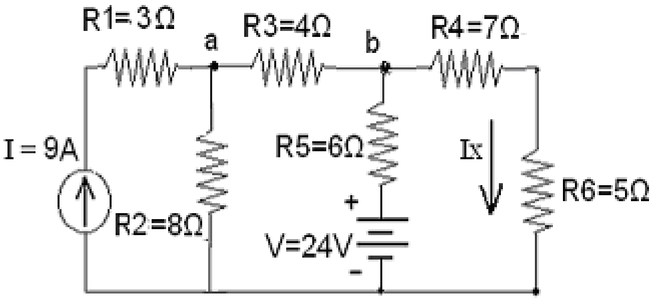
ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΞΑΝΘΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

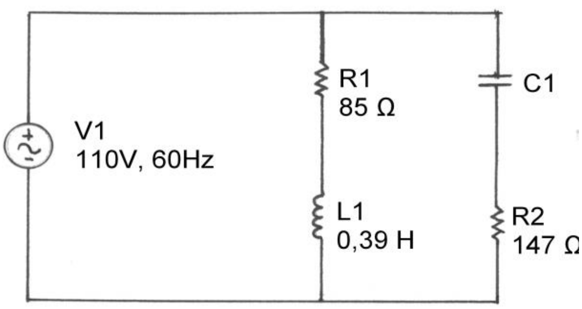
ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ: **ΙΟΥΝΙΟΣ 2009**
ΜΑΘΗΜΑ: **ΓΕΝΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ** 4^{O} ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΔΙΔΑΣΚΩΝ : ΚΑΡΑΚΑΤΣΑΝΗΣ Σ. ΘΕΟΚΛΗΤΟΣ Επίκουρος Καθηγητής Δ.Π.Θ.

ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ : 2 ½ ΩΡΕΣ .
ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΠΟΧΩΡΗΣΗ ΤΑ ΠΡΩΤΑ 30 ΛΕΠΤΑ.
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ : ……………………………………………… Α.Μ. ……………..

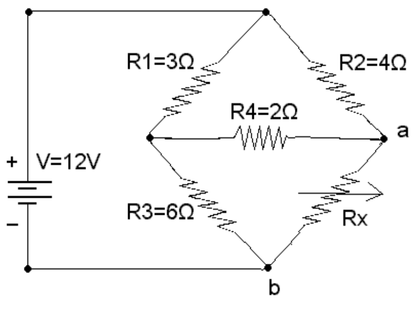
ΘΕΜΑ 1^{O} : (Μονάδες 2.50).
Στο κύκλωμα που δίνεται με εφαρμογή του Θεωρήματος της υπέρθεσης να υπολογιστεί : α) το ρεύμα Ιx επάνω στην αντίσταση R6 = 5Ω β) η πτώση τάσεως Vab επάνω στην αντίσταση R3 = 4Ω και γ) ποια πρέπει να είναι η τιμή της πηγής ρεύματος έτσι ώστε να μηδενιστεί η πτώση τάσεως επάνω στην αντίσταση R5 = 6Ω ;



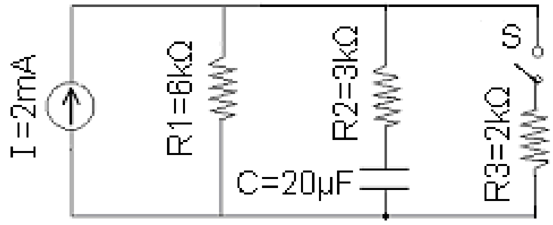
ΘΕΜΑ 2^{O} : (Μονάδες 2.50).
Παράλληλο κύκλωμα που τροφοδοτείται από πηγή 110 V , 60 Hz αποτελείται από δύο κλάδους. Ο κλάδος 1 έχει ωμική αντίσταση R1=85Ω και πηνίο με επαγωγή L1=0,39H ενώ ο κλάδος 2 έχει ωμική αντίσταση R2=147Ω και πυκνωτή C1.
α) Ποια η χωρητικότητα του πυκνωτή έτσι ώστε η τιμή του ρεύματος και στους δύο κλάδους να είναι η ίδια;
β) Να προσδιοριστεί το ρεύμα της πηγής και ο συντελεστής ισχύος της πηγής.



ΘΕΜΑ 3^{O} : (Μονάδες 2.50).
Για το κύκλωμα γέφυρας 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^{O} : (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 ;

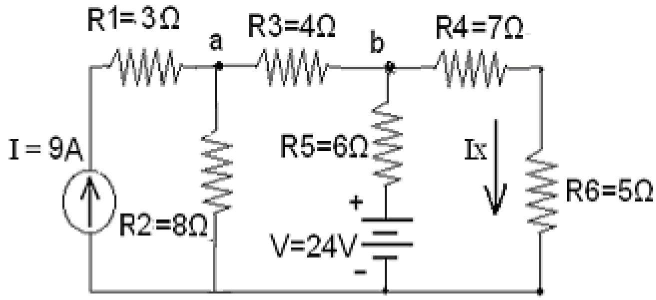


ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΞΑΝΘΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ: **ΙΟΥΝΙΟΣ 2009**
ΜΑΘΗΜΑ: **ΓΕΝΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ** 4^{O} ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΔΙΔΑΣΚΩΝ : ΚΑΡΑΚΑΤΣΑΝΗΣ Σ. ΘΕΟΚΛΗΤΟΣ Επίκουρος Καθηγητής Δ.Π.Θ.

ΘΕΜΑ 1^{O} : (Μονάδες 2.50).

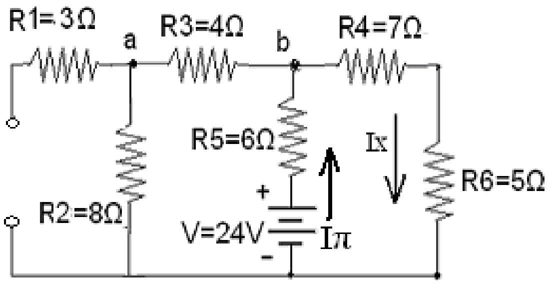
Στο κύκλωμα που δίνεται με εφαρμογή του Θεωρήματος της υπέρθεσης να υπολογιστεί : α) το ρεύμα I_x επάνω στην αντίσταση R6 = 5Ω β) η πτώση τάσεως Vab επάνω στην αντίσταση R3 = 4Ω και γ) ποια πρέπει να είναι η τιμή της πηγής ρεύματος έτσι ώστε να μηδενιστεί η πτώση τάσεως επάνω στην αντίσταση R5 = 6Ω ;



Λύση

Εφαρμόζεται το Θεώρημα της υπέρθεσης

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



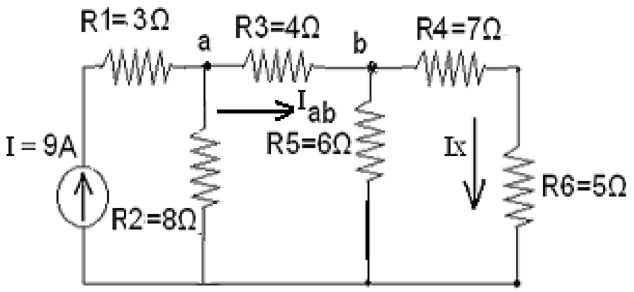
Η ισοδύναμη αντίσταση που βλέπει η πηγή είναι :
Req = R5 + [(R3 + R2) // (R4 + R6)] =
= 6 + [(4 + 8) // (7 + 5)] = 6 + [12 // 12] = 6 + 6
$\Rightarrow$ Req = 12 Ω

και το ρεύμα I_π της πηγής είναι :
I_π = V / Req = 24 V / 12 Ω $\Rightarrow$ I_π = 2 A
Το ρεύμα της πηγής διακλαδίζεται στον κόμβο b επάνω στις αντιστάσεις R3+R2 = 4 + 8 = 12 Ω και επάνω στις αντιστάσεις R4+R6 = 7 + 5 = 12 Ω

Η αντίσταση R1 δεν διαρρέεται από ρεύμα και έτσι $I_{x1} = I_\pi / 2$ = 1 A
ενώ Vab1 = (I_π / 2) x R3 = 1 A x 4 Ω $\Rightarrow$ Vab1 = – 4 V

Το αρνητικό πρόσημο ισχύει επειδή η πολικότητα της τάσεως Vab1 είναι από το σημείο b προς το σημείο a.

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



Το ρεύμα των 9 A διακλαδίζεται στον κόμβο a επάνω στην αντίσταση R2 = 8Ω και στον κλάδο με ισοδύναμη αντίσταση R’eq όπου
R’eq = R3 + [R5 // (R4 + R6)] = 4 + [6 // (7 + 5)] =
= 4 + [6 // 12] = 4 + (6 x 12) / (6 + 12) = 4 + 4
$\Rightarrow$ R’eq = 8 Ω
Έτσι I_{ab} = I / 2 = 4,5 A
Το ρεύμα I_{ab} διακλαδίζεται στον κόμβο b επάνω στις αντιστάσεις R5 = 6Ω και στις αντιστάσεις (R4+R6) = (7+5) = 12 Ω.

Σύμφωνα με τον τύπο του διαιρέτη ρεύματος I_{x2} = R5 x I_{ab} / (R5+R4+R6) = 6 x 4,5 / (6 + 12)
$\Rightarrow$ I_{x2} = 1,5 A
ενώ Vab2 = I_{ab} x R3 = 4,5 A x 4 Ω $\Rightarrow$ Vab2 = 18 V

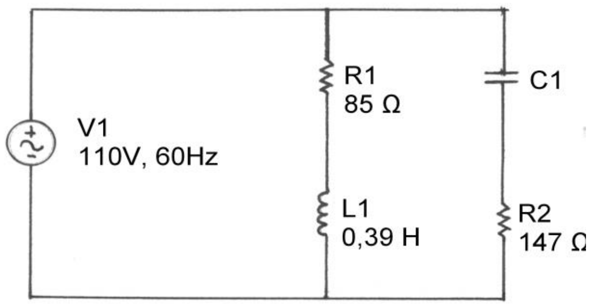
Έτσι α) I_x = I_{x1} + I_{x2} = 1 A + 1,5 A $\Rightarrow$ I_x = 2,5 A
β) Vab = Vab1 + Vab2 = – 4 V + 18 V $\Rightarrow$ Vab = 14 V
γ) Για να είναι η πτώση τάσεως επάνω στην αντίσταση R5 = 6Ω μηδενική θα πρέπει το συνολικό ρεύμα να είναι μηδέν. Επομένως θα πρέπει το ρεύμα που διαρρέει την R5 μόνο με την πηγή ρεύματος να είναι ίσο με το ρεύμα που διαρρέει την ίδια αντίσταση μόνο με την πηγή τάσης.
Έτσι θα ισχύει (R4+R6) x I_{ab} / (R5+R4+R6) = I_π $\Rightarrow$ 12 x I_{ab} / 18 = 2
και επειδή I_{ab} = I / 2 $\Rightarrow$ 12 x I / (2 x 18) = 2 $\Rightarrow$ I = 6 A

ΘΕΜΑ 2^{o} : (Μονάδες 2.50).

Παράλληλο κύκλωμα που τροφοδοτείται από πηγή 110 V , 60 Hz αποτελείται από δύο κλάδους. Ο κλάδος 1 έχει ωμική αντίσταση R1=85Ω και πηνίο με επαγωγή L1=0,39H ενώ ο κλάδος 2 έχει ωμική αντίσταση R2=147Ω και πυκνωτή C1.

α) Ποια η χωρητικότητα του πυκνωτή έτσι ώστε η τιμή του ρεύματος και στους δύο κλάδους να είναι η ίδια;

β) Να προσδιοριστεί το ρεύμα της πηγής και ο συντελεστής ισχύος της πηγής.



Λύση

α) Για τον επαγωγικό κλάδο 1 , ισχύει :

$X_L = 2\,\pi\, f\, L = 2 \times 3{,}14 \times 60 \times 0{,}39 = 147\ \Omega$

$Z_L = \sqrt{R_1^{\,2} + X_L^{\,2}} = \sqrt{85^{\,2} + 147^{\,2}} = 169{,}80\ \Omega$

Η τιμή του ρεύματος στον κλάδο αυτό είναι

$I_L = V / Z_L = 110\ V \ /\ 169{,}80\ \Omega = 0{,}6478\ A$

η γωνία : $\tan \varphi_L = X_L / R_1 = 147 / 85 \Rightarrow \varphi_L = \tan^{-1}(147/85) = 60^{o}$

και ο συντελεστής ισχύος $\cos \varphi_L = \cos 60^{o} = 0{,}50$ επαγωγικός

Για τον χωρητικό κλάδο 2 , ισχύει :

Η τιμή του ρεύματος ζητείται να είναι η ίδια , επομένως:

$I_C = V / Z_C = 0{,}6478\ A \Rightarrow Z_C = 110\ V / 0{,}6478\ A = 169{,}80\ \Omega$

$Z_C = \sqrt{R_2^{\,2} + X_C^{\,2}} \Rightarrow Z_C^{\,2} = R_2^{\,2} + X_C^{\,2} \Rightarrow X_C = \sqrt{Z_C^{\,2} - R_2^{\,2}}$

$\Rightarrow X_C = \sqrt{169{,}80^{\,2} - 147^{\,2}} \Rightarrow X_C = 85\ \Omega$

$X_C = 1 / 2\,\pi\, f\, C \Rightarrow C = 1 / 2\,\pi\, f\, X_C = 1 / (2 \times 3{,}14 \times 60 \times 85) \Rightarrow C = 31{,}21\ \mu F$

Όμως παρόλο που η τιμή του ρεύματος είναι η ίδια η γωνία είναι :

$\tan \varphi_C = X_C / R_2 = 85 / 147 \Rightarrow \varphi_C = \tan^{-1}(85/147) = 30^{o}$

και ο συντελεστής ισχύος $\cos \varphi_C = \cos 30^{o} = 0{,}866$ χωρητικός

β) Επομένως σύμφωνα με τα πιο πάνω τα δύο ρεύματα I_L και I_C σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία 90^{o}

$I_L = 0{,}6478 \angle -60^{o}$ και $I_C = 0{,}6478 \angle 30^{o}$

Αρα $I\pi = \sqrt{0{,}6478^{\,2} + 0{,}6478^{\,2}} = 0{,}92\ A$

με γωνία $\varphi_\pi = \varphi_C - 45^{o} = 30^{o} - 45^{o} = -15^{o}$

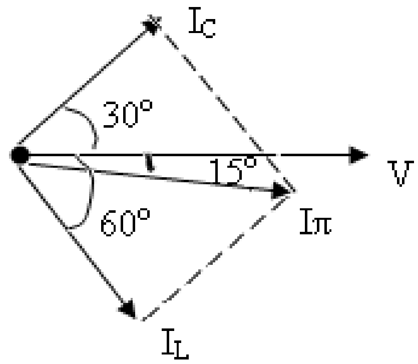
ή $\varphi_\pi = \varphi_L + 45^{o} = -60 + 45^{o} = -15^{o}$

και $I\pi = 0{,}92 \angle -15^{o}$

με συντελεστή ισχύος

$\cos \varphi_\pi = \cos(-15^{o}) = 0{,}966$

επαγωγικό

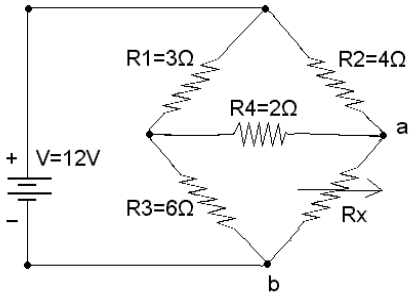


ΘΕΜΑ 3^{o} : (Μονάδες 2.50).

Για το κύκλωμα που δίνεται

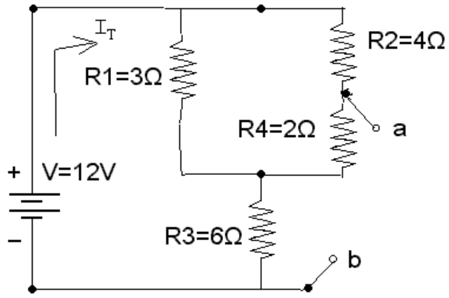
α) Να προσδιοριστεί το ισοδύναμο κατά Thevenin ανάμεσα στα σημεία a και b.

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

α) Για τον υπολογισμό της Vth , απομακρύνεται η αντίσταση Rx και έτσι προκύπτει το διπλανό κύκλωμα. Η ισοδύναμη συνολική αντίσταση που «βλέπει» η πηγή είναι



R_T = [(R2 + R4) // R1] + R3 = [(4 + 2) // 3] + 6

= [(6 x 3) / (6 + 3)] + 6 = 18 / 9 + 6 = 2 + 6

$\Rightarrow$ R_T = 8 Ω

και το ρεύμα της πηγής I_T = V / R_T = 12 V / 8 Ω

$\Rightarrow$ I_T = 1,5 A

Έτσι οι πτώσεις τάσεως επάνω στις αντιστάσεις R3 , R1 και R2 είναι αντίστοιχα

V_{R3} = I_T x R3 = 1,5 A x 6 Ω = 9 V

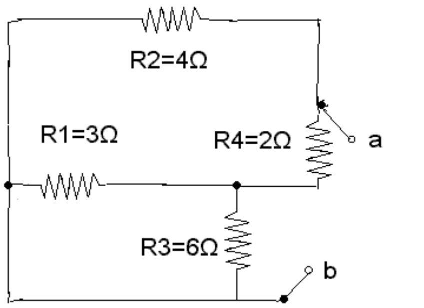
V_{R1} = V – V_{R3} = 12 V – 9 V = 3 V

V_{R2} = [R2 / (R2 + R4)] x V_{R1} = [4 / (4 + 2)] x 3 V = 2 V

Ενώ η Vth είναι :

Vth = V – V_{R2} = 12 V – 2 V $\Rightarrow$ Vth = 10 V

Για τον υπολογισμό της Rth βραχυκυκλώνεται η πηγή τάσης και προκύπτει ο ακόλουθος συνδυασμός αντιστάσεων ανάμεσα στα σημεία a και b .

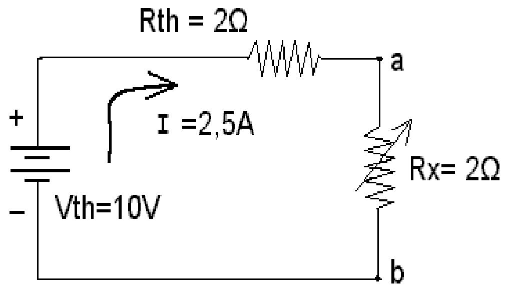


Rth = [(R1 // R3) + R4] // R2 = [(3 // 6) + 2] // 4 =

= [(3 x 6) / (3 + 6)] + 2] // 4 = [18 / 9 + 2] // 4

= [2 + 2] // 4 = 4 // 4 $\Rightarrow$ Rth = 2 Ω

β)



Για το ισοδύναμο κύκλωμα κατά Thevenin που δίνεται δίπλα ισχύει :

I = Vth / (Rth + Rx)

Για να καταναλώνει την μέγιστη ισχύ η αντίσταση Rx πρέπει να είναι

Rx = Rth = 2 Ω

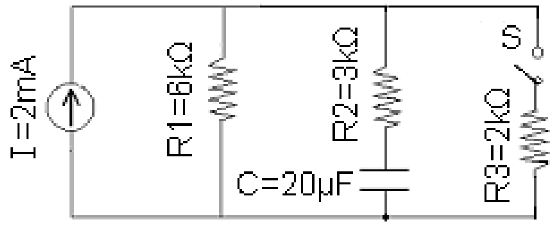
και έτσι : I = 10 V / (2 + 2) Ω = 2,5 A

ενώ η μέγιστη ισχύς επάνω στην αντίσταση Rx θα είναι :

P = I^2 X Rx = $2{,}5^2$ X 2 = 12,5 W

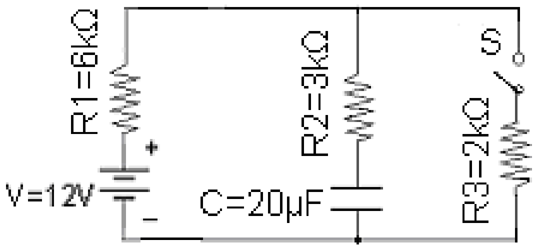
ΘΕΜΑ 4^{ο} : (Μονάδες 2.50).

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.

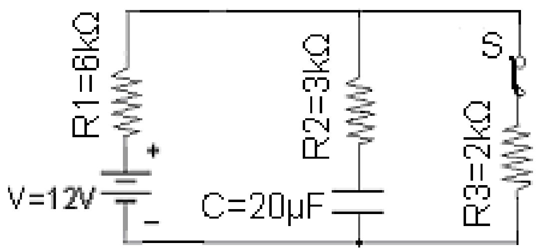


Όση ώρα ο διακόπτης είναι ανοικτός ο πλήρως φορτισμένος πυκνωτής δεν διαρρέεται από ρεύμα και συμπεριφέρεται ως ανοιχτό κύκλωμα.

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 Iπ = V / Req = 12 V / 8 kΩ = 1,5 mA

Επομένως Uc (∞) = VR3 = Iπ x R3 = 1,5 mA x 2 kΩ = 3 V

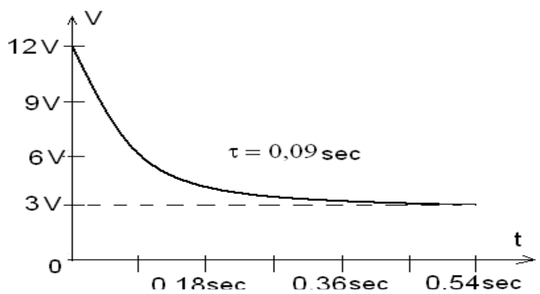
ή αντίστοιχα Uc (∞) = V – VR1 = V – Iπ x R1 = 12 V – 1,5 mA x 6 kΩ = 3 V

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.

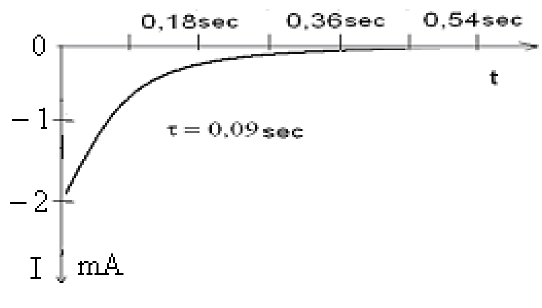


β) Αντίστοιχα το ρεύμα στον πυκνωτή θα είναι :

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