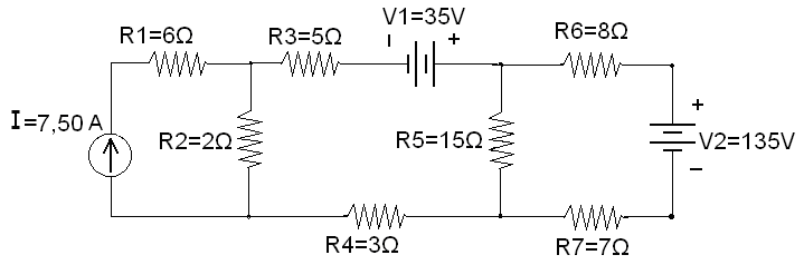


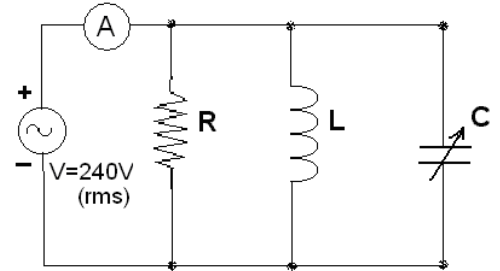
**ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ**  
**ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΞΑΝΘΗΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ: **ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2014**  
 ΜΑΘΗΜΑ: **ΓΕΝΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ** 4<sup>ο</sup> 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. ....

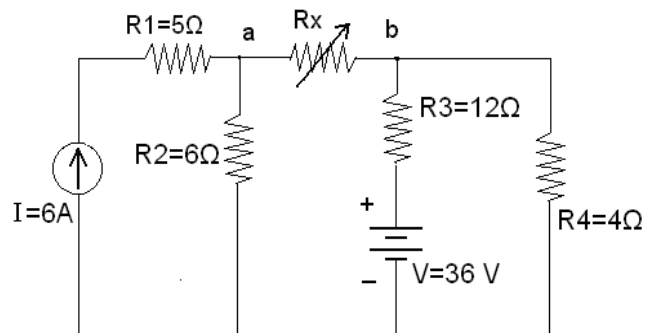
**ΘΕΜΑ 1<sup>ο</sup>:** ( Μονάδες 2.50 ).  
 Να αναλυθεί με την μέθοδο των βρόχων το κύκλωμα που δίνεται και να βρεθεί το ρεύμα και η πτώση τάσεως επάνω στις αντιστάσεις R2 και R5. Πόση πρέπει να γίνει η τιμή της πηγής ρεύματος για να μηδενιστεί η πτώση τάσης επάνω στην αντίσταση R5;



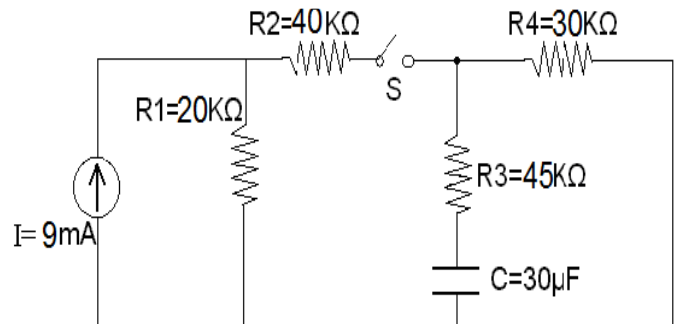
**ΘΕΜΑ 2<sup>ο</sup>:** ( Μονάδες 2.50 ).  
 Το κύκλωμα RLC με παράλληλη συνδεσμολογία που δίνεται στο σχήμα, τροφοδοτείται από πηγή τάσης ημιτονοειδούς μορφής 240V(rms), 50 Hz. Το αμπερόμετρο καταγράφει την μικρότερη ένδειξη 5A, όταν ρυθμιστεί η χωρητικότητα του μεταβλητού πυκνωτή στα 20 μF. Να προσδιοριστούν:  
 α) Η ωμική αντίσταση R, η εμπέδηση, η επαγωγή L του πηνίου, τα ρεύματα σε κάθε κλάδο, ο Σ.Ι., η ενεργός, η άεργος και η φαινόμενη ισχύς του κυκλώματος.  
 β) Σε ποια χωρητικότητα πρέπει να ρυθμιστεί ο μεταβλητός πυκνωτής για να επιτευχθεί Σ.Ι. της πηγής 0,80 επαγωγικός; Πως διαμορφώνονται τα ρεύματα σε κάθε κλάδο, η εμπέδηση, η ενεργός, η άεργος και η φαινόμενη ισχύς του κυκλώματος στην χωρητικότητα αυτή;  
 γ) Να σχεδιαστούν τα διανυσματικά διαγράμματα όλων των τάσεων και ρευμάτων και για τις δύο πιο πάνω χωρητικότητες του πυκνωτή.



**ΘΕΜΑ 3<sup>ο</sup>:** ( Μονάδες 2.50 ).  
 Για το κύκλωμα που δίνεται α) Να προσδιοριστεί το ισοδύναμο 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.



**ΘΕΜΑ 4<sup>ο</sup>:** ( 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 U<sub>c</sub>(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: **ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2014**  
 ΜΑΘΗΜΑ: **ΓΕΝΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ 4<sup>Ο</sup> ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
 ΔΙΔΑΣΚΩΝ: **ΚΑΡΑΚΑΤΣΑΝΗΣ Σ. ΘΕΟΚΛΗΤΟΣ** Επίκουρος Καθηγητής Δ.Π.Θ.

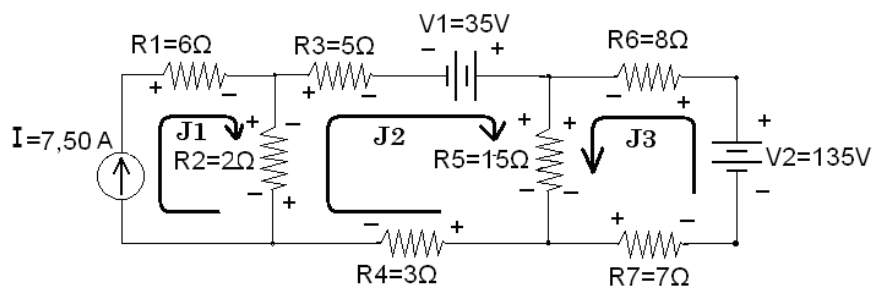
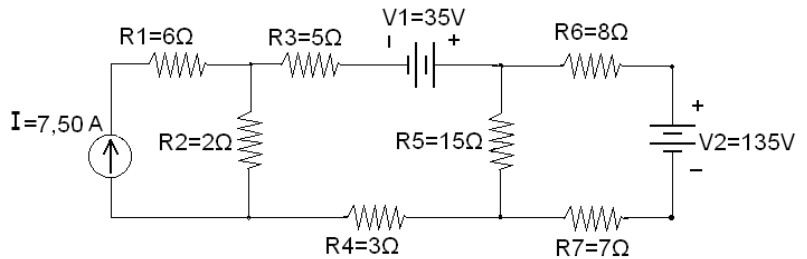
**ΘΕΜΑ 1<sup>Ο</sup>:** (Μονάδες 2.50).

Να αναλυθεί με την μέθοδο των βρόχων το κύκλωμα που δίνεται και να βρεθεί το ρεύμα και η πτώση τάσεως επάνω στις αντιστάσεις R2 και R5.

Πόση πρέπει να γίνει η τιμή της πηγής ρεύματος για να μηδενιστεί η πτώση τάσης επάνω στην αντίσταση R5;

Λύση

Οι βρόχοι που επιλέγονται και τα ρεύματα των βρόχων J1, J2, J3 μαζί με την συμβατική φορά των ρευμάτων και την αντίστοιχη πολικότητα όλων των αντιστάσεων φαίνονται στο διπλανό σχήμα.



Οι εξισώσεις που προκύπτουν για τον κάθε βρόχο δίνονται στη συνέχεια :

$$\begin{aligned}
 J1 &= I = 7,50 \text{ A} && (1) \\
 R3 J2 - V1 + R5 (J2 + J3) + R4 J2 + R2 (J2 - J1) &= 0 && (2) \\
 R5 (J3 + J2) + R7 J3 - V2 + J3 R6 &= 0 && (3) \\
 (R2 + R3 + R4 + R5) J2 + R5 J3 &= V1 + R2 I && (2) \\
 R5 J2 + (R5 + R6 + R7) J3 &= V2 && (3) \\
 (2 + 5 + 3 + 15) J2 + 15 J3 &= 35 + 2 \times 7,50 = 50 && (2) \\
 15 J2 + (15 + 8 + 7) J3 &= 135 && (3) \\
 25 J2 + 15 J3 = 50 &\implies (x2) \quad 50 J2 + 30 J3 = 100 && (2)-(3) \\
 15 J2 + 30 J3 = 135 &&& \implies J2 = -1 \text{ A} \\
 -15 + 30 J3 = 135 &\implies 30 J3 = 150 && \implies J3 = 5 \text{ A} \\
 &&& \implies J1 = 7,5 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Τα ρεύματα επάνω στις αντιστάσεις R2 και R5 θα είναι αντίστοιχα :

$$\begin{aligned}
 I_{R2} &= J1 - J2 = 7,50 \text{ A} - (-1 \text{ A}) && \implies I_{R2} = 8,50 \text{ A} \\
 I_{R5} &= J2 + J3 = -1 \text{ A} + 5 \text{ A} && \implies I_{R5} = 4,00 \text{ A}
 \end{aligned}$$

και οι πτώσεις τάσεως επάνω στις αντιστάσεις R2 και R5 θα είναι

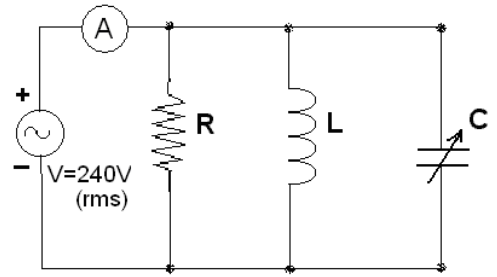
$$\begin{aligned}
 V_{R2} &= I_{R2} \times R2 = 8,50 \text{ A} \times 2 \Omega && \implies V_{R2} = 17 \text{ V} \\
 V_{R5} &= I_{R5} \times R5 = 4,00 \text{ A} \times 15 \Omega && \implies V_{R5} = 60 \text{ V}
 \end{aligned}$$

Για να μηδενιστεί η πτώση τάσεως επάνω στην αντίσταση R5 θα πρέπει να ισχύει J2+J3=0 επομένως J2 = -J3 και οι εξισώσεις βρόχων με άγνωστο το ρεύμα της πηγής I διαμορφώνονται ως εξής:

$$\begin{aligned}
 25J2 + 15J3 &= 35 + 2I && (2) \implies -25J3 + 15J3 = 35 + 2I \\
 15J2 + 20J3 &= 135 && (3) \implies -15J3 + 20J3 = 135 \implies J3 = 9 \\
 -10J3 &= 35 + 2I && \implies 2I = -90 - 35 \implies I = -62,50 \text{ A}
 \end{aligned}$$

**ΘΕΜΑ 2<sup>ο</sup>:** ( Μονάδες 2.50 ).

Το κύκλωμα RLC με παράλληλη συνδεσμολογία που δίνεται στο σχήμα, τροφοδοτείται από πηγή τάσης ημιτονοειδούς μορφής 240V(rms), 50 Hz. Το αμπερόμετρο καταγράφει την μικρότερη ένδειξη 5A, όταν ρυθμιστεί η χωρητικότητα του μεταβλητού πυκνωτή στα 20 μF. Να προσδιοριστούν:



α) Η ωμική αντίσταση R, η εμπέδηση, η επαγωγή L του πηνίου, τα ρεύματα σε κάθε κλάδο, ο Σ.Ι., η ενεργός, η άεργος και η φαινόμενη ισχύς του κυκλώματος.

β) Σε ποια χωρητικότητα πρέπει να ρυθμιστεί ο μεταβλητός πυκνωτής για να επιτευχθεί Σ.Ι. της πηγής 0,80 επαγωγικός; Πως διαμορφώνονται τα ρεύματα σε κάθε κλάδο, η εμπέδηση, η ενεργός, η άεργος και η φαινόμενη ισχύς του κυκλώματος στην χωρητικότητα αυτή;

γ) Να σχεδιαστούν τα διανυσματικά διαγράμματα όλων των τάσεων και ρευμάτων και για τις δύο πιο πάνω χωρητικότητες του πυκνωτή.

Λύση

α) Για χωρητικότητα στα 20 μF επειδή η ένδειξη του αμπερομέτρου είναι η μικρότερη υπάρχει συντονισμός στην συχνότητα των 50 Hz και έτσι ισχύει:  $X_L = X_C$   
 $\Rightarrow 2\pi fL = 1 / 2\pi fC$  και  $L = 1 / 4\pi^2 f^2 C \Rightarrow L = 1 / [4 \times (3,14 \times 50)^2 \times 20 \times 10^{-6}] = 0,507 \text{ H}$

Για το συνολικό ρεύμα της πηγής θα ισχύει :

$I_T = V / Z_{ολ} = 5 \text{ A}$  και η συνολική εμπέδηση του κυκλώματος θα είναι :

$Z_{ολ} = R = V / I = 240 \text{ V} / 5 \text{ A} = 48 \Omega$  και  $\cos \varphi = 1$  περίπτωση συντονισμού

Οι άεργες χωρητικές και επαγωγικές αντιστάσεις θα έχουν ίδια τιμή και θα είναι :

$X_L = X_C = 2\pi fL = 1 / 2\pi fC = 2 \times 3,14 \times 50 \times 0,507 = 1 / 2 \times 3,14 \times 50 \times 20 \times 10^{-6} = 159 \Omega$

Τα ρεύματα που αντιστοιχούν σε κάθε κλάδο θα είναι :

$I_R = V / R = 240 \text{ V} / 48 \Omega$ ,  $I_L = V / X_L = 240 \text{ V} / 159 \Omega$ ,  $I_C = V / X_C = 240 \text{ V} / 159 \Omega$

$\Rightarrow I_R = I_T = 5 \text{ A} \angle 0^\circ$ ,  $I_L = 1,51 \text{ A} \angle -90^\circ$ ,  $I_C = 1,51 \text{ A} \angle +90^\circ$

και η φαινόμενη, η ενεργός και άεργος ισχύς της πηγής θα είναι αντίστοιχα:

$S = V I = 240 \times 5 = 1200 \text{ VA}$ ,  $S = P = I^2 R = 5^2 \times 48 = 1200 \text{ W}$ ,  $Q = 0 \text{ VAR}$

β) Για συντελεστή ισχύος της πηγής 0,80 επαγωγικό θα ισχύει :  $\cos \varphi = I_R / I_T = 0,80$

ενώ για να είναι επαγωγικός θα πρέπει να ισχύει  $I_L > I_C$ .

έτσι το συνολικό ρεύμα της πηγής και η εμπέδηση του κυκλώματος θα είναι αντίστοιχα:

$I_T = I_R / 0,80 = 5 / 0,80 = 6,25 \text{ A}$ ,  $Z = V / I_T = 240 \text{ V} / 6,25 \text{ A} \Rightarrow Z = 38,40 \Omega$

ενώ  $I_T = \sqrt{I_R^2 + (I_L - I_C)^2} \Rightarrow |I_L - I_C| = \sqrt{I_T^2 - I_R^2} = \sqrt{6,25^2 - 5^2} = 3,75 \text{ A}$

έτσι τα ρεύματα στους τρεις παράλληλους κλάδους θα είναι αντίστοιχα:

$I_R = V/R = 240 \text{ V} / 48 \Omega$ ,  $I_L = V/X_L = 240 \text{ V} / 159 \Omega$ ,  $I_C = V/X_C = 240 \text{ V} / X_C = I_X + I_L$

$\Rightarrow I_R = 5 \text{ A} \angle 0^\circ$ ,  $I_L = 1,51 \text{ A} \angle -90^\circ$ ,  $I_C = 3,75 + 1,51 = 5,26 \text{ A} \angle +90^\circ$

Επομένως  $X_C = V / I_C = 240 / 5,26 = 45,63 \Omega$  και επειδή

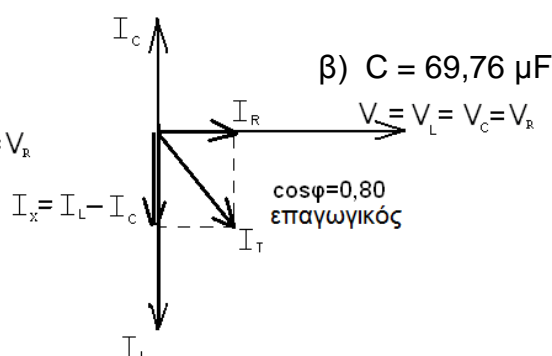
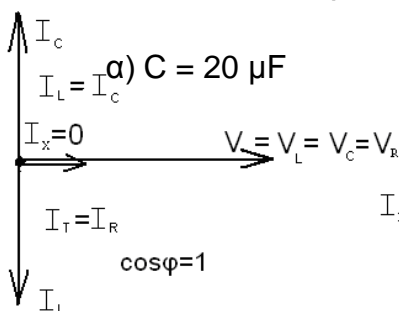
$X_C = 1 / 2\pi fC \Rightarrow C = 1 / 2\pi f X_C = 1 / (2 \times 3,14 \times 50 \times 45,63) \Rightarrow C = 69,76 \mu\text{F}$

Η φαινόμενη, η ενεργός και η άεργος ισχύς του κυκλώματος θα είναι αντίστοιχα :

$S = V \times I_T = 240 \text{ V} \times 6,25 \text{ A} = 1.500 \text{ VA}$ ,  $P = V \times I_R = 240 \text{ V} \times 5 \text{ A}$  ή  $P = S \cos \varphi = 1200 \text{ W}$ ,

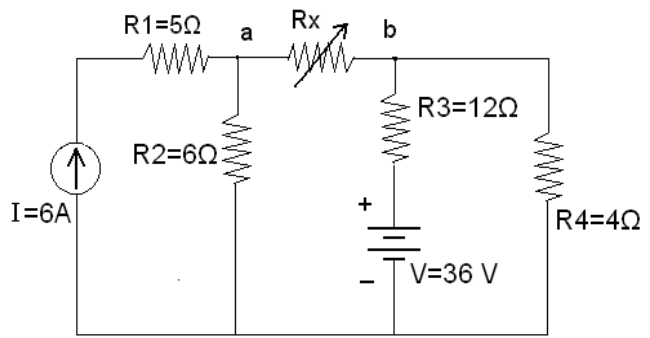
$Q = V \times I_X = 240 \text{ V} \times 3,75 \text{ A}$  ή  $Q = \sqrt{S^2 - P^2} = 900 \text{ VAR}$ .

γ)



**ΘΕΜΑ 3<sup>ο</sup>:** ( Μονάδες 2.50 ).

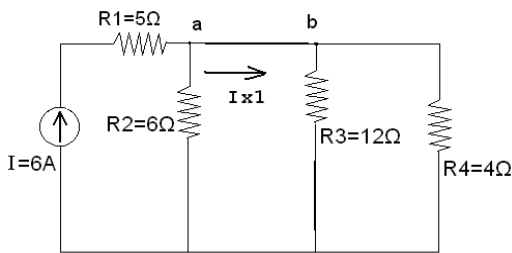
Για το κύκλωμα που δίνεται α) Να προσδιοριστεί το ισοδύναμο κατά Norton ανάμεσα στα σημεία a και b. β) Ποια πρέπει να είναι η τιμή της μεταβλητής αντίστασης  $R_x$  έτσι ώστε να καταναλώνει την μέγιστη ισχύ και να υπολογιστεί η τιμή της μέγιστης αυτής ισχύος.



Λύση

Για τον υπολογισμό του  $I_N$ , απομακρύνεται η αντίσταση  $R_x$ , βραχυκυκλώνονται τα σημεία a και b και εφαρμόζεται το θεώρημα της υπέρθεσης.

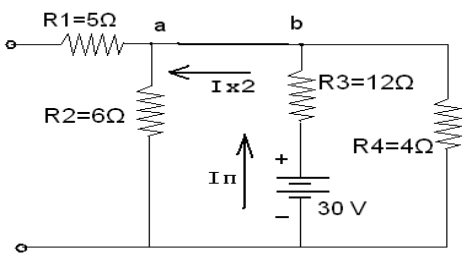
1) Μόνο με την πηγή ρεύματος (βραχυκυκλώνεται η πηγή τάσης)



Στον κόμβο a το ρεύμα των 6A διακλαδίζεται στην αντίσταση των 6Ω και στην  $R_{eq}$  όπου,  
 $R_{eq} = R3 // R4 = (12 \times 4) / (12 + 4) \Rightarrow R_{eq} = 3 \Omega$

Σύμφωνα με τον τύπο του διαιρέτη ρεύματος θα ισχύει:  
 $I_{x1} = R2 \times I / (R2 + R_{eq}) = 6 \times 6 / (6 + 3)$  και  
 $I_{x1} = 36 / (6 + 3) \Rightarrow I_{x1} = 4 \text{ A} \quad (1)$

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



Η συνολική σύνθετη αντίσταση που βλέπει η πηγή είναι:  
 $R_{eq} = R3 + (R2 // R4) = 12 + (6 // 4) =$   
 $= 12 + (6 \times 4) / (6 + 4) = 12 + 2,40 =$   
 $= (9 R_x + 54) / (R_x + 10) \Rightarrow R_{eq} = 14,40 \Omega$

και το ρεύμα  $I_{\pi}$  της πηγής είναι:  
 $I_{\pi} = V / R_{eq} = 36 / 14,40 \Rightarrow I_{\pi} = 2,50 \text{ A}$

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

$$I_{x2} = I_{\pi} \times [R4 / (R4 + R2)] = 2,50 \times 4 / (4 + 6) \Rightarrow I_{x2} = 1 \text{ A} \quad (2)$$

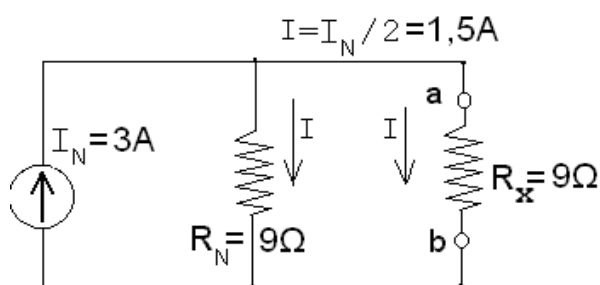
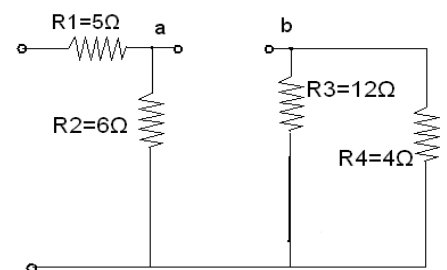
Η φορά του ρεύματος  $I_{x2}$  είναι αντίθετη από την φορά του ρεύματος  $I_{x1}$   
 Έτσι συνολικά από (1) και (2) θα πρέπει  $I_N = I_{x1} - I_{x2} = 4 - 1 = 3 \text{ A}$

Για τον υπολογισμό της  $R_N$  απομακρύνεται η αντίσταση  $R_x$ , βραχυκυκλώνεται η πηγή τάσης και ανοιχτοκυκλώνεται η πηγή ρεύματος.

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

$$R_N = R2 + (R3 // R4) = 6 + 12 // 4 = 6 + (12 \times 4) / (12 + 4) =$$

$$= 6 + 48 / 16 = 6 + 3 \Rightarrow R_N = 9 \Omega$$



β) Έτσι το ισοδύναμο κύκλωμα κατά Norton δίνεται στο διπλανό σχήμα:

Για να καταναλώνει την μέγιστη ισχύ η αντίσταση  $R_x$  θα πρέπει να είναι  $R_x = R_N = 9 \Omega$  και η ισχύς αυτή θα είναι:

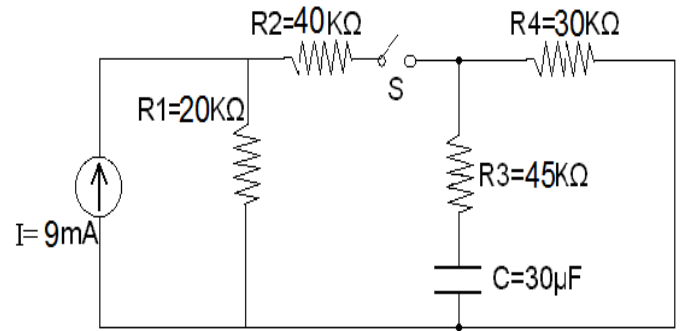
$$P = I^2 \times R_x = (I_N / 2)^2 \times R_x = 1,5^2 \times 9 = 20,25 \text{ W}$$

**ΘΕΜΑ 4<sup>ο</sup>:** ( 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 :

- Η σταθερά χρόνου φόρτισης και η σταθερά χρόνου εκφόρτισης του πυκνωτή.
- Η τάση συναρτήσει του χρόνου  $U_c(t)$  στα άκρα του πυκνωτή για την περίπτωση της φόρτισης και για την περίπτωση της εκφόρτισης.
- Ποιο είναι το μέγιστο φορτίο που μπορεί να παραλάβει στα άκρα του ο πυκνωτής ;



Λύση

- Για την περίπτωση φόρτισης του πυκνωτή όταν ο διακόπτης  $S$  είναι κλειστός ,

η πηγή ρεύματος μετατρέπεται σε πηγή τάσης  $V = I \times R = 9 \text{ mA} \times 20 \text{ k}\Omega = 180 \text{ V}$  και προκύπτει το διπλανό κύκλωμα.

Έτσι η ισοδύναμη αντίσταση μέσω της οποίας φορτίζεται ο πυκνωτής είναι :

$$\begin{aligned} R_{eq} &= R_3 + [(R_1 + R_2) // R_4] = \\ &= 45 + [(20 + 40) // 30] \text{ k}\Omega = 45 + 60 // 30 \\ &= 45 \text{ k}\Omega + [(60 \times 30) / (60 + 30)] \text{ k}\Omega \\ &= 45 \text{ k}\Omega + 20 \text{ k}\Omega \Rightarrow R_{eq} = 65 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

και η σταθερά χρόνου φόρτισης  $\tau = R_{eq} \times C = 65 \times 10^3 \Omega \times 30 \times 10^{-6} \text{ F} \Rightarrow \tau = 1,95 \text{ sec}$

Όταν ανοίξει ο διακόπτης  $S$  ο πλήρως φορτισμένος πυκνωτής εκφορτίζεται μέσω των αντιστάσεων  $R_3 + R_4$ . Επομένως  $R'_{eq} = R_3 + R_4 = 45 \text{ k}\Omega + 30 \text{ k}\Omega \Rightarrow R'_{eq} = 75 \text{ k}\Omega$

και η σταθερά χρόνου εκφόρτισης  $\tau' = R'_{eq} \times C = 75 \times 10^3 \Omega \times 30 \times 10^{-6} \text{ F} \Rightarrow \tau' = 2,25 \text{ sec}$

- Για  $t=0$  ο πυκνωτής είναι αφόρτιστος , δηλαδή  $U_c(0) = 0 \text{ V}$   
Για  $t=\infty$  ο πλήρως φορτισμένος πυκνωτής είναι ανοιχτό κύκλωμα .

Έτσι η ισοδύναμη αντίσταση που «βλέπει» η πηγή είναι

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_4 = 20 + 40 + 30 = 90 \text{ k}\Omega$$

$$\text{και } I_{\pi} = V / R_{eq} = 180 \text{ V} / 90 \text{ k}\Omega = 2 \text{ mA}$$

$$\text{Επομένως } U_c(\infty) = V R_4 = I_{\pi} \times R_4 = 2 \text{ mA} \times 30 \text{ k}\Omega = 60 \text{ V}$$

$$\begin{aligned} \text{ή αντίστοιχα } U_c(\infty) &= V - (V R_1 + V R_2) = V - I_{\pi} \times (R_1 + R_2) = \\ &= 180 \text{ V} - 2 \text{ mA} \times (20 + 40) \text{ k}\Omega = 180 \text{ V} - 120 \text{ V} = 60 \text{ V} \end{aligned}$$

και η εξίσωση της τάσης συναρτήσει του χρόνου στα άκρα του πυκνωτή για την περίπτωση της φόρτισης είναι :

$$U_c(t) = U_c(\infty) (1 - e^{-t/\tau}) = 60 \times (1 - e^{-t/1,95}) \text{ V} .$$

ενώ για την περίπτωση της εκφόρτισης θα είναι :

$$U_c(t) = U_c(\infty) e^{-t/\tau'} = 60 \times e^{-t/2,25} \text{ V}$$

- Όταν ο πυκνωτής είναι πλήρως φορτισμένος στα  $60 \text{ V}$  το μέγιστο φορτίο στα άκρα του θα είναι :

$$q = C \times U_c(t=\infty) = 30 \times 10^{-6} \text{ F} \times 60 \text{ V} \Rightarrow q = 1,80 \text{ mCb}$$