



ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ Ι

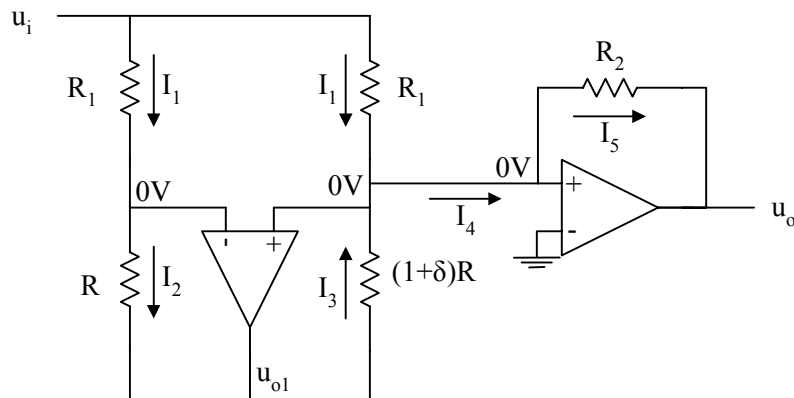
ΛΥΣΕΙΣ ΘΕΜΑΤΩΝ

Γραπτή εξέταση Σεπτεμβρίου 2006

Τμήμα: Μ – Ω
Διδάσκων: Γιάννης Παπανάνος, Καθ. ΕΜΠ

Θέμα 1^ο

Οι τελεστικοί ενισχυτές είναι ιδανικοί και μεταξύ άλλων ισχύουν τα ακόλουθα: α) το κέρδος ανοιχτού βρόχου είναι άπειρο και επομένως μεταξύ των εισόδων τους ισχύει το κατ' ουσίαν βραχυκύκλωμα, και β) η αντίσταση εισόδου τους είναι άπειρη και επομένως το ρεύμα που εισέρχεται στον αναστρέφοντα (ή μη-αναστρέφοντα) ακροδέκτη είναι μηδενικό.



Ισχύουν τα ακόλουθα:

$$I_1 = \frac{u_i - 0}{R_1}$$

$$I_1 = I_2$$

$$I_2 = \frac{0 - u_{o1}}{R} = \frac{u_i}{R_1} \Leftrightarrow u_{o1} = -\frac{u_i}{R_1} R$$

$$I_3 = \frac{u_{o1} - 0}{(1 + \delta)R} = -\frac{u_i}{(1 + \delta)R_1}$$

$$I_4 = I_1 + I_3 = \frac{u_i}{R_1} - \frac{u_i}{(1+\delta)R_1} = \frac{\delta}{(1+\delta)R_1} u_i$$

$$I_4 = I_5$$

$$u_o = -I_5 R_2 = -\frac{R_2 \delta}{(1+\delta)R_1} u_i \Leftrightarrow \frac{u_o}{u_i} = -\frac{R_2}{R_1} \frac{\delta}{(1+\delta)}$$

Θέμα 2^ο

Οι συνθήκες αγωγής των διόδων είναι οι ακόλουθες:

D2 ON: $u_o \leq 0$

D1 ON: $u_o \geq 2$

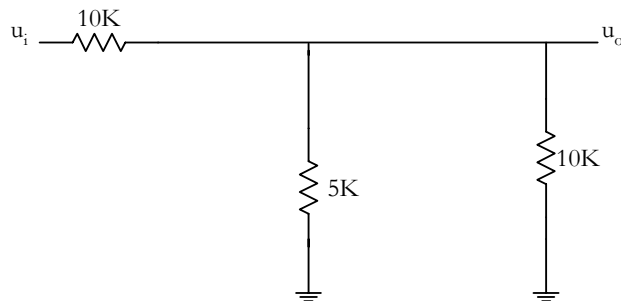
D3 ON: $u_o \geq 6$

Διακρίνουμε τις εξής περιπτώσεις:

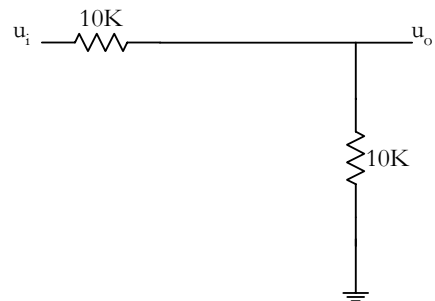
1) D2 ON, D1 & D3 OFF: Η ισοδύναμη μορφή του κυκλώματος φαίνεται στο σχήμα (α) και η τάση εξόδου δίνεται από τη σχέση:

$$u_o = \frac{5K // 10K}{10K + 5K // 10K} u_i = \frac{1}{4} u_i$$

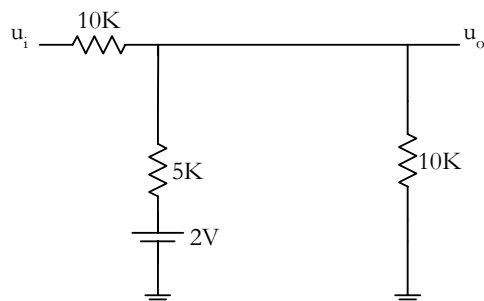
η οποία ισχύει για $u_o \leq 0V$ ή $u_i \leq 0V$



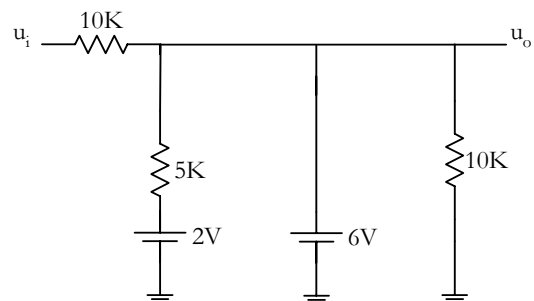
(α)



(β)



(γ)



(δ)

2) D2, D1 & D3 OFF: Η ισοδύναμη μορφή του κυκλώματος φαίνεται στο σχήμα (β) και η τάση εξόδου δίνεται από τη σχέση:

$$u_o = \frac{10K}{10K + 10K} u_i = \frac{1}{2} u_i$$

η οποία ισχύει για $0 < u_o < 2V$ ή $0 < u_i < 4V$

3) D1 ON, D2 & D3 OFF: Η ισοδύναμη μορφή του κυκλώματος φαίνεται στο σχήμα (γ) και η τάση εξόδου δίνεται από τη σχέση:

$$u_o = (10K // 10K // 5K) \cdot 2 + \frac{5K // 10K}{10K + 5 // 10K} u_i = 1 + \frac{1}{4} u_i$$

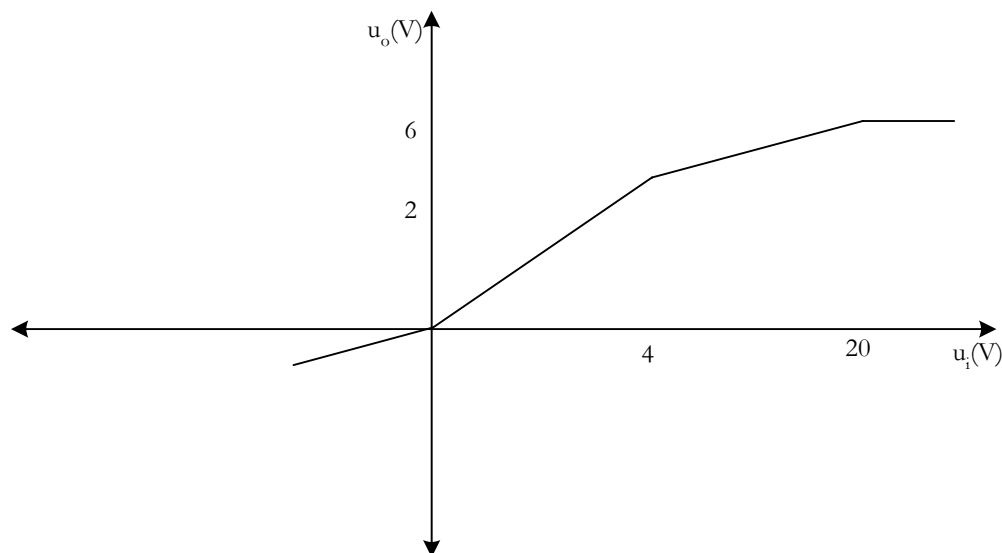
η οποία ισχύει για $2 \leq u_o < 6V$ ή $4 \leq u_i < 20V$

4) D1 & D3 ON, D2 OFF: Η ισοδύναμη μορφή του κυκλώματος φαίνεται στο σχήμα (δ) και η τάση εξόδου ισούται με:

$$u_o = 6V$$

για $20 \leq u_i$

Η dc χαρακτηριστική του κυκλώματος φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Θέμα 3^ο

A) DC ανάλυση:

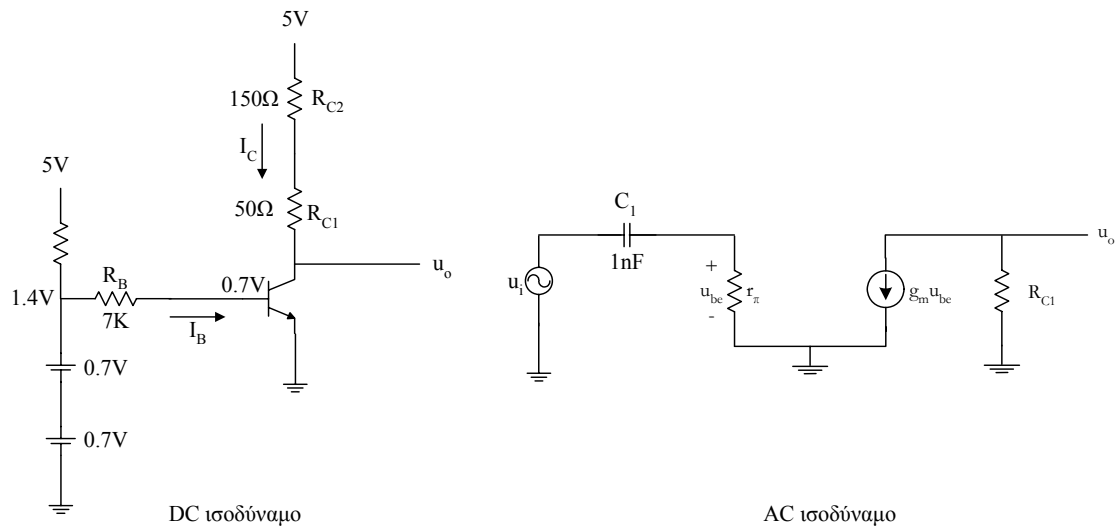
Κατά τη dc ανάλυση οι πυκνωτές είναι ανοιχτοκυκλώματα και τα πηνία βραχυκυκλώματα. Το κύκλωμα παίρνει την ισοδύναμη μορφή που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Αρχικά θεωρούμε ότι το τρανζίστορ βρίσκεται στην ενεργό περιοχή, οπότε:

$$I_B = \frac{1.4 - 0.7}{7K} = 100 \mu A$$

$$I_C = \beta I_B = 100 * 100 \mu A = 10 mA$$

$$V_C = 5 - I_C(R_{C1} + R_{C2}) = 5 - 10mA * (150 + 50) = 3V$$

Η επαφή βάσης-εκπομπού είναι ορθά πολωμένη και η επαφή βάσης-συλλέκτη ανάστροφα πολωμένη, οπότε το τρανζίστορ βρίσκεται όντως στην ενεργό περιοχή.



B) AC ανάλυση:

Ο πυκνωτής C_2 ισοδυναμεί με βραχυκύκλωμα λόγω της πολύ μεγάλης του τιμής και αντίστοιχα το πηνίο L_B με ανοιχτοκύκλωμα. Το ac ισοδύναμο του κυκλώματος βασισμένο στο υβριδικό μοντέλο-π για το τρανζίστορ, φαίνεται στο παραπάνω σχήμα, οπότε:

$$u_{be} = \frac{r_\pi}{r_\pi + Z_{C1}} u_i$$

$$u_o = -g_m u_{be} R_{C1} = -g_m \frac{r_\pi}{r_\pi + Z_{C1}} R_{C1} u_i \Rightarrow \frac{u_o}{u_i} = -\frac{I_C}{V_T} \frac{V_T}{I_B} \frac{R_{C1}}{\frac{V_T}{I_B} + j2\pi f C_1} = -\frac{\beta}{\frac{V_T}{I_B} + j2\pi f C_1} R_{C1}$$

$$\left| \frac{u_o}{u_i} \right|_{f=1GHz} = \left| -\frac{\beta}{\frac{V_T}{I_B} + j2\pi f C_1} R_{C1} \right| = \frac{100 * 50}{\sqrt{\left(\frac{25mV}{100\mu A}\right)^2 + (2\pi * 1GHz * 1nF)^2}} = 20$$