

Εργαστηριακή άσκηση 6:  
**ΓΝΩΡΙΜΙΑ ΜΕ ΤΟΝ ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΟ**  
Τροποποίηση της διαδικασίας η οποία περιγράφεται στον εργαστηριακό οδηγό  
(Βαγγέλης Δημητριάδης, 4<sup>ο</sup> ΓΕΛ Ζωγράφου)

ΣΤΟΧΟΙ

- Κατανόηση της λειτουργίας του παλμογράφου, εξοικείωση με τη χρήση του
- Μέτρηση συνεχούς τάσης με παλμογράφο
- Παρατήρηση διαφόρων τύπων σημάτων

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

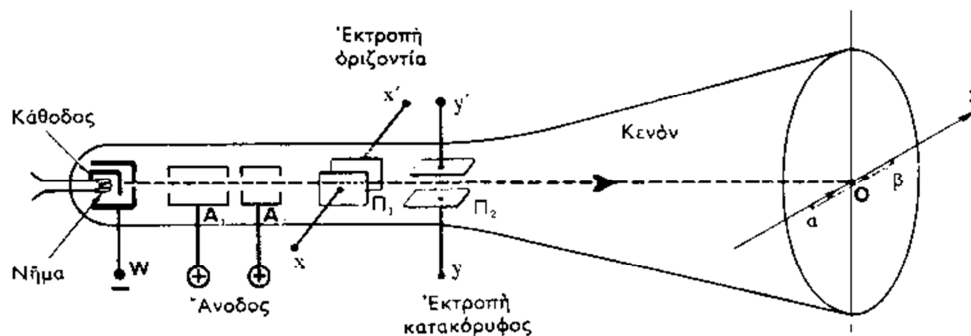
- Καθοδικός παλμογράφος (ΗΛ 780.0)
- Γεννήτρια συχνοτήτων (ΗΛ 630.0)
- Τροφοδοτικό συνεχούς τάσης (ΗΛ 625.0)
- Καλώδια (σηματολήπτης, καλώδια γεννήτριας συχνοτήτων)

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

Αρχή λειτουργίας του παλμογράφου

Ο παλμογράφος αποτελείται βασικά από μία λυχνία καθοδικών ακτίνων (CRT, cathode ray tube) (βλ. παρακάτω σχήμα), μία γεννήτρια πριονωτής τάσης, καθώς και διάφορα άλλα ηλεκτρονικά κυκλώματα (ενισχυτές, τροφοδοτικό κλπ).

Η λυχνία καθοδικών ακτίνων είναι ένας αερόκενος γυάλινος σωλήνας, ο οποίος στο ένα άκρο του φέρει θερμαινόμενη κάθοδο όπου παράγονται τα ηλεκτρόνια της καθοδικής δέσμης (θερμοηλεκτρικό φαινόμενο), ενώ το άλλο άκρο του καταλήγει σε μία φθορίζουσα οθόνη. Η κάθοδος περιβάλλεται από το οδηγό πλέγμα  $w$  το οποίο βρίσκεται σε αρνητικό δυναμικό ως προς την κάθοδο. Αυξομείωση του δυναμικού αυτού, έχει ως αποτέλεσμα



αντίστοιχη μείωση ή αύξηση του αριθμού των ηλεκτρονίων που διέρχονται από την άνοδο και επομένως μεταβολή της φωτεινότητας της φθορίζουσας οθόνης (κουμπί INTENSITY) στο αριστερό τμήμα του πίνακα χειρισμού του παλμογράφου).

Η άνοδος αποτελείται από δύο ηλεκτρόδια κυλινδρικού σχήματος που φέρουν οπές στη βάση τους για να διέρχονται από αυτές τα ηλεκτρόνια της καθοδικής δέσμης και βρίσκονται σε θετικό δυναμικό ως προς την κάθοδο. Με μεταβολή του δυναμικού της ανόδου επιτυγχάνεται η εστίαση της δέσμης λόγω σχηματισμού ηλεκτροστατικού φακού μεταξύ των δύο αυτών ηλεκτροδίων (κουμπί FOCUS του παλμογράφου).

Μετά την άνοδο υπάρχουν τα πλακίδια οριζόντιας και κατακόρυφης απόκλισης τα οποία λειτουργούν ως πυκνωτές και προκαλούν την εκτροπή της δέσμης σε οριζόντια ή κατακόρυφη διεύθυνση αντίστοιχα. Στα πλακίδια οριζόντιας απόκλισης εφαρμόζεται η

πριονωτή τάση (βλ. κατωτέρω), ενώ στα πλακίδια κατακόρυφης απόκλισης εφαρμόζεται το υπό μελέτη σήμα.

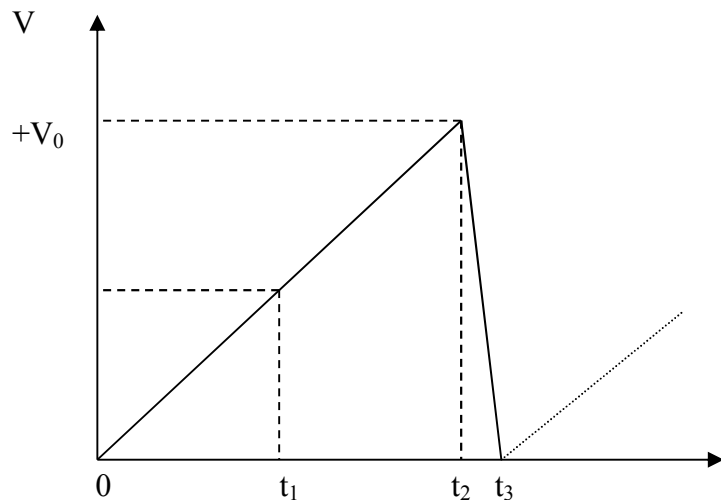
Οι παλμογράφοι του σχολικού εργαστηρίου είναι διπλής δέσμης, επομένως έχουν δύο εισόδους (κανάλια): CH1 και CH2.

### Τάση σάρωσης

Αν ανοίξουμε τον παλμογράφο (πατώντας το κουμπί με την ένδειξη POWER), στην οθόνη θα εμφανιστεί μία οριζόντια γραμμή για κάθε κανάλι που είναι ενεργοποιημένο (Η ενεργοποίηση γίνεται με τα κουμπιά CH1 και CH2). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στα πλακίδια οριζόντιας απόκλισης του παλμογράφου εφαρμόζεται η τάση σάρωσης.

Η τάση αυτή έχει τη μορφή του διπλανού σχήματος, ονομάζεται (λόγω της μορφής της) πριονωτή τάση και ο σκοπός της είναι να αναπτύξουμε χρονικά το σήμα που εφαρμόζουμε στην είσοδο με την ένδειξη CH1 ή CH2, ώστε να βγάλουμε συμπεράσματα για τη μορφή του και τα άλλα χαρακτηριστικά του.

Όταν λοιπόν εισάγουμε το σήμα σε μία είσοδο του παλμογράφου, αυτό εφαρμόζεται στα πλακίδια κατακόρυφης απόκλισης και έτσι το ίχνος της καθοδικής δέσμης πάνω στην οθόνη του παλμογράφου εκτελεί σύνθετη κίνηση. Το σήμα μετακινεί το ίχνος κατακόρυφα ενώ η τάση σάρωσης το μετακινεί οριζόντια και γραμμικά ως προς το χρόνο μέχρι το άκρο της οθόνης και από εκεί την επαναφέρει απότομα στην αρχική θέση. Το αποτέλεσμα είναι να λάβουμε στην οθόνη του παλμογράφου τη μορφή της τάσης που εφαρμόσαμε στην είσοδο, δηλαδή την κυματομορφή  $V = V(t)$ . Το χρονικό διάστημα  $t_3 - t_2$  του παραπάνω σχήματος πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερο, ώστε η τάση σάρωσης να μεταπίπτει από τη μέγιστη τιμή της στην αρχική σε αμελητέο χρόνο.

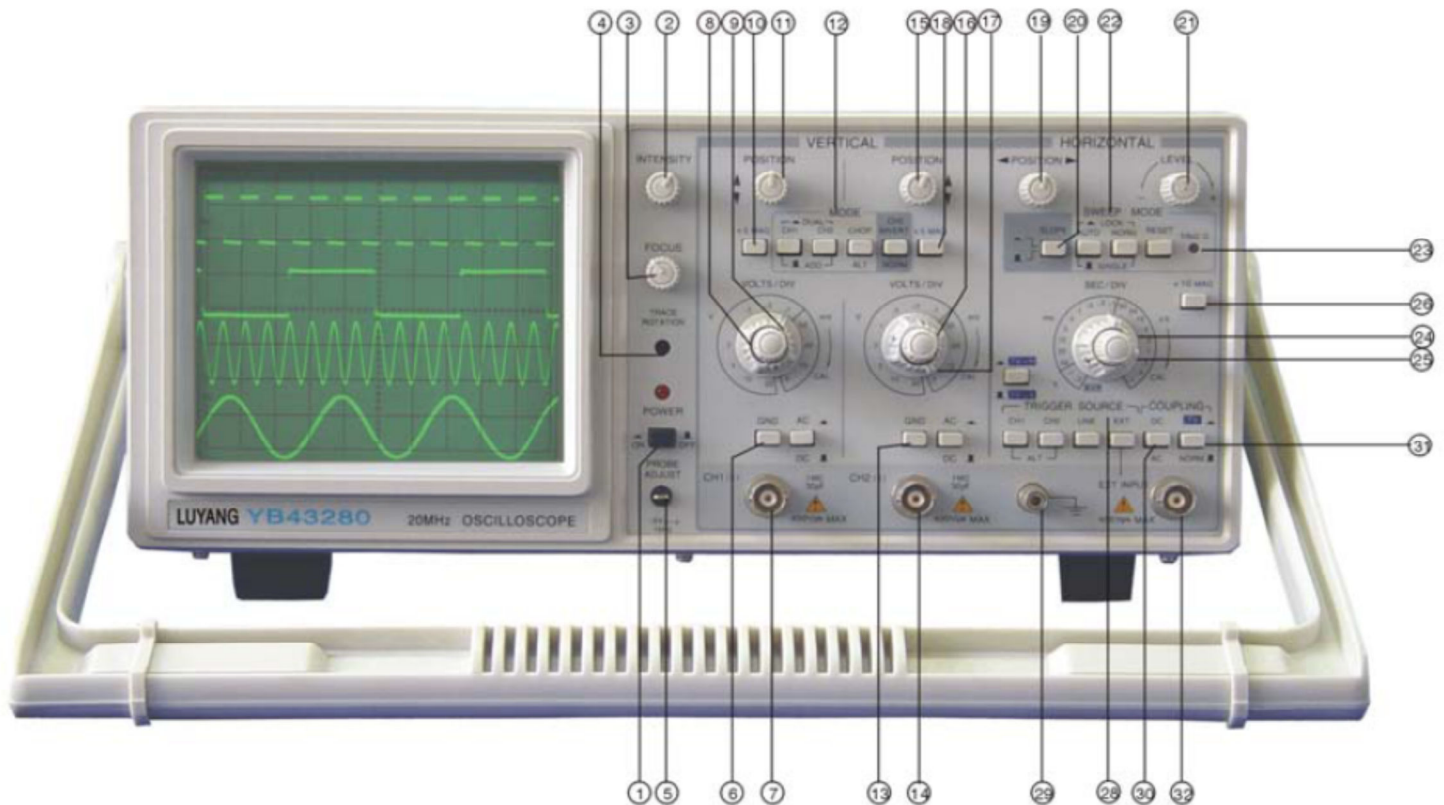


### Συγχρονισμός πριονωτής τάσης

Αν η μελετώμενη τάση  $V(t)$  και η τάση σάρωσης ξεκινήσουν σε φάση, τότε η κηλίδα κατά την επιστροφή της θα συναντήσει την  $V(t)$  στην ίδια φάση με τη φάση εκκίνησης μόνο εάν η περίοδος της τάσης σαρώσεως ισούται με την περίοδο της  $V(t)$  (ή είναι ακέραιο πολλαπλάσιό της). Σε διαφορετική περίπτωση, η δεύτερη καμπύλη δεν θα συμπίπτει με την πρώτη, η τρίτη με τη δεύτερη κ.ο.κ, με αποτέλεσμα είτε η κυματομορφή να ολισθαίνει στην οθόνη του παλμογράφου, είτε να εμφανίζονται συγχρόνως πολλές όμοιες κυματομορφές μετατοπισμένες η μία ως προς την άλλη.

Για να αποφεύγουμε το παραπάνω πρόβλημα θα πρέπει να συγχρονίζουμε τη γεννήτρια πριονωτής τάσης ή με εξωτερική συχνότητα σκανδαλισμού (external triggering) είτε με την ίδια τη συχνότητα του υπό μελέτη σήματος (κουμπιά παλμογράφου TRIG SOURCE).

ΓΝΩΡΙΜΙΑ ΜΕ ΤΟΝ ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΟ LUYANG YB43280  
 Πρόσωση του παλμογράφου



**Ρυθμιστικά οθόνης**

- |                  |  |
|------------------|--|
| 1 POWER          | Διακόπτης λειτουργίας της συσκευής. Όταν είναι πατημένος, το λαμπάκι πάνω από το διακόπτη ανάβει |
| 2 INTENSITY      | Ρυθμίζει τη φωτεινότητα του στίγματος ή του ίχνους   |
| 3 FOCUS          | Ρυθμίζει την εστίαση του στίγματος ή του ίχνους  |
| 4 TRACE ROTATION | Περιστρέφει τη δέσμη ώστε να είναι παράλληλη με τις οριζόντιες γραμμές του πλέγματος της οθόνης  |
| 5 PROBE ADJUST   | Έξοδος σήματος βαθμονόμησης. Παρέχει τετραγωνική κυματομορφή πλάτους 0,5V και συχνότητας 1KHz.   |

**Είσοδοι – βασικές λειτουργίες**

- |              |   |
|--------------|---|
| 7 CH1-(X)    | Είσοδος καναλιού 1. Στην λειτουργία X-Y, είσοδος για τον άξονα X.                     |
| 14 CH2-(Y)   | Είσοδος καναλιού 2. Στην λειτουργία X-Y, είσοδος για τον άξονα Y.                     |
| NORM/CH2INV  | Μπουτόν αναστροφής της πολικότητας του CH2  |
| 9-VOLTS/DIV  | Περιστροφικός διακόπτης επιλογής της ευαισθησίας του κατακόρυφου άξονα στο κανάλι CH1 |
| 17 VOLTS/DIV | Περιστροφικός διακόπτης επιλογής της ευαισθησίας του κατακόρυφου άξονα στο κανάλι CH2 |

8 & 16 VARIABLE	Κομβία συνεχούς ρύθμισης της ευαισθησίας του κατακόρυφου άξονα μεταξύ βημάτων των διακοπών VOLTS/DIV. Όταν είναι γυρισμένα τέρμα δεξιά, ισχύει η ευαισθησία του βηματικού διακόπτη.
10 & 18 X5 MAG	Μπουτόν μεγέθυνσης σήματος. Όταν είναι πιεσμένο, μεγεθύνει το σήμα του καναλιού 1 ή 2 αντίστοιχα κατά 5 φορές.
11 POSITION	Κομβίο μετατόπισης της δέσμης κατά τον άξονα Y (κατακόρυφη διεύθυνση) για το κανάλι CH1
15 POSITION	Κομβίο μετατόπισης της δέσμης κατά τον άξονα Y (κατακόρυφη διεύθυνση) για το κανάλι CH2
12 MODE	Επιλέγει τον τρόπο εμφάνισης των σημάτων στην οθόνη CH1 : Στη θέση αυτή εμφανίζεται μόνον το σήμα του καναλιού CH1 CH2 : Στη θέση αυτή εμφανίζεται μόνον το σήμα του καναλιού CH2 ADD : Επιτρέπει την αλγεβρική πρόσθεση των σημάτων των καναλιών CH1 και CH2. Με την αναστροφή της πολικότητας του καναλιού CH2 (χρήση του μπουτόν NORM/CH2INV) επιτυγχάνεται αφαίρεση.
19 POSITION	Μετακινεί το ίχνος κατά την οριζόντια κατεύθυνση
22 SWEEP MODE	Επιλέγει τον τρόπο σάρωσης AUTO: Στη θέση αυτή η σάρωση είναι συνεχής ανεξαρτήτως του αν υπάρχει σήμα σκανδαλισμού. Χρησιμοποιείται συνήθως αν η συχνότητα του σήματος σκανδαλισμού είναι μικρότερη των 50Hz. NORM: Στη θέση αυτή ενεργοποιείται η σάρωση μόνον εάν υπάρχει σήμα σκανδαλισμού που ξεπερνάει μία προρρυθμισμένη στάθμη. Η στάθμη αυτή ρυθμίζεται μέσω του κομβίου LEVEL. Χρησιμοποιείται συνήθως όταν η συχνότητα του σήματος είναι μικρότερη των 50Hz. LOCK: Στη θέση αυτή η κυματομορφή εμφανίζεται σταθερά στην οθόνη χωρίς ρύθμιση της στάθμης σκανδαλισμού. Η λειτουργία αυτή επιλέγεται όταν είναι πατημένα τα μπουτόν AUTO και NORM.
23 TRIG' D	Ενδεικτικό λαμπάκι που ανάβει όταν υπάρχει ικανοποιητικός σκανδαλισμός και το σήμα εμφανίζεται σταθερό στην οθόνη.
24 SEC / DIV	Περιστροφικός βηματικός διακόπτης επιλογής του χρόνου σάρωσης
25 VARIABLE	Κομβίον συνεχούς μεταβολής του χρόνου σάρωσης. Όταν είναι γυρισμένο στη θέση CAL, ισχύουν οι ενδείξεις του βηματικού διακόπτη SEC / DIV
26 X10 MAG	Μπουτόν μεγέθυνσης χρονικής βάσης. Όταν είναι πιεσμένο, μεγεθύνει τη χρονική βάση του απεικονιζόμενου σήματος κατά 10 φορές.

### Σκανδαλισμός

28 TRIG SOURCE	Επιλέγει την προέλευση του σήματος σκανδαλισμού CH1 : Στη θέση αυτή η πηγή του σκανδαλισμού είναι το σήμα που εισάγεται στο κανάλι 1 (CH1) CH2 : Στη θέση αυτή η πηγή του σκανδαλισμού είναι το σήμα που εισάγεται στο κανάλι 2 (CH2).
----------------	--

## ΠΡΟΣΟΧΗ

- *Φωτεινότητα οθόνης:* Για να αποφύγετε μόνιμη βλάβη στο φθορίζον υπόστρωμα της οθόνης, μην κάνετε πολύ φωτεινό το ίχνος στην οθόνη και μην αφήνετε τη συγκεντρωμένη δέσμη στο ίδιο σημείο για μεγάλα χρονικά διαστήματα.
- *Μέγιστες επιτρεπόμενες τάσεις στις εισόδους:* Οι μέγιστες επιτρεπόμενες τάσεις στις εισόδους του παλμογράφου και των σηματοληπτών (probes) φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Τερματικό εισόδου	Μέγιστη επιτρεπόμενη τάση εισόδου
CH1, CH2	400V (DC + AC peak)
EXT TRIG	400V (DC + AC peak)
ΕΙΣΟΔΟΣ ΣΗΜΑΤΟΛΗΠΤΗ (probe)	600Ω (DC + AC peak)
ΕΙΣΟΔΟΣ Z AXIS	50V (DC + AC peak)

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

### Παρατήρηση κηλίδας

1. Ελέγχουμε αν όλα τα πιεζόμενα κομβία είναι «έξω». Γυρίζουμε τους περιστροφικούς διακόπτες (2) INTENSITY και (3) FOCUS στο μέσο της διαδρομής τους. Κάνουμε το ίδιο και για τους διακόπτες POSITION, τόσο στα τμήμα VERTICAL όσο και στο HORIZONTAL (11, 15 και 19). Ελέγχουμε αν τα κομβία συνεχούς ρύθμισης των διακοπών VOLTS/DIV (8 και 16) και SEC/DIV (25) είναι ασφαλισμένα τέρμα δεξιά, στη θέση CAL.
2. Περιστρέφουμε το διακόπτη (24) SEC/DIV τέρμα αριστερά στη θέση X-Y. Στη θέση αυτή απενεργοποιείται η γεννήτρια πριονωτής τάσης.
3. Βάζουμε τον παλμογράφο στην πρίζα και τον ανάβουμε πιέζοντας το (1) POWER. Στην οθόνη εμφανίζεται μια φωτεινή κηλίδα. Ρυθμίζουμε τη φωτεινότητα με τον (2) INTENSITY (*προσοχή: υπερβολική φωτεινότητα με ακίνητη κηλίδα προκαλεί γρήγορη καταστροφή της φθορίζουσας οθόνης του παλμογράφου*) και εστιάζουμε με τον (3) FOCUS. Με τους διακόπτες POSITION μεταφέρουμε την κηλίδα στο κέντρο της οθόνης.
4. Πιέζουμε το διακόπτη AUTO της περιοχής (22) SWEEP MODE και περιστρέφουμε προς τα δεξιά το διακόπτη (24) SEC/DIV. Η κηλίδα αρχίζει να κινείται και τελικά βλέπουμε μία οριζόντια γραμμή. Πώς μπορείτε να εξηγήσετε τη δημιουργία της γραμμής;

### Μέτρηση συνεχούς τάσης (DC)

5. Συνδέουμε το τροφοδοτικό συνεχούς τάσης στην πρίζα και το θέτουμε σε λειτουργία. Ρυθμίζουμε την τάση στα **10 V**.
6. Συνδέουμε το καλώδιο του σηματολήπτη στην αριστερή υποδοχή της περιοχής VERTICAL (7) (ελέγχοντας ο συρόμενος διακόπτης πάνω στο σηματολήπτη να είναι στη θέση **X1**) και τα άκρα του στην έξοδο του τροφοδοτικού τάσης (κόκκινο με κόκκινο και μαύρο με μαύρο). Στην περιοχή (12) MODE πιέζουμε το CH1. Η οριζόντια γραμμή μετατοπίζεται στην οθόνη. (Αν έχει μετατοπιστεί λίγο ή αν έχει χαθεί από την οθόνη, περιστρέφουμε το (8) VOLTS/DIV, μέχρι να τη δούμε σε ικανοποιητική θέση. Μετράμε την τιμή της πολλαπλασιάζοντας την ένδειξη του (8) με τον αριθμό των υποδιαίρέσεων («τετραγωνάκια») πάνω από το κέντρο της οθόνης. Συγκρίνουμε με την ένδειξη του βολτομέτρου του τροφοδοτικού συνεχούς τάσης.
7. Ρυθμίζουμε το τροφοδοτικό σε τάση **5 V** και επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία.
8. Αποσυνδέουμε το σηματολήπτη από το τροφοδοτικό, το σβήνουμε και το βγάζουμε από την πρίζα.

## Παρατήρηση διαφόρων τύπων κυματομορφών

9. Συνδέουμε τη γεννήτρια συχνοτήτων στην πρίζα. Συνδέουμε το καλώδιο στην έξοδο SIGNAL OUT, βάζουμε το περιστρεφόμενο κουμπί AMPLITUDE (πλάτος σήματος εξόδου) στο μέσο της διαδρομής του και το κουμπί DC OFFSET (μετατόπιση στάθμης εξόδου) στο τέρμα αριστερά. Στην περιοχή FREQUENCY RANGE περιστρέφουμε το διακόπτη στο **X 1K** και περιστρέφουμε τον επιλογέα συχνοτήτων στο **1.0** (δηλαδή επιλέγουμε  $1,0 \times 1 \text{ KHz} = 1 \text{ KHz}$ ). Πιέζουμε το κουμπί της ημιτονικής κυματομορφής (κάτω από τον περιστροφικό διακόπτη FREQUENCY RANGE). Το κουμπί POWER OUT να είναι «έξω».
10. Συνδέουμε το σηματολήπτη του παλμογράφου (CH1) με το καλώδιο της εξόδου της γεννήτριας συχνοτήτων (το κόκκινο κροκοδειλάκι με τη μύτη και τα μαύρα μεταξύ τους). Βάζουμε το (8) VOLTS/DIV στα **10 V**, το (24) SEC/DIV σε οποιαδήποτε τιμή **μεταξύ 1 ms και .1 ms**, στο (12) MODE πιέζουμε το CH1, το DC (κάτω από τον (8)) καθώς και τους διακόπτες AUTO και NORM της περιοχής (22) SWEEP MODE.
11. Τώρα στην οθόνη βλέπουμε την εναλλασσόμενη ημιτονοειδή τάση. Γυρίζουμε το διακόπτη AMPLITUDE της γεννήτριας συχνοτήτων και παρατηρούμε την αλλαγή της τάσης. Γυρίζουμε τον περιστροφικό διακόπτη FREQUENCY RANGE και παρατηρούμε την αλλαγή της κυματομορφής στην οθόνη του παλμογράφου.
12. Πιέζουμε τα κομβία των υπόλοιπων κυματομορφών στη γεννήτρια συχνοτήτων (τετραγωνική, τριγωνική κλπ.) και τις παρατηρούμε στον παλμογράφο.
13. Αποσυνδέουμε τη γεννήτρια από τον παλμογράφο τη σβήνουμε και τη βγάζουμε από την πρίζα.

Εργαστηριακή άσκηση 6:  
**ΓΝΩΡΙΜΙΑ ΜΕ ΤΟΝ ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΟ**

**ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

ΤΜΗΜΑ ..... ΟΝΟΜΑ .....

ΟΜΑΔΑ ..... ΕΠΩΝΥΜΟ .....

**ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

4. ....  
.....  
.....  
.....

6. Θέση διακόπτη VOLTS/DIV:..... Αριθμός υποδιαιρέσεων:.....  
Τιμή τάσης ..... V. Ένδειξη βολτομέτρου ..... V

Από τη σύγκριση προκύπτει ότι .....  
.....  
.....

7. Θέση διακόπτη VOLTS/DIV:..... Αριθμός υποδιαιρέσεων:.....  
Τιμή τάσης ..... V. Ένδειξη βολτομέτρου ..... V

Από τη σύγκριση προκύπτει ότι .....  
.....  
.....

11. Μετακινώντας το διακόπτη AMPLITUDE της γεννήτριας συχνοτήτων παρατηρούμε ότι

.....  
.....  
.....

Μετακινώντας το διακόπτη FREQUENCY RANGE της γεννήτριας συχνοτήτων παρατηρούμε ότι

.....  
.....  
.....