

## Φόρτιση κι Εκφόρτιση Πυκνωτή

### Εισαγωγή

Όταν ένας πυκνωτής, χωρητικότητας  $C$ , συνδέεται μέσω αντίστασης  $R$ , σε πηγή συνεχούς τάσης (DC), με ΗΕΔ  $\mathcal{E}$ , φορτίζεται σταδιακά. Όσο χρόνο  $t$  διαρκεί η φόρτιση, η διαφορά δυναμικού  $V$  μεταξύ των ακροδεκτών του αυξάνεται σταδιακά σύμφωνα με τον τύπο:

$$V = \mathcal{E} \left( 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right)$$

όπου:  $V$  είναι η διαφορά δυναμικού μεταξύ των ακροδεκτών του πυκνωτή,  
 $\mathcal{E}$  η ΗΕΔ της πηγής,  
 $t$  ο χρόνος φόρτισης,  
 $R$  η αντίσταση, και  
 $C$  η χωρητικότητα του πυκνωτή.

Όταν ο πυκνωτής εκφορτίζεται μέσω αντίστασης  $R$ , η διαφορά δυναμικού  $V$  ανάμεσα στους ακροδέκτες του είναι:

$$V = V_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$

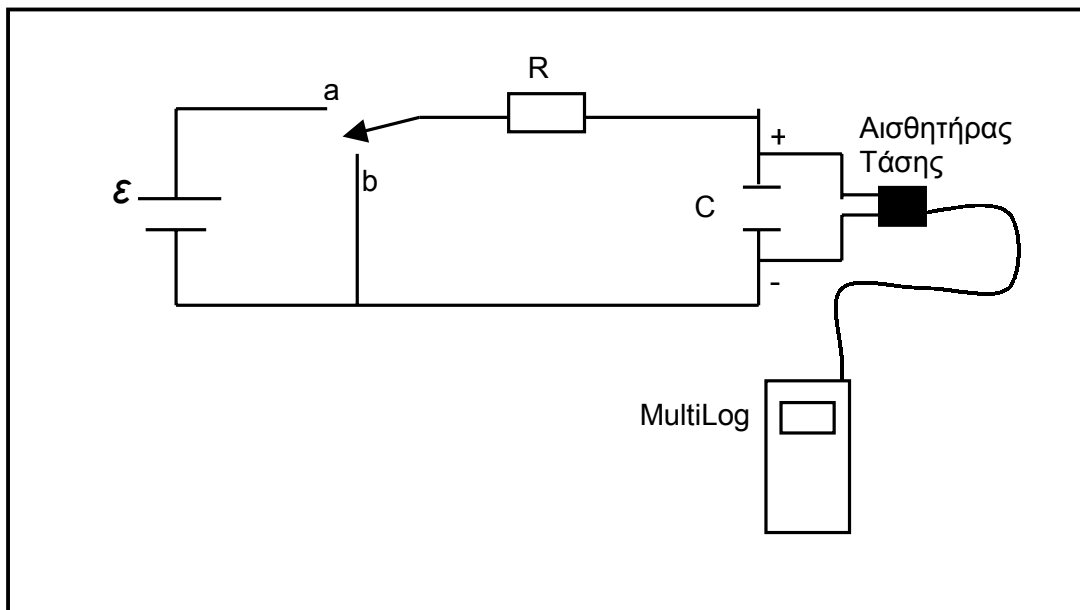
όπου  $V_0$  η αρχική τάση του πυκνωτή.  
Στο παρακάτω πείραμα διερευνώνται κι επιβεβαιώνονται οι παραπάνω σχέσεις.

### Εξοπλισμός

- Κιβώτιο πυκνωτών.
- Κιβώτιο αντιστάσεων.
- 3 μπαταρίες των 1,5V και κασετίνα (θήκη) για την εύκολη σύνδεσή τους.
- Διακόπτης διπλός μαχαιρωτός.
- MultiLog.
- Αισθητήρας τάσης 0÷5V.

### Σύνδεση Εξοπλισμού

1. Συνδέστε το MultiLog στη σειριακή θύρα του υπολογιστή.
2. Ανοίξτε το MultiLog.
3. Συνδέστε τον αισθητήρα τάσης στην θύρα I/O1 του MultiLog.
4. Πραγματοποιήστε τη συνδεσμολογία της εικόνας 1:




Εικόνα 1

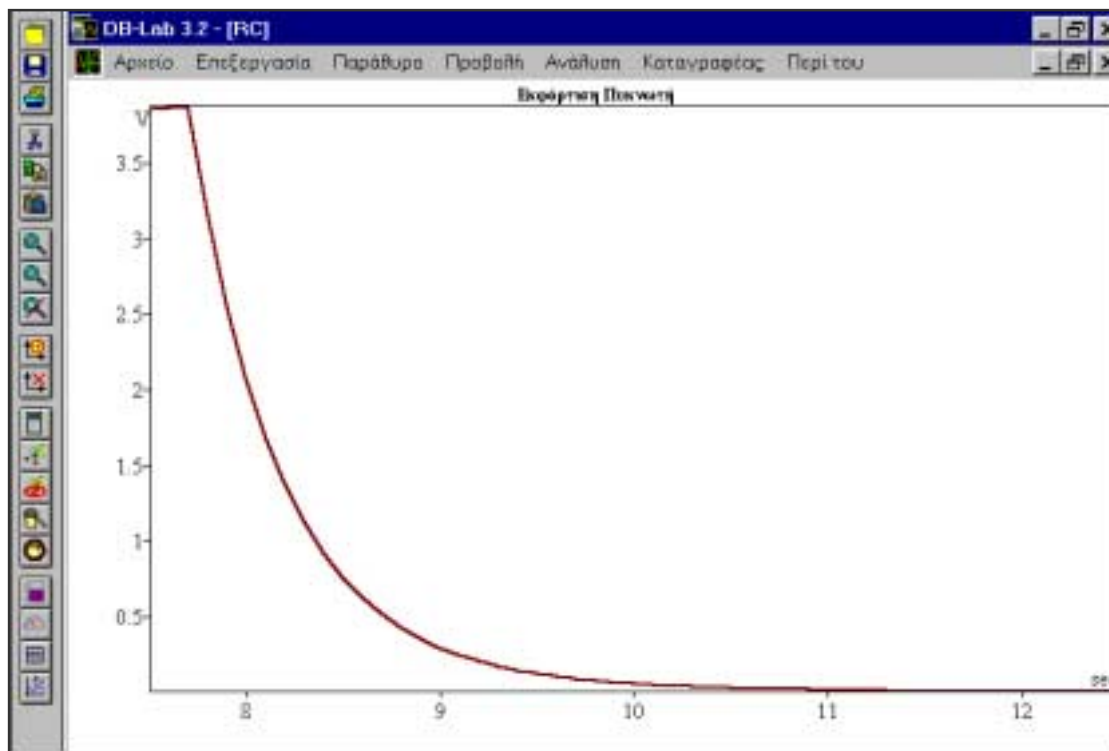
- Επιλέξτε ένα πυκνωτή 1000 $\mu$ F και αντιστάσεις 500, 1000, 2000 $\Omega$ .
  - Συνδέστε το κόκκινο βύσμα του αισθητήρα τάσης στον ακροδέκτη του πυκνωτή με το υψηλότερο δυναμικό, μιας και ο αισθητήρας τάσης μετράει μόνο με αυτή την πολικότητα.
5. Ρυθμίστε το MultiLog ακολουθώντας τις οδηγίες που δίνονται παρακάτω. Κατά τη διάρκεια της ρύθμισης, να βραχυκυκλώσετε τους ακροδέκτες του αισθητήρα τάσης, ώστε η τάση να είναι μηδέν, οπότε το MultiLog θα βαθμονομηθεί αυτόματα. Μπορείτε να ορίσετε τις διάφορες παραμέτρους του MultiLog είτε από το πληκτρολόγιο του, είτε από τον **Πίνακα Ελέγχου** (Control Panel) του DB-Lab. Θυμηθείτε να χωρίσετε τα βύσματα του αισθητήρα τάσης.

## Ρύθμιση MultiLog

- Είσοδος 1 (Input 1): Αισθητήρας τάσης 0 ÷ 5V (VLT 0 ÷ 5V)
- Σημεία (Samples): 1000
- Ρυθμός (Rate): 100/sec
- Σκανδαλισμός (Trig): Καθ. Μέτωπο ( Falling Edge)
- Στάθμη Σκανδαλισμού (Trig Level): 3,98V

## Εκτέλεση Πειράματος

1. Τοποθετήστε το διακόπτη στη θέση “a” και περιμένετε μερικά δευτερόλεπτα για να φορτιστεί ο πυκνωτής. Η διαφορά δυναμικού πρέπει να φτάσει σε στάθμη ψηλότερη από την στάθμη σκανδαλισμού (3,98V).
2. Εκκινήστε το MultiLog πιέζοντας το πλήκτρο **Run/Stop** στο πληκτρολόγιο της συσκευής. Μπορείτε, επίσης, να εκκινήσετε το MultiLog μέσω του λογισμικού DB-Lab, πιέζοντας το πλήκτρο **Λήψη Δεδομένων** (Run) από τον **Πίνακα Ελέγχου** (Control Panel) ή το εικονίδιο  **Λήψη Δεδομένων** (Run) από την αριστερή γραμμή εργαλείων.



Εικόνα 2

3. Η λήψη δεδομένων δε θα αρχίσει πριν η διαφορά δυναμικού πέσει κάτω από την στάθμη σκανδαλισμού. Η λέξη Trig θα εμφανισθεί στην οθόνη.
4. Μεταφέρετε το διακόπτη στη θέση "b". Ο πυκνωτής θα εκφορτισθεί και η λήψη μετρήσεων θα αρχίσει αυτόματα. Μία γραφική παράσταση που δείχνει την τάση συναρτήσεως του χρόνου, θα εμφανισθεί αυτόματα στην οθόνη.
5. Αποθηκεύστε τα αποτελέσματα.
6. Επαναλάβετε τα βήματα 1-4 με διαφορετικές αντιστάσεις. Θυμηθείτε να αποθηκεύετε τα αποτελέσματα κάθε πειράματος με διαφορετικό όνομα αρχείου (χρησιμοποιείτε **Αποθήκευση ως** (Save as) από το μενού **Αρχείο** (File)).



## Ανάλυση Δεδομένων

1. Ανοίξτε ένα από τα αποθηκευμένα αρχεία.
2. Από το μενού **Ανάλυση** (Process) επιλέξτε **Ln**, οπότε εμφανίζεται ένα νέο παράθυρο με τη γραφική παράσταση του λογαρίθμου της τάσης.
3. Επιλέξτε αυτό το παράθυρο κάνοντας κλικ μέσα του και μετά εφαρμόστε τη συνάρτηση γραμμική παλινδρόμηση στη γραφική παράσταση, επιλέγοντάς την από το μενού **Ανάλυση** (Process). Η γραφική παράσταση και η εξίσωση της γραμμικής παλινδρόμησης θα εμφανισθούν στο ίδιο παράθυρο με το λογάριθμο της τάσης.
4. Επιβεβαιώστε ότι τα αποτελέσματά σας επαληθεύουν τη θεωρία, συγκρίνοντας την κλίση με την προβλεπόμενη τιμή της:

$$\text{κλίση} = \frac{1}{RC}$$

5. Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία με όλες τις τιμές των αντιστάσεων.

## Επιπλέον Εισηγήσεις

1. Μπορείτε να επαναλάβετε το πείραμα κατά τη διάρκεια της φόρτισης του πυκνωτή, χωρίς να χρησιμοποιήσετε σκανδαλισμό: απλά πιάστε **Run** και αμέσως αλλάξτε τη θέση του διακόπτη από τη θέση **b** στη θέση **a**. Ο πυκνωτής θα φορτιστεί και τα αποτελέσματα θα εμφανισθούν στην οθόνη αυτόματα.
2. Μπορείτε ταυτόχρονα να χρησιμοποιήσετε και έναν αισθητήρα έντασης ρεύματος, οπότε σας δίνονται οι επιπλέον δυνατότητες:
  - Να συγκρίνετε τις σταθερές χρόνου όπως προκύπτουν από τις μετρήσεις των δύο αισθητήρων.
  - Να συγκρίνετε την παράγωγο της τάσης με την ένταση (επιλέξτε **Παράγωγο** (Derivative) από το μενού **Ανάλυση** (Process)). Η διαφορά δυναμικού ανάμεσα στους ακροδέκτες του πυκνωτή είναι ανάλογη με το φορτίο του, και αφού η ένταση είναι η παράγωγος του φορτίου, η παράγωγος της τάσης αναμένεται να είναι ανάλογη με την ένταση ρεύματος.
  - Να συγκρίνετε το ολοκλήρωμα της έντασης (επιλέξτε **Ολοκλήρωμα** (Integral) από το μενού **Ανάλυση** (Process)) με την τάση.
3. Μπορείτε να αντιγράψετε πολλές γραφικές παραστάσεις σε ένα παράθυρο, ώστε να έχετε άμεση οπτική σύγκριση της επίδρασης των διαφορετικών τιμών της αντίστασης (ή του πυκνωτή) στην καμπύλη της τάσης.
4. Για να το πετύχετε, επιλέξτε το παράθυρο της γραφικής παράστασης που θέλετε να αντιγράψετε, κάντε κλικ στο εικονίδιο  **Αντιγραφή** (Copy), επιλέξτε το παράθυρο προορισμού και κάντε κλικ στο εικονίδιο  **Επικόλληση** (Paste).

## Πλεονεκτήματα της μελέτης της Φόρτισης και Εκφόρτισης Πυκνωτή με τη χρήση του MultiLog

- Οι γραφικές παραστάσεις σχεδιάζονται αυτόματα καθώς συσσωρεύονται τα δεδομένα, οπότε έχετε άμεση οπτική παρατήρηση του φαινομένου.
- Το ισχυρό λογισμικό σας δίνει τη δυνατότητα να δείτε κάθε πείραμα σε διαφορετικό παράθυρο κι, επίσης, να τα δείτε όλα μαζί στο ίδιο παράθυρο, γεγονός που σας επιτρέπει να παρατηρήσετε πολύ πιο εύκολα την επίδραση της τιμής της αντίστασης στην εξέλιξη του φαινομένου.
- Η χρήση γραφικών παραστάσεων και καταγραφών σε πραγματικό χρόνο καθιστά το φαινόμενο πολύ λιγότερο θεωρητικό και πολύ πιο κατανοητό.

*Σημειώσεις*