

ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΞΑΝΘΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ: **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2011**

ΜΑΘΗΜΑ: **ΓΕΝΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ**

4^ο ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΚΑΡΑΚΑΤΣΑΝΗΣ Σ. ΘΕΟΚΛΗΤΟΣ Επίκουρος Καθηγητής Δ.Π.Θ.

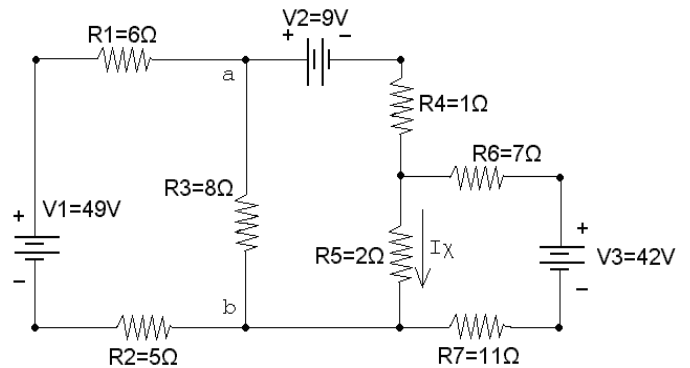
ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ : 2 ½ ΩΡΕΣ .

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΠΟΧΩΡΗΣΗ ΤΑ ΠΡΩΤΑ 30 ΛΕΠΤΑ.

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ : Α.Μ.

ΘΕΜΑ 1^ο : (Μονάδες 2.50).

Στο κύκλωμα που δίνεται με εφαρμογή της μεθόδου των βρόχων να υπολογιστεί:
 α) το ρεύμα I_x επάνω στην αντίσταση $R_5 = 2\Omega$. β) Η πτώση τάσεως V_{ab} επάνω στην αντίσταση $R_3 = 8\Omega$. γ) Ποια πρέπει να είναι η τιμή της πηγής τάσης V_2 για να μηδενιστεί η πτώση τάσης επάνω στην αντίσταση $R_4 = 1\Omega$;



ΘΕΜΑ 2^ο : (Μονάδες 2.50).

Το κύκλωμα σειράς που αποτελείται από πηνίο μεταβλητής επαγωγής, πυκνωτή με χωρητικότητα $C = 20 \mu F$ και ωμικές αντιστάσεις $R_1 = 15 \Omega$ και $R_L = 25 \Omega$ συνδέεται σε πηγή τάσης ημιτονοειδούς μορφής $V(t) = 311,13 \cos(100 \pi t)$.

α) Να προσδιοριστεί η επαγωγή του πηνίου που δίνει την μέγιστη τιμή ρεύματος στο κύκλωμα. Ποιος ο συντελεστής ισχύος της πηγής, η τιμή της συνολικής εμπέδησης του κυκλώματος και η τιμή του ρεύματος στην περίπτωση αυτή;

β) Αν ρυθμιστεί η επαγωγή του πηνίου L στα $0,70 H$ να προσδιοριστεί ο συντελεστής ισχύος του κυκλώματος, η τιμή του ρεύματος και της εμπέδησης στην επαγωγή αυτή.

γ) Να σχεδιαστούν τα διανυσματικά διαγράμματα όλων των ρευμάτων και όλων των τάσεων στις δύο πιο πάνω περιπτώσεις.

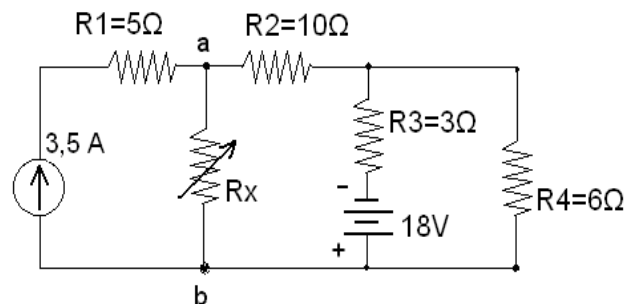


ΘΕΜΑ 3^ο : (Μονάδες 2.50).

Για το κύκλωμα που δίνεται

α) Να προσδιοριστεί το ισοδύναμο κατά Norton ανάμεσα στα σημεία a και b.

β) Ποια πρέπει να είναι η τιμή της μεταβλητής αντίστασης R_x έτσι ώστε να καταναλώνει την μέγιστη ισχύ και να υπολογιστεί η τιμή της μέγιστης αυτής ισχύος.



ΘΕΜΑ 4^ο : (Μονάδες 2.50).

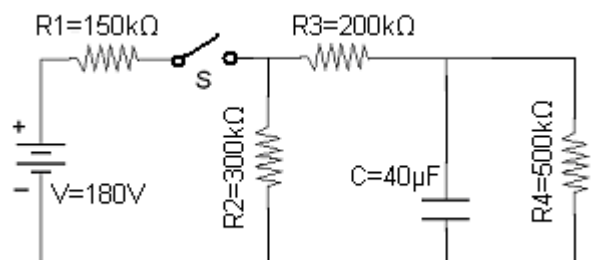
Στο κύκλωμα που δίνεται αρχικά ο διακόπτης S είναι κλειστός για μεγάλο χρονικό διάστημα. Τη χρονική στιγμή $t=0$ ο διακόπτης ανοίγει.

Να προσδιοριστούν :

α) Η σταθερά χρόνου φόρτισης και η σταθερά χρόνου εκφόρτισης του πυκνωτή στο κύκλωμα.

β) Η τάση συναρτήσει του χρόνου $U_c(t)$ στα άκρα του πυκνωτή για $t > 0$.

γ) Ποιο είναι το φορτίο στα άκρα του πυκνωτή τη χρονική στιγμή $t=0$ και $t=10 \text{ sec}$;



ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΞΑΝΘΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

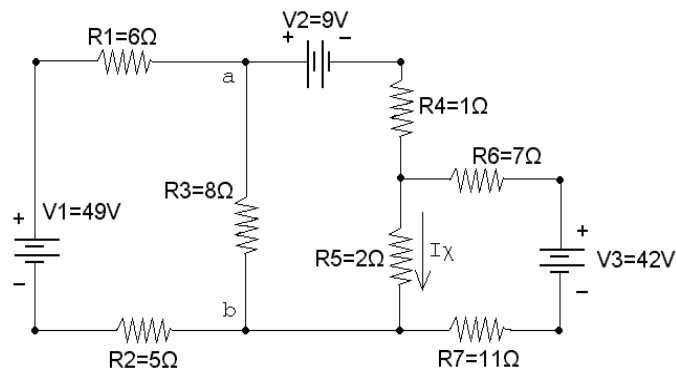
ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ: ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2011

ΜΑΘΗΜΑ: ΓΕΝΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ 4^Ο ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΚΑΡΑΚΑΤΣΑΝΗΣ Σ. ΘΕΟΚΛΗΤΟΣ Επίκουρος Καθηγητής Δ.Π.Θ.

ΘΕΜΑ 1^Ο: (Μονάδες 2.50).

Στο κύκλωμα που δίνεται με εφαρμογή της μεθόδου των βρόχων να υπολογιστεί:
 α) το ρεύμα I_x επάνω στην αντίσταση $R_5 = 2\Omega$. β) Η πτώση τάσεως V_{ab} επάνω στην αντίσταση $R_3 = 8\Omega$. γ) Ποια πρέπει να είναι η τιμή της πηγής τάσης V_2 για να μηδενιστεί η πτώση τάσης επάνω στην αντίσταση $R_4 = 1\Omega$;



Λύση

Λύση

Οι βρόχοι που επιλέγονται και τα ρεύματα των βρόχων J_1, J_2 και J_3 φαίνονται στο ακόλουθο σχήμα.

$$R_1 J_1 + R_3 (J_1 + J_2) + R_2 J_1 - V_1 = 0 \quad (1)$$

$$R_3 (J_2 + J_1) + R_5 (J_2 - J_3) + R_4 J_2 - V_2 = 0 \quad (2)$$

$$R_6 J_3 + R_5 (J_3 - J_2) + R_7 J_3 - V_3 = 0 \quad (3)$$

$$V_1 = (R_1 + R_2 + R_3) J_1 + R_3 J_2 \quad (1)$$

$$V_2 = R_3 J_1 + (R_3 + R_4 + R_5) J_2 - R_5 J_3 \quad (2)$$

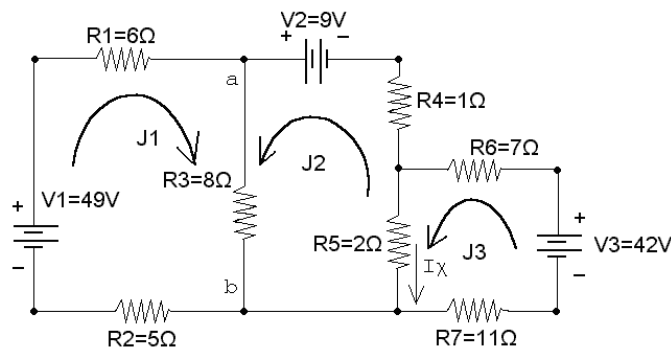
$$V_3 = (R_5 + R_6 + R_7) J_3 - R_5 J_2 \quad (3)$$

Αντικαθιστώντας προκύπτει

$$49 = 19 J_1 + 8 J_2 \quad (1)$$

$$9 = 8 J_1 + 11 J_2 - 2 J_3 \quad (2)$$

$$42 = 20 J_3 - 2 J_2 \quad (3)$$



Πολλαπλασιάζεται η (3) επί 4 και προστίθεται στην (1). Επιλύεται η (3) ως προς J_2 και αντικαθίσταται στην (2). Επομένως (3) $J_2 = 10 J_3 - 21$

$$(1) + (3) \times 4 \Rightarrow 217 = 19 J_1 + 80 J_3$$

$$(2) \quad 9 = 8 J_1 + 110 J_3 - 231 - 2 J_3 \Rightarrow 240 = 8 J_1 + 108 J_3 \Rightarrow J_1 = 30 - 13,5 J_3$$

Η τιμή J_1 αντικαθίσταται στην προηγούμενη εξίσωση και προκύπτει

$$217 = 570 - 256,5 J_3 + 80 J_3 \Rightarrow 176,5 J_3 = 353 \Rightarrow J_3 = 2 \text{ A}$$

$$\text{Επομένως } J_1 = 30 - 13,5 J_3 = 30 - 13,5 \times 2 \Rightarrow J_1 = 3 \text{ A}$$

$$\text{και } (3) \Rightarrow 2 J_2 = 20 J_3 - 42 \Rightarrow J_2 = 10 \times 2 - 21 \Rightarrow J_2 = -1 \text{ A}$$

Έτσι,

$$\alpha) \quad I_x = J_3 - J_2 = 2 \text{ A} - (-1 \text{ A}) \Rightarrow I_x = 3 \text{ A}$$

$$\beta) \quad V_{ab} = (J_1 + J_2) R_3 = [3 \text{ A} + (-1 \text{ A})] \times 8 \Omega = 2 \text{ A} \times 8 \Omega \Rightarrow V_{ab} = 16 \text{ V}$$

γ) Για να μηδενιστεί η πτώση τάσης επάνω στην αντίσταση $R_4 = 1\Omega$ θα πρέπει $J_2 = 0$
 Επομένως το σύστημα εξισώσεων των βρόχων γίνεται

$$49 = 19 J_1 \quad (1)$$

$$V_2 = 8 J_1 - 2 J_3 \quad (2)$$

$$42 = 20 J_3 \quad (3)$$

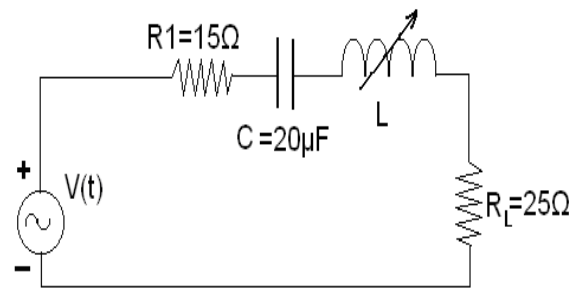
$$\text{και } J_3 = 42 / 20 \Rightarrow J_3 = 2,10 \text{ A}$$

$$J_1 = 49 / 19 \Rightarrow J_1 = 2,58 \text{ A}$$

$$V_2 = 8 \times (49 / 19) - 2 \times (42 / 20) = 20,63 - 4,20 \Rightarrow V_2 = 16,43 \text{ V}$$

ΘΕΜΑ 2^ο: (Μονάδες 2.50).

Το κύκλωμα σειράς που αποτελείται από πηνίο μεταβλητής επαγωγής, πυκνωτή με χωρητικότητα $C = 20 \mu\text{F}$ και ωμικές αντιστάσεις $R_1 = 15 \Omega$ και $R_L = 25 \Omega$ συνδέεται σε πηγή τάσης ημιτονοειδούς μορφής $V(t) = 311,13 \cos(100\pi t)$.



α) Να προσδιοριστεί η επαγωγή του πηνίου που δίνει την μέγιστη τιμή ρεύματος στο κύκλωμα. Ποιος ο συντελεστής ισχύος της πηγής, η τιμή της συνολικής εμπέδησης του κυκλώματος και η τιμή του ρεύματος στην περίπτωση αυτή;

β) Αν ρυθμιστεί η επαγωγή του πηνίου L στα $0,70 \text{ H}$ να προσδιοριστεί ο συντελεστής ισχύος του κυκλώματος, η τιμή του ρεύματος και της εμπέδησης στην επαγωγή αυτή.

γ) Να σχεδιαστούν τα διανυσματικά διαγράμματα όλων των ρευμάτων και όλων των τάσεων στις δύο πιο πάνω περιπτώσεις.

Λύση

α) Το σήμα της πηγής είναι: $V(t) = 311,13 \cos(100\pi t)$

$$\text{Επομένως } V_p = 311,13 \text{ V και } V(\text{rms}) = V_p / \sqrt{2} = 220 \text{ V}$$

$$\text{Ενώ } \omega t = 100\pi t \text{ και η συχνότητα είναι } 2\pi f = \omega = 100\pi \Rightarrow f = 50 \text{ Hz}$$

Η επαγωγή του πηνίου που θα δίνει την μέγιστη τιμή ρεύματος αντιστοιχεί στην ελάχιστη συνολική εμπέδηση του κυκλώματος και προκύπτει στην περίπτωση συντονισμού.

$$\text{Δηλαδή θα πρέπει να ισχύει } X_L = X_C \Rightarrow 2\pi f L = 1 / 2\pi f C$$

$$\text{και } L = 1 / 4\pi^2 f^2 C \Rightarrow L = 1 / [4 \times (3,14 \times 50)^2 \times 20 \times 10^{-6}] = 0,50 \text{ H}$$

Για $X_L = X_C$ η συνολική εμπέδηση του κυκλώματος θα είναι:

$$Z = \sqrt{(X_L - X_C)^2 + (R_1 + R_L)^2} = \sqrt{(15 + 25)^2} = R_1 + R_L = 40 \Omega$$

$$\text{και } \cos \phi = R / Z = 1 \text{ περίπτωση συντονισμού}$$

$$I = V / Z_{\text{ολ}} = 220 \text{ V} / 40 \Omega = 5,50 \text{ A}$$

β) $X_L = 2\pi f L = 2 \times 3,14 \times 50 \times 0,70 = 219,91 \Omega$

$$X_C = 1 / 2\pi f C = 1 / (2 \times 3,14 \times 50 \times 20 \times 10^{-6}) = 159,15 \Omega$$

Στη χωρητικότητα αυτή η συνολική εμπέδηση του κυκλώματος είναι:

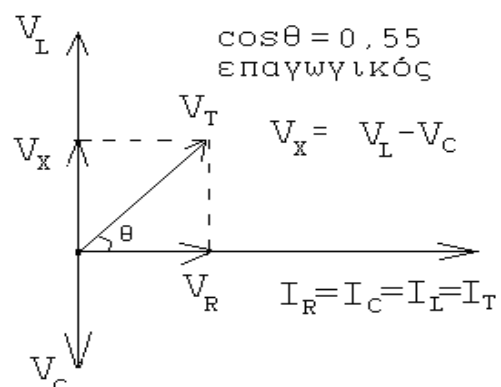
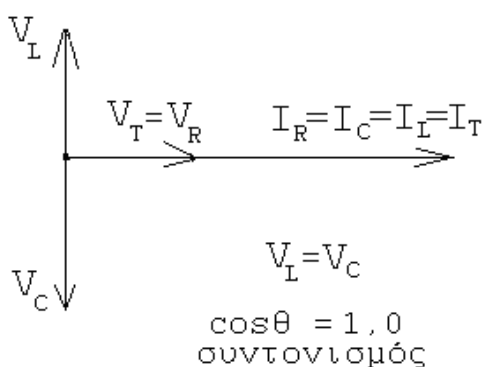
$$Z = \sqrt{(X_L - X_C)^2 + (R_1 + R_L)^2} = \sqrt{(219,91 - 159,15)^2 + (15 + 25)^2} = \sqrt{60,76^2 + 40^2} \\ \Rightarrow Z = 72,74 \Omega$$

$$\text{και } I_T = V / Z_T = 220 \text{ V} / 72,74 \Omega \Rightarrow I_T = 3,02 \text{ A}$$

ενώ ο συντελεστής ισχύος θα είναι $\cos \phi = R / Z_T = 40 / 72,74 = 0,55$ επαγωγικός ο Σ.Ι. είναι επαγωγικός επειδή $X_L > X_C$ και συνεπώς $V_L > V_C$ όπως φαίνεται και στο αντίστοιχο διανυσματικό διάγραμμα στο ακόλουθο ερώτημα.

γ) α. περίπτωση: $L = 0,50 \text{ H}$

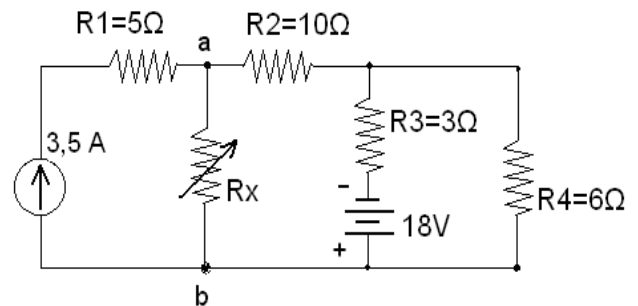
β. περίπτωση: $L = 0,70 \text{ H}$



ΘΕΜΑ 3^ο: (Μονάδες 2.50).

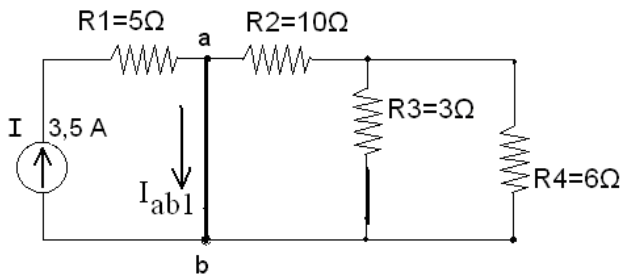
Για το κύκλωμα που δίνεται

- α) Να προσδιοριστεί το ισοδύναμο κατά Norton ανάμεσα στα σημεία a και b.
 β) Ποια πρέπει να είναι η τιμή της μεταβλητής αντίστασης R_x έτσι ώστε να καταναλώνει την μέγιστη ισχύ και να υπολογιστεί η τιμή της μέγιστης αυτής ισχύος.



Λύση

α) Για τον υπολογισμό του ρεύματος βραχυκύκλωσης Norton ανάμεσα στα σημεία a και b απομακρύνεται η αντίσταση R_x βραχυκυκλώνονται τα σημεία και εφαρμόζεται το θεώρημα της υπέρθεσης.



1) Μόνο με την πηγή ρεύματος (βραχυκυκλώνεται η πηγή τάσης).

Το ρεύμα βραχυκύκλωσης μεταξύ των σημείων a και b στην περίπτωση αυτή θα είναι:

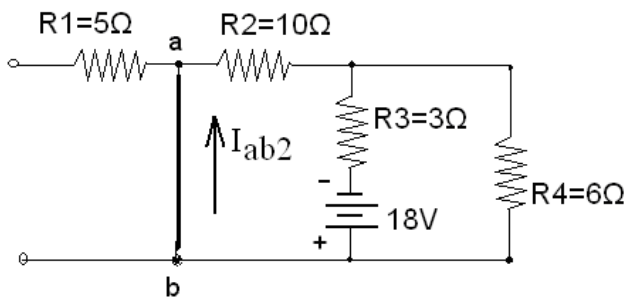
$$I_{ab1} = I = 3,5 \text{ A}$$

Οι αντιστάσεις R_2 , R_3 και R_4 δεν διαρρέονται από ρεύμα λόγω του βραχυκυκλώματος.

2) Μόνο με την πηγή τάσης (ανοιχτοκυκλώνεται η πηγή ρεύματος).

Η αντίσταση R_1 δεν διαρρέεται από ρεύμα επειδή υπάρχει ανοικτό κύκλωμα.

Έτσι η συνολική αντίσταση που βλέπει η πηγή είναι η R_3 σε σειρά με τον παράλληλο συνδυασμό της R_2 με την R_4 :



$$R_{eq} = R_3 + (R_2 // R_4) = 3 + (10 // 6) = 3 + 10 \times 6 / (10 + 6) = 6,75 \Omega$$

Το συνολικό ρεύμα της πηγής θα είναι:

$$I_{\pi} = V / R_{eq} = 18 \text{ V} / 6,75 \Omega = 2,667 \text{ A}$$

Εφαρμόζοντας τον τύπο του διαιρέτη ρεύματος θα ισχύει:

$$I_{ab2} = R_4 \times I_{\pi} / (R_4 + R_2) = 6 \times 2,667 / (6 + 10) = 16 / 16 \Rightarrow I_{ab2} = 1 \text{ A}$$

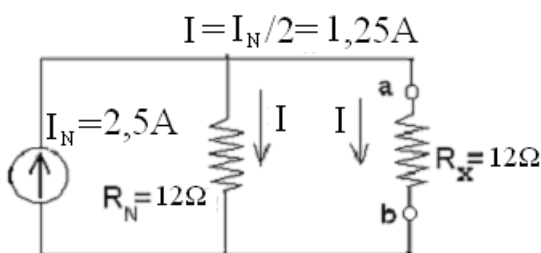
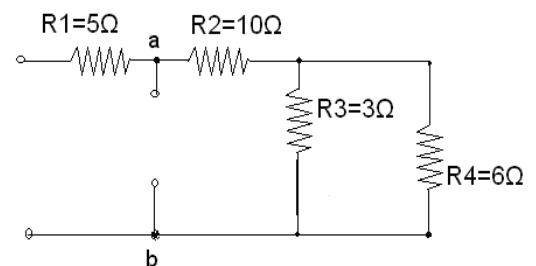
Επειδή η κατεύθυνση των ρευμάτων στις δύο περιπτώσεις (1) και (2) είναι αντίθετη, το συνολικό ρεύμα βραχυκύκλωσης Norton θα είναι:

$$I_N = I_{ab1} - I_{ab2} = 3,5 \text{ A} - 1 \text{ A} = 2,5 \text{ A}$$

Για τον υπολογισμό της R_N απομακρύνεται από το κύκλωμα η R_x και η πηγή τάσης βραχυκυκλώνεται ενώ η πηγή ρεύματος ανοιχτοκυκλώνεται.

Έτσι η αντίσταση ανάμεσα στα σημεία a και b είναι:

$$R_N = R_2 + (R_3 // R_4) = 10 + (3 // 6) = 10 + (3 \times 6) / (3 + 6) = 10 + 2 = 12 \Omega$$



β) Για το ισοδύναμο κύκλωμα κατά Norton ανάμεσα στα σημεία a και b που δίνεται δίπλα ισχύει:

$$I_N = 2,5 \text{ A} \quad \text{και} \quad R_N = 12 \Omega$$

Για να καταναλώνει την μέγιστη ισχύ η αντίσταση R_x θα πρέπει να είναι $R_x = R_N = 12 \Omega$

και έτσι: $I = I_N / 2 = 1,25 \text{ A}$

ενώ η μέγιστη ισχύς επάνω στην αντίσταση R_x θα είναι: $P = I^2 \times R_x = 1,25^2 \times 12 = 18,75 \text{ W}$

ΘΕΜΑ 4^ο: (Μονάδες 2.50).

Στο κύκλωμα που δίνεται αρχικά ο διακόπτης S είναι κλειστός για μεγάλο χρονικό διάστημα. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ ο διακόπτης ανοίγει.

Να προσδιοριστούν :

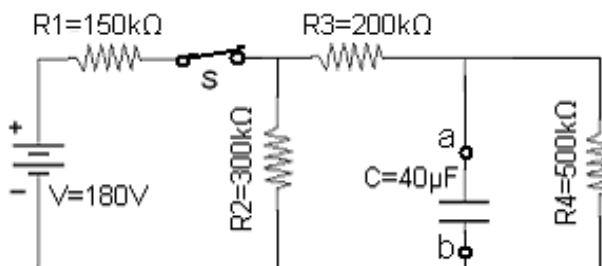
α) Η σταθερά χρόνου φόρτισης και η σταθερά χρόνου εκφόρτισης του πυκνωτή στο κύκλωμα.

β) Η τάση συναρτήσει του χρόνου $U_C(t)$ στα άκρα του πυκνωτή για $t > 0$.

γ) Ποιο είναι το φορτίο στα άκρα του πυκνωτή τη χρονική στιγμή $t = 0$ και $t = 10 \text{ sec}$;

Λύση

α) Όταν είναι κλειστός ο διακόπτης S η ισοδύναμη αντίσταση στα άκρα του πυκνωτή a και b μέσω της οποίας φορτίζεται ο πυκνωτής είναι :



$$\begin{aligned} R_{eq} &= [R_3 + (R_1 // R_2)] // R_4 = \\ &= [(150 // 300) + 200] // 500 \text{ k}\Omega = \\ &= [(150 \times 300) / (150 + 300) + 200] // 500 \\ &= [100 + 200] // 500 = 300 // 500 = \\ &= (300 \times 500) / (300 + 500) = 150000 / 800 \\ &\Rightarrow R_{eq} = 187,50 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

και η σταθερά χρόνου φόρτισης $\tau = R_{eq} \times C = 187,50 \times 10^3 \Omega \times 40 \times 10^{-6} \text{ F} \Rightarrow \tau = 7,50 \text{ sec}$

Όταν ανοίξει ο διακόπτης S ο πλήρως φορτισμένος πυκνωτής εκφορτίζεται μέσω της ισοδύναμης αντίστασης $R'_{eq} = (R_3 + R_2) // R_4$.

Επομένως $R'_{eq} = (200 + 300) // 500 = 500 // 500$

$\Rightarrow R'_{eq} = 250 \text{ k}\Omega$

και η σταθερά χρόνου εκφόρτισης θα είναι

$\tau' = R'_{eq} \times C = 250 \times 10^3 \Omega \times 40 \times 10^{-6} \text{ F}$

$\Rightarrow \tau' = 10 \text{ sec}$

β) Για $t = 0$ ο πυκνωτής είναι πλήρως φορτισμένος και έτσι συμπεριφέρεται σαν ανοιχτό κύκλωμα. Έτσι η ισοδύναμη αντίσταση που «βλέπει» η πηγή είναι

$$\begin{aligned} R_{\pi} &= R_1 + [R_2 // (R_3 + R_4)] = 150 + [300 // (200 + 500)] = 150 + [300 // 700] = \\ &= 150 + (300 \times 700) / (300 + 700) = 150 + 210 \Rightarrow R_{\pi} = 360 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

και το ρεύμα της πηγής θα είναι $I_{\pi} = V / R_{\pi} = 180 \text{ V} / 360 \text{ k}\Omega = 0,50 \text{ mA}$

Το ρεύμα αυτό διακλαδίζεται στην αντίσταση $R_2 = 300 \text{ k}\Omega$ και στο άθροισμα των αντιστάσεων $(R_3 + R_4) = 200 + 500 = 700 \text{ k}\Omega$.

Έτσι σύμφωνα με τον τύπο του διαιρέτη ρεύματος το ρεύμα επάνω στην αντίσταση R_4 θα είναι : $I = 300 I_{\pi} / (300 + 700) = 300 \times 0,50 / 1000 = 0,15 \text{ mA}$

Η τάση πλήρους φόρτισης στα άκρα του πυκνωτή θα είναι ίση με την πτώση τάσης στα άκρα της αντίστασης R_4 .

$$\begin{aligned} \text{Επομένως} \quad U_C(0) &= V_{R_4} = I \times R_4 = 0,15 \text{ mA} \times 500 \text{ k}\Omega = 75 \text{ V} \end{aligned}$$

και έτσι η εξίσωση της τάσης συναρτήσει του χρόνου $U_C(t)$ στα άκρα του πυκνωτή για $t > 0$ δηλαδή για την περίπτωση της εκφόρτισης θα είναι :

$$U_C(t) = U_C(0) e^{-t/\tau'} = 75 \times e^{-t/10} \text{ V}$$

γ) Όταν ο πυκνωτής είναι πλήρως φορτισμένος στα 75 V το μέγιστο φορτίο στα άκρα του θα είναι : $q = C \times U_C(t=0) = 40 \times 10^{-6} \text{ F} \times 75 \text{ V} \Rightarrow q = 3 \text{ mCb}$

ενώ για $t = 10 \text{ sec}$ θα είναι $U_C(t=10) = 75 \times e^{-10/10} \text{ V} = 27,59 \text{ V}$

και $q = C \times U_C(t=10) = 40 \times 10^{-6} \text{ F} \times 27,59 \text{ V} \Rightarrow q = 1,10 \text{ mCb}$

