



Πανεπιστήμιο Κύπρου
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών
Υπολογιστών

Εργαστήριο Κυκλωμάτων και Μετρήσεων

Εργαστηριακές Ασκήσεις

Λευκωσία, 2010

© 2010 Κωνσταντίνος Πίτρης, Γεώργιος Ζάγγουλος, Γεώργιος Γεωργίου
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Κύπρου

Απαγορεύεται η ολική ή μερική αναπαραγωγή του παρόντος κειμένου με ηλεκτρονικό, φωτοτυπικό ή οποιονδήποτε άλλο τρόπο χωρίς τη γραπτή άδεια του συγγραφέα.



Πανεπιστήμιο Κύπρου
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών
Υπολογιστών

Εργαστήριο Κυκλωμάτων και Μετρήσεων

Εργαστήριο 0
Εξοικείωση με τον Εξοπλισμό του Εργαστηρίου

Λευκωσία, 2010

Εργαστήριο 0

Εξοικείωση με τον Εξοπλισμό του Εργαστηρίου

Στόχοι

Σκοπός του εργαστηρίου αυτού είναι να εφοδιάσει το φοιτητή με τις βασικές γνώσεις για τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται για βασικές μετρήσεις σε ένα εργαστήριο ηλεκτρονικών. Τέτοια είναι: ο παλμογράφος (oscilloscope), το πολύμετρο (multimeter), η γεννήτρια συναρτήσεων (function generator), κλπ.

Με την ολοκλήρωση του εργαστηρίου 0, ο φοιτητής/φοιτήτρια θα πρέπει να είναι σε θέση να μπορεί να ρυθμίζει κατάλληλα τα πιο πάνω όργανα και να μετρά το πλάτος και την συχνότητα διαφόρων σημάτων. Θα πρέπει επίσης να μπορεί να διαβάζει την τιμή των αντιστάσεων και των πυκνωτών καθώς και να μετρά Ωμικές αντιστάσεις χρησιμοποιώντας το πολύμετρο.

Εξοπλισμός

- Παλμογράφος (Oscilloscope)
- Ψηφιακό Πολύμετρο (DMM Multimeter)
- Πηγή Συνεχούς Τάσης (DC Power Supply)
- Γεννήτρια Συναρτήσεων (Function Generator)
- Πλακέτα Κατασκευής Κυκλωμάτων (Breadboard)
- Σετ καλωδίων
- Αντιστάσεις: 2 x 10 kΩ

Θεωρία

Καλώδια

Στο εργαστήριο θα χρησιμοποιούμε διάφορα είδη καλωδίων και συνδέσμων. Τα βασικά φαίνονται πιο κάτω

Καλώδια BNC



Καλώδια κροκοδειλάκι (alligator)



Καλώδια μπανάνα (banana)



Συνδέσεις και μετατροπείς BNC, BNC T



Συνδέσεις και μετατροπείς BNC-banana (θηλυκά και αρσενικά)



Πολύμετρο

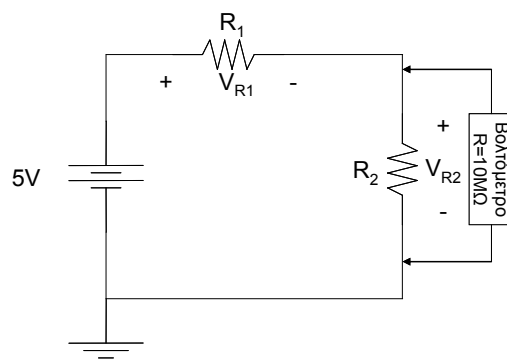


Το πολύμετρο χρησιμοποιείται για τη μέτρηση **διαφοράς δυναμικού (τάσης)**, **έντασης ρεύματος** καθώς και **ωμικής αντίστασης**. Αυτό είναι δυνατό με την εναλλαγή ανάμεσα σε βολτόμετρο (voltmeter), αμπερόμετρο (ammeter) και ωμόμετρο (ohmmeter). Τα κουμπιά που βρίσκονται στα αριστερά καθορίζουν τη λειτουργία του πολύμετρου (DCV, ACV, Ω, DCA, ACA, AC+DC, dBm), ενώ τα βελάκια (προς τα πάνω και κάτω) την τάξη μεγέθους της μέτρησης. Είναι πολύ σημαντικό να καθορίσετε την κατάλληλη τάξη μεγέθους (χρησιμοποιώντας τα βέλη προς τα πάνω ή κάτω ανάλογα) ώστε οι μετρήσεις σας να έχουν τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια.

Ακροδέκτες: ΠΡΟΣΟΧΗ! Το πολύμετρο διαθέτει τους δικούς του ακροδέκτες και πρέπει μόνο αυτοί να χρησιμοποιούνται (όχι καλώδια banana ή BNC).

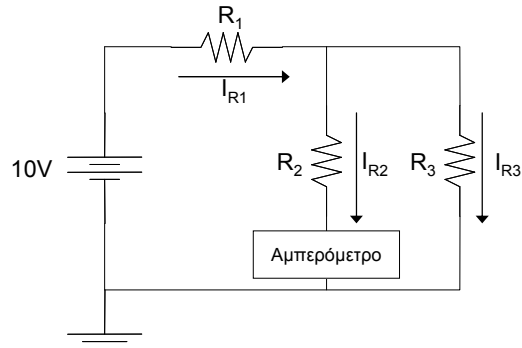
Βολτόμετρο: Η λειτουργία του πολυμέτρου είναι να μετρά την διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων που συνδέονται το κόκκινο και το μαύρο καλώδιο. Όταν το πολύμετρο θα χρησιμοποιηθεί σαν βολτόμετρο το κόκκινο καλώδιο πρέπει να είναι ενωμένο στην υποδοχή με την ένδειξη **V/Ω**, ενώ τα δύο καλώδια πρέπει να τοποθετηθούν με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι παράλληλα με το στοιχείο στο οποίο μετρούμε τη διαφορά δυναμικού (σχήμα πιο κάτω.) Για τη μέτρηση αντίστασης η συνδεσμολογία είναι η ίδια (χωρίς βέβαια να υπάρχει κλειστό κύκλωμα με άλλα στοιχεία/πηγές).

ΠΡΟΣΟΧΗ !! Για τη μέτρηση (συνεχούς) τάσης το κουμπί με την επιλογή **DCV** πρέπει να είναι πατημένο, ενώ στη μέτρηση αντίστασης πατημένο πρέπει να είναι το “**Ω**” (OHM).



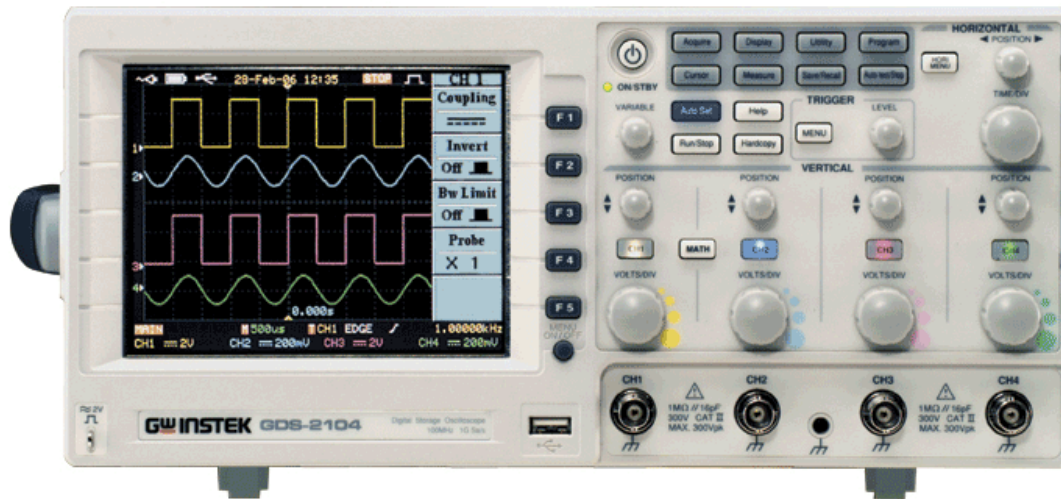
Αμπερόμετρο: Το αμπερόμετρο μετράει την ένταση του ρεύματος που διέρχεται από το ακροδέκτη του κόκκινου καλωδίου σε αυτό του μαύρου της συσκευής. Για να μετρήσετε την ένταση του ρεύματος συνδέστε το κόκκινο καλώδιο στην υποδοχή με την ένδειξη **MAX 2A** και βάλτε τους ακροδέκτες (κόκκινο και μαύρο) σε σειρά με το κύκλωμα που θέλετε να κάνετε τη μέτρηση (σχήμα πιο κάτω.) Το κουμπί με την επιλογή **DCA** πρέπει να είναι πατημένο. Εάν το ρεύμα που θα μετρήσετε ενδέχεται να ξεπερνά τα 2A (δεν θα συμβεί σε αυτό το μάθημα), τότε ο κόκκινος ακροδέκτης πρέπει να συνδεθεί στην υποδοχή με την ένδειξη **MAX 20A**.

ΠΡΟΣΟΧΗ! Οι ακροδέκτες ενώνονται σε διαφορετικά σημεία στο πολύμετρο για μέτρηση τάσης και ρεύματος (στη θέση “**V/Ω**” για τάση και αντίσταση και στη θέση “**MAX 2A**” για ρεύμα.)



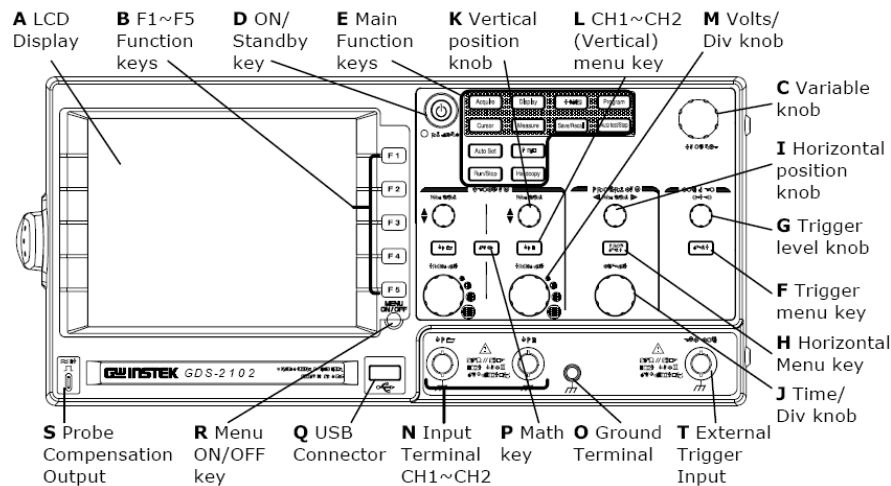
Οι οδηγίες χρήσης του οργάνου βρίσκονται στα εγχειρίδια στο εργαστήριο αλλά και στην ιστοσελίδα του μαθήματος.

Παλμογράφος



Ο παλμογράφος είναι η συσκευή που μας επιτρέπει να βλέπουμε γραφικά διάφορες κυματομορφές. Υπάρχουν διαφορετικά είδη παλμογράφων ανάλογα με τον κατασκευαστή και το μοντέλο. Οι πιο πολλές λειτουργίες είναι κοινές σε όλα τα μοντέλα. Παρακάτω περιγράφονται οι πιο σημαντικές απ' αυτές και με ποιο τρόπο επιτυγχάνονται στον παλμογράφο του εργαστηρίου.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Κάποιοι παλμογράφοι μπορούν να πάθουν ζημιά αν δεν συνδεθούν με τη γείωση (εκεί δηλαδή που το δυναμικό θεωρείται μηδέν – 0).



Ακροδέκτες

Οι παλμογράφοι έχουν συνήθως δύο ή τέσσερα κανάλια εισόδου σημάτων, τα οποία χρησιμοποιούνται για μέτρηση (πλάτους) τάσης, περιόδου, συχνότητας και άλλα χαρακτηριστικά ηλεκτρικών σημάτων. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε καλώδια BNC-BNC, BNC-Aligator (κροκοδειλάκι) ή τους ειδικούς ακροδέκτες (Probe). Κάθε κανάλι έχει το δικό του ακροδέκτη εισόδου στο οποίο είναι γαντζωμένο ένα μαύρο κροκοδειλάκι το οποίο πρέπει **πάντα** να συνδέεται στη γείωση. Ο ακροδέκτης (BNC connector) τοποθετείται στο σημείο όπου δίνεται το σήμα εισόδου μας. Οι ακροδέκτες του παλμογράφου μπορούν να ρυθμιστούν ώστε να αφήνουν το σήμα ανέπαφο (1X) ή να το διαιρούν με το 10 (10X) δίνοντας μας την δυνατότητα να μετράμε μεγαλύτερες τάσεις. Ανάλογα με την περίπτωση πρέπει να θέσετε και τη ρύθμιση “Probe” του αντίστοιχου καναλιού ώστε να βλέπετε τη σωστή κλίμακα στον παλμογράφο.

Επιλογή Καναλιού

Πιέστε το σωστό κουμπί ανάλογα με το κανάλι που χρησιμοποιείται (CH1 – κίτρινο κουμπί, CH2 – μπλε κουμπί). Μπορείτε να δείτε το σήμα για καθ' ένα από τα κανάλια με το αντίστοιχο χρώμα ή και τα δύο ταυτόχρονα. Το κουμπί MATH είναι για μαθηματικές και πράξεις μεταξύ των σημάτων (πρόσθεση, αφαίρεση και FFT). Τα χρώματα στα κουμπιά επιλογής καναλιού ανάβουν μόνο όταν το αντίστοιχο κανάλι είναι επιλεγμένο.

Ρυθμίσεις Θέσης

Παρατηρήστε ότι στον παλμογράφο υπάρχουν κουμπιά με τα οποία μπορούμε να ρυθμίσουμε ποιο μέρος από το σήμα θα φαίνεται στην οθόνη του. Αυτά χωρίζονται σε οριζόντιες (horizontal) και κάθετες (vertical) ρυθμίσεις. Με την περιστροφή του κουμπιού χειρισμού της μετατόπισης (position) καθορίστε το κέντρο του σήματος. Το κέντρο του σήματος κάθε φορά καθορίζεται:

- στο κάθετο επίπεδο με ένα βελάκι δεξιά ή αριστερά της οθόνης με το ανάλογο χρώμα και αριθμό ανάλογα με το κανάλι που χρησιμοποιούμε
- στο οριζόντιο επίπεδο με ένα λευκό βελάκι στο πάνω μέρος της οθόνης

Αλλάζτε τις ρυθμίσεις με τέτοιο τρόπο ώστε να πάρετε την καλύτερη εικόνα του σήματος σας.

Προσοχή! Οι ρυθμίσεις του παλμογράφου αλλάζουν μόνο τον τρόπο απεικόνισης του σήματος και ΔΕΝ επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά του σήματος.

Κάθετη Διαβάθμιση

Κάτω από κάθε κουμπί επιλογής καναλιού υπάρχει ένας επιλογέας της διαβάθμισης της οθόνης ο οποίος σημειώνεται με το **Volts/Div (Volts/Division)** και ουσιαστικά καθορίζει σε τι υποδιαίρεση της τάσης αντιστοιχεί το κάθε τετραγωνάκι. Γυρίζοντας τον επιλογέα αριστερόστροφα έχουμε μεγέθυνση της απεικόνισης του σήματος στην οθόνη, δηλαδή κάθε τετραγωνάκι αντιστοιχεί σε μικρότερη υποδιαίρεση. Αντίθετα δεξιόστροφα έχουμε σμίκρυνση του σήματος έτσι το κάθε τετραγωνάκι αντιστοιχεί σε μεγαλύτερη υποδιαίρεση. Η τιμή του **Volts/Div** φαίνεται στο κάτω μέρος της οθόνης με κίτρινα γράμματα για το κανάλι 1 και με μπλε για το κανάλι 2.

Χρονική Διαβάθμιση. (Οριζόντια Διαβάθμιση)

Δεξιά από τα κουμπιά της κάθετης διαβάθμισης υπάρχει ένας επιλογέας που καλείται **TIME/DIV** και καθορίζει ακριβώς την τιμή σε δευτερόλεπτα που αντιστοιχεί σε κάθε κουτάκι. Χρησιμοποιεί ιδιαίτερα για την καλύτερη αναπαράσταση του σήματος (πλήθος περιόδων). Η τιμή και η υποδιαίρεση του κάθε φορά φαίνεται στο κάτω κεντρικό μέρος της οθόνης με λευκά γράμματα.

Εναλλαγή μεταξύ Εναλλασσόμενης/Συνεχούς τάσης και γείωσης (AC-Ground-DC Coupling)

Από τα κουμπιά επιλογής μενού επιλέξτε την επιλογή **CH X MENU** όπου X το κανάλι που θέλουμε να ρυθμίσουμε. Αμέσως, στο δεξιό μέρος της οθόνης παρουσιάζεται ένα μενού που αντιστοιχεί στις ρυθμίσεις του καναλιού που επιλέξατε να δείτε. Αυτό είναι το **Βασικό Μενού του Καναλιού**. Η πρώτη επιλογή αναφέρεται στο είδος εισόδου το σήματος στον παλμογράφο και επιλέγεται ανάλογα με τη μέτρηση που επιθυμούμε να κάνουμε. Η επιλογή **Ground** μας δίνει ένα σήμα με μηδενικό πλάτος το οποίο αντιστοιχεί σε σημείο όπου το δυναμικό είναι μηδέν. Η επιλογή **DC Coupling** παρουσιάζει το σήμα εισόδου συμπεριλαμβάνοντας και τυχών μετατόπιση συνεχούς τάσης που μπορεί να έχει το σήμα. Αντίθετα η επιλογή **AC Coupling** μας δίνει το σήμα εισόδου αγνοώντας οποιαδήποτε DC συνιστώσα της τάσης εισόδου. Η πρακτική του σημασία είναι ότι παρουσιάζει το σήμα κεντραρισμένο ως προς τις ρυθμίσεις της προηγούμενης παραγράφου και έτσι οι μετρήσεις είναι πιο εύκολες.

Μαθηματική Κυματομορφή

Ο παλμογράφος διαθέτει και τρίτο κανάλι (κουμπί MATH) το οποίο ουσιαστικά εκτελεί πράξεις μεταξύ των δύο άλλων καναλιών (1 και 2). Δεν διαθέτει πόλους εισόδου αλλά παίρνει σαν είσοδο αυτές των καναλιών 1 και 2 και εκτελεί μια πράξη σ' αυτές, όπως για παράδειγμα: πρόσθεση, αφαίρεση, γρήγορο μετασχηματισμό Fourier (FFT). Για να δείτε μαθηματικές πράξεις (εδώ αφαίρεση) μεταξύ των καναλιών του παλμογράφου:

1. Ενεργοποιήστε τα κανάλια 1 και 2 και βεβαιωθείτε ότι είναι καθορισμένα για “DC Coupling”
2. Ενεργοποιήστε το κουμπί **MATH** που βρίσκεται μεταξύ των μενού των CH1 και CH2.

3. Από το μενού που εμφανίζεται δεξιά στην οθόνη επιλέξτε την πράξη στην επιλογή “Operation”.
4. Επιλέξτε CH1 – CH2 και βεβαιωθείτε ότι και τα δύο κανάλια έχουν τιμή για το Volts/Div ίση με 10 V.
5. Απενεργοποιήστε τα κανάλια 1 και 2 ώστε να βλέπετε μόνο τη διαφορά των δύο (κόκκινη κυματομορφή).

Μετρήσεις:

Υπάρχουν συγκεκριμένες επιλογές στον παλμογράφο για καθορισμό των μετρήσεων τάσης και των χρονικών μετρήσεων που θα γίνουν. Για τις μετρήσεις πατήστε το κουμπί MEASURE και ακολούθως με τα κουμπιά F1-F5 (δεξιά της οθόνης) μπορείτε να επιλέξετε διαφορετικές μετρήσεις.

Για την τάση, οι συνήθειες μετρήσεις είναι οι εξής :

Μέτρηση αιχμής τάσης (Voltage peak – to – peak, V_{p-p}).

Είναι η μέτρηση που αναφέρεται στη διαφορά της τάσης μεταξύ της μεγαλύτερης και της μικρότερης τιμής της.

Μέτρηση πλάτους τάσης (Voltage amplitude, V_{amp} ή V_{max})

Χρησιμοποιείται συνήθως σε ημιτονοειδή σήματα για να καθορίσει το πλάτος τάσης του σήματος. Στην περίπτωση αυτή η τιμή του πλάτους είναι ίση με το μισό της τιμής της αιχμής τάσης.

Μέτρηση Μέσης Τάσης (Voltage Average, V_{avg}).

Είναι ο μέσος όρος της τάσης που φαίνεται στην οθόνη του παλμογράφου.

Μέτρηση Μέσης Τετραγωνικής Τάσης (Voltage Root Mean Square, V_{rms})

Είναι η τιμή του ρεύματος που προκύπτει από τον τύπο:
$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} |g(t)|^2 dt}$$

και το οποίο γίνεται $V_{rms} = \frac{V_{amp}}{\sqrt{2}}$ για είσοδο $g(t) = V_{amp} \sin(2\omega t + \phi)$.

Η μονάδα μέτρησης για όλες τις πιο πάνω μετρήσεις είναι το Volt.

Οι συνήθειες χρονικές μετρήσεις είναι η συχνότητα (frequency) και η περίοδος (period).

Περίοδος

Ορίζεται το χρονικό διάστημα που απαιτείται για ένα πλήρη κύκλο (π.χ. από τη μια κορυφή του σήματος στην αμέσως επόμενη). Μετριέται σε δευτερόλεπτα (seconds).

Συχνότητα

Ορίζεται ο αριθμός των κύκλων (επαναλήψεων) του σήματος σε ένα δευτερόλεπτο. Μετριέται σε Hertz, (Hz) ή (κύκλους/δευτερόλεπτο).

Επιπλέον από τις αυτόματες μετρήσεις, οι παλμογράφοι συνήθως διαθέτουν και ενδείκτες (cursors) που επιτρέπουν μετρήσεις «με το μάτι», από τον ίδιο το χρήστη.

Μετρήσεις σε ενδείκτες (cursors)

Για να μετρήσετε το V_{p-p} του σήματος.

1. Επιλέξτε το κουμπί “CURSOR”. Επιλέξτε **Vertical** και στο source **CH1**,
2. Μετακινήστε τις γραμμές (ενδείκτες) έτσι που να εφάπτονται των άκρων (ελάχιστο και μέγιστο).
3. Με Δ διακρίνεται η διαφορά τάσης μεταξύ των δύο γραμμών.
4. Η ακριβής τάση που αντιστοιχεί στους δύο ενδείκτες καταγράφεται στις επιλογές V_1 και V_2 .
5. Ταυτόχρονα, ο χρόνος στον οποίο διασταυρώνουν την κυματομορφή φαίνεται στα T_1 και T_2

Για να μετρήσετε την περίοδο του σήματος.

1. Καθορίστε όπως και προηγουμένως αλλά στο type επιλέξτε **Horizontal**.
2. Μετακινήστε τις γραμμές – ενδείκτες ώστε να εφάπτονται σε μια ακριβώς περίοδο. Αν χρειαστεί αλλάξτε τη διαβάθμιση στο χρόνο (TIME/DIV) για να πετύχετε μεγαλύτερη ακρίβεια.
3. Οι επιλογές Δ , T_1 και T_2 έχουν τις ίδιες πληροφορίες όπως και πριν, αλλά σε κλίμακα χρόνου.

4. Ταυτόχρονα, η τάση στην οποία διασταυρώνουν την κυματομορφή φαίνεται στα V_1 και V_2 .

Περίληψη Σημαντικών Ρυθμίσεων

Όταν οι ρυθμίσεις φαίνεται να έχουν πρόβλημα αλλά δεν μπορείτε να ανακαλύψετε τι φταίει τότε επιστρέψτε στις προεπιλεγμένες ρυθμίσεις (του κατασκευαστή) με το να πατήσετε “Save/Recall” και στην συνέχεια “F1” που αντιστοιχεί στο “Default Setup.” Ακόμα μια χρήσιμη εντολή στον παλμογράφο είναι το “Auto Set”, η οποία προσπαθεί να ρυθμίσει τους άξονες τάσης και χρόνου έτσι ώστε η κυματομορφή σας να βρίσκεται στο μέσον. **Προσοχή!** Για πολύ χαμηλές συχνότητες (κάτω από 30 Hz) ή και πολύ χαμηλό πλάτος σήματος (κάτω από 30 mV), το “Auto Set” συνήθως δεν μπορεί να απεικονίσει σωστά το σήμα εισόδου.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Και οι δύο πιο πάνω ενέργειες ενδέχεται θα αλλάξουν πολλές ρυθμίσεις (συμπεριλαμβανομένου και του Probe στο CH Menu) γι’ αυτό και πρέπει να ελέγξετε ξανά όλες τις ρυθμίσεις του παλμογράφου. Βεβαιωθείτε ότι η τιμή του Probe είναι η κατάλληλη για το καλώδιο που χρησιμοποιείτε.

Default Settings

Default Setup Save/Recall ↓ F 1 These are the factory installed settings that appear when pressing Save/Recall key→F1 (Default Setup).		
Acquisition	Mode: Normal	Memory Length: 500
Channel (Vertical)	Scale: 2V/Div Coupling: DC BW Limit: Off	Invert: Off Probe Attenuation: x1
Cursor	Source: CH1 Vertical: None	Horizontal: None
Display	Type: dots Graticule: 	Accumulate: Off
Go-NoGo	Go-NoGo: Off NoGo when: 	Source: CH1 Violating: Stop
Horizontal	Scale: 2.5us/Div	Mode: Main Timebase
Math	Type: + Position: 0.00 Div	Channel: CH1+CH2 Unit/Div: 2V
Measure	Source1: CH1 Volt type: VPP Delay type: FRR	Source2: CH2 Time Type: Frequency
Program	Mode: Edit Item: Memory	Step: 1
Trigger	Type: Edge Mode: Auto Coupling: DC Noise Rejection : Off	Source: Channel1 Slope:  Rejection: Off
Utility	Hardcopy: SaveImage, Inksaver Off Sound: Off	Interface: GPIB, Address 8

Auto Set

Auto Set automatically finds the appropriate settings (vertical, horizontal, trigger) for the input signals.

Limitation: Signals under 30mV or 30Hz would not be configured.

Panel Operation

Auto Set

The following is the Auto Set configuration.

Acquisition	Mode:	Sample
	Stop after:	RUN/STOP button only
Display	Style:	Vectors
	Format:	YT
Horizontal	Scale:	Signal frequency dependent
	Position:	Centered within the graticule window
Trigger	Coupling:	DC
	Position:	Center
	Slope:	Positive
	Type:	Edge
	Source:	Highest frequency
	Level:	Midpoint of data for the trigger source
Vertical	Bandwidth:	Full
	Offset:	0
	Coupling:	Signal dependent
	Scale:	Signal dependent

Οι οδηγίες χρήσης του οργάνου βρίσκονται στα εγχειρίδια στο εργαστήριο αλλά και στην ιστοσελίδα του μαθήματος.

Πηγή Συνεχούς Τάσης



Οι πηγές συνεχούς τάσης, όπως φαίνεται και από το όνομα, παράγουν συνεχή τάση. Οι συγκεκριμένες συσκευές που βρίσκονται στο εργαστήριο διαθέτουν 3 πηγές. Διαθέτουν κουμπί Μετρητή, ON/Set, κουμπιά επιλογής τύπου και κουμπιά ελέγχου τάσης και ρεύματος.

Με το κουμπί ON/Set στο Set καθορίζουμε την τάση ή το ρεύμα και στο ON η πηγή τίθεται σε λειτουργία.

Ακροδέκτες. Οι συνδέσεις της κάθε πηγής αποτελούνται από θετικό (κόκκινο) και αρνητικό (μαύρο) πόλο. Οι δύο μεσαίες συνδέσεις παρέχουν σταθερή τάση 2.5 - 5 V η οποία ρυθμίζεται μια φορά με κατσαβίδι. **ΠΡΟΣΟΧΗ:** Επιβεβαιώστε την τιμή της τάσης αυτής με το πολύμετρο πριν τη χρησιμοποιήσετε. Χρησιμοποιούμε καλώδια banana για όλες τις συνδέσεις με την πηγή συνεχούς τάσης.

Έλεγχος Τάσης. Το κουμπί VOLTAGE καθορίζει την τιμή της τάσης. Μετριέται σε **Volts**.

Έλεγχος Ρεύματος. Η ρύθμιση CURRENT καθορίζει το ρεύμα που επιτρέπει η πηγή να περάσει. Το ρεύμα μετριέται σε **Ampères**. Για τα περισσότερα πειράματά μας το CURRENT θα παραμένει κάπου στην αρχή (στο αριστερότερο σημείο όπου η ένδειξη CC (κόκκινο LED) δεν ανάβει) για προστασία τόσο του κυκλώματος μας, όσο και του χρήστη. Εάν η ένδειξη CC (κόκκινο LED) ανάβει, τότε βεβαιωθείτε ότι δεν υπάρχει κάποιο λάθος στο κύκλωμά σας και περιστρέψτε το CURRENT δεξιόστροφα μέχρι που η ένδειξη CC να σβήσει. **ΠΡΟΣΟΧΗ:** Για αυτό το εξάμηνο, σε καμία περίπτωση η ρύθμιση CURRENT δεν πρέπει να ξεπεράσει το μέσον.

Επιλογή Τύπου Πηγής. Τα τετράγωνα κουμπιά στο μέσον καθορίζουν τον τύπο της πηγής (INDEPENDENT/TRACKING, SERIES/PARALLEL). **Για τα περισσότερα από τα δικά σας πειράματα θα θέλετε οι πηγές να είναι ανεξάρτητες (IND) και σε σειρά (SER).**

Οθόνη. Η οθόνη της πηγής παρουσιάζει την τιμή της τάσης ή του ρεύματος που καθορίζουμε ανάλογα με την επιλογή του κουμπιού Meter. **ΠΡΟΣΟΧΗ:** Η μέτρηση αυτή δεν παρέχει μεγάλη ακρίβεια και πρέπει ΠΑΝΤΟΤΕ να ελέγχεται με το πολύμετρο.

Γεννήτρια Συναρτήσεων



Η γεννήτρια συναρτήσεων χρησιμοποιείται για την παραγωγή εναλλασσόμενων σημάτων εισόδου, με γνωστά χαρακτηριστικά, για έλεγχο ενός κυκλώματος. Δίνοντας σαν είσοδο σε μια ηλεκτρονική συσκευή ένα ημιτονοειδές σήμα και μελετώντας την έξοδο του μπορούμε να μετρήσουμε σημαντικά χαρακτηριστικά της, όπως την **ενίσχυση**, την **απώλεια ισχύος**, και τη **καθυστέρηση**. Για την περίπτωση σύγχρονων ψηφιακών κυκλωμάτων (digital synchronous circuits) η είσοδος πρέπει να είναι τετραγωνικός παλμός για να πάρουμε τις ανάλογες μετρήσεις. Οι γεννήτριες συναρτήσεων διαφέρουν από κατασκευαστή σε κατασκευαστή αλλά οι περισσότερες απ' αυτές περιλαμβάνουν τις πιο κάτω επιλογές.

Ακροδέκτες. Το σήμα εξόδου της γεννήτριας συναρτήσεων το παίρνουμε από τον ακροδέκτη BNC.

Από τη δεύτερη σειρά κουμπιών επιλέξτε τη μορφή του σήματος που θέλετε. Μπορεί να είναι κανονικό ημίτονο, τριγωνικός ή και τετραγωνικός παλμός. Ο τελευταίος είναι όπως είπαμε και πριν ιδανικός για ψηφιακά κυκλώματα.

Έλεγχος Πλάτους. Το τελευταίο κουμπί δεξιά (AMPL) καθορίζει το πλάτος του σήματος, ή το πρόσημο της αιχμής. Μετριέται σε **Volts**.

Έλεγχος Συχνότητας. Το κουμπί αριστερά (FREQUENCY) καθορίζει τη συχνότητα (ή το αντίστροφο της περιόδου) του σήματος που παράγεται.

Επιλογή Υποδιαίρεσης. Τα κουμπιά της πρώτης σειράς καθορίζουν την περιοχή συχνοτήτων στην οποία βρίσκεται πιο κοντά η συχνότητα που επιθυμούμε να έχει το σήμα εξόδου της γεννήτριας. Για παράδειγμα, αν επιθυμούμε συχνότητα **5 MHz** θα επιλέξουμε το **1M**, ενώ αν επιθυμούμε συχνότητα **2 KHz** θα επιλέξουμε το **1K** κλπ. (αυτό μας επιτρέπει να ρυθμίσουμε την γεννήτρια μας στην επιθυμητή συχνότητα με περισσότερη ευκολία και ακρίβεια).

Οθόνη. Η οθόνη της γεννήτριας παρουσιάζει πάντα την τιμή της συχνότητας που καθορίζουμε για το σήμα μας. Η τιμή πρέπει να πολλαπλασιαστεί με την επιλεγμένη υποδιαίρεση (Hz, kHz, ή MHz) για να πάρουμε την πραγματική τιμή της συχνότητας. Έτσι π.χ. αν στην οθόνη αναγράφεται 4.9855 και είναι επιλεγμένη η υποδιαίρεση 1K τότε το σήμα εξόδου μας θα έχει συχνότητα 4,9855 KHz ή 4985,5 Hz. Με την ίδια όμως ένδειξη στην οθόνη και προεπιλεγμένη την κλίμακα 100, τότε το σήμα εισόδου είναι 4.9855 Hz. Η επιλεγμένη κλίμακα φαίνεται επίσης με φωτεινή ένδειξη στο κάτω μέρος της οθόνης.

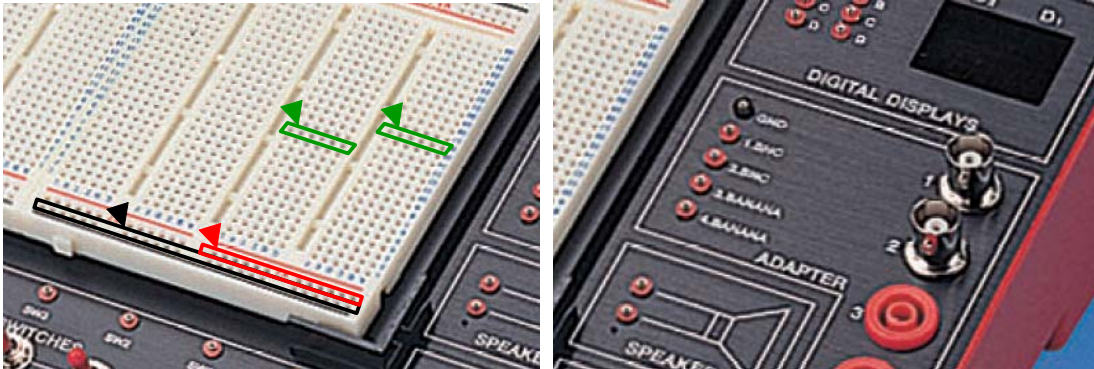
Οι οδηγίες χρήσης του οργάνου βρίσκονται στα εγχειρίδια στο εργαστήριο αλλά και στην ιστοσελίδα του μαθήματος.

Πλακέτα Κατασκευής Κυκλωμάτων (Breadboard)

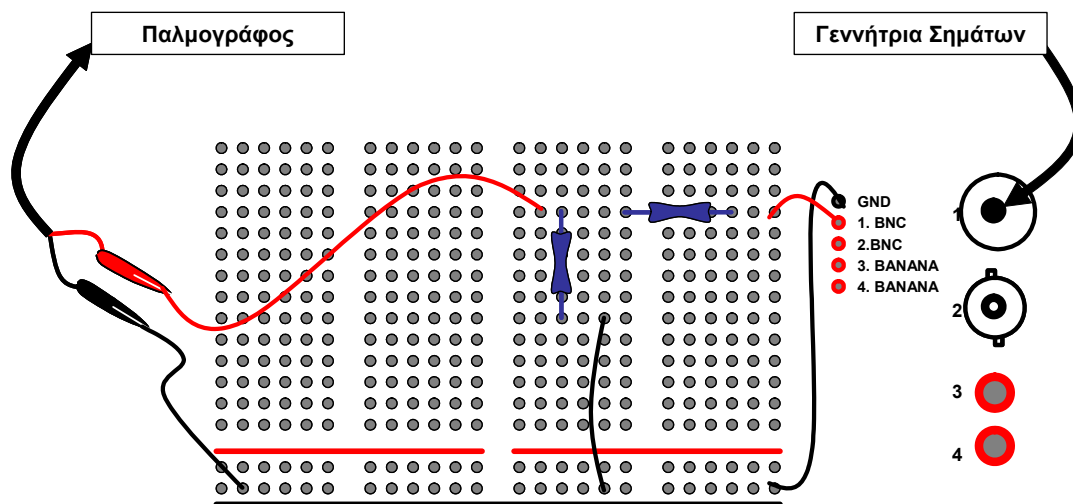
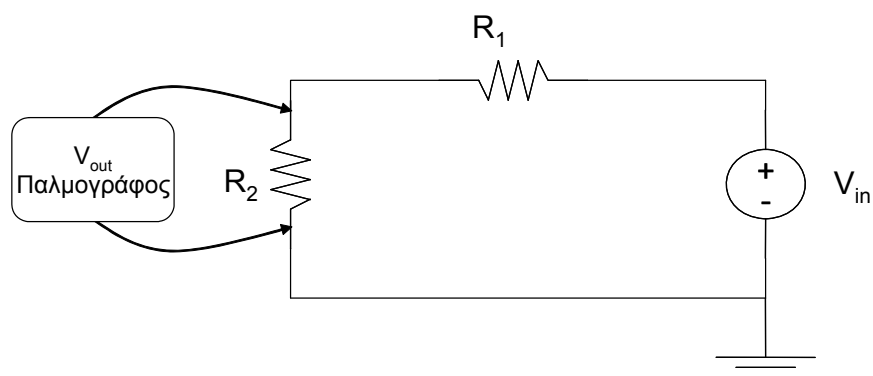


Σε αυτό το εργαστήριο θα κατασκευάσετε τη μεγάλη πλειοψηφία των κυκλωμάτων σας σε ειδική πλακέτα πρωτοτύπησης. Αυτή η πλακέτα παρέχει ένα εύκολο τρόπο να ενώσετε τα στοιχεία του κυκλώματός σας. Διαθέτει τρύπες οι οποίες είναι ενωμένες εσωτερικά και μέσα στις οποίες τοποθετούνται τα άκρα των στοιχείων. Οι τρύπες αυτές είναι ενωμένες κατά εξάδες στο κύριο μέρος της πλακέτας και κατά 12 ή 24 στο κάτω μέρος όπως φαίνεται και στο σχήμα. Όσων στοιχείων ένα από τα άκρα τους τοποθετείται μέσα σε μια από αυτές τις τρύπες, τότε είναι ενωμένα. Κάθε ομάδα αποτελεί, λοιπόν, ένα κόμβο του κυκλώματος.

Μπορείτε να ενώσετε την πλακέτα με τον παλμογράφο είτε με τη χρήση του ειδικού ακροδέκτη (Probe) είτε με BNC-Alligator και συρματάκια. Προσέξτε μόνο να έχετε τη ρύθμιση “Probe” του παλμογράφου στη σωστή θέση, δηλαδή 1X ή 10X. Μπορείτε ακόμα να χρησιμοποιήσετε BNC-BNC για να ενώσετε τον παλμογράφο με ένα από τους ακροδέκτες δεξιά από την πλακέτα και μετά με συρματάκια να ενώσετε τη γείωση (GND) και τη γραμμή (1.BNC) με το κύκλωμα σας. Μπορείτε να ενώσετε επίσης τη γεννήτρια σημάτων με παρόμοιο τρόπο (BNC-Alligator ή BNC-BNC.)



Πιο κάτω βλέπετε ένα παράδειγμα κυκλώματος στην πλακέτα. Όπως βλέπετε τα στοιχεία έχουν τοποθετηθεί έτσι ώστε 3 διαφορετικές σειρές από τρύπες να αποτελούν τους κόμβους του κυκλώματος. Η αντίσταση R_1 και η πηγή αποτελούν τον ένα κόμβο, η αντίσταση R_1 , η R_2 και ο παλμογράφος το δεύτερο κόμβο και ο τρίτος έχει ενωθεί με τη μαύρη σειρά τρυπών, η οποία παίζει το ρόλο της γείωσης.



Αντιστάσεις

Η τιμή μιας αντίστασης φαίνεται από τα χρώματα του στοιχείου. Κάθε αντίσταση διαθέτει μια σειρά από ζώνες, τέσσερις ή πέντε, οι οποίες καθορίζουν την τιμή της αντίστασης με βάση τον πιο κάτω πίνακα. Σημειώστε ότι η τρίτη ζώνη καθορίζει την τάξη μεγέθους της τιμής της αντίστασης ή απλά το πλήθος των μηδενικών που ακολουθούν τη βασική τιμή.

Για αντιστάσεις με 4 ή 5 ζώνες	Αρχικές ζώνες	Προτελευταία ζώνη	Τελευταία ζώνη
	0 = Black 1 = Brown 2 = Red 3 = Orange 4 = Yellow 5 = Green 6 = Blue 7 = Violet 8 = Gray 9 = White	1 = Black 10 = Brown 10^2 = Red 10^3 = Orange 10^4 = Yellow 10^5 = Green 10^6 = Blue 10^7 = Violet 10^8 = Gray 10^9 = White 10^{-1} = Gold 10^{-2} = Silver	1% = Brown 5% = Gold 10% = Silver 20% = No color or other color

Έτσι για μια αντίσταση 100 kΩ ο χρωματισμός θα είναι



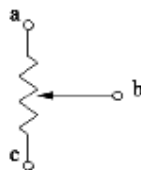
Καφέ (1), Μαύρο (0) και Κίτρινο (10^4) = $10 \times 10^4 = 100 \text{ k}\Omega$

Η τελευταία ζώνη είναι η ανοχή της αντίστασης και δείχνει τυχόν απόκλιση από την τιμή αυτή που μπορεί να έχει η αντίσταση.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Κάποιες αντιστάσεις έχουν 6 ζώνες. Σε αυτή την περίπτωση, η τελευταία είναι ένδειξη θερμικής σταθερότητας.

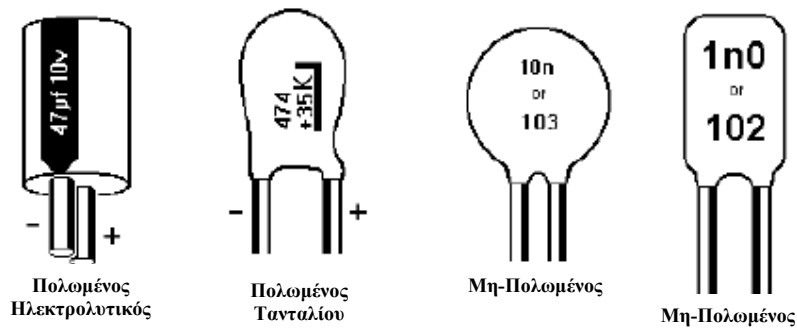
Ποτενσιόμετρα

Ποτενσιόμετρα καλούμε τις μεταβλητές αντιστάσεις. Η σχηματική τους αναπαράσταση είναι με τρεις ακροδέκτες και παρουσιάζεται αριστερά στο πιο κάτω σχήμα. Δεξιά είναι το πραγματικό κύκλωμα το οποίο επίσης έχει 3 ακροδέκτες (ποδαράκια).



Η τιμή (της αντίστασης) του ποτενσιόμετρου, καλείται R_{pot} , και μετριέται στους ακροδέκτες a και c . Ο ενδιάμεσος ακροδέκτης b είναι ουσιαστικά ένας διαιρετής αντίστασης. Μετακινώντας τον επιλογέα του ποτενσιόμετρου η αντίσταση μεταξύ των ακροδεκτών a και b ή c και b αλλάζει. Όταν ο επιλογέας μετακινηθεί αντίστροφα με τη φορά του ρολογιού (αριστερόστροφα) στο άκρο τότε τα a και b ταυτίζονται έτσι η αντίσταση R_{ab} γίνεται μηδέν (0), ενώ η R_{bc} γίνεται όση και η R_{pot} . Μετακινώντας τον επιλογέα δεξιόστροφα η R_{ab} αυξάνεται ενώ η R_{bc} μειώνεται.

Πυκνωτές



Οι κεραμικοί πυκνωτές με μικρή τιμή συνήθως κωδικοποιούνται με τρεις αριθμούς (π.χ. 474) που καθορίζουν της τιμή τους σε τάξη μεγέθους picofarads. **Τα δύο πρώτα ψηφία είναι η πραγματική τιμή τους, ενώ το τρίτο δηλώνει τον αριθμό των μηδενικών που ακολουθούν.** Για παράδειγμα : $474 = 470000\text{pF} = 470\text{nF} = 0.47\mu\text{F}$.

Οι πυκνωτές που η τιμή τους είναι της τάξης των μF (0.47 micro-farad) ή μεγαλύτερης είναι συνήθως ηλεκτρολυτικοί ή Τανταλίου και καλούνται πολωμένοι. Αυτό πρέπει να μας καθιστά προσεκτικούς στη συνδεσμολογία τους, αφού ο θετικός ακροδέκτης (+) είναι διαφορετικός από τον αρνητικό (-) και σημειώνονται ξεκάθαρα, συνήθως με το μήκος των ακροδεκτών. Σε ένα πολωμένο πυκνωτή ο αρνητικός ακροδέκτης φαίνεται από το πρόσημο (-) που είναι εκτυπωμένο στο περίβλημα του πυκνωτή ενώ ο θετικός ακροδέκτης έχει συνήθως το πιο μακρύ ποδαράκι. Αντίθετα στους μη πολωμένους οι δύο ακροδέκτες μπορούν να συνδεθούν με οποιοδήποτε τρόπο.

Τυπικός Καθορισμός τάξης Μεγέθους.

tera	=	$1 \cdot 10^{12}$
giga	=	$1 \cdot 10^9$
mega	=	$1 \cdot 10^6$
kilo	=	$1 \cdot 10^3$
milli	=	$1 \cdot 10^{-3}$
micro	=	$1 \cdot 10^{-6}$
nano	=	$1 \cdot 10^{-9}$
pico	=	$1 \cdot 10^{-12}$

Πειραματική Εργασία

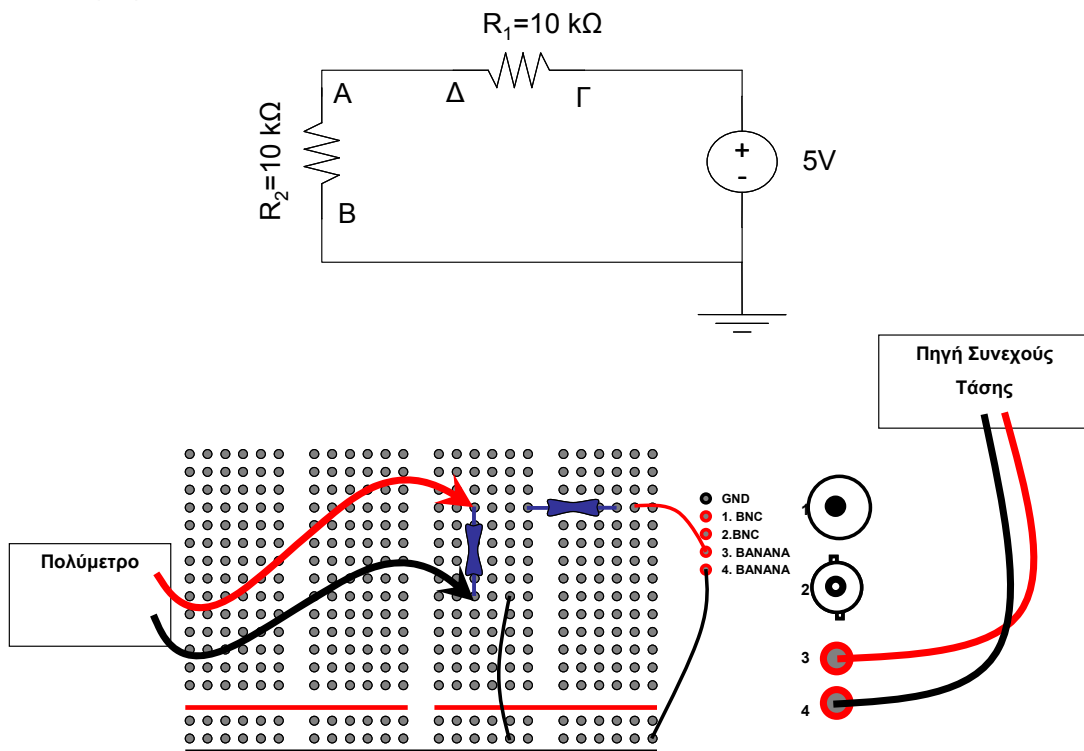
Εργαστηριακή Άσκηση 0.1 – Εξοικείωση με την πηγή και το πολύμετρο

Στόχοι

- Εξοικείωση με την πηγή και το πολύμετρο.

Διαδικασία

- Καθορίστε την έξοδο της πηγής συνεχούς τάσης στα 5 V.
- Κατασκευάστε το πιο κάτω κύκλωμα. Σας δίνονται και οι θέσεις στη πλακέτα κυκλωμάτων για βοήθεια.



- Από ότι γνωρίζεται από τη θεωρία των κυκλωμάτων, τι τιμή περιμένετε να έχει η τάση μεταξύ A και B; Μεταξύ Γ και Δ ;

V_{AB} από θεωρία = _____

$V_{\Gamma\Delta}$ από θεωρία = _____

- Μετρήστε με το πολύμετρο την τάση μεταξύ A και B (στη θέση DC V) και σημειώστε την στο εγχειρίδιο σας

V_{AB} από μέτρηση = _____

- Μετρήστε με το πολύμετρο την τάση μεταξύ Γ και Δ (στη θέση DC V) και σημειώστε την στο εγχειρίδιο σας

$V_{\Gamma\Delta}$ από μέτρηση = _____

6. Συμφωνούν οι τιμές με αυτό που προβλέπει η θεωρία;

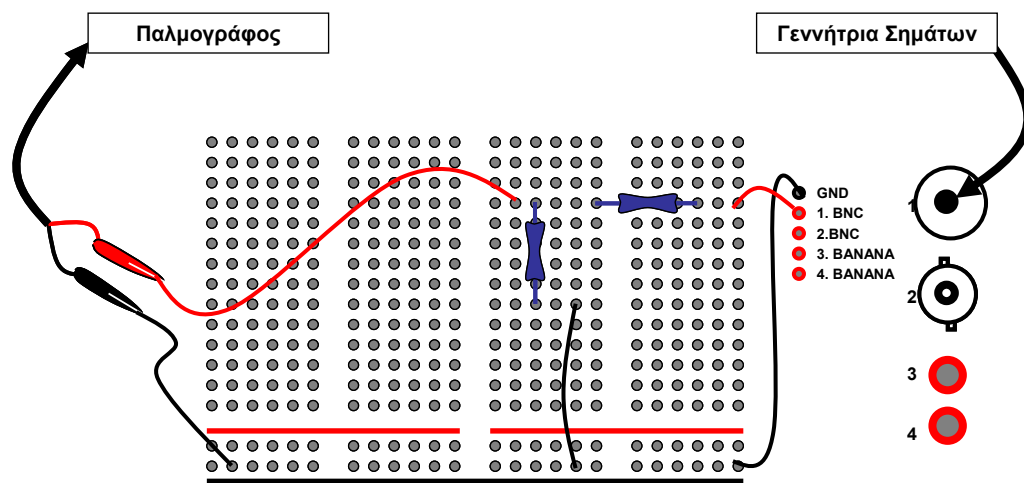
Εργαστηριακή Άσκηση 0.2 – Εξοικείωση με τη γεννήτρια συναρτήσεων και τον παλμογράφο

Στόχοι

- Εξοικείωση με τη γεννήτρια συναρτήσεων και τον παλμογράφο.

Διαδικασία

- Καθορίστε στη γεννήτρια ένα ημιτονοειδές σήμα εξόδου με πλάτος $V_{rms} = 2\text{ V}$ και συχνότητα 10 kHz. (Για να καθορίσετε το πλάτος του σήματος από τη γεννήτρια πρέπει να χρησιμοποιήσετε το πολύμετρο στη θέση AC V και μετρώντας την τάση να θέσετε τη ρύθμιση AMPL)
- Στο κύκλωμα που κατασκευάσετε στην προηγούμενη άσκηση, ενώστε τη γεννήτρια σημάτων στη θέση της πηγής συνεχούς τάσης.



- Μετρήστε τη μέση τετραγωνική τάση V_{rms} στα σημεία AB με το πολύμετρο
 V_{AB} από πολύμετρο = _____
- Χρησιμοποιείτε τον παλμογράφο για να δείτε τη κυματομορφή μεταξύ των σημείων A και B. Βεβαιωθείτε ότι μπορείτε να δείτε γύρω στις 2 περιόδους της κυματομορφής και ότι το πλάτος της είναι όσο πιο μεγάλο επιτρέπει η οθόνη. Μετρήστε το πλάτος της κυματομορφής από την οθόνη του παλμογράφου.
 V_{AB} από παλμογράφο = _____

- Υπολογίστε με βάση αυτή τη μέτρηση τη μέση τετραγωνική τάση V_{rms} .

$$V_{AB\ rms} \text{ από υπολογισμό} = \underline{\hspace{2cm}}$$

6. Συμφωνούν οι μετρήσεις με το πολύμετρο και τον παλμογράφο;
