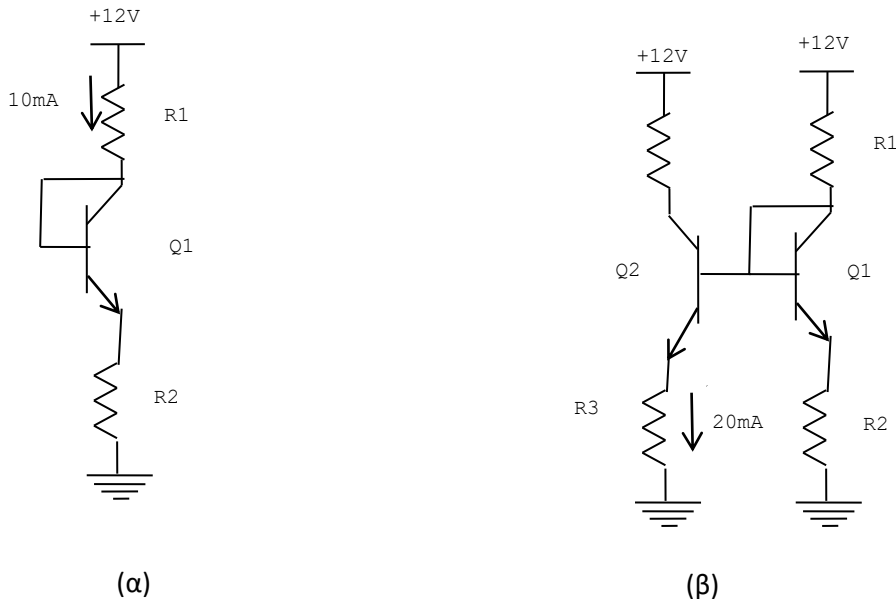


ΘΕΜΑ 1<sup>ο</sup> (4 μονάδες)

Τα Q1, Q2 είναι ηρη τρανζίστορς (2n3904).

Να χρησιμοποιήσετε το απλό μοντέλο λειτουργίας του τρανζίστορ με  $V_{BE} = 0.65 \text{ V}$ , για να βρείτε κατάλληλες τιμές για τις αντιστάσεις R1 και R2 έτσι ώστε το κύκλωμα της εικόνας 1(α) να διαρρέεται από ρεύμα 10 mA (2 μονάδες).

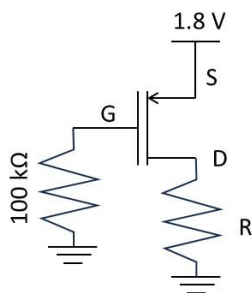
Να συνδέσετε το τρανζίστορ Q2, όπως φαίνεται στην εικόνα 1 (β) και να βάλετε μια τιμή στην αντίσταση R3 έτσι ώστε αυτή να διαρρέεται από ρεύμα 20 mA. (2 μονάδες)



Εικόνα 1

ΘΕΜΑ 2<sup>ο</sup> (3 μονάδες)

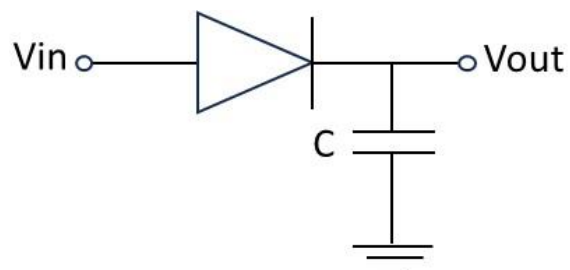
Στο κύκλωμα της εικόνας 2 το PMOS τρανζίστορ έχει  $\frac{1}{2}\mu_p \cdot C_{ox} \cdot \frac{w}{l} = k_p = 30 \mu\text{A}/\text{V}^2$ ,  $|V_{th}| = 0.6 \text{ V}$  και  $\lambda \approx 0$ . Να βρείτε τις περιοχές λειτουργίας του για  $R = 10 \text{ k}\Omega$  και για  $R = 50 \text{ k}\Omega$



Εικόνα 2

ΘΕΜΑ 3<sup>ο</sup> (3 μονάδες)

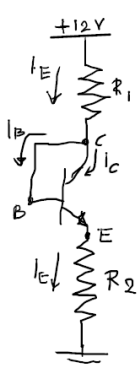
Υποθέτοντας ότι  $V_{in} = 5 \cdot \eta\mu(\omega t)$  να σχεδιάσετε την κυματομορφή εξόδου του κυκλώματος της εικόνας 3 για αρχική συνθήκη +0.5 V στα άκρα του C. Χρησιμοποιήστε το μοντέλο σταθερής πτώσης τάσης της διόδου 0.7 V.



Εικόνα 3

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ

Θέμα 1ο

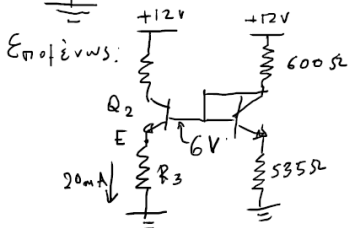


Παρατηρήστε ότι Β και C είναι άρνηκως υφιστάμενα. Άρα  $V_{CE} = V_{BE} = 0.65V$   
Επίσης επειδή  $I_E = I_B + I_C$ , το ρεύμα επάνω στην  $R_1$  είναι  $I_E$

Άρα:  $12V = I_E \cdot R_1 + V_{CE} + I_E \cdot R_2 \Rightarrow 12V - 0.65V = I_E \cdot (R_1 + R_2)$

$$\frac{11.35V}{10mA} = R_1 + R_2 \quad \text{δηλ} \quad \frac{11.35V}{10mA} = R_1 + R_2 \Rightarrow R_1 + R_2 = 1135 \Omega$$

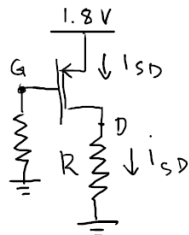
Διηγέσω  $R_1 = 600 \Omega$  και  $R_2 = 535 \Omega$  (αυθαίρετα). Με την επιλογή αυτή το  $V_E = I_E \cdot R_2 = 10mA \cdot 535 \Omega = 5.35V$  και το  $V_B = V_C = V_E + 0.65V = 5.35 + 0.65 = 6V$



Το  $Q_2$  έχει 6V βάση του 6V. Το  $V_{BE}$  των  $Q_2$  είναι  $0.65V$ . Άρα το  $V_E$  του  $Q_2$  είναι  $6V - 0.65V = 5.35V$   
Για να είναι το  $I_E$  των  $Q_2$  10 με 20mA πρέπει

$$R_3 = \frac{5.35V}{20mA} = 267.5 \Omega$$

Θέμα 2ο



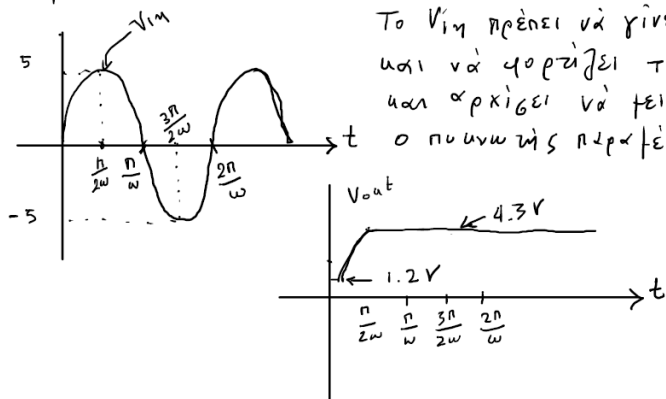
Το  $I_G = 0$  άρα το  $V_G = 0$  και  $V_{SG} = 1.8 - 0 = 1.8V$ . Το  $V_{SG} - |V_{TH}| = 1.8V - 0.6V = 1.2V$ . Υποθέτω ότι το τρανζίστορ λειτουργεί στην περιοχή κορεσμού. Αν αυτό ισχύει τότε

$$I_{SD} = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} \cdot (V_{SG} - |V_{TH}|)^2 = 30 \mu A/V^2 \cdot (1.2)^2 V^2 = 43.2 \mu A$$

Για  $R = 10k\Omega$  το  $I_{SD} = 43.2 \mu A$  δίνει  $V_D = 43.2 \mu A \cdot 10k\Omega = 0.432V$  και  $V_{SD} = 1.8V - 0.432V = 1.368V$ . Αυτό το αποτέλεσμα συμφωνεί με την υπόθεση ότι το τρανζίστορ είναι στην περιοχή κορεσμού γιατί  $1.368V = V_{SD} > V_{SG} - |V_{TH}| = 1.2V$

Για  $R = 50k\Omega$  το  $V_D = 43.2 \mu A \cdot 50k\Omega = 2.16V$ . Αυτό απουσιάζει. Επομένως για  $R = 50k\Omega$  το τρανζίστορ είναι στην τριόμο περιοχή.

Θέμα 3ο



Το  $V_{in}$  πρέπει να γίνει  $0.5V + 0.7V = 1.2V$  για να άρει η διόδος και να φορτίσει τον πυκνωτή. Όταν το  $V_{in}$  φτάσει 5V και αρχίσει να μειώνεται, η διόδος παύει να άρει και ο πυκνωτής περνάει φορτισμένος στην τάση  $5V - 0.7V = 4.3V$