

## Ο ΚΑΘΟΔΙΚΟΣ ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΟΣ Cathode Ray Oscilloscope (O.C.R.)

### Γενικά

Ο καθοδικός παλμογράφος είναι ένα από τα σπουδαιότερα ηλεκτρονικά όργανα. Η λειτουργία του στηρίζεται στις ιδιότητες της λυχνίας καθοδικών ακτίνων, και με κατάλληλη συνδεσμολογία επιτρέπει την παρατήρηση ενός ηλεκτρικού μεγέθους που μεταβάλλεται με τον χρόνο.

Το γεγονός ότι η απόκλιση της δέσμης των ηλεκτρονίων είναι ανάλογη με την τάση που εφαρμόζουμε στη είσοδο του παλμογράφου, επιτρέπει τη χρήση του παλμογράφου και ως ηλεκτρονικού βολτομέτρου.

Ο παλμογράφος είναι ένα χρησιμότερο όργανο που χρησιμοποιείται είτε ως αυτοτελές όργανο ελέγχου είτε μαζί με άλλα πολυσύνθετα όργανα, εκτός από την Ηλεκτρονική, στη Μετεωρολογία, την Ιατρική, τη Βιολογία, τη Χημεία, κ.α.



## Η δημιουργία της εικόνας

### Η δέσμη ηλεκτρονίων

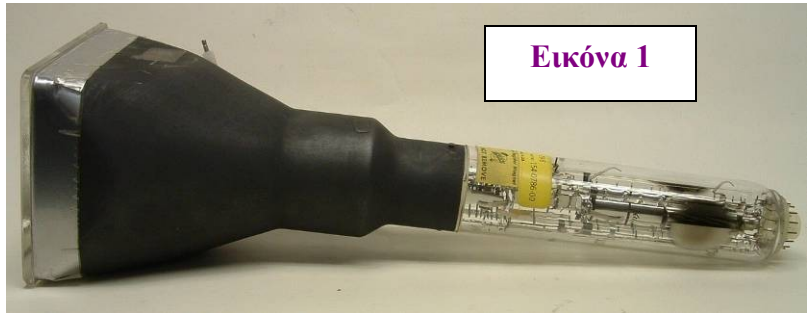
Η οθόνη του παλμογράφου είναι το μπροστινό μέρος μιας λυχνίας που λέγεται **καθοδικός σωλήνας**.

Στην εικόνα 1 φαίνεται ένας καθοδικός σωλήνας από την πίσω μεριά της οθόνης.

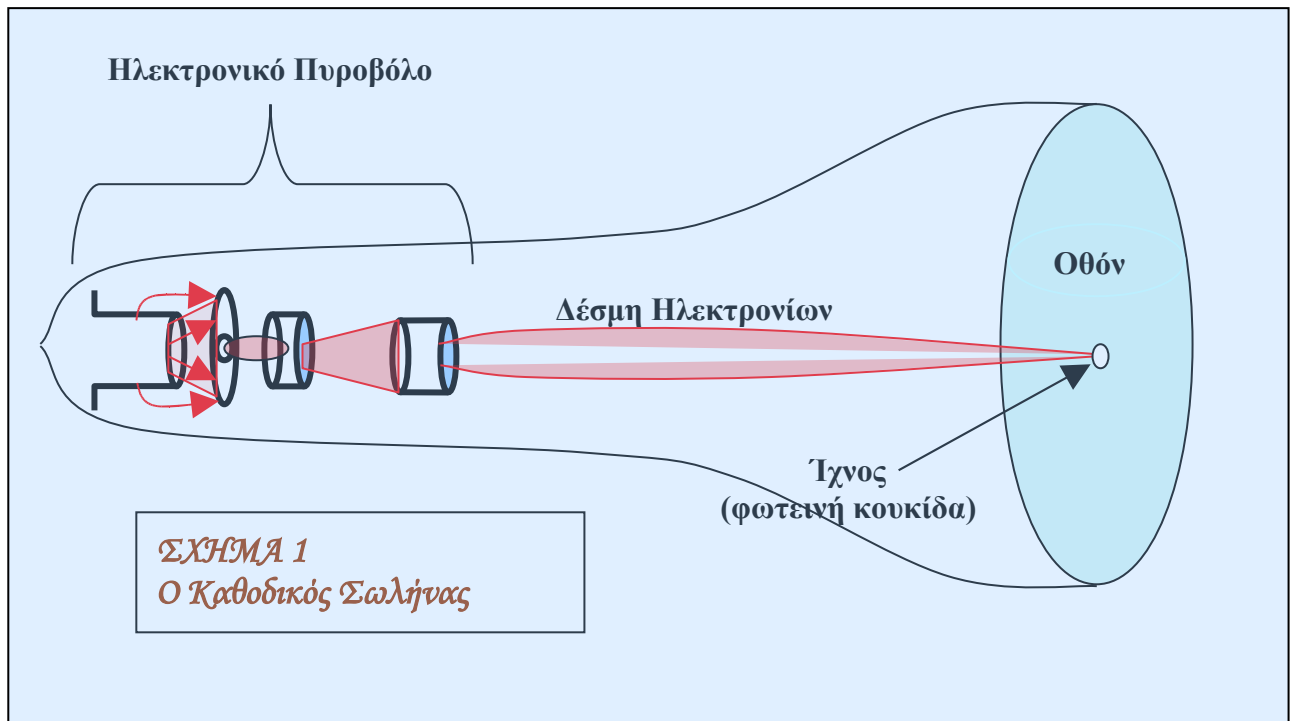
Μέσα στον καθοδικό σωλήνα υπάρχει μια διάταξη από διάφορα ηλεκτρόδια που αποτελούν το **ηλεκτρονικό πυροβόλο**.

Σκοπός του ηλεκτρονικού πυροβόλου είναι να δημιουργήσει μια **δέσμη ηλεκτρονίων** και να την κατευθύνει με μεγάλη ταχύτητα να συγκεντρωθεί σε ένα σημείο στο κέντρο της οθόνης.

Η οθόνη έχει από πίσω μια επάλειψη από μια φθορίζουσα ουσία, που όταν πέσει πάνω της η δέσμη των ηλεκτρονίων την κάνει να φωτοβολεί και μείς από εμπρός βλέπουμε μια φωτεινή κουκίδα το **ίχνος**.



Εικόνα 1



ΣΧΗΜΑ 1  
Ο Καθοδικός Σωλήνας

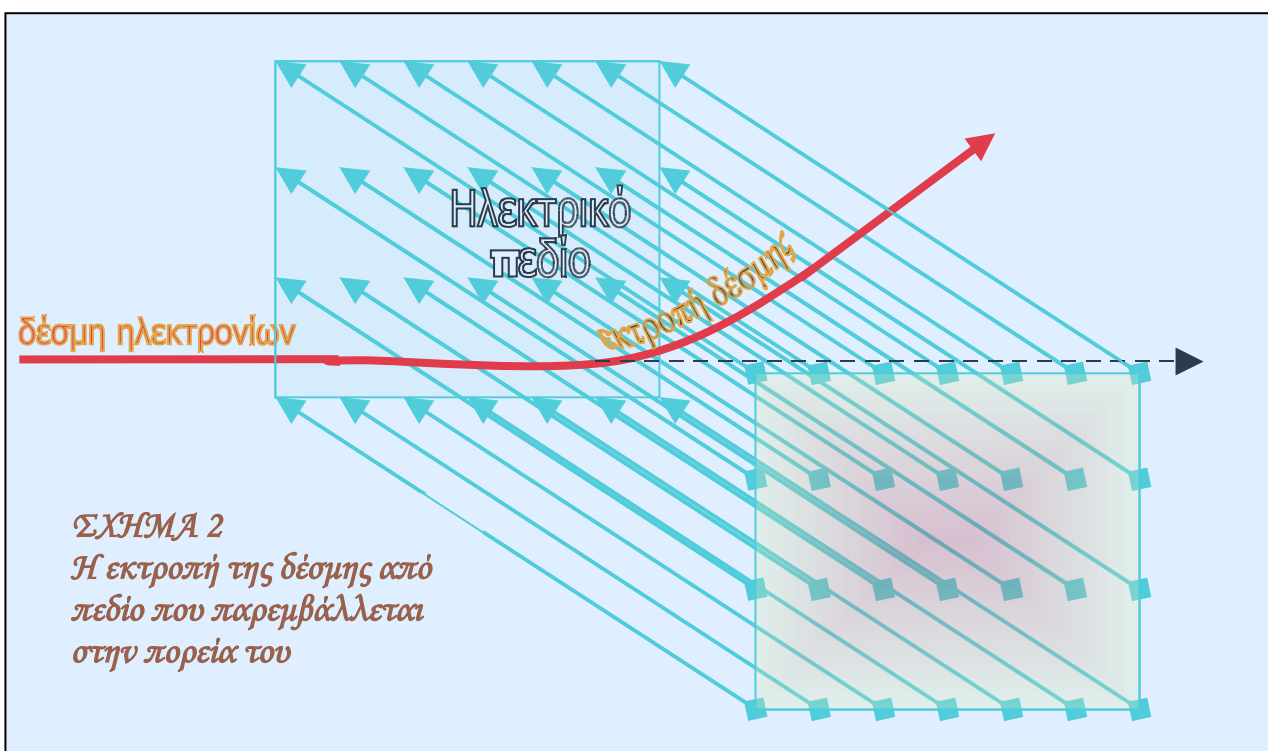
## Η κίνηση της δέσμης

### Γενικά

Αν μια δέσμη ηλεκτρονίων περάσει μέσα από ένα ηλεκτρικό πεδίο θα παρασυρθεί από αυτό και θα ξεφύγει από την ευθύγραμμη πορεία της. Ή αλλιώς θα **εκτραπεί**.

- ❖ Το **πόσο** θα εκτραπεί εξαρτάται από την **ένταση** του πεδίου , και ...
- ❖ Το **προς τα πού** θα εκτραπεί από την κατεύθυνση (**φορά**) του πεδίου.

Το πεδίο του παρακάτω σχήματος (λόγω της φοράς του) εκτρέπει τη δέσμη προς τα αριστερά. Έτσι η φωτεινή κουκίδα που βλέπαμε στο κέντρο της οθόνης , **θα κινηθεί** προς τα αριστερά.



### Ειδικά στον παλμογράφο

Στον παλμογράφο η κίνηση της δέσμης καθορίζεται από δύο ηλεκτρικά πεδία που παρεμβάλλονται στη πορεία της.

Ένα οριζόντιο που αναπτύσσεται μεταξύ δύο πλακιδίων που λέγονται **πλακίδια οριζοντίου απόκλισης** και εκτρέπουν τη δέσμη οριζόντια και...

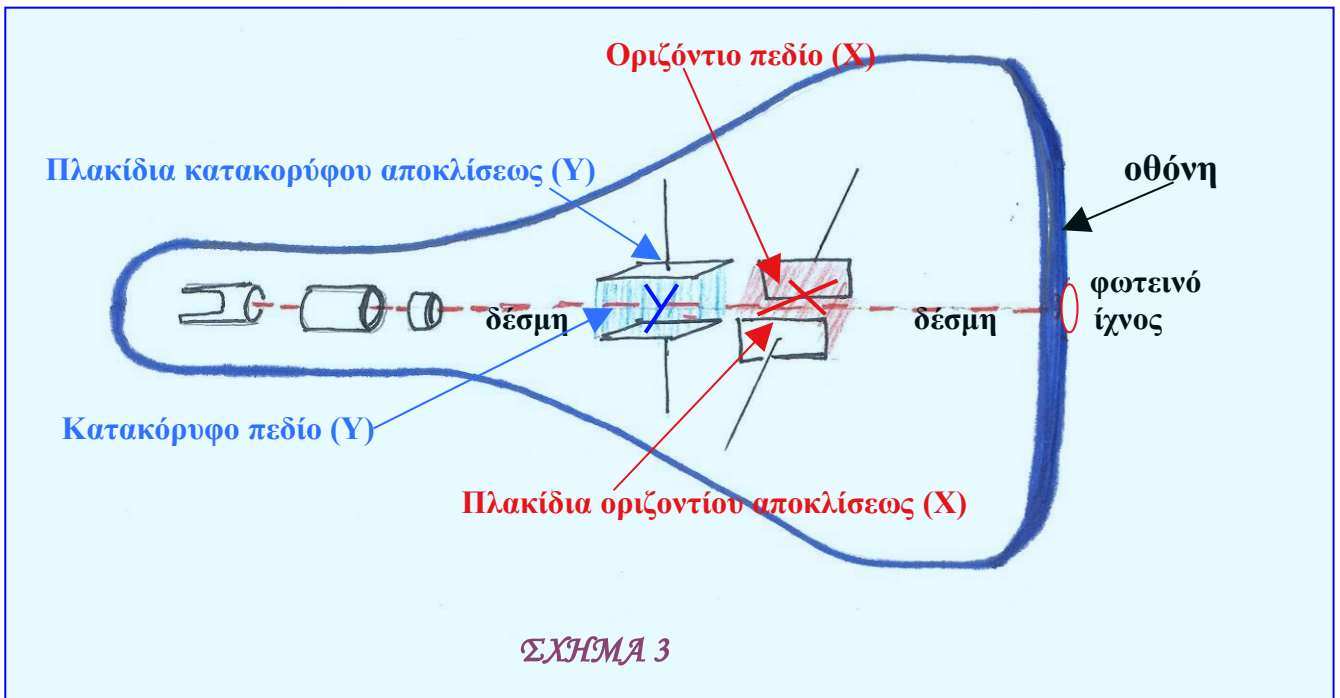
Ένα κατακόρυφο πεδίο που αναπτύσσεται μεταξύ ενός δεύτερου ζεύγους πλακιδίων που λέγονται **πλακίδια κατακόρυφου απόκλισης** και εκτρέπει τη δέσμη κατακόρυφα.

Αν τα πεδία αυτά είναι μηδενικά η δέσμη περνάει ανεπηρέαστη και καταλήγει στο κέντρο της οθόνης.

Αν όμως εμφανιστεί πεδίο κάποιας τιμής, η δέσμη εκτρέπεται (κινείται) ανάλογα με την φορά και την έντασή του, κατακόρυφα από το πεδίο Y και οριζόντια από το X

- Πεδίο εμφανίζεται αν εφαρμοστεί κάποια **τάση** στα άκρα των πλακιδίων.

Αν η τάση αυτή είναι συνεχής η δέσμη θα εκτραπεί και θα παραμείνει στη θέση εκτροπής, αν όμως είναι εναλλασσόμενη η δέσμη θα πηγαиноέρχεται δεξιά αριστερά παρακολουθώντας την συχνότητα εναλλαγής της εναλλασσόμενης τάσης.



## Εικόνες καθοδικών σωλήνων

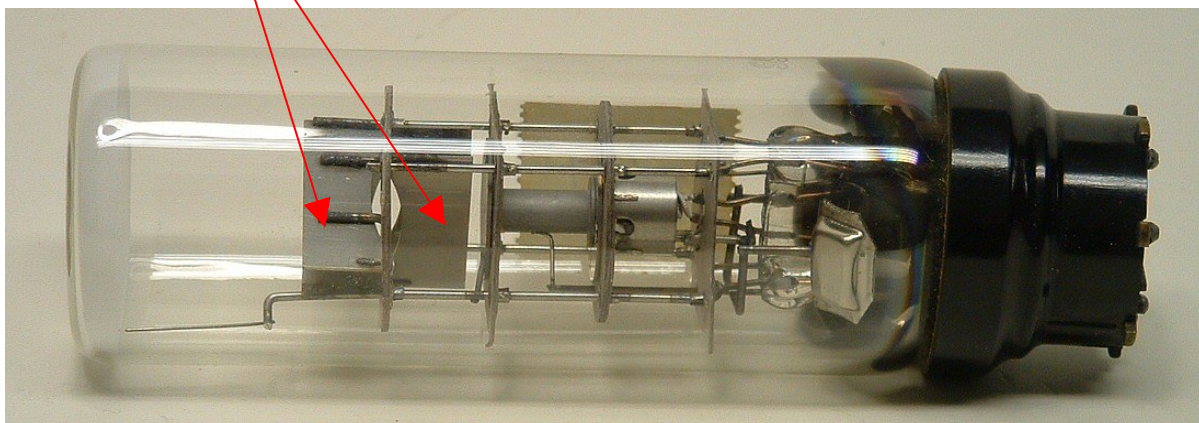


Στην εικόνα αυτή φαίνονται τα κομμάτια του καθοδικού σωλήνα και στο κάτω μέρος τα ηλεκτρόδια του ηλεκτρονικού πυροβόλου και τα πλακίδια αποκλίσεως

Πλακίδια κατακόρυφης απόκλισης

Πλακίδια οριζόντιας απόκλισης

Τα δύο ζεύγη των πλακιδίων απόκλισης. Βρίσκονται σε επίπεδα κάθετα μεταξύ τους.

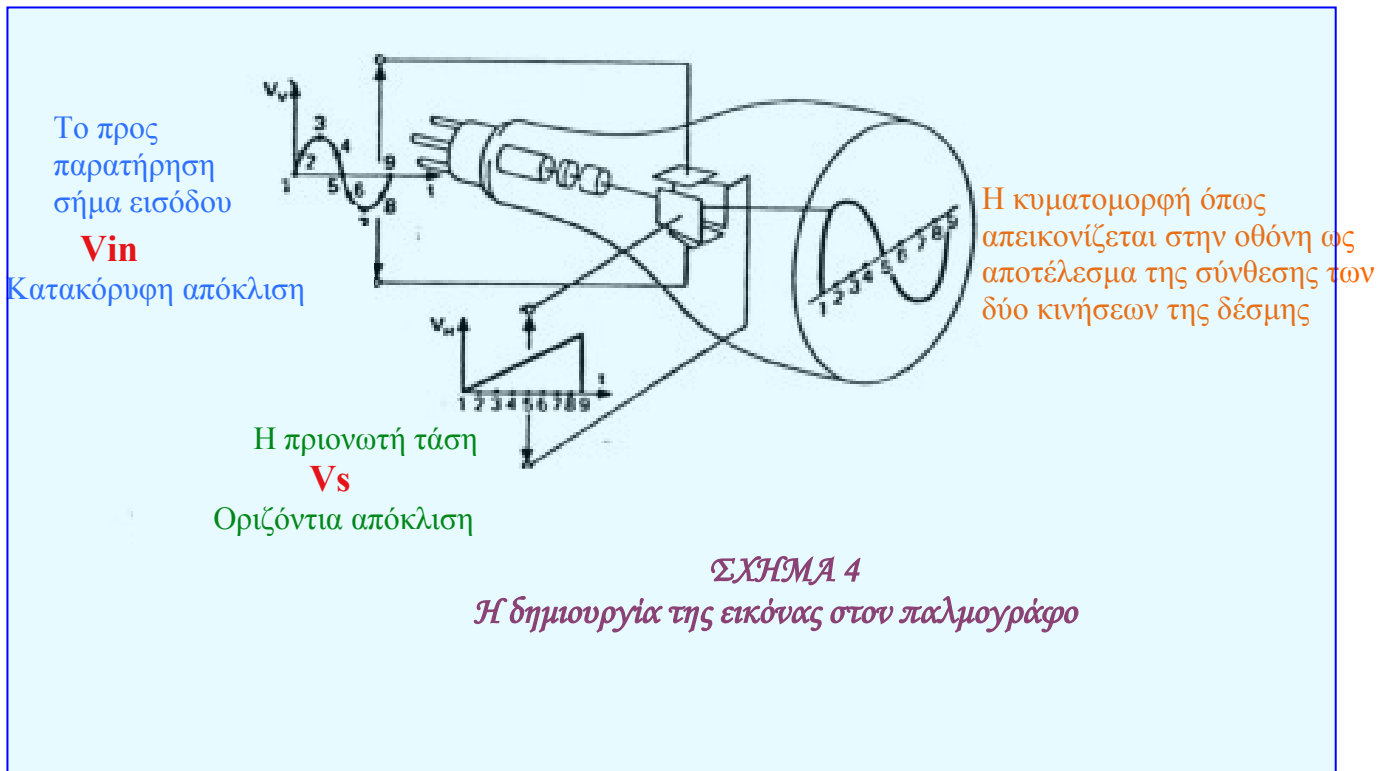


### Οι τάσεις των πλακιδίων απόκλισης

ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ η δέσμη κινείται παρακολουθώντας μια εναλλασσόμενη τάση **πριονωτής μορφής (Vs)** που παράγεται **εσωτερικά** στον παλμογράφο και εφαρμόζεται στα πλακίδια οριζοντίου αποκλίσεως (X) και

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ κινείται παρακολουθώντας τις μεταβολές του εξωτερικού (προς παρατήρηση) σήματος (**Vin**), που στο εξής θα το λέμε **σήμα εισόδου** και εφαρμόζεται στα πλακίδια κατακορύφου αποκλίσεως (Y).

Άρα στον παλμογράφο η οριζόντια κίνηση της δέσμης γίνεται από τον ίδιο τον παλμογράφο (εσωτερικά) ενώ η κατακόρυφη από εμάς (εξωτερικά)



Αποτέλεσμα της **σύνθεσης** των δύο αυτών κινήσεων της δέσμης είναι η δημιουργία **εικόνας** στην οθόνη.



**Η ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΣΑΡΩΣΗ**

**Γιατί η τάση οριζόντιας απόκλισης είναι πριονωτής μορφής**

Όπως είπαμε πριν, η πριονωτή τάση που εφαρμόζεται στα πλακίδια οριζοντίου αποκλίσεως δημιουργεί ένα πεδίο που κινεί τη δέσμη οριζόντια.

Όταν η τάση είναι μηδέν η δέσμη δεν εκτρέπεται καθόλου.

Όσο πιο αρνητική γίνεται η τάση τόσο πιο αριστερά στην οθόνη εκτρέπεται η δέσμη και όσο πιο θετική τόσο πιο δεξιά.

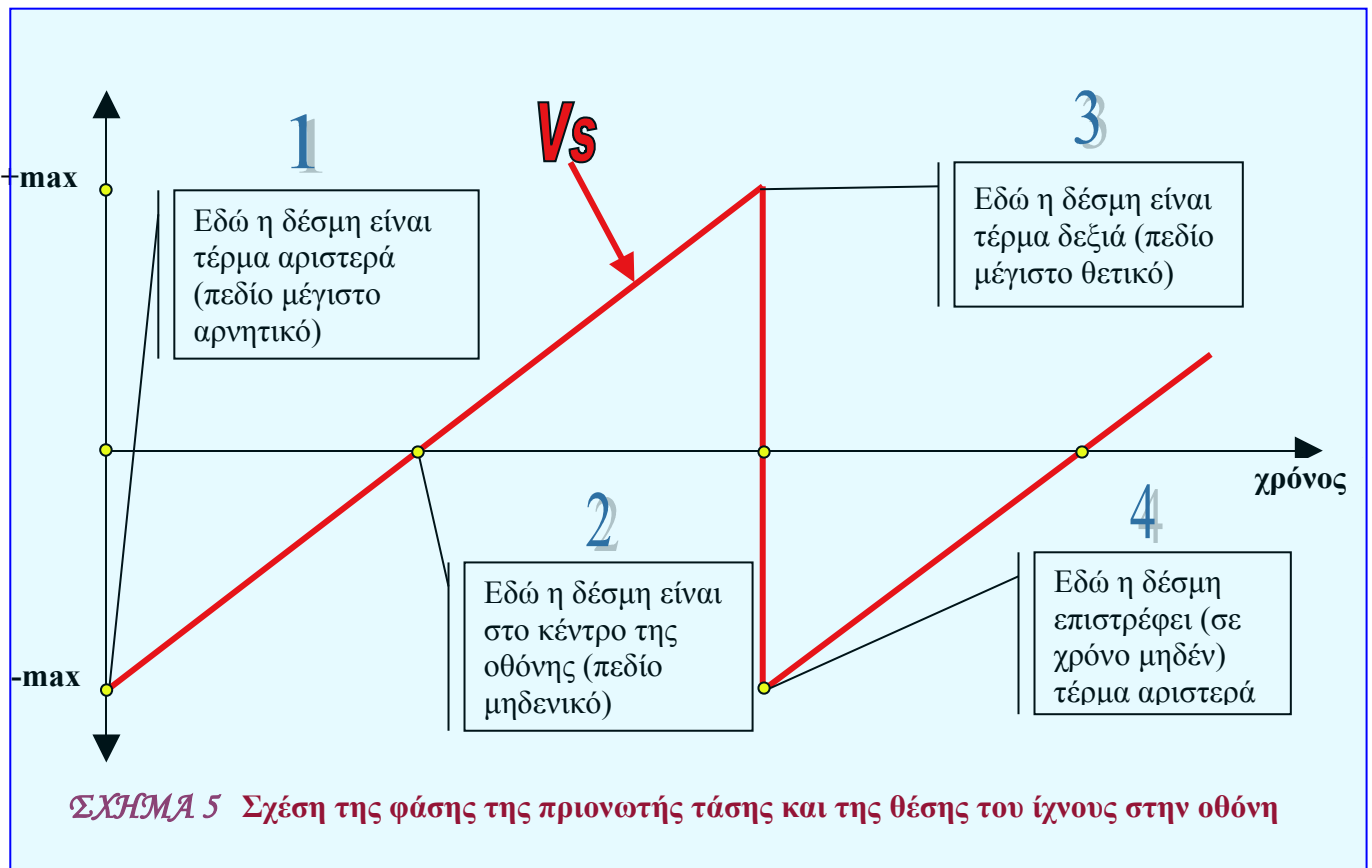
Έτσι όταν βρισκόμαστε:

Στη φάση 1 όπου η πριονωτή τάση  $V_s$  έχει τιμή μείον μέγιστο, η δέσμη εκτρέπεται τέρμα αριστερά στην οθόνη.

Στη φάση 2 που η  $V_s$  έχει γίνει μηδέν, η δέσμη είναι στο κέντρο

Στη φάση 3 όπου η  $V_s$  έχει γίνει συν μέγιστο, η δέσμη εκτρέπεται στο άκρο δεξιό της οθόνης και

Στη φάση 4 που η  $V_s$  ξαναγίνεται σε χρόνο μηδέν μείον μέγιστο, η δέσμη ξαναβρίσκεται ακαριαία στο αριστερό άκρο της οθόνης και πάλι, για να επαναληφθεί η ίδια κίνηση με την επόμενη περίοδο της  $V_s$ .



Η ταχύτητα με την οποία γίνεται αυτή η κίνηση εξαρτάται από τη συχνότητα της πριονωτής τάσης.

Η συχνότητα αυτή ρυθμίζεται από το **κουμπί Time base (sec/div)**.

Αν επιλέξουμε πολύ χαμηλή συχνότητα (δηλαδή μεγάλο χρόνο sec) στρέφοντας το κουμπί αυτό προς τα αριστερά, θα μπορούμε να παρατηρήσουμε την αργή κίνηση της φωτεινής κουκίδας (που είναι το ίχνος της δέσμης στην οθόνη).

Αν όμως αυξήσουμε την ταχύτητα , στρέφοντας το κουμπί **Time base** προς τα δεξιά , η δέσμη κινείται τόσο γρήγορα που δεν προλαβαίνουμε να δούμε την κίνησή της και έχουμε την οπτική αίσθηση μιας συνεχούς οριζόντιας γραμμής.

Αυτό οφείλεται σε μια ατέλεια του ανθρώπινου ματιού, το φαινόμενο του μεταισθήματος.

**Σημ.:** στην πραγματικότητα ο χρόνος που δείχνει το κουμπί *Time base* είναι ο χρόνος που κάνει το ίχνος να διανύσει μία από τις υποδιαιρέσεις του πλέγματος της οθόνης. Όχι ολόκληρη την οθόνη.

Όσο λοιπόν ο παλμογράφος λειτουργεί χωρίς σήμα εισόδου *V<sub>in</sub>* , στην οθόνη θα βλέπουμε μια οριζόντια γραμμή που είναι αποτέλεσμα της γρήγορης οριζόντιας κίνησης της δέσμης που λέγεται και **ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΣΑΡΩΣΗ**.

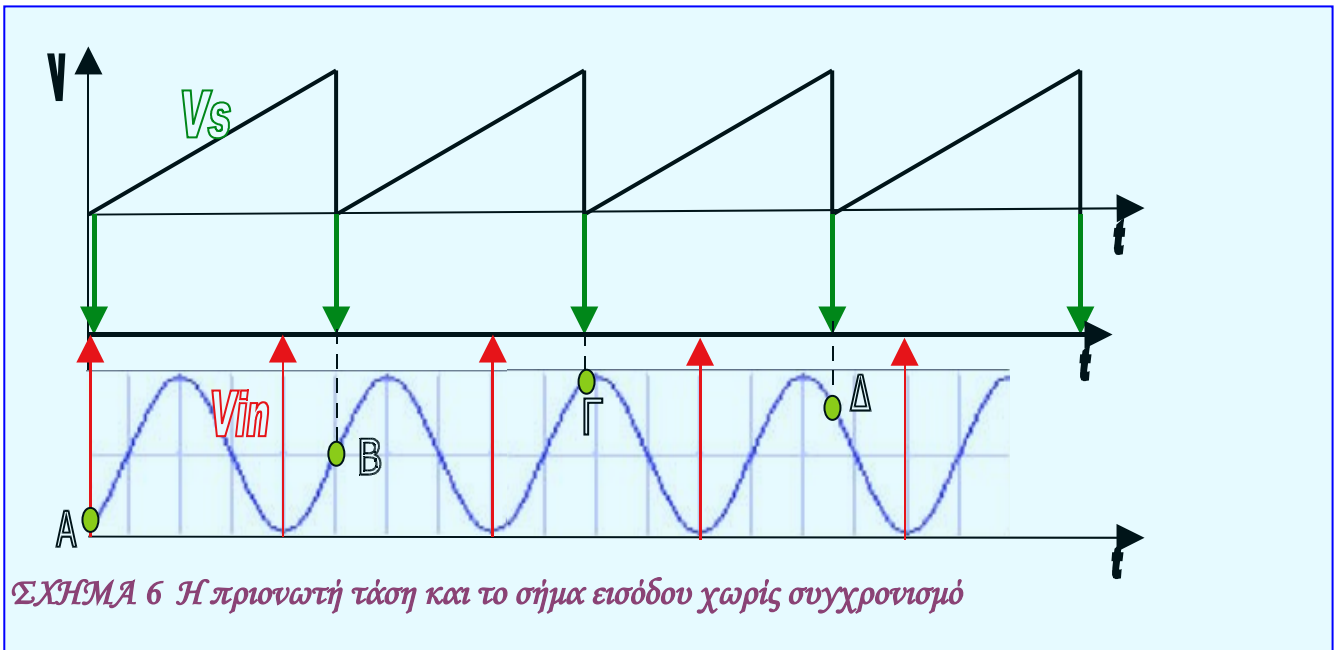


## Ο συγχρονισμός και η σταθερότητα της εικόνας

Όπως είπαμε και πριν, τη συχνότητα της  $V_s$  (και συνεπώς το πόσο γρήγορα θα τρέχει από αριστερά προς τα δεξιά η φωτεινή κουκίδα) την καθορίζουμε από το κουμπί **Time base (sec/div)**.

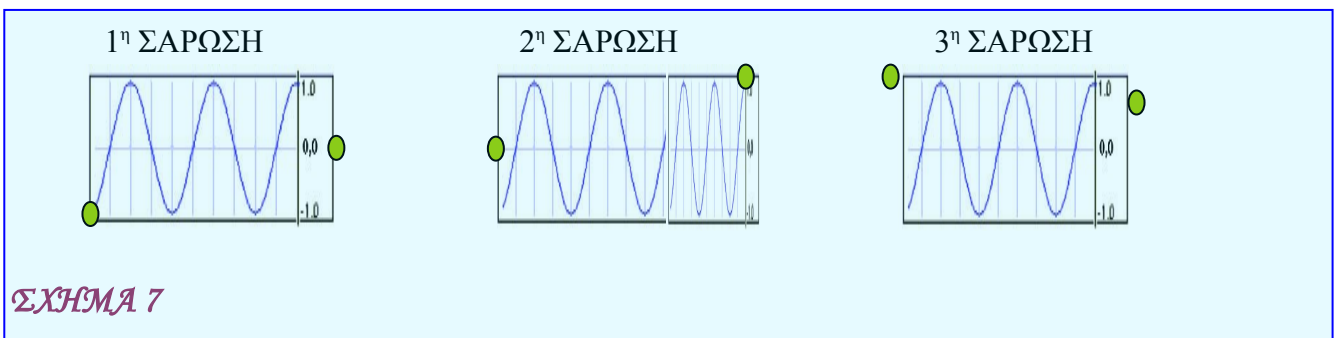
Η συχνότητα όμως του σήματος εισόδου  $V_{in}$  είναι **τυχαία**.

Έτσι το ξεκίνημα κάθε οριζόντιας σάρωσης  $V_s$  (πράσινα βέλη στο σχήμα) δεν θα συμπίπτει με το ξεκίνημα κάθε κύκλου (περιόδου) του σήματος εισόδου  $V_{in}$  (κόκκινα βέλη στο σχήμα) (εκτός αν κατά τύχη οι δύο συχνότητες είναι ίσες ή ακέραια πολλαπλάσιες)



Οπότε στην 1<sup>η</sup> σάρωση θα εμφανίζεται η κυματομορφή ΑΒ στη 2<sup>η</sup> η ΒΓ στην 3<sup>η</sup> η ΓΔ κ.ο.κ.

Και στην οθόνη θα εμφανίζονται διαδοχικά εικόνες όπως αυτές του σχήματος 7, με την κυματομορφή σε διαφορετικές θέσεις



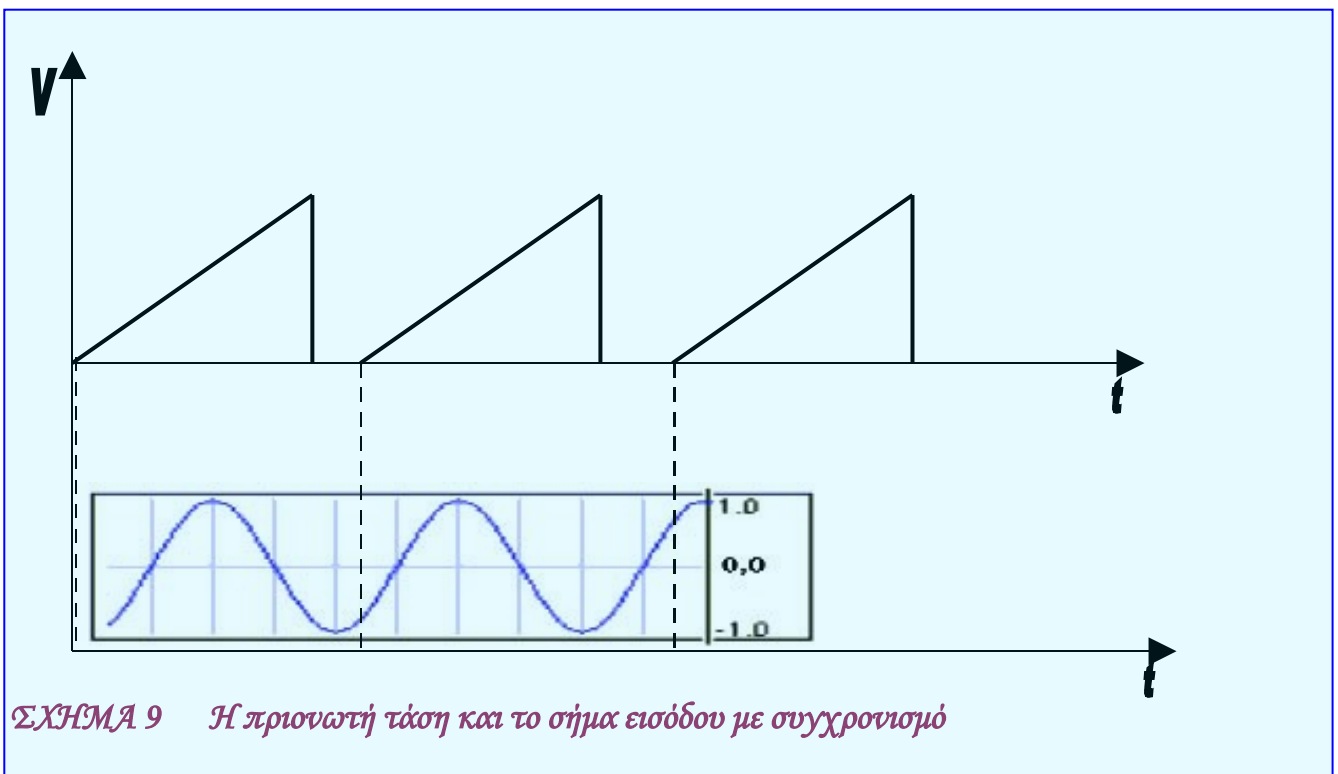
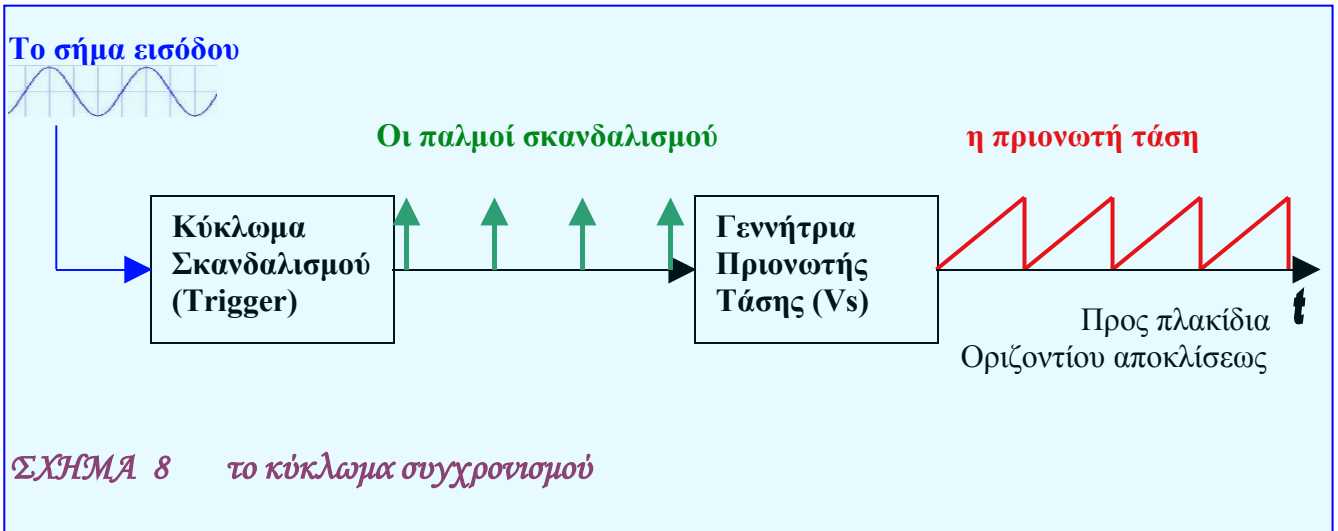
Σαν αποτέλεσμα θα έχουμε η κυματομορφή στην οθόνη να απεικονίζεται στη μια σάρωση δεξιότερα, στην επόμενη αριστερότερα κ.ο.κ. και επειδή η συχνότητα σάρωσης είναι μεγάλη θα είχαμε την οπτική εντύπωση ότι η κυματομορφή ολισθαίνει οριζόντια χωρίς καμία σταθερότητα.

Για να έχουμε σταθερή εικόνα πρέπει να υπάρχει **συγχρονισμός** μεταξύ  $V_{in}$  και  $V_s$ . Δηλαδή η οριζόντια σάρωση (παλμός  $V_s$ ) να αρχίζει πάντα σε συγκεκριμένο σημείο (φάση) της  $V_{in}$ .

Αυτό επιτυγχάνεται μέσω ενός κυκλώματος **σκανδαλισμού** (Trigger).

Το κύκλωμα αυτό οδηγείται από το ίδιο το σήμα εισόδου  $V_{in}$ .

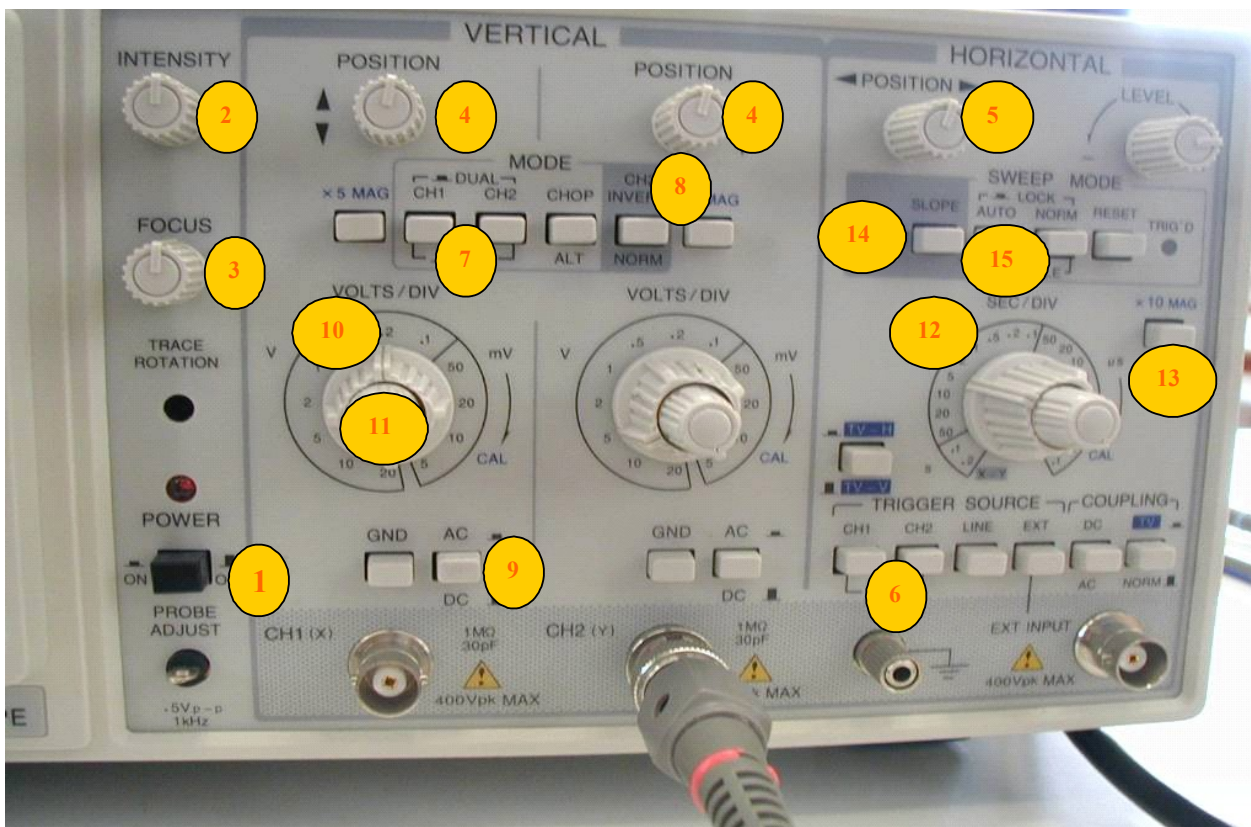
Δηλαδή ένα μέρος του  $V_{in}$  εφαρμόζεται στο κύκλωμα σκανδαλισμού και το αναγκάζει να παράγει παλμούς στην ίδια συχνότητα με αυτή του  $V_{in}$ . Έτσι η πριονωτή τάση που θα παραχθεί, οδηγημένη από το κύκλωμα σκανδαλισμού θα έχει ίδια συχνότητα με το σήμα εισόδου.



## Σάρωση

Αν ανοίξουμε τον παλμογράφο στην οθόνη θα εμφανιστεί μία οριζόντια γραμμή. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στα πλακίδια οριζόντιας απόκλισης του παλμογράφου εφαρμόζεται η τάση σάρωσης. Η τάση που ονομάζεται (λόγω της μορφής της) πριονωτή τάση εφαρμόζεται έτσι ώστε να αναπτυχθεί οριζόντια (και χρονικά) το σήμα που εφαρμόζουμε στην είσοδο με την ένδειξη CH1 ή CH2 (που έχει την ίδια περίοδο), 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  $V=V(t)$ .



## Αρχικές ρυθμίσεις

1. **POWER:** Για να ανοίξει ο παλμογράφος (το πατάμε μέσα για να ανοίξει αφού κάνουμε τις παρακάτω ρυθμίσεις)
2. **INTENSITY:** [Ρυθμίζει τη φωτεινότητα.] Στο μέσο της διαδρομής.
3. **FOCUS:** [Εστιάζει.] Στο μέσο της διαδρομής.
4. **POSITION:** [Μετατοπίζει κατακόρυφα τη δέσμη για τα κανάλια CH1 και CH2]. Στο μέσο της διαδρομής.
5. **POSITION:** [Μετατοπίζει οριζόντια τη δέσμη για τα κανάλια CH1 και CH2]. Στο μέσο της διαδρομής.
6. **TRIGGER SOURCE:** [Επιλέγει κανάλι]. Στη θέση CH1 πατημένος μέσα
7. **MODE:** [Επιλέγει τον τρόπο εμφάνισης των σημάτων στην οθόνη]: Στη θέση CH1 πατημένο μέσα.
8. **MODE:** [Επιλέγει τον τρόπο εμφάνισης των σημάτων στην οθόνη]: Διακόπτης INVERTER/NORM πατημένος
9. **AC/DC:** [Διακόπτης επιλογής ζεύξης του σήματος εισόδου με τον κατακόρυφο ενισχυτή για τα κανάλια CH1 και CH2.] Πατημένος έξω.
10. **VOLTS/DIV:** [Αλλάζει την ευαισθησία του κατακόρυφου άξονα. Δείχνει πόσα Volts αντιστοιχούν σε κάθε τετραγωνάκι.] Στη θέση 10mV/DIV για το κανάλι CH1
11. **VARIABLE:** [Διακόπτης για τη συνεχή μεταβολή τάσης]. Στη θέση δεξιά CALL
12. **SEC/DIV:** [Πόσα ms αντιστοιχούν σε κάθε τετραγωνάκι οριζόντιας απόκλισης]. Στη θέση 0,5ms/DIV
13. **X10/MAG:** [Αυξάνει την ευαισθησία του κατακόρυφου άξονα] Πατημένος έξω
14. **SLOPE:** [Επιλέγει αν η κυματομορφή θα ξεκινάει από θετικό ή αρνητικό τμήμα της] Πατημένος έξω
15. **SWEEP MODE:** [Επιλογή συνεχούς τρόπου σάρωσης]. Ο AUTO πατημένος μέσα
16. **PROBE=** σηματολήπτης. Στη θέση X10 ο μικροδιακόπτης.

**Εργαστηριακές ασκήσεις  
Απαιτούμενα όργανα**

<i>No Άσκησης</i>	<i>Τίτλος άσκησης</i>	<i>Στόχοι</i>
<i>1</i>	ΓΝΩΡΙΜΙΑ ΜΕ ΤΟΝ ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΟ- ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΤΑΣΗΣ	1. Εξοικείωση τον παλμογράφο 2. Μελέτη της συνεχούς τάσης 3. Εξοικείωση με όργανα μέτρησης
<i>2</i>	ΓΝΩΡΙΜΙΑ ΜΕ ΤΟΝ ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΟ- ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΗΣ ΤΑΣΗΣ	1. Εξοικείωση τον παλμογράφο 2. Μελέτη της εναλλασσόμενης τάσης 3. Μετρήσεις με τον παλμογράφο
<i>3</i>	ΜΕΛΕΤΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΕΠΑΓΩΓΗΣ	1. Εξοικείωση τον παλμογράφο 2. Ποιοτική μελέτη φαινομένων επαγωγής

Εργαστηριακή άσκηση 1:

**ΓΝΩΡΙΜΙΑ ΜΕ ΤΟΝ ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΟ- ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΤΑΣΗΣ**

Τμήμα:.....Ημερομηνία:.....Ον/μα:.....  
:.....  
:.....

**ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ**

Ο παλμογράφος είναι τοποθετημένος μπροστά σε κάθε ομάδα μαθητών, αφού έχουμε κάνει τις αρχικές ρυθμίσεις.

**ΕΡΓΑΣΙΑ 1:**

1. **AC/DC:** [Διακόπτης επιλογής ζεύξης του σήματος εισόδου με τον κατακόρυφο ενισχυτή για τα κανάλια CH1 και CH2.] Πατημένος έξω.
2. Θέστε σε λειτουργία τον παλμογράφο πατώντας το μαύρο κουμπί POWER ON/OFF.
3. Τοποθετήστε το κουμπί ρύθμισης της σάρωσης (SEC/DIV) στην ένδειξη 50μs.
4. Με τα κουμπιά POSITION και POSITION ευθυγραμμίστε την πράσινη
5. Το καλώδιο εισαγωγής σήματος (σηματολήπτης) είναι τοποθετημένο στην είσοδο του παλμογράφου CH 1(X), με το διακόπτη του στη θέση x1.
6. Ρυθμίστε την ευαισθησία του παλμογράφου (κουμπί ένδειξη VOLT/DIV) στην ένδειξη 2V.
7. Συνδέστε στη συνέχεια τους πόλους της μπαταρίας με τους ακροδέκτες του καλωδίου.
8. Τι παρατηρείτε στην οθόνη του παλμογράφου;
9. Υπολογίστε και καταγράψτε την πολική τάση της μπαταρίας με βάση την απόκλιση της γραμμής από την αρχή των αξόνων και την ένδειξη του μετρητή (VOLT/DIV) της ευαισθησίας του παλμογράφου (Πολλαπλασιάζουμε τον αριθμό των τετραγώνων με την ένδειξη του διακόπτη volts/div. Έτσι έχουμε την τιμή της τάσης που θέλουμε να μετρήσουμε).

$$V = \dots\dots\dots V$$

10. Αντιστρέψετε την πολικότητα της μπαταρίας. Εξηγήστε την αλλαγή που παρατηρείτε
11. Μετρήστε την πολική τάση της μπαταρίας με τη βοήθεια του ψηφιακού πολύμετρου (βολτόμετρο) και συγκρίνετε τις δύο τιμές.
12. Δικαιολογήστε αν παρατηρείτε διαφορά στις δύο τιμές.
13. Τι προβλέπετε να συμβεί στη θέση της γραμμής αν συνδέσετε δύο μπαταρίες σε σειρά και στη συνέχεια συνδέσετε το κύκλωμα τον παλμογράφο

Εργαστηριακή άσκηση 2:

**ΓΝΩΡΙΜΙΑ ΜΕ ΤΟΝ ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΟ- ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΗΣ ΤΑΣΗΣ**

Τμήμα:.....Ημερομηνία:.....Ον/μα:.....

:.....

:.....


**ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ**

Ο παλμογράφος είναι τοποθετημένος μπροστά σε κάθε ομάδα μαθητών, αφού έχουμε κάνει τις αρχικές ρυθμίσεις.

**ΕΡΓΑΣΙΑ 1: ρύθμιση γεννήτριας συχνοτήτων**

Θέστε σε λειτουργία τη γεννήτρια συχνοτήτων (κουμπί POWER, ON/OFF). Γυρίστε το κουμπί ρύθμισης κλίμακας συχνοτήτων στο 1KHz. Πατήστε το κουμπί POWER OUT και το κουμπί με το σχήμα (~). Επιλέξτε με το μετρητή συχνοτήτων την ένδειξη 1 ώστε η γεννήτρια να δίνει συχνότητα ημιτονοειδούς τάσης 1000Hz. Ρυθμίστε το κουμπί AMPLITUDE της γεννήτριας στη μέση της διαδρομής του.

**ΕΡΓΑΣΙΑ 2: ρύθμιση παλμογράφου**

1. Ρυθμίστε το κουμπί AC/DC έτσι ώστε να είναι πατημένο μέσα.
2. Θέστε σε λειτουργία τον παλμογράφο πατώντας το μαύρο κουμπί POWER ON/OFF.
3. Γυρίστε το κουμπί INTENSITY περίπου στο μέσον της διαδρομής και γυρίστε το κουμπί FOCUS στο μέσον της διαδρομής, έτσι ώστε η πράσινη οριζόντια γραμμή να είναι ευκρινής και φωτεινή.
4. Τοποθετήστε το κουμπί ρύθμισης της σάρωσης (SEC/DIV) στην ένδειξη 50ms.
5. Με τα κουμπιά POSITION και  POSITION ευθυγραμμίστε την πράσινη γραμμή στον κεντρικό οριζόντιο άξονα της
6. Το καλώδιο εισαγωγής σήματος (σηματολήπτης) είναι τοποθετημένο στην είσοδο του παλμογράφου CH 1(X), με το διακόπτη του στη θέση x1.
7. Ρυθμίστε την ευαισθησία του παλμογράφου (κουμπί ένδειξη VOLT/DIV) στην ένδειξη 0,1V.

**ΕΡΓΑΣΙΑ 3: σύνδεση γεννήτριας συχνοτήτων και παλμογράφου**

Συνδέστε την είσοδο CH 1 (X) του παλμογράφου με την έξοδο SIGNAL OUT της γεννήτριας συχνοτήτων (προσοχή: τα δύο καλώδια να συνδεθούν γείωση με γείωση). Ρυθμίστε το κουμπί LEVEL του παλμογράφου (πάνω δεξιά) ώστε να σταθεροποιηθεί το σήμα στην οθόνη. Στη συνέχεια ρυθμίστε κατάλληλα τα κουμπιά ευαισθησίας (VOLT/DIV) και σάρωσης (SEC/DIV) ώστε να εμφανιστεί η κυματομορφή της εναλλασσόμενης τάσης εντός των ορίων της οθόνης του παλμογράφου.

**ΕΡΓΑΣΙΑ 4: μελέτη της κυματομορφής**

Πως μεταβάλλεται η μορφή της κυματομορφής αν αυξήσετε σταδιακά τη συχνότητα από τα 1000Hz στα 2000Hz; Εξηγήστε την μεταβολή που παρατηρείτε.

Πως μεταβάλλεται η μορφή της γραφικής παράστασης αν περιστρέψετε αργά το κουμπί AMPLITUDE της γεννήτριας αριστερά-δεξιά; Εξηγήστε την μεταβολή που παρατηρείτε.



**ΕΡΓΑΣΙΑ 5: μετρήσεις**

Επαναφέρετε το κουμπί AMPLITUDE της γεννήτριας στη μέση της διαδρομής του και ρυθμίστε τη συχνότητα της γεννήτριας σε 1200Hz.

Χρησιμοποιώντας την ένδειξη του ρυθμιστή σάρωσης (SEC/DIV) υπολογίστε την περίοδο της εναλλασσόμενης τάσης από την οθόνη του παλμογράφου.

Υπολογίστε τη συχνότητα της εναλλασσόμενης τάσης και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

Συχνότητα γεννήτριας f (Hz)	Μετρούμενη περίοδος (T) s	Μετρούμενη συχνότητα f (Hz)

Μετρήστε την τάση κορυφής-κορυφής ( $V_{p-p}$ ), υπολογίστε το πλάτος της τάσης ( $V_0 = V_{p-p}/2$ ) και τη ενεργό τιμή της τάσης ( $V_{εν} = V_0/\sqrt{2}$ ). Καταχωρείστε τα αποτελέσματα στον παρακάτω πίνακα.

Σήμα εισόδου Ενεργός τιμή V	Τιμή τάσης $V_{p-p}$ V	Πλάτος τάσης $V_0$ V	Ενεργός τιμή $V_{εν}$ V

**Εργαστηριακή άσκηση 3:**

**ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΕΠΑΓΩΓΗΣ**

Τμήμα:.....Ημερομηνία:.....Ον/μα:.....



.....

.....

**ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ**

Ο παλμογράφος είναι τοποθετημένος μπροστά σε κάθε ομάδα μαθητών, αφού έχουμε κάνει τις αρχικές ρυθμίσεις.

**ΕΡΓΑΣΙΑ 1: ρύθμιση παλμογράφου**

1. MODE στη θέση CH2 πατημένο μέσα.
2. Διακόπτης X5/MAG πατημένος έξω.
3. Ρυθμίστε την ευαισθησία του παλμογράφου (κουμπί ένδειξη VOLT/DIV) για το κανάλι CH2 στην ένδειξη 50mV.
4. Διακόπτης SEC/DIV στη θέση 20ms/DIV
5. Το καλώδιο εισαγωγής σήματος (σηματολήπτης) είναι τοποθετημένο στην είσοδο του παλμογράφου CH 2(X), με το διακόπτη του στη θέση x1.
6. Γυρίστε το κουμπί INTENSITY περίπου στο μέσον της διαδρομής και γυρίστε το κουμπί FOCUS στο μέσον της διαδρομής, έτσι ώστε η πράσινη οριζόντια γραμμή να είναι ευκρινής και φωτεινή.
7. Θέστε σε λειτουργία τον παλμογράφο πατώντας το μαύρο κουμπί POWER ON/OFF.
8. Με τα κουμπιά  και  POSITION ευθυγραμμίστε την πράσινη γραμμή στον κεντρικό οριζόντιο άξονα της οθόνης του παλμογράφου.

**ΕΡΓΑΣΙΑ 2: Κίνηση μαγνήτη προς πηνίο**

Συνδέσετε ένα πηνίο 1200 σπειρών με τον παλμογράφο.

Τι παρατηρείτε στην οθόνη του παλμογράφου;

Εισάγετε ένα ραβδοειδή μαγνήτη κατακόρυφα αργά στο εσωτερικό του πηνίου. Τι παρατηρείτε στην οθόνη του παλμογράφου κατά την είσοδο του μαγνήτη;

.....  
Κρατήστε τον μαγνήτη ακίνητο στο εσωτερικό του πηνίου. Τι παρατηρείτε στην οθόνη του παλμογράφου;


.....  
Απομακρύνετε το ραβδοειδή μαγνήτη κατακόρυφα αργά από το εσωτερικό του πηνίου. Τι παρατηρείτε στην οθόνη του παλμογράφου κατά την έξοδο του μαγνήτη;

.....  
Μετακινήστε τον μαγνήτη μέσα- έξω. Τι παρατηρείτε στην οθόνη του παλμογράφου ;

.....  
Μετακινήστε πιο γρήγορα τον μαγνήτη μέσα- έξω. Τι παρατηρείτε στην οθόνη του παλμογράφου ;

**ΕΡΓΑΣΙΑ 3: ρύθμιση παλμογράφου**

9. MODE στη θέση CH2 πατημένο μέσα.
10. Διακόπτης X5/MAG πατημένος έξω.
11. Ρυθμίστε την ευαισθησία του παλμογράφου (κουμπί ένδειξη VOLT/DIV) για το κανάλι CH2 στην ένδειξη 0,5V.

12. Διακόπτης SEC/DIV στη θέση 5ms/DIV
13. Το καλώδιο εισαγωγής σήματος (σηματολήπτης) είναι τοποθετημένο στην είσοδο του παλμογράφου CH 2(X), με το διακόπτη του στη θέση x1.
14. Γυρίστε το κουμπί INTENSITY περίπου στο μέσον της διαδρομής και γυρίστε το κουμπί FOCUS στο μέσον της διαδρομής, έτσι ώστε η πράσινη οριζόντια γραμμή να είναι ευκρινής και φωτεινή.
15. Θέστε σε λειτουργία τον παλμογράφο πατώντας το μαύρο κουμπί POWER ON/OFF.
16. Με τα κουμπιά POSITION και  POSITION ευθυγραμμίστε την πράσινη γραμμή στον κεντρικό οριζόντιο άξονα της οθόνης του παλμογράφου.

#### ΕΡΓΑΣΙΑ 4: Φαινόμενο αμοιβαίας επαγωγής

Α) Τοποθετήστε δύο πηνία 600 και 1200 σπειρών έτσι ώστε να έχουν κοινό άξονα.

Εισάγετε εσωτερικά στα πηνία έναν μακρύ πυρήνα.

Συνδέουμε το ένα πηνίο (600σπ.) με συνεχή τάση 5V παρεμβάλλοντας και διακόπτη (μπουτόν) και το δεύτερο πηνίο με τον παλμογράφο.

Τι παρατηρείτε στην οθόνη του παλμογράφου ;

.....  
Κλείνετε τον διακόπτη. Τι παρατηρείτε στην οθόνη του παλμογράφου ;

.....  
Ανοίγοκλείνετε τον διακόπτη. Τι παρατηρείτε στην οθόνη του παλμογράφου ;

.....  
Β) **Συνδέουμε το ένα πηνίο (600σπ.)** με την έξοδο SIGNAL OUT της γεννήτριας συχνοτήτων (προσοχή: τα δύο καλώδια να συνδεθούν γείωση με γείωση). Ρυθμίστε το κουμπί LEVEL του παλμογράφου (πάνω δεξιά) ώστε να σταθεροποιηθεί το σήμα στην οθόνη. Επιλέξτε συχνότητα 1KHz. Συνδέστε την είσοδο CH 2 (X) του παλμογράφου με το δεύτερο πηνίο.

Πλησιάζετε, ξεκινώντας από απόσταση το δεύτερο πηνίο, κατά μήκος του άξονα. Τι παρατηρείτε στην οθόνη του παλμογράφου ;

.....  
Πλησιάζετε, ξεκινώντας από απόσταση το δεύτερο πηνίο, κάθετα στον άξονα. Τι παρατηρείτε στην οθόνη του παλμογράφου ;

.....  
Επαναλαμβάνετε τα παραπάνω βάζοντας στο πρωτεύον πηνίο και πυρήνα και συγκρίνετε.

### **Δημιουργία Διακροτήματος με παλμογράφο**

Συνδέουμε δύο γεννήτριες παράλληλα (Frequency Range X100 και συχνότητες: 0,76 και 0,66)

#### **Ρύθμιση παλμογράφου**

1. ΜΟΔΕ στη θέση CH1 πατημένο μέσα.
2. Διακόπτης X5/MAG πατημένος έξω
3. Ρυθμίστε την ευαισθησία του παλμογράφου (κουμπί ένδειξη VOLT/DIV) για το κανάλι CH1 στην ένδειξη ...1V.
4. Διακόπτης SEC/DIV στη θέση 20ms /DIV
5. Το καλώδιο εισαγωγής σήματος (σηματολήπτης) είναι τοποθετημένο στην είσοδο του παλμογράφου CH 1(X), με το διακόπτη του στη θέση X1.
6. Γυρίστε το κουμπί INTENSITY περίπου στο μέσον της διαδρομής και γυρίστε το κουμπί FOCUS στο μέσον της διαδρομής, έτσι ώστε η πράσινη οριζόντια γραμμή να είναι ευκρινής και φωτεινή.
7. Θέστε σε λειτουργία τον παλμογράφο πατώντας το μαύρο κουμπί POWER ON/OFF.

### **Δημιουργία Lissajous**

Συνδέουμε μία γεννήτρια (Frequency Range X100 και συχνότητα: 0,7) στο κανάλι CH1 και μία γεννήτρια (Frequency Range X100 και συχνότητα: 0,68) στο κανάλι CH2.

#### **Ρύθμιση παλμογράφου**

1. Διακόπτης X5/MAG πατημένος έξω
2. Ρυθμίστε την ευαισθησία του παλμογράφου (κουμπί ένδειξη VOLT/DIV) για το κανάλι CH1 στην ένδειξη ...2V και για το κανάλι CH2 στην ένδειξη ...2V
3. Διακόπτης SEC/DIV στη θέση XY, ώστε να απομονώσουμε την προιονωτή τάση
4. Το καλώδιο εισαγωγής σήματος (σηματολήπτης) είναι τοποθετημένο στην είσοδο του παλμογράφου CH 1(X), με το διακόπτη του στη θέση X1 και το δεύτερο καλώδιο εισαγωγής σήματος (σηματολήπτης) είναι τοποθετημένο στην είσοδο του παλμογράφου CH2(X), με το διακόπτη του στη θέση X1

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΟΣ ΔΙΠΛΗΣ ΔΕΣΜΗΣ, ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΧΡΗΣΕΩΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Θετικής και τεχνολογικής κατεύθυνσης Β΄ τάξης ΓΛ, ΟΕΔΒ  
ΕΚΦΕ Ομοιοίας 2006, « Ποιοτικά πειράματα επαγωγής με παλμογράφο»  
ΕΚΦΕ Δυτικής Αττικής, «ΜΕΤΡΗΣΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΠΛΑΤΟΥΣ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΗΣ ΤΑΣΗΣ  
ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΟΥ ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΟΥ»