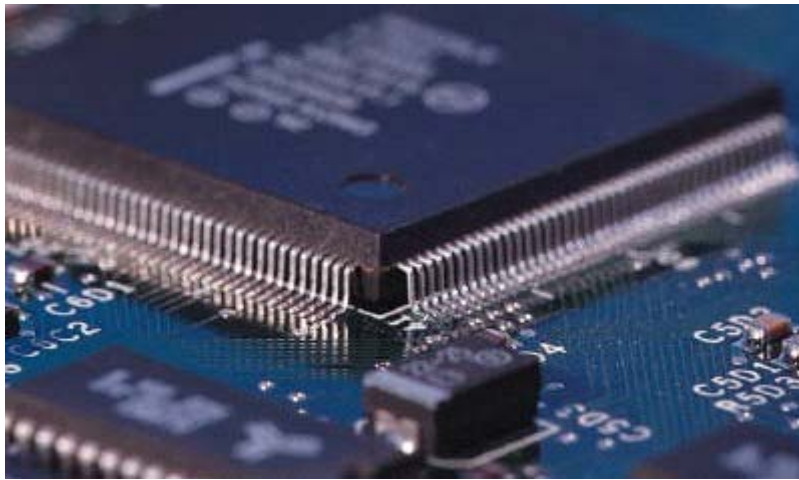


ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Η/Υ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

Οδηγός Μελέτης &
Εκπόνησης Εργαστηρίου
Ηλεκτρονικής Ι

Δρ. Χ. Μιχαήλ



Περιεχόμενα

1	Γενικές Οδηγίες Εκπόνησης Εργαστηρίου	8
1.1	Κανονισμός Εργαστηρίου Ηλεκτρονικής Ι	8
1.2	Οδηγίες προς Εξεταζόμενους	9
2	BreadBoard	10
3	Στοιχεία Εργαστηρίου.....	13
3.1	Στοιχεία	13
3.1.1	Καλώδια.....	13
3.1.2	Αντιστάσεις.....	13
3.1.3	Πυκνωτές	14
3.1.4	Ροοστάτης (μεταβλητή αντίσταση).....	14
3.1.5	Δίοδος.....	15
3.1.6	Τρανζίστορ	15
3.1.7	Τσιπ.....	16
3.1.8	Led.....	17
3.2	Παράλληλη-Σε σειρά σύνδεση.....	17
4	Γεννήτρια	19
4.1	Γεννήτρια Συχνοτήτων Instek GFG-8020H Function Generator	19
4.1.1	Χαρακτηριστικά Γεννήτριας Συχνοτήτων Instek GFG-8020H Function Generator.....	20
4.1.2	Επιλέγοντας Μορφή Σήματος.....	21
4.1.3	Ρύθμιση Συχνότητας.....	21
4.1.4	Ρύθμιση Πλάτους	23
4.2	Duty Cycle.....	24
5	Πολύμετρο	26
5.1	Λειτουργία Πολυμέτρου – Γενικά.....	26
5.2	Χαρακτηριστικά Πολυμέτρου	26
5.3	Ψηφιακό Πολύμετρο: ESCORT EDM 2116	27

5.3.1	Έλεγχος Συνδεσιμότητας	27
5.3.2	Μέτρηση Συνεχούς Τάσης	28
5.3.3	Μέτρηση Αντίστασης.....	29
5.3.4	Μέτρηση Ρεύματος	29
5.3.5	Έλεγχος Τρανζίστορ	30
6	Παλμογράφος.....	31
6.1	Γνωριμία Με Τον Παλμογράφο	31
6.2	Κουμπιά/Χειριστήρια Του Παλμογράφου	33
6.3	Η Οθόνη Του Παλμογράφου.....	38
6.4	Στοιχειώδεις Μετρήσεις Με Τον Παλμογράφο	40
6.5	Αποθήκευση/Εκτύπωση Κυματομορφών.....	43
6.6	Λίγα Πράγματα Για Την Τεχνολογία Του Παλμογράφου.....	44
6.6.1	Τα Βασικά Μέρη Του Παλμογράφου	44
6.6.2	Αρχές Λειτουργίας Του Ψηφιακού Παλμογράφου	47
7	Συχνά Λάθη.....	49
7.1	Λάθη χρησιμοποιώντας τα στοιχεία.....	50
7.2	Λάθη χρησιμοποιώντας το Breadboard.....	53
7.3	Λάθη χρησιμοποιώντας το πολύμετρο.....	54
7.4	Λάθη χρησιμοποιώντας την γεννήτρια.....	56
7.5	Λάθη και Υποδείξεις χρησιμοποιώντας τον Παλμογράφο	59
8	Παράδειγμα Υλοποίησης Κυκλώματος	65
9	Παράρτημα: Ενδεικτικά λάθη φοιτητή σε 2 εργαστηριακές ασκήσεις	69

Πίνακες

Πίνακας 2-1: Χαρακτηριστικά IDL-800	12
Πίνακας 4-1: : Χαρακτηριστικά Γεννήτριας Συχνοτήτων Instek GFG-8020H	20
Πίνακας 6-1: Επιλογές του πλήκτρου DISPLAY του παλμογράφου	37

Εικόνες

Εικόνα 2-1: Το board του IDL-800	10
Εικόνα 2-2: IDL-800	11
Εικόνα 3-1: Καλώδια.....	13
Εικόνα 3-2: Αντιστάσεις.....	14
Εικόνα 3-3: Πυκνωτές.....	14
Εικόνα 3-4: Ροοστάτες.....	15
Εικόνα 3-5: Δίοδοι	15
Εικόνα 3-6: BJT τρανζίστορ	16
Εικόνα 3-7: Τσιπ άνω – κάτω όψη, εγκατεστημένο στο breadboard	16
Εικόνα 3-8: Τσιπ διασυνδεδεμένο στο breadboard.....	17
Εικόνα 3-9: leds	17
Εικόνα 3-10: Σύνδεση σε σειρά.....	18
Εικόνα 3-11: Σύνδεση παράλληλα	18
Εικόνα 4-1: Γεννήτρια Συχνοτήτων Instek GFG-8020H	19
Εικόνα 4-2: Επιλογή Μορφής Σήματος	21
Εικόνα 4-3: Επιλογή τάξης μεγέθους της συχνότητας	22
Εικόνα 4-4: Ρύθμιση συχνότητας	22
Εικόνα 4-5: Πλάτος Σήματος	23

Εικόνα 4-6: Καλώδεια εξόδου γεννήτριας	24
Εικόνα 5-1: Πολύμετρο Escort EDM 2116	27
Εικόνα 5-2: Επιλογή για μέτρηση της συνδεσιμότητας του κυκλώματος	28
Εικόνα 5-3: Μέτρηση τιμής τις αντίστασης με το πολύμετρο	29
Εικόνα 5-4: Περιοχή ελέγχου διόδου	30
Εικόνα 6-1: Παλμογράφος Tektronix 2002B	31
Εικόνα 6-2: Probe switch	31
Εικόνα 6-3: Probe	32
Εικόνα 6-4: Κύκλωμα με τρεις σε σειρά αντιστάσεις, με την μέτρηση της τιμής της R να είναι το ζητούμενο .	32
Εικόνα 6-5: Διακόπτης λειτουργίας Παλμογράφου	33
Εικόνα 6-6: Οθόνη παλμογράφου	33
Εικόνα 6-7: Χειριστήρια VERTICAL POSITION	34
Εικόνα 6-8: Χειριστήρια HORIZONTAL POSITION	34
Εικόνα 6-9: Trigger menu	35
Εικόνα 6-10: Κουμπιά λοιπών λειτουργιών παλμογράφου	35
Εικόνα 6-11: Κουμπιά multipurpose	38
Εικόνα 6-12: Οθόνη και ενδείξεις παλμογράφου	38
Εικόνα 6-13: Χρήση κερσόρων παλμογράφου	41
Εικόνα 6-14: Μέτρηση διαφορά φάσης κυματομορφών με χρήση κερσόρων	42
Εικόνα 6-15: Ρύθμιση Format	43
Εικόνα 6-16: Lissajous patterns	43
Εικόνα 6-17: Αποθήκευση/εκτύπωση κυματομορφών	44
Εικόνα 6-18: Καθοδικός σωλήνας παλμογράφου	45
Εικόνα 6-19: Κυματομορφή πριονωτής τάσης	46
Εικόνα 6-20: Συγχρονισμός κυκλώματος παραγωγής πριονωτής τάσης	46
Εικόνα 6-21: Block Diagram DSO παλμογράφου	47

Εικόνα 7-1: Ρύθμιση πλάτους σήματος γεννήτριας.....	50
Εικόνα 7-2: Πολικότητα διόδου	50
Εικόνα 7-3: Παράδειγμα διόδου σε κύκλωμα.....	51
Εικόνα 7-4: BJT τρανζίστορ και οι ακροδέκτες του	51
Εικόνα 7-5: Πυκνωτής χωρίς και με πολικότητα	52
Εικόνα 7-6: Σχηματική αναπαράσταση μεταβλητής αντίστασης (α).....	52
Εικόνα 7-7: Σχηματική αναπαράσταση μεταβλητής αντίστασης (β)	53
Εικόνα 7-8: Ποτενσιόμετρο	53
Εικόνα 7-9: Κουμπιά λειτουργιών και βύσματα πολυμέτρου	54
Εικόνα 7-10: Κλίμακες πολυμέτρου	55
Εικόνα 7-11: Συνδεσμολογία αμπερόμετρου	55
Εικόνα 7-12: Συνδεσμολογία βολτομέτρου	56
Εικόνα 7-13: Επιλογή τύπου παλμού	57
Εικόνα 7-16: Έξοδοι 15V breadboard IDL-800.....	57
Εικόνα 7-15: Ρύθμιση πλάτους-συχνότητας σήματος γεννήτριας.....	58
Εικόνα 7-16: VOLTS/DIV και SEC/DIV παλμογράφου.....	59
Εικόνα 7-17: Ένδειξη amplitude παλμογράφου.....	60
Εικόνα 7-18: Probe παλμογράφου	61
Εικόνα 7-19: Διακόπτης probe 1X-10X.....	61
Εικόνα 7-20: Probe check	62
Εικόνα 7-21: Λειτουργίες AUTOSET, AUTORANGE, MEASURE παλμογράφου	62
Εικόνα 7-22: Μέτρηση διαφοράς φάσης με χρήση κερσόρων.....	63
Εικόνα 7-23: Μέτρηση διαφοράς φάσης με χρήση κερσόρων.....	63
Εικόνα 7-24: Αποιθήκευση κυματομορφής	64
Εικόνα 8-1: Κύκλωμα παραδείγματος υλοποίησης χρησιμοποιώντας τα όργανα του εργαστηρίου	65
Εικόνα 8-2: Σύνδεση γεννήτριας με το breadboard.....	66

Εικόνα 8-3: Σύνδεση αντιστάσεων κυκλώματος	66
Εικόνα 8-4: Σύνδεση πυκνωτή του κυκλώματος - παράλληλα με την R2	66
Εικόνα 8-5: Σύνδεση του παλμογράφου στο κύκλωμα	67
Εικόνα 8-6: Έξοδος παλμογράφου για την είσοδο του κυκλώματος στο CH1	67
Εικόνα 8-7: Έξοδος παλμογράφου για την τάση στα άκρα του πυκνωτή στο CH2	68
Εικόνα 9-1: Σχήμα Εργαστηριακής Άσκησης 2	69
Εικόνα 9-2: Σωστή σύνδεση καλωδίων πολυμέτρου για χρήση ως αμπερόμετρο	69
Εικόνα 9-3: Κουμπιά ρύθμισης κλίμακας πολυμέτρου	70
Εικόνα 9-4: Κύκλωμα άσκησης 3	70
Εικόνα 9-5: Λανθασμένη υλοποίηση κυκλώματος άσκησης 3	70
Εικόνα 9-6: Ρύθμιση συχνότητας, τάσης, κυματομορφής και κλίμακας στο πολύμετρο	71
Εικόνα 9-7: Σωστή χρήση κερσόρων	72
Εικόνα 9-8: Μενού αποθήκευσης εικόνας	72

1 Γενικές Οδηγίες Εκπόνησης Εργαστηρίου

1.1 Κανονισμός Εργαστηρίου Ηλεκτρονικής Ι

Σε κάθε εργαστήριο θα πρέπει να προσέρχεστε διαβασμένοι. Θα γίνονται ερωτήσεις κατά τη διάρκεια της άσκησης και οι απαντήσεις θα λαμβάνονται υπόψη στη βαθμολόγηση της αναφοράς που θα παραδώσετε.

Η αναφορά θα παραδίδεται πάντα κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης της επόμενης εργαστηριακής άσκησης. Σε περίπτωση καθυστέρησης της παράδοσης, η αναφορά θα βαθμολογείται με 0.

Σε περίπτωση που κάποιος συμπληρώσει δύο απουσίες χάνει το δικαίωμα προσέλευσης στις εξετάσεις και καλείται να επαναλάβει το σύνολο των εργαστηριακών ασκήσεων την επόμενη χρονιά. Τα ίδια ισχύουν όταν κάποιος έχει μία απουσία και δεν προσέλθει στο επαναληπτικό εργαστήριο.

Δικαίωμα εκτέλεσης επαναληπτικού εργαστηρίου έχουν μόνο όσοι έχουν το πολύ μία απουσία. Όποιος δεν έχει απουσία και δεν πρόλαβε να ολοκληρώσει μία εργαστηριακή άσκηση ή θέλει να επαναλάβει μία άσκηση για να πάρει καλύτερο βαθμό μπορεί να προσέλθει στο επαναληπτικό εργαστήριο και θα μετρήσει ο καλύτερος βαθμός.

Ο μέσος όρος των αναφορών πρέπει να είναι μεγαλύτερος ή ίσος του 5 ώστε να κατοχυρώσετε τις ασκήσεις, διαφορετικά καλείστε να τις επαναλάβετε όλες την επόμενη χρονιά. Σε αυτή την περίπτωση δεν έχετε δικαίωμα να λάβετε μέρος στην τελική εξέταση.

Ο βαθμός της εξέτασης πρέπει να είναι μεγαλύτερος ή ίσος του 5, διαφορετικά καλείστε να την επαναλάβετε στην επόμενη εξεταστική περίοδο.

Ο τελικός βαθμός δίνεται από την σχέση $B = (M.O. \text{ αναφορών} + \text{Εξέταση})/2$.

Στο τέλος κάθε άσκησης θα πρέπει να επιστρέφονται όλα τα υλικά της άσκησης (αντιστάσεις, πυκνωτές, δίοδοι, ολοκληρωμένα κυκλώματα) στα αντίστοιχα κουτιά.

Στους χώρους του εργαστηρίου απαγορεύονται το κάπνισμα, τα αναψυκτικά, οι καφέδες, τα σάντουιτς κλπ.

1.2 Οδηγίες προς Εξεταζόμενους

Οι θέσεις θα καλυπτονται με σειρά από τα παράθυρα προς την πόρτα του εργαστηρίου.

Στο χρόνο που θα περιμένετε μέχρι να πάρετε τα θέματα στα χέρια σας:

1. Ανοίγετε τον παλμογράφο και:
 - a. αρχικοποιήστε τον πατώντας το κουμπί “default setup” πάνω δεξιά στην μπροστινή του όψη.
 - b. βεβαιωθείτε ότι οι διακόπτες και των δύο probe του παλμογράφου είναι στη ρύθμιση “10X”.
2. Ελέγχετε τη σωστή λειτουργία της αναπτυξιακής μονάδας. Χρησιμοποιώντας το βολτόμετρο βεβαιωθείτε ότι η διαφορά δυναμικού ανάμεσα στις υποδοχές “+5V” και “GND” της αναπτυξιακής μονάδας είναι πολύ κοντά στα 5V. Με αυτό τον έλεγχο παράλληλα εξασφαλίζεται ότι τα καλώδια βολτομέτρου και αμπερομέτρου είναι άρτια κ δεν έχουν κάπου χαλάσει.
3. Ελέγχετε την αρτιότητα των καλωδίων μεταφοράς σήματος παλμογράφου και γεννήτριας συχνοτήτων. Συνδέστε την γεννήτρια με τον παλμογράφο και οδηγήστε την με οποιοδήποτε γνωστό σήμα. Αλλάζοντας τις παραμέτρους του σήματος(π.χ. συχνότητα ,πλάτος) ελέγξτε κάθε φορά τη σωστή απεικόνιση του σήματος στην οθόνη του παλμογράφου). Με αυτό τον έλεγχο παράλληλα εξασφαλίζεται ότι η γεννήτρια σας λειτουργεί κανονικά.

Από τη στιγμή που θα πάρετε τα θέματα στα χέρια σας έχετε 45' για να ολοκληρώσετε το κύκλωμα και να απαντήσετε στις ερωτήσεις.

Πριν αποχωρήσετε θα τακτοποιήσετε τη θέση σας:

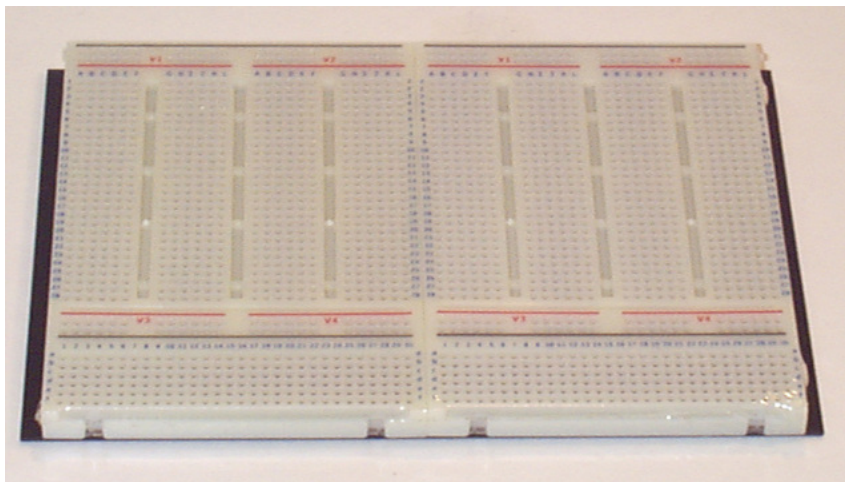
1. Θα αποσυνδέσετε τα καλώδια και θα τα συμμαζέψετε. Τα μεν καλώδια συνδέσεων (“συρματάκια”) στην πάνω δεξιά γωνία του πάγκου σας, τα μεν καλώδια των συσκευών πάνω ή δίπλα από την κάθε συσκευή, όπως ακριβώς τα βρήκατε.
2. Θα συγκεντρώσετε όλα τα υλικά μέσα στο ποτηράκι το οποίο θα αφήσετε στο πάγκο μπροστά σας.
3. Θα σβήσετε όλα τα όργανα μέτρησης.

2 BreadBoard

Το board είναι μία κατασκευή στην οποία υλοποιείται η συνδεσμολογία των στοιχείων των κυκλωμάτων, και δεν έχει καμία άλλη λειτουργία εκτός αυτής. Όσον αφορά τον τρόπο σύνδεσης και διαμόρφωσης των κυκλωμάτων, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι το board αποτελείται από σειριακά βραχυκυκλωμένα σημεία (τρυπούλες που συνδέουμε τα στοιχεία ή τα καλώδια). Η έκταση αυτών των σημείων φαίνεται με τις κόκκινες και τις μαύρες γραμμές στο πάνω και κάτω σημείο του board, ενώ για την ενδιάμεση, κυρίως περιοχή, τα σημεία είναι βραχυκυκλωμένα ανά εξάδες και διαχωρίζονται μεταξύ τους από τις κάθετες εγκοπές που διατρέχουν το board (Εικόνα 2-1). Αυτά τα βραχυκυκλωμένα σημεία είναι οι κόμβοι των κυκλωμάτων που θα υλοποιηθούν, και αφού όλα αυτά είναι βραχυκυκλωμένα, ουσιαστικά προκύπτουν 6 «φυσικά σημεία» πάνω στο Board για να αναπαρασταθεί ένα σημείο/κόμβος του προς υλοποίηση κυκλώματος.

Εάν χρειάζονται παραπάνω σημεία (τρύπες) του board για την υλοποίηση ενός συγκεκριμένου κομματιού ενός κυκλώματος τότε δύναται με ένα καλώδιο να ενωθούν δύο τέτοιες οριζόντιες εξάδες σημείων, οπότε όλα αυτά τα δώδεκα σημεία (τρύπες) του board, θα έχουν το ίδιο δυναμικό αποτελώντας έναν κοινό κόμβο. Πρέπει να τονισθεί ότι στο κυρίως μέρος του board (όπου δεν υπάρχει σήμανση με κόκκινη ή μαύρη γραμμή) 6 συνεχόμενες οριζόντιες θέσεις του board αποτελούν ένα βραχυκύκλωμα και δεν συνδέονται με κανένα τρόπο με τις υπόλοιπες θέσεις τοποθέτησης στοιχείων. Επίσης να ξεκαθαριστεί το γεγονός ότι το board είναι καθαρά ένα βοηθητικό και όχι απαραίτητο εργαλείο για να γίνει ένα κύκλωμα.

Έτσι όταν για παράδειγμα πρέπει να μετρηθεί μια αντίσταση, δεν χρειάζεται να συνδεθεί και να μετρηθεί πάνω στο board (όπως έγινε από πολλούς φοιτητές στα πρώτα εργαστήρια), αλλά αυτή μπορεί να μετρηθεί κατευθείαν χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα όργανα μετρήσεων (πολύμετρο σε θέση ωμομέτρου). Το ίδιο ισχύει όταν απαιτείται να ρυθμιστεί μια πηγή τροφοδοσίας πριν τροφοδοτήσει το κύκλωμα. Δεν χρειάζεται να συνδεθεί πάνω στο board, αλλά άμεσα σε κάποιο κανάλι του παλμογράφου (συνδέονται τα καλώδια της πηγής τροφοδοσίας στα probe του καναλιού του παλμογράφου) για να μετρηθεί και να ρυθμιστεί η ακριβής μορφή και τιμή της πηγής τροφοδοσίας που απαιτεί το κύκλωμα μας (χωρίς την μεσολάβηση του board).



Εικόνα 2-1: Το board του IDL-800

Μια καλή πρακτική για την ορθή αποτύπωση των κυκλωμάτων στο board, είναι να «σχεδιαστεί» στο board, το κύκλωμα όπως φαίνεται στο χαρτί κρατώντας της σειριακές και παράλληλες συνδέσεις και στο board. Με αυτό τον τρόπο αποφεύγονται λάθη σχεδίασης των κυκλωμάτων στο board, ενώ ακόμα και όταν αυτά συμβούν είναι πολύ πιο εύκολος ο εντοπισμός και η διόρθωση τους.

Μια επίσης καλή πρακτική επιτάσσει στην κορυφή του board, να τοποθετηθούν οι τροφοδοσίες σταθερής τάσης του κυκλώματος και από εκεί με καλώδιο να συνδεθούν όπου πρέπει μέσα στο κύκλωμα. Έτσι παραμένει λειτουργικά δυνατή η γρήγορη επισκόπηση και διόρθωση του κυκλώματος και επίσης η σταθερή τροφοδοσία μπορεί εύκολα να οδηγηθεί σε πολλαπλά σημεία του κυκλώματος ανάλογα με την δομή του κυκλώματος. Για τον ίδιο ακριβώς λόγο συνίσταται στο κάτω μέρος του board, να βρίσκεται η γείωση του κυκλώματος, η οποία από εκεί με καλώδια μπορεί να οδηγηθεί σε όσα σημεία του κυκλώματος αυτό απαιτείται. Στο κυρίως μέρος του board, τοποθετούνται τα στοιχεία του κυκλώματος, υλοποιώντας το κυρίως κύκλωμα, καθώς και τυχόν σήματα από την γεννήτρια σημάτων (μη-σταθερή τροφοδοσία αφού αυτή παρέχει ημιτονικά, τριγωνικά και ορθογώνια σήματα).

Το παραπάνω διευκολύνει επιπλέον και την κατασκευή των κυκλωμάτων στο board, αφού και στα βιβλία σχεδιάζονται κατακόρυφα με τα υψηλά δυναμικά να βρίσκονται πιο ψηλά στα σχήματα.

Στα αντίστοιχα εργαστήρια της σχολής χρησιμοποιείται το IDL-800 (Εικόνα 2-2).



Εικόνα 2-2: IDL-800

Η μονάδα είναι εξοπλισμένη με ενσωματωμένη γεννήτρια συνεχούς ρεύματος, ψηφιακό βολτόμετρο, λογικούς διακόπτες, λυχνίες. Πιο συγκεκριμένα, όλα τα χαρακτηριστικά του IDL-800 αναφέρονται στον πίνακα 1.

DC Power Supply	+5V at 1A -5V at 100mA 0V to +15V and 0V to -15V variable at upto 300mA Full short protection is provided as is a mains switch with power on indicator
Function Generator	Five frequency ranges: 1Hz to 10Hz 10Hz to 100Hz 100Hz to 1KHz 1KHz to 10KHz 10KHz to 100KHz Sine wave output: 0 to 8V peak to peak variable

Εργαστήριο Ηλεκτρονικής Ι

Digital Voltmeter (DVM)	Triangle wave output: 0 to 6V peak to peak variable Square wave output: 0 to 8V peak to peak variable 3 1/2 digit LED display Four voltage ranges: 0V to 199.9V 0V to 19.99V 0V to 1.999V 0V to 199.9mV Input impedance: 10Mohm for any range
Logic Switches	Eight robust debounced HI/LO slide switches
Function Switches	Two robust slide switches each switch between +5V and -5V
Pulse Switches	Two push-button pulse switches
Logic Indicators	Eight buffered LED logic indicators
Seven-Segment Displays	Two common-cathode seven-segment LED displays
Solderless Breadboard	1896 interconnected tie points, accepting all DIP devices, components with leads and solid wires of AWG 22 (0.3 to 0.8mm)
Power Supply	110/120V AC or 220/240V AC (please specify when ordering) 50/60Hz

Πίνακας 2-1: Χαρακτηριστικά IDL-800

3 Στοιχεία Εργαστηρίου

3.1 Στοιχεία

3.1.1 Καλώδια

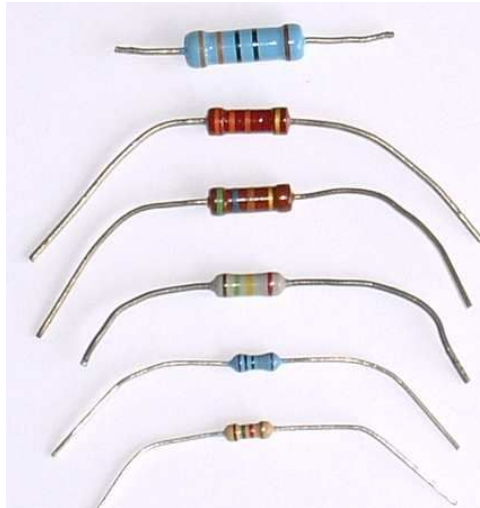
Τα καλώδια είναι στοιχεία υψηλής αγωγιμότητας τα οποία εξυπηρετούν στην σύνδεση των κύριων στοιχείων μεταξύ τους, έχουν θεωρητική εσωτερική αντίσταση μηδέν, και για αυτό και στη θεωρητική σχεδίαση ενός κυκλώματος στο χαρτί, είναι εύκολο να εκμηδενίζονται καλώδια μετατρέποντάς τα σε μικρότερα μεγαλύτερα κ' κόμβους διότι θεωρητικά οι διαφορές στην πράξη είναι απειροελάχιστες.



Εικόνα 3-1: Καλώδια

3.1.2 Αντιστάσεις

Οι αντιστάσεις είναι στοιχεία τα οποία προβάλλουν στο ρεύμα (ροή ηλεκτρονίων) αντίσταση. Δηλαδή όταν υπάρχει μία αντίσταση στο κύκλωμά μειώνεται η ένταση του ρεύματος. Με τον όρο αντίσταση ορίζετε ο λόγος της διαφοράς δυναμικού ως προς την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος ($R = V/I$). Οι αντιστάσεις είναι στοιχεία μη-πολικά, με λίγα λόγια μπορούν να τοποθετηθούν με οποιοδήποτε από τα δύο άκρα τους σε οποιοδήποτε πόλο.



Εικόνα 3-2: Αντιστάσεις

3.1.3 Πυκνωτές

Οι πυκνωτές λειτουργούν ως αντιστάσεις σε περίπτωση εναλλασσόμενου ρεύματος, και ως ανοιχτό κύκλωμα αλλιώς. Οι πυκνωτές χωρίζονται σε πολικούς και μη πολικούς. Στην εικόνα 3-3 ο πρώτος από τους τρεις πυκνωτές είναι ένας πολικός πυκνωτής, με τον μικρότερο από τους δύο ακροδέκτες να είναι ο αρνητικός (-). Οι άλλοι δύο πυκνωτές της εικόνας 3-3 είναι μη πολικοί και ο τρόπος σύνδεσης τους δεν επηρεάζει την σωστή τους λειτουργία.



Εικόνα 3-3: Πυκνωτές

3.1.4 Ροοστάτης (μεταβλητή αντίσταση)

Η μεταβλητή αντίσταση δεν είναι τίποτα παραπάνω από αυτό που υποδηλώνει το όνομα της, δηλαδή μία αντίσταση της οποίας υπάρχει δυνατότητα να μεταβληθεί η τιμή της με συγκεκριμένους τρόπους.



Εικόνα 3-4: Ροοστάτες

3.1.5 Δίοδος

Η δίοδος είναι ένα πολικό στοιχείο, η λειτουργία της είναι να προκαλεί πτώση τάσης μεταξύ των δύο άκρων της όταν είναι ορθά πολωμένη, δηλαδή το ρεύμα ρέει από το + στο – της, ενώ προκαλεί αποκοπή όταν γίνεται το ανάστροφο. Οι δίοδοι είναι εύθραυστα στοιχεία και συνιστάται η προσεκτική χρήση τους καθώς μπορούν να καούν εύκολα αν εκτεθούν σε μεγαλύτερες τάσεις από τις αντοχές τους. Μαζί με τις ασκήσεις δίνονται οι προδιαγραφές ορθής λειτουργίας των διόδων που θα χρησιμοποιηθούν. Οποιοδήποτε λάθος γίνει έχοντας μια δίοδο στο κύκλωμα μπορεί εύκολα να κάψει την δίοδο.



Εικόνα 3-5: Δίοδοι

3.1.6 Τρανζίστορ

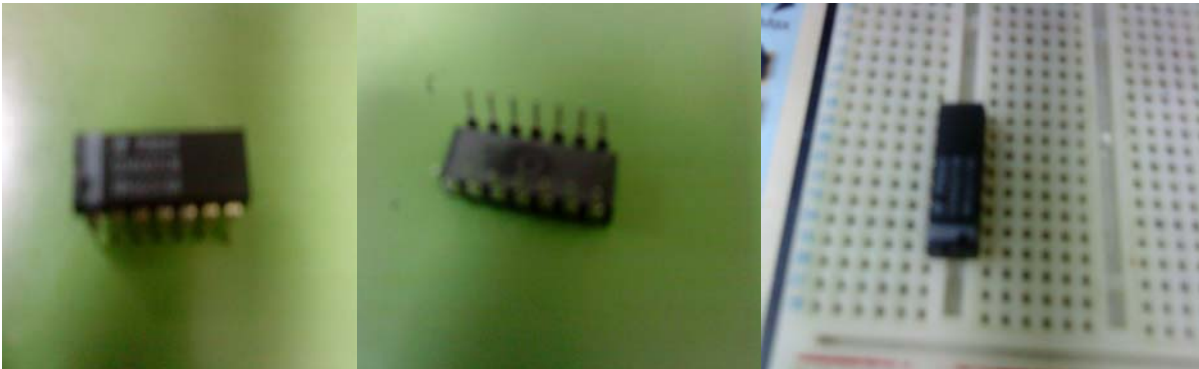
Το τρανζίστορ πρόκειται για ένα επίσης ευαίσθητο στοιχείο και βεβαίως χρήζει και της ανάλογης προσοχής κατά την χρήση του. Δύο βασικές κατηγορίες τρανζίστορ είναι τα BJT και τα MOS FET. Το BJT τρανζίστορ (Εικόνα 3-6) αποτελείται από τρεις ακροδέκτες, τη βάση (base) τον εκπομπό (emitter) και τον συλλέκτη (collector). Το MOS FET διαφοροποιείται καθώς οι ακροδέκτες του διακρίνονται σε πηγή (source), υποδοχή (drain) και την πύλη (gate). Ένα τρανζίστορ μπορεί ανάλογα με την χρήση του να συνδεθεί και να λειτουργήσει σαν αντιστροφέας, διακόπτης, πυκνωτής, κ.ο.κ. . Μεγάλη προσοχή πρέπει να επιδεικνύεται στη συνδεσμολογία των τρανζίστορ, καθώς είναι ευαίσθητα στοιχεία, και η έκθεση τους σε τάσεις με λάθος πολικότητες τα καταστρέφει.



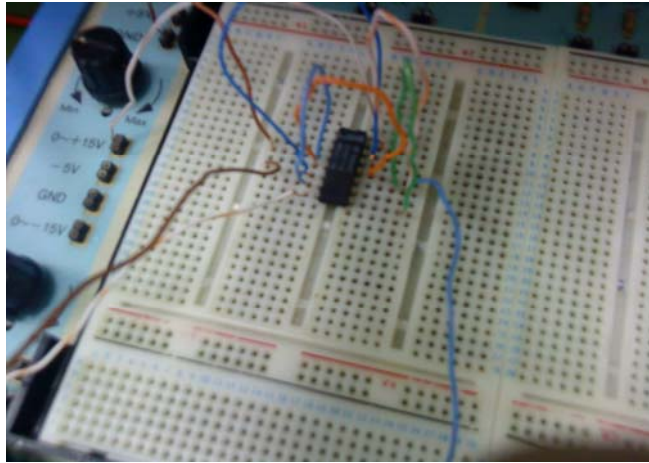
Εικόνα 3-6: BJT τρανζίστορ

3.1.7 Τσιπ

Το τσιπ είναι ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα που περιλαμβάνει πολλά τρανζίστορ. Οι ακίδες του αντιστοιχούν σε συγκεκριμένους αριθμημένους ακροδέκτες του σχηματικού του διαγράμματος. Σε κάθε άσκηση δίνεται το σχηματικό διάγραμμα καθώς και ο τρόπος λειτουργίας του chip που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί. Για την τοποθέτηση του μικροτσιπ συμβουλευόμαστε πάντα και προσεχτικά το data sheet του ολοκληρωμένου. Πάνω στο board φροντίζουμε έτσι ώστε κάθε ακροδέκτης του τσιπ να βρίσκεται σε ένα βραχυκύκλωμα μόνος του, όπως στην εικόνα 3-7. Οι περαιτέρω διασυνδέσεις των ακροδεκτών τόσο μεταξύ τους και με τα υπόλοιπα ηλεκτρονικά στοιχεία που απαιτεί η άσκηση, όσο και με την γείωση και την τροφοδοσία του κυκλώματος θα γίνεται με τη χρήση καλωδίων (Εικόνα 13).



Εικόνα 3-7: Τσιπ άνω – κάτω όψη, εγκατεστημένο στο breadboard



Εικόνα 3-8: Τουπ διασυνδεδεμένο στο breadboard

3.1.8 Led

Το led (Light Emitting Diode-Εικόνα 3-9) είναι ένας ημιαγωγός ο οποίος εκπέμπει φωτεινή ακτινοβολία στενού φάσματος όταν του παρέχεται μία ηλεκτρική τάση κατά τη φορά ορθής πόλωσης.

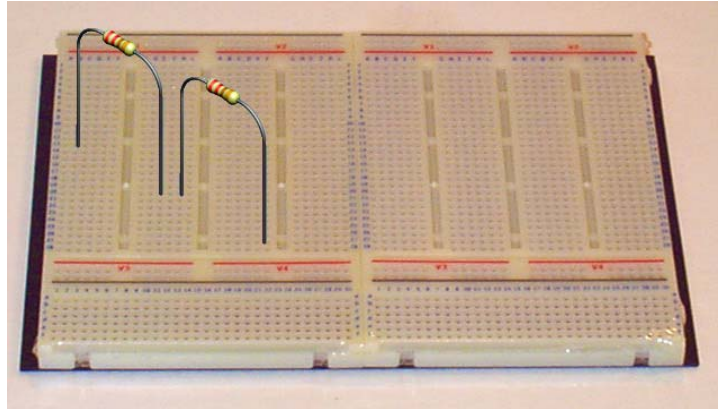


Εικόνα 3-9: leds

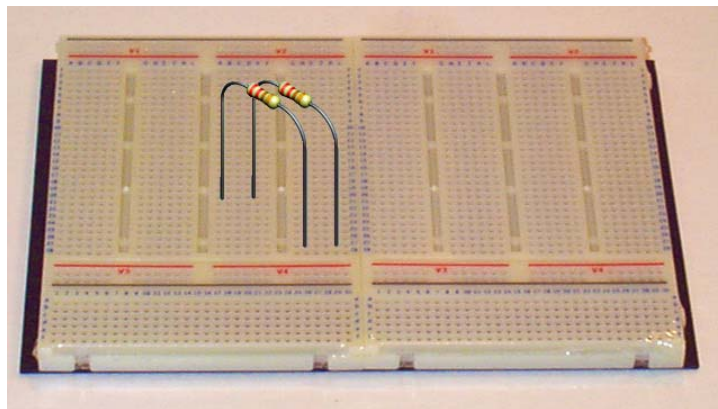
3.2 Παράλληλη-Σε σειρά σύνδεση

Η σύνδεση των στοιχείων όπως ήδη θα πρέπει να είναι γνωστό μπορεί να διακριθεί, ανάλογα τη διάταξη, σε «παράλληλη» και σε «σε σειρά». Η σύνδεση σε σειρά (Εικόνα 3-10) σημαίνει ότι μόνο ένα από τα δύο άκρα κάθε στοιχείου ενώνεται με το επόμενο, δηλαδή όπως υποδεικνύει και το όνομα τα στοιχεία βρίσκονται σε σειρά. Η παράλληλη σύνδεση (Εικόνα 3-11), σημαίνει ότι ένα από τα δύο άκρα κάθε στοιχείου βρίσκεται στον ίδιο κόμβο με το ένα άκρο καθενός από τα υπόλοιπα στοιχεία. Τα άκρα του ίδιου στοιχείου προφανώς βρίσκονται σε διαφορετικούς κόμβους γιατί αλλιώς θα είχαμε βραχυκύκλωμα. Χαρακτηριστικό των

συνδέσεων αυτών είναι ότι στη σύνδεση σε σειρά τα στοιχεία διατρέχονται από το ίδιο ρεύμα, ενώ στην παράλληλη τα άκρα των στοιχείων βρίσκονται στο ίδιο δυναμικό.



Εικόνα 3-10: Σύνδεση σε σειρά



Εικόνα 3-11: Σύνδεση παράλληλα

4 Γεννήτρια

Οι γεννήτριες συχνοτήτων είναι συσκευές που μπορούν να δώσουν σήματα ημιτονικά, τριγωνικά και τετραγωνικά μεταβλητού πλάτους και συχνότητας.

Σε κάθε γεννήτρια υπάρχουν δυο ακροδέκτες για τη λήψη του σήματος. Ο ένας έχει το σύμβολο της γείωσης και πρέπει να συνδέεται πάντα (εκτός μερικών περιπτώσεων) στο κοινό σημείο του κυκλώματος μέσω ενός μαύρου καλωδίου. Ο άλλος ακροδέκτης συνδέεται πάντα μέσω ενός κόκκινου καλωδίου στο σημείο του κυκλώματος που θα δώσουμε το σήμα.

4.1 Γεννήτρια Συχνοτήτων Instek GFG-8020H Function Generator



Εικόνα 4-1: Γεννήτρια Συχνοτήτων Instek GFG-8020H

4.1.1 Χαρακτηριστικά Γεννήτριας Συχνοτήτων Instek GFG-8020H Function Generator

Main Output: <i>Waveforms</i> <i>Amplitude</i> <i>Impedance</i> <i>Attenuator</i> <i>DC Offset</i> <i>Duty Control</i> <i>Display</i> <i>Frequency Range</i> <i>Frequency control</i>	SINE, TRIANGLE, SQUARE, TTL pulse and CMOS output >20Vp-p (open circuit) >10Vp-p (into 50 load) 50Ω 10% -20dB 1.0dB (at 1kHz) <-10V to > +10V (<-5V to > +5V into 50 load) 1:1 to 10:1 continuously rating 4 digits LED display (GFG-8020H); 6 digits LED display (GFG-8016G) 0.2Hz to 2MHz 7 ranges Separate coarse and fine tuning (GFG-8020H)
Sine Wave: Distortion Frequency Response Triangle Wave: Linear Square Wave: Symmetry Rise/Fall Time CMOS OUTPUT: Level Rise/Fall Time TTL OUTPUT: Level Rise/Fall Time V.C.F.: Input Voltage Input Impedance	<1% 0.2Hz ~ 20kHz, <2% 20kHz ~ 200kHz (GFG-8020H) <1% 0.2Hz ~ 200kHz (GFG-8016G) <0.2dB 0.2Hz ~ 100kHz, <1dB 100kHz ~ 2MHz (GFG-8020H) <0.1dB 0.2Hz ~ 100kHz, <0.5dB 100kHz ~ 2MHz (GFG-8016G) 98% 0.2Hz ~ 100kHz, 95% 100kHz ~ 2MHz <2% 0.2Hz ~ 100kHz <120nS (4Vp-p + 1Vp-p) ~ (14.5Vp-p + 0.5Vp-p) adjustable <120nS >3Vp-p <30nS (GFG-8020H) <25nS (GFG-8016G) Approx. 0V ~ 10V (1V) input for 10:1 frequency ratio (GFG-8020H) Approx. 0V ~ 10V (1V) input for 1000:1 frequency ratio (GFG-8016G) 10kΩ +/-10%
Frequency Counter: Mode Range Accuracy Time Base Resolution Sensitivity	Internal only (GFG-8020H) INT/EXT. switchable (GFG-8016G) 0.2Hz ~ 2MHz (GFG-8020H) 0.2Hz (5Hz EXT)~10MHz (GFG-8016G) +/- Time base accuracy 1 Count Oscillation frequency 3.58MHz,Temp.stability 20PPM (23 C 5 C)(GFG-8020H) Oscillation frequency 10MHz,Temp.stability 10PPM (23 C 5 C)(GFG-8016G) 0.1Hz, 1Hz, 10Hz, 100Hz, 1kHz (GFG-8020H) 0.1Hz, 1Hz, 10Hz, 100Hz (GFG-8016G) ≤25mVrms (GFG-8016G)




Πίνακας 4-1: : Χαρακτηριστικά Γεννήτριας Συχνοτήτων Instek GFG-8020H

4.1.2 Επιλέγοντας Μορφή Σήματος

Όπως αναφέραμε προηγουμένως οι γεννήτριες συχνοτήτων είναι συσκευές που μπορούν να δώσουν σήματα ημιτονικά, τριγωνικά και τετραγωνικά μεταβλητού πλάτους και συχνότητας. Το πως επιλέγεται ένα από αυτά τα είδη σήματος φαίνεται στην Εικόνα 4-2, όπου φαίνεται το δεξί μισό της γεννήτριας.



Εικόνα 4-2: Επιλογή Μορφής Σήματος

Στην περιοχή FUNCTION (λειτουργία), όπου υπάρχουν τρία κουμπιά, μπορεί να επιλεχθεί η παραγωγή τετραγωνικού σήματος πιέζοντας το κουμπάκι πάνω από το οποίο υπάρχει το σύμβολο του τετραγωνικού παλμού . Επίσης μπορεί να επιλεχθεί η παραγωγή τριγωνικού σήματος πιέζοντας το κουμπάκι με το σύμβολο . Τέλος η παραγωγή ημιτονοειδούς σήματος επιλέγεται πιέζοντας το κουμπάκι με το σύμβολο .

4.1.3 Ρύθμιση Συχνότητας

Η ρύθμιση της συχνότητας γίνεται μέσω ενός βαθμολογημένου ρυθμιστή στην περιοχή RANGE Hz της γεννήτριας (Εικόνα 4-3).



Εικόνα 4-3: Επιλογή τάξης μεγέθους της συχνότητας

Υπάρχουν κουμπιά με την ένδειξη 1, 10, 100, 1k, 10k, 100k και 1M που χρησιμοποιούνται για τον περιορισμό του εύρους των συχνοτήτων. Το γινόμενο των ενδείξεων του βαθμολογημένου ρυθμιστή και του κουμπιού που έχει πατηθεί, δίνει τη συχνότητα του σήματος εξόδου. Ο βαθμολογημένος ρυθμιστής βρίσκεται στην περιοχή FREQUENCY της γεννήτριας (Εικόνα 4-4).



Εικόνα 4-4: Ρύθμιση συχνότητας

Στην περιοχή αυτή υπάρχουν δύο ρυθμιστές, ένας COARSE και ένας FINE. Στον πρώτο ρυθμίζεται η συχνότητα, ενώ με τον δεύτερο επιτυγχάνεται μεγαλύτερη ακρίβεια. Η συχνότητα εξόδου εμφανίζεται στην οθόνη, όπως φαίνεται στην εικόνα 4-4. Στην εικόνα αυτή προβάλλεται η συχνότητα εξόδου 10.03 KHz.

Παράδειγμα: Έστω ότι η γεννήτρια πρέπει να ρυθμιστεί στους 15 kHz. Για να γίνει αυτή η ρύθμιση πρέπει να πατηθεί το κουμπί με την ένδειξη x1k και να τοποθετηθεί ο βαθμολογημένος ρυθμιστής στην ένδειξη 15. Δηλαδή προκύπτει $15 \text{ Hz} \times 1 \text{ k} = 15 \text{ kHz}$.

4.1.4 Ρύθμιση Πλάτους

Το πλάτος του σήματος της γεννήτριας ρυθμίζεται από έναν ρυθμιστή με την ένδειξη AMPL που βρίσκεται κοντά στους ακροδέκτες εξόδου (Εικόνα 4-5).



Εικόνα 4-5: Πλάτος Σήματος

Η ένδειξη -20 dB σημαίνει ότι το σήμα της γεννήτριας υποβιβάζεται κατά 20 dB .

Το 1 dB είναι λογαριθμική μονάδα και ορίζεται σαν:

$$dB = 10 \log \frac{P_1}{P_2}$$

όπου P_1 και P_2 είναι τα μεγέθη των ισχύων που συγκρίνονται. Συνήθως η P_1 συμβολίζει την ισχύ εξόδου και η P_2 την ισχύ εισόδου ή την ισχύ αναφοράς.

Αν αντί για ισχύ γίνεται αναφορά σε τάση ή ρεύμα, η σχέση των dB πρέπει να εκφραστεί σε σχέση με τα μεγέθη αυτά. Τότε εφ' όσον και οι δυο ισχύς μετρούνται στα άκρα της ίδιας αντίστασης R , θα ισχύει:

$$dB = 10 \log \frac{\frac{V_{out}^2}{R}}{\frac{V_{in}^2}{R}}$$

και επειδή είναι: $\log A^2 = \log A + \log A$, προκύπτει:

$$dB = 20 \log \frac{V_{out}}{V_{in}}$$

Αντίστοιχα ισχύει:

$$dB = 20 \log \frac{I_{out}}{I_{in}}$$

Έτσι το σήμα που έχει υποβιβαστεί κατά 10 dB έχει μειωθεί κατά:

$$-10\text{dB} = 20 \log \frac{V_{\text{out}}}{V_{\text{in}}} \rightarrow \log \frac{V_{\text{out}}}{V_{\text{in}}} = -\frac{10}{20} \rightarrow \frac{V_{\text{out}}}{V_{\text{in}}} = 10^{-0.5} \rightarrow V_{\text{out}} = 0.316 V_{\text{in}}$$

δηλ. το σήμα έχει μειωθεί περίπου τρεις φορές.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να γίνει κατανοητό ότι το dB δεν είναι μονάδα απόλυτης μέτρησης. Απλώς χρησιμοποιείται σαν μονάδα σύγκρισης ενός μεγέθους με ένα αντίστοιχο μέγεθος αναφοράς.

Συχνά χρησιμοποιούνται και οι παρακάτω μονάδες σύγκρισης:

$$\text{dBW} = 10 \log \frac{P}{1\text{W}}$$

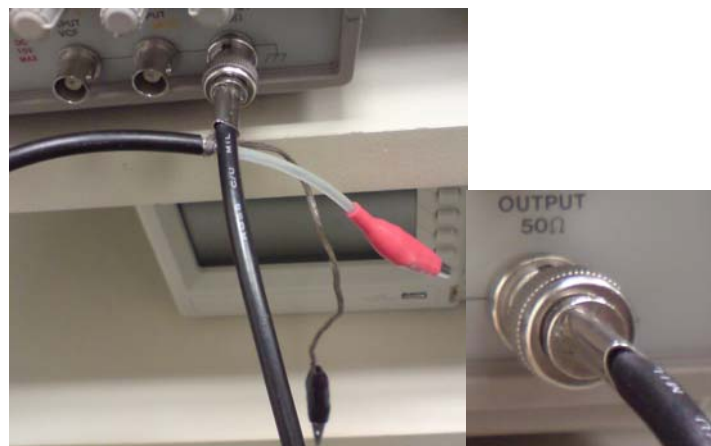
$$\text{dBm} = 10 \log \frac{P}{1\text{mW}}$$

$$\text{dBV} = 20 \log \frac{V}{1\text{V}}$$

Όταν σε μια άσκηση στο εργαστήριο ζητείται να εφαρμοστεί μια τάση στο κύκλωμα, πχ 200 mV_{p-p}. Θα πρέπει πρώτα να συνδεθεί η γεννήτρια στο κύκλωμα. Μετά συνδέεται ο παλμογράφος παράλληλα με τη γεννήτρια και ρυθμίζοντας την έξοδο της μπορεί να μετρηθεί το σήμα στον παλμογράφο ώπου να εξαχθεί το ζητούμενο πλάτος.

Η αντίσταση εξόδου της γεννήτριας είναι γραμμένη δίπλα στο καλώδιο εξόδου της και είναι 50 Ω.

Το καλώδιο αυτό καταλήγει σε δύο ακροδέκτες (Εικόνα 4-6). Ο ένας έχει το σύμβολο της γείωσης και πρέπει να συνδέεται πάντα (εκτός μερικών περιπτώσεων) στο κοινό σημείο του κυκλώματος μέσω ενός μαύρου καλωδίου. Ο άλλος ακροδέκτης συνδέεται πάντα μέσω ενός κόκκινου καλωδίου στο σημείο του κυκλώματος που θα δώσουμε το σήμα.



Εικόνα 4-6: Καλώδια εξόδου γεννήτριας

4.2 Duty Cycle

Η ρύθμιση του Duty cycle επηρεάζει το σχήμα των τετραγωνικών και τριγωνικών κυματομορφών. Μπορείτε να ρυθμίσετε το duty cycle από 1 έως 99%. Για τετραγωνικές κυματομορφές, το duty cycle ρυθμίζει το ποσοστό του κύκλου το οποίο βρίσκεται στην κατάσταση υψηλό. Ένα duty cycle 50% δίνει τετραγωνικές κυματομορφές με ίσα υψηλά και χαμηλά μέρη. Για τριγωνικές κυματομορφές οι ρυθμίσεις ελέγχουν την κλίση μετατοπίζοντας το σημείο του κύκλου στο οποίο η κυματομορφή κάνει κορυφή. Τριγωνικές κυματομορφές με duty cycle 50% έχουν ίση κλίση στις περιοχές ανύψωσης και καθόδου. Οι ημιτονοειδείς κυματομορφές δεν επηρεάζονται από το duty cycle.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Πρέπει δίνεται προσοχή όταν συνδέεται η γεννήτρια στο κύκλωμα. Εάν η γεννήτρια συνδεθεί σε σημείο του κυκλώματος που υπάρχει dc τάση κινδυνεύει να καταστραφεί. Γι' αυτό ο ακροδέκτης που δεν έχει τον συμβολισμό της γείωσης και που συνδέεται με κόκκινο καλώδιο στο κύκλωμα, πρέπει ανασυνδέεται πάντα πριν από ένα πυκνωτή για αν αποκόπτεται η dc τάση από το σημείο της σύνδεσης.

5 Πολύμετρο

5.1 Λειτουργία Πολυμέτρου – Γενικά

Το πολύμετρο είναι ένα ηλεκτρονικό όργανο το οποίο μετράει την τάση, την ένταση και την αντίσταση σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα. Ένα πολύμετρο μπορεί να είναι μια φορητή συσκευή χρήσιμη για τη εύρεση ελαττωμάτων ή ένα όργανο που μπορεί να μετρήσει σε έναν πολύ υψηλό βαθμό ακριβείας. Το πολύμετρο είναι η συσκευή που έχει όλες τις δυνατότητες των παραπάνω οργάνων (ωμόμετρο, βολτόμετρο, αμπερόμετρο) και ανάλογα την μέτρηση που κάνουμε αλλάζουμε τον μεταγωγέα στο κατάλληλο όργανο ενώ ταυτόχρονα απομονώνουμε τα υπόλοιπα. Στην ιδανική περίπτωση, ένα βολτόμετρο πρέπει να έχει άπειρη αντίσταση, έτσι ώστε να μην υπάρχει τρέχουσα ροή μέσα από αυτό ενώ το αμπερόμετρο θα πρέπει να έχει μηδενική αντοχή ώστε να επιτυγχάνεται η βέλτιστη τρέχουσα ροή μέσω αυτού. Ωστόσο, θα υπάρχει πάντα κάποια ανακρίβεια λόγω των μη ιδανικών συνθηκών της αντίστασης.

Όταν ζητείται να μετρηθεί η εναλλασσόμενη τάση το πολύμετρο μετράει την ενεργή τιμή της τάσης. Δηλαδή την RMS, αυτή που δηλώνει και η ΔΕΗ όταν λέει 220V.

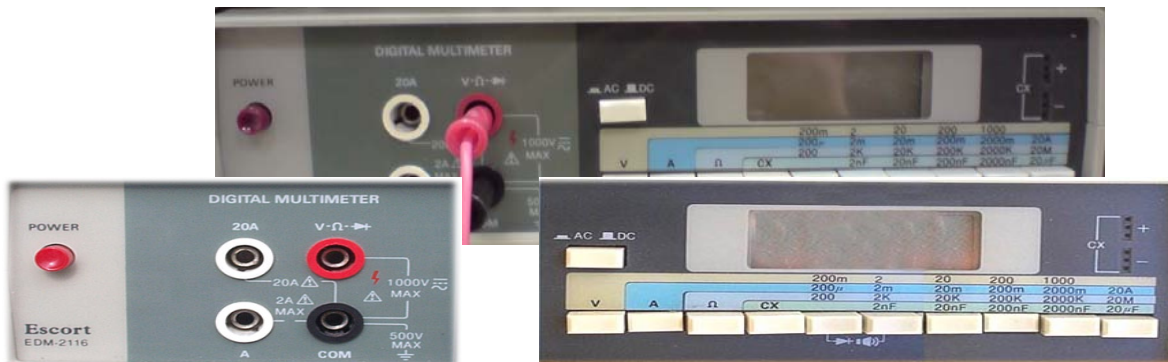
$$U_{RMS} = U_{PEAK} * \sqrt{2} / 2 = 0.707 * U_{PEAK}$$

5.2 Χαρακτηριστικά Πολυμέτρου

Οι τυπικές δυνατότητες ενός πολυμέτρου συνοψίζονται στα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Μέτρηση συνεχούς τάσης από 0 – 500 V σε πέντε κλίμακες.
- Μέτρηση εναλλασσόμενης τάσης από 0 – 500 V σε δύο κλίμακες.
- Μέτρηση αντίστασης από 0 – 2.000.000 Ω σε πέντε κλίμακες.
- Μέτρηση συνεχούς ρεύματος από 0 – 2 A σε τρεις κλίμακες. Μέτρηση συνεχούς ρεύματος από 0 – 10 A σε μία κλίμακα.
- Μέτρηση συνεχούς τάσης από 0 – 500 V σε πέντε κλίμακες.
- Μέτρηση συνέχειας κυκλώματος με ηχητική ένδειξη (πιεζοηλεκτρικό buzzer) αλλά και έλεγχο για την αγωγιμότητα των διόδων.
- Μέτρηση του hFE των transistor σε μία κλίμακα.

5.3 Ψηφιακό Πολύμετρο: ESCORT EDM 2116



Εικόνα 5-1: Πολύμετρο Escort EDM 2116

Χαρακτηριστικά εξόδων του πολυμέτρου ESCORT EDM 2116 (Εικόνα 5-1).

- Ο ακροδέκτης COM ("common"-ουδέτερο) παρέχει ένα σήμα πολύ μικρού μεγέθους. Οπότε ο COM συνδέεται στην γείωση για επίπεδο 0.
- Ο ακροδέκτης V-Ω χρησιμοποιείται για την μέτρηση της τάσης ή της αντίστασης σε συνδυασμό με τον COM.
- Ο ακροδέκτης A χρησιμοποιείται για μέτρηση τιμής ρεύματος έως 2A σε συνδυασμό με τον COM.
- Ο ακροδέκτης 20A χρησιμοποιείται για μέτρηση τιμής ρεύματος έως 20A σε συνδυασμό με τον COM.

5.3.1 Έλεγχος Συνδεσιμότητας

Το να υπάρχει συνδεσιμότητα μεταξύ δύο σημείων στο κύκλωμα συνεπάγεται ότι αυτά τα δύο σημεία είναι ηλεκτρικά συνδεδεμένα μεταξύ τους. Έτσι για παράδειγμα αν δύο ηλεκτρονικά στοιχεία είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους με ένα καλώδιο, τότε αυτά έχουν συνδεσιμότητα. Αν είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους με μια κλωστή τότε αυτά δεν έχουν συνδεσιμότητα αφού δεν υπάρχει αγωγιμότητα (η κλωστή είναι κακός αγωγός).

Αυτό το μέγεθος μπορεί να μετρηθεί και με ένα οποιοδήποτε πολύμετρο χρησιμοποιώντας το Ωμμετρο αυτού. Έτσι αν τοποθετηθούν στους ακροδέκτες του πολυμέτρου δύο σημεία του κυκλώματος και παρατηρηθεί ότι αυτά έχουν πολύ μικρή αντίσταση της τάξεως κάτω των 100Ωhm τότε είναι πολύ πιθανό να υπάρχει απόλυτη συνδεσιμότητα μεταξύ των δύο αυτών σημείων. Ωστόσο οι μετρητές συνέχειας (που ενσωματώνονται σε ένα πολύμετρο) έχουν ένα πιεζοηλεκτρικό buzzer το οποίο ηχεί όταν υπάρχει συνδεσιμότητα στο κύκλωμα. Αυτό είναι ένα πολύ χρήσιμο χαρακτηριστικό σε περίπτωση που απαιτείται έλεγχος του κυκλώματος χωρίς να αποσπάται η προσοχή στην οθόνη του πολυμέτρου. Συμβαίνει αρκετές φορές ειδικά σε περιπτώσεις που τα ηλεκτρονικά στοιχεία είναι «συμπτυγμένα» στην πλακέτα και χρειάζεται σταθερότητα, ακρίβεια και πλήρης προσοχή για να τα μετρηθούν.

Σε απλά κυκλώματα μπορεί κάποιος να παρατηρήσει αν τα καλώδια είναι συνδεδεμένα ή κομμένα και να καταλάβει αν υπάρχει συνέχεια μεταξύ των. Σε τυπωμένα όμως κυκλώματα και σε περιπτώσεις που θέλει κάποιος να σιγουρέψει την ορθή λειτουργία, το πολύμετρο είναι ένα πολύ χρήσιμο όργανο.

Η συνδεσιμότητα μετράται πάντα χωρίς να έχει τάση-τροφοδοσία το κύκλωμα. Στο πολύμετρο τίθεται ο θετικός (+) ακροδέκτης (κόκκινος) στην υποδοχή (VΩ). Στη συνέχεια τίθεται ο αρνητικός (-) ακροδέκτης (μαύρος) στην αριστερή υποδοχή (COM). Στη συνέχεια επιλέγονται τα δύο πλήκτρα κάτω από τα οποία βρίσκεται το σύμβολο της Εικόνας 5-2.



Εικόνα 5-2: Επιλογή για μέτρηση της συνδεσιμότητας του κυκλώματος

Ακολούθως τοποθετούνται οι ακροδέκτες στα σημεία που απαιτείται να γίνει ο έλεγχος αν έχουν ηλεκτρική επαφή. Αν ακουστεί ένα σφύριγμα τότε τα δύο σημεία είναι συνδεδεμένα. Η δυνατότητα αυτή του οργάνου δίνει έτσι τη δυνατότητα ελέγχου για κομμένα καλώδια.

5.3.2 Μέτρηση Συνεχούς Τάσης

Για την μέτρηση συνεχούς τάσης ο θετικός (+) ακροδέκτης (κόκκινος) εισάγεται στην υποδοχή (VΩ). Στη συνέχεια εισάγεται ο αρνητικός (-) ακροδέκτης (μαύρος) στην υποδοχή (COM).

Επιλέγεται το κουμπί με την αναγραφή \underline{V} και στη συνέχεια ρυθμίζεται η σωστή κλίμακα στο πολύμετρο (αν αυτό δεν είναι αυτόματης κλίμακας). Το πολύμετρο τώρα λειτουργεί ως Βολτόμετρο.

Αν δεν είναι γνωστή η κλίμακα επιλέγεται το πλήκτρο με την μεγαλύτερη κλίμακα. Για Συνεχή Τάση τα πολύμετρα έχουν το σχέδιο $V=$. Τώρα το όργανο είναι έτοιμο να πάρει την μέτρηση. Έτσι τίθεται ο αρνητικός ακροδέκτης στην γείωση της πλακέτας και ο θετικός στο σημείο που ζητείται να γίνει η μέτρηση του δυναμικού. Στην οθόνη πλέον αναγράφεται η τάση την οποία μέτρησε το όργανο. Αν είχαν τοποθετηθεί ανάποδα οι ακροδέκτες θα μπροστά από την ένδειξη της τάσεως το σημείο (-) θα υπήρχε και η ένδειξη της αρνητικής τιμής (-).

Όπως είναι γνωστό το βολτόμετρο πρέπει να συνδέεται παράλληλα με το στοιχείο του οποίου τα άκρα γίνεται η μέτρηση της τάσης. Αν απαιτείται για παράδειγμα να μετρηθεί η πτώση τάσης στα άκρα μιας αντίστασης ενός κυκλώματος πρώτα τοποθετείται ο θετικός ακροδέκτης στο ένα άκρο της αντίστασης αυτής και ο αρνητικός ακροδέκτης στο άλλο άκρο. Στη συνέχεια επιλέγουμε στο πολύμετρο το κουμπί με την ένδειξη \underline{V} και ρυθμίζουμε τη σωστή κλίμακα (200m, 2, 20, 200 ή 1000). Όταν το μέγεθος είναι πολύ μικρό ή πολύ μεγάλο σε σχέση με την κλίμακα μετρήσεων που έχει επιλέξει, τότε πρέπει να μειωθεί ή να αυξηθεί αντίστοιχα η κλίμακα. Στην οθόνη πλέον προβάλλεται η τάση την οποία μέτρησε. Αν οι ακροδέκτες βρίσκονταν ανάποδα συνδεδεμένοι η τιμή που θα μέτραγε το όργανο θα προβαλλόταν με αρνητικό πρόσημο (-).

5.3.3 Μέτρηση Αντίστασης

Για να βρεθεί η ακριβής τιμή της αντίστασης πάντα μετριέται η αντίσταση εκτός κυκλώματος. Η διαδικασία έχει ως εξής. Τοποθετείται ο θετικός (+) ακροδέκτης (κόκκινο) στην υποδοχή (VΩ). Τοποθετείται ο αρνητικός (-) ακροδέκτης (μαύρο) στην αριστερή υποδοχή (COM).

Επιλέγεται το κουμπί με την αναγραφή Ω και στη συνέχεια πιέζεται ένα από τα κουμπιά με ενδείξεις 200, 2K, 20K, 200K, 2000K ή 20MΩ ανάλογα με το μέγεθος την αντίστασης σε Ωm που πρέπει να μετρηθεί. Όταν το μέγεθος είναι πολύ μικρό ή πολύ μεγάλο σε σχέση με την κλίμακα μετρήσεων που έχει επιλέγει, τότε πρέπει να μειωθεί ή να αυξηθεί αντίστοιχα η κλίμακα. Το πολύμετρο τώρα λειτουργεί ως Ωμόμετρο. Αν είναι γνωστή η τιμή της αντίστασης πρέπει να τεθεί ο μεταγωγός στην μεγαλύτερη κλίμακα και να μειώνεται σταδιακά σε μονάδες κλίμακας ώστε να προκύψει μεγαλύτερη ακρίβεια.

Οι ακροδέκτες τοποθετούνται επάνω στα άκρα της αντίστασης που βρίσκεται υπό μέτρηση (Εικόνα 5-3). Η αντίσταση ενός στοιχείου μπορεί να μετρηθεί μόνον όταν το στοιχείο αποσυνδεθεί από οποιοδήποτε άλλο κύκλωμα.

Π.χ. Έστω ότι ζητείται να μετρηθεί μία αντίσταση 1KΩ. Επιλέγεται το πλήκτρο Ω και την κλίμακα 2K. Στην οθόνη εμφανίζεται η τιμή 1. Αν επιλεχτεί η κλίμακα 20K, τότε η τιμή που θα εμφανιστεί στην οθόνη θα είναι 0,1. Αντίστοιχα, στα 200K η τιμή θα είναι 0,01, ενώ στα 2000K θα είναι 0,001. Στην οθόνη προβάλλεται η τιμή της αντίστασης.



Εικόνα 5-3: Μέτρηση τιμής τις αντίστασης με το πολύμετρο

5.3.4 Μέτρηση Ρεύματος

Σε αυτή την περίπτωση εισάγεται ο θετικός (+) ακροδέκτης (κόκκινο) στην υποδοχή (A). Ο αρνητικός (-) ακροδέκτης (μαύρος) εισάγεται στην αριστερή υποδοχή (COM). Για να μετρηθεί λοιπόν η ένταση του ρεύματος σε κάποιο σημείο ενός κυκλώματος, αρχικά πρέπει να πιεστεί το κουμπί του πολυμέτρου με την ένδειξη \underline{A} . Τώρα το πολύμετρο λειτουργεί ως Αμπερόμετρο. Στη συνέχεια ρυθμίζεται η σωστή κλίμακα μέτρησης, πιέζοντας ένα από τα κουμπιά με ενδείξεις 200μ, 2m, 20m, 200m, 2000m ή 20A. Όταν το μέγεθος είναι πολύ μικρό ή πολύ μεγάλο σε σχέση με την κλίμακα μετρήσεων που έχει επιλεχθεί, τότε μειώνεται ή αυξάνεται αντίστοιχα η κλίμακα. Όπως είναι γνωστό το αμπερόμετρο πρέπει να συνδεθεί στη σειρά με το στοιχείο στο οποίο θέλουμε ζητείται να μετρηθεί το ρεύμα που το διαπερνά. Έτσι, αν απαιτείται για

παράδειγμα να μετρηθεί το ρεύμα που διαρρέει μία αντίσταση, το Αμπερόμετρο πρέπει να συνδεθεί σε σειρά με την αντίσταση και στην οθόνη θα προβληθεί η τιμή του ρεύματος αυτού.

5.3.5 Έλεγχος Τρανζίστορ

Αρχικά πρέπει να διακριθούν οι ακροδέκτες του τρανζίστορ το οποίο ζητείται να ελεγχθεί και μετριέται η αντίσταση των επαφών BC και BE. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί στην περιοχή ελέγχου διόδου που προσφέρουν τα ψηφιακά βολτόμετρα. Η περιοχή αυτή είναι εκείνη με την ένδειξη **CX** (Εικόνα 5-4).



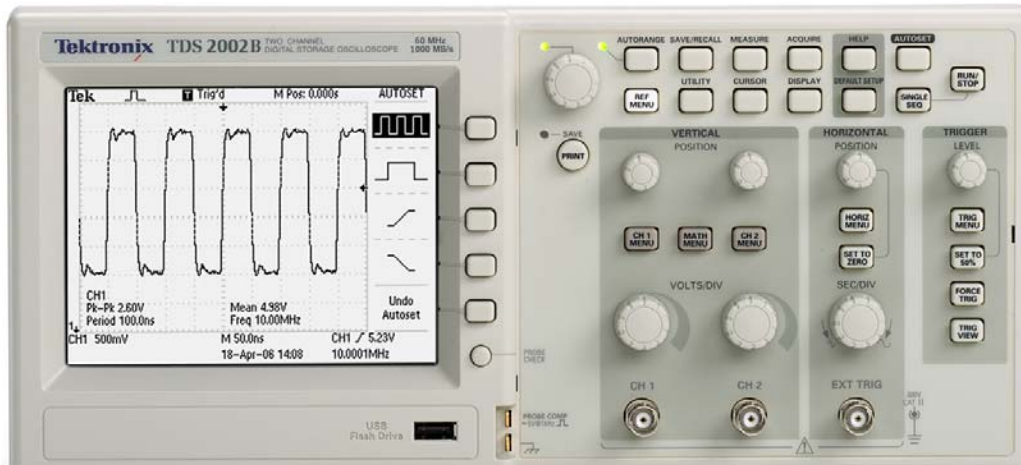
Εικόνα 5-4: Περιοχή ελέγχου διόδου

Αν επιλεχθεί το κουμπί του πολυμέτρου με την ένδειξη **Ω** το πολύμετρο λειτουργεί ως Ωμόμετρο. Επίσης, πρέπει να ρυθμιστεί και η σωστή κλίμακα μέτρησης.

Έτσι, τοποθετώντας τον ακροδέκτη B στην περιοχή «+» και τον ακροδέκτη C στην περιοχή «-», γίνεται μέτρηση της αντίστασης της επαφής BC. Το ίδιο γίνεται και με την επαφή BE. Για να λειτουργεί κανονικά το τρανζίστορ πρέπει η αντίσταση της επαφής BC να είναι μικρότερη της αντίστασης της επαφής BE.

6 Παλμογράφος

6.1 Γνωριμία Με Τον Παλμογράφο



Εικόνα 6-1: Παλμογράφος Tektronix 2002B

Ο παλμογράφος είναι ένα όργανο το οποίο δίνει την δυνατότητα απεικόνισης στην οθόνη του, κυματομορφές τάσεων από διάφορα σημεία του κυκλώματος μας (Εικόνα 6-1). Εκτός από την απεικόνιση όμως αυτών των τάσεων μπορεί να προβάλλει και μετρήσεις μεγεθών όπως το πλάτος, η συχνότητα, η τετραγωνική ρίζα της μέσης τιμής του τετραγώνου, η περίοδος, η διαφορά φάσης σε σχέση με μια άλλη τάση κ.α. Μέσω του νόμου του Ohm δύναται να υπολογισθούν επίσης και τα ρεύματα τα οποία διαρρέουν ένα κύκλωμα.

Ο παλμογράφος ο οποίος χρησιμοποιείται στο εργαστήριο έχει δύο κανάλια εισόδου (CH1, CH2) και άρα μπορεί να προβάλλει στην οθόνη του μέχρι δύο διαφορετικές κυματομορφές.

Τα καλώδια τα οποία συνδέονται στα κανάλια εισόδου του παλμογράφου καταλήγουν σε δύο probes. Τα probes τα οποία χρησιμοποιούνται στο εργαστήριο έχουν επίσης και ένα διακόπτη ο οποίος ρυθμίζει την απόσβεση (attenuation) σε 10X ή 1X (Εικόνα 6-2).



Εικόνα 6-2: Probe switch

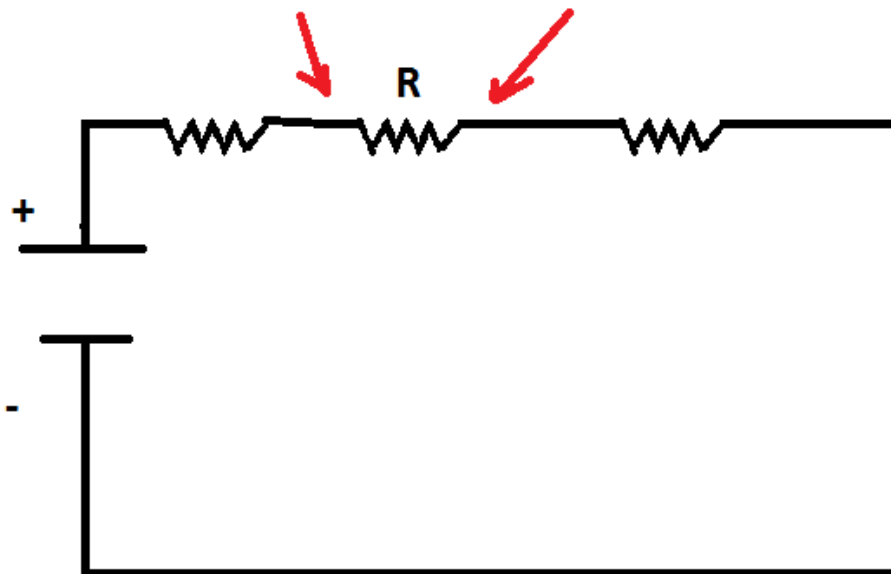
Από τους δυο ακροδέκτες του probe ο ακροδέκτης με κλιπάκι (τον αριστερό στην Εικόνα 6-3) πρέπει να συνδεθεί συνήθως στην τάση αναφοράς του κυκλώματος και ο άλλος στο σημείο όπου πρέπει να μετρήσουμε την τάση.

Εργαστήριο Ηλεκτρονικής Ι



Εικόνα 6-3: Probe

Εάν απαιτείται όμως για παράδειγμα να μετρηθεί η τάση στα άκρα της αντίστασης R στο παρακάτω κύκλωμα (Εικόνα 6-4), πρέπει να τοποθετηθούν τα probes του παλμογράφου στα σημεία όπου φαίνονται τα βέλη στο παρακάτω σχήμα (Εικόνα 6-4), δηλαδή αυτόν με το κλιπ στο δεξί βέλος και τον άλλο ακροδέκτη στο αριστερό βέλος (αλλιώς θα προκύψει ένδειξη της τάσης με ίδια τιμή πάλι αλλά με διαφορετικό πρόσημο).

Εικόνα 6-4: Κύκλωμα με τρεις σε σειρά αντιστάσεις, με την μέτρηση της τιμής της R να είναι το ζητούμενο

Προσοχή: Ο παλμογράφος είναι ένα όργανο μέτρησης και όχι ένα όργανο το οποίο μπορεί να ρυθμίσει στοιχεία όπως συχνότητα, τάση ή είδος παλμού. Τα παραπάνω είναι μεγέθη τα οποία ρυθμίζονται από την γεννήτρια η οποία και χρησιμοποιείται για να τροφοδοτήσει το κύκλωμα και όχι από τον παλμογράφο.

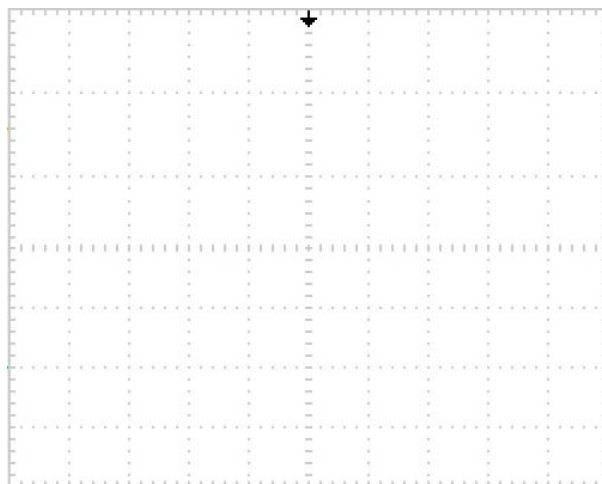
6.2 Κουμπιά/Χειριστήρια Του Παλμογράφου

Αρχικά πρέπει να ενεργοποιηθεί ο παλμογράφος από το κουμπί ενεργοποίησης το οποίο βρίσκεται στο πάνω αριστερό μέρος του παλμογράφου όπως φαίνεται στην Εικόνα 6-5.



Εικόνα 6-5: Διακόπτης λειτουργίας Παλμογράφου

Παρατηρείται ότι η οθόνη του παλμογράφου (Εικόνα 6-6) είναι χωρισμένη σε τετράγωνα. Κάθε τετράγωνο ονομάζεται division (div).



Εικόνα 6-6: Οθόνη παλμογράφου

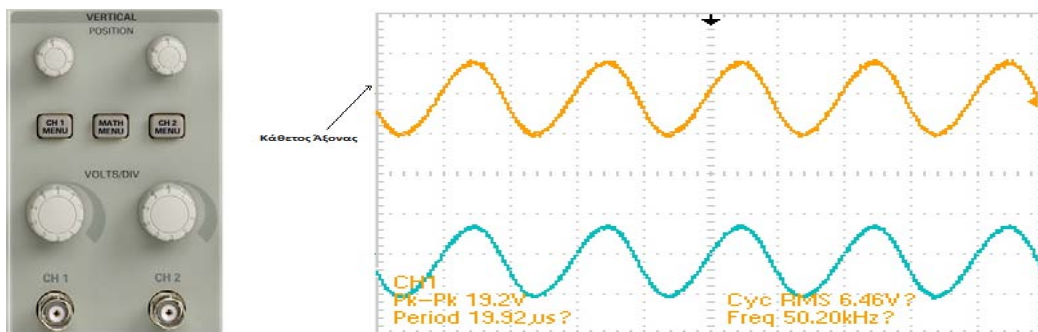
Επίσης είναι χωρισμένη και σε τέσσερα μεγαλύτερα τετράγωνα από μια κάθετη και οριζόντια γραμμή οι οποίες τέμνονται στο κέντρο της οθόνης. Αυτές παριστάνουν τον κάθετο και οριζόντιο άξονα αντίστοιχα.

Στη συνέχεια αναλύονται τα χειριστήρια του παλμογράφου:

Vertical

Όπως προαναφέρθηκε, στα κανάλια CH1, CH2 συνδέονται τα probes. Στην Εικόνα 6-7 γίνονται αντιληπτά δυο χειριστήρια, ένα για κάθε κανάλι, με όνομα *POSITION*. Γυρίζοντας τα μετακινείται και η αντίστοιχη κυματομορφή στην οθόνη προς τα πάνω ή προς τα κάτω στον κάθετο άξονα:

Εργαστήριο Ηλεκτρονικής Ι



Εικόνα 6-7: Χειριστήρια VERTICAL POSITION

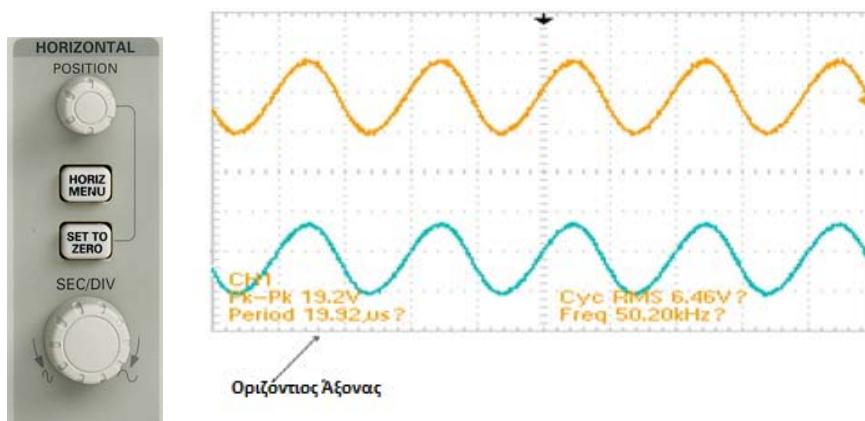
Από κάτω υπάρχουν δυο άλλα χειριστήρια, ένα για κάθε κανάλι, με το διακριτικό Volts/Div. Γυρίζοντας ένα από αυτά τα χειριστήρια μεταβάλλεται η κλίμακα των Volts ανά division δηλαδή αυξάνεται ή μειώνεται ο αριθμός των Volt που παριστάνεται σε ένα division.

Τέλος γίνονται αντιληπτά και άλλα δύο κουμπιά, ένα κουμπί CH1 MENU και ένα κουμπί CH2 MENU, τα οποία πατώντας τα εμφανίζονται στην οθόνη τα μενού για κάθε κανάλι αντίστοιχα.

Τέλος υπάρχει και το κουμπί MATH MENU το οποίο δίνει την δυνατότητα πρόσθεσης αφαίρεσης κυματομορφών και προβολή της κυματομορφής που προκύπτει από αυτές τις πράξεις.

Horizontal

Παράλληλα υπάρχει και ένα χειριστήριο με όνομα POSITION (Εικόνα 6-8). Γυρίζοντας αυτό το χειριστήριο μετακινούνται οι κυματομορφές στον οριζόντιο άξονα:



Εικόνα 6-8: Χειριστήρια HORIZONTAL POSITION

Παρακάτω υπάρχει και το χειριστήριο SEC/DIV το οποίο μεταβάλλει την κλίμακα του χρόνου ανά division δηλαδή αυξάνει ή μειώνει τα πόσα δευτερόλεπτα (seconds) παριστάνονται στον οριζόντιο άξονα ενός κουτάκι (division).

Trigger

Από αυτή την ομάδα κουμπιών γίνεται ο χειρισμός των ρυθμίσεων για το σκανδαλισμό της κυματομορφής (Εικόνα 6-9).



Εικόνα 6-9: Trigger menu

Μια άλλη ομάδα κουμπιών είναι τα κουμπιά τα οποία υπάρχουν στο πάνω μέρος του παλμογράφου και εκτελούν διάφορες λειτουργίες (Εικόνα 6-10):



Εικόνα 6-10: Κουμπιά λυτών λειτουργιών παλμογράφου

ACQUIRE: Εμφανίζει το μενού από το οποίο ρυθμίζουμε τις παραμέτρους δειγματοληψίας.

HELP: Είναι το κουμπί με το οποίο προβάλλεται στην οθόνη η βοήθεια για την χρήση του παλμογράφου.

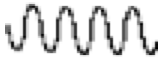
DEFAULT SETUP: Όταν επανέρχεται ο παλμογράφος σε λειτουργία οι ρυθμίσεις από την τελευταία του λειτουργία αλλάζουν αλλά διατηρούνται. Έτσι λοιπόν πατώντας το κουμπί αυτό τον επαναφέρονται οι αρχικές του ρυθμίσεις.

MEASURE: Με αυτή τη λειτουργία ο παλμογράφος μπορεί να παίρνει συγκεκριμένες μετρήσεις που αφορούν τις εικονιζόμενες κυματομορφές τις οποίες και εμφανίζει στο δεξί μέρος της οθόνης μας.

CURSOR: Χρησιμοποιείται για την εμφάνιση του μενού των δρομέων (κερσόρων). Παρακάτω περιγράφεται η χρησιμότητα τους και η διαδικασία τοποθέτησης τους.

AUTOSET: Το πλήκτρο AUTOSET ανιχνεύει όλες τις εισόδους του παλμογράφου για εισερχόμενα σήματα και προβάλλει τις ανάλογες κυματομορφές στην οθόνη. Ρυθμίζει επίσης και τον σκανδαλισμό.

Όταν η λειτουργία ανιχνεύσει ένα ημιτονοειδές σήμα ο παλμογράφος προβάλλει τις παρακάτω επιλογές:



Προβάλλει πολλαπλές επαναλήψεις με την κατάλληλη οριζόντια και κάθετη κλίμακα και ταυτόχρονα προβάλλει τις μετρήσεις των Cycle RMS, Frequency, Period και Peak-to-Peak.



Ρυθμίζει την οριζόντια κλίμακα ώστε να προβάλλει μόνο μια επανάληψη του σήματος και προβάλλει τις μετρήσεις των Mean και Peak-to-Peak.



Μετατρέπει το πεδίο του χρόνου σε συνιστώσες συχνότητας και προβάλλει ένα γράφημα της συχνότητας σε συνάρτηση με το φάσμα (στην ουσία πρόκειται για έναν μαθηματικό υπολογισμό).

Όταν η λειτουργία ανιχνεύσει έναν τετραγωνικό παλμό (ή παλμοσειρά) τότε ο παλμογράφος προβάλλει τις παρακάτω επιλογές:



Προβάλλει πολλαπλές επαναλήψεις με την κατάλληλη οριζόντια και κάθετη κλίμακα και ταυτόχρονα προβάλλει τις μετρήσεις των Peak-to-Peak, Mean, Period και Frequency.



Ρυθμίζει την οριζόντια κλίμακα ώστε να προβάλλει μόνο μια επανάληψη του σήματος και προβάλλει τις μετρήσεις των Min, Max, Mean και Positive Width.



Προβάλλει την ανερχόμενη ακμή και τις μετρήσεις των Rise Time και Peak-to-Peak.



Προβάλλει την κατερχόμενη ακμή και τις μετρήσεις των Fall Time και Peak-to-Peak.

Undo Autoset: Με την επιλογή αυτή ο παλμογράφος επαναφέρει τις παλιές ρυθμίσεις.

AUTORANGE: Με το πλήκτρο αυτό ενεργοποιείται ή απενεργοποιείται η λειτουργία AUTORANGE. Το λαμπάκι στην αριστερή πλευρά του κουμπιού όταν είναι αναμμένο δηλώνει ότι η λειτουργία είναι ενεργή. Η λειτουργία AUTORANGE ρυθμίζει αυτόματα τις παραμέτρους για να εντοπιστεί ένα σήμα. Με την ενεργοποίηση του παλμογράφου η λειτουργία αυτή είναι πάντοτε ανενεργή.

Πιο συγκεκριμένα η λειτουργία *AUTORANGE*:

Vertical and Horizontal: Εντοπίζει και ρυθμίζει και τους δυο άξονες

Vertical Only: Εντοπίζει και ρυθμίζει την κλίμακα μόνο στον κάθετο άξονα. Τις ρυθμίσεις στον οριζόντιο άξονα δεν τις αλλάζει.

Horizontal Only: Εντοπίζει και ρυθμίζει την κλίμακα μόνο στον οριζόντιο άξονα. Τις ρυθμίσεις στον κάθετο άξονα δεν τις αλλάζει.

Undo Autoranging: Ο παλμογράφος καλεί τις προηγούμενες ρυθμίσεις.

RUN/STOP: Πατώντας το κουμπί αυτό ο παλμογράφος να δειγματοληπτεί συνεχώς κυματομορφές. Ξαναπατώντας το διακόπτετε η δειγματοληψία.

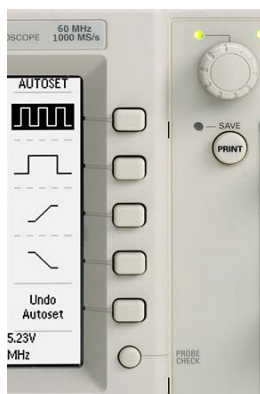
SAVE/RECALL: Με αυτό το κουμπί εμφανίζεται στην οθόνη του παλμογράφου το μενού αποθήκευσης το οποίο αναλύετε αργότερα σε άλλη παράγραφο.

DISPLAY: Πατώντας το πλήκτρο επιλέγετε το πως θα προβάλλονται οι κυματομορφές στην οθόνη καθώς και την εμφάνιση ολόκληρης της οθόνης. Πατώντας το προβάλλονται στην οθόνη οι επιλογές που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Επιλογές	Ρυθμίσεις	Σχόλια
Type	Vectors,Dots	Με την ρύθμιση Vectors δεν θα υπάρχουν κενά στην προβολή ανάμεσα στα σημεία όπου έγινε δειγματοληψία. Ενώ με την ρύθμιση Dots προβάλλονται μόνο τα σημεία όπου έγινε δειγματοληψία.
Persist	OFF, 1 sec, 2 sec, Infinite	Ρυθμίζει το χρόνο προβολής καθε 2 sec, 5 sec σημείου δειγματοληψίας.
Format	YT, XY	Η ρύθμιση YT προβάλλει την τάση στον κάθετο άξονα ενώ τον χρόνο στον οριζόντιο. Η ρύθμιση XY προβάλλει ένα σημείο κάθε φορά που ένα δείγμα παίρνεται από το κανάλι 1 και το κανάλι 2. Η τάση ή το ρεύμα στο κανάλι 1 καθορίζει την τετμημένη του σημείου ενώ η τάση ή το ρεύμα στο κανάλι 2 καθορίζει την τεταγμένη.
Contrast		Διευκολύνει την προβολή της κυματομορφής ενός καναλιού

Πίνακας 6-1: Επιλογές του πλήκτρου DISPLAY του παλμογράφου

Τελευταία ομάδα κουμπιών/χειριστηρίων είναι τα κουμπιά επιλογής με το multipurpose περιστρεφόμενο χειριστήριο (Εικόνα 6-11).



Εργαστήριο Ηλεκτρονικής Ι

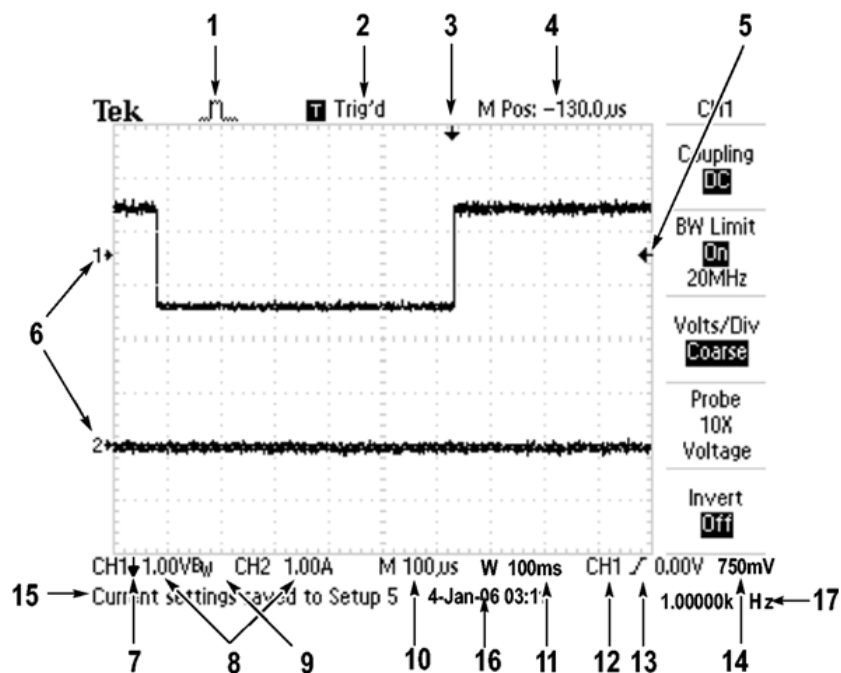
Εικόνα 6-11: Κουμπιά multipurpose

Τα κουμπιά επιλογής είναι τα 5 ορθογώνια κουμπιά που βρίσκονται δίπλα στην οθόνη από την δεξιά πλευρά της (Εικόνα 6-11). Τα κουμπιά αυτά δεν έχουν κάποια συγκεκριμένη λειτουργία όπως αυτά που προαναφέραμε αλλά αντιπροσωπεύουν κάθε φορά την επιλογή που βρίσκεται ακριβώς δίπλα τους στην οθόνη.

Το multipurpose knob είναι το περιστρεφόμενο χειριστήριο πάνω δεξιά στην διπλανή εικόνα. Είναι ένα χειριστήριο γενικής χρήσης το οποίο κάθε φορά ανάλογα με το τι κάνουμε έχει και μια συγκεκριμένη λειτουργία. Το χειριστήριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί αν το λαμπάκι πάνω αριστερά από αυτό είναι αναμμένο.

6.3 Η Οθόνη Του Παλμογράφου

Ας αναλύσουμε τώρα λίγο τις ενδείξεις τις οποίες παρατηρούμε στην οθόνη του παλμογράφου (Εικόνα 6-12).



Εικόνα 6-12: Οθόνη και ενδείξεις παλμογράφου

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



Sample mode.

Εργαστήριο Ηλεκτρονικής Ι

Δρ. Χ. Μιχαήλ

Τμ. Μηχανικών Η/Υ & Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Πατρών



Peak detect mode.









Average mode.

2. Η κατάσταση Σκανδαλισμού μπορεί να βρίσκεται σε μία από τις παρακάτω καταστάσεις:

- Armed.** Ο παλμογράφος δειγματοληπτεί δεδομένα προ σκανδαλισμού.
- Ready.** Όλα τα προ σκανδαλισμού δεδομένα έχουν δειγματοληφθεί και ο παλμογράφος είναι έτοιμος να δεχθεί σήμα σκανδαλισμού.
- Trig'd.** Ο παλμογράφος έχει δεχθεί σήμα σκανδαλισμού και δειγματοληπτεί τα μετά σκανδαλισμού δεδομένα.
- Stop.** Ο παλμογράφος έχει σταματήσει να δειγματοληπτεί 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 υποδεικνύει την οριζόντια θέση σκανδαλισμού. Η θέση του δείκτη ρυθμίζεται από το "HORIZONTAL POSITION" περιστρεφόμενο κουμπί.
4. Αυτή η ένδειξη απεικονίζει το χρόνο του κάθετου άξονα συντεταγμένων. Ο χρόνος στο σημείο σκανδαλισμού είναι 0.
5. Ο δείκτης καταδεικνύει το επίπεδο σκανδαλισμού.
6. Οι δείκτες αυτοί καταδεικνύουν τα επίπεδα αναφοράς(γείωσης) των απεικονιζόμενων κυματομορφών. Εάν δεν υπάρχει δείκτης το κανάλι δεν απεικονίζεται.
7. Αυτό το βέλος καταδεικνύει ότι η κυματομορφή είναι ανεστραμμένη.
8. Οι ενδείξεις εμφανίζουν τις τιμές της κατακόρυφης κλίμακας των καναλιών.
9. Το Bw καταδεικνύει ότι το κανάλι είναι περιορισμένου εύρους.
10. Αυτή η ένδειξη εμφανίζει τη ρύθμιση της μονάδας και κλίμακας του χρόνου.
11. Αυτή η ένδειξη εμφανίζει τη ρύθμιση της παραθυρικής βάσης του χρόνου εάν χρησιμοποιείται. Η ένδειξη εμφανίζει την πηγή σκανδαλισμού.
12. Το εικονίδιο εμφανίζει το 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

13. Η ένδειξη εμφανίζει το επίπεδο σκανδαλισμού.

14. Στην περιοχή αυτή της οθόνης εμφανίζονται συγκεκριμένα βοηθητικά μηνύματα. Κάποια από αυτά εμφανίζονται μόνο για 3 δευτερόλεπτα. Η πληροφορίες αυτές μπορούν να είναι:

- Οδηγίες πρόσβασης σε άλλο μενού, όπως πχ αυτό που εμφανίζεται όταν πατηθεί το κουμπί TRIG MENU: “For TRIGGER HOLDOFF, go to HORIZONTAL MENU”
- Υποδείξεις του τι μπορεί να θέλει ο χρήστης να κάνει αμέσως μετά, όπως για παράδειγμα όταν πατηθεί το κουμπί MEASURE: “Push an option button to change its measurement”
- Πληροφορίες σχετικά με μία λειτουργία που εκτέλεσε ο παλμογράφος, όπως για παράδειγμα όταν πατάτε το κουμπί DEFAULT SETUP: “Default setup recalled”
- Πληροφορίες σχετικά με την κυματομορφή, όπως για παράδειγμα όταν πατάτε το κουμπί AUTOSSET: “Square wave or pulse detected on CH1”

15. Ένδειξη ημερομηνίας και ώρας.

16. Η ένδειξη εμφανίζει την συχνότητα σκανδαλισμού.

6.4 Βασικές Μετρήσεις Με Τον Παλμογράφο

Θεωρώντας ότι έχουν συνδεθεί τα probes στον παλμογράφο και στα σημεία όπου ζητείται να μετρηθεί η τάση, αυτό που μένει είναι να γίνουν οι απαιτούμενες ρυθμίσεις έτσι ώστε να φαίνονται και στην οθόνη του παλμογράφου οι μετρήσεις. Οπότε ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία:

Για να μετρηθούν χαρακτηριστικά μεγέθη της/των κυματομορφής/κυματομορφών όπως η συχνότητα του σήματος, η περίοδος, το πλάτος peak-to-peak, το rise time και το εύρος του θετικού παλμού κ.α απαιτούνται τα εξής βήματα:

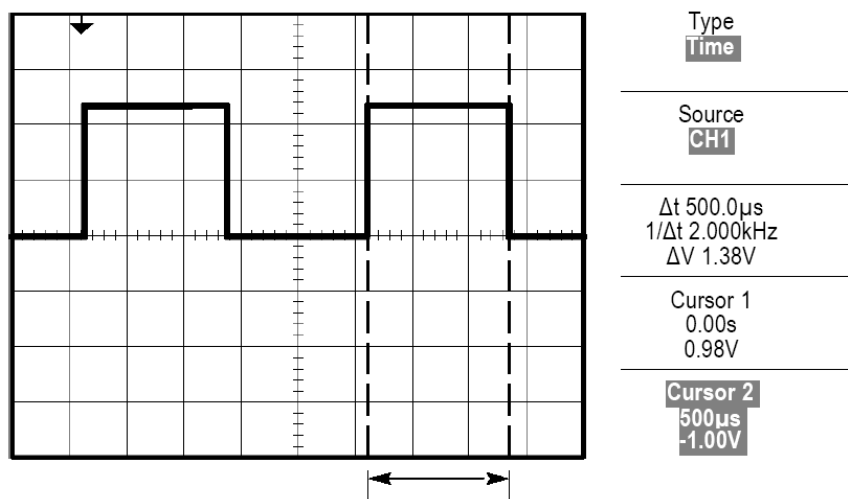
1. Επιλέγεται το κουμπί MEASURE για να εμφανιστεί στο δεξί μέρος της οθόνης του παλμογράφου το μενού των μετρήσεων. Γίνεται αντιληπτό ότι υπάρχουν 5 μενού μετρήσεων όσα είναι και τα κουμπιά επιλογής. Η διαδικασία για κάθε ένα μενού επιλογής είναι ή ίδια.
2. Πατώντας το πρώτο κουμπί επιλογής εμφανίζεται το μενού μέτρησης 1.
3. Πατώντας επαναληπτικά το κουμπί επιλογής Type (ή γυρίζοντας το multipurpose knob) τίθεται η ένδειξη στην τιμή freq. Η ένδειξη Value εμφανίζει τη μέτρηση η οποία ενημερώνεται αυτόματα.
4. Επιλέγεται το κουμπί Back.
5. Αντίστοιχα επαναλαμβάνεται η ίδια διαδικασία για τα υπόλοιπα μενού επιλογής(κάθε φορά χρησιμοποιούμε το αντίστοιχο κουμπί επιλογής) και απλά κάθε φορά επιλέγεται διαφορετική ένδειξη στο Type ανάλογα με το μέγεθος το οποίο πρέπει να προβληθεί στο όργανο.

Χρήση κερσόρων

Κέρσορες χρησιμοποιούνται για να την μέτρηση χρόνου (ενός θετικού παλμού για παράδειγμα στην εικόνα 6-13) ή την διαφορά φάσης μεταξύ δύο κυματομορφών.

Αρχικά θα χρησιμοποιηθούν κέρσορες σε μια μόνο κυματομορφή μετρώντας ένα θετικό παλμό. Για να τοποθετηθούν οι κέρσορες ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία:

1. Επιλέγεται το κουμπί Cursor για να εμφανιστεί στο δεξί μέρος της οθόνης το μενού των κερσόρων.
2. Τίθεται, πατώντας επαναληπτικά το κουμπί επιλογής Type (ή γυρίζοντας το multipurpose knob), η ένδειξη στην τιμή Time.
3. Επιλέγεται πατώντας επαναληπτικά το κουμπί επιλογής Source (ή γυρίζοντας το multipurpose knob) η ένδειξη CH1.
4. Επιλέγεται το κουμπί επιλογής Cursor 1.
5. Περιστρέφοντας το multipurpose knob τοποθετείται ο δρομέας στην ανερχόμενη ακμή του παλμού.
6. Επιλέγεται το κουμπί επιλογής Cursor 2.
7. Περιστρέφοντας το multipurpose knob τίθεται ο δρομέας στην κατερχόμενη ακμή του παλμού



Εικόνα 6-13: Χρήση κερσόρων παλμογράφου

Ας μετρηθεί τώρα η διαφορά φάσης μεταξύ δυο κυματομορφών.

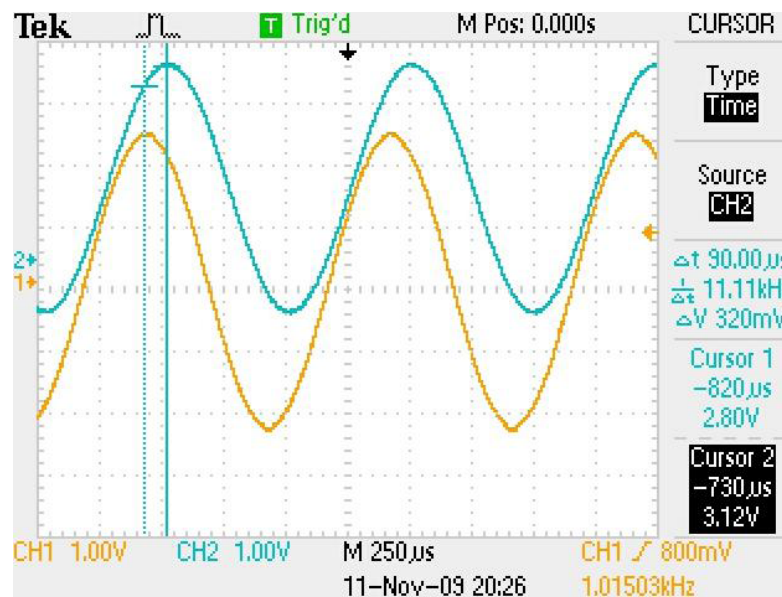
Εργαστήριο Ηλεκτρονικής Ι

Δρ. Χ. Μιχαήλ

Τμ. Μηχανικών Η/Υ & Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Πατρών

1. Επιλέγεται το κουμπί Cursor για να εμφανιστεί στο δεξί μέρος της οθόνης το μενού των κερσόρων.
2. Τίθεται πατώντας επαναληπτικά το κουμπί επιλογής Source (ή γυρίζοντας το multipurpose knob) η ένδειξη CH1.
3. Επιλέγεται το κουμπί επιλογής Cursor 1.
4. Περιστρέφοντας το multipurpose knob τοποθετείται ο δρομέας στην κορυφή της πρώτης κυματομορφής.
5. Επιλέγεται το κουμπί επιλογής Cursor 2.
6. Επιλέγεται πατώντας επαναληπτικά το κουμπί επιλογής Source (ή γυρίζοντας το multipurpose knob) η ένδειξη CH2.
7. Περιστρέφοντας το multipurpose knob τίθεται ο δρομέας στην κορυφή της δεύτερης κυματομορφής.

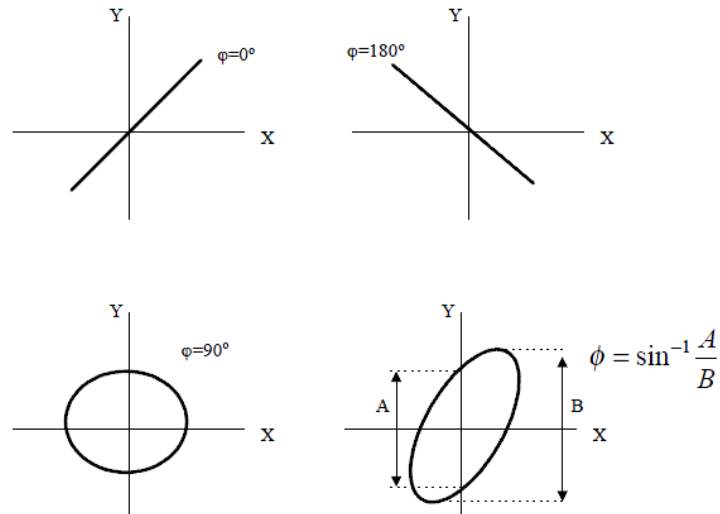
Οι κέρσορες φαίνονται στην Εικόνα 6-14.



Εικόνα 6-14: Μέτρηση διαφορά φάσης κυματομορφών με χρήση κερσόρων

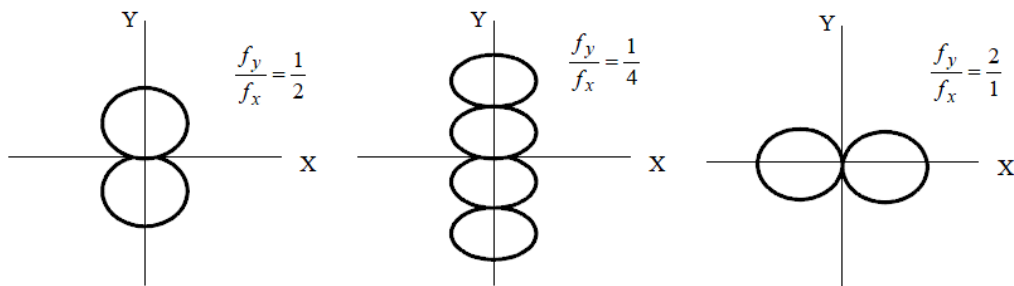
Η διαφορά φάσης δίνεται από την σχέση $\phi = 360 \circ \cdot d/D$, όπου d είναι η απόσταση μεταξύ των δυο κορυφών και D η απόσταση η οποία αντιστοιχεί σε μια περίοδο.

Πατώντας το κουμπί DISPLAY επιλέγεται η τιμή XY. Με αυτό τον χειρισμό προβάλλεται στον παλμογράφο η τάση του καναλιού 1 (οριζόντιος άξονας) σε συνάρτηση με την τάση του καναλιού 2 (κάθετος άξονας). Για τις διάφορες τιμές της διαφοράς φάσης στην οθόνη εμφανίζεται κάποιο από τα σχήματα τις εικόνας 6-15.



Εικόνα 6-15: Ρύθμιση Format

Έχει τεθεί η ρύθμιση format όπως πριν, και εδώ θα εμφανιστούν τα σχήματα Lissajous. Αν η μία συχνότητα είναι ακέραιο πολλαπλάσιο της άλλης τότε τα σχήματα είναι κλειστά όπως παρακάτω (Εικόνα 6-16).

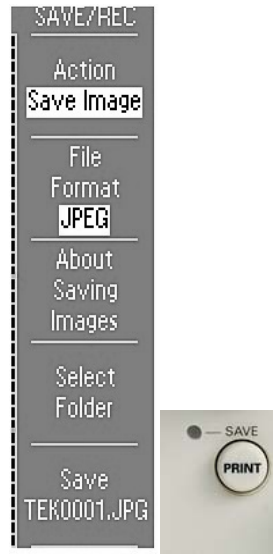


Εικόνα 6-16: Lissajous patterns

Με αυτόν τον τρόπο γίνεται ο υπολογισμός άγνωστης συχνότητας f_y μέσω της σχέσης $f_y/f_x = n_x/n_y$ όπου n_x είναι ο αριθμός των λοβών στον οριζόντιο άξονα ενώ n_y στον κατακόρυφο άξονα.

6.5 Αποθήκευση/Εκτύπωση Κυματομορφών

Όταν έχουν ληφθεί οι μετρήσεις και έχουν γίνει και οι κατάλληλες ρυθμίσεις ώστε να φαίνονται στην οθόνη του παλμογράφου, τότε είναι πολύ πιθανό να χρειαστεί να αποθηκευθούν κάπως αυτές οι μετρήσεις ή οι κυματομορφές. Για αυτόν τον σκοπό υπάρχει το κουμπί PRINT με το οποίο αποθηκεύεται η κυματομορφή σε ένα USB-stick (το οποίο πρέπει να είναι μέχρι 2 GB χωρητικότητας και διαμορφωμένο σε FAT ώστε να μπορέσει να το αναγνωρίσει ο παλμογράφος) ή εκτυπώνεται σε κάποιον συμβατό με τον παλμογράφο εκτυπωτή ο οποίος και έχει συνδεθεί στην θύρα USB του παλμογράφου. Τις ρυθμίσεις για την αποθήκευση της κυματομορφής διαμορφώνονται από το κουμπί SAVE/CALL όπου όταν το επιλέγεται εμφανίζεται το μενού αποθήκευσης στο δεξί μέρος της οθόνης του παλμογράφου (Εικόνα 6-17).



Εικόνα 6-17: Αποθήκευση/εκτύπωση κυματομορφών

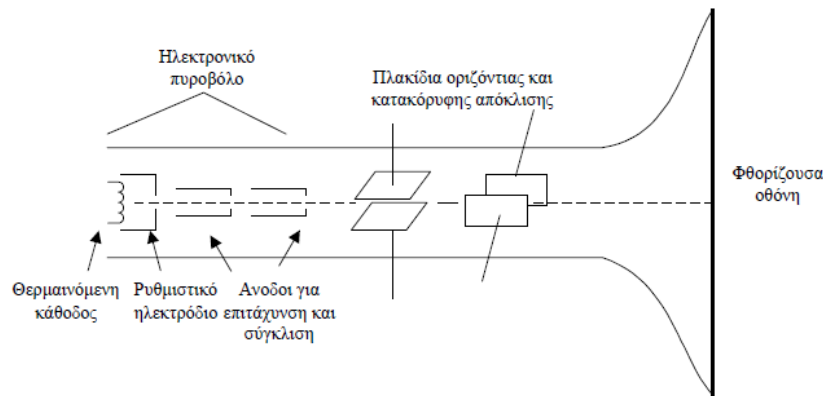
Κάθε ένα από τα μενού τα οποία διακρίνονται στην Εικόνα 6-17 μπορούν να επιλεγθούν με το αντίστοιχο κουμπί επιλογής που υπάρχει δίπλα σε κάθε μενού, και μετά πατώντας το κουμπί αυτό επαναληπτικά ή χρησιμοποιώντας το multipurpose knob να γίνει αλλαγή στις ρυθμίσεις του. Παρόλο όμως που όπως παρατηρείται, η τελευταία επιλογή του μενού αποθήκευσης είναι το SAVE αν επιλεγθεί σε αυτή τη στιγμή (με το μενού αποθήκευσης να προβάλλεται στην οθόνη) στην αποθηκευμένη κυματομορφή θα υπάρχει αντί για το μενού των μετρήσεων το μενού αποθήκευσης. Άρα για την αποθήκευση και την αποτύπωση όλων των στοιχείων πρέπει να προβάλλεται η κυματομορφή με τις μετρήσεις τις και να επιλεγθεί η επιλογή SAVE ALL.

6.6 Λίγα Πράγματα Για Την Τεχνολογία Του Παλμογράφου

6.6.1 Τα Βασικά Μέρη Του Παλμογράφου

Τα βασικά μέρη από τα οποία αποτελείται ο παλμογράφος είναι τα εξής:

- Καθοδικός σωλήνας με την βοήθεια του οποίου γίνεται η απεικόνιση της μετρούμενης τάσης.



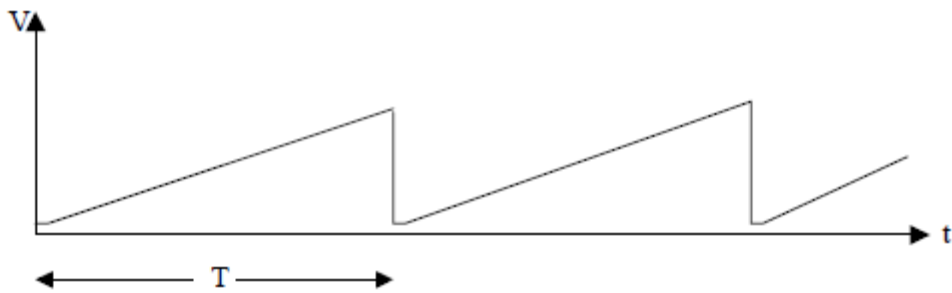
Εικόνα 6-18: Καθοδικός σωλήνας παλμογράφου

Στο σχήμα της εικόνας 6-18 φαίνονται τα κύρια μέρη του καθοδικού σωλήνα. Τα ηλεκτρόνια εκπέμπονται από μία θερμαινόμενη κάθοδο, και με τη βοήθεια ενός ρυθμιστικού ηλεκτροδίου που την περιβάλλει επιλέγεται ο αριθμός τους που θα σχηματίσει τη δέσμη. Με ένα ποτενσιόμετρο, που βρίσκεται στην μπροστινή όψη του παλμογράφου μεταβάλλουμε το δυναμικό του ρυθμιστικού ηλεκτροδίου και έτσι μεταβάλλεται και ο αριθμός των ηλεκτρονίων που θα σχηματίσουν την δέσμη. Με αυτό τον τρόπο ελέγχουμε την φωτεινότητα της δέσμης. Τα εκπεμπόμενα από την κάθοδο ηλεκτρόνια επιταχύνονται και εστιάζονται από ένα σύστημα ανόδων. Με την βοήθεια ενός ποτενσιόμετρου, που βρίσκεται στην μπροστινή πλευρά του παλμογράφου ρυθμίζουμε τα δυναμικά του συστήματος των ανόδων. Με τον τρόπο αυτόν μεταβάλλουμε την εστίαση της δέσμης στην οθόνη του παλμογράφου. Η κάθοδος το ρυθμιστικό ηλεκτρόδιο, η πρώτη και η δεύτερη άνοδος αποτελούν το ηλεκτρονικό πυροβόλο του καθοδικού σωλήνα. Η δέσμη των ηλεκτρονίων καθώς εξέρχεται από το ηλεκτρονικό πυροβόλο, περνά από τα πλακίδια κατακόρυφης και οριζόντιας απόκλισης. Είναι ζεύγη πλακιδίων, με επίπεδα κάθετα μεταξύ τους, στα οποία εφαρμόζονται κατάλληλες εσωτερικές ή εξωτερικές τάσεις. Με την επίδραση των παραπάνω τάσεων η κηλίδα μπορεί να μετακινείται είτε στο οριζόντιο, είτε στον κατακόρυφο άξονα. Έτσι η θέση της κηλίδας στην οθόνη του παλμογράφου αναφέρεται σε σύστημα καρτεσιανών συντεταγμένων και η κίνηση της είναι η συνισταμένη των επιμέρους κινήσεων που αντιστοιχούν στους δυο άξονες. Η οθόνη είναι επιχρισμένη με λεπτό στρώμα από υλικό που φθορίζει και καθώς τα ηλεκτρόνια προσπίπτουν σε αυτή σχηματίζεται μία φωτεινή κηλίδα.

- Ενισχυτές οριζόντιας και κατακόρυφης απόκλισης, που χρησιμεύουν στη σωστή απεικόνιση του σήματος εισόδου.

Σε πολλές εφαρμογές μετριοούνται είτε πολύ μικρά είτε πολύ μεγάλα σήματα με αποτέλεσμα να υπάρχει δυσκολία στη σωστή απεικόνιση τους πάνω στην οθόνη του παλμογράφου. Για το σκοπό αυτό παρεμβάλλονται ενισχυτές/εξασθενητές μεταξύ των σημάτων εισόδου και των πλακιδίων απόκλισης. Με την βοήθεια επιλογέων ρυθμίζεται η απολαβή των παραπάνω ενισχυτικών διατάξεων, έτσι ώστε να δίνουν μια καθορισμένη απόκλιση για δοσμένη τάση εισόδου. Συνήθως, η ευαισθησία του παλμογράφου δίνεται σε V/cm ή σε mV/cm.

- Κύκλωμα παραγωγής πριονωτής τάσης, που χρησιμεύει στην απεικόνιση της υπό εξέταση τάσης ως συνάρτηση του χρόνου.

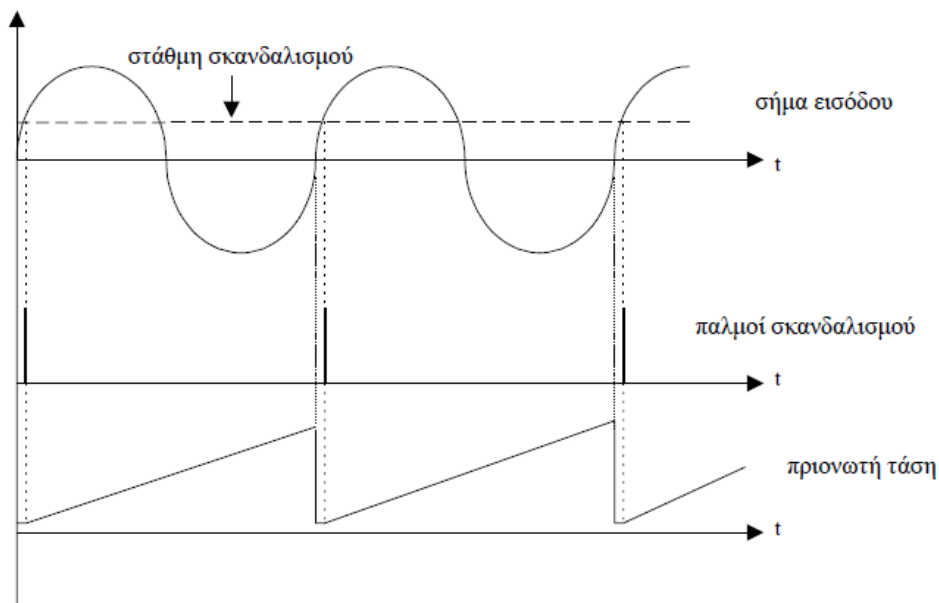


Εικόνα 6-19: Κυματομορφή πριονωτής τάσης

Στις περισσότερες περιπτώσεις, απαιτείται η απεικόνιση μιας τάσης ως συνάρτηση του χρόνου. Η μορφή της φαίνεται στην εικόνα 6-19.

Καθώς η τάση αυξάνει με το χρόνο η κηλίδα αρχίζει να κινείται ομαλά προς τα δεξιά και μετά από χρόνο T , ο οποίος ονομάζεται περίοδος σάρωσης, επιστρέφει στο αρχικό σημείο. Η περίοδος σάρωσης καθορίζει και τον αριθμό των αντίστοιχων περιόδων του σήματος εισόδου, οι οποίες θα εμφανιστούν στην οθόνη του παλμογράφου. Για παράδειγμα, εάν η περίοδος T είναι τέσσερις φορές μεγαλύτερη από την περίοδο του εφαρμοζόμενου σήματος, τότε θα απεικονιστούν τέσσερις κύκλοι του. Για να ρυθμιστεί η περίοδος σάρωσης υπάρχει ο επιλογέας βάσης χρόνου στον παλμογράφο, με τον οποίο ουσιαστικά ρυθμίζεται η ταχύτητα οριζόντιας σάρωσης της οθόνης. Ο επιλογέας είναι βαθμολογημένος σε sec/cm , msec/cm , $\mu\text{sec/cm}$.

- Κύκλωμα σκανδαλισμού με τη βοήθεια του οποίου λαμβάνονται σταθερές κυματομορφές στην οθόνη του παλμογράφου



Εικόνα 6-20: Συγχρονισμός κυκλώματος παραγωγής πριονωτής τάσης

Για να προβληθεί στην οθόνη του παλμογράφου σταθερή εικόνα κάποιου σήματος, πρέπει η σάρωση να αρχίζει την ίδια χρονική στιγμή της περιόδου του σήματος. Σε αντίθετη περίπτωση, η κυματομορφή θα φαίνεται σαν να κινείται στην οθόνη του παλμογράφου. Για την αποφυγή του παραπάνω προβλήματος, απαιτείται ένα κύκλωμα το οποίο θα συγχρονίζει την εφαρμογή της πριονωτής τάσης και το σήμα εισόδου. Αυτό είναι το κύκλωμα σκανδαλισμού που λειτουργεί ως εξής: στην είσοδο του υπάρχει ένα κύκλωμα δειγματοληψίας το οποίο συνδέεται είτε με τι προς απεικόνιση σήμα είτε με κάποιο άλλο εξωτερικό σήμα που αποτελεί την πηγή σκανδαλισμού. Όταν η στάθμη εισόδου στο κύκλωμα σκανδαλισμού φτάσει σε κάποια καθορισμένη τιμή τότε η έξοδος του δίνει έναν παλμό. Αυτός διεγείρει το κύκλωμα πριονωτής τάσης δίνοντας εντολή για την παραγωγή της και έτσι η κηλίδα αρχίζει να σαρώνει οριζόντια την οθόνη του παλμογράφου, ξεκινώντας την ίδια χρονική στιγμή της περιόδου του υπό παρατήρηση σήματος.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η χρονική σχέση των κυματομορφών του σήματος εισόδου, της εξόδου του κυκλώματος σκανδαλισμού και της πριονωτής τάσης.

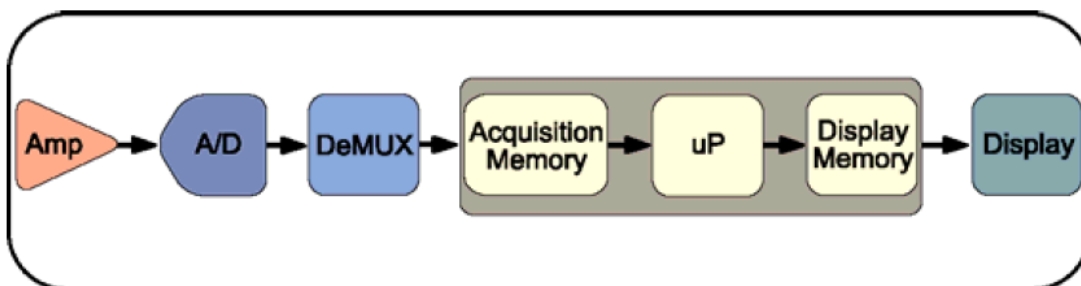
6.6.2 Αρχές Λειτουργίας Του Ψηφιακού Παλμογράφου

Σε αντίθεση με τους αναλογικούς παλμογράφους, οι ψηφιακοί παλμογράφοι χρησιμοποιούν μετατροπέα αναλογικού σήματος σε ψηφιακό. 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 ανήκει στην κατηγορία DSO των ψηφιακών παλμογράφων. Στους DSO (Digital Storage Oscilloscope) παλμογράφους, ο ADC παίρνει δείγματα του σήματος σε διακριτά σημεία του και μετατρέπει το δυναμικό τους σε ψηφιακές τιμές που καλούνται «σημεία 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 μια «καταγραφή κυματομορφής» καλείται «μήκος καταγραφής». Η κυματομορφή στη συνέχεια εμφανίζεται στην οθόνη.

Το σχηματικό της εικόνας 6-21 είναι το block diagram ενός DSO.



Εικόνα 6-21: Block Diagram DSO παλμογράφου

Ο DSO ενσωματώνει ένα μικροεπεξεργαστή(φαίνεται ως uP στην εικόνα 6-21) που επεξεργάζεται το σήμα, διαχειρίζεται τις λειτουργίες απεικόνισης και εκκινεί τις διαδικασίες εκείνες που αντιστοιχούν στο πάτημα των κουμπιών του μπροστινού πάνελ του παλμογράφου.

7 Συχνά Λάθη

- Ένα συχνό λάθος που κάνουν οι φοιτητές είναι ότι όταν αντιλαμβάνονται και διορθώνουν κάτι στο κύκλωμα στη συνέχεια δεν ελέγχουν τις υπόλοιπες συνδέσεις. Για παράδειγμα όταν αλλάζεται η θέση στη τροφοδοσία του κυκλώματος πρέπει να ελέγχεται και η θέση της γείωσης ώστε να μην βραχυκυκλώνονται τα Vcc και Ground. Πάντα όταν αλλάζεται κάτι πρέπει να ελέγχονται και τα λοιπά μέρη της κυκλώματος.
- Λόγω του αριθμού των φοιτητών που παρακολουθούν το εργαστήριο και της πολυετούς χρήσης των στοιχείων πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή σε ενδεχόμενες δυσλειτουργίες στα όργανα. Κάποιες τέτοιες δυσλειτουργίες είναι “βουλωμένες” τρύπες στο breadboard από υπολείμματα καλωδίων, έλεγχος για τη λειτουργία τρανζίστορ, διόδων, έλεγχος λειτουργίας τροφοδοσίας board κτλ.
- Προσοχή πρέπει να δίνεται και στη σύνδεση των καλωδίων ώστε να κάνουν καλή επαφή με το breadboard. Τα καλώδια πρέπει να πιεστούν στις τρύπες ώστε να δώσουν την αίσθηση ότι “κλείδωσαν”. Επίσης καλό θα ήταν να μην μετακινούνται κατά την διενέργεια αλλαγών στο κύκλωμα. Επιπλέον το βέλτιστο είναι να χρησιμοποιούνται όσο γίνεται λιγότερα καλώδια ώστε να απλοποιείται το κύκλωμα και τυχόν παρεμβάσεις σε αυτό. Σε περίπτωση που χρειάζεται να πραγματοποιηθεί μια σύνδεση που απαιτεί μεγάλο μήκος καλωδίων, τότε μπορούν να βραχυκυκλωθούν δύο καλώδια σε μια σειρά του breadboard ώστε να αντιμετωπιστεί αυτή η έλλειψη μακριών σε μήκος καλωδίων. Επίσης τα όργανα πρέπει να συνδέονται πάντα με τη μεταλλική αιχμή των καλωδίων καθώς το πλαστικό μέρος δεν είναι αγωγός. Αντίστοιχα πρέπει να πιέζονται και τα στοιχεία ώστε να εξασφαλιστεί η σωστή επαφή τους με το breadboard.
- Επίσης κατά την προετοιμασία του εργαστηρίου πρέπει θεωρία να είναι κατανοητή εκ των προτέρων ώστε να είναι γνωστά τα αναμενόμενα αποτελέσματα των πειραμάτων.
- Παραγωγή σήματος μικρού πλάτους: Σε κάποιες ασκήσεις ζητείται σήμα πολύ χαμηλής τάσης 1 ή 2 ή κ λιγότερων volt. Μια συμβουλή για να επιτευχθούν οι σωστές τιμές εξόδου είναι το “τσιμπημα” προς τα έξω του περιστρεφόμενου κουμπιού (knob) της γεννήτριας που ρυθμίζει τη τάση του σήματος αντίστοιχα με αυτό που εφαρμόζεται για την αλλαγή της ώρα στα αναλογικά ρολόγια χειρός.
- Κατά τη γραφή των μετρήσεων αλλά και της αναφοράς πρέπει να διακρίνονται οι μονάδες μέτρησης και ανάλογα να γίνονται οι επιθυμητές μετατροπές.

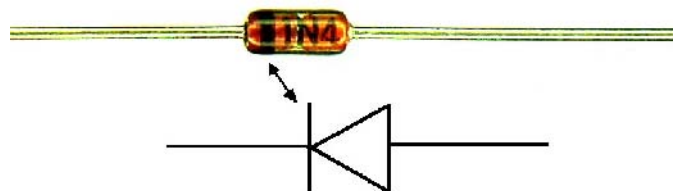


Εικόνα 7-1: Ρύθμιση πλάτους σήματος γεννήτριας

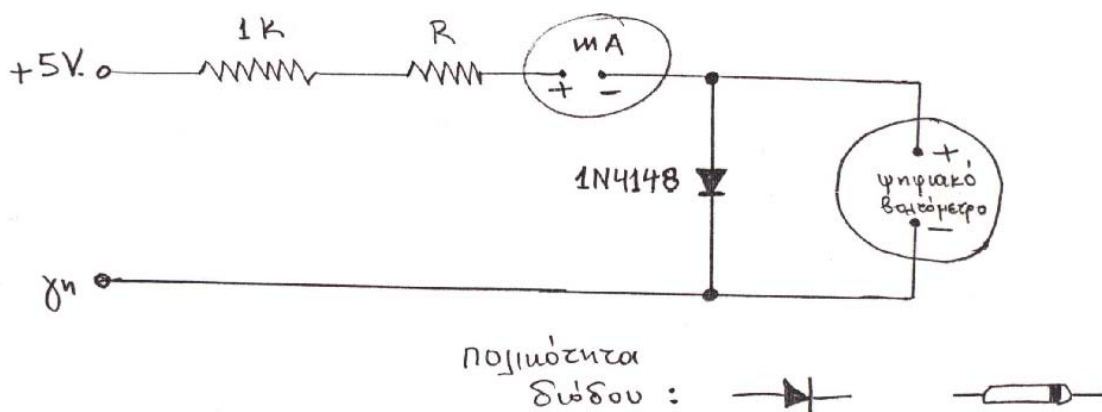
7.1 Λάθη χρησιμοποιώντας τα στοιχεία

Στο κεφαλαίο 3 έγινε αναφορά στη βασική συμπεριφορά των ηλεκτρονικών στοιχείων που χρησιμοποιούνται στα εργαστήρια. Στατιστικά τα περισσότερα λάθη κατά την εκπόνηση των ασκήσεων παρατηρούνται στην χρήση αυτών των στοιχείων. Για το λόγο αυτό κρίνεται σκόπιμο να επαναληφθούν και να τονιστούν κάποια σημεία που απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή.

Πολικότητα Διόδου: Η δίοδος είναι ένας απλός ηλεκτρονικός διακόπτης. Αποτελείται από δυο ημιαγωγούς ενωμένους. Έτσι επιτρέπεται η κίνηση του ρεύματος προς τη μία κατεύθυνση μόνο. Όταν συνδεθεί ανάποδα η δίοδος δεν άγει και υπό μεγάλο φορτίο καταστρέφεται. Κατά την υλοποίηση του κυκλώματος η μαύρη ένδειξη πάνω στη δίοδο (Εικόνα 7-2) πρέπει να τοποθετηθεί σύμφωνα με την κορυφή του τριγώνου στο σχήμα της δίοδου (Εικόνα 7-3).



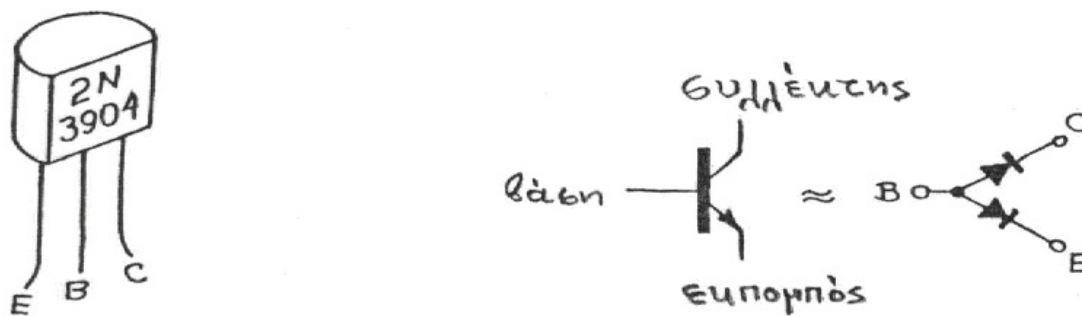
Εικόνα 7-2: Πολικότητα δίοδου



Εικόνα 7-3: Παράδειγμα διόδου σε κύκλωμα

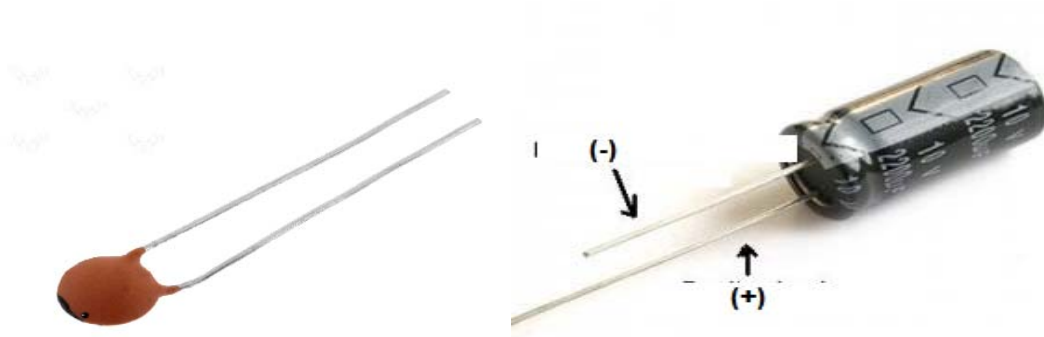
Αναγνώριση Β, C, E τρανζίστορ: Πάντα όταν χρησιμοποιούνται τρανζίστορ σε ένα κύκλωμα πρέπει να αναγνωριστούν εκ των προτέρων οι ακροδέκτες τους, πριν τη σύνδεση τους, μετρώντας την αντίσταση των επαφών BC και BE. Η επαφή BC έχει μικρότερη αντίσταση από την επαφή BE (Εικόνα 7-4). Επιπλέον μπορούν να αναγνωριστούν οι ακροδέκτες σύμφωνα με την εικόνα του τρανζίστορ. Κοιτώντας το τρανζίστορ στη πλευρά που αναγράφεται η ονομασία του, η αντιστοιχία των ακροδεκτών είναι η ακόλουθη: στα δεξιά ο συλλέκτης, στο κέντρο η βάση και αριστερά ο εκπομπός. Για την επιβεβαίωση αυτού μπορεί να χρησιμοποιηθεί η δυνατότητα ελέγχου διόδου που προσφέρουν τα ψηφιακά πολύμετρα-βολτόμετρα.

Κατά τον έλεγχο της διόδου εφαρμόζεται ένα μικρό ρεύμα και το βολτόμετρο μετράει την αντίσταση επαφής. Η επαφή BC είναι πιο μεγάλη επομένως έχει μικρότερη αντίσταση.



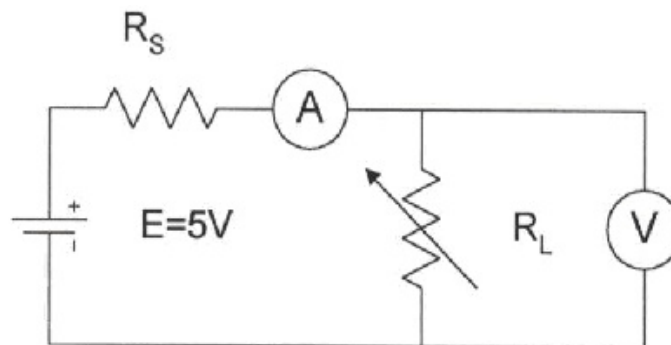
Εικόνα 7-4: BJT τρανζίστορ και οι ακροδέκτες του

Πολικότητα πυκνωτή: Στο εργαστήριο χρησιμοποιούνται δύο είδη πυκνωτών. Το ένα είδος δεν έχει πολικότητα και συνδέεται αυθαίρετα ενώ το άλλο είδος έχει πολικότητα η οποία διακρίνεται είτε με την αναγραφή του (+) στο ένα άκρο είτε με το μήκος των άκρων. Συγκεκριμένα το "ποδαράκι" με το μεγαλύτερο μήκος αντιστοιχεί στο (+) (Εικόνα 7-5).

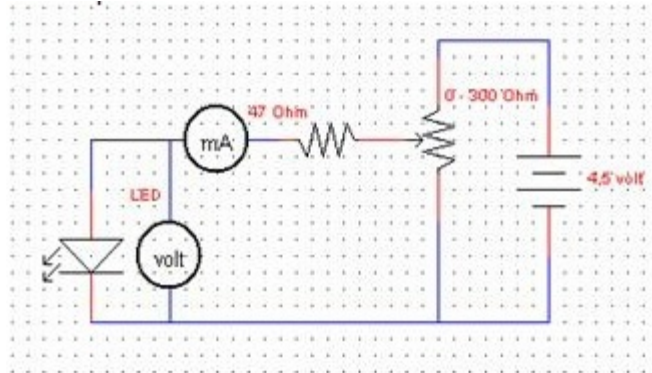


Εικόνα 7-5: Πυκνωτής χωρίς και με πολικότητα

Σύνδεση ποτενσιόμετρου: Στη χρήση μεταβλητής αντίστασης ή ποτενσιόμετρου (Εικόνα 7-8) συνδέεται με το κύκλωμα ο μεσαίος ακροδέκτης και ένας από τους ακραίους εάν το κύκλωμα είναι της μορφής της εικόνας 7-6. Ειδάλλως θα ζητηθεί η σύνδεση και των τριών ακροδεκτών όπως στο σχήμα της εικόνας 7-7.



Εικόνα 7-6: Σχηματική αναπαράσταση μεταβλητής αντίστασης (α)



Εικόνα 7-7: Σχηματική αναπαράσταση μεταβλητής αντίστασης (β)



Εικόνα 7-8: Ποτενσιόμετρο

7.2 Λάθη χρησιμοποιώντας το Breadboard

Το πιο συχνό λάθος είναι να μπερδεύει ένας φοιτητής ποιές θέσεις του board είναι ένα βραχυκύκλωμα. Δηλαδή είτε να συνδέει και τα δύο άκρα ενός στοιχείου στο ίδιο βραχυκύκλωμα, είτε να αφήνει τρύπες στην σειρά του κυκλώματος λόγω μη κατανόησης της έννοιας του βραχυκυκλώματος. Ο φοιτητής πρέπει να αντιμετωπίζει ένα βραχυκύκλωμα του board ως μια μοναδική τελεία (κόμβο) στο σχεδιασμένο κύκλωμα, και να προσπαθεί κάθε στιγμή να δει αν μπορεί να αντικαταστήσει το κύκλωμα του στο χαρτί. Δηλαδή, οποιοδήποτε καλώδιο έχει θεωρητικά ελάχιστη προς μηδενική αντίσταση, άρα το μέγεθος του μπορεί να επιμηκυνθεί ή να μηδενιστεί αναλόγως. Αυτό μπορεί να σημαίνει πως δύο ίδια κυκλώματα μπορούν να φαίνονται διαφορετικά, η καλύτερη επιλογή του φοιτητή είναι να φτιάξει το κύκλωμα όπως φαίνεται πιο εύκολο ώστε να το καταλαβαίνει, παρόλα αυτά, το προτιμότερο είναι να μην κατασκευάζει κυκλώματα με πάρα πολλά καλώδια.

Μια ειδική εξαίρεση για τις βραχυκυκλωμένες θέσεις του board είναι η κάτω σειράς οι οποίες αποτελούν μια ολόκληρη σειρά βραχυκύκλωμα.

Ακόμη πρέπει να γίνεται καλή επαφή των στοιχείων είτε των καλωδίων καλά με το board διότι αν δεν κάνουν καλή επαφή το κύκλωμα είναι ανοιχτό και από εκείνο το στοιχείο δεν συνδέεται στον κόμβο, καλό θα ήταν ο φοιτητής να είναι σίγουρος ότι το στοιχείο ή το καλώδιό του εφαρμόζει τέλεια στο board.

Κάποια στοιχεία έχουν συγκριμένες πολικότητες και πρέπει να συνδέονται βάση αυτών. Πιθανή λάθος σύνδεση μπορεί να προκαλέσει μέχρι και κάψιμο (υπερθέρμανση) αυτών.

Τα στοιχεία πάνω τους έχουν ενδείξεις για το ποιο είναι το + η – άκρο τους, και σε κάθε περίπτωση όπου υπάρχει ένδειξη πολικότητας στο στοιχείο πρέπει πάντα να συνδέεται σωστά. Η πολικότητα των βασικότερων στοιχείων που χρησιμοποιούνται έχει επισημανθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο μαζί με την περιγραφή τους (Κεφάλαιο 3).

Τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται κατά την εκπόνηση των εργαστηριακών ασκήσεων έχουν γυμνά μεταλλικά μέρη. Κατά την διασύνδεση τους στο breadboard απαιτείται μεγάλη προσοχή έτσι ώστε να μην ακουμπούν οι γυμνοί ακροδέκτες των στοιχείων μεταξύ τους και παρατηρούνται έτσι βραχυκυκλώματα.

7.3 Λάθη χρησιμοποιώντας το πολύμετρο

Το πολύμετρο είναι ένα ηλεκτρολογικό/ηλεκτρονικό όργανο το οποίο μετράει την τάση, την ένταση και την αντίσταση σ' ένα ηλεκτρικό κύκλωμα. Είναι η συσκευή που έχει όλες τις δυνατότητες των οργάνων ωμομετρο, βολτόμετρο, αμπερόμετρο και ανάλογα την μέτρηση που γίνεται, ο μεταγωγέας τίθεται στη σωστή θέση για το κατάλληλο όργανο ενώ ταυτόχρονα απομονώνονται τα υπόλοιπα.

- **Μέτρηση Vrms και πλάτους:** Υπενθυμίζεται ότι το βολτόμετρο μετρά τη Vrms τιμή της τάσης ενώ για το πλάτος χρησιμοποιείται ο παλμογράφος.
- **Βύσματα και λειτουργία πολυμέτρου:** Όταν πρέπει να χρησιμοποιηθεί το πολύμετρο σαν βολτόμετρο ή ωμόμετρο τοποθετείται το κόκκινο καλώδιο στην υποδοχή V-Ω, ενώ όταν πρέπει να μετρηθεί η ένταση του ρεύματος τοποθετείται στην υποδοχή A. Στη συνέχεια επιλέγεται στο πεδίο function η λειτουργία που απαιτείται (Εικόνα 7-9) V για τάση, A για ρεύμα, Ω για αντιστάσεις.



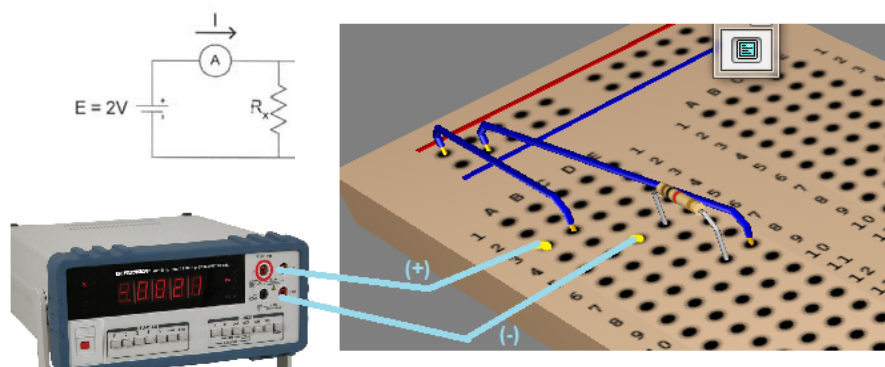
Εικόνα 7-9: Κουμπιά λειτουργιών και βύσματα πολυμέτρου

- **Κλίμακες πολυμέτρου:** Στο πολύμετρο υπάρχει μια σειρά κουμπιών που υποδεικνύουν κάποιους αριθμούς κ καποιές μονάδες. Συγκεκριμένα η ένδειξη A σημαίνει Amper κ χρησιμοποιείται όταν μετράμε ρεύμα, η ένδειξη Ω και ΚΩ σημαίνει Ωhm κ χρησιμοποιείται όταν μετράμε αντιστάσεις και η ένδειξη V σημαίνει Volt και χρησιμοποιείται όταν μετράμε τάση. Οι αριθμοί αναφέρονται στην κλίμακα των μονάδων και το πλήκτρο που είναι πιεσμένο δείχνει τη μέγιστη τιμή που μπορεί να πάρει η μέτρηση μας. Πρακτικά όταν η ψηφιακή ένδειξη είναι 0 κατεβαίνουμε κλίμακα και όταν είναι 1 ανεβαίνουμε (Εικόνα 7-10).

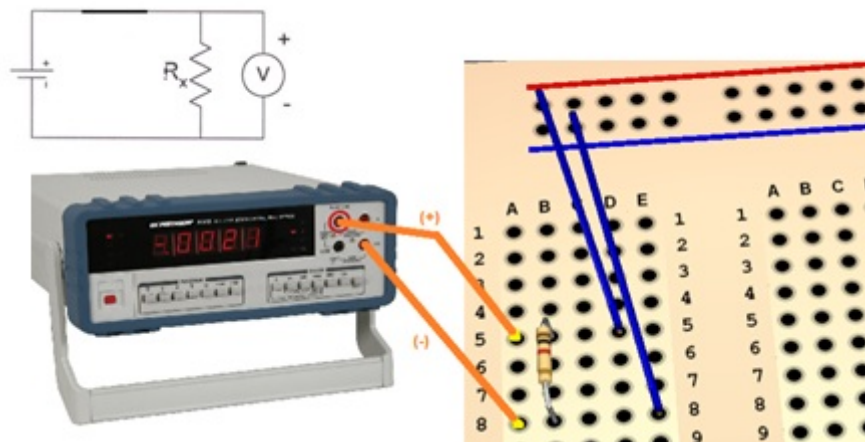


Εικόνα 7-10: Κλίμακες πολυμέτρου

- **Συνδεσμολογία αμπερόμετρου , βολτόμετρου:** Για την μέτρηση της έντασης του ρεύματος σε κάποιο σημείο του κυκλώματος θα πρέπει να ανοιχτεί το κύκλωμα στο σημείο αυτό ώστε να συνδεθεί σε σειρά το πολύμετρο ενώ για την μέτρηση τάσης σε κάποιο σημείο του κυκλώματος το αμπερόμετρο συνδέεται παράλληλα χωρίς να ανοίξει το κύκλωμα. Για παράδειγμα αν ζητείται να μετρηθεί η τάση στα άκρα μιας αντίστασης συνδέονται οι ακροδέκτες του βολτόμετρου κανονικά πάνω στα άκρα της. Για να μετρηθεί η ένταση του ρεύματος που διαρρέει μια αντίσταση πρέπει να ανοίξει το κύκλωμα αμέσως μετά την αντίσταση αποσυνδέοντας τον έναν ακροδέκτη της αντίστασης και τοποθετώντας σε αυτόν τον ένα ακροδέκτη του αμπερόμετρου ενώ ο άλλος ακροδέκτης τοποθετείται στο καλώδιο που βρίσκεται αμέσως μετά το σημείο που ανοίχτηκε το κύκλωμα. Ένα δείγμα της σύνδεσης παίρνουμε από τις εικόνες 7-11 και 7-12. Υποθέτουμε ότι στα bus strips έχει συνδεθεί η πηγή μας.



Εικόνα 7-11: Συνδεσμολογία αμπερόμετρου



Εικόνα 7-12: Συνδεσμολογία βολτομέτρου

Λάθος σκάλα, λάθος θέση καλωδίων, λάθος επιλογή διακόπτη είναι ενδεικτικά μερικά από τα συνήθη λάθη που παρατηρούνται. Είναι συχνό, το πολύμετρο να βγάζει λανθασμένες μετρήσεις λόγω της μη συμβατής τοποθέτησης των καλωδίων ή των διακοπών, αυτό πρέπει να προσέχεται ιδιαίτερα από τον φοιτητή διότι μια λάθος μέτρηση μπορεί να μηδενίσει την προσπάθεια του στην όλη πειραματική διαδικασία.

Προσοχή ιδιαίτερα στις λάθος σκάλες, διότι μπορεί να δώσουν τιμή μηδέν, για αυτό όταν μία τιμή είναι μηδέν, καλό είναι να επανεξεταστεί η επιλογή της σκάλας αλλά και να επανελεγχθεί ολόκληρο το κύκλωμα, όπως και η σύνδεση του κυκλώματος με το πολύμετρο.

Πτώση μέτρησης είναι πιθανόν να παρουσιαστεί στο πολύμετρο στην μέτρηση κάποιας τιμής, π.χ. Έντασης, το οποίο όμως δεν σημαίνει πως αυτή η τιμή είναι λάθος, είναι πιθανό να σημαίνει πως από την στιγμή που ανοίγει η πηγή η τιμή αυτή αλλάζει, σε αυτή την περίπτωση αναλόγως με το ζητούμενο της άσκησης είτε πρέπει να επιτραπεί κάποιος χρόνος στο κύκλωμα να “ηρεμήσει” είτε να μετρηθεί η πρώτη τιμή που θα εμφανιστεί.

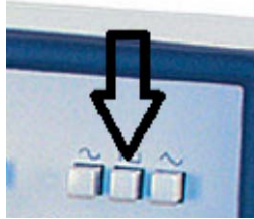
Σε περίπτωση σύνδεσης ενός πολυμέτρου σε αντίθετη από τη σωστή πολικότητα, η τιμή που θα προβληθεί θα είναι σωστή σε απόλυτη τιμή αλλά με αντίθετο πρόσημο (-)

7.4 Λάθη χρησιμοποιώντας την γεννήτρια

Οι γεννήτριες συχνότητων είναι συσκευές που μπορούν να δώσουν σήματα ημιτονικά, τριγωνικά και τετραγωνικά μεταβλητού πλάτους και συχνότητας.

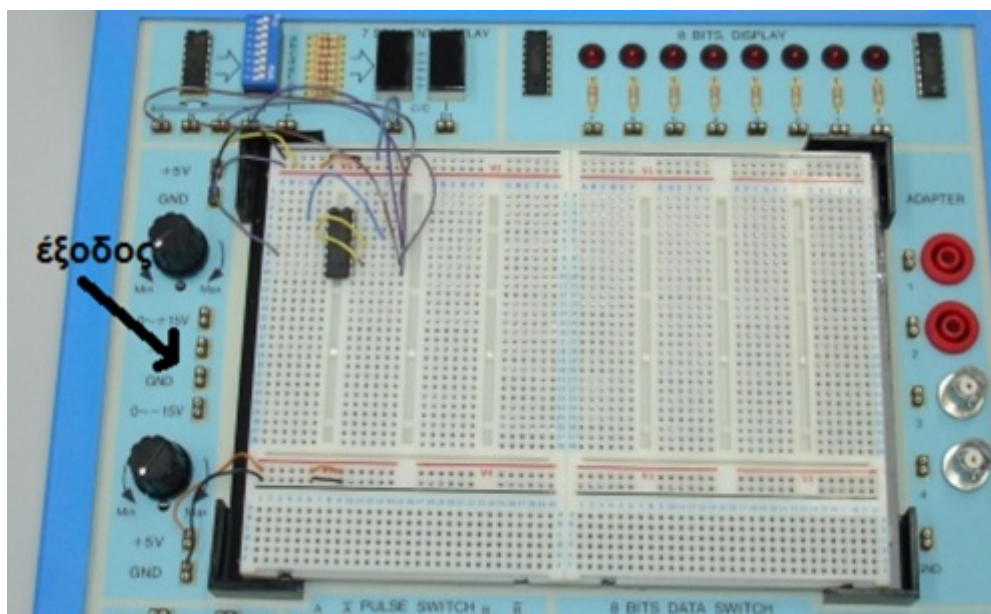
Σε κάθε γεννήτρια υπάρχουν δυο ακροδέκτες για τη λήψη του σήματος. Ο ένας έχει το σύμβολο της γείωσης και πρέπει να συνδέεται πάντα (εκτός μερικών περιπτώσεων) στο κοινό σημείο του κυκλώματος μέσω ενός μαύρου καλωδίου. Ο άλλος ακροδέκτης συνδέεται πάντα μέσω ενός κόκκινου καλωδίου στο σημείο του κυκλώματος που θα δώσουμε το σήμα.

- **Τύπος παλμού:** Πριν συνδεθεί η γεννήτρια με το κύκλωμα ελέγχεται το σήμα που ζητά η εκφώνηση της άσκησης και γίνονται οι ανάλογες ρυθμίσεις. Η γεννήτρια δίνει δυνατότητα εξόδου τριγωνικού, ημιτονικού κ τετραγωνικού παλμού (Εικόνα 7-13).



Εικόνα 7-13: Επιλογή τύπου παλμού

- **Παραγωγή σήματος ac:** Για την παραγωγή εναλλασσόμενου σήματος γίνεται χρήση της γεννήτριας του εργαστηρίου. Σήμα συνεχούς τάσης δεν μπορεί να παραχθεί από τη γεννήτρια του εργαστηρίου. Σε περίπτωση που χρειαστεί σήμα συνεχούς τάσης θα χρησιμοποιηθεί το IDL800 (breadboard). Η αναπτυξιακή μονάδα έχει δύο εξόδους +5V και μια ρυθμιζόμενη από -15V έως +15V (Εικόνα 7-14).



Εικόνα 7-14: Έξοδοι 15V breadboard IDL-800

- **Έλεγχος πλάτους σήματος γεννήτριας:** Για τον έλεγχο της τάσης του κυκλώματος μέσω της γεννήτριας, με τον παλμογράφο, ο έλεγχος πρέπει να γίνει πριν συνδεθεί η γεννήτρια στο κύκλωμα, διότι ενδέχεται τα στοιχεία του κυκλώματος να επηρεάζουν το αποτέλεσμα της μέτρησης.
- **Ρύθμιση πλάτους-συχνότητας:** Το πλάτος του σήματος της γεννήτριας ρυθμίζεται από έναν ρυθμιστή που βρίσκεται κοντά στους ακροδέκτες εξόδου με την ένδειξη output level. Η ρύθμιση της συχνότητας γίνεται από τους ρυθμιστές με την ένδειξη frequency. Συγκεκριμένα ο ρυθμιστής coarse αναφέρεται στο εύρος της συχνότητας και ο ρυθμιστής fine δίνει την τελική τιμή που επιθυμούμε. (Εικόνα 7-15)



Εικόνα 7-15: Ρύθμιση πλάτους-συχνότητας σήματος γεννήτριας

- **Κλίμακες γεννήτριας:** Κλίμακες συναντάμε στη γεννήτρια σημάτων. Αυτές αναφέρονται στη ρύθμιση της συχνότητας που θέλουμε να δώσουμε στο σήμα μας. Η κάθε κλίμακα αντιστοιχεί στο μέγεθος των Hz. Υπάρχουν κουμπιά με την ένδειξη x1k, x10k, x100k που χρησιμοποιούνται για τη χονδρική ρύθμιση της συχνότητας. Το γινόμενο των ενδείξεων του βαθμολογημένου ρυθμιστή και του κουμπιού που έχει πατηθεί, δίνει τη συχνότητα του σήματος εξόδου.

7.5 Λάθη και Υποδείξεις χρησιμοποιώντας τον Παλμογράφο

Είναι το βασικότερο όργανο ενός εργαστηρίου ηλεκτρονικών. Χρησιμοποιείται για την παρατήρηση και τη μέτρηση ορισμένων χαρακτηριστικών μεγεθών ενός ηλεκτρονικού ή ηλεκτρονικού κυκλώματος. Μερικά από τα χαρακτηριστικά αυτά μεγέθη είναι:

1. Η συχνότητα μιας κυματομορφής
 2. Η διαφορά φάσης μεταξύ δύο κυματομορφών
 3. Το σχήμα μιας κυματομορφής
 4. Το πλάτος μιας κυματομορφής
- **VOLTS/DIV και SEC/DIV:** Τονίζεται ότι τα κουμπιά χειρισμού VOLTS/ DIV και SEC/DIV (Εικόνα 7-16) χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για να ρυθμίσουμε την κλίμακα/ευαισθησία της απεικόνισης στον παλμογράφο κ σε καμία περίπτωση για την ρύθμιση των παραμέτρων του σήματος εισόδου του κυκλώματος. Ειδικότερα το VOLTS/DIV ανάλογα με τη θέση που θα τεθεί προσδιορίζει την τάση που θα αντιστοιχεί σε κάθε τετραγωνάκι της οθόνης του παλμογράφου και το SEC/DIV ανάλογα σε ποια θέση έχει τεθεί προσδιορίζει τον χρόνο που χρειάζεται η δέσμη για να κινηθεί κατά μήκος ενός τετραγώνου της οθόνης. Η τάση ρυθμίζεται από τη γεννήτρια και συγκεκριμένα από την ένδειξη amplitude ή output (Εικόνα 7-17).

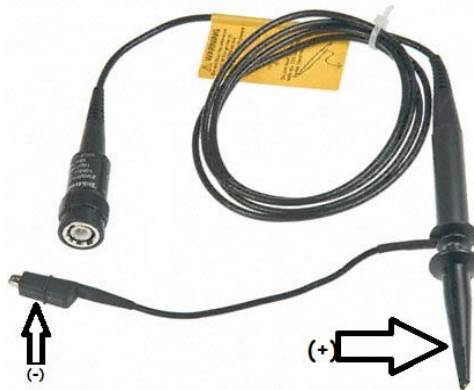


Εικόνα 7-16: VOLTS/DIV και SEC/DIV παλμογράφου



Εικόνα 7-17: Ένδειξη amplitude παλμογράφου

+ και – probe: Κάθε probe που συνδέεται στην είσοδο του παλμογράφου (Εικόνα 7-18), αποτελείται από δύο ακροδέκτες που με τη σειρά τους συνδέονται στο κύκλωμα. Ο μεγάλος ακροδέκτης αντιστοιχεί στο (+) και συνδέεται με το σημείο του κυκλώματος που πρέπει να απεικονιστεί γραφικά στον παλμογράφο, ενώ ο μικρός ακροδέκτης(-) συνδέεται με το αντίστοιχο σημείο. Είναι σημαντικό να προσεχθεί αυτό το σημείο διότι σε ενδεχόμενη λάθος σύνδεση τα αποτελέσματα δεν θα είναι τα επιθυμητά.



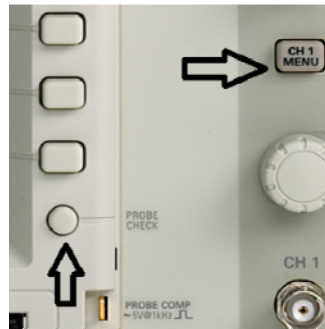
Εικόνα 7-18: Probe παλμογράφου

- **Ρύθμιση διακόπτη probe:** Πάνω στο μεγάλο ακροδέκτη του probe υπάρχει ένας διακόπτης με δύο θέσεις: **X1** και **X10**(Εικόνα 7-19).Για να καθοριστεί σε ποιά θέση θα είναι ο διακόπτης ρυθμίζεται ανάλογα τον παλμογράφο πατώντας το κουμπί **CH1 MENU** και στη συνέχεια το πλήκτρο Probe (Εικόνα 7-20).

5) Συνήθως ο παλμογράφος είναι ρυθμισμένος στη θέση X10, όπως και ο probe.

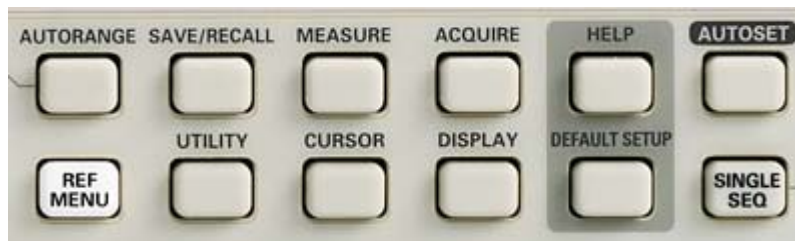


Εικόνα 7-19: Διακόπτης probe 1X-10X



Εικόνα 7-20: Probe check

- **Επαναφορά εργοστασιακών ρυθμίσεων:** Όταν η απεικόνιση του σήματος περιέχει θόρυβο ή λάθος κλίμακα επιλέγονται τα κουμπιά **AUTORANGE**, **AUTOSET**. Αν δεν λυθεί το πρόβλημα επιλέγεται το κουμπί **DEFAULT SETUP** για να επαναφέρει τον παλμογράφο στις εργοστασιακές ρυθμίσεις (Εικόνα 7-21). **ΠΡΟΣΟΧΗ:** Με την επαναφορά μηδενίζονται οι προσωπικές ρυθμίσεις. Πρακτικά στο πεδίο **MEASURE** πρέπει να οριστούν πάλι τα επιθυμητά πεδία. Δηλαδή επιλέγεται πρώτα το πλήκτρο **measure** και στη συνέχεια χρησιμοποιώντας τα κουμπιά επιλογής ορίζεται το κανάλι που πρέπει να δώσει μετρήσεις και για ποια μεγέθη.



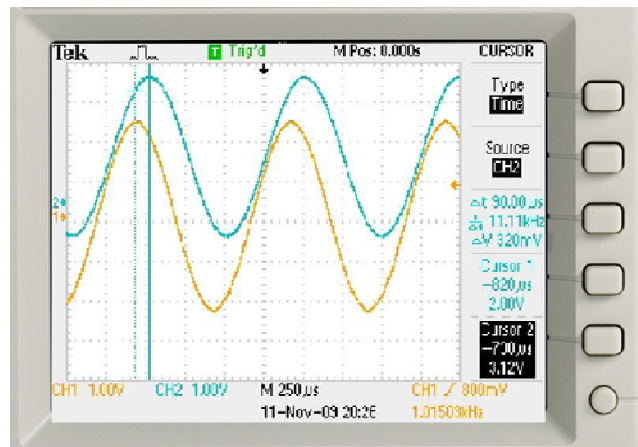
Εικόνα 7-21: Λειτουργίες AUTOSET, AUTORANGE, MEASURE παλμογράφου

- Μέτρηση διαφοράς φάσης: Για να μετρηθεί η διαφορά φάσης μεταξύ δύο σημάτων ακολουθείται η εξής διαδικασία(εικόνα 7-22,7-23):
 1. Επιλέγεται το κουμπί **CURSOR** για να δείτε το μενού ρυθμίσεων των δρομέων.
 2. Πατώντας επαναληπτικά το κουμπί επιλογής **Type** τίθεται η σχετική ένδειξη στην τιμή **Time**.
 3. Πατώντας επαναληπτικά το κουμπί επιλογής **Source** τίθεται η σχετική ένδειξη στην τιμή **CH1**.
 4. Επιλέγεται το κουμπί επιλογής **Cursor 1**.
 5. Περιστρέφεται το **multipurpose knob** ώστε να τεθεί ο δρομέας 1 στην κορυφή του σήματος εισόδου.
 6. Επιλέγεται το κουμπί επιλογής **Cursor 2**.
 7. Περιστρέφεται πάλι το **multipurpose knob** ώστε να τεθεί ο δρομέας 2 στην αντίστοιχη κορυφή του σήματος εξόδου (κοντινότερη στο χρόνο που βρίσκεται η κορυφή του σήματος εισόδου που επιλέχθηκε με τον πρώτο κέρσορα).

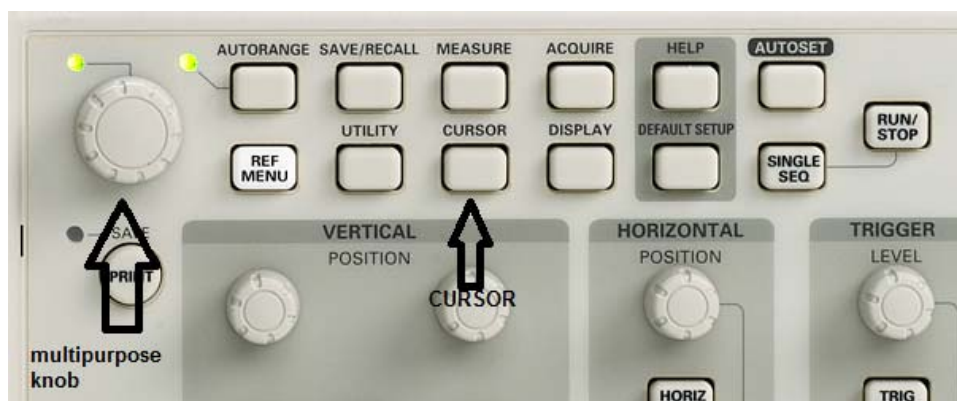
Εργαστήριο Ηλεκτρονικής Ι

Τμ. Μηχανικών Η/Υ & Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο

Δρ. Χ. Μιχαήλ
Πατρών

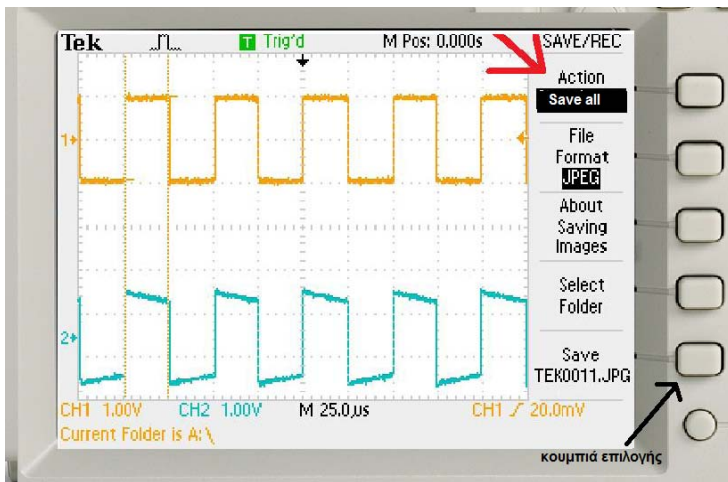


Εικόνα 7-22: Μέτρηση διαφοράς φάσης με χρήση κερσόρων



Εικόνα 7-23: Μέτρηση διαφοράς φάσης με χρήση κερσόρων

- Αποθήκευση κυματομορφής:** Όταν πρέπει να αποθηκευτεί μια εικόνα από τον παλμογράφο ώστε να χρησιμοποιηθεί στην αναφορά, επιλέγεται πρώτα το πλήκτρο SAVE/RECALL και στη συνέχεια με τα κουμπιά επιλογής επιλέγεται το save all. Ύστερα επιλέγεται το είδος της εικόνας (jpg, png) και τέλος πρέπει να επιλεχθεί το Save tek.....jpg (Εικόνα 7-24). ΠΡΟΣΟΧΗ: Δεν πρέπει να επιλεχθεί το save image στο πεδίο action γιατί τότε θα σωθεί μόνο η εικόνα χωρίς τις απαραίτητες μετρήσεις.

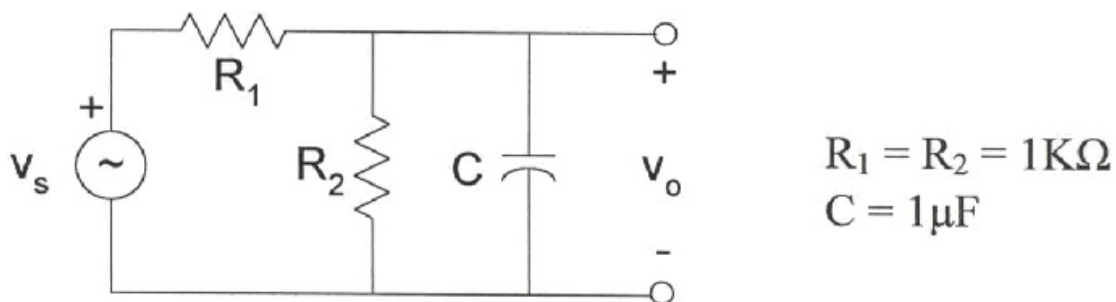


Εικόνα 7-24: Αποθήκευση κυματομορφής

- Διάκριση rk-rk κ πλάτους:** Ο παλμογράφος του εργαστηρίου στην μέτρηση peak-to-peak εμφανίζει το πλάτος της κυματομορφής από κορυφή σε κορυφή. Όταν ζητείται από την άσκηση σήμα κάποιου πλάτους X τότε στη μέτρηση με το παλμογράφο rk-rk θα εμφανίζεται η αριθμητική τιμή ίση με $2X$. Π.χ. Ζητά η άσκηση σήμα εισόδου ημιτονικού παλμού με πλάτος $6V$, η μέτρηση rk-rk του παλμογράφου πρέπει να έχει την τιμή $12V$. Επιπλέον για τη μέτρηση του V_{rms} χρησιμοποιείται ο τύπος $V_{rms} = V_p / \sqrt{2}$ όπου V_p το πλάτος.

8 Παράδειγμα Υλοποίησης Κυκλώματος

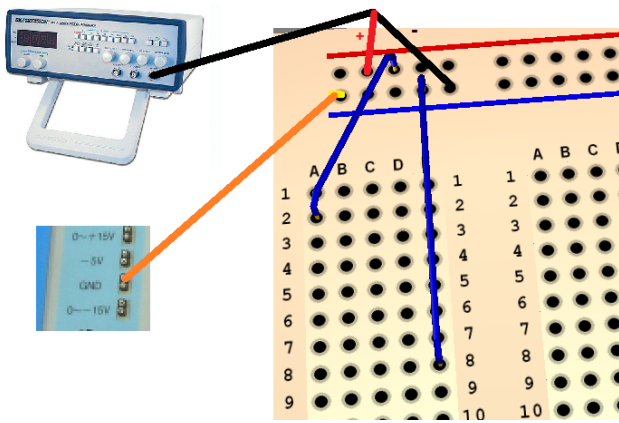
Πραγματοποιήστε το κύκλωμα της εικόνας 8-1. Για σήμα εισόδου χρησιμοποιήστε ημιτονοειδή παλμό 2V pk-pk συχνότητας 50 Hz και δείτε το σήμα εισόδου V_s και το σήμα εξόδου V_o για χρονική διάρκεια μιας περιόδου.



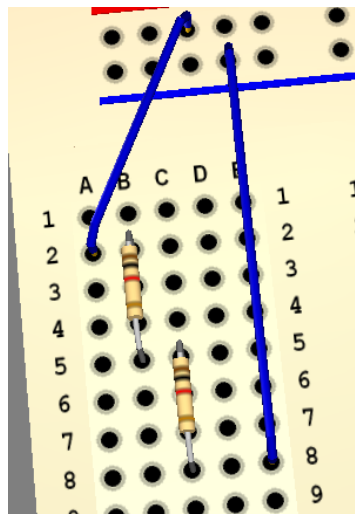
Εικόνα 8-1: Κύκλωμα παραδείγματος υλοποίησης χρησιμοποιώντας τα όργανα του εργαστηρίου

Λυση:

- Βήμα 1ο) Κάνουμε τους απαραίτητους ελέγχους στα όργανα και μετράμε με το ωμόμετρο τις αντιστάσεις ώστε να επαληθεύσουμε την τιμή τους.
- Βήμα 2ο) Συνδέουμε τους ακροδέκτες της γεννήτριας συχνοτήτων με το probe του παλμογράφου. Το κόκκινο της γεννήτριας με το μεγάλο ακροδέκτη του probe κ το μαύρο με το μικρό. Πιέζουμε το πλήκτρο measure του παλμογράφου και ρυθμίζοντας κατάλληλα θα πρέπει να μας εμφανίζεται η τιμή V Pk-Pk και Frequency στα κατάλληλα πεδία. Ρυθμίζουμε τη γεννήτρια ώστε οι μετρήσεις μας να δείχνουν 2V pk-pk και 50 Hz frequency. Αποσυνδέουμε τη γεννήτρια από τον παλμογράφο.
- Βήμα 3ο) Συνδέουμε τον κόκκινο ακροδέκτη της γεννήτριας στο κόκκινο bus strip και στη συνέχεια περνάμε ένα καλώδιο στο κύριο μέρος του breadboard. Ομοίως συνδέουμε το μαύρο ακροδέκτη με το μαύρο ή μπλε bus strip, περνάμε ένα καλώδιο στο κύριο μέρος του breadboard και συνδέουμε και τη γείωση της αναπτυξιακής μονάδας με το μαύρο bus strip (Εικόνα 8-2).
- Βήμα 4ο) Συνδέουμε τις αντιστάσεις όπως μας ζητά εκφώνηση. Δηλαδή σε σειρά και το ένα άκρο της R_1 να βραχυκυκλώνει με το + της γεννήτριας ενώ το μη κοινό με την R_1 άκρο της R_2 συνδέεται με τη γείωση (Εικόνα 8-3).

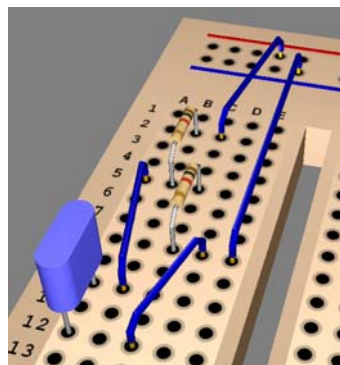


Εικόνα 8-2: Σύνδεση γεννήτριας με το breadboard



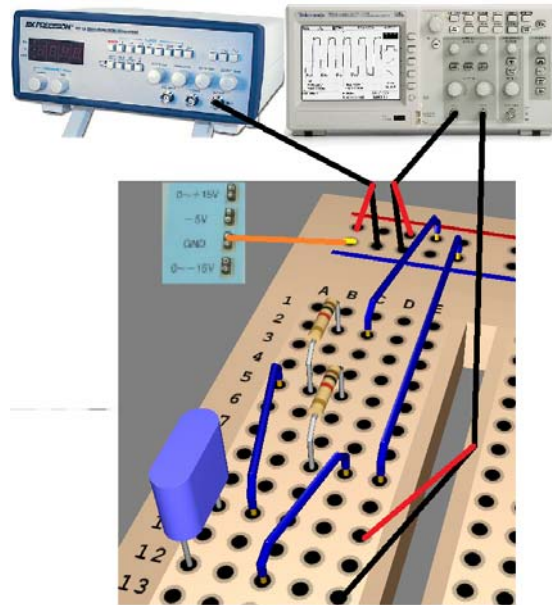
Εικόνα 8-3: Σύνδεση αντιστάσεων κυκλώματος

Βήμα 5ο) Στη συνέχεια τοποθετούμε τον πυκνωτή παράλληλα με την R2 αφού πρώτα εξετάσουμε την πολικότητα του. Αυτή θα είναι η τελική μορφή του κυκλώματος (Εικόνα 8-4).



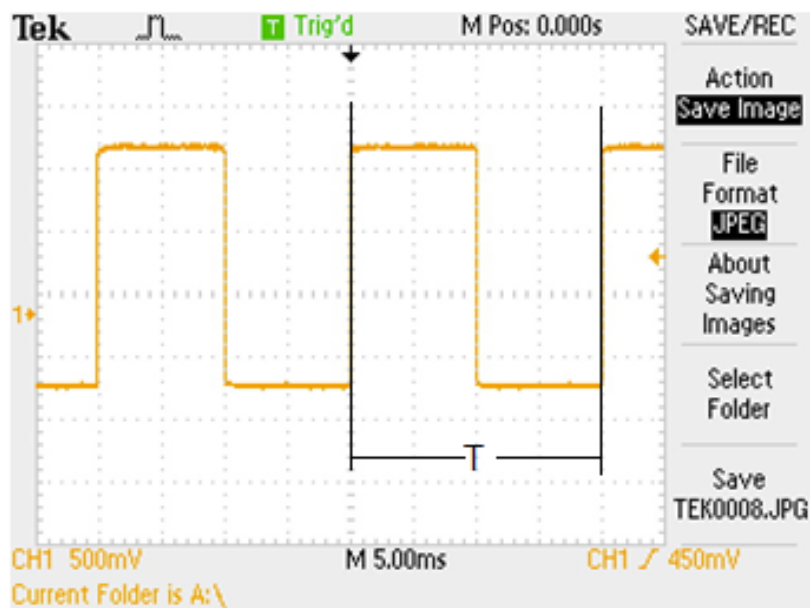
Εικόνα 8-4: Σύνδεση πυκνωτή του κυκλώματος - παράλληλα με την R2

Βήμα 6ο) Τοποθετούμε το probe του ch1 στα άκρα του σήματος εισόδου κ το probe του ch2 στα άκρα του πυκνωτή (Εικόνα 8-5).

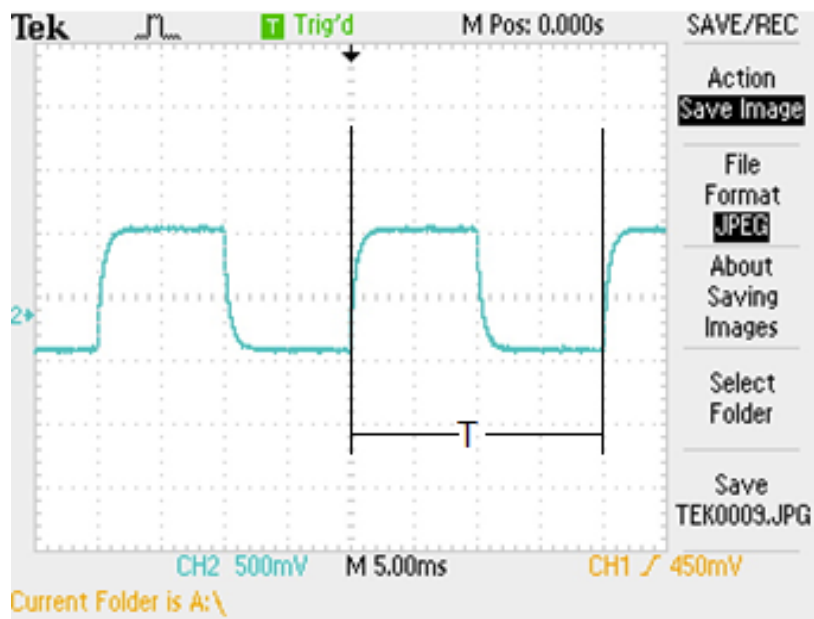


Εικόνα 8-5: Σύνδεση του παλμογράφου στο κύκλωμα

Οι έξοδοι που θα απεικονιστούν στον παλμογράφο αποτυπώνονται στις εικόνες 8-6 και 8-7.



Εικόνα 8-6: Έξοδος παλμογράφου για την είσοδο του κυκλώματος στο CH1

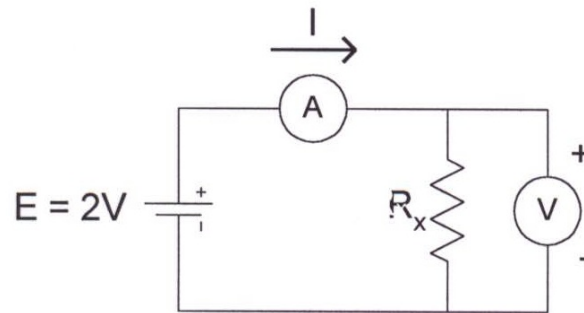


Εικόνα 8-7: Έξοδος παλμογράφου για την τάση στα άκρα του πυκνωτή στο CH2

9 Παράρτημα: Ενδεικτικά λάθη φοιτητή σε 2 εργαστηριακές ασκήσεις

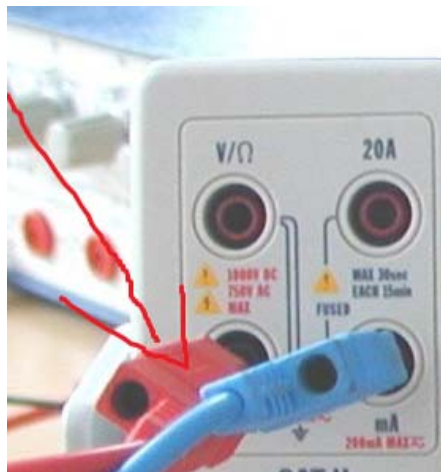
Άσκηση 2

Στην εργαστηριακή άσκηση 2 όπου το κύκλωμα ήταν αυτό της εικόνας 8-9:



Εικόνα 9-1: Σχήμα Εργαστηριακής Άσκησης 2

Χρειάστηκε να μετρηθεί το ρεύμα τοποθετώντας το αμπερόμετρο στο σημείο που υποδεικνύεται. Το ρεύμα θα έπρεπε να μετρηθεί στο πολύμετρο αλλά επειδή δεν είχε τοποθετηθεί το κόκκινο καλώδιο στην είσοδο μέτρησης για ampere αλλά στην είσοδο για μέτρηση Ohm και Volt δεν υπήρχε ένδειξη. Η σωστή σύνδεση φαίνεται στην εικόνα 8-10:



Εικόνα 9-2: Σωστή σύνδεση καλωδίων πολυμέτρου για χρήση ως αμπερόμετρο

Η ένδειξη του πολυμέτρου/αμπερόμετρου συνέχισε να είναι μη αναμενόμενη καθώς έπρεπε να ρυθμιστεί η κλίμακα του προς μέτρηση μεγέθους. Η ρύθμιση αυτή επιτυγχάνεται από τα κουμπιά που προβάλλονται στην εικόνα 8-11.

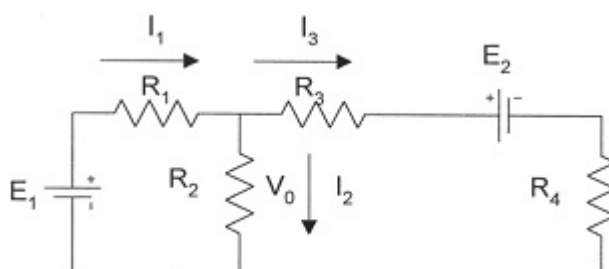


Εικόνα 9-3: Κουμπιά ρύθμισης κλίμακας πολυμέτρου

Όταν συνδέουμε ένα αμπερόμετρο το συνδέουμε σε σειρά ενώ ένα βολτόμετρο παράλληλα (αντίστοιχα με την σύνδεση των αντιστάσεων που περιγράφηκε προηγουμένως στο κεφάλαιο 3.2).

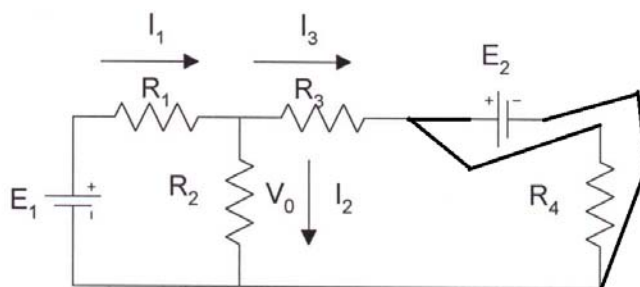
Άσκηση 3

Στην εργαστηριακή άσκηση 3 όπου το κύκλωμα ήταν αυτό της εικόνας 8-12:



Εικόνα 9-4: Κύκλωμα άσκησης 3

Σε αυτή την άσκηση έπρεπε να συνδεθούν δύο πηγές στο κύκλωμα όπως φαίνεται και από το σχήμα. Συγκεκριμένα η πηγή E_2 έπρεπε να συνδεθεί σε σειρά με την R_4 . Αντιθέτως κατά τη διάρκεια εκτέλεσης της άσκησης η πηγή συνδέθηκε παράλληλα με την αντίσταση με αποτέλεσμα την μη αναμενόμενη λειτουργία του κυκλώματος.



Εικόνα 9-5: Λανθασμένη υλοποίηση κυκλώματος άσκησης 3

Κάτι άλλο το οποίο παρατηρήθηκε ήταν ότι κατά την χρήση του ποτενσιόμετρου δεν έκαναν καλή επαφή τα καλώδια με τους ακροδέκτες του με αποτέλεσμα να μην λειτουργεί το κύκλωμα όπως θα έπρεπε. Αυτό παρατηρείτε συχνά κατά τη σύνδεση στοιχείων του κυκλώματος και είναι κάτι το οποίο λύνεται πιέζοντας τα καλώδια για να κάνουν καλύτερη επαφή ή αντικαθιστώντας τα με άλλα που έχουν ακροδέκτες σε καλύτερη κατάσταση.

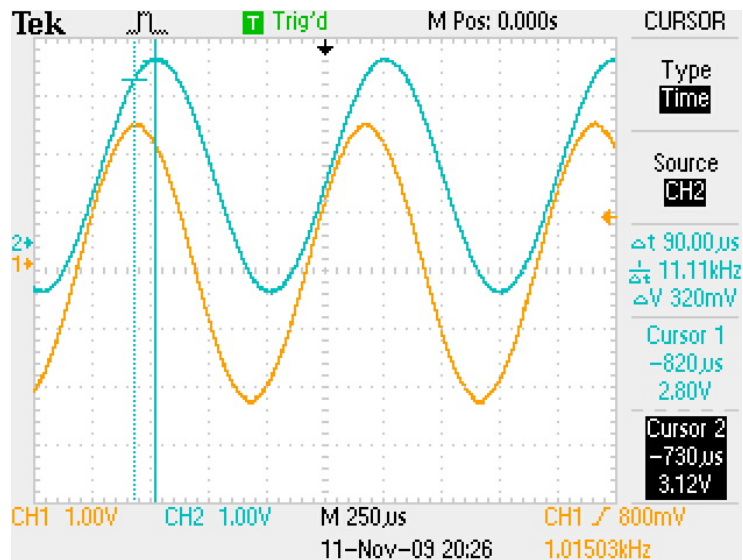
Παρουσιάστηκε η προσπάθεια ρύθμισης της τάσης και της συχνότητας της πηγής μέσω του παλμογράφου. Αυτά τα δύο μεγέθη είναι ρυθμιζόμενα από την γεννήτρια από την οποία παίρνουμε το σήμα εισόδου και όχι από τον παλμογράφο που είναι όργανο παρακολούθησης. Ο παλμογράφος αυτό που κάνει είναι να εμφανίζει την κυματομορφή αυτού του σήματος και τα στοιχεία του όπως pk-pk τάση, συχνότητα, περίοδο και άλλα που έχουν καταγραφεί σε προηγούμενο κεφάλαιο. Σε αυτή την εικόνα φαίνεται από ποια κουμπιά της γεννήτριας ρυθμίζονται:



Εικόνα 9-6: Ρύθμιση συχνότητας, τάσης, κυματομορφής και κλίμακας στο πολύμετρο

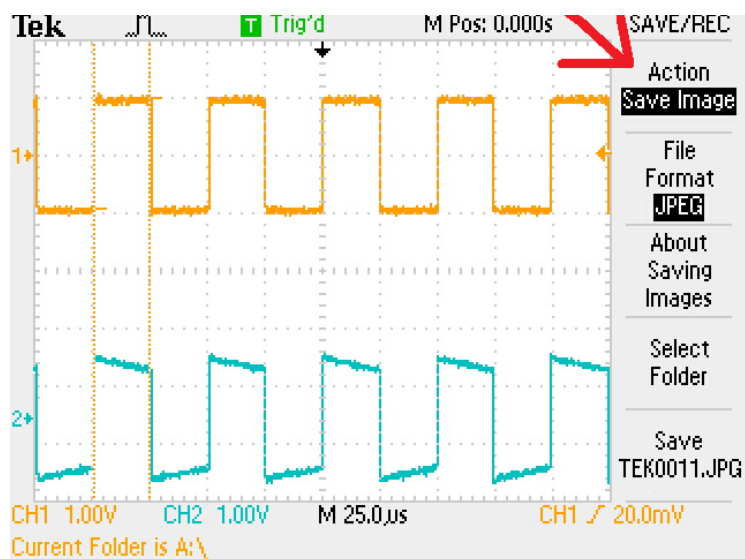
Κατά την μέτρηση αντιστάσεων στο πολύμετρο όταν έπρεπε να μετρηθούν οι αντιστάσεις στη δεύτερη εργαστηριακή άσκηση υπήρξαν φορές που δεν λήφθηκε κάποια τιμή. Αυτό συνέβη είτε γιατί δεν είχε ρυθμιστεί σωστά η κλίμακα (Ohm, Kilo Ohm, ...) είτε γιατί δεν είχε πατηθεί το κουμπί για μέτρηση αντίστασης και η ρύθμιση βρισκόταν σε μέτρηση τάσης ή ρεύματος.

Λάθος κατανόηση παρουσιάστηκε και στην χρήση των κέρσоров. Οι κέρσоровες χρησιμοποιούνται για να μετρηθεί η διαφορά φάσης ανάμεσα σε δύο κυματομορφές που έχουν εισαχθεί στον παλμογράφο. Για επιτευχθεί αυτό πρέπει πρώτα να τεθεί ένας κέρσоровας στην κορυφή του πλάτους της μιας κυματομορφής και ο άλλος στην αντίστοιχη κορυφή πλάτους της δεύτερης κυματομορφής. Το θέμα είναι ότι κάθε φορά που χρειάζεται να τοποθετηθεί ένας κέρσоровας, ανάλογα σε ποιας κυματομορφής πλάτος θα αναφέρεται, πρέπει να έχει επιλεγθεί και η σωστή. Ένα παράδειγμα του πώς θα πρέπει να φαίνεται η εικόνα του παλμογράφου αν η τοποθέτηση γίνει σωστά είναι η εικόνα 8-15:



Εικόνα 9-7: Σωστή χρήση κερσόρων

Επίσης λάθος παρατηρήθηκε και στην αποθήκευση των εικόνων καθώς αντί να εμφανίζεται η κυματομορφή με τις μετρήσεις εμφανιζόταν η κυματομορφή με το μενού αποθήκευσης εικόνας όπως φαίνεται στην εικόνα 8-16.



Εικόνα 9-8: Μενού αποθήκευσης εικόνας

Το λάθος αυτό διορθώνεται αν στην αποθήκευση στο πεδίο action δεν επιλεγθεί το “save image” αλλά “save all”.