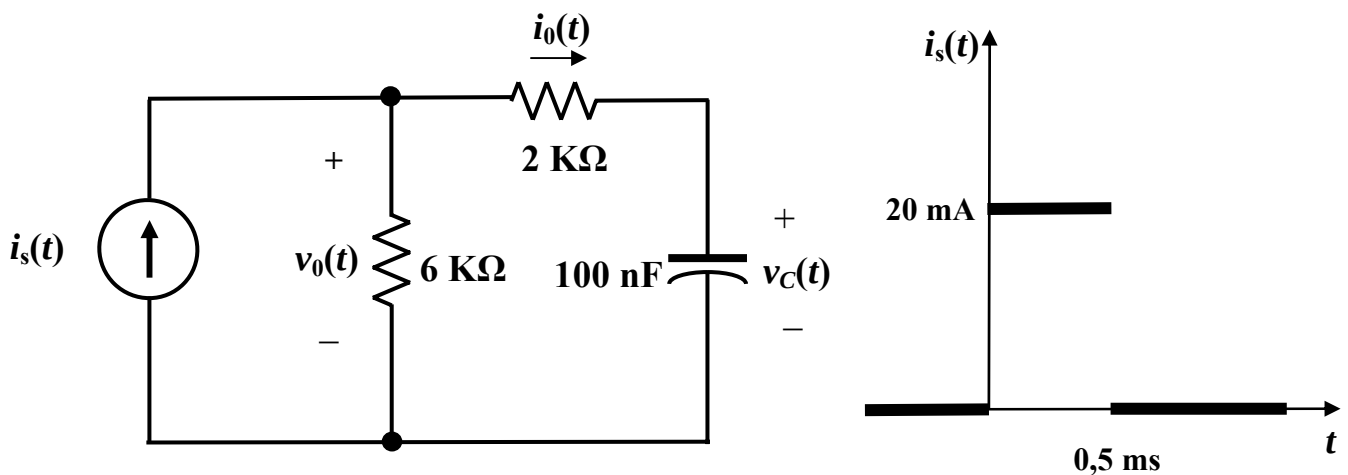




Να βρεθούν τα $v_0(t)$ και $i_0(t)$ και οι συνοριακές τιμές (σε κάθε αλλαγή της εισόδου).

Το κύκλωμα είναι «νεκρό» πριν την εφαρμογή της εισόδου, οπότε δεν υπάρχει αποθηκευμένη ενέργεια ή κάποια δραστηριότητα. Προχωράμε κατευθείαν στην ανάλυση για $t \geq 0$.

A. Σταθερά χρόνου: δίνεται, π.χ. από το ισοδύναμο Thévenin που «βλέπει» ο πυκνωτής και μάλιστα μόνο η αντίσταση είναι απαραίτητη. Εξουδετερώνοντας την πηγή ρεύματος (ανοικτοκύκλωμα), βρίσκουμε ότι η ισοδύναμη αντίσταση είναι $8\text{ K}\Omega$. Άρα

$$\tau = RC = 8000 \times 100 \times 10^{-9} = 800\text{ }\mu\text{s} \Rightarrow \frac{1}{\tau} = 1250\text{ [Hz]}$$

B. Προσδιορισμός της απόκρισης (εφαρμογή του $x(\infty) + [x(0) - x(\infty)]e^{-t/\tau}$):

Χρειαζόμαστε τις ακραίες τιμές για το i_0 . Στη μόνιμη κατάσταση ο πυκνωτής δεν θα επιτρέψει τη διόδο συνεχούς ρεύματος, οπότε $i_0(\infty) = 0$. Επίσης, λόγω της πρότερης ηρεμίας, $i_0(0^-) = 0$, όμως μόλις εφαρμοστεί το ρεύμα από την πηγή, ο αντιστάτης των $6\text{ K}\Omega$ θα αρχίσει αμέσως να άγει, κι έτσι από τον διαιρέτη ρεύματος¹ παίρνω $i_0(0^+) = 15\text{ [mA]}$ οπότε έχω

$$i_0(t) = i_0(\infty) + [i_0(0) - i_0(\infty)]e^{-1250t} \Rightarrow$$

$$i_0(t) = 15e^{-1250t}\text{ [mA]}, \quad 0^+ \leq t \leq 0.5^- \text{ [ms]}$$

¹ Από τον δεξιό βρόχο, στο $t = 0^+$, με KVL και επειδή η τάση του πυκνωτή θα παραμείνει μηδέν, οι δυο αντιστάτες «βλέπουν» την ίδια τάση κι έτσι σχηματίζουν απλό διαιρέτη ρεύματος.

Αντίστοιχα, για τη ζητούμενη τάση, το ρεύμα που διαρρέει τον αντιστάτη των $6\text{K}\Omega$ είναι $20 - 15e^{-1250t}$ οπότε έχω

$$v_0(t) = 6000 \times (20 - 15e^{-1250t})$$

και τελικά

$$v_0(t) = 120 - 90e^{-1250t} \text{ [V]}, \quad 0^+ \leq t \leq 0,5^- \text{ [ms]}$$

Γ. Έχοντας προσδιορίσει ότι ζητήθηκε για το πρώτο χρονικό διάστημα, αρχίζει η προετοιμασία για το δεύτερο. Δηλαδή, πρέπει να γνωρίζω την κατάσταση του κυκλώματος πριν την «πτώση» του ρεύματος στο μηδέν στα $0,5 \text{ ms}$. Ο πυκνωτής θα είναι φορτισμένος κι επειδή υπάρχει δρόμος για να εκφορτισθεί, θα το κάνει. Πρέπει λοιπόν να προσδιορίσω και την εξέλιξη του $v_C(t)$:

$$\begin{aligned} v_C(t) &= v_0(t) - 2000 \times i_0(t) \\ &= 120 - 90e^{-1250t} - 30e^{-1250t} \\ &= 120 - 120e^{-1250t}, \quad 0^+ \leq t \leq 0,5^- \end{aligned}$$

Δ. Από τους μέχρι τώρα υπολογισμούς, βρίσκω ότι

$$i_0(0,5^-) = 8,03 \text{ [mA]} \quad v_0(0,5^-) = 71,83 \text{ [V]} \quad \text{και} \quad v_C(0,5^-) = 55,77 \text{ [V]}$$

και σημειώνω επιπλέον ότι $v_0(0^+) = 30 \text{ [V]}$.

Ε. Στα $0,5 \text{ ms}$ η πηγή ρεύματος «σβήνει», ο πυκνωτής αρχίζει να εκφορτίζεται στο κύκλωμα που «βλέπει», δηλαδή τους δυο αντιστάτες σε σειρά. **ΠΡΟΣΟΧΗ:** επειδή ο πυκνωτής τώρα ενεργεί σαν πηγή τάσης που έχει θετική φόρτιση λόγω του $v_C(0,5^-)$, το ρεύμα i_0 έχει αντίθετη φορά από τη σημειωμένη!!!

ΣΤ. Ας υπολογίσουμε τώρα τα μεγέθη που μας ενδιαφέρουν στο $0,5^+$:

Για το ρεύμα i_0 έχω

$$i_0(0,5^+) = \frac{-55,77}{8000} = -6,97 \text{ [mA]}$$

οπότε

$$i_0(t) = -6,97e^{-1250(t-0,5 \times 10^{-3})} \text{ [mA]}, \quad 0,5^+ \leq t \leq \infty$$

Η τάση $v_0(t)$ δίνεται απλά από τον νόμο του Ohm

$$v_0(t) = 6000 \times (-i_0(t)) = 41,82e^{-1250(t-0,5 \times 10^{-3})} \text{ [V]}, \quad 0,5^+ \leq t \leq \infty$$

όπου το $i_0(t)$ μπήκε με αρνητικό πρόσημο επειδή στο προηγούμενο στάδιο βάλαμε αρνητικό πρόσημο για να σημειώσουμε την αντίθετη με τη δηλωθείσα στην εκφώνηση φορά.

