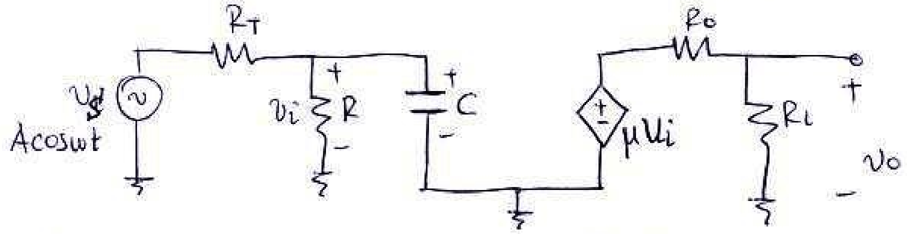
Επαναληπτικές Ασκήσεις

ΗΥ-121: Ηλεκτρονικά Κυκλώματα

Γιώργος Δημητρακόπουλος

Για το κύκλωμα που σας δίνεται βρείτε το λόγο v_o/v_s συναρτήσει της συχνότητας



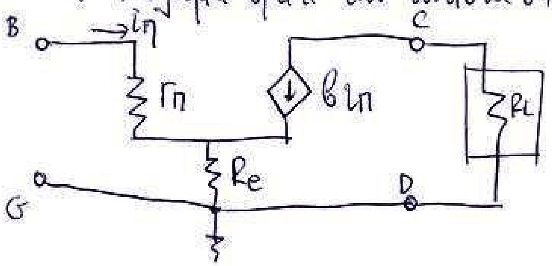
Από το διαιρέτη τάσης γράφουμε ότι $v_i = \frac{Z_i \cdot v_s}{R_T+Z_i}$ όπου Z_i η ισοδύναμη σύνθετη αντίσταση της R και του C. $Z_i = \frac{R\cdot Z_C}{R+Z_C} = \frac{R\cdot\frac{1}{jC\omega}}{R+\frac{1}{jC\omega}} = \frac{R}{1+Rj\omega C}$

Επομένως $v_i =$

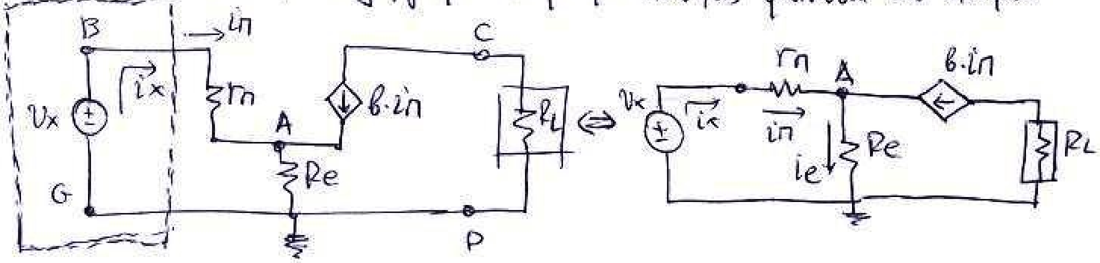
Στην πλευρά της εξόδου χρησιμοποιώντας και πάλι το διαιρέτη τάσης προκύπτει ότι $v_o = \frac{R_L}{R_o+R_L}\cdot \mu\cdot u_i = \frac{\mu R_L}{R_o+R_L}$.

Όπου διαιρώντας με v_s προκύπτει η ζητούμενη απόκριση v_o/v_s.

Για το κύκλωμα βρείτε την αντίσταση εισόδου όπως φαίνεται από τα άκρα B και G



Για να βρούμε την αντίσταση εισόδου στα άκρα B και G εφαρμόζουμε στα B G μια γνωστή τάση v_x και υπολογίζουμε το ρεύμα i_x όπως φαίνεται στο σχήμα.



[2] Από τον KCL στον κόμβο A: $\frac{v_x - v_A}{r_\pi} + \beta\cdot\frac{v_x - v_A}{r_\pi} = \frac{v_A}{R_e}$ $(i_x + \beta\cdot i_x = i_e)$ (1), $i_x = i_\pi$

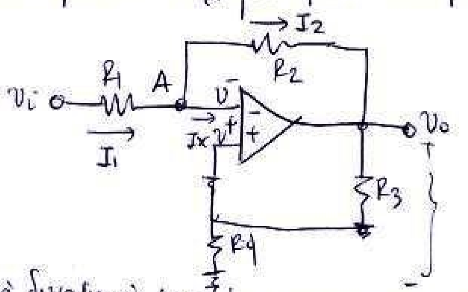
Η αντίσταση εισόδου είναι ίση με $R_{in} = \frac{v_x}{i_x} = \frac{v_x}{\frac{v_x - v_A}{r_\pi}} = \frac{v_x\cdot r_\pi}{v_x - v_A}$ (2)

Από (1): $v_x - v_A = \frac{r_\pi}{R_e(\beta+1)}\cdot v_A$. Έτσι $R_{in} = \frac{v_x \, r_\pi}{v_A}\cdot\frac{\cancel{v_A}\, R_e(\beta+1)}{\cancel{r_\pi}} = \left(\frac{v_x}{v_A}\right)R_e\cdot(\beta+1)$

Επίσης από (2): $\frac{v_x}{v_A} = 1 + \frac{r_\pi}{R_e(\beta+1)}$ οπότε με αντικατάσταση

$$R_{in} = \left(1+\frac{r_\pi}{R_e(\beta+1)}\right)R_e(\beta+1) = r_\pi + R_e\cdot(\beta+1)$$

III Για το παρακάτω κύκλωμα βρείτε το κέρδος τάσης $\frac{v_o}{v_i}$ και την αντίσταση εισόδου του. Ο τελεστικός ενισχυτής ιδανικός.



Εφόσον ο τελεστικός ενισχυτής θεωρούμε ότι είναι ιδανικός τότε έχει άπειρο κέρδος ανοιχτού βρόχου. Για το λόγο αυτό η διαφορά δυναμικού μεταξύ της αναστρέφουσας v^- και της μη αναστρέφουσας εισόδου του τελεστικού ενισχυτή v^+ είναι αμελητέα $\Rightarrow v^+ - v^- \cong 0 \Rightarrow v^+ \cong v^-$.
Επίσης λόγω της ιδανικότητας του τελεστικού οι είσοδοι του έχουν άπειρη αντίσταση. Επομένως $i_x = 0$.

Έτσι για τον κόμβο (A) προκύπτουν τα εξής (KCL): $I_1 = I_2 + I_x \Rightarrow I_1 = I_2$

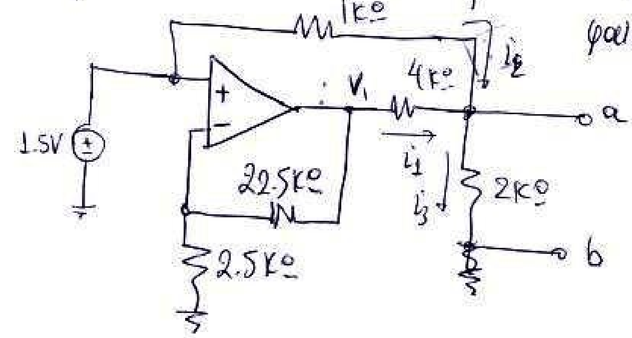
Επίσης $v_A = v^- = v^+ = \frac{R_4}{R_3+R_4}v_o$ $\Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{v_i - v_A}{R_1} = \frac{v_A - v_o}{R_2}$ ~~Όμως λόγω του διαιρέτη τάσης που σχηματίζεται~~

$\Rightarrow \frac{v_i}{R_1} = \frac{v_A}{R_1} + \frac{v_A}{R_2} - \frac{v_o}{R_2} \Rightarrow \frac{v_i}{R_1} = \frac{R_1+R_2}{R_1R_2}v_A - \frac{1}{R_2}v_o \Rightarrow$

$\frac{v_i}{R_1} = \frac{R_1+R_2}{R_1R_2}\cdot\frac{R_4}{R_3+R_4}\cdot v_o - \frac{1}{R_2}v_o \Rightarrow \frac{v_o}{v_i} = \dots$

Να βρείτε το thevenin ισοδύναμο του κυκλώματος που σας δίνεται όπως φαίνεται από τους ακροδέκτες a και b. 3



Το κομμάτι του κυκλώματος που αποτελείται από τον τελεστικό ενισχυτή και τις αντιστάσεις 22.5kΩ και 2.5kΩ είναι η γνωστή μη-αναστρέφουσα συνδεσμολογία ενίσχυσης. Έτσι, $V_1=\left(\frac{22.5k\Omega}{2.5k\Omega}+1\right)\cdot 1.5V = 15V$.

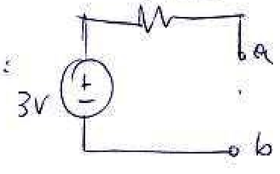
Θέλουμε αρχικά να υπολογίσουμε την τάση ανοιχτοκυκλώματος $V_{ab}=V_a$ γιατί $V_b=0$ η οποία θα είναι ίση με την αντίστοιχη ισοδύναμη τάση κατά Thevenin. Εφαρμόζοντας τον KCL στον (a) προκύπτει: $i_2+i_1=i_3 \Rightarrow$

$$\left.\begin{aligned} &\frac{1.5-V_a}{1k\Omega}+\frac{V_1-V_a}{4k\Omega}=\frac{V_a}{2k\Omega} \\ &V_1=15V \end{aligned}\right\} \Rightarrow V_a=3V \Rightarrow \boxed{V_{th}=3V}$$

Για να βρούμε την ισοδύναμη κατά Thevenin αντίσταση θα κάνουμε ότι θα κάναμε και παραπάνω. Θα βραχυκυκλώσουμε τα a και b και θα υπολογίσουμε το ρεύμα βραχυκυκλώματος. Τότε $R_{th}=\frac{V_{th}}{I_{sc}}$. Σε αυτήν την περίπτωση όλο το ρεύμα θα περάσει μέσω του βραχυκυκλώματος και το ρεύμα $i_3=0$. Επομένως, $i_{sc}=i_2+i_1=\frac{1.5-V_a}{1k\Omega}+\frac{V_1-V_a}{4k\Omega}$. Σε αυτήν την περίπτωση $V_A=V_B=0V$ οπότε $i_{sc}=1.5+3.75=5.25mA$.

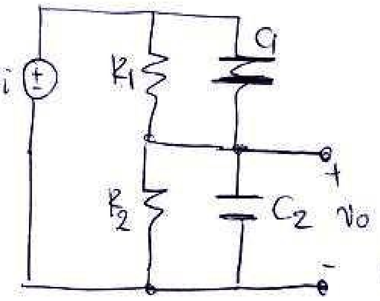
άρα $R_{th}=\frac{3V}{5.25mA}\cong 0.57k\Omega=570\Omega$

Άρα το thevenin ισοδύναμο είναι το εξής:



$\boxed{4}$

Να βρείτε τη συνθήκη που συνδέει τα R_1, R_2, C_1 και C_2 ώστε η απόκριση του κυκλώματος v_o/v_i να είναι ανεξάρτητη της συχνότητας.



Από το διαιρέτη τάσης παίρνουμε ότι

$$v_o = \frac{Z_2}{Z_1+Z_2}\cdot v_i$$

όπου $Z_1 = R_1 \,//\, \frac{1}{jC_1\omega}$

$Z_2 = R_2 \,//\, \frac{1}{jC_2\omega}$

Από εδώ προκύπτει ότι

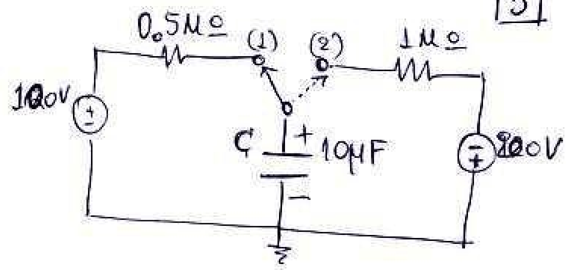
$$\frac{v_o}{v_i} = \frac{\frac{1}{R_1} + j\omega C_1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + j\omega(C_1+C_2)} = \frac{C_1}{C_1+C_2}\,\frac{\frac{1}{C_1R_1} + j\omega}{\frac{1}{C_1+C_2}\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right) + j\omega}$$

Ο λόγος $\frac{v_o}{v_i}$ θα ήταν ανεξάρτητος της συχνότητας όταν το δεύτερο κλάσμα είναι ίσο 1. Αυτό θα συμβεί όταν τα πραγματικά μέρη του αριθμητή και του παρονομαστή είναι ίσα. Δηλαδή $\frac{1}{C_1R_1} = \frac{1}{C_1+C_2}\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)$.

Τότε προκύπτει πως $\frac{C_2}{C_1} = \frac{R_1}{R_2} \Rightarrow \boxed{R_1C_1 = R_2C_2.}$

Σε αυτή την περίπτωση $\boxed{\frac{v_o}{v_i} = \frac{C_1}{C_1+C_2} = \frac{R_2}{R_1+R_2}.}$

Για το διπλανό σχήμα θεωρούμε ότι ο διακόπτης έχει μείνει στη θέση (1) για αρκετή ώρα. Τη χρονική στιγμή $t=0$ ο διακόπτης μεταβαίνει στη θέση (2) όπου μένει εκεί 2sec πριν επιστρέψει τελικά ξανά στη θέση (1). Δώστε σε ένα διάγραμμα την τάση στα άκρα του πυκνωτή συναρτήσει του χρόνου από $t=0$ έως $t=10sec$.



Ο διακόπτης στη θέση (1) για πολλή ώρα

Ο πυκνωτής έχει φορτιστεί πλήρως $\Rightarrow V_C(0)=100V$. Όταν ο διακόπτης πηγαίνει στην θέση (2) έχουμε τα εξής:

Ο διακόπτης στη θέση (2) για 2sec

Η τελική τάση του διακόπτη σε άπειρο χρόνο θα είναι $-200V$. Επομένως

$$V_C(t)=[V_C(0)-V_C(\infty)]e^{-\frac{t}{1M\Omega \cdot 10\mu F}}+V_C(\infty)=[100+200]e^{-\frac{t}{10sec}}-200=$$

$$=300e^{-\frac{t}{10}}-200\ V$$

Η μέγιστη τιμή της τάσης στα άκρα του πυκνωτή μετά από 2 δευτερόλεπτα θα είναι $V_C(2sec)=300e^{-\frac{2sec}{10sec}}-200=45.6192V$

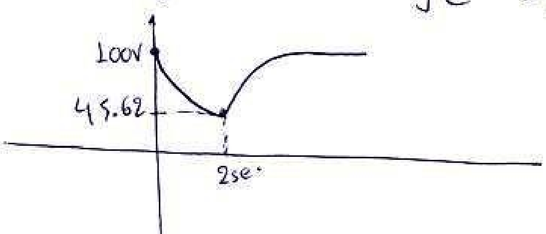
Ο διακόπτης ξαναγυρνά στη θέση (1)

Τότε ο πυκνωτής θα αρχίσει να ξαναφορτίζεται με αρχική τάση τα 45.6192V. Η τελική τάση στα άκρα του πυκνωτή θα είναι 100 V.

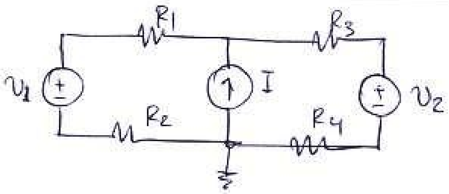
Έτσι

$$v_C(t)=[v_C(2)-v_C(\infty)]e^{-\frac{(t-2)}{0.5\cdot 10}}+v_C(\infty)=$$

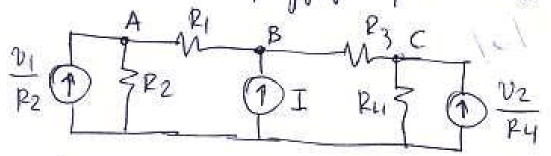
$$=[45.6192-100]e^{-\frac{(t-2)}{5}}+100\cong 100-54.4e^{-\frac{(t-2)}{5}}$$



Να αναλύσετε το παρακάτω κύκλωμα



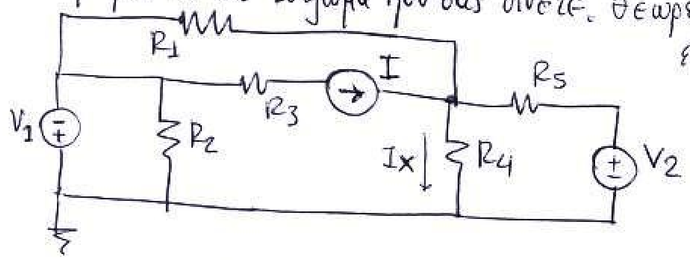
Αντικαθιστώντας τις πηγές τάσης με τις αντιστάσεις (V_1, R_2) και (V_2, R_4) με πηγές ρεύματος και αντιστάσεις παράλληλα προκύπτει το εξής κύκλωμα:



Εφαρμόζοντας τη μέθοδο των ~~ανεξάρτητων βρόχων~~ κόμβων στο κύκλωμα προκύπτει το σύστημα 3x3.

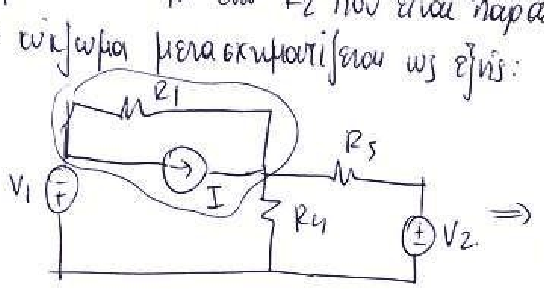
$$
\begin{array}{c} \\ A: \\ B: \\ C: \end{array}
\begin{array}{c}
\begin{array}{ccc} A & B & C \end{array} \\
\begin{pmatrix} R_1+R_2 & -R_1 & 0 \\ -R_1 & R_1+R_3 & -R_3 \\ 0 & -R_3 & R_3+R_4 \end{pmatrix}
\end{array}
\cdot \begin{pmatrix} V_A \\ V_B \\ V_C \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{V_1}{R_2} \\ I \\ \frac{V_2}{R_4} \end{pmatrix}
$$

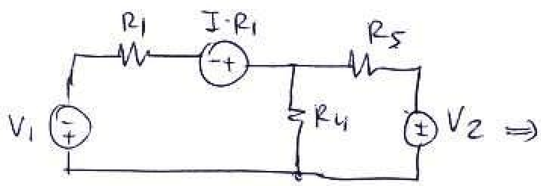
Να βρείτε το ρεύμα I_x στο κύκλωμα που σας δίνετε. Θεωρείστε ότι όλες οι αντιστάσεις έχουν την ίδια τιμή R.

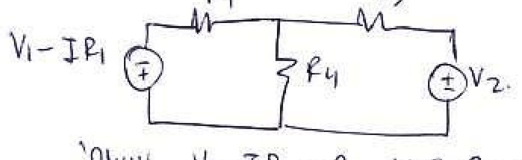


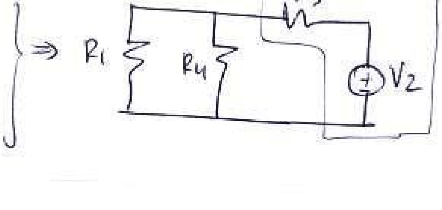
$V_1 = 2V$, $V_2 = 5V$ και $I = 2mA$

Η R_3 σε σειρά με ιδανική πηγή ρεύματος άρα μπορεί να παραληφθεί. Το ίδιο συμβαίνει και με την R_2 που είναι παράλληλα σε ιδανική πηγή τάσης. Έτσι το κύκλωμα μετασχηματίζεται ως εξής:





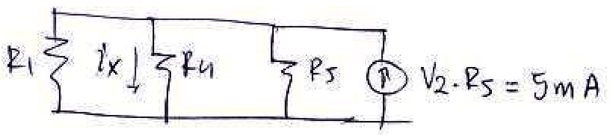




Όμως $V_1 - IR_1 = 2 - 1k\Omega \cdot 2mA = 0V$

8

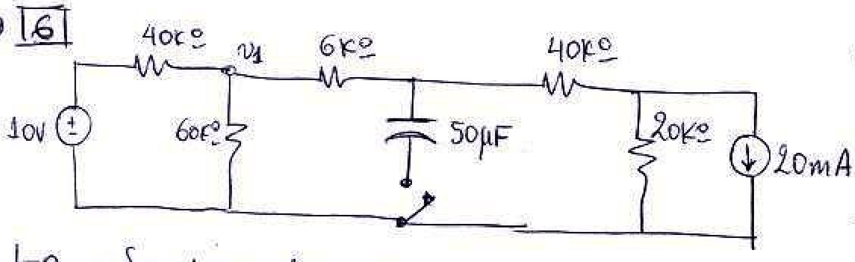
Κάνοντας έναν τελευταίο μετασχηματισμό προκύπτει ότι.



Έτσι από τη γνωστή σχέση του διαιρέτη ρεύματος προκύπτει ότι

$$i_x = \frac{\frac{1}{R_4}}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_4}+\frac{1}{R_5}} \cdot V_2 \cdot R_5 = \frac{1}{3}\cdot 5mA = \frac{5}{3}mA$$

6



Για το κύκλωμα που σας δίνετε ο πυκνωτής είναι αρχικά αφόρτιστος. Τη χρονική στιγμή t=0 ο διακόπτης κλείνει. Ποια είναι η τάση στα άκρα του πυκνωτή συναρτήσει του χρόνου.

(εξάσκηση)