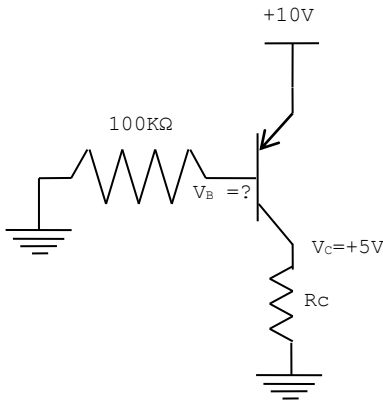
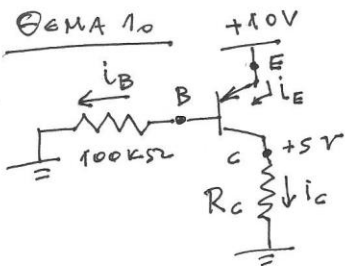


ΘΕΜΑ 1^ο (3 μονάδες)

Στο κύκλωμα της εικόνας 1, το pnp τρανζίστορ έχει $\beta=50$. Χρησιμοποιώντας το απλό μοντέλο λειτουργίας του τρανζίστορ να βρείτε την τιμή της R_c έτσι ώστε η V_c να είναι +5V. Αν βάλετε την αντίσταση αυτή και αντικαταστήσετε το τρανζίστορ με ένα άλλο για το οποίο $\beta=100$, τι θα συμβεί;



Εικόνα 1



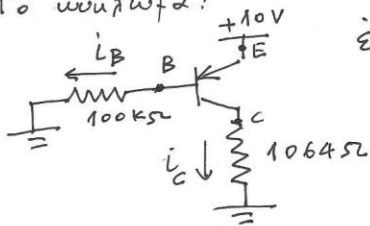
Για $V_{EB} = 0.6V$ το $V_B = 9.4V$

$$\text{Το } i_B = \frac{9.4V}{100k\Omega} = 9.4 \cdot 10^{-5}A$$

$$\text{Το } i_C = \beta \cdot i_B = 50 \cdot 9.4 \cdot 10^{-5}A = 4.7 \cdot 10^{-3}A$$

Η τιμή του R_c είναι $R_c = \frac{5V - 0}{4.7 \cdot 10^{-3}A} \approx 1064\Omega$

Το δεύτερο:



έχει πάλι $V_B = 9.4V$ και

$$i_B = \frac{9.4V}{100k\Omega} = 9.4 \cdot 10^{-5}A, \text{ αλλά}$$

$$\text{Το } i_C = 100 \cdot 9.4 \cdot 10^{-5}A \text{ δηλ.}$$

$$9.4 \cdot 10^{-3}A. \text{ Το πείρα αυτό}$$

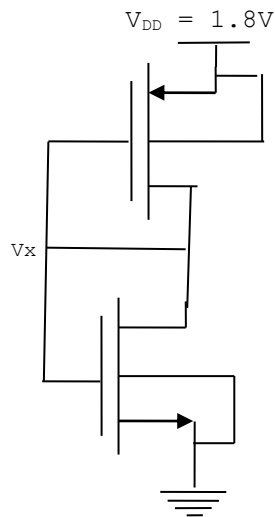
δημιουργεί μια πτώση τάσης

$$9.4 \cdot 10^{-3}A \cdot 1064\Omega \approx 10V \text{ δηλ. } V_c = V_E = 10V$$

αυτό σημαίνει ότι το τρανζίστορ είναι στην περιοχή κορεσμού, γιατί η διαφορά V_{EB} είναι ορθά προσημασμένη.

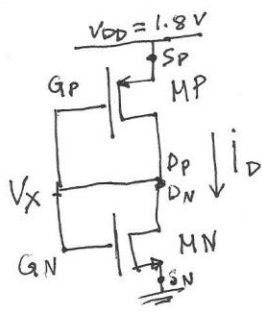
ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΑΣ,
ΤΜΗΜΑ ΑΕΡΟΔΙΑΣΤΗΜΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2022
ΘΕΜΑ 2^ο (4 μονάδες)

Στο κύκλωμα της εικόνας 2 το NMOS τρανζίστορ έχει $\frac{1}{2}\mu_e \cdot C_{ox} \cdot \frac{w}{l} = \frac{1}{2}k_n = 40 \mu A/V^2$ και $V_{th} = 0.5 V$. Πόσο πρέπει να είναι το k_p του PMOS τρανζίστορ που έχει $V_{th} = -0.7 V$ έτσι ώστε το ρεύμα που διαρρέει τα δύο τρανζίστορ να είναι $1.6 \mu A$. Πόση είναι η τάση V_x ;



Εικόνα 2

ΘΕΜΑ 2ο



Έχουμε ένα PMOS τρανζίστορ, το MP και
 ένα NMOS —||—, το MN
 και τα 2 τρανζίστορ βρίσκονται στην περιοχή
 κορεσμού γιατί το G και το D είναι
 βραχυκυκλωμένα; δηλ. $V_{GP}, V_{GN}, V_{DP}, V_{DN}$ έχουν
 την ίδια τιμή, είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους
 έτσι για το NMOS έχουμε

Επομένως ~~$V_{DN} - V_{SN} > V_{GN} - V_{SN} - V_{th}$~~
 $V_{DSN} > V_{GSN} - V_{th,N}$

Το ίδιο και για το PMOS:

$V_{SDP} > V_{SGP} - |V_{th,P}|$
 $V_{SDP} - V_{DP} = V_{SP} - V_{GP}$ άρα

Για το NMOS:

$I_D = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GSN} - V_{th,N})^2 \Rightarrow 1.6 \mu A = \frac{40 \mu A}{V^2} (V_x - 0.5)^2 V^2$

άρα $\frac{1.6}{40} = (V_x - 0.5)^2$ και $\sqrt{\frac{1.6}{40}} = V_x - 0.5 \Rightarrow$

$0.2 = V_x - 0.5 \Rightarrow V_x = 0.7V$

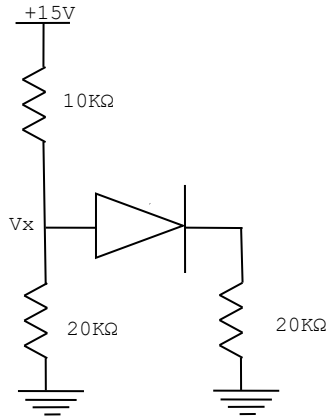
Για το PMOS: $V_{SGP} = 1.8V - V_x = 1.8V - 0.7V = 1.1V$ και
 $V_{SDP} - |V_{th,P}| = 1.1V - 0.7V = 0.4V$. Πρέπει

$1.6 \mu A = \frac{1}{2} k_p (V_{SGP} - |V_{th,P}|)^2 = \frac{1}{2} k_p (0.4)^2 V^2$ άρα

$\frac{1}{2} k_p = \frac{1.6 \mu A}{(0.4)^2 V^2} \Rightarrow k_p = 2 \cdot \frac{1.6 \mu A}{0.16 V^2} = 20 \frac{\mu A}{V^2}$

ΘΕΜΑ 3^ο (3 μονάδες)

Να βρεθεί η V_x στο κύκλωμα της εικόνας 3. Θεωρήστε την πτώση τάσης επάνω στην δίοδο ίση με 0.7V.



Εικόνα 3

ΘΕΜΑ 3^ο

$$I_1 = I_2 + I_3$$

$$I_1 = \frac{15V - V_x}{10k\Omega}$$

$$I_2 = \frac{V_x}{20k\Omega}$$

$$I_3 = \frac{V_x - 0.7V}{20k\Omega}$$

$$\text{Άρα } \frac{15V - V_x}{10k\Omega} - \frac{V_x}{10k\Omega} = \frac{V_x}{20k\Omega} + \frac{V_x - 0.7V}{20k\Omega} \Leftrightarrow$$

$$\frac{15V}{10k\Omega} + \frac{0.7V}{20k\Omega} = \frac{V_x}{20k\Omega} + \frac{V_x}{20k\Omega} + \frac{V_x}{10k\Omega} \Leftrightarrow$$

$$= \frac{2V_x}{20k\Omega} + \frac{V_x}{10k\Omega} = \frac{2V_x}{10k\Omega} = \frac{V_x}{5k\Omega} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{5k\Omega}{10k\Omega} \cdot 15V + \frac{5k\Omega}{20k\Omega} \cdot 0.7V = V_x \Leftrightarrow$$

$$V_x = 7.675 V$$