

Πανεπιστήμιο Πατρών
Πολυτεχνική Σχολή
Τμήμα Μηχανικών Η/Υ κ' Πληροφορικής
Τομέας Υλικού κ' Αρχιτεκτονικής

Εισαγωγή στον Tektronix TDS2002B

Πάτρα, Ιούλιος 2008

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα.....	1
Αρχές λειτουργίας του ψηφιακού παλμογράφου.....	2
Ο παλμογράφος Tektronix TDS2002B.....	3
Γενικά χαρακτηριστικά.....	3
Χειριστήρια βασικού ελέγχου.....	4
Περιοχή απεικόνισης	4
Περιοχή μηνυμάτων.....	7
Μετρήσεις με τον Tektronix TDS2002B.....	8
Α. χρησιμοποιώντας τις διαιρέσεις του πλέγματος.....	8
Β. χρησιμοποιώντας το Autoset.....	8
Γ. χρησιμοποιώντας το Measure Menu για τη λήψη αυτοματοποιημένων μετρήσεων.....	9
Δ. χρησιμοποιώντας «δρομείς».....	10
Πρακτικές ορθού χειρισμού.....	12
Βιβλιογραφία	12

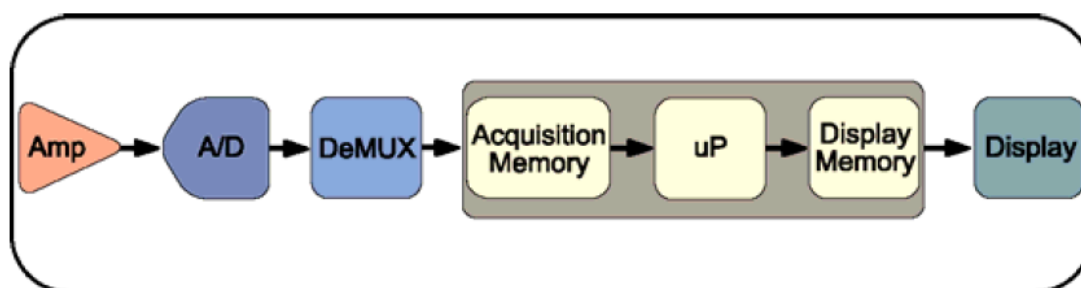
Αρχές λειτουργίας του ψηφιακού παλμογράφου

Σε αντίθεση με τους αναλογικούς παλμογράφους, οι ψηφιακοί παλμογράφοι χρησιμοποιούν μετατροπέα αναλογικού σήματος σε ψηφιακό (analog-to-digital converter / ADC). Ο ADC μετατρέπει το προς μέτρηση δυναμικό σε ψηφιακή μορφή. Ο ψηφιακός παλμογράφος καταγράφει έτσι μια κυματομορφή ως μια σειρά από δείγματα του προς παρακολούθηση σήματος, τα οποία αρχικά αποθηκεύονται στη μνήμη του και έπειτα ανακτώνται για να γίνει η σύνθεση της κυματομορφής στην οθόνη του.

Ο εργαστηριακός παλμογράφος (Tektronix TDS2002B) ανήκει στην κατηγορία DSO των ψηφιακών παλμογράφων. Στους DSO παλμογράφους, ο ADC παίρνει δείγματα του σήματος σε διακριτά σημεία του και μετατρέπει το δυναμικό τους σε ψηφιακές τιμές που καλούνται «σημεία δειγματοληψίας». Ο DSO παλμογράφος περιλαμβάνει και ένα ρολόι δειγματοληψίας που καθορίζει τη συχνότητα στην οποία ο ADC παίρνει τα δείγματα. Ο ρυθμός με τον οποίο ο ADC παίρνει τα δείγματα καλείται «ρυθμός δειγματοληψίας» και μετράται σε «δείγματα ανά δευτερόλεπτο»

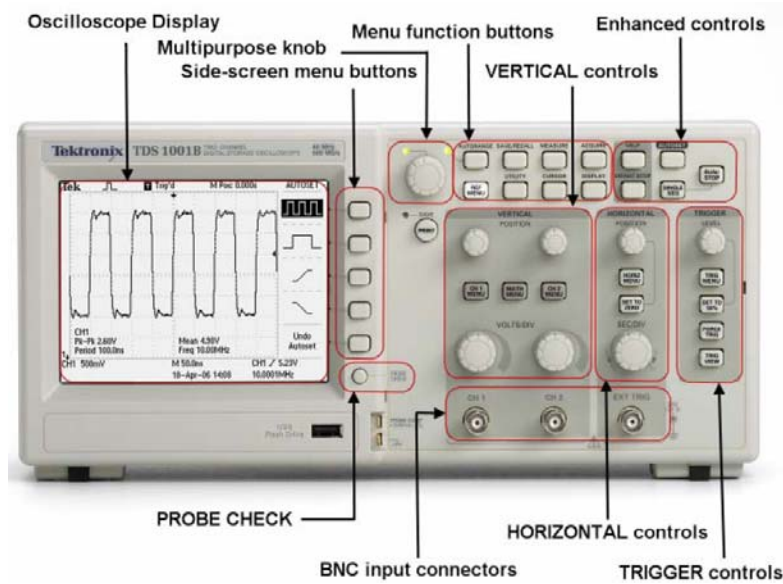
Τα σημεία δειγματοληψίας από τον ADC αποθηκεύονται στην μνήμη ως σημεία της προς αναπαράσταση κυματομορφής. Το σύνολο των σημείων της κυματομορφής ορίζουν μία «καταγραφή κυματομορφής». Ο αριθμός των σημείων της κυματομορφής που ορίζουν μία «καταγραφή κυματομορφής» καλείται «μήκος καταγραφής». Η κυματομορφή στη συνέχεια εμφανίζεται στην οθόνη.

Το ακόλουθο σχηματικό είναι το block diagram ενός DSO.



Ο DSO ενσωματώνει ένα μικροεπεξεργαστή (φαίνεται ως uP στο παραπάνω σχήμα) που επεξεργάζεται το σήμα, διαχειρίζεται τις λειτουργίες απεικόνισης και εκκινεί τις διαδικασίες εκείνες που αντιστοιχούν στο πάτημα των κουμπιών του μπροστινού πάνελ του παλμογράφου.

Ο παλμογράφος Tektronix TDS2002B



Εικόνα 1: Η μπροστινή όψη του εργαστηριακού παλμογράφου.

Γενικά χαρακτηριστικά

- Δύο κανάλια για ταυτόχρονη απεικόνιση δύο κυματομορφών
- Απεικόνιση σημάτων με συχνότητα έως 60MHz
- Συχνότητα δειγματοληψίας 1GS/s
- Context sensitive μενού βοήθειας
- Έγχρωμη απεικόνιση
- Ξεχωριστά χειριστήρια ελέγχου κάθετης συνιστώσας για κάθε κανάλι
- «Έξυπνα» AUTOSET και AUTORANGE πλήκτρα
- Probe Check για την εξασφάλιση της σωστής ρύθμισης του συντελεστή απόσβεσης του probe
- Πλήκτρο DEFAULT SETUP που με ένα απλό πάτημα ανακαλεί τις εργοστασιακές ρυθμίσεις
- Ένδειξη της συχνότητας σκανδαλισμού
- Αφαιρέσιμη μνήμη αποθήκευσης δεδομένων μέσω USB flash θύρας
- Άμεση εκτύπωση (μέσω της θύρας σύνδεσης USB συσκευών) σε οποιονδήποτε PictBridge συμβατό εκτυπωτή
- Επικοινωνία με PC και GPIB έλεγχος μέσω της θύρας σύνδεσης USB συσκευών
- Απεικόνιση μεταβλητού ρυθμού ανανέωσης
- Ρύθμιση και αποθήκευση κυματομορφών
- Διατίθεται με το P2220 Probe με επιλογές απόσβεσης 1X/10X.

Χειριστήρια βασικού ελέγχου

Ο TDS2002B παρέχει χειριστήρια που τροποποιούν καθένα ξεχωριστά τα στοιχεία της απεικονιζόμενης κυματομορφής. Σε αυτήν την παράγραφο θα γίνει συνοπτική περιγραφή των ομάδων των χειριστηρίων βασικού ελέγχου που βρίσκονται στην εμπρός όψη του παλμογράφου:

- Χειριστήρια για την κάθετη συνιστώσα (VERTICAL controls)
- Χειριστήρια για την οριζόντια συνιστώσα (HORIZONTAL controls)
- Χειριστήρια για τον σκανδαλισμό (TRIGGER controls)
- Χειριστήρια λειτουργιών (MENUS function controls)

Χρησιμοποιείτε τα **VERTICAL controls** για να ρυθμίσετε ή να τροποποιήσετε την κατακόρυφη κλίμακα, θέση, σύζευξη εισόδου και bandwidth της κυματομορφής. Αυτά τα χειριστήρια είναι αναγκαία για να ρυθμίσετε, τοποθετήσετε και συνδυάσετε ή τροποποιήσετε μία ευρεία κλίμακα σημάτων έτσι ώστε να επιτύχετε την καλύτερη απεικόνισή τους στην οθόνη του παλμογράφου.

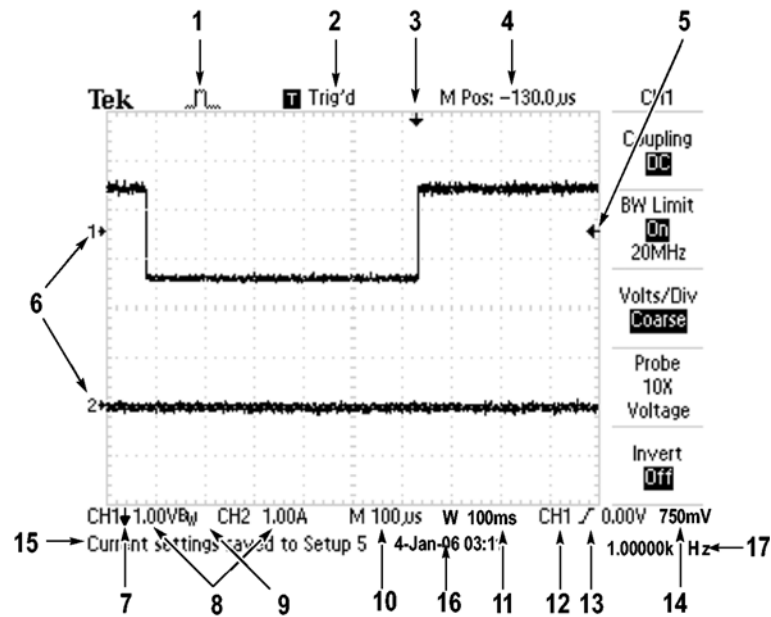
Χρησιμοποιείτε τα **HORIZONTAL controls** για να ρυθμίσετε την οριζόντια δειγματοληψία (acquisition) και απεικόνιση μίας κυματομορφής. Αυτά τα χειριστήρια είναι αναγκαία για να ρυθμίσετε την κλίμακα και τη θέση του άξονα του χρόνου ή της συχνότητας σε μία ευρεία κλίμακα σημάτων.

Χρησιμοποιείτε τα **TRIGGER controls** για να ορίσετε τις συνθήκες σκανδαλισμού. Τα TRIGGER controls σας επιτρέπουν να θέσετε τις συνθήκες κατωφλίου σκανδαλισμού σε μία καταγραφή (acquisition) και να ορίσετε το χρόνο αποφυγής καταγραφής (holdoff time) στο σκανδαλισμό.

Χρησιμοποιείτε τα **Menu Function Controls** στην εμπρός πάνω όψη του παλμογράφου για να πραγματοποιήσετε πλήθος λειτουργιών, όπως η αποθήκευση και η ανάκληση ρυθμίσεων και κυματομορφών, η λήψη αυτοματοποιημένων μετρήσεων, και η τροποποίηση των ρυθμίσεων λήψης.


Περιοχή απεικόνισης


Εκτός από την απεικόνιση κυματομορφών, η οθόνη έχει τη δυνατότητα να παρέχει πολλές πληροφορίες σχετικά με την κυματομορφή και τις ρυθμίσεις ελέγχου του παλμογράφου.




Εικόνα 2: Η οθόνη του εργαστηριακού παλμογράφου

1. Το εικονίδιο δείχνει τον τρόπο δειγματοληψίας (acquisition mode)

 Sample mode






 Peak detect mode

 Average mode

2. Η κατάσταση σκανδαλισμού δείχνει τα ακόλουθα:

- Armed. Ο παλμογράφος δειγματοληπτει δεδομένα προ σκανδαλισμού.
- Ready. Όλα τα προ σκανδαλισμού δεδομένα έχουν δειγματοληφτηθεί και ο παλμογράφος είναι έτοιμος να δεχθεί σήμα σκανδαλισμού.
- Trig'd. Ο παλμογράφος έχει δεχθεί σήμα σκανδαλισμού και δειγματοληπτει τα μετά σκανδαλισμού δεδομένα.
- Stop. Ο παλμογράφος έχει σταματήσει να δειγματοληπτει τα δεδομένα της κυματομορφής.
- Acq. Complete. Ο παλμογράφος έχει ολοκληρώσει μία απλή ακολουθία δειγματοληψίας.

- Auto. Ο παλμογράφος βρίσκεται σε auto mode και δειγματοληπτεί κυματομορφές απουσία σημάτων σκανδαλισμού.
- Scan. Ο παλμογράφος δειγματοληπτεί και απεικονίζει δεδομένα κυματομορφής συνεχώς σε scan mode.

3. Ο δείκτης καταδεικνύει την οριζόντια θέση σκανδαλισμού. Περιστρέψτε το **HORIZONTAL POSITION** για να ρυθμίσετε τη θέση του δείκτη.
4. Η ένδειξη εμφανίζει το χρόνο του κάθετου άξονα συντεταγμένων. Ο χρόνος στο σημείο σκανδαλισμού είναι μηδέν.
5. Ο δείκτης καταδεικνύει το επίπεδο του σκανδαλισμού.
6. Οι δείκτες αυτοί καταδεικνύουν τα επίπεδα αναφοράς (γείωσης) των απεικονιζόμενων κυματομορφών. Εάν δεν υπάρχει δείκτης, το κανάλι δεν απεικονίζεται.
7. Ένα εικονίδιο βέλους καταδεικνύει ότι η κυματομορφή είναι ανεστραμμένη.
8. Οι ενδείξεις εμφανίζουν τις τιμές τις κατακόρυφης κλίμακας των καναλιών.
9. Ένα B_w εικονίδιο καταδεικνύει ότι το κανάλι είναι περιορισμένου εύρους.
10. Η ένδειξη εμφανίζει τη ρύθμιση της κύριας βάσης χρόνου.
11. Η ένδειξη εμφανίζει τη ρύθμιση της παραθυρικής βάσης χρόνου, εάν χρησιμοποιείται.
12. Η ένδειξη εμφανίζει την πηγή σκανδαλισμού.
13. Το εικονίδιο εμφανίζει τον επιλεγμένο τύπο σκανδαλισμού ως ακολούθως:
 -  Edge trigger για την θετική ακμή.
 -  Edge trigger για την αρνητική ακμή.
 -  Video trigger for line sync.
 -  Video trigger for field sync.
 -  Pulse width trigger, θετική πολικότητα.

┌ Pulse width trigger, αρνητική πολικότητα.

14. Η ένδειξη εμφανίζει το επίπεδο του σκανδαλισμού.

15. Στη συγκεκριμένη περιοχή της οθόνης εμφανίζονται χρήσιμα μηνύματα. Κάποια από τα μηνύματα εμφανίζονται μόνο για τρία δευτερόλεπτα.

Εάν ανακαλέσετε μία αποθηκευμένη κυματομορφή, η ένδειξη εμφανίζει πληροφορίες σχετικά με την κυματομορφή, όπως: RefA 1.00V 500μs.

16. Ένδειξη ημερομηνίας και ώρας.

17. Η ένδειξη εμφανίζει τη συχνότητα σκανδαλισμού.

Περιοχή μηνυμάτων

Ο παλμογράφος απεικονίζει μία περιοχή μηνυμάτων (το αντικείμενο 15 στην παραπάνω λίστα) στο κάτω μέρος της οθόνης και παρέχει τους ακόλουθους τύπους χρήσιμων πληροφοριών:

- Οδηγίες πρόσβασης σε άλλο μενού, όπως για π.χ. αυτό που εμφανίζεται όταν πατάτε το κουμπί **TRIG MENU**:
For TRIGGER HOLDOFF, go to HORIZONTAL MENU
- Υποδείξεις του τι μπορεί να θέλετε να κάνετε αμέσως μετά, όπως για π.χ. όταν πατάτε το κουμπί **MEASURE**:
Push an option button to change its measurement
- Πληροφορίες σχετικά με μία λειτουργία που εκτέλεσε ο παλμογράφος, όπως για π.χ. όταν πατάτε το κουμπί **DEFAULT SETUP**:
Default setup recalled
- Πληροφορίες σχετικά με την κυματομορφή, όπως για π.χ. όταν πατάτε το κουμπί **AUTOSET**:
Square wave or pulse detected on CH1

Μετρήσεις με τον Tektronix TDS2002B

***** Σημείωση:** Οι επιλογές / ρυθμίσεις επί της οθόνης του παλμογράφου εκτελούνται χρησιμοποιώντας είτε τα χειριστήρια της εμπρός όψης (περιγράφονται συνοπτικά στην προηγούμενη παράγραφο) είτε τα πέντε κουμπιά που βρίσκονται επί της δεξιάς πλευράς της οθόνης (βλπ. "*side-screen menu buttons*" στο σχήμα 1). Τα τελευταία δεν έχουν σταθερή σήμανση. Με το πάτημά τους εκτελούν κάθε φορά τη λειτουργία (option) που εικονίζεται ακριβώς δίπλα τους στην οθόνη και για αυτό καλούνται και *option buttons*. Για την καλύτερη κατανόηση των ρυθμίσεων που ακολουθούν, ας εννοηθεί η σύμβαση όποτε εμφανίζεται όνομα χειριστηρίου με ΚΕΦΑΛΑΙΑ γράμματα να αναφέρεται σε χειριστήριο της εμπρός όψης του παλμογράφου και όποτε εμφανίζεται με το πρώτο γράμμα κεφαλαίο και τα υπόλοιπα μικρά, να αναφέρεται σε κάποιο από τα option buttons.

Ο TDS2002B παρέχει τη δυνατότητα μετρήσεων των στοιχείων μιας κυματομορφής με τέσσερις (4) τρόπους:

A. χρησιμοποιώντας τις διαιρέσεις του πλέγματος

Αυτή η κλασική μέθοδος σας επιτρέπει να πραγματοποιήσετε μία γρήγορη, εποπτική εκτίμηση ενός παράγοντα της υπό μέτρηση κυματομορφής. Για παράδειγμα, έστω ότι παρατηρείτε το πλάτος μίας κυματομορφής και εκτιμάτε ότι είναι λίγο πάνω από 100mV.

Μπορείτε να κάνετε απλές μετρήσεις μετρώντας τις μεγάλες και μικρές διαιρέσεις του πλέγματος που εμπεριέχονται του πλάτους της κυματομορφής και πολλαπλασιάζοντας με την ένδειξη της κλίμακας.

Για παράδειγμα, εάν μετρήσατε πέντε μεγάλες κάθετες διαιρέσεις του πλέγματος ανάμεσα στις ελάχιστες και τις μέγιστες τιμές μιας κυματομορφής και ξέρατε ότι είχατε κλίμακα 100mV/διαίρεση (DIV), τότε θα μπορούσατε να υπολογίσετε το peak-to-peak δυναμικό ως εξής:

$$5 \text{ διαιρέσεις} \times 100 \text{ mV/διαίρεση} = 500 \text{ mV}$$

B. χρησιμοποιώντας το Autoset.

Για τη γρήγορη απεικόνιση ενός σήματος, ακολουθήστε τα εξής βήματα:

1. Πατήστε το κουμπί **CH 1 MENU**.
2. Πατήστε **Probe / Voltage** και στην συνέχεια πατώντας επαναληπτικά το κουμπί επιλογής **Attenuation** θέσατε τη σχετική ένδειξη στην τιμή **10X**.
3. Θέσατε τον επιλογέα στο P2220 probe στην επιλογή **10X**.

4. Συνδέστε την άκρη του probe του καναλιού 1 στο σήμα που επιθυμείται να μετρήσετε. Συνδέστε τον ακροδέκτη της γείωσης του probe στη γείωση του κυκλώματός σας.
5. Πατήστε το κουμπί **AUTOSET**.

Ο παλμογράφος ρυθμίζει τα χειριστήρια σκανδαλισμού, κάθετης και οριζόντιας συνιστώσας αυτόματα. Στη συνέχεια εάν επιθυμείτε να βελτιώσετε την απεικόνιση της κυματομορφής, μπορείτε να χειριστείτε οι ίδιοι τα αντίστοιχα χειριστήρια.

Ο παλμογράφος εμφανίζει αυτόματα σχετικές μετρήσεις στην οθόνη, δίπλα στην περιοχή της κυματομορφής, βασισμένος στον τύπο του σήματος που ανίχνευσε.

Γ. χρησιμοποιώντας το Measure Menu για τη λήψη αυτοματοποιημένων μετρήσεων.

Ο παλμογράφος μπορεί αυτόματα να λάβει μετρήσεις των περισσότερων απεικονιζόμενων σημάτων.

***** Σημείωση:** Ερωτηματικό (?) στην ένδειξη Value δηλώνει πως το σήμα είναι εκτός της περιοχής μέτρησης. Ρυθμίστε το κουμπί χειρισμού **VOLTS/DIV** του συγκεκριμένου καναλιού για να μειώσετε την κλίμακα / ευαισθησία ή αλλάξετε τη ρύθμιση **SEC/DIV**.

Για να μετρήσετε (για π.χ.) τη συχνότητα του σήματος, την περίοδο, το πλάτος peak-to-peak, το rise time και το εύρος θετικού παλμού, ακολουθήστε τα εξής βήματα:

1. Πατήστε το κουμπί **MEASURE** για να δείτε το Menu ρυθμίσεων των μετρήσεων.
2. Πατήστε το πρώτο (από πάνω) κουμπί επιλογής. Έτσι εμφανίζεται το μενού της Μέτρησης 1.
3. Πατώντας επαναληπτικά το κουμπί επιλογής **Type** θέσατε τη σχετική ένδειξη στην τιμή **Freq**. Η ένδειξη Value εμφανίζει τη μέτρηση η οποία ενημερώνεται αυτόματα.
4. Πατήστε το κουμπί επιλογής **Back**.
5. Πατήστε το δεύτερο (από πάνω) κουμπί επιλογής. Έτσι εμφανίζεται το μενού της Μέτρησης 2.

6. Πατώντας επαναληπτικά το κουμπί επιλογής **Type** θέσατε τη σχετική ένδειξη στην τιμή **Period**. Η ένδειξη Value εμφανίζει τη μέτρηση η οποία ενημερώνεται αυτόματα.
7. Πατήστε το κουμπί επιλογής **Back**.
8. Πατήστε το μεσαίο κουμπί επιλογής. Έτσι εμφανίζεται το μενού της Μέτρησης 3.
9. Πατώντας επαναληπτικά το κουμπί επιλογής **Type** θέσατε τη σχετική ένδειξη στην τιμή **Pk-Pk**. Η ένδειξη Value εμφανίζει τη μέτρηση η οποία ενημερώνεται αυτόματα.
10. Πατήστε το κουμπί επιλογής **Back**.
11. Πατήστε το δεύτερο από κάτω κουμπί επιλογής. Έτσι εμφανίζεται το μενού της Μέτρησης 4.
12. Πατώντας επαναληπτικά το κουμπί επιλογής **Type** θέσατε τη σχετική ένδειξη στην τιμή **Rise Time**. Η ένδειξη Value εμφανίζει τη μέτρηση η οποία ενημερώνεται αυτόματα.
13. Πατήστε το κουμπί επιλογής **Back**.
14. Πατήστε το πρώτο από κάτω κουμπί επιλογής. Έτσι εμφανίζεται το μενού της Μέτρησης 5.
15. Πατώντας επαναληπτικά το κουμπί επιλογής **Type** θέσατε τη σχετική ένδειξη στην τιμή **Pos Width**. Η ένδειξη Value εμφανίζει τη μέτρηση η οποία ενημερώνεται αυτόματα.
16. Πατήστε το κουμπί επιλογής **Back**.

Δ. χρησιμοποιώντας «δρομείς»

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τους δρομείς για να πάρετε γρήγορες μετρήσεις χρόνου και πλάτους σε μία κυματομορφή.

Για παράδειγμα, αν αναλύοντας μία τετραγωνική κυματομορφή επιθυμείτε να γνωρίζετε το εύρος ενός παλμού, ακολουθείστε τα εξής βήματα (δείτε επίσης το δεξί μέρος της παρακάτω εικόνας):

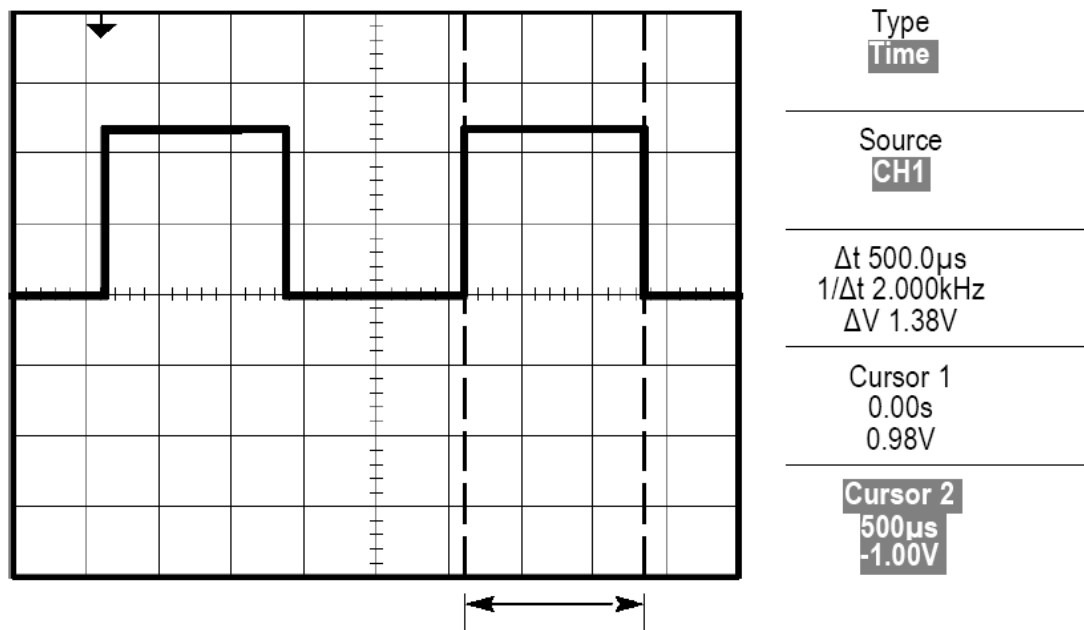
1. Πατήστε το κουμπί **CURSOR** για να δείτε το μενού ρυθμίσεων των δρομέων.
2. Πατώντας επαναληπτικά το κουμπί επιλογής **Type** θέσατε τη σχετική ένδειξη στην τιμή **Time**.

3. Πατώντας επαναληπτικά το κουμπί επιλογής **Source** θέσατε τη σχετική ένδειξη στην τιμή **CH1**.
4. Πατήστε το κουμπί επιλογής **Cursor 1**.
5. Περιστρέψτε το **multipurpose knob** ώστε να θέσετε τον δρομέα 1 στην ανερχόμενη ακμή του παλμού.
6. Πατήστε το κουμπί επιλογής **Cursor 2**.
7. Περιστρέψτε πάλι το **multipurpose knob** ώστε να θέσετε τον δρομέα 2 στην κατερχόμενη ακμή του παλμού.

Μπορείτε τώρα να δείτε τις ακόλουθες μετρήσεις στο μενού των δρομέων:

- Το χρόνο στον Δρομέα 1, σε σχέση με το σκανδαλισμό.
- Το χρόνο στον Δρομέα 2, σε σχέση με το σκανδαλισμό.
- Το χρόνο Δ , που είναι η μέτρηση του εύρους του παλμού.

*** Σημειώστε ότι η μέτρηση εύρους θετικού παλμού είναι διαθέσιμη σαν αυτοματοποιημένη μέτρηση και από το μενού των μετρήσεων.



Εικόνα 3: Μέτρηση του θετικού παλμού τετραγωνικής κυματομορφής χρησιμοποιώντας το μενού των δρομέων.

Πρακτικές ορθού χειρισμού

Η τήρηση των παρακάτω πρακτικών είναι αναγκαία για το σωστό χειρισμό του παλμογράφου που θα σας επιτρέψει τη λήψη αξιόπιστων μετρήσεων, χωρίς προβλήματα:

- 1. Συνδέστε και αποσυνδέστε με προσοχή.** Συνδέστε την έξοδο του probe στη συσκευή μέτρησης πριν να συνδέσετε το probe στο κύκλωμά σας. Συνδέστε τον ακροδέκτη της γείωσης στο κύκλωμα σας πριν να συνδέσετε την είσοδο του probe. Αποσυνδέστε την είσοδο του probe και τον ακροδέκτη της γείωσης από το κύκλωμα σας πριν να αποσυνδέσετε το probe από τη συσκευή μέτρησης.
- 2. «Καθαρή» εκκίνηση του παλμογράφου.** Ο TDS2002B σε κάθε εκκίνησή του ανακαλεί τις τελευταίες ρυθμίσεις που έγιναν στην προηγούμενη λειτουργία του. Για εκκίνηση του παλμογράφου με τις τυπικές του ρυθμίσεις πατήστε το κουμπί **DEFAULT SETUP** μετά την αρχικοποίησή του.

Βιβλιογραφία

- [1] TDS1000B and TDS2000B Series Oscilloscopes Operator Training Kit Manual 071-2199-00, www.tektronix.com.
- [2] TDS1000B and TDS2000B Series Digital Storage Oscilloscope User Manual, Revision C, www.tektronix.com.