

## Παλμογράφος Βασικές Μετρήσεις

### 1. Σκοπός

Σκοπός της άσκησης είναι η εξοικείωση του σπουδαστή με τον παλμογράφο και τη χρήση του για τη μέτρηση των πιο βασικών μεγεθών όπως μέτρηση του πλάτους και της συχνότητας μιας εναλλασσόμενης τάσης όπως επίσης της διαφοράς φάσης μεταξύ τάσης και ρεύματος σε ένα κύκλωμα RC.

### 2. Γενικά

Ο παλμογράφος είναι ένα ηλεκτρονικό όργανο μέτρησης που χρησιμοποιείται ευρέως σε πολλούς τομείς της τεχνολογίας και της έρευνας.

Ο παλμογράφος μπορεί να απεικονίσει φαινόμενα που μεταβάλλονται πολύ γρήγορα (π.χ χρονική εξέλιξη εναλλασσόμενης τάσης με συχνότητα της τάξεως των 30 MHz) και γενικά μπορεί να μετρήσει

- τάση και οποιοδήποτε φυσικό μέγεθος μπορεί με κατάλληλο μετατροπέα να γίνει τάση (π.χ Πίεση, Θερμοκρασία, έμμεση μέτρηση ρεύματος κλπ).
- Συχνότητα – Περίοδο ενός περιοδικού σήματος
- Διαφορά φάσης μεταξύ δύο εναλλασσομένων σημάτων

### 3. Σύντομη Περιγραφή λειτουργίας

Σε ένα καθοδικό σωλήνα παράγεται, εστιάζεται και επιταχύνεται κατάλληλα μια δέσμη ηλεκτρονίων, η οποία στη συνέχεια διέρχεται μέσα από δύο ηλεκτρικά πεδία που είναι κάθετα μεταξύ τους, υφίσταται την επίδρασή τους και προσκρούει στη συνέχεια σε μία φθορίζουσα οθόνη με αποτέλεσμα να έχουμε την απεικόνιση του συνδυασμού των τάσεων που δημιουργήσαν τα δύο κάθετα ηλεκτρικά πεδία.

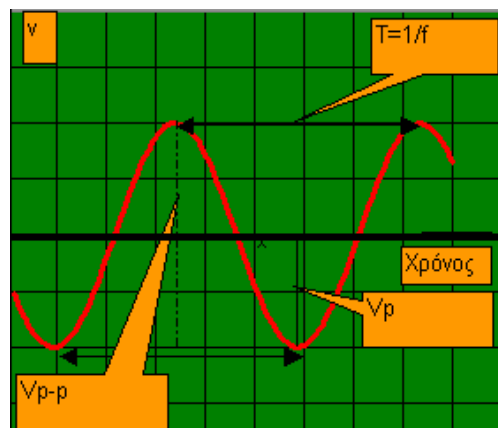


Εάν για παράδειγμα εφαρμόσουμε στην είσοδο του παλμογράφου μία

Εικόνα 1 Παλμογράφος

εναλλασσόμενη τάση  $V=V_0\sin(\omega t)$ , η τάση αυτή ενισχύεται και οδηγείται σε ένα ζεύγος κατακόρυφων μεταλλικών πλακιδίων και καθορίζει τη μορφή του κατακόρυφου πεδίου. Αν η τάση εισόδου είναι εναλλασσόμενη, το κατακόρυφο ηλεκτρικό πεδίο είναι εναλλασσόμενο. Το οριζόντιο πεδίο δημιουργείται με εφαρμογή μιας πριονωτής τάσης (ίδιας συχνότητας με την εναλλασσόμενη τάση εισόδου) σε ένα ζεύγος οριζοντίων μεταλλικών πλακιδίων. Το αποτέλεσμα της επίδρασης των δύο πεδίων στην διερχόμενη δέσμη ηλεκτρονίων είναι η αποτύπωση της ημιτονοειδούς μορφής στην οθόνη του παλμογράφου.

Με τον παλμογράφο μπορούμε να μετρήσουμε άμεσα την περίοδο  $T$  ( $\omega=2\pi/T=2\pi f$ ) και το πλάτος  $V_0$  της ημιτονοειδούς τάσης. Το πλάτος  $V_0$  ονομάζεται τάση κορυφής  $V_0=V_p$ . Το διπλάσιο της τάσης κορυφής συμβολίζεται με  $V_{p-p}$  και ονομάζεται τάση από κορυφή σε κορυφή.



Η ενεργός τιμή τάσης  $V_{\text{εν}}$  που μας δίνει ένα κοινό βολτόμετρο όταν σε αυτό εφαρμόσουμε μια εναλλασσόμενη τάση, συνδέεται με την τάση κορυφής (πλάτος τάσης) με την παρακάτω σχέση:

$$V_{\text{εν}} = \frac{V_p}{\sqrt{2}} = \frac{V_{p-p}}{2\sqrt{2}}$$

Η συχνότητα  $f$  συνδέεται με την περίοδο με τη σχέση  $f=1/T$  (Hz)

Μια άλλη ενδιαφέρουσα χρήση του παλμογράφου είναι η κάθετη σύνθεση δύο τάσεων με την οποία παίρνουμε μορφές Lissajous. Από τις μορφές αυτές μπορούμε να προσδιορίσουμε τον λόγο των συχνοτήτων των δύο τάσεων. Γνωρίζοντας τη μία από τις δύο συχνότητες μπορούμε να προσδιορίσουμε την άλλη.

Για τη λήψη μετρήσεων με τον παλμογράφο χρησιμοποιούμε μια γεννήτρια συχνοτήτων. Η γεννήτρια μπορεί να δώσει τάσεις με μορφή ημιτονοειδή, τριγωνική ή τετραγωνική σε μια μεγάλη περιοχή συχνοτήτων (0-3 MHz) και με ρυθμιζόμενο πλάτος (0-10  $V_{p-p}$ ).



Εικόνα 2 : Γεννήτρια Συχνοτήτων

#### 4.Λήψη και επεξεργασία μετρήσεων

*Επίδειξη και επεξήγηση της λειτουργίας των κυριοτέρων κουμπιών του παλμογράφου και της γεννήτριας από τους υπεύθυνους του εργαστηρίου*

##### 4.1 Μετρήσεις Συχνότητας

1. Ρυθμίστε τη γεννήτρια συχνοτήτων ώστε να δίνει έξοδο ημιτονοειδή τάση με συχνότητα  $f = 1000 \text{ Hz}$  και πλάτος  $V_{pp}=3V$
2. Ρυθμίστε το Time/div στο  $0.2 \text{ ms/cm}$  και το Volt/div στο  $1 \text{ V/cm}$ , μετρήστε την περίοδο της τάσης με τον παλμογράφο και υπολογίστε τη συχνότητά της
3. Δοκιμάστε διάφορες τιμές Time/div και Volt/div για να δείτε την επίδρασή τους στην απεικόνιση του σήματός σας.
4. Ρυθμίστε τον παλμογράφο στο  $1\text{Volt/div}$  και επιλέξτε το κατάλληλο Time/div για να μετρήσετε με τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια την περίοδο και τη συχνότητα για τις υπόλοιπες τιμές συχνοτήτων του παρακάτω πίνακα.

| f Hz | T ms | f = 1/T | cm * ms/cm |
|------|------|---------|------------|
| 1000 |      |         |            |
| 2000 |      |         |            |
| 3000 |      |         |            |
| 4000 |      |         |            |

##### 4.2 Μέτρηση Τάσεων

1. Να συνδεθεί το βολτόμετρο με τη γεννήτρια.
2. Να ρυθμιστεί το πλάτος της τάσης που δίνει η γεννήτρια, ώστε στη συχνότητα  $f=1000 \text{ Hz}$  το βολτόμετρο να μετρά ενεργό τιμή  $V_{\text{εν}} = 1V$ .
3. Να αποσυνδεθεί το βολτόμετρο και να συνδεθεί η έξοδος της γεννήτριας στο πρώτο κανάλι του παλμογράφου.
4. Επιλέξτε το κατάλληλο  $1\text{Volt/div}$  για να μετρήσετε με τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια τη τάση  $V_{pp}$  και  $V_p$ .
5. Να υπολογιστεί η  $V_{\text{εν}}$  από τη σχέση

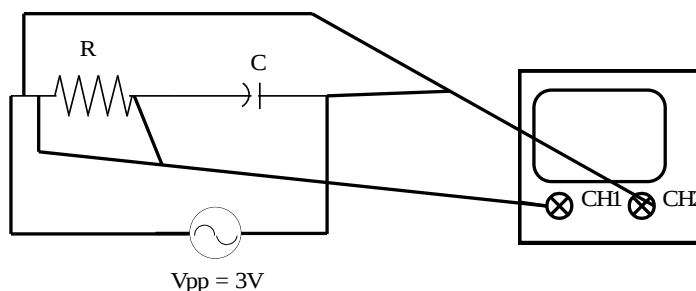
$$V_{\text{εν}} = \frac{V_p}{\sqrt{2}}$$

6. Να επαναληφθούν τα παραπάνω για τις υπόλοιπες τάσεις του παρακάτω πίνακα.

| $V_{\text{εν}} \text{ V}$ | $V_{pp}$ | $V_p$ | $V_{\text{εν}}$ | cm* V/cm |
|---------------------------|----------|-------|-----------------|----------|
| 1                         |          |       |                 |          |
| 2                         |          |       |                 |          |
| 3                         |          |       |                 |          |
| 4                         |          |       |                 |          |

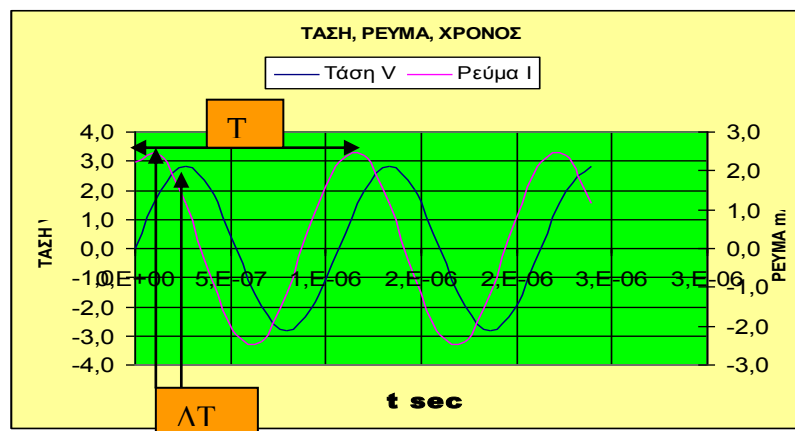
#### 4.3 Μέτρηση διαφοράς φάσης τάσης-ρεύματος σε κύκλωμα RC

1. Συνδέουμε τη γεννήτρια στα άκρα του κυκλώματος RC.
2. Ρυθμίζουμε τη γεννήτρια ώστε στη συχνότητα  $f = 500 \text{ Hz}$  να δίνει τάση  $V = 3V_{pp}$  στο κύκλωμα.
3. Συνδέουμε στα δύο κανάλια του παλμογράφου α) την τάση στα άκρα της R και β) την τάση στα άκρα του κυκλώματος RC.



4. Η διαφορά φάσης που έχουν τα δύο σήματα υπολογίζεται από τη σχέση:  

$$\varphi = 360 \cdot \frac{\Delta T}{T}$$
 όπου  $T$  η περίοδος και  $\Delta T$  η απόσταση των δύο ισοφασικών σημείων.

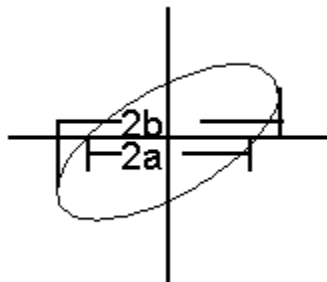


5. Καταχωρούμε τις μετρήσεις μας και τις προκύπτουσες διαφορές φάσεως σε πίνακα

| $F \text{ Hz}$ | $T$ | $\Delta T$ | $\varphi$ |
|----------------|-----|------------|-----------|
|                |     |            |           |
|                |     |            |           |
|                |     |            |           |
|                |     |            |           |

6. Μετακινούμε το διακόπτη Time/div στη θέση X-Y. Στη θέση αυτή τα δύο σήματα συνθέτονται κάθετα και εμφανίζεται μια έλλειψη στην οθόνη. Αποδεικνύεται ότι από τον προσανατολισμό της έλλειψης μπορούμε να υπολογίσουμε τη διαφορά φάσης των δύο σημάτων από τη σχέση :

$$\eta\mu(\varphi) = \frac{2a}{2b}$$



7. Για κάθε συχνότητα μετράμε τις αποστάσεις 2a και 2b και καταχωρούμε τις μετρήσεις μας μαζί με τις προκύπτουσες διαφορές φάσεως σε πίνακα .

| <i>F Hz</i> | <i>2a</i> | <i>2b</i> | <i>ημ(φ)</i> | <i>φ</i> |
|-------------|-----------|-----------|--------------|----------|
|             |           |           |              |          |
|             |           |           |              |          |
|             |           |           |              |          |
|             |           |           |              |          |

## 5. Ερωτήσεις

1. Να σχεδιαστεί μια εναλλασσόμενη τάση πλάτους 2V και συχνότητας 500 Hz. (κλίμακα 1V/cm και 1ms/cm)
2. Πόση είναι η περίοδος της και πόση η ενεργός τιμή της.

## Βιβλιογραφία

1. «Καθοδικός παλμογράφος διπλής δέσμης» από το βιβλίο, “Εργαστηριακές Ασκήσεις Φυσικής II ” Ομάδα Φυσικών ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ, (Μακεδονικές Εκδόσεις).
2. «Μετρήσεις με παλμογράφο» από το βιβλίο “Εργαστηριακές Ασκήσεις Φυσικής,” Ομάδα Φυσικών ΤΕΙ ΑΘΗΝΑΣ (Μακεδονικές Εκδόσεις).
3. Στην ιστοσελίδα του εργαστηρίου Φυσικής II μπορείτε να βρείτε Προσομοίωση με τίτλο «Παλμογράφος – Μορφές Lissajous»

<http://ikaros.teipir.gr/phyche/Labs/Pilakouta/PPFY80/Mechanics80/Oscillations.xls>