



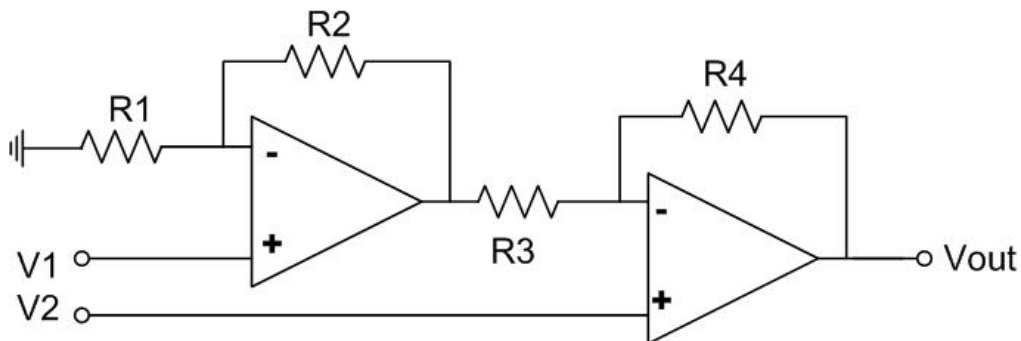
Ε. Μ. Πολυτεχνείο
Τομέας Επικοινωνιών Ηλεκτρονικής & Συστημάτων Πληροφορικής
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών
Εργαστήριο Ηλεκτρονικής

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ Ι Λύσεις Γραπτής Εξέτασης 27/6/2007

Τμήμα : Μ-Ω
Διδάσκων : Ι. Παπανάνος

Θέμα 1^ο

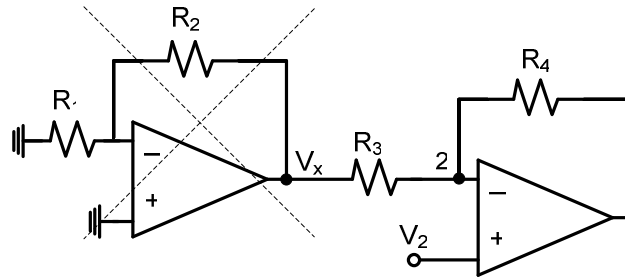
Υπολογίστε το συνολικό κέρδος τάσης του παρακάτω κυκλώματος, που διεγείρεται από δύο ανεξάρτητες πηγές v_1 και v_2 . Οι τελεστικοί θεωρούνται ιδανικοί.



Λύση

Το πρόβλημα λύνεται εφαρμόζοντας την αρχή της υπέρθεσης. Θα θεωρήσω δηλαδή δύο περιπτώσεις, όπου σε κάθε μία, μια από τις δύο ανεξάρτητες πηγές θα μηδενίζεται.

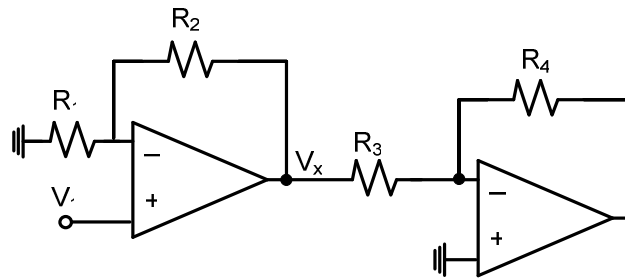
Α) Έστω $V_1 = 0$. Τότε το κύκλωμα γίνεται ουσιαστικά ένας ενισχυτής μη αναστρέφουσας συνδεσμολογίας.



$V_x = 0$ γιατί και οι δύο είσοδοι του 1^{ου} τελεστικού είναι 0. Άρα $V_{OUT} = \left(1 - \frac{R_4}{R_3}\right) V_2$

B) Έστω $V_2 = 0$

Τότε το κύκλωμα γίνεται ως εξής :



Το 1^ο μέρος του κυκλώματος είναι μη αναστρέφων ενισχυτής και το 2^ο είναι αναστρέφων.

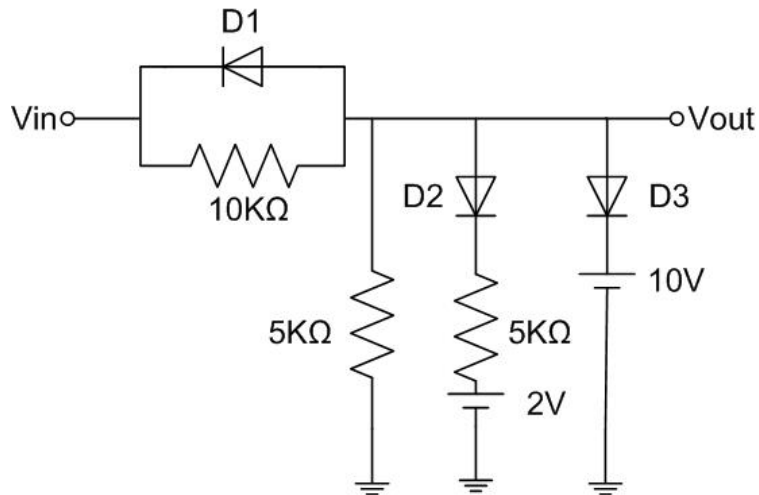
$$\text{Άρα } V_{out} = -\frac{R_4}{R_3} V_x = -\frac{R_4}{R_3} \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) V_1$$

Άρα συνολικά η έξοδος του κυκλώματος εκφράζεται ως εξής :

$$V_{out} = \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) V_2 - \frac{R_4}{R_3} \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) V_1$$

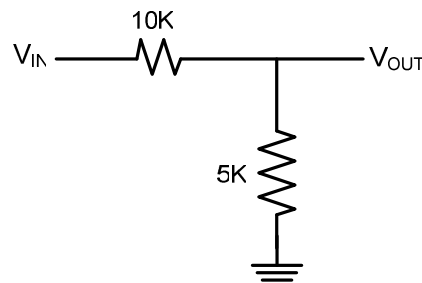
Θέμα 2^ο

Να σχεδιαστεί η DC χαρακτηριστική εξόδου συναρτήσει της εισόδου του παρακάτω κυκλώματος. Οι δίοδοι είναι ιδανικές και ακολουθούν το μοντέλο μηδενικής πτώσης τάσης αγωγής.



Λύση

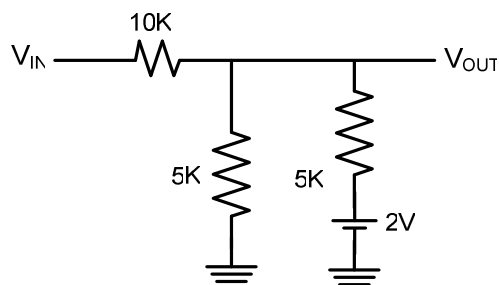
- Για $V_{in} \leq 0$ άγει μόνο η D_1
Τότε $V_{out} = V_{in}$
- Για $0 \leq V_{in} \leq 6^*$ δεν άγει καμία
Τότε το κύκλωμα γίνεται :



Από διαιρέτη τάσης :

$$V_{out} = \frac{5}{5+10} V_{in} = \frac{1}{3} V_{in}$$

- Για $6 \leq V_{in} \leq 46^{**}$ άγει μόνο η D_2
Τότε το κύκλωμα γίνεται :



$$V_{out} \left(\frac{1}{10K} + \frac{1}{5K} + \frac{1}{5K} \right) = \frac{V_{in}}{10K} + \frac{2}{5K} \Rightarrow$$

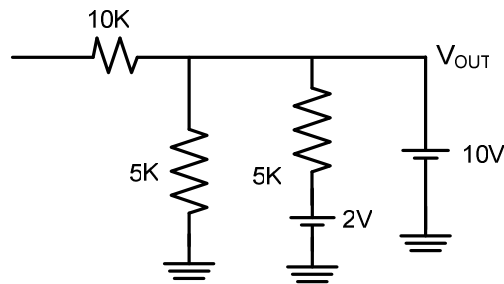
$$\frac{5}{10} V_{out} = \frac{V_{in}}{10} + \frac{2}{5} \Rightarrow V_{out} = \frac{V_{in}}{5} + \frac{4}{5}$$

* Για να άγει η D_2 πρέπει :

$$V_{out} \geq 2 \Rightarrow V_{in} + \frac{4}{5} \geq 2 \Rightarrow V_{in} \geq 6 \text{ Volt}$$

- Για $V_{in} \geq 46^{**}$, άγουν η D_2 και η D_3 .

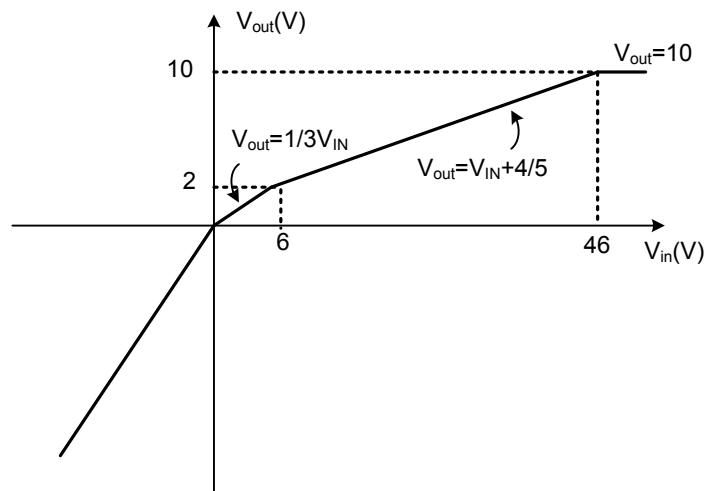
Άρα το κύκλωμα γίνεται :



Τότε $V_{out} = 10V$

** Για να άγει η D_3 πρέπει :

$$V_{out} \geq 10 \Rightarrow \frac{V_{in}}{5} + \frac{4}{5} \geq 10 \Rightarrow V_{in} \geq 46V$$



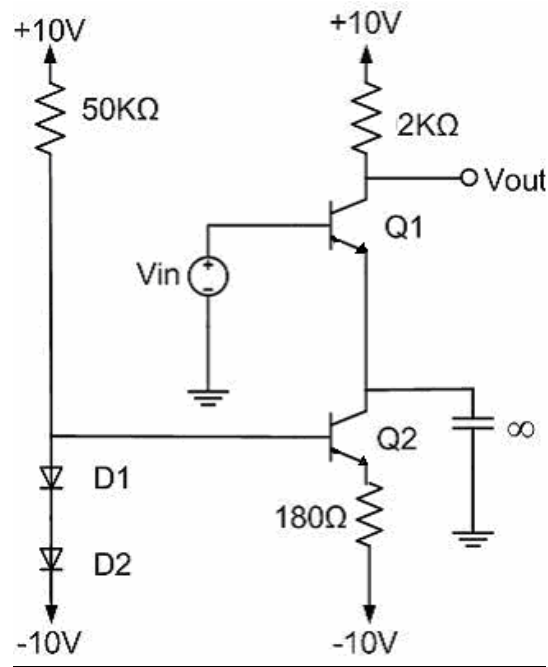
Θέμα 3^ο

Το παρακάτω κύκλωμα παρουσιάζει έναν ενισχυτή ο οποίος τροφοδοτείται με ρεύμα μέσω του τρανζίστορ Q2. Ζητείται να υπολογιστούν:

A) Το ρεύμα που παρέχεται στο τρανζίστορ Q1

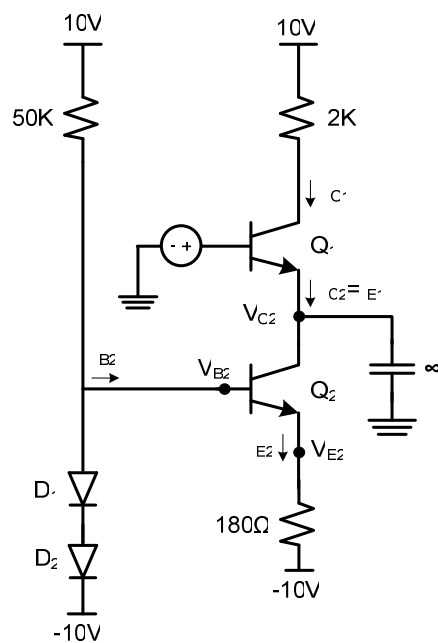
B) Το κέρδος τάσης u_o/u_{in} της συνδεσμολογίας.
 Ισχύει ότι οι δίοδοι ακολουθούν το μοντέλο σταθερής πτώσης τάσης 0.7V κατά την αγωγή τους, το β των τρανζίστορ είναι 50, $V_{BE} = 0.7$ και το φαινόμενο Early είναι αμελητέο.

Υπενθυμίζεται ότι: $g_m = \frac{I_C}{V_T}$, $r_{\pi} = \frac{\beta}{g_m}$, $V_T = 25 \text{ mV}$



Λύση

A) DC Κύκλωμα



Όταν άγουν οι δίοδοι

$$V_{B2} = -10 + 1.4 = -8.6V$$

$$\text{Άρα αφού } V_{BE2} = 0.7 \Rightarrow V_{E2} = -9.3$$

$$\text{Άρα } I_{E2} \cdot 180\Omega = 0.7 \Rightarrow I_{E2} = \frac{0.7}{180} A$$

$$\text{Όμως } I_{B2}(\beta + 1) = I_{E2} \Rightarrow I_{B2} = \frac{I_{E2}}{(\beta + 1)}$$

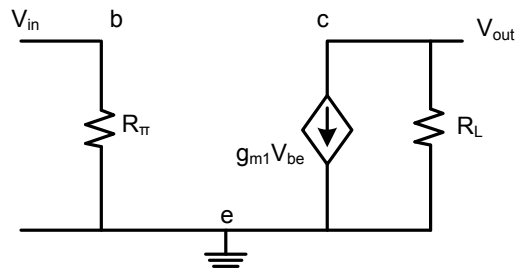
$$\text{Άρα } I_{C2} = I_{E1} = \beta \cdot I_{B2} = \frac{\beta \cdot I_{E2}}{(\beta + 1)}$$

$$\text{Άρα } I_{C1} = \frac{\beta}{(\beta + 1)} I_{E1} = \frac{\beta^2 I_{E2}}{(\beta + 1)^2} = \frac{50^2 \cdot 0.7}{51^2 \cdot 180} \approx 3.7mA$$

$$\text{Άρα } g_{m1} = \frac{I_{C1}}{V_T} = \frac{3.7}{25} = 0.148 S$$

$$\text{Και } r_{\pi} = \frac{\beta}{g_{m1}} = \frac{50}{0.148} = 337.8 \Omega$$

B) AC Ισοδύναμο



$$V_{out} = -g_m V_{be} \cdot R_L = -0.148 \cdot V_{in} \cdot 2000 \Rightarrow$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = -296$$