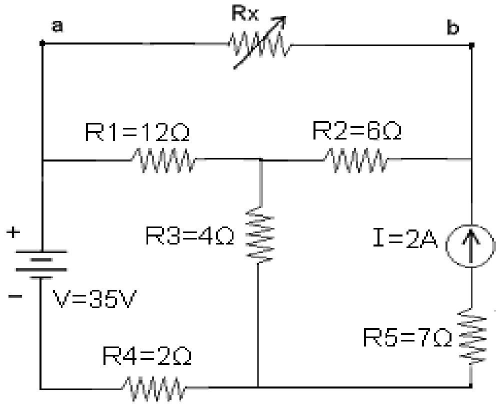
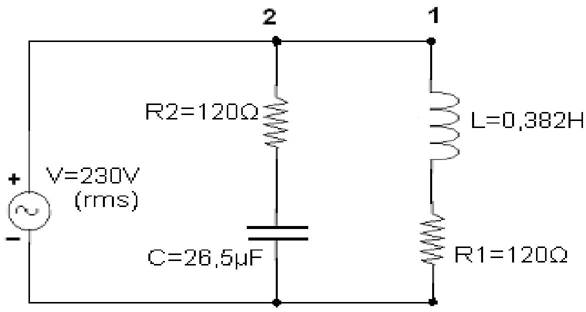
ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΞΑΝΘΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

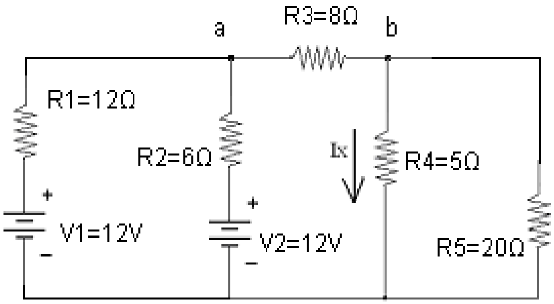
ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ: **ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2007**
ΜΑΘΗΜΑ: **ΓΕΝΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ**
4^{O} ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΔΙΔΑΣΚΩΝ : ΚΑΡΑΚΑΤΣΑΝΗΣ Σ. ΘΕΟΚΛΗΤΟΣ Επίκουρος Καθηγητής Δ.Π.Θ.
ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ : 2 ½ ΩΡΕΣ .
ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΠΟΧΩΡΗΣΗ ΤΑ ΠΡΩΤΑ 30 ΛΕΠΤΑ.
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ : ………………………………………………… Α.Μ. ……………..



<u>ΘΕΜΑ 1^{O} :</u> (Μονάδες 2.50).
Για το κύκλωμα που δίνεται α) Να προσδιοριστεί το ισοδύναμο κύκλωμα 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.

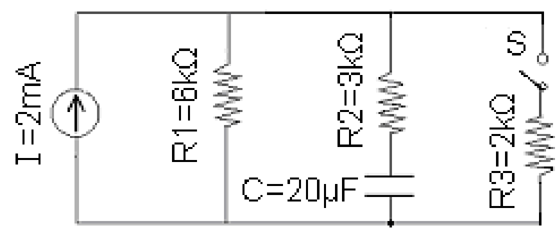


<u>ΘΕΜΑ 2^{O} :</u> (Μονάδες 2.50).
Το παράλληλο κύκλωμα που δίνεται στο σχήμα αποτελείται από δύο παράλληλους κλάδους και τροφοδοτείται από ημιτονοειδή εναλλασσόμενη πηγή τάσης 230 V (rms) , συχνότητας 50 Hz .
α) Για τον κάθε κλάδο ξεχωριστά να υπολογιστεί το ρεύμα κλάδου, ο συντελεστής ισχύος, η εμπέδηση του κλάδου και η ενεργός, άεργος και φαινόμενη ισχύς του φορτίου του κάθε κλάδου.
β) Να υπολογιστεί το συνολικό ρεύμα της πηγής, η συνολική εμπέδηση του κυκλώματος , ο συντελεστής ισχύος της πηγής και η συχνότητα συντονισμού του κυκλώματος.
γ) Να σχεδιαστεί το διανυσματικό διάγραμμα τάσεων και ρευμάτων του κυκλώματος.



<u>ΘΕΜΑ 3^{O} :</u> (Μονάδες 2.50).
Στο κύκλωμα που δίνεται με εφαρμογή του θεωρήματος της υπέρθεσης να υπολογιστεί: α) το ρεύμα Ix επάνω στην αντίσταση R4 = 5Ω και β) η πτώση τάσεως Vab επάνω στην αντίσταση R3 = 8Ω. γ) Ποια πρέπει να είναι η τιμή της αντίστασης R4 στο κύκλωμα έτσι ώστε να καταναλώνει την μέγιστη ισχύ της ;

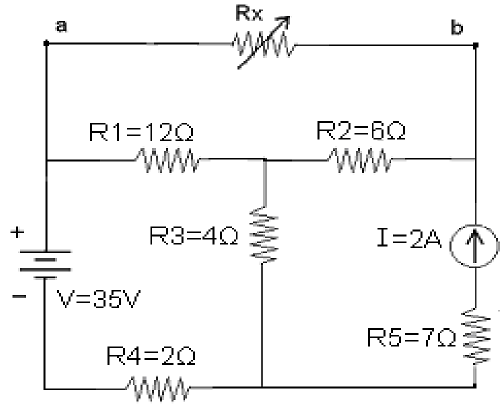
<u>ΘΕΜΑ 4^{O} :</u> (Μονάδες 2.50).
Στο κύκλωμα που δίνεται, ο διακόπτης S ήταν για αρκετή ώρα ανοικτός και τη χρονική στιγμή t = 0 κλείνει. Να υπολογιστεί αναλυτικά και να παρασταθεί γραφικά α) η τάση συναρτήσει του χρόνου Uc (t) στα άκρα του πυκνωτή και β) το ρεύμα Ic (t) του πυκνωτή. γ) Ποιο είναι το φορτίο του πυκνωτή τη χρονική στιγμή t = 0 που κλείνει ο διακόπτης ;



ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΞΑΝΘΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

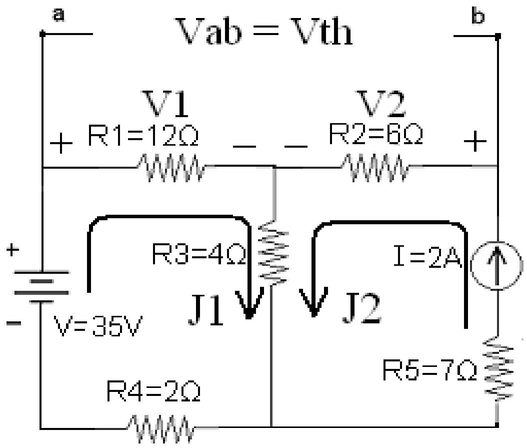
ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ: **ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2007**
ΜΑΘΗΜΑ: **ΓΕΝΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ** 4^{O} ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΔΙΔΑΣΚΩΝ : ΚΑΡΑΚΑΤΣΑΝΗΣ Σ. ΘΕΟΚΛΗΤΟΣ Επίκουρος Καθηγητής Δ.Π.Θ.

ΘΕΜΑ 1^{O} : (Μονάδες 2.50).
Για το κύκλωμα που δίνεται α) Να προσδιοριστεί το ισοδύναμο κύκλωμα 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

Για τον υπολογισμό της Vth , απομακρύνεται η αντίσταση Rx , και έτσι στο ακόλουθο κύκλωμα που προκύπτει ισχύει : Vth = Vab = V1 – V2



Στο κύκλωμα αυτό με εφαρμογή της μεθόδου των βρόχων λαμβάνονται οι ακόλουθες εξισώσεις:

J2 = 2A (2)

– V + R1 x J1 + R3 x (J1 + J2) + R4 x J1 = 0 (1)

Με αντικατάσταση από την εξίσωση (1) του πρώτου βρόχου προκύπτει :

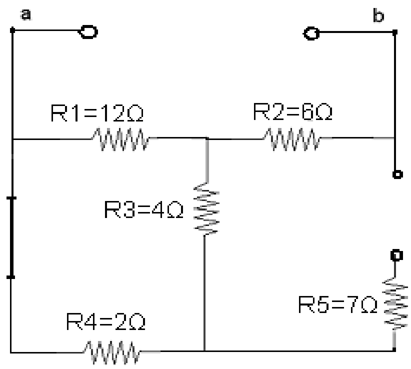
– 35 + 12 x J1 + 4 x (J1 + 2) + 2 x J1 = 0

(12 + 4 + 2) x J1 = 35 – 8

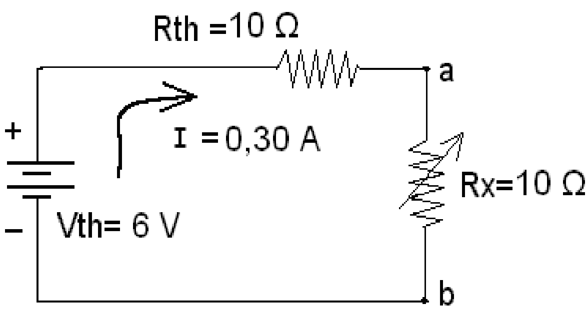
⇒ 18 x J1 = 27 ⇒ J1 = 1,50 A

Επομένως V1 = J1 x R1 = 1,50 x 12 = 18 V
και V2 = J2 x R2 = 2,00 x 6 = 12 V
Vth = V1 – V2 = 18 V – 12 V ⇒ Vth = 6V

Για τον υπολογισμό της Rth 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.



Rth = R2 + [(R1 // (R4 + R3)] =
= 6 + [(12 // (4 + 2)] = 6 + (12 // 6) =
= 6 + (12 x 6) / (12 + 6) = 6 + 4 ⇒ Rth = 10 Ω



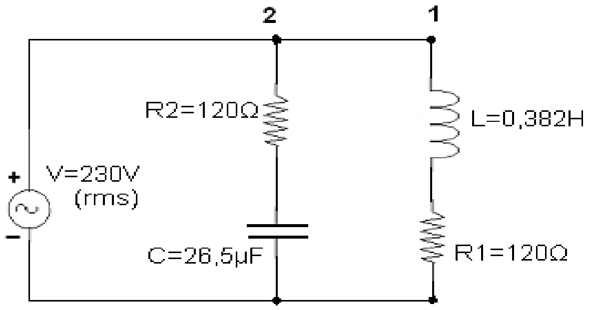
β) Έτσι το ισοδύναμο κύκλωμα κατά Thevenin δίνεται στο διπλανό σχήμα και ισχύει :

I = Vth / (Rth + Rx)

Για να καταναλώνει την μέγιστη ισχύ η αντίσταση R_X θα πρέπει να είναι R_X = Rth = 10Ω
Έτσι I = 6 V / (10 + 10) Ω = 0,30 A
και η ισχύς αυτή θα είναι :

$P = I^2 \times R_X = 0{,}30^2 \times 10 = 0{,}90$ W

ΘΕΜΑ 2^{Ο} : (Μονάδες 2.50).



Το παράλληλο κύκλωμα που δίνεται στο σχήμα αποτελείται από δύο παράλληλους κλάδους και τροφοδοτείται από ημιτονοειδή εναλλασσόμενη πηγή τάσης 230 V (rms) , συχνότητας 50 Hz .

α) Για τον κάθε κλάδο ξεχωριστά να υπολογιστεί το ρεύμα κλάδου, ο συντελεστής ισχύος, η εμπέδηση του κλάδου και η ενεργός, άεργος και φαινόμενη ισχύς του φορτίου του κάθε κλάδου.

β) Να υπολογιστεί το συνολικό ρεύμα της πηγής, η συνολική εμπέδηση του κυκλώματος , ο συντελεστής ισχύος της πηγής και η συχνότητα συντονισμού του κυκλώματος.

γ) Να σχεδιαστεί το διανυσματικό διάγραμμα τάσεων και ρευμάτων του κυκλώματος.

Λύση

α) Για τον επαγωγικό κλάδο (1) ισχύει :

$X_L = 2\,\pi\, f\, L = 2 \times 3{,}14 \times 50 \times 0{,}382 = 120\ \Omega$

$Z_L = \sqrt{X_L^2 + R_1^2} = \sqrt{120^2 + 120^2} = 169{,}70\ \Omega$

$I_1 = V / Z_L = 230\text{ V} / 169{,}70\ \Omega = 1{,}3553\text{ A}$

$\cos\varphi = R / Z_L = 120 / 169{,}70 = 0{,}7071$ επαγωγικός $\Rightarrow$ $\varphi = -45^{o}$

Η φαινόμενη , η ενεργός και η άεργος ισχύς του φορτίου στον επαγωγικό κλάδο θα είναι αντίστοιχα :

$S1 = V \times I_L = 230\text{ V} \times 1{,}3553\text{ A} \quad\Rightarrow\quad S1 = 311{,}72\text{ VA}$

$P1 = I^2_L \times R = (1{,}3553)^2 \times 120 \quad\Rightarrow\quad P1 = 220{,}00\text{ W}$

$Q1 = I^2_L \times X_L = (1{,}3553)^2 \times 120 \quad\Rightarrow\quad Q1 = 220{,}00\text{ VAR}$

ισχύει $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$, $P = \sqrt{S^2 - Q^2}$, $Q = \sqrt{S^2 - P^2}$

Ομοίως για τον χωρητικό κλάδο (2) ισχύει :

$X_C = 1 / 2\,\pi\, f\, C = 1 / (2 \times 3{,}14 \times 50 \times 26{,}50 \times 10^{-6}) = 120\ \Omega$

$Z_C = \sqrt{X_C^2 + R_2^2} = \sqrt{120^2 + 120^2} = 169{,}70\ \Omega$

$I_2 = V / Z_C = 230\text{ V} / 169{,}70\ \Omega = 1{,}3553\text{ A}$

$\cos\varphi = R / Z_C = 120 / 169{,}70 = 0{,}7071$ χωρητικός $\Rightarrow$ $\varphi = +45^{o}$

$S2 = V \times I_C = 230\text{ V} \times 1{,}3553\text{ A} \quad\Rightarrow\quad S2 = 311{,}72\text{ VA}$

$P2 = I^2_C \times R = (1{,}3553)^2 \times 120 \quad\Rightarrow\quad P2 = 220{,}00\text{ W}$

$Q2 = I^2_C \times X_C = (1{,}3553)^2 \times 120 \quad\Rightarrow\quad Q2 = 220{,}00\text{ VAR}$

β) Το συνολικό ρεύμα της πηγής είναι :

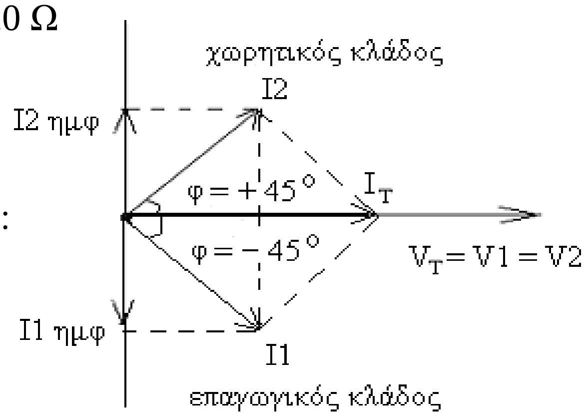
$I_T = \sqrt{I_1^2 + I_2^2} = \sqrt{(1{,}3553)^2 + (1{,}3553)^2} \Rightarrow I_T = 1{,}92\text{ A}$

$Z_{ολ} = V / I_T = 230\text{ V} / 1{,}92\text{ A} \Rightarrow Z_{ολ} = 120\ \Omega$

και $\cos\varphi = 1$ περίπτωση συντονισμού

επομένως η συχνότητα συντονισμού του κυκλώματος θα είναι fr = 50 Hz

γ) Το αντίστοιχο διανυσματικό διάγραμμα είναι :



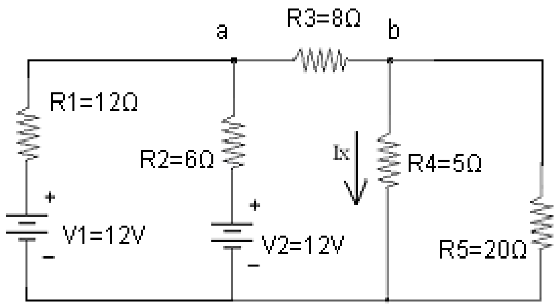
ισχύει : I2 ημφ = – I1 ημφ και

I2 συνφ = I1 συνφ

Επομένως I_T και V_T είναι συμφασικά

ΘΕΜΑ 3^{o} : (Μονάδες 2.50).

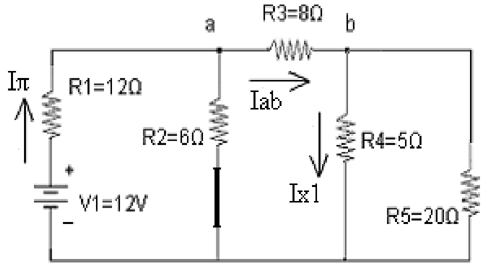
Στο κύκλωμα που δίνεται με εφαρμογή του θεωρήματος της υπέρθεσης να υπολογιστεί: α) το ρεύμα Ix επάνω στην αντίσταση R4 = 5Ω και β) η πτώση τάσεως Vab επάνω στην αντίσταση R3 = 8Ω. γ) Ποια πρέπει να είναι η τιμή της αντίστασης R4 στο κύκλωμα έτσι ώστε να καταναλώνει την μέγιστη ισχύ της ;



Λύση

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

1) Μόνο με την πηγή τάσης V1 (βραχυκυκλώνεται η πηγή τάσης V2)



Η ισοδύναμη αντίσταση που βλέπει η πηγή είναι:

Req = R1 + [(R4 // R5) +R3] // R2 =

= 12 + [8 + (5 x 20) / (5 + 20)] // 6 =

= 12 + [8 + 4] // 6 = 12 + 12 // 6 =

= 12 + (12 x 6) / (12 + 6) = 12 + 4 ⇒ Req = 16 Ω

και το ρεύμα Iπ της πηγής είναι :

Iπ = V1 / Req = 12 / 16 ⇒ Iπ = 0,75 A

Το ρεύμα Iπ διακλαδίζεται στον κόμβο a επάνω στην αντίσταση R2 και στην R΄eq όπου , R΄eq = (R4 // R5) + R3 = 8 + (5 x 20) / (5 + 20) = 8 + 4 ⇒ R΄eq = 12 Ω

Σύμφωνα με τον τύπο του διαιρέτη ρεύματος θα ισχύει:

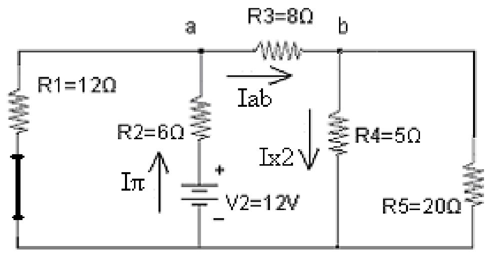
Iab = R2 x Iπ / (R2 + R΄eq) = 6 x 0,75 / (6 + 12) ⇒ Iab = 0,25 A και

Vab1 = Iab x R3 = 0,25 A x 8 Ω ⇒ Vab1 = 2 V

Το ρεύμα Iab διακλαδίζεται στον κόμβο b στην αντίσταση R4 και στην R5 , έτσι

Ix1 = R5 x Iab / (R5 + R4) = 20 x 0,25 / (20 + 5) ⇒ Ix1 = 0,20 A

2) Μόνο με την πηγή τάσης V2 (βραχυκυκλώνεται η πηγή τάσης V1)



Ομοίως η αντίσταση που βλέπει η πηγή είναι:

Req = R2 + [(R4 // R5) +R3] // R1 =

= 6 + [8 + (5 x 20) / (5 + 20)] // 12 =

= 6 + 12 // 12 = 6 + 6 ⇒ Req = 12 Ω

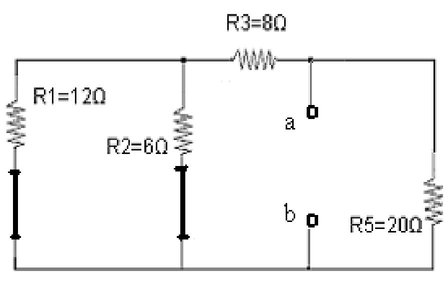
Iπ = V2 / Req = 12 / 12 ⇒ Iπ = 1,00 A

Το ρεύμα Iπ διακλαδίζεται στον κόμβο a επάνω στην αντίσταση R1 και στην R΄eq = 12 Ω

Iab = R1 x Iπ / (R1 + R΄eq) = 12 x 1,00 / (12 + 12) ⇒ Iab = 0,50 A

Vab2 = Iab x R3 = 0,50 A x 8 Ω ⇒ Vab2 = 4 V

Ix2 = R5 x Iab/(R5+R4) = 20 x 0,50/(20+5) ⇒ Ix2 = 0,40 A



Συνολικά από (1) και (2) προκύπτει:

α) Ix = Ix1 + Ix2 = 0,20 A + 0,40 A ⇒ Ix = 0,60 A

β) Vab = Vab1 + Vab2 = 2 V + 4 V ⇒ Vab = 6 V

γ) Για να καταναλώνει η αντίσταση R4 την μέγιστη ισχύ της στο κύκλωμα θα πρέπει R4 = Rth = Rn .

Η αντίσταση R4 απομακρύνεται και οι πηγές τάσης βραχυκυκλώνονται.

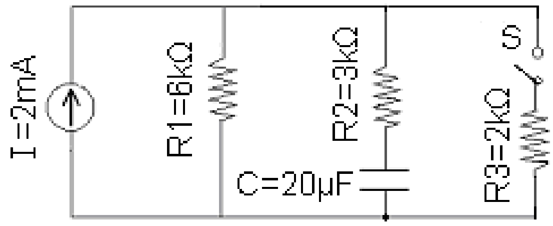
Έτσι προκύπτει ο ακόλουθος συνδυασμός αντιστάσεων ανάμεσα στα σημεία a και b.

$R_{ab} = R_{th}$ = (R3 + R1 // R2) // R5 = (8 + 12 // 6) // 20 = (8+4) // 20 = 12 // 20 = 7,5 Ω

⇒ R4 = 7,50 Ω

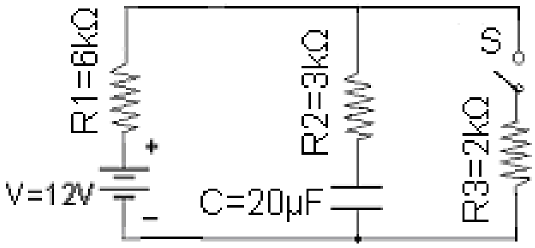
ΘΕΜΑ 4^{ο} : (Μονάδες 2.50).

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



Λύση

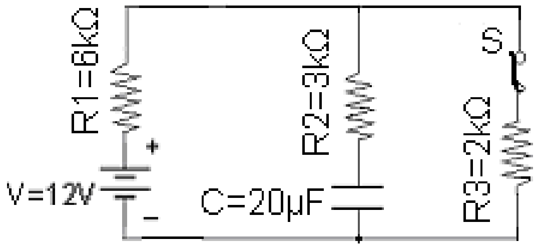
α) Η πηγή ρεύματος μετατρέπεται σε πηγή τάσης V = I x R1 = 2 mA x 6 kΩ = 12 V και προκύπτει το διπλανό κύκλωμα.



Όση ώρα ο διακόπτης είναι ανοικτός ο πλήρως φορτισμένος πυκνωτής δεν διαρρέεται από ρεύμα και συμπεριφέρεται ως ανοιχτό κύκλωμα.

Έτσι η τιμή της τάσης στην οποία φορτίζεται ο πυκνωτής θα είναι η τιμή της πηγής 12 V .
Άρα Uc (t = 0) = 12 V.

Όταν κλείσει ο διακόπτης S ο πλήρως φορτισμένος στα 12 V πυκνωτής εκφορτίζεται 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. Η αντίσταση Req θα είναι:



Req = R2 + (R1 // R3) = 3 + (6 x 2) / (6 + 2) =
= 3 + 1,50 $\Rightarrow$ Req = 4,50 kΩ

και η σταθερά χρόνου εκφόρτισης τ = Req x C = 4,5 10^3 Ω x 20 10^{-6} F $\Rightarrow$ τ = 0,09 sec

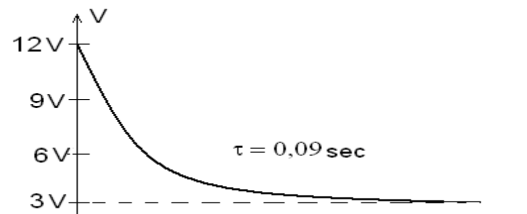
Για t = ∞ ο πυκνωτής βρίσκεται και πάλι σε μόνιμη κατάσταση φόρτισης τάσης και έτσι συμπεριφέρεται και πάλι ως ανοιχτό κύκλωμα. Η ισοδύναμη αντίσταση που «βλέπει» η πηγή για t = ∞ είναι : Req = R1 + R3 = 6 + 2 = 8 kΩ
και το ρεύμα της πηγής Ιπ = V / Req = 12 V / 8 kΩ = 1,5 mA

Επομένως Uc (∞) = VR3 = Ιπ x R3 = 1,5 mA x 2 kΩ = 3 V
ή αντίστοιχα Uc (∞) = V – VR1 = V – Ιπ x R1 = 12 V – 1,5 mA x 6 kΩ = 3 V

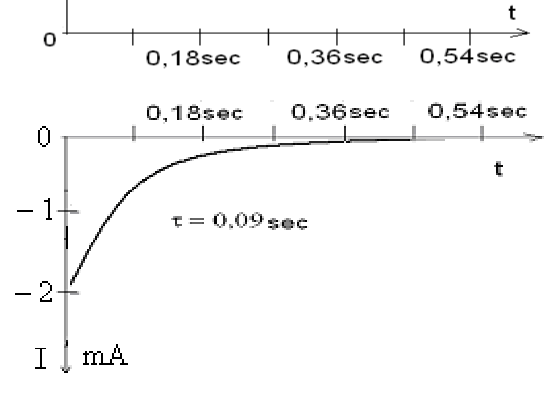
Έτσι λαμβάνοντας υπόψη τις αρχικές συνθήκες η αναλυτική εξίσωση της τάσης στα άκρα του πυκνωτή θα είναι :

Uc (t) = Uc (∞) + [Uc (0) – Uc (∞)] x $e^{-t/\tau}$
$\Rightarrow$ Uc (t) = 3 V + 9 x $e^{-t/0,09}$ V

και η γραφική της παράσταση δίνεται στο σχήμα.



β) Αντίστοιχα το ρεύμα στον πυκνωτή θα είναι :
Ic (t) = – [ΔU (t)] / Req x $e^{-t/\tau}$ =
= – [Uc (t) – Uc (∞)] / Req x $e^{-t/\tau}$ =
$\Rightarrow$ Ic (t) = – 9 / 4,5 x $e^{-t/0,09}$ mA = – 2 x $e^{-t/0,09}$ mA



γ) Όταν κλείνει ο διακόπτης ισχύει Uc (t=0) = 12 V και το φορτίο στα άκρα του πυκνωτή θα είναι :

q = C x Uc (t=0) = 20 10^{-6} F x 12 V $\Rightarrow$ q = 0,24 mCb