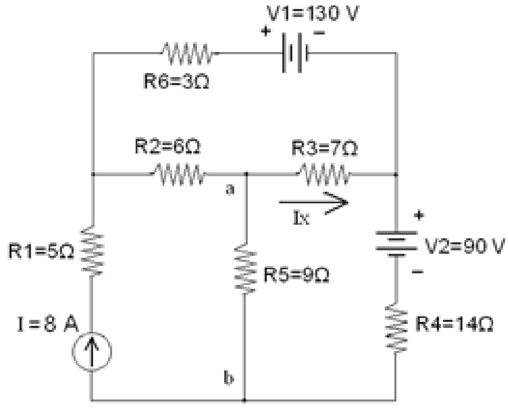
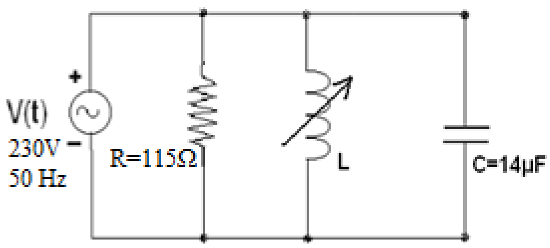
ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΞΑΝΘΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ: **ΙΟΥΝΙΟΥ 2023**
ΜΑΘΗΜΑ: **ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ** $4^{Ο}$ ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΔΙΔΑΣΚΩΝ : ΚΑΡΑΚΑΤΣΑΝΗΣ Σ. ΘΕΟΚΛΗΤΟΣ Επίκουρος Καθηγητής Δ.Π.Θ.
ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ: 2 ½ ΩΡΕΣ .
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ : …………………………………………………… Α.Μ. ……………..

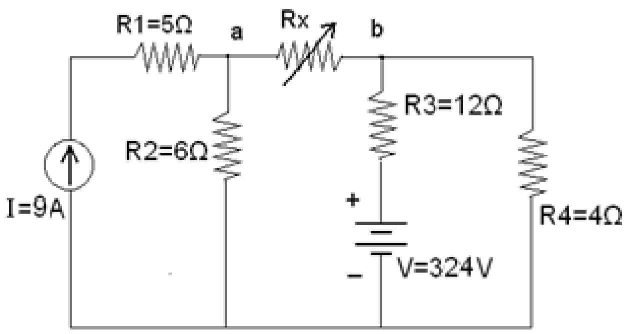
ΘΕΜΑ $1^{Ο}$: (Μονάδες 2.50).
Στο κύκλωμα που δίνεται με εφαρμογή της μεθόδου των βρόχων να υπολογιστεί: α) το ρεύμα Ix επάνω στην αντίσταση R3=7Ω. β) Η πτώση τάσης Vab επάνω στην αντίσταση R5=9Ω. γ) Ποια πρέπει να είναι η τιμή της πηγής τάσης V1 για να μηδενιστεί η πτώση τάσης επάνω στην αντίσταση R2 = 6 Ω ;



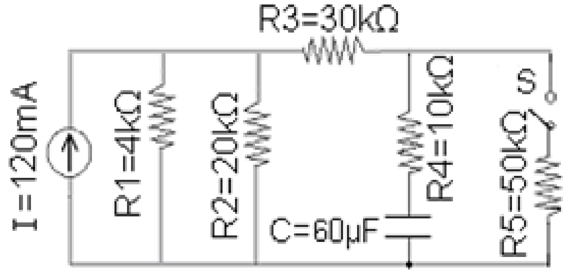
ΘΕΜΑ $2^{Ο}$: (Μονάδες 2.50).
Το κύκλωμα RLC με παράλληλη συνδεσμολογία που δίνεται στο σχήμα, τροφοδοτείται από πηγή τάσης V(t)=325,27 cos(100πt). α) Να προσδιοριστεί η επαγωγή του πηνίου έτσι ώστε το ρεύμα της πηγής να είναι το ελάχιστο. Ποιος ο συντελεστής ισχύος της πηγής, η συνολική εμπέδηση του κυκλώματος και η τιμή του ρεύματος σε κάθε κλάδο και της πηγής στην περίπτωση αυτή; β) Σε ποια τιμή πρέπει να ρυθμιστεί η επαγωγή του πηνίου για έχουμε συντελεστή ισχύος του κυκλώματος 0,75 επαγωγικό, και να προσδιοριστεί η τιμή του ρεύματος της πηγής και του κάθε κλάδου, καθώς η τιμή της εμπέδησης στην περίπτωση αυτή. γ) Να υπολογιστεί η ενεργός, άεργος και φαινόμενης ισχύς του κυκλώματος και 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 Rx 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, ο διακόπτης S ήταν για αρκετή ώρα ανοικτός και τη χρονική στιγμή t=0 κλείνει. α) Ποιές είναι οι σταθερές χρόνου του πυκνωτή για t<0 και για t>0; β) Να υπολογιστεί αναλυτικά και να παρασταθεί γραφικά η τάση συναρτήσει του χρόνου Uc(t) στα άκρα του πυκνωτή για t>0 και γ) Ποιο είναι το φορτίο του πυκνωτή τη χρονική στιγμή t=0 που κλείνει ο διακόπτης και t = ∞ μετά το κλείσιμο του διακόπτη;



ΓΕΝΙΚΟ ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ

Σύνθεση παράλληλων αντιστάσεων : $R_{12} = \dfrac{R_1\ R_2}{R_1 + R_2}$, $R_T = \dfrac{1}{\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2} + \ldots + \dfrac{1}{R_n}}$

Διαιρέτης τάσης $V_n = \dfrac{R_n}{R_T} V_T$

Διαιρέτης ρεύματος $I_1 = \dfrac{R_2}{R_1 + R_2} I_T$ $\quad I_n = \dfrac{R_T}{R_n} I_T$

Νόμος του Ohm $V = I\ R$, $I = \dfrac{V}{R}$, $R = \dfrac{V}{I}$

Ισχύς $P = V\ I = I^2\ R = \dfrac{V^2}{R}$

Σταθερά χρόνου πυκνωτή $\tau = RC$ Σταθερά χρόνου πηνίου $\tau = \dfrac{L}{R}$

τάση πυκνωτή $V_c(t) = \mathrm{A}\ e^{-t/\tau} + \mathrm{B}$ ρεύμα πηνίου $I_L(t) = \mathrm{A}\ e^{-t/\tau} + \mathrm{B}$

Συχνότητα εναλλασσόμενου ρεύματος $f = \dfrac{1}{T}(Hz)$ και $\omega = 2\pi\ f(rad/s)$

Ενεργός τιμή ρεύματος και τάσης $I(rms) = \dfrac{Io}{\sqrt{2}}$ και $V(rms) = \dfrac{Vo}{\sqrt{2}}$

Επαγωγική και Χωρητική αντίδραση $X_L = 2\pi\ \mathrm{f}\ \mathrm{L}$ $\quad X_C = \dfrac{1}{2\pi\ \mathrm{f}\ \mathrm{C}}$

Στιγμιαία ένταση ή τάση $\mathrm{I}(t) = \mathrm{I}_0 \sin(\omega t \pm \Delta\varphi)$ $\quad V(t) = V_0 \sin(\omega t \pm \Delta\varphi)$

Πραγματική (ενεργός) ισχύς $P = VI\ cos\varphi$ (W) $P = \sqrt{3} V_\pi I_{\gamma\rho}\ cos\varphi = 3V_\phi I_\phi\ cos\varphi$

Άεργος ισχύς $Q = VI \sin\varphi$ (VAR) $Q = \sqrt{3} V_\pi I_{\gamma\rho}\ sin\varphi = 3V_\phi I_\phi\ sin\varphi$

Φαινόμενη (συνολική) ισχύς $S = VI$ (VA) $S = \sqrt{3} V_\pi I_{\gamma\rho} = 3V_\phi I_\phi$

Συντελεστής ισχύος Σ.Ι. $cos\ \varphi = \dfrac{P}{S}$

Τριγωνομετρικές σχέσεις ισχύος $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$ $\quad P = \sqrt{S^2 - Q^2}$ $\quad Q = \sqrt{S^2 - P^2}$

Σύνθετη αντίσταση (εμπέδηση) κυκλώματος RLC σειράς $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

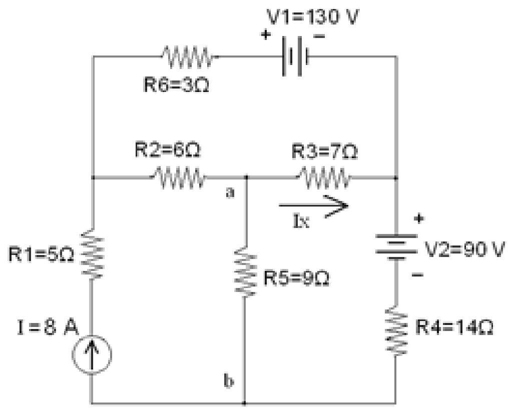
Σε κύκλωμα σειράς $V_T = \sqrt{{V_R}^2 + (V_L - V_C)^2}$ $\quad cos\ \varphi = \dfrac{V_R}{V_T} = \dfrac{R}{Z}$

Σε παράλληλο κύκλωμα $I_T = \sqrt{{I_R}^2 + (I_L - I_C)^2}$, $Z = \dfrac{V}{I}$, $cos\ \varphi = \dfrac{I_R}{I_T} = \dfrac{Z}{R}$

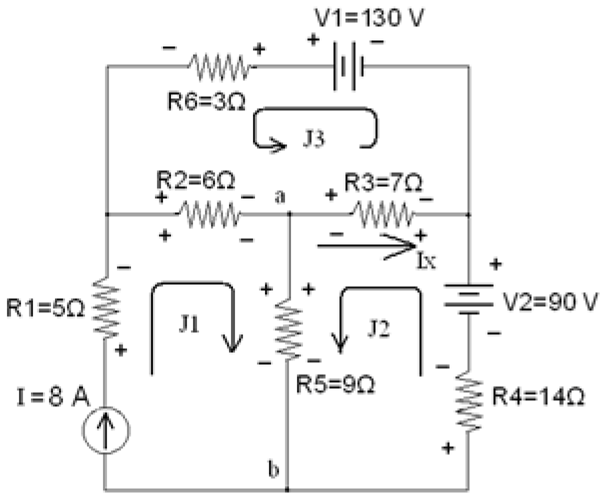
ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΞΑΝΘΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ: **ΙΟΥΝΙΟΥ 2023**
ΜΑΘΗΜΑ: **ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ** 4^{O} ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΔΙΔΑΣΚΩΝ : ΚΑΡΑΚΑΤΣΑΝΗΣ Σ. ΘΕΟΚΛΗΤΟΣ Επίκουρος Καθηγητής Δ.Π.Θ.

ΘΕΜΑ 1^{O} : (Μονάδες 2.50).
Στο κύκλωμα που δίνεται με εφαρμογή της μεθόδου των βρόχων να υπολογιστεί: α) το ρεύμα Ix επάνω στην αντίσταση R3=7Ω. β) Η πτώση τάσης Vab επάνω στην αντίσταση R5=9Ω. γ) Ποια πρέπει να είναι η τιμή της πηγής τάσης V1 για να μηδενιστεί η πτώση τάσης επάνω στην αντίσταση R2 = 6 Ω ;



Λύση



Οι βρόχοι που επιλέγονται και τα αντίστοιχα ρεύματα των βρόχων J1, J2 και J3 φαίνονται στο διπλανό σχήμα.
Στον βρόχο 1 το ρεύμα βρόχου είναι το ίδιο με το ρεύμα της πηγής I και έτσι το σύστημα των τριών εξισώσεων απλοποιείται σε μόνο δύο.
Συγκεκριμένα οι εξισώσεις για τον κάθε βρόχο θα είναι:

$$J1 = I = 8\text{ A} \qquad (1)$$
$$-V2 + R3\,(J2 - J3) + R5\,(J2 + I) + R4\,J2 = 0 \qquad (2)$$
$$-V1 + R6\,J3 + R2\,(J3 + I) + R3\,(J3 - J2) = 0 \qquad (3)$$

$$(R3 + R4 + R5)\,J2 - R3\,J3 + I\,R5 - V2 = 0 \qquad (2)$$
$$-R3\,J2 + (R2 + R3 + R6)\,J3 + I\,R2 - V1 = 0 \qquad (3)$$

Αντικαθιστώντας προκύπτει

$$(7 + 14 + 9)\,J2 - 7\,J3 + 8 \times 9 - 90 = 0 \quad \Rightarrow \quad 30\,J2 - 7\,J3 = 18 \qquad (2)$$
$$-7\,J2 + (6 + 7 + 3)\,J3 + 8 \times 6 - 130 = 0 \quad \Rightarrow \quad -7\,J2 + 16\,J3 = 82 \qquad (3)$$

Λύνοντας την (2) ως προς J2 και αντικαθιστώντας στην (3) .

$$J2 = (18 + 7\,J3) / 30 \qquad (2)$$
$$-7\,(18 + 7\,J3) / 30 + 16\,J3 = 82 \qquad (3) \quad \Rightarrow \quad -126 - 49\,J3 + 480\,J3 = 2460$$
$$\Rightarrow \quad 431\,J3 = 2586 \quad \Rightarrow J3 = 6\text{ A}$$
$$\text{και} \quad J2 = (18 + 7 \times 6) / 30 = 60 / 30 \quad \Rightarrow J2 = 2\text{ A}$$

Έτσι, α) $Ix = J3 - J2 = 6\text{ A} - 2\text{ A} \quad \Rightarrow \quad Ix = 4\text{ A}$
και β) $Vab = (J1 + J2) \times R5 = (8\text{ A} + 2\text{ A}) \times 9\ \Omega \quad \Rightarrow \quad Vab = 90\text{ V}$

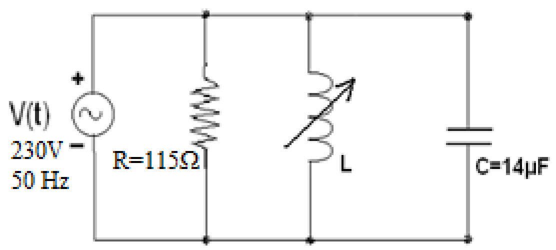
γ) Για να μηδενιστεί η πτώση τάσης επάνω στην αντίσταση R2 = 6Ω
θα πρέπει IR2 = 0 δηλαδή J1 + J3 = 0 και αφού το J1 παραμένει σταθερό και είναι J1 = 8 A θα πρέπει J3 = – 8 A.

Επομένως το σύστημα εξισώσεων των βρόχων γίνεται:

$$-V2 + R3\,J2 - R3\,(-8) + R5\,(J2 + 8) + R4\,J2 = 0 \quad \Rightarrow \quad 30J2 + 128 - 90 = 0 \qquad (2)$$
$$-V1 + R6\,(-8) + R2\,(0) + R3\,(-8 - J2) = 0 \quad \Rightarrow \quad -24 - 56 - 7J2 = V1 \qquad (3)$$

και $J2 = -1{,}266\text{ A}$ ενώ $V1 = -80 + 8{,}866 \quad \Rightarrow \quad V1 = -71{,}133\text{ V}$

ΘΕΜΑ 2ο : (Μονάδες 2.50).



Το κύκλωμα RLC με παράλληλη συνδεσμολογία που δίνεται στο σχήμα, τροφοδοτείται από πηγή τάσης V(t)=325,27 cos(100πt). α) Να προσδιοριστεί η επαγωγή του πηνίου έτσι ώστε το ρεύμα της πηγής να είναι το ελάχιστο. Ποιος ο συντελεστής ισχύος της πηγής, η συνολική εμπέδηση του κυκλώματος και η τιμή του ρεύματος σε κάθε κλάδο και της πηγής στην περίπτωση αυτή; β) Σε ποια τιμή πρέπει να ρυθμιστεί η επαγωγή του πηνίου για έχουμε συντελεστή ισχύος του κυκλώματος 0,75 επαγωγικό, και να προσδιοριστεί η τιμή του ρεύματος της πηγής και του κάθε κλάδου, καθώς η τιμή της εμπέδησης στην περίπτωση αυτή. γ) Να υπολογιστεί η ενεργός, άεργος και φαινόμενης ισχύς του κυκλώματος και να σχεδιαστούν τα διανυσματικά διαγράμματα όλων των τάσεων και ρευμάτων για τις δύο πιο πάνω περιπτώσεις.

Λύση

α) V(t) = 325,27 cos(100πt)

Επομένως Vp = 325,27 V και V (rms) = Vp / $\sqrt{2}$ = 230 V

Ενώ ω t = 100 π t και η συχνότητα είναι 2 π f = ω → f = 50 Hz

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

Δηλαδή θα πρέπει να ισχύει $X_L = X_C \Rightarrow 2\pi f L = 1/(2\pi f C)$

και $L = 1/(4\pi^2 f^2 C) \Rightarrow L = 1/[\,4 \times (3{,}14 \times 50)^2 \times 14 \times 10^{-6}\,] = 0{,}724\ H$

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

$Z = R = 115\ \Omega$ και $\cos\varphi = 1$ περίπτωση συντονισμού

$I_T = I_R = V / Z_{ολ} = 230\ V / 115\ \Omega = 2\ A\ |\underline{\ 0^o}$

$X_L = 2\pi f L = X_C = 1/(2\pi f C) = 1/(2 \times 3{,}14 \times 50 \times 14 \times 10^{-6}) = 227{,}36\ \Omega$

$I_L = V / X_L = 230\ V / 227{,}36\ \Omega \Rightarrow I_L = 1{,}01\ A\ |\underline{\ -90^o}$

$I_C = V / X_C = 230\ V / 227{,}36\ \Omega \Rightarrow I_C = 1{,}01\ A\ |\underline{\ +90^o}$

β) Για να είναι ο συντελεστής ισχύος 0,75 θα πρέπει $\cos\varphi = I_R / I_T = 0{,}75$

και για να είναι επαγωγικός θα πρέπει $I_L > I_C$ όπως φαίνεται και στο αντίστοιχο διανυσματικό διάγραμμα στο ακόλουθο ερώτημα, επομένως $X_C > X_L$.

Το συνολικό ρεύμα της πηγής θα είναι: $I_R / I_T = 0{,}75 \Rightarrow I_T = I_R / 0{,}75 = 2{,}667A$

και $I_T = \sqrt{I_R^2 + (I_L - I_C)^2} = \sqrt{I_R^2 + I_X^2} \Rightarrow I_X = |\,I_L - I_C\,| = \sqrt{I_T^2 - I_R^2} \Rightarrow I_X = 1{,}76\ A$

Τα ρεύματα αντίστοιχα στους τρείς κλάδους θα είναι :

$I_R = V / R = 230\ V / 115\ \Omega \Rightarrow I_R = 2\ A\ |\underline{\ 0^o}$

$I_C = V / X_C = 230\ V / 227{,}36\ \Omega \Rightarrow I_C = 1{,}01\ A\ |\underline{\ +90^o}$

$I_L = V / X_L = 230\ V / X_L = 1{,}01 + 1{,}76 \Rightarrow I_L = 2{,}77\ A\ |\underline{\ -90^o}$

Έτσι $X_L = 230\ V / I_L = 230 / 2{,}77 = 83{,}03\ \Omega$

και $X_L = 2\pi f L \Rightarrow L = X_L / (2\pi f) = 83{,}03 / (2 \times 3{,}14 \times 50) \Rightarrow L = 0{,}264H$

Η συνολική εμπέδηση του κυκλώματος θα είναι :

$Z = V / I_T = 230\ V / 2{,}667\ A \Rightarrow Z = 86{,}24\ \Omega$

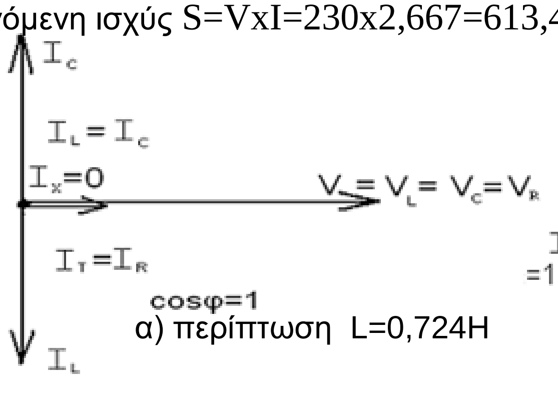
γ) Στην περίπτωση του συντονισμού για επαγωγή L=0,724H θα ισχύει:

Φαινόμενη και Πραγματική ισχύς S = P = V x I = 230 x 2 = 460 VA, Άεργος ισχύς Q = 0

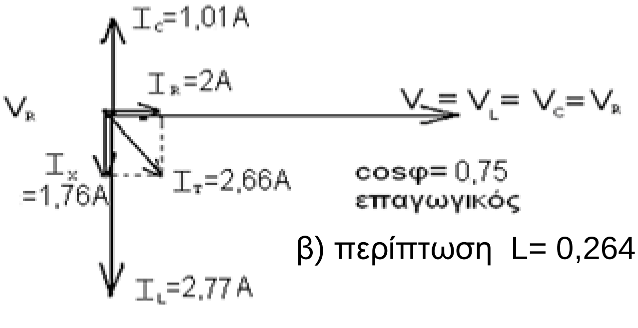
Για επαγωγή L=0,264H θα ισχύει : Πραγματική ισχύς $P = I^2 \times R = 2^2 \times 115 = 460W$

Φαινόμενη ισχύς $S = V \times I = 230 \times 2{,}667 = 613{,}41VA$, και Άεργος ισχύς $Q = \sqrt{S^2 - P^2} = 405{,}80VAR$

γ)

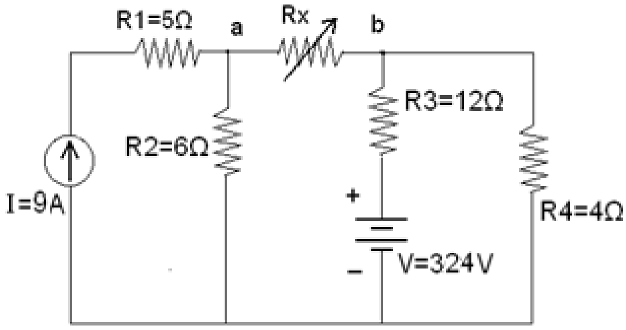


α) περίπτωση L=0,724H



β) περίπτωση L= 0,264H

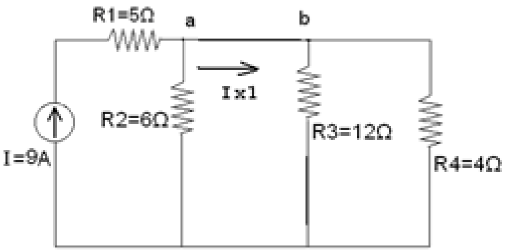
ΘΕΜΑ 3^{Ο} : (Μονάδες 2.50).
Για το κύκλωμα που δίνεται α) Να προσδιοριστεί το ισοδύναμο κατά Thevenin ανάμεσα στα σημεία a και b. β) Ποια πρέπει να είναι η τιμή της μεταβλητής αντίστασης Rx έτσι ώστε να καταναλώνει την μέγιστη ισχύ και να υπολογιστεί η τιμή της μέγιστης αυτής ισχύος.



Λύση

Αρχικά θα προσδιοριστεί το ισοδύναμο κατά Norton και μετά θα μετατραπεί σε Thevenin. Για τον υπολογισμό του I_N , απομακρύνεται η αντίσταση Rx , βραχυκυκλώνονται τα σημεία a και b και εφαρμόζεται το θεώρημα της υπέρθεσης.

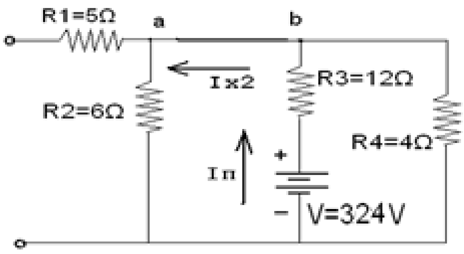
1) Μόνο με την πηγή ρεύματος (βραχυκυκλώνεται η πηγή τάσης)



Στον κόμβο a το ρεύμα των 9Α διακλαδίζεται στην αντίσταση των 6 Ω και στην Req όπου ,
Req = R3 // R4 = (12 x 4) / (12 + 4) ⇒ Req = 3 Ω

Σύμφωνα με τον τύπο του διαιρέτη ρεύματος θα ισχύει:
Ix1 = R2 x I / (R2 + Req) = 9 x 6 / (6 + 3) και
Ix1 = 54 / (6 + 3) ⇒ Ix1 = 6 A (1)

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



Η συνολική σύνθετη αντίσταση που βλέπει η πηγή είναι:
Req = R3 + (R2 // R4) = 12 + (6 // 4) =
= 12 + (6 x 4) / (6 + 4) = 12 + 2,40 ⇒ Req = 14,40 Ω

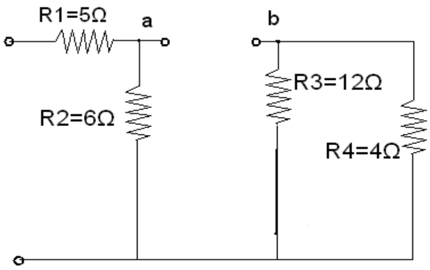
και το ρεύμα Iπ της πηγής είναι :
Iπ = V / Req = 324 V / 14,40 Ω ⇒ Iπ = 22,5 A

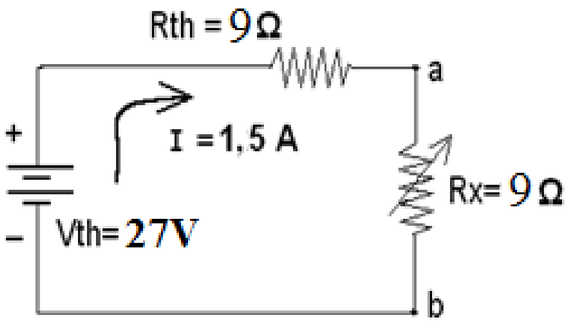
Το ρεύμα αυτό διακλαδίζεται στον κόμβο b και έτσι σύμφωνα με τον τύπο διαιρέτη ρεύματος θα ισχύει :

Ix2 = Iπ x [R4 / (R4 + R2)] = Iπ x [4 / (4 + 6)] = 22,5 x 4/10⇒ Ix2 = 9 A (2)

Η φορά του ρεύματος Ix2 είναι αντίθετη από την φορά του ρεύματος Ix1
Έτσι συνολικά από (1) και (2) θα πρέπει I_N = Ix1 – Ix2 = 6 – 9 = – 3 A

Για τον υπολογισμό της R_N απομακρύνεται η αντίσταση Rx , βραχυκυκλώνεται η πηγή τάσης και ανοιχτοκυκλώνεται η πηγή ρεύματος.
Έτσι προκύπτει ο ακόλουθος συνδυασμός αντιστάσεων ανάμεσα στα σημεία a και b. R_N = Rth =
= R2 + (R3//R4) = 6 + 12 // 4 = 6 + (12 x 4)/(12 + 4) =
= 6 + 48 / 16 = 6 + 3 ⇒ R_N = Rth = 9 Ω

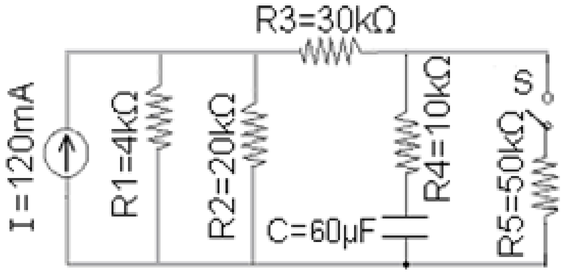




και επομένως Vth = In x Rth = 3 A x 9 Ω = 27 V
β) Έτσι το ισοδύναμο κύκλωμα κατά Thevenin δίνεται στο διπλανό σχήμα :
Για να καταναλώνει την μέγιστη ισχύ η αντίσταση R_X θα πρέπει να είναι R_X = Rth = 9Ω
και έτσι : I = 27 V / (9 + 9) Ω = 1,50 A
και η ισχύς αυτή θα είναι :
$P = I^2 \times R_X = 1{,}5^2 \, X \, 9 = 20{,}25$ W

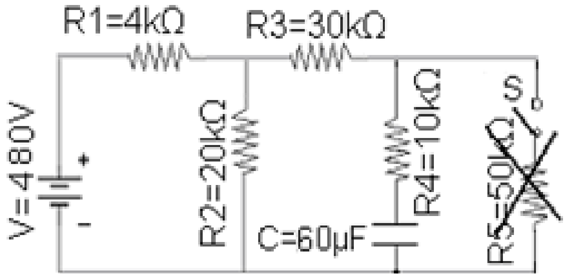
ΘΕΜΑ 4^{o} : (Μονάδες 2.50).

Στο κύκλωμα που δίνεται, ο διακόπτης S ήταν για αρκετή ώρα ανοικτός και τη χρονική στιγμή t=0 κλείνει. α) Ποιές είναι οι σταθερές χρόνου του πυκνωτή για t<0 και για t>0; β) Να υπολογιστεί αναλυτικά και να παρασταθεί γραφικά η τάση συναρτήσει του χρόνου Uc(t) στα άκρα του πυκνωτή για t>0 και γ) Ποιο είναι το φορτίο του πυκνωτή τη χρονική στιγμή t=0 που κλείνει ο διακόπτης και t = ∞ μετά το κλείσιμο του διακόπτη;



Λύση

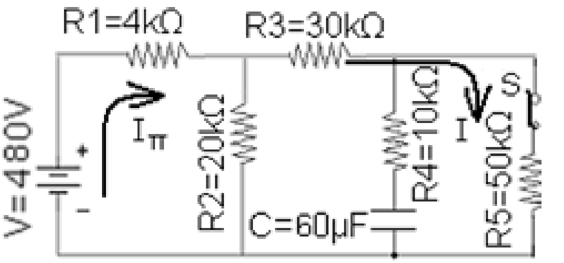
α) Η πηγή ρεύματος μετατρέπεται σε πηγή τάσης V = I x R1 = 120 mA x 4 kΩ = 480 V και όταν ο διακόπτης S παραμένει ανοικτός για t < 0 προκύπτει το διπλανό κύκλωμα.



Ο πυκνωτής φορτίζεται μέσω της ισοδύναμης αντίστασης Req που βλέπει ο πυκνωτής στα άκρα του Req =R4 + R3 + (R1//R2) = 10 + 30 + (4x20) / 24 = = 40 + 3,333 ⇒ Req = 43,333 kΩ

και η σταθερά χρόνου για t<0 θα είναι τ =Req x C = 43,333 10^{3} Ω x 60 10^{-6} F ⇒ τ = 2,6sec

Για t=0 και πριν κλείσει ο διακόπτης, ο πυκνωτής είναι πλήρως φορτισμένος και έτσι συμπεριφέρεται ως ανοιχτό κύκλωμα. Η τάση στα άκρα του θα είναι η πτώση τάσεως επάνω στην αντίσταση R2=20kΩ αφού οι αντιστάσεις R4 και R3 αντίστοιχα είναι σε σειρά με τον πυκνωτή και δεν διαρρέονται από ρεύμα. Έτσι με εφαρμογή του τύπου διαιρέτη τάσης θα ισχύει: Uc(t=0)=VR2=R2xV/(R1+R2)=20x480/(4+20) =400V



Όταν κλείσει ο διακόπτης S την χρονική στιγμή t=0 το κύκλωμα διαμορφώνεται όπως στο διπλανό σχήμα και ο πυκνωτής φορτίζεται πλέον μέσω της ισοδύναμης αντίστασης Req' που βλέπει ο πυκνωτής στα άκρα του και για t = ∞ η τελική τιμή της τάσης στα άκρα του θα είναι διαφορετική. Για t = ∞ ο πυκνωτής βρίσκεται και πάλι σε μόνιμη κατάσταση φόρτισης τάσης και επομένως συμπεριφέρεται πάλι ως ανοιχτό κύκλωμα.

Έτσι η τιμή της τάσης στην οποία φορτίζεται ο πυκνωτής θα είναι η τιμή της πτώσης τάσης επάνω στην αντίσταση R5=50kΩ και η ισοδύναμη αντίσταση Req' μέσω της οποίας φορτίζεται ο πυκνωτής θα είναι: Req' = { [(R1 // R2) + R3] // R5 } + R4 = = {[(4//20) + 30] // 50} + 10 = {[(4x20/24) + 30] // 50} + 10 = {33,333 // 50}+10 = 30kΩ

και η σταθερά χρόνου για t>0 θα είναι: τ' = Req' x C = 30 10^{3} Ω x 60 10^{-6} F ⇒ τ' = 1,8 sec

Η ισοδύναμη αντίσταση που «βλέπει» η πηγή στην μόνιμη κατάσταση με κλειστό τον διακόπτη S θα είναι: Rπ = R1 + [R2//(R3+R5)] = 4 + [20 // (30 + 50)] = 4 + [20//80] = 4+16 = 20 kΩ

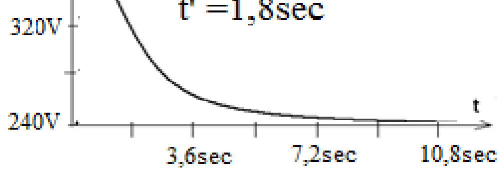
και το ρεύμα της πηγής Iπ = V / Rπ = 480 V / 20 kΩ = 24 mA

Το ρεύμα της πηγής διακλαδίζεται επάνω στην αντίσταση R2 και στις αντιστάσεις (R3+R5). Η αντίσταση R4 δεν διαρρέεται από ρεύμα γιατί ο πυκνωτής είναι ανοιχτό κύκλωμα.

Έτσι με εφαρμογή του τύπου διαιρέτη ρεύματος προκύπτει:

I = R2 Iπ /(R2+R3+R5) = 20x24 /(20+30+50) = 4,8 mA

Επομένως Uc(t=∞)=VR5= IxR5 = 4,8mAx50kΩ = 240V



β) Η αναλυτική εξίσωση της τάσης στα άκρα του πυκνωτή δίνεται από τη σχέση: Uc (t) = A + B x $e^{-t/\tau'}$

και λαμβάνοντας υπόψη τις αρχικές και τελικές συνθήκες διαμορφώνεται ως εξής και η μορφή της φαίνεται δίπλα :

για t = 0 Uc(t) = 400 ⇒ A+B=400

για t = ∞ Uc(t) = 240 ⇒ A = 240 ⇒ B= 160 και έτσι Uc(t)=240 + 160 x $e^{-t/1,8}$

γ) Το φορτίο στα άκρα του πυκνωτή δίνεται από τη σχέση :

q = Uc(t) x C και για t=0 sec είναι :q = C x Uc (t=0) = 60 10^{-6} F x 400 V ⇒ q = 24,00 mCb

ενώ για t = ∞ sec θα είναι: q = C x Uc (t = ∞) = 60 10^{-6} F x 240 V ⇒ q = 14,40 mCb