

Για τις αριθμητικές τιμές ηλεκτρονικών στοιχείων που δεν σας δίνονται σαφείς αριθμητικές τιμές, να χρησιμοποιήσετε τις τυπικές αναμενόμενες τιμές τους.

Θέμα 1. (Μονάδες 4). Στο κύκλωμα που ακολουθεί υπολογίστε τα σημεία λειτουργίας των δύο τρανζίστορ, BJT (V_{CE}, I_C) και JFET (V_{DS}, I_D). Για το BJT γνωρίζετε ότι $\beta=100$ και για το JFET $I_{DSS}=10\text{mA}$, $V_{GS(OFF)}=-4\text{V}$. Η τάση της DC πηγής είναι ίση με $V_{DC}=10\text{V} + \text{το ψηφίο των μονάδων του αριθμού μητρώου σας σε Volt}$ (Αν έχετε αριθμό μητρώου 56472 τότε $V_{DC}=13+2=15\text{V}$)

BJT ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΟ ΠΕΡΙΟΧΗ $V_{BE} \approx 0.7\text{V}$

ΕΣΤΩ $V_{DC} = 15\text{V}$

KVL $\Rightarrow 15\text{V} = V_{CE} = I_C(1\text{k}) + V_{BE} \Rightarrow 15 = (1\text{k})I_C + 0.7\text{V} \Rightarrow$

$\Rightarrow I_C = \frac{15 - 0.7}{1\text{k}} = 14.3\text{mA} \Rightarrow \underline{I_C = 14.3\text{mA}} \quad \underline{V_{CE} = 0.7\text{V}}$

JFET ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΟ ΠΕΡΙΟΧΗ. $V_G = 0.7\text{V}$

$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(OFF)}}\right)^2 = (10\text{mA}) \left(1 - \frac{V_G - V_S}{-4}\right)^2 = (10\text{mA}) \left(1 + \frac{0.7 - 100I_D}{4}\right)^2$

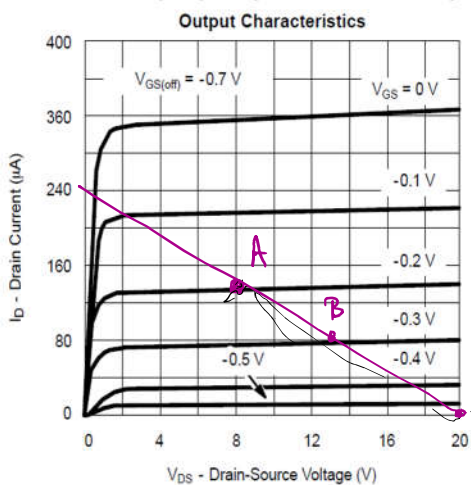
$\Rightarrow 1600 I_D = (4 + 0.7 - 100 I_D)^2 \Rightarrow$ ΕΠΙΛΥΣΗ ΤΡΙΩΝΥΜΟΥ $I_{D1} = 9\text{mA}$

Η ΔΕΥΤΕΡΗ ΛΥΣΗ ΑΠΟΚΛΕΙΕΤΑΙ ΔΙΟΤΙ $I_{D2} = 24.5\text{mA}$

$I_{D2} = 24.5\text{mA} > I_{DSS} = 10\text{mA}$

$V_{DS} = V_{DC} - I_{D1} \times 100 \Rightarrow \underline{V_{DS} = 14.1\text{V}} \quad \underline{I_D = 9\text{mA}}$

Θέμα 2. (Μονάδες 4). Στο κύκλωμα που ακολουθεί υπολογίστε τις τιμές των αντιστάσεων στο σημείο DC λειτουργίας του JFET το οποίο θα βρίσκεται στο σημείο που τέμνεται η καμπύλη $V_{GS} = -0.2\text{V}$ και η τιμή της $V_{DS} = 4\text{V} + \text{ο αριθμός μονάδων του Αριθμού Μητρώου σας}$ και εκτιμήστε γραφικά το κέρδος V_o/V_i . $V_{DC} = 20\text{V}$.



ΕΣΤΩ Ο ΑΜ ΛΗΓΕΙ ΕΙΣ 4 $\Rightarrow V_{DS} = 4 + 4 = 8\text{V}$. ΤΟ ΣΗΜΕΙΟ DC ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΣΤΗΝ ΘΕΣΗ Α.

ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ Α ΓΝΩΡΙΖΩ $V_{DS} = 8\text{V}$
 $V_{GS} = -0.2\text{V}$
 $I_D \approx 130\text{µA}$

Από KVL $\Rightarrow V_{DC} = R_D \cdot I_D + V_{DS} \Rightarrow$

$\Rightarrow 20\text{V} = R_D \cdot 130\text{µA} + 8\text{V} \Rightarrow R_D = \frac{12\text{V}}{0.130\text{mA}} \Rightarrow$

$\Rightarrow \underline{R_D = 92.3\text{k}\Omega}$ $V_S = \phi$

$V_{GS} = -0.2\text{V} \Rightarrow V_G - V_S = -0.2\text{V} \Rightarrow V_G = -0.2\text{V}$

Επειδή $I_G = \phi$ $\Rightarrow I = \frac{20 - V_G}{R_1} = \frac{V_G - (-20)}{R_2}$

$\frac{R_1}{20 - (-0.2)} = \frac{R_2}{-0.2 - 20} \Rightarrow \frac{R_1}{20.2} = \frac{R_2}{-20.2} \Rightarrow R_1 = \frac{20.2}{-20.2} \cdot R_2 \Rightarrow R_1 = -R_2$

ΘΕΤΩ $R_2 = 10\text{k}$ $\Rightarrow R_1 = 10.2\text{k}$

1 | Page

ΓΙΑ ΝΑ ΕΚΤΙΜΗΣΩ ΤΟΝ ΛΟΓΟ $\frac{V_o}{V_i}$ ΣΤΗΝ AC ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΠΙΛΕΓΩ
 ΣΗΜΕΙΟ Β ΚΟΝΤΑ ΣΤΟ Α $\frac{V_o}{V_i}$ ΕΠΑΝΩ ΕΙΣΤΗΝ ΕΥΘΕΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ
 ΓΙΑ ΤΟ ΔΕΤ. ΓΙΑ ΤΟ Β ΕΧΩ

$$\frac{\Delta V_o}{\Delta V_i} = \frac{\Delta V_{DS}}{\Delta V_{GS}} \approx \frac{V_{DS}(A) - V_{DS}(B)}{V_{GS}(A) - V_{GS}(B)} = \frac{8 - 13}{(-0.2) - (-0.3)} = \frac{-5}{0.1} = -50 \Rightarrow$$

$\frac{\Delta V_o}{\Delta V_i} \approx -50$

Θέμα 3. (Μονάδες 4). Να υπολογίσετε τις αριθμητικές τιμές των αντιστάσεων του κυκλώματος της προηγούμενης άσκησης χρησιμοποιώντας για το ίδιο σημείο DC λειτουργίας, αλλά με την αριθμητική μέθοδο. Γνωρίζετε ότι στην ενεργό περιοχή ισχύει ότι

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(OFF)}}\right)^2$$

ΛΥΣΗ:

ΑΠΟ ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ
 ΤΗΣ ΕΚΦΡΑΣΗΣ

ΣΗΜΕΙΟ Α: $V_{DS} = 8V, V_{GS} = -0.2V$

ΑΠΟ ΤΟ ΣΧΗΜΑ ΒΛΕΠΩ: $I_{DSS} \approx 360 \mu A, V_{GS(OFF)} = -0.7V$

ΤΟ ΣΗΜΕΙΟ Α ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΕΙΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΟ ΠΕΡΙΟΧΗ

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(OFF)}}\right)^2 = 0.36 \text{mA} \left(1 - \frac{-0.2}{-0.7}\right)^2 \approx 0.18 \text{mA} \Rightarrow I_D \approx 180 \mu A$$

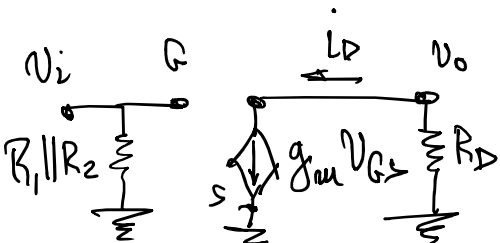
$$KVL \Rightarrow 20V = R_D \cdot I_D + V_{DS} \Rightarrow 20 = R_D \times 0.18 \text{mA} + 8V \Rightarrow R_D = \frac{20 - 8V}{0.18 \text{mA}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_D = 66.6 \text{k}\Omega$$

Η ΕΥΡΕΣΗ ΤΩΝ R_1, R_2 ΕΙΝΑΙ ΙΔΙΑ ΜΕ ΤΗΝ ΠΡΩΤΟΜΕΝΗ ΑΣΚΗΣΗ \Rightarrow

ΤΟ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΣΤΗΝ AC ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

$$\begin{cases} R_1 = 10.2 \text{k}\Omega \\ R_2 = 10 \text{k}\Omega \end{cases}$$



$$V_o = -R_D i_D = -R_D g_m V_{GS} = -R_D g_m V_i \Rightarrow \frac{V_o}{V_i} = -R_D g_m = (-66.6 \text{k}\Omega)(0.73 \text{mS}) \Rightarrow \frac{V_o}{V_i} = -48.6$$

$$g_m = \frac{\partial I_D}{\partial V_{GS}} = \frac{\partial}{\partial V_{GS}} I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(OFF)}}\right)^2 = \frac{-2I_{DSS}}{V_{GS(OFF)}} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(OFF)}}\right) = \frac{-2 \times 0.36 \text{mA}}{-0.7} \left(1 - \frac{-0.2}{-0.7}\right) \Rightarrow g_m = 0.73 \text{mS} \text{ (1)}$$

Καλή επιτυχία