

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο: ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΟΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Χρήση και μελέτη σημάτων με παλμογράφο.

ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

| Περιγραφή | Ποσότητα |
|--------------------------------------|-----------------|
| Αναλογικός παλμογράφος διπλής δέσμης | 1 |
| Ψηφιακός παλμογράφος διπλής δέσμης | 1 |
| Γεννήτρια συναρτήσεων | 1 |

ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1.1 Αναλογικός παλμογράφος

1.2 Ψηφιακός Παλμογράφος

ΣΤΟΧΟΙ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

- Να κατανοήσουμε την λειτουργία και χαρακτηριστικά του παλμογράφου.
- Να καταλάβουμε τις δυνατότητες του αναλογικού και ψηφιακού παλμογράφου.
- Να μάθουμε να μετράμε σήματα με παλμογράφο.

1.1 Εισαγωγή

Ο παλμογράφος είναι το βασικότερο βοήθημα για την μελέτη των ηλεκτρικών σημάτων. Δεδομένης της σημερινής μεγάλης ανάπτυξης της ηλεκτρονικής επιστήμης και της απόλυτης σύνδεσης της με το σύνολο των θετικών επιστημών, ο παλμογράφος προσφέρει πολύτιμες υπηρεσίες όχι μόνο στην μελέτη και την ανάπτυξη ηλεκτρονικών κυκλωμάτων. Βασικά χρησιμοποιείται τόσο για την μέτρηση ορισμένων χαρακτηριστικών των ηλεκτρικών σημάτων (πλάτος τάσης, ένταση, ισχύος, περιόδου μορφής σήματος) και των μεταβολών αυτών σε συνάρτηση του χρόνου. Γενικά χρησιμοποιείται για την απεικόνιση δισδιάστατων διαγραμμάτων σε μια οθόνη. Αρχικά εμφανίστηκαν παλμογράφοι καθοδικού σωλήνα και στην συνέχεια ψηφιακοί με απεικόνιση LCD.

Στους παλμογράφους καθοδικού σωλήνα η απεικόνιση βασίζεται στην κίνηση μιας δέσμης ηλεκτρονίων που προσπίπτει με μεγάλη ταχύτητα σε μια φθορίζουσα επιφάνεια που δημιουργεί ένα ορατό ίχνος (spot). Η λειτουργία του βασίζεται στην κατάλληλη εκτροπή δέσμης αυτής των ηλεκτρονίων κατά τους δυο άξονες X και Y ενός ορθογώνιου συστήματος συντεταγμένων. Με τον τρόπο αυτό η κίνηση του ορατού ίχνους της απεικόνισης δημιουργεί δισδιάστατες εικόνες και σχήματα. Εάν η κίνηση κατά των άξονα X γίνεται με σταθερή ταχύτητα, που έχει άμεση σχέση με τον χρόνο, και η εκτροπή κατά τον άξονα Y ελέγχεται άμεσα από το σήμα εισόδου, η απεικόνιση είναι η μεταβολή του σήματος εισόδου συναρτήσει του χρόνου.

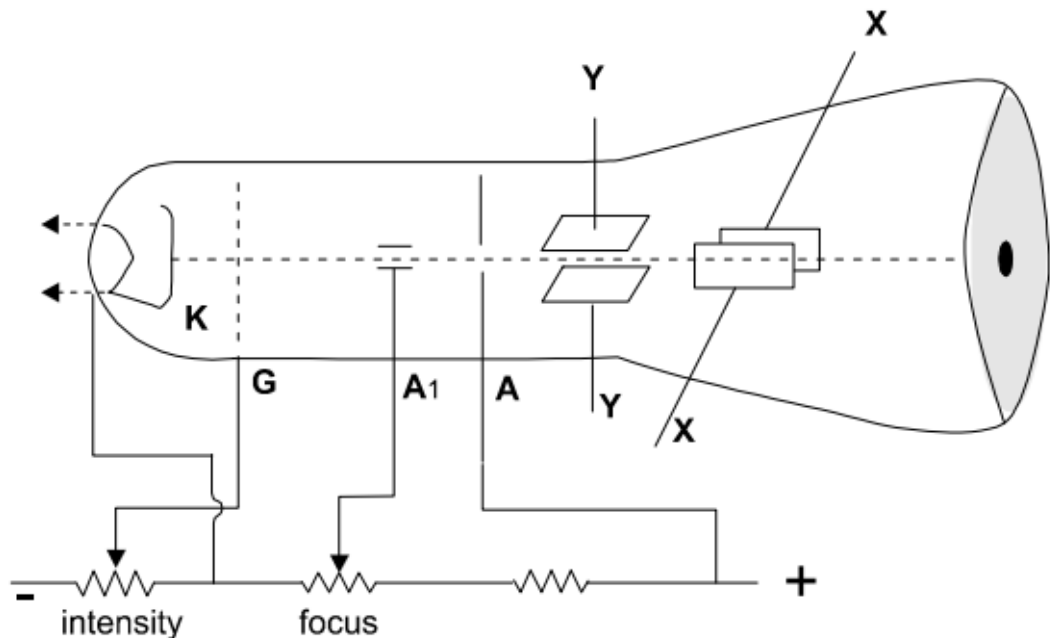
Ο παλμογράφος δεν είναι το μοναδικό όργανο για την απεικόνιση μεταβολών ηλεκτρικών σημάτων όπως καταγραφικά (μηχανικά ή οπτικά) αλλά είναι ικανός να απεικονίζει ταχύτερες μεταβολές. Στα μηχανικά ή οπτικά καταγραφικά έχουμε καταγραφή σε χρόνους δευτερολέπτων στο παλμογράφο έχουμε πολύ μικρότερους χρόνους τάξεως microseconds ή nanoseconds.

Εδώ πρέπει να επισημάνουμε την εξάρτηση της οποιαδήποτε απεικόνισης με την ανθρώπινη παρατήρηση. Είναι γνωστό ότι το ανθρώπινο μάτι δεν είναι ικανό να παρατηρήσει φαινόμενα που μεταβάλλονται σε χρόνους μικρότερους από το οπτικό μεταίσθημα (περίπου 0,1sec). Στο χρόνο αυτό πρέπει να προστεθεί και ο απαραίτητος χρόνος για την αξιοποίηση του οπτικού ερεθίσματος που είναι πολλαπλάσιο. Πρέπει να διακρίνουμε την απεικόνιση από την καταγραφή. Στην απεικόνιση γίνεται οπτική παράσταση φαινομένων που δεν προκαλούν οπτικό ερέθισμα. Η μεταβολή της τάσης ανάμεσα σε δυο σημεία ηλεκτρικού κυκλώματος για παράδειγμα δεν δίνει οπτικό ερέθισμα ενώ εάν η μεταβολή αυτή «ακολουθείτε» από ταυτόχρονη μετακίνηση κάποιου ίχνους σε μια οθόνη τότε έχουμε απεικόνιση της μεταβολής της τάσης. Εάν η κίνηση του ίχνους παραμένει ανεξίτηλη, π.χ. μια γραφίδα σε χαρτί, τότε γίνεται καταγραφή της μεταβολής. Είναι προφανές ότι η καταγραφή υπερτερεί της απεικόνισης.

Με την χρήση ψηφιακής επεξεργασίας σήματος οι δυνατότητες των ψηφιακών παλμογράφων επεκτάθηκαν στην μαθηματική ανάλυση σημάτων, στατιστική επεξεργασία καθώς και την απομνημόνευση.

1.2 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα ο CRT περιλαμβάνει στην βάση του έναν θερμαντήρα (heater), μια κάθοδο, ένα πλέγμα ελέγχου όπως όλοι οι ηλεκτρονικοί σωλήνες. Περιλαμβάνει επιπλέον πλακίδια (X-Y) για τον έλεγχο της εκτροπής της δέσμης ηλεκτρονίων.



Εικόνα 1.1: Καθοδικός σωλήνας (Cathode Ray Tube).

Το βασικό λειτουργικό διάγραμμα ενός κοινού παλμογράφου περιλαμβάνει τις παρακάτω μονάδες:

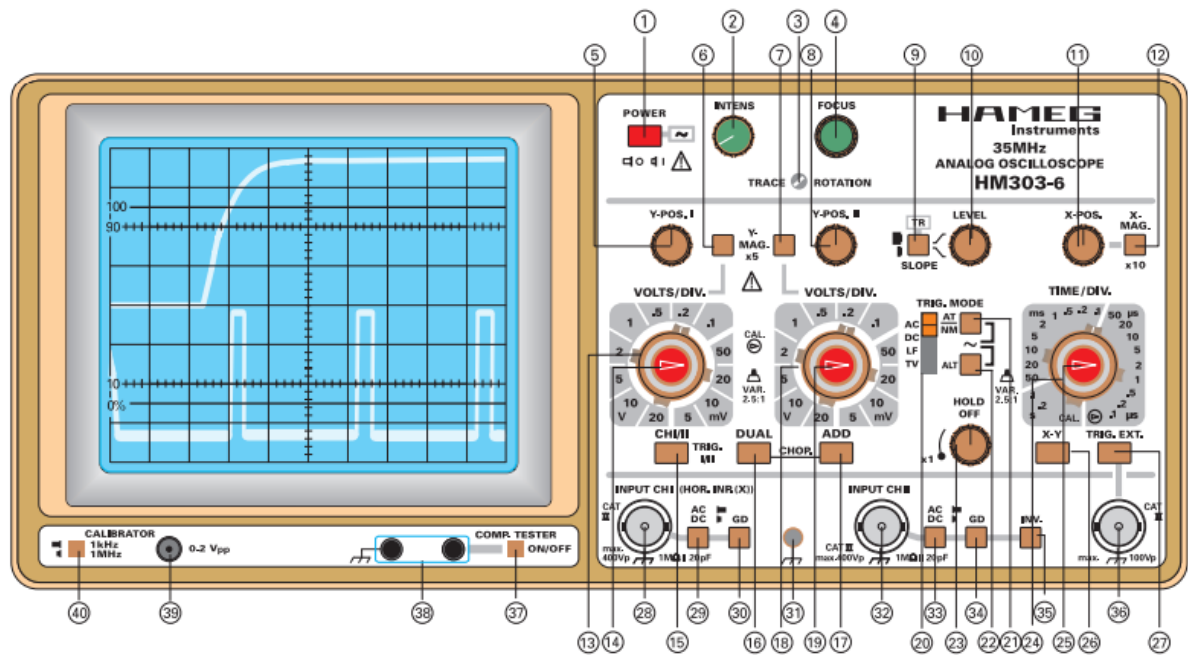
- Σωλήνα καθοδικών ακτινών (CRT)
- Κυκλώματα κάθετης απόκλισης
- Κυκλώματα οριζόντιας απόκλισης
- Κύκλωμα σκανδαλισμού για την σάρωση
- Κυκλώματα τροφοδοσίας χαμηλής και υψηλής τάσης.

1.3 ΑΝΑΛΟΓΙΚΟΣ ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΟΣ HM303-6 HAMEG

Αναλογικός παλμογράφος βασισμένος σε καθοδικό σωλήνα με τα εξής βασικά χαρακτηριστικά:

- Δυο κανάλια με ενισχυτές χαμηλού θορύβου από 1mV- 20V/cm
- Βάση χρόνου 0,2sec – 100nS και επέκταση στα 10nS
- Σκανδαλισμός 0-50MHz
- Λειτουργία X-Y
- Έλεγχος εξαρτημάτων

Στην εικόνα 1.2 απεικονίζετε η οθόνη του με τους διακόπτες χειρισμού.



Εικόνα 1.2: Αναλογικός παλμογράφος HM303-6.

1. **POWER** on/off του παλμογράφου με πράσινο ενδεικτικό LED.
2. **INTENS** περιστροφικός διακόπτης ρύθμισης φωτεινότητας της δέσμης.
3. **TRACE ROTATOR** ευθυγράμμιση οριζόντια θέσης δέσμης για την αντιστάθμιση του μαγνητικού πεδίου της γης.
4. **FOCUS** περιστροφικός διακόπτης ρύθμισης εστίασης της δέσμης.
5. **Y-POS I** έλεγχος της κατακόρυφης θέσης του καναλιού I
6. **Y-MAG x5** όταν ενεργοποιείτε η ευαισθησία του καναλιού I αυξάνετε κατά 5 φορές (max. 1mV/DIV)
7. **Y-MAG x5** όταν ενεργοποιείτε η ευαισθησία του καναλιού I αυξάνετε κατά 5 φορές (max. 1mV/DIV)
8. **Y-POS II** έλεγχος της κατακόρυφης θέσης του καναλιού I
9. **SLOPE / ** επιλογή κλίσης του σήματος σκανδαλισμού
10. **SLOPE / \ TR** επιλογή σκανδαλισμού στο ανερχόμενο ή κατερχόμενο μέτωπο του σήματος, LED ανάβει όταν
11. **LEVEL** ρύθμιση της στάθμης σκανδαλισμού
12. **X-POS** έλεγχος της οριζόντιας θέσης της δέσμης
13. **X-MAG x10** 10:1 επέκταση της βάσης χρόνου με μέγιστη ανάλυση 10nS/DIV.
14. **VOLTS/DIV.** επιλογικός διακόπτης 12 θέσεων ελέγχου ευαισθησίας εισόδου με αναλογία 1-2-5
15. **VAR. GAIN** μικρομετρική ρύθμιση του κατακόρυφου ενισχυτή για να ισχύ η βαθμονόμηση ο διακόπτης πρέπει να βρίσκεται στην θέση CAL.
16. **CH I/II – TRIG I/II** επιλογή να λειτουργεί μόνο το κανάλι I ή το κανάλι II με το αντίστοιχο σκανδαλισμό, **DUAL** επιλογή απεικόνισης ενός ή δυο καναλιών
17. **ADD** απεικόνιση με αλγεβρική πρόσθεση
18. **VOLTS/DIV.** επιλογικός διακόπτης 12 θέσεων ελέγχου ευαισθησίας εισόδου με αναλογία 1-2-5

19. **VAR. GAIN** μικρομετρική ρύθμιση του κατακόρυφου ενισχυτή για να ισχύ η βαθμονόμηση ο διακόπτης πρέπει να βρίσκετε στην θέση CAL.
20. **TRIGGER MODE** επιλογή σκανδαλισμού AC-DC-LF-TV
21. **AT/NM** αυτόματος σκανδαλισμός ή χειροκίνητος
22. **ALT** εναλλαγή σκανδαλισμού μεταξύ των δυο καναλιών
23. **HOLD OFF**
24. **TIME/DIV**
25. **VAR. TIME BASE CONTROL**
26. **XY** λειτουργία XY ως καταγραφικό δέσμης
27. **TRIGGER EXT.** επιλογή εξωτερικού σκανδαλισμού
28. **INPUT CH I** είσοδος τύπου BNC πρώτου καναλιού με συνθέτη αντίσταση 1MΩ//20pF
29. **AC-DC** επιλογή σύζευξης AC ή DC
30. **GD** το σήμα αποσυνδέεται από το ενισχυτή Y και γειώνετε.
31. **4mm βύσμα** γειώσεις
32. **INPUT CH II** είσοδος τύπου BNC δεύτερου καναλιού με συνθέτη αντίσταση 1MΩ//20pF
33. **AC-DC** επιλογή σύζευξης AC ή DC
34. **GD** το σήμα αποσυνδέεται από το ενισχυτή Y και γειώνετε.
35. **INV.** Αναστροφή του καναλιού II κατά 180°
36. **TRIGGER EXT.** είσοδος τύπου BNC για εξωτερικό σκανδαλισμό
37. **COMP. TESTER** μετατροπή του παλμογράφου σε ελεγκτή εξαρτημάτων.
38. **COMP.TESTER 4mm** βύσμα
39. **0,2Vp-p** τετραγωνικό σήμα αναφοράς 0,2Vp-p
40. **CALIBRATOR 1 KHz/1MHz** επιλογή συχνότητας του σήματος αναφοράς.

1.4 ΜΕΤΡΗΣΗ ΣΗΜΑΤΩΝ

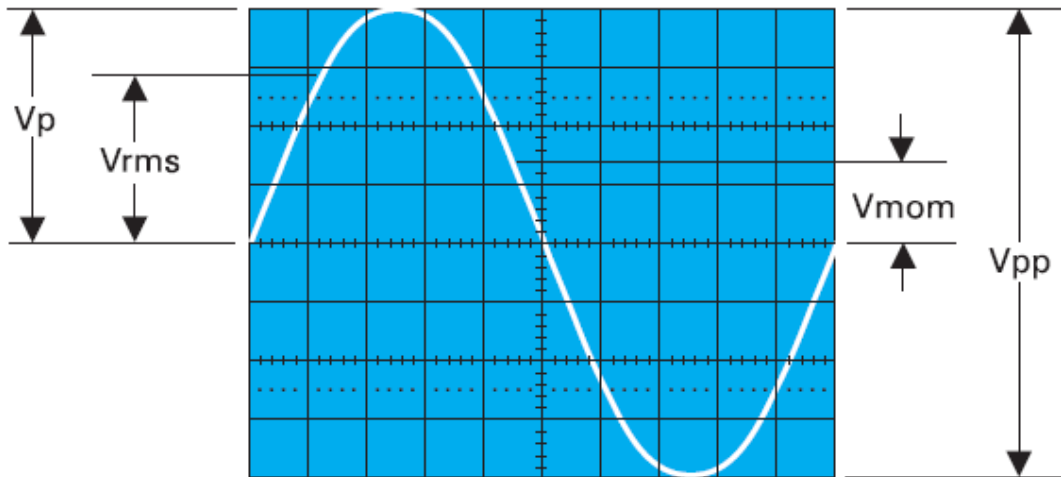
Μέτρηση σε ένα ημιτονοειδής μορφής σήματος απεικονίζονται στην εικόνα 1.4 και αναγράφονται:

V_{RMS} : ενεργός τιμή της τάσης

V_p : τάση κορυφής

V_{p-p} : τάση από κορυφή σε κορυφή

V_{mom} : στιγμιαία τιμή

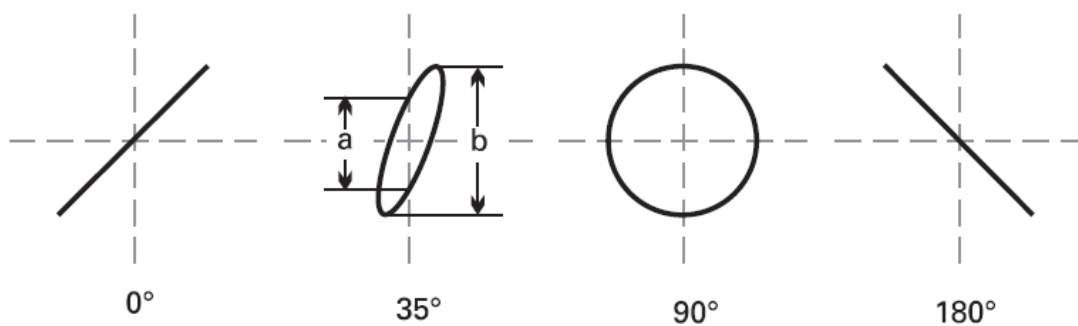


Εικόνα 1.3: Απεικόνιση ημιτονοειδή σήματος στον παλμογράφο.

Παράδειγμα: έστω ότι ο διακόπτης VOLT/DIV βρίσκεται στην θέση 1V/DIV τότε με τις 8 υποδιαίρέσεις έχουμε $8V_{p-p}$ και ο διακόπτης TIME/DIV βρίσκεται στη θέση 0.1μS/DIV με 10 υποδιαίρέσεις μια πλήρη περίοδο έχουμε 1μS και συχνότητα $F=1/T=1/1 \times 10^{-6}=1\text{MHz}$.

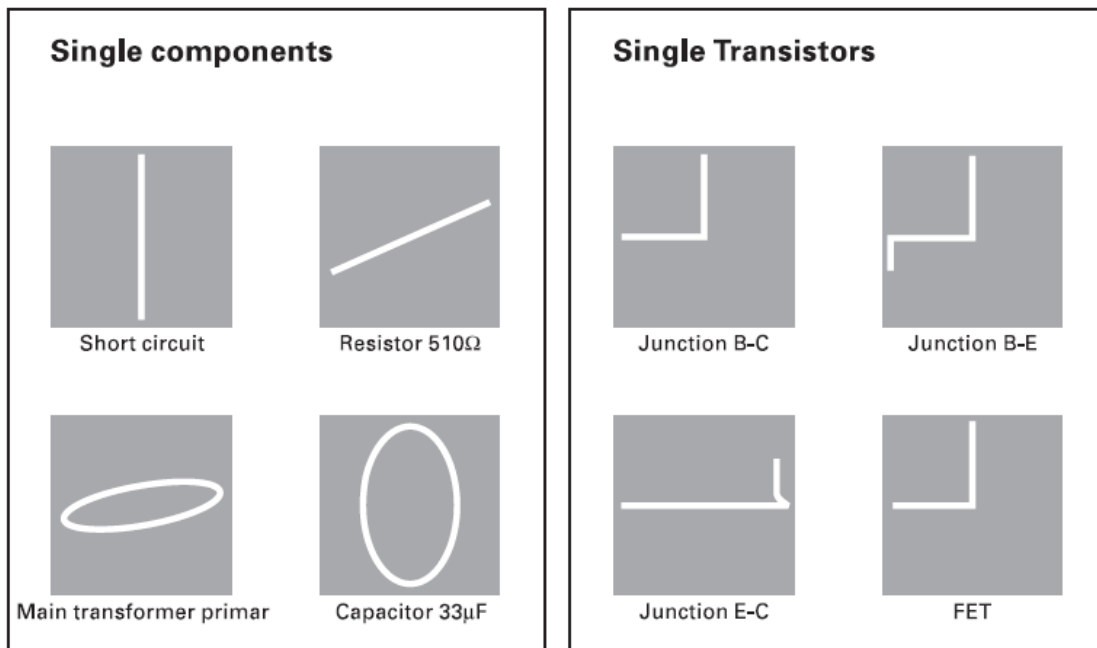
Μέτρηση Διαφοράς Φάσεως

Για την μέτρηση διαφοράς φάσεως ενεργοποιούμε την λειτουργία X-Y όπου απενεργοποιείτε η βάση χρόνου του παλμογράφου και λειτουργεί ως καταγραφικό δέσμης. Στην οθόνη του παλμογράφου απεικονίζονται τα παρακάτω σχήματα ανάλογα της διαφοράς φάσεως και δίνεται από το παρακάτω τύπο.



Εικόνα 1.4: Μέτρηση διαφοράς φάσεως.

Έλεγχος εξαρτημάτων



Εικόνα 1.5: χρήση του παλμογράφου ως ελεγκτή εξαρτημάτων.



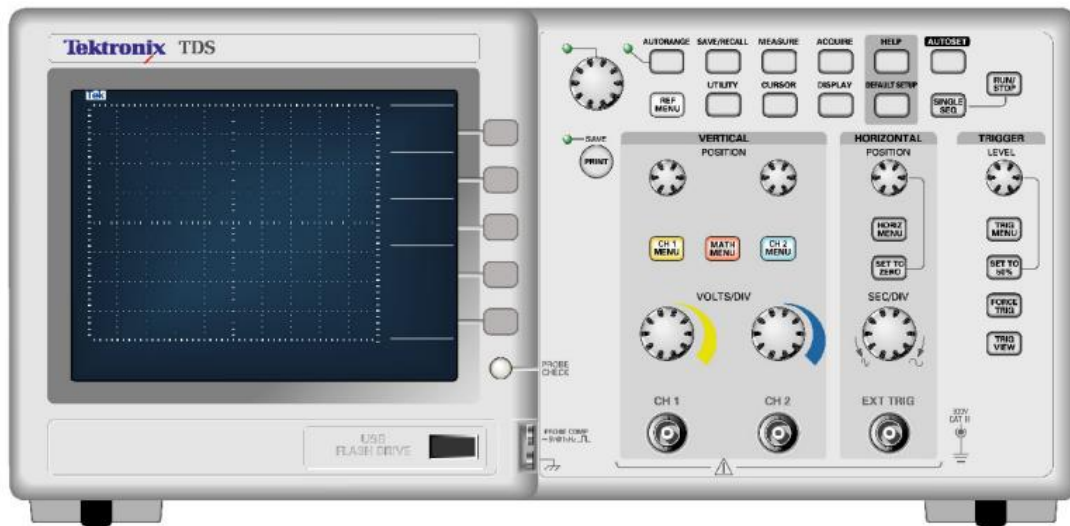
<https://www.sm5cbw.se/hameg/hmosc/hm303-6.pdf>

1.5 ΨΗΦΙΑΚΟΣ ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΟΣ TDS1012 TEKTRONIX

Η εξέλιξη των παλμογράφων πέρασε από το αναλογικό στον ψηφιακό και η απεικόνιση του από CRT πέρασε σε LCD (Liquid Crystal Display). Η ψηφιακή επεξεργασία σήματος επιτρέπει την παροχή μετρήσεων και ρυθμίσεων πάνω στην οθόνη μειώνοντας σημαντικά τα λάθη από την ανάγνωση των σημάτων. Τα βασικά του χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου παλμογράφου TDS1012 που διαθέτει το εργαστήριο είναι:

- Ρύθμιση και αποθήκευση κυματομορφής
- Θύρα USB Flash Drive για αποθήκευση αρχείων
- Άμεση εκτύπωση σε οποιονδήποτε εκτυπωτή
- Επικοινωνίες υπολογιστή μέσω της θύρας συσκευής USB με OpenChoice PC
- Λογισμικό επικοινωνιών
- Σύνδεση σε έναν ελεγκτή GPIB μέσω ενός προαιρετικού προσαρμογέα TEK-USB-488
- Κέρσορες με αναγνώσεις
- Ενεργοποίηση ανάγνωσης συχνότητας
- Έντεκα αυτόματες μετρήσεις
- Μέσος όρος κυματομορφής και ανίχνευση κορυφής
- Διπλή βάση χρόνου
- Μαθηματικές συναρτήσεις: +, - και \times λειτουργίες
- Ανάλυση Fast Fourier Transform (FFT)
- Δυνατότητα ενεργοποίησης πλάτους σκανδαλισμού
- Δυνατότητα ενεργοποίησης σκανδαλισμού βίντεο με δυνατότητα ενεργοποίησης γραμμής

- Εξωτερικός σκανδαλισμός
- Οθόνη μεταβλητής χρόνου απεικόνισης
- Περιβάλλον χρήστη και θέματα βοήθειας σε δέκα γλώσσες



Εικόνα 1.6: Ψηφιακός παλμογράφος TDS1012 Tektronix.



<https://www.tek.com/oscilloscope/tds1001b-manual/tds1000b-and-tds2000b-series>

1.6 ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΑΣΚΗΣΗΣ

1. Συνδέστε στο κανάλι I του παλμογράφου σήμα γεννήτριας ημιτονοειδούς μορφής $10V_{p-p}$ και συχνότητας (διαδοχικά) 1KHz, 10KHz, 100KHz. Μετρήστε τάση από κορυφή σε κορυφή και ενεργό τιμή καθώς περίοδο και συχνότητα.
2. Αλλάξτε την μορφή του σήματος από την γεννήτρια σε τριγωνική και τετραγωνική μορφή και επαναλάβετε τις μετρήσεις με συχνότητα 1KHz.
3. Με ποια διάταξη ο παλμογράφος θα ήταν ικανός να μετρήσει ένταση ηλεκτρικού ρεύματος τόσο στο AC όσο και στο DC.
4. Με ποια διάταξη ο παλμογράφος θα ήταν ικανός να μετρήσει την τάση του οικιακού δικτύου ηλεκτροδότησης 230V rms 50Hz.
5. Ποια η χρησιμότητα του probe που συνοδεύει έναν παλμογράφο.