện áp 1 chiều. Trên điện trở cực nguồn $u_{R_S} = I_S R_S = -u_{G_S}$, sau đó được dẫn qua 1 điện trở cửa - nguồn R_G lớn tới cực G dùng làm thiên áp cực cửa cho JFET sao cho $|U_{G_S}| \approx 0,5 |U_p|$ và $I_D \approx 0,3 I_{D0}$

e) Ở chế độ chuyển mạch, người ta chia FET thành 2 nhóm : nhóm khóa thường mở (JFET và MOSFET - nghèo) và nhóm khóa thường đóng (MOSFET - giàu, kênh cảm ứng), khi có tín hiệu điều khiển từ cực G, khóa sẽ chuyển trạng thái.

f) Các tính chất của sơ đồ khuếch đại SC, DC được suy ra từ các tính chất tương ứng của sơ đồ khuếch đại EC và CC của Bi-T với các hệ thức tính toán (2.169) đến (2.171) và (2.178) (SGK).

9. Bộ khuếch đại 1 chiều được dùng để khuếch đại các tín hiệu có tần số cực thấp (biến đổi chậm theo thời gian). Sơ đồ phổ biến nhất là bộ khuếch đại vi sai có cấu trúc là 1 cầu cân bằng song song với tính chất đối xứng cao ở lối vào và lối ra và có thể sử dụng trong cả hai trường hợp đối xứng và không

đối xứng đối với các lối vào và ra này. Các tính chất quan trọng nhất của sơ đồ vi sai là :

a) Chỉ khuếch đại các thành phần điện áp ngược pha (hiệu số) xét giữa 2 lối vào đối xứng, với hệ số khuếch đại chỉ bằng của 1 tầng đơn EC (do mỗi tranzito vi sai đóng góp một nửa, Hệ thức tính toán giống 1 tầng đơn EC).

b) Không khuếch đại (nén) các thành phần điện áp cùng pha, có hệ số suy giảm đồng pha từ 3 đến 5 cấp.

c) Khả năng chống trôi điểm O cao nhờ tính đối xứng cân bằng và nhiều khả năng hiệu chỉnh sai số điểm O.

d) Là cấu trúc cơ bản từ đó xây dựng các vi mạch tuyến tính khi bổ sung thêm tầng khuếch đại vi sai tải động (là các Tranzito nguồn dùng thay thế điện trở tải colectơ R_c) và các sơ đồ dịch mức 1 chiều, sơ đồ phối hợp ở lối ra.

10. Vi mạch tuyến tính (IC tuyến tính) là 1 bộ khuếch đại điện áp vi sai lí tưởng với hệ số khuếch đại VCL (vô cùng lớn), điện trở lối vào VCL, điện trở lối ra VCB (vô cùng bé), có đặc tuyến truyền đạt điện áp lí tưởng dạng chữ S và đặc tuyến tần số lí tưởng của 1 bộ lọc thông thấp. Các tính chất quan trọng khi sử dụng để khuếch đại điện áp là :

a) Sử dụng mạch hồi tiếp âm để mở rộng dải tần của đặc tuyến tần số, nâng cao độ ổn định của hệ số khuếch đại.

b) Thường gặp hai cấu trúc cơ bản : Sơ đồ khuếch đại đảo và sơ đồ khuếch đại không đảo, công thức tính toán hệ số khuếch đại chỉ phụ thuộc các phần tử mạch hồi tiếp (hệ thức (2.237) với bộ khuếch đại đảo và (2.238) với bộ khuếch đại không đảo).

c) Có thể kết hợp tính chất của hai sơ đồ khuếch đại đảo và không đảo trong cùng 1 sơ đồ để hình thành các bộ khuếch đại cộng hay trừ các điện áp (bộ cộng và bộ trừ).

11. Các sơ đồ khuếch đại thuật toán thông dụng khác là :

a) Sơ đồ vi phân điện áp lối vào theo thời gian với tính chất đặc trưng kém ổn định ở cao tần.

b) Sơ đồ tích phân điện áp lối vào theo thời gian, kết quả xếp chồng với một hằng số tích phân do trạng thái ban đầu điện tích trên tụ tích phân quyết định. Ứng dụng quan trọng nhất của các sơ đồ tích phân là tạo điện áp có dạng tam giác từ dạng điện áp vuông góc hoặc để tạo dao động hình sin tần số thấp.

c) Sơ đồ lấy lôgarit và lấy hàm số mũ thực hiện các thuật toán tương ứng đối với điện áp lối vào, ứng dụng chủ yếu để tạo các sơ đồ nhân tương tự.

d) Sơ đồ nhân tương tự thực hiện phép nhân (chia) hai điện áp (hay tổng quát hơn : nhân hai tín hiệu tương tự) có tần số bằng nhau (hay gần nhau). Ứng dụng quan trọng của sơ đồ nhân là để tách sóng tín hiệu điều chế biên độ, để thực hiện biến đổi tần số (trộn tần).

12. Tầng khuếch đại công suất có hai dạng sơ đồ chính : Tầng đơn chế độ A và tầng đối xứng đẩy kéo chế độ B hoặc AB (có hoặc không dùng biến áp).

a) Tầng khuếch đại công suất được tính toán, phân tích bằng phương pháp đồ thị xuất phát từ việc xây dựng các đặc tuyến tải động, tìm các giới hạn làm việc của tranzito trên đặc tuyến này qua đó xác định các tham số quan trọng nhất của sơ đồ như công suất ra, hiệu suất năng lượng, mức méo γ ... và kiểm tra các điều kiện giới hạn về dòng, áp, công suất nhiệt...

b) Tầng đơn chế độ A được sử dụng khi cần mức công suất ra không lớn, mức méo γ nhỏ và hiệu suất năng lượng yêu cầu không cao (dưới 50%).

c) Tầng đối xứng đẩy kéo có 2 dạng cơ bản : sơ đồ dùng 1 cặp tranzito cùng loại với đặc điểm cần tầng đảo pha phía trước (để tạo ra hai điện áp kích thích ngược pha nhau) và sơ đồ dùng cặp tranzito khác loại với đặc điểm các điện áp kích thích cùng pha nhau (do vậy không cần dùng tầng đảo pha phía trước). Tầng đẩy kéo chế độ B (hay AB) có nhiều ưu điểm quan trọng như cho ra mức công suất lớn, méo γ nhỏ, hiệu suất năng lượng cao và tương thích với việc chế tạo dưới dạng vi mạch khuếch đại công suất.

d) Các hệ thức cần chú ý là xuất phát từ giả thiết đã biết điện trở tải R_L , công suất tải P_L , nguồn cung cấp $\pm E$, biên độ điện áp kích thích $u_{\text{vào}}$ (hay dòng $I_{\text{vào}}$) xác định các chỉ số cơ bản : công suất tranzito đưa ra trên mạch colectơ P_c , hiệu suất năng lượng η , công suất nhiệt trên tranzito P_T , mức méo γ cho phép.

13. Một bộ khuếch đại điện áp (dùng tranzito hay vi mạch) khi thực hiện 1 vòng hồi tiếp dương có khả năng tự kích và tạo ra dao động tuần hoàn (hình sin hay không sin) hoặc không tuần hoàn.

a) Điều kiện tự kích của hệ kín là phải đạt được trạng thái cân bằng về pha (có mạch thực hiện hồi tiếp dương) và trạng thái cân bằng về biên độ (lượng khuếch đại phải đủ trội hơn lượng suy giảm do khâu hồi tiếp thụ động gây ra). Điều kiện đó là : $\varphi_A + \varphi_B = 0$ và $A\beta \geq 1$.

Ở đây φ_A, φ_B là dịch pha do bộ khuếch đại và do mạch hồi tiếp gây ra. A, β là hệ số truyền đạt tương ứng của bộ khuếch đại và của mạch hồi tiếp (giá trị độ lớn - môđun).

b) Thông thường hai điều kiện tự kích đã nêu chỉ thỏa mãn được đồng thời với điện áp có 1 tần số xác định do đó, với các giá trị xác định của các tham số mạch hồi tiếp, chỉ có dao động ở một tần số được tạo ra.

c) Để biên độ điện áp dao động xác định hữu hạn ở lối ra của sơ đồ, bộ khuếch đại thoát dần làm việc ở chế độ khuếch đại tích cực, sau đó theo mức tăng của biên độ điện áp lối ra, nó chuyển dần sang trạng thái bão hòa.

d) Theo kiểu mạch hồi tiếp sử dụng, có hai dạng cơ bản : sơ đồ tạo dao động điều hòa kiểu RC (dùng cho dao động có tần số thấp) và sơ đồ tạo dao động kiểu LC (dùng cho tạo dao động có tần số cao).

14. Các sơ đồ tạo dao động hình sin kiểu LC sử dụng khung cộng hưởng song song LC làm mạch thực hiện hồi tiếp chọn lọc tần số. Theo dạng hồi tiếp có kiểu hồi tiếp bằng biến áp

hoặc kiểu hồi tiếp 3 điểm (sơ đồ 3 điểm điện cảm, 3 điểm điện dung).

a) Tần số dao động tạo ra do thông số LC của khung dao động quyết định (hệ thức (2.258) với sơ đồ Maisner), hoặc thay thế trong (2.258) $L = L_B + L_C$ với sơ đồ Hatley, hoặc $C = C_1 C_2 / (C_1 + C_2)$ trong sơ đồ Colpits.

b) Điều kiện cân bằng biên độ thỏa mãn nhờ cách lựa chọn hệ số hồi tiếp thích hợp thông qua hệ số ghép biến áp M, tỉ số L_B/L_C hoặc tỉ số C_1 và C_2 .

Điều kiện cân bằng pha thỏa mãn nhờ lựa chọn cực tính cuộn L_B , L_C (trong sơ đồ Maisner) hay lựa chọn dấu các điện kháng trong mạch 3 điểm.

15. Sơ đồ tạo dao động hình sin dùng các khâu RC làm mạch hồi tiếp có tính chất chọn lọc tần số với phẩm chất thấp hơn thường cho phép tạo ra các dao động tần số thấp ($< 10^4$ Hz).

a) Tần số của dao động tạo ra do thông số RC và dạng mạch RC sử dụng quyết định (hệ thức (2.260) và (2.261)).

b) Điều kiện cân bằng pha được thỏa mãn nhờ cách ghép mạch hồi tiếp với bộ khuếch đại tùy theo tính chất dịch pha của chúng sao cho $\varphi_A + \varphi_B = 0$ (có hồi tiếp dương). Điều kiện cân bằng biên độ được thỏa mãn nhờ chọn hệ số A của bộ khuếch đại không bé hơn hệ số suy giảm $1/\beta$ của mạch hồi tiếp tính tại tần số dao động.

c) Có thể nâng cao phẩm chất mạch chọn lọc RC (qua đó nâng cao độ ổn định của tần số tạo ra) nhờ một số mạch RC phức tạp hoặc cải tiến có độ chọn lọc cao và đặc tính pha dốc tại tần số muốn tạo ra. (Cầu Viêne - Robinson cải tiến). Người ta có thể tạo dao động trong 1 dải hoặc nhiều dải tần bằng cách thay đổi giá trị R và C liên tục hay từng nấc kết hợp.

16. Phương pháp tạo dao động hình sin nhờ việc tạo hàm xấp xỉ (dựa trên nguyên tắc xấp xỉ gần đúng hình sin, bằng 1 hàm số biết trước) có nhiều ưu thế trong giai đoạn phát triển tiếp sau vì tính chất quan trọng của nó là đa chức năng và khả năng phối hợp với máy tính.

a) Có thể dùng 2 khâu mạch tích phân kết hợp với 1 bộ đảo dấu để tạo dao động sin với tần số rất thấp nhờ khả năng

tạo hàm của mạch này. Giải phương trình vi phân cấp 2 dạng :

$$\frac{d^2u}{dt^2} + \omega_0^2 u = 0 \text{ (ở đây } \omega_0 \text{ là một hằng số)}$$

b) Có thể xấp xỉ hình sin bằng 1 chuỗi các đoạn thẳng gãy khúc nhờ một bộ khuếch đại, thuật toán biến đổi một điện áp có trước dạng tam giác thành dạng các đoạn gãy khúc.

c) Có thể dùng một điện áp có dạng bậc thang (do các phần tử kĩ thuật số tạo ra) để xấp xỉ dao động hình sin hoặc bằng cách dùng các điện áp có dạng hàm đại số nào đó (hàm mũ, hàm lũy thừa hay hàm hyperbolic...) để xấp xỉ. Phương pháp này có thuận lợi vì khả năng lập trình tạo hàm mong muốn của các thiết bị vi tính

17. Bộ nguồn chỉnh lưu có nhiệm vụ cung cấp năng lượng 1 chiều cho các thiết bị điện tử nhờ quá trình nắn điện, chuyển đổi từ năng lượng xoay chiều. Các yêu cầu quan trọng nhất của bộ nguồn là :

a) Hiệu quả biến đổi năng lượng cao

b) Chất lượng điện áp 1 chiều cao (tính chất đập mạch nhỏ)

c) Có khả năng ổn định giá trị điện áp 1 chiều và tải khi tải biến đổi trong 1 dải đủ rộng (dòng tải thay đổi mạnh) nhờ nguồn có nội trở đủ bé (điện trở ra đủ bé).

d) Có khả năng ổn định giá trị điện áp 1 chiều ra tải nhờ san bằng độ mất ổn định của điện áp sau chỉnh lưu nhờ tính chất ổn định điện áp của bộ nguồn.

Người ta phân biệt hai dạng nguồn ổn định, ổn áp và ổn dòng. Với các bộ ổn dòng yêu cầu quan trọng là cung cấp 1 dòng điện ổn định nhờ tính chất có nội trở lớn của nó.

18. Theo phương pháp ổn áp, có hai dạng cơ bản :

a) Ổn áp kiểu bù tuyến tính trong đó quá trình ổn định xảy ra liên tục theo thời gian nhờ mạch hồi tiếp âm và các bộ khuếch đại bám so sánh, theo dõi điều khiển 1 phần tử công suất bù lại (ngược pha) với lượng mất ổn định ban đầu. Phương pháp tuyến tính có hiệu suất không cao.

b) Ổn áp kiểu xung : quá trình bù để ổn định xảy ra gián đoạn nhờ dãy xung điều khiển có tham số xung được điều chế theo lượng mất ổn định nhờ việc theo dõi so sánh. Phương pháp xung cho dải điều chỉnh rộng hơn với hiệu suất năng lượng cao hơn.

Tuy nhiên yêu cầu về kĩ thuật phức tạp và đắt tiền hơn so với phương pháp bù tuyến tính. Phương pháp ổn áp xung có hai nhóm chính là ổn định kiểu sơ cấp và ổn định kiểu thứ cấp với nhiều dạng cấu trúc cụ thể khác nhau về đặc điểm và tính năng.

c) Theo cấu trúc bên trong bộ ổn áp, có hai dạng chủ yếu : kiểu nối tiếp khi phần tử hiệu chỉnh mắc nối tiếp với tải (phương pháp này cho hiệu suất cao hơn nhưng khả năng chịu tải thấp hơn) và kiểu song song khi phần tử hiệu chỉnh mắc song song với tải (phương pháp này cho hiệu suất thấp hơn nhưng khả năng chịu tải tốt hơn).

19. Bộ ổn áp có thể thực hiện dưới dạng mạch rời dùng diốt Zener (D_Z) dùng tranzito kết hợp với D_Z hoặc kết hợp thêm IC tuyến tính làm nhiệm vụ so sánh và khuếch đại hiệu số hoặc có thể dùng hoàn chỉnh là 1 vi mạch ổn áp (kiểu cho 1 giá trị điện áp ra cố định hay giá trị điện áp ra có thể thay đổi được nhờ mạch hồi tiếp bổ sung từ ngoài). Khi tính toán bộ ổn áp tuyến tính cần chú ý các tham số sau :

a) Giá trị hệ số ổn định S và điện trở ra R_{ra} của bộ nguồn ổn áp.

b) Các giá trị điện áp 1 chiều sau chỉnh lưu (có hoặc không có lọc tụ) và giá trị dòng 1 chiều cực đại của nguồn.

c) Lượng sai số $\Delta u_{ra \max}$ của điện áp 1 chiều lối ra do các yếu tố sai lệch của mạch (sai số điểm 0) hay do nhiệt độ của môi trường thay đổi gây ra.

20. Bộ chỉnh lưu có điều khiển được giá trị điện áp (công suất) 1 chiều và tải khi thay thế các van chỉnh lưu dùng diốt bán dẫn bằng các van 3 cực thiristor ở các vị trí tương ứng của các sơ đồ chỉnh lưu đã có. Khi đó tùy theo thời điểm xuất hiện xung điều khiển đặt tới cực điều khiển mà thiristor sẽ mở (tham gia vào quá trình nắn điện) sớm hay muộn và do vậy thay đổi được giá trị trung bình của điện áp hay công suất đưa ra tải. Người ta có thể kết hợp 1 cặp thiristor mắc song song đối nhau để thực hiện quá trình điều khiển này theo cả 2 chiều nắn điện (Triac). Để tạo các xung điều khiển van thiristor, cần dùng các sơ đồ tạo dạng xung (đồng bộ hay không đồng bộ) và sơ đồ dịch pha riêng cho mạch điều khiển bên cạnh mạch chỉnh lưu.

Chương 2

BÀI TẬP PHẦN I CÓ LỜI GIẢI

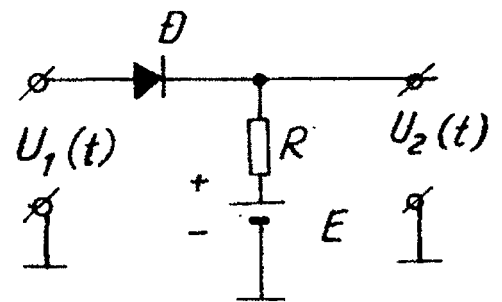
Bài tập 2.1. Cho mạch điện hình 2.1. Giả thiết điốt là lí tưởng ($R_{\text{thuận}} \rightarrow 0, R_{\text{ngược}} \rightarrow \infty$). $u_1(t)$ là một điện áp tam giác đối xứng qua gốc, có biên độ $U_{1m} = \pm 6V$; chu kì $T_1 = 30ms$. Biết $E = +2V$.

- Xác định dạng đặc tính truyền đạt (lí tưởng) của mạch $u_2(u_1)$ theo các tham số đã cho.
- Vẽ dạng $u_2(t)$ phù hợp với dạng $u_1(t)$ sau khi qua mạch.
- Tính các tham số của điện áp ra $u_2(t)$: Biên độ đỉnh (dương và âm), thời gian trễ pha đầu và độ rộng xung.

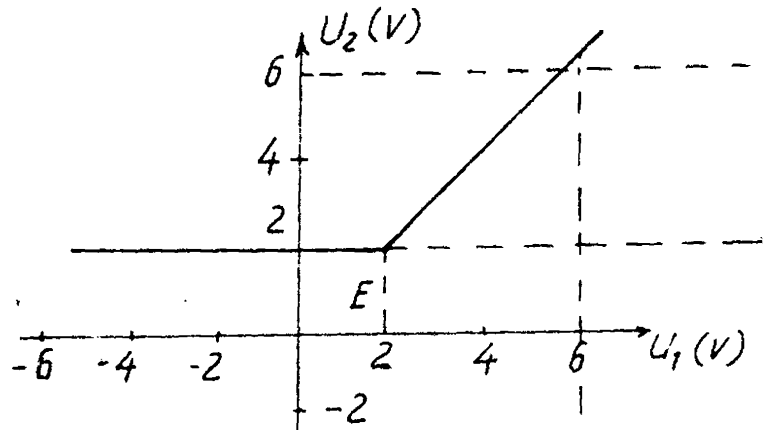
Bài giải:

a) Xét hoạt động của mạch trong 1 chu kì biến đổi của $u_1(t)$ (xem hình 2.2a). Xét trong từng đoạn: trong khoảng $0 < t < t_1$, u_1 có giá trị nhỏ hơn $E = \pm 2V$ vì thế điốt bị khóa và trên R không có dòng chảy qua (điốt là lí tưởng) do vậy $u_2 = E =$ hằng số. Tiếp theo, trong khoảng $t_1 < t < t_2$, $u_1(t)$ có giá trị lớn hơn E , $u_1(t) \geq E$, điốt được phân cực thuận, với giả thiết điốt lí tưởng (tức sụt áp 1 chiều lúc mở trên điốt bằng 0), ta có hệ thức gần đúng: $u_2(t) = u_1(t)$. Trong khoảng $t_2 < t < T$, điều kiện $u_1(t) < E$ được thỏa mãn nên điốt ở trạng thái khóa, $u_2(t) = E$.

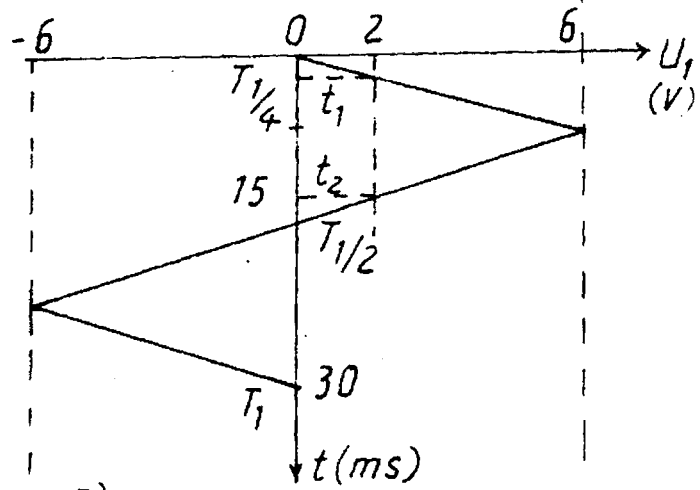
b) Vậy mạch đã cho hạn chế biên độ điện áp tại lối ra ở mức ngưỡng $E = +2V$, là ngưỡng dưới nên có tên gọi mạch hạn chế dưới. Đồ thị đặc tuyến truyền đạt của mạch được vẽ trên



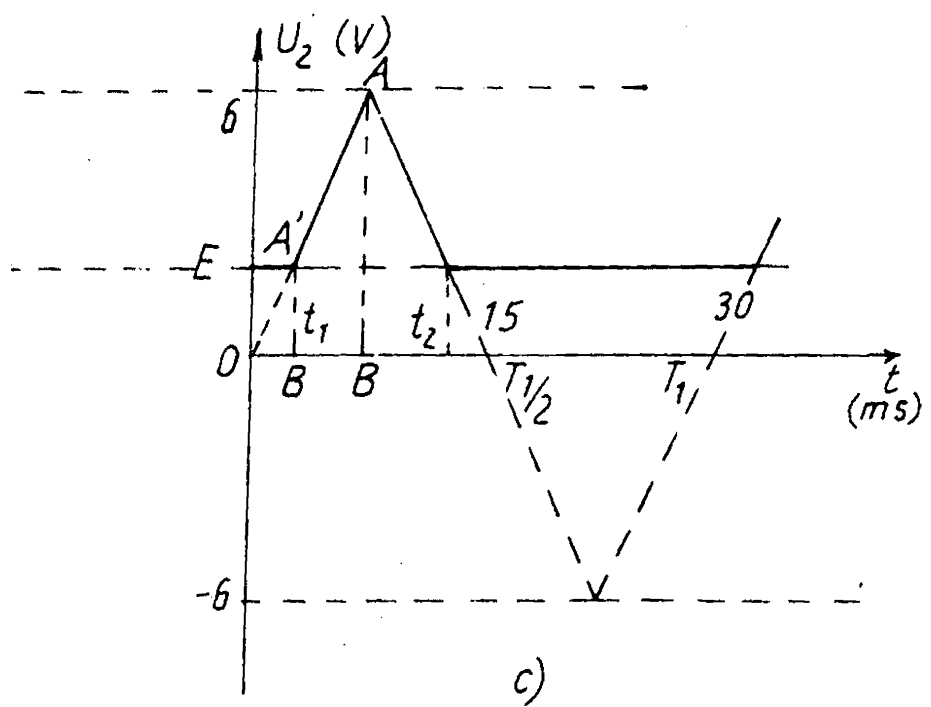
Hình 2.1



b)



a)



Hình 2.2

hình 2.2a. Dạng đồ thị thời gian của $u_2(t)$ vẽ trên hình 2.2c (đường đậm nét).

c) Tính các tham số của $u_2(t)$: từ hình 2.2b suy ra biên độ (đỉnh) phía trên $u_{2m} = u_{1m} = +6V$; biên độ dưới là mức ngưỡng hạn chế $E = +2V$. Chu kì $T_2 = T_1$. Thời gian trễ pha đầu của xung ra $U_2(t)$ được tính bởi : $\tau_{trễ} = t_1$. Khoảng t_1 suy ra từ cách tính tam giác đồng dạng OAB và $OA'B'$ (hình 2.2c)

$$\frac{OB'}{OB} = \frac{A'B'}{AB} \text{ với } OB' = t_1$$

$$\begin{cases} OB = T_1/4 = 7,5ms = T_2/4 \\ AB = U_{1m} = +6V \\ A'B' = E = +2V \end{cases}$$

thay vào ta có $t_1 = \frac{A'B' \cdot OB}{AB}$

$$t_1 = \frac{2V \cdot 7,5ms}{6V} = \frac{7,5}{3} ms = 2,5ms$$

Độ rộng xung τ của $U_2(t)$ được tính bởi :

$$\tau = t_2 - t_1$$

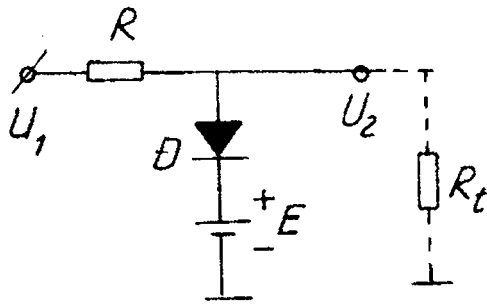
Vì lí do đối xứng nên $t_2 - t_1 = \frac{T_1}{2} - 2t_1$

$$\tau = 15ms - 2 \cdot 2,5ms = 10ms.$$

Bài tập 2.2. Cho mạch hình 2.3 với giả thiết diốt hạn chế là 1 nguồn áp lí tưởng lúc mở có giá trị nguồn là $u_D = +0,6V$, lúc khóa là phân tử có $R_{ngược} \rightarrow \infty$ (nguồn dòng lí tưởng với giá trị dòng ngược $I_S \rightarrow 0$). Giả thiết $R \ll R_{lập}$, $E = \pm 2V$. Điện áp vào $u_1(t)$ có dạng xung tam giác đối xứng qua gốc tọa độ có chu kì $T_1 = 20ms$, biên độ $u_{1m} = \pm 5V$.

a) Giải thích hoạt động của mạch dưới tác động của $u_1(t)$ xét trong 1 chu kì T_1 .

b) Vẽ dạng đặc tuyến truyền đạt điện áp lí tưởng của mạch đã cho. Xác định dạng $u_2(t)$ theo $u_1(t)$



Hình 2.3

c) Tính các tham số của điện áp ra $u_2(t)$: chu kì, biên độ, các thời gian xung.

Bài giải :

a) Để giải thích hoạt động của sơ đồ, ta vẽ dạng $u_1(t)$ và đặt giá trị $E = +2V$ trên đồ thị này xem hình (2.4a). Xét trong từng khoảng thời gian tính từ gốc ta có :

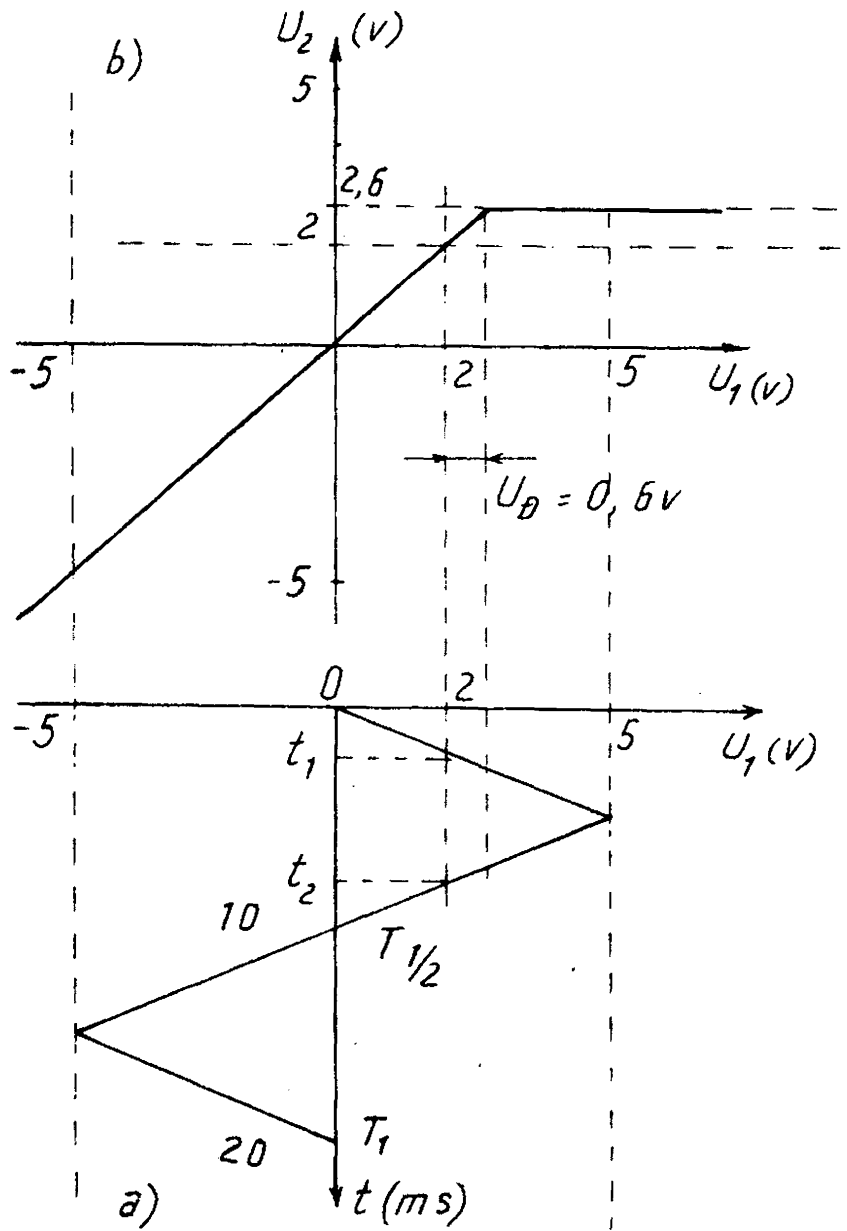
- Trong khoảng $0 < t < t_1$, có điều kiện $u_1 < E$, vì E nối tới katốt của diốt nên khi đó diốt bị phân cực ngược và nhánh có diốt, nguồn E bị cắt khỏi mạch, với giả thiết $R \ll R_{t\text{ải}}$ thì $u_2(t) \approx u_1(t)$ vì giảm áp do $u_1(t)$ gây ra trên R có thể bỏ qua.

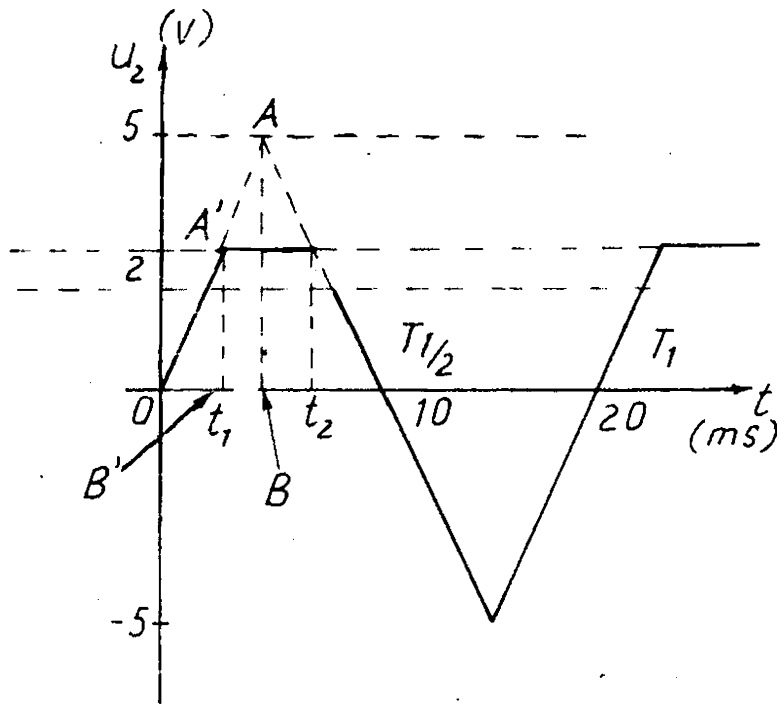
- Trong khoảng tiếp theo $t_1 < t < t_2$, có điều kiện $u_1(t) > E$, diốt được phân cực thuận và chuyển sang chế độ mở với $u_D = 0,6V$ và nội trở (của 1 nguồn áp lí tưởng) bằng 0. Vì thế $u_2(t) = E + u_D$; $u_2(t) = 2 + 0,6 = 2,6V = \text{hằng số}$.

- Trong khoảng còn lại $t_2 < t < T_1$, điều kiện $u_1(t) < E$ lại thỏa mãn nên diốt ở trạng thái hở mạch, ta lại có $u_2(t) = u_1(t)$.

b) Kết hợp các kết quả trên, ta nhận được đồ thị hình 2.4b đối với đặc tuyến truyền đạt điện áp (lí tưởng) của mạch đã cho. Dạng của $u_2(t)$ suy từ hai đồ thị hình 2.4a và 2.4b được vẽ trên hình 2.4c. Đây là dạng mạch hạn chế phía trên kiểu song song ở ngưỡng $E = +2,6V$.

c) Tính các tham số của điện áp lối ra $U_2(t)$: Chu kì $T_2 = T_1 = 20ms$ (từ đồ thị hình 2.4). Biên độ đỉnh phân dương bằng mức hạn chế trên : $U_{2m}^+ = +2,6V$, biên độ đỉnh dưới bằng biên độ U_{1m} ($U_{2m}^- = -5V$). Độ rộng sườn trước xung $u_2(t)$ $\tau_{\text{trước}} = t_1$ được tính từ hệ thức đồng dạng của các tam giác OAB và OA'B' :





c)

Hình 2.4

$$\frac{OB'}{OB} = \frac{A'B'}{AB} \text{ với } OB' = t_1$$

$$OB = \frac{T_1}{4} = \frac{20\text{ms}}{4} = 5\text{ms}$$

$$A'B' = E + u_D = +2,6\text{V}$$

$$AB = U_{1m} = +5\text{V}$$

Suy ra

$$OB' = \frac{A'B' \cdot OB}{AB} = \frac{2,6\text{V} \cdot 5\text{ms}}{5\text{V}} = 2,6\text{ms}$$

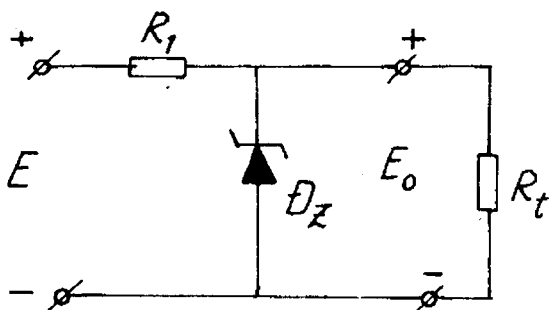
Vậy thời gian sườn trước của xung $u_2(t)$ là $t_1 = 2,6\text{ms}$.

Độ rộng đỉnh xung được xác định bởi $\tau = t_2 - t_1$ vì lí do đối xứng (xem hình 2.4c), ta có :

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{T_1}{2} - 2 \cdot t_1 = \frac{20\text{ms}}{2} - 2 \cdot 2,6\text{ms} \\ &= 10\text{ms} - 5,2\text{ms} = 4,8\text{ms} \end{aligned}$$

Bài tập 2.3. Hình 2.5 là 1 sơ đồ ổn định điện áp đơn giản dùng diốt Zener. Các tham số quan trọng của D_Z là : điện áp đánh thủng $U_Z = E_0$, Dòng làm việc (là dòng ngược I_Z) và điện trở động của diốt R_Z biểu thị sự biến thiên ΔU_Z theo ΔI_Z .

Cho $I_{Z\text{max}} = 60\text{mA}$; $I_{Z\text{min}} = 10\text{mA}$;
 $E = +20\text{V}$, $E_0 = U_Z = +12\text{V}$; $R_Z = 7\Omega$,
 $R_1 = 240\Omega$.



Hình 2.5

a) Xác định giá trị điện trở R_1 , giá trị điện áp gợn sóng lối ra.

b) Tính các độ ổn định dòng tải và độ ổn định theo điện áp vào khi $\Delta E = 10\% E$ và $\Delta I_1 = 50\text{mA}$.

Bài giải :

a) Khả năng cho dòng tải tối đa được đánh giá bằng hiệu số :

$$I_{Z_{\max}} - I_{Z_{\min}} = 60\text{mA} - 10\text{mA} = 50\text{mA}.$$

Với $R_1 = 240\Omega$ và $E_0 = U_Z = 12\text{V}$, ta có

$$I_T = \frac{U_Z}{R_1} = \frac{12\text{V}}{240\Omega} = 50\text{mA} > I_{Z_{\min}} = 10\text{mA}$$

$$R_1 = \frac{U_{R_1}}{I_{R_1}} = \frac{E - U_Z}{I_1 + I_Z} = \frac{20\text{V} - 12\text{V}}{50\text{mA} + 10\text{mA}} = 133\Omega$$

b) Tính hệ số ổn định của mạch :

$$\Delta E = 10\% E = 10\% \times 20\text{V} = 2\text{V}$$

$$\Delta I_R = \Delta E / R_1 = 2\text{V} / 133\Omega \approx 15\text{mA}$$

$$\Delta E_0 = \Delta U_Z = \Delta I_R \cdot R_Z = 15\text{mA} \cdot 7\Omega = 105\text{mV}$$

Theo định nghĩa, hệ số ổn định đường dây (khi E biến thiên 10%) :

$$S_{\text{dd}} = \frac{\Delta E_0}{E_0} \times 100\% \quad (1)$$

và hệ số ổn định tải (khi $\Delta I_1 = I_{1\text{max}}$) :

$$S_{\text{tải}} = \frac{\Delta E_0}{E_0} \cdot 100\% \quad (2)$$

Áp dụng các hệ thức định nghĩa (1) ta có :

$$S_{\text{dd}} = \frac{105\text{mV} \times 100\%}{12\text{V}} \approx 0,9\%$$

Như vậy khi ΔE ở lối vào thay đổi 10% giá trị danh định của nó thì $\Delta E_{01} = \Delta U_{Z1}$ biến thiên 105mV.

• Khi giá số biến thiên dòng tải $\Delta I_1 = 50\text{mA}$ thì $\Delta I_Z = 50\text{mA}$, do vậy :

$$\Delta E_0 = \Delta U_Z = \Delta I_Z \cdot R_Z = 50\text{mA} \cdot 7\Omega = 350\text{mV}$$

Từ hệ thức định nghĩa (2), ta có :

$$S_{\text{tải}} = \frac{350\text{mV} \times 100\%}{12\text{V}} = 2,9\%, \text{ tức là khi dòng tải biến đổi}$$

$\Delta I_1 = 50\text{mA}$ thì gây ra lượng biến đổi điện áp ổn định (sai số) là $\Delta E_{02} = \Delta U_{Z2} = 350\text{mV}$

• Các giá trị ΔE_{01} được gọi là tác dụng đường dây và ΔE_{02} là tác dụng tải của bộ nguồn ổn áp đã cho.

• Điện áp gợn sóng đặt vào bộ ổn áp dùng D_Z hình 2.5 được san bằng trên R_Z và R_1 nối tiếp nhau, ta nói tác dụng làm suy giảm điện áp gợn sóng của D_Z với hệ số suy giảm là : $R_Z/(R_Z + R_1)$.

Từ đó tại lối ra điện áp gợn sóng còn lại là :

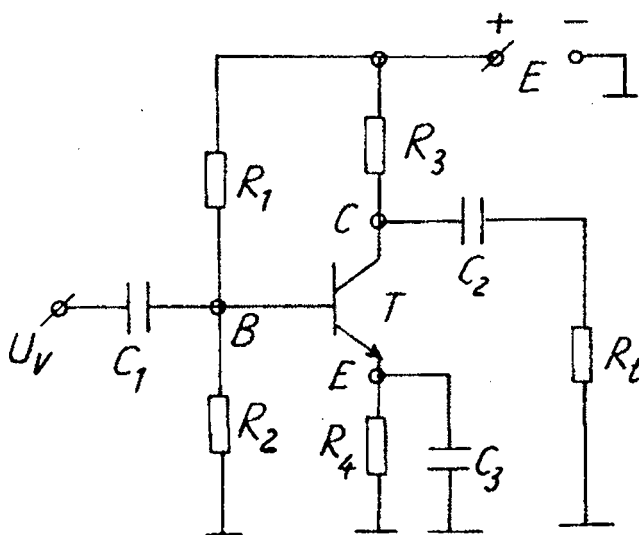
$$U_{\text{gợn sóng ra}} = \Delta E \cdot \frac{R_Z}{R_Z + R_1} = 2\text{V} \frac{7\Omega}{133\Omega + 7\Omega} = 100\text{mV}.$$

Bài tập 2.4. Hình 2.6 là 1 tầng khuếch đại điện áp tần thấp ghép RC mắc theo sơ đồ E chung. Biết

$$E = +12\text{V} ; R_1 = 20\text{k}\Omega, R_2 = 4\text{k}\Omega$$

$$R_3 = 4\text{k}\Omega ; R_4 = 1\text{k}\Omega, \beta = 99$$

a) Xác định chế độ dòng điện và điện áp 1 chiều trên các cực của tranzito.



Hình 2.6

b) Biết $R_1 = 8\text{k}\Omega$. Xác định giá trị tải xoay chiều và tải 1 chiều của tầng khuếch đại. Vẽ đường tải 1 chiều của tầng khuếch đại và vị trí điểm làm việc Q_A .

c) Hãy phân tích ảnh hưởng của C_1 , C_2 và C_3 tới dạng đặc trưng tần số của tầng khuếch đại.

So sánh dạng đặc tuyến này khi có và khi không có C_3 trong mạch.

d) Khi $R_1 \rightarrow \infty$ hệ số khuếch đại điện áp khi không tải của mạch đo được $A_{v0} = 84$, xác định hệ số khuếch đại điện áp khi mắc tải có giá trị $R_1 = 12k\Omega$ tại lối ra.

Bài giải :

a) Tính các giá trị dòng và áp 1 chiều trên các cực của tranzito

- Vì dòng điện $I_{R_1} \approx I_{R_2}$ nên (xem hình 2.6) :

$$U_B = \frac{E}{R_1 + R_2} \cdot R_2 = \frac{12V}{20k\Omega + 4k\Omega} \cdot 4k\Omega = 2V$$

- Để tranzito ở chế độ khuếch đại không méo (chế độ A) chọn $U_{BE} = +0,6V$ (với tranzito loại Si)

Do vậy :

$$U_E = U_B - 0,6V = 2V - 0,6V = 1,4V$$

- Từ đó các dòng 1 chiều I_E , I_B và I_C được tính như sau :

$$I_E = \frac{U_E}{R_4} = \frac{1,4V}{1k\Omega} = 1,4mA$$

$$I_B = \frac{I_E}{(1 + \beta)} = \frac{1,4mA}{(1 + 99)} = 14\mu A$$

$$I_C = I_E - I_B = 1,4mA - 0,014mA = 1,386mA.$$

- Điện áp 1 chiều trên Colectơ : $U_C = E - I_C \cdot R_3$

$$U_C = 12V - 1,386mA \cdot 4k\Omega = 6,456V.$$

b) Tải 1 chiều của tầng khuếch đại bao gồm R_3 và R_4

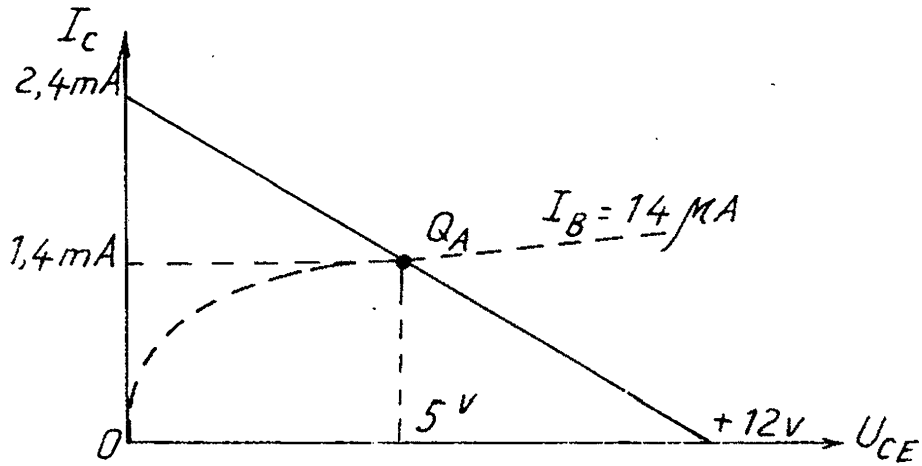
$$R_{t-} = R_3 + R_4 = 4k\Omega + 1k\Omega = 5k\Omega$$

Tải xoay chiều được tính bởi R_3 nối song song với R_1 .

$$R_{t-} = R_3 // R_1 = 4k\Omega // 8k\Omega \approx 2,67k\Omega.$$

Đường đặc tuyến tải 1 chiều được xác định từ phương trình đặc tuyến vonampe mạch ra :

$$\begin{aligned} U_{CE} &= E - I_C(R_C + R_{t-}) \\ &= E - I_C (R_3 + R_4) \end{aligned}$$



Hình 2.7

khi $I_C = 0$ đường tải cắt trục hoành tại điểm hở mạch

$$U_{CE_{\min}} = E = +12V$$

Khi $U_{CE} = 0$ (tranzito ở chế độ ngắn mạch) có dòng Colector cực đại :

$$I_{cngm} = \frac{E}{R_3 + R_4} = \frac{12V}{4K + 1K} = 2,4mA$$

Vậy đường tải 1 chiều đi qua 2 điểm $[2,4mA, 0V]$ và $[0mA, 12V]$ (xem hình 2.7).

Tọa độ điểm Q_A xác định bởi 2 giá trị $I_{C_A} = 1,386mA$ và $U_{CE(A)} = U_{C(A)} - U_{E(A)} = 6,456V - 1,4V = 5,056V$

c) Các trị số của C_1 , C_2 và C_3 ảnh hưởng tới vùng tần số thấp và do đó tới dải tần của bộ khuếch đại.

• Điều kiện lựa chọn các tụ C_1 , C_2 và C_3 là trở kháng của chúng phải đủ nhỏ so với các phần tử liên quan :

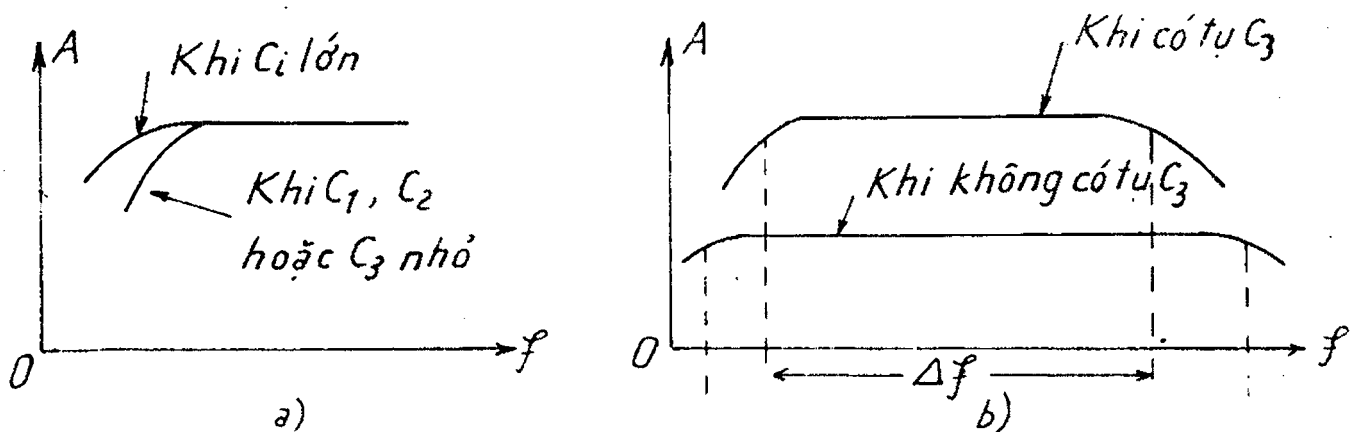
$$\frac{1}{2\pi f_{\min} C_1} \ll R_V ; \frac{1}{2\pi f_{\min} C_2} \ll R_1 \text{ và } \frac{1}{2\pi f_{\min} C_3} \ll R_4$$

Từ đó, nếu giá trị C_1 , C_2 hoặc C_3 chọn nhỏ thì tại vùng lân cận f_{\min} các giá trị vế trái không đủ nhỏ tạo ra các tổn hao xoay chiều trên chúng và do vậy làm giảm hệ số khuếch đại.

Còn khi chọn đủ lớn thì hệ số khuếch đại ít bị giảm hơn, ta nhận được đồ thị hình 2.8a.

- Khi độ cách li 1 chiều của các tụ C_1, C_2, C_3 kém đi (dòng 1 chiều) sẽ xảy ra sự chuyển dịch điểm làm việc (chế độ) 1 chiều đã tính được ở câu a) và do vậy gây sai lệch chế độ xoay chiều không mong muốn.

- Riêng với tụ C_3 , khi không có C_3 và khi có C_3 đặc tuyến tần số có dạng ở hình 2.8b. Khi không có tụ C_3 , xuất hiện hồi tiếp âm dòng điện xoay chiều trên R_4 và làm hệ số khuếch đại A giảm mạnh, tuy nhiên dải tần số khi đó được mở rộng hơn trước.



Hình 2.8

d) Hệ số khuếch đại điện áp của sơ đồ EC (hình 2.6) được tính theo :

$$A = \beta \cdot \frac{R_C // R_t}{R_v + R_{ng}}$$

với R_{ng} là trở kháng của nguồn tín hiệu $U_{vào}$. Suy ra hệ thức tính A_o :

$$A_o = \beta \cdot \frac{R_C}{R_v + R_{ng}}$$

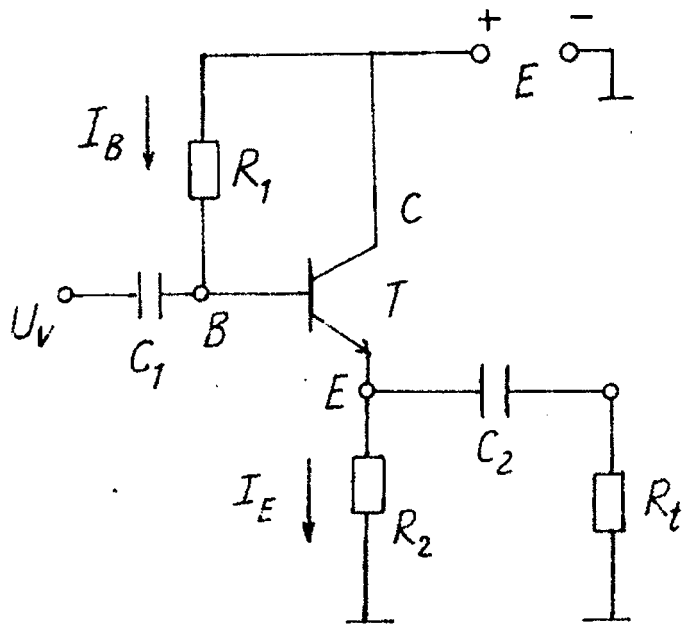
Từ hai hệ thức trên, lập trị số $\frac{A}{A_o}$ có :

$$\frac{A}{A_o} = \frac{\beta(R_C // R_t)(R_v + R_{ng})}{(R_v + R_{ng})\beta R_C} = \frac{R_C // R_t}{R_C}$$

Ở đây nếu thay $A_o = 84$; $R_t = 12k\Omega$; $R_C = R_3 = 4k\Omega$
 ta nhận được $\frac{A}{84} = \frac{4k\Omega // 12k\Omega}{4k\Omega} = \frac{3k\Omega}{4k\Omega}$

$$\text{Suy ra } A = \frac{84 \times 3}{4} = 63 \text{ lần}$$

Bài tập 2.5. Hình 2.9 là một bộ khuếch đại điện áp 1 tầng ghép RC, kiểu C chung, tần số thấp. Biết các tham số của mạch : $E = +12V$.



Hình 2.9

$R_1 = 300 \text{ k}\Omega$,
 $R_2 = 2,7 \text{ k}\Omega$,
 $\beta = 99$; chọn
 $U_{BE} = 0,6 \text{ V}$
 $r_E = U_T / I_C = 1/S$;
 $r_C(E) = 300k\Omega$.

a) Xác định các giá trị dòng điện và điện áp trên các cực của Tranzito.

b) Biết $R_t = 2,7k\Omega$; xác định tải 1 chiều và tải xoay chiều của tầng

khuếch đại. Vẽ đường tải 1 chiều và điểm làm việc tĩnh Q_A .

c) Xác định các tham số $R_{vào}$, R_{ra} , A_i và A_u của sơ đồ đã cho.

Bài giải :

a) Tính chế độ 1 chiều của tranzito : từ hình 29 có

$$I_B R_1 + U_{BE} + I_E R_2 = E \text{ với } I_E = (1 + \beta)I_B.$$

$$\text{ta nhận được } I_B = \frac{E - U_{BE}}{R_1 + (1 + \beta) R_2} = \frac{12^V - 0,6^V}{3 \cdot 10^5 + 100 \cdot 2,7 \cdot 10^3}$$

$$I_B = \frac{11,4^V}{570 \cdot 10^3} = 20 \mu A.$$

Điện áp collector $U_C = 12V$

$$U_B = E - I_B R_1 = 12V - 20 \cdot 10^{-6} \cdot 300 \cdot 10^3 = 6V$$

$$U_E = U_B - 0,6V = 6V - 0,6V = 5,4V.$$

$$I_C = \beta I_B = 99 \cdot 20 \cdot 10^{-6} = 1,98 \text{ mA}.$$

$$I_E = I_C + I_B = 1,98 \text{ mA} + 0,02 \text{ mA} = 2 \text{ mA}.$$

b) Tải 1 chiều của tầng khuếch đại chính là điện trở $R_2 = 2,7 \text{ k}\Omega$. Tải xoay chiều được tính bởi :

$$R_{1\sim} = R_2 // R_1 = 2,7 \text{ k}\Omega // 2,7 \text{ k}\Omega = 1,35 \text{ k}\Omega.$$

Đường tải một chiều xác định từ phương trình dòng 1 chiều mạch ra : $E = U_{CE} + I_E R_2$ hay $U_{CE} = E - I_E R_2$

Biểu diễn phương trình trên đặc tuyến ra sơ đồ CC ta có hình 2.10. Tọa độ các điểm cắt trục điện áp và dòng điện được xác định khi cho $I_E = 0$ và $U_{CE} = 0$ ta có

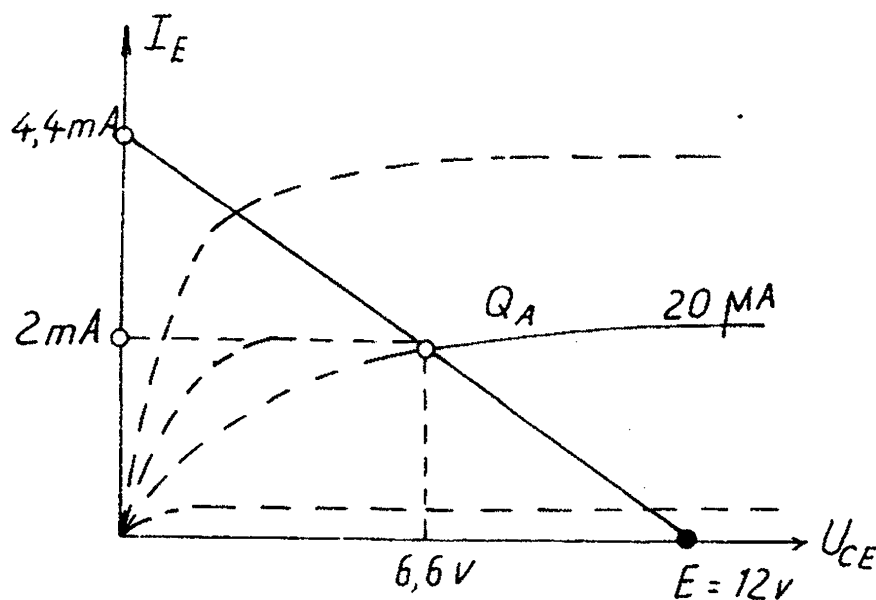
$$U_{CE} \text{ hở mạch} = E = 12V$$

$$I_E \text{ ngắn mạch} = \frac{E}{R_2} = 4,4 \text{ mA}$$

Tọa độ điểm làm việc tĩnh :

$$Q_A (6,6V ; 2 \text{ mA})$$

c) Tính các tham số của mạch :



Hình 2.10

- Điện trở vào :

$$\begin{aligned} R_v &\approx (1 + \beta) (R_E // R_1) \\ &= 100 (2,7 \text{ k}\Omega // 2,7 \text{ k}\Omega) \\ &= 135 \text{ k}\Omega. \end{aligned}$$

Nếu để ý tới ảnh hưởng của R_1 và $r_c(E)$ tới điện trở vào ta có hệ thức 2-143 -SGK

$$\begin{aligned} R_v &= R_1 // (1 + \beta) (R_E // R_1) // r_c(E) \\ &= 300 \text{ k}\Omega // 135 \text{ k}\Omega // 300 \text{ k}\Omega \\ &\approx 73 \text{ k}\Omega. \end{aligned}$$

- Điện trở ra của mạch được tính theo hệ thức (2.149. SGK)

$$R_r = R_E // r_E = R_E // A \frac{1}{S} = R_E // \frac{U_T}{I_C}$$

Với $U_T = \frac{kT}{q} = 26 \text{ mV}$ tại nhiệt độ 300°K (27°C)

$$\begin{aligned} I_C = 2 \text{ mA} \text{ ta có } R_r &= 2,7 \text{ k}\Omega // \frac{26 \text{ mV}}{2 \text{ mA}} \\ &\approx 13 \Omega. \end{aligned}$$

- Hệ số khuếch đại dòng điện của sơ đồ tính bởi hệ thức (2.147) SGK : (ở đây ta dùng A_i thay K_i và A_u thay K_u)

$$A_i = (1 + \beta) \frac{R_E // R_1}{R_1} \text{ ở đây } R_E = R_2$$

$$A_i = (1 + 99) \left(\frac{2,7 \text{ k}\Omega // 2,7 \text{ k}\Omega}{2,7 \text{ k}\Omega} \right) = 50 \text{ lần.}$$

- Hệ số khuếch đại điện áp được tính theo hệ thức (2.148) SGK

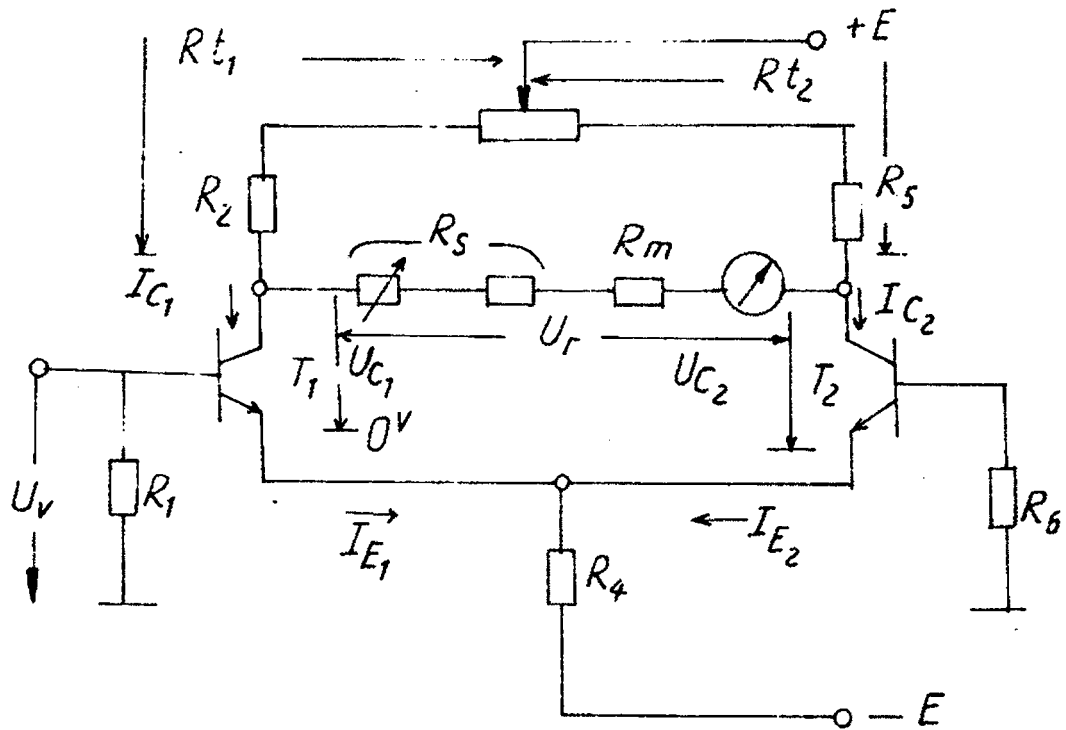
$$A_u = (1 + \beta) \frac{R_E // R_1}{R_v + R_{ng}}$$

Ở đây R_{ng} là nội trở của nguồn tín hiệu vào. Nếu coi $R_{ng} \ll R_v$ (nguồn điện áp lý tưởng) thì

$$A_u \approx (1 + \beta) \frac{(R_{F1} // R_1)}{R_v}$$

mặt khác $R_v \approx (1 + \beta) (R_{F1} // R_1)$, do vậy $A_u \approx 1$

Bài tập 2.6. Cho mạch điện 1 bộ khuếch đại vi sai 1 tầng hình (2.11) gọi là 1 vonkế khuếch đại visai, tải là 1 đồng hồ được nối trên nhánh cầu giữa 2 colectơ.



Hình 2.11

Biết $R_2 = R_5 = 4,7k\Omega$

$R_3 = 500\Omega$

$R_4 = 3,3 k\Omega$

$E = \pm 15V$

Chọn $U_{BEA} = 0,7V$

a) Giải thích hoạt động và phân tích tác dụng các phần tử của sơ đồ hình 2.11.

b) Xác định các giá trị điện áp và dòng điện 1 chiều trong mạch khi $U_{\text{vào}} = 0$

c) Với $U_{\text{vào}} = 10\text{mV}$; biết $r_{\text{BE}} = \frac{\Delta U_{\text{BE}}}{\Delta I_{\text{B}}} = 2\text{k}\Omega$.

$\beta = 100$. Hãy xác định điện áp U_{ra} đặt lên nhánh có đồng hồ đo (giữa hai colectơ của T_1 và T_2).

Để có dòng qua đồng hồ là $I_{\text{m}} = 1\text{mA}$ cần chọn điện trở R_{s} có giá trị bao nhiêu trong trường hợp này khi biết $R_{\text{m}} = 500\Omega$.

Bài giải :

a) Tranzito T_1, T_2 cùng các điện trở R_2, R_5 và R_4 trong mạch hình 2.11, tạo thành 1 bộ khuếch đại visai. R_3 là điện trở điều chỉnh cân bằng cho mạch visai nhờ đạt được trạng thái cân bằng tải và do đó đạt được $U_{\text{c1}} = U_{\text{c2}}$ hay $U_{\text{ra}} = 0$. Các điện trở R_1, R_6 và R_4 tạo nên dòng phân cực 1 chiều cần thiết cho T_1 và T_2 ở chế độ khuếch đại A. Điện trở R_4 còn gây hồi tiếp âm đối với cả hai tranzito T_1, T_2 về dòng 1 chiều cũng như dòng tín hiệu nhờ đó nâng cao chất lượng ổn định và điện trở vào của sơ đồ.

Từ hình 2.11 với giả thiết $U_{\text{B}_2} = 0$, điện áp vào U_{v} tác dụng lên T_1 thì hiệu số 2 điện áp bazơ được khuếch đại và tác dụng tới đồng hồ đo.

• Trường hợp khi cả hai bazơ của T_1 và T_2 đều ở mức 0 thì sụt áp trên R_4 là :

$$U_{R_4} = 0 - U_{\text{BE}} - (-E)$$

dòng qua R_4 là $I_{E_1} + I_{E_2} = \frac{U_{R_4}}{R_4}$ và $I_{E_1} = I_{E_2}$

$$I_{C_1} = I_{C_2} \approx \frac{(I_{E_1} + I_{E_2})}{2}$$

Sụt áp trên tải $R_{\text{tải 1}}$ và $R_{\text{tải 2}}$ là $U_{R_{t1}} = I_{c1} R_{t1}$

$$U_{R_{t2}} = I_{c2} R_{t2}$$

trong đó $R_{t1} = R_2 + 0,5 R_3$ và $R_{t2} = R_5 + 0,5 R_3$.

Điện áp trên mỗi colectơ là :

$$U_{c1} = E - I_{c1} R_{t1} ; U_{c2} = E - I_{c2} R_{t2}$$

trên mạch đo nhận được $U_{ra} = U_{c1} - U_{c2}$

lúc $U_{vào} = 0$ thì $I_{c1} = I_{c2}$ và do đó $U_{c1} = U_{c2} ; U_{ra} = 0$

• Khi $U_{vào} > 0$ I_{B_1} tăng lên, I_{B_2} giảm đi do đó $I_{c1} R_{t1}$ tăng lên và U_{c1} giảm đi, còn $I_{c2} R_{t2}$ giảm đi và do đó U_{c2} tăng lên. U_{ra} tỉ lệ thuận với $U_{vào}$, hệ số khuếch đại của mạch, theo kết quả lý thuyết :

$$\text{ta có : } A = \beta \cdot \frac{R_t}{R_{vào}} \text{ từ đây } U_{ra} = A \cdot U_{vào}$$

(với $U_{vào}$ là điện áp hiệu số giữa hai bazơ của T_1 và T_2)

b) Khi $U_{B_1} = U_v = 0$ và $U_{B_2} = 0$

$$I_{E_1} + I_{E_2} = \frac{0V - U_{BE} - (-E)}{R_4} = \frac{0 - 0,7V + 15V}{3,3k\Omega} = 4,33 \text{ mA}$$

$$\text{do đó } I_{E_1} = I_{E_2} = \frac{4,33}{2} \text{ mA} \approx 2,17 \text{ mA.}$$

$$I_{c1} = I_{c2} \approx I_E = 2,17 \text{ mA.}$$

$$\begin{aligned} U_{R_{t1}} = U_{R_{t2}} &= I_c \cdot (R_2 + 0,5R_3) = \\ &= 2,17 \text{ mA} (4,7 \text{ k}\Omega + 500 \Omega/2) \\ &= 10,7V \end{aligned}$$

$$U_{c1} = U_{c2} = E - U_{R_t} = 15V - 10,7V = 4,3V$$

c) Hệ số khuếch đại điện áp hiệu số (visai) của mạch được xác định như sau : (ở đây ta dùng A thay cho K)

$$A = \beta \frac{R_t}{R_v} \quad \text{với } \beta = 100$$

$$R_t = 4,7k\Omega + 500\Omega/2$$

$$R_v = R_{BE} = 2k\Omega$$

$$\text{Ta có } A = 100 \cdot \frac{4,7k\Omega + 250\Omega}{2k\Omega} = 247,5 \text{ lần.}$$

$$\text{Điện áp ra là : } U_r = A U_v$$

$$= 247,5 \text{ lần} \times 10\text{mV}$$

$$= 2,475 \text{ V}$$

Dây chính là giá trị điện áp đặt lên nhánh cầu có đồng hồ đo với dòng điện ở nhánh này là $I_v = 1\text{mA}$. Điện trở của nhánh là :

$$R = R_s + R_m = \frac{U_r}{I_m} = \frac{2,475\text{V}}{1\text{mA}} = 2,475 \text{ k}\Omega$$

Từ đó giá trị R_s được tính là :

$$\begin{aligned} R_s &= R - R_m = 2,475 \text{ k}\Omega - 500\Omega \\ &= 1,975 \text{ k}\Omega. \end{aligned}$$

Phù hợp với hình 2.11 R_s gồm 2 phần : phần cố định và phần biến đổi. Do vậy ta có thể lựa chọn :

$$R_s = 1,5 \text{ k}\Omega + 510\Omega$$

trong đó $R_{so} = 1,5 \text{ k}\Omega$ cố định.

và $R_{sv} = 510\Omega$ là điện trở biến đổi.

(hoặc ngược lại phần $1,5 \text{ k}\Omega$ biến đổi, 510Ω cố định).

Bài tập 2.7. Mạch điện hình 2.12a và 2.12b là 1 tầng khuếch đại kiểu CC dùng để đo điện áp trong các vôn kế.

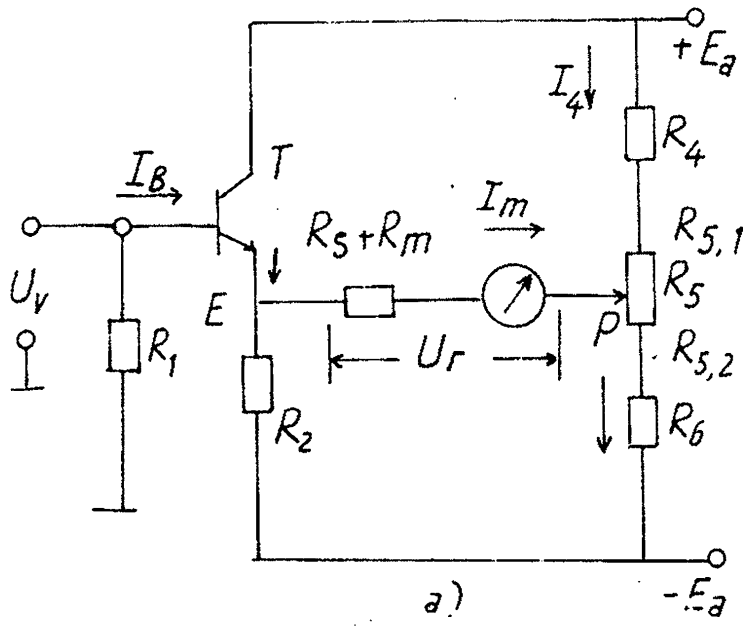
a) Với mạch hình 2.12a, khi $U_{vào} = 0$. Xác định U_{R_2} và U_E và điều kiện để khi cân bằng ($U_{vào} = 0$) không có dòng qua đồng hồ ($I_m = 0$). Xác định giá trị U_{ra} khi $U_{vào} = 5\text{V}$ (chọn $U_{BE} = 0,7\text{V}$ và cho $E_a = \pm 10\text{V}$).

b) Tính sai số % tại mạch ra do điện thế điểm P bị thay đổi theo I_m , lúc $I_m = 0,1\text{mA}$, với $R_4 = 2,7 \text{ k}\Omega$; $R_5 = 1\text{k}\Omega$ và $R_6 = 2,2\text{k}\Omega$. Để có sai số $\leq 10\%$. Cần giá trị $U_{vào}$ max là bao nhiêu ?

c) Với mạch hình 2.12b người ta mắc T_2 kiểu visai cùng T_1 để khắc phục sai số vừa nêu. Xác định các giá trị U_p , I_{E_1} , I_{E_2} , I_4 và I_B khi $U_{vào} = 0$ (lúc cân bằng).

Biết rằng $E_b = \pm 12\text{V}$; $R_1 = R_2 = 3,9\text{k}\Omega$; $R_s + R_m = 1\text{k}\Omega$

$$U_{BEA} = + 0,7\text{V} ; \beta = 100 \text{ và } I_m = 1\text{mA}.$$



Bài giải :

a) Xét mạch hình 2.12a lúc $U_{\text{vào}} = 0$. Điện áp bazơ của T lúc này là 0V, do đó :

$$U_E = U_B - U_{BE} = 0V - 0,7V = -0,7V.$$

Điện áp trên điện trở emitơ R_2 là :

$$U_2 = U_E - (-E_a) = -0,7 - (-10V) = 9,3V.$$

Tiếp điểm di động của R_5 được điều chỉnh để cho $= U_p - U_E$ (để có $I_m = 0$), muốn vậy :

$$U_p = \frac{E_a - (-E_a)}{R_4 + R_5 + R_6} (R_{5.2} + R_6) = -0,7V.$$

Ở đây $R_{5.2}$ là phần dưới của R_5 tính từ tiếp điểm. Khi đạt được điều kiện này $U_{ra} = 0$ khi $U_{\text{vào}} = 0$.

● Khi tác động $U_{\text{vào}} = 5V$, điện áp emitơ lúc này là :

$$U_E = 5V - 0,7V = 4,3V$$

$$U_{R_2} = U_2 = U_E - (-E_a) = 4,3V - (-10V) = 14,3V.$$

Điện áp tác động lên nhánh đồng hồ là :

$$U_{ra} = U_E - U_p = 4,3V - (-0,7V) = 5V.$$

Như vậy toàn bộ điện áp vào cần đo được đạt trực tiếp tới nhánh có đồng hồ đo do tính chất của tầng khuếch đại tải emitơ, không có thành phần nào bị tổn hao trên tiếp xúc bazơ-emitơ

Hình 2.12

mở của tranzito. Điều này đúng với mọi giá trị mức khác nhau của $U_{\text{vào}}$.

b) Sai số do điện thế U_p thay đổi vì có dòng I_m được tính bởi tỷ số quan hệ I_m/I_4

$$I_4 = \frac{2E_a}{R_4 + R_5 + R_6} = \frac{20V}{2,7k\Omega + 1k\Omega + 2,2k\Omega} = 3,39 \text{ mA.}$$

với dòng điện qua đồng hồ là $I_m = 0,1 \text{ mA}$. Ta nhận được sai số phạm phải do gần đúng (bỏ qua dòng I_m) khi tính U_p là :

$$\gamma = \frac{I_m}{I_4} 100\% \approx 0,03.100\% = 3\%.$$

• Để $\gamma \leq 10\%$ thì $I_m \leq 0,34 \text{ mA}$.

muốn vậy $U_r \leq I_m (R_s + R_m)$

$U_r \leq 0,34 \text{ mA} \cdot 1k\Omega = 0,34 \text{ V}$.

với tính chất của tầng tải emitor : $U_v \leq 340 \text{ mV}$

c) Xét mạch hình 2.12b khi $U_v = 0$; $U_{B_1} = U_{B_2} = 0$

$$U_p = U_{B_2} = 0$$

$$U_{R_2} = U_v - U_{BE} - (-E_b) = 0V - 0,7 - (-12V) = 11,3V$$

$$I_{E_1} = I_2 = \frac{U_{R_2}}{R_2} = \frac{11,3V}{3,9k\Omega} = 2,9mA$$

vì lý do điều chỉnh cân bằng (đối xứng) $I_{E_2} = I_{E_1} = 2,9mA$.

$$I_4 = \frac{E_b - (-E_b)}{R_4 + R_5 + R_6} = \frac{12V - (-12V)}{2,7k\Omega + 1k\Omega + 2,2k\Omega} = 4,07 \text{ mA}$$

(giả thiết $I_B \ll I_4$).

với $\beta = 100$ và $I_E = 2,9mA$ và phương trình $I_E \approx \beta I_B$

Suy ra :

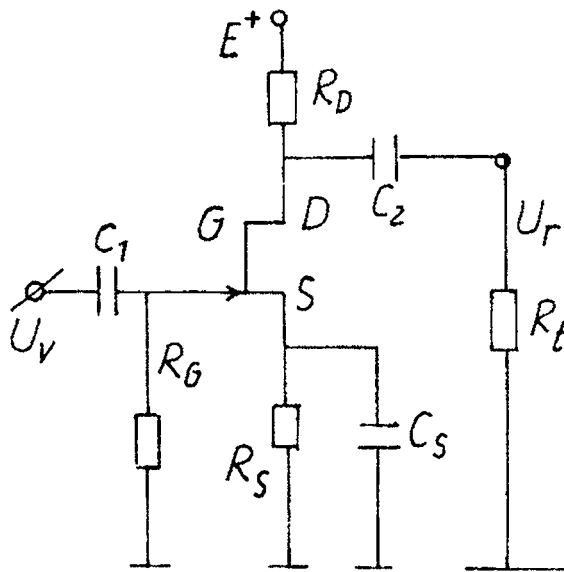
$$I_B \approx \frac{I_E}{\beta} = \frac{2,9\text{mA}}{100} = 29 \mu\text{A}.$$

giá trị này phù hợp với điều kiện đã nêu : $I_B \ll I_4$

Bài tập 2.8. Hình 2.13 là 1 tầng khuếch đại điện áp tần số thấp mắc theo kiểu cực nguồn chung dùng JFET làm phần tử khuếch đại, cung cấp kiểu thiên áp tự cấp.

Biết $E = +15\text{V}$; JFET có các tham số : Điện áp khóa kênh $U_p = -3\text{V}$, Dòng cực máng cực đại (lúc $U_{GS} = 0$) $I_{DO} = 10\text{mA}$; Dòng làm việc $I_D = 3\text{mA}$; $R_t = 2,7\text{k}\Omega$, $R_G = 1\text{M}\Omega$, $U_{ra} = \pm 2\text{V}$

a) Xác định các giá trị điện áp 1 chiều trên các cực của JFET, tính các điện trở R_S , R_D của mạch.



Hình 2.13

b) Tính hồ dẫn S tại điểm làm việc Q_A và biểu thị kết quả trên đặc tuyến truyền đạt của JFET.

c) Xác định hệ số khuếch đại A_0 (khi R_t hở mạch) và A (khi có R_t) của mạch đã cho. Phân tích ảnh hưởng của C_S tới A (f). Tính C_S với $f_{min} = 11,5\text{Hz}$.

Bài giải :

a) Điện áp phân cực cực nguồn U_{GS} được xác định từ hệ thức

$$U_{GS} = U_p \left(1 - \sqrt{\frac{I_D}{I_{DO}}} \right)$$

Thay số liệu, ta nhận được $U_{GS} = -3\text{V} \left(1 - \sqrt{\frac{3}{10}} \right) = -1,36\text{V}$

Điện trở cực nguồn để cung cấp thiên áp tự cấp U_{GS} này được xác định bởi :

$$R_S = \frac{|U_{GS}|}{I_S} \approx \frac{|U_{GS}|}{I_D} = \frac{|-1,36|V}{3mA} = 452 \Omega,$$

do giá trị $R_G = 1M\Omega$ đủ lớn và dòng I_G đủ nhỏ ($< 10^{-8}A$) nên thực tế điện áp $U_{GS} = -1,36V$ qua R_G đặt toàn bộ đến cực cửa tạo thiên áp cho JFET. Vậy tọa độ điểm làm việc 1 chiều Q_A của JFET là : $Q_A (3mA ; -1,36V)$

Giá trị điện thế trên cực máng U_D được lựa chọn khi $U_{vào}$ sao cho với biên độ cực đại của điện áp ra $|\pm \Delta U_{Dmax}| = |\pm 2V| = 2V$ điểm làm việc không vượt quá giới hạn $|U_p|$ và điểm gốc $U_{GS} = 0$ của đặc tuyến truyền đạt, do vậy

$$U_D \geq |U_p| + 2|\Delta U_{Dmax}|$$

$$U_D = |-3V| + 2 \times 2V = 7V$$

Điện trở cực máng khi đó được tính bởi :

$$R_D = \frac{E - U_D}{I_D} = \frac{15V - 7V}{3mA} = 2,7 k\Omega.$$

b) Xác định hồ dẫn của đặc tuyến truyền đạt $I_D = f(U_{GS})$: theo định nghĩa ta có (xét với 1 giá trị cố định U_{DS}).

$$S = \frac{dI_D}{dU_{GS}}$$

xuất phát từ biểu thức $U_{GS} = U_p \left(1 - \sqrt{\frac{I_D}{I_{DO}}}\right)$

giải ra I_D có :

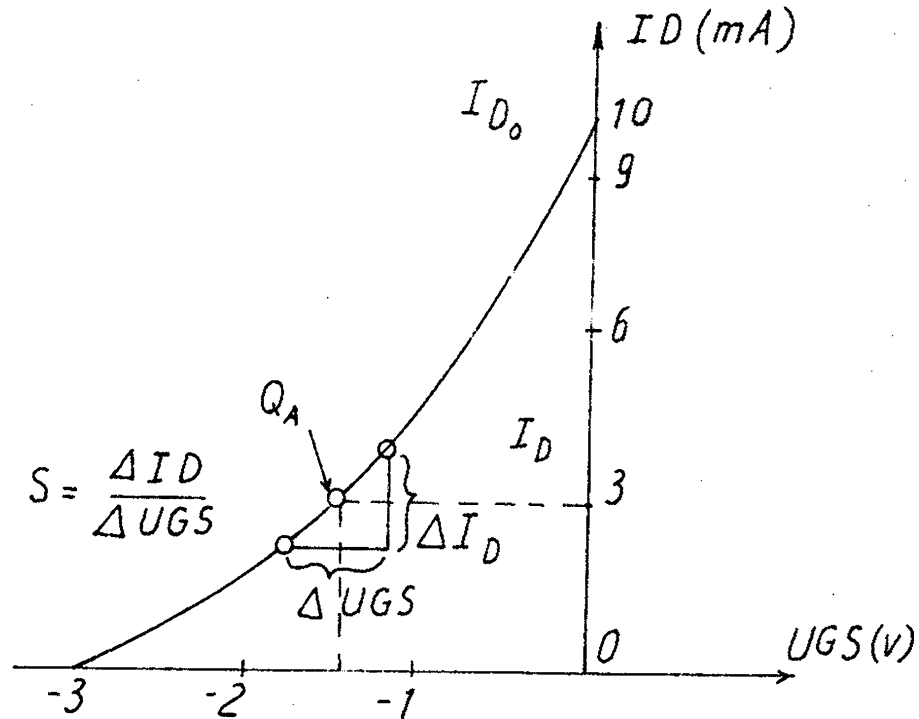
$$I_D = I_{DO} \left(1 - \frac{U_{GS}}{U_p}\right)^2$$

vi phân biểu thức trên theo biểu thức định nghĩa, ta nhận được :

$$S = \frac{2I_{DO}}{U_p^2} (U_{GS} - U_p) = \frac{2}{|U_p|} \sqrt{I_{DO} \cdot I_D}$$

$$= \frac{2}{|-3V|} \sqrt{10mA \cdot 3mA} = 3,7mA/V.$$

Biểu thị các kết quả tính S , Q_A trên đặc tuyến truyền đạt ta nhận được hình 2.14.



Hình 2.14

c) Hệ số khuếch đại không tải của sơ đồ xác định bởi : (ở đây ta dùng A thay cho K).

$$A_o \approx -SR_D$$

thay số vào ta có :

$$A_o \approx -3,7 [mA/V] \times 2,7 [k\Omega] = -10 \text{ lần.}$$

Khi mắc tải $R_t = 2,7k\Omega$ ta nhận được tải xoay chiều của tầng khuếch đại là :

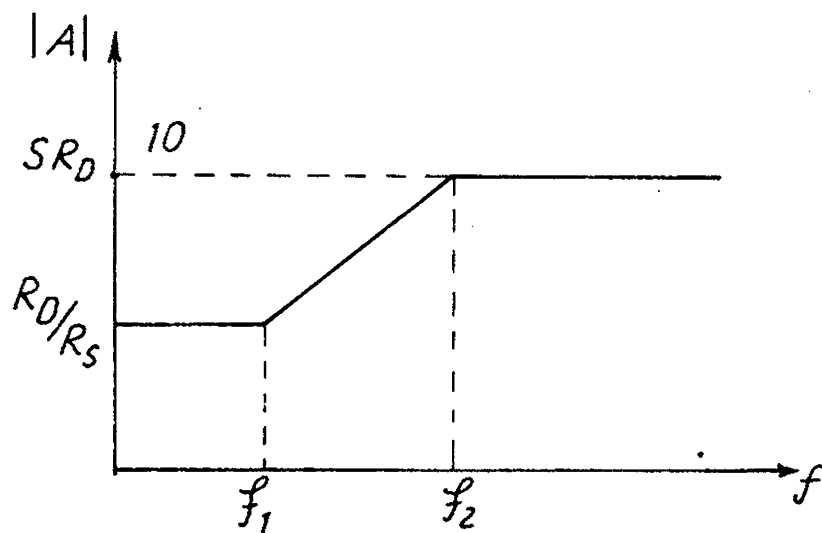
$$R_{t-} = R_D // R_t = 2,7k\Omega // 2,7k\Omega = 1,35k\Omega$$

hệ số khuếch đại điện áp khi có tải $R_t = 2,7 k\Omega$ là :

$$A = -S.R_{t-} = -3,7 \frac{mA}{V} \cdot 1,35k\Omega = -5 \text{ lần.}$$

Để tính C_s ta xét ảnh hưởng của C_s tới đặc tuyến $A(f)$ (khi không tải) (h. 2.15) 1 cách lý tưởng hóa.

- Khi $f > f_2$ trở kháng C_s đủ nhỏ để ngắn mạch R_s về xoay chiều ($\frac{1}{2\pi f_2 C_s} \ll R_s$)



Hình 2.15

do đó hệ số khuếch đại điện áp không tải tăng tới giá trị SR_D như ta đã tính $|A_o| = SR_D = 10$ lần.

- Khi $f < f_1$ tụ C_s đủ lớn để có thể coi bất đẳng thức đúng : $\frac{1}{2\pi f_1 C_s} \gg R_s$

tức là C_s hở mạch với các điện áp có tần số $f < f_1$ khi đó hệ số khuếch đại (có hồi tiếp âm dòng điện trên R_s đối với dòng xoay chiều) xác định bởi :

$$|A_{o1}| = \frac{R_D}{R_s} = \frac{2,7k\Omega}{452\Omega} = 5,97 \text{ lần} \approx 6 \text{ lần.}$$

- Khi để ý tới ảnh hưởng C_s thì trở kháng mạch nguồn với dòng xoay chiều là :

$$Z_s = R_s // \frac{1}{j\omega C_s} = \frac{R_s}{1 + j\omega R_s C_s}$$

Từ đồ thị hình 2.15 với $f_1 = \frac{1}{2\pi R_s C_s}$

$$f_2 = \frac{SR_D}{R_D} \cdot f_1 = SR_s \cdot f_1 = \frac{1}{2\pi C_s / S}$$

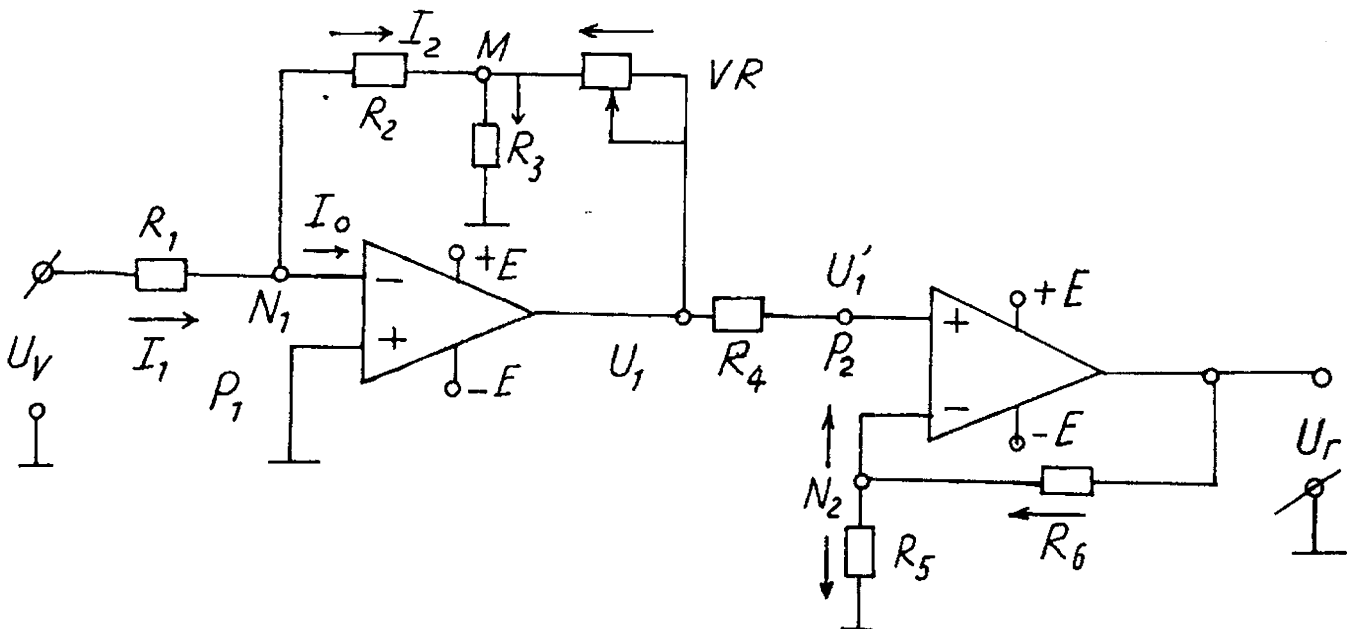
với $f_2 = 11,5\text{Hz} = f_{\min}$ ta có :

$$C_s = \frac{S}{2\pi \cdot f_2} = \frac{3,7\text{mA}}{2\pi \cdot 11,5\text{Hz}} = 51\text{pF}.$$

Bài tập 2.9. Mạch điện hình 2.16 là 1 bộ khuếch đại điện áp gồm 2 tầng khuếch đại dùng hai vi mạch nối theo kiểu 1 tầng khuếch đại đảo (IC_1) và 1 tầng khuếch đại không đảo (IC_2). Giả thiết các IC là lí tưởng, $R_2 \gg R_3$; $VR = 50\text{k}\Omega$

$E = \pm 12\text{V}$; $R_1 = 20\text{k}\Omega$; $R_2 = 250\text{k}\Omega$; $R_3 = 5\text{k}\Omega$

$R_4 = R_5 = 15\text{k}\Omega$; $R_6 = 165\text{k}\Omega$. $U_{\text{vào}} = 20\text{mV}$.



Hình 2.16

- Thiết lập hệ thức tính $A = U_{ra}/U_{\text{vào}}$.
- Xác định dải $A_{\min} \div A_{\max}$ và $U_{ra\min} \div U_{ra\max}$ khi VR biến đổi $0 \div 50\text{k}\Omega$.
- Xác định khoảng giá trị VR để IC khuếch đại không bị méo dạng? giải thích trên đặc tuyến $U_{ra}(U_{\text{vào}})$ của IC_2

Bài giải :

a) Theo định nghĩa $A = \frac{U_{ra}}{U_{vào}} = A_1 \cdot A_2$ với $A_1 = \frac{U_1}{U_{vào}}$

$A_2 = \frac{U_{ra}}{U_1}$ và do tính lý tưởng của IC₂ (dòng điện dò $I_{p_2} = 0$)

ta coi $I_{p_2} \cdot R_4 \approx 0$, $U_1' = U_1$.

● Để xác định biểu thức của A_1 và A_2 , ta thiết lập các phương trình dòng điện tại các nút N_1 và N_2 (h.2.16) :

Tại nút N_1 : $I_1 - I_2 - I_o = 0$

Từ giả thiết IC₁ lý tưởng, ta có $I_o = 0$ và $I_1 = I_2$

với
$$I_1 = \frac{U_v - U_{N1}}{R_1} ; I_2 = \frac{U_{N1} - U_M}{R_2}$$

thay vào, ta có
$$\frac{U_v - U_{N1}}{R_1} = \frac{U_{N1} - U_M}{R_2}$$

vì $U_{p_1} = 0$ và $U_{N1} \approx U_{p1}$ nên $U_{N1} \approx 0$, do đó :
$$\frac{U_v}{R_1} = -\frac{U_M}{R_2} \quad (1)$$

Mặt khác U_M có thể xác định theo U_1 từ phương trình dòng điện cho nút M : $I_{VR} + I_2 = I_3$

do giả thiết $R_2 \gg R_3$ nên $I_2 \ll I_3$, ta có biểu thức gần đúng $I_{VR} \approx I_3$.

Với
$$I_{VR} = \frac{U_1 - U_M}{VR} ; I_3 = \frac{U_M}{R_3}$$

từ đó :
$$\frac{U_1 - U_M}{VR} = \frac{U_M}{R_3} \quad (2)$$

rút U_M trong (2) thay vào (1) ta nhận được :

$$(U_1 - U_M) R_3 = U_M \cdot VR.$$

$$U_M = \frac{U_1}{VR + R_3} \cdot R_3.$$

$$\frac{U_r}{R_1} = - \frac{U_1}{(VR + R_3)} \cdot R_3 \cdot \frac{1}{R_2}$$

$$A_1 = \frac{U_1}{U_v} = - \frac{(VR + R_3)}{R_3} \cdot \frac{R_2}{R_1}$$

$$A_1 = - \frac{R_2}{R_1} \left(1 + \frac{VR}{R_3} \right) \quad (3)$$

• Phương trình các dòng điện nút N_2 có dạng :

$$I_6 - I_5 - I_o = 0$$

do tính lý tưởng của IC_2 , $I_o \approx 0$ và $U_{N2} \approx U_{p2} = U_1'$

ta có : $I_6 \approx I_5$

$$\frac{U_r - U_{N2}}{R_6} = \frac{U_{N2}}{R_5} \text{ hay } \frac{U_r - U_1'}{R_6} = \frac{U_1'}{R_5} \quad (4)$$

Từ đó $A_2 = \frac{U_r}{U_1'}$ được xác định từ phương trình (4) :

$$\frac{U_r - U_1'}{U_1'} = \frac{R_6}{R_5} \text{ hay } \frac{U_r}{U_1'} - 1 = \frac{R_6}{R_5}$$

$$A_2 = \frac{U_r}{U_1'} = 1 + \frac{R_6}{R_5} \quad (5)$$

kết hợp biểu thức (3) và (5) ta có biểu thức hệ số khuếch đại toàn mạch là :

$$A = A_1 \cdot A_2 = - \frac{R_2}{R_1} \left(1 + \frac{VR}{R_3} \right) \cdot \left(1 + \frac{R_6}{R_5} \right) \quad (6)$$

b) Trong biểu thức (6) thay $VR = 0$ ta nhận được A min và do đó lối ra có U_{min} , thay $VR = VR_{max} = 50k\Omega$ ta nhận được A_{max} và do đó lối ra có $U_{r,max}$;

$$A_{min} = - \frac{R_2}{R_1} \left(1 + \frac{R_6}{R_5} \right)$$

$$U_{r\min} = -\frac{R_2}{R_1} \left(1 + \frac{R_6}{R_5}\right) U_v = A_{\min} \cdot U_v$$

$$A_{\max} = -\frac{R_2}{R_1} \left(1 + \frac{VR_{\max}}{R_3}\right) \left(1 + \frac{R_6}{R_5}\right)$$

$$U_{r\max} = A_{\max} \cdot U_v$$

Thay số vào các biểu thức trên, ta có :

$$\begin{aligned} A_{\min} &= -\frac{250\text{k}\Omega}{20\text{k}\Omega} \left(1 + \frac{165\text{k}\Omega}{15\text{k}\Omega}\right) \\ &= -12,5 \cdot 12 = -150 \text{ lần.} \end{aligned}$$

Suy ra $U_{r\min} = A_{\min} \cdot U_v = -150 \cdot 20\text{mV} = -3\text{V}$.

$$\begin{aligned} A_{\max} &= -\frac{250\text{k}\Omega}{20\text{k}\Omega} \left(1 + \frac{50\text{k}\Omega}{5\text{k}\Omega}\right) \left(1 + \frac{165\text{k}\Omega}{15\text{k}\Omega}\right) \\ &= -12,5 \cdot 11 \cdot 12 = -1650 \text{ lần} \\ U_{r\max} &= A_{\max} \cdot U_v = -1650 \cdot 20\text{mV} \\ &= -33\text{V}. \end{aligned}$$

Theo giả thiết nguồn cung cấp cho bộ khuếch đại là $E = \pm 12\text{V}$, vậy điện áp ngưỡng bão hòa tại lối ra đạt được khi IC_2 rơi vào trạng thái bão hòa có giá trị $U_{\max}^+ = +9\text{V}$, $U_{\max}^- = -9\text{V}$ (với các loại IC thông dụng) hoặc $U_{\max}^+ = E - 1\text{V} = 11\text{V}$ và $U_{\max}^- = -E + 1\text{V} = -11\text{V}$ (với loại IC chất lượng cao). Ta chọn giá trị $\pm U_{\max} = \pm 9\text{V}$.

do vậy $|U_{r\max}| \leq 9\text{V}$.

Vậy giá trị $U_{r\max}$ đã tính trên (-33V) là không có thực, trị số thực tế là $U_{r\max} = -9\text{V}$

c) Xác định khoảng giá trị VR để IC_2 khuếch đại không bị méo. Muốn IC_2 làm việc ở chế độ không méo điện áp tối đa đạt tới lối vào của IC_2 là :

$$U_1' = U_1^* = \frac{|U_{r\max}|}{A_2} = \frac{9\text{V}}{1 + \frac{165\text{k}\Omega}{15\text{k}\Omega}} = \frac{9}{12} \text{V}$$

$$U_1^* = \frac{3}{4} V = 750 \text{ mV.}$$

Khi đó hệ số khuếch đại A_1 do IC_1 đảm nhận phải là

$$A_{1\max}^* = \frac{U_1^*}{U_v} = \frac{750\text{mV}}{20\text{mV}} = 37,5 \text{ lần}$$

Thay giá trị này vào biểu thức (3) ta nhận được giá trị VR_x cần tìm, ở đó bắt đầu xảy ra bão hòa của IC_2 :

$$A_{1\max}^* = 37,5 = \left| -\frac{R_2}{R_1} \left(1 + \frac{VR_x}{R_3} \right) \right|$$

$$\frac{250\text{k}\Omega}{20\text{k}\Omega} \left(1 + \frac{VR_x}{5\text{k}\Omega} \right) = 37,5.$$

$$1 + \frac{VR_x}{5\text{k}\Omega} = \frac{37,5}{12,5} = 3$$

$$\frac{VR_x}{5\text{k}\Omega} = 3 - 1 = 2 \text{ hay } VR_x = 10\text{k}\Omega.$$

Kết quả : khi VR biến đổi trong khoảng $0 \div 10\text{k}\Omega$ IC_2 làm việc bình thường, khi VR thay đổi trong khoảng $(10 \div 50)\text{k}\Omega$, IC_2 làm việc ở chế độ bão hòa gây méo tín hiệu nghiêm trọng. Điều này có thể được minh họa trên đồ thị đặc tuyến $U_{ra}/U_{vào}$ của IC_2 hình 2.17.

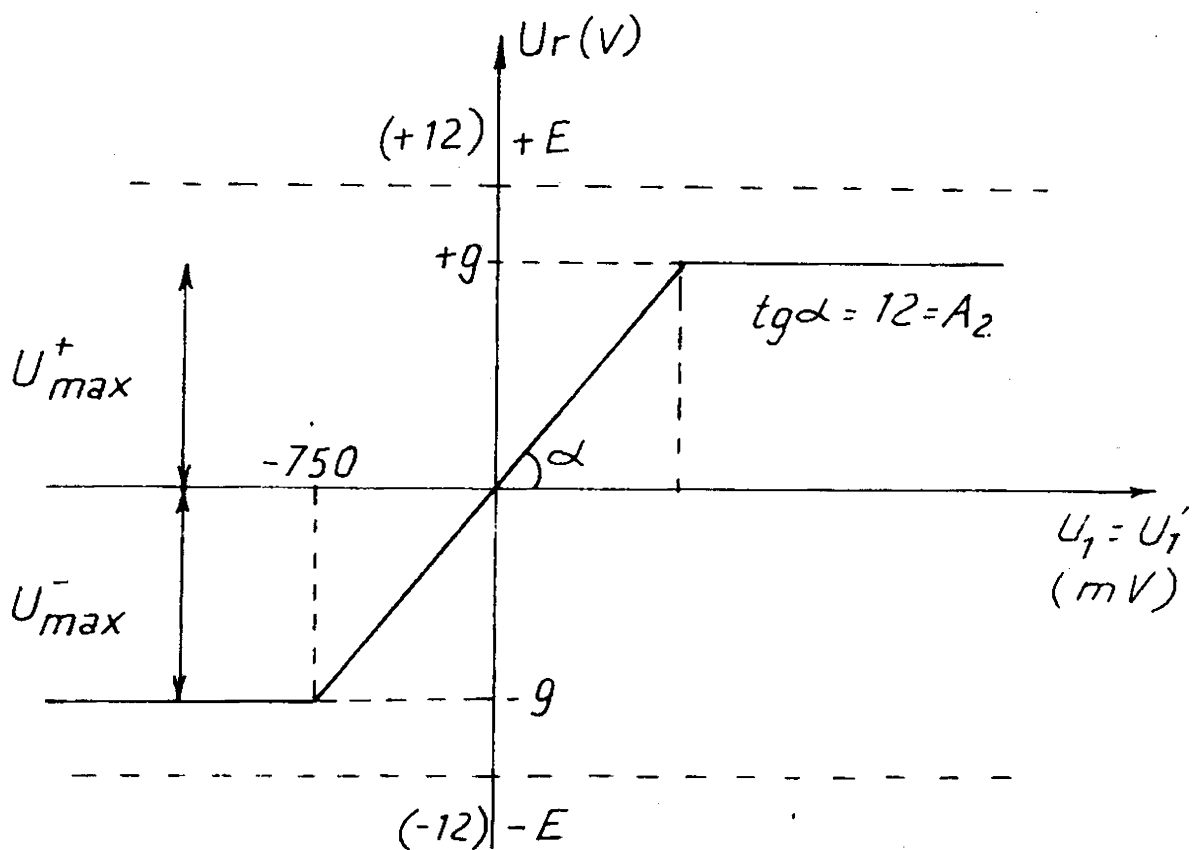
Bài tập 2.10. Mạch điện cho trên hình 2.18 là sơ đồ 1 bộ cộng không đảo dấu hai đầu vào tác động đến các điện áp U_1 và U_2 . IC thực tế có dòng điện dò là

$$I_o^+ = 5 \text{ nA} \quad (1\text{nA} = 10^{-9}\text{A}).$$

Nội trở các nguồn điện áp vào U_1 và U_2 là $R_{ng1} = R_{ng2} = 1\text{k}\Omega$.

a) Tìm hệ thức tổng quát xác định U_{ra} theo U_1 , U_2 và các tham số điện trở của mạch khi coi IC và các nguồn U_1 , U_2 là lý tưởng.

b) Tính U_{ra} trong trường hợp trên khi $R_1 = R_2 = 100\text{k}\Omega$.



Hình 2.17

$$R_3 = 100k\Omega ; R_4 = 200k\Omega$$

$$U_1 = 15mV ; U_2 = 35mV.$$

c) Xác định thiên áp U_{ro} do tính không lý tưởng của IC và của nguồn U_1, U_2 tới điện áp vào và lượng điện áp ra sai số đã được U_{ro} bù.

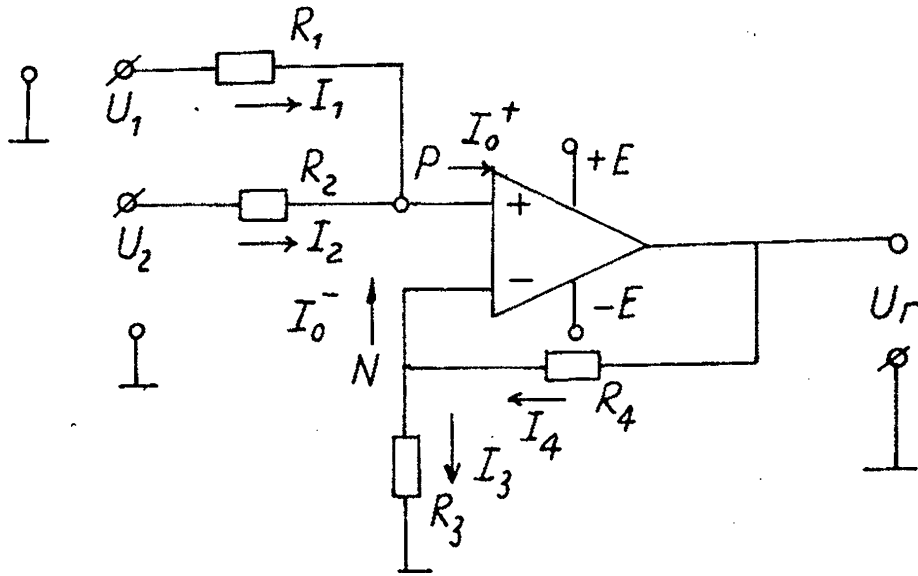
Bài giải :

a) Hãy xét trường hợp IC lý tưởng ($I_o^+ = I_o^- = 0$) và coi các nguồn điện áp vào U_1, U_2 có nội trở $R_{ng1} = R_{ng2} = 0$.

Tại nút p có phương trình dòng điện :

$$I_1 + I_2 - I_o^+ = 0 \text{ với } I_o^+ \approx 0 \text{ thì}$$

$$I_1 + I_2 \approx 0$$



Hình 2.18.

hay
$$\frac{U_1 - U_p}{R_1} + \frac{U_2 - U_p}{R_2} = 0 \quad (1)$$

Xét tại nút N có phương trình dòng (h2.18)

$$I_4 = I_3 + I_0^- \text{ với } I_0^- \approx 0 \text{ có}$$

$$I_4 = I_3$$

hay :
$$\frac{U_{ra} - U_N}{R_4} = \frac{U_N}{R_3} \quad (2)$$

Ta rút U_N từ biểu thức (2) sau đó thay vào (1) với điều kiện $U_N \approx U_p$ do tính lý tưởng của IC :

$$\frac{U_{ra}}{U_N} - 1 = \frac{R_4}{R_3} \text{ hay } U_N = \frac{U_{ra}}{1 + \frac{R_4}{R_3}}$$

$$U_N = \frac{U_{ra}}{R_4 + R_3} \cdot R_3$$

$$\frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \cdot \frac{R_3}{(R_4 + R_3)} U_{ra}$$

Từ đây rút ra biểu thức tính U_{ra} theo các số liệu đã cho :

$$U_{ra} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{R_4 + R_3}{R_3} \left(\frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} \right)$$

$$= \left(1 + \frac{R_4}{R_3} \right) \frac{R_2 U_1 + R_1 U_2}{R_1 + R_2} \quad (3)$$

b) Tính giá trị U_{ra} khi $R_1 = R_2 = R_3 = 100k\Omega$. $R_4 = 200k\Omega$.

$U_1 = 15mV$; $U_2 = 35mV$. Đơn giản biểu thức. (3)

trong điều kiện này có :

$$U_{ra} = \left(1 + \frac{R_4}{R_3} \right) \frac{U_1 + U_2}{2} \quad (4)$$

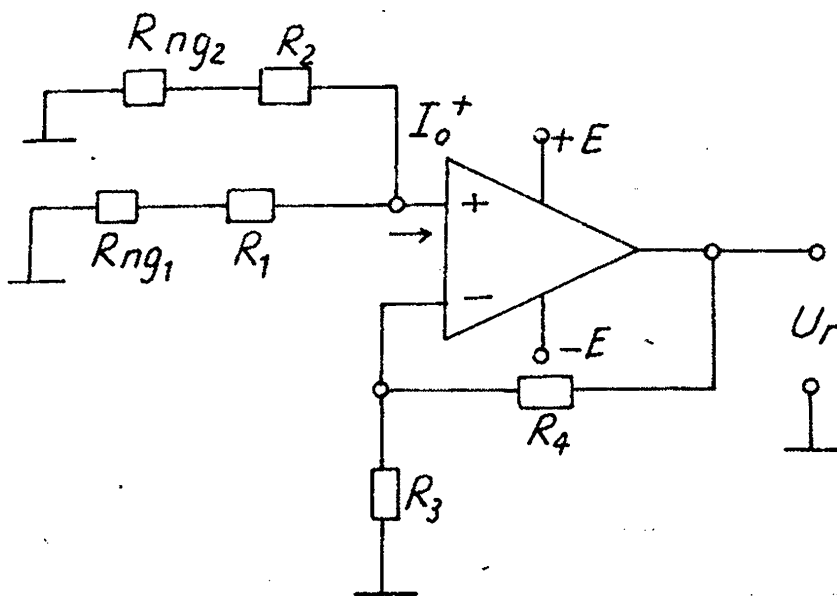
Thay số liệu đã cho vào (4) có :

$$U_{ra} = \left(1 + \frac{200k\Omega}{100k\Omega} \right) \frac{15mV + 35mV}{2}$$

$$= 3.25mV = 75mV.$$

c) Do tính không lý tưởng của IC và các nguồn U_1, U_2 với $I_o^+ = 5nA$; $R_{ng1} = R_{ng2} = 2k\Omega$.

Xét khi cân bằng $U_1 = U_2 = 0$, có mạch tương đương hình (2.19).



Hình 2.19

Dòng định thiên I_o^+ gây ra trên mỗi nhánh mạch vào một thiên áp bằng

$$U_{VO} = \frac{I_o^+}{2} (R_1 + R_{ng1})$$

$$= \frac{I_o^+}{2} (R_2 + R_{ng2})$$

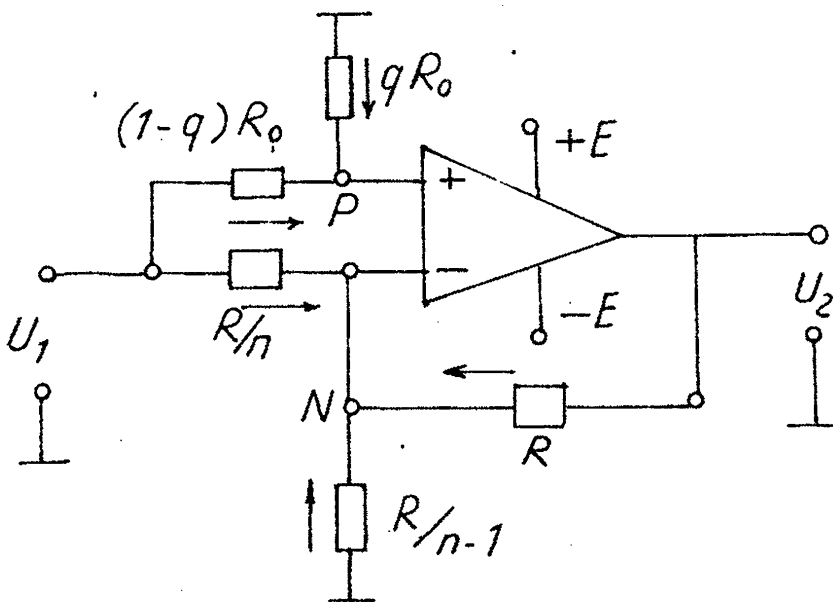
thay các giá trị đã cho ta nhận được :

$$U_{VO} = 2,5 \cdot 10^{-9} \text{ A} \cdot (1\text{k}\Omega + 100\text{k}\Omega) \\ = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ V} = 0,25 \text{ mV}.$$

Điện áp lệch không đã được thiên áp đầu vào U_{VO} bù quy tới đầu ra là :

$$U_{ra.o} = U_{vo} \cdot A^+ = U_{vo} \left(1 + \frac{R_4}{R_3} \right) \\ = 0,25 \text{ mV} \left(1 + \frac{200\text{k}\Omega}{100\text{k}\Omega} \right) = 0,75 \text{ mV}.$$

Bài tập 2.11. Mạch hình 2.20 là 1 bộ khuếch đại hỗn hợp có thể sử dụng kiểu sơ đồ khuếch đại đảo hoặc sử dụng kiểu khuếch đại không đảo. Giả thiết n là một số nguyên dương lớn hơn 1 ($n > 1$) ; q là một số thực có giá trị trong khoảng 0 đến 1 ($0 \leq q \leq 1$) tùy thuộc vị trí điểm di động của biến trở R_o .



Hình 2.20

a) Xác định biểu thức tổng quát tính hệ số truyền đạt điện áp của sơ đồ hình 2.20 theo các tham số đã cho.

b) Biết $E = \pm 9\text{V}$; $R_o = 20\text{k}\Omega$; $R = 440\text{k}\Omega$; với $n = 45$, $U_1 = 200\text{mV}$. Tính khoảng giá trị U_2 nhận được ở lối ra khi cho q biến đổi trong khoảng

$$0 \leq q \leq 1.$$

c) Xác định các khoảng giá trị của q , khi đó IC làm việc ở chế độ bão hòa với mức điện áp ra ở một trong hai trạng thái $U_{\max}^+ = E - 1\text{V} = +8\text{V}$ và $U_{\max}^- = -E + 1\text{V} = -8\text{V}$.

Bài giải :

a) Để xác định biểu thức $A = \frac{U_2}{U_1}$ của sơ đồ (2.20), ta thiết lập các phương trình dòng điện tại các nút P và N với các chiều dòng điện quy ước trên hình vẽ :

Tại nút P :

$$\frac{U_1 - U_P}{(1-q)R_0} + \frac{0 - U_P}{qR_0} = 0$$

hay với giả thiết IC lý tưởng, $U_N \approx U_P$, ta có :

$$\frac{U_1 - U_N}{(1-q)R_0} - \frac{U_N}{qR_0} = 0$$

$$\text{Với } R_0 \neq 0 \text{ thì } \frac{U_1 - U_N}{1-q} - \frac{U_N}{q} = 0 \quad (1)$$

Tại nút N có phương trình :

$$\frac{U_1 - U_N}{R/n} + \frac{0 - U_N}{R/(n-1)} + \frac{U_2 - U_N}{R} = 0$$

$$\text{hay } \frac{n.(U_1 - U_N)}{R} - \frac{U_N \cdot (n-1)}{R} + \frac{U_2 - U_N}{R} = 0$$

với $R \neq 0$ ta nhận được :

$$n(U_1 - U_N) - (n-1)U_N + U_2 - U_N = 0$$

$$\text{hay } nU_1 - 2nU_N + U_2 = 0 \quad (2)$$

Từ hệ thức (1) rút ra :

$$U_N = U_P = qU_1 \quad (3)$$

thay (3) vào (2) ta nhận được :

$$nU_1 - 2n.qU_1 + U_2 = 0$$

$$\begin{aligned} \text{- Từ đây } U_2 &= 2nqU_1 - nU_1 \\ &= n(2q - 1) U_1 \end{aligned} \quad (4)$$

Hệ số truyền đạt điện áp của mạch, theo định nghĩa bằng :

$$A = \frac{U_2}{U_1} = n(2q - 1) \quad (5)$$

b) Tính khoảng giá trị của U_2 khi q thay đổi $0 \leq q \leq 1$:

Từ biểu thức (4), có

$$\begin{aligned} U_2 &= n(2q - 1) U_1 \\ &= 45(2q - 1) \cdot 200\text{mV} \end{aligned}$$

với $q = 0$ ta có $U_{2\min} = -45 \cdot 200\text{mV} = -9\text{V}$.

với $q = 1$ ta nhận được $U_{2\max} = 45 \cdot 200\text{mV} = +9\text{V}$.

Tuy nhiên, vì $U_{2\min} < U_{\max}^- = -8\text{V}$ và $U_{2\max} > U_{\max}^+ = +8\text{V}$ là các mức điện áp bão hòa của IC nên thực tế tại lối ra chỉ nhận được các giá trị U_2 cực đại về hai chiều là $U_{2\max}^* = +8\text{V}$ và $U_{2\min}^* = -8\text{V}$.

c) Để xác định các giá trị của q khi đó IC rơi vào chế độ bão hòa, ta xuất phát từ biểu thức (4) với điều kiện đặt về trái $U_2 = U_{2\max}^* = +8\text{V}$

và $U_2 = U_{2\min}^* = -8\text{V}$, sau đó giải các phương trình này để tìm các giá trị giới hạn của q :

$$U_{2\min}^* = n(2q - 1) \cdot U_1 \quad (6)$$

$$U_{2\max}^* = n(2q - 1) U_1 \quad (7)$$

Từ phương trình (6), thay số vào ta có :

$$-8\text{V} = 45(2q - 1) \cdot 200\text{mV}$$

hay : $45(2q - 1) = -40$

$$2q = 1 - \frac{8}{9}$$

ta được nghiệm thứ nhất $q_1 = \frac{1}{18}$

Từ phương trình (7), thay số vào ta có :

$$+8\text{V} = 45(2q - 1) \cdot 200\text{mV}$$

hay $45(2q - 1) = 40.$

$$2q = 1 + \frac{8}{9}$$

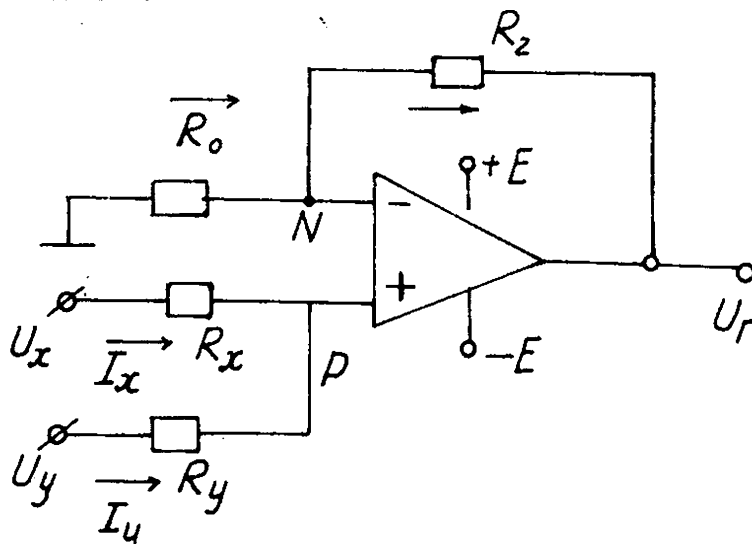
ta thu được nghiệm thứ hai $q_2 = \frac{17}{18}.$

Vậy khi q biến đổi trong giới hạn $q_1 < q < q_2$ (hay $\frac{1}{18} < q < \frac{17}{18}$), IC làm việc ở chế độ khuếch đại tuyến tính, còn khi q rơi vào hai khoảng :

$$0 \leq q \leq q_1 \text{ và } q_2 \leq q \leq 1$$

IC sẽ làm việc ở chế độ bão hòa và do vậy gây méo dạng cho $U_2.$

Bài tập 2.12. Cho mạch hình 2.21, biết $E = \pm 6V.$ $R_2 = 15R_0$; $R_x = 5R_0$ và $R_y = 2R_0.$



Hình 2.21

a) Tìm biểu thức xác định U_m theo U_x, U_y và các tham số của mạch.

b) Tính U_{ra} khi biết $U_x = 500 \text{ mV}; U_y = 400 \text{ mV}.$ Có nhận xét gì về kết quả ?

Nêu biện pháp khác phục ?

Bài giải :

a) Tại nút N, với

giả thiết IC lí tưởng có $I_{R_0} = I_{R_2}$ hay :

$$\frac{U_{ra} - U_N}{R_2} = -\frac{U_N}{R_0}$$

$$U_N = \frac{U_{ra}}{R_2 + R_0} \cdot R_0 = \frac{U_{ra}}{16} \quad (1)$$

(với giả thiết $R_2 = 15R_0$)

Tại nút P có $I_x \approx -I_y$.

$$\text{hay : } \frac{U_x - U_P}{R_x} = -\frac{U_y - U_P}{R_y}$$
$$\frac{U_x - U_P}{5R_0} + \frac{U_y - U_P}{2R_0} = 0$$

$$\frac{U_x}{5} + \frac{U_y}{2} - U_P \left(\frac{1}{5} + \frac{1}{2} \right) = 0 \quad (2)$$

Do tính lí tưởng của IC : $U_N = U_P$, thay biểu thức (1) vào

$$(2) \text{ có : } \frac{U_x}{5} + \frac{U_y}{2} - \frac{U_{ra}}{16} \cdot \frac{7}{10} = 0$$

Từ đó rút ra biểu thức cần tìm với U_{ra} :

$$U_{ra} = \frac{16}{7} (2U_x + 5U_y) \quad (3)$$

b) Với $U_x = 500 \text{ mV}$; $U_y = 400 \text{ mV}$ thay vào (3) có

$$U_{ra} = \frac{16}{7} (2.500\text{mV} + 5.400\text{mV})$$
$$= \frac{16}{7} (1\text{V} + 2\text{V}) = 6,86\text{V}$$

Giá trị này của U_{ra} lớn hơn mức $+E = 6\text{V}$ do vậy IC làm việc gây ra méo dạng tín hiệu U_{ra} (bão hòa)

Cần tìm điều kiện để $U_{ra} < U_{\max}^+ = 6\text{V} - 1\text{V} = 5\text{V}$ là mức bão hòa dương của IC. Đơn giản hơn cả là chọn $R_2 = 10R_0$

$$\text{khi đó : } U_{ra} = \frac{11}{7} (1\text{V} + 2\text{V}) = 4,7\text{V} < U_{\max}^+$$

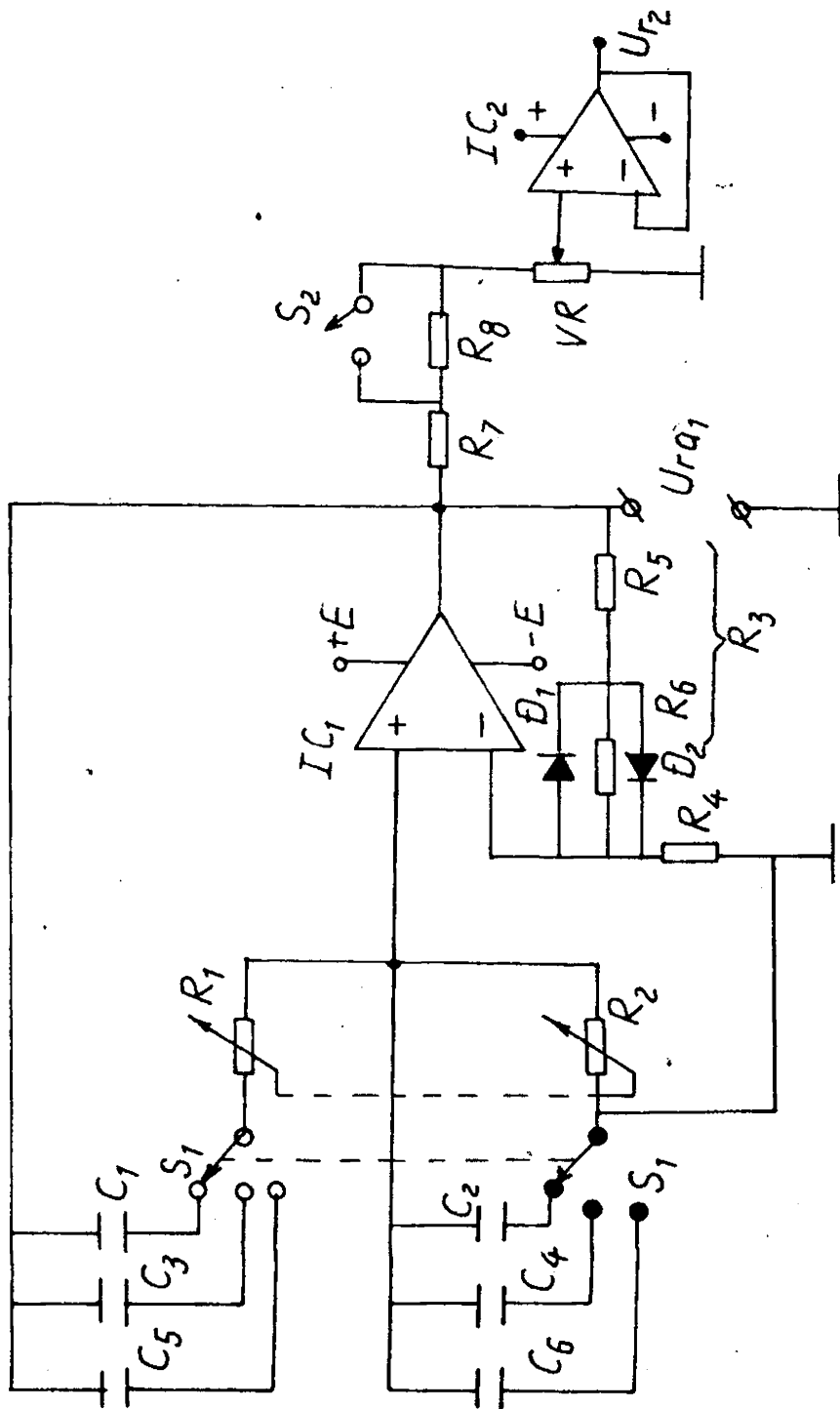
Bài tập 2.13. Mạch điện hình 2.22 là sơ đồ tạo sóng hình sin kiểu RC dùng cầu Viene - Robinson dùng trong dải tần số thấp. Với $E = \pm 9\text{V}$, R_1 và R_2 thay đổi đồng bộ từ 500Ω đến $5 \text{ k}\Omega$. $C_1 = C_2 = 30 \text{ nF}$; $C_3 = C_4 = 300 \text{ nF}$ và $C_5 = C_6 = 30 \mu\text{F}$.

a) Nêu điều kiện của sơ đồ để nhận được điện áp lối ra khác 0

b) Xác định 3 băng tần số của dao động tạo ra

c) Giải thích hoạt động của các mạch phụ bổ sung gồm R_5 , R_6 , D_1 , D_2 , R_7R_8 và VR , IC_2 .

Với $U_{ral} = 5V$, xác định R_7R_8 và VR để có $U_{ra2} = 0 \div 0,1V$ và $0 \div 1V$.



Hình 2.22

Bài giải :

a) Các thành phần của mạch hình 2.22 bao gồm : IC_1 , R_1 , $C_{1,3,5}$, R_2 , $C_{2,4,6}$, R_3 và R_4 tạo thành tầng chủ sóng tạo ra dao động hình sin ở ba băng (dải) tần số khác nhau tùy theo vị trí chuyển mạch S_1 và trong mỗi dải tần số này, tần số của dao động được biến đổi đều đặn nhờ R_1 và R_2 là 1 điện trở biến đổi 2 ngăn đồng bộ. R_3 , R_4 và IC_1 tạo thành bộ khuếch đại không đảo với hệ số truyền đạt điện áp

$$A = 1 + \frac{R_3}{R_4} \text{ (xét khi chưa có } R_5, R_6, D_1, D_2)$$

Các thành phần R_5 , R_6 , D_1 , D_2 để hạn chế biên độ của U_{ra1} ; R_7 , R_8 , VR và IC_2 để tạo ra $U_{ra2} < U_{ra1}$ và có thể điều chỉnh biên độ U_{ra2} tùy theo vị trí VR.

Muốn tạo được điện áp hình sin $U_{ra1} \neq 0$, mạch gồm IC_1 , R_3 , R_4 , R_1 , C_1 , R_2 và C_2 phải đảm bảo được hai điều kiện tự kích của mạch dao động là :

1) Đạt được cân bằng pha, tức là có mạch thực hiện hồi tiếp dương tạo và tình trạng tổng các góc dịch pha do IC_1 và do khâu mạch R_1 , C_1 , R_2 , C_2 gây ra tại 1 tần số nào đó bằng 0.

2) Đạt được cân bằng về biên độ, tức là hệ số khuếch đại của IC_1 phải đủ trội hơn hệ số làm suy giảm của khâu mạch R_1 , C_1 , R_2 , C_2 .

Cấu trúc đã cho thỏa mãn cả hai điều kiện đã nêu ở tại tần số

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{R_1 C_1 R_2 C_2}} = \frac{1}{RC}$$

(vì ta đã chọn $R_1 = R_2 = R$; $C_1 = C_2 = C$)

Kết quả phân tích khâu mạch $R_1 C_1 R_2 C_2$ cho ta

$$\varphi_\beta = \arctg \frac{\alpha - \frac{1}{\alpha}}{3} \text{ với } \alpha = \frac{1}{\omega RC}$$

$$\beta = \frac{1}{\sqrt{9 + \left(\frac{1}{\alpha} - \alpha\right)^2}}$$

Từ đó cho phép kết luận $\varphi_\beta(\omega_0) = 0$ và $\beta(\omega_0) = \frac{1}{3}$.

IC₁ là bộ khuếch đại không đảo pha, do đó tổng các góc pha theo vòng kín do IC₁ và do R₁C₁R₂C₂ gây ra bằng 0. IC₁ có hệ

$$\text{số khuếch đại } A = 1 + \frac{R_3}{R_4}$$

Vậy điều kiện cân bằng biên độ đạt được khi $A\beta \geq 1$ khi đó

$$\left(1 + \frac{R_3}{R_4}\right) \frac{1}{3} \geq 1 \text{ hay } R_3 \geq 2R_4$$

lưu ý rằng các điều kiện trên chỉ được thỏa mãn ở 1 tần số duy nhất là $f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$

b) Áp dụng hệ thức tính tần số $f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$ ta nhận được với trường hợp $C_1 = C_2 = 30 \text{ nF}$, $R_1 = R_2 = 5\text{k}\Omega$ biên tần dưới của dải :

$$f_{\min(1)} = \frac{1}{2\pi \cdot 30\text{nF} \cdot 5\text{k}\Omega} = 1060 \text{ Hz} = 1,06 \text{ kHz}$$

Khi $R_1 = R_2 = 500\Omega$ ta nhận được biên tần trên :

$$f_{\max(1)} = \frac{1}{2\pi \cdot 30\text{nF} \cdot 500\Omega} = 10,6 \text{ kHz}$$

Khi chọn các tụ $C_3 = C_4 = 300 \text{ nF}$ các giá trị giới hạn đã tính trên giảm đi 10 lần do giá trị các tụ tăng lên 10 lần, do vậy :

$$f_{\min(2)} = \frac{1}{2\pi \cdot 300\text{nF} \cdot 5\text{k}\Omega} = 106 \text{ Hz}$$

$$f_{\max(2)} = \frac{1}{2\pi \cdot 300\text{nF} \cdot 500\Omega} = 1,06 \text{ kHz}$$

Còn khi chọn $C_5 = C_6 = 3\mu\text{F}$ ta nhận được

$$f_{\min(3)} = \frac{1}{2\pi \cdot 3\mu\text{F} \cdot 5\text{k}\Omega} = 10,6\text{Hz}$$

$$f_{\max(3)} = \frac{1}{2\pi \cdot 3\mu\text{F} \cdot 500\Omega} = 106 \text{ Hz}$$

Ba dải tần số máy phát sin tạo ra là :

dải (1) : 1,06 kHz ÷ 10,6 kHz

dải (2) : 106 Hz ÷ 1,06 kHz và

dải (3) : 10,6 Hz ÷ 106 Hz.

c) Vì biên độ của U_{ra1} có xu hướng tiến tới giá trị $\pm E$ và do đó bị méo dạng ở các giới hạn bão hòa. Để khắc phục người ta tách R_3 thành 2 thành phần R_5 và R_6 , các diốt D_1, D_2 mắc song song với R_6 : xét hai khả năng :

1) Khi biên độ U_{ra1} còn nhỏ, mức sụt áp trên điện trở R_6 chưa đủ mở các diốt (theo cả hai phía cực tính của U_{ra1}). Khi đó :

$$A_1 = \frac{R_4 + R_5 + R_6}{R_4} = 1 + \frac{R_5 + R_6}{R_4}$$

2) Khi biên độ U_{ra1} đủ lớn, các diốt rẽ định thiên thuận (D_1 mở khi U_{ra1} ở bán kỳ âm, D_2 mở khi U_{ra1} ở bán kỳ dương với mức biên độ lớn), R_6 bị nối ngắn mạch, do vậy

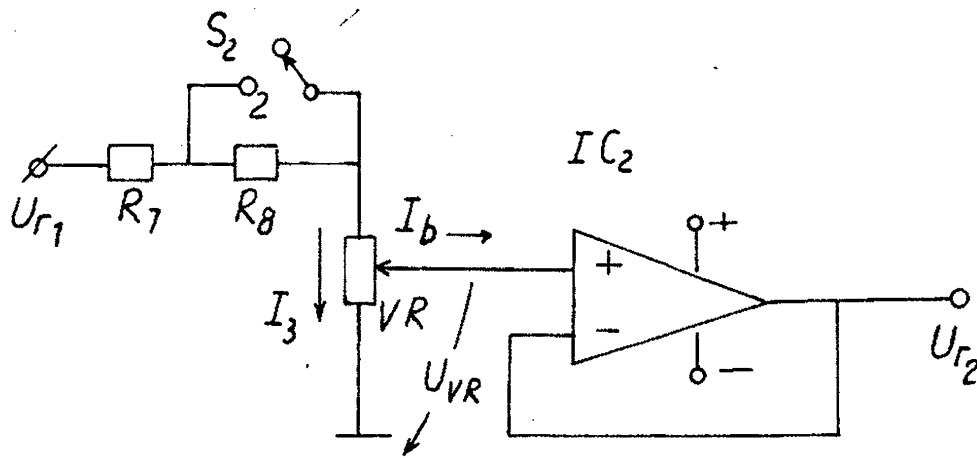
$$A_2 = \frac{R_4 + R_5}{R_4} = 1 + \frac{R_5}{R_4} < A_1$$

biên độ ra được tự động kéo xuống (ổn định biên độ ra). Chú ý là lựa chọn $\left(1 + \frac{R_5}{R_4}\right) < 3$ sẽ dẫn tới IC_1 không duy trì được các dao động có biên độ lớn (nhưng những dao động có biên độ nhỏ khi đó vẫn tiếp tục được tạo ra).

IC_2 và các linh kiện kèm theo có tác dụng làm suy giảm có điều khiển U_{ra1} thành U_{ra2} . Với $U_{\text{ra1}} = 5V$ xem hình 2.23.

Do IC_2 có cấu trúc là 1 bộ lặp điện áp nên $U_{\text{ra2}} = U_{\text{VR}}$ trong đó U_{VR} là sụt áp do dòng I_3 gây ra trên phần dưới của VR kể từ tiếp điểm di động. Ta xét 2 trường hợp vị trí của S_2 , với thang tối đa U_{ra2} thì VR ở trên cùng

- Khi S_2 ở 1 (có cả R_7 và R_8 trong mạch), lúc đó



Hình 2.23

$$U_{VR} = 0,1V \text{ (vị trí con chạy ở cao nhất)}$$

$$U_{R_1} + U_{R_2} = U_{\text{ra1}} - U_{VR} = 5V - 0,1V = 4,9V$$

với dòng $I_B = 100\mu A \ll I_3$ lúc đó chọn VR từ điều kiện :

$$VR = \frac{0,1V}{100\mu A} = 1k\Omega$$

và
$$R_7 + R_8 = \frac{4,9V}{100\mu A} = 49k\Omega$$

- Khi S_2 ở 2 (R_8 ngắt khỏi mạch) : $U_{VR} = 1V$. Lúc đó :

$$I_3 = \frac{U_{VR}}{VR} = \frac{1V}{1k\Omega} = 1mA$$

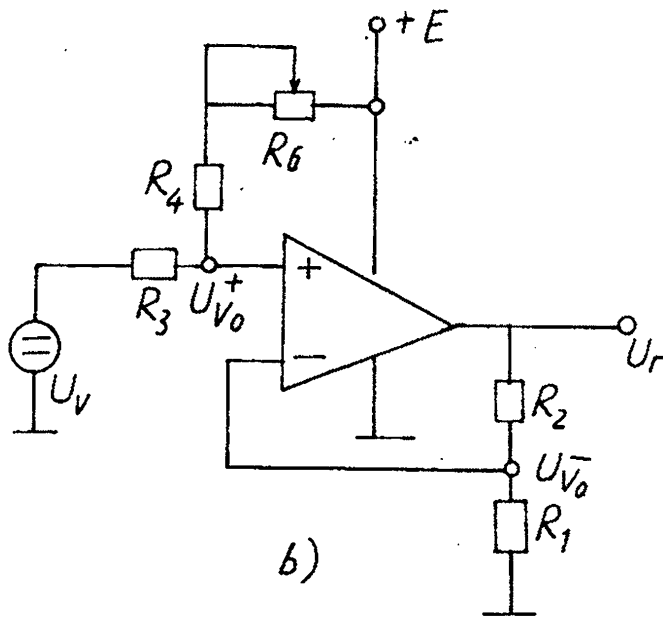
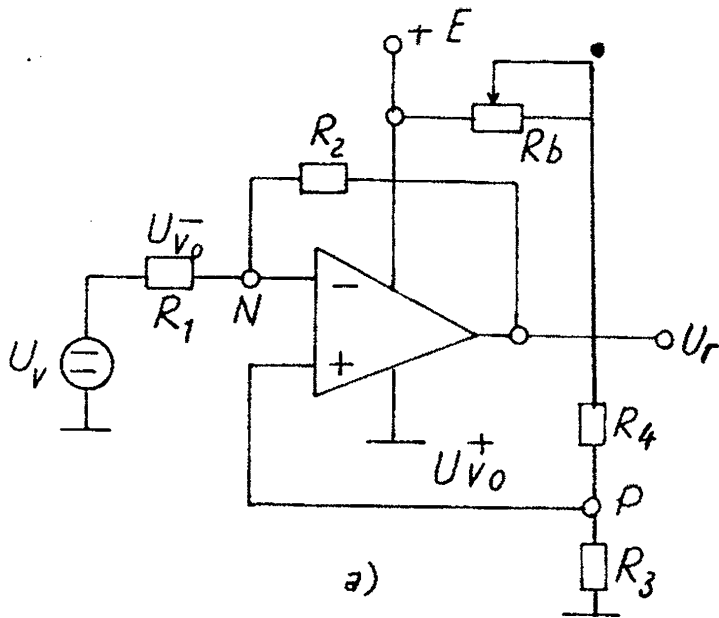
$$U_{R_7} = U_{\text{ra1}} - 1V = 5V - 1V = 4V.$$

do vậy
$$R_7 = \frac{U_{R_7}}{I_3} = \frac{4V}{1mA} = 4k\Omega$$

từ đó chọn
$$R_8 = 49k\Omega - 4k\Omega = 45k\Omega$$

Bài tập 2.14. Mạch điện hình 2.24a và 2.24b là các sơ đồ khuếch đại cung cấp không đối xứng. Nguồn cung cấp $E = \pm 5V$, nguồn $U_{\text{vào}}$ có nội trở $R_{ng} = 0$, dòng thiên áp của IC là $I_o = 80nA$. Thiên áp O của vi mạch $U_{VO} = 2mV$.

a) Giải thích hoạt động của mạch, nhiệm vụ của R_b . Tìm điều kiện cân bằng điểm O (lúc $U_{\text{vào}} = 0$) của các sơ đồ ?



Hình 2.24

cho đạt được điều kiện $U_{V0}^+ = U_{V0}^-$ (với hình 2.24a). Hình 2.24b là 1 bộ khuếch đại thuận với hệ số khuếch đại xác định bởi :

$$A^+ = \frac{U_{ra}}{U_{vào}} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

Khâu mạch R_3 , R_4 và R_b có nhiệm vụ tương tự sơ đồ (2.24a) là bù thiên áp 0 cho vi mạch sao cho đạt được điều kiện $U_{V0}^- = U_{V0}^+$. Điều trên chỉ đúng khi yêu cầu $U_{ra} = 0$ lúc $U_{vào} = 0$. Tuy nhiên, để $U_{ra}(t)$ nhận được tại lối ra có hai cực tính,

b) Khi $U_{vào} = 45mV$, đo được $|U_{ra}| = 540mV$. Xác định các giá trị của điện trở trong mạch hồi tiếp âm R_1 và R_2 của sơ đồ 2.24a và 2.24b khi :

- 1) $I_o = 80nA$;
- 2) $I_o = 500nA$

Bài giải :

a) Hình 2.24a là 1 bộ khuếch đại đảo với hệ số khuếch đại được xác định bởi

$$A^- = \frac{U_{ra}}{U_{vào}} = -\frac{R_2}{R_1}$$

Khâu mạch R_3 , R_4 và R_b lấy trực tiếp 1 điện áp U_{V0}^+ trên điện trở R_3 bù với điện áp U_{V0}^- trên đầu vào N do dòng I_o gây ra trên điện trở R_1 . Điện trở R_b được điều chỉnh sao

cần thiết chọn mức và 1 chiều khi $U_{\text{vào}}$ bằng 0 là $+\frac{E}{2}$. Do đó ở đây R_b có nhiệm vụ tạo thêm điện áp phụ 1 chiều trên cực P (với hình 2.24a) hay trên cực N (với hình 2.24b) để đạt được điều kiện lúc cân bằng $U_{\text{ra.0}} = \frac{E}{2}$.

1) Với hình 2.24a ta có giá trị điện áp bù lấy trên R_3 là :

$$U_{\text{VO}}^+ = \frac{E \cdot R_3}{R_b + R_4 + R_3} \approx \frac{E R_3}{R_4 + R_3} \quad (1)$$

(ta giả thiết $R_b \ll R_4 + R_3$ do chỉ có tác dụng vi chỉnh). Thành phần này qua mạch được khuếch đại thành :

$$U_{\text{ra.0}}^+ = U_{\text{VO}}^+ \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) = \frac{E}{2} \quad (2)$$

Thay (1) vào (2) ta có :

$$\frac{E \cdot R_3}{R_3 + R_4} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) = \frac{E}{2}$$

hay :

$$\frac{R_4}{R_3} = 2 \frac{R_2}{R_1} + 1 = 2A^- + 1 \quad (3)$$

2) Với hình 2.24b, R_3, R_4 tạo thành bộ chia áp tại lối vào :

$$U_{\text{VO}}^+ = \frac{E}{R_4 + R_3 + R_b} \cdot R_3 \approx \frac{E}{R_4 + R_3} \cdot R_3 \quad (R_b \ll R_4)$$

Từ đó

$$\frac{E \cdot R_3}{R_3 + R_4} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) = U_{\text{ra.0}} = \frac{E}{2}$$

hay điều kiện cân bằng tại lối ra khi cung cấp không đối xứng là :

$$\frac{R_2}{R_1} = A^+ \left(1 + \frac{R_3}{R_4} \right) - 1 \quad (4)$$

Ở đây A^+ là hệ số khuếch đại của mạch hình 2.24b đã nêu trên.

b) Với mạch hình 2.24a, hệ số khuếch đại của sơ đồ là :

$$A^- = \frac{|U_{ra}|}{U_{vào}} = \frac{540\text{mV}}{45\text{mV}} = 12 \text{ lần } R_1 \text{ lựa chọn cần đảm bảo}$$

thiên áp điểm O là $U_{VO}^- = 2\text{mV}$.

$$\text{Vậy } R_1 = \frac{U_{VO}^-}{I_o} = \frac{2\text{mV}}{80\text{nA}} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{80 \cdot 10^{-9}\text{A}} = 25 \cdot 10^3 \Omega$$

chọn điện trở $R_1 = 25\text{k}\Omega$.

Từ đó suy ra $R_2 = A^{(-)} \cdot R_1 = 12 \cdot 25\text{k}\Omega = 300\text{k}\Omega$

Với mạch hình 2.24b, hệ số khuếch đại của toàn sơ đồ là :

$$A^+ = \frac{|U_{ra}|}{U_{vào}} = \frac{U_{ra}}{U_{vào}} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

mặt khác $A^+ = \frac{540\text{mV}}{45\text{mV}} = 12 \text{ lần}$

$$\text{Vậy : } 1 + \frac{R_2}{R_1} = 12 \text{ hay } \frac{R_2}{R_1} = 11$$

$$\text{Suy ra } R_1 = \frac{U_{rO}}{I_o} = \frac{2\text{mV}}{80\text{nA}} = 25\text{k}\Omega$$

$$R_2 = 11 \cdot R_1 = 275\text{k}\Omega$$

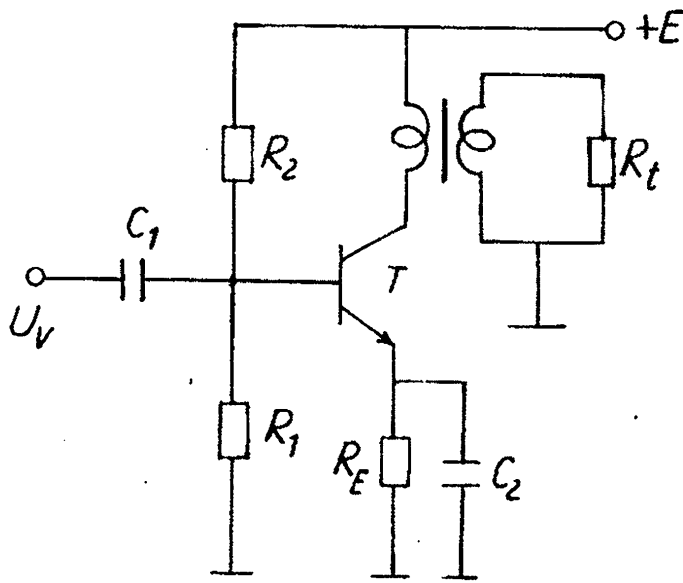
Trường hợp dòng $I_o = 200\text{nA}$, tương tự ta nhận được các kết quả $R_1 = 10\text{k}\Omega$, $R_2 = 120\text{k}\Omega$ (với hình 2.24a) và $R_1 = 10\text{k}\Omega$, $R_2 = 110\text{k}\Omega$ (với hình 2.24b).

Bài tập 2.15. Mạch hình 2.25 là sơ đồ một tầng khuếch đại công suất đơn, chế độ A. Biết rằng $E = +20\text{V}$, $R_E = 1\Omega$, U_{CE} bão hòa = 2V ; $P_{tmax} = 2\text{W}$.

a) Tính công suất P_o cung cấp cho sơ đồ và dòng tĩnh I_{CA} .

b) Xác định các tham số xoay chiều của tranzito đưa ra : I_{cmax} ; U_{CEmax} ; P_{cmax} .

c) Với $R_1 = 10\Omega$, xác định tỉ số vòng dây n của biến áp.



Hình 2.25

Bài giải :

a) Với hiệu suất năng lượng của tranzito $\eta_c = \frac{P_c}{P_o}$

và hiệu suất của biến áp là

$\eta_{b.áp} = \frac{P_t}{P_c}$ ta lựa chọn là $\eta_c = 0,4$,

$\eta_{b.áp} = 0,9$: ta có hiệu suất chung của tầng khuếch đại :

$$\eta = \eta_c \cdot \eta_{b.áp} = 0,4 \cdot 0,9 = 0,36$$

Do vậy :

$$P_{tmax} = 0,36 \cdot P_o \text{ hay } P_o =$$

$$\frac{P_{tmax}}{0,36} ; P_o = \frac{2W}{0,36} = 5,56W.$$

$$\text{Dòng tĩnh tại mạch colectơ : } I_{CA} = \frac{P_o}{E} = \frac{5,56W}{20V}$$

$$I_{CA} = 0,278A.$$

b) Các tham số xoay chiều của tranzito :

$$I_{cmax} \approx 2I_{CA} = 2 \cdot 0,278A = 0,556A.$$

Biểu thức với đường tải tĩnh của tầng khuếch đại :

$$I_{CA} = \frac{E - U_{CEb.hòa}}{R_E + R_t'}$$

Ở đây R_E là điện trở 1 chiều, R_t' là điện trở xoay chiều do R_t phản ánh qua biến áp về mạch Colectơ. (Ở đây ta đã coi điện trở 1 chiều của cuộn sơ cấp biến áp bằng 0). Ta có điện áp 1 chiều trên Colectơ lúc $U_{vào} = 0$.

$$U_{CEA} = \left(1 - \frac{R_E}{R_t'}\right) E + \left(1 - \frac{R_E}{R_t'}\right) \cdot \frac{R_E}{R_t'} U_{CEb.hòa} = E.$$

vì rằng
$$\frac{1}{\left(1 + \frac{R_E}{R_1'}\right)} \approx 1 - \frac{R_E}{R_1'} \quad (\text{với } R_E \ll R_1')$$

Ta có :
$$U_{CE_{\max}} = 2E - U_{CE_{\text{b.hòa}}} = 40V - 2V = 38V$$

$$P_{\text{cmax}} = \frac{U_{CE_{\max}}}{2\sqrt{2}} \cdot \frac{I_{\text{cmax}}}{2\sqrt{2}} = \frac{38V}{4\sqrt{2}} \cdot \frac{0,556A}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{38 \cdot V \cdot 0,556A}{2 \cdot 4} = 2,64W$$

c) Từ hệ thức tính I_{CA}

$$I_{CA} = \frac{E - U_{CE_{\text{b.hòa}}}}{R_E + R_1'} ; R_1' = n^2 R_1 = \frac{E - U_{CE_{\text{b.hòa}}}}{I_{CA}}$$

thay số vào ta có
$$R_1' = n^2 R_1 = \frac{20V - 2V}{0,278A} \approx 60\Omega$$

từ đó
$$R_1 = \frac{R_1'}{n^2} \text{ hay } n^2 = \frac{R_1'}{R_1} = \frac{60\Omega}{10\Omega} = 6$$

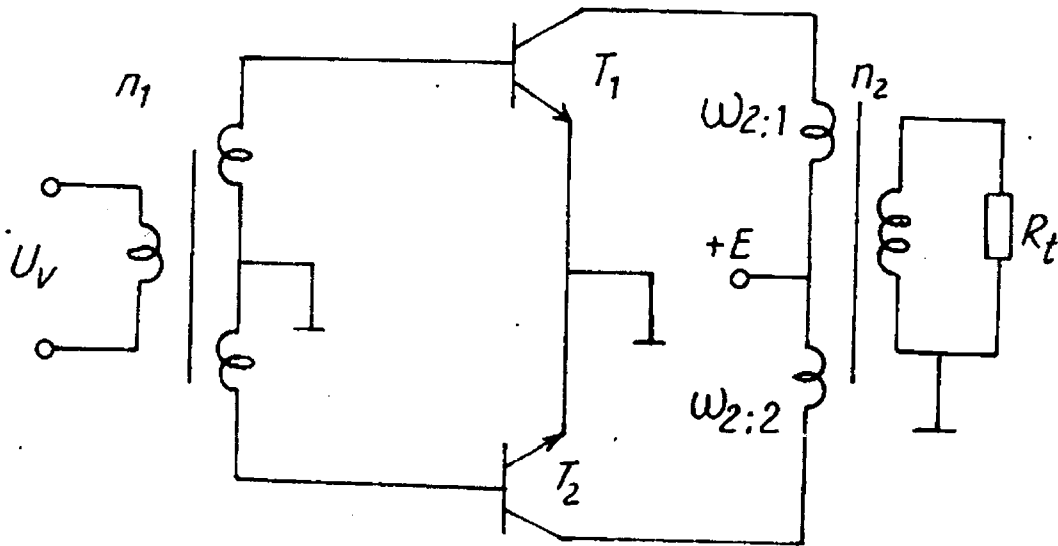
Suy ra hệ số biến áp $n = \sqrt{6}$

Bài tập 2.16. Hình 2.26 là mạch điện 1 bộ khuếch đại công suất đối xứng chế độ B. Biết $E = 10V$, $n_2 = 5$, $n_1 = 1$, $R_1 = 10\Omega$. Tính các giá trị cực đại của : dòng tải, dòng I_B , I_C , điện áp U_{CE} , công suất tải P_t , công suất nguồn P_o và công suất tranzito đưa ra P_c , cho $\beta_1 = \beta_2 = 100$.

Bài giải :

Vì T_1 và T_2 làm việc đối xứng ở chế độ B nên chỉ cần xét với 1 tranzito là đủ và khi đó, lúc tham số của tranzito này là cực đại thì tham số tương ứng của tranzito kia là cực tiểu.

Giả thiết điện trở bản thân các cuộn ω_{21} và ω_{22} là nhỏ có thể bỏ qua. Đường tải tĩnh của hai tranzito sẽ dựng đứng song song với trục tung tại điểm có hoành độ $U_{CE_1} = U_{CE_2} = E$ do



Hình 2.26

vậy điểm làm việc của chúng là $U_{CE(B_1)} = U_{CE(B_2)} = E$ với dòng $I_{C(B_1)} = I_{C(B_2)} = 0$.

Đường đặc tuyến tải động có dạng nghiêng về trục tung với góc tỷ lệ với tải phản ảnh của R_t về sơ cấp của biến áp ra là $R'_t = n_2^2 R_t$.

$$U_{CE_1} = E - R'_t(i_{c_1} - i_{c_2})$$

$$U_{CE_2} = E + R'_t(i_{c_1} - i_{c_2})$$

Trong đó thành phần số hạng đứng thứ hai là điện áp xoay chiều trên Colectơ của các tranzito :

$$U_{-1} = -R'_t(i_{c_1} - i_{c_2}) \text{ và } U_{-2} = +R'_t(i_{c_1} - i_{c_2})$$

ở đây $R'_t = n_2^2 R_t$

Khi $I_{c_1} = I_{c_{\max}}$ thì theo nhận xét đã nêu $I_{c_2} = 0$ và $U_{CE_1} = U_{CE_{\text{bảo hòa}}} = 0$ (giả thiết lí tưởng). Do đó :

$$R'_t \cdot I_{c_{\max}} = U_{CE(B)} = E.$$

$$\text{Suy ra : } I_{C_{\max}} = \frac{E}{R_t} = \frac{10V}{25 \cdot 10\Omega}$$

$$= \frac{10V}{250\Omega} = 40\text{mA}$$

$$I_{B_{\max}} = \frac{I_{C_{\max}}}{\beta} = \frac{40}{100} = 0,4\text{mA}$$

Dòng tải $I_L = n_2(I_{C_1} - I_{C_2})$ nên $I_{L_{\max}} = n_2^2 I_{C_{\max}}$

$$I_L = 5 \cdot 40\text{mA} = 200\text{mA}$$

Công suất và tải sẽ là :

$$P_{t_{\max}} = \frac{1}{2} R_t \cdot I_{L_{\max}}^2 = \frac{1}{2} 10\Omega \cdot 200^2 = 200\text{mW}$$

Công suất do nguồn cung cấp :

$$P_o = \frac{2}{\pi} E \cdot I_{C_{\max}} = 254,8\text{mW}$$

Công suất tiêu tán trên tranzito (giả thiết hiệu suất biến áp bằng 1)

$$P_T = P_o - P_t = \frac{2}{\pi} E I_{C_{\max}} - \frac{1}{2} n_2^2 R_t I_{C_{\max}}^2$$

$$P_T = \frac{E}{\pi} \cdot I_{C_{\max}} - n_2^2 R_t I_{C_{\max}}^2$$

P_T đạt cực đại khi $\frac{\partial P_T}{\partial I_{C_{\max}}} = 0$, do vậy :

$$\frac{\partial P_T}{\partial I_{C_{\max}}} = \frac{E}{\pi} - \frac{1}{2} n_2^2 R_t I_{C_{\max}} = 0$$

Từ biểu thức trên, ta tìm được giá trị $I_{C_{\max}}^*$ tại đó có

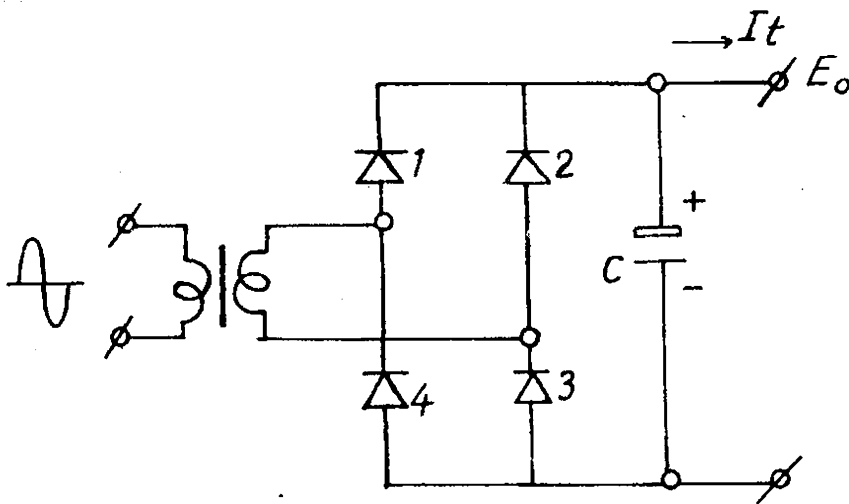
$$P_T = P_{T_{\max}} : I_{C_{\max}}^* = \frac{2}{n_2^2 R_t} \cdot \frac{E}{\pi} \text{ hay trị số } P_{T_{\max}} \text{ cần tìm :}$$

$$P_{T_{\max}} = \frac{E^2}{\pi^2 n_2^2 R_t}$$

$$P_{Tmax} = \frac{10^2}{\pi^2 \cdot 5^2 \cdot 10\Omega} = 40,57mW$$

Cần chú ý là có thể thu được biểu thức kết quả P_{Tmax} từ phương trình $P_T (U_{CEmax})$ sau đó thiết lập $\frac{\partial P_T}{\partial U_{CEmax}} = 0$ và giải ra giá trị U_{CEmax}^* tại đó nhận được $P_T = P_{Tmax}$.

Bài tập 2.17. Mạch hình 2.27 là sơ đồ 1 bộ nguồn chỉnh lưu bao gồm một biến áp, 1 bộ chỉnh lưu toàn sóng kiểu cầu và 1 mạch lọc.



Hình 2.27

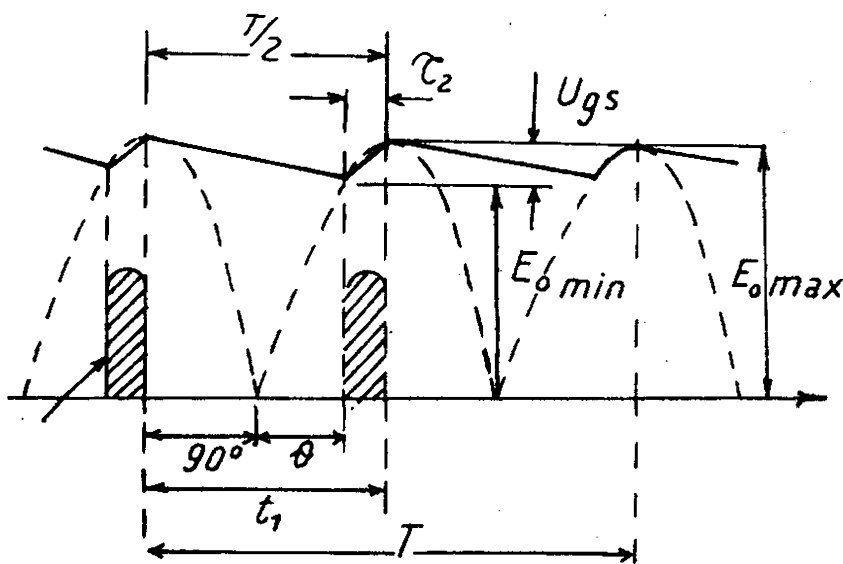
a) Hãy giải thích hoạt động của sơ đồ khi tải là tụ lọc C

b) Biết E_o (giá trị trung bình) = 20V, điện áp gợn sóng tối đa là 10%, tần số nguồn là 60Hz, dòng tải là 100mA, xác định trị số tụ lọc nguồn C.

c) Hãy chỉ rõ tín hiệu ra của máy biến áp và của bộ chỉnh lưu.

Bài giải :

a) Nhờ bộ chỉnh lưu toàn sóng kiểu cầu, điện áp xoay chiều tại thứ cấp biến áp được nắn thành các nửa chu kỳ dương lặp lại của



Hình 2.28

điện áp hình sin. Bộ lọc có nhiệm vụ san bằng các nửa chu kỳ đã chỉnh lưu để nó gần dạng điện áp 1 chiều hơn. Kết quả điện áp trên tụ C nhận được có dạng hình 2.28. Trong các khoảng thời gian gần đỉnh, tụ được nạp tới đỉnh điện áp ra (nhờ khi đó 1 cặp van mở) và nếu không có dòng tải, tụ sẽ duy trì điện áp ở mức đỉnh này. Khi có yêu cầu dòng I_L , tụ phóng điện 1 phần giữa các đỉnh điện áp. Kết quả dòng từ bộ chỉnh lưu và từ máy biến áp có dạng là 1 chuỗi các xung xuất hiện tại các đỉnh điện áp. Điện áp ra có dạng là 1 mức trung bình E_o xếp chồng với điện áp gợn sóng U_{gs} . Biên độ của sóng gợn phụ thuộc vào dòng I_L và trị số tụ C. Từ hình 2.28 ta có các tham số sau :

Mức tối thiểu của điện áp ra E_{omin}

Mức tối đa của điện áp ra E_{omax}

Thời gian tụ phóng điện $t_1 = \frac{T}{4} +$ thời gian ứng với θ . Thời

gian tụ nạp điện $t_2 = \frac{T}{4} -$ thời gian ứng với θ (Ở đây $T/4$ là thời gian ứng với 90° , hay $1/4$ chu kỳ). Do vậy : $E_{omin} = E_{omax} \cdot \sin\theta$

$$\text{hay} \quad \theta = \arcsin \frac{E_{omin}}{E_{omax}} \quad (1)$$

Với dòng tải I_L coi như không đổi thì : $I_L = C \frac{dU_{gs}}{dt}$ hay

$$C = \frac{I_L \cdot t_1}{U_{gs}} \quad (2)$$

Hệ thức (2) cho phép ta nhận được điều kiện để lựa chọn C khi biết các tham số liên quan.

b) Với các số liệu đã cho từ giả thiết, điện áp gợn sóng U_{gs} có giá trị : $U_{gs} = 10\%$ của $20V = \frac{10.20}{100} = 2V$

$$\text{Do vậy} \quad E_{omin} = 20 - 1V = 19V$$

$$E_{omax} = 20 + 1V = 21V$$

Tiếp theo, xác định góc θ từ (1)

$$\theta = \arcsin \frac{E_{\text{omin}}}{E_{\text{omax}}} ; \quad \theta = \arcsin \frac{19V}{21V} \approx 65^\circ$$

Chu kỳ của điện áp xoay chiều trên thứ cấp $T = \frac{1}{f}$ với $f = 60\text{Hz}$ ta có

$T = \frac{1}{60\text{Hz}} = 16,6\text{ms}$ = thời gian tương ứng với 360° . Vậy thời gian tương ứng với 90° là $T/4$, do đó t_1 được tính bởi :

$$t_1 = \frac{16,6\text{ms}}{360^\circ} (90^\circ + 65^\circ) = 7,16\text{ms}. \text{ Từ biểu thức (1) ta có}$$

$$C = \frac{I_1 \cdot t_1}{U_{\text{gs}}} = \frac{100\text{mA} \cdot 7,16\text{ms}}{2V} = 358\mu\text{F}$$

Chọn tụ tiêu chuẩn $350 \mu\text{F}/35\text{V}$ hay $400 \mu\text{F}/35\text{V}$.

c) Nếu chọn sụt áp thuận trên 1 van chỉnh lưu là $U_D = 0,7V$ thì sụt áp trên toàn bộ mạch chỉnh lưu sẽ gồm 2 sụt áp trên 2 diốt nối tiếp nhau do đó là $2U_D$.

Điện áp đỉnh lối vào mạch chỉnh lưu khi đó xác định bởi :

$$U_{\text{đỉnh}} = U_{\text{omax}} + 2U_D \quad (3)$$

Do vậy điện áp thứ cấp hiệu dụng của máy biến áp là :

$$U_{\text{hd}} = \frac{1}{\sqrt{2}} U_{\text{đỉnh}} = 0,707U_{\text{đỉnh}}$$

Điện áp ngược cực đại đặt lên van diốt lúc nó khóa bằng giá trị $U_{\text{đỉnh}}$ (với sơ đồ chỉnh lưu hai nửa chu kỳ, giá trị này gấp đôi). Dòng điện do máy biến áp cung cấp (gọi là dòng đỉnh lặp lại) tính bởi : I_1 , T và t_2 (xem hình 2.28). Vì I_1 chảy liên tục trong thời gian $T/2$ nên tụ phóng 1 lượng điện bằng $I_1 \cdot \frac{T}{2}$ Culông. Trong thời gian t_2 , khi có dòng nạp lại $I_{\text{đỉnh}}$, tụ được nạp lại 1 lượng ($I_{\text{đỉnh}} \cdot t_2$) culông. Muốn tụ được nạp lại đầy mức cũ thì $I_{\text{đỉnh}} t_2 = I_1 \cdot \frac{T}{2}$ hay $I_{\text{đỉnh}} = \frac{I_1 \cdot T}{2t_2}$ (4)

Áp dụng (3) tính điện áp $U_{\text{đỉnh}}$ đặt tới lối vào bộ chỉnh lưu.

$$U_{\text{đỉnh}} = E_{\text{omax}} + 2U_D = 21V + 2 \cdot 0,7V = 22,4V.$$

Điện áp hiệu dụng trên thứ cấp biến áp :

$$U_{\text{hd}} = 0,707 \cdot 22,4V = 15,8V$$

dòng ra hiệu dụng của biến áp : $I_{\text{hd}} = 1,11 \cdot I_1 = 111\text{mA}$.

dòng lặp lại đỉnh xác định từ t_2

$t_2 =$ thời gian ứng suất 90° - thời gian ứng với 65°

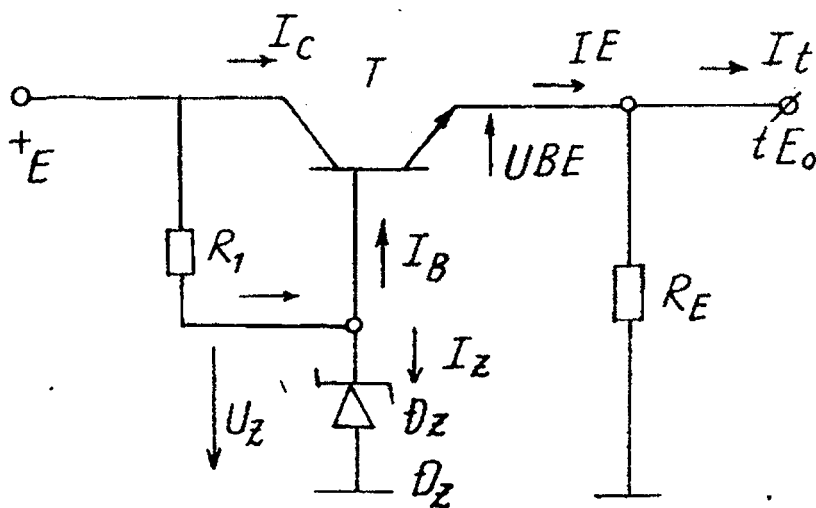
$$= \frac{16,6\text{ms}}{360^\circ} (90^\circ - 65^\circ) = 1,15\text{ms} \text{ từ (4) có :}$$

$$I_{\text{đỉnh}} = \frac{100\text{mA} \cdot 16,6\text{ms}}{2 \cdot 1,15\text{ms}} = 0,722\text{A}$$

Điện áp ngược cực đại $U_{\text{ngược max}} = U_{\text{đỉnh}} = 22,4V$.

Như vậy dòng lặp lại đỉnh có giá trị khá lớn hơn dòng tải ra.

Bài tập 2.18. Mạch hình 2.29 là 1 bộ ổn áp nối tiếp. Biết $U_z = 12,7V$, $R_1 = 390\Omega$; $R_E = 12\text{k}\Omega$; $R_t = 240\Omega$, điện áp



Hình 2.29

nguồn sau chỉnh lưu $E = 21V$ khi $I_1 = 0$ và $E = 20V$ khi $I_1 = 50\text{mA}$. Tranzito silic có $h_{21} = 50$, $R_z = 7\Omega$.

a) Tính dòng I_z và dòng của tranzito khi ngắt tải và khi nối tải.

b) Độ ổn định đường dây được định nghĩa là (khi E biến thiên 10%)

$$S_{\text{dd}} = \frac{\Delta E_o}{E_o} 100\%$$

Độ ổn định tải được định nghĩa (khi $\Delta I_1 = I_{1\text{max}}$) :

$$S_t = \frac{\Delta E_o}{E_o} 100\%$$

Hãy xác định S_{dd} và S_t của mạch hình 2.29.

Bài giải :

a) Khi ngắt tải : $U_{RE} = U_z - U_{BE} = 12,7V - 0,7V = 12V$

do đó
$$I_E = \frac{E_o}{R_E} = \frac{12V}{12k\Omega} = 1mA$$

$$I_B \approx \frac{I_E}{h_{21}} = \frac{1mA}{50} = 20\mu A$$

Điện áp rơi trên điện trở R_1 là :

$$U_{R_1} = E - U_z = 21V - 12,7V = 8,3V$$

$$I_{R_1} = \frac{U_{R_1}}{R_1} = \frac{8,3V}{390\Omega} = 21,3mA$$

Từ hình 2-29 có $I_{R_1} = I_B + I_z$ hay :

$$I_z = I_{R_1} - I_B = 21,3mA - 20\mu A \approx 21,3mA.$$

Khi nối tải : $I_E = \frac{E_o}{R_E} + \frac{E_o}{R_1} = \frac{12V}{12k\Omega} + \frac{12V}{240\Omega} = 51mA.$

Từ đó dòng $I_B \approx \frac{I_E}{h_{2.1}} = \frac{51mA}{50} \approx 1,02mA$

$$I_{R_1} = \frac{E - U_z}{R_1} = (20V - 12,7V) / 390 \Omega = 18,7mA$$

ta nhận được dòng qua D_z là $I_z = I_{R_1} - I_B$

$$I_z = 18,7mA - 1,02mA = 17,7mA$$

b) Xác định độ ổn định đường dây S_{dd} và độ ổn định tải S_t :

1) Độ mất ổn định của điện áp vào :

$$\Delta E = 10\%E = 10\%.20V = 2V$$

Điều này gây ra biến đổi dòng trên R_1 là $\Delta I_{R_1} = \frac{\Delta E}{R_1}$

$$\Delta I_{R_1} = \frac{2V}{390\Omega} = 5,1mA$$

Độ mất ổn định tuyệt đối của điện áp ra $\Delta E_o = \Delta U_z$

$$\Delta U_z = \Delta I_{R_1} \cdot R_z = 5,1mA \cdot 7\Omega = 36mV$$

Từ đây suy ra $S_{dd} = \frac{36mV \cdot 100\%}{12V} = 0,3\%$.

2) Độ mất ổn định tải : khi $I_1 = 0$ thì $I_z = 21,3mA$ và khi $I_1 = 50mA$ thì $I_z = 17,7mA$

(từ kết quả của câu a) đã giải trên).

$$\Delta I_z = 21,3mA - 17,7mA = 3,6mA$$

$$\Delta E_o = \Delta U_z = \Delta I_z \cdot R_z$$

(ở đây bỏ qua các thay đổi của U_{BE})

$$\Delta E_o = 3,6mA \cdot 7\Omega = 25,2mV$$

Từ kết quả trên :

$$S_t = \frac{25,2mV \cdot 100\%}{12V} = 0,21\%$$

Bài tập 2.19. Mạch điện hình 2.30 là 1 bộ ổn định điện áp kiểu nối tiếp có sử dụng IC thuật toán để điều chỉnh được điện áp ra

a) Phân tích hoạt động của sơ đồ.

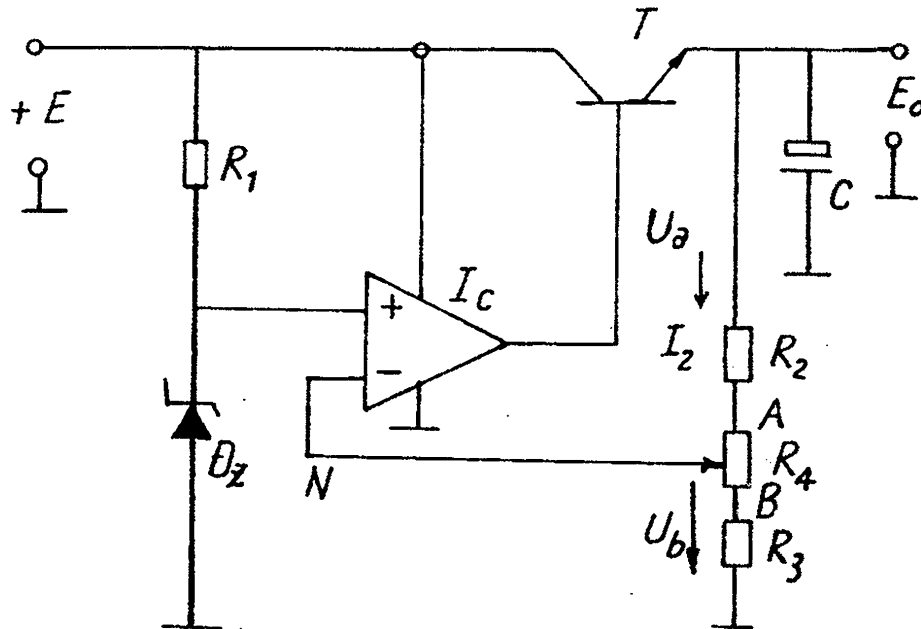
b) Xác định giá trị điện áp ra cực đại và cực tiểu khi cho $U_z = 6V$, $R_2 = 5,6k\Omega$; $R_4 = 3k\Omega$; $R_3 = 5,6k\Omega$

c) Giả thiết $E = 21V$ khi không tải và $E = 20V$ khi có dòng tải $I_1 = 50mA$; $R_1 = 390\Omega$, $U_z = 12V$ và $R_z = 7\Omega$.

Tính các độ ổn định đường dây S_{dd} và ổn định tải S_t của sơ đồ ?

Bài giải :

a) Nhờ bộ phân áp $R_2R_3R_4$, lượng mất ổn định ΔE_o (do dòng tải ΔI_1 gây ra hay do điện áp vào biến đổi 1 lượng ΔE gây ra) được hồi tiếp về cửa N và so sánh với điện áp chuẩn U_z đặt



Hình 2.30

trên cửa P. Sai số về dấu và độ lớn của nó được IC phát hiện và khuếch đại lên đủ lớn (cùng cỡ với ΔE_0 và ngược dấu với nó), sau đó được T lặp lại nhờ mắc tải ở emitter tại lối ra, nhờ vậy bù được nguyên nhân gây mất ổn định ban đầu.

Bộ chia áp $R_2R_3R_4$ có điện trở R_4 thay đổi và do vậy điều chỉnh được 1 mức 1 chiều đặt tới cửa N của IC qua đó dịch mức 1 chiều tại lối ra của IC (cũng là mức 1 chiều của tranzito ở cực bazơ) và kéo theo mức 1 chiều tại lối ra E_0 tùy theo ý muốn tăng hay giảm.

Điện áp chuẩn được tạo ra nhờ R_1D_z mắc theo sơ đồ ổn định song song kiểu Zener thông thường (xem ví dụ ở bài tập 2.3).

b) Tính các giá trị điện áp ra cực đại E_{0max} và cực tiểu E_{0min}

1) Khi tiếp điểm của R_4 ở điểm B (đáy)

$$U_{R_3} = U_b = U_z = 6V$$

và
$$I_2 = \frac{U_{R_3}}{R_3} = \frac{6V}{5,6k\Omega} = 1,07mA$$

$$U_a = I_2(R_2 + R_4) = 1,07mA (5,6k\Omega + 3k\Omega) = 9,2V$$

Từ đó suy ra $E_{\text{omax}} = U_a + U_b = 9,2\text{V} + 6\text{V} = 15,2\text{V}$

2) Khi tiếp điểm động của R_4 ở điểm đỉnh A của R_4 , ta có :
 $U_b = U_{R_1} + U_{R_3} = U_z = 6\text{V}$

từ đó :

$$I_2 = (U_{R_4} + U_{R_3}) / (R_4 + R_3) = 6\text{V} / (3\text{k}\Omega + 5,6\text{k}\Omega)$$

$$I_2 = 0,7\text{mA}$$

$$U_a = I_2 R_2 = 0,7\text{mA} \times 5,6\text{k}\Omega = 3,9\text{V}$$

$$E_{\text{omin}} = U_a + U_b = 6\text{V} + 3,9\text{V} = 9,4\text{V}$$

c) Tính hệ số ổn định tải và ổn định đường dây của mạch đã cho :

Độ mất ổn định của điện áp lối vào : $\Delta E = 10\%$ của E

$$\Delta E = \frac{10 \cdot 20}{100} = 2\text{V}$$

Giá trị này gây ra biến thiên dòng I_z là :

$$\Delta I_z = \Delta I_{R_1} = \frac{\Delta E}{R_1} = \frac{2\text{V}}{390\Omega} = 5,1\text{mA}$$

từ đây suy ra độ mất ổn định điện áp tại lối ra :

$$\Delta E_o = \Delta U_z = 5,1\text{mA} \cdot 7\Omega = 36\text{mV}$$

$$\text{Khi đó } S_{\text{dd}} = \frac{\Delta E_o \cdot 100\%}{E_o} = \frac{36\text{mV} \cdot 100\%}{12\text{V}} = 0,3\%$$

Dòng qua diốt zener xác định bởi $I_z = \frac{E - U_z}{R_1}$

Khi $R_1 = \infty$ ($I_1 = 0$) $I_z = (21\text{V} - 12\text{V}) / 390\Omega = 23,1\text{mA}$

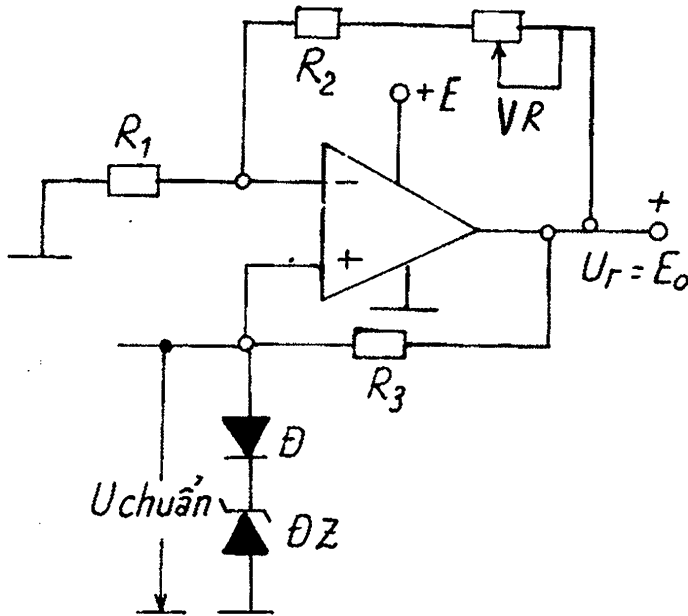
khi R_1 hữu hạn để $I_1 = 50\text{mA}$ thì

$$I_z = (20\text{V} - 12\text{V}) / 390\Omega = 20,5\text{mA}$$

$$\Delta I_z = 23,1\text{mA} - 20,5\text{mA} = 2,6\text{mA}$$

từ đây có $\Delta E_o = \Delta U_z = \Delta I_z \cdot R_z = 2,6\text{mA} \cdot 7\Omega = 18,2\text{mV}$ hay độ ổn định tải : $S_t = \frac{\Delta E_o(100\%)}{E_o} = \frac{18,2\text{mV} \cdot 100\%}{12\text{V}} = 0,15\%$

Bài tập 2.20. Mạch hình 2.31 dùng trong các bộ ổn áp với dòng tải nhỏ (vài mA) nhưng độ ổn định cao.



Hình 2.31

a) Tìm biểu thức xác định U_{ra} theo các tham số của mạch.

b) Xác định dải điện áp và $E_{o\max}$ đến $E_{o\min}$ khi thay đổi VR biết rằng : $E = \pm 15\text{V}$, $U_z = +6\text{V}$, $U_D = 0,6\text{V}$; $R_1 = 6,8\text{k}\Omega$, $R_2 = 1,8\text{k}\Omega$; $VR = 2\text{k}\Omega$

c) Xác định giá trị thích hợp của VR để nhận được $E_o = +9\text{V}$. Tính giá trị I_2 và R_3 ứng với trường hợp này, biết $I_z = 2\text{mA}$.

d) Tính sai số cực đại $\Delta E_{o\max}$ do

1) dòng định thiên vi mạch $I_o = 500\text{nA}$ do tính không lý tưởng của IC gây ra thiên áp điểm O mà chưa được bù.

2) nhiệt độ của môi trường tác động thay đổi trong dải -20°C đến $+120^\circ\text{C}$, biết rằng hệ số nhiệt của các điện áp chuẩn là :

$$\alpha_{TD} = \frac{\partial U_D}{\partial T} = -2 \cdot 10^{-3}/^\circ\text{K} \text{ và } \alpha_{TZ} = \frac{\partial U_z}{\partial T} = 2,05 \cdot 10^{-3}/^\circ\text{K}$$

Bài giải :

a) Hệ thức xác định $U_{ra} = E_o$ tại lối ra có thể tìm từ hai cách : hoặc viết phương trình dòng tại nút P và nút N sau đó rút ra hệ thức tính E_o , hoặc dùng lý luận mạch khuếch đại IC.

Ở đây diốt Đ mắc theo chiều mở cùng với ĐZ ở chế độ đánh thủng tạo ra 1 mức điện áp chuẩn tại lối vào P là

$$U_{\text{chuẩn}} = (U_D + U_z)$$

(Điện áp này được tạo ra nhờ qua R_3 lối vào P được nối tới đầu ra có mức $+E_o$). IC mắc theo sơ đồ khuếch đại thuận sẽ khuếch đại điện áp chuẩn này lên 1 số lần do các điện trở trong mạch hồi tiếp âm của IC quyết định :

$$A^+ = \left(1 + \frac{VR + R_2}{R_1} \right)$$

Từ đó, ta nhận được hệ thức :

$$\begin{aligned} E_o &= U_{\text{chuẩn}} \left(1 + \frac{VR + R_2}{R_1} \right) = \\ &= (U_z + U_D) \left(1 + \frac{VR + R_2}{R_1} \right) \end{aligned} \quad (1)$$

Lưu ý rằng nhờ cách nối R_3 tới E_o (chứ không phải tới E) hệ số ổn áp đường dây của mạch được tăng lên đáng kể và

bằng $S = G \cdot \frac{R_1}{R_2 + VR}$ (ở đây G là hệ số nén đồng pha của IC đang sử dụng)

b) Xác định dải điện áp ra E_{omax} đến E_{omin} :

Thay các số liệu đã cho vào hệ thức (1) ta có :

$$E_o = (U_z + U_D) \left(1 + \frac{VR + R_2}{R_1} \right) = (6V + 0,6V) \left(1 + \frac{VR + 1,8k\Omega}{6,8k\Omega} \right)$$

$E_o = E_{\text{omax}}$ khi VR ở giá trị tối đa (tiếp điểm động của VR ở tận cùng bên phải) $VR = 2k\Omega$

khi đó :

$$\begin{aligned} E_{\text{omax}} &= 6,6V \left(1 + \frac{2k\Omega + 1,8k\Omega}{6,8k\Omega} \right) \\ &= 6,6 \cdot 1,56 = 10,23V \end{aligned}$$

$E_o = E_{o\min}$ khi VR ngắn mạch ($VR = 0$, tiếp điểm động của nó ở tận cùng bên trái)

$$E_{o\min} = 6,6V \cdot \left(\frac{1,8}{6,8} + 1 \right) = 6,6V \cdot 1,26 = 8,32V$$

c) Xác định giá trị VR để có $E_o = +9V$, áp dụng hệ thức (1) ta có :

$$9V = 6,6V \left(1 + \frac{VR_x + 1,8k\Omega}{6,8k\Omega} \right)$$

Từ đây giải ra giá trị $VR_x = 0,7k\Omega$

Giá trị điện trở R_3 được tính theo :

$$R_3 = \frac{U_{R_3}}{I_{R_3}} = \frac{E_o - U_{\text{chuẩn}}}{I_z}$$

thay số vào ta có

$$R_3 = \frac{9V - 6,6V}{2mA} = 1,2k\Omega.$$

Dòng điện trong nhánh hồi tiếp âm :

$$I_2 = \frac{E_o}{VR + R_1 + R_2} = \frac{9V}{0,7k\Omega + 6,8k\Omega + 1,8k\Omega} = 0,97mA$$

$$I_{2\min} = \frac{10,23V}{10,6k\Omega} = 0,96mA$$

d) Xác định sai số $\Delta U_{ra\max} = \Delta E_{o\max}$:

1) Trường hợp IC có dòng định thiên $I_o = 500nA$, trên điện trở R_1 xuất hiện thiên áp U_{VO} :

$$\begin{aligned} U_{VO} &= I_o \cdot R_1 = 500nA \cdot 6,8k\Omega \\ &= 5 \cdot 10^{-7}A \cdot 6,8 \cdot 10^3\Omega = 3,4 \cdot 10^{-3}V. \end{aligned}$$

thiên áp U_{VO} tạo ra 1 điện áp lệch 0 tại lối ra (sai số) là :

$$\Delta E_{oi} = U_{VO} \cdot \left(-\frac{VR + R_2}{R_1} \right)$$

$$= 3,4 \cdot \left(-\frac{2,8\text{k}\Omega}{6,8\text{k}\Omega} \right) = 1,4\text{mV}$$

2) Trường hợp sai số do nhiệt độ gây ra, đối với đầu vào P

$$U_{\text{chuẩn}} = U_Z + U_D \text{ từ đó } \frac{\partial U_{\text{chuẩn}}}{\partial T} = \frac{\partial U_Z}{\partial T} + \frac{\partial U_D}{\partial T}$$

$$\text{hay } \frac{\partial U_{\text{chuẩn}}}{\partial T} = \alpha_{TZ} + \alpha_{TD}$$

$$= 2,05 \cdot 10^{-3}/^\circ\text{K} - 2 \cdot 10^{-3}/^\circ\text{K} = 0,05 \cdot 10^{-3}/^\circ\text{K}$$

nghĩa là trong khi các điện áp U_Z và U_D biến thiên theo nhiệt độ cỡ mV thì điện áp $U_{\text{chuẩn}}$ biến thiên theo nhiệt độ cỡ $\mu\text{V}/^\circ\text{K}$, khi nhiệt độ tăng lên 1°K điện áp chuẩn ($U_{\text{chuẩn}}$) thay đổi đi 1 lượng $50\mu\text{V}$ theo hướng tăng. Trong toàn dải nhiệt độ đã cho, ta có

$$\begin{aligned} \Delta U_{\text{chuẩn max}} &= 0,05 \cdot 10^{-3}/^\circ\text{K} \cdot \Delta T^\circ \\ &= 0,05 \cdot 10^{-3}/^\circ\text{K} \cdot [120^\circ\text{C} - (-20^\circ\text{C})] \\ &= 0,05 \cdot 10^{-3} \cdot 140\text{mV} = 7\text{mV} \end{aligned}$$

từ đó sai số cực đại của điện áp tại lối ra do nhiệt độ trong toàn dải gây ra là :

$$\begin{aligned} \Delta E_{\text{omax}} &= \Delta U_{\text{chuẩn max}} \left(1 + \frac{VR + R_2}{R_1} \right) \\ &= 7\text{mV} \cdot 1,56 = 10,92\text{mV} \end{aligned}$$

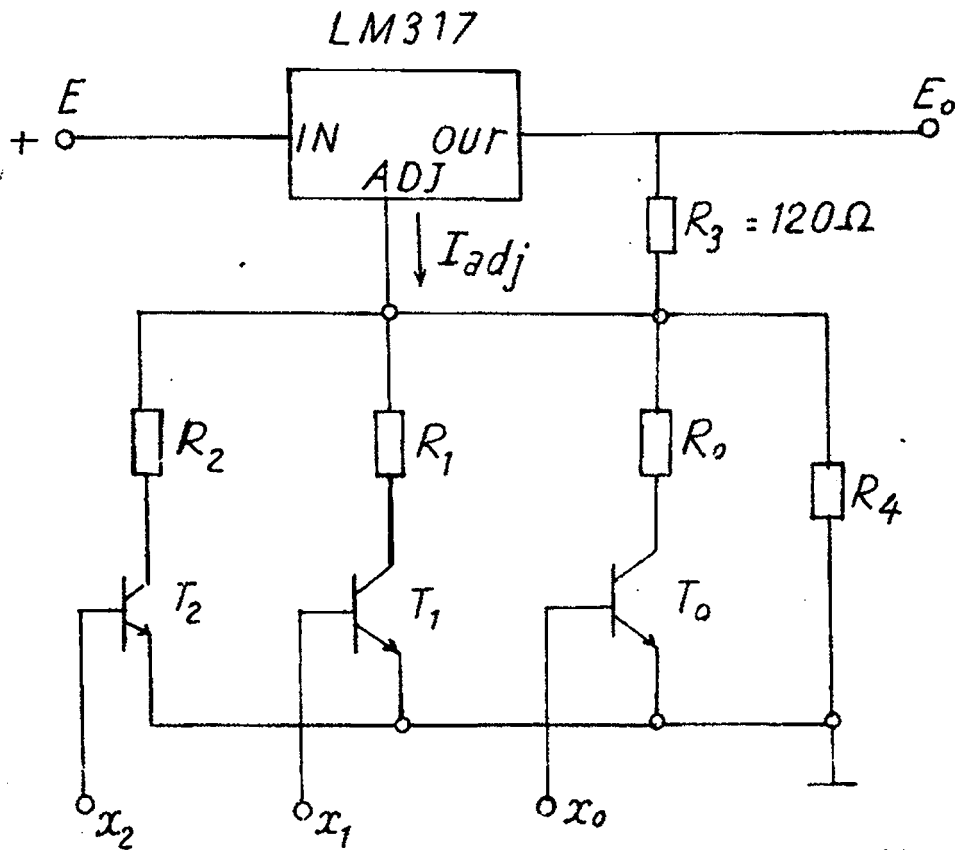
Bài tập 2.21. Mạch hình 2.32 là sơ đồ ổn áp có điều khiển mức ra E_o từng nấc nhờ tín hiệu số tác động tới lối vào chọn x_0, x_1, x_2 (là các xung cực tính dương)

Giả thiết rằng khi các tranzito ở trạng thái bão hòa có $R_o \gg r_{CE_o} ; R_1 \gg r_{CE_1} ; R_2 \gg r_{CE_2}$

Biết $E = +35\text{V}$

$U_{\text{ngưỡng}} = 1,2\text{V}$ (với đầu vào P của bộ so sánh trong LM317)

a) Với $R_1 = R_2 = R_4 = R_o = 3\text{k}\Omega$. Hãy xác định giá trị của E_o trong các trường hợp sau :



Hình 2.32

- 1) $x_2 = x_1 = x_0 = 0$
- 2) $x_2 = x_1 = x_0 = 1$
- 3) 1 trong 3 lối vào có trạng thái $x_i = 1$
- 4) 2 trong 3 lối vào có trạng thái $x_i = 1$.

b) Hãy tìm các giá trị thích hợp của R_0 , R_1 , R_2 , R_4 để sơ đồ có khả năng tương ứng mỗi trạng thái của $x_2x_1x_0$ trong biểu diễn mã nhị phân 8421 với 1 giá trị E_o phù hợp với trọng số của mã.

Bài giải :

a) Hệ thức tính E_o khi mạch nối tiếp R_3 đưa về đầu vào

$$\text{Adj (N)} \text{ là : } E_o = U_{\text{ngưỡng}} \left(1 + \frac{R_i}{R_3} \right) + I_{\text{Adj}} \cdot R_i$$

Ở đây điện áp ngưỡng $U_{\text{ngưỡng}}$ do IC LM 317 tạo ra (bên trong vi mạch) được đặt tới cửa P của 1 bộ khuếch đại vi sai. Lối vào N còn lại được nối tới cửa Adj.

R_i là giá trị điện trở tương đương từ cửa Adj tới điểm OV tùy thuộc trạng thái các khóa T_o , T_1 và T_2 .

I_{Adj} là dòng tĩnh tại cửa Adj của LM317 (có giá trị trong khoảng $50 \div 100\mu A$). Từ đó có hệ thức gần đúng

$$E_o = U_{ngưỡng} \left(1 + \frac{R_i}{R_3} \right)$$

1) Khi T_o , T_1 , T_2 hở mạch ($x_o = x_1 = x_2 = 0$), $R_i = R_4$ và do đó $E_{o_4} = U_{ngưỡng} \left(1 + \frac{R_4}{R_3} \right)$

$$= 1,2V \cdot \left(1 + \frac{3k\Omega}{120\Omega} \right) = 31,2V$$

2) Khi T_o , T_1 và T_2 cùng nối mạch ($x_o = x_1 = x_2 = 1$) ta có $R_i = R_4 // R_o // R_1 // R_2 = 0,75k\Omega$.

và
$$E_{o_1} = 1,2V \left(1 + \frac{750\Omega}{120\Omega} \right) = 8,7V$$

3) Khi 1 trong 3 lối vào có xung vuông cực tính dương, tranzito tương ứng mở và điện trở tương ứng trong nhánh sẽ nối song song với R_4 . Vì $R_o = R_1 = R_2$ nên các khả năng ở trường hợp này (T_o hay T_1 hay T_2 nối mạch) là như nhau, vậy :

$$R_i = R_4 // R_o = 1,5k\Omega$$

và
$$E_{o_3} = 1,2V \left(1 + \frac{1,5k\Omega}{120\Omega} \right) = 16,2V$$

4) Trường hợp cuối cùng khi 2 trong số 3 biến vừa có trị 1 (các khả năng tương đương nhau), ta có ví dụ $x_1 = x_o = 1$, T_1 và T_o nối mạch và ta có :

$$R_i = R_4 // R_1 // R_o = 1k\Omega$$

Từ đó tính ra

$$\begin{aligned} E_{o_2} &= U_{ngưỡng} \left(1 + \frac{R_i}{R_3} \right) = 1,2V \left(1 + \frac{1k\Omega}{120\Omega} \right) \\ &= 11,2V \end{aligned}$$

b) Vì trạng thái $x_2 = x_1 = x_0 = 0$ có trọng số nhị phân nhỏ nhất tương ứng với trị $E_{04} = E_{0max}$ và trạng thái $x_2 = x_1 = x_0 = 1$ có trọng số nhị phân lớn nhất lại tương đương với $E_{01} = E_{0min}$ nên sơ đồ đã cho có cấu trúc điều khiển dạng trọng số nhị phân càng tăng thì trị số E_0 tại lối ra càng giảm.

Do tính chất các điện trở R_0, R_1, R_2 và R_4 nối song song nên ta cần chọn mã điều khiển ở cửa chọn là loại bù logic (bù 1) của $x_2x_1x_0$ để phù hợp với việc trọng số nhị phân giảm (của mã bù 1) thì trị số của E_0 tăng. Ta có bảng trạng thái sau (các giá trị E_0 là dự kiến)

| Mã 8421 | Mã bù 1 | $E_0(V)$ |
|-------------|----------------|------------|
| $x_2x_1x_0$ | $x'_2x'_1x'_0$ | |
| 0 0 0 | 1 1 1 | E_{0min} |
| 0 0 1 | 1 1 0 | 4 3 2 1 |
| 0 1 0 | 1 0 1 | 8 6 4 2 |
| 0 1 1 | 1 0 0 | 12 9 6 3 |
| 1 0 0 | 0 1 1 | 16 12 8 4 |
| 1 0 1 | 0 1 0 | 20 15 10 5 |
| 1 1 0 | 0 0 1 | 24 18 12 6 |
| 1 1 1 | 0 0 0 | 28 21 14 7 |

Ở đây E_{0min} không thể chọn bằng 0 do giới hạn điều chỉnh phía dưới của sơ đồ không cho phép và cần lưu ý tới trạng thái tối đa E_{0max} (xảy ra khi 3 tranzito $T_2T_1T_0$ đều khóa (hở mạch) lúc $x'_2 = x'_1 = x'_0 = 0$) cần được hạn chế bởi giá trị R_4 chọn trước.

Xuất phát từ phương trình tính E_0 ta có :

$$E_0 = U_{ngưỡng} \left(1 + \frac{R_1}{R_3} \right)$$

Với bảng trạng thái đã thiết lập với E_0 , ta chọn cột E_0 có trị lớn nhất

1) Ta có với trạng thái $x'_2 = x'_1 = x'_0 = 0$

$$E_{07} = U_{ngưỡng} \left(1 + \frac{R_4}{R_3} \right)$$

$$28V = 1,2V \left(1 + \frac{R_4}{120} \right)$$

Từ đây ta giải được $R_4 \approx 2,68k\Omega$. (1)

2) Với trạng thái $x'_2 = x'_1 = 0$, $x'_0 = 1$, ta có :

$$E_{06} = 24V = 1,2V \left(1 + \frac{R_0 // R_4}{120} \right)$$

Từ đây tìm được giá trị $R_0 // R_4 = 2,28k\Omega$ (2)

hay $2,68k\Omega \cdot R_0 = 2,28 \cdot (2,68 + R_0)$

Ta nhận được $R_0 = 15,276k\Omega$ (3)

3) Với trạng thái tiếp theo : $x'_2 = 0$, $x'_1 = 1$ và $x'_0 = 0$
ta có :

$$E_{05} = 20V = 1,2V \left(1 + \frac{R_1 // R_4}{120} \right)$$

từ đây ta xác định được $R_1 // R_4 = 1,88k\Omega$ (4)

hay $2,68k\Omega \cdot R_1 = 1,88k\Omega (2,68k\Omega + R_1)$

ta nhận được giá trị $R_1 = 6,3k\Omega$ (5)

4) Với trạng thái $x'_2 = 1$, $x'_1 = x'_0 = 0$, ta có :

$$E_{03} = 12V = 1,2V \left(1 + \frac{R_2 // R_4}{120} \right)$$

từ đây ta xác định được $R_2 // R_4 = 1,08k\Omega$ (6)

hay $2,68k\Omega \cdot R_2 = 1,08 (2,68k\Omega + R_2)$

Giải ra ta được $R_2 = 1,81k\Omega$ (7)

5) Với trạng thái $x'_2 = x'_1 = x'_0 = 1$, ta có :

$$\begin{aligned} E_{0min} &= 1,2V \cdot \left(1 + \frac{R_0 // R_1 // R_2 // R_4}{120} \right) \\ &= 1,2V \left(1 + \frac{15,28k\Omega // 6,3k\Omega // 1,81k\Omega // 2,68k\Omega}{120} \right) \\ &= 1,2V \left(1 + \frac{0,87k\Omega}{120\Omega} \right) = 8,7V \end{aligned}$$

6) Với trạng thái $x'_2 = x'_1 = 1$; $x'_0 = 0$ ta có :

$$E_{01} = 1,2V \left(1 + \frac{R_2 // R_1 // R_4}{120} \right)$$

$$= 10,42V.$$

7) Với trạng thái $x'_2 = 1$; $x'_1 = 0$; $x'_0 = 1$; ta có :

$$E_{02} = 1,2V \left(1 + \frac{R_2 // R_0 // R_4}{120} \right)$$

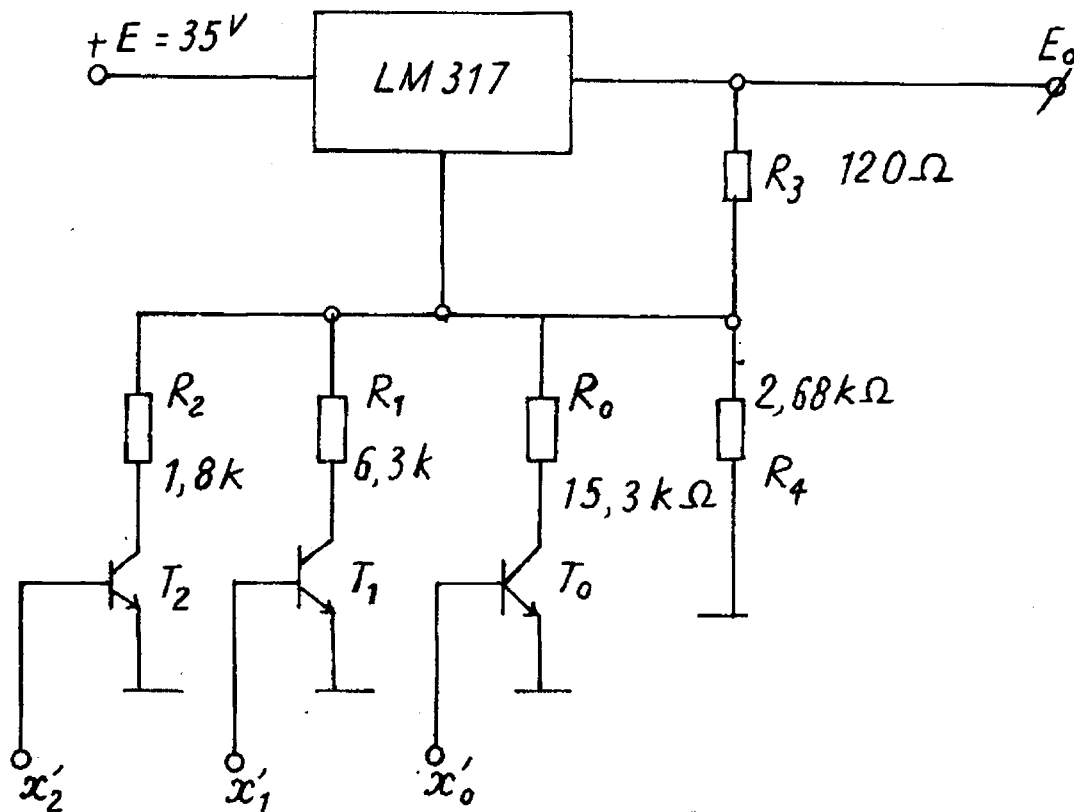
$$= 11,3V$$

8) Với trạng thái $x'_2 = 0$; $x'_1 = x'_0 = 1$; ta có

$$E_{04} = 1,2V \left(1 + \frac{R_1 // R_0 // R_4}{120} \right)$$

$$\approx 17,95V \approx 18V$$

Kết hợp các kết quả tính toán trên, ta nhận được sơ đồ hình 2.33. với các giá trị điện trở đã tính toán



Hình 2.33

Sơ đồ này thực hiện bảng biến đổi sau :

| M_i | $x_2 x_1 x_0$ | $x'_2 x'_1 x'_0$ | $E_0(V)$ |
|-------|---------------|------------------|----------|
| m_0 | 0 0 0 | 1 1 1 | 8,7V |
| m_1 | 0 0 1 | 1 1 0 | 10,4V |
| m_2 | 0 1 0 | 1 0 1 | 11,3V |
| m_3 | 0 1 1 | 1 0 0 | 12V |
| m_4 | 1 0 0 | 0 1 1 | 18V |
| m_5 | 1 0 1 | 0 1 0 | 20V |
| m_6 | 1 1 0 | 0 0 1 | 24V |
| m_7 | 1 1 1 | 0 0 0 | 28V |

Lưu ý bảng thể hiện được sự tương ứng tăng dần của E_0 theo trọng số : với 4 giá trị tương ứng chính xác với các minterm m_3 m_5 m_6 và m_7 . Các minterm còn lại, do ngưỡng E_{0min} nên chỉ là mô phỏng theo quy luật. Trong trường hợp yêu cầu chính xác, ta có điều kiện làm việc của sơ đồ là ở mỗi thời điểm chỉ có nhiều nhất 1 van nối mạch.

Nếu ta lựa chọn cột giá trị E_0 cuối cùng trong bảng trạng thái đã thiết lập (với $E_{0max} = 7V$) ta nhận được các kết quả sau :

Với trạng thái $x'_0 = x'_1 = x'_2 = 0$ ta có T_0, T_1, T_2 hở mạch :

$$E_{07} = 7V = 1,2V \left(1 + \frac{R_4}{R_3} \right) = 1,2V \left(1 + \frac{R_4}{120} \right)$$

suy ra $R_4 = 580\Omega$.

Từ đây theo phương pháp tương tự ta lập được

khi $x'_2 = x'_1 = 0$
 $x'_0 = 1$

$$E_{06} = 6V = 1,2V \left(1 + \frac{R_0 // R_4}{120} \right)$$

$$(R_0 // R_4) = 480\Omega \text{ và } R_0 = 2,784k\Omega$$

$$\approx 2,8k\Omega$$

$$E_{0_5} = 5V = 1,2V \left(1 + \frac{R_1 // R_4}{120} \right)$$

(Khi $x'_2 = x'_0 = 0$; $x'_1 = 1$)

$$(R_1 // R_4) = 380\Omega \text{ và } R_1 = 1,102k\Omega \\ \approx 1,1k\Omega$$

$$E_{0_3} = 3V = 1,2 \left(1 + \frac{R_2 // R_4}{120} \right)$$

(Khi $x'_2 = 1$; $x'_1 = x'_0 = 0$)

$$(R_2 // R_4) = 180\Omega \text{ và } R_2 = 261\Omega$$

Các mức ra còn lại là :

Với $x'_2 = x'_1 = x'_0 = 1$ ta có

$$E_{0_{\min}} = 1,2V \left(1 + \frac{R_0 // R_1 // R_2 // R_4}{120} \right) = 1,2V \left(1 + \frac{147}{120} \right) \\ = 2,67V$$

Với $x'_2 = x'_1 = 1$; $x'_0 = 0$, ta có

$$E_{0_1} = 1,2V \left(1 + \frac{R_1 // R_2 // R_4}{120} \right) = 1,2V \left(1 + \frac{0,155}{0,12} \right) \\ = 2,75V$$

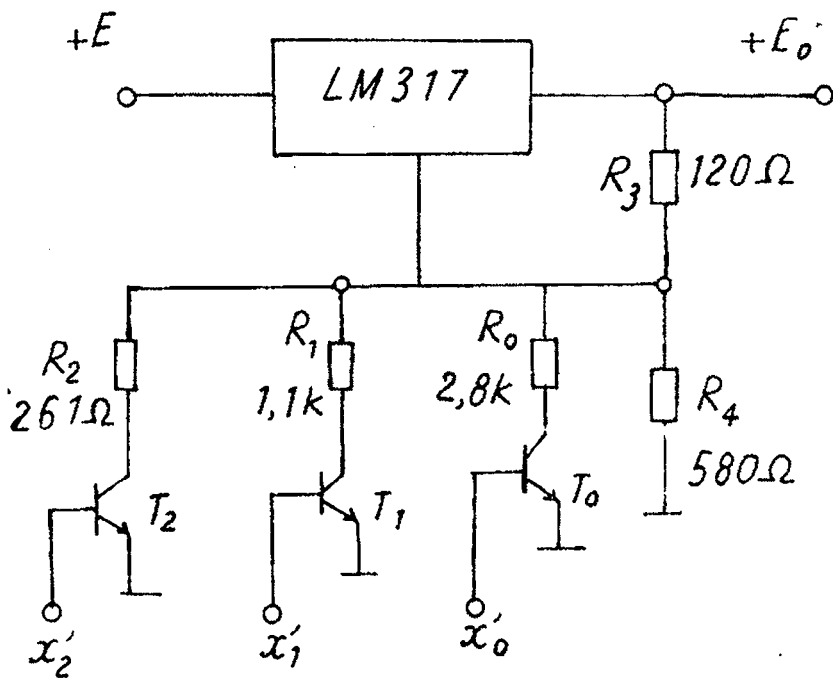
Với $x'_2 = x'_0 = 1$; $x'_1 = 0$, ta có

$$E_{0_2} = 1,2V \left(1 + \frac{R_0 // R_2 // R_4}{120} \right) = 1,2V \left(1 + \frac{0,169}{0,12} \right) \\ = 2,9V$$

Cuối cùng với $x'_2 = 0$ và $x'_1 = x'_0 = 1$, ta có

$$E_{0_4} = 1,2V \left(1 + \frac{R_0 // R_1 // R_4}{120} \right) = 1,2 \left(1 + \frac{0,335}{0,12} \right) \\ = 4,55V.$$

Ta có sơ đồ hình 2.34 và bảng giá trị E_0 đã tính theo mã điều khiển các cửa chọn là bù logic của mã 8421 như sau :



Hình 2.34

| m_i | $x'_2 x'_1 x'_0$ | $E_o(V)$ |
|-------|------------------|----------|
| m_0 | 1 1 1 | 2,67 |
| m_1 | 1 1 0 | 2,75 |
| m_2 | 1 0 1 | 2,9 |
| m_3 | 1 0 0 | 3 |
| m_4 | 0 1 1 | 4,55 |
| m_5 | 0 1 0 | 5 |
| m_6 | 0 0 1 | 6 |
| m_7 | 0 0 0 | 7 |

Kết quả là các mức ứng với mintéc (của mã 8421) m_7 , m_6 , m_5 và m_3 tương ứng đúng với trọng số nhị phân đối với giá trị áp ra E_o , còn các mintéc còn lại chỉ đảm bảo tính quy luật và là các giá trị quy ước.

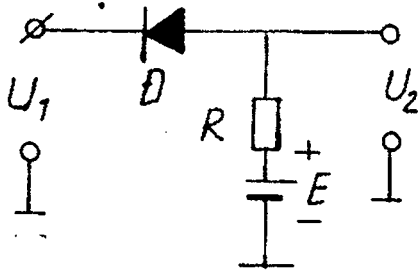
Chương 3

ĐỀ BÀI TẬP PHẦN 1

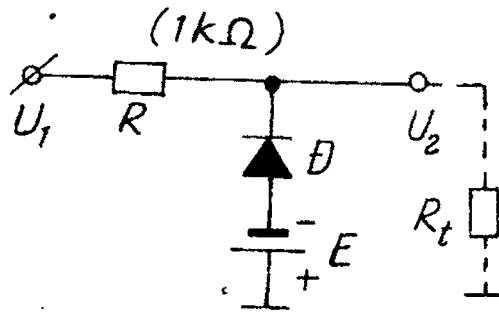
Bài tập 3.1. Cho mạch điện hình 3.1. Biết $U_1(t)$ là 1 điện áp dạng tam giác đối xứng qua gốc tọa độ, có biên độ $U_{1m} = \pm 6V$, chu kì $T_1 = 10ms$. Giả thiết diốt lí tưởng, $E = +3V$, $R = 3k\Omega$.

a) Phân tích hoạt động của sơ đồ qua đó xác định dạng đặc tuyến truyền đạt điện áp U_2 (U_1) (lí tưởng).

b) Xác định dạng $U_2(t)$ và tính các tham số của $U_2(t)$: Biên độ đỉnh dương và âm, độ rộng sườn phía trước, đỉnh, phía sau.



Hình 3.1



Hình 3.2

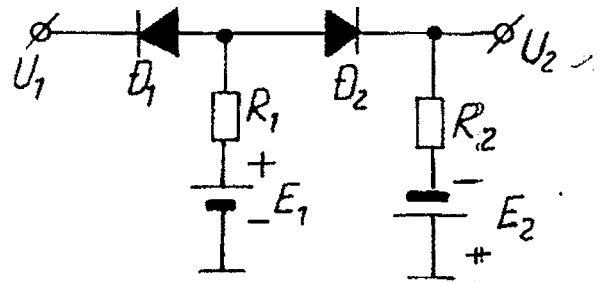
Bài tập 3.2. Cho mạch điện hình (3.2). Với $U_1(t)$ có dạng tam giác chu kì $T_1 = 20\text{ms}$, biên độ $U_{1m} = +5\text{V}$. (dạng U_1 đối xứng qua gốc tọa độ); $R \ll R_t$. Diốt lúc mở tương đương nguồn áp lí tưởng (có $U_D = \pm 0,6\text{V}$; $R_D = 0$); nguồn $E = -3\text{V}$.

- Phân tích tóm tắt hoạt động của sơ đồ khi có $U_1(t)$ tác động qua đó xác định dạng đặc tuyến $U_2(U_1)$.
- Vẽ dạng $U_2(t)$ theo $U_1(t)$ đã cho.
- Xác định các tham số của $U_2(t)$: Biểu đồ đỉnh (dương và âm), độ rộng các sườn xung, độ rộng đỉnh, chu kì xung T_2 .

Bài tập 3.3. Cho mạch điện hình 3.3.

Giả thiết các van D_1, D_2 là lí tưởng ($R_{thuận} \ll R_1, R_2 \ll R_{ngược}$ điện áp trên diốt mở bằng 0).

$U_1(t)$ là 1 điện áp tam giác đối xứng qua gốc với biên độ $U_{1m} = \pm 6\text{V}$, chu kì $T_1 = 30\text{ms}$. $E_1 = +3\text{V}$; $E_2 = -2\text{V}$.



Hình 3.3

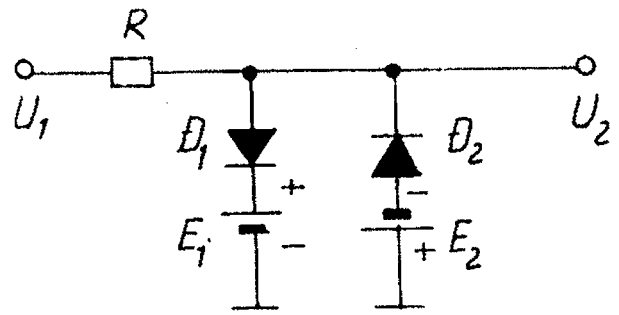
- Phân tích hoạt động của sơ đồ, qua đó xác định dạng của đặc tính truyền đạt điện áp (lí tưởng): $U_2(U_1)$ của mạch.
- Vẽ dạng $U_2(t)$ theo tác động $U_1(t)$ đã cho.
- Xác định các giá trị tham số của $U_2(t)$ ở cả hai bán kì dương và âm: Biên độ, độ rộng sườn trước, độ rộng sườn sau, độ rộng đỉnh.

Bài tập 3.4. Cho mạch điện hình 3.4 với các tham số sau :
 Diốt là các van lí tưởng lúc mở điện áp trên nó :

$$U_{D1} = U_{D2} = +0,6V.$$

(coi như 1 nguồn áp lí tưởng).

Biết $E_1 = +2V$; $E_2 = -3V$
 $U_1(t)$ có dạng là 1 xung tam giác đối xứng qua gốc với biên độ $U_{1m} = \pm 5V$, chu kì $T_1 = 20ms$. Giả thiết $R = 1k\Omega$; $R_1 = 20k\Omega \gg R$.



Hình 3.4

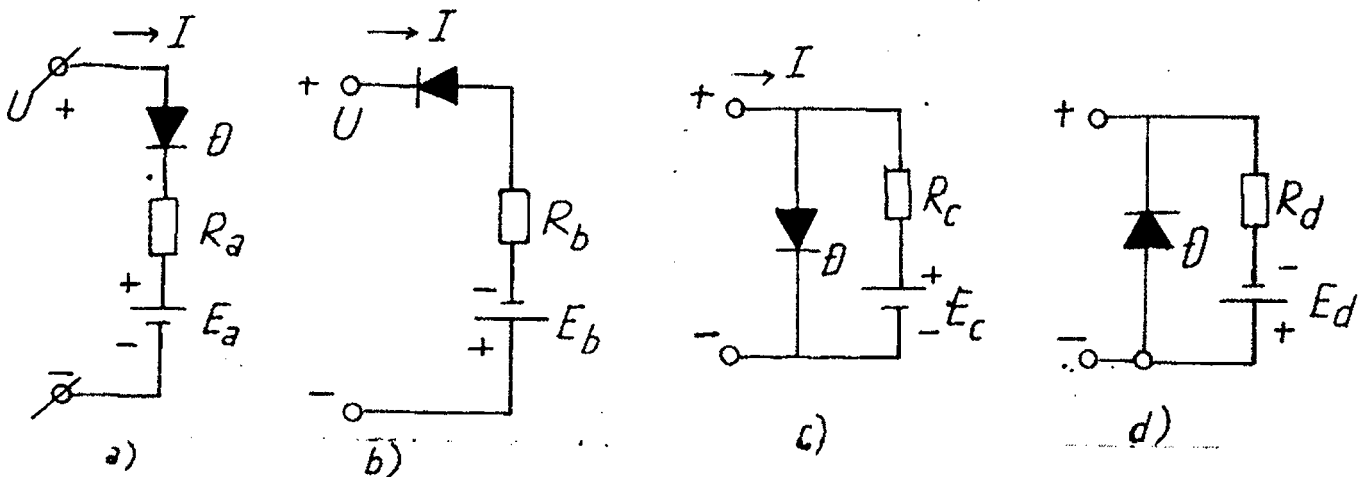
a) Phân tích trạng thái hoạt động của sơ đồ khi có điện áp $U_1(t)$ tác động trong 1 chu kì

b) Xác định dạng đặc tuyến $U_2(U_1)$ của mạch qua đó vẽ dạng $U_2(t)$ phù hợp với $U_1(t)$ đã cho.

c) Tính các tham số của điện áp $U_2(t)$ ở cả hai bán kì dương và âm : Biên độ, độ rộng sườn trước, sườn sau, độ rộng đỉnh.

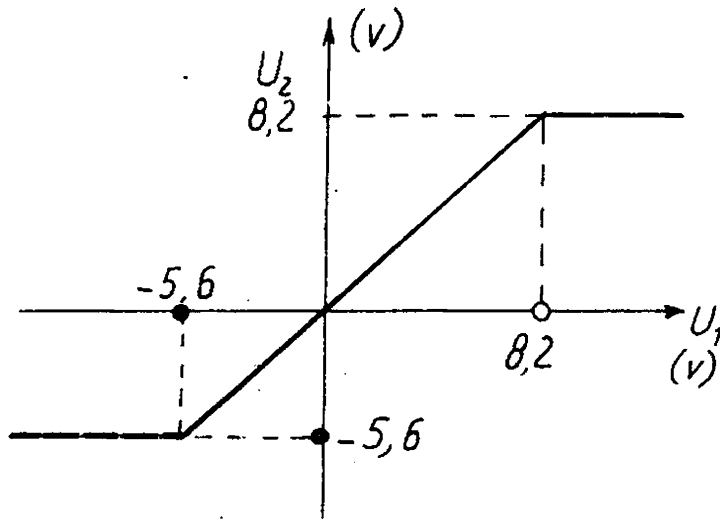
Bài tập 3.5. Cho các mạch điện hình 3.5a, 3.5b, 3.5c và hình 3.5d. Giả thiết các nguồn điện áp là lí tưởng, diốt lí tưởng. Hãy xác định dạng đặc tuyến von - ampe lí tưởng của các mạch trên, biết rằng

$$\begin{aligned} E_a &= \pm 1V ; & R_a &= 1k\Omega \\ E_b &= 1,5V ; & R_b &= 1k\Omega \\ E_c &= 3V ; & R_c &= 2k\Omega \\ E_d &= 5V ; & R_d &= 2,5k\Omega \end{aligned}$$

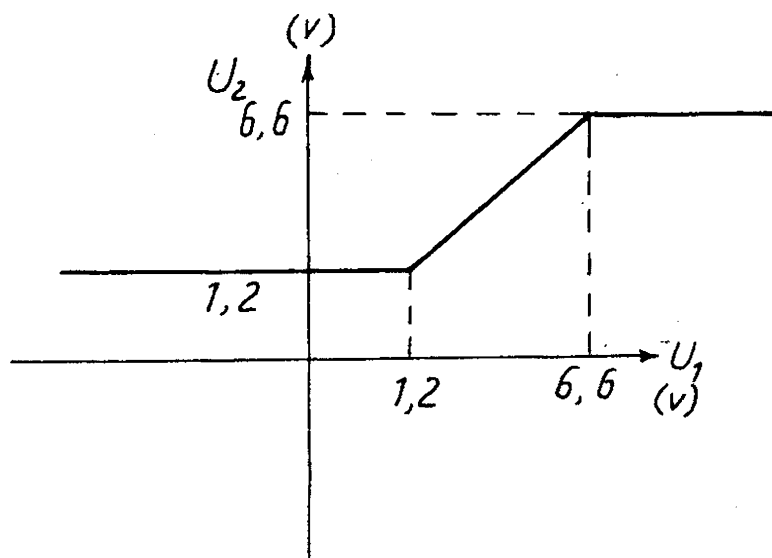


Hình 3.5

Bài tập 3.6. Để đạt được các đặc tính truyền đạt điện áp lí tưởng có dạng hình 3.6a và hình 3.6b. Người ta dùng các mạch hạn chế trên và hạn chế dưới kết hợp



a)



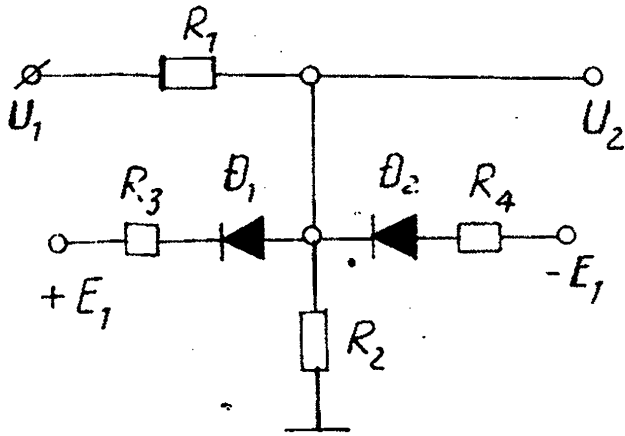
b)

Hình 3.6

a) Tìm cấu trúc các mạch hạn chế (kiểu song song) thực hiện được các dạng đặc tuyến tương ứng đã cho.

b) Có thể thay thế các diốt thường trong các mạch ở câu a bằng diốt zener được không? nếu được vẽ mạch thích hợp, trong trường hợp nào thì không dùng DZ được?

Bài tập 3.7. Mạch điện hình 3.7 để xấp xỉ tín hiệu $U_2(t)$ (gần đúng hình sin) bằng 1 điện áp tam giác $U_1(t)$ kiểu dùng đường gãy khúc:



Hình 3.7

a) Giải thích nguyên lý hoạt động của mạch, qua đó vẽ dạng $U_2(t)$ theo dạng $U_1(t)$ (tổng quát)

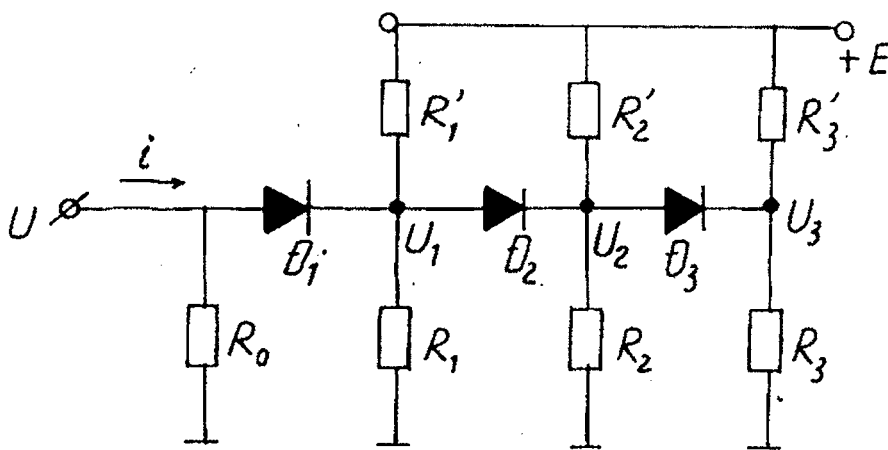
b) Với $U_1(t)$ biên độ $U_{1m} = \pm 6V$, $R_1 = R_2 = 4R_3 = 4R_4$.

Giả thiết các diốt là lí tưởng (khóa với $R_{ngược} \rightarrow \infty$, mở với $R_{thuận} \rightarrow 0$) $E_1 = \pm 3V$.

Tính độ dốc của các đoạn gãy khúc và giá trị $\pm U_{2m}$

c) Hãy vẽ $U_2(t)$. Suy rộng trong trường hợp dùng 3 nhánh D_1, D_3, D_5 với R_{31}, R_{33}, R_{35} và D_2, D_4, D_6 với các điện trở $T_{4.2}, R_{4.4}$ và $R_{4.6}$ (khi đó chọn $U_{1m} > E_1 > E_2 > E_3 > 0$).

Bài tập 3.8. Mạch điện hình 3.8 dùng để xấp xỉ đặc tuyến von - ampe bậc hai (dạng đường parabol): $i = au^2$ bằng 1 đường gãy. (ở góc phần tư thứ nhất).



Hình 3.8

Giả sử các van diốt là lí tưởng.

a) Giải thích hoạt động của mạch khi các điện áp trong mạch thỏa mãn điều kiện:
 $0 < U_1 < U_2 < U_3 < +E$.

b) Giả thiết giá trị các điện trở chia áp là đều :

$$R_0 = R_1 = R_2 = R_3 = 1k\Omega ; E = +5V.$$

Hãy vẽ dạng đặc tuyến von-ampe gãy khúc trong hai trường hợp sau :

1) $U_1 = 2V ; U_2 = 3V ; U_3 = 4V$

2) $U_1 = 2V ; U_2 = 2,8V ; U_3 = 3V$

c) Có nhận xét gì về sai số xấp xỉ khi lựa chọn các mức điện áp khóa diốt U_1, U_2, U_3

(tính sai số cực đại trong mỗi đoạn xấp xỉ và sai số trung bình với các đoạn).

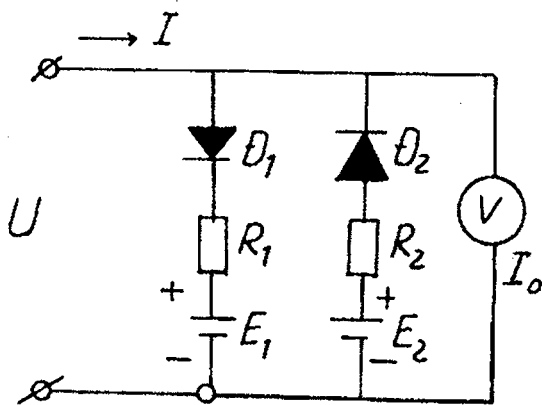
Bài tập 3.9. Cho mạch điện hình 3.9 với các tham số sau :

D_1 và D_2 là các van lí tưởng.

$$R_1 = 5k\Omega , E_1 = 2V.$$

$$R_2 = 1k\Omega , E_2 = 1V.$$

I_0 là nguồn dòng điện 1mA.



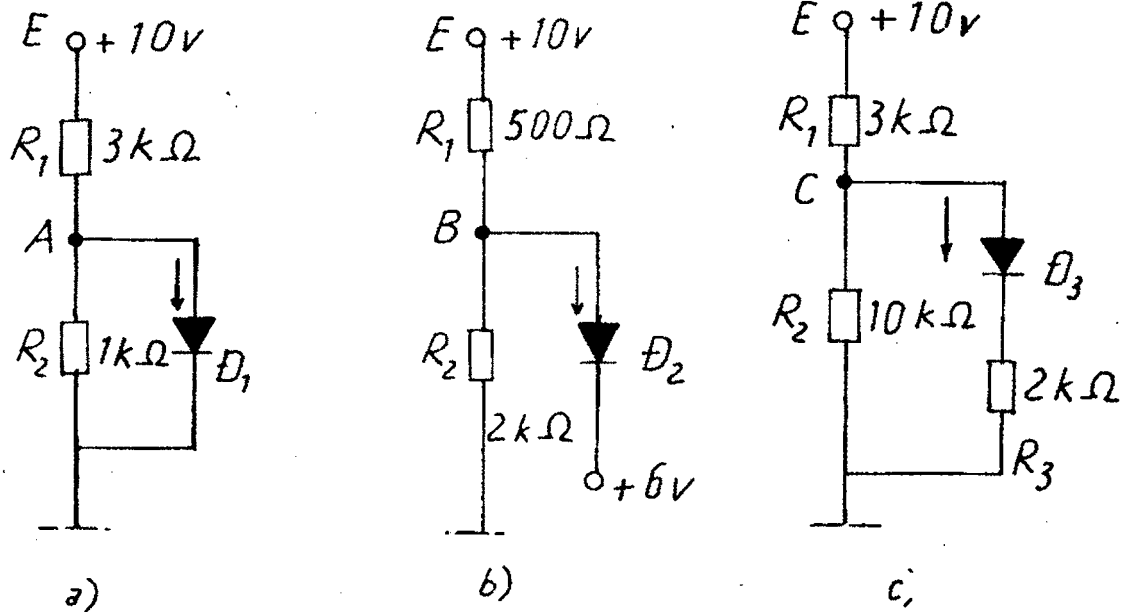
Hình 3.9

a) Giải thích hoạt động của sơ đồ khi tăng điện áp vào dần từ 0^V đến 10^V .

b) Xác định dạng đặc tuyến von-ampe của mạch đã cho ở hình 3.9.

c) Qua dạng đặc tuyến von-ampe đã vẽ, viết các biểu thức tương ứng của hàm $i = f(u)$ trong các miền điện áp vào khác nhau.

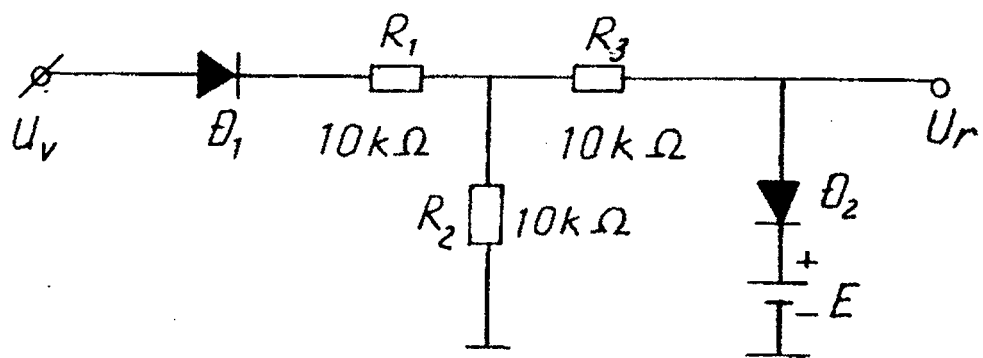
Bài tập 3.10. Cho ba mạch điện mắc như hình 3.10a, b và c. Các giá trị điện áp và điện trở của mạch cho trên hình vẽ. Hãy xác định dòng I_D qua mỗi diốt và tính điện thế tại điểm A, B và C của mạch tương ứng. Biết rằng sụt áp thuận trên diốt là $+0,7V$.



Hình 3.10

Bài tập 3.11. Cho mạch điện hình 3.11. Giả thiết D_1, D_2 là các van dòng điện lí tưởng.

a) Hãy xác định dạng đặc tuyến truyền đạt điện áp U_{ra} ($U_{vào}$) của mạch đã cho. Nếu giả thiết diốt lúc mở là 1 nguồn áp lí tưởng với giá trị điện áp hở mạch là $U_D = +0,7V$, lúc khóa là nguồn dòng lí tưởng có trị số $I_S \approx 0$, dạng đặc tuyến đã vẽ có gì thay đổi ?

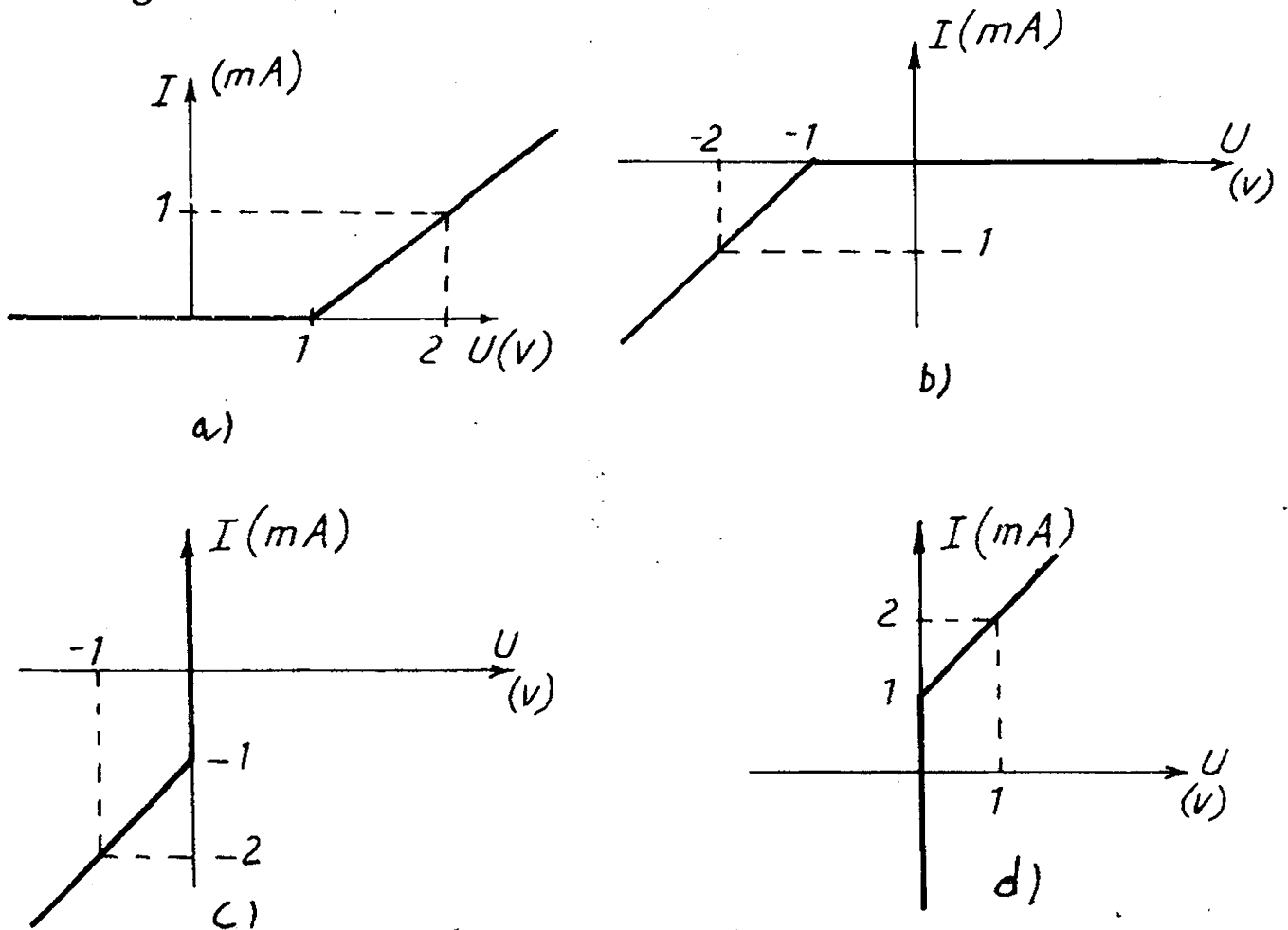


Hình 3.11

b) Nếu $U_{vào}(t)$ có dạng là 1 điện áp tam giác đối xứng qua gốc có chu kì $T_{vào} = 20ms$ và biên độ $U_{vm} = \pm 15V$, $E = +6,8V$. Hãy xác định dạng $U_{ra}(t)$ phù hợp với $U_v(t)$ đã cho và tính các tham số của $U_{ra}(t)$. Biết rằng điện áp thuận rơi trên diốt D_1 và D_2 là $+0,7V$.

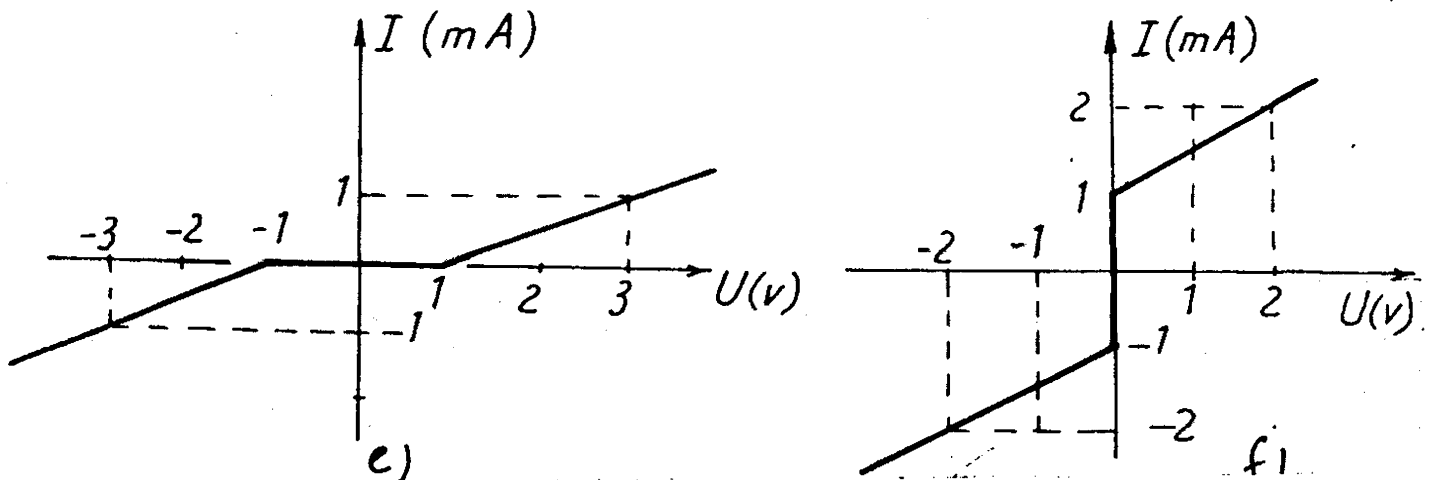
Bài tập 3.12

a) Hãy sử dụng 1 điện trở R , nguồn 1 chiều E và 1 diốt lí tưởng để tạo ra các mạch điện có các đặc tuyến von-ampe dạng hình 3.12a, b, c hoặc d. Hãy tìm giá trị tương ứng của R và E trong mỗi hình.



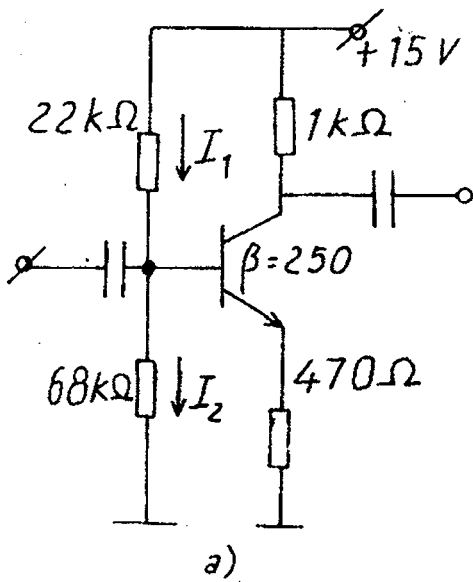
Hình 3.12

b) Tìm cấu trúc mạch gồm diốt, điện trở và nguồn 1 chiều để thực hiện được đặc tuyến von-ampe dạng hình 3.12e và f.



Hình 3.12

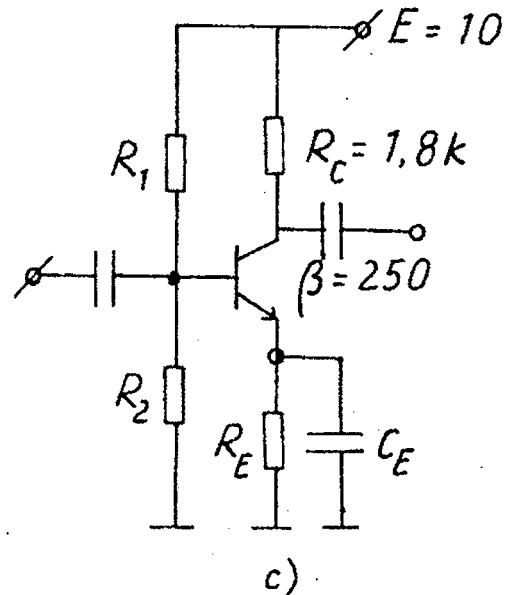
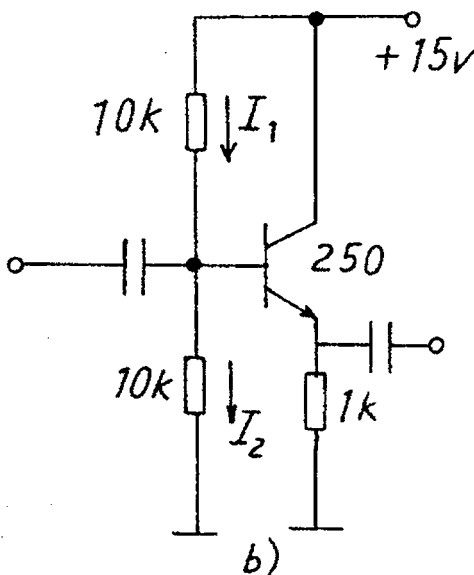
Bài tập 3.13. Cho các mạch khuếch đại 1 tầng dùng tranzito với các tham số cho trước trên các hình 3.13 (a) (b) (c).



a) Xác định các dòng điện và điện áp 1 chiều trên các cực của tranzito trong sơ đồ 3.13 a và b.

b) Do bỏ qua dòng I_B để tính điện áp trên cực bazơ của các sơ đồ hình 3.13 a và 3.13b đã phạm phải sai số là bao nhiêu phần trăm (vì xấp xỉ $I_1 \approx I_2$) ?

c) Trong sơ đồ hình 3.13c biết $I_c = 2\text{mA}$, $U_{CE} = 5\text{V}$ xác định các giá trị điện trở còn lại trong sơ đồ : R_1 , R_2 và R_E .



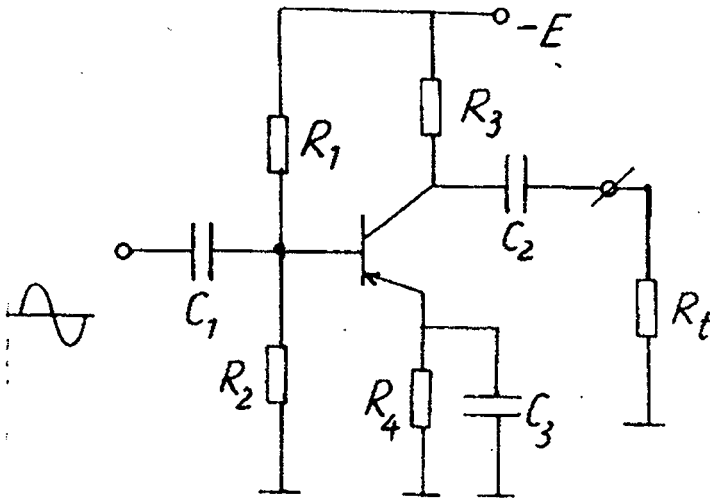
Hình 3.13

Bài tập 3.14. Cho mạch điện hình 3.14.

Biết rằng $E = -9\text{V}$; $R_1 = 33\text{k}\Omega$; $R_2 = 6\text{k}\Omega$; $R_3 = 3,9\text{k}\Omega$; $R_4 = 1\text{k}\Omega$. $R_{\text{nguồn}} = 0,5\text{k}\Omega$; $\beta = 60$; $r_{BE} = 3\text{k}\Omega$.

Chọn $U_{BEA} = -0,2\text{V}$; $R_t = 18\text{k}\Omega$

a) Xác định các giá trị dòng và áp 1 chiều trên các cực của tranzito



Hình 3.14

b) Vẽ dạng đặc tính tải 1 chiều, xác định vị trí điểm làm việc tĩnh Q_A .

c) Tính $R_{vào}$ và hệ số khuếch đại điện áp

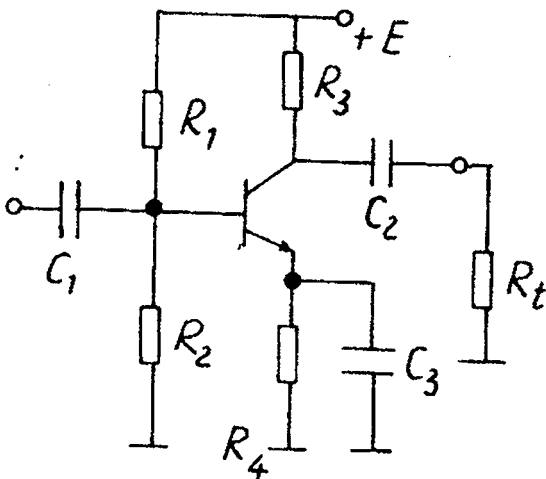
$$A_u = \frac{U_{ra}}{U_{vào}}$$
 của mạch.

d) Cho điện áp vào xoay chiều có dạng hình sin (hình 3.14), vẽ dạng điện áp (cả thành phần 1 chiều và xoay chiều) trên các cực của tranzito (B, E và C).

Bài tập 3.15. Cho mạch hình 3.15 với các tham số cho trên hình vẽ là : $E = 12V$; $\beta = 100$; $R_1 = 22k\Omega$

$$R_2 = 4,7k\Omega ; \quad R_3 = 2,7k\Omega ; \quad R_4 = 1k\Omega$$

$$R_1 = 3,9k\Omega. \quad U_{BE(A)} = 0,6V$$



Hình 3.15

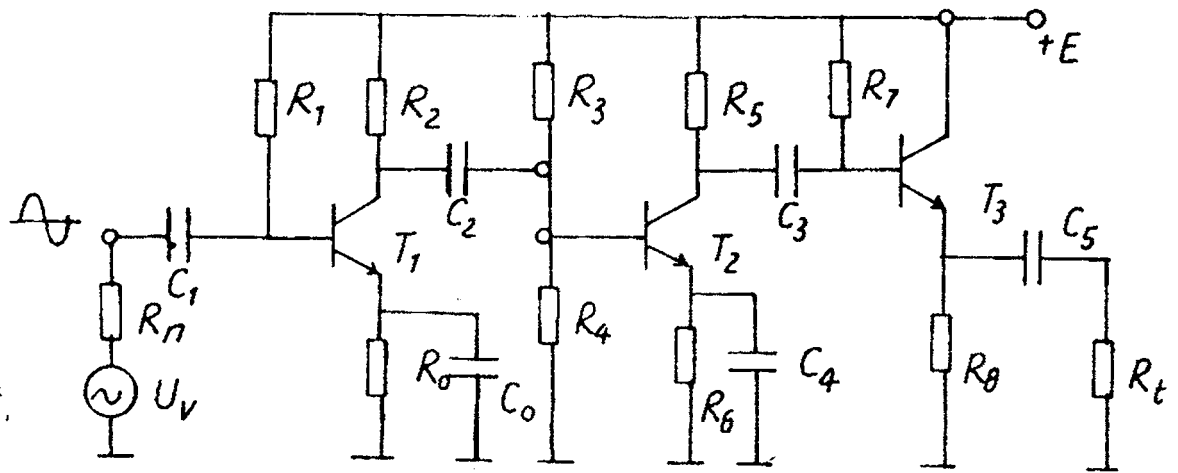
a) Xác định các giá trị dòng và áp 1 chiều trên các cực của tranzito.

b) Vẽ đường tải 1 chiều của tầng khuếch đại và xác định điểm Q_A trên đồ thị.

c) Xác định $R_{vào}$ và A_u của mạch.

d) Biết A_u lúc hở mạch tải là 85, hãy tính giá trị A_u khi mắc tải $R_t = 10k\Omega$ vào mạch ? so với trường hợp $R_t = 3,9k\Omega$ có nhận xét gì ?

Bài tập 3.16. Hình 3.16 là sơ đồ 1 bộ khuếch đại điện áp tần thấp gồm 3 tầng dùng 3 tranzito T_1 , T_2 và T_3



Hình 3.16

Biết các tham số của mạch :

$$E = +12V ; \beta_1 = 60 ; \beta_2 = 60$$

$$\beta_3 = 30 ; R_1 = 200k\Omega ; R_2 = 2k\Omega ; R_0 = 200\Omega$$

$$R_3 = 22k\Omega ; R_4 = 4,7k\Omega ; R_5 = 2,7k\Omega ; R_6 = 1k\Omega$$

$$R_8 = 2k\Omega. \text{ Chọn } R_{BEA} \text{ của các tranzito khuếch đại là } +0,6V.$$

a) Xác định các dòng và áp 1 chiều trên các cực của T_1 , T_2 và T_3 .

b) Hãy vẽ dạng điện áp $U(t)$ trên các cực E và C của các tranzito khi U_v là 1 hình sin (chú ý các kết quả đã tính được của câu a).

c) Tính hệ số khuếch đại điện áp của mỗi tầng A_1 , A_2 và biết rằng trên tải R_t ở lối ra ta được $U_{ram} = 4V$ khi $U_{vm} = 20mV$, giả thiết $R_{ng} = 0$; $R_{v1} = 15k\Omega$; $R_{v2} = 2k\Omega$.

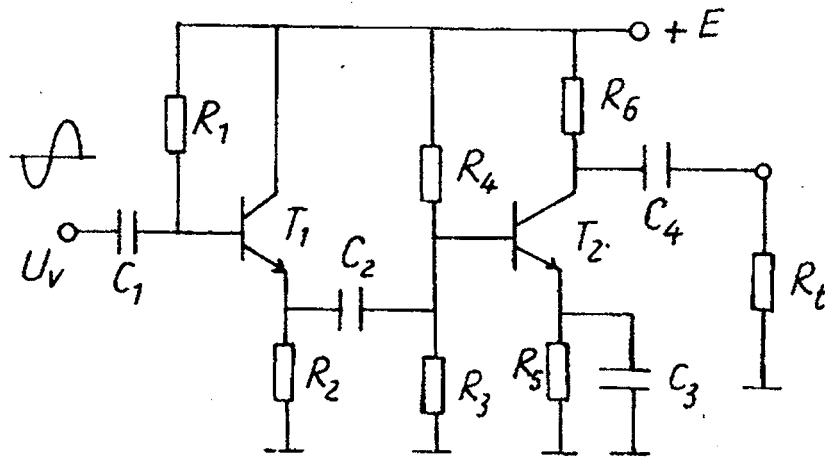
Bài tập 3.17. Cho mạch khuếch đại hình 3.17

$$\text{Biết } E = 24V ; \beta_1 = 50 ; \beta_2 = 150 ; C_1 = C_2 = C_3 = C_4 =$$

$$10\mu F ; R_6/R_5 = 2 ; \frac{(R_3/R_4)}{R_5} = 8 ; R_1 = 200k\Omega ; R_2 = 4k\Omega$$

$$R_3 = 10k\Omega ; \text{ chọn } U_{BEA} = +0,6V.$$

a) Nêu các đặc điểm chính của sơ đồ, vẽ $U(t)$ tại các cực của T_1 và T_2 khi biết $U_v(t)$ hình sin (xem hình 3.17).



Hình 3.17

b) Xác định điểm làm việc 1 chiều của T_1 : Q_1

Dựng đường tải 1 chiều và chỉ ra vị trí Q_1 đối với T_1

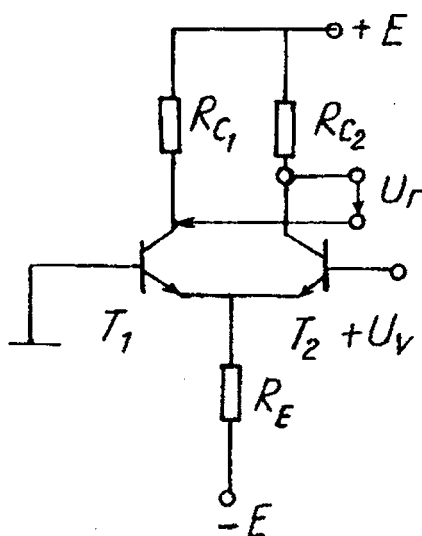
c) Biết điểm làm việc 1 chiều của Q_2 là $I_{CA} = 5\text{mA}$ và $U_{CE(A)} = 10\text{V}$. Xác định các giá trị điện trở R_3 , R_4 , R_5 và R_6 của tầng T_2 .

d) Biết Ao của mạch (lúc hở mạch R_L) là 40dB. Xác định hệ số khuếch đại điện áp Au của sơ đồ khi nối tải $R_L = 3,9\text{k}\Omega$.

Bài tập 3.18. Cho các mạch điện hình 3.18a, b, c, với các tham số của linh kiện là : $E = \pm 12\text{V}$, $R_{C1} = R_{C2} = 10\text{k}\Omega$;

$R_E = 5\text{k}\Omega$, các tranzito khuếch đại có $r_{BE1} = r_{BE2} = r_{BE} = 50\text{k}\Omega$;

Biết điện áp lối vào trong cả 3 trường hợp là $U_v = +2,5\text{mV}$, $\beta = 100$, $R_i \rightarrow \infty$, $R_{ng} \approx 0$.

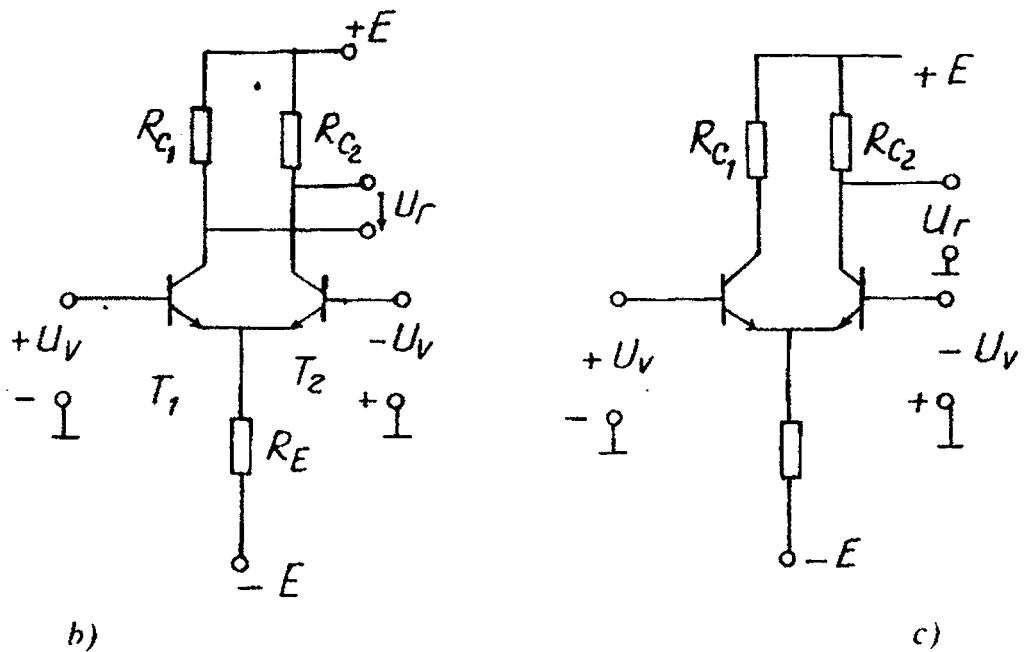


Hình 3.18 a)

a) Với mạch hình 3.18a xác định giá trị điện áp lối ra U_{ra} . Nếu đổi vị trí giữa 2 lối vào $U_{v1} > 0$; $U_{v2} = U_{B2}$ thì U_{ra} có gì thay đổi ?

b) Tính U_{ra} trong các trường hợp hình 3.18b và 3.18c.

c) Xác định giá trị các dòng điện vào và dòng điện ra trong 3 trường hợp trên.

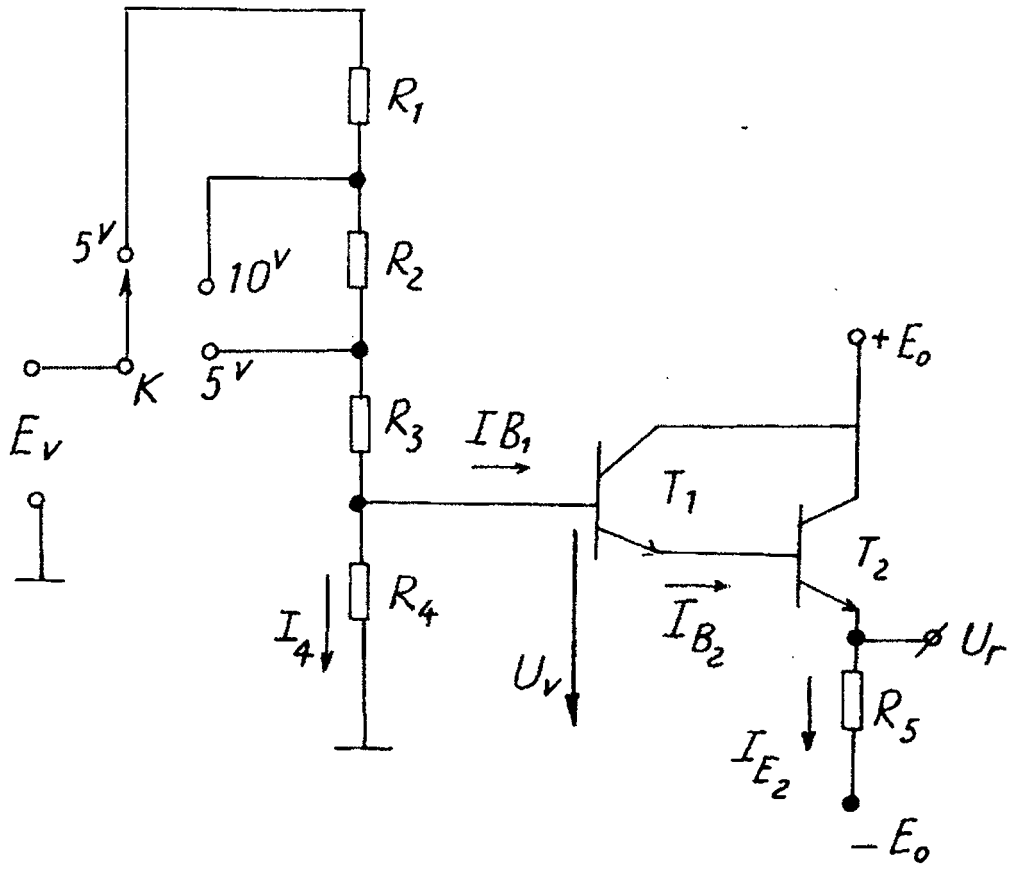


Hình 3.18

Bài tập 3.19. Mạch điện hình 3.19 là mạch điện lối vào của đồng hồ đo điện áp. Các tham số của sơ đồ là :

$$E_0 = \pm 12V ; R_1 = 150k\Omega ; R_2 = 50k\Omega ;$$

$$R_3 = 40k\Omega ; R_4 = 10k\Omega ; \beta_1 = \beta_2 = 100.$$



Hình 3.19

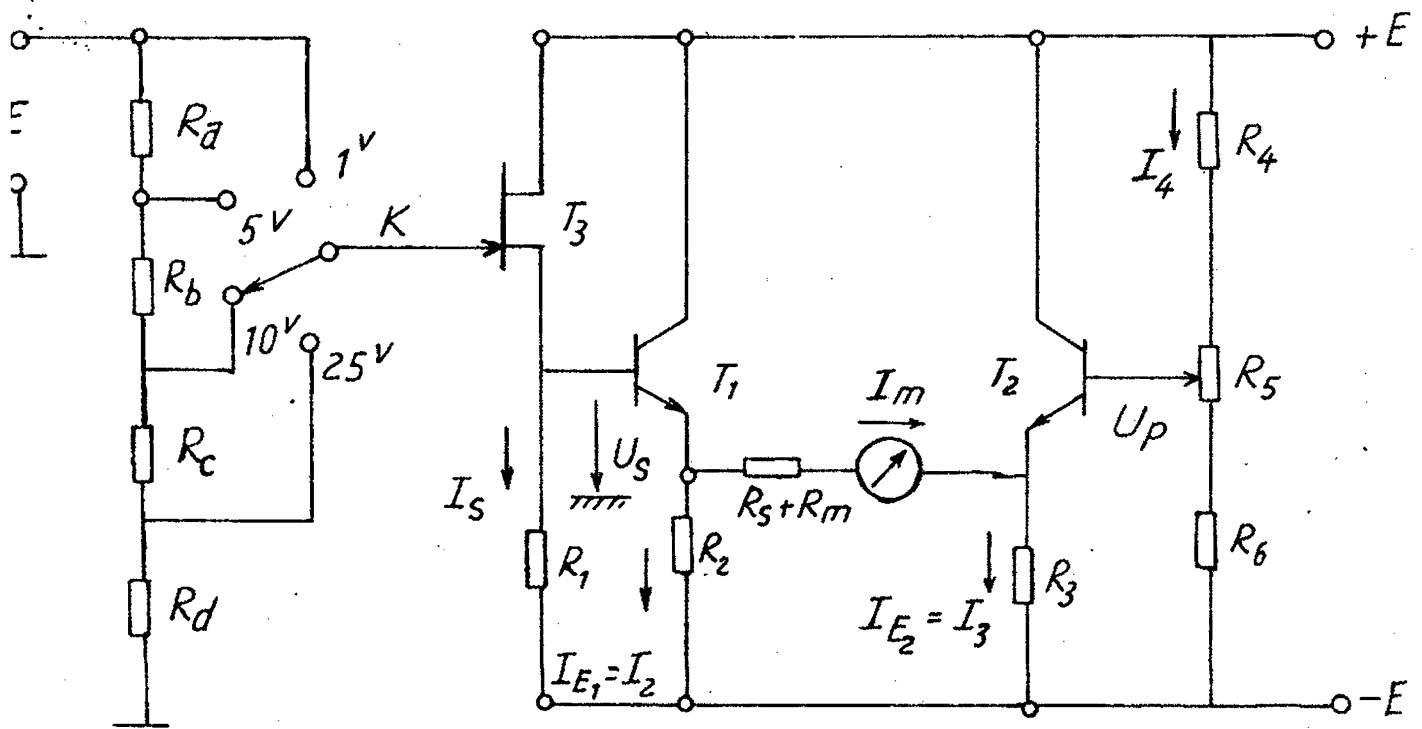
Biết $I_{E2} = 2,9\text{mA}$.

a) Tính dòng I_{B1} , I_{B2} , $U_{\text{vào}}$ ở các vị trí khác nhau của K và dải biến đổi tương ứng của I_4 .

b) Xác định điện trở vào R_{BE} của tranzito trong 2 trường hợp : chưa có T_1 và có thêm T_1 .

c) Xác định giá trị điện trở vào của mạch (khi có cả T_1 và T_2) trong từng khoảng đo khác nhau.

Bài tập 3.20. Sơ đồ hình 3.20 là mạch điện của một von kế điện tử mạch tải emitor với đầu vào dùng FET. Tham số của mạch : $E = \pm 12\text{V}$; $R_1 = 10\text{k}\Omega$; $R_2 = 5,6\text{k}\Omega$; $R_3 = 5,6\text{k}\Omega$; $R_4 = 1,2\text{k}\Omega$; $R_5 = 2\text{k}\Omega$; $R_6 = 2,7\text{k}\Omega$ và $R_s + R_m = 1\text{k}\Omega$. Dòng qua mạch đo tối đa (toàn thang đo) là $I_m = 1\text{mA}$. Các tranzito có $\beta = 100$. $U_{GS} = -5\text{V}$.



Hình 3.20

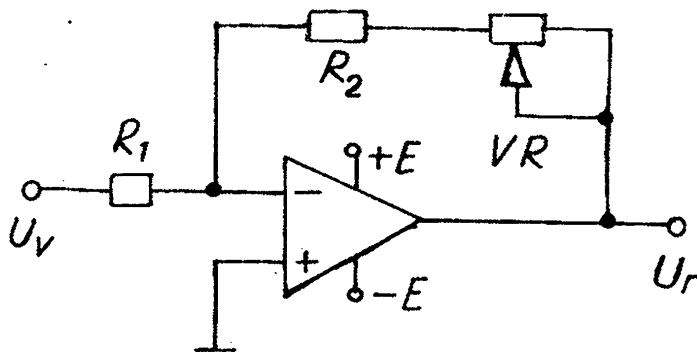
a) Hãy tính các tham số sau của mạch :

$U_p, I_s, I_{E_1}, I_{E_2}$ và dòng I_4 (h3.20)

Khi điện áp vào cực cửa của FET bằng 0 (lúc cân bằng)

b) Với $R_a = 800k\Omega$; $R_b = 100k\Omega$; $R_c = 60k\Omega$; $R_d = 40k\Omega$.
 Tính điện trở vào của vôn kế điện tử, biết dòng vào của FET là $I_G = 100nA$ ở các vị trí khác nhau của chuyển mạch K.

Bài tập 3.21. Cho mạch hình 3.21. Biết các tham số của mạch : $\pm E = \pm 15V$ điện áp bão hòa của IC chọn là $-E + 3V$ và $E - 3V$. ($U_{max}^+ = +12V$; $U_{max}^- = -12V$)



Hình 3.21

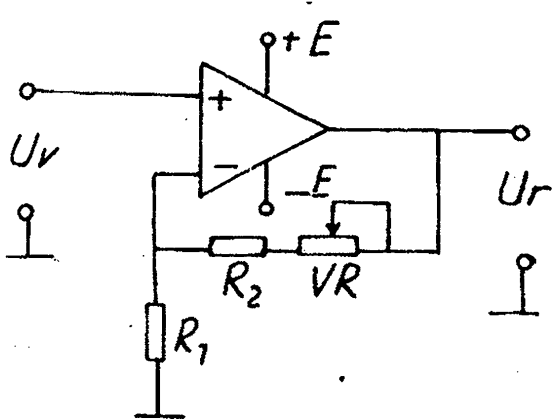
a) Thiết lập công thức

$$\text{tính } A = \frac{U_{ra}}{U_{vào}}$$

b) Tính dải U_{ra} khi VR thay đổi, biết rằng $R_1 = 1,5k\Omega$; $R_2 = 3,3k\Omega$; $VR = 150k\Omega$.

Mạch làm việc ổn định hơn khi VR = 0 hay khi VR = 150kΩ ?

c) Xác định khoảng giá trị VR gây méo cho tín hiệu R_{ra} và nêu vài biện pháp khắc phục.



Hình 3.22

Bài tập 3.22. Mạch hình 3.22 có các tham số sau :

$E = \pm 12V$. Điện áp bão hòa của IC $U_{max}^{\pm} = \pm 9V$; Điện áp vào $U_{vào} = 150mV$.

a) Thiết lập hệ thức tính

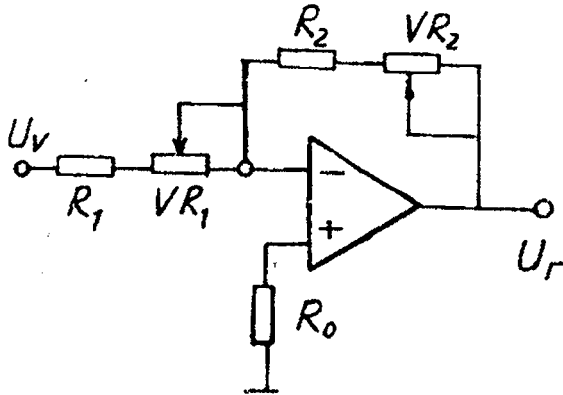
$$A = U_{ra}/U_{vào}$$

b) Xác định dải $U_{ra \min} \div U_{ra \max}$ khi VR = 0 ÷ 195kΩ, biết rằng $R_1 = 3k\Omega$; $R_2 = 6,8k\Omega$. Vị trí

nào IC làm việc ổn định hơn ? Vì sao ?

c) Tìm khoảng giá trị của VR để IC làm việc không bị bão hòa; giải thích trên đồ thị U_{ra} ($U_{vào}$) của IC.

Bài tập 3.23. Cho sơ đồ hình 3.23 VR₁ để hiệu chỉnh điểm 0 cho IC, biết $E = \pm 9V$, chọn điện áp bão hòa của IC là $U_{max}^{\pm} = \pm 8V$



Hình 3.23

a) Xác định hệ thức $A = U_{ra}/U_{vào}$

b) Xác định giá trị thiên áp lệch 0, U_{ro} ở 2 lối vào biết rằng $I_o^+ = I_o^- = 100nA$

$R_1 = 1,5k\Omega$; $R_2 = 15k\Omega$
 $R_0 = 8k\Omega$; $VR_1 = 10k\Omega$,
 $VR_2 = 300k\Omega$

Tìm giá trị thích hợp của VR₁ để IC được bù 0 hoàn toàn.

c) Khi đã có cân bằng, tính dải $U_{ra\ min} \div U_{ra\ max}$ khi thay đổi VR₂ trong dải $0 \div 300k\Omega$ với :

1) $U_{vào} = 50mV$

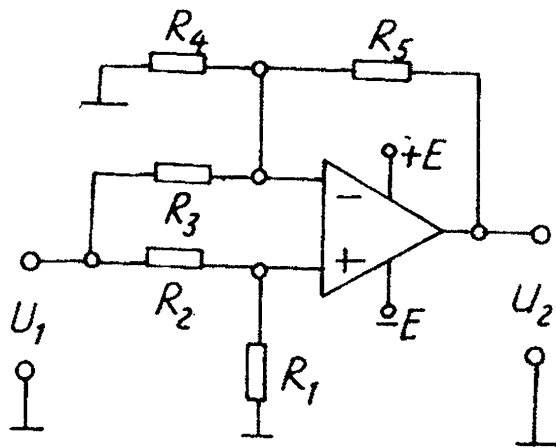
2) $U_{vào} = 150mV$.

Nhận xét kết quả và chỉ ra vị trí của VR₂ để IC không bị bão hòa.

Bài tập 3.24. Mạch điện hình 3.24 là 1 bộ khuếch đại vận năng. Biết $E = \pm 9V$; $R_1 = 20k\Omega$; $R_2 = 10k\Omega$; giả thiết K và α là các hằng số thỏa mãn điều kiện $k \geq 2$, $0 \leq \alpha \leq 1$; $R_1 = \alpha R_0$; $R_2 = (1 - \alpha)R_0$; $R_3 = \left(1 - \frac{1}{K}\right) R_4$; $R_5 = (k - 1)R_4$.

a) Tìm biểu thức tổng quát xác định U_2 theo U_1 và các tham số khác (K, α ...) của mạch.

b) Với $U_1 = 0,2V$; $K = 45$ xác định khoảng thay đổi của giá trị U_2 khi $0 \leq \alpha \leq 1$.



Hình 3.24

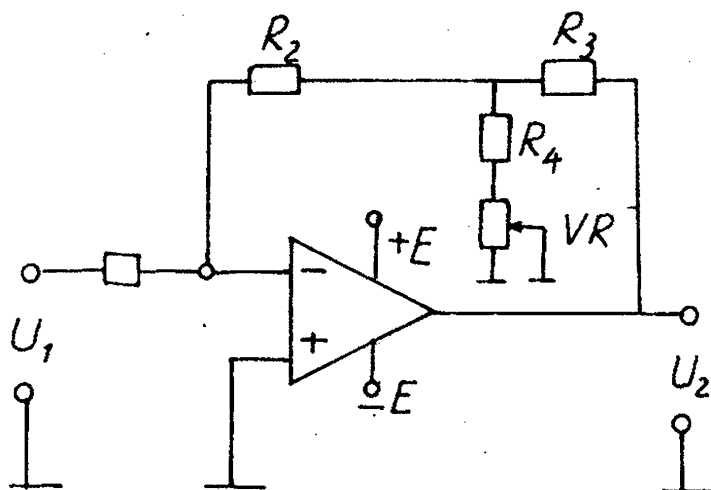
c) Với giả thiết $U_1 = 0,2V$ như câu trên, lúc α thay đổi trong cả dải đã cho, chế độ làm việc của IC có vùng bị rơi vào bão hòa. Xác định khoảng giá trị của α gây ra hiện tượng trên. (chọn mức ngưỡng bão hòa của IC là $U^\pm = \pm 8V$).

Bài tập 3.25. Cho mạch điện hình 3.25. Biết $R_1 = 10k\Omega$

$$R_2 = 110k\Omega ; R_3 = 15k\Omega ;$$

$$R_4 = 1k\Omega$$

$$VR = 2k\Omega ; E = \pm 12V$$



Hình 3.25

Điện áp bão hòa $U_{\max}^\pm = \pm 9V$. U_1 dạng hình sin biên độ $70mV$

a) Tìm hệ thức tính biên độ U_2 theo U_1 và các tham số của mạch (giả thiết IC lí tưởng và với số liệu đã cho $R_2 \gg \gg R_4 + VR$).

b) Tính khoảng giá trị thay đổi $A_{\max} \div A_{\min}$ và

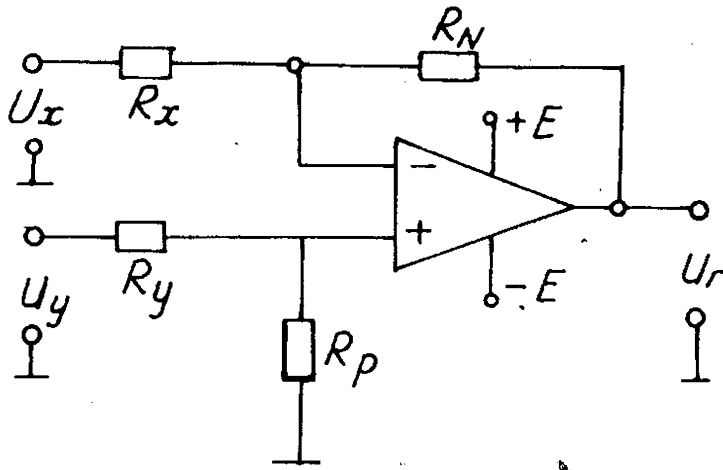
$U_{2 \max} \div U_{2 \min}$ khi VR biến đổi từ $0 \div 2k\Omega$

c) Tìm khoảng giá trị VR để IC làm việc không gây méo dạng cho U_2 (IC không bị bão hòa).

Bài tập 3.26. Mạch khuếch đại thuật toán hình 3.26 có các tham số sau : Nguồn cung cấp $E = \pm 9V$; $R_N = \alpha R_x$; $R_p = \beta R_y$ (α, β là các số thực).

a) Tìm hệ thức xác định điện áp lối ra U_{ra} theo các điện áp đặt tới lối vào U_x và U_y .

b) Hãy tính giá trị của U_{ra} trong hai trường hợp sau (cho biết $R_x = R_y = 10k\Omega$) :



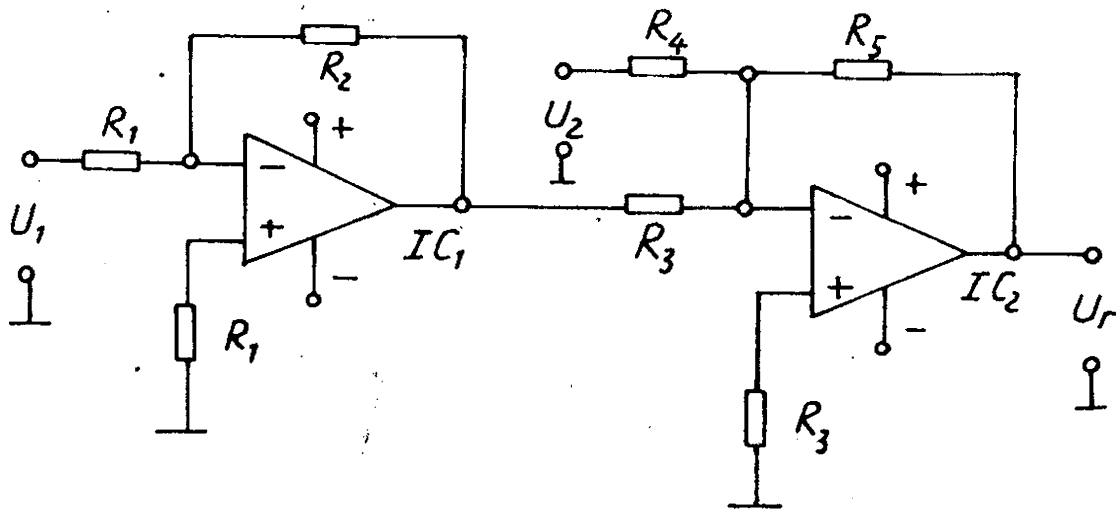
Hình 3.26

- 1) Khi $U_x = 20\text{mV}$
 $U_y = 50\text{mV}$; $\alpha = 3$; $\beta = 6$.
- 2) khi $U_x = -100\text{mV}$;
 $U_y = 180\text{mV}$; $\beta = 16$,
 $\alpha = 50$. Hãy nhận xét kết quả thu được ở hai trường hợp trên.

c) Giả thiết chọn $\alpha = \beta$, sai số của các hệ số này (do việc lựa chọn gần đúng các giá trị R_N, R_p) là 1%.

Xác định sai số ΔU_{ra} do nguyên nhân này gây ra (xét trong trường hợp $U_x = -100\text{mV}$; $U_y = 180\text{mV}$, $\alpha = \beta = 20$).

Bài tập 3.27. Cho mạch khuếch đại thuật toán hình 3.27a. Biết $E = \pm 5\text{V}$; $R_1 = 10\text{k}\Omega$; $R_2 = 25\text{k}\Omega$; $R_3 = 12\text{k}\Omega$; $R_5 = 240\text{k}\Omega$.

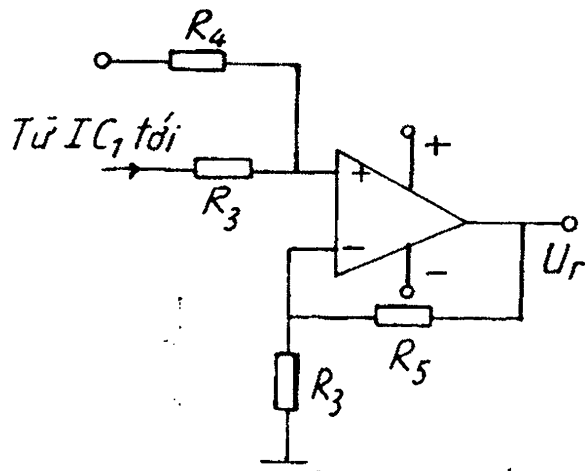


Hình 3.27 a)

a) Giả thiết IC_1, IC_2 lí tưởng, hãy thiết lập hệ thức tính điện áp lối ra U_{ra} theo các điện áp vào U_1, U_2 và tham số của sơ đồ.

b) Xác định U_{ra} trong hai trường hợp sau khi cho biết $U_1 = 100\text{mV}$, $U_2 = 40\text{mV}$.

1) Chọn giá trị $R_4 = 20\text{k}\Omega$.

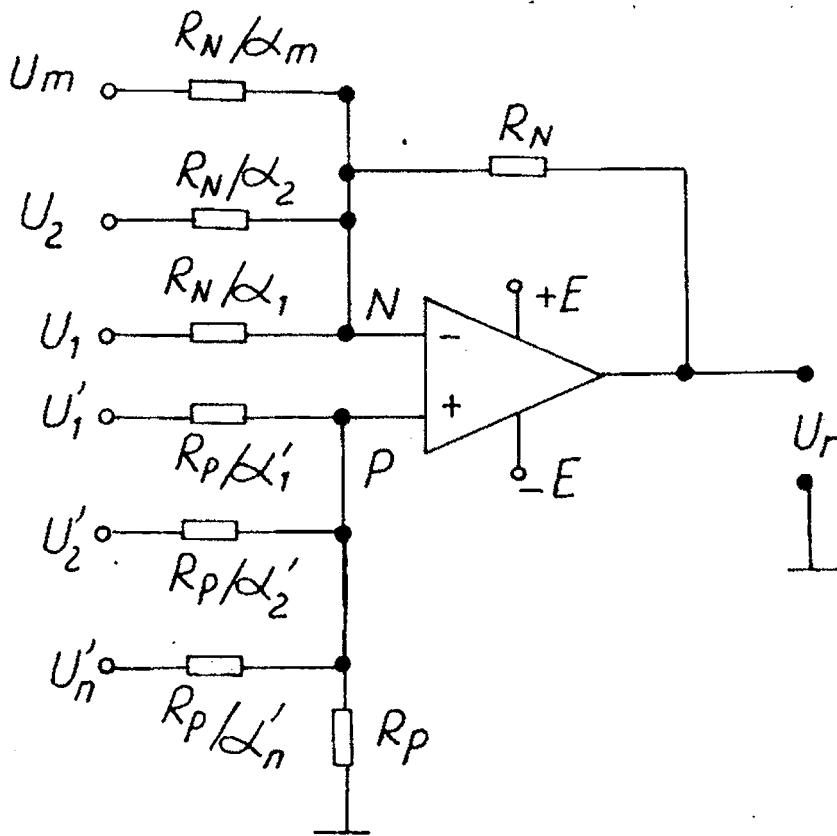


Hình 3.27 b)

2) Chọn giá trị $R_4 = 120k\Omega$.

Nhận xét kết quả thu được.

c) Nếu thay đổi vị trí R_5 như trong hình 3.27b. Xác định lại giá trị U_{ra} tương ứng với 2 trường hợp b) đã cho.



Hình 3.28

Bài tập 3.28*

Cho mạch hình 3.28 với n lối vào tới đầu p và m lối vào tới đầu N của IC. Giả thiết tính lý tưởng của IC, $\alpha_1, \dots, \alpha_m, \alpha'_1, \dots, \alpha'_n$ là các hệ số thực dương thỏa mãn điều kiện

$$\sum_{i=1}^m \alpha_i = \sum_{j=1}^n \alpha'_j$$

a) Thiết lập biểu thức tổng quát của U_{ra} theo các U_i và U'_j ($i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}$).

b) Viết hệ thức

tính U_{ra} trong các trường hợp riêng sau, sau đó vẽ sơ đồ tương ứng với từng trường hợp.

1) $m = n = 1; \alpha_1 = \alpha'_1;$

2) $m = n = 1; \alpha_1 = \alpha'_1;$

3) $m = n = 2$; $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha'_1 = \alpha'_2 = \alpha$.

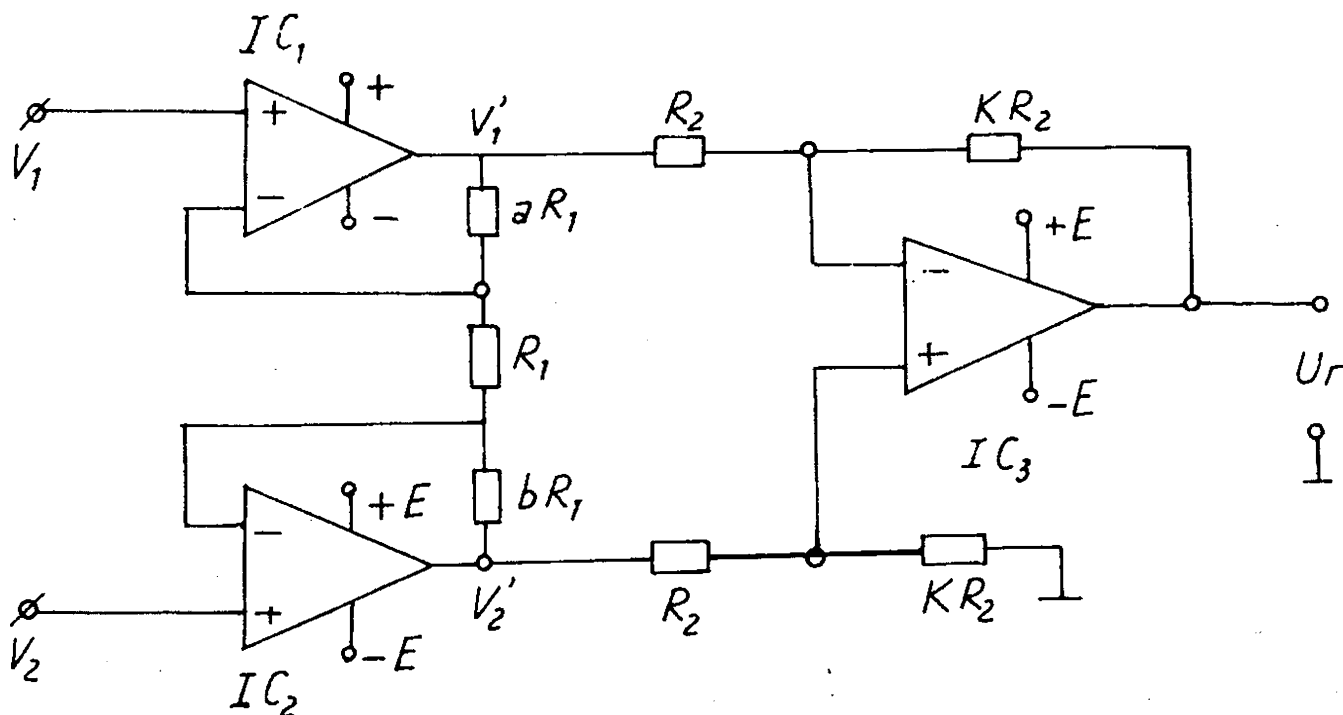
4) $m = n = 2$; $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$; $\alpha'_1 = \alpha'_2 = \beta$.

c) Xác định sai số ΔU_{ra} do sai số của α và β gây ra khi biết $\Delta\alpha/\alpha = \Delta\beta/\beta = 1\%$. Và

$U_1 = 15\text{mV}$; $U_2 = 35\text{mV}$; $U'_1 = 20\text{mV}$;

$U'_2 = 45\text{mV}$ ứng với trường hợp $m = n = 2$ và $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$; $\alpha'_1 = \alpha'_2 = \beta$ đã nêu ở b)

Bài tập 3.29.* Hình 3.29a là sơ đồ trừ vận năng dùng bộ IC theo nguyên tắc kiểu trừ điện thế.



Hình 3.29a)

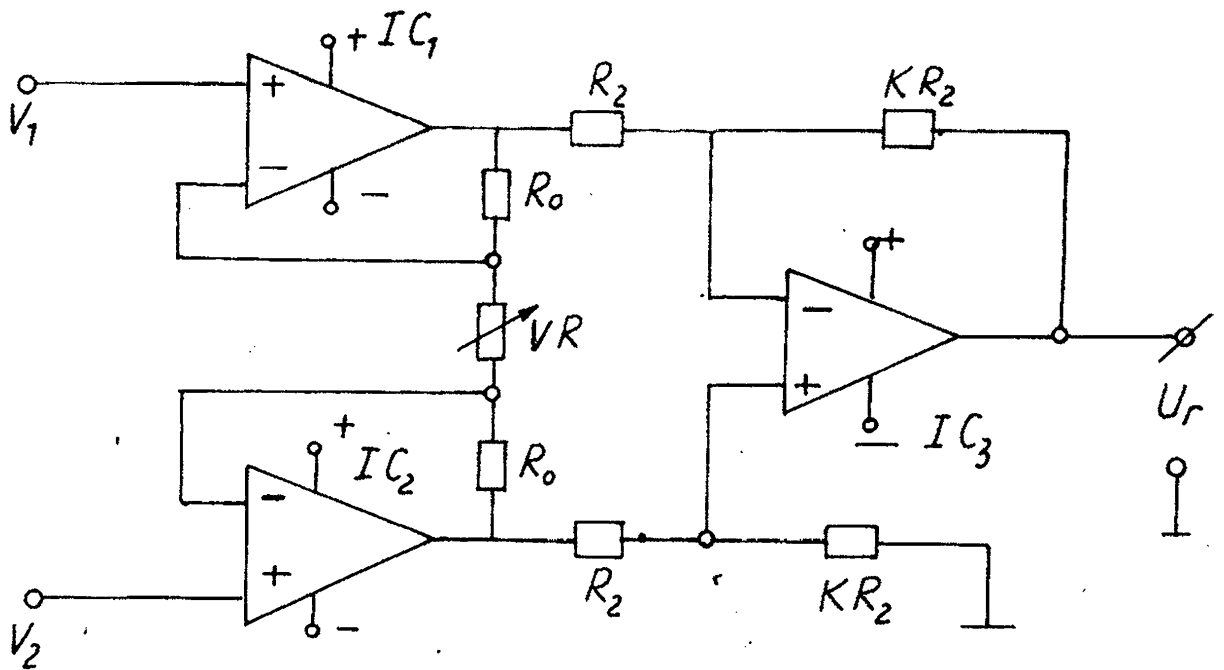
Với a, b, k là các hằng số thực dương

a) Giả thiết tính lí tưởng của các vi mạch, tìm hệ thức xác định U_{ra} theo các tham số của mạch và V_1, V_2 ?

b) Với $V_1 = 20\text{mV}$; $V_2 = 50\text{mV}$; $a = b = 4,5$; $R_1 = 10\text{k}\Omega$; $k' = 10$, xác định U_{ra} trong trường hợp này.

c) Tại vị trí các điện trở aR_1, bR_1 và R_1 ta thay thế bằng R_o, R_o và VR (h. 3.29b). Hãy xác định hệ thức tính U_{ra} trong trường hợp này khi VR thay đổi giá trị trong khoảng.

$$0,2R_o < VR < 0,8R_o$$

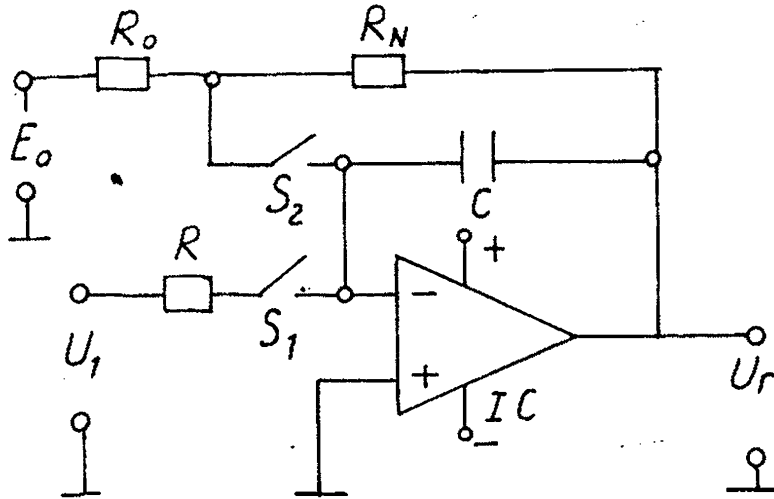


Hình 3.29b)

d) Nếu đổi vị trí giữa 2 đầu vào N và P của IC_1 và của IC_2 (lúc đó V_1 và V_2 đặt tới lối vào N) thì kết quả đã thu được của câu a) có gì thay đổi ?

Bài tập 3.30. Mạch điện hình (3.30) là sơ đồ 1 bộ tích phân

tạo được ở lối ra 1 điện áp 1 chiều U_{ra} độc lập với $U_1(t)$



Hình 3.30

a) Phân tích hoạt động của mạch ứng với 3 trạng thái khác nhau của S_1 và S_2 (theo trình tự)

1) S_2 nối mạch S_1 hở mạch

2) S_2 hở mạch S_1 nối mạch

3) S_2 hở mạch S_1 hở mạch

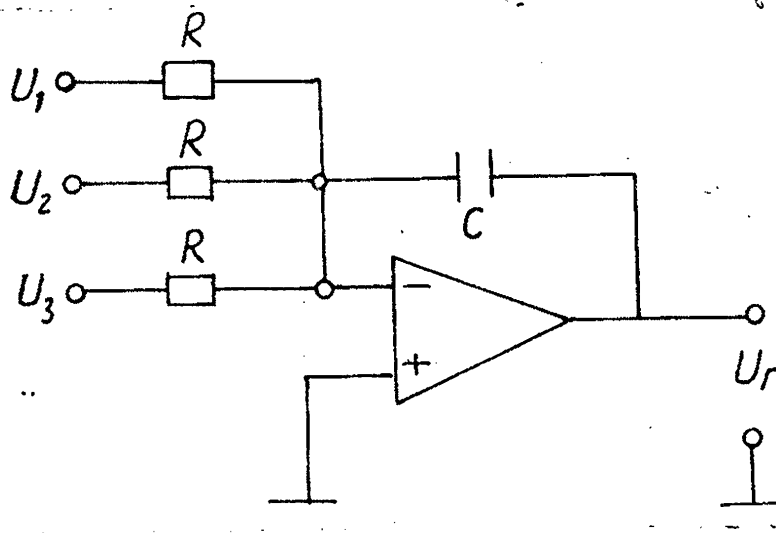
Qua đó xác định biểu thức của $U_{ra}(t)$ theo $U_1(t)$ và các tham số khác của mạch.

b) Biết rằng trong khoảng thời gian $t_0 = 5ms$ đến $t_1 = 15ms$. S_1 nối mạch S_2 hở mạch và $U_1(t)$ có dạng là 1 xung

vuông góc biên độ $-5V$, lúc $t < t_0$ S_1 hở mạch S_2 nối mạch, lúc $t > t_1$ S_2 và S_1 cùng hở mạch. Xác định giá trị biên độ của điện áp $U_2(t)$ lúc $t = t_1$, biết rằng $C = 0,5\mu F$, $R = 50k\Omega$; $E_0 = 3V$; $R_N = 9k\Omega$; $R_0 = 1,5k\Omega$

c) Nếu lúc $t = 0$ bắt đầu thực hiện nối mạch S_2 S_1 đang hở mạch, tính thời gian cần thiết để trạng thái điện áp ra đạt tới giá trị xác lập ban đầu. Giả thiết điện trở tải của sơ đồ (h.3.30) là $27 k\Omega$, xác định khoảng thời gian để điện áp U_{ra} giảm đi e lần so với giá trị của nó lúc t_1 đã tính.

Bài tập 3.31 Mạch điện hình 3.31 có tên là bộ tích phân lấy tổng có đảo dấu. Biết lúc $t = 0$ điện áp tại lối ra là $U_{ra0} =$



$= 0,5V$, IC là lí tưởng; $C = 4,7\mu F$; $R = 10k\Omega$

a) Xác định biểu thức tính U_{ra} theo các điện áp vào U_1 , U_2 , U_3 và các tham số của mạch.

b) Cho U_1 , U_2 , U_3 là các xung điện áp có biên độ $+5V$ xuất hiện trong khoảng

Hình 3.31

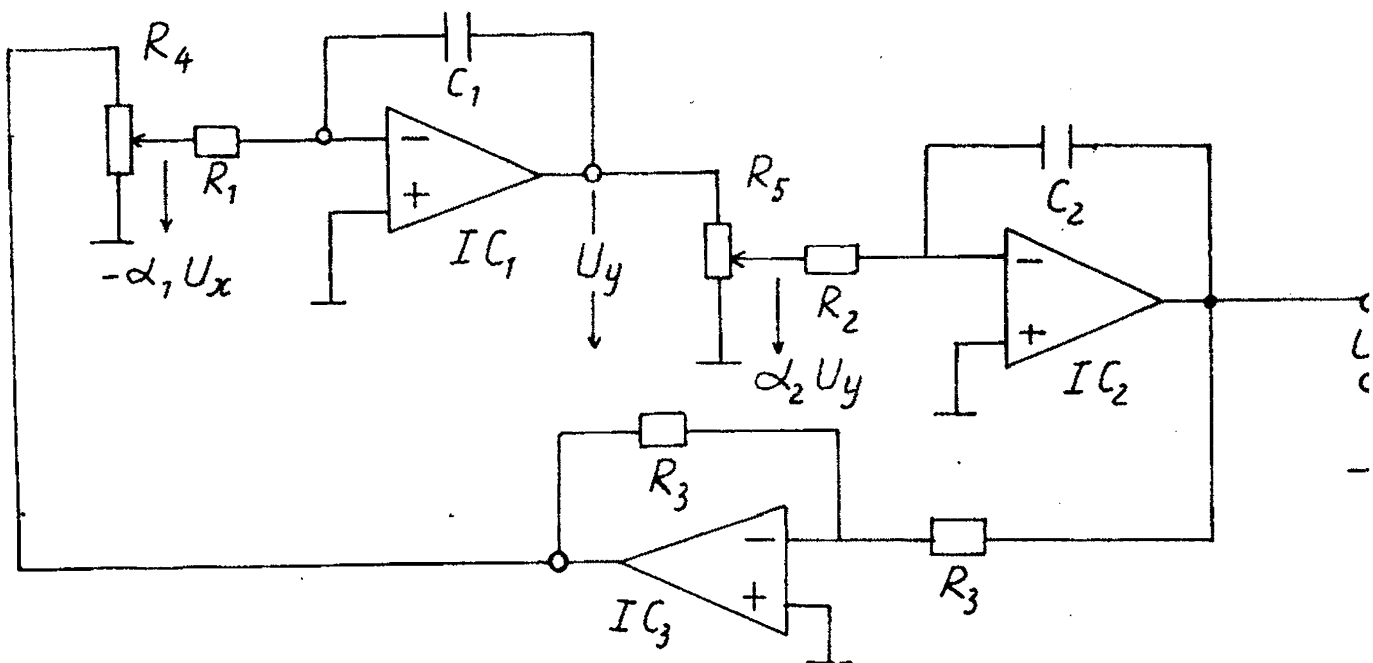
thời gian $0 \leq t \leq t_1 = 5ms$ xác định biên độ của điện áp ra lúc t_1 : $U_{ra}(t_1)$?

c) Nếu giảm giá trị tụ C đi 10 lần $C' = 0,47\mu F$ có hiện tượng gì xảy ra đối với $U_{ra}(t)$?

Bài tập 3.32.* Mạch điện hình 3.32 bao gồm 2 sơ đồ tích phân và 1 sơ đồ bộ khuếch đại đảo dấu. α_1 và α_2 là các hằng số thực dương và nhỏ hơn 1.

a) Chứng minh rằng điện áp $U_x(t)$ và do đó $U_y(t)$ có dạng hình sin, tìm biểu thức xác định tần số của dao động tạo ra.

b) Biết điện áp 1 chiều trên các tụ C_1 và C_2 trước khi lấy tích phân là $U_{y0} = U_{x0} = 0,5V$. Xác định góc pha đầu của dao động $U_x(t)$.



Hình 3.32

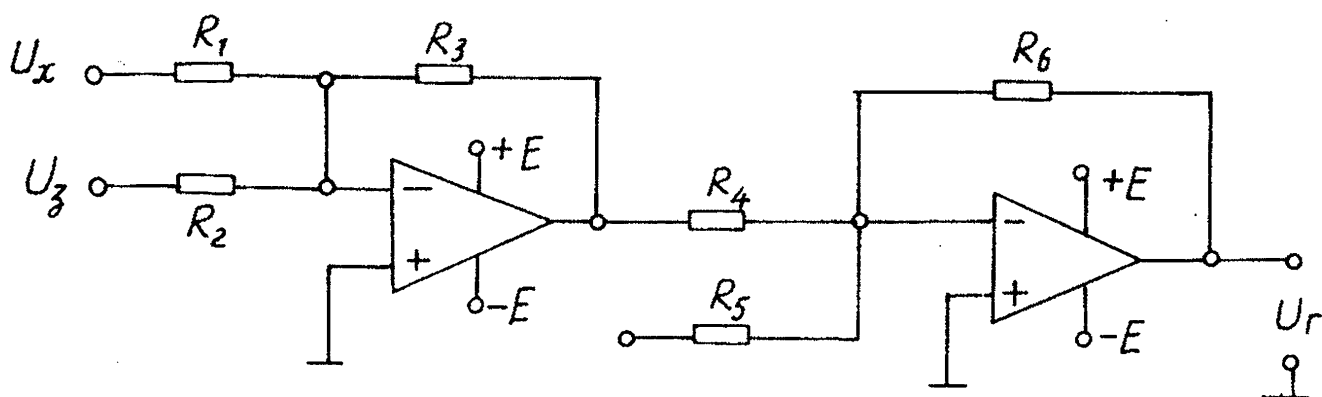
c) Cho $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$ và có thể biến đổi trong dải $0,2 \leq \alpha \leq 0,8$.

Biết $R_1 = R_2 = 10\text{k}\Omega$; $C_1 = C_2 = 0,2\mu\text{F}$.

Tính dải tần số biến đổi của U_x tại đầu ra.

d) Xác định tần số dao động trong trường hợp $\alpha_1 = 0,2$; $\alpha_2 = 0,45$; $R_1 = 10\text{k}\Omega$; $R_2 = 2\text{k}\Omega$; $C_1 = 0,1\mu\text{F}$; $C_2 = 0,2\mu\text{F}$.

Bài tập 3.33. Cho mạch hình 3.33. Biết $R_3 = 8,25\text{k}\Omega$; $R_6 = 4,7\text{k}\Omega$; $E = \pm 5\text{V}$.



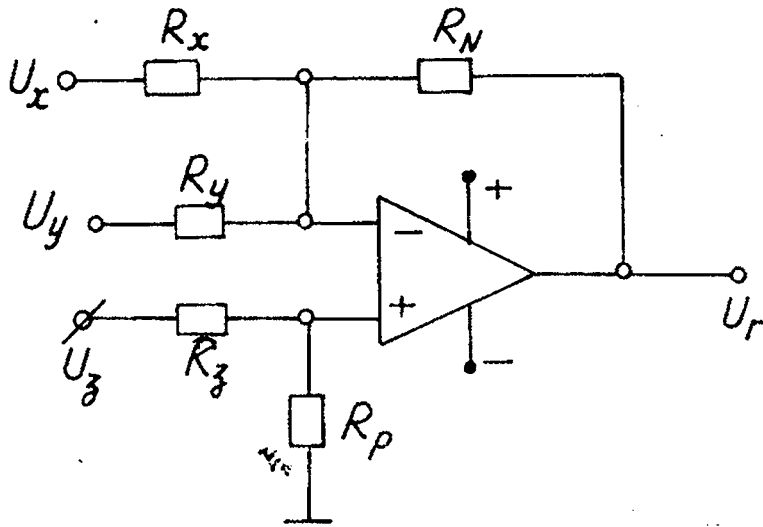
Hình 3.33

a) Thiết lập biểu thức tổng quát xác định U_{ra} theo các điện áp lối vào U_x , U_y , U_z và các tham số của mạch.

b) Xác định các giá trị điện trở R_1, R_2, R_4 và R_5 để mạch thực hiện được hàm số :

$$U_{ra} = +2,5U_x - 4,7U_y + 4,1U_z.$$

Bài tập 3.34*. Tìm các điều kiện để tính R_x, R_y, R_z sao cho mạch hình 3.34 thực hiện các hàm sau :



Hình 3.34

a) $U_{ra} = aU_x + bU_y + cU_z$ trong đó a, b, c là các hệ số thực (còn R_N và R_p là các điện trở đã biết)

b) Tính R_x, R_y và R_z khi $U_{ra} = -x - 4y + \frac{1}{2}z$
 $R_N = 2R_p = 16 \text{ k}\Omega$

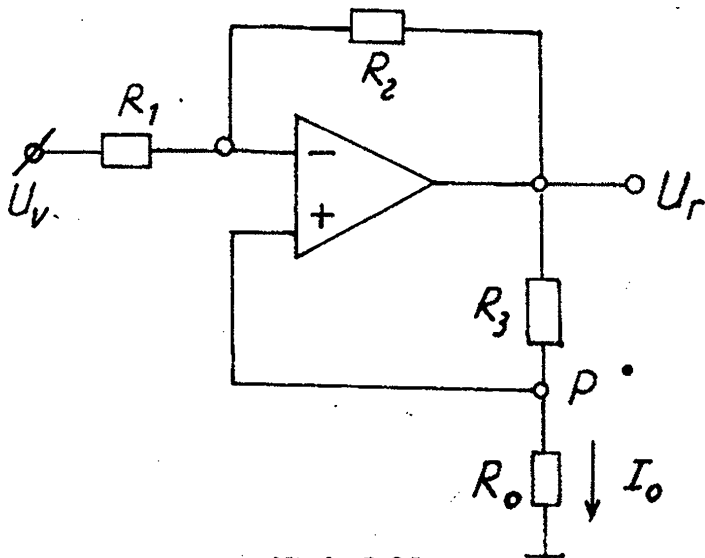
c) Xác định biểu thức tính U_{ra} trong trường hợp $R_x = -R_y = R_N/\alpha$; $R_z = \beta R_p$ với α, β là các hệ số thực dương.

Bài tập 3.35*. Mạch hình 3.35 thực hiện biến đổi điện áp $U_{vào}$ thành dòng I_o tỉ lệ với nó. Hãy xác định biểu thức I_o theo $U_{vào}$ và chỉ ra điều kiện giữa các điện trở trong sơ đồ để có $I_o = U_{vào}$

$$DS : I_o = \frac{R_2}{R_2 R_o - R_1 R_3} U_{vào}$$

$$R_3 - R_o = 1$$

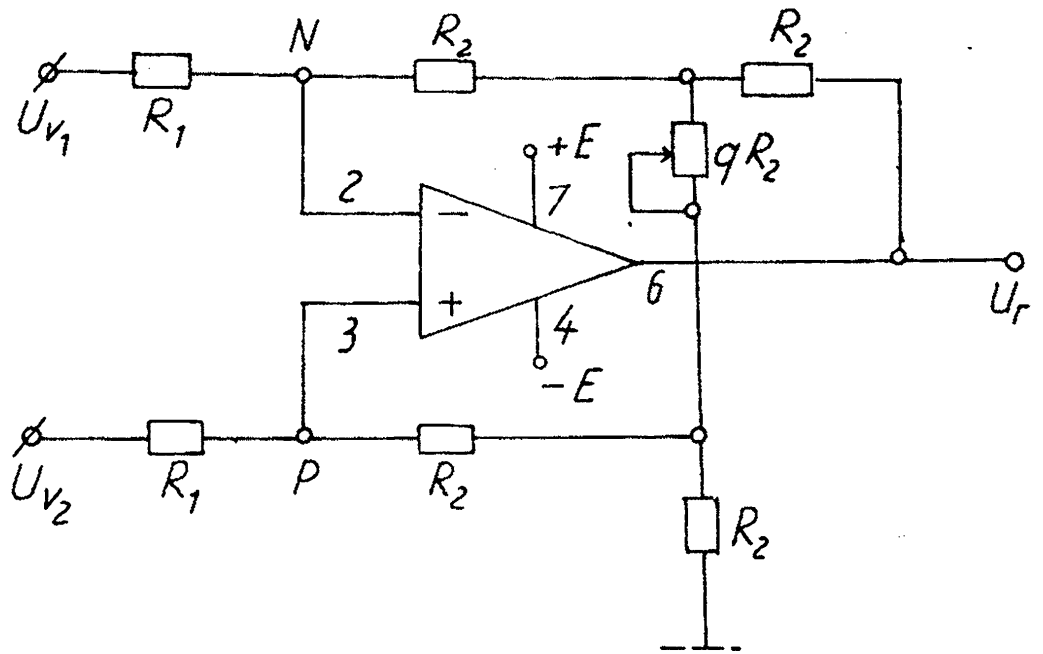
$$R_1 = R_2$$



Hình 3.35

Bài tập 3.36*. Cho mạch hình 3.36 với các tham số sau : $E = \pm 9V$; $R_1 = 100\text{k}\Omega$; $R_2 = 100\text{k}\Omega$; $0,1 \leq q \leq 1,1$; $VR = 100\text{k}\Omega$.

a) Xác định hệ thức hệ số truyền đạt tổng quát của mạch A.

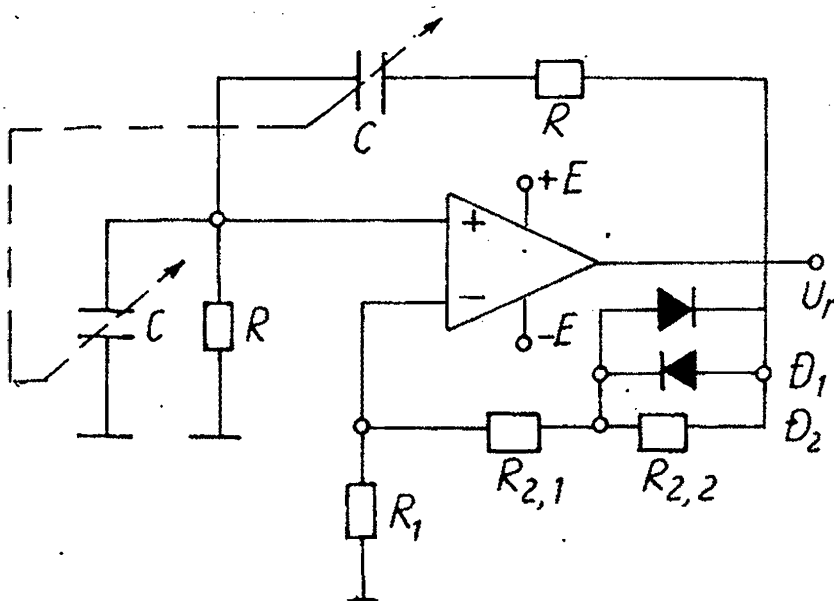


Hình 3.36

b) Tính khoảng thay đổi của A khi $0,1 \leq q \leq 1,1$

$$\text{ĐS : } A = 2 \cdot \frac{R_2}{R_1} \left(1 + \frac{1}{q} \right)$$

Bài tập 3.37. Cho mạch hình 3.37. Biết $E = \pm 9V$, $R_1 = 3,3 \text{ k}\Omega$; $R = 10\text{k}\Omega$; $c = 4,7\text{nF} \div 470\text{nF}$; $R_2 = 10\text{k}\Omega$.



Hình 3.37

a) Kiểm tra điều kiện tự kích của mạch có được thỏa mãn hay không ?

b) Xác định chu kì T và tần số f của điện áp ra $U_{ra}(t)$ khi biến đổi c trong 2 khoảng.

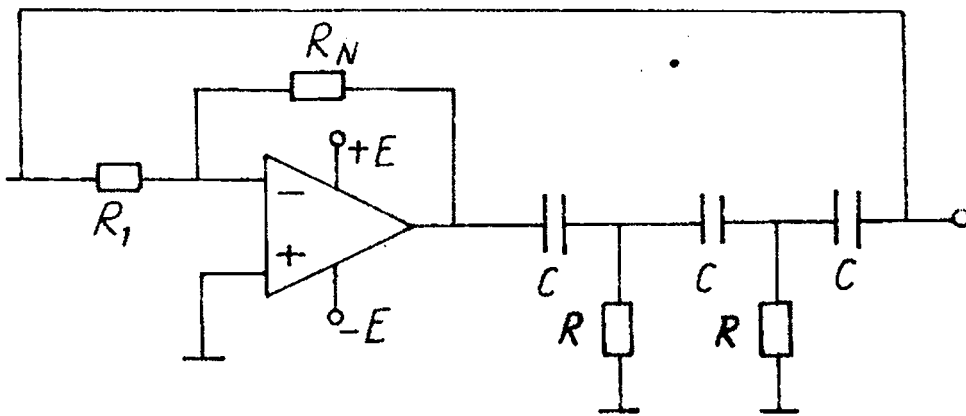
$4,7\text{nF} \div 47\text{nF}$
và $47\text{nF} \div 470\text{nF}$.

c) Giải thích tác dụng của D_1 và D_2 . Biết tỉ lệ $R_{2,1}/R_{2,2}$ là 5,25.

Hãy xác định ngưỡng biên độ đỉnh - đỉnh của $U_{ra}(t)$. Giả thiết điện áp mở của các diốt là 700mV và khi hở mạch 2 diốt D_1 và D_2 , dùng von kế điện tử người ta đo được biên độ $U_{ra}(t)$ là 14V (giá trị đỉnh - đỉnh). Tính giá trị hệ số khuếch đại của IC trong 2 trường hợp.

- 1) U_{ra} có biên độ nhỏ hơn ngưỡng vừa tính.
- 2) U_{ra} có biên độ lớn hơn giá trị vừa tính.

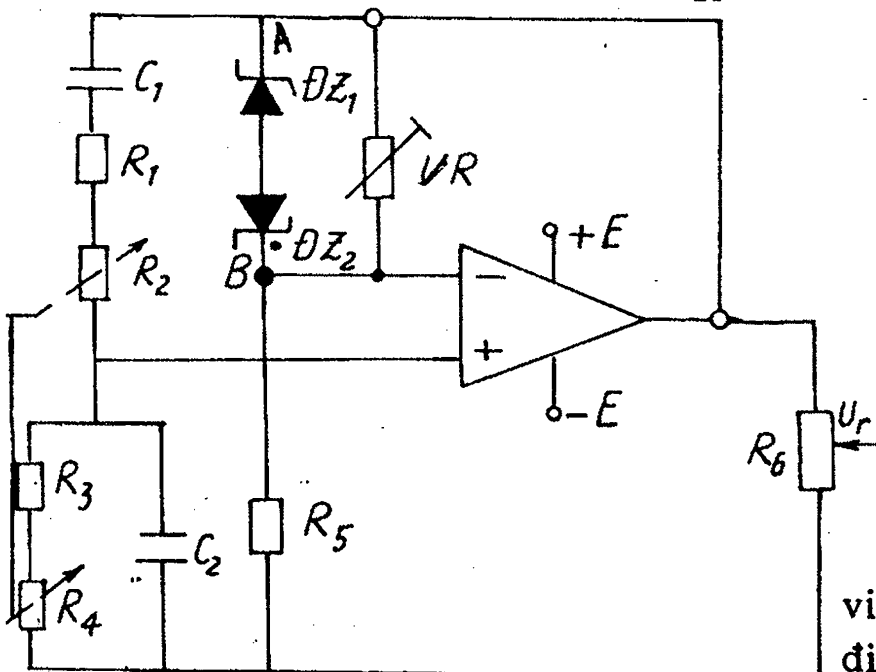
Bài tập 3.38. Mạch hình 3.38 có $E = \pm 12V$. $R_N = 290k\Omega$; $C = 0,22\mu F \div 2,2\mu F$.



Hình 3.38

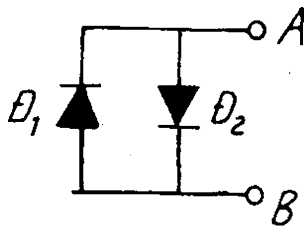
- a) Nêu điều kiện để mạch dao động.
- b) Xác định giá trị R và R_1 .
- c) Tính dải chu kỳ và tần số của $U_{ra}(t)$ khi thay đổi giá trị của C trong khoảng đã cho.

Bài tập 3.39. Mạch dao động hình 3.39a) có các tham số linh kiện sau : $E = \pm 9V$; $U_{z1} = 5,0V = U_{z2}$;



Hình 3.39 a)

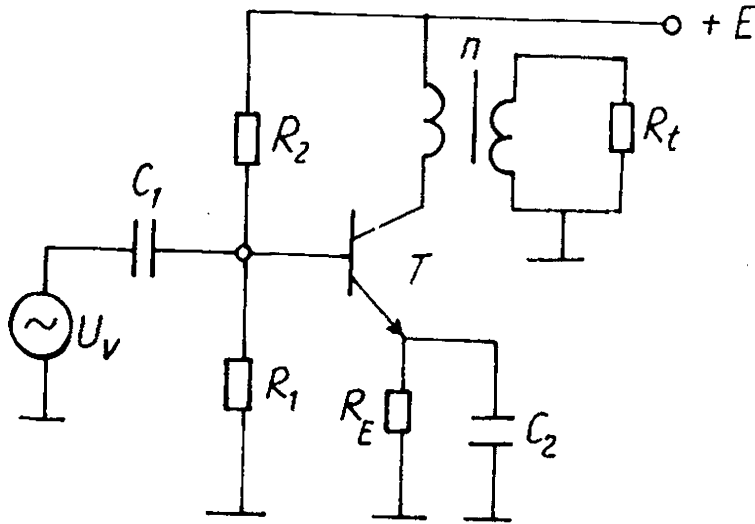
- $R_1 = R_3 = 910\Omega$
 - $R_2 = R_4 = 0 \div 10k\Omega$
 - $C_1 = C_2 = 0,01 \mu F$ và $C_1 = C_2 = 0,1\mu F$
 - $R_5 = 3,3k\Omega$;
 - $R_6 = 10k\Omega$;
- a) Nêu điều kiện làm việc của sơ đồ qua đó xác định giá trị thích hợp của VR .



Hình 3.39 b)

b) Giải thích nhiệm vụ của DZ_1 và DZ_2 , xác định biên độ đỉnh - đỉnh của $U_{ra}(t)$ khi R_6 ở cực đại.

c) Tính các tần số cực đại và cực tiểu trong 2 bảng tần số tương ứng với hai giá trị đã cho của $C_1 = C_2$. Thay nhánh DZ_1, DZ_2 bằng 1 nhánh hình 3.39b, hỏi như câu b)

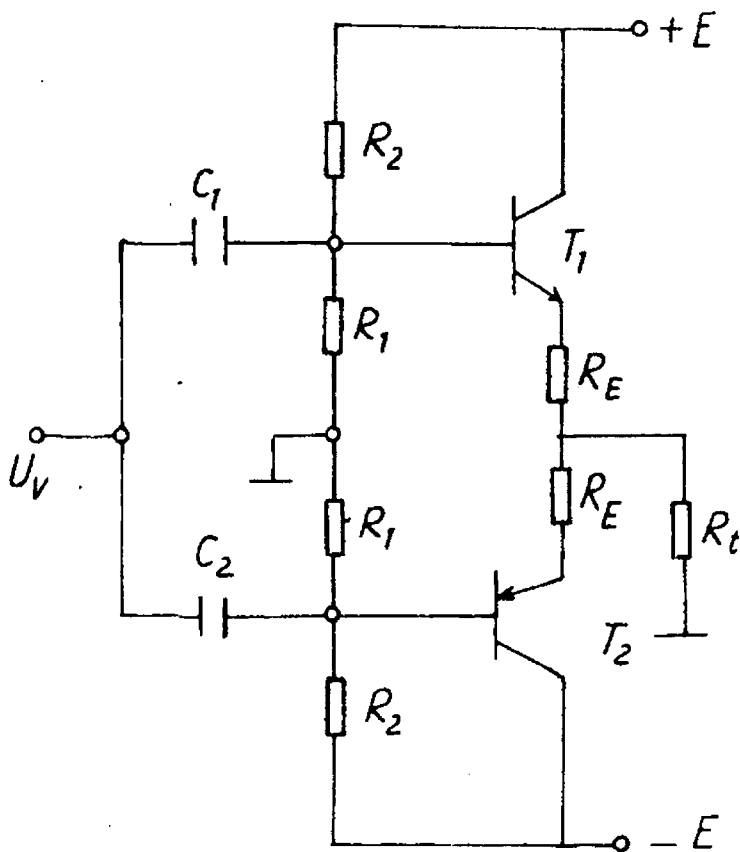


Hình 3.40

Bài tập 3.40. Mạch khuếch đại công suất hình 3.40 làm việc ở chế độ A, biết $E = 10V$, $R_E = 2\Omega$; $U_{CEbh\grave{o}a} = 2V$, $\beta = 100$, $P_{tmax} = 1W$, $R_1 = 8\Omega$

a) Tính các tham số của sơ đồ công suất nguồn P_o , $I_{C(A)}$, $I_{B(A)}$; I_{Cmax} , I_{Bmax} , U_{CEmax} , P_{max} .

b) Xác định tỉ số biến áp phối hợp n để có P_{tmax} đã cho.



Hình 3.41

Bài tập 3.41. Hình 3.41 là mạch điện 1 bộ khuếch đại công suất đẩy kéo chế độ AB không biến áp. Biết $E = \pm 10V$; $R_t = 4,7\Omega$, $R_E = 0,3\Omega$; $R_1 // R_2 = 5k\Omega$

$$U_{BE_1} = |U_{BE_2}| = 0,6V$$

a) Xác định mạch phân áp để sơ đồ làm

việc tránh méo góc. Tính I_{tmax} và P_{tmax} .

b) Xác định P_o do các nguồn $\pm E$ cung cấp, vẽ đường tải tĩnh và tải động của các Tranzito khuếch đại.

c) Tính công suất tiêu tán trên các Tranzito P_t .

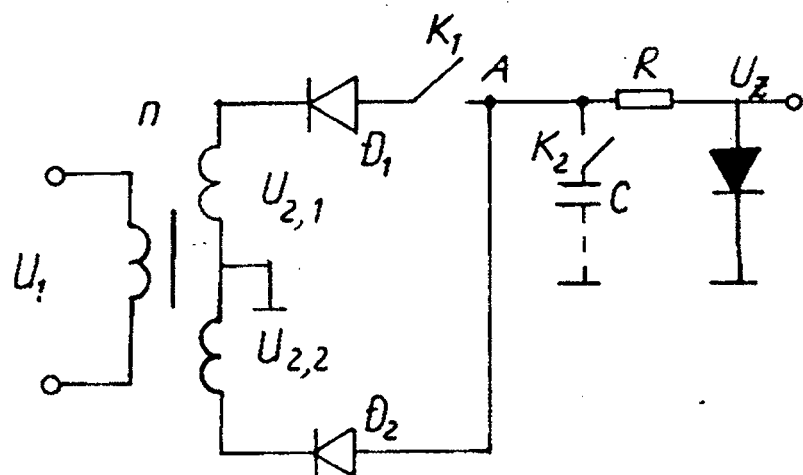
Bài tập 3.42. Cho mạch hình 3.42.

a) Hãy vẽ dạng điện áp $U_A(t)$ tại điểm A khi

1) khóa k_1 hở, k_2 hở

2) khóa k_1 đóng, k_2 hở

3) khóa k_1 hở, k_2 đóng.



Hình 3.42

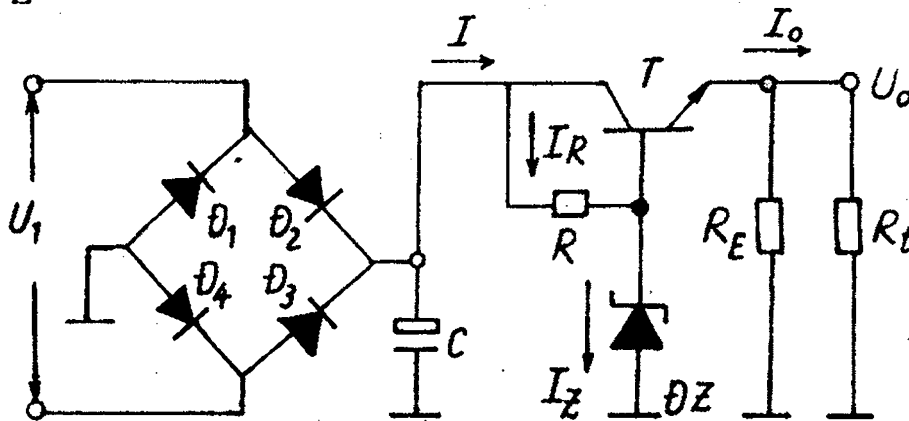
4) khóa k_1 đóng, k_2 đóng.

b) Biết $U_Z = 8V$; $I_{zmin} = 10mA$; $U_1 = 220V$ hiệu dụng, $n = 20$

Xác định U_A và giá trị điện trở R (ở trạng thái k_1 và k_2 cùng đóng).

c) Tính hệ số ổn định của mạch S_{dd} và S_t biết $R_z = 7\Omega$ và $I_{táimax} = 50mA$. Tính giá trị điện trở tải ứng với dòng $I_{tmaxd} = 50mA$.

Bài tập 3.43. Mạch hình 3.43 là 1 sơ đồ chỉnh lưu cầu có lọc và ổn định điện áp kiểu nối tiếp. Biết $U_z = 5,6V$, $R_z = 5\Omega$, $I_{zmin} = 10mA$; $I_{omax} = 100mA$; $\beta = 50$; $U_1 = 8V$ (trị hiệu dụng), $R_E = 5k\Omega$



Hình 3.43

a) Tính giá trị các điện áp và dòng điện trên các nhánh của sơ đồ ổn định ở 2 trạng thái

1) Khi R_t hở mạch

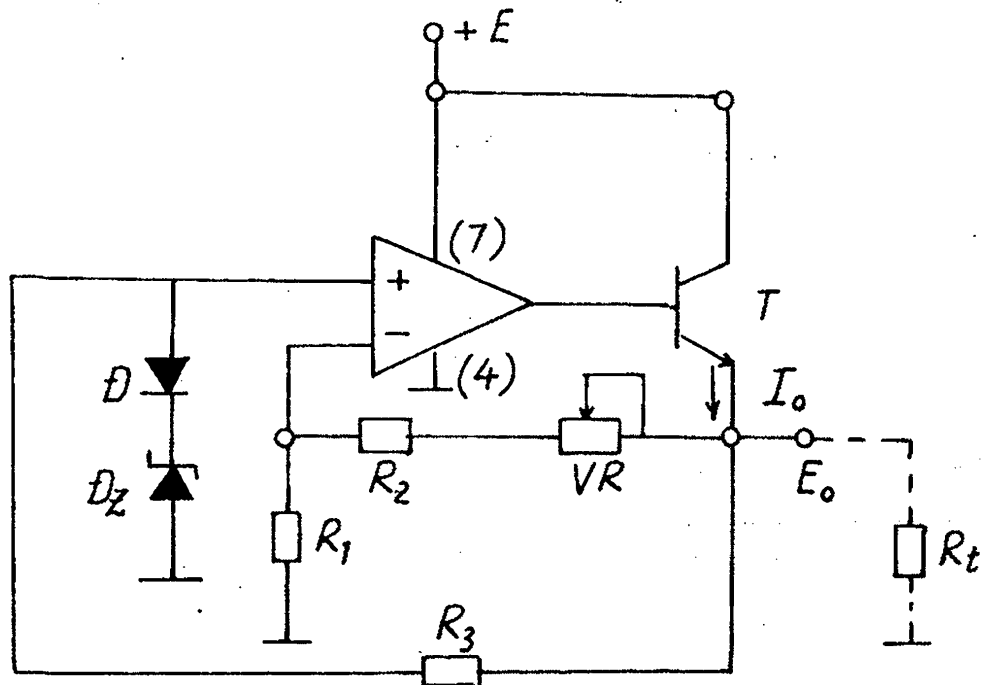
2) Khi $R_t = R_{tmin}$

Xác định giá trị R_{tmin} của sơ đồ.

b) Tính R và xác định hệ số ổn áp S , điện trở ra R_{ra} của sơ đồ đã cho ứng với dòng $I_{o max}$

c) Xác định giá trị điện áp ngược cực đại đặt lên mỗi van. Tính độ ổn định đường dây S_{dd} và độ ổn định tải S_t của sơ đồ đã cho.

Bài 3.44. Mạch hình 3.44 là 1 sơ đồ ổn áp kiểu nối tiếp, có độ ổn định cao dùng IC tuyến tính. Biết các tham số của sơ đồ : $U_z = 6,3V$; $U_p = 0,7V$ (loại silic) $VR = 2,5k\Omega$; $R_1 = 7,2k\Omega$; $R_2 = 1,8k\Omega$; $E = -20V$; $I_{zmin} = 12mA$; $\beta_t = 50$; $I_{o max} = 250mA$.



Hình 3.44

a) Viết biểu thức tính E_o theo các tham số của mạch và tính dải $E_{o max}$ đến $E_{o min}$ khi thay đổi VR trong toàn thang giá trị của nó.

b) Tính giá trị R_3 và xác định sai số ΔE_o max do nhiệt độ gây ra trong dải -20°C đến $+80^\circ\text{C}$ biết rằng

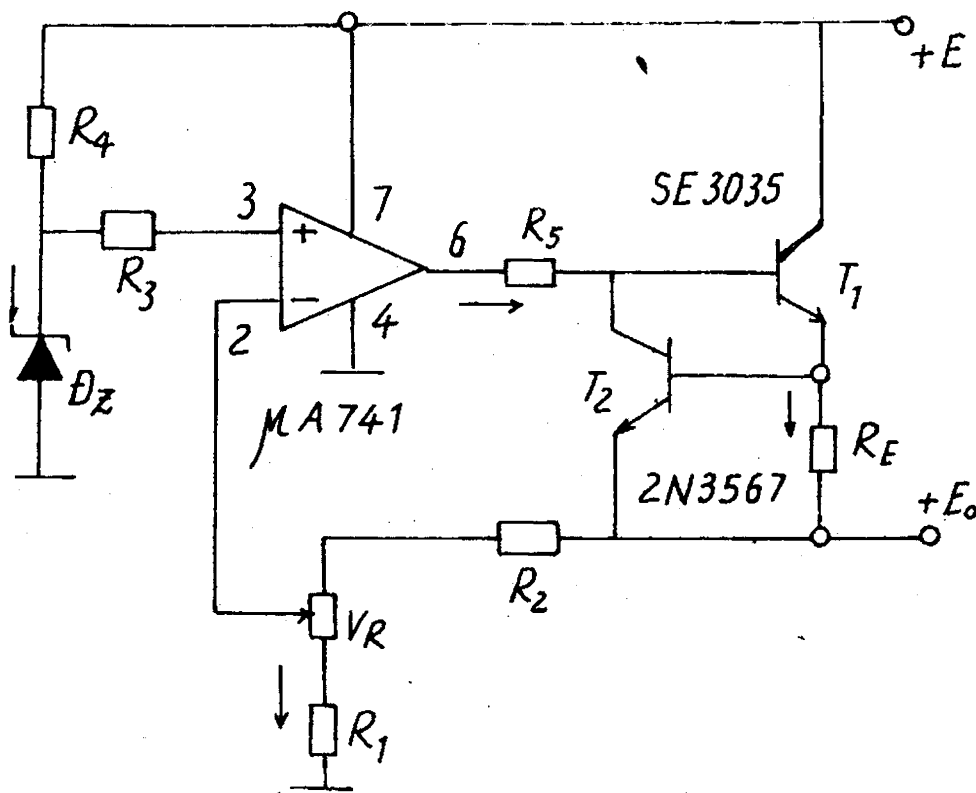
$$\alpha_{TD} = \partial U_D / \partial T = -1,8 \cdot 10^{-3} / ^\circ\text{K} \text{ và}$$

$$\alpha_{Tz} = \partial U_z / \partial T = +1,95 \cdot 10^{-3} / ^\circ\text{K}.$$

c) Xác định công suất nhiệt tiêu tán trên Tranzito khi tải có dòng I_o max ứng với 2 trạng thái giới hạn của VR. Tính các giá trị điện trở tải R_t của bộ nguồn khi tiêu thụ dòng cực đại và với trị $VR = VR_{\max} = 2,5\text{k}\Omega$

d) Nếu thay đổi nguồn $+E$ thành cực tính $-E$ (ví dụ chân số 4 nối tới $-E$, chân số 7 nối tới OV), cần thay đổi những gì trong sơ đồ hình 3.44 để mạch làm việc được bình thường ?

Bài tập 3.45. Hình 3.45 là sơ đồ 1 bộ ổn áp nối tiếp, tự động hạn chế dòng ra và có thể thay đổi mức điện áp ra E_o . Biết các tham số của mạch là :



Hình 3.45

$$E = +30\text{V}$$

$$U_z = 6,6\text{V}$$

$$R_1 = 1,6\text{k}\Omega$$

$$R_2 = 2\text{k}\Omega$$

$$R_3 = 3\text{k}\Omega$$

$$R_4 = 12\text{k}\Omega$$

$$VR = 2,5\text{k}\Omega$$

$$\beta_1 = 100$$

Dòng ra của IC là 1mA.

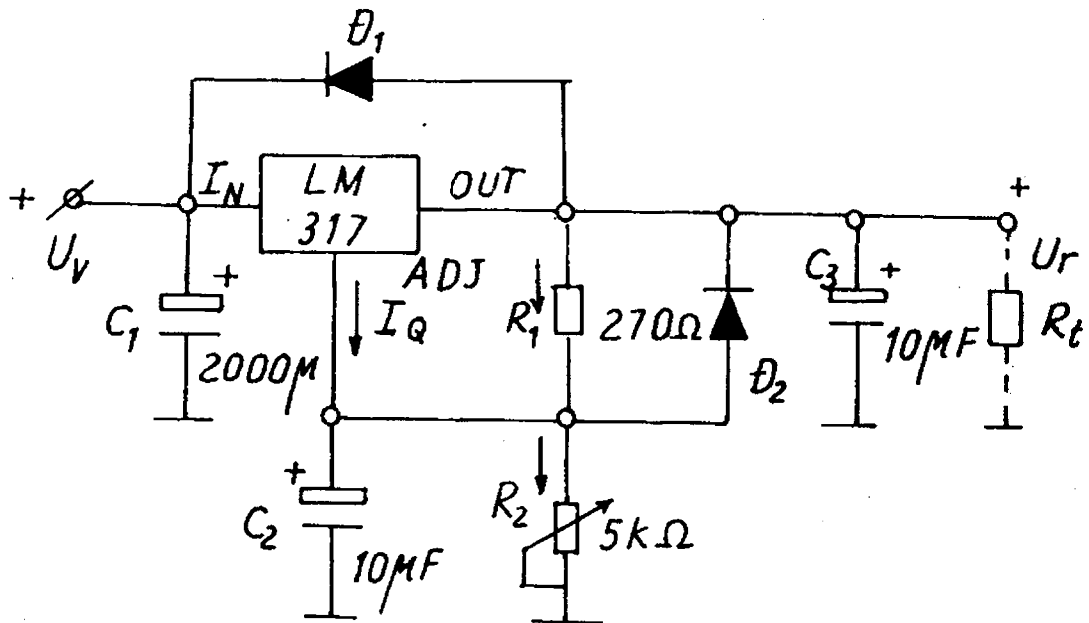
a) Giải thích hoạt động của sơ đồ, xác định biểu thức của điện áp ra E_o theo các tham số của mạch. Tính

giới hạn thay đổi $E_{o\min} \div E_{o\max}$ khi VR thay đổi trị số (trên toàn thang từ điểm nút trên đến nút dưới).

b) Phân tích tác dụng của T_2 và xác định giá trị R_E đảm bảo cho nhiệm vụ đó, cần chọn công suất của R_E bao nhiêu ?

c) Tính các dòng điện I_z , I_o , I_{hl} . Xác định thiên áp điểm không U_{VO} của IC biết dòng định thiên là 500nA.

Bài tập 3.46. Hình 3.46 là 1 bộ nguồn ổn áp nối tiếp dùng vi mạch ổn áp loại LM317 (loại điều chỉnh được điện áp ra. Các tụ $C_2 = C_3 = 10\mu F$ để triệt các dao động có thể xảy ra do điện dung tải kết hợp với mạch nối tiếp gây ra và cải thiện các tính chất quá độ (cao tần) của sơ đồ. Trị số các linh kiện cho trên hình vẽ, giả thiết $U_{vào} = +35V \pm 10\%$.



Hình 3.46

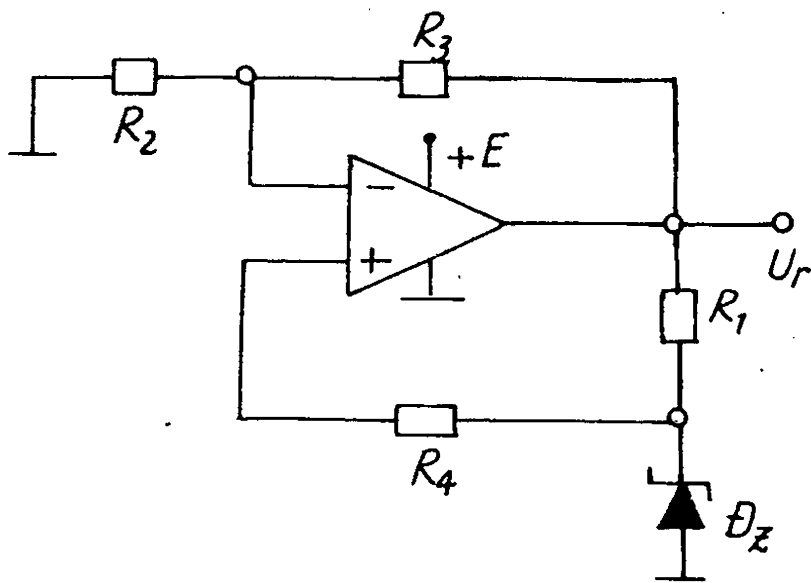
Dòng tĩnh tại chân điều chỉnh ADJ : $I_Q = 50mA \ll I_3 = 8mA$ ở loại IC dòng 3 chân cố định (chân 3 kí hiệu GND đối với dòng $\mu A78\dots$).

a) Phân tích hoạt động của mạch, giải thích nhiệm vụ các diốt D_1 và D_2 .

b) Tìm biểu thức xác định U_{ra} theo các tham số của mạch biết rằng điện áp ngưỡng của LM317 là +1,25V. Xác định khoảng giá trị thay đổi của U_{ra} ($U_{ra\max}$ và $U_{ra\min}$) khi R_2 thay đổi trong thang giá trị của nó.

c) Xác định giá trị $R_{t\min}$ ứng với 2 ngưỡng điện áp của sơ đồ biết rằng dòng tải cực đại là $I_{l\max} = 1A$

Bài tập 3.47. Cho mạch hình 3.47a. Với $E = +20V$, $R_2 = 6,81k\Omega$; $R_3 = 8,66k\Omega$ (sai số điện trở là 1%) $R_4 = 3,9k\Omega$; D_z là loại 1N4611 có điện áp Zener là $U_z = 6,6V$ dòng làm việc $I_z = 2mA$, dòng định thiên cho IC loại 741 là 500nA.



Hình 3.47a)

a) Xác định hệ thức tính U_{ra} theo các tham số của sơ đồ.

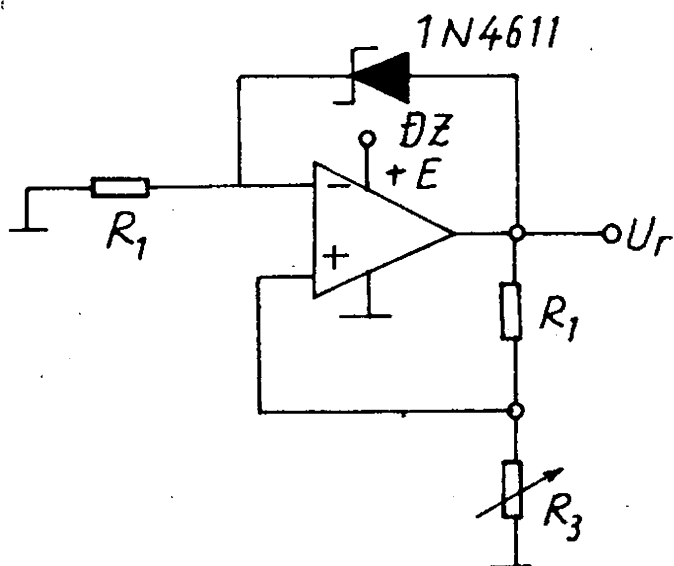
Tính giá trị U_{ra} với các số liệu đã cho.

Tính giá trị điện trở R_1

b) Tính sai số do nhiệt độ trong dải $6^\circ \div 80^\circ\text{C}$ do sự biến đổi của U_z theo

nhiệt độ gây ra (biết rằng trị số nhiệt của U_z :

$$\frac{\partial U_z}{\partial T} = \alpha_{Tz} = 1,35 \cdot 10^{-3} / ^\circ\text{K}$$



Hình 3.47b)

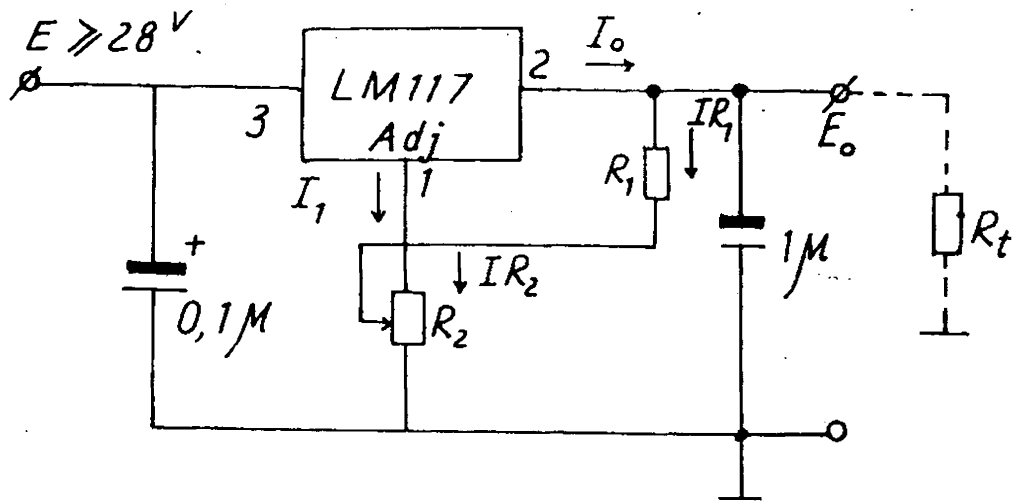
Xác định thiên áp U_{ra} của IC

c) Nếu đổi vị trí giữa R_3 và Dz (h.3.47b) mạch có hoạt động không? Khi đó với R_3 biến đổi trong khoảng $20 \div 80\%$ giá trị của nó thì U_{ra} thay đổi như thế nào?

Bài tập 3.48. Mạch điện hình 3.48 là bộ ổn áp dùng IC LM117 (loại 4 chân điều chỉnh được

áp ra) có điện áp chuẩn trong vi mạch là $+1,25\text{V}$ (đặt vào lối vào P của sơ đồ khuếch đại vi sai)

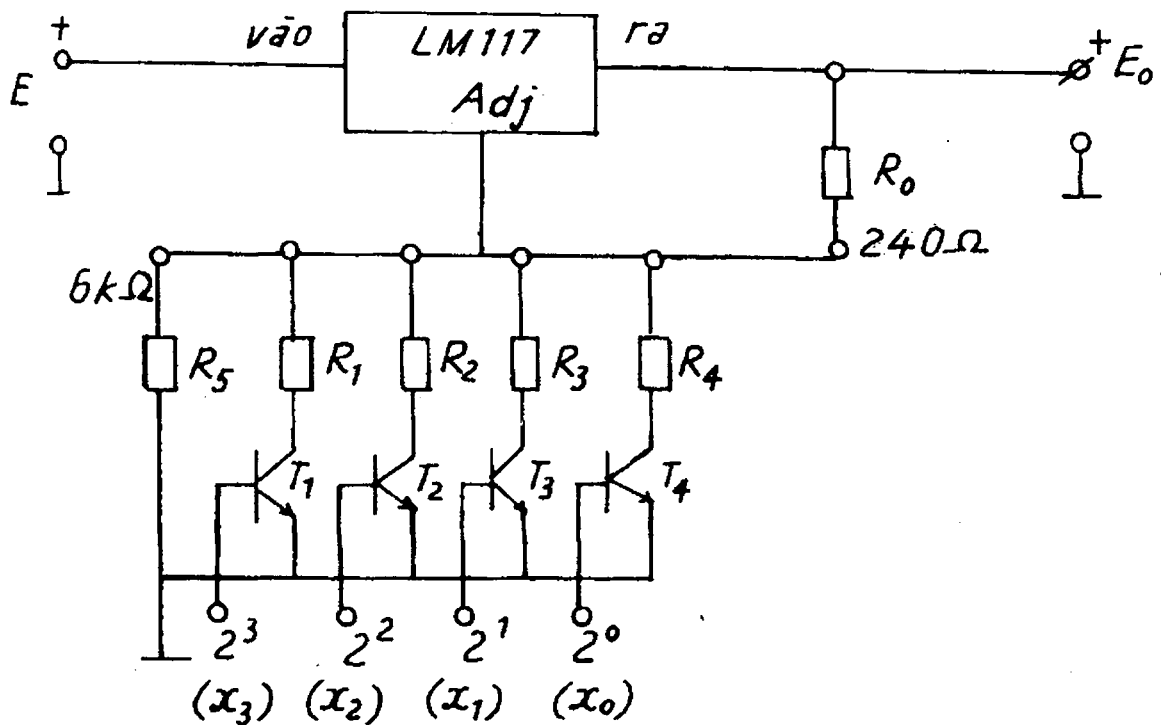
a) Viết biểu thức tính E_o (điện áp lối ra) theo các tham số của mạch (biểu thức chính xác và biểu thức gần đúng) biết dòng điện cực điều khiển Adj là $I_1 = 100\mu\text{A}$.



Hình 3.48

b) Xác định giới hạn $E_{o \max} \div E_{o \min}$, $I_{R_1 \max} \div I_{R_1 \min}$ khi R_2 thay đổi trong giới hạn $0 \div 6k\Omega$. Biết rằng $R_1 = 240\Omega$, xác định tải cực tiểu $R_{t \min}$ của sơ đồ đã cho biết $I_{o \max} = 1,5A$.

Bài tập 3.49. Cho mạch ổn áp hình 3.49 có mức điện áp ra được lựa chọn bằng tín hiệu số ở các lối vào chọn. Biết các xung chọn có cực tính dương biên độ +5V. Hãy xác định các mức điện áp ra có thể được chọn ở 1 trạng thái điều khiển bất kì. Giả thiết điện áp chuẩn của IC ổn áp đặt tới lối vào P của tầng khuếch đại vi sai là LM113 có ngưỡng chuẩn vùng

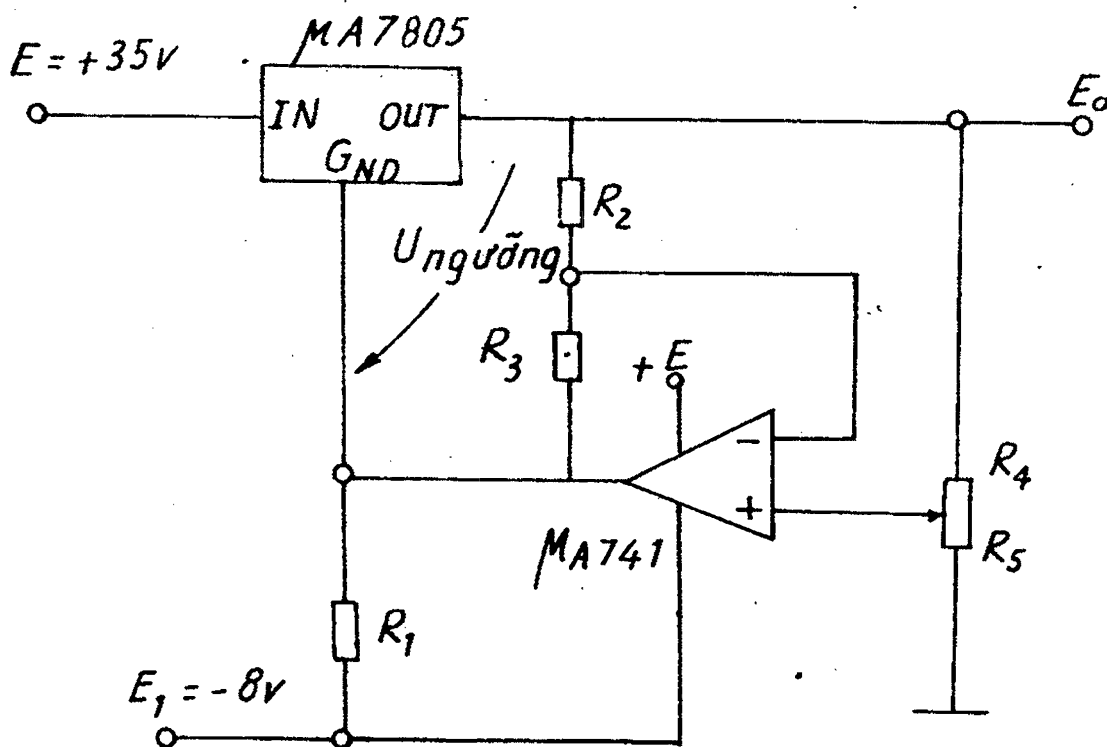


Hình 3.49

cắm là $E_{\text{chuẩn}} = +1,2\text{V}$, còn lối vào điều khiển Adj là lối vào N của tầng vi sai. Các trị số điện trở được cho trên hình vẽ. Biết $E = 35\text{V}$; $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5$

Hãy tìm điều kiện lựa chọn các điện trở $R_1 \div R_5$ (trị số thích hợp) để các mức điện áp ra E_o tương ứng với trọng số của 4 bit nhị phân của mã 8421

Bài tập 3.50 Mạch ổn áp hình 3.50 dùng IC ổn áp $\mu\text{A} 7805$ (bình thường cho ra điện áp cố định giữa chân ra OUT và chân GND) được thiết kế để nhận được điện áp biến đổi ở lối ra $E_{o \text{ max}} \div E_{o \text{ min}}$ trong một dải rộng.



Hình 3.50

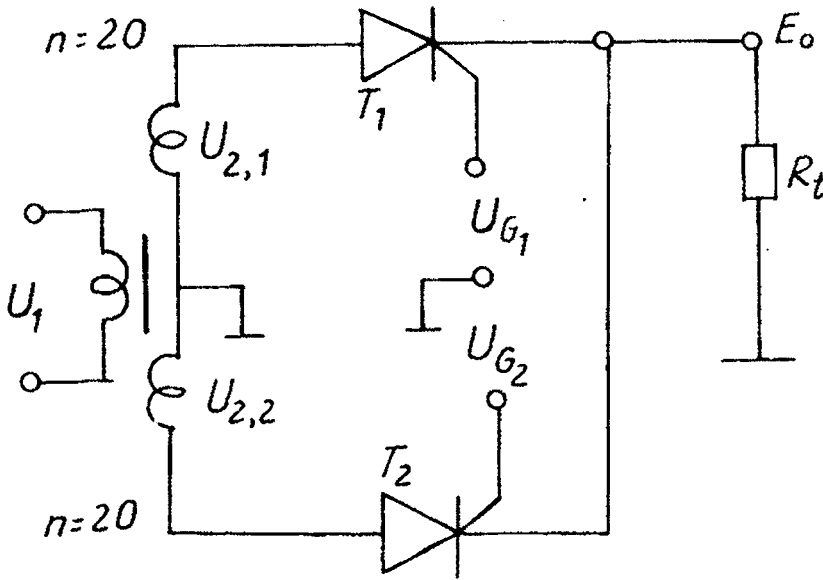
Biết giá trị các linh kiện và nguồn điện áp $U_{\text{ngưỡng}} = +5\text{V}$; $E = +35$, $E_1 = -8\text{V}$; $R_1 = 10\text{k}\Omega$; $R_2 = 1,1\text{k}\Omega$; $R_3 = 10\text{k}\Omega$; $R_4 + R_5 = 47\text{k}\Omega$

a) Xác định hệ thức tính E_o theo các tham số $U_{\text{ngưỡng}}$ và các giá trị điện trở R_2, R_3, R_4, R_5 của mạch (lưu ý hãy tính U_N và U_p của IC khuếch đại)

b) Tính $E_{o \text{ min}}$ và $E_{o \text{ max}}$ khi cho biến đổi điện trở R_5 trong khoảng $R_5 = (0 \div 59)R_4$ (lưu ý cần chọn $+E - (-E_1) \leq 44\text{V}$ là giá trị nguồn cấp điện tối đa cho $\mu\text{A} > 41$).

c) Xác định giá trị của E_o khi $R_4 = R_5$

Bài 3.51. Mạch điện hình 3.51 là sơ đồ mạch chỉnh lưu 2 nửa chu kì có điều khiển được E_o nhờ dùng các van chỉnh lưu loại thiristo T_1 và T_2 .



Hình 3.51

Cho U_1 là điện áp lưới 220V/50Hz, biến áp hạ áp $n = 20$. Điện áp mở của T_1 và T_2 lúc tĩnh (không có dòng điều khiển ở các cực điều khiển $I_{G1} = I_{G2} = 0$) là $U_{Mo} = +20V$. Các điện áp điều khiển

U_{G1} , U_{G2} là hai dãy xung nhọn đầu ngược pha nhau và chậm pha so với điện áp mạng 1 góc α .

a) Hãy vẽ dạng U_{Rt} theo thời gian và giải thích đồ thị đã vẽ.

b) Xác định hệ thức tính $E_o = \overline{U_{Rt}(t)}$ là giá trị 1 chiều (trị trung bình) của điện áp đập mạch trên R_t .

c) Tính trị E_o trong 3 trường hợp $\alpha = \pi/4$; $\alpha = \pi/3$ và $\alpha = \pi/2$. Xác định các thời gian trễ tương ứng của các điện áp điều khiển U_{G1} , U_{G2} ứng với các góc α đã cho trên.