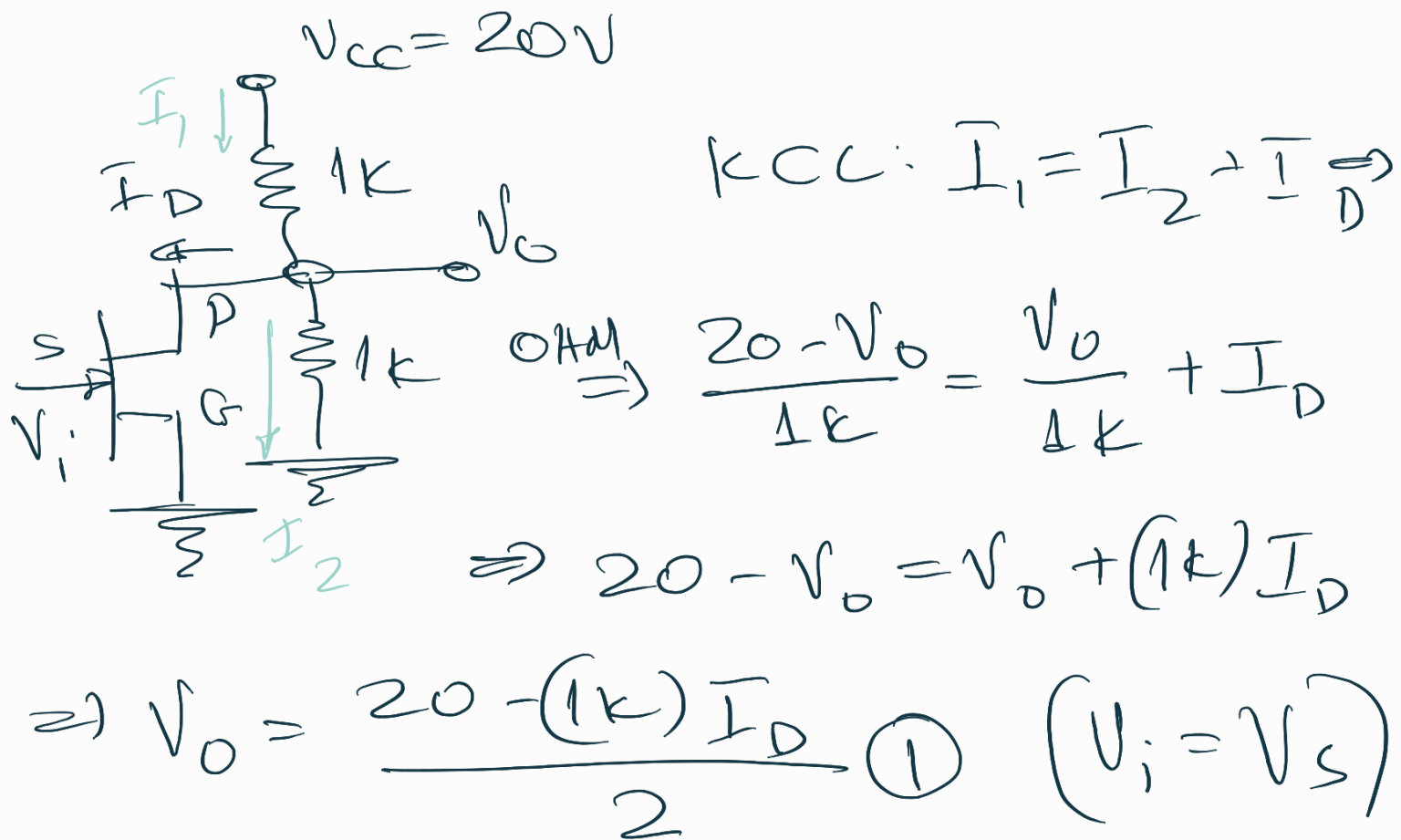


ΑΣΚΗΣΗ 1: ΔΙΝΕΤΑΙ ΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΤΟΥ ΕΧΗΜΑΤΟΣ. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕ ΤΗΝ ΕΥΝΑΡΤΗΣΗ $V_o = f(V_i)$ ΜΕ $V_i < 0$.

ΓΙΑ ΤΟ JFET ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ

ΟΤΙ $I_{DSS} = 10 \text{ mA}$ $V_{GS(OFF)} = -5 \text{ V}$.



ΥΠΟΘΕΤΩ JFET ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΟ ΠΕΡΙΟΧΗ

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

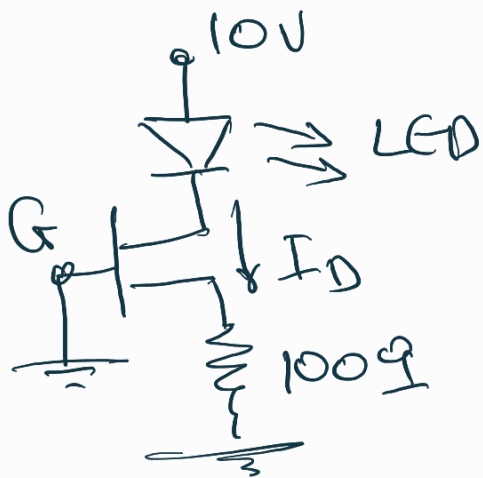
$$I_D = (10 \text{ mA}) \left(1 - \frac{V_i}{-5}\right)^2 \quad \textcircled{1} \Rightarrow$$

$$\left\{ \begin{aligned} V_o &= 10 \text{ V} - 5 \left(1 + \frac{V_i}{5}\right)^2 \text{ Volts} \\ A_v \quad V_i &< \phi \end{aligned} \right.$$

ΑΣΚΗΣΗ 2: ΣΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ

ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΕΙ ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΓΙΑ ΤΟ JFET, $I_{DSS} = 1 \text{ A}$, $V_{GS(OFF)} = -2 \text{ V}$.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΟΥ I_D .



ΕΞΕΤΩ ΟΤΙ ΤΟ JFET
ΕΙΝΑΙ ΕΤΑΝ ΕΝΕΡΓΟ
ΠΕΡΝΟΥΜΕ; ΤΩΤΕ:

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

$$\Rightarrow I_D = 1 \cdot \left(1 - \frac{V_G - V_S}{-2}\right)^2 \Rightarrow$$

$$V_S = (100 \Omega) \cdot I_D$$

$$V_G = \phi V$$

$$I_D = \left(1 - \frac{100 \cdot I_D}{-2}\right)^2 = (1 - 50 I_D)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2500 I_D^2 - 101 I_D + 1 = \phi$$

ΕΧΘΥΜΕ ΤΗΝ ΨΗΝΥΜΟ ΜΕ ΔΥΟ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΡΙΖΕΣ

$$I_{D1} = 0.017 A = 17 mA$$

$$I_{D2} = 0.023 A = 23 mA$$

ΑΝΑΖΗΤΩ ΔΟΚΙΜΗ ΛΥΣΗ.

ΥΠΟΛΟΓΙΖΩ ΤΙΣ ΔΥΟ ΜΘΑΝΕΣ

ΤΑΞΕΙΣ $V_{S1} = (100 \Omega) I_{D1} = 1.7 V$

$$V_{S2} = (100 \Omega) I_{D2} = 2.3 V$$

Η ΔΕΥΤΕΡΗ ΛΥΣΗ ΑΠΟΚΛΕΙΕΤΑΙ ΔΙΟΤΙ

$$V_{GS} = \phi - V_{S2} = -2.3 V \text{ ΜΗΔΟΤΕΡΗ ΤΗΣ } V_{GS(OFF)}$$

Αν $V_{GS} < V_{GS(offs)}$ τότε ζουμμε ότι

$I_{D2} = 0$ ΑΤΟΛΟ ΓΙΑΤΙ ΕΞ $I_{D2} = 23 \mu A$

ΕΥΝΕΤΩΣ

$$I_D = I_{D1} = 17 \mu A$$

ΑΕΚΗΕΤ 3: ΓΙΑ ΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΠΟΥ

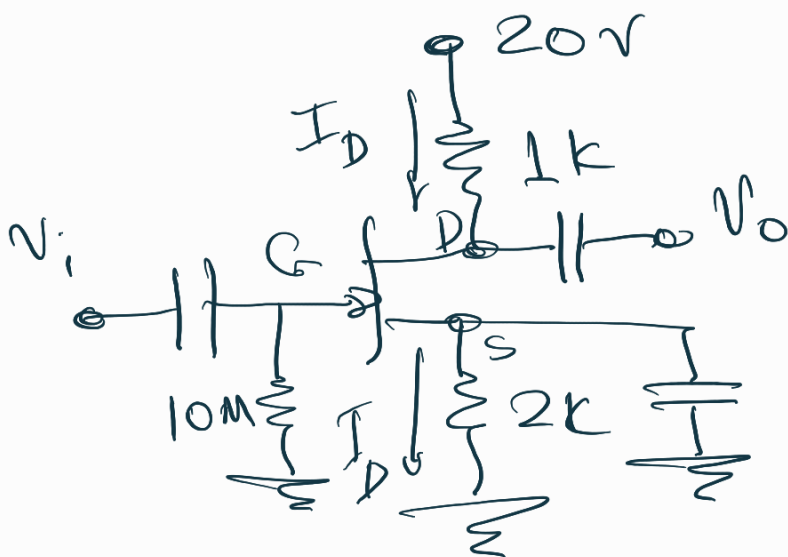
ΑΚΟΛΟΥΘΕΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕ ΤΟ ΣΗΜΕΙΟ

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ JFET (V_{DS}, I_D)

(DC ΑΝΑΛΥΣΗ) ΚΑΙ ΤΟΝ ΛΟΓΟ V_o/V_i

ΜΕ AC ΑΝΑΛΥΣΗ:

$$\left. \begin{array}{l} I_{DSS} = 100 \mu A \\ V_{GS(offs)} = -4V \end{array} \right\}$$



DC ΑΝΑΛΥΣΗ.

$$20 = (1k)I_D + V_{DS} + (2k)I_D$$

$$\Rightarrow 20 = (3k)I_D + V_{DS} \quad (1)$$

ΕΣΤΩ JFET ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΟ ΠΕΡΙΟΧΗ

$$V_S = (2k) \cdot I_D \quad (2)$$

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(OFF)}} \right)^2 = 0.1 \left(1 - \frac{\phi - V_S}{-4} \right)^2$$

$$= 0.1 \left(1 - \frac{V_S}{4} \right)^2 \stackrel{\textcircled{2}}{=} 0.1 \left(1 - \frac{2000 I_D}{4} \right)^2 =$$

$$= 0.1 \left(1 - 500 I_D \right)^2 \Rightarrow 10 I_D = 25 \cdot 10^4 I_D^2 -$$

$$- 10^3 I_D + 1 \Rightarrow 25 \cdot 10^4 I_D^2 - 1010 I_D + 1 = \phi$$

ΑΛΩ ΤΗΝ ΕΠΙΛΗΞΗ ΤΟΥ ΤΡΙΤΟΥ ΜΟΥ

EX 9: $I_{D1} \approx 1.74 \text{ mA}$

$$I_{D2} \approx 2.3 \text{ mA}$$

ΑΛΩ ΤΙΣ ΔΥΟ ΜΕΜΕΣ EX 9 ΠΙΘΑΝΑ

$$V_{S1} = (2k) \cdot I_{D1} = (2k)(1.74 \text{ mA}) = 3.48 \text{ V}$$

$$V_{S2} = (2k) \cdot I_{D2} = (2k)(2.3 \text{ mA}) = 4.6 \text{ V}$$

Η ΜΕΣ V_{S2} ΑΝΟΚΛΕΙΕΤΑΙ ΔΙΟΤΙ

$$V_{GS2} = V_G - V_{S2} = \phi - V_{S2} = -4.6 \text{ V} < -4 \text{ V} =$$

$$= V_{GS(OFF)} \Rightarrow \text{ΠΡΕΝΕΙ } I_D = \phi \text{ ΑΔΥΝΑΤΟΝ}$$

ΕΠΙΝΕΛΓΕ ΚΡΑΤΑΩ ΤΗΝ ΜΕΣ $I_D = 1.74 \text{ mA}$

$$\textcircled{1} \Rightarrow V_{DS} = 20 - (3k)I_D \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{DS} = 20 - (3k)(1.74 \text{ mA}) = 14.78 \text{ V}$$

ΤΟ ΣΗΜΕΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΕ DC
ΚΑΤΑΕΣΤΑΣΗ ΓΙΑ ΤΟ JFET ΕΙΝΑΙ

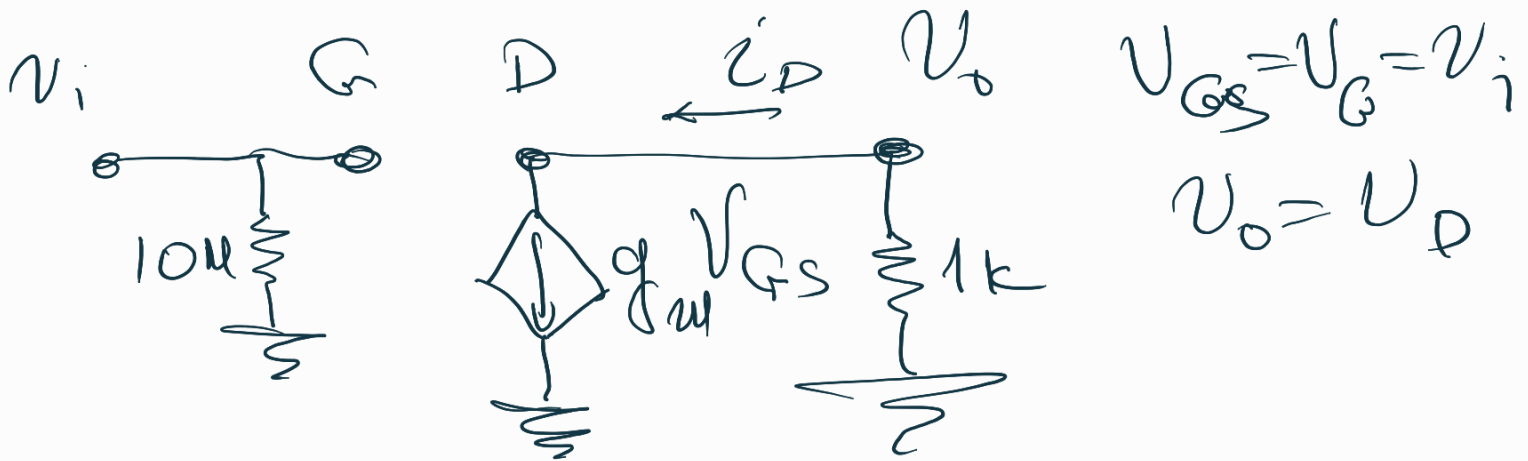
$$(V_{DS} = 14.78 \text{ V}, I_D = 1.74 \text{ mA})$$

AC ΑΝΑΛΥΣΗ.

Η ΑΠΛΟΥΣΤΕΡΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΓΙΑ ΝΑ
ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΩ AC ΑΝΑΛΥΣΗ
ΕΙΝΑΙ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΩ ΤΟ
ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΑΝΑΛΟΓΟ
ΤΟ JFET ΟΤΑΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ ΣΤΗΝ
ΕΝΕΡΓΟ ΠΕΡΙΟΧΗ ΓΙΑ AC ΣΗΜΑΤΑ
ΤΟ ΟΠΟΙΟ ΔΙΝΕΤΑΙ ΣΤΟ ΣΧΗΜΑ
ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΕΙ:



ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΝΟΝΤΑΣ ΤΟΥΣ
 ΠΥΚΝΩΤΕΣ ΚΑΙ ΓΕΩΝΟΝΤΑΣ ΤΙΣ
 ΠΗΓΕΣ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΤΑΞΗΣ ΣΤΟ ΑΡΧΙΚΟ
 ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΧΘ:



$$v_{GS} = v_G = v_i$$

$$v_o = v_D$$

$$i_D = g_m v_G = -\frac{v_o}{1k} = g_m v_i \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{v_o}{v_i} = -(1k) g_m \quad \textcircled{1}$$

$$g_m \triangleq \left. \frac{\partial I_D}{\partial v_{GS}} \right|_{v_{DS}} = \frac{\partial}{\partial v_{GS}} \left[I_{DSS} \left(1 - \frac{v_{GS}}{V_{GS(OFF)}} \right)^2 \right]$$

$$\Rightarrow g_m = -\frac{2 I_{DSS} \left(1 - \frac{v_{GS}}{V_{GS(OFF)}} \right)}{V_{GS(OFF)}} \quad \textcircled{A}$$

$$= -\frac{2(0.1)}{-4} \left(1 - \frac{-3.48}{-4} \right) = 6.5 \text{ mS}$$

$$\Rightarrow q_m = 6.5 \mu s \Rightarrow \frac{V_o}{V_i} = -(1k\Omega) \cdot (6.5 \mu s) = -6.5$$

$$\Rightarrow \frac{V_o}{V_i} = -6.5$$

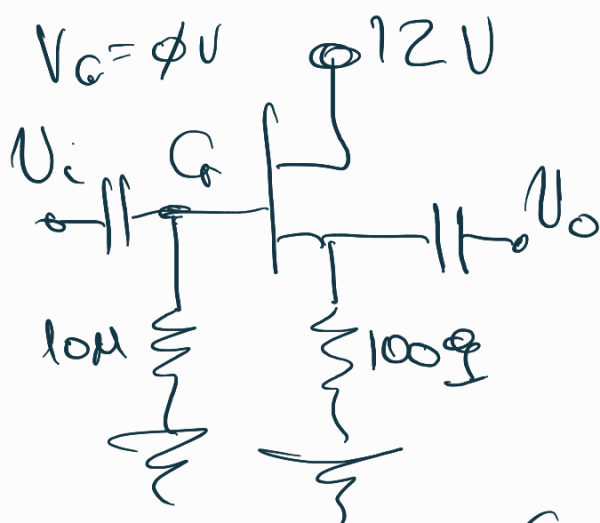
ΒΡΗΚΑ ΟΤΙ ΤΟ ΚΕΡΔΟΣ ΤΑΞΗΣ

ΕΙΝΑΙ -6.5

ΑΣΚΗΣΗ 4:

ΒΡΩΤΕ ΤΟ ΣΗΜΕΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΕ DC ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕ ΤΟΝ ΛΟΓΟ V_o/V_i ΣΕ AC

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ JFET: $I_{DSS} = 100 \text{ mA}$ $V_{GS(off)} = -2 \text{ V}$



ΑΚΟΝΟΥΘΟΥΜΕ ΤΑ

ΙΑΙΑ ΒΗΜΑΤΑ:

ΕΣΤΩ JFET ΕΤΗΝ ΕΝΕΡΓΟ ΠΕΡΙΘΧΙΤ.

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(off)}} \right)^2 = 0.1 \left(1 - \frac{-V_S}{-2V} \right)^2$$

$$= 0.1 \left(1 - \frac{100 \cdot I_D}{2} \right)^2 \Rightarrow 10 I_D = 2500 I_D^2 - 100 I_D + 1$$

$$2500 I_D^2 - 110 I_D + 1 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} I_{D1} \approx 12.8 \text{ mA} \\ I_{D2} \approx 31.2 \text{ mA} \end{cases}$$

$$\Rightarrow V_{S2} = (100 \Omega) \cdot I_{D2}$$

$$\Rightarrow V_{S2} = (100 \Omega) \cdot (31.2 \text{ mA}) = 3.12 \text{ V}$$

ΑΔΥΝΑΤΟΝ ΔΙΟΤΙ $V_{GS(\text{OFF})} = -2 \text{ V}$

ΟΠΟΤΕ ΚΡΑΤΑΩ ΤΗΝ ΠΡΩΤΗ ΛΥΣΗ:

$$V_{S1} (100 \Omega) \times I_{D1} = (100 \Omega) \times (12.8 \text{ mA})$$

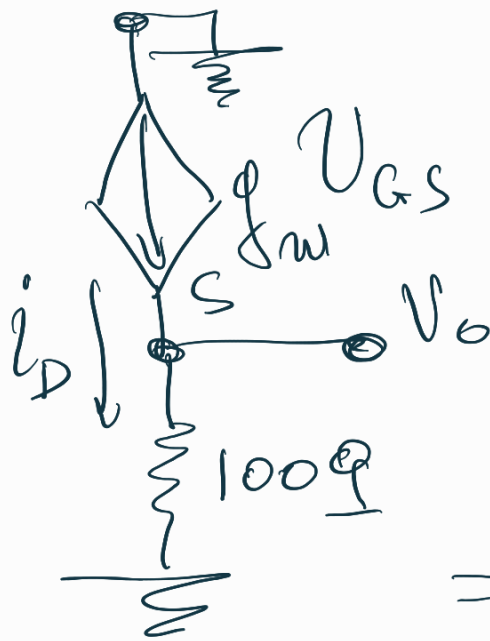
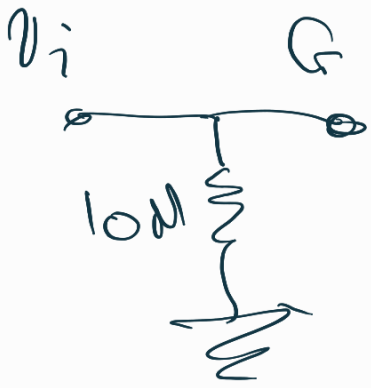
$$\Rightarrow V_{S1} = 1.28 \text{ V} \Rightarrow V_{GS} = -1.28 \text{ V}$$

ΤΟ ΕΠΛΗΘ ΔC ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ

JFET ΕΝΑΙ: $V_{DS} = 12 \text{ V} - V_S = 12 \text{ V} - 1.28 \text{ V}$

$$\Rightarrow V_{DS} = 10.72 \text{ V}, I_D = 12.8 \text{ mA}$$

ΓΙΑ ΤΗΝ AC ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΧΟΥΜΕ
ΤΟ ΑΚΟΛΟΥΘΟ ΚΥΚΛΩΜΑ.



$$V_o = V_s \quad (1)$$

$$V_i = V_G \quad (2)$$

$$V_o \stackrel{(1)}{=} (100 \Omega) i_D =$$

$$= 100 \times g_m \times V_{GS} =$$

$$\stackrel{(2)}{=} 100 \times g_m V_i \Rightarrow \boxed{\frac{V_o}{V_i} = 100 \times g_m} \quad (3)$$

$$g_m = \frac{\partial I_D}{\partial V_{GS}} \bigg|_{V_{DS}} \quad \text{АНО САН} \quad \text{ПРОВОДНОСТЬ} \quad \text{АКТИВН} \quad \frac{-2 I_{DSS}}{V_{GS(OFF)}} \left[1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(OFF)}} \right]$$

$$= \frac{-2 \times 0.1}{(-2)} \left(1 - \frac{-1.2}{-2} \right) = 36 \text{ mS} \Rightarrow$$

$$\boxed{g_m = 36 \text{ mS}}$$

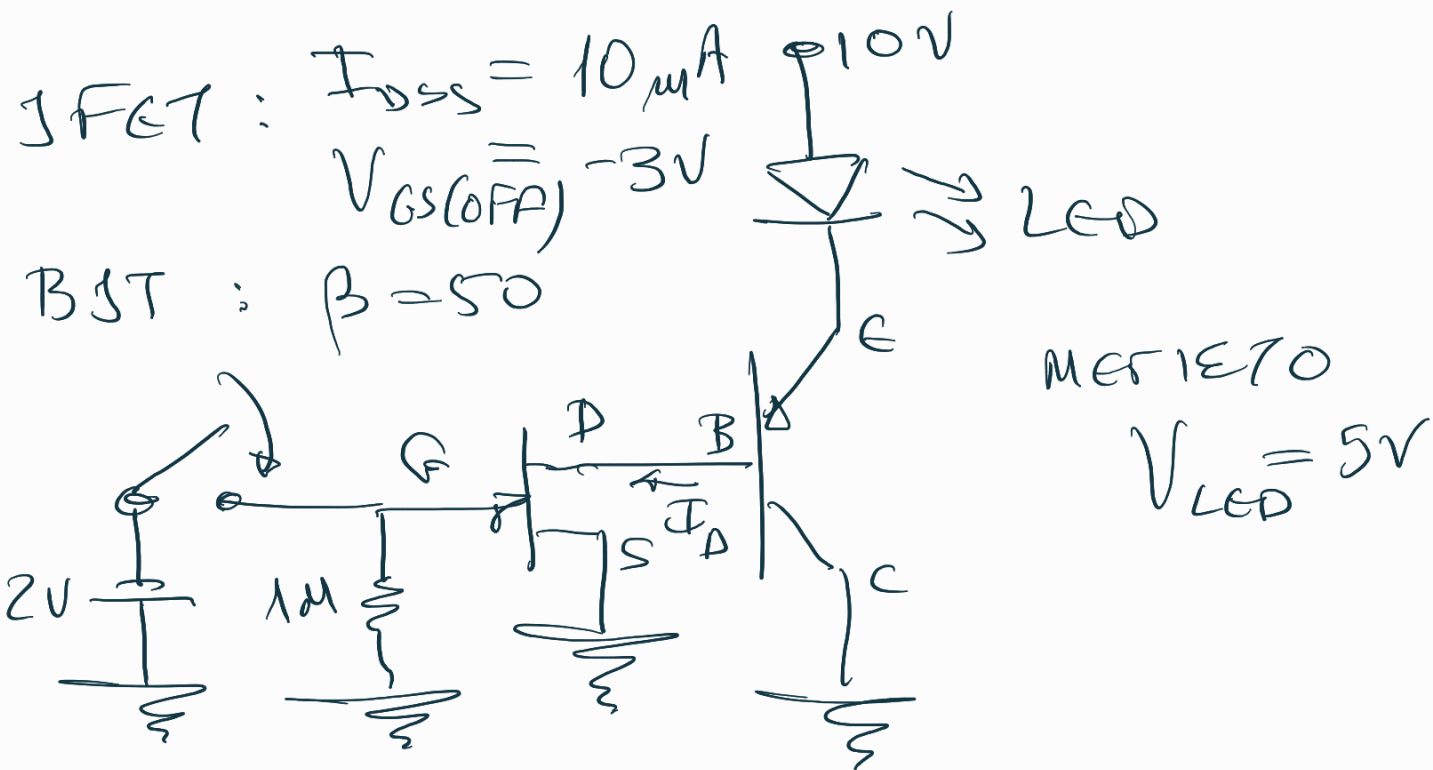
\Rightarrow

$$\frac{V_o}{V_i} = 100 + 36 \text{ mS}$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{V_o}{V_i} = 3.6}$$

ΑΕΚΧΕΗ 5: ΤΙ ΘΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
 ΣΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΟΤΑΝ Ο ΔΙΑΚΟΝΤΗΣ
 ΕΙΝΑΙ ΑΝΟΙΚΤΟΣ Ή ΚΛΕΙΣΤΟΣ,
 ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕ ΤΟ ΡΕΥΜΑ ΤΟΥ
 LED ΚΑΙ ΕΠΙΕ ΔΥΟ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ

JFET : $I_{DSS} = 10 \text{ mA}$
 $V_{GS(OFF)} = -3 \text{ V}$
 BJT : $\beta = 50$



ΜΕΤΙΕΤΟ
 $V_{LED} = 5 \text{ V}$

ΔΙΑΚΟΝΤΗΣ ΑΝΟΙΚΤΟΣ : $V_G = \phi \text{ V} \Rightarrow$

$\Rightarrow V_{GS} = \phi \Rightarrow I_D = I_{DSS} = 10 \text{ mA} \Rightarrow$

$V_{DS} > 0 \Rightarrow V_{BC} > \phi \Rightarrow$ ΤΟ BJT ΕΙΝΑΙ
 $V_{DS} = V_{BC} \quad V_{EB} > \phi$ ΕΙΝΕΝ ΕΝΕΡΓΟ
 ΠΡΟΙΟΝΤΑ
 ΣΤΟΝ ΚΟΡΟ

$$\text{ΕΥΝΕΜΙΕ } V_{EB} \approx 0.2V$$

ΤΟ Β3Τ ΘΑ ΕΙΝΑΙ ΕΤΗΝ ΕΝΕΡΓΟ
ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΙΟΤΙ ΑΝ ΕΙΝΑΙ ΕΤΩΝ ΚΟΡΥ

$$\text{ΘΑ ΙΕΧΥΕΙ } V_{EC} \approx 0.2V \Rightarrow V_{LED} = 10V - 0.2V = 9.8V$$

ΑΔΥΝΑΤΟΝ ΔΙΟΤΙ MAXIMUM $V_{LED} = 5V$

$$I_E = (\beta + 1) I_B = (\beta + 1) I_D = (10mA) \times 51$$

$$\Rightarrow I_E = 510mA = I_{LED}$$

ΔΙΑΚΟΝΤΗΣ ΚΑΘΙΣΤΩΣ: $V_G = -2V \Rightarrow$

$\Rightarrow V_{GS} = -2V > V_{GS(OFF)} \Rightarrow$ JFET ΕΤΗΝ
ΟΜΙΧΗ'Η ΕΤΗΝ ΕΝΕΡΓΟ ΠΕΡΙΟΧΗ.

ΥΠΟΘΕΤΩ JFET ΕΤΗΝ ΕΝΕΡΓΟ ΠΕΡΙΟΧΗ

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(OFF)}}\right)^2 = (10mA) \left(1 - \frac{-2}{-3}\right)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_D = 3.33mA$$

ΤΟ ΒΣΤ ΘΑ ΕΙΝΑΙ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΙΔΙΟΥΣ ΛΟΓΟΥΣ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΟ ΠΕΡΙΘΩΗ:

$$I_E = (\beta + 1) I_B = 51 \times I_D = 51 \times 3.33 \mu A$$

$$\Rightarrow I_E = I_{LED} = 169 \mu A$$

ΟΤΑΝ ΚΛΗΝΩ ΤΩΝ ΔΙΑΚΟΝΤΗ ΘΑ ΜΗΦ-
ΝΕΤΑΙ Η ΕΝΤΑΣΗ ΦΩΤΟΣ ΣΤΟ LED.



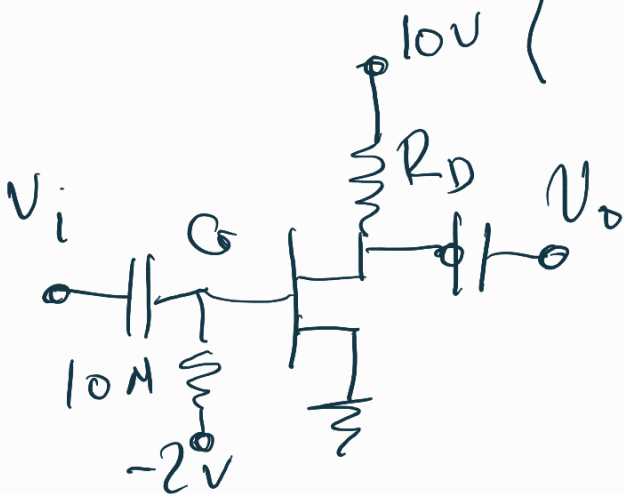
ΑΣΚΗΣΗ 6: ΘΕΝΩ ΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΩ

ΕΝΙΣΧΥΤΗ ΤΑΣΗΣ ΜΕ JFET ΠΟΥ

ΝΑ ΕΧΕΙ AC ΚΕΦΑΛΟΣ $v_o/v_i = -10$

ΜΕ JFET $I_{DSS} = 100 \mu A$

$V_{GS(off)} = -4V$



ΠΟΙΑ ΘΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ
ΕΙΝΑΙ Η ΤΙΜΗ ΤΗΣ R_D ;

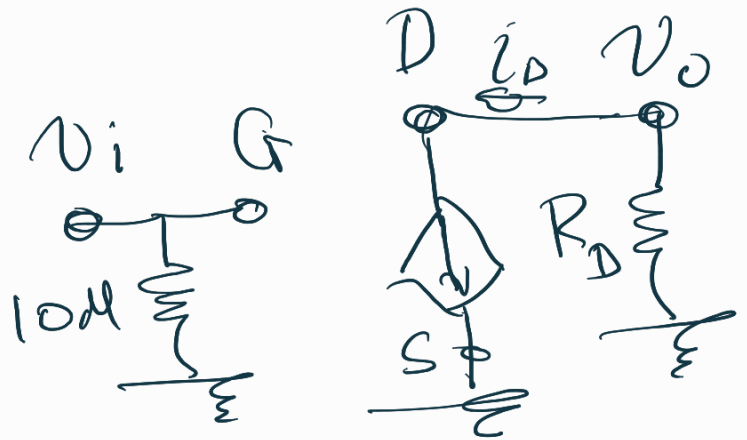
ΕΣΤΩ ΔΕ FET ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΟ ΠΡΟΧΗ

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(OFF)}} \right)^2 = 0.1 \left(1 - \frac{-2V}{-4V} \right)^2$$

$$\Rightarrow I_D = 0.1 (0.5)^2 = 0.1 \times 0.25 = 25 \mu A$$

$$\Rightarrow I_D = 25 \mu A$$

AC ANALYSEH:



$$i_D = g_m V_{gs} = g_m V_i = \frac{0 - V_o}{R_D} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{V_o}{V_i} = -R_D g_m \stackrel{\text{δεν q}}{=} -10 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_D = \frac{10 \text{ } \textcircled{2}}{g_m} = 400 \text{ } \Omega$$

ΑΝΤ ΑΕΚΗΣΗ 3 ΣΧΕΣΗ Α ΕΧΘ:

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

$$= \frac{2 \times 0.1}{4} \left(1 - \frac{-2V}{-4V} \right) = 25 \mu S \text{ } \textcircled{2}$$