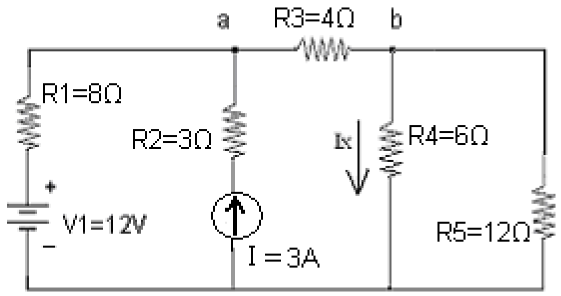
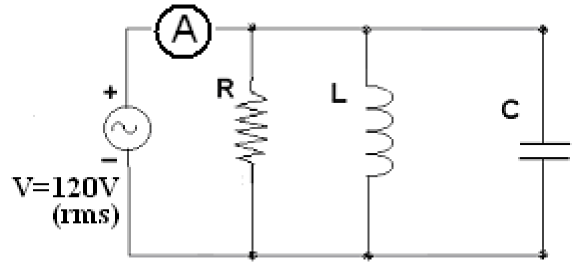
ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΞΑΝΘΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ: **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2008**
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. ……………..

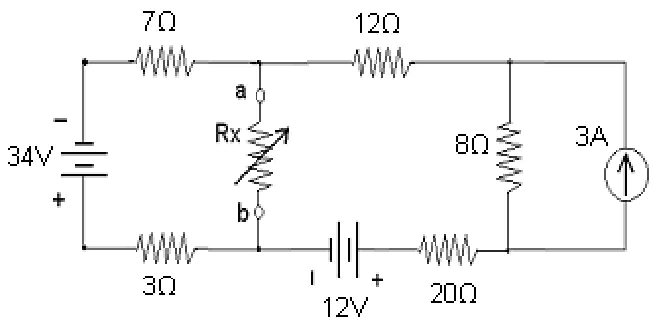
<u>ΘΕΜΑ 1^{Ο} :</u> (Μονάδες 2.50).
Στο κύκλωμα που δίνεται με εφαρμογή του θεωρήματος της υπέρθεσης να υπολογιστεί: α) το ρεύμα Ix επάνω στην αντίσταση R4 = 6Ω και β) η πτώση τάσεως Vab επάνω στην αντίσταση R3 = 4Ω. γ) Ποια πρέπει να είναι η τιμή της αντίστασης R4 στο κύκλωμα έτσι ώστε να καταναλώνει την μέγιστη ισχύ της ;



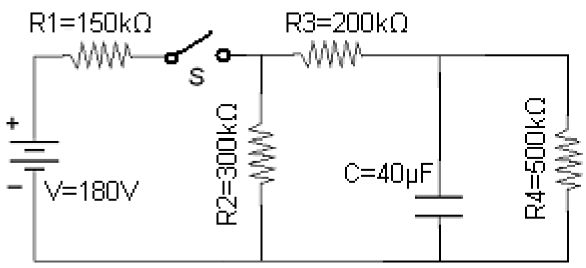
<u>ΘΕΜΑ 2^{Ο} :</u> (Μονάδες 2.50).
Το κύκλωμα RLC με παράλληλη συνδεσμολογία που δίνεται στο σχήμα, τροφοδοτείται από πηγή τάσης ημιτονοειδούς μορφής 120V (rms) μεταβλητής συχνότητας. Το αμπερόμετρο καταγράφει την μικρότερη ένδειξη που είναι 3A για συχνότητα πηγής 134 Hz, ενώ για συχνότητα πηγής στα 60Hz η ένδειξη του αμπερομέτρου είναι 5A.
Να προσδιοριστούν α) Τα στοιχεία R , L και C του κυκλώματος. β) Ποια η συνολική εμπέδηση του κυκλώματος, το ρεύμα σε κάθε κλάδο και ο συντελεστής ισχύος του κυκλώματος σε κάθε μια από τις πιο πάνω συχνότητες; γ) Να σχεδιαστούν τα διανυσματικά διαγράμματα των τάσεων και ρευμάτων για τις δύο πιο πάνω συχνότητες.



<u>ΘΕΜΑ 3^{Ο} :</u> (Μονάδες 2.50).
Για το κύκλωμα που δίνεται α) Να προσδιοριστεί το ισοδύναμο κύκλωμα κατά Norton 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.



<u>ΘΕΜΑ 4^{Ο} :</u> (Μονάδες 2.50).
Στο κύκλωμα που δίνεται αρχικά ο πυκνωτής είναι αφόρτιστος. Τη χρονική στιγμή t=0 κλείνει ο διακόπτης S και μετά από την πλήρη φόρτιση του πυκνωτή ο διακόπτης ανοίγει και πάλι.
Να προσδιοριστούν :
α) Η σταθερά χρόνου φόρτισης και η σταθερά χρόνου εκφόρτισης του πυκνωτή.
β) Η τάση συναρτήσει του χρόνου Uc(t) στα άκρα του πυκνωτή για την περίπτωση της φόρτισης και για την περίπτωση της εκφόρτισης.

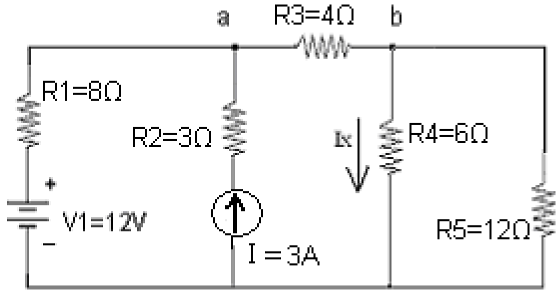


γ) Ποιο είναι το μέγιστο φορτίο που μπορεί να παραλάβει στα άκρα του ο πυκνωτής ;

ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΞΑΝΘΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

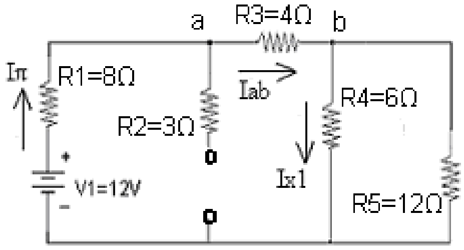
ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ: **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2008**
ΜΑΘΗΜΑ: **ΓΕΝΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ** 4^{O} ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΔΙΔΑΣΚΩΝ : ΚΑΡΑΚΑΤΣΑΝΗΣ Σ. ΘΕΟΚΛΗΤΟΣ Επίκουρος Καθηγητής Δ.Π.Θ.

ΘΕΜΑ 1^{O} : (Μονάδες 2.50).
Στο κύκλωμα που δίνεται με εφαρμογή του θεωρήματος της υπέρθεσης να υπολογιστεί: α) το ρεύμα Ix επάνω στην αντίσταση R4 = 6Ω και β) η πτώση τάσεως Vab επάνω στην αντίσταση R3 = 4Ω. γ) Ποια πρέπει να είναι η τιμή της αντίστασης R4 στο κύκλωμα έτσι ώστε να καταναλώνει την μέγιστη ισχύ της ;



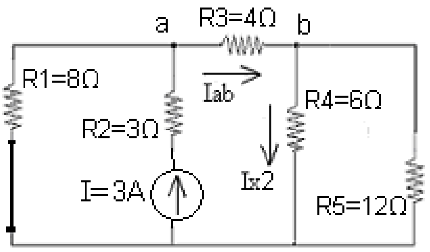
Λύση
Για τον υπολογισμό του I_X , και της Vab εφαρμόζεται το θεώρημα της υπέρθεσης.

1) Μόνο με την πηγή τάσης V1 (ανοιχτοκυκλώνεται η πηγή ρεύματος)



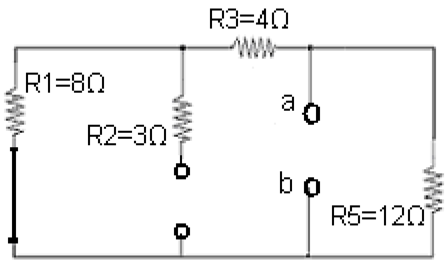
Η ισοδύναμη αντίσταση που βλέπει η πηγή είναι:
Req = R1 + R3 + (R4 // R5) = 8 +4 + (6 // 12) = 8 + 4 + (12 x 6) / (12 + 6) = 12 + 4 $\Rightarrow$ Req = 16 Ω
και το ρεύμα Iπ της πηγής είναι :
Iπ = V1 / Req = 12 / 16 $\Rightarrow$ Iπ = 0,75 A
Το ρεύμα Iπ είναι ίσο με το ρεύμα Iab επειδή η R2 δεν διαρρέεται από ρεύμα (ανοιχτοκύκλωμα) .
ετσι : Vab1 = Iab x R3 = 0,75 A x 4 Ω $\Rightarrow$ Vab1 = 3 V
Το ρεύμα Iab διακλαδίζεται στον κόμβο b επάνω στην αντίσταση R4 και στην R5 , έτσι σύμφωνα με τον τύπο του διαιρέτη ρεύματος θα ισχύει:
Ix1 = R5 x Iab / (R5 + R4) = 12 x 0,75 / (12 + 6) $\Rightarrow$ Ix1 = 0,50 A

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



Το ρεύμα της πηγής διακλαδίζεται στον κόμβο a επάνω στην αντίσταση R1 = 8Ω και στην Req όπου Req = R3 + (R4 // R5) = 4 + (6 // 12) =
= 4 + (12 x 6) / (12 + 6) = 4 + 4 $\Rightarrow$ Req = 8 Ω
Iab = R1 x I /(R1+Req) = 8x3 / (8+8) $\Rightarrow$ Iab = 1,50 A
έτσι Vab2 = Iab x R3 = 1,50 A x 4 Ω $\Rightarrow$ Vab2 = 6 V
Ομοίως το ρεύμα Iab διακλαδίζεται στον κόμβο b επάνω στην αντίσταση R4 και στην R5 , και έτσι θα ισχύει: Ix2 = R5 x Iab / (R5 + R4) = 12 x 1,50 / (12 + 6) $\Rightarrow$ Ix2 = 1,00 A

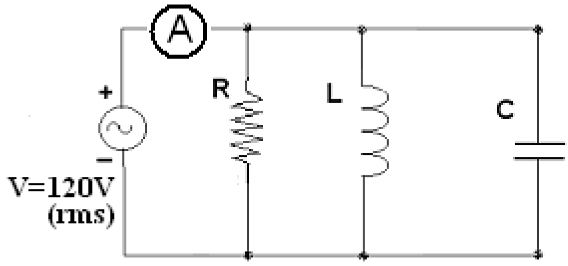
Συνολικά από (1) και (2) προκύπτει:



α) Ix = Ix1 + Ix2 = 0,50 A + 1,00 A $\Rightarrow$ Ix = 1,50 A
β) Vab = Vab1 + Vab2 = 3 V + 6 V $\Rightarrow$ Vab = 9 V
γ) Για να καταναλώνει η αντίσταση R4 την μέγιστη ισχύ της στο κύκλωμα θα πρέπει R4 = Rth = Rn.

Η αντίσταση R4 απομακρύνεται και η πηγή τάσης βραχυκυκλώνονται ενώ η πηγή ρεύματος ανοιχτοκυκλώνεται. Έτσι προκύπτει ο ακόλουθος συνδυασμός αντιστάσεων ανάμεσα στα σημεία a και b.
$R_{ab} = R_{th}$ = (R3 + R1) // R5 = (4 + 8) // 12 = 12 // 12 = 6 Ω $\Rightarrow$ R4 = 6 Ω

ΘΕΜΑ 2^{ο} : (Μονάδες 2.50).



Το κύκλωμα RLC με παράλληλη συνδεσμολογία που δίνεται στο σχήμα, τροφοδοτείται από πηγή τάσης ημιτονοειδούς μορφής 120V (rms) μεταβλητής συχνότητας. Το αμπερόμετρο καταγράφει την μικρότερη ένδειξη που είναι 3Α για συχνότητα πηγής 134 Hz, ενώ για συχνότητα πηγής στα 60Hz η ένδειξη του αμπερομέτρου είναι 5Α.

Να προσδιοριστούν α) Τα στοιχεία R , L και C του κυκλώματος. β) Ποια η συνολική εμπέδηση του κυκλώματος, το ρεύμα σε κάθε κλάδο και ο συντελεστής ισχύος του κυκλώματος σε κάθε μια από τις πιο πάνω συχνότητες; γ) Να σχεδιαστούν τα διανυσματικά διαγράμματα των τάσεων και ρευμάτων για τις δύο πιο πάνω συχνότητες.

Λύση

α) Για f = 134 Hz καταγράφεται η μικρότερη τιμή ρεύματος άρα η συνολική εμπέδηση του κυκλώματος θα είναι μέγιστη και θα υπάρχει συντονισμός.

Η συνολική εμπέδηση του κυκλώματος θα είναι :

$Z = V / I_T = 120\ V / 3\ A \Rightarrow Z = R = 40\ \Omega$

Στη συχνότητα αυτή του συντονισμού θα ισχύει επίσης: $Xc = 1 / 2\pi f C = X_L = 2 \pi f L$

Επομένως $2 \pi f L = 1 / 2 \pi f C \Rightarrow LC = 1 / 4 \pi^2 f^2 = 1 / 71824 \pi^2$

και $I_C = I_L$, επομένως $I_X = | I_L - I_C | = 0$ έτσι $I_T = I_R = 3A$ και συντελεστής ισχύος $\cos\varphi = 1$

Για μικρότερη συχνότητα της πηγής (f = 60 Hz) η επαγωγική αντίσταση του πηνίου μειώνεται ενώ η χωρητική αντίσταση του πυκνωτή αυξάνεται. Έτσι $I_C < I_L$, επομένως $I_X = I_L - I_C > 0$ και ο συντελεστής ισχύος θα είναι επαγωγικός.

Οι τιμές των ρευμάτων σε κάθε κλάδο θα είναι :

$I_R = V / R = 120\ V / 40\ \Omega \Rightarrow I_R = 3\ A$

$I_L = V / X_L = 120\ V / 2 \pi f L \Rightarrow I_L = 120V / 2 \pi\ 60\ L = 1 / \pi L$

$I_C = V / Xc = 120\ V / (1 / 2 \pi f C) \Rightarrow I_C = 120V / (1 / 2 \pi\ 60\ C) = 14400 \pi C$

και $I_X = | I_L - I_C | \Rightarrow I_X = (120V / 2 \pi f L) - [120V / (1 / 2 \pi f C)] = 1/\pi L - 14400\pi C$

ενώ το συνολικό ρεύμα της πηγής στη συχνότητα αυτή (f=60Hz) δίνεται ότι είναι 5 A.

$I_T = \sqrt{I_R^{\ 2} + (I_L - I_C)^{\ 2}} = \sqrt{I_R^2 + I_X^2} = 5A \Rightarrow I_X^2 = \sqrt{I_T^2 - I_R^2} = \sqrt{5^2 - 3^2} \Rightarrow I_X = 4\ A$

Έτσι από τις δύο διαφορετικές συχνότητες προκύπτουν οι δύο ακόλουθες εξισώσεις:

$LC = 1 / 71824 \pi^2$ (1) $\qquad 1/\pi L - 14400\pi C = 4$ (2)

Από (1) και (2) προκύπτει $71824\ \pi C - 14400\ \pi C = 4 \Rightarrow 57424\ \pi C = 4 \Rightarrow C = 22{,}17\ \mu F$

Με αντικατάσταση στην (1) παίρνουμε : $L = 1 / 71824\ \pi^2\ 22{,}17\ 10^{-6} \Rightarrow L = 63{,}63\ mH$

β) Για τη συχνότητα f = 134 Hz (συντονισμός) ισχύει :

$Z=R=40\Omega,\ \ I_R=3A\ ,\ \ I_L=I_C=V/X_L=120V/2\pi fL = V/Xc=120V/(1/2\pi fC)=120/53{,}56 = 2{,}24A$

Επειδή : $Xc = 1 / 2 \pi f C = X_L = 2 \pi f L = 2 \times 3{,}14 \times 134 \times 63{,}63 \times 10^{-3} = 53{,}56\ \Omega$

και ο συντελεστής ισχύος είναι $\cos\varphi = I_R / I_T = 3A / 3A \Rightarrow \cos\varphi = 1{,}00$ (συντονισμός)

Για τη συχνότητα f = 60 Hz ομοίως θα ισχύει :

$Z = V / I_T = 120\ V / 5\ A \Rightarrow Z = 24\ \Omega$ και $I_R = V / R = 120V / 40\ \Omega \Rightarrow I_R = 3\ A$

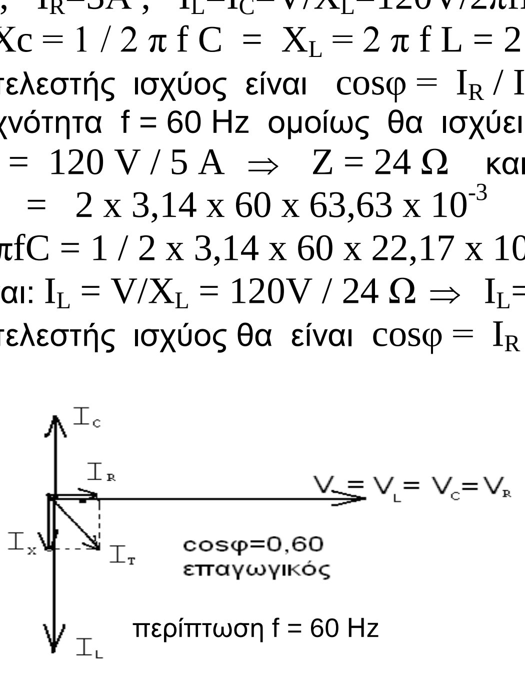
$X_L = 2\pi fL = 2 \times 3{,}14 \times 60 \times 63{,}63 \times 10^{-3} \Rightarrow X_L = 24\ \Omega$ ενώ

$Xc = 1 / 2\pi fC = 1 / 2 \times 3{,}14 \times 60 \times 22{,}17 \times 10^{-6} \Rightarrow Xc = 120\ \Omega$

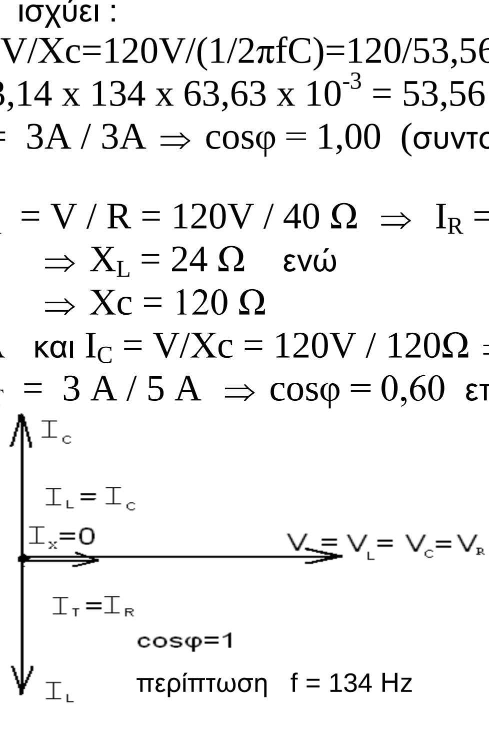
Έτσι θα είναι: $I_L = V/X_L = 120V / 24\ \Omega \Rightarrow I_L=5A$ και $I_C = V/Xc = 120V / 120\Omega \Rightarrow I_C=1A$

και ο συντελεστής ισχύος θα είναι $\cos\varphi = I_R / I_T = 3\ A / 5\ A \Rightarrow \cos\varphi = 0{,}60$ επαγωγικός

γ)

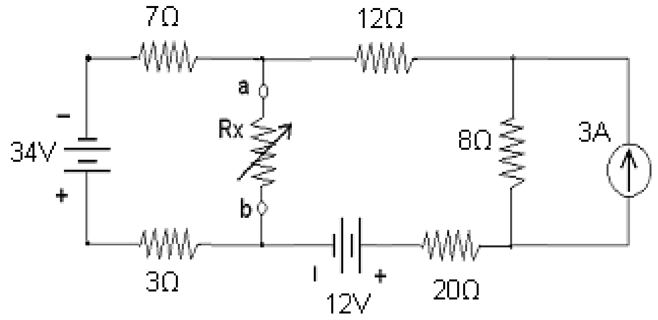


περίπτωση f = 60 Hz



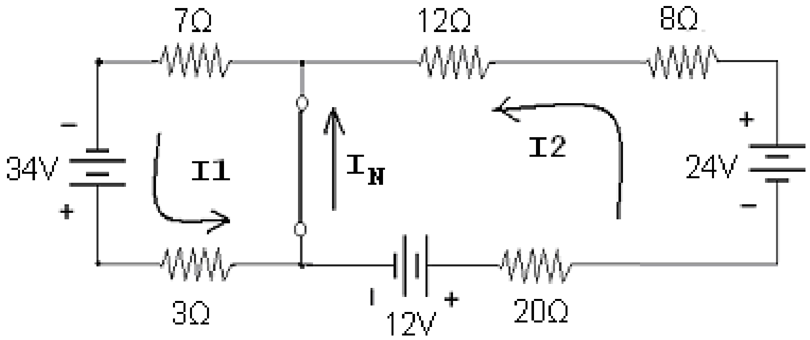
περίπτωση f = 134 Hz

ΘΕΜΑ 3$^{\text{ο}}$: (Μονάδες 2.50).
Για το κύκλωμα που δίνεται α) Να προσδιοριστεί το ισοδύναμο κύκλωμα κατά Norton 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

α) Η πηγή ρεύματος αντικαθίσταται με πηγή τάσης V = I x R = 3 A x 8 Ω = 24 V. Η αντίσταση Rx απομακρύνεται και τα σημεία a και b βραχυκυκλώνονται. Έτσι προκύπτει το ακόλουθο κύκλωμα.

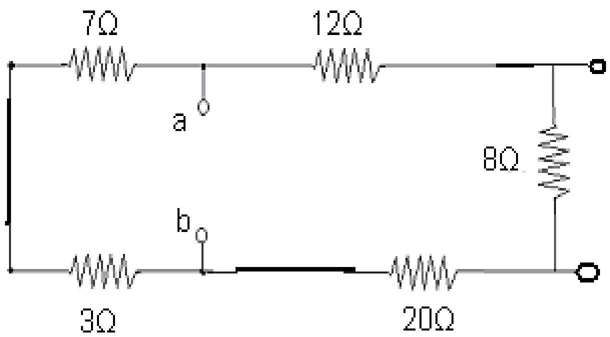


όπου , $I_1 = 34 \ / \ (7 + 3) = 34 / 10 = 3{,}40$ A
$I_2 = (24 + 12) \ / \ (12 + 8 + 20) = 36 / 40 = 0{,}90$ A

και $I_N = I_1 - I_2 = 3{,}40 \text{ A} - 0{,}90 \text{ A} = 2{,}50$ A

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

$R_N = (12 + 8 + 20) // (7 + 3) =$
$= 40 // 10 = (40 \times 10) / (40 + 10) =$
$= 400 / 50 = 8\ \Omega \Rightarrow R_N = 8\ \Omega$

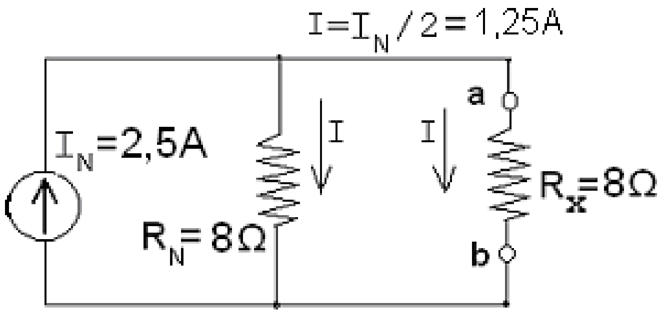


β) Για το ισοδύναμο κύκλωμα κατά Norton ανάμεσα στα σημεία a και b που δίνεται δίπλα ισχύει : $I = I_N \times R_N / (R_N + Rx) = I_N / 2 = 2{,}50 \text{ A} / 2 \Rightarrow I = 1{,}25$ A.

Για να καταναλώνει την μέγιστη ισχύ η αντίσταση Rx πρέπει να είναι
$Rx = R_N = 8\ \Omega$
και έτσι : $I = 2{,}5 \text{ A} / 2 = 1{,}25$ A

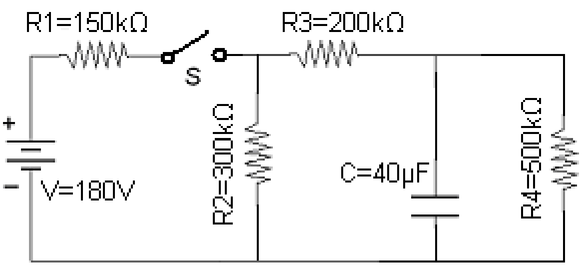
ενώ η μέγιστη ισχύς επάνω στην αντίσταση Rx θα είναι :

$P = I^2 \times Rx = 1{,}25^2 \times 8 = 12{,}5$ W



ΘΕΜΑ 4^{o} : (Μονάδες 2.50).

Στο κύκλωμα που δίνεται αρχικά ο πυκνωτής είναι αφόρτιστος. Τη χρονική στιγμή t=0 κλείνει ο διακόπτης S και μετά από την πλήρη φόρτιση του πυκνωτή ο διακόπτης ανοίγει και πάλι.



Να προσδιοριστούν :

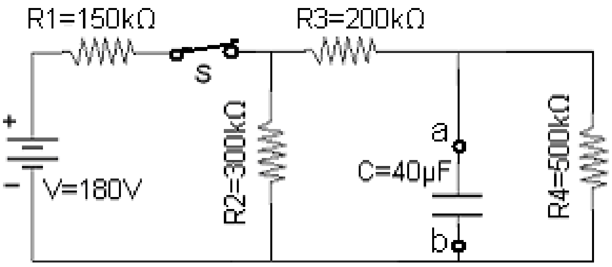
α) Η σταθερά χρόνου φόρτισης και η σταθερά χρόνου εκφόρτισης του πυκνωτή.

β) Η τάση συναρτήσει του χρόνου Uc(t) στα άκρα του πυκνωτή για την περίπτωση της φόρτισης και για την περίπτωση της εκφόρτισης.

γ) Ποιο είναι το μέγιστο φορτίο που μπορεί να παραλάβει στα άκρα του ο πυκνωτής ;

Λύση

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



Req = [R3 + (R1 // R2)] // R4 =
= [(150 // 300) + 200] // 500 kΩ =
= [(150 x 300) / (150 + 300) + 200] // 500
= [100 + 200] // 500 = 300 // 500 =
= (300 x 500) / (300 + 500) = 150000 / 800
$\Rightarrow$ Req = 187,50 kΩ

και η σταθερά χρόνου φόρτισης τ = Req x C = 187,50 x 10^3 Ω x 40 10^{-6} F $\Rightarrow$ τ = 7,50 sec

Όταν ανοίξει ο διακόπτης S ο πλήρως φορτισμένος πυκνωτής εκφορτίζεται μέσω της ισοδύναμης αντίστασης R’eq = (R3 + R2) // R4.
Επομένως R’eq = (200 + 300) // 500 = 500 // 500 $\Rightarrow$ R’eq = 250 kΩ
και η σταθερά χρόνου εκφόρτισης τ’ = R’eq x C = 250 x 10^3 Ω x 40 10^{-6} F $\Rightarrow$ τ = 10 sec

β) Για t = 0 ο πυκνωτής είναι αφόρτιστος , δηλαδή Uc (0) = 0 V
Για t = ∞ ο πλήρως φορτισμένος πυκνωτής είναι ανοιχτό κύκλωμα .
Έτσι η ισοδύναμη αντίσταση που «βλέπει» η πηγή είναι
Rπ = R1 + [R2 // (R3 + R4)] = 150 + [300 // (200 +500)] = 150 + [300 // 700]
= 150 + (300 x 700) / (300 + 700) = 150 + 210 $\Rightarrow$ Rπ = 360 kΩ
και το ρεύμα της πηγής θα είναι Iπ = V / Rπ = 180 V / 360 kΩ = 0,50 mA
Το ρεύμα αυτό διακλαδίζεται στην αντίσταση R2 = 300 kΩ και στο άθροισμα των αντιστάσεων (R3 + R4) = 200 + 500 = 700 kΩ .
Έτσι σύμφωνα με τον τύπο του διαιρέτη ρεύματος το ρεύμα επάνω στην αντίσταση R4 θα είναι : I = 300 Iπ / (300 + 700) = 300 x 0,50 / 1000 = 0,15 mA

Η τάση φόρτισης στα άκρα του πυκνωτή θα είναι ίση με την πτώση τάσης στα άκρα της αντίστασης R4.
Επομένως Uc (∞) = VR4 = I x R4 = 0,15 mA x 500 kΩ = 75 V

και έτσι η εξίσωση της τάσης συναρτήσει του χρόνου Uc (t) στα άκρα του πυκνωτή για την περίπτωση της φόρτισης είναι :

$$Uc(t) = Uc(\infty)(1 - e^{-t/\tau}) = 75 \times (1 - e^{-t/7{,}5})\ V .$$

ενώ για την περίπτωση της εκφόρτισης θα είναι :

$$Uc(t) = Uc(\infty)\ e^{-t/\tau'} = 75 \times e^{-t/10}\ V$$

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