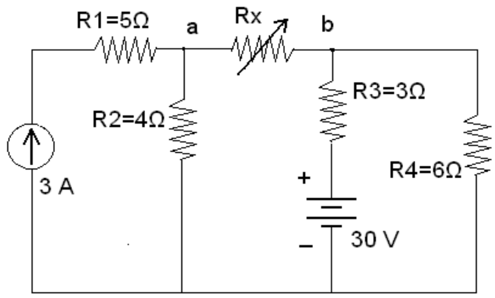
ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΞΑΝΘΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

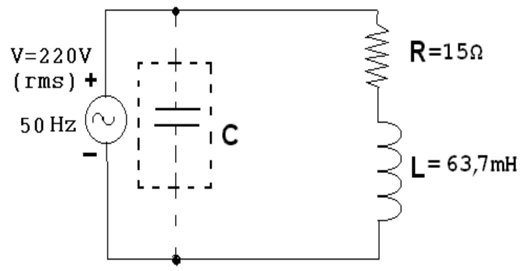
ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ: **ΙΟΥΝΙΟΥ 2006**
ΜΑΘΗΜΑ: **ΓΕΝΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ**
4^{Ο} ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΔΙΔΑΣΚΩΝ : ΚΑΡΑΚΑΤΣΑΝΗΣ Σ. ΘΕΟΚΛΗΤΟΣ

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

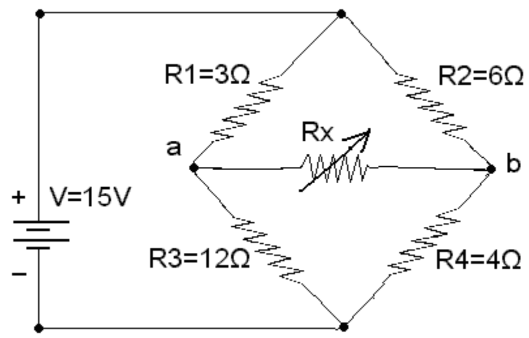
ΘΕΜΑ 1^{Ο} : (Μονάδες 2.50).
Στο κύκλωμα που δίνεται να προσδιοριστεί ποια πρέπει να είναι η τιμή της μεταβλητής αντίστασης Rx , έτσι ώστε η πτώση τάσεως επάνω της, μεταξύ των σημείων a και b να είναι μηδενική.



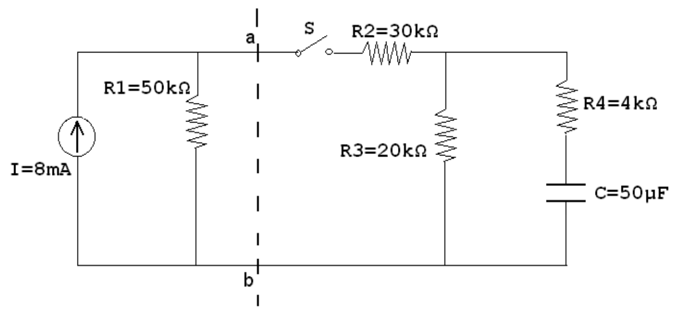
ΘΕΜΑ 2^{Ο} : (Μονάδες 2.50).
Το κύκλωμα RL που δίνεται τροφοδοτείται από πηγή τάσης ημιτονοειδούς μορφής 220 V (rms) με συχνότητα 50 Hz. α) Να υπολογιστεί το ρεύμα της πηγής, η ενεργός , η άεργος και η φαινόμενη ισχύς του κυκλώματος καθώς και ο συντελεστής ισχύος. β) Να προσδιοριστούν τα στοιχεία του πυκνωτή που πρέπει να συνδεθεί παράλληλα στο κύκλωμα έτσι ώστε ο συντελεστής ισχύος του κυκλώματος να γίνει 0,90. Ποιο είναι το ρεύμα της πηγής στην περίπτωση αυτή ; γ) Να σχεδιαστούν τα διανυσματικά διαγράμματα ισχύος της πηγής για τις δύο πιο πάνω περιπτώσεις.



ΘΕΜΑ 3^{Ο} : (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^{Ο} : (Μονάδες 2.50).
Στο κύκλωμα που δίνεται τη χρονική στιγμή t = 0 , κλείνει ο διακόπτης S.
Να προσδιοριστούν α) η σταθερά χρόνου φόρτισης του πυκνωτή και η εξίσωση της τάσης Vc (t) και του ρεύματος Ic (t) στα άκρα του πυκνωτή. Ποιο το πλήρες φορτίο του πυκνωτή ; β) Μετά την πλήρη φόρτιση του πυκνωτή βραχυκυκλώνεται η πηγή ρεύματος a – b όπως φαίνεται στο σχέδιο.

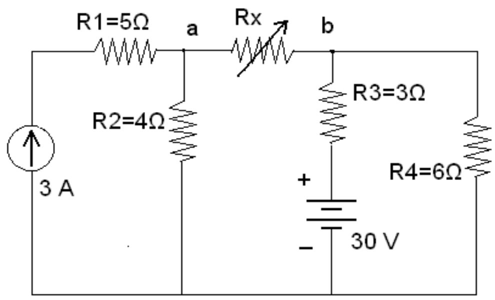


Να προσδιοριστούν η σταθερά χρόνου εκφόρτισης του πυκνωτή και η εξίσωση της τάσης V’c (t) και του ρεύματος I’c (t) στα άκρα του πυκνωτή για το νέο πλέον κύκλωμα.

ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΞΑΝΘΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

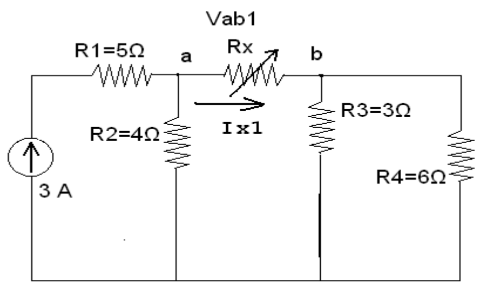
ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ: **ΙΟΥΝΙΟΥ 2006**
ΜΑΘΗΜΑ: **ΓΕΝΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ**
4^{O} ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΔΙΔΑΣΚΩΝ : ΚΑΡΑΚΑΤΣΑΝΗΣ Σ. ΘΕΟΚΛΗΤΟΣ

ΘΕΜΑ 1^{O} : (Μονάδες 2.50).
Στο κύκλωμα που δίνεται να προσδιοριστεί ποια πρέπει να είναι η τιμή της μεταβλητής αντίστασης Rx , έτσι ώστε η πτώση τάσεως επάνω της, μεταξύ των σημείων a και b να είναι μηδενική.



Λύση
Για να είναι η πτώση τάσεως μηδενική θα πρέπει το συνολικό ρεύμα που διαρρέει την αντίσταση Rx να γίνει μηδέν. Εφαρμόζεται το θεώρημα της υπέρθεσης.

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



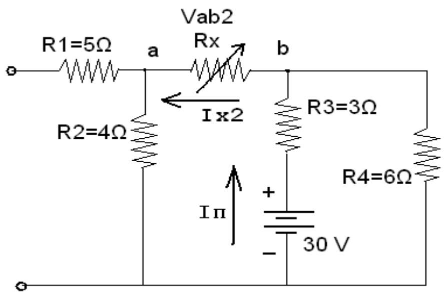
Στον κόμβο a το ρεύμα των 3 A διακλαδίζεται στην αντίσταση των 4 Ω και στην Req όπου ,

$$Req = Rx + (R3 // R4) =$$
$$= Rx + (3 \times 6) / (3 + 6) = Rx + 2$$

Σύμφωνα με τον τύπο του διαιρέτη ρεύματος θα ισχύει :

$$Ix1 = R2 \times I / (Req + R2) = 4 \times 3 / [Rx + 2]$$
και $Ix1 = 12 / (Rx + 2)$ (1)

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



Η συνολική σύνθετη αντίσταση που βλέπει η πηγή είναι :

$$Req = R3 + [(Rx + R2) // R4] =$$
$$3 + [(Rx + 4) // 6] = 3 + (6 Rx + 24)/(Rx + 10) =$$
$$= (9 Rx + 54) / (Rx + 10)$$

και το ρεύμα Iπ της πηγής είναι :

$$I\pi = V/Req = 30/Req = 30 (Rx + 10)/(9 Rx + 54)$$

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

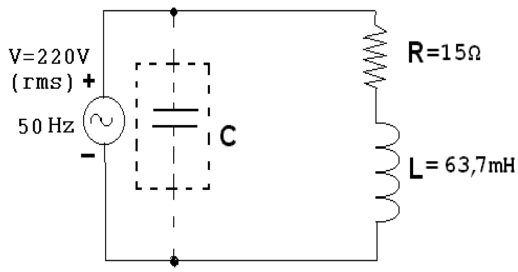
$Ix2 = I\pi \times [R4 / (R2 + Rx + R4)] = I\pi \times (6 / (Rx + 6 + 4) = 6 I\pi / (Rx + 10)$ και
$Ix2 = 6 \times 30 / (9 Rx + 54) = 180 / (9 Rx + 54)$ (2)

Η φορά του ρεύματος Ix2 είναι αντίθετη από την φορά του ρεύματος Ix1
Έτσι συνολικά από (1) και (2) θα πρέπει $Ix = Ix1 + Ix2 = 0$

Άρα $Ix1 = Ix2$ και

$$12 / (Rx + 2) = 180 / (9 Rx + 54) \Rightarrow 108 Rx + 648 = 180 Rx + 504 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow 72 Rx = 144 \Rightarrow Rx = 2 \Omega$$

ΘΕΜΑ 2^{o} : (Μονάδες 2.50).
Το κύκλωμα RL που δίνεται τροφοδοτείται από πηγή τάσης ημιτονοειδούς μορφής 220 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 προσδιοριστούν τα στοιχεία του πυκνωτή που πρέπει να συνδεθεί παράλληλα στο κύκλωμα έτσι ώστε ο συντελεστής ισχύος του κυκλώματος να γίνει 0,90. Ποιο είναι το ρεύμα της πηγής στην περίπτωση αυτή ; γ) Να σχεδιαστούν τα διανυσματικά διαγράμματα ισχύος της πηγής για τις δύο πιο πάνω περιπτώσεις.



Λύση

α) $X_L = 2\,\pi\, f\, L = 2 \times 3{,}14 \times 50 \times 63{,}70 \times 10^{-3} = 20\ \Omega$

$Z = \sqrt{X_L^{\,2} + R^{\,2}} = \sqrt{20^2 + 15^2} = \sqrt{625} = 25\ \Omega$

$I = V / Z_{ολ} = 220\ V / 25\ \Omega \quad \Rightarrow \quad I = 8{,}8\ A$

$P = I^2\, R = 8{,}8^2 \times 15 \quad \Rightarrow \quad P = 1.161{,}60\ W$

$Q = I^2\, X_L$ ή $Q = \sqrt{S^2 - P^2} \quad \Rightarrow \quad Q = 8{,}8^2 \times 20 = 1.548{,}50\ VAR$

$S = V\ I$ ή $S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad \Rightarrow \quad S = 220 \times 8{,}8 = 1.936\ VA$

και $\cos\varphi = P / S$ ή $\cos\varphi = R / Z = 15 / 25 \Rightarrow$ Σ.Ι. $= \cos\varphi = 0{,}60$ επαγωγικός
$\varphi = \cos^{-1}(0{,}60) = -53{,}13^{o}$

β) $Q_c = P\ (εφφ - εφφ') = 1.161{,}60 \times (1{,}333 - 0{,}484) = 986{,}20\ VAR$

$C = Q_c\ /\ 2\,\pi\, f\, V^2 = 986{,}20\ /\ 2 \times 3{,}14 \times 50 \times 220^2 = 64{,}89\ \mu F$

Επιλέγεται πυκνωτής 1,0 KVAR χωρητικότητας 65 μF .

$S' = V\ I'$ ή $S' = \sqrt{P^2 + Q'^2}$

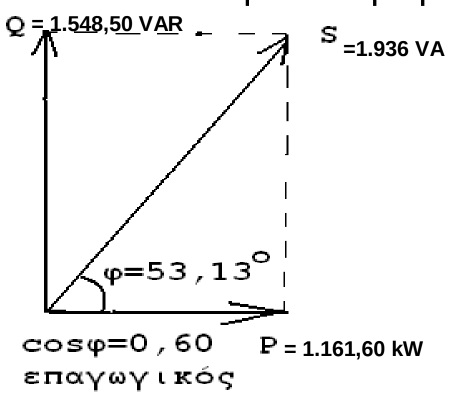
όπου $Q' = Q - Q_c \quad \Rightarrow \quad Q' = 1.548{,}50\ VAR - 1.000\ VAR = 548{,}50\ VAR$

και $S' = \sqrt{1.161{,}60^2 + 548{,}50^2} \quad \Rightarrow \quad S' = 1.284{,}60\ VA$

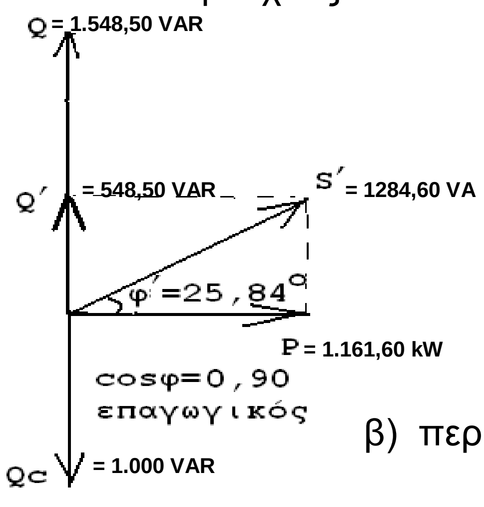
$I' = S'\ /\ V = 1.284{,}60\ VA / 220\ V \quad \Rightarrow \quad I' = 5{,}84\ A$

με επαγωγικό συντελεστή ισχύος Σ.Ι. = cosφ = 0,90

γ)



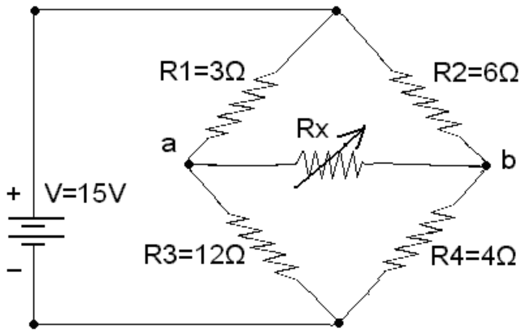
α) περίπτωση



β) περίπτωση

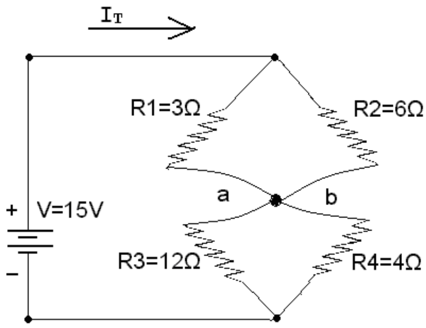
ΘΕΜΑ 3

ΘΕΜΑ 3^{o} : (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.



Λύση

α) Για τον υπολογισμό του I_N , απομακρύνεται η αντίσταση Rx και βραχυκυκλώνονται τα σημεία a και b και έτσι προκύπτει το ακόλουθο κύκλωμα.



Η ισοδύναμη συνολική αντίσταση που «βλέπει» η πηγή στην περίπτωση αυτή είναι:

$R_T = [(R1 // R2)] + [(R3 // R4)] =$

$= [(3 x 6) / (3 + 6)] + [(12 x 4) / (12 + 4)] =$

$= 2 + 3 \quad \Rightarrow \quad R_T = 5\ \Omega$

και το ρεύμα της πηγής $I_T = V / R_T = 15\ V / 5\ \Omega$

$\Rightarrow \quad I_T = 3\ A$

Έτσι οι πτώσεις τάσεως επάνω στις αντιστάσεις R1 // R2 , και R3 // R4 θα είναι αντίστοιχα:

$V_{R1R2} = I_T$ x (R1 // R2) = 3 A x 2 Ω = 6 V
$V_{R3R4} = I_T$ x (R3 // R4) ή $V_{R3R4} = V - V_{R1R2} = 15\ V - 6\ V = 9\ V$

και τα ρεύματα υπολογίζονται ως :

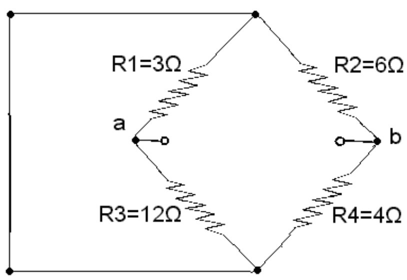
$I_{R1} = V_{R1R2} / R1 = 6\ V / 3\ \Omega = 2\ A$, $\quad I_{R2} = V_{R1R2} / R2 = 6\ V / 6\ \Omega = 1\ A$
$I_{R3} = V_{R3R4} / R3 = 9\ V / 12\ \Omega = 0{,}75\ A$, $\quad I_{R4} = V_{R3R4} / R4 = 9\ V / 4\ \Omega = 2{,}25\ A$

ή αντίστοιχα με εφαρμογή του τύπου διαιρέτη ρεύματος για το συνολικό ρεύμα της πηγής.

$I_{R1} = I_T$ x R2 / (R1+R2) = 3x6 / (3 + 6) = 2 A , $\quad I_{R2} = I_T - I_{R1} = 3 - 2 = 1\ A$
$I_{R3} = I_T$ x R4 / (R3+R4) = 3x4 / (12 + 4) = 0,75 A, $\quad I_{R4} = I_T - I_{R3} = 3 - 0{,}75 = 2{,}25\ A$

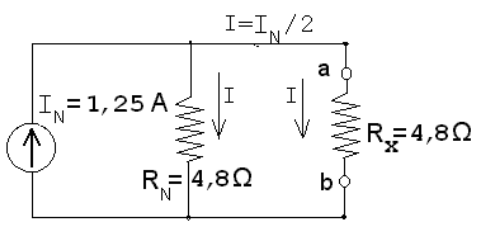
Τελικά το ρεύμα I_N θα είναι : $I_N = I_{R1} - I_{R3} = I_{R4} - I_{R2} = 2 - 0{,}75 \quad \Rightarrow \quad I_N = 1{,}25\ A$

Για τον υπολογισμό της R_N απομακρύνεται η αντίσταση Rx και βραχυκυκλώνεται η πηγή τάσης και έτσι προκύπτει ο ακόλουθος συνδυασμός αντιστάσεων ανάμεσα στα σημεία a και b .



$R_N = (R1 // R3) + (R2 // R4) = (3 // 12) + (6 // 4) =$

$= [(3 x 12) / (3 + 12)] + [(6 x 4) / (6 + 4)] =$
$= 2{,}4 + 2{,}4 \quad \Rightarrow \quad R_N = 4{,}8\ \Omega$



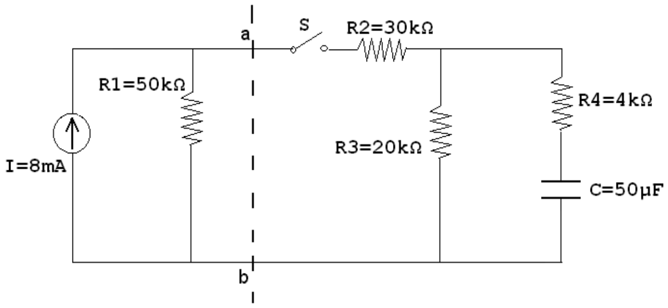
β)
Έτσι το ισοδύναμο κύκλωμα κατά Norton δίνεται στο διπλανό σχήμα :

Για να καταναλώνει την μέγιστη ισχύ η αντίσταση R_X θα πρέπει να είναι $R_X = R_N = 4{,}8\ \Omega$
και η ισχύς αυτή θα είναι :
$P = I^2$ x $R_X = (I_N / 2)^2$ X $R_X = 0{,}625^2$ X $4{,}8 = 1{,}875\ W$

ΘΕΜΑ 4^{o} : (Μονάδες 2.50).

Στο κύκλωμα που δίνεται τη χρονική στιγμή t = 0 , κλείνει ο διακόπτης S.

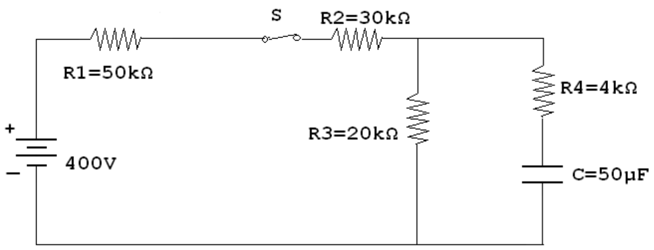
Να προσδιοριστούν α) η σταθερά χρόνου φόρτισης του πυκνωτή και η εξίσωση της τάσης Vc (t) και του ρεύματος Ic (t) στα άκρα του πυκνωτή. Ποιο το πλήρες φορτίο του πυκνωτή ; β) Μετά την πλήρη φόρτιση του πυκνωτή βραχυκυκλώνεται η πηγή ρεύματος a – b όπως φαίνεται στο σχέδιο.



Να προσδιοριστούν η σταθερά χρόνου εκφόρτισης του πυκνωτή και η εξίσωση της τάσης V’c (t) και του ρεύματος I’c (t) στα άκρα του πυκνωτή για το νέο πλέον κύκλωμα.

Λύση

α) Η πηγή ρεύματος μετατρέπεται σε πηγή τάσης και προκύπτει το ακόλουθο κύκλωμα.



Η ισοδύναμη αντίσταση που βλέπει ο πυκνωτής στα άκρα του θα είναι :

$$Req = R4 + [(R1 + R2) // R3] =$$
$$= 4 + [(50 + 30) // 20] = 4 + (80 // 20) =$$
$$= 4 + (80 \times 20) / (80 + 20) = 4 + 1600 / 100 =$$
$$= 4 + 16 \quad \Rightarrow \quad Req = 20\ k\Omega$$

Η σταθερά χρόνου φόρτισης του πυκνωτή θα είναι :

$$\tau = Req \times C = 20 \times 10^{-3}\ \Omega \times 50 \times 10^{-6}\ F = 1,0\ sec$$

Για t = 0 , ο πυκνωτής είναι αφόρτιστος και $Vc(t=0) = 0\ V$

Για $t = \infty$ ο πυκνωτής συμπεριφέρεται ως ανοικτό κύκλωμα και με εφαρμογή του τύπου του διαιρέτη τάσης προκύπτει ότι η μέγιστη τάση φόρτισης του πυκνωτή θα είναι : $Vc(t=\infty) = V \times R3 / (R1 + R2 + R3) = 400 \times 20 / (50 + 30 + 20) \Rightarrow Vc(t=\infty) = 80\ V$

Επομένως η εξίσωση της τάσης στα άκρα του πυκνωτή θα είναι :

$$Vc (t) = Vc (\infty) (1 – e^{-t/\tau}) \quad \Rightarrow \quad Vc (t) = 80 (1 – e^{-t})\ V .$$

Η αντίστοιχη εξίσωση του ρεύματος του πυκνωτή $Ic(t)$ θα είναι :

$$Ic(t) = [Vc (\infty) / Req] \times e^{-t/\tau} = [80\ V / 20\ k\Omega] \times e^{-t/\tau} \quad \Rightarrow \quad Ic(t) = 4\ e^{-t}\ mA$$

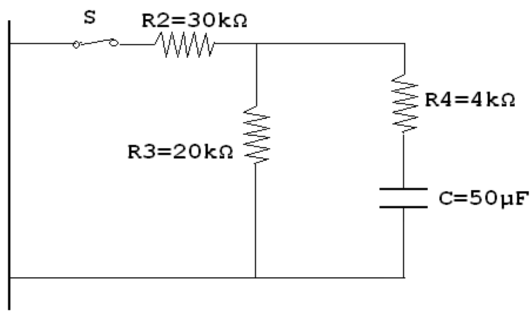
Το πλήρες φορτίο του πυκνωτή για $t = \infty$ θα είναι

$$q = C \times Vc (t = \infty) = 50 \times 10^{-6}\ F \times 80\ V \quad \Rightarrow \quad q = 4\ mCb$$

β) Μετά την βραχυκύκλωση της πηγής ρεύματος ο πλήρως φορτισμένος πυκνωτής συμπεριφέρεται ως πηγή τάσης και το κύκλωμα που προκύπτει είναι το ακόλουθο.

Η νέα ισοδύναμη αντίσταση που βλέπει ο πυκνωτής στα άκρα του θα είναι :

$$R’eq = R4 + (R2 // R3) = 4 + (30 // 20) =$$
$$= 4 + (30 \times 20) / (30 + 20) = 4 \times 600 / 50 =$$
$$= 4 + 12 \quad \Rightarrow \quad R’eq = 16\ k\Omega$$



Η σταθερά χρόνου εκφόρτισης του πυκνωτή θα είναι :

$$\tau’ = R’eq \times C = 16 \times 10^{-3}\ \Omega \times 50 \times 10^{-6}\ F = 0,8\ sec$$

Οι αντίστοιχες εξισώσεις τάσης και ρεύματος στα άκρα του πυκνωτή θα είναι :

$$V’c (t) = Vc (\infty)\ e^{-t/\tau’}) \quad \Rightarrow \quad V’c (t) = 80\ e^{-t/0,80}\ V$$

και

$$Ic(t) = – [Vc (\infty) / R’eq] \times e^{-t/\tau’} = – [80\ V / 16\ k\Omega] \times e^{-t/\tau} \quad \Rightarrow \quad Ic(t) = – 5\ e^{-t/0,80}\ mA$$