

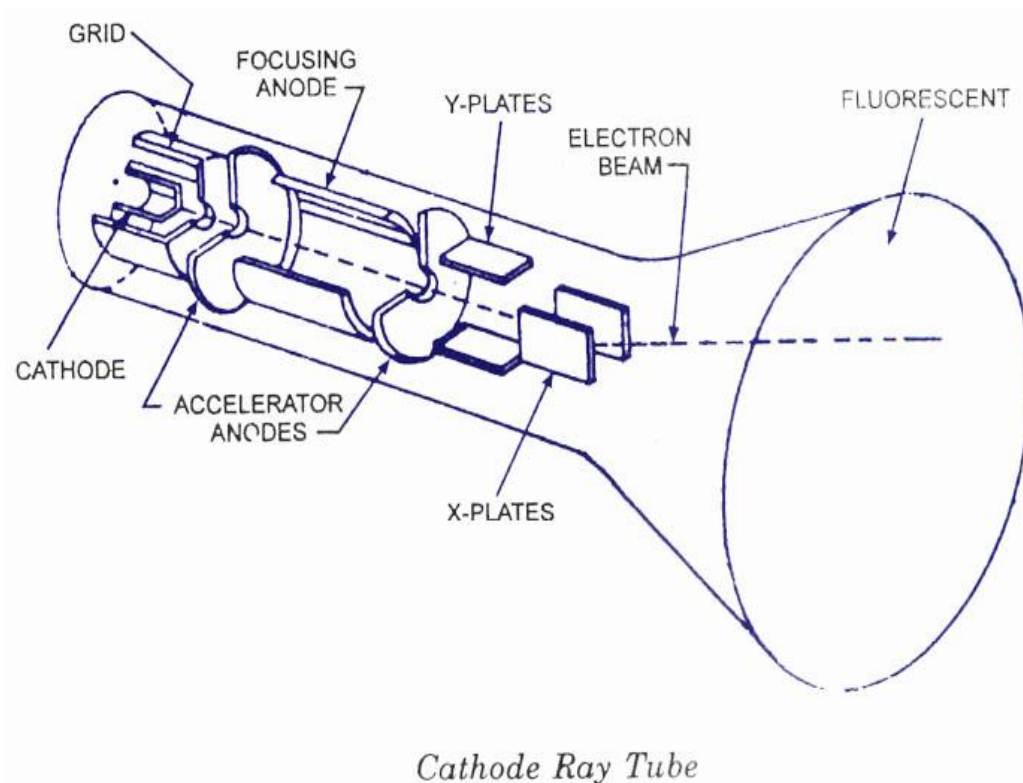
Κεφάλαιο 5^ο: Παλμογράφος

5.1 Γενικά

Ο παλμογράφος αποτελεί από μόνος του μια ξεχωριστή κατηγορία ηλεκτρικού οργάνου καθώς είναι ένα ισχυρό εργαλείο για την μέτρηση όχι μόνο της τιμής μεγεθών σε ηλεκτρικά/ηλεκτρονικά κυκλώματα αλλά και της χρονικής τους εξέλιξης. Επομένως, η συνεισφορά του είναι μοναδική για την καταγραφή αλλά και την απεικόνιση περιοδικών ή παλμικών σημάτων ακόμα και πολύ μικρής χρονικής διάρκειας (ns). Βασικά χαρακτηριστικά του είναι η οπτική απεικόνιση του σήματος, οπότε μπορεί να μετρηθεί πλάτος και περίοδος ή χρονική διάρκεια παλμού, η δυνατότητα για ανάλυση και επεξεργασία του σήματος, από ομαλοποίηση έως μαθηματικές πράξεις και μετασχηματισμό Fourier, η μεγάλη αντίσταση εισόδου και το μεγάλο εύρος ζώνης συχνοτήτων (διαφορά μεταξύ της ελάχιστης και μέγιστης συχνότητας που μπορεί να απεικονιστεί με ακρίβεια).

Ο κλασικός παλμογράφος ήταν αναλογικός με περιορισμένες δυνατότητες, σε αντίθεση με τους σύγχρονους ψηφιακούς, οι οποίοι εκτός από πολύ μεγάλο εύρος συχνοτήτων προσφέρουν πολλές δυνατότητες για ανάλυση και επεξεργασία σήματος.

5.2 Αναλογικός Παλμογράφος



Σχήμα 5.1 Λειτουργία αναλογικού παλμογράφου

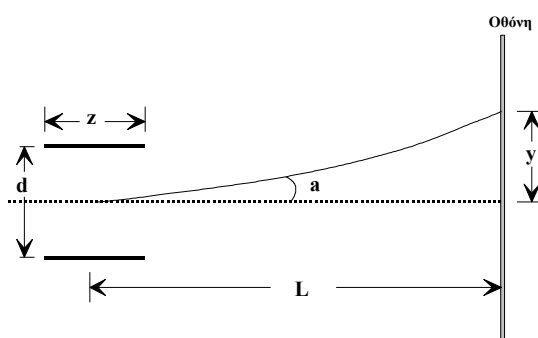
Ο κλασικός αναλογικός παλμογράφος αποτελείται από τα παρακάτω επιμέρους συστήματα:

i) Καθοδικός σωλήνας (CRT)

Η λειτουργία του αναλογικού παλμογράφου βασίζεται σε ένα καθοδικό σωλήνα, εντός του οποίου κινούνται ηλεκτρόνια, από την θερμαινόμενη κάθοδο (η οποία τα εκπέμπει) έως την οθόνη. Η βασική διαμόρφωση της δέσμης των ηλεκτρονίων επιτυγχάνεται με: ρυθμιστικό ηλεκτρόδιο (οπή) που καθορίζει τον αριθμό των ηλεκτρονίων άρα και την ένταση του σήματος στην οθόνη, σύστημα προ-επιτάχυνσης σε τάση μερικών kV και σύστημα εστίασης με βάση ηλεκτρονικό φακό (ένα ηλεκτροστατικό πεδίο μεταξύ δύο κυλίνδρων εστιάζει την αποκλίνουσα δέσμη). Τα τμήματα αυτά μαζί με την θερμαινόμενη κάθοδο αποτελούν το ηλεκτρονικό πυροβόλο του παλμογράφου.

ii) Πλακίδια κάθετης και οριζόντιας εκτροπής

Η δέσμη των ηλεκτρονίων, μετά την έξοδο της από το ηλεκτρονικό πυροβόλο περνά από τα πλακίδια κάθετης και οριζόντιας εκτροπής. Αυτά είναι ζεύγη πλακιδίων, με επίπεδα κάθετα μεταξύ τους, στα οποία εφαρμόζεται κατάλληλη τάση που προκαλεί μετακινήσεις της δέσμης



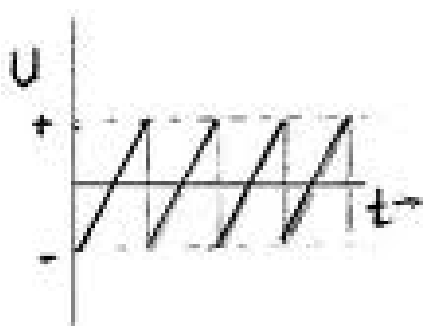
Σχήμα 5.2 Απόκλιση δέσμης στα πλακίδια

ηλεκτρονίων σε οριζόντιο ή κατακόρυφο άξονα. Έτσι, η θέση της κηλίδας στην οθόνη καθορίζεται από την συνισταμένη των επιμέρους κινήσεων που αντιστοιχούν στους δύο άξονες. Ας δούμε την μετακίνηση της δέσμης σε πλακίδια εκτροπής. Υποθέτοντας ότι η αρχική ταχύτητα των ηλεκτρονίων είναι u , εφαρμόζουμε τάση V , τα πλακίδια απέχουν d και έχουν μήκος z , ενώ η οθόνη βρίσκεται σε απόσταση L από τα πλακίδια, τότε η απόκλιση της δέσμης y δίνεται από την σχέση $y = L\epsilon\phi_a$, όπου $\epsilon\phi_a = (Vz)/(du^2)$. Δηλαδή, η απόκλιση της δέσμης ηλεκτρονίων είναι ανάλογη της τάσης. Πρακτικά, στα πλακίδια κάθετης εκτροπής εφαρμόζεται η τάση του υπό μέτρηση σήματος, τότε η απόκλιση θα δίνει το μέτρο της τάσης. Αντίστοιχα, στα πλακίδια οριζόντιας εκτροπής εφαρμόζεται μία πριονωτή τάση, στην οποία θα αναφερθούμε παρακάτω.

Σε πολλές εφαρμογές όμως, τα σήματα είναι είτε πολύ μικρά, είτε πολύ μεγάλα σε σχέση με την τάση που προκαλεί μέγιστη κάθετη απόκλιση της δέσμης, με

αποτέλεσμα να υπάρχει δυσκολία στη σωστή απεικόνιση τους πάνω στην οθόνη του παλμογράφου. Για το σκοπό αυτό, ο παλμογράφος διαθέτει ενισχυτές και εξασθενητές σήματος μεταξύ της εισόδου του και των πλακιδίων κάθετης απόκλισης. Με τη βοήθεια κατάλληλων επιλογέων, μπορεί να ρυθμιστεί η απολαβή των διατάξεων αυτών, έτσι ώστε να δίνουν μια καθορισμένη απόκλιση για δεδομένη τάση εισόδου. Σε κάθε περίπτωση, η ένδειξη του επιλογέα για την ενίσχυση/εξασθένηση στα πλακίδια κάθετης απόκλισης μας δείχνει την τάση ανά κατακόρυφη υποδιαίρεση στην οθόνη του παλμογράφου.

iii) Κυκλώματα σάρωσης.



Σχήμα 5.3 Πριονωτή τάση

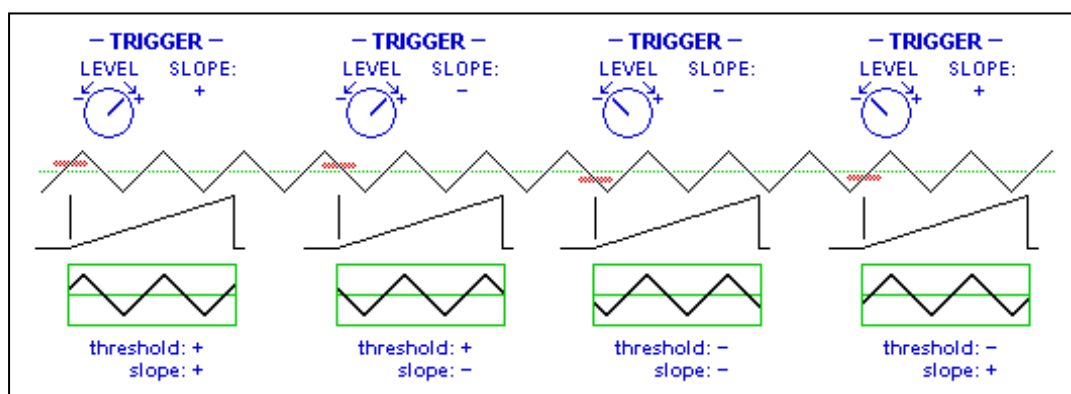
Όταν η μέτρηση στον παλμογράφο αφορά μια χρονομεταβαλλόμενη τάση, στα πλακίδια κατακόρυφης απόκλισης εφαρμόζεται το υπό μέτρηση σήμα, ενώ στα πλακίδια οριζόντιας απόκλισης μια εσωτερικά παραγόμενη πριονωτή τάση (όπως αυτή στο διπλανό σχήμα), η οποία ωθεί την δέσμη ηλεκτρονίων (άρα και το αποτύπωμα της στην οθόνη) να

κινηθεί προς τα δεξιά. Η κίνηση αυτή είναι περιοδική, οπότε μετά από χρόνο T , περίοδος σάρωσης, το αποτύπωμα της δέσμης ηλεκτρονίων επιστρέφει στο σημείο από το οποίο ξεκίνησε. Η περίοδος σάρωσης πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την περίοδο του σήματος και καθορίζει τον αριθμό των περιόδων σήματος που εμφανίζονται στην οθόνη του παλμογράφου. Αν T είναι διπλάσιο από την περίοδο του σήματος, τότε στην οθόνη θα φανούν δύο περίοδοι από το σήμα. Η επιλογή της περιόδου σάρωσης, άρα και της ταχύτητας οριζόντιας σάρωσης πραγματοποιείται με τον επιλογέα χρόνου, οι ενδείξεις του οποίου είναι σε s/div , με τη μέγιστη τιμή να καθορίζεται από το εύρος ζώνης συχνοτήτων του παλμογράφου. Πρακτικά, η ένδειξη του επιλογέα χρόνου μας δείχνει τον χρόνο ανά οριζόντια υποδιαίρεση στην οθόνη του παλμογράφου.

iv) Κύκλωμα σκανδαλισμού

Όπως είδαμε, το κύκλωμα σάρωσης επιτρέπει την οριζόντια μετακίνηση του αποτυπώματος της δέσμης πάνω στην οθόνη, οπότε μπορούμε με τον τρόπο αυτό να παρακολουθήσουμε την χρονική εξέλιξη ενός σήματος. Η σωστή όμως απεικόνιση απαιτεί τον συγχρονισμό του σήματος με την πριονωτή τάση, καθώς σε διαφορετική περίπτωση, η απεικόνιση του σήματος δεν θα είναι σταθερή (τρεμούλιασμα). Ο

συγχρονισμός επιτυγχάνεται με το κύκλωμα σκανδαλισμού, το οποίο φροντίζει έτσι ώστε η σάρωση να αρχίζει πάντοτε την ίδια χρονική στιγμή στην περίοδο του σήματος (δηλαδή στην ίδια φάση ή τάση του σήματος). Για να επιτευχθεί αυτό, πρέπει να καθοριστεί είτε αυτόματα από τον παλμογράφο (AUTO) είτε από εμάς (NORM) μέσω εσωτερικού (INT) ή εξωτερικού παλμού (EXT) το πότε και σε σημείο του σήματος θα αρχίσει η σάρωση της οθόνης. Σε ένα περιοδικό σήμα, μπορεί να οριστεί η τάση του σήματος (trigger level) για την οποία θα γίνει η σκανδαλισμός αλλά και το αν την στιγμή εκείνη το σήμα αυξάνει ή ελαττώνεται (slope).

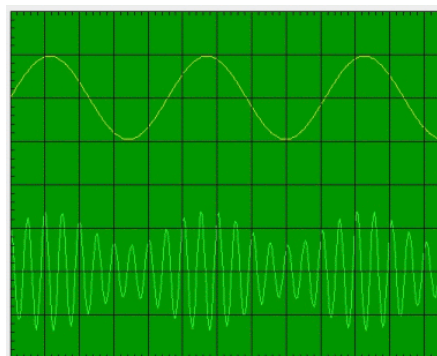


Σχήμα 5.4 Διαδικασία σκανδαλισμού σε διαφορετικές συνθήκες

Ας δούμε το παράδειγμα του Σχήματος 5.4, όπου πρέπει να απεικονιστεί μια πριονωτή τάση. Με βάση τα στοιχεία ελέγχου του παλμογράφου, επιλέγουμε διαφορετικά σημεία για τον σκανδαλισμό, με τα σημεία αυτά να επιδεικνύονται με μία κόκκινη γραμμή. Σε κάθε περίπτωση βλέπουμε ότι το σήμα ξεκινά από αριστερά στην οθόνη από το σημείο στο οποίο ορίσαμε να γίνει ο σκανδαλισμός.

ν) Οθόνη

Η απεικόνιση του σήματος χαρακτηρίζεται από το μέγεθος της οθόνης, την φωτεινότητα της δέσμης και τις υποδιαίρεσεις που υπάρχουν στην οθόνη για ευκολία μέτρησης (Σχήμα 5.5). Η απεικόνιση του ίχνους της δέσμης ηλεκτρονίων βασίζεται στην ύπαρξη φθορίζουσας ουσίας στο πίσω μέρος της οθόνης, η οποία εκπέμπει φως μετά την απορρόφηση ηλεκτρονίων. Με κατάλληλες ρυθμίσεις επιλέγεται η εστίαση και η φωτεινότητα της δέσμης στην οθόνη άρα και του σήματος. Η ευαισθησία και ποιότητα της φθορίζουσας ουσίας είναι πολύ σημαντική καθώς καθορίζει και την διακριτική ικανότητα της μέτρησης, αλλά και την ικανότητα για φωτογράφιση του



Σχήμα 5.5 Οθόνη παλμογράφου

σήματος. Παράλληλα όμως, σε κλασσικούς αναλογικούς παλμογράφους, μια σημαντική διαδικασία της οθόνης αφορά την μνήμη τους. Στην περίπτωση αυτή, πριν την οθόνη έχουν τοποθετηθεί δύο πλέγματα, ένα συλλογής και ένα μνήμης. Το πλέγμα μνήμης, που βρίσκεται ακριβώς πίσω από την οθόνη, είναι καλυμμένο με διηλεκτρικό, έτσι ώστε η δέσμη ηλεκτρονίων να αφήνει σε αυτό ίχνη από θετικά φορτία. Με τον τρόπο αυτό αποθηκεύεται η διαδρομή της δέσμης. Η επαναφορά του σήματος πραγματοποιείται με δευτερεύουσα δέσμη ηλεκτρονίων μεγάλου πλάτους έτσι ώστε να καλύπτεται όλο το πλέγμα συλλογής. Όμως, μέσα από αυτό περνάνε μόνο όσα ηλεκτρόνια έλκονται από το πλέγμα μνήμης, λόγω των υπαρχόντων θετικών φορτίων. Άρα, η δευτερεύουσα δέσμη αφήνει αποτυπώματα στην οθόνη μόνο στα σημεία που υπήρχε η αρχική δέσμη.

5.3 Ψηφιακός Παλμογράφος

Όπως είδαμε, ένας αναλογικός παλμογράφος καταγράφει ένα σήμα σε πραγματικό χρόνο μέσω της μετακίνησης στην οθόνη του μιας δέσμης ηλεκτρονίων. Αντίθετα, σε ένα ψηφιακό παλμογράφο, το σήμα μετά την είσοδο του στη συσκευή, υπόκειται σε δειγματοληψία, μετατρέπεται σε ψηφιακό (με ένα A/D converter) και αποθηκεύεται. Οπότε, η περαιτέρω διαχείριση αφορά μία αποθηκευμένη ψηφιακή πληροφορία, γεγονός που επιτρέπει αφενός την παρουσίαση και μελέτη του οποιαδήποτε στιγμή θέλει ο χρήστης και αφετέρου είναι εφικτή μια τεράστια ποικιλία από επεμβάσεις και απεικονίσεις.

5.4 Χαρακτηριστικά παλμογράφων

(α) Αριθμός δεσμών ηλεκτρονίων ή αριθμός καναλιών: υπάρχουν παλμογράφοι με ένα, δύο ή τέσσερα κανάλια. Η πλέον συνηθισμένη επιλογή είναι τα δυο κανάλια.

(β) Ευαισθησία εισόδου (τάσης): δίνεται σε μονάδες τάσης ανά υποδιαίρεση της οθόνης και κυμαίνεται από V σε mV ή και μV ανάλογα με την επιλογή στο σχετικό κουμπί αλλά και τον υπό χρήση παλμογράφο. Οι ψηφιακοί παλμογράφοι μπορούν να δώσουν μεγαλύτερη ευαισθησία λόγω των δυνατοτήτων για ενίσχυση σε ένα ψηφιακό σήμα. Η είσοδος είναι συνήθως σε 1 M Ω , επιτρέπεται όμως σε πολλούς παλμογράφους είσοδος 50 Ω . Για μετρήσεις γρήγορων σημάτων (<μs) απαιτείται η χρήση των 50 Ω καθώς στο 1 M Ω , η σταθερά RC δεν επιτρέπει την απαιτούμενη διακριτική ικανότητα.

(γ) Ταχύτητα σάρωσης (ευαισθησία χρόνου): δίνεται σε μονάδες χρόνου ανά υποδιαίρεση της οθόνης και κυμαίνεται από s σε ms ή μs ή και ns ανάλογα με την επιλογή στο σχετικό κουμπί αλλά και τον υπό χρήση παλμογράφο. Σε σύγχρονους

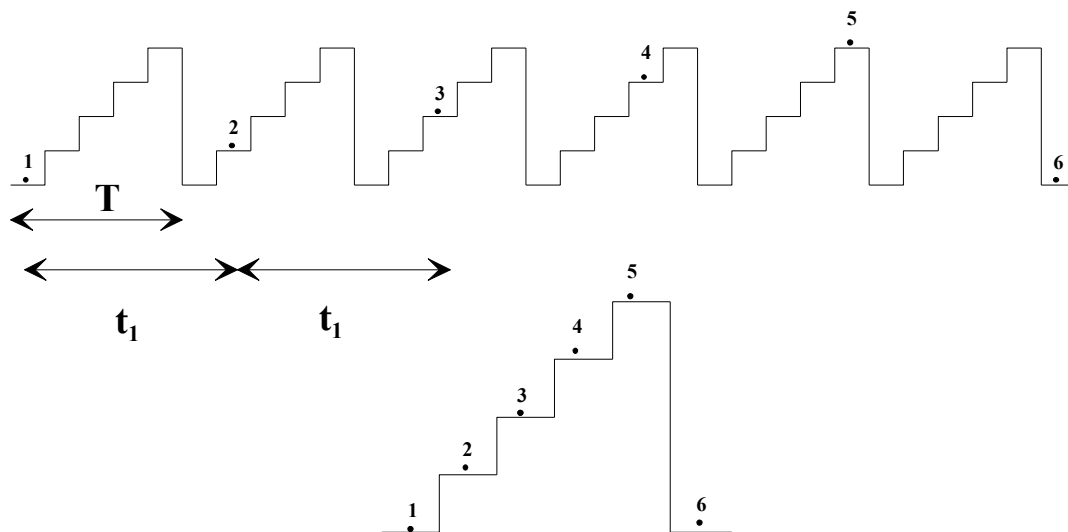
παλμογράφους, ταχύτητες σάρωσης 5 ns ανά υποδιαίρεση είναι άνετα εφικτές. Αν όμως κατέβουμε στα 1 ns, τότε απαιτείται δειγματοληψία. Σαν παράδειγμα, ένας παλμογράφος 10 MHz με δειγματοληψία μπορεί να μετρήσει σε 1 GHz.

(δ) Εύρος ζώνης συχνοτήτων: καθορίζει το χρόνο ανόδου στον ενισχυτή κάθετης εκτροπής, με τα δύο μεγέθη να συνδέονται με την σχέση $B \approx 0.35/T_a$, όπου T_a ο χρόνος ανόδου και B το εύρος ζώνης συχνοτήτων.

(ε) Τρόποι απεικόνισης: αν για παράδειγμα έχω δύο κανάλια και δύο σήματα, επιτρέπεται να δούμε το καθένα χωριστά ή και τα δύο μαζί, αλλά και σε κάποιες περιπτώσεις το άθροισμα ή την διαφορά τους. Φυσικά, σε ψηφιακούς παλμογράφους, υπάρχουν τεράστιες δυνατότητες για την επεξεργασία και απεικόνιση ενός σήματος, λόγω της ψηφιακής τεχνολογίας

5.5 Δειγματοληψία

Αν η χρονική διάρκεια του σήματος είναι πολύ μικρή, οπότε απαιτείται μεγάλο εύρος ζώνης συχνοτήτων, η καταγραφή και παρουσίαση του σήματος γίνεται καλύτερα με την τεχνική της δειγματοληψίας. Αποτέλεσμα της δειγματοληψίας είναι η ικανότητα απόκρισης έως και 10 GHz, χωρίς όμως οι παλμογράφοι να λειτουργούν σε τόσο



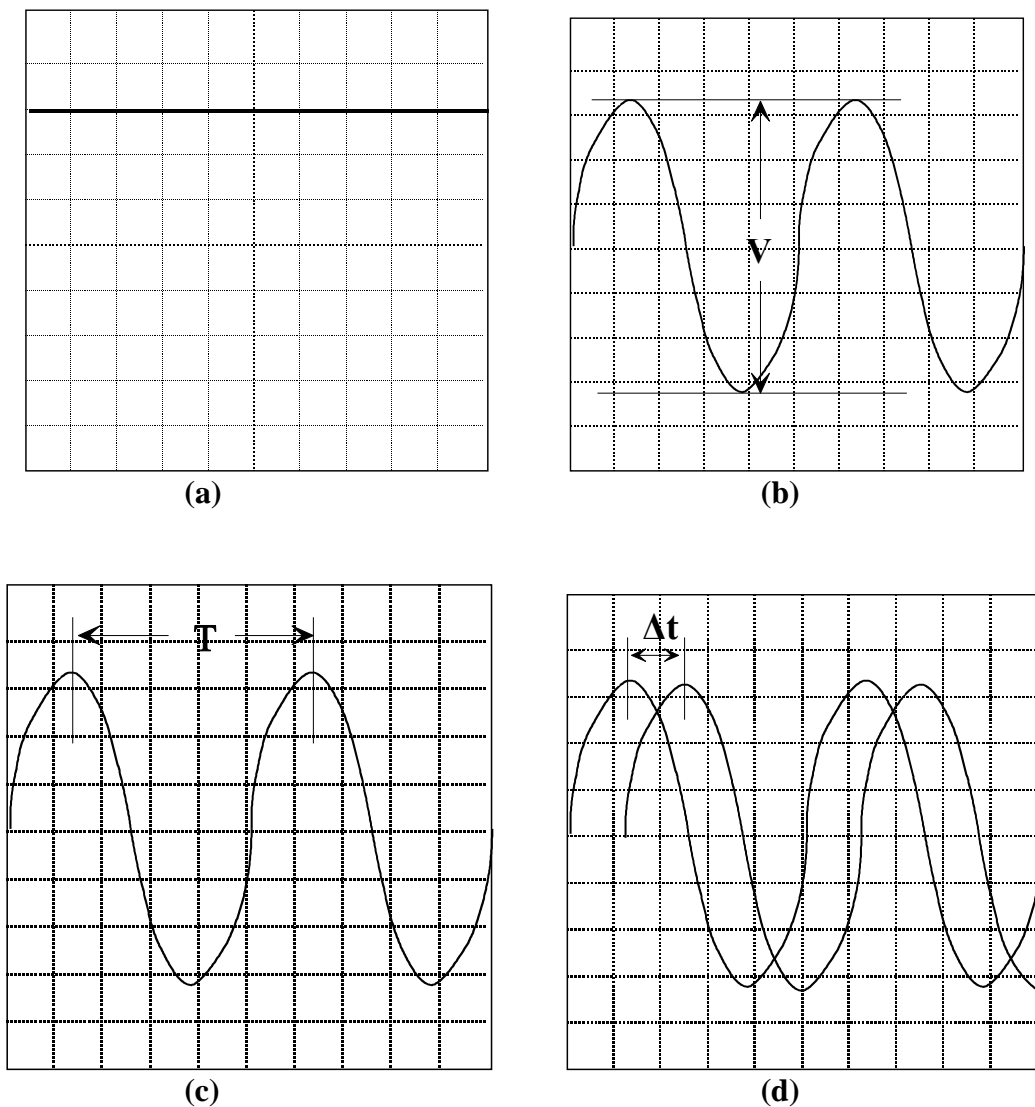
Σχήμα 5.6 Διαδικασία δειγματοληψίας

υψηλές συχνότητες. Η ιδέα της δειγματοληψίας βασίζεται στη λήψη στιγμιότυπων από το σήμα σε χρονικές περιόδους λίγο μεγαλύτερες από την περίοδο του σήματος. Στη συνέχεια, γίνεται ανασύνθεση του σήματος από τα επιμέρους στιγμιότυπα. Για να γίνει αυτό καλύτερα κατανοητό, ας εξετάσουμε την διαδικασία στο Σχήμα 5.6, όπου η περίοδος σήματος είναι T και η περίοδος δειγματοληψίας t_1 . Στο πρώτο στιγμιότυπο λαμβάνουμε το σήμα στη θέση 1, στο δεύτερο στη θέση 2, στο τρίτο στη θέση 3 κλπ.

Κατά την ανασύνθεση, το κάθε μέρος του σήματος προέρχεται από το αντίστοιχο στιγμιότυπο. Με τον τρόπο αυτό, μετράμε πολύ γρήγορα σήματα με πιο αργές διαδικασίες μέτρησης. Για παράδειγμα, μετράμε χρονικές μεταβολές από την θέση (1) στη θέση (2), που αντιστοιχούν σε χρόνο $T/5$, ενώ η μέτρηση μας έχει χρονική διακριτική ικανότητα $t_1 < T$.

5.6 Παραδείγματα απλών μετρήσεων με παλμογράφο

Ας δούμε τώρα μερικά παραδείγματα απλών ηλεκτρικών μετρήσεων με την χρήση



Σχήμα 5.7 Απλές μετρήσεις με χρήση παλμογράφου

ενός παλμογράφου:

5.6.1 Μέτρηση συνεχούς τάσης

Για τη μέτρηση μιας συνεχούς τάσης με ένα παλμογράφο, αρχικά συνδέουμε το σήμα στη είσοδο (συνήθως με ένα δειγματολήπτη 10:1), θέτουμε το παλμογράφο σε

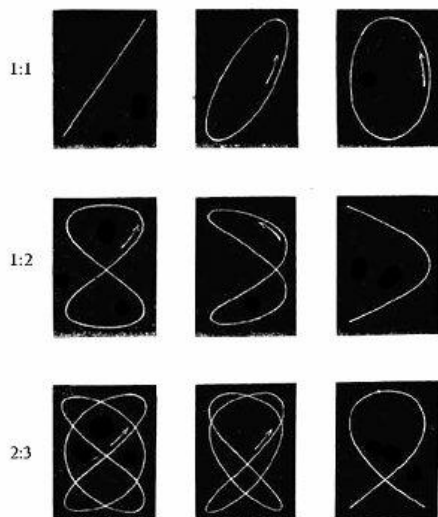
λειτουργία DC και ρυθμίζουμε κατάλληλα την ευαισθησία σε τάση. Στη συνέχεια, θέτουμε τον παλμογράφο σε λειτουργία GND έτσι ώστε να μπορούμε να ορίσουμε τη θέση 0. Στη συνέχεια, μετράμε τις υποδιαίρεσεις της οθόνης μεταξύ σήματος και 0 (Σχήμα 5.7α).

5.6.2 Μέτρηση εναλλασσόμενης τάσης

Ο παλμογράφος τίθεται σε λειτουργία AC, το σήμα συνδέεται στην είσοδο και ρυθμίζουμε κατάλληλα την ευαισθησία σε τάση και χρόνο αλλά και τη διαδικασία σκανδαλισμού έτσι ώστε η απεικόνιση του σήματος να καλύπτει όσο το δυνατόν μεγαλύτερο μέρος στην οθόνη. Στην συνέχεια μετράμε την απόσταση V από μέγιστο σε ελάχιστο (μέτρηση peak-to peak), λαμβάνοντας υπόψη την τάση ανά υποδιαίρεση της οθόνης (Σχήμα 5.7β). Τότε θα ισχύει: πλάτος $V_0=V/2$ και ενεργός τιμή $V_{rms}=V/2\sqrt{2}$.

5.6.3 Μέτρηση συχνότητας

Για την μέτρηση της συχνότητας υπάρχουν δύο προσεγγίσεις: (α) η σάρωση και (β) οι εικόνες Lissajous. Στην πρώτη περίπτωση, το σήμα συνδέεται στον παλμογράφο και γίνονται οι κατάλληλες ρυθμίσεις σε τάση και χρόνο ανά υποδιαίρεση, έτσι ώστε το σήμα να εμφανίζεται σωστά στην οθόνη. Η συχνότητα f υπολογίζεται από την περίοδο του σήματος T (Σχήμα 5.7γ) μέσω της σχέσης $f(\text{Hz})=1/T(\text{s})$. Για τον υπολογισμό της περιόδου λαμβάνουμε υπόψη την ευαισθησία χρόνου ανά υποδιαίρεση της οθόνης.



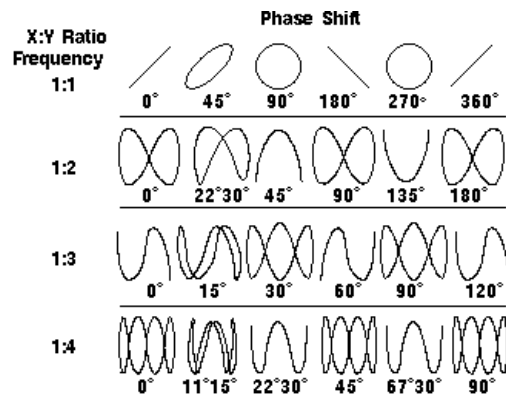
Σχήμα 5.8 Εικόνες Lissajous

Στην διαδικασία εικόνων Lissajous, ο παλμογράφος τίθεται σε λειτουργία XY (το κύκλωμα σάρωσης βγαίνει εκτός λειτουργίας), το σήμα άγνωστης συχνότητας f_x συνδέεται στο X, ένα σήμα γνωστής συχνότητας f_y στο Y, ενώ παράλληλα, ρυθμίζονται οι ευαισθησίες των δύο εισόδων έτσι ώστε να υπάρχει μια ικανοποιητική μορφή στην οθόνη. Στο Σχήμα 5.8 παρουσιάζονται διάφορες εκδοχές εικόνων Lissajous, οι οποίες προέρχονται από σήματα με διαφορετική

συχνότητα. Με βάση την εικόνα ανά περίπτωση, η άγνωστη συχνότητα υπολογίζεται από την σχέση: $f_x=f_y(n_y/n_x)$, όπου n_x και n_y ο αριθμός των βρόγχων σε οριζόντιο και

κατακόρυφο άξονα αντίστοιχα. Δηλαδή, στο παράδειγμα του σχήματος 5.8, η άγνωστη συχνότητα είναι ίση, διπλάσια και μιάμιση φορά την γνωστή συχνότητα.

5.6.4 Μέτρηση διαφοράς φάσης

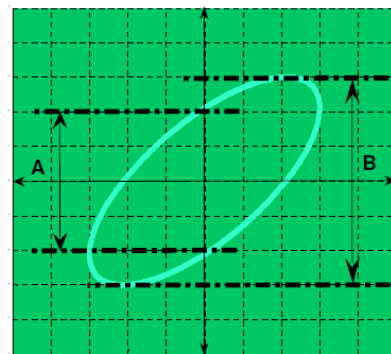


Σχήμα 5.9 Εικόνες Lissajous

Αντίστοιχα, η διαφορά φάσης μεταξύ δύο σημάτων μπορεί να μετρηθεί επίσης είτε με σάρωση είτε με εικόνες Lissajous. Στην πρώτη περίπτωση, απεικονίζονται ταυτόχρονα και τα δύο σήματα στην οθόνη του παλμογράφου, αφού ρυθμιστούν κατάλληλα οι ευαισθησίες τάσης και χρόνου σε κάθε κανάλι. Στην συνέχεια μετράμε τον χρόνο καθυστέρησης μεταξύ

των κυματομορφών Δt (Σχήμα 5.7δ), οπότε η διαφορά φάσης μεταξύ των σημάτων είναι: $\Delta\phi=360^\circ(\Delta t/T)$, όπου T η περίοδος.

Στην διαδικασία εικόνων Lissajous, ο παλμογράφος τίθεται σε λειτουργία XY, τα δύο σήματα συνδέονται στις εισόδους X και Y και ρυθμίζονται οι ευαισθησίες των δύο εισόδων έτσι ώστε να υπάρχει μια ικανοποιητική μορφή στην οθόνη. Στο Σχήμα 5.9 παρουσιάζονται διάφορες εκδοχές εικόνων Lissajous, οι οποίες προέρχονται από σήματα με διαφορετική συχνότητα και φάση. Με βάση εικόνες αυτού του τύπου για ίσες συχνότητες, η διαφορά φάσης σε μοίρες υπολογίζεται από την σχέση: $\phi=\eta\mu^{-1}(A/B)$, όπου B και A το μέγιστο και το ελάχιστο πλάτος αντίστοιχα της μορφής στον κατακόρυφο άξονα (Σχήμα 5.10).



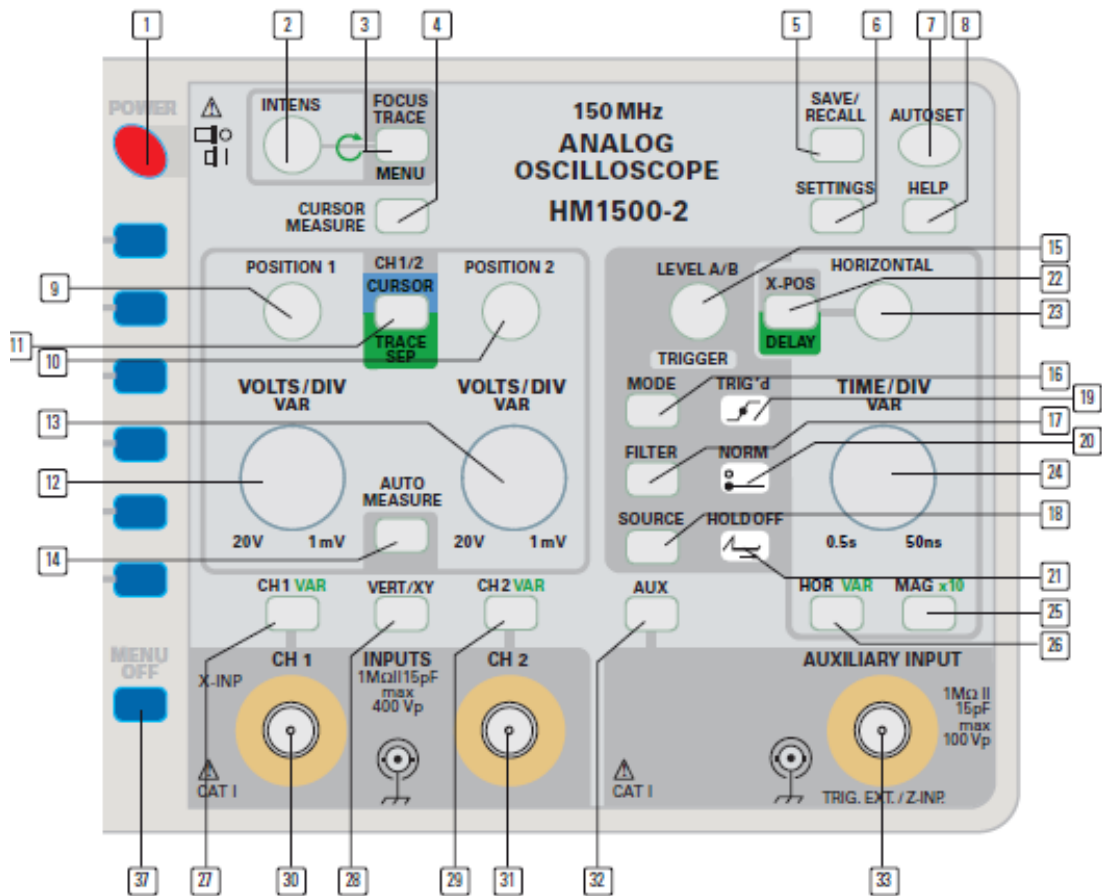
Σχήμα 5.10 Μέτρηση διαφοράς φάσης

5.7 Παράδειγμα αναλογικού παλμογράφου

Ας εξετάσουμε σαν παράδειγμα ένα απλό τυπικό αναλογικό παλμογράφο, το μοντέλο HM 150 της HAMEG. Ο παλμογράφος αυτός έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Είναι παλμογράφος διπλής δέσμης, δηλαδή μπορούν να απεικονιστούν ένα ή δύο σήματα (τα δύο σήματα ταυτόχρονα η εναλλάξ)
- Απεικονίζει σήματα με συχνότητα έως 150 MHz, δηλαδή μετράει σήματα σε χρόνους 5 ns/div - 0.5 s/div.

- Η ευαισθησία του καλύπτει την περιοχή 1 mV/div-20 V/div.



Σχήμα 5.11 Έλεγχος λειτουργίας παλμογράφου

Παράλληλα, διαθέτει μεγάλο αριθμό κουμπιών ελέγχου και εισόδων, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.11. Μερικά από αυτά τα κουμπιά ελέγχου αφορούν απλά την βασική λειτουργία του παλμογράφου, όπως το (1) αφορά την έναρξη λειτουργίας (ON/OFF), το (2) και το (3) την ένταση της δέσμης στην οθόνη ανά επιλογή λειτουργίας, το (4) την εμφάνιση κερσόρων για μέτρηση σήματος, το (5) την αποθήκευση ή ανάκληση από την μνήμη σήματος, το (6) την εμφάνιση μενού για επιλογές σχετικά με γλώσσα, σήμα λάθους, γρήγορο ξεκίνημα, διασύνδεση κλπ, το (7) την αυτόματη επιλογή χαρακτηριστικών λειτουργίας και το (8) την εμφάνιση μενού βοήθειας. Παράλληλα όμως, υπάρχουν τα κουμπιά ελέγχου με τα οποία καθορίζεται η απεικόνιση σήματος ή σημάτων, τα οποία αφορούν:

Α) Έλεγχο κατακόρυφης απόκλισης:

- Είσοδοι BNC (30) και (31). Είναι οι εισοδοι για τα δύο σήματα. Στην περίπτωση λειτουργίας XY, το (30) αντιστοιχεί στον X άξονα ενώ το (31) στον Y.

- Κουμπιά (12) και (13): Ρυθμίζουν την απολαβή των κυκλωμάτων για ενίσχυση ή εξασθένηση του εισερχόμενου σήματος, σε σχέση με την κάθετη απόκλιση της δέσμης. Ο επιλογέας έχει διάφορες θέσεις που καλύπτουν την περιοχή λειτουργίας του παλμογράφου, 1 mV/div-20 V/div και η θέση του επιλογέα σε μία μέτρηση δείχνει σε τι τάση αντιστοιχεί κάθε υποδιαίρεση της οθόνης.
- Κουμπιά (9) και (10): Ρυθμίζουν την κατακόρυφη θέση των σημάτων 1 και 2 αντίστοιχα. Σε λειτουργία XY, ρυθμίζουν την θέση στους άξονες X και Y αντίστοιχα.
- Κουμπιά (27) και (29): Εισάγουν μενού για επιλογή της σύζευξης μεταξύ του σήματος εισόδου και του ενισχυτή κατακόρυφης απόκλισης, της αντιστροφής του σήματος καθώς και του πολλαπλασιασμού της ευαισθησίας. Οι επιλογές της σύζευξης είναι AC, DC και GND. Στην επιλογή AC, παρεμβάλλεται ένας πυκνωτής, οπότε επιτρέπεται απεικόνιση μόνο εναλλασσομένων σημάτων. Στην επιλογή GND, δεν εφαρμόζεται σήμα στους ενισχυτές κατακόρυφης απόκλισης, οπότε καθορίζεται η θέση αναφοράς. Τέλος, στην επιλογή DC, το σήμα εισόδου εφαρμόζεται απευθείας στους ενισχυτές κατακόρυφης απόκλισης, οπότε έχουμε απεικόνιση όλων των συνιστωσών του σήματος. Αντίστοιχα, επιλέγεται η αντιστροφή ή όχι του σήματος καθώς και ο πολλαπλασιασμός ή όχι της ευαισθησίας X10.
- Κουμπί (28): Εισάγει μενού για επιλογή σχετικά με το σήμα ποιου καναλιού θα απεικονίζεται, αν θα εμφανίζονται και τα δύο κανάλια (είτε ταυτόχρονα είτε εναλλάξ), αν θα προστεθούν αλγεβρικά τα δύο κανάλια, αν θα τεθεί ο παλμογράφος σε λειτουργία XY και αν θα λειτουργεί σε πλήρη ζώνη συχνοτήτων (200 MHz) ή σε μικρό τμήμα της (20 MHz).

B) Έλεγχο οριζόντιας απόκλισης:

- Κουμπί (24): Ρυθμίζει την οριζόντια σάρωση της οθόνης. Ο επιλογέας έχει διάφορες θέσεις που καλύπτουν την περιοχή λειτουργίας του παλμογράφου, 0.5 s/div-5 ns/div και η θέση του επιλογέα σε μία μέτρηση δείχνει σε τι χρόνο αντιστοιχεί κάθε υποδιαίρεση της οθόνης.
- Κουμπί (15): Ελέγχει το επίπεδο τάσης στο οποίο αρχίζει ο σκανδαλισμός.
- Κουμπί (16): Ανοίγει το μενού σκανδαλισμού με το οποίο επιλέγεται AUTO ή NORMAL. Στην πρώτη περίπτωση, η σάρωση γίνεται αυτόματα, είτε υπάρχει είτε δεν υπάρχει σήμα, οπότε στην οθόνη του παλμογράφου υπάρχει πάντα η γραμμή σάρωσης. Στην δεύτερη περίπτωση, η σάρωση γίνεται μόνο αν υπάρχει σήμα σκανδαλισμού. Παράλληλα, επιτρέπεται η επιλογή VIDEO για τηλεοπτικά σήματα. η επιλογή της κλίσης σκανδαλισμού (SLOPE), αλλά και

- Κουμπί (18): Ανοίγει μενού με το οποίο επιλέγεται η πηγή εξωτερικού σκανδαλισμού. Υπάρχουν οι δυνατότητες για σκανδαλισμό από κανάλι 1 ή 2 ή από κάποιο εξωτερικό σήμα.
- Κουμπί (33): Είσοδος για εξωτερικό σήμα που προορίζεται για σκανδαλισμό
- Κουμπί (19): Ανάβει το φωτάκι κάθε φορά που πραγματοποιείται σκανδαλισμός
- Κουμπί (20): Ανάβει το φωτάκι όταν ο σκανδαλισμός δεν γίνεται αυτόματα (AUTO) αλλά υπάρχει κάποιο σήμα σκανδαλισμού (NORM)
- Κουμπί (23): Εισάγεται χρονική καθυστέρηση στην έναρξη του σκανδαλισμού