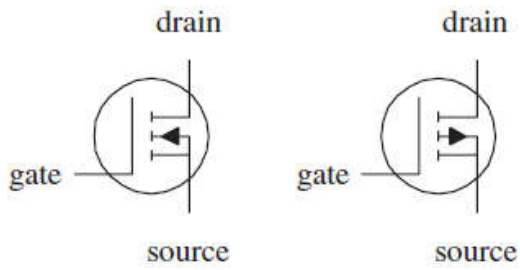


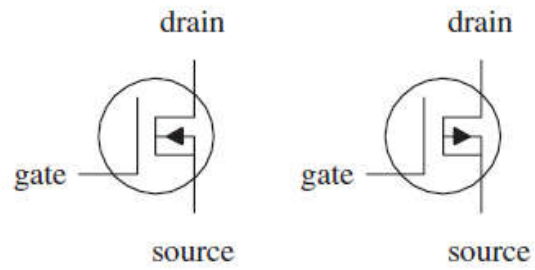
Enhancement MOSFETs



n-channel

p-channel

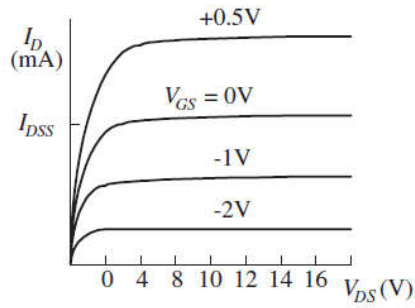
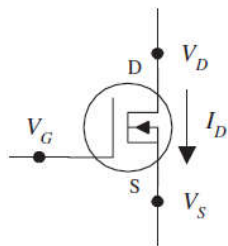
Depletion MOSFETs



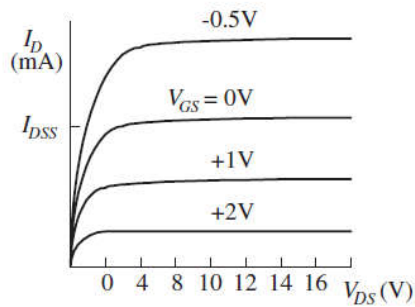
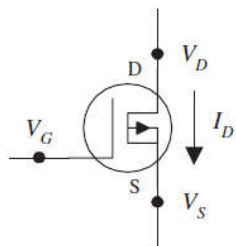
n-channel

p-channel

N-CHANNEL DEPLETION-TYPE MOSFET



P-CHANNEL DEPLETION-TYPE MOSFET



Useful Formulas for Depletion-Type MOSFETs

**DRAIN CURRENT
(OHMIC REGION)**

$$I_D = I_{DSS} \left[2 \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS,off}} \right) \frac{V_{DS}}{-V_{GS,off}} - \left(\frac{V_{DS}}{V_{GS,off}} \right)^2 \right]$$

**DRAIN CURRENT
(ACTIVE REGION)
SATURATION**

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

**DRAIN-SOURCE
RESISTANCE**

$$R_{DS} = \frac{V_{DS}}{I_D} = \frac{V_{GS,off}}{2I_{DSS}(V_{GS} - V_{GS,off})} = \frac{1}{g_m}$$

ON RESISTANCE

$$R_{DS,on} = \text{constant}$$

**DRAIN-SOURCE
VOLTAGE**

$$V_{DS} = V_D - V_S$$

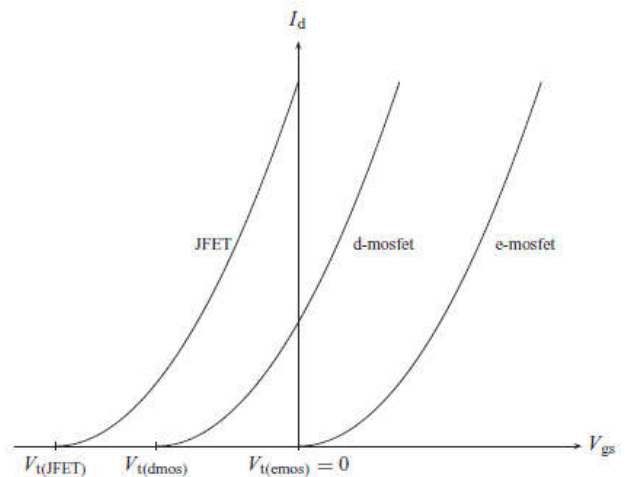
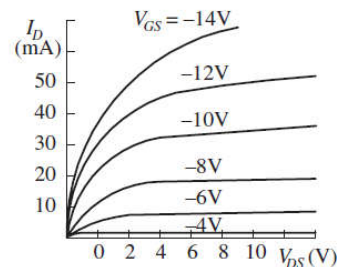
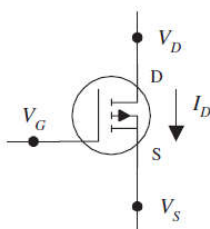
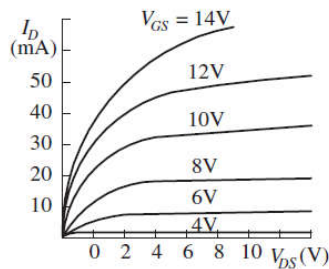
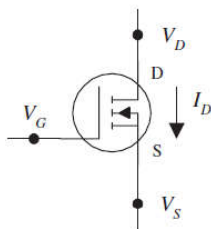
TRANSCONDUCTANCE

$$g_m = \left. \frac{\partial I_D}{\partial V_{GS}} \right|_{V_{DS}} = \frac{1}{R_{DS}} = g_{m0} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS,off}} \right) = g_{m0} \sqrt{\frac{I_D}{I_{DSS}}}$$

**TRANSCONDUCTANCE
FOR SHORTED GATE**

$$g_{m0} = \left| \frac{2I_{DSS}}{V_{GS,off}} \right|$$

MOSFET - ENHANCEMENT MODE (TO ΚΑΝΑΛΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΕΤΑΙ)



**DRAIN CURRENT
(OHMIC REGION)**

①

$$I_D = k[2(V_{GS} - V_{GS,th})V_{DS} - \frac{1}{2}V_{DS}^2]$$

**DRAIN CURRENT
(ACTIVE REGION)
SATURATION**

②

$$I_D = k(V_{GS} - V_{GS,th})^2$$

**CONSTRUCTION
PARAMETER**

③

$$k = \frac{I_D}{(V_{GS} - V_{GS,th})^2}$$

$$k = \frac{I_{D,on}}{(V_{GS,on} - V_{GS,th})^2}$$

TRANSCONDUCTANCE

④

$$g_m = \left. \frac{\partial I_D}{\partial V_{GS}} \right|_{V_{DS}} = \frac{1}{R_{DS}}$$

$$= 2k(V_{GS} - V_{GS,th}) = 2\sqrt{kI_D}$$

$$= g_{m0} \sqrt{\frac{I_D}{I_{D,on}}}$$

**RESISTANCE OF
DRAIN-SOURCE CHANNEL**

⑤

$$R_{DS} = 1/g_m$$

⑥

$$R_{DS2} = \frac{V_{G1} - V_{GS,th}}{V_{G2} - V_{GS,th}} R_{DS1}$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ MOSFET ENHANCEMENT MODE.

ΑΝ ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΟΤΙ $V_{GS,th} = 2V$, $I_D = 12mA$, ΚΑΙ $V_{GS} = 4V$ ΤΟΤΕ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕ ΤΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ k , g_m ΚΑΙ R_{DS} . ΜΜΟΣ ΕΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΡΕΣΜΟΥ

ΛΥΣΗ: ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΞΕΞΗ ④ ΕΞΥ: $k = \frac{I_{D,on}}{(V_{GS,on} - V_{GS,th})^2} = \frac{12mA}{(4-2)^2 V^2} = 3 mS/V \Rightarrow$

ΑΠΟ ΤΗΝ ⑤ ΕΞΥ $g_m = 2k(V_{GS} - V_{GS,th}) = 2 \cdot 3(2) mS = 12 mS \Rightarrow$

$R_{DS} = \frac{1}{g_m} = \frac{1}{12 mS} = \frac{1}{12} k\Omega \Rightarrow$

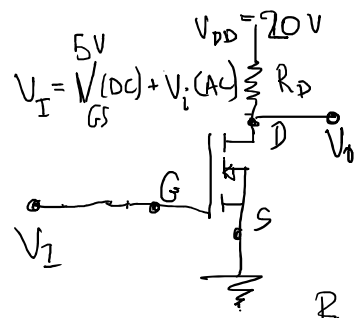
$k = 3 mS/V$

$g_m = 12 mS$

$R_{DS} = 83.3 \Omega$

ΓΙΑ ΤΟ ΜΜΟΣ ΤΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΣ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΟΤΙ:
 $k = 1 mS/V$, $V_{DD} = 20V$, $V_{G1,th} = 2V$, $V_{GS} = 5V$ (DC ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ)

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕ ΤΗΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ R_D ΕΤΕΙ ΞΕΤΕ $V_o = 10V$ ΕΙΤΗΝ DC ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.



ΛΥΣΗ: ΥΠΟΘΕΤΩ ΜΕ ΠΟΛΗ ΜΕΓΑΛΗ ΕΙΓΩΓΙΑ ΟΤΙ ΤΟ ΜΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ ΕΙΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΡΣΕΜΟΥ ΔΙΟΤΙ ΘΕΛΩ ΕΞ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΗΡΕΜΙΑΣ (DC) $V_o = V_D = V_{D_S} = 10V$.

ΟΝΟΤΕ: $I_D = k(V_{GS} - V_{GS,TH})^2 = 1(5-2) \mu S \cdot V^2 = 9 \mu A \Rightarrow \boxed{I_D = 9 \mu A}$

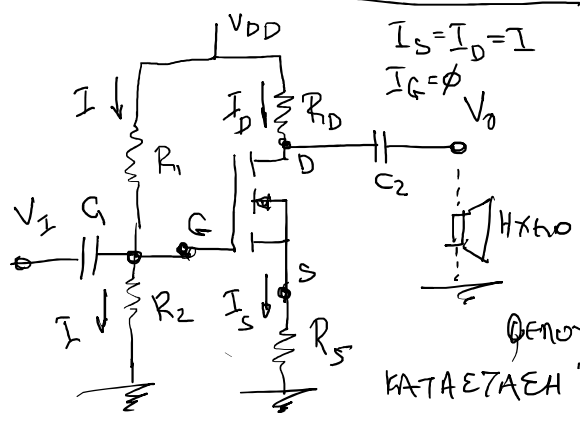
$R_D = \frac{V_{DD} - V_o}{I_D} = \frac{20 - 10}{9} \frac{V}{\mu A} = 1.1 k\Omega \Rightarrow \boxed{R_D = 1.1 k\Omega}$

ΤΟ AC ΚΕΡΔΟΣ ΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΔΙΝΕΤΑΙ ΠΡΟΦΑΝΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΞΕΛΗ:

$\text{ΚΕΡΔΟΣ} = \frac{\partial V_o}{\partial V_I} = \frac{\partial (V_{DD} - R_D I_D)}{\partial V_I} = \frac{\partial V_{DD}}{\partial V_I} - R_D \frac{\partial I_D}{\partial V_I} = -R_D g_m = -R_D 2k(V_{GS} - V_{GS,TH}) \Rightarrow$
 $\Rightarrow \boxed{\text{ΚΕΡΔΟΣ} = 6.6}$

$\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$
 $1.1k\Omega \quad 1\mu S \quad 5 \quad 2$

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΝΙΣΧΥΤΗ ΜΕ ΜΜΟΣ



ΘΕΛΩ ΝΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΩ ΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΤΩΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ R_1, R_2, R_D, R_S ΓΙΑ ΚΕΡΔΟΣ

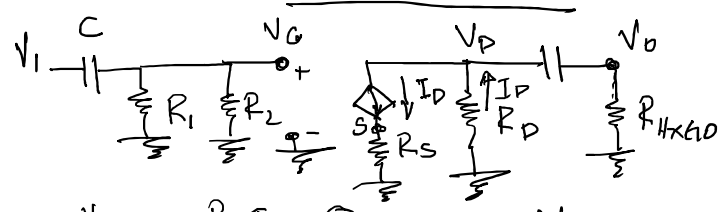
$\frac{\partial V_o}{\partial V_I} = G$. ΠΩΙΑ ΕΙΝΑΙ Η ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΓΕΩΔΟΥ ΚΑΙ ΕΞΘΑΟΥ ΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ;

ΛΥΣΗ: $V_{DD} = I_D R_D + V_{DS} + I_D R_S \Rightarrow R_D + R_S = \frac{V_{DD} - V_{DS}}{I_D}$

ΘΕΝΟΥΜΕ ΝΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΗΣΟΥΜΕ ΤΟ ΜΜΟΣ ΕΙΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ "ΚΟΡΣΕΜΟΥ" ΟΝΟΤΕ $V_{GS} = V_G - V_S = V_G - R_S I_S = V_G - R_S I_D$

$\frac{V_G}{V_{DD}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$

AC ΑΝΑΛΥΣΗ:



ΚΟΡΣΕΜΟΣ $I_D = k(V_{GS} - V_{GS,TH})^2$
 ΜΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΕΞΕΛΗ.

$G = \frac{V_o}{V_I} = \frac{-R_D I_D}{V_G} \stackrel{(4)}{=} \frac{-R_D g_m V_{GS}}{V_{GS} + V_S} = \frac{-R_D g_m V_{GS}}{V_{GS} + I_D R_S} =$
 $= \frac{-R_D g_m V_{GS}}{V_{GS} + R_S g_m V_{GS}} \Rightarrow G = \frac{-g_m R_D}{1 + g_m R_S} \Rightarrow$

$V_I = V_G$
 $V_o = V_D$
 ΑΓΝΩΣΤ ΠΥΚΝΩΤΕΣ \Rightarrow

ΕΙΤΗΝ AC ΑΝΑΛΥΣΗ $g_m = \frac{I_D}{V_{GS}} \stackrel{(4)}{=}$

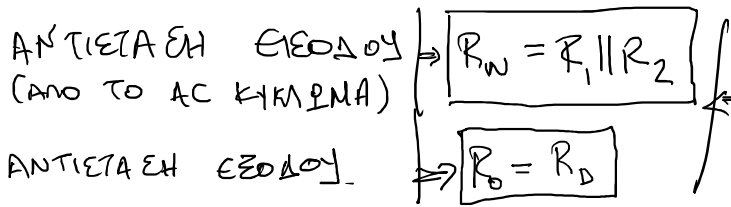
$\Rightarrow G = - \frac{R_D}{\frac{1}{g_m} + R_S}$

$A_v g_m$ ΑΡΕΤΑ ΜΕΓΑΛΟ $\Rightarrow \boxed{G = - \frac{R_D}{R_S}} \text{ (A)}$

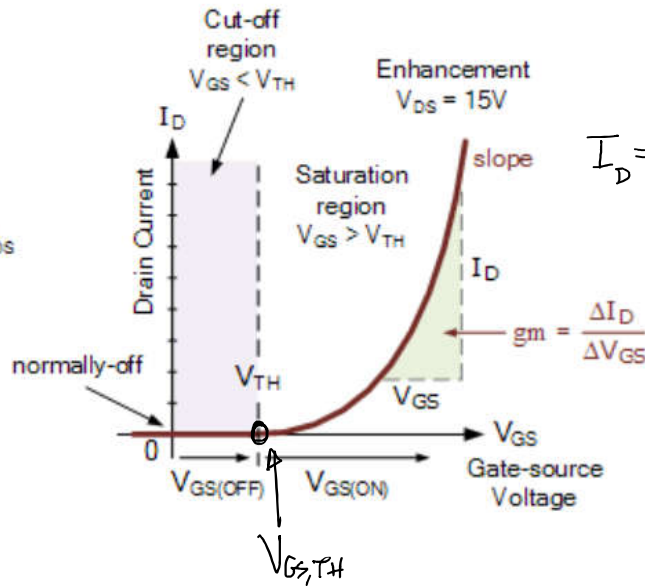
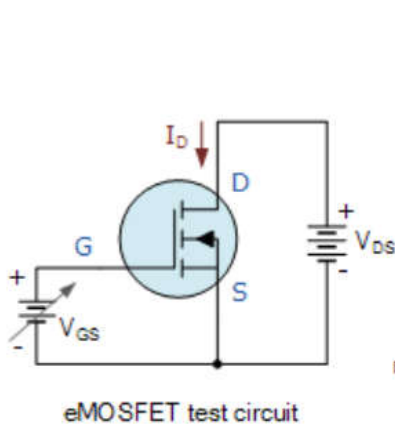
ΤΟ ΙΔΙΟ ΜΕ ΤΑ ΒJT

ΣΥΝΗΡΑ ΕΜΑ ΤΑ ΜΜΟΣ ΚΑΙ ΓΕΝΙΚΟΤΕΡΑ ΤΑ FET_s ΔΕΝ ΕΧΟΥΝ ΕΤΑΘΕΡΟ ΚΕΡΔΟΣ

(ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΟ ΤΗΣ ΤΑΞΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΟ ΑΠΟ ΕΙΔΩΡΕΣ ΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ). ΓΙΑΥΤΟ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΓΙΑ ΕΝΙΕΧΥΣΗ ΜΙΚΡΩΝ ΤΑΞΕΩΝ ΟΔΟΥ ΕΚΕΙ ΜΠΟΡΟΥΜΕ ΓΙΑ FET ΜΕ ΜΕΓΑΛΟ g_m ΝΑ ΔΙΟΘΕΤΗΣΟΥΜΕ ΤΗΝ ΠΡΟΒΕΤΤΗ ΠΟΥ ΠΡΟΒΟΕΡΕΙ Η ΕΧΕΕΗ (A).



ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑ ΕΙΣΟ ΕΥΚΛΩΜΑ ΕΝΙΕΧΥΣΗΣ } ΜΠΟΡΕΙ ΕΥΚΩΛΑ ΝΑ ΘΕΣΕ ΜΕΓΑΛΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΙ ΜΙΚΡΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΕΞΟΔΟΥ



$$I_D = k(V_{GS} - V_{GS,TH})^2$$



ΕΠΙΘΟΓΗ ΤΙΜΩΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ.

ΕΠΙΘΟΓΗ ΘΕΛΩ ΝΑ ΕΠΙΔΕΞΩ ΗΧΕΙΟ (8Ω) ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥ ΕΝΙΕΧΥΤΗ ΤΟ ΘΕΛΩ ΝΑ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΕΙΣΟΥΣ ΜΕ ΤΡΟΤΡΕΠΗ ΝΑ ΒΑΛΩ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΕΞΟΔΟΥ ΙΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ $R_o = 8\Omega = R_D$

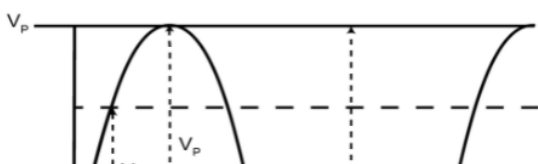
$\Rightarrow R_D = 8\Omega$ ΕΣΤΩ ΟΤΙ ΘΕΛΩ ΚΕΡΑΔΟΣ $Q = 5 \text{ (A)}$ $\Rightarrow \frac{P_D}{P_S} = 5 \Rightarrow R_S = \frac{8}{5} = 1.6\Omega$

$\Rightarrow R_S = 1.6\Omega$

ΗΡΘΕ ΚΑΙ Η ΔΥΣΚΟΛΗ ΘΡΑ ΝΑ ΔΙΑΛΕΞΩ ΤΟ ΚΑΤΑΛΗΛΟ ΜΜΟΣ. ΓΙΑ ΝΑ

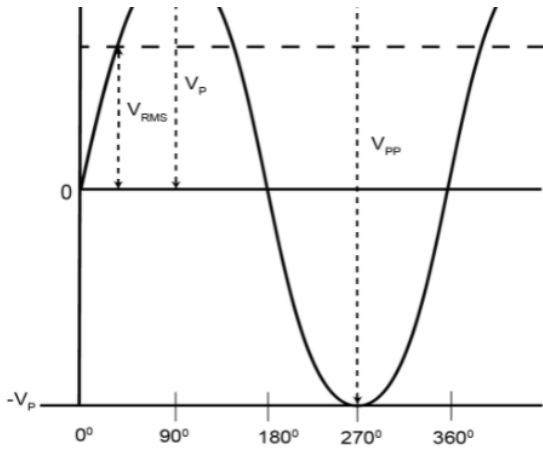
ΟΔΗΓΗΣΩ ΤΟ ΗΧΕΙΟ ΠΟΣΗ ΙΣΧΥ ΘΕΛΩ;

ΕΣΤΩ ΟΤΙ ΕΧΩ ΗΧΕΙΑ ΙΣΧΥΟΣ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΑΝΑΓΡΑΦΟΜΕΝΗ ΙΣΧΥ $100W/8\Omega$



ΕΠΙΝΕΜΩΣ $P = 100W = \frac{V_{RMS}^2}{8} \frac{V^2}{\Omega} \Rightarrow$

$V_{RMS}^2 = 800 \Rightarrow V_{RMS} = 28.28V$



$$V_{RMS}^2 = 800 \Rightarrow V_{RMS} = 28.28V$$

$$V_{P-P} = 2 \cdot \sqrt{2} V_{RMS} = 2 \cdot 0.28 \times 28.28 = 79.9V$$

$$\Rightarrow V_{P-P} \approx 80V \text{ ΕΞΟΔΟΣ}$$

$$\theta_{\text{ηλ}} G=5 \Rightarrow V_{P-P} (\text{ΗΕΟΔΟ}) = \frac{80}{5} V \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{P-P} (\text{ΗΕΟΔΟ}) = 16V = V_I$$

ΤΡΕΙΝ ΝΑ ΦΤΙΑΞΩ ΚΑΙ ΤΡΟ-ΕΝΙΣΧΥΤΗ

ΤΡΕΙΝ ΝΑ ΒΡΩ ΤΟ ΣΗΜΕΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΜΝΟΣ ΕΕ DC ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΤΕΙ ΘΛΤΕ ΣΙΧΝ ΕΞΟΔΟ ΕΧΩ ΜΕΓΙΣΤΗ AC ($V_{P-P} = 80V$) ΝΑ ΤΑΡΑΜΕΝΕΙ ΕΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ "ΚΟΡΕΣΜΟΥ"

$$\text{ΟΜΟΤΕ } V_{DD} = R_D I_D + V_{DS} + R_S I_D = (R_D + R_S) I_D + V_{DS} = (8 + 1.6) I_D + V_{DS} = 9.6 I_D + V_{DS}$$

$$\Rightarrow V_{DD} = 9.6 I_D + V_{DS}$$

ΤΟ V_{DS} ΠΡΟΦΑΝΩΣ ΘΑ ΤΡΕΙΝ ΝΑ ΜΝΟΡΕ ΝΑ "ΑΝΤΕΞΕΙ" ΤΗΝ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ 80V ΠΟΥ ΧΡΗΑΖΕΤΑΙ ΤΟ ΗΧΕΟ.

GOOGLE-ΓΝΩΡΩ ΜΕ POWER MOSFET ΚΑΙ AUDIO AMPLIFIER ΚΑΙ ΑΝΑΚΑΜΥΝΤΩ ΟΤΙ ΤΑ 2SK1530 ΦΑΙΝΟΝΤΑΙ ΧΑΛΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΣ (0.5-2\$ ΤΟ ΚΟΜΜΑΤΙ) ΑΝΟ ΚΝΑ ☺)

ΑΝΟ ΤΟ DATA SHEET ΒΛΕΝΩ

TOSHIBA

2SK1530

TOSHIBA FIELD EFFECT TRANSISTOR SILICON N CHANNEL MOS TYPE

2SK1530

HIGH POWER AMPLIFIER APPLICATION

- High Breakdown Voltage : $V_{DSS} = 200V$
- High Forward Transfer Admittance : $|Y_{fs}| = 5.0S$ (Typ.)
- Complementary to 2SJ201

MAXIMUM RATINGS ($T_a = 25^\circ C$)

CHARACTERISTIC	SYMBOL	RATING	UNIT
Drain-Source Voltage	V_{DSS}	200	V
Gate-Source Voltage	V_{GSS}	± 20	V
Drain Current	I_D	1.2 A	A

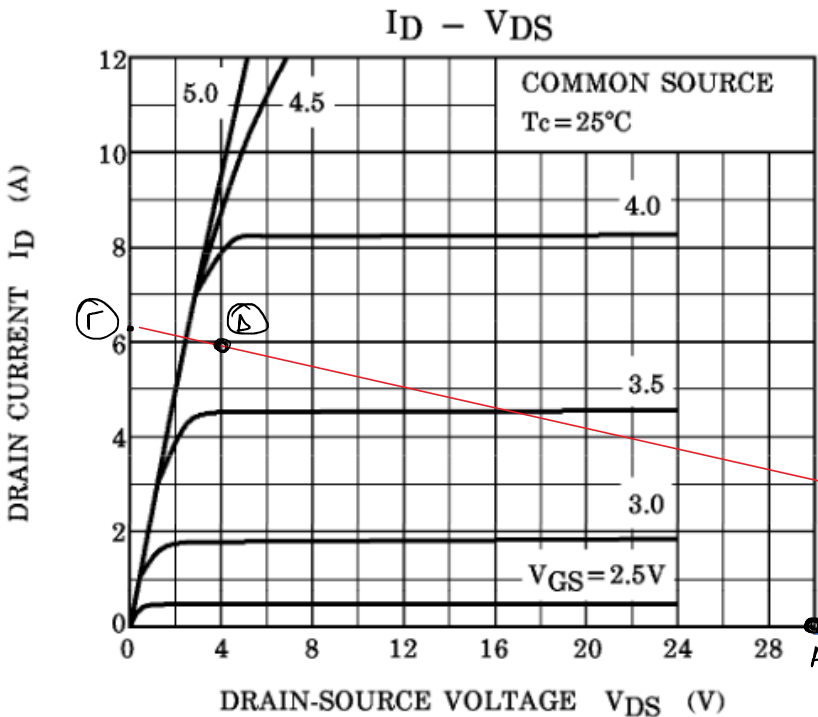


ΚΑΝΟΝΟΙ ΗΤΙ ΚΟΤΑΤΕ Ε ΤΡΟΔΙΑΤΡΑΦΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΟΥ. ΕΧΤΟΣ ΑΝΟ ΤΗΝ ΝΕΚΡΟΤΗΤΑ ΣΗ

Drain-Source Voltage	V _{DSS}	200	V
Gate-Source Voltage	V _{GSS}	±20	V
Drain Current	I _D	12	A
Drain Power Dissipation (T _c =25°C)	P _D	150	W
Channel Temperature	T _c	150	°C
Storage Temperature Range	T _{stg}	-55~150	°C

ΕΓΧΟΣ ΑΝΟ ΤΗΝ ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΑΧΗ V_{GSS} ± 20V ΠΟΥ ΜΕ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΖΕΙ ΔΙΟΤΙ ΕΧΩ ΚΕΡΔΟΣ G=5

ΑΞ ΕΥΝΟΧΙΩΜΕ ΤΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥΣ ΜΑΣ ΚΑΙ ΕΣΤΟ ΤΕΛΟΣ ΘΑ ΕΞΕΤΡΕΘΟΥΜΕ ΑΝ ΙΚΑΝΟΠΟΙΕΙΤΑΙ Ο ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΥΤΟΣ



ΤΟ ΠΛΕΟΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΣΤΟ DATA SHEET ΓΙΑΤΙ ΜΕ ΔΙΕΥΚΟΛΥΝΕΙ ΝΑ ΒΡΩ ΤΟ ΚΑΤΑΛΗΛΟ ΕΛΗΜΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΟ ΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΧΩ ΤΩΝ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟ V_{DD} = 3.6I_D + V_{DS} ΑΝ ΘΕΛΩ ΤΟ Α ΕΛΗΜΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΗΣΕ ΤΟΤΕ V_{DD} = 3.6 × φ + 30 ⇒ V_{DD} = 30V

ΜΕ V_{DD} = 30V ΔΕΝ ΘΑ ΜΠΟΡΕΣΩ ΝΑ ΠΑΡΩ V_{p-p} = 80V ΠΟΥ ΘΕΛΩ, ΑΛΛΑ ΘΑ ΚΑΝΩ ΕΝΑ ΣΥΜΒΒΑΕΜΟ ΕΣΤΑ V_{DD} = 60V, ΕΤΕΙ ΦΕΤΕ ΝΑ ΧΑΡΩ ΚΑΙ ΤΟ ΗΧΙΟ ΜΟΥ ΠΕΡΙΕΣΟΤΕΡΑ ΧΡΟΝΙΑ ☺

$$\Rightarrow V_{DD} = 60V \Rightarrow \boxed{60 = 3.6I_D + V_{DS}} \Rightarrow I_D = \frac{60}{3.6} = 6.25A \Rightarrow \boxed{I_D = 6.25A}$$

ΘΕΡΝΩ ΤΗΝ ΕΥΘΕΙΑ ΑΝΑΜΕΣΑ ΕΣΤΑ ΕΛΗΜΑ Β, Γ ΘΕΤΑΧΝΟΝΤΑΣ ΤΗΝ ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΑΕΤΑΞΗ ΤΗΣ ΕΥΘΕΙΑΣ 60 = 3.6I_D + V_{DS}: ΕΙΝΑΙ Η ΚΟΡΚΩΗ ΕΥΘΕΙΑ. ΓΙΑ ΝΑ ΒΡΙΕΚΕΤΑΙ ΤΟ ΜΜΟΣ ΕΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΡΚΕΜΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΕΙΝΑΙ ΠΑΝΤΑ ΑΝΑΜΕΣΑ ΕΣΤΑ ΕΛΗΜΑ Δ ΚΑΙ Ε ΔΗΛ. V_{DS} = 4V ΚΑΙ V_{DS}(ε) = 58V.

$$\text{ΟΠΩΤ } V_{DS}(Δ) = 4V \Rightarrow I_D(Δ) = \frac{60-4}{3.6} = \frac{56}{3.6} = 5.83A \Rightarrow \boxed{I_D(Δ) = 5.83A}$$

$$V_{DS}(ε) = 58V \Rightarrow I_D(ε) = \frac{60-58}{3.6} = \frac{2}{3.6} = 208\mu A \Rightarrow \boxed{I_D(ε) = 208\mu A}$$

$$V_{DS}(E) = 58V \Rightarrow I_D(E) = \frac{60 - 58}{8.6} = \frac{2}{8.6} = 208 \mu A \Rightarrow \boxed{I_D(E) = 208 \mu A}$$

ΑΝΟ ΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΣΤΙΝ DATA SHEET

ΕΠΙΜΕΤΡΟ Δ:

$$V_D = V_{DD} - I_D R_D = 60 - 5.83 \times 8 = 13.32V$$

$$V_S = R_E I_D = 1.6 \times 5.83 = 9.33V$$

$$\boxed{V_{DS} \approx 4.9V} \text{ ΕΠΙΜΕΤΡΟ Δ.}$$

ΕΠΙΜΕΤΡΟ Ε:

$$V_D = 60 - 0.208 \times 8 = 58.33V$$

$$V_S = 1.6 \times 0.208 = 0.33V$$

$$V_{DS} = 58.33 - 0.33 = 58V$$

$$\Rightarrow V_{GS,OFF} = \frac{0.8 + 2.8}{2} = 1.8V$$

$$\Rightarrow g_m = 5$$

$$\boxed{V_{GS,OFF} = 1.8V}$$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Ta = 25°C)

Weight : 9.75g

CHARACTERISTIC	SYMBOL	TEST CONDITION	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Drain Cut-off Current	IDSS	VDS=200V, VGS=0	—	—	1.0	mA
Gate Leakage Current	IGSS	VDS=0V, VGS=±20V	—	—	±0.5	μA
Drain-Source Breakdown Voltage	V(BR)DSS	ID=10mA, VGS=0	200	—	—	V
Drain-Source Saturation Voltage	VDS(ON)	ID=8A, VGS=10V	—	2.5	5.0	V
Gate-Source Cut-off Voltage (Note)	VGS(OFF)	VDS=10V, ID=0.1A	0.8	—	2.8	V
Forward Transfer Admittance	Yfs	VDS=10V, ID=5A	—	5.0	—	S
Input Capacitance	Ciss	VDS=30V, VGS=0, f=1MHz	—	900	—	pF
Output Capacitance	Coss	VDS=30V, VGS=0, f=1MHz	—	180	—	pF
Reverse Transfer Capacitance	Crss	VDS=30V, VGS=0, f=1MHz	—	100	—	pF

(Note) VGS(OFF) Classification 0 : 0.8~1.6 Y : 1.4~2.8

This transistor is an electrostatic sensitive device. Please handle with caution.

$$G = \frac{-g_m R_D}{1 + g_m R_S} \Rightarrow G = \frac{-5 \times 8}{1 + 5 \times 1.6} = -\frac{40}{9} = -4.44 \text{ ANTI ΓΙΑ 5 ΝΟΥ ΗΘΕΛΑ ΝΑ ΝΗΤΕΡΑ ΕΦΤΙΜΗΕΙ } \boxed{G = -4.44} \text{ S/V}$$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ Κ.

ΕΠΙΜΕΤΡΟ Δ: $k = \frac{I_D(\Delta)}{(V_{GS}(\Delta) - V_{GS,TH})^2} = \frac{5.83A}{(3.7 - 1.8)^2 V^2} = 1.615 \text{ S/V}$

ΕΠΙΜΕΤΡΟ Ε: $k = \frac{I_D(E)}{(V_{GS}(E) - V_{GS,TH})^2} = \frac{208 \mu A}{(2.3 - 1.8)^2} = 0.832 \text{ S/V}$

ΑΝΟ ΤΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ

ΕΠΙΜΕΤΡΟ Δ: $V_G = V_{GS} + V_S = 3.7 + I_D(\Delta) \cdot R_S = 3.7 + 5.83 \times 1.6 = 13.028V \Rightarrow \boxed{V_G(\Delta) = 13.028V}$

ΕΠΙΜΕΤΡΟ Ε: $V_G = V_{GS} + V_S = 2.3 + I_D(E) \cdot R_S = 2.3 + (0.208) \times 1.6 = 2.633V \Rightarrow \boxed{V_G(E) = 2.633V}$

ΕΤΕΡΗ ΔV_I = ΔV_G = V_G(Δ) - V_G(Ε) = 13.028 - 2.633 ≈ 10.34 ⇒ $\boxed{\Delta V_I = 10.34V}$

ΚΑΙ ΔV_o = V_o(Δ) - V_o(Ε) = V_{DD} - R_DI_D(Δ) - (V_{DD} - R_DI_D(Ε)) = R_D(I_D(Ε) - I_D(Δ)) = 8 × (0.208 - 5.83) = -44.97 ≈ -45 ⇒ $\boxed{\Delta V_o = -45V}$

ΚΕΡΔΟΣ = $\frac{\Delta V_o}{\Delta V_I} = -\frac{45}{10.34} = -4.35$
 (ΕΝΑΦΡΩΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ ΑΝΟ ΤΟ G = -4.44)
 ΝΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΑ ΑΠΟ ΠΡΩΝ

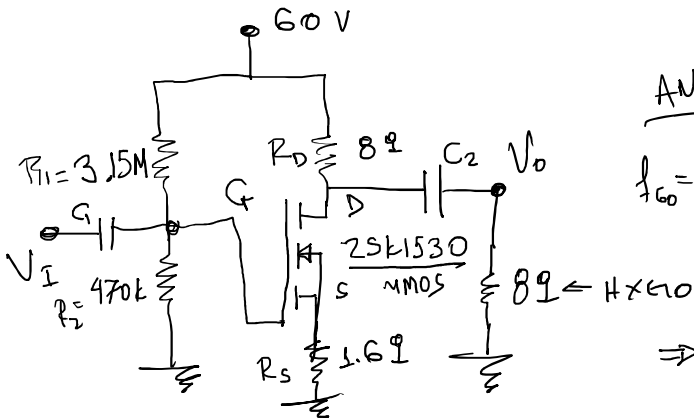
ΥΠΟΛΟΓΙΖΕ ΤΟ ΕΦΑΡΜΟ ΗΡΕΜΙΑΣ (ΧΡΕΙΕ ΤΗΝ ΥΠΑΡΞΗ AC ΕΥΜΕΤΡΕΙΑΣ)

ΤΟΤΕ $V_G(AC=\phi) = \frac{V_{DD} + V_G(E)}{2} = \frac{13.028 + 2.633}{2} = 7.83V \Rightarrow V_G(AC=\phi) = 7.83V$

ΑΠΟ ΤΩΝ ΔΙΑΡΕΤΗ ΤΑΣΗΣ ΤΙΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ R_1, R_2 ΕΧΩ $\frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{V_G(AC=\phi)}{V_{DD}} \Rightarrow$
 $\frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{7.83}{60} = 0.13$

ΕΠΙΜΕΛΗ ΘΕΛΩ ΜΕΓΑΛΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΙ ΑΠΟ ΤΩΝ ΔΙΑΡΕΤΗ ΤΑΣΗΣ ΒΛΕΠΩ ΟΤΙ $R_2 < R_1$ ΕΠΙΛΕΓΩ $R_2 = 470k\Omega \Rightarrow \frac{470k}{R_1 + 470k} = 0.13 \Rightarrow R_1 = \frac{470}{0.13} (1 - 0.13) = 3.145M\Omega \Rightarrow$
 $R_1 = 3.15M\Omega$

ΤΟ ΤΕΛΙΚΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΧΕΙ ΩΣ ΕΞΙΣ:



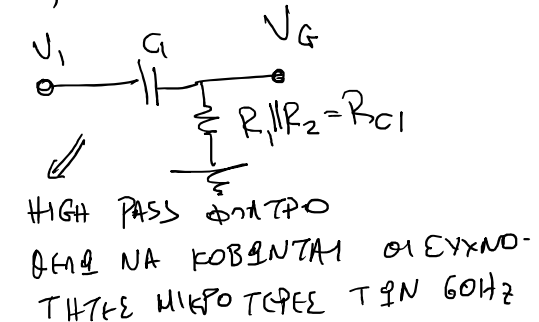
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ C_1, C_2 :

ΑΝΑΛΥΣΗ AC:

$f_{c0} = 50 = \frac{1}{2\pi R_{c1} C_1} \Rightarrow$

$\Rightarrow C_1 = \frac{1}{2\pi \times 60 \times R_{c1}} = \frac{1}{6.28 \times 60 \times 409 \times 10^3} = 6.49 \mu F \Rightarrow$

$R_{c1} = 3.15M \parallel 470k = \frac{3.15 \times 10^6 \times 470 \times 10^3}{3.15 \times 10^6 + 470 \times 10^3} \approx \frac{1.48 \times 10^9}{3620 \times 10^3} = 409k\Omega$



HIGH PASS ΦΙΛΤΡΟ

ΘΕΛΩ ΝΑ ΚΟΒΩΝΤΑΙ ΟΙ ΕΥΧΑΝΟ-ΤΗΤΕ ΜΙΚΡΟΤΕΡΕΣ ΤΙΝ 60Hz

ΚΑΝΩ ΤΩΣΕ ΙΣΧΥΝΑΜΟΝΕ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΝΕ ΓΙΑ ΤΟΝ C_2

$C_2 = \frac{1}{2\pi \times 60 \times R_D} = \frac{1}{6.28 \times 60 \times 8} \approx 332 \mu F$ ΜΕΓΑΛΟΣ ΠΥΚΝΩΤΗΣ (ΚΟΣΤΙΖΕΙ ΔΙΟΤΙ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΑΝΤΕΧΕΙ 60V)

ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΙΣΧΥΟΣ:

$P_{R_D} = R_D \times I_D^2(\max) = 8 \times (5.83)^2 W \approx 272 W$

$P_{R_S} = 1.6 \times I_D^2(\max) = 1.6 \times (5.83)^2 W \approx 54.4 W$

$\Rightarrow P_{MOS} = 6.8 W$

$P_{MOS} = \max(V_{DS} \times I_D) = \max(R_{DS} I_D^2) = \frac{1}{g_m} I_D^2(\Delta) = \frac{(5.83)^2}{5} = 6.8 W \Rightarrow$

ΑΠΟ ΤΟ DATASHEET, ΠΡΑΕΙΝΗ ΥΠΟΓΡΑΜΜΙΣΗ.

ΑΠΕΞ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

ΘΕΛΟΥΜΕ ΝΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΟΥΜΕ ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΕΥΣΤΗΜΑ ΠΟΤΙΣΜΑΤΟΣ.

ΤΟΠΟΘΕΤΟΥΜΕ ΔΥΟ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΑ ΕΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΡΟΥ ΘΕΛΟΥΜΕ ΝΑ ΠΟΤΙΖΟΥΜΕ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑΜΕ ΑΝΤΙΣΤΑΧΗ 2ΚΩ ΕΕ ΥΓΡΟ ΕΔΑΦΟΣ ΚΑΙ 100ΚΩ ΕΤΗΝ ΛΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΟΤΑΝ ΕΙΝΑΙ ΣΤΕΤΝΟ ΚΑΙ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ ΠΟΤΙΣΜΑ. ΕΧΩ ΕΝΑ ΜΝΟΣ ΒΣΙΤΟ ΚΑΙ ΕΝΑ Β3Τ-2Ν2222. ΠΟΙΟ ΑΠΟ ΤΑ ΔΥΟ ΜΕ ΕΥΜΦΕΡΕΙ ΑΠΟ ΠΛΕΥΡΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΩ ΓΙΑ ΝΑ ΟΔΗΓΗΣΩ ΕΝΑ ΡΕΛΑΙ ΤΟ ΟΠΟΙΟ ΕΛΕΓΧΕΙ ΤΟΝ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟ ΠΟΤΙΣΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΠΟΙΟ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΑΠΛΟΥΣΤΕΡΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΓΙΑ ΝΑ ΑΝΟΙΓΩ ΤΟΝ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟ ΠΟΤΙΣΜΑΤΟΣ ΟΤΑΝ Η ΑΝΤΙΣΤΑΧΗ ΤΩΝ ΔΥΟ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΩΝ ΦΤΑΣΕΙ ΤΑ 100ΚΩ ΚΑΙ ΝΑ ΚΛΕΙΝΩ ΑΥΤΟΜΑΤΑ ΟΤΑΝ ΤΟ ΧΩΜΑ ΓΙΝΕΙ ΥΓΡΟ, ΔΗΛΑΔΗ Η ΑΝΤΙΣΤΑΧΗ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΩΝ ΓΙΝΕΙ 1ΚΩ.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

ΤΟ ΡΕΛΑΙ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ 10mA ΓΙΑ ΝΑ ΕΝΕΡΓΟ ΠΟΙΗΘΕΙ. ΕΤΑ 10mA ΕΜΦΑΝΙΖΕΙ ΤΑΧΗ 5V.

ΕΧΘΑΙΑΣΗ Β3Τ-2Ν2222

ΑΠΟ ΤΟ DATA SHEET ΒΛΕΠΩ

$h_{FE} = 75 \text{ min} \Rightarrow$ ΠΡΟΥΜΕΤΡΟ ΜΟΥ ΚΑΙ ΒΡΙΣΚΩ $\beta = 100$

ΜΕΤΡΑΩ ΤΟ $\beta = h_{FE}$ ΜΕ ΤΟ

ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΩ ΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΤΩΝ R_1, R_2

$R_{TH} = 1k - 100k\Omega$

ΓΙΑ ΝΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΡΕΠΕΙ ΟΤΑΝ $R_{TH} = 1k\Omega$ ΤΟ Β3Τ ΝΑ ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΕΤΗΝ ΑΝΟΚΤΗ

ΔΗΛ. $V_{BE} \approx 0.5V \Rightarrow I_B = I_C = I_C$

ΟΠΟΥΕ ΑΠΟ ΤΩΝ ΔΙΑΤΡΕΤΗ ΤΑΣΗΣ ΕΧΩ

$$\frac{R_{TH}}{R_{TH} + R_1} = \frac{1k}{1k + R_1} = \frac{0.5}{12} \approx 0.042 \Rightarrow R_1 = 22.8k \Rightarrow R_1 \approx 22k\Omega$$

ΘΑ ΗΘΕΛΑ ΟΤΑΝ $R_{TH} = 100k$ ΤΟ Β3Τ ΝΑ ΕΧΕΙ $I_C = 10mA$, ΔΗΛΑΔΗ ΝΑ ΕΧΕΙ ΜΗΕΝ ΕΤΗΝ ΕΝΕΡΓΟ ΠΕΡΙΟΧΗ $\Rightarrow V_{CE} = 12 - 5 - I_C R_2 = 7 - R_2 \cdot 0.01 > 0.2V$

$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{10mA}{100} = 100\mu A$. ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΙΣΧΥΕΙ

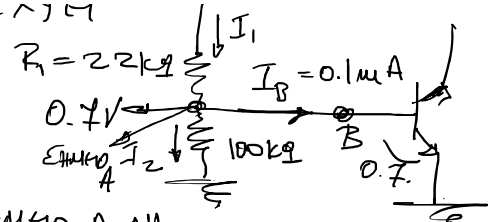
$R_1 = 22k\Omega$
 I_1

$I_B = 0.1mA$

I_C

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{10 \text{ mA}}{100} = 100 \mu\text{A} \quad \text{ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΙΣΧΥΕΙ}$$

$$I_1 = I_B + I_2 \Rightarrow \frac{12 - 0.7}{22 \text{ k}} = 0.1 \text{ mA} + \frac{0.7}{100 \text{ k}} \Rightarrow$$

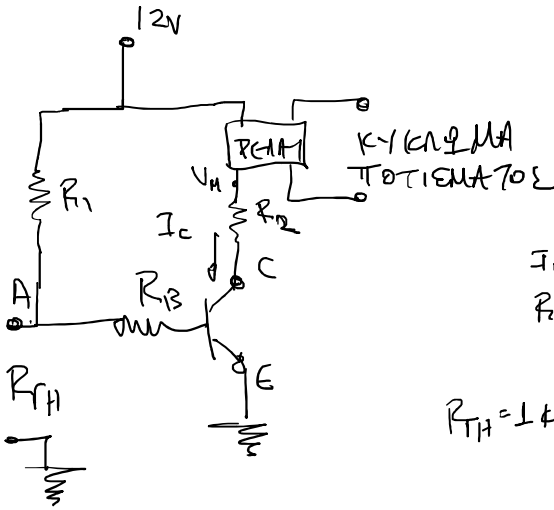


0.51 mA = 0.1 mA + 7 μA ← ΔΕΝ ΙΣΧΥΕΙ, ΠΡΕΠΕΙ ΤΟ ΕΛΛΕΙΨΜΑ Α ΝΑ

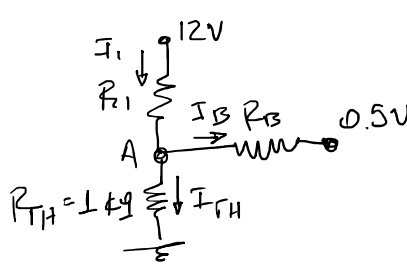
ΑΝΟΚΤΗΣΕΙ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΑΠΟΔΗΤΙΚΗ ΤΙΜΗ. ΤΑΞΗΣ. ΓΙΑ ΤΟ ΠΡΟΣΘΕΤΩ ΤΗΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ R_B

ΑΝΑΖΩ ΤΗΝ ΕΧΕΔΙΑΣΗ

ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΩ ΤΙΣ R_1, R_2, R_B .



ΘΕΛΩ ΟΤΑΝ $R_{TH} = 1 \text{ k}\Omega$ ΤΟ ΒJT ΝΑ ΕΙΝΑΙ
ΕΕ ΑΝΟΚΤΗ: $V_{BE} = 0.5 \text{ V}$. ΤΟ ΝΕΟ ΚΥΚΛΩΜΑ
ΓΙΝΕΤΑΙ ΉΣ ΕΞΗΣ



$$\begin{cases} 12 - V_A = R_1 I_1 \\ V_A - 0.5 = R_B I_B \\ V_A = 1 \times I_{TH} (1 \text{ k}\Omega) \\ I_1 = I_B + I_{TH} \end{cases} \Rightarrow R_1 \approx 22 \text{ k}\Omega$$

1010 ΑΝΟΚΤΗΣΜΑ
☺

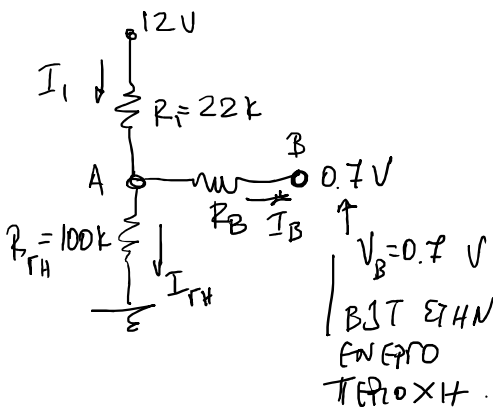
ΒJT ΕΤΗΝ ΑΝΟΚΤΗ $\Rightarrow I_B = \phi$

ΑΝ $R_{TH} = 100 \text{ k}$ $\Rightarrow I_C = 10 \text{ mA}$ ΚΑΙ
ΒJT ΕΤΗΝ ΕΝΕΡΓΟ ΠΕΡΙΟΧΗ

$V_{CE} \approx 0.5 \text{ V}$ (ΕΧΕΔΟΝ ΕΤΩΝ ΚΟΡΟ)
ΓΙΑ ΝΑ ΜΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΙΝΕΙ ΜΕΓΑΛΗ ΤΡΟΣΟΤΗΤΑ
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΤΟ ΒJT

ΥΠΟΛΟΓΙΣΩ ΤΗΝ R_2 : $R_2 = \frac{V_A - V_{CE}}{I_C} = \frac{(12 - 5) - 0.5}{10 \text{ mA}} = \frac{6.5 \text{ V}}{10 \text{ mA}} = 650 \Omega \Rightarrow R_2 = 650 \Omega$

ΤΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΓΙΝΕΤΑΙ:



$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{10 \text{ mA}}{100} = 0.1 \text{ mA} \Rightarrow I_B = 0.1 \text{ mA} \quad (3)$$

$$\begin{cases} 12 - V_A = 22 I_1 \\ V_A = 100 I_{TH} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 12 = 22 I_1 + 100 I_{TH} & (1) \\ 0.1 = I_1 - I_{TH} & (2) \end{cases}$$

ΕΥΣΤΗΜΑ 2 ΕΞΙΣΩΣΕΩΝ
ΜΕ ΔΥΟ ΑΓΝΩΣΤΟΥΣ

$$I_1 = I_{TH} + I_B \Rightarrow$$

$$\begin{cases} 10 = 100 I_1 - 100 I_{TH} & (3) \\ 12 = 22 I_1 + 100 I_{TH} & (4) \end{cases} \Rightarrow I_1 = \frac{22}{122} \text{ mA} \Rightarrow I_1 = 0.18 \text{ mA} \quad (4)$$

$$\dots \dots \dots \Rightarrow I_C = 0.08 \text{ mA}$$

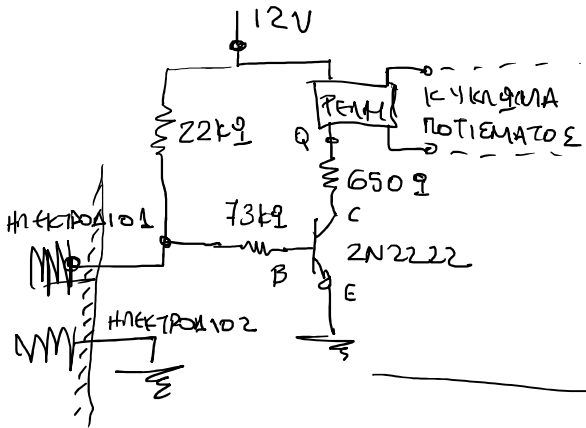
$$\textcircled{1} \textcircled{4} \quad 12 = 22 I_1 + 100 I_{RH} \quad | \rightarrow \quad 122$$

$$\text{AND } \textcircled{2} \textcircled{3} \textcircled{4} \Rightarrow I_{RH} = I_1 - 0.1 = 0.19 - 0.1 = 0.09 \Rightarrow \boxed{I_{RH} = 0.09 \text{ mA}}$$

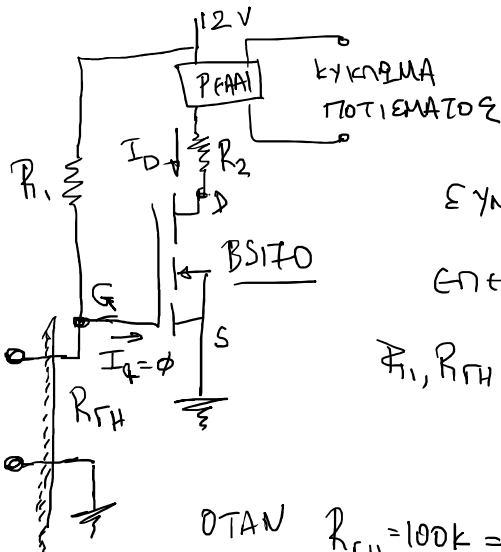
$$V_A = R_{RH} \cdot I_{RH} = 100 \text{ k} \cdot 0.09 \text{ mA} = 9 \text{ V} \Rightarrow \boxed{V_A = 9 \text{ V}} \quad R_B = \frac{V_A - V_B}{I_B} = \frac{9 - 0.7}{0.1 \text{ mA}} = 73 \text{ k}\Omega$$

ΤΟ ΕΠΙΘΗΚΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΘΑ ΕΙΝΑΙ:

$$\boxed{R_B = 73 \text{ k}\Omega}$$



Η ΙΔΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΜΕ NMOS ΚΑΙ ΕΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ ΤΟ BS170
ΑΠΟ ΤΟ DATASHEET ΕΧΩ $V_{GS,TH} = 2 \text{ V}$, $R_{DS} = 1.8 \Omega$



ΓΙΑ ΝΑ ΕΧΩ $I_D = \phi$ ΠΡΕΠΕΙ ΤΟ NMOS
ΝΑ ΕΙΝΑΙ ΣΤΗΝ ΑΠΟΣΟΝΗ ΔΗΛ. $V_{GS} < V_{GS,TH} = 2 \text{ V}$

ΕΥΝΟΕΙΣ ΑΝ $R_{GH} = 1 \text{ k}\Omega$ ΘΕΛΩ $V_G = 2 \text{ V}$.

ΕΠΙΘΑ ΠΑΝΤΑ $I_G = \phi$, ΑΠΟ ΤΩΝ ΔΙΑΜΕΤΗ ΤΑΣΗΣ ΤΩΝ

R_1, R_{GH} ΕΧΩ

$$\frac{R_{GH}}{R_1 + R_{GH}} = \frac{2}{12} = \frac{1}{6} \Rightarrow 6 \text{ k} = R_1 + 1 \text{ k} \Rightarrow \boxed{R_1 = 5 \text{ k}\Omega}$$

$$\text{ΟΤΑΝ } R_{GH} = 100 \text{ k} \Rightarrow V_G = \frac{100 \text{ k}}{100 \text{ k} + 5 \text{ k}} \cdot 12 = \frac{100}{105} \cdot 12 = 11.4 \text{ V} \Rightarrow V_{GS} = 11.4 \text{ V}$$

ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΡΕΣΜΟΥ ΤΟ DATASHEET ΔΙΝΕΙ $R_{DS(ON)} \approx 2 \Omega$ ΕΥΝΟΕΙΣ

$$\text{ΕΧΩ } 12 \text{ V} = 5 \text{ V} + (R_2 + R_{DS(ON)}) \cdot I_D \Rightarrow 12 \text{ V} = 5 + R_2 \cdot 10 \text{ mA} + 2 \cdot 10 \text{ mA} \Rightarrow$$

$$R_2 = \frac{7 - 0.02 \text{ V}}{10 \text{ mA}} \Rightarrow \boxed{R_2 = 698 \Omega}$$

ΕΝΑΣ ΑΠΛΟΣ, ΕΥΝΟΜΟΣ, ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΣ ΤΡΟΠΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΕΙΝΑΙ ΝΑ ΥΠΟΘΕΣΟΥΜΕ ΟΤΙ Ο ΧΡΟΝΟΣ ΡΟΤΙΣΜΑΤΟΣ

ΕΙΝΑΙ ΕΞΑΡΤΗΤΙΚΑ ΜΙΚΡΟΣ ΣΕ ΕΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ ΠΟΥ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΟΥ ΠΟΤΙΖΕΙ ΛΗΤΟΥΡΓΕΙ. ΥΠΟΘΕΣΗ ΛΟΓΙΚΩΤΑΤΗ.

ΕΥΝΕΤΗΣ ΜΕ ΕΝΔΙΑΦΕΡΕΙ Η ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΙΣΧΥΟΣ ΟΤΑΝ $R_{TH} = 100k$, ΔΗΛΑΔΗ ΚΑΙ ΤΑ ΔΥΟ ΤΡΑΝΖΙΣΤΟΡ ΕΙΝΑΙ ΕΙΣΗΝ ΑΠΟΚΟΛΗ $I_C = \phi$, $I_D = \phi$

ΣΕ ΑΥΤΗΝ ΤΗΝ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΕΧΩ $P_{2N222} = \frac{12^2}{R_{ολικη}} = \frac{144 V^2}{(100k + 22k)\Omega} = 1.18 mW$

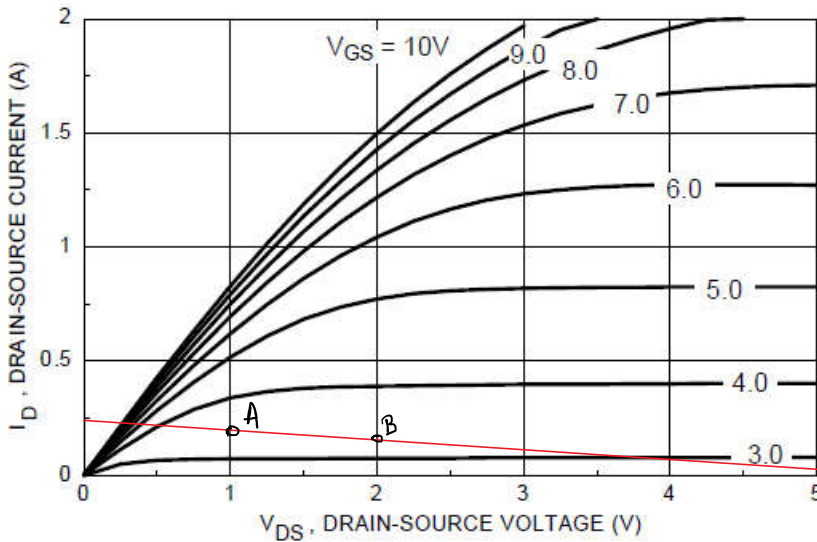
$$P_{BS170} = \frac{12^2}{R_{ολικη}} = \frac{144 V^2}{(100k + 5k)\Omega} = 1.37 mW$$

ΕΥΝΟΦΡΑΣΜΑ: ΠΑΡΟΜΟΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΙΣΧΥΟΣ ΚΑΙ ΕΤΙΣ ΔΥΟ ΕΧΕΔΙΑΞΕΙΣ ΑΠΛΟΥΣΤΕΡΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΣΤΟ ΥΜΟΣ.

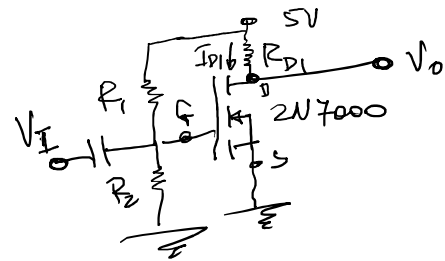
ΥΠΟΔΕΙΞΗ: ΜΕΤΕ ΤΟ ΙΔΙΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΜΕ ΤΑΞΗ ΤΡΟΦΟΔΟΤΕΙΑΣ 6V ΓΙΑ ΑΚΩΜΑ ΚΑΛΥΤΕΡΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ($< 1 mW$)

ΘΕΛΩ ΝΑ ΕΚΕΛΙΑΣΩ ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΜΕΧΕΙΣΤΕ ΣΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟ
 10mV_{p-p} ΕΣ 3V_{p-p} ΔΗΛ. ΚΕΦΔΟΣ $\frac{3000}{10} = 300$.
 ΔΥΣΤΥΧΩΣ ΕΧΩ ΜΟΝΟ ΝΜΟΣ 2N7000.

2N7000 / 2N7002 /



ΠΟΙΕ ΒΑΘΜΙΔΕΣ
 ΧΡΕΙΑΖΟΜΑΙ ΚΑΙ ΠΩΣ
 ΘΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΩ ΤΙΣ
 ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ
 - ΔΥΚΩΤΕΣ ΠΟΥ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ
 ΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ; ($V_{CC} = 5\text{V}$)



$V_{DS} = V_o$

$V_{GS} = V_I$ (ΑΓΝΩΣΤΗ ΠΥΚΝΩΤΗ ΣΤΗΝ AC ΑΝΑΛΥΣΗ)

ΓΝΩΡΙΖΩ ΟΤΙ $5\text{V} = R_{D1} \cdot I_D + V_{DS}$ (1)

ΚΑΤΑΚΕΚΥΑΖΩ ΤΗΝ ΚΟΚΚΙΝΗ ΕΥΘΕΙΑ ΠΟΥ ΤΕΜΝΕΙ ΤΟΝ ΟΡΙΖΩΝΤΙΟ ΑΞΟΝΑ ΕΣΤΙ
 $(V_{DS} = 5, I_D = 0)$. ΕΧΩ ΕΜΕΙΣ $(I_D = 0.25, V_{DS} = 0)$ $\Rightarrow 5 = R_{D1} \cdot 0.25 + 0 \Rightarrow$
 $R_{D1} = 20\Omega$

ΠΟΙΟ ΘΕΛΩ ΝΑ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΣΗΜΕΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΣΤΙ DC ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
 ΕΣΤΙ $V_{DS} = 1\text{V}$, ΑΝΑΛΗΨΗ ΤΟ ΣΗΜΕΙΟ (Α) $\Rightarrow V_{GS} \approx 3.5\text{V} \Rightarrow V_G = 3.5\text{V}$

ΑΠΟ ΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΔΙΑΠΡΕΤΗ ΤΑΣΗ ΕΧΩ $\frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{CC} = \frac{3.5}{5}$

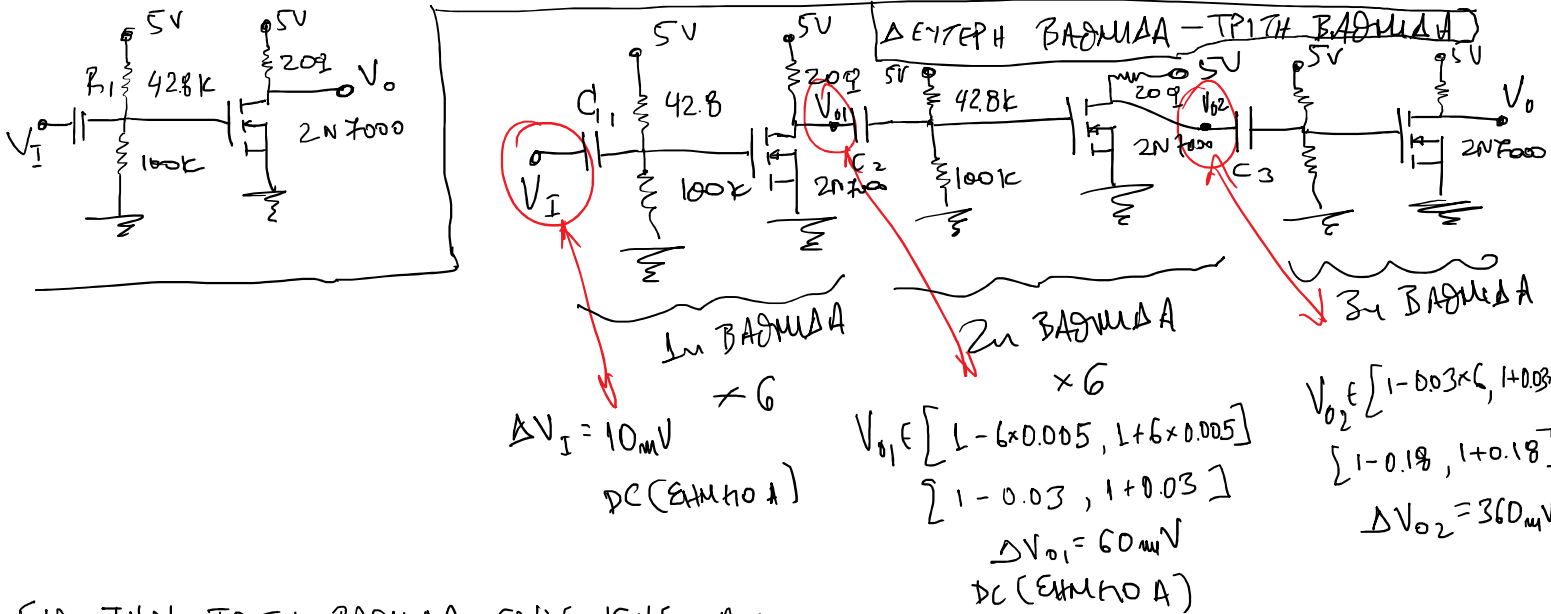
ΓΙΑ ΝΑ ΕΧΩ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΕΙΣΟΔΟΥ ΔΙΑΛΕΓΩ $R_2 = 100\text{k}\Omega \Rightarrow$

$\frac{100\text{k}}{R_1 + 100\text{k}} = 0.7 \Rightarrow 0.7R_1 + 70\text{k} = 100\text{k} \Rightarrow R_1 = \frac{30\text{k}}{0.7} = 42.85\text{k} \Rightarrow R_1 = 42.85\text{k}$

ΤΟ ΚΕΦΔΟΣ (ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΑ ΕΙΝΑΙ) $G_1 = \frac{\Delta V_{DS}}{\Delta V_{GS}} = \frac{\Delta V_o}{\Delta V_I} = \frac{3\text{V}}{0.5\text{V}} = 6$

ΕΥΝΕΜΩΣ ΑΝ ΣΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΕΧΩ $\Delta V_I = 10\text{mV} \Rightarrow \Delta V_o = 6 \Delta V_I = 60\text{mV}$
 Η ΠΡΩΤΗ ΒΑΘΜΙΔΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΘΗΚΕ ΩΣ ΕΞΗΣ:



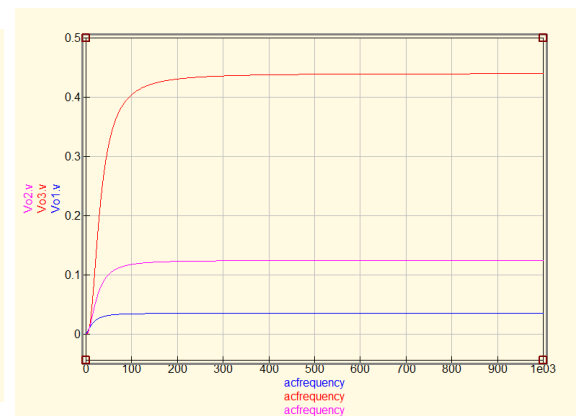
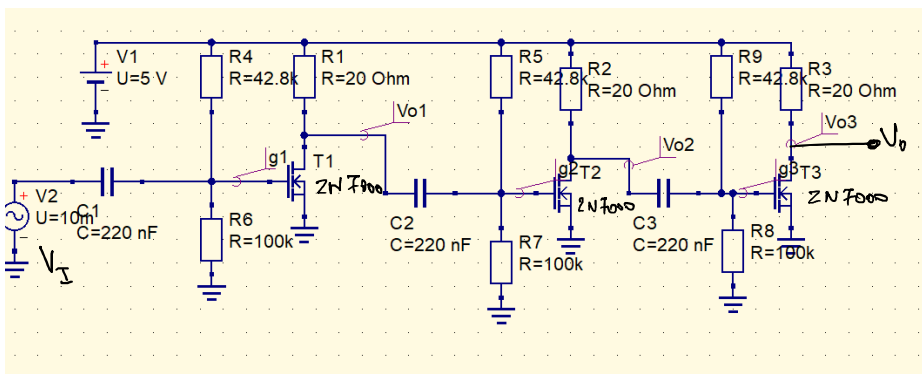


ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΡΙΤΗ ΒΑΘΜΙΔΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΔΙΑΙΝΕΤΑΙ ΤΟ 140 ΕΠΙΜΕΛΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΤΕ ΑΝ ΚΑΙ ΤΟ ΕΠΙΜΕΛΟΣ Β ΕΙΝΑΙ ΚΑΙ ΑΥΤΟ ΜΙΑ ΚΑΛΗ ΕΠΙΛΟΓΗ.

ΑΝ ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΕΧΩ ΤΟ 140 ΚΕΦΑΛΟΣ ΤΑΧΗΣ ΤΟΤΕ ΤΟ ΕΠΙΜΕΛΟΣ ΚΕΦΑΛΟΣ ΚΑΙ ΓΙΑ ΤΙΣ ΤΡΕΙΣ ΒΑΘΜΙΔΕΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΘΑ ΕΙΝΑΙ

$$\text{ΓΕΙΝΟΝΙΚΟ} = 6 \times 6 \times 6 = 216 \Rightarrow \left| \frac{V_O}{V_I} \right| = 216 = \frac{V_O}{10\text{mV}} \Rightarrow \underline{V_O = 2.16\text{V}_{PP}}$$

ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΡΟΕΜΟΛΟΓΗΣΗΣ "QUCS" ΚΑΤΑΕΚΕΛΑΞΕΤΕ ΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΚΑΙ ΑΝΗΚΟΝΙΖΕΤΕ ΤΗΝ ΑΝΟΧΡΙΕΝ ΕΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΕΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ



ΕΤΙ,Ε ΘΕΣΕΙΣ V_{O1}, V_{O2}, V_{O3} ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΟΙ ΤΑΧΕΙΣ V_{DS} ΓΙΑ ΤΑ ΤΡΙΑ Μ.ΜΟΣ 2N7000

ΤΡΑΝΖΙΣΤΟΡ ΥΠΟΛΟΓΙΖΕΤΕ ΚΕΦΑΛΟΣ $G_1 = \left| \frac{V_{O1}}{V_I} \right| \approx \frac{40\text{mV}}{10\text{mV}} = 4$ $G_1 \times G_2 = \left| \frac{V_{O2}}{V_I} \right| \approx \frac{125\text{mV}}{10\text{mV}} = 12.5$

ΚΑΙ $G_1 \times G_2 \times G_3 = \left| \frac{V_{O3}}{V_I} \right| = \left| \frac{V_O}{V_I} \right| \approx \frac{440}{10} \approx 44$ ΑΝ Ο 2.16V ΠΟΥ ΠΕΡΙΜΕΝΑ ΕΤΗΝ ΕΞΟΔΟ V_O ΠΗΡΑ ΜΟΝΟ 440mV 😞

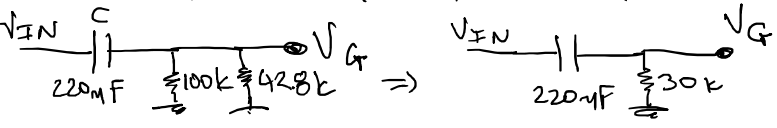
$G_{A1} = G_1 \times G_2 \times G_3 = \left| \frac{V_{O3}}{V_I} \right| = \left| \frac{V_o}{V_i} \right| \approx \frac{440}{10} \approx 44$

ΑΠΟ $2.16V$ ΠΟΥ ΠΕΡΙΜΕΝΑ ΕΙΧΑΝ ΕΞΕΛΘΕ V_o ΠΗΡΑ ΜΟΝΟ $440mV$

Η ΕΥΝΑΡΤΗΣΗ ΑΠΟ ΚΟΝΗ ΣΤΟΥ ΥΨΗΤΕΡΑΤΟΥ ΦΙΛΤΡΟΥ ΑΙΝΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ

ΕΧΕΙΝ $f_{A1} = \frac{1}{2\pi R_{IN} C} = \frac{1}{2\pi(42.8k \parallel 100k) \cdot 220\mu F} \approx \frac{1}{6.28 \times 3 \cdot 10^3 \times 220 \times 10^{-6}} Hz = 241 Hz$

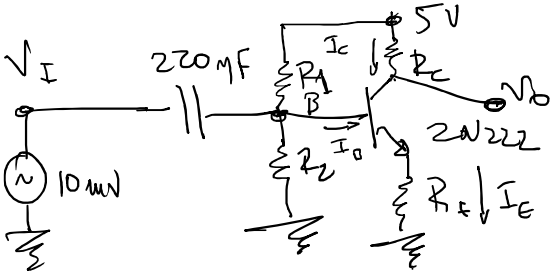
ΑΠΟ ΤΗΝ AC ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΛΕΠΟΥΜΕ ΟΤΙ:



Η f_{A1} ΕΥΜΕΘΡΩΝΕΙ ΜΕ ΤΗΝ ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΑΤΗΡΕΙΣ ΠΟΥ ΜΟΥ ΕΔΩΞΕ Ο ΠΡΟ ΕΞΟΜΟΙΩΤΗΣ ΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ.

ΓΙΑ ΕΥΚΡΙΕΣ ΘΑ ΚΑΝΩ ΜΙΑ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΗ ΕΚΚΑΙΡΕΝ ΜΕ BJT ΜΡΥ, ΤΟ ΓΕΝΙΚΟΤ ΕΚΔΟΥΣ 2N222.

ΓΝΩΡΙΖΩ ΟΤΙ ΤΟ ΚΕΡΟΣ ΕΕ ΑΥΤΟ ΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΙΝΑΙ ΚΑΤΑ ΤΡΟΞΕΤΙΣΤΑ.



$|G| = \left| \frac{V_o}{V_i} \right| = \frac{R_c}{R_e}$

ΜΠΩΡΩ ΑΡΑΓΕ ΝΑ ΠΕΤΥΧΩ ΚΕΡΟΣ ≈ 50

ΜΕ ΜΙΑ ΒΑΘΜΙΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΜΟΝΟ;

ΥΠΟΝΟΜΙΖΩ ΑΝΤΙΣΤΑΘΕΙΣ $G = 50 = \frac{R_c}{R_e} \Rightarrow R_e = 50 \cdot R_e$

ΔΕΠ $R_e = 10 \Omega$
 $R_c = 500 \Omega$

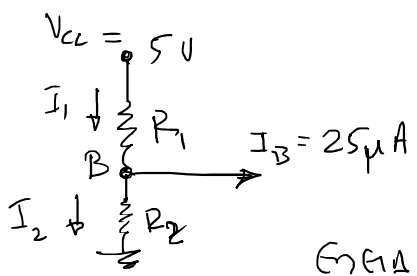
ΤΟ BJT ΘΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ ΣΤΗΝ "ΕΝΕΡΓΟ" ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΝΝΟΩΣ $I_c = \beta I_b$, $\beta \gg 1$

ΕΝΩΝ $I_c \approx I_e \Rightarrow$ ΘΑ ΕΧΩ $5V = (500 + 10) I_c + V_{CE} \Rightarrow 5V = 510 I_c + V_{CE}$ ①

ΘΕΛΩ ΝΑ ΒΡΩ ΕΝΑ "ΚΑΘΟ" ΣΗΜΕΙΟ DC ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ. Π.Χ $V_{CE} \approx 2.5V$ ②

$I_c = \frac{(5 - 2.5)V}{510 \Omega} = \frac{2.5}{510} \approx 5mA \Rightarrow I_c = 5mA$

ΑΠΟ ΤΟ DATASHEET ΕΧΩ $\beta \approx 200$
 $I_b = \frac{5}{200} = 25\mu A$



$I_c = I_e = 5mA$

$V_B = V_{BE} + I_e \cdot R_e = V_B = 0.7V + 5mA \cdot 10\Omega \Rightarrow V_B = 750mV$

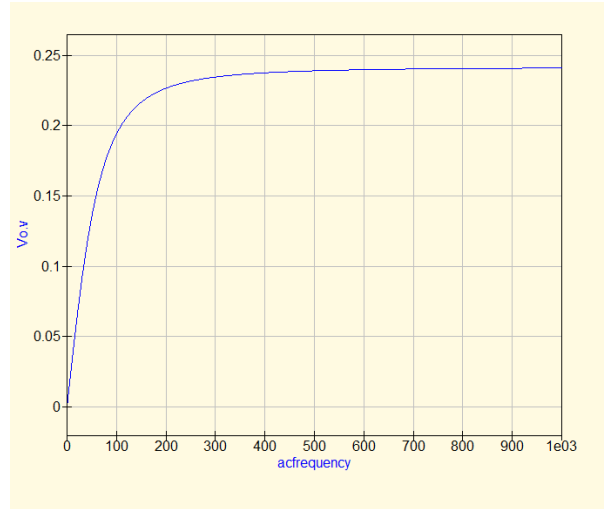
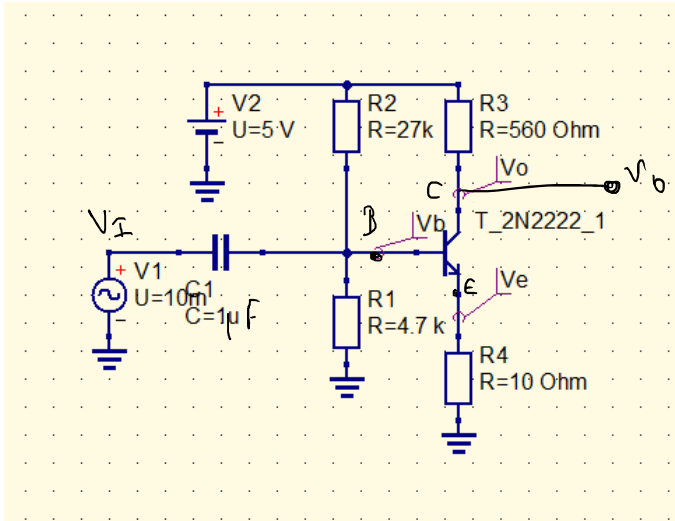
ΕΝΩΝ ΤΟ I_b ΕΙΝΑΙ ΠΟΛΥ ΜΙΚΡΟ ΔΕΝ ΘΑ ΕΝΗΡΕΑΣΕΙ

ΠΟΛΥ ΤΟΥΣ ΥΠΟΝΟΜΙΣΜΟΥΣ ΜΑΣ ΑΝ ΤΑ R_1, R_2 ΔΕΝ ΕΧΟΥΝ ΠΟΛΥ ΜΕΓΑΛΕΣ ΑΡΘΜΗΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ. ΕΝΝΟΩΣ ΘΕΤΩ $I_b = 0$ ΚΑΙ ΥΠΟΝΟΜΙΖΩ

ΤΙΣ ΔΥΟ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ R_1, R_2 ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΠΛΟ ΔΙΑΤΡΕΤΗ ΤΑΣΗΣ

$$\frac{V_B}{V_{CC}} = \frac{0.75}{5V} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{ΟΕ209} \quad \boxed{R_2 = 5k\Omega} \Rightarrow 0.15 = \frac{5k\Omega}{R_1 + 5k\Omega} \Rightarrow \boxed{R_1 = 28.33k\Omega}$$

ΕΧΕΙΑΖΩ ΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΣΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ QUCS ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΤΟ ΕΥΓΚΕΚΑΜΕΝΟ ΖΗΤΤΕΖ Β3Τ, ΤΟΝΟΘΕΤΩΝΤΑΣ ΚΑΙ ΥΝΑΡΚΤΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ (5%) ΟΠΟΤΕ ΕΤΩ

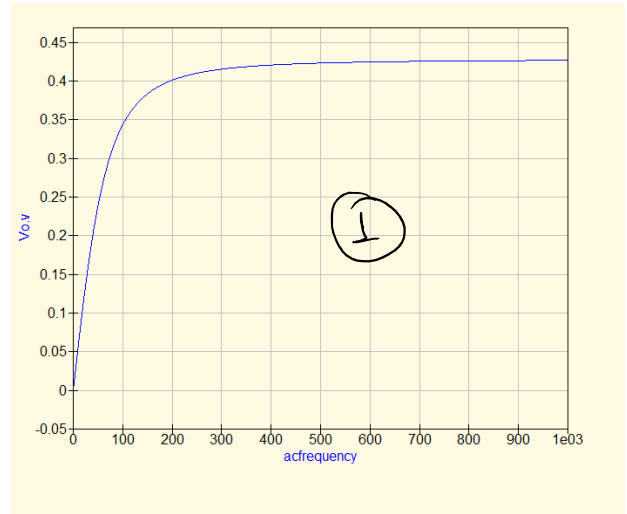
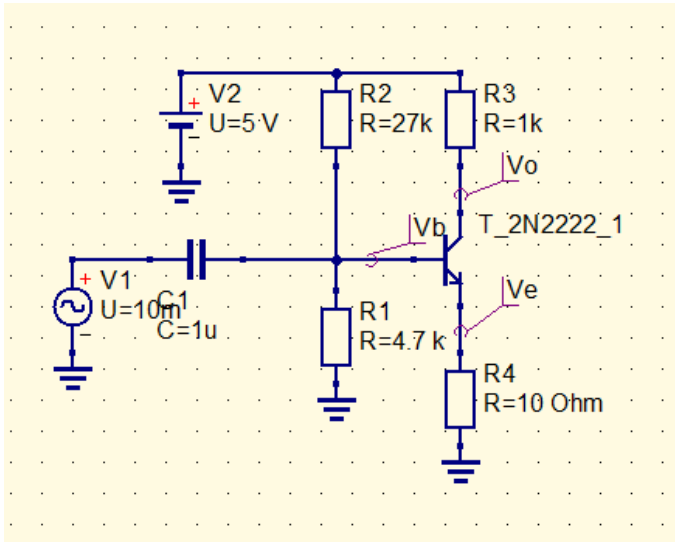


ΤΟΝΟΘΕΤΗΣΑ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΤΙΜΗ ΕΣΤΩΝ ΠΥΚΝΩΤΗ (1μF) ΓΙΑΤΙ Η ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΕΙΣΟΔΟΥ ΕΙΝΑΙ ΜΙΚΡΟΤΕΡΗ \approx ΕΣΤΩ ΝΕΟ ΚΥΚΛΩΜΑ \approx (27k || 4.7k)

ΣΤΗΝ DC ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΤΩ $V_B = 0.693V$ $V_E = 219mV$ $V_o = 3.78V$

$$G = \left| \frac{V_o}{V_i} \right| \approx \frac{240mV}{10mV} = 24 \quad \text{ΠΕΡΙΠΟΥ 20 ΜΙΣΟ ΑΠΟ ΟΣΟ ΕΧΕΙΑΣΑ} \quad \text{☹}$$

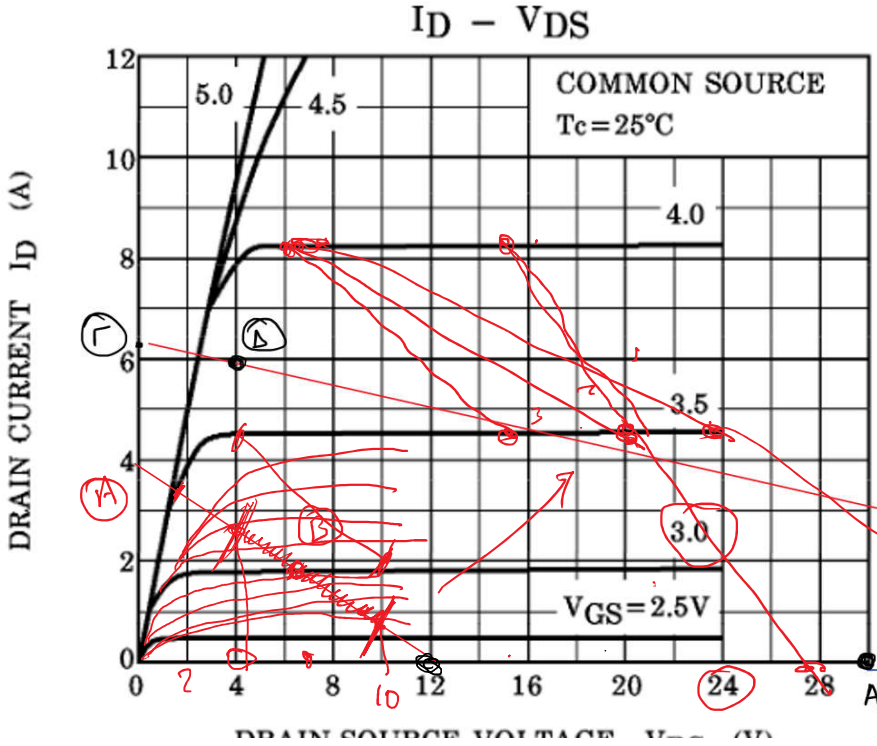
ΑΝ ΑΝΑΖΩ ΟΜΩΣ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΗΣ $R_3 = 1k\Omega$ ΘΑ ΕΤΩ ΤΩΣ ΕΞΗΣ ΤΙΜΕΣ ΕΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ.



$$V_B = 0.659, V_E = 218\text{mV}, V_O = 2.83\text{V} \quad (\text{DC ANALYSIS})$$

$$\left| \frac{V_O}{V_1} \right| = \frac{425\text{mV}}{10\text{mV}} = 42.5 \quad (\text{AC ANALYSIS}) \quad \text{ΕΥΧΗΜΑ } \textcircled{1}$$

ΚΑΘΟΝΟΥ ΑΕΧΗΜΑ

$I_D = 4A$

$I_D = \frac{V_{CC}}{R_D} = \frac{12}{R_D} = 4$

$\Rightarrow R_D = \frac{12}{4} = 3\Omega \Rightarrow$

$R_D = 3\Omega$

$V_{GS} = 3V$
 $V_{DS} = 6.5V$
 $I_D = 1.8A$

$\frac{24 - 7}{0.5}$

$\frac{|\Delta V_{DS}|}{|\Delta V_{GS}|} = \frac{18 - 4}{0.5} = \frac{6}{0.5} = 12 = G$ SMALL SIGNAL GAIN DC