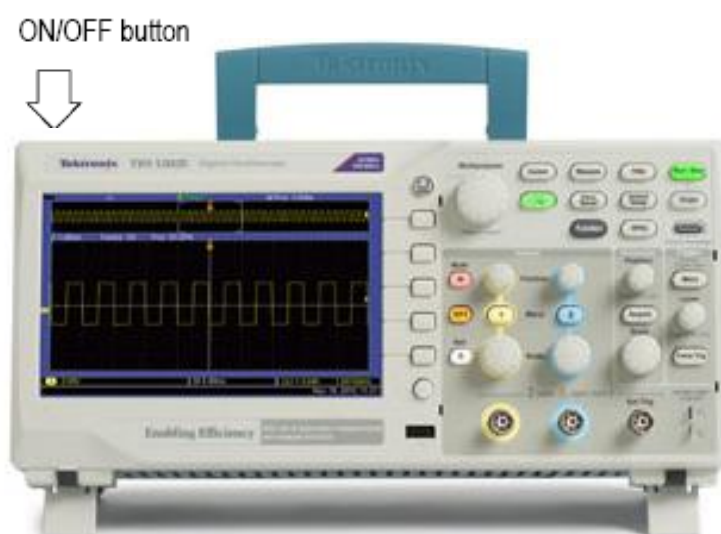


# 1. Εισαγωγή στον ψηφιακό παλμογράφο

Οι εργαστηριακές ασκήσεις του μαθήματος θα πραγματοποιηθούν με τον ψηφιακό παλμογράφο Tektronix TBS1000B-EDU. Ο ψηφιακός παλμογράφος παρέχει πολλές δυνατότητες. Από αυτές παρακάτω, δίνονται μόνο βασικές οδηγίες για την πραγματοποίηση των μετρήσεων του εργαστηρίου.

## 1.1 Βασικές λειτουργίες του παλμογράφου

Ο παλμογράφος που θα χρησιμοποιηθεί για τις μετρήσεις στο εργαστήριο φαίνεται στο σχήμα 1-1.



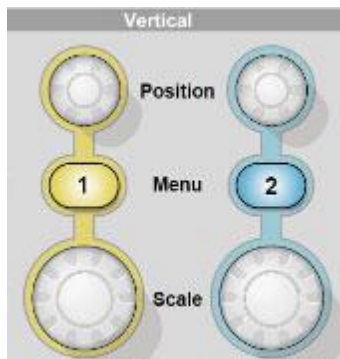
**Σχήμα 1-1 :** Παλμογράφος Tektronix TBS1000B-EDU

Το on/off του παλμογράφου βρίσκεται στο πάνω μέρος του και αριστερά.

Ο παλμογράφος με τα πλήκτρα (ή κομβία) λειτουργιών (δεξιά και πάνω), πλήκτρα επιλογής, πλήκτρα μενού (τα τετράγωνα πλήκτρα δεξιά της οθόνης) και τους περιστρεφόμενους διακόπτες παρέχει πολλές δυνατότητες κατά τη διάρκεια των μετρήσεων.

Τα δύο κανάλια εισόδου που έχει, είναι αριθμημένα 1 και 2 και χρωματισμένα με κίτρινο και μπλε χρώμα αντίστοιχα. Οι αριθμοί και τα χρώματα αυτά ακολουθούν την κυματομορφή εισόδου του κάθε καναλιού, σε ότι παρουσιάζεται στην οθόνη του παλμογράφου. Για παράδειγμα η κυματομορφή για το κανάλι 1 εμφανίζεται με κίτρινο χρώμα καθώς και η κλίμακα που αντιστοιχεί στο κανάλι στο κάτω μέρος της οθόνης, ενώ για το κανάλι 2 με μπλε χρώμα. Τα ίδια χρώματα περιβάλλουν και τους ακροδέκτες BNC εισόδου, αλλά και τους περιστροφικούς διακόπτες τόσο για την αλλαγή της κλίμακας (Volt/Div), όσο και για την κάθετη τοποθέτηση της κυματομορφής (vertical position). Η εμφάνιση της κάθε κυματομορφής επιλέγεται με τα χρωματισμένα αντίστοιχα αριθμημένα πλήκτρα επιλογής 1 και 2. Εννοείται, πως για την εμφάνιση και των δύο κυματομορφών ταυτόχρονα, επιλέγονται και τα δύο πλήκτρα. Στο σχήμα 1-2

φαίνονται τα πλήκτρα επιλογής των καναλιών 1 και 2, καθώς και οι περιστροφικοί διακόπτες για την επιλογή της ψηφιακής κλίμακας τάσης, κάτω από τα πλήκτρα, και της κάθετης τοποθέτησης, πάνω από αυτά. Επίσης, επιλέγοντας ένα από τα δύο κανάλια εισόδου, εμφανίζεται στην οθόνη του παλμογράφου το μενού το σχετικό με τις δυνατές επιλογές που τα αφορά.



**Σχήμα 1-2 :** Πλήκτρα και διακόπτες τάσης για τα κανάλια εισόδου 1 και 2

Η κλίμακα του χρόνου ρυθμίζεται και αυτή ψηφιακά από τον περιστρεφόμενο διακόπτη χρόνου που βρίσκεται δεξιά από αυτούς της τάσης και ακριβώς από πάνω βρίσκεται η οριζόντια τοποθέτηση των κυματομορφών (horizontal position), όπως φαίνεται στο σχήμα 1-3. Το μενού που αφορά τον χρόνο εμφανίζεται πάντοτε το πλήκτρο Menu που βρίσκεται δεξιά του.



**Σχήμα 1-3 :** Περιστρεφόμενοι διακόπτες κλίμακας χρόνου και οριζόντιας τοποθέτησης

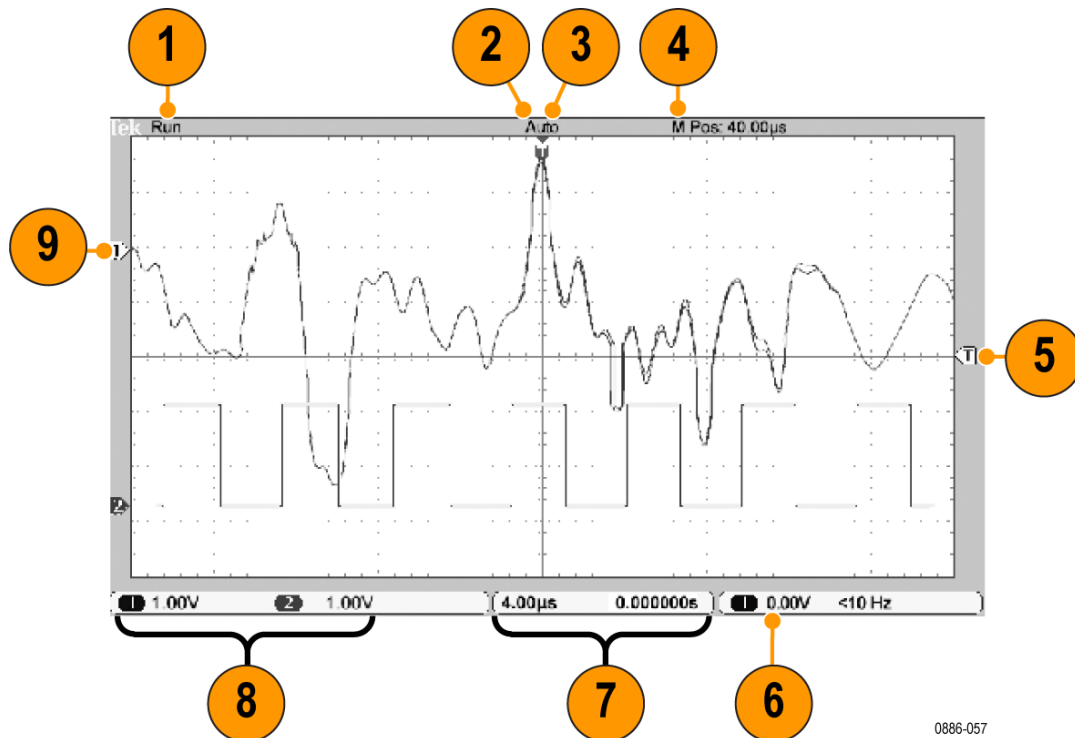
Τέλος, στο σχήμα 1-4 δίνονται διάφορα πλήκτρα λειτουργιών καθώς και ο περιστροφικός διακόπτης γενικής χρήσης (multipurpose), εκ των οποίων θα επεξηγηθούν τα απαραίτητα για τις μετρήσεις του εργαστηρίου. Ο διακόπτης λειτουργεί ως περιστροφικός και ως επιλογής. Περιστρέφεται για την επιλογή κάποιας επιλογής από μενού που εμφανίζεται στην οθόνη και πατιέται για να επιλέξει την συγκεκριμένη επιλογή.

Ο διακόπτης γενικής χρήσης όταν υπάρχει δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί, ανάβει η ενδεικτική λυχνία αριστερά του.

Στο σχήμα 1-5 δίνεται η οθόνη του παλμογράφου και τα σημεία πάνω σε αυτήν όπου εμφανίζονται διάφορες πληροφορίες. Οι πληροφορίες αυτές δεν ίζονται πάντοτε στην οθόνη, αλλά ανάλογα με τις επιλογές που έχουν επιλεγεί.



Σχήμα 1-4 : Διακόπτης γενικής χρήσης και πλήκτρα λειτουργιών



Σχήμα 1-5 :Πληροφορίες που δίνονται πάνω στην οθόνη του παλμογράφου

Παρακάτω δίνονται οι πληροφορίες που εμφανίζονται σε κάθε θέση που ενδιαφέρει για τις εργαστηριακές ασκήσεις.

- Στη θέση 1 : Run, αν τρέχει μία κυματομορφή ή stop αν έχει σταματήσει (πατώντας το αντίστοιχο πλήκτρο επιλογής)
- Στη θέση 8 : οι κλίμακες τάσης (Volt/Div) για κάθε κανάλι του παλμογράφου, με τον αριθμό 1 και κίτρινο χρώμα για το κανάλι 1 και με τον αριθμό 2 και μπλε χρώμα για το κανάλι 2.
- Στη θέση 7 : η κλίμακα χρόνου
- Στη θέση 6 : σε ποίο σημείο βρίσκεται το επίπεδο 0 Volts της κυματομορφής που έχει ορισθεί ως πηγαία (source) και η συχνότητά της
- Στη θέση 9 : με τον αριθμό 1 σε κίτρινο κύκλο, το επίπεδο 0 Volts της κυματομορφής του καναλιού 1 και με τον αριθμό 2 σε μπλε κύκλο, το επίπεδο 0 Volts της κυματομορφής του καναλιού 2

Τέλος, από τα πλήκτρα που βρίσκονται ακριβώς δεξιά της οθόνης του πλαμογράφου, το τελευταίο που είναι στρογγυλό είναι το μενού, πατώντας το μία φορά εμφανίζεται το μενού επιλογής, πατώντας το πάλι, το μενού φεύγει από την οθόνη. Τα τετράγωνα πλήκτρα επιλογής (πλήκτρα μενού), επιλέγουν πατώντας τα, μία από τις εμφανιζόμενες επιλογές του μενού.

Πατώντας το πλήκτρο επιλογής του καναλιού 1 (σχήμα 1-2), στην οθόνη εμφανίζεται το μενού που αφορά το κανάλι. Πάνω στο μενού εμφανίζεται η τιμή Ch1, με πρώτη **επιλογή Coupling**. Την επιλέγουμε, πατώντας το αντίστοιχο πλήκτρο μενού και εμφανίζεται υπομενού με διαθέσιμες επιλογές: DC, AC και Ground. Με τον διακόπτη γενικής χρήσης επιλέγουμε την επιλογή DC, κατά την οποία περνάει ακέραιο το σήμα (περιστέφοντας τον διακόπτη, φωτίζεται κάθε φορά μία επιλογή, πατώντας τον επιλέγεται η φωτισμένη επιλογή). Σε κάθε δυνατή επιλογή εμφανίζεται και η τρέχουσα τιμή της. Για παράδειγμα στην επιλογή Coupling εμφανίζεται η τιμή DC, εφόσον αυτή έχει επιλεγεί.

Αν επιλέξουμε την επιλογή AC, το σήμα περνάει χωρίς τυχόν DC συνιστώσες και αν επιλέξουμε Ground, θα εμφανισθεί το σήμα ως μία ευθεία. Σημειώνεται πως αυτό δεν χρειάζεται να γίνει για τον ορισμό του επιπέδου 0 Volts του σήματος, καθώς αυτό εμφανίζεται, όπως προαναφέρθηκε, συνεχώς ως πληροφορία στην οθόνη του παλμογράφου.

Τέταρτη επιλογή του μενού είναι η **επιλογή Probe**. Αν η τιμή της δεν είναι 1X Voltage, θα πρέπει να επιλεγεί. Πατάμε το αντίστοιχο πλήκτρο μενού της επιλογής Probe, στο υπομενού θα πρέπει να είναι επιλεγμένο Voltage (1η επιλογή) και στην επιλογή Attenuation επιλέγουμε με το πλήκτρο γενικής χρήσης το 1X. Προσοχή: εάν πατηθεί το πλήκτρο λειτουργιών Default Setup το attenuation θα πάρει τιμή 10X και θα πρέπει να την επαναφέρουμε στο 1 για να έχουμε τη σωστή κλίμακα.

Πέμπτη επιλογή είναι η επιλογή Invert με τιμές On/Off για την αντιστροφή ή μη της κυματομορφής κατά 180°.

Αντίστοιχα οι ίδιες επιλογές δίνονται και για το κανάλι 2.

Πατώντας το πλήκτρο Menu στα δεξιά της κλίμακας του χρόνου, εμφανίζεται το μενού Trigger, όπου στην επιλογή Source, μπορούμε να επιλέξουμε από το υπομενού (με τον διακόπτη γενικής χρήσης) το κανάλι 1 (Ch1) ή το 2 (Ch2). Το κανάλι που επιλέγεται εμφανίζεται και στο κάτω μέρος της οθόνης (θέση 6 στο σχήμα 1-5).

## 1.2 Μέτρηση πλάτους κυματομορφής

Η μέτρηση του πλάτους, πρέπει να γίνει με ακρίβεια, εφόσον μετράμε με ψηφιακό παλμογράφο και όχι με τον γνωστό τρόπο μετρώντας τα divs και πολλαπλασιάζοντάς τα με την κλίμακα.

Για το σκοπό αυτό μία μέθοδος που προσφέρεται είναι με τους κέρσορες (cursors). Πατάμε δεξιά του παλμογράφου το πλήκτρο λειτουργιών Cursors. Εμφανίζεται στην οθόνη του παλμογράφου μενού, με όνομα Cursor και πρώτη επιλογή Type και δεύτερη Source. Αν θέλουμε να μετρήσουμε το πλάτος της κυματομορφής του καναλιού 1 θα πρέπει η επιλογή Source να έχει τιμή Ch1, ενώ αν θέλουμε για του

καναλιού 2 την τιμή Ch2. Στην επιλογή Type με τιμές Off/Amplitude/Time, επιλέγω με τον διακόπτη γενικής χρήσης, την τιμή Amplitude (οριζόντιος κέρσορας για τάση). Με την επιλογή Cursor 1, εμφανίζεται ο πρώτος κέρσορας, στο χρώμα της κυματομορφής του καναλιού που έχουμε επιλέξει στο Source. Μετακινούμε τον κέρσορα με τον διακόπτη γενικής χρήσης και τον τοποθετούμε στο μέγιστο της κυματομορφής. Επαναλαμβάνοντας την διαδικασία για την επιλογή Cursor 2, τοποθετούμε τον δεύτερο οριζόντιο κέρσορα στο επίπεδο των 0 Volts για την μέτρηση του πλάτους και στο ελάχιστο της κυματομορφής για την μέτρηση της διακύμανσης. Στην οθόνη εμφανίζονται τα επίπεδα τάσης για κάθε κέρσορα, καθώς και το  $\Delta V$  που είναι είτε πλάτος είτε διακύμανση, ανάλογα με την τοποθέτηση που έχουμε κάνει στους κέρσορες.

### 1.3 Μέτρηση περιόδου κυματομορφής

Η μέτρηση της περιόδου γίνεται οριζόντια από ένα μέγιστο σε ένα άλλο, χρησιμοποιώντας και πάλι κέρσορες, αλλά αυτή την φορά κάθετους, ή από σημείο μηδενισμού πριν από το μέγιστο και μετά το ελάχιστο. Στην δεύτερη περίπτωση πετυχαίνουμε μεγαλύτερη ακρίβεια, καθώς οι κάθετοι κέρσορες έχουν και μία μικρή οριζόντια παύλα που βοηθάει να τοποθετηθεί στον άξονα του επιπέδου 0 Volts. Άρα, όπως και για το πλάτος επιλέγουμε το πλήκτρο επιλογής Cursors, και από το μενού στην επιλογή Type, επιλέγουμε Time (κάθετος κέρσορας για χρόνο). Επιλέγουμε Cursor 1 και τοποθετούμε τον πρώτο κέρσορα στο πρώτο σημείο μηδενισμού (πριν το μέγιστο της κυματομορφής) και Cursor 2 για τον δεύτερο κέρσορα που τον τοποθετούμε στο δεύτερο σημείο μηδενισμού (μετά το ελάχιστο της κυματομορφής). Στην οθόνη εμφανίζεται το  $\Delta t$ , που εν προκειμένω αντιστοιχεί στην περίοδο.

Όπως αναφέρθηκε, η συχνότητα των κυματομορφών εμφανίζεται στις πληροφορίες της οθόνης. Ακριβώς γι' αυτόν τον λόγο, στον ψηφιακό παλμογράφο, η συχνότητα μπορεί να δοθεί με μεγάλη ακρίβεια, χωρίς να χρειάζεται να μετατραπεί σε περίοδο και να μετρηθεί στον παλμογράφο. Η ρύθμισή της γίνεται βέβαια από τη γεννήτρια, αλλά μέχρι στην οθόνη να εμφανισθεί η ακριβής ή πολύ ικανοποιητική τιμή.

Για μέτρηση διαφοράς φάσης, μετράται η διαφορά χρόνου από σημείο μηδενισμού της μίας κυματομορφής έως σημείο μηδενισμού της άλλης κυματομορφής και μετατρέπεται σε φάση. Αν πρόκειται για μοίρες η μετατροπή γίνεται από τον τύπο  $360^\circ f \Delta t$ . Βέβαια, στην περίπτωση αυτή η οριζόντια παύλα που εμφανίζεται στον κέρσορα μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για την μία κυματομορφή, αυτήν για την οποία έχουν επιλεγεί οι κέρσορες (από την επιλογή source).