

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ & ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Σ. ΜΑΝΕΣΗ

Δ. ΤΣΙΠΙΑΝΙΤΗ

Β. ΚΟΥΤΣΟΝΙΚΟΥ

Χ. ΡΑΦΗΛΙΔΟΥ

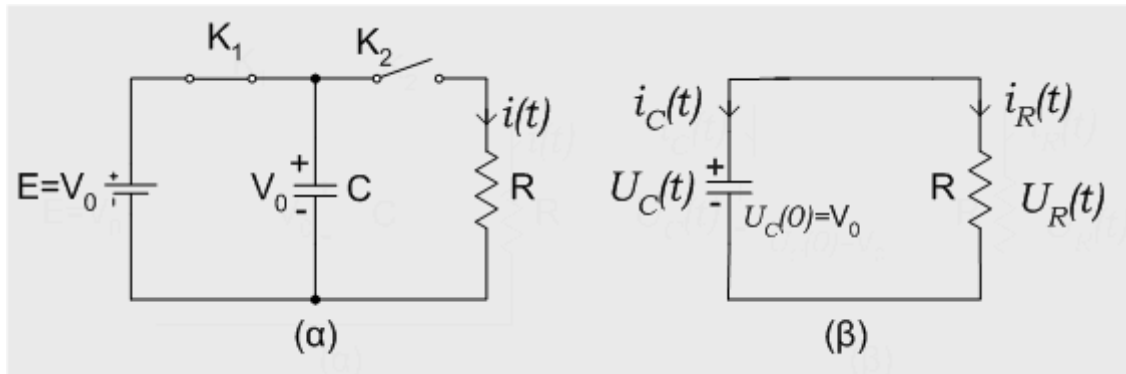
ΠΑΤΡΑ 2017

ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ RC

Αντικείμενο της άσκησης αυτής είναι η πειραματική παρατήρηση και μελέτη του φαινομένου της φόρτισης και εκφόρτισης πυκνωτή με τη βοήθεια του παλμογράφου.

θ

Στο κύκλωμα του Σχ.1α, ο πυκνωτής C φορτίζεται στην τάση V_0 μέσω μιας πηγής σταθερής τάσης. Τη στιγμή $t=0$ ο διακόπτης K_1 ανοίγει και συγχρόνως ο διακόπτης K_2 κλείνει. Συνεπώς ο φορτισμένος πυκνωτής αποσυνδέεται από τη πηγή και συνδέεται με τη γραμμική αντίσταση R τη στιγμή $t=0$ όπως φαίνεται στο Σχ.1β. Οι εξισώσεις που περιγράφουν τη συμπεριφορά του κυκλώματος είναι οι εξής:



Σχ.1. Κύκλωμα φόρτισης/εκφόρτισης πυκνωτή

$$U_C(t) = U_R(t) \quad t \geq 0 \quad (1)$$

$$i_C(t) + i_R(t) = 0 \quad t \geq 0 \quad (2)$$

$$U_R = R \cdot i_R \quad (3)$$

$$i_C(t) = C \frac{dU_C}{dt} \quad (4)$$

$$U_C(0) = V_0 \quad (5)$$

$$U_C(t) = V_0 + \frac{1}{C} \int_0^t i_C(t') dt' \quad (6)$$



$$C \frac{dU_c}{dt} = I_c = -I_R = -\frac{U_R}{R} = -\frac{U_c}{R} \quad \text{και} \quad U_c(0) = V_0 \quad (7)$$

$$C \frac{dU_c}{dt} + \frac{U_c}{R} = 0 \quad t \geq 0 \quad \text{και} \quad U_c(0) = V_0 \quad (7')$$

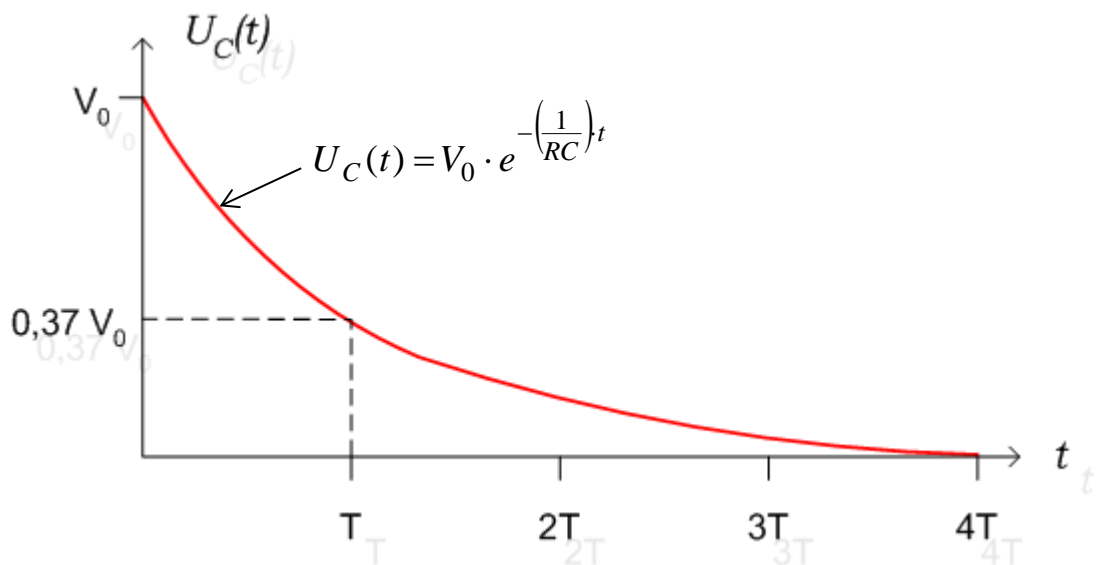
Η (7') είναι μία πρώτης τάξης γραμμική ομογενής διαφορική εξίσωση με σταθερούς συντελεστές. Η λύση της είναι εκθετική, της μορφής,

$$U_c(t) = K \cdot e^{S_0 t}$$

Λαμβάνοντας υπ' όψη τις αρχικές συνθήκες έχουμε,

$$U_c(t) = V_0 \cdot e^{-\left(\frac{1}{RC}\right) \cdot t} \quad t \geq 0$$

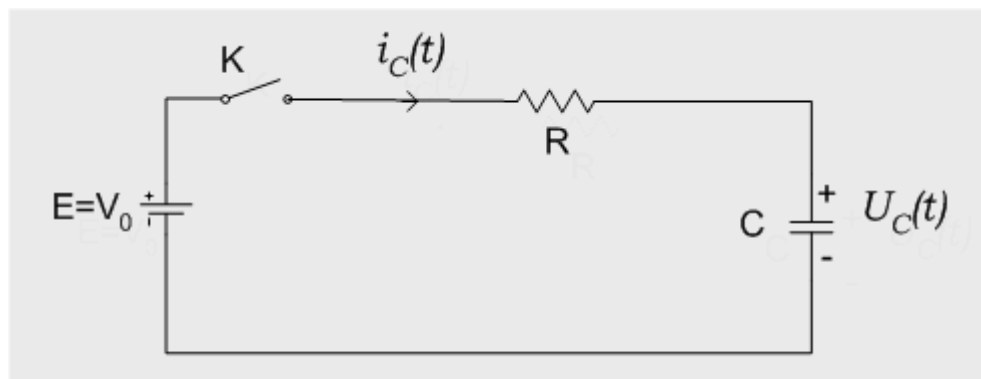
Η γραφική παράσταση της λύσης φαίνεται στο Σχ.2 όπου T είναι η σταθερά του κυκλώματος.



Σχ.2. Καμπύλη εκφόρτισης πυκνωτή.

Παρατηρούμε ότι για $t=T$ έχουμε τάση ίση με το 37% της αρχικής τιμής, ενώ για $t=4T$ έχουμε πρακτικά εκφόρτιση του πυκνωτή.

Στο κύκλωμα του Σχ.3 έχουμε φόρτιση του πυκνωτή όταν κλείσει ο διακόπτης K . Για την τάση $U_c(t)$ έχουμε,



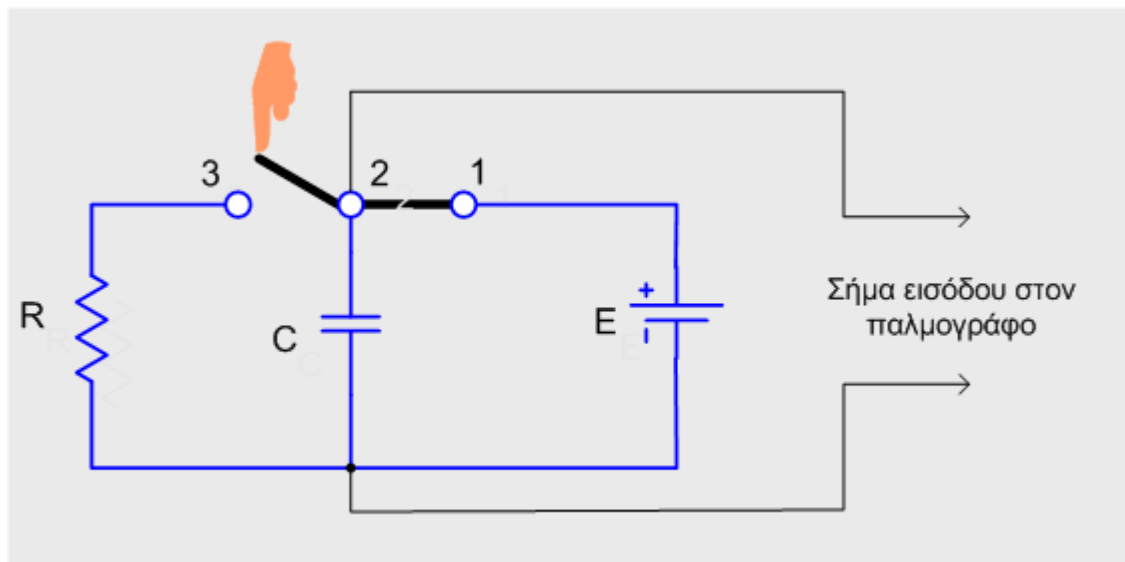
Σχ.3. Κύκλωμα φόρτισης πυκνωτή.

$$U_C(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ V_0(1 - e^{-t/T}) & t \geq 0 \end{cases} \quad \text{όπου } T = RC$$



Πειραματική Διάταξη - Μετρήσεις

1. Πραγματοποιήστε τη συνδεσμολογία του Σχ.4 και ρυθμίστε την τάση της πηγής στα 6V. Στον παλμογράφο ρυθμίστε την οριζόντια σάρωση στα 0.2 Sec/div και την ενίσχυση κατακόρυφης απόκλισης στα 2 Volts/div.



Σχ.4. Κύκλωμα εκφόρτισης με διακόπτη μεταγωγής



2. Μετρήστε το χρόνο εκφόρτισης του πυκνωτή για

α) $C=1\mu\text{F}$ και $R=200\text{K}\Omega$ και $400\text{K}\Omega$.

β) $C=10\mu\text{F}$ και $R=20\text{K}\Omega$ και $40\text{K}\Omega$

γ) Για $C=10\mu\text{F}$ και $R=100\text{K}\Omega$ σχεδιάστε την καμπύλη εκφόρτισης αν μετά από χρόνο T (όπου $T=RC$) από την αρχή της εκφόρτισης μηδενίσουμε την αντίσταση.

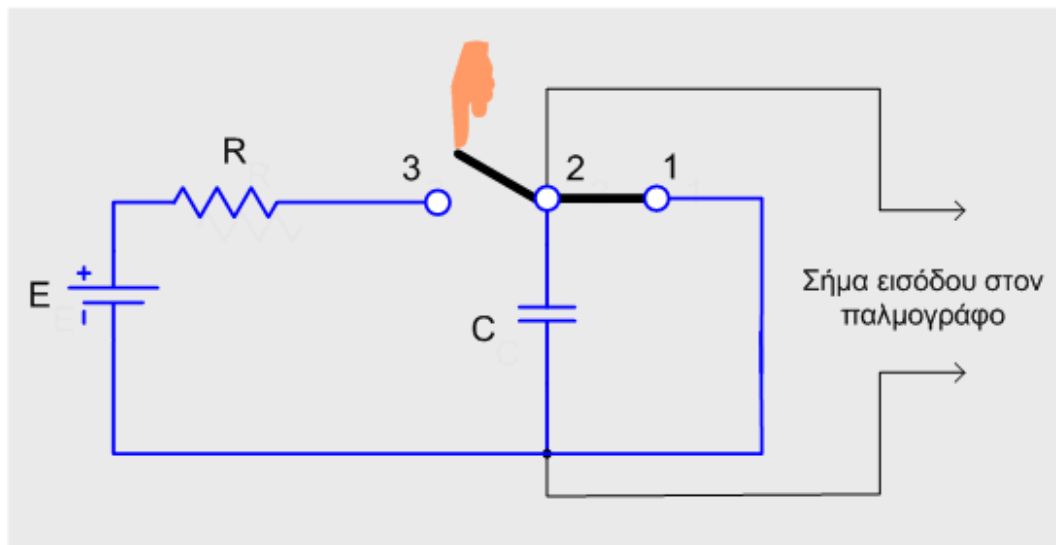
3. Πραγματοποιήστε τη συνδεσμολογία του Σχ.5 με την ίδια τάση πηγής και τις ίδιες ρυθμίσεις στον παλμογράφο. Μετρήστε το χρόνο φόρτισης του πυκνωτή καθώς επίσης σημειώστε την τελική τιμή της τάσης στην οποία φορτίζεται ο πυκνωτής.

Ισούται με την τάση της πηγής;

α) $C=1\mu\text{F}$ και $R=200\text{K}\Omega$ και $400\text{K}\Omega$.

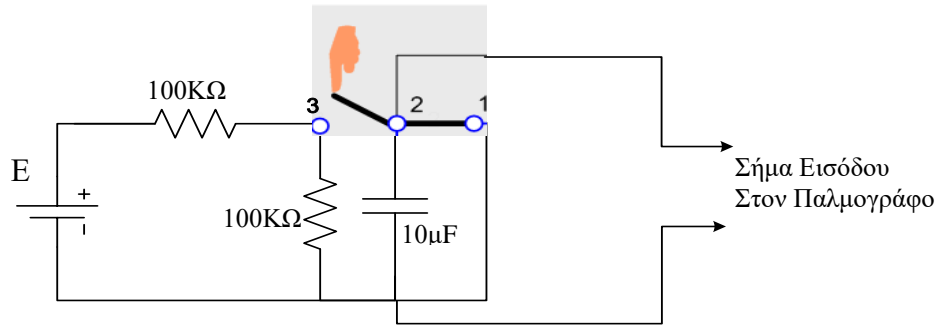
β) $C=10\mu\text{F}$ και $R=20\text{K}\Omega$ και $40\text{K}\Omega$

γ) Για $C=10\mu\text{F}$ και $R=100\text{K}\Omega$ σχεδιάστε την καμπύλη φόρτισης αν μετά από χρόνο T (όπου $T=RC$) από την αρχή της φόρτισης μηδενίσουμε την αντίσταση.



Σχ.5. Κύκλωμα φόρτισης πυκνωτή.

4. Πραγματοποιήστε τη συνδεσμολογία του Σχ.6 με την ίδια τάση πηγής και τις ίδιες ρυθμίσεις στον παλμογράφο. Μετρήστε το χρόνο φόρτισης του πυκνωτή καθώς επίσης σημειώστε την τελική τιμή της τάσης στην οποία φορτίζεται ο πυκνωτής.



Σχ. 6. 2ο Κύκλωμα Φόρτισης πυκνωτή.

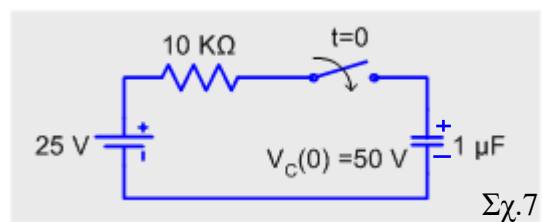
Επεξεργασία Μετρήσεων

1. Σχεδιάστε σε κοινούς άξονες τάσης-χρόνου τα αποτελέσματα των μετρήσεων στο (2)α,β,γ (3)α,β,γ και (4).

2. Σχεδιάστε σε κοινούς άξονες τάσης-χρόνου τις αντίστοιχες θεωρητικές καμπύλες.

3. Σχολιάστε τις διαφορές/ομοιότητες των πειραματικών και θεωρητικών καμπυλών.

4. Σχεδιάστε την τάση $U_C(t)$ για το κύκλωμα του Σχ.7 αν ο διακόπτης κλείσει τη χρονική στιγμή $t=0$ και η αρχική τάση στον πυκνωτή είναι $U_C(0) = 50V$.



Σχ.7

