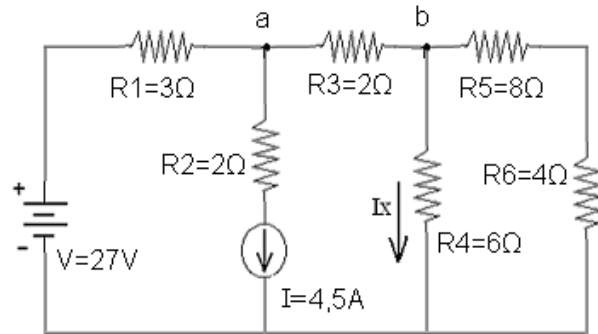


ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΞΑΝΘΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ: **ΙΟΥΝΙΟΥ – ΙΟΥΛΙΟΥ 2014**
 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.

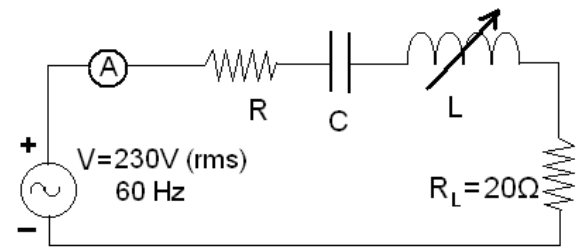
ΘΕΜΑ 1^ο: (Μονάδες 2.50).

Στο κύκλωμα που δίνεται με εφαρμογή του Θεωρήματος της υπέρθεσης να υπολογιστεί :
 α) το ρεύμα I_x επάνω στην αντίσταση $R_4 = 6\Omega$
 β) η πτώση τάσεως V_{ab} επάνω στην αντίσταση $R_3 = 2\Omega$ και γ) ποια πρέπει να είναι η τιμή της πηγής ρεύματος έτσι ώστε να μηδενιστεί η πτώση τάσεως επάνω στην αντίσταση $R_6 = 4\Omega$;



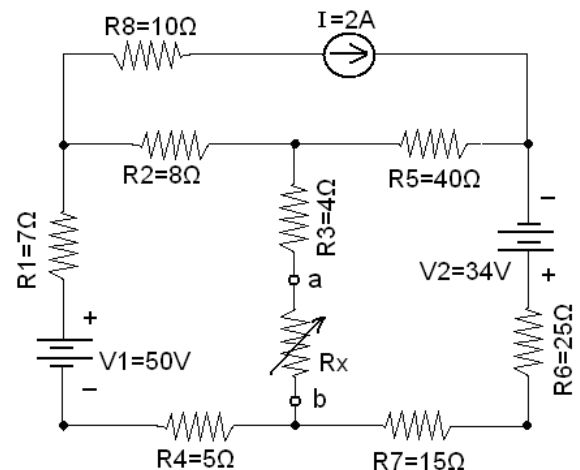
ΘΕΜΑ 2^ο: (Μονάδες 2.50).

Το κύκλωμα RLC συνδεσμολογίας σειράς που δίνεται, τροφοδοτείται από πηγή τάσης $V = 230\text{ V}$ (rms) συχνότητας 60 Hz. Η μέγιστη τιμή έντασης ρεύματος που καταγράφει το αμπερόμετρο είναι 5A όταν ρυθμιστεί η μεταβλητή επαγωγή του πηνίου στα 0,35 H. Να προσδιοριστούν: α) Η αντίσταση R, η χωρητικότητα C του πυκνωτή, η συνολική εμπέδηση και ο Σ.Ι. του κυκλώματος. β) Σε ποια τιμή πρέπει να ρυθμιστεί η μεταβλητή επαγωγή για να επιτευχθεί Σ.Ι. του κυκλώματος 0,80 επαγωγικός και ποια η τιμή του ρεύματος στην περίπτωση αυτή; γ) Ποια είναι η φαινόμενη, η πραγματική και η άεργος ισχύς του κυκλώματος στις δύο πιο πάνω περιπτώσεις; δ) Να σχεδιαστούν τα διανυσματικά διαγράμματα όλων των τάσεων και ρευμάτων για τις δύο πιο πάνω περιπτώσεις.



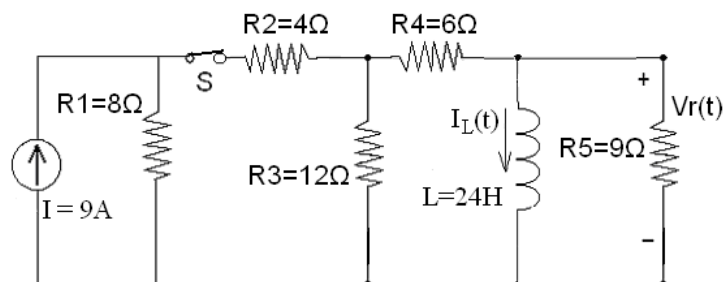
ΘΕΜΑ 3^ο: (Μονάδες 2.50).

Για το κύκλωμα που δίνεται
 α) Να προσδιοριστεί το ισοδύναμο κατά Thevenin 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 και το πηνίο διαρρέεται από ρεύμα. Τη χρονική στιγμή $t=0$ ο διακόπτης ανοίγει. Να προσδιοριστούν: α) Η σταθερά χρόνου εκφόρτισης του πηνίου. β) το ρεύμα $I_L(t)$ για $t > 0$ και γ) η τάση $V_R(t)$ στα άκρα της αντίστασης $R_5 = 9\Omega$ για $t > 0$.

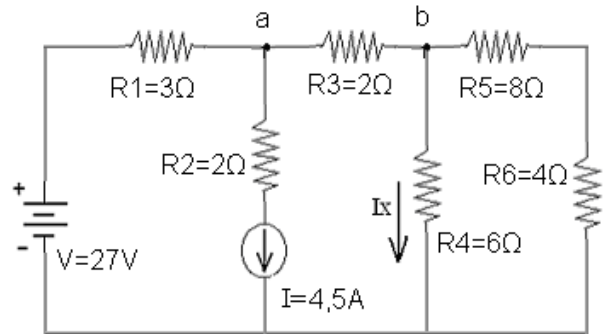


ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΞΑΝΘΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ: **ΙΟΥΝΙΟΥ – ΙΟΥΛΙΟΥ 2014**
 ΜΑΘΗΜΑ: **ΓΕΝΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ 4^Ο ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ**
 ΔΙΔΑΣΚΩΝ: **ΚΑΡΑΚΑΤΣΑΝΗΣ Σ. ΘΕΟΚΛΗΤΟΣ** Επίκουρος Καθηγητής Δ.Π.Θ.

ΘΕΜΑ 1^Ο: (Μονάδες 2.50).

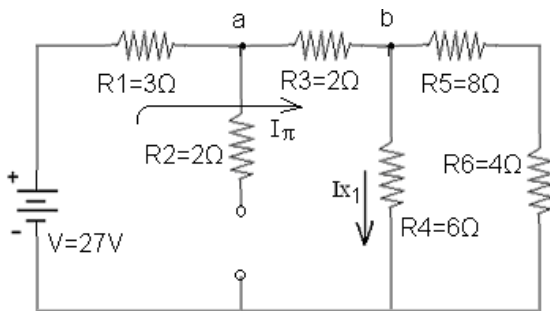
Στο κύκλωμα που δίνεται με εφαρμογή του Θεωρήματος της υπέρθεσης να υπολογιστεί :
 α) το ρεύμα I_x επάνω στην αντίσταση $R_4 = 6\Omega$
 β) η πτώση τάσεως V_{ab} επάνω στην αντίσταση $R_3 = 2\Omega$ και γ) ποια πρέπει να είναι η τιμή της πηγής ρεύματος έτσι ώστε να μηδενιστεί η πτώση τάσεως επάνω στην αντίσταση $R_6 = 4\Omega$;



Λύση

Εφαρμόζεται το Θεώρημα της υπέρθεσης

1) Μόνο με την πηγή τάσης V (ανοιχτοκυκλώνεται η πηγή ρεύματος)



Η ισοδύναμη αντίσταση που βλέπει η πηγή είναι :
 $R_{eq} = R_1 + R_3 + [R_4 // (R_5 + R_6)] =$
 $= 3 + 2 + [6 // (8 + 4)] = 5 + [6 // 12] = 5 + 4 \Rightarrow R_{eq} = 9 \Omega$
 και το ρεύμα I_{π} της πηγής είναι :

$I_{\pi} = V / R_{eq} = 27 V / 9 \Omega \Rightarrow I_{\pi} = 3 A$
 Από την αντίσταση $R_2 = 2\Omega$ δεν περνά ρεύμα γιατί υπάρχει ανοικτό κύκλωμα.

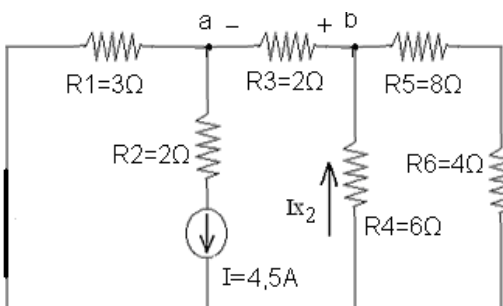
Το ρεύμα της πηγής διακλαδίζεται στον κόμβο b επάνω στις αντιστάσεις $R_4 = 6 \Omega$ και στις αντιστάσεις $R_5 + R_6 = 8 + 4 = 12 \Omega$ και έτσι σύμφωνα με τον τύπο του διαιρέτη ρεύματος ισχύει

$$I_{x1} = (R_5 + R_6) I_{\pi} / (R_5 + R_6 + R_4) = (8 + 4) \times 3 / (8 + 4 + 6) = 12 \times 3 / 18 \Rightarrow I_{x1} = 2 A$$

ενώ $V_{ab1} = I_{\pi} \times R_3 = 3 A \times 2 \Omega \Rightarrow V_{ab1} = 6 V$

και το ρεύμα που περνά από την αντίσταση $R_6 = 4 \Omega$ θα είναι $I_{R4} = I_{\pi} - I_{x1} = 3 A - 2 A = 1 A$.

2) Μόνο με την πηγή ρεύματος I (βραχυκυκλώνεται η πηγή τάσης)



Το ρεύμα των $- 4,5 A$ διακλαδίζεται στον κόμβο a επάνω στην αντίσταση $R_1 = 3\Omega$ και στον κλάδο με ισοδύναμη αντίσταση R'_{eq} όπου

$$R'_{eq} = R_3 + [R_4 // (R_5 + R_6)] = 2 + [6 // (8 + 4)] = 2 + [6 // 12] = 2 + 4 \Rightarrow R'_{eq} = 6 \Omega$$

Έτσι $I_{ba} = R_1 \times I / (R_1 + R'_{eq}) = 3 \times 4,5 / (3 + 6) = 1,5 A$
 Το ρεύμα I_{ab} διακλαδίζεται στον κόμβο b επάνω στην αντίσταση $R_4 = 6 \Omega$ και στον κλάδο με αντιστάσεις $(R_5 + R_6) = (8 + 4) = 12 \Omega$.

$$\text{Σύμφωνα με τον τύπο του διαιρέτη ρεύματος } I_{x2} = (R_5 + R_6) \times I_{ab} / (R_4 + R_5 + R_6) =$$

$$= (8 + 4) \times 1,5 / (6 + 8 + 4) = 12 \times 1,5 / 18 \Rightarrow I_{x2} = 1 A$$

ενώ $V_{ab2} = I_{ab} \times R_3 = - 1,5 A \times 2 \Omega \Rightarrow V_{ab2} = - 3 V$

Το αρνητικό πρόσημο είναι γιατί η πολικότητα είναι από τον κόμβο b προς τον κόμβο a . και το ρεύμα που περνά από την αντίσταση $R_6 = 4 \Omega$ θα είναι $I_{R4} = I_{ab} - I_{x2} = 1,5 A - 1 A = 0,5 A$.

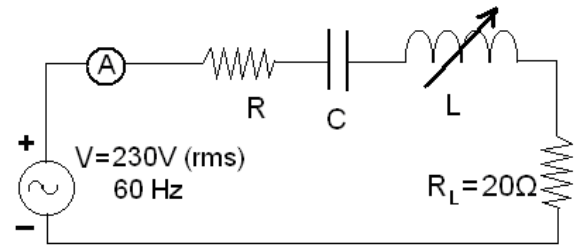
Έτσι α) $I_x = I_{x1} - I_{x2} = 2 A - 1 A \Rightarrow I_x = 1 A$

β) $V_{ab} = V_{ab1} + V_{ab2} = 6 + (- 3) V \Rightarrow V_{ab} = 3 V$

γ) Για να είναι η πτώση τάσεως επάνω στην αντίσταση $R_6 = 4\Omega$ μηδενική θα πρέπει το συνολικό ρεύμα να είναι μηδέν. Επομένως θα πρέπει το ρεύμα που διαρρέει την R_6 μόνο με την πηγή ρεύματος να είναι ίσο και αντίθετης φοράς με το ρεύμα που διαρρέει την ίδια αντίσταση μόνο με την πηγή τάσης. Έτσι η τιμή της πηγής ρεύματος θα πρέπει να διπλασιαστεί και να γίνει $I = 9 A$.

ΘΕΜΑ 2^ο: (Μονάδες 2.50).

Το κύκλωμα RLC συνδεσμολογίας σειράς που δίνεται, τροφοδοτείται από πηγή τάσης $V = 230\text{ V}$ (rms) συχνότητας 60 Hz . Η μέγιστη τιμή έντασης ρεύματος που καταγράφει το αμπερόμετρο είναι 5 A όταν ρυθμιστεί η μεταβλητή επαγωγή του πηνίου στα $0,35\text{ H}$. Να προσδιοριστούν: α) Η αντίσταση R , η χωρητικότητα C του πυκνωτή, η συνολική εμπέδηση και ο Σ.Ι. του κυκλώματος. β) Σε ποια τιμή πρέπει να ρυθμιστεί η μεταβλητή επαγωγή για να επιτευχθεί Σ.Ι. του κυκλώματος $0,80$ επαγωγικός και ποια η τιμή του ρεύματος στην περίπτωση αυτή; γ) Ποια είναι η φαινόμενη, η πραγματική και η άεργος ισχύς του κυκλώματος στις δύο πιο πάνω περιπτώσεις; δ) Να σχεδιαστούν τα διανυσματικά διαγράμματα όλων των τάσεων και ρευμάτων για τις δύο πιο πάνω περιπτώσεις.



Λύση

α) Για συχνότητα 60 Hz και $L=0,35\text{ H}$ επειδή καταγράφεται η μέγιστη ένταση ρεύματος υπάρχει συντονισμός και θα ισχύει. $X_L = X_C \Rightarrow 2\pi fL = 1/2\pi fC$
και $C = 1/4\pi^2 f^2 L \Rightarrow C = 1/[4 \times (3,14 \times 60)^2 \times 0,35] = 20,10\ \mu\text{F}$
 $I = V / Z_{ολ} = 5\text{ A} \Rightarrow Z_{ολ} = V / I = 230\text{ V} / 5\text{ A} \Rightarrow Z_{ολ} = 46\ \Omega$.
Για $X_L = X_C$ η συνολική εμπέδηση του κυκλώματος θα είναι :

$$Z_{ολ} = \sqrt{(X_L - X_C)^2 + (R + R_L)^2} = \sqrt{(R + R_L)^2} = R + R_L = 46\ \Omega$$
$$\Rightarrow R = 46\ \Omega - 20\ \Omega \Rightarrow R = 26\ \Omega.$$

και $\cos \varphi = (R + R_L) / Z = 1$ περίπτωση συντονισμού.

β) ο συντελεστής ισχύος είναι $\cos \varphi = (R + R_L) / Z = 0,80$ και για να είναι επαγωγικός θα πρέπει $V_L > V_C$ και συνεπώς $X_L > X_C$ όπως φαίνεται και στο αντίστοιχο διανυσματικό διάγραμμα στο ακόλουθο ερώτημα δ.

Έτσι η συνολική εμπέδηση του κυκλώματος θα είναι: $Z = (R + R_L) / 0,80 = 46 / 0,80 = 57,50\ \Omega$
και το ρεύμα του κυκλώματος $I = V / Z_{ολ} = 230\text{ V} / 57,50\ \Omega = 4\text{ A}$

$$Z = \sqrt{(X_L - X_C)^2 + (R + R_L)^2} = 57,50\ \Omega$$

και θα ισχύει : $|X_L - X_C| = \sqrt{(57,50)^2 - (26 + 20)^2} = 34,50\ \Omega$

και επειδή $X_C = 1/2\pi f C = 1 / (2 \times 3,14 \times 60 \times 20,1 \times 10^{-6}) = 132\ \Omega$

$$\Rightarrow X_L = 34,50\ \Omega + 132\ \Omega = 166,50\ \Omega$$

$$\text{ή } X_L = 2\pi f L' \Rightarrow L' = X_L / 2\pi f = 166,50 / (2 \times 3,14 \times 60) = 0,44\text{ H}$$

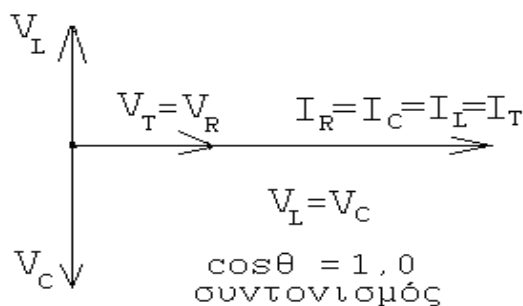
γ) Στην περίπτωση του συντονισμού για επαγωγή $L = 0,35\text{ H}$ θα ισχύει:

Φαινόμενη και Πραγματική ισχύς $S = P = V \times I = 230 \times 5 = 1150\text{ VA}$, Άεργος ισχύς $Q = 0$

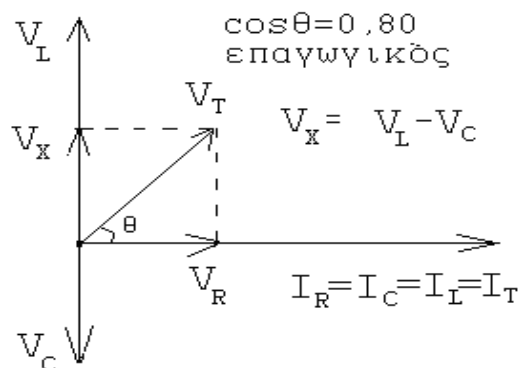
Για επαγωγή $L' = 0,44\text{ H}$ θα είναι: Πραγματική ισχύς $P = I^2 \times (R + R_L) = 4^2 \times (20 + 26) = 736\text{ W}$

Φαινόμενη ισχύς $S = V \times I = 230 \times 4 = 920\text{ VA}$, και Άεργος ισχύς $Q = \sqrt{S^2 - P^2} = 552\text{ VAR}$

δ) Διανυσματικά Διαγράμματα:



α. περίπτωση : $L = 0,35\text{ H}$



β. περίπτωση : $L' = 0,44\text{ H}$

ΘΕΜΑ 3^ο: (Μονάδες 2.50).

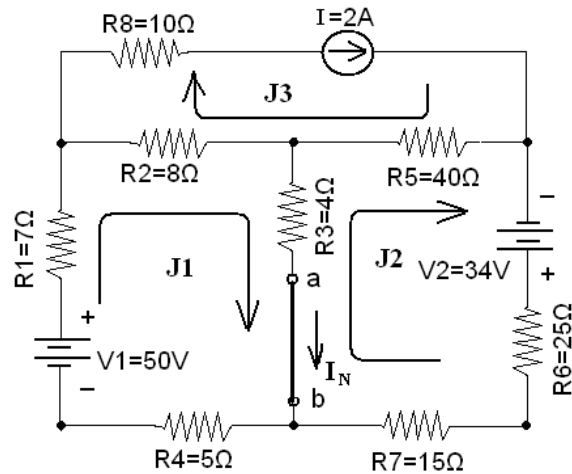
Για το κύκλωμα που δίνεται

- α) Να προσδιοριστεί το ισοδύναμο κατά Thevenin 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 ισοδύναμου κατά Thevenin θα προσδιοριστεί πρώτα το ισοδύναμο κατά Norton και το ρεύμα βραχυκύκλωσης που περνά από τα σημεία a και b.

Η αντίσταση R_x απομακρύνεται και τα σημεία a και b βραχυκυκλώνονται.



Έτσι προκύπτει το ακόλουθο κύκλωμα.

Όπου με εφαρμογή της μεθόδου ανάλυσης βρόγχων προκύπτει:

$$J_3 = I = 2A$$

$$-V_1 + R_1 J_1 + R_2 (J_1 - J_3) + R_3 (J_1 - J_2) + R_4 J_1 = 0$$

$$-V_2 + (R_6 + R_7) J_2 + R_3 (J_2 - J_1) + R_5 (J_2 - J_3) = 0$$

και

$$(R_1 + R_2 + R_3 + R_4) J_1 - R_3 J_3 = V_1 + R_2 I$$

$$(R_3 + R_5 + R_6 + R_7) J_3 - R_3 J_2 = V_2 + R_5 I$$

Με αντικατάσταση προκύπτει:

$$(7+8+4+5) J_2 - 4 J_3 = 50 + 8 \times 2$$

$$(4+40+25+15) J_3 - 4 J_2 = 34 + 40 \times 2$$

$$\text{ή } 24 J_1 - 4 J_2 = 66$$

$$84 J_2 - 4 J_1 = 114 \quad (\times 6)$$

Για την επίλυση του συστήματος πολλαπλασιάζεται η δεύτερη σχέση επί έξι (6) και προστίθεται στην πρώτη και έτσι προκύπτει: $500 J_2 = 750 \Rightarrow J_2 = 1,5 A$

στη συνέχεια από την πρώτη σχέση με αντικατάσταση προκύπτει: $24 J_1 - 4 \times 1,5 = 66 \Rightarrow 24 J_1 = 72 \Rightarrow J_1 = 3 A$

Επομένως $I_N = J_1 - J_2 = 3 - 1,5 = 1,5 A$

Για τον υπολογισμό της R_N απομακρύνεται από το κύκλωμα η R_x και οι πηγές τάσης βραχυκυκλώνονται ενώ η πηγή ρεύματος ανοιχτοκυκλώνεται. Έτσι η αντίσταση ανάμεσα στα σημεία a και b είναι:

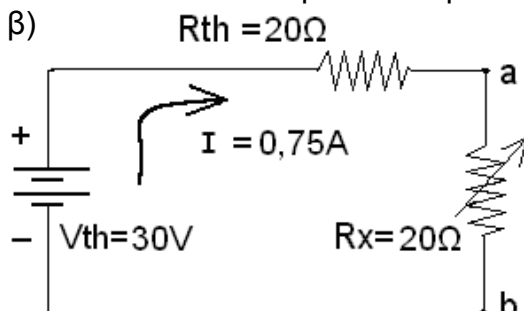
$$R_N = R_3 + [(R_2 + R_1 + R_4) // (R_5 + R_6 + R_7)] =$$

$$= 4 + [(8+7+5) // (40+25+15)] = 4 + [20 // 80] =$$

$$= 4 + 20 \times 80 / (20 + 80) = 4 + 16 \Rightarrow R_N = R_{th} = 20 \Omega$$

Η τάση V_{th} θα δίνεται ως: $V_{th} = I_N \times R_N = 1,5 A \times 20 \Omega = 30 V$

και έτσι το ισοδύναμο κύκλωμα κατά Thevenin που προκύπτει είναι το εξής:

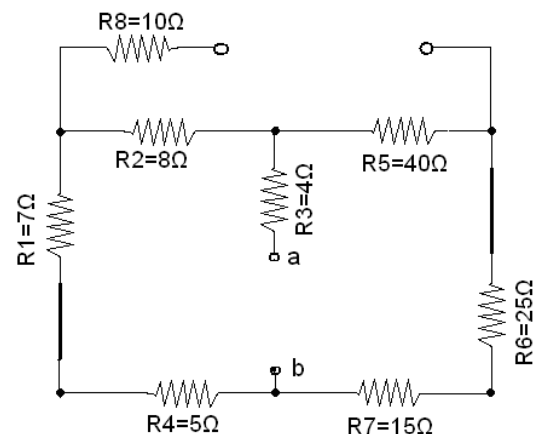
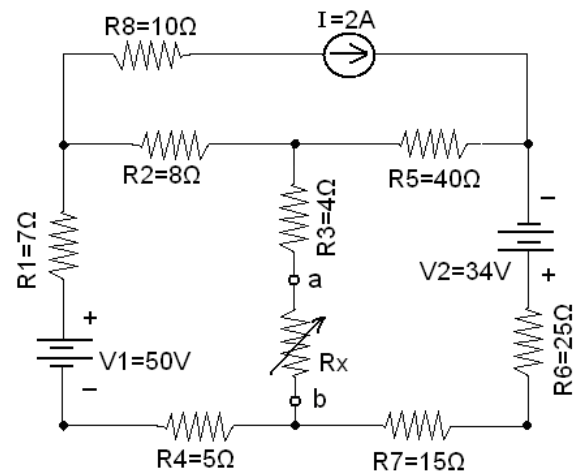


Για το ισοδύναμο κύκλωμα κατά Thevenin που δίνεται δίπλα ισχύει: $I = V_{th} / (R_{th} + R_x)$

Για να καταναλώνει την μέγιστη ισχύ η αντίσταση R_x πρέπει να είναι $R_x = R_{th} = 20 \Omega$

και έτσι: $I = 30 V / (20 + 20) \Omega = 0,75 A$

ενώ η μέγιστη ισχύς επάνω στην αντίσταση R_x θα είναι: $P = I^2 \times R_x = 0,75^2 \times 20 = 11,25 W$



ΘΕΜΑ 4^ο: (Μονάδες 2.50).

Στο κύκλωμα που δίνεται αρχικά ο διακόπτης S είναι κλειστός και το πηνίο διαρρέεται από ρεύμα. Τη χρονική στιγμή $t=0$ ο διακόπτης ανοίγει. Να προσδιοριστούν: α) Η σταθερά χρόνου εκφόρτισης του πηνίου. β) το ρεύμα $I_L(t)$ για $t > 0$ και γ) η τάση $V_r(t)$ στα άκρα της αντίστασης $R_5 = 9\Omega$ για $t > 0$.

Λύση

Η πηγή ρεύματος μπορεί να μετατραπεί στην ισοδύναμη πηγή τάσης

$$V = I \times R_1 = 9 \text{ A} \times 8 \Omega = 72 \text{ V}$$

Τη χρονική στιγμή $t=0$ και πριν ανοίξει ο διακόπτης S το πηνίο συμπεριφέρεται ως βραχυκύκλωμα και διαρρέεται από το μέγιστο ρεύμα του. Η αντίσταση $R_5 = 9\Omega$ δεν διαρρέεται από ρεύμα γιατί είναι βραχυκυκλωμένη. Έτσι ισχύει το διπλανό σχήμα και η πηγή «βλέπει» την ισοδύναμη αντίσταση R_{eq} (πηγής).

$$R_{eq} (\text{πηγής}) = R_1 + R_2 + (R_3 // R_4) = 8 + 4 + (12 // 6) =$$

$$12 + (12 \times 6) / (12 + 6) = 12 + 72/18 = 12 + 4 \Rightarrow R_{eq} (\text{πηγής}) = 16 \Omega .$$

Το ρεύμα που δίνει η πηγή για $t=0$ και πριν ανοίξει ο διακόπτης S θα είναι :

$$I_{\pi} = V / R_{eq} = 72 \text{ V} / 16 \Omega = 4,50 \text{ A}$$

Το ρεύμα της πηγής διακλαδίζεται στον κόμβο a επάνω στην αντίσταση $R_3=12\Omega$ και επάνω στην αντίσταση $R_4=6\Omega$ και επειδή το πηνίο είναι βραχυκύκλωμα το ρεύμα που περνά από το πηνίο είναι αυτό που περνά από τον κλάδο της αντίστασης $R_4=6\Omega$ Σύμφωνα με τον τύπο του διαιρέτη ρεύματος θα ισχύει :

$$I_L (t=0) = I_{\pi} \times R_3 / (R_3 + R_4) = 4,50 \times 12 / (12 + 6) = 4,50 \times 12 / 18 = 3 \text{ A}$$

Όταν ανοίξει ο διακόπτης S τη χρονική στιγμή $t=0$ το ρεύμα του πηνίου από την μέγιστη αυτή τιμή των 3 A θα αρχίσει να μειώνεται εκθετικά μέχρι να μηδενιστεί.

$$I_L (t=\infty) = 0 \text{ A}$$

α) Η ισοδύναμη αντίσταση στα άκρα του πηνίου μέσω της οποίας εκφορτίζεται μετά το άνοιγμα του διακόπτη S θα είναι όπως φαίνεται στο διπλανό κύκλωμα :

$$R_{eq} = (R_3 + R_4) // R_5 = (12 + 6) // 9 = 18 // 9 = (18 \times 9) / (18 + 9) = 6 \Omega$$

$$\text{και η σταθερά χρόνου του πηνίου θα είναι } \tau = L / R_{eq} = 24 \text{ H} / 6 \Omega = 4 \text{ sec}$$

β) έτσι η εξίσωση του ρεύματος του πηνίου θα δίνεται από την σχέση :

$$I_L (t) = I_L (t=0) e^{-t/\tau} \Rightarrow I_L (t) = 3 e^{-t/4} \text{ A}$$

γ) Το ρεύμα του πηνίου μοιράζεται στους δύο παράλληλους κλάδους α) στον κλάδο με την αντίσταση $R_5=9\Omega$ και β) στον κλάδο με τις αντιστάσεις $(R_3 + R_4) = 18\Omega$.

Το ρεύμα $I_r(t)$ επάνω στην αντίσταση R_5 δίνεται σύμφωνα με τον τύπο του διαιρέτη ρεύματος ως $I_r(t) = I_L (t) \times 18 / (18 + 9) = (3 \times 18/27) e^{-t/4} \text{ A} = 2 e^{-t/4} \text{ A}$ και έτσι η τάση $V_r(t)$ στα άκρα της αντίστασης θα δίνεται ως

$$V_r (t) = I_r (t) \times R_5 = 2 e^{-t/4} \text{ A} \times 9 \Omega \Rightarrow V_r (t) = 18 e^{-t/4} \text{ V}$$

