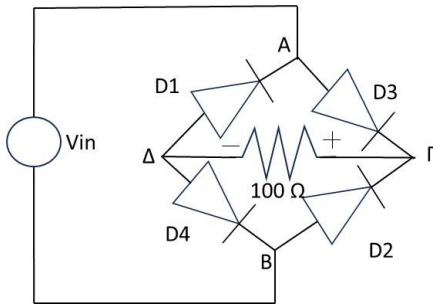
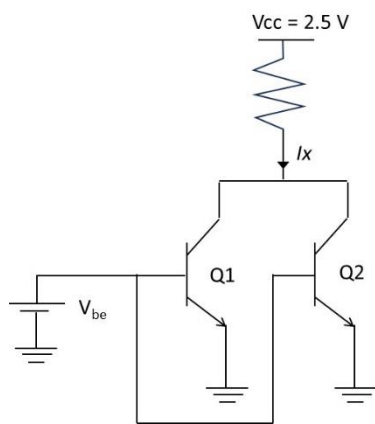


ΘΕΜΑ 1^ο (3 μονάδες)



$V_{in} = 5 \cdot \sin(\omega t)$. Να βρείτε ποια είναι η τάση επάνω σε κάθε δίοδο του πλήρους ανορθωτή, όταν $V_{in} = 5V$ και όταν $V_{in} = -5V$. Να χρησιμοποιήσετε το μοντέλο σταθερής πτώσης τάσης με $V_D = 0.65 V$.

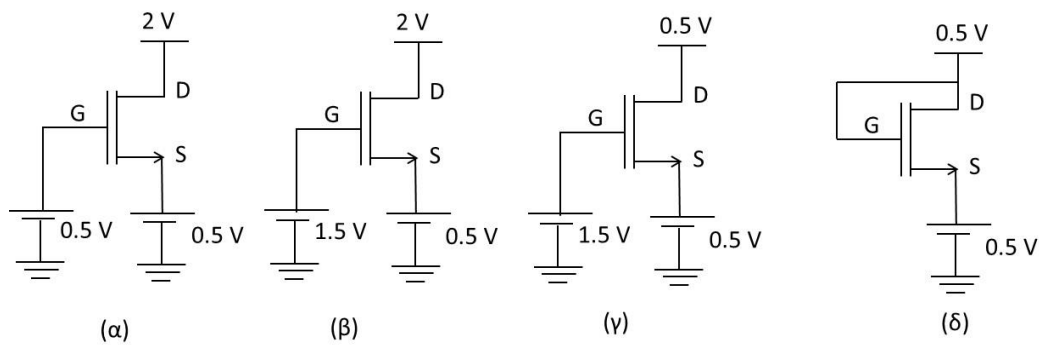
ΘΕΜΑ 2^ο (3 μονάδες)



Τα Q1, Q2 είναι ηρη τρανζίστορς. Αν $I_{SQ1} = 2 \cdot I_{SQ2} = 5 \times 10^{-16} A$, να βρείτε το V_{BE} για το οποίο $I_x = 1.2 mA$ και την τιμή της αντίστασης για την οποία το τρανζίστορ βγαίνει από την ενεργό περιοχή

ΘΕΜΑ 3^ο (4 μονάδες)

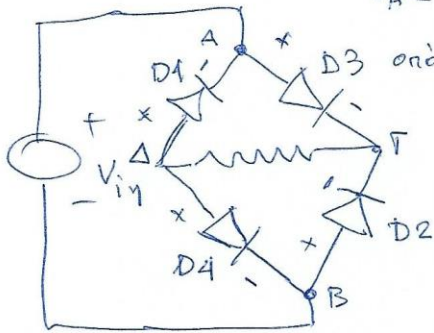
Στο κύκλωμα της εικόνας το NMOS τρανζίστορ έχει $\frac{1}{2} \mu_n \cdot C_{ox} \cdot \frac{w}{l} = k_p = 100 \mu A/V^2$, $V_{th} = 0.4 V$. Να βρείτε τις περιοχές λειτουργίας του για κάθε κύκλωμα της εικόνας



ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ

ΘΕΜΑ 1ο

(α) Όταν $V_{in} = 5V \Rightarrow V_A - V_B = 5V \Rightarrow V_A = 5V + V_B$. Θεώ για ευνοησία $V_B = 0V$



οπότε $V_A = 5V$ και $V_B = 0V$
 $V_A > V_\Gamma, V_\Delta > V_B$

Άρα η διαδρομή D3 είναι προσηλωμένη ορθά και

$$V_{D3} = 0.65V$$

Επίσης η διαδρομή D4 είναι

προσηλωμένη ορθά και $V_{D4} = 0.65V$

$$V_A = 5V, V_{D3} = 0.65V \text{ άρα } V_\Gamma = V_A - V_{D3} = 4.35V$$

$$V_{D2} = V_B - V_\Gamma = 0V - 4.35V = -4.35V \text{ (η D2 είναι προσηλωμένη ανάστροφα)}$$

$$V_A - V_B = V_{D4} = 0.65V \Rightarrow V_\Delta = 0.65V + V_B = 0.65V$$

$$V_{D1} = V_\Delta - V_A = 0.65V - 5V = -4.35V \text{ (η D1 είναι προσηλωμένη ανάστροφα)}$$

(β) Όταν $V_{in} = -5V \Rightarrow V_A - V_B = -5V \Leftrightarrow V_B = V_A + 5V$
 Θεώ για ευνοησία $V_A = 0V$, οπότε $V_B = 5V$ και $V_A = 0V$

$V_B > V_\Gamma, V_\Delta > V_A$
 Άρα η D2 είναι ορθά προσηλωμένη με $V_{D2} = 0.65V$

Η D4 είναι ορθά προσηλωμένη με $V_{D4} = 0.65V$ και V_Δ

V_{D3} και V_{D1} είναι $-4.35V$ όπως και προσηλωμένως

ΘΕΜΑ 2ο

$I_{C,Q1}$: Το ρεύμα συλλέκτη του Q_1 και $I_{C,Q2}$ του Q_2

$$I_x = I_{C,Q1} + I_{C,Q2} = 1.2 \text{ mA} \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} I_{C,Q1} &= I_{S,Q1} \cdot e^{\frac{V_{BE}}{V_T}} = 2I_{S,Q2} e^{\frac{V_{BE}}{V_T}} \\ I_{C,Q2} &= I_{S,Q2} e^{\frac{V_{BE}}{V_T}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow I_{C,Q1} = 2I_{C,Q2} \quad (2)$$

$$(1) \stackrel{(2)}{\Rightarrow} 2I_{C,Q2} + I_{C,Q2} = 1.2 \text{ mA} \Rightarrow I_{C,Q2} = \frac{1.2 \text{ mA}}{3} = 0.4 \text{ mA}$$

$$\text{Επομένως } 0.4 \text{ mA} = I_{S,Q2} e^{\frac{V_{BE}}{V_T}} \Leftrightarrow \frac{0.4 \text{ mA}}{I_{S,Q2}} = e^{\frac{V_{BE}}{V_T}} \Leftrightarrow$$

$$V_{BE} = V_T \ln \frac{0.4 \cdot 10^{-3} \text{ A}}{\frac{5}{2} \cdot 10^{-16} \text{ A}} \Rightarrow V_{BE} = 26 \text{ mV} \cdot \ln(0.16 \cdot 10^{13})$$

$$\Rightarrow V_{BE} \approx 730 \text{ mV}$$

Ας θεωρήσουμε ότι τα τρανζίστορ βγαίνουν από την ενεργό περιοχή όταν $V_C - V_B = 0$ δηλ. όταν $V_{CE} = V_{BE}$

Άρα η αντίστροφη για την οποία το V_{CE} θα γίνει 730mV

$$\text{είναι } R = \frac{2.5 \text{ V} - 0.73 \text{ V}}{1.2 \text{ mA}} \approx 1474 \Omega$$

ΘΕΜΑ 3ο

$$(*) V_{GS} = V_G - V_S = 0.5 \text{ V} - 0.5 \text{ V} = 0 \text{ V} \text{ το } V_{GS} < V_{TH}$$

άρα το τρανζίστορ είναι στην περιοχή αποκομής

$$(b) V_{GS} = V_G - V_S = 1.5 \text{ V} - 0.5 \text{ V} = 1 \text{ V}$$

$$V_{GS} - V_{TH} = 1 \text{ V} - 0.4 \text{ V} = 0.6 \text{ V}$$

$$V_{DS} = V_D - V_S = 2 \text{ V} - 0.5 \text{ V} = 1.5 \text{ V}$$

αρα $V_{DS} > V_{GS} - V_{TH}$ και το τρανζίστορ είναι στην περιοχή φορέων

$$(γ) V_{GS} = V_G - V_S = 1.5 \text{ V} - 0.5 \text{ V} = 1 \text{ V}$$

$$V_{GS} - V_{TH} = 1 \text{ V} - 0.4 \text{ V} = 0.6 \text{ V}$$

$$V_{DS} = V_D - V_S = 0.5 \text{ V} - 0.5 \text{ V} = 0 \text{ V}$$

αρα $V_{DS} < V_{GS} - V_{TH}$ και το τρανζίστορ είναι στην

Τρίοδο περιοχή

$$(δ) V_G = V_D = 0.5 \text{ V}$$

$$V_S = 0.5 \text{ V} \text{ αρα } V_{GS} = V_G - V_S = 0 \text{ V}$$

$V_{GS} < V_{TH}$ αρα το τρανζίστορ είναι στην περιοχή της αποκομής