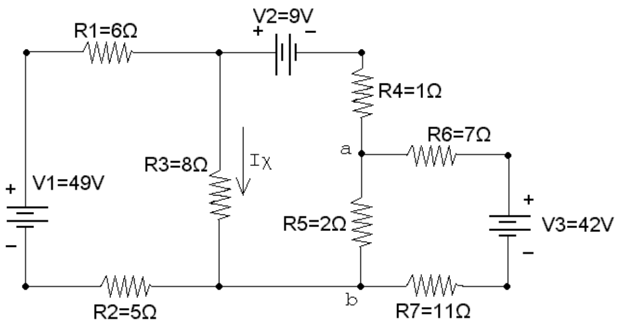
ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΞΑΝΘΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

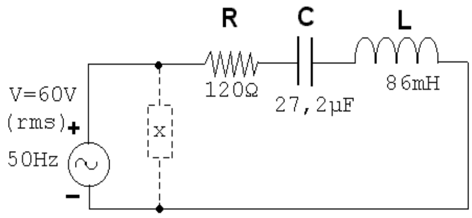
ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ: **ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2005**
ΜΑΘΗΜΑ: **ΓΕΝΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ**
4^{O} ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΔΙΔΑΣΚΩΝ : ΚΑΡΑΚΑΤΣΑΝΗΣ Σ. ΘΕΟΚΛΗΤΟΣ

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

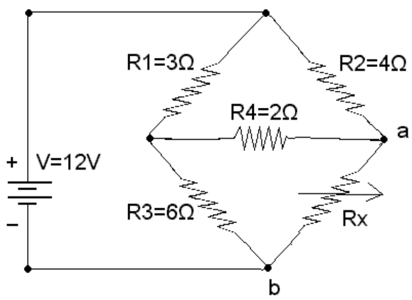
ΘΕΜΑ 1^{O} : (Μονάδες 2.50).
Στο κύκλωμα που δίνεται με εφαρμογή της μεθόδου των βρόχων να υπολογιστεί: α) το ρεύμα Ix επάνω στην αντίσταση R3 = 8Ω. β) Η πτώση τάσεως Vab επάνω στην αντίσταση R5 = 2Ω. γ) Ποια πρέπει να είναι η τιμή της πηγής τάσης V1 για να μηδενιστεί η πτώση τάσης επάνω στην αντίσταση R4 = 1Ω ;



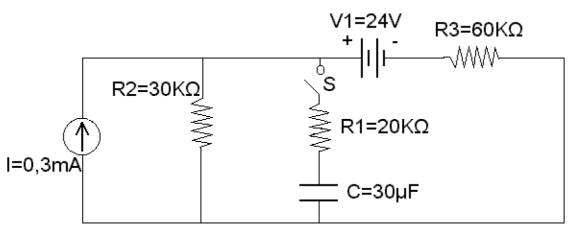
ΘΕΜΑ 2^{O} : (Μονάδες 2.50).
Το κύκλωμα RLC που δίνεται τροφοδοτείται από πηγή τάσης ημιτονοειδούς μορφής 60 V (rms) με συχνότητα 50 Hz. α) Να υπολογιστεί το ρεύμα της πηγής, η ενεργός , η άεργος και η φαινόμενη ισχύς του κυκλώματος καθώς και ο συντελεστής ισχύος. β) Να προσδιοριστεί το στοιχείο X που πρέπει να συνδεθεί παράλληλα στην πηγή για να υπάρχει συντονισμός. γ) Να σχεδιαστούν τα διανυσματικά διαγράμματα τάσεων και ρευμάτων για τις δύο πιο πάνω περιπτώσεις.



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.



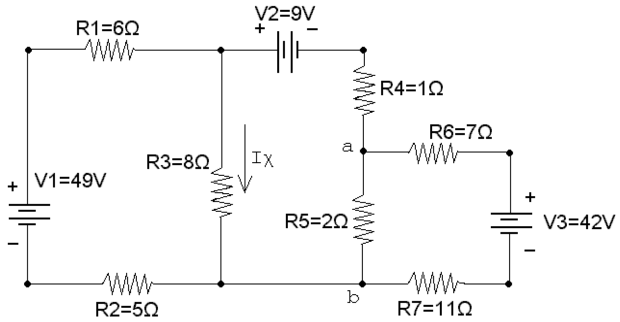
ΘΕΜΑ 4^{O} : (Μονάδες 2.50).
Στο κύκλωμα που δίνεται αρχικά ο πυκνωτής είναι αφόρτιστος. Τη χρονική στιγμή t = 0 κλείνει ο διακόπτης S. Να προσδιοριστούν α) η σταθερά χρόνου φόρτισης του πυκνωτή. β) Η τάση συναρτήσει του χρόνου Uc(t) στα άκρα του πυκνωτή. γ) Ποια η τάση στα άκρα της αντίστασης R1 και ποιο το φορτίο του πυκνωτή για t = ∞ ;



ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΞΑΝΘΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ: **ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2005**
ΜΑΘΗΜΑ: **ΓΕΝΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ**
4^{O} ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΔΙΔΑΣΚΩΝ : ΚΑΡΑΚΑΤΣΑΝΗΣ Σ.
ΘΕΟΚΛΗΤΟΣ

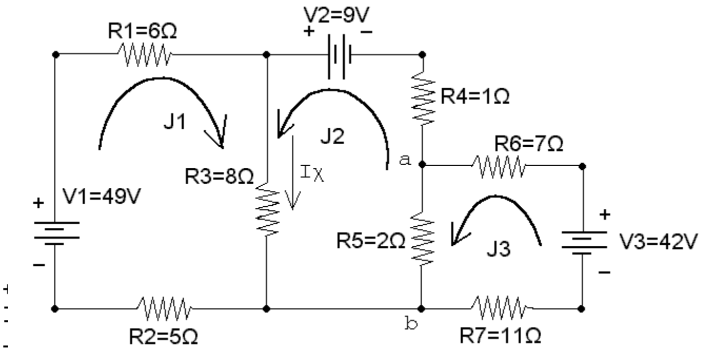
ΘΕΜΑ 1^{O} : (Μονάδες 2.50).
Στο κύκλωμα που δίνεται με εφαρμογή της μεθόδου των βρόχων να υπολογιστεί: α) το ρεύμα Ix επάνω στην αντίσταση R3 = 8Ω. β) Η πτώση τάσεως Vab επάνω στην αντίσταση R5 = 2Ω. γ) Ποια πρέπει να είναι η τιμή της πηγής τάσης V1 για να μηδενιστεί η πτώση τάσης επάνω στην αντίσταση R4 = 1Ω ;



Λύση
Οι βρόχοι που επιλέγονται και τα ρεύματα των βρόχων J1, J2 και J3 φαίνονται στο ακόλουθο σχήμα.

V1 = R1 J1 + R3 (J1+J2) + R2 J1 (1)
V2 = R3 (J1 + J2) + R5 (J2 – J3) + R4 J2 (2)
V3 = R6 J3 + R5 (J3 – J2) + R7 J3 (3)

V1 = (R1 + R2 + R3) J1 + R3 J2 (1)
V2 = R3 J1 + (R3 + R4 + R5) J2 – R5 J3 (2)
V3 = (R5 + R6 + R7) J3 – R5 J2 (3)



Αντικαθιστώντας προκύπτει
49 = 19 J1 + 8 J2 (1)
9 = 8 J1 + 11 J2 – 2 J3 (2)
42 = 20 J3 – 2 J2 (3)

Πολλαπλασιάζεται η (3) επί 4 και προστίθεται στην (1). Επιλύεται η (3) ως προς J2 και αντικαθίσταται στην (2).

(1) + (3) X 4 $\Rightarrow$ 217 = 19 J1 + 80 J3
(2) 9 = 8 J1 + 110 J3 – 231 – 2 J3 $\Rightarrow$ 240 = 8 J1 + 108 J3 $\Rightarrow$ J1 = 30 – 13,5 J3

Η τιμή J1 αντικαθίσταται στην προηγούμενη εξίσωση και προκύπτει
217 = 570 – 256,5 J3 + 80 J3 $\Rightarrow$ 176,5 J3 = 353 $\Rightarrow$ J3 = 2 A
Επομένως J1 = 30 – 13,5 J3 = 30 – 13,5 x 2 $\Rightarrow$ J1 = 3 A
και (3) $\Rightarrow$ 2 J2 = 20 J3 – 42 $\Rightarrow$ J2 = 10 x 2 – 21 $\Rightarrow$ J2 = – 1 A

Έτσι ,

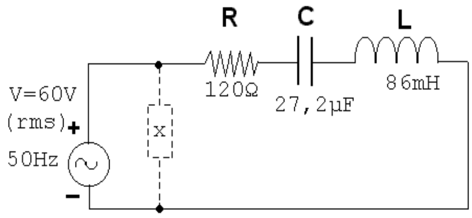
α) Ix = J1 + J2 = 3 A + (– 1 A) $\Rightarrow$ Ix = 2 A

β) Vab = (J3 – J2) R5 = [2 A – (– 1 A)] x 2 Ω = 3 A x 2 Ω $\Rightarrow$ Vab = 6 V

γ) Για να μηδενιστεί η πτώση τάσης επάνω στην αντίσταση R4 = 1 Ω θα πρέπει J2 = 0
Επομένως το σύστημα εξισώσεων των βρόχων γίνεται
V1 = 19 J1 (1)
9 = 8 J1 – 2 J3 (2)
42 = 20 J3 (3)
και J3 = 42/20 $\Rightarrow$ J3 = 2,10 A
8 J1 = 9 + 2 J3 = 9 + 2 x 2,10 $\Rightarrow$ J1 = 1,65 A
V1 = 19 J1 = 19 x 1,65 $\Rightarrow$ V1 = 31,35 V

ΘΕΜΑ 2^{o} : (Μονάδες 2.50).

Το κύκλωμα RLC που δίνεται τροφοδοτείται από πηγή τάσης ημιτονοειδούς μορφής 60 V (rms) με συχνότητα 50 Hz. α) Να υπολογιστεί το ρεύμα της πηγής, η ενεργός , η άεργος και η φαινόμενη ισχύς του κυκλώματος καθώς και ο συντελεστής ισχύος. β) Να προσδιοριστεί το στοιχείο X που πρέπει να συνδεθεί παράλληλα στην πηγή για να υπάρχει συντονισμός. γ) Να σχεδιαστούν τα διανυσματικά διαγράμματα τάσεων και ρευμάτων για τις δύο πιο πάνω περιπτώσεις.



Λύση

α)

$X_L = 2\,\pi\, f\, L = 2 \times 3{,}14 \times 50 \times 86 \times 10^{-3} = 27\ \Omega$

$X_C = 1 / 2\,\pi\, f\, C = 1 / (2 \times 3{,}14 \times 50 \times 27{,}2 \times 10^{-6}) = 117\ \Omega$

$Z = \sqrt{(X_C - X_L)^2 + R^2} = \sqrt{(117 - 27)^2 + 120^2} = 150\ \Omega$

$I\pi = V / Z = 60\ V / 150\ \Omega \quad \Rightarrow \quad I\pi = 0{,}40\ A$

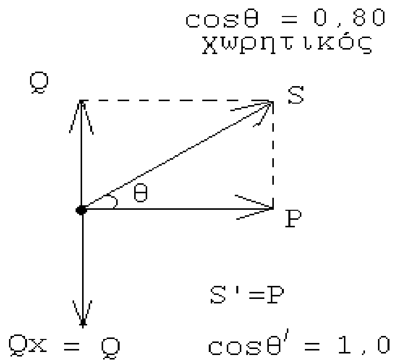
$P = I\pi^2\, R = (0{,}40)^2 \times 120 \quad \Rightarrow \quad P = 19{,}20\ W$

$S = I\pi\ V = 0{,}40 \times 60 \quad \Rightarrow \quad S = 24{,}00\ VA$

$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{24{,}00^2 - 19{,}20^2} \quad \Rightarrow \quad Q = 14{,}40\ VAR$

$\cos\varphi = R / Z = 120 / 150$ ή $\cos\varphi = P / S = 19{,}2 / 24 \quad \Rightarrow$ $\cos\varphi = 0{,}80$ χωρητικός

β) Αφού ο συντελεστής ισχύος της πηγής είναι 0,80 χωρητικός από το τρίγωνο ισχύος προκύπτει ότι για να υπάρξει συντονισμός και να γίνει Σ.Ι. = 1 θα πρέπει να συνδεθεί παράλληλα με την πηγή ένα πηνίο που να απορροφά ισχύ $Q_L = Q$ και να αντισταθμίζει την χωρητική άεργο ισχύ.



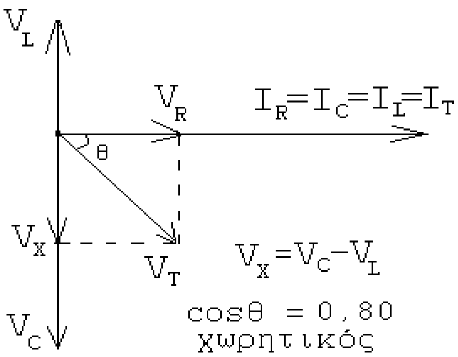
Από τον Νόμο του Ohm για την συγκεκριμένη τάση και συχνότητα της πηγής προκύπτει :

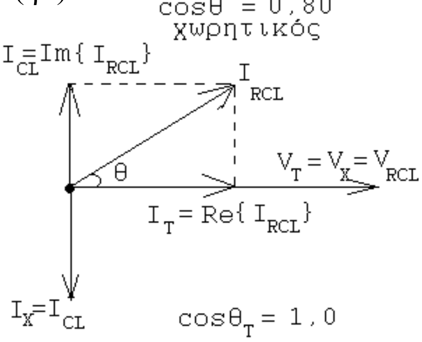
$Q_L = V^2 / X_L = V^2 / (2\,\pi\, f\, L)$

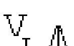
$\Rightarrow \quad L = V^2 / (2\,\pi\, f\, Q_L) = 60^2 / (2 \times 3{,}14 \times 50 \times 14{,}40)$

$\Rightarrow \quad L = 0{,}796\ H$

γ) περίπτωση (α) περίπτωση (β)





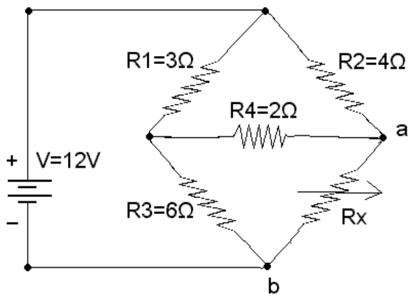


ΘΕΜΑ 3^{o} : (Μονάδες 2.50).

Για το κύκλωμα που δίνεται

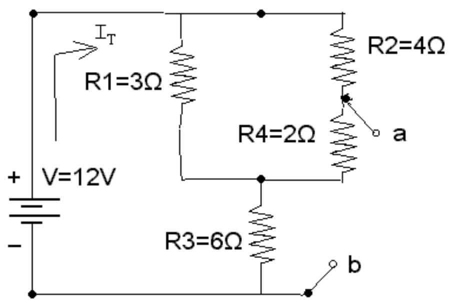
α) Να προσδιοριστεί το ισοδύναμο κατά Thevenin ανάμεσα στα σημεία a και b.

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

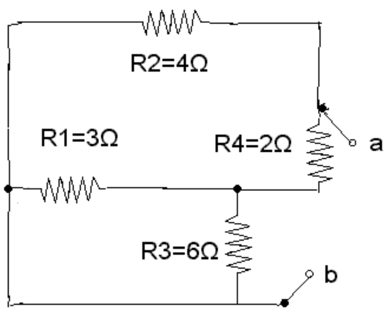
V_{R1} = V – V_{R3} = 12 V – 9 V = 3 V

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 .

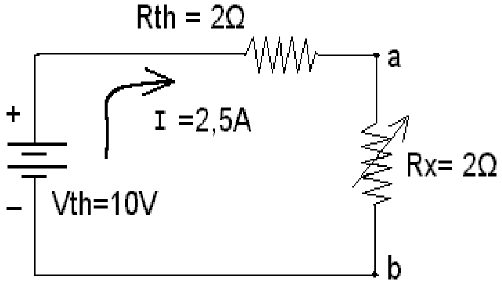


Rth = [(R1 // R3) + R4] // R2 = [(3 // 6) + 2] // 4 =

= [(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

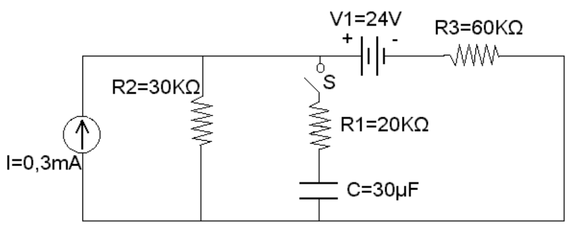
και έτσι : I = 10 V / (2 + 2) Ω = 2,5 A

ενώ η μέγιστη ισχύς επάνω στην αντίσταση Rx θα είναι :

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

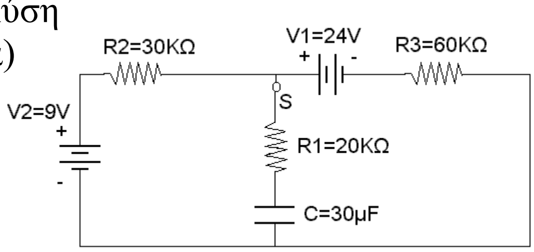
ΘΕΜΑ 4ο : (Μονάδες 2.50).

Στο κύκλωμα που δίνεται αρχικά ο πυκνωτής είναι αφόρτιστος. Τη χρονική στιγμή t = 0 κλείνει ο διακόπτης S. Να προσδιοριστούν α) η σταθερά χρόνου φόρτισης του πυκνωτή. β) Η τάση συναρτήσει του χρόνου Uc(t) στα άκρα του πυκνωτή. γ) Ποια η τάση στα άκρα της αντίστασης R1 και ποιο το φορτίο του πυκνωτή για t = ∞ ;



Λύση

α)



Η πηγή ρεύματος μετατρέπεται σε πηγή τάσης και προκύπτει το διπλανό κύκλωμα.
Έτσι η ισοδύναμη αντίσταση μέσω της οποίας φορτίζεται ο πυκνωτής είναι :

Req = R1 + (R2 // R3) = 20 + (30 x 60) / (30 + 60) kΩ = 20 + 180/90 kΩ = 20 + 20 kΩ

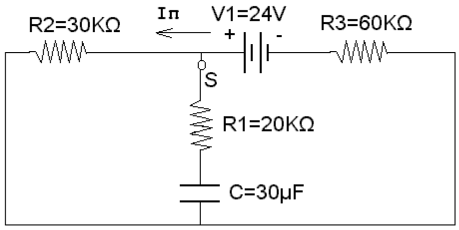
$\Rightarrow$ Req = 40 kΩ

και η σταθερά χρόνου φόρτισης τ = Req x C = 40 x 10^3 Ω x 30 10^{-6} F $\Rightarrow \tau = 1{,}20$ sec

β)

Για t = 0 ο πυκνωτής είναι αφόρτιστος , δηλαδή Uc (0) = 0 V

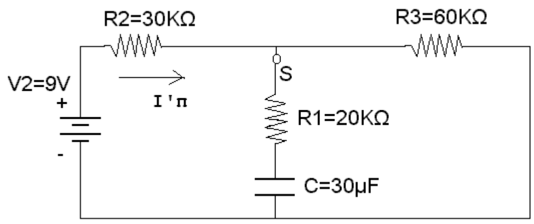
Για t = ∞ εφαρμόζεται το θεώρημα της υπέρθεσης για να υπολογιστεί η τελική τάση του φορτισμένου πυκνωτή.



i) <u>Μόνο με την πηγή τάσης V1 = 24 V</u>

Για t = ∞ ο πλήρως φορτισμένος πυκνωτής είναι ανοιχτό κύκλωμα.
Έτσι η ισοδύναμη αντίσταση που «βλέπει» η πηγή είναι
Req = 30 kΩ + 60 kΩ = 90 kΩ
και Iπ = V1 / Req = 24 V / 90 kΩ = 0,266 mA
Επομένως Uci (∞) = VR2 = Iπ x R2 = 0,266 mA x 30 kΩ = 8 V
ή αντίστοιχα Uci (∞) = V1 – VR1 = V1 – Iπ x R1 = 24 V – 0,266 mA x 60 kΩ = 8 V

ii) <u>Μόνο με την πηγή ρεύματος I = 0,3 mA ή αντίστοιχα μόνο με την πηγή τάσης V2 = 9 V</u>



Για t = ∞ πάλι ο πλήρως φορτισμένος πυκνωτής είναι ανοιχτό κύκλωμα.
Έτσι πάλι η ισοδύναμη αντίσταση που «βλέπει» η πηγή είναι η ίδια
Req = 30 kΩ + 60 kΩ = 90 kΩ
και I'π = V2 / Req = 9 V / 90 kΩ = 0,10 mA
Επομένως Ucii (∞) = VR3 = I'π x R3 = 0,10 mA x 60 kΩ = 6 V
ή αντίστοιχα Ucii (∞) = V2 – VR2 = V2 – I'π x R2 = 9 V – 0,10 mA x 30 kΩ = 6 V

Τελικά από (i) και (ii) , Uc (∞) = Uci (∞) + Ucii (∞) = 8 V + 6 V = 14 V

και η πλήρης εξίσωση της τάσης συναρτήσει του χρόνου στα άκρα του πυκνωτή είναι :

Uc (t) = Uc (∞) (1 – $e^{-t/\tau}$) = 14 (1 – $e^{-t/1,2}$) V .

γ) Όταν ο πυκνωτής είναι πλήρως φορτισμένος στα 14 V την χρονική στιγμή t = ∞ είναι σαν ανοιχτό κύκλωμα και δεν κυκλοφορεί ρεύμα στην αντίσταση R1.
Επομένως η τάση στα άκρα της αντίστασης VR1 (t = ∞) = 0 V .
Το φορτίο του πυκνωτή για t = ∞ θα είναι

$$q = C \; U_c(t = \infty) = 30 \times 10^{-6}\,F \times 14\,V \qquad \Rightarrow \qquad q = 0{,}42\ mCb$$