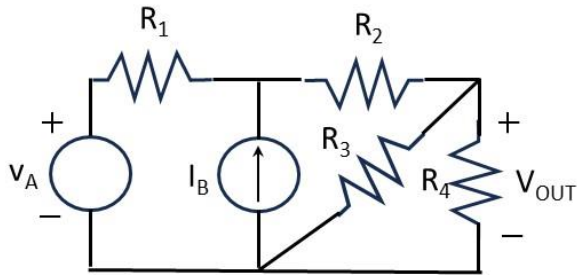


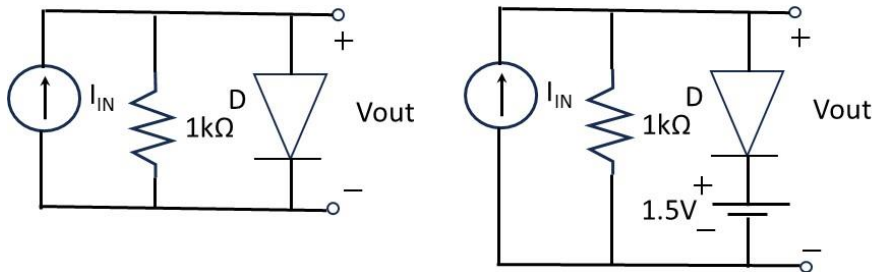
ΘΕΜΑ 1^ο (3 μονάδες)

Στο παρακάτω κύκλωμα να υπολογίσετε τα I_{Norton} , $R_{Norton} = R_{Thevenin}$ και $V_{Thevenin}$. (Υπόδειξη ξεκινήστε από το I_{Norton}).

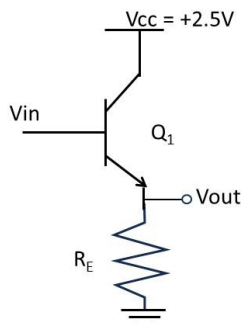


ΘΕΜΑ 2^ο (2 μονάδες)

Στα παρακάτω κυκλώματα το I_{IN} κυμαίνεται από -5mA ως 5mA. Χρησιμοποιείτε το μοντέλο σταθερής πτώσης τάσης της διόδου με $V_D = 0.6\text{ V}$. Να φτιάξετε την γραφική παράσταση του V_{OUT} σε συνάρτηση με το I_{IN} .



ΘΕΜΑ 3^ο (3 μονάδες)



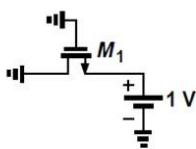
Να αποδείξετε χρησιμοποιώντας το T-μοντέλο μικρού σήματος και θεωρώντας ότι $V_A = \infty$ τον τύπο για το κέρδος στο κύκλωμα του

$$\text{ακόλουθου εκπομπού} \quad \frac{\Delta V_{out}}{\Delta V_{in}} = \frac{R_E}{\alpha r_e + R_E}.$$

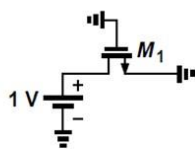
Για $R_E = 100\Omega$ να βρείτε το ρεύμα πόλωσης για το οποίο το κέρδος είναι 0.8. Το $\alpha \approx 0.97$

ΘΕΜΑ 4^ο (2 μονάδες)

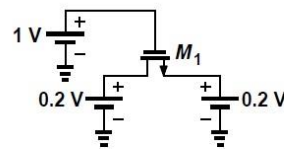
Προσδιορίστε την περιοχή λειτουργίας του M_1 σε καθένα από τα παρακάτω κυκλώματα. Το $V_{th} = 0.4\text{ V}$.



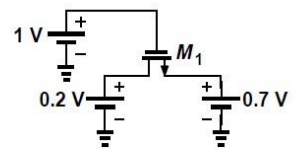
(α)



(β)



(γ)

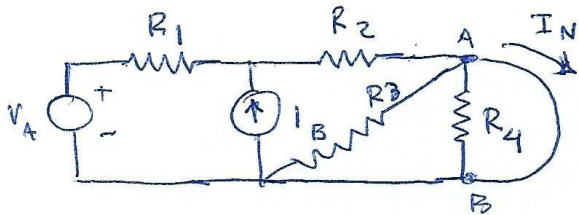


(δ)

Καλή Επιτυχία

ΛΥΣΕΙΣ

Θέμα 1°

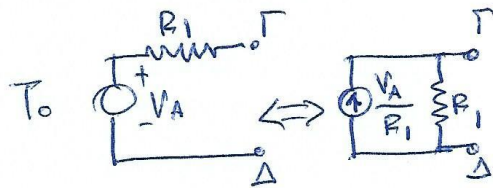
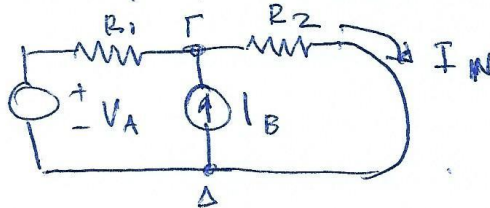


Βραχυκυκλώνω τους
αυροδέκτες εξόδου.
Το ρεύμα που διαρρέει

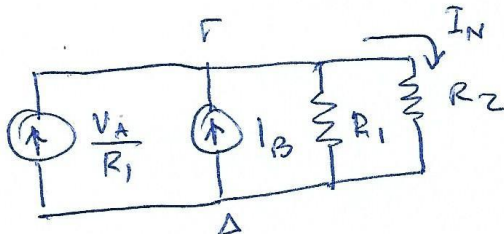
Το βραχυκύκλωμα είναι το I_{Norton}

Παρατηρώ ότι οι R_3 και R_4 είναι παράλληλες και οι
αυροδέκτες τους A και B βραχυκυκλώθηκαν, οπότε
είναι σαν να μην υπάρχουν στο κύκλωμα καθώς δεν
διαρρέονται από ρεύμα ($V_{AB}=0$ οπότε $\frac{V_{AB}}{(R_3 \parallel R_4)} = 0$)

Το κύκλωμα γίνεται:



Οπότε το κύκλωμα γίνεται:



Το συνολικό ρεύμα
 $\frac{V_A}{R_1} + I_B$ ρέει μέσα από

Την παράλληλη σύνδεση των R_1 και R_2 και

δημιουργεί μια πτώση τάσης $V_{\Gamma\Delta}$:

$$V_{\Gamma\Delta} = \left(\frac{V_A}{R_1} + I_B \right) \cdot (R_1 \parallel R_2) \text{ Αυτή η } V_{\Gamma\Delta} \text{ διαιρείται με το}$$

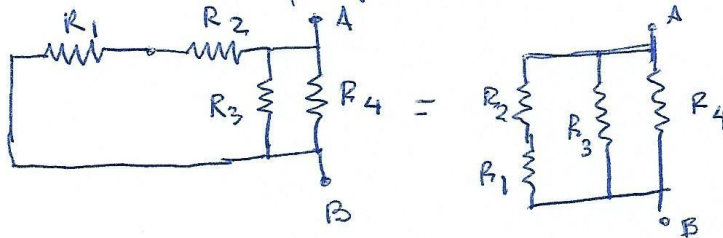
R_2 και δίνει το I_{Norton}

$$\text{δηλ. } I_{Norton} = \frac{V_{\Gamma\Delta}}{R_2} = \left(\frac{V_A}{R_1} + I_B \right) \cdot \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{1}{R_2} \text{ και}$$

$$\text{Τελικά } I_{Norton} = \frac{V_A}{R_1 + R_2} + I_B \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Το $R_{Norton} = R_{Thevenin}$ προκύπτει ως η αντίσταση ανάμεσα στα Α και Β αν βραχυκυλώσουμε την πηγή τάσης V_A και ανοικτοκυλώσουμε την πηγή ρεύματος I_B .

Έτσι το κύκλωμα γίνεται:



$$H \quad R_{Norton} = R_{Thevenin} = (R_1 + R_2) \parallel R_3 \parallel R_4$$

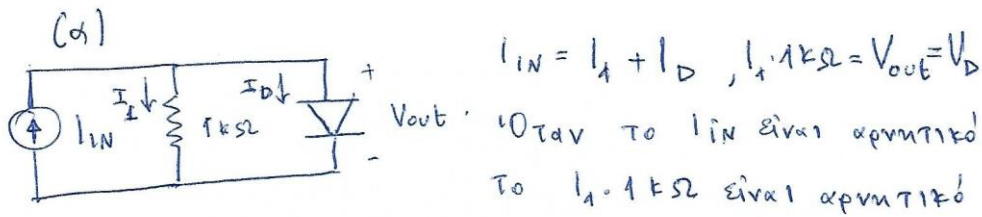
$$\frac{1}{R_{Norton}} = \frac{1}{R_1 + R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{R_3 R_4 + R_4 (R_1 + R_2) + R_3 (R_1 + R_2)}{(R_1 + R_2) R_3 R_4}$$

$$\text{Άρα } R_{Norton} = \frac{R_1 R_3 R_4 + R_2 R_3 R_4}{R_3 R_4 + R_4 R_1 + R_4 R_2 + R_3 R_1 + R_3 R_2}$$

$$\text{Το } V_{Thevenin} = I_{Norton} \cdot R_{Norton}$$

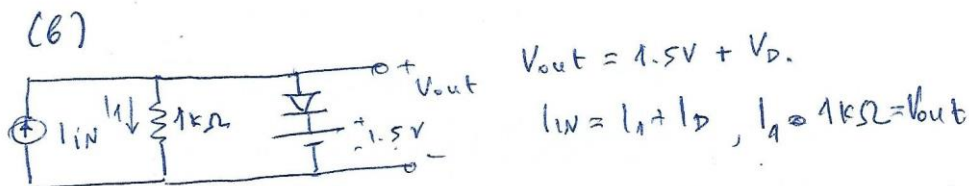
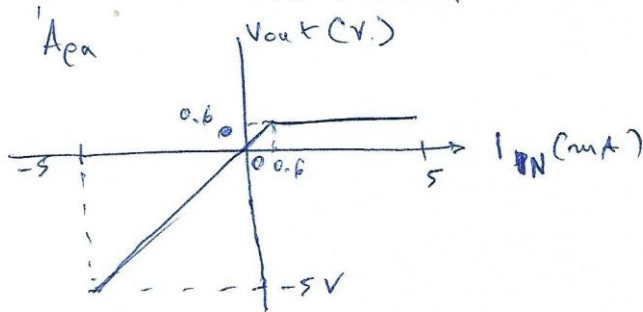
$$= \frac{V_A}{R_1 + R_2} \cdot R_{Norton} + I_B \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot R_{Norton}$$

Θέμα 2°



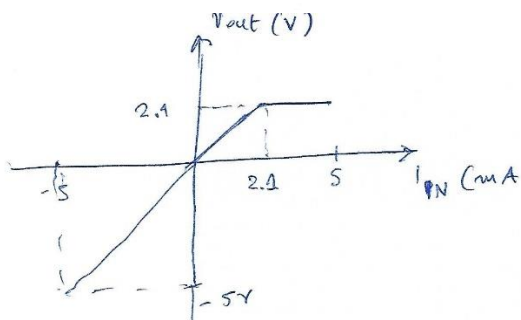
και η διόδος δεν άγει, επομένως όλο το ρεύμα περνάει από την $1k\Omega$

Όταν $I_1 \cdot 1k\Omega = 0.6V$ τότε η διόδος ανοίγει και το V_{out} παραμένει $0.6V$, ενώ όλο το ρεύμα $I_{IN} - 0.6mA$ περνάει από την διόδο.



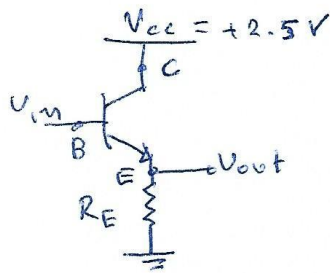
Όταν το I_{IN} είναι αρνητικό, το $I_1 \cdot 1k\Omega$ είναι αρνητικό και η διόδος δεν άγει γιατί $I_1 \cdot 1k\Omega = V_D + 1.5V \Leftrightarrow V_D = I_1 \cdot 1k\Omega - 1.5V$ (που είναι πιο αρνητικό).

Όταν το I_{IN} φτάσει $2.1mA$, τότε το $I_1 \cdot 1k\Omega = 2.1V$ και $V_D = I_1 \cdot 1k\Omega - 1.5V = 2.1V - 1.5V = 0.6V$. Η διόδος ανοίγει και το V_{out} παραμένει $2.1V$



Θέμα 3°

14 και 15 Μαΐου 2024.



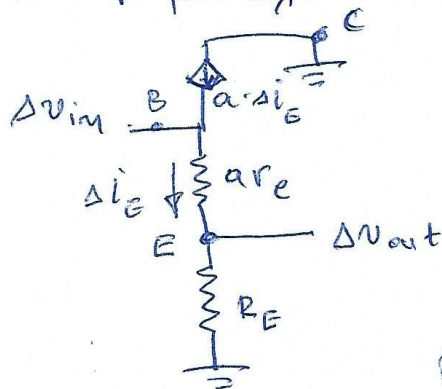
Το $V_{in} = V_b + \Delta V_{in}$ (ΔV_{in} το μεταβαλλόμενο τμήμα του V_{in})

Το $V_{out} = V_e + \Delta V_{out}$ (ΔV_{out} το μεταβαλλόμενο τμήμα του V_{out})

Το $V_c = V_{cc} + 0$ (το μεταβαλλόμενο τμήμα του V_c είναι 0)

Το μεταβαλλόμενο τμήμα του V_c είναι 0)

Αφού με ενδιαφέρει το τι γίνεται με το μεταβαλλόμενο τμήμα του ΔV_{out} αντικαθιστώ το τρανζίστορ με το T μοντέλο



Έχουμε διαίρεση τάσης:

$$\Delta V_{out} = \Delta V_{in} \cdot \frac{R_E}{\alpha \cdot r_e + R_E} \Rightarrow$$

$$\frac{\Delta V_{out}}{\Delta V_{in}} = \frac{R_E}{\alpha \cdot r_e + R_E}$$

$$R_E = 100 \Omega \quad \alpha = 0.8$$

$$\frac{\Delta V_{out}}{\Delta V_{in}} = 0.8 = \frac{100 \Omega}{\alpha \cdot r_e + 100 \Omega} \Rightarrow 0.8 \cdot \alpha \cdot r_e + 0.8 \cdot 100 \Omega = 100 \Omega$$

$$\Rightarrow \alpha \cdot r_e = \frac{100 \Omega - 0.8 \cdot 100 \Omega}{0.8} = \frac{100 \Omega - 80 \Omega}{0.8} = 25 \Omega$$

$$\text{και } r_e = \frac{25 \Omega}{\alpha} = \frac{25 \Omega}{0.97} \approx 25.8 \Omega \approx 26 \Omega$$

$$r_e = \frac{I_c}{V_T} = \frac{I_c}{26 \text{ mV}} \Rightarrow 26 \Omega = \frac{I_c}{26 \text{ mV}} \Rightarrow I_c = 1 \text{ mA}$$

Θέμα 4°

(α) $V_G=0\text{ V}$, $V_D=0\text{ V}$, $V_S=1\text{ V}$, άρα $V_{GS} = -1\text{ V} < V_{TH} (=0.4\text{ V})$. Το τρανζίστορ είναι στην περιοχή της αποκοπής.

(β) $V_G=0\text{ V}$, $V_D=1\text{ V}$, $V_S=0\text{ V}$, άρα $V_{GS} = 0\text{ V} < V_{TH} (=0.4\text{ V})$. Το τρανζίστορ είναι στην περιοχή της αποκοπής.

(γ) $V_G=1\text{ V}$, $V_D=1\text{ V}$, $V_S=0\text{ V}$, άρα $V_{GS} = 1\text{ V} > V_{TH} (=0.4\text{ V})$. Το τρανζίστορ άγει και επειδή

$V_{DS} = 1\text{ V} > (V_{GS} - V_{TH}) = (1 - 0.4) = 0.6\text{ V}$ βρίσκεται στην περιοχή κορεσμού.

(δ) $V_G=1\text{ V}$, $V_D=0.2\text{ V}$, $V_S=0.7\text{ V}$, άρα $V_{GS} = 0.3\text{ V} < V_{TH} (=0.4\text{ V})$. Το τρανζίστορ είναι στην περιοχή της αποκοπής.