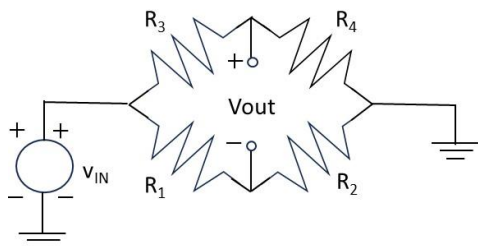


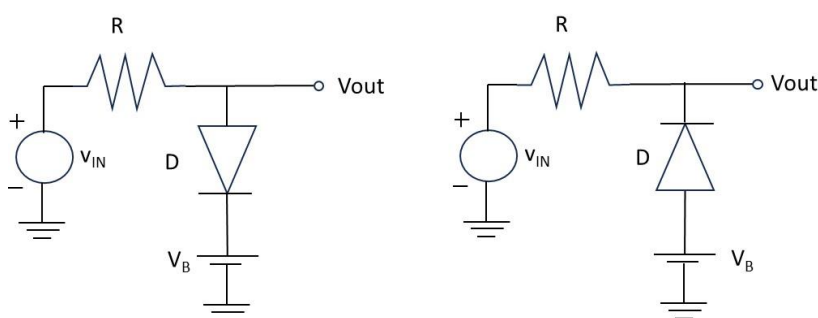
ΘΕΜΑ 1^ο (2 μονάδες)

Στο παρακάτω κύκλωμα να υπολογίσετε το V_{thevenin} και το R_{thevenin}



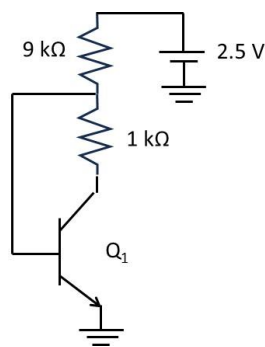
ΘΕΜΑ 2^ο (3 μονάδες)

Στα παρακάτω κυκλώματα $V_B = 1\text{V}$. Χρησιμοποιείτε το μοντέλο σταθερής πτώσης τάσης της διόδου με $V_D = 0.6\text{V}$. Να φτιάξετε την γραφική παράσταση του V_{OUT} σε συνάρτηση με το V_{IN} αν το V_{IN} παίρνει τιμές από -3 ως $+3\text{V}$.



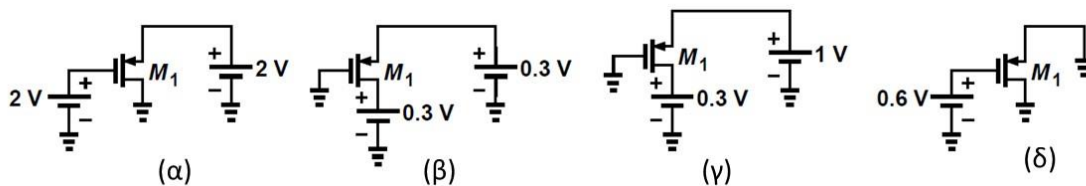
ΘΕΜΑ 3^ο (3 μονάδες)

Στο παρακάτω κύκλωμα $V_A = \infty$, $\beta = 100$. Ποια πρέπει να είναι η τιμή του I_S αν η επαφή συλλέκτη βάσης έχει μια ορθή πόλωση 200mV ;



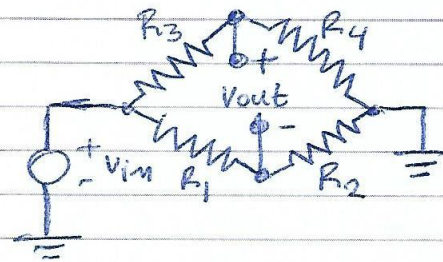
ΘΕΜΑ 4^ο (2 μονάδες)

Προσδιορίστε την περιοχή λειτουργίας του M_1 σε καθένα από τα παρακάτω κυκλώματα. Το $V_{\text{th}} = -0.4\text{V}$.



Καλή Επιτυχία

Θέμα 1°

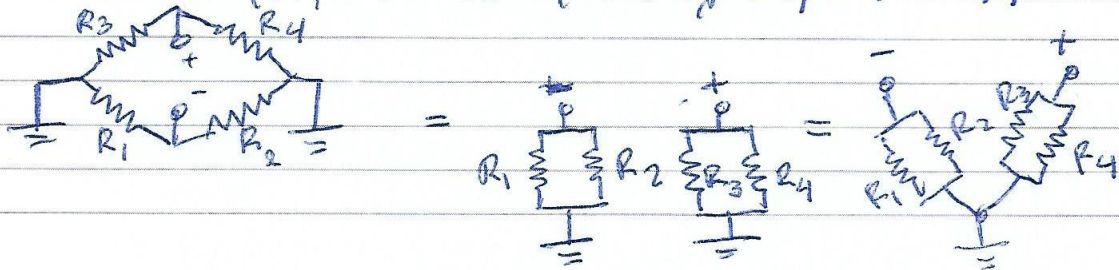


$$V_{TH} = V_{out} = V_{out+} - V_{out-}$$

$$V_{out+} = V_{in} \frac{R_4}{R_3 + R_4}, \quad V_{out-} = V_{in} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$V_{TH} = V_{in} \cdot \left(\frac{R_4}{R_3 + R_4} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right)$$

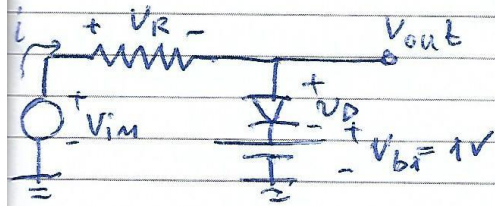
Για να βρούμε το R_{TH} βραχυκυκλώνουμε το V_{in}



$$\text{άρα } R_{TH} = (R_3 // R_4) + (R_1 // R_2) = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Θέμα 2°

Όταν η διαόδος άγει, τότε $V_D = 0.6V$ και $V_{out} = V_D + V_{b1} = 1.6V$

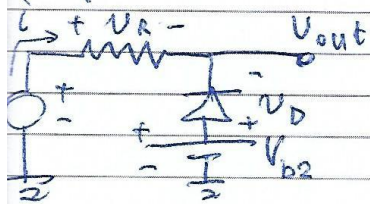
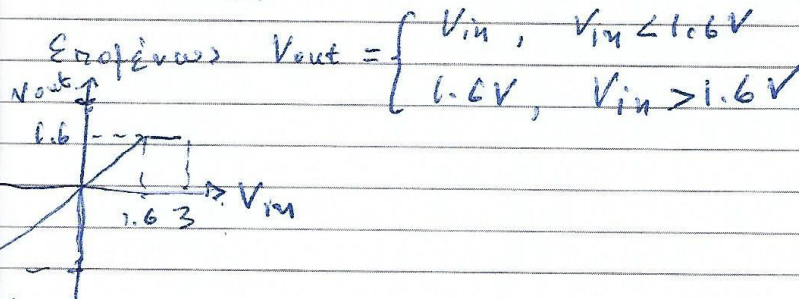


Όταν η διαόδος δεν άγει, τότε $V_D < 0.6V$ και $I = 0$, άρα $V_R = I \cdot R = 0$ και $V_{out} = V_{in} - V_R = V_{in}$
Πότε η διαόδος δεν άγει;

από τον νόμο Kirchhoff έχουμε ότι:

$$-V_{in} + V_R + V_D + V_{b1} = 0 \Rightarrow V_D = V_{in} - V_{b1} \text{ οπότε}$$

$$V_{in} - V_{b1} < 0.6V \Leftrightarrow V_{in} < 0.6V + V_{b1} = 1.6V$$



Όταν η διαόδος άγει, $V_D = 0.6V$ και $V_{out} = -V_D + V_{b2} = -0.6V + 1V = 0.4V$

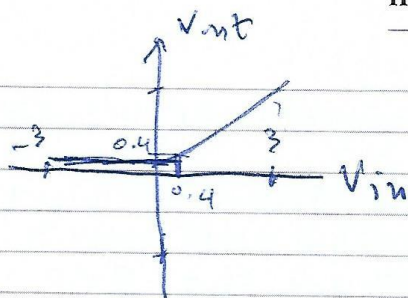
Όταν η διαόδος δεν άγει $V_D < 0.6V$ και $V_R = I \cdot R = 0$, γιατί $I = 0$ ενώ $V_{out} = V_{in} - V_R = V_{in}$

Πότε η διαόδος δεν άγει; Από τον νόμο Kirchhoff:

$$-V_{in} + V_R - V_D + V_{b2} = 0 \Rightarrow -V_D = V_{in} - V_{b2} \Leftrightarrow$$

$$V_D = V_{b2} - V_{in} \text{ οπότε } V_{b2} - V_{in} < 0.6V \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow V_{b2} - 0.6V < V_{in} \Leftrightarrow V_{in} > 1V - 0.6V = 0.4V$$



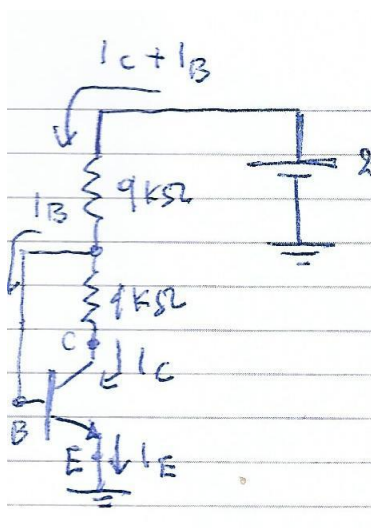
Πανεπιστήμιον Αθηνών
— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

Επομένως

$$V_{out} = \begin{cases} V_{in}, & V_{in} > 0.4V \\ 0.4V, & V_{in} < 0.4V \end{cases}$$

Θέμα 3°

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΝ ΑΘΗΝΩΝ
— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —



$$I_C = \frac{V_B - V_C}{1\text{k}\Omega} = \frac{0.2\text{V}}{1\text{k}\Omega} = 0.2\text{mA}$$

$$I_E = I_C + I_B \text{ και } I_C = \alpha \cdot I_E \Rightarrow I_E = \frac{I_C}{\alpha}, \alpha = \frac{\beta}{\beta + 1}$$

$$I_E = \frac{0.2\text{mA}}{\frac{100}{101}} = 0.202\text{mA} \text{ και}$$

$$V_{BE} = V_B - V_E = V_B - 0 = 2.5\text{V} - 9\text{k}\Omega \cdot (I_C + I_B)$$

$$= 2.5\text{V} - 9\text{k}\Omega \cdot 0.202\text{mA} = 0.686\text{V}$$

$$\text{Επομένως λόγω } I_C = I_S e^{\frac{V_{BE}}{V_T}} \Rightarrow I_S = I_C e^{-\frac{V_{BE}}{V_T}} \text{ δηλ.}$$

$$I_S = 0.2\text{mA} \cdot e^{-\frac{686}{26}} = 8.11 \cdot 10^{-16}\text{A}$$

Θέμα 4°

(α) $V_S = 2\text{V}$, $V_G = 2\text{V}$ άρα $V_{SG} = V_S - V_G = 0\text{V} < |V_{th}|$ επομένως το M1 είναι στην περιοχή αποκοπής.

(β) $V_S = 0.3\text{V}$, $V_G = 0\text{V}$ άρα $V_{SG} = V_S - V_G = 0.3\text{V} < |V_{th}|$ επομένως το M1 είναι στην περιοχή αποκοπής.

(γ) $V_S = 1\text{V}$, $V_G = 0\text{V}$ άρα $V_{SG} = V_S - V_G = 1\text{V} > |V_{th}|$. Επίσης $V_D = 0.3\text{V}$ άρα $V_{SD} = V_S - V_D = (1 - 0.3) = 0.7\text{V}$ επομένως $V_{SD} > V_{SG} - |V_{th}| = 1 - 0.4 = 0.6\text{V}$ και το M1 είναι στην περιοχή κορεσμού.

(δ) $V_S = 0\text{V}$, $V_G = 0.6\text{V}$ άρα $V_{SG} = V_S - V_G = -0.6\text{V} < |V_{th}|$ επομένως το M1 είναι στην περιοχή αποκοπής.