

Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
Τμήμα Μηχανικών Η/Υ και Πληροφορικής
Εργαστήριο Συστημάτων VLSI και Αρχιτεκτονικής Υπολογιστών

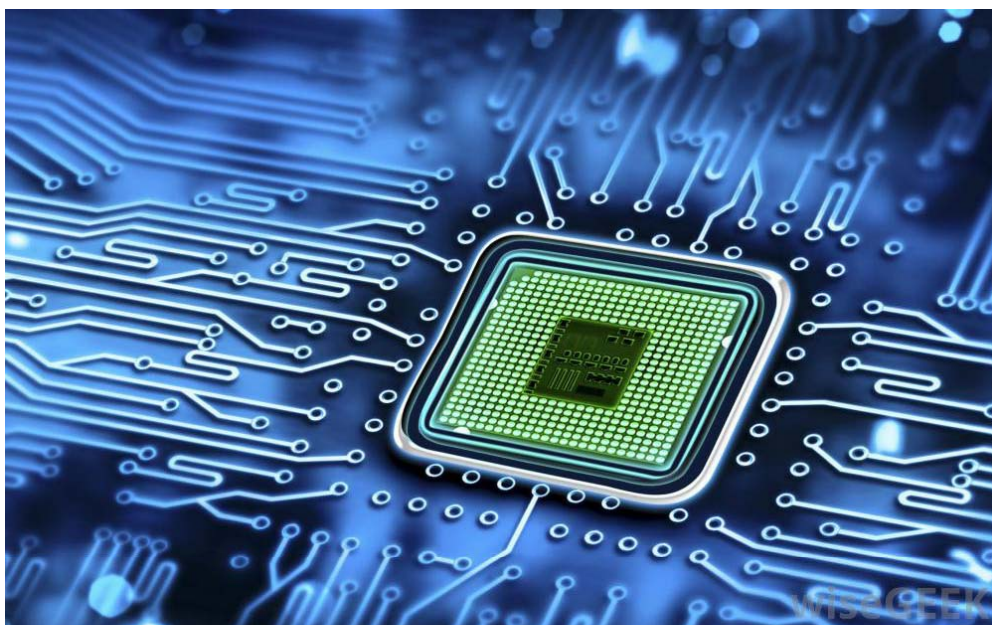


ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ

Οργανολογία



Γεώργιος Τσιατούχας



Ιωάννινα 2017



Εργαστήριο Συστημάτων VLSI και Αρχιτεκτονικής Υπολογιστών
VLSI Systems and Computer Architecture Lab

Οργανολογία

0.1 ΤΟ ΠΟΛΥΜΕΤΡΟ

0.1.1 Περιγραφή - Λειτουργία

Το πολύμετρο είναι ένα μετρητικό όργανο με δυνατότητα πολλαπλών τύπων μετρήσεων. Βασικές του χρήσεις είναι, ως βολτόμετρο, αμπερόμετρο και ωμόμετρο για τη μέτρηση τάσεων (συνεχών και εναλλασσόμενων), ρευμάτων (συνεχών και εναλλασσόμενων) και αντιστάσεων αντίστοιχα. Στο Σχήμα 0.1 που ακολουθεί δίδεται η εικόνα των ψηφιακών πολυμέτρων χειρός του εργαστηρίου.



Ω – Περιοχή V – Περιοχή A – Περιοχή
Μέτρησης Αντιστάσεων Μέτρησης Τάσεων Μέτρησης Ρευμάτων

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1. Διακόπτης αλλαγής κλίσης οθόνης. | 6. Επιλογέας λειτουργίας και κλίμακας. |
| 2. AC/DC επιλογέας. | 7. Υποδοχή V/Ω. |
| 3. Διακόπτης ενεργοποίησης ON/OFF. | 8. Υποδοχή γης. |
| 4. Οθόνη LCD. | 9. Υποδοχή A μέχρι 1A. |
| 5. Υποδοχή τρανζίστορ. | 10. Υποδοχή A μέχρι 10A. |

Σχήμα 0.1: Το πολύμετρο



Με σκοπό τη μέτρηση τάσεων ο επιλογέας λειτουργίας/κλίμακας (6) θα πρέπει να βρίσκεται στην περιοχή μέτρησης τάσεων (V) όπως φαίνεται στο Σχήμα 0.1. Αντίστοιχα, για τη μέτρηση αντιστάσεων ο επιλογέας λειτουργίας θα πρέπει να βρίσκεται στην περιοχή μέτρησης αντιστάσεων (Ω) ενώ για τη μέτρηση ρευμάτων ο επιλογέας λειτουργίας θα πρέπει να βρίσκεται στην περιοχή μέτρησης ρευμάτων (A).

Επιπρόσθετα, ο επιλογέας λειτουργίας/κλίμακας θα πρέπει να τοποθετηθεί εντός της κατάλληλης περιοχής στη σωστή ένδειξη κλίμακας για το αναμενόμενο εύρος τιμών του μετρούμενου μεγέθους. Π.χ. για τη μέτρηση τάσεων μέχρι 12V ο επιλογέας λειτουργίας/κλίμακας (6) θα πρέπει να τοποθετηθεί στην περιοχή μέτρησης τάσεων και συγκεκριμένα στην ένδειξη 20V του οργάνου, η οποία είναι η μικρότερη ένδειξη που περικλείει όλο το εύρος των προς μέτρηση τιμών.

Αν το εύρος των τιμών που θα μετρηθούν δεν είναι εκ των προτέρων γνωστό, τότε τοποθετούμε τον επιλογέα λειτουργίας/κλίμακας στην μέγιστη ένδειξη της περιοχής. Στην περίπτωση που η ακρίβεια της μέτρησης δεν είναι ικανοποιητική επαναρυθμίζουμε.

Στην οθόνη εμφανίζεται πάντα και η επιλεγμένη περιοχή του τύπου μετρήσεων και η αντίστοιχη κλίμακα που χρησιμοποιείται.

Για τη μέτρηση των ζητούμενων μεγεθών χρησιμοποιούνται τα δύο καλώδια μέτρησης (probes) που συνοδεύουν το όργανο. Από αυτά, το μαύρο καλώδιο μέτρησης θα πρέπει πάντα να συνδέεται στη μαύρη υποδοχή (8).

Ακολούθως, για τη μέτρηση τάσεων ή αντιστάσεων θα πρέπει το κόκκινο καλώδιο να συνδέεται στην υποδοχή (7).

Τέλος, για τη μέτρηση ρευμάτων μέχρι 1A θα πρέπει το κόκκινο καλώδιο να συνδέεται στην υποδοχή (9), ενώ για τη μέτρηση ρευμάτων μέχρι 10A θα πρέπει το κόκκινο καλώδιο να συνδέεται στην υποδοχή (10).

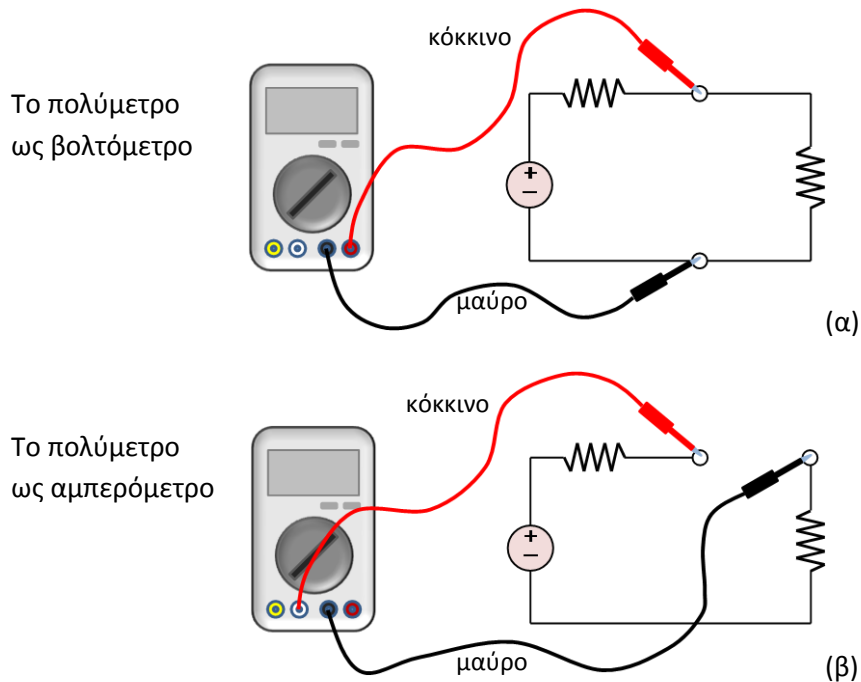
Στην περίπτωση μέτρησης τάσεων ή ρευμάτων, με τον επιλογέα (2) επιλέξετε αν θα μετρήσετε DC ή AC (RMS) τιμές.

Προσοχή: Στην περίπτωση που ο επιλογέας λειτουργίας/κλίμακας και τα καλώδια μέτρησης δεν είναι τοποθετημένα σε συμβατές θέσεις (τα καλώδια μέτρησης δεν είναι στις σωστές υποδοχές του πολυμέτρου), προκαλείται ένας ενδεικτικός βόμβος από το όργανο.

Το μαύρο και το κόκκινο καλώδιο μέτρησης δεν διαφοροποιούνται μεταξύ τους. Η ανωτέρω υποδείξεις για τη σύνδεσή τους είναι σε γενική χρήση, ως αποτέλεσμα σύμβασης, και αξιοποιούνται για την εύκολη αναγνώριση της πολικότητας (κόκκινο = θετικός ακροδέκτης και μαύρο = αρνητικός ακροδέκτης).

Όταν ζητούμενο είναι η μέτρηση τάσεων, τα ελεύθερα άκρα των καλωδίων μέτρησης τοποθετούνται παράλληλα στο προς μέτρηση κύκλωμα ενώ για τη μέτρηση ρευμάτων τα ελεύθερα άκρα των καλωδίων μέτρησης τοποθετούνται σε σειρά με το προς μέτρηση κύκλωμα όπως φαίνεται στο Σχήμα 0.2. Κατά τη μέτρηση των αντιστάσεων τα ελεύθερα άκρα των καλωδίων μέτρησης τοποθετούνται στα άκρα της μετρούμενης αντίστασης. Σε

αυτή την περίπτωση, αν η αντίσταση είναι μεγαλύτερη από την επιλεγμένη ένδειξη κλίμακας τότε εμφανίζεται στο αριστερό άκρο της οθόνης η ένδειξη «1.».



Σχήμα 0.2: Μέτρηση α) τάσης και β) ρεύματος

0.1.2 Ασφάλεια

Το όργανο είναι σχεδιασμένο ώστε να παρέχει ασφάλεια στο χρήστη. Απαιτείται όμως προσοχή ώστε να αποφευχθεί μια κακή χρήση του οργάνου που ενδεχόμενα να επιφέρει ηλεκτρικό σοκ. Η εργασία με ηλεκτρικά κυκλώματα μπορεί να είναι επικίνδυνη ή και θανατηφόρα αν δεν ακολουθούνται οι κανόνες ασφαλείας και οι σχετικές εργασίες δεν γίνονται υπεύθυνα και με απόλυτη προσοχή!

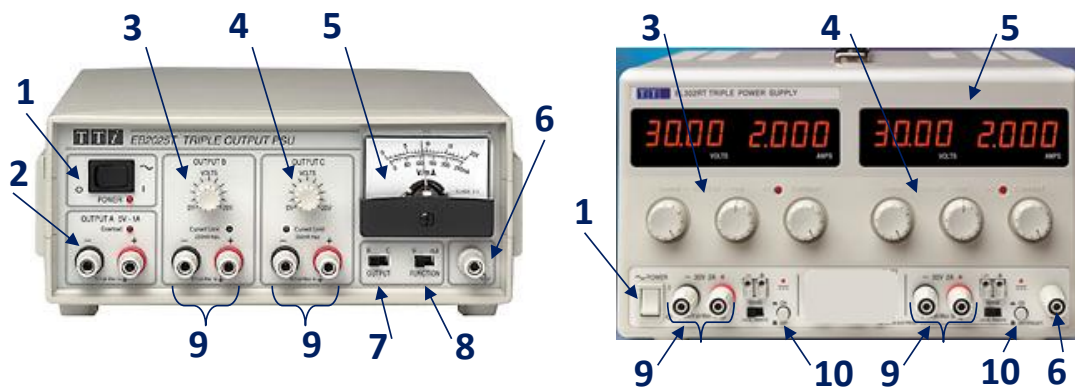
- Πριν συνδέσετε το πολύμετρο βεβαιωθείτε ότι το υπό μέτρηση κύκλωμα δεν είναι υπό τάση.
- Πριν τροφοδοτήσετε το κύκλωμα με τάση ελέγξτε την θέση του επιλογέα λειτουργίας/κλίμακας ώστε τη θέση του να αντιστοιχεί στο εύρος των τιμών εντός του οποίου αναμένεται η τιμή της μέτρησης. Επίσης, ελέγξτε αν η σύνδεση των καλωδίων μέτρησης με το κύκλωμα είναι σωστή και στα ορθά επιλεγμένα σημεία.
- Πριν αλλάξετε θέση στον επιλογέα λειτουργίας/κλίμακας θέστε το κύκλωμα εκτός τάσης.
- Πριν τη μέτρηση αντιστάσεων φροντίστε το κύκλωμα στο οποίο αυτές ενσωματώνονται να μην είναι υπό τάση (επίσης απενεργοποιήστε τις πηγές σήματος).

0.2 ΤΟ ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ

Το τροφοδοτικό χρησιμοποιείται για την παροχή τροφοδοσίας στο υπό μελέτη κύκλωμα. Λειτουργεί είτε ως πηγή σταθερής (DC) τάσης είτε ως πηγή σταθερού (DC) ρεύματος.

Τα τροφοδοτικά του εργαστηρίου (βλ. Σχήμα 0.3) έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Το αριστερό έχει τρεις εξόδους:
 - Η πρώτη (2) παρέχει μόνιμα τάση 5V και ρεύμα 1A.
 - Οι άλλες δύο (9) παρέχουν η καθεμία τάση μέχρι 20V και ρεύμα μέχρι 250mA
- Το δεξιό έχει δύο εξόδους (9) που παρέχουν η καθεμία τάση μέχρι 30V και ρεύμα μέχρι 2A.



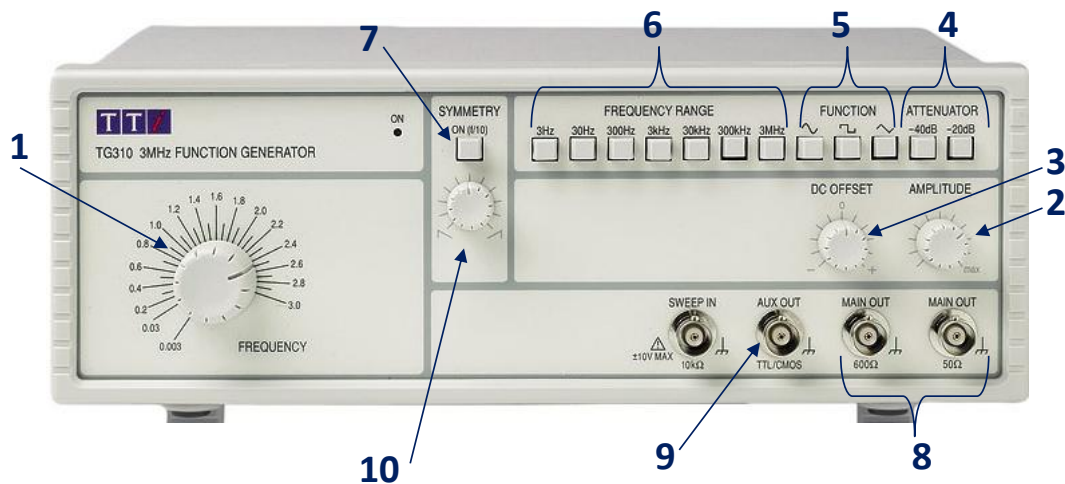
1. Διακόπτης ενεργοποίησης ON/OFF.
2. Σταθερή έξοδος A: 5V – 1A.
3. Έξοδος B: διακόπτης(ες) ρύθμισης.
4. Έξοδος C: διακόπτης(ες) ρύθμισης.
5. Οθόνη ένδειξης τάσης/ρεύματος.
6. Γείωση οργάνου.
7. Επιλογέας εξόδου B ή C στην οθόνη.
8. Επιλογέας τάσης/ρεύματος.
9. Θετικός και αρνητικός ακροδέκτης εξόδου.
10. Διακόπτης ενεργοποίησης εξόδου.

Σχήμα 0.3: Το τροφοδοτικό

0.3 Η ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΣΗΜΑΤΟΣ

Η γεννήτρια σήματος παράγει περιοδικά σήματα τα οποία χρησιμοποιούνται ως είσοδος στο υπό μελέτη κύκλωμα. Τρία είναι τα κύρια χαρακτηριστικά των παραγόμενων σημάτων, η συχνότητα, το πλάτος και η μετατόπιση (DC offset). Και τα τρία μεγέθη καθορίζονται πλήρως από τον χρήστη με κατάλληλη ρύθμιση της γεννήτριας.

Η γεννήτρια σήματος του εργαστηρίου παρουσιάζεται στο Σχήμα 0.4. Μπορεί να παρέχει τρία είδη σήματος, ημιτονικό, τετραγωνικό και τριγωνικό. Η μέγιστη συχνότητα που παράγει είναι 3MHz.



- | | |
|---|--|
| 1. Επιλογέας συχνότητας. | 6. Επιλογή εύρους συχνοτήτων. |
| 2. Επιλογέας πλάτους. | 7. Υποβάθμιση συχνότητας (:10). |
| 3. Επιλογέας μετατόπισης (DC offset). | 8. Κύριες έξοδοι σήματος (50Ω και 600Ω). |
| 4. Υποβάθμιση πλάτους -20db ή -40db. | 9. Έξοδος TTL/CMOS (πλάτος 5V). |
| 5. Επιλογή τύπου σήματος (ημίτονο, τετραγωνικός παλμός, τριγωνικός παλμός). | 10. Αλλαγή συμμετρίας σήματος |

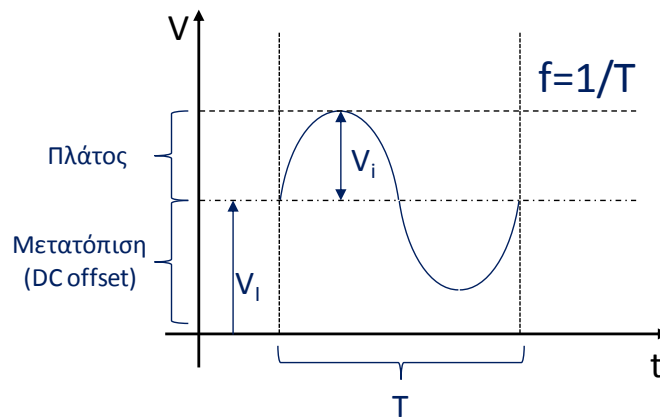
Σχήμα 0.4: Η γεννήτρια σήματος

Όπως ειπώθηκε νωρίτερα τρία είναι τα χαρακτηριστικά μεγέθη των σημάτων που μας ενδιαφέρουν στις εργαστηριακές μας ασκήσεις, η συχνότητα, το πλάτος και η μετατόπιση. Στο Σχήμα 0.5 παρουσιάζονται τα ανωτέρω μεγέθη για την περίπτωση ενός ημιτονικού σήματος τάσης που εξελίσσεται στο χρόνο (το ίδιο ισχύει και για τους άλλους δύο τύπους σημάτων).

Η συχνότητα f είναι το αντίστροφο της περιόδου T του σήματος, δηλ. του χρονικού διαστήματος μέσα στο οποίο το σήμα επαναλαμβάνεται. Για τον καθορισμό της, αρχικά επιλέγουμε το εύρος συχνοτήτων με τους διακόπτες [*Frequency Range* (6)] (δηλ. τη μέγιστη συχνότητα της τρέχουσας χρήσης του οργάνου). Ακολούθως, με τον επιλογέα [*frequency* (1)] επιλέγουμε την ακριβή τιμή της συχνότητας του παραγόμενου σήματος. Με τον διακόπτη [$f/10$ (7)] υποβαθμίζουμε την τρέχουσα συχνότητα κατά 10 φορές.

Η μετατόπιση V_i είναι η τιμή ηρεμίας (ή μέση τιμή) του σήματος και μπορεί να πάρει είτε θετικές είτε αρνητικές τιμές, είτε την τιμή μηδέν. Το σήμα εξελίσσεται συμμετρικά γύρω από αυτή την τιμή. Η μετατόπιση καθορίζεται από τον επιλογέα [*DC offset* (3)] και είναι θετική γυρίζοντας το διακόπτη δεξιόστροφα και αρνητική στην αντίθετη φορά.

Το πλάτος V_i είναι η μέγιστη απόκλιση του σήματος από την τιμή ηρεμίας και είναι το ίδιο και στις δύο πλευρές. Καθορίζεται από τον επιλογέα [*Amplitude* (2)]. Αν επιθυμούμε σήμα πολύ μικρού πλάτους μπορούμε να υποβαθμίσουμε το τρέχων πλάτος είτε κατά 10 φορές (-20db) είτε κατά 100 φορές (-40db) πιέζοντας εντός τους σχετικούς διακόπτες [*Attenuation* (4)].

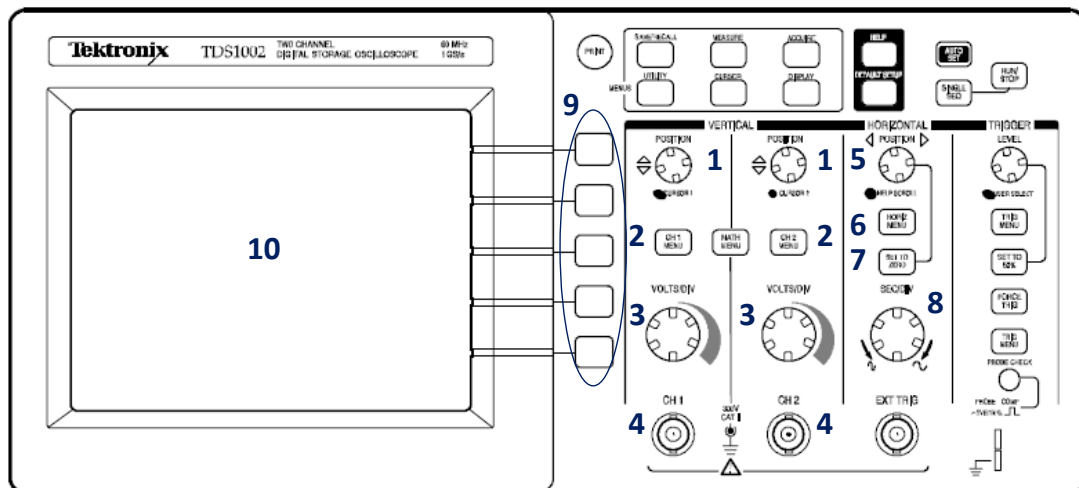


Σχήμα 0.5: Χαρακτηριστικά μεγέθη σήματος

0.4 Ο ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΟΣ

0.4.1. Περιγραφή - Λειτουργία

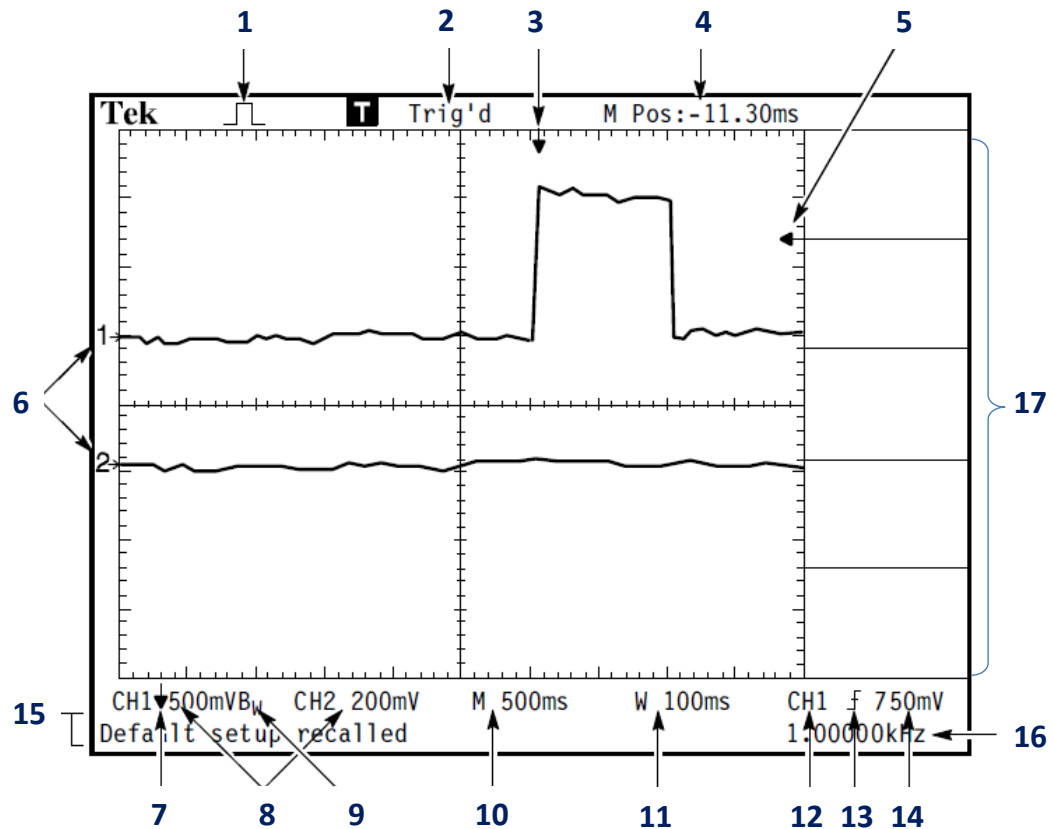
Ο παλμογράφος είναι μετρητικό όργανο με ικανότητα απεικόνισης κυματομορφών τάσης. Ο παλμογράφος του εργαστηρίου και οι κύριες λειτουργίες του παρουσιάζονται στο Σχήμα 0.6, είναι ψηφιακός και έχει δύο κανάλια (4) για την είσοδο σήματος (CH1 και CH2).



1. Κατακόρυφη τοποθέτηση κυματομορφής.
2. Μενού επιλογών κατακόρυφου άξονα.
3. Επιλογή παράγοντα κλιμάκωσης.
4. Είσοδος σήματος.
5. Οριζόντια τοποθέτηση κυματομορφής.
6. Μενού επιλογών οριζόντιου άξονα.
7. Τοποθέτηση κυματομορφής στο 0.
8. Επιλογή παράγοντα κλιμάκωσης.
9. Πλήκτρα επιλογών.
10. Οθόνη LCD.

Σχήμα 0.6: Ο παλμογράφος

Στο Σχήμα 0.7 παρουσιάζονται οι πληροφορίες που απεικονίζονται στην οθόνη του παλμογράφου.

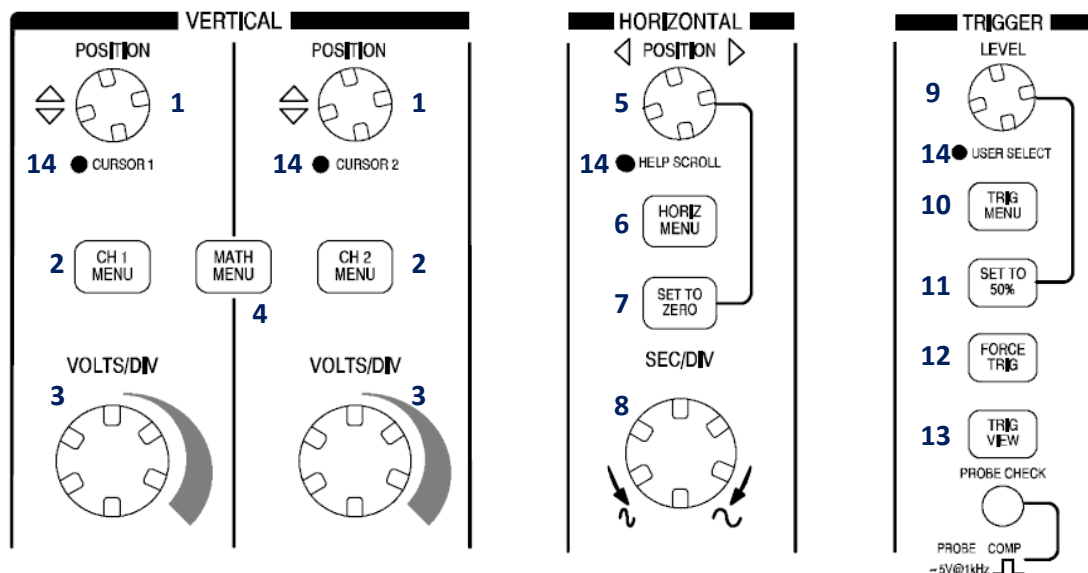


- | | |
|--|---|
| 1. Ένδειξη λειτουργίας ανάκτησης σήματος (sample, peak, average). | 9. Ένδειξη περιορισμού εύρους ζώνης στο κανάλι. |
| 2. Κατάσταση σκανδαλισμού (triggering). | 10. Ένδειξη οριζόντιου παράγοντα κλιμάκωσης του χρόνου. |
| 3. Θέση αρχής κυματομορφής. | 11. Βάση χρόνου παραθύρου. |
| 4. Ένδειξη χρόνου στο κέντρο της κλίμακας του οργάνου. | 12. Πηγή σκανδαλισμού. |
| 5. Ένδειξη επιπέδου σκανδαλισμού. | 13. Τύπος σκανδαλισμού. |
| 6. Ενδείξεις των σημείων αναφοράς (γειώσεις) των σημάτων των καναλιών εισόδου. | 14. Επίπεδο σκανδαλισμού. |
| 7. Ένδειξη αντιστροφής της κυματομορφής. | 15. Μηνύματα. |
| 8. Ενδείξεις κατακόρυφου παράγοντα κλιμάκωσης των καναλιών | 16. Συχνότητα σκανδαλισμού. |
| | 17. Επιλογές λειτουργιών. |

Σχήμα 0.7: Η οθόνη του παλμογράφου

Στο Σχήμα 0.8 παρουσιάζονται οι επιλογές ρύθμισης στον κατακόρυφο και οριζόντιο άξονα της οθόνης καθώς και οι ρυθμίσεις για τον σκανδαλισμό. Θα αναφερθούμε πιο αναλυτικά σε κάποιες από αυτές. Με τους επιλογείς «*POSITION*» γίνεται επιλογή της θέσης της κυματομορφής στον κατακόρυφο (1) και οριζόντιο (5) άξονα της οθόνης. Με τα πλήκτρα «*MENU*» εμφανίζεται στην δεξιά περιοχή της οθόνης [(17) στο Σχήμα 0.7] το μενού επιλογών α) για τα κανάλια CH1 και CH2 (2), β) του οριζόντιου άξονα (6) και του σκανδαλισμού (10)

- Στο μενού των καναλιών CH1 και CH2 (2) επιλέγουμε μεταξύ άλλων τη σύζευξη:
 - *DC* - όπου εμφανίζονται στην οθόνη και η *DC* και η *AC* συνιστώσα του σήματος εισόδου
 - *AC* - όπου εμφανίζεται στην οθόνη μόνο η *AC* συνιστώσα του σήματος εισόδου
 - *GND (ground)* - όπου εμφανίζεται η γείωση του καναλιού
- Στο μενού σκανδαλισμού (10) επιλέγουμε μεταξύ άλλων τον τύπο σκανδαλισμού (*Edge, Video, Pulse Width*) και την πηγή σκανδαλισμού (*CH1, CH2, EXT, EXT/5, AC Line*).

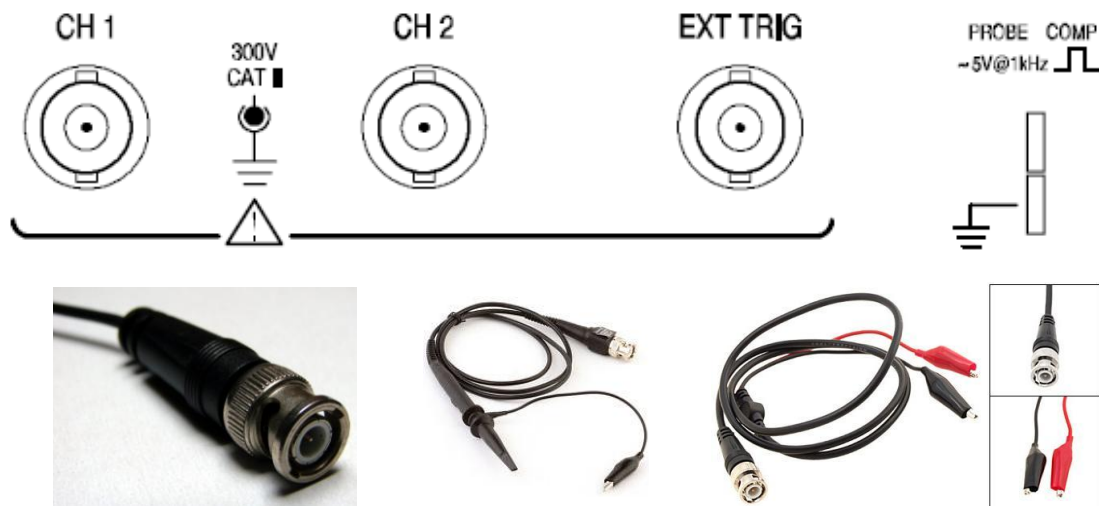


- | | |
|---|---|
| 1. Κατακόρυφη θέση καναλιών CH1 και CH2. | 9. Προσδιορισμός του επιπέδου σκανδαλισμού. |
| 2. Μενού επιλογών καναλιών CH1 και CH2. | 10. Μενού σκανδαλισμού. |
| 3. Κατακόρυφος παράγοντας κλιμάκωσης καναλιών CH1 και CH2 σε Volts/Div. | 11. Τοποθέτηση του επιπέδου σκανδαλισμού στο μέσο μεταξύ των κορυφών. |
| 4. Μενού πράξεων. | 12. Επιβολή σκανδαλισμού. |
| 5. Οριζόντια τοποθέτηση κυματομορφών. | 13. Απεικόνιση κυματομορφής σκανδαλισμού. |
| 6. Μενού επιλογών οριζόντιου άξονα. | 14. LED αλλαγής χρήσης. |
| 7. Τοποθέτηση κυματομορφής στο 0. | |
| 8. Επιλογή παράγοντα κλιμάκωσης οριζόντιου άξονα σε Sec/Div. | |

Σχήμα 0.8: Έλεγχος κατακόρυφου - οριζόντιου άξονα και σκανδαλισμού

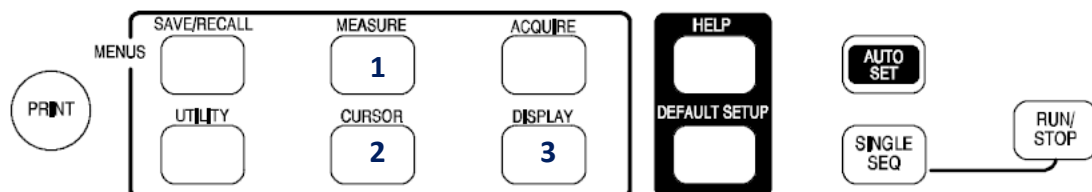
Με τους επιλογείς (3) διαμορφώνεται ο παράγοντας κλιμάκωσης στον κατακόρυφο άξονα των καναλιών CH1 και CH2 σε Volts/Div (Div=division) και με τον επιλογέα (8) διαμορφώνεται ο παράγοντας κλιμάκωσης στον οριζόντιο άξονα σε Sec/Div. Με αυτές τις επιλογές καθορίζεται πόσα Volts θα αντιστοιχούν ανά μεγάλη υποδιαίρεση (Div) του κατακόρυφου άξονα και πόσα Δευτερόλεπτα (Sec) θα αντιστοιχούν ανά μεγάλη υποδιαίρεση (Div) του οριζόντιου άξονα.

Τέλος το πλήκτρο (11) χρησιμοποιείται για την άμεση σταθεροποίηση της κυματομορφής στην οθόνη.



Σχήμα 0.9: Θύρες εισόδου και καλώδια μέτρησης

Οι θύρες εισόδου σήματος του παλμογράφου εμφανίζονται στο Σχήμα 0.9. Οι θύρες είναι τύπου BNC και υπάρχει μία για κάθε κανάλι (CH1 και CH2) και μια για πιθανό εξωτερικό σήμα σκανδαλισμού (EXT TRIG). Στο Σχήμα 0.9 εμφανίζονται επίσης τα καλώδια μέτρησης του παλμογράφου που συνδέονται στις θύρες BNC. Από τους ακροδέκτες των καλωδίων ο μαύρος αντιστοιχεί στη γείωση του καναλιού και θα πρέπει να συνδέεται στην γείωση του υπό μέτρηση κυκλώματος. Ο δεύτερος ακροδέκτης (κόκκινος) συνδέεται στον κόμβο του κυκλώματος στον οποίο επιθυμούμε να πραγματοποιήσουμε την μέτρηση.



1. Μενού μετρήσεων.
2. Μενού δεικτών (cursors).
3. Μενού απεικόνισης.

Σχήμα 0.10: Μενού λειτουργιών



Στον παλμογράφο υπάρχουν πρόσθετες επιλογές για την απεικόνιση των σημάτων και τη μέτρηση μεγεθών. Στο Σχήμα 0.10 παρουσιάζονται τα σχετικά πλήκτρα. Τα τρία πιο ενδιαφέροντα αναλύονται στη συνέχεια.

Το πλήκτρο «*MEASURE*» (1) δίνει πρόσβαση στην αυτόματη μέτρηση μεγεθών. Υπάρχουν διαθέσιμοι 11 τύποι μετρήσεων, από τους οποίους μέχρι 5 μπορούν να απεικονιστούν ταυτόχρονα. Οι διαθέσιμοι τύποι μετρήσεων είναι: Συχνότητα (*Freq*), Περίοδος (*Period*), Μέση τιμή (*Mean*), Κορυφή με κορυφή (*Pk-Pk*), RMS πλήρους κύκλου (*Cyc RMS*), Ελάχιστη τιμή (*Min*), Μέγιστη τιμή (*Max*), Χρόνος ανόδου (*Rise time*) δηλ. ο χρόνος από το 10% στο 90% της ανερχόμενης ακμής της κυματομορφής, Χρόνος καθόδου (*Fall time*) δηλ. ο χρόνος από το 90% στο 10% της κατερχόμενης ακμής της κυματομορφής, Θετικό πλάτος (*Pos Width*) δηλ. ο χρόνος από το 50% της ανερχόμενης ακμής στο 50% της επόμενης κατερχόμενης ακμής, Αρνητικό πλάτος (*Neg Width*) δηλ. ο χρόνος από το 50% της κατερχόμενης ακμής στο 50% της επόμενης ανερχόμενης ακμής.

Το πλήκτρο «*CURSOR*» (2) εμφανίζει στην οθόνη τους δύο δείκτες (*cursors*) μετρήσεων και το σχετικό μενού. Στις επιλογές του μενού διακρίνουμε:

- *Type* – Υπάρχουν δύο τύποι δεικτών, α) *Voltage* για μέτρηση τάσεων (οριζόντιοι δείκτες) και *Time* για τη μέτρηση χρόνου / συχνότητας (κατακόρυφοι δείκτες).
- *Source* – για την επιλογή της μετρούμενης κυματομορφής (*CH1*, *CH2*, *MATH*, ...).
- *Delta* – Εμφανίζει τη διαφορά μεταξύ των δεικτών.
- *Cursor 1* – Παρουσιάζει την τιμή (θέση) του πρώτου δείκτη.
- *Cursor 2* – Παρουσιάζει την τιμή (θέση) του δεύτερου δείκτη.

Το πλήκτρο «*DISPLAY*» (3) επιλέγει τον τρόπο με τον οποίο θα εμφανιστούν οι κυματομορφές στην οθόνη. Στις επιλογές του μενού διακρίνουμε:

- *Type* – Υπάρχουν δύο τύποι απεικόνισης, α) *Vector* με πλήρωση του διαστήματος ανάμεσα σε διαδοχικά σημεία δειγματοληψίας και *Dots* όπου εμφανίζονται στην οθόνη μόνο τα σημεία δειγματοληψίας.
- *Format* – α) *YT* όπου στην οθόνη εμφανίζεται η τάση ως συνάρτηση του χρόνου και β) *XY* όπου στην οθόνη εμφανίζεται ένα σημείο κάθε φορά που έχουμε ένα δείγμα στο κανάλι 1 (*CH1*) και στο κανάλι 2 (*CH2*). Το κανάλι 1 προσδιορίζει τη *X* συντεταγμένη και το κανάλι 2 προσδιορίζει τη *Y* συντεταγμένη στους άξονες της οθόνης.

Σημ.: Σε όλα τα μενού οι επιλογές πραγματοποιούνται με τη χρήση των πέντε πλήκτρων επιλογής (9) του Σχήματος 0.6 (με διαδοχική πίεσή τους για εναλλαγή των επιλογών). Κάθε πλήκτρο αντιστοιχεί σε ένα από τα πέντε πεδία των επιλογών λειτουργίας (17) του Σχήματος 0.7 στην οθόνη του παλμογράφου.

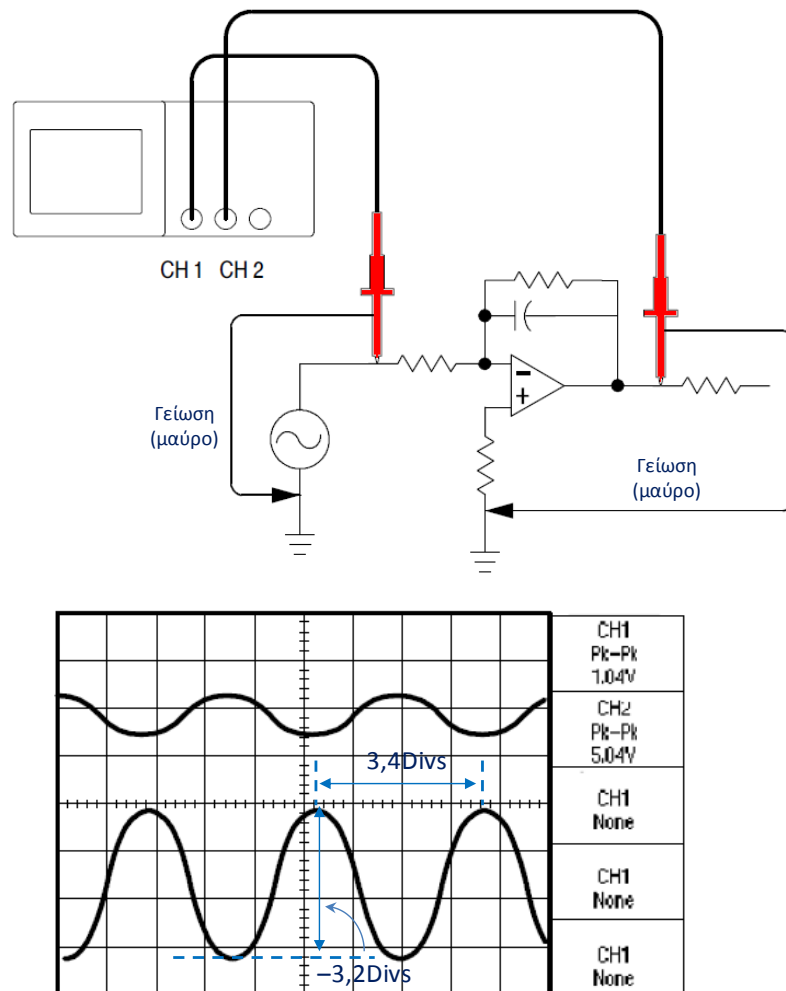
0.4.2 Σκανδαλισμός

Μια έννοια που συναντήσαμε νωρίτερα στην περιγραφή του παλμογράφου είναι αυτή του σκανδαλισμού. Ο σκανδαλισμός σχετίζεται με την απεικόνιση και τη σταθερότητα του σήματος στην οθόνη. Για να είναι σταθερή η εικόνα στην οθόνη του παλμογράφου θα

πρέπει η απεικόνιση του σήματος εισόδου να ξεκινά (σκανδαλίζεται) πάντα ακριβώς τις ίδιες χρονικές στιγμές σε σχέση με την περίοδο αυτού του σήματος. Ο σκανδαλισμός γίνεται με χρήση του ίδιου του σήματος εισόδου ή κάποιου άλλου σήματος (εξωτερικό σήμα της θύρας EXT TRIG) που έχει σταθερή σχέση ως προς την περίοδο (συχνότητα) με το σήμα της εισόδου. Από αυτό το σήμα φτιάχνεται μια παλμοσειρά σκανδαλισμού η οποία συγχρονίζει την απεικόνιση. Η επιλογή της πηγής σκανδαλισμού γίνεται με το πλήκτρο (10) «TRIG MENU» του Σχήματος 0.8. Η δε ρύθμιση του επιπέδου σκανδαλισμού [επιλογέας (9) ή πλήκτρο (11) στο Σχήμα 0.8] καθορίζει την τιμή της τάσης του σήματος που χρησιμοποιείται ως πηγή σκανδαλισμού στην οποία παράγεται ο παλμός σκανδαλισμού.

0.4.3 Μετρήσεις

Όπως προαναφέρθηκε, ο παλμογράφος χρησιμοποιείται για την απεικόνιση σημάτων και τη μέτρηση μεγεθών σε αυτά. Η διαδικασία της απεικόνισης/μέτρησης σημάτων φαίνεται στο Σχήμα 0.11. Τα καλώδια μέτρησης συνδέονται στον παλμογράφο στα κανάλια 1 και 2 (CH1, CH2). Το βύσμα BNC εισέρχεται στην υποδοχή του παλμογράφου και κλειδώνει με δεξιά στροφή (η αποσύνδεση γίνεται με αριστερή στροφή του βύσματος).



Σχήμα 0.11: Απεικόνιση και μέτρηση σημάτων



Τα καλώδια μέτρησης από κάθε κανάλι συνδέονται στο κύκλωμα έτσι ώστε οι μαύροι ακροδέκτες να ακουμπούν στη γείωση του κυκλώματος ενώ ο καθένας από τους κόκκινους ακροδέκτες συνδέεται στα σημεία που έχουν επιλεγεί προς μέτρηση. Ο κλασσικός τρόπος μέτρησης έχει ως ακολούθως:

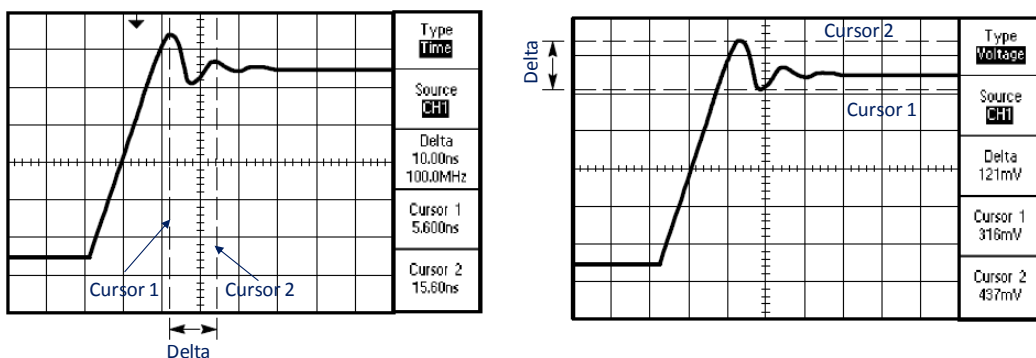
- Σε κάθε κανάλι φροντίζουμε να τοποθετήσουμε τη στάθμη της γείωσης σε κάποια συγκεκριμένη οριζόντια γραμμή στην οθόνη (συνήθως επιδιώκουμε και τα δύο κανάλια να έχουν την ίδια στάθμη γείωσης στην οθόνη). Αν το σήμα έχει θετικές και αρνητικές τιμές τότε μια καλή επιλογή είναι να τοποθετηθεί η στάθμη στο μέσον της οθόνης, αν έχει μόνο θετικές τιμές τότε κατάλληλη επιλογή είναι στο κάτω μέρος της οθόνης ενώ αν έχει μόνο αρνητικές τιμές τότε κατάλληλη επιλογή είναι στο άνω μέρος της οθόνης. Οι ενέργειες που απαιτούνται έχουν ως ακολούθως:
 - επιλέγουμε κανάλι με το πλήκτρο (2) στο Σχήμα 0.8,
 - με το πρώτο από την κορυφή πλήκτρο δεξιά της οθόνης, στην περιοχή (9) του Σχήματος 0.6, επιλέγουμε «Ground»,
 - περιστρέφοντας το κουμπί χειρισμού (1) του Σχήματος 0.8 τοποθετούμε τη γείωση στο επιθυμητό επίπεδο,
 - πάλι, με το πρώτο από την κορυφή πλήκτρο δεξιά της οθόνης, στην περιοχή (9) του Σχήματος 0.6 επιστρέφουμε στην επιλογή «DC».
- Για τη μέτρηση τάσεων:
 - Στον κατακόρυφο άξονα μετράμε την απόσταση εκείνου του σημείου της κυματομορφής που μας ενδιαφέρει από τη στάθμη της γείωσης με στόχο να προσδιορίσουμε την τάση σε αυτό ή την απόσταση μεταξύ δύο σημείων της κυματομορφής με στόχο να προσδιορίσουμε τη διαφορά δυναμικού μεταξύ τους. Η μέτρηση γίνεται με τη χρήση του βαθμονομημένου κατακόρυφου άξονα.
 - Πολλαπλασιάζουμε την μέτρηση με την ένδειξη του παράγοντα κλιμάκωσης στην κάτω αριστερή γωνία της οθόνης [ένδειξη (8) στο Σχήμα 0.7] για το αντίστοιχο κανάλι της υπό μελέτη κυματομορφής, ώστε να πάρουμε την ζητούμενη τιμή τάσης.
 - Π.χ. στην απεικόνιση των κυματομορφών του Σχήματος 0.11 έστω ότι για την κάτω κυματομορφή η στάθμη της γείωσης είναι στο μέσον της οθόνης και ότι ο παράγοντας κλιμάκωσης του σχετικού καναλιού είναι 2 Volts/Div. Η κάτω κορυφή της κυματομορφής απέχει από τη στάθμη της γείωσης τρεις μεγάλες υποδιαίρεσεις (Divs) συν μία μικρή υποδιαίρεση του κατακόρυφου άξονα, δηλ. η τιμή είναι $-3,2 \text{ Divs}$ (προσοχή ανάμεσα σε δύο μεγάλες υποδιαίρεσεις υπάρχουν πέντε μικρές υποδιαίρεσεις και συνεπώς κάθε μικρή υποδιαίρεση είναι 0,2 της μεγάλης). Η τιμή της τάσης στην κάτω κορυφή της κυματομορφής είναι $-3,2 \text{ Divs} \times 2 \text{ Volts/Div} = -6,4 \text{ Volts}$.
- Για τη μέτρηση χρόνου:
 - Στον οριζόντιο άξονα μετράμε την απόσταση μεταξύ δύο σημείων της κυματομορφής με στόχο να προσδιορίσουμε τη χρονική διαφορά μεταξύ τους. Η μέτρηση γίνεται με τη χρήση του βαθμονομημένου οριζόντιου άξονα.
 - Πολλαπλασιάζουμε την μέτρηση με την ένδειξη του παράγοντα κλιμάκωσης για τον οριζόντιο άξονα, η οποία εμφανίζεται στο μέσον του κάτω μέρους

της οθόνης [ένδειξη (10) στο Σχήμα 0.7], ώστε να πάρουμε την ζητούμενη τιμή χρόνου.

- ο Π.χ. στην απεικόνιση των κυματομορφών του Σχήματος 0.11 έστω ότι ο παράγοντας κλιμάκωσης του οριζοντίου άξονα είναι 250 $\mu\text{Sec}/\text{Div}$. Η πρώτη άνω κορυφή της κυματομορφής δεξιά του μεσαίου κατακόρυφου άξονα απέχει από αυτόν 0,2 Divs ενώ η αμέσως επόμενη δεξιότερα άνω κορυφή της κυματομορφής απέχει από τον μεσαίο κατακόρυφο άξονα 3,6 Divs. Η διαφορά ανάμεσα στις δύο κορυφές είναι 3,4 Divs. Η τιμή της χρονικής διαφοράς είναι $3,4 \text{ Divs} \times 250 \mu\text{Sec}/\text{Div} = 850 \mu\text{Sec} = 850 \times 10^{-6} \text{ Sec}$.

Στο συγκεκριμένο παλμογράφο οι μετρήσεις μπορούν να γίνουν με απλούστερο τρόπο. Με το πλήκτρο «MEASURE» μπορούμε να ενεργοποιήσουμε τη δυνατότητα αυτόματων μετρήσεων όπως περιγράφηκε νωρίτερα. Εναλλακτικά, με το πλήκτρο «CURSOR» δίδεται μια διαφορετική η δυνατότητα γρήγορων μετρήσεων χρόνου και τάσης πάνω στην (στις) κυματομορφή(ές). Η διαδικασία έχει ως ακολούθως και απεικονίζεται στο Σχήμα 0.12:

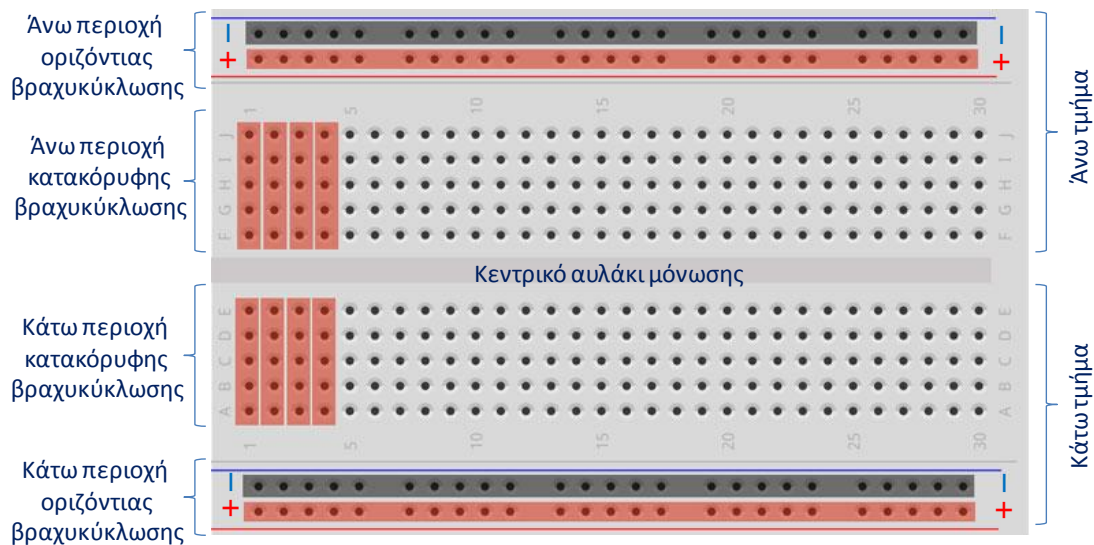
- Πιέζουμε το πλήκτρο «CURSOR» [βλ. (2) στο Σχήμα 0.10] για να εμφανιστεί το σχετικό μενού. Τα LED κάτω από τα κουμπιά χειρισμού «POSITION» ανάβουν [βλ. (14) στο Σχήμα 0.8] υποδεικνύοντας την αλλαγή χρήσης σε «CURSOR 1,2».
- Πιέζουμε διαδοχικά το πρώτο από την κορυφή πλήκτρο δεξιά της οθόνης [βλ. (9) στο Σχήμα 0.6] ώστε να εμφανίσουμε και να επιλέξουμε τον τύπο των δεικτών (TIME, VOLTAGE) [βλ. περιοχή (17) στο Σχήμα 0.7].
- Πιέζουμε διαδοχικά το δεύτερο από την κορυφή πλήκτρο δεξιά της οθόνης [βλ. (9) στο Σχήμα 0.6] ώστε να επιλέξουμε κανάλι (CH1 ή CH2).
- Περιστρέφουμε το κουμπί χειρισμού «CURSOR 1» ώστε να τοποθετηθεί ο πρώτος δείκτης (κατακόρυφη διακεκομμένη γραμμή για TIME και οριζόντια διακεκομμένη γραμμή για VOLTAGE) στην επιθυμητή θέση.
- Περιστρέφουμε το κουμπί χειρισμού «CURSOR 2» ώστε να τοποθετηθεί ο δεύτερος δείκτης στην επιθυμητή θέση.
- Διαβάζουμε την τιμή του κάθε δείκτη καθώς και τη διαφορά τους (Delta) στην περιοχή (17) του Σχήματος 0.7.



Σχήμα 0.12: Χρήση δεικτών (cursors) για τη μέτρηση σημάτων

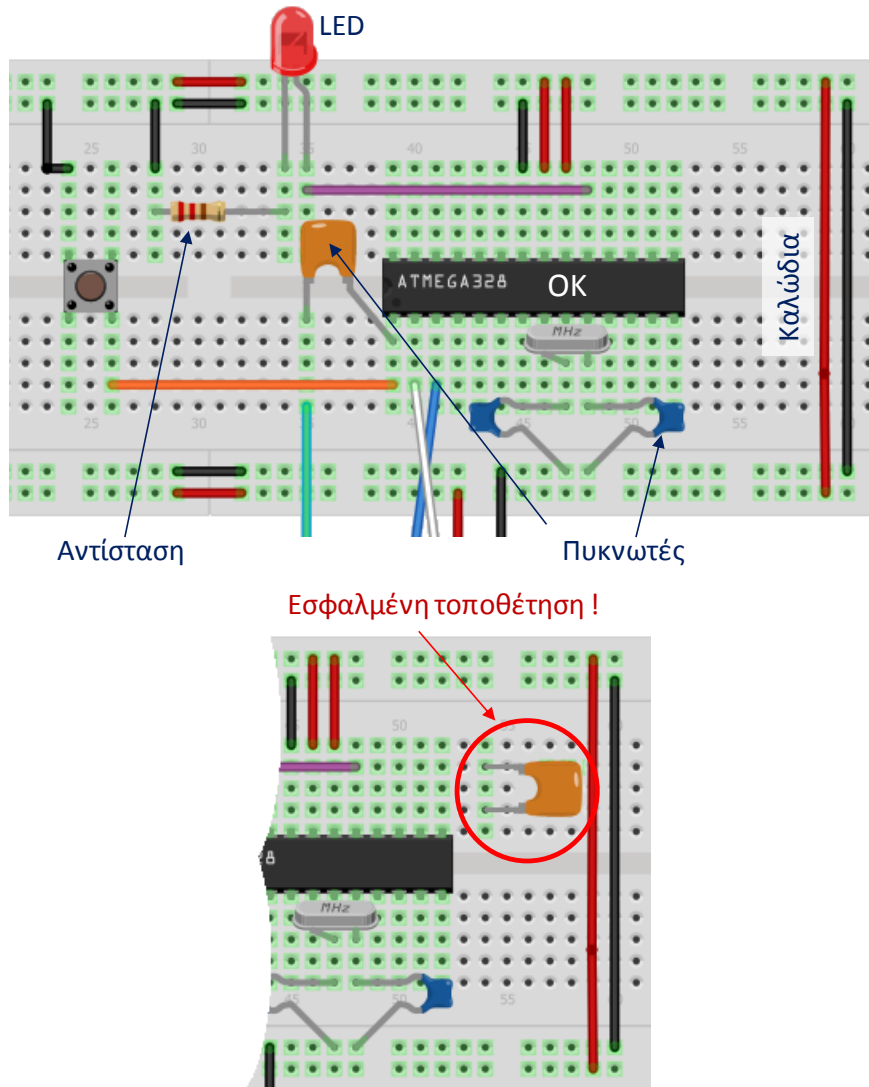
0.5 TO BREADBOARD

Το breadboard είναι η βάση πάνω στην οποία υλοποιούνται τα υπό μελέτη κυκλώματα. Η γενική εικόνα ενός breadboard δίδεται στο Σχήμα 0.13. Αποτελείται από ένα πλέγμα οπών οι οποίες χρησιμοποιούνται για την τοποθέτηση των κυκλωματικών στοιχείων που απαρτίζουν το υπό μελέτη κύκλωμα και τη διασύνδεσή τους. Στην εικόνα, το κεντρικό οριζόντιο αυλάκι χωρίζει το breadboard σε δύο ανεξάρτητα και ασύνδετα (μονωμένα) μεταξύ τους τμήματα (το άνω και το κάτω τμήμα). Σε καθένα από τα δύο τμήματα διακρίνουμε δύο περιοχές, α) την εξωτερική περιοχή οριζόντιας βραχυκύκλωσης, όπου οι οπές στην ίδια οριζόντια ευθεία είναι μεταξύ τους βραχυκυκλωμένες και β) την εσωτερική περιοχή κατακόρυφης βραχυκύκλωσης, όπου οι οπές στην ίδια κατακόρυφο ευθεία είναι μεταξύ τους βραχυκυκλωμένες. Συνήθως οι οριζόντιες βραχυκυκλώσεις του breadboard χρησιμοποιούνται για την παροχή των τροφοδοσιών τάσης που απαιτεί το κύκλωμα.



Σχήμα 0.13: Το breadboard

Η τοποθέτηση των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων (ΟΚ) με διπλή σειρά ακροδεκτών γίνεται στο μέσον του breadboard και κατά τρόπο ώστε κάθε σειρά ακροδεκτών να συνδεθεί σε διαφορετικό τμήμα όπως φαίνεται στο Σχήμα 0.14. Γενικά, ένα κυκλωματικό στοιχείο με δύο ή περισσότερους ακροδέκτες τοποθετείται κατά τέτοιο τρόπο ώστε οι ακροδέκτες του να μην είναι βραχυκυκλωμένοι μεταξύ τους. Οι διασυνδέσεις μεταξύ των κυκλωματικών στοιχείων ενός κυκλώματος γίνονται με απλά μονόκλινα καλώδια.



Σχήμα 0.14: Τοποθέτηση και διασύνδεση κυκλωματικών στοιχείων στο breadboard

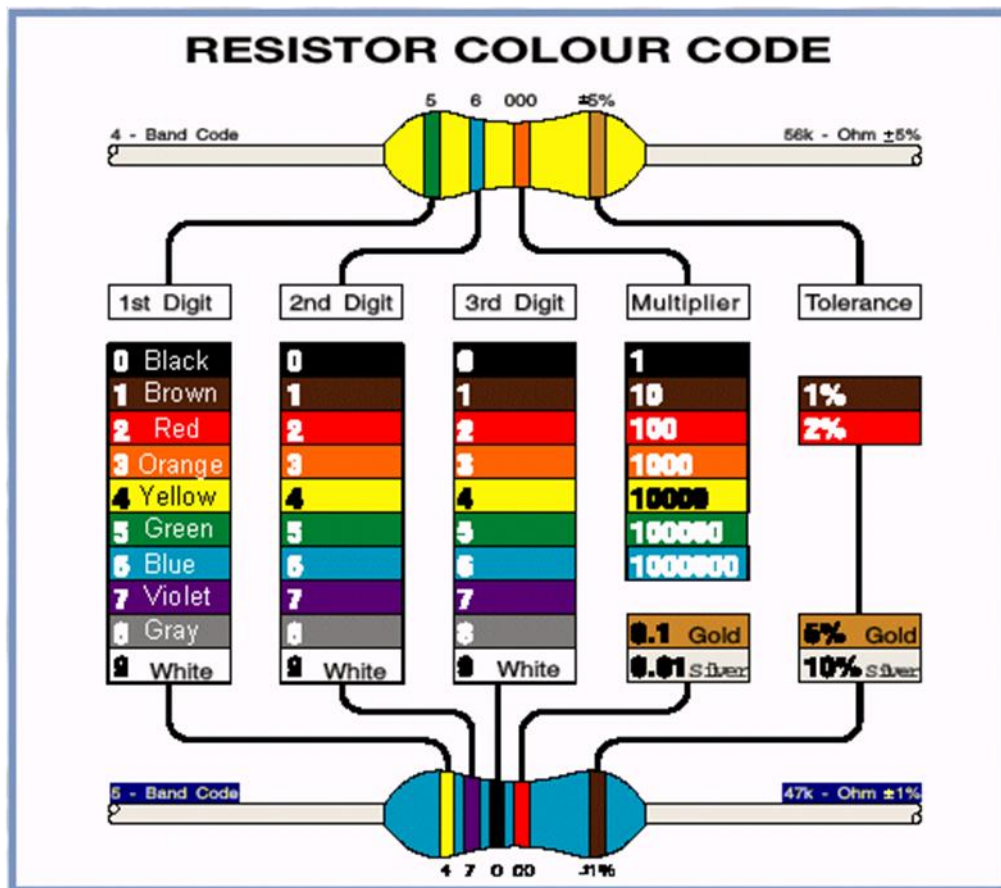
0.6 ΚΥΚΛΩΜΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Οι αντιστάσεις και οι πυκνωτές είναι δύο κυκλωματικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται ευρύτατα στις εργαστηριακές ασκήσεις.

0.6.1. Ωμικές αντιστάσεις

Οι αντιστάσεις είναι κυκλωματικά στοιχεία δύο ακροδεκτών και χαρακτηρίζονται από την τιμή τους, μετρημένη σε Ohms (Ω), η οποία εκφράζει την δυσχέρεια διέλευσης ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από αυτές. Για μία γραμμική αντίσταση με διαφορά δυναμικού V ανάμεσα στους ακροδέκτες της, η οποία διαρρέεται από ρεύμα I , η τιμή της R ορίζεται ως ακολούθως με βάση το νόμο του Ohm:

$$R = \frac{V}{I}$$



Σχήμα 0.15: Αντίσταση και χρωματικός κώδικας τιμών

Στο Σχήμα 0.15 παρουσιάζεται η εικόνα μιας αντίστασης. Οι χρωματισμένοι δακτύλιοι στην επιφάνειά της καθορίζουν με βάση το χρωματικό κώδικα του σχήματος τα χαρακτηριστικά της (τιμή, ακρίβεια). Τα χαρακτηριστικά μιας αντίστασης εγγράφονται σε αυτήν είτε με τέσσερα είτε με πέντε χρωματικούς δακτύλιους.

Στην περίπτωση των τεσσάρων δακτυλίων οι δύο πρώτοι εκφράζουν απλά ψηφία με βάση το χρωματικό κώδικα του Σχήματος 0.15, ο τρίτος τον πολλαπλασιαστικό παράγοντα (multiplier) και ο τέταρτος την ανοχή (tolerance) στην τιμή. Η ανοχή εκφράζει τη μέγιστη απόκλιση της πραγματικής τιμής της αντίστασης από την ονομαστική της τιμή. Ο δακτύλιος της ανοχής είναι απομακρυσμένος από τους υπόλοιπους δακτύλιους.

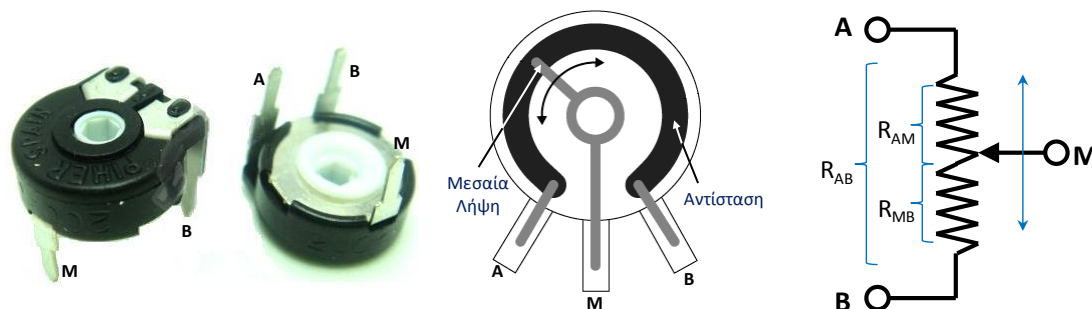
Π.χ. μια αντίσταση με χρωματικούς δακτύλιους πράσινο (5), μπλέ (6), πορτοκαλί (1000) και χρυσό (5%), έχει τιμή $56 \times 1000 \Omega \pm 5\% = 56k\Omega \pm 5\%$.

Στην περίπτωση των πέντε δακτυλίων οι τρεις πρώτοι εκφράζουν απλά ψηφία με βάση το χρωματικό κώδικα του Σχήματος 0.15, ο τέταρτος τον πολλαπλασιαστικό παράγοντα (multiplier) και ο πέμπτος την ανοχή (tolerance) στην τιμή.

Π.χ. μια αντίσταση με χρωματικούς δακτύλιους κίτρινο (4), βιολετί (7), μαύρο (0), κόκκινο (100) και καφέ (1%), έχει τιμή $470 \times 100 \Omega \pm 1\% = 47\text{K}\Omega \pm 1\%$.

0.6.2. Μεταβλητή Αντίσταση (Τρίμερ)

Μεγάλη χρησιμότητα σε διάφορες διατάξεις έχουν οι μεταβλητές αντιστάσεις, δηλ. αντιστάσεις των οποίων η τιμή μπορεί να κυμανθεί μεταξύ δύο ορίων. Στο Σχήμα 0.16 που ακολουθεί παρουσιάζεται η εικόνα, η αρχή λειτουργίας και το ισοδύναμο κύκλωμα μιας μεταβλητής αντίστασης που χρησιμοποιείται και ως διαιρέτης τάσης. Το κυκλωματικό στοιχείο έχει τρεις ακροδέκτες: A, B και M. Η τιμή της αντίστασης ανάμεσα στους ακροδέκτες A και B είναι η μέγιστη δυνατή R_{MAX} . Ο ακροδέκτης μεσαίας λήψης M συνδέεται σε μια περιστρεφόμενη μεταλλική κεφαλή η οποία ακουμπά επάνω στην αντίσταση. Περιστρέφοντας την κεφαλή η τιμή της αντίστασης R_{AM} μεταξύ των ακροδεκτών AM και η τιμή της αντίστασης R_{MB} μεταξύ των ακροδεκτών MB, μεταβάλλεται έτσι ώστε να ισχύει πάντα: $R_{MAX} = R_{AM} + R_{MB}$, όπου $0 \leq R_{AM} \leq R_{MAX}$.



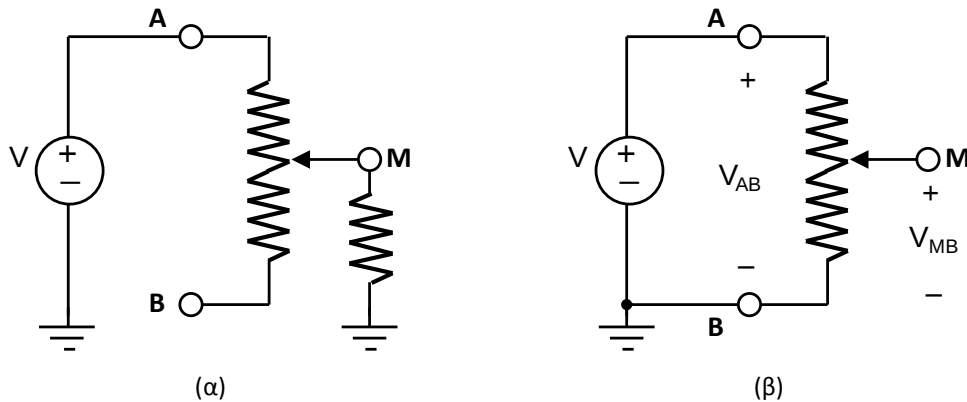
Σχήμα 0.16: Μεταβλητή αντίσταση (τρίμερ)

Η μεταβλητή αντίσταση του Σχήματος 0.16 μπορεί να χρησιμοποιηθεί με τους ακόλουθους δύο τρόπους: α) ως απλή μεταβλητή αντίσταση (βλ. Σχήμα 0.17(α)) και β) ως μεταβλητός διαιρέτης τάσης (βλ. Σχήμα 0.17(β)).

Στο Σχήμα 0.17(α) ο ακροδέκτης B είναι ανοικτοκυκλωμένος ("στον αέρα") και ρεύμα περνάει ανάμεσα στους ακροδέκτες A και M. Ανάλογα με τη θέση της περιστρεφόμενης κεφαλής αλλάζει η τιμή της αντίστασης R_{AM} .

Στο Σχήμα 0.17(β) ο ακροδέκτης B είναι γειωμένος και το κυκλωματικό στοιχείο λειτουργεί ως ένας διαιρέτης τάσης όπου για τις τάσεις μεταξύ των ακροδεκτών MB (V_{MB}) και AB (V_{AB}) ισχύει:

$$V_{MB} = \frac{R_{MB}}{R_{AB}} V_{AB}$$



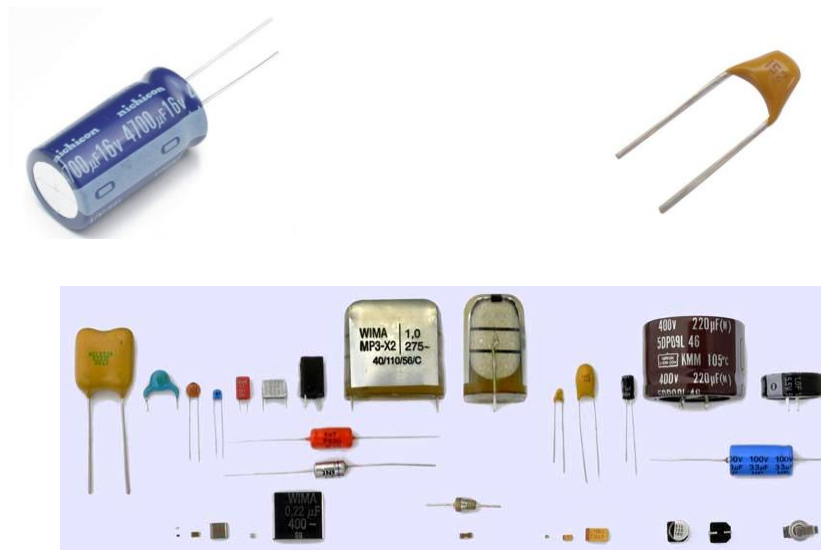
Σχήμα 0.17: Το τρίμερ ως α) μεταβλητή αντίσταση και β) διαιρέτης τάσης

0.6.3. Πυκνωτές

Οι πυκνωτές είναι κυκλωματικά στοιχεία, δύο ακροδεκτών, που αποθηκεύουν ηλεκτρικό φορτίο ή ισοδύναμα ηλεκτρική ενέργεια. Ένας πυκνωτής χαρακτηρίζεται από την χωρητικότητά του η οποία μετριέται σε farad (F). Αν ένας γραμμικός πυκνωτής αποθηκεύει φορτίο Q και η τάση στα άκρα του είναι V, τότε η χωρητικότητά του C δίδεται από τη σχέση:

$$C = \frac{Q}{V}$$

Στο Σχήμα 0.18 παρουσιάζονται εικόνες για διάφορους πυκνωτές. Συνήθως η τιμή της χωρητικότητας αναγράφεται επάνω στον πυκνωτή. Στο Σχήμα 0.19 δίδεται πίνακας για τον καθορισμό της τιμής της χωρητικότητας ενός πυκνωτή από τις αναγραφόμενες ενδείξεις.



Σχήμα 0.18: Πυκνωτές

ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΙΜΩΝ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΙΚΩΝ ΠΥΚΝΩΤΩΝ

ΑΝ ΓΡΑΦΕΙ...	ΕΙΝΑΙ	ΑΝ ΓΡΑΦΕΙ...	ΕΙΝΑΙ	ΑΝ ΓΡΑΦΕΙ...	ΕΙΝΑΙ	ΑΝ ΓΡΑΦΕΙ...	ΕΙΝΑΙ
1 1p0	1	10 10p	10	100 101	n10	100 102	1n
1.2 1p2	1.2	12 12p	12	120 121	n12	120 122	1n2
1.5 1p5	1.5	15 15p	15	150 151	n15	150 152	1n5
1.8 1p8	1.8	18 18p	18	180 181	n18	180 182	1n8
2.2 2p2	2.2	22 22p	22	220 221	n22	220 222	2n2
2.7 2p7	2.7	27 27p	27	270 271	n27	270 272	2n7
3.3 3p3	3.3	33 33p	33	330 331	n33	330 332	3n3
3.9 3p9	3.9	39 39p	39	390 391	n39	390 392	3n9
4.7 4p7	4.7	47 47p	47	470 471	n47	470 472	4n7
5.6 5p6	5.6	56 56p	56	560 561	n56	560 562	5n6
6.8 6p8	6.8	68 68p	68	680 681	n68	680 682	6n8
8.2 8p2	8.2	82 82p	82	820 821	n82	820 822	8n2

pF pico Farad
 nF nano Farad
 μF micro Farad

ΠΟΛΥΕΣΤΕΡ

ΚΕΡΑΜΙΚΟΙ

ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ

ΚΤ, ΜΚΤ
 POLYETHYLENE-
 THEREPHTHALATE
 ΠΟΛΥΕΣΤΕΡ ΚΟΙΝΟΣ
 ΚC, ΜΚC
 POLYCARBONATE
 ΠΟΛΥΑΝΘΡΑΚΙΚΟΣ
 ΚΡ, ΜΚΡ
 POLYPROPYLENE
 ΠΟΛΥΠΡΟΠΥΛΕΝΙΟΥ
 ΚS, ΜΚS
 ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΙΝΗΣ

ΑΦΟΡΑ ΠΥΚΝΩΤΕΣ ΚΕΡΑΜΙΚΟΥΣ ΑΠΛΟΥΣ, MULTILAYER, ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ, ΚΑΙ ΠΛΑΣΤΙΚΟΥΣ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΤΥΠΩΝ ΟΠΩΣ ΚC, ΚΡ, ΚS, ΚΤ, ΜΚC, ΜΚΡ, ΜΚS, ΜΚΤ, ΜΜΚΡ, ΜΚΤ-Ρ ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΕΝΟΥΣ ΤΑΝΤΑΛΙΟΥ

Σχήμα 0.19: Πίνακας καθορισμού τιμών χωρητικότητας πυκνωτών

0.7 ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

0.7.1. Εισαγωγή

Στο εργαστήριο γίνεται χρήση ηλεκτρονικών κυκλωμάτων και οργάνων. Θα πρέπει συνεπώς οι σχετικές εργασίες να εκτελούνται με τη ασφάλεια ώστε να αποφευχθεί ο κίνδυνος ηλεκτρικού σοκ ή ηλεκτροπληξίας. Ο κίνδυνος αυτός οφείλεται στη διέλευση ρεύματος μέσα από το ανθρώπινο σώμα. Το μέγεθος της έντασης του ρεύματος και ο χρόνος διέλευσης μέσα από το σώμα είναι καθοριστικοί παράγοντες για τις επιπτώσεις που αυτό θα επιφέρει. Το εναλλασσόμενο ρεύμα είναι πιο επικίνδυνο από το συνεχές.

- Ρεύματα 5mA με 10mA προκαλούν συσπάσεις μυών ή και εκτίναξη του σώματος.
- Ρεύματα 10mA με 100mA προκαλούν έντονο πόνο, αναπνευστική δυσχέρεια, ισχυρές μυϊκές συσπάσεις και ελαφρά εγκαύματα.
- Ρεύματα πάνω από 100mA προκαλούν σοβαρά εγκαύματα και ανάλογα με το χρόνο επίδρασης μπορούν να είναι θανατηφόρα.



0.7.2. Κανόνες ασφαλείας

Στο εργαστήριο θα πρέπει να ακολουθούνται οι επόμενοι κανόνες ασφαλείας:

1. Κανείς δεν δουλεύει μόνος του στο εργαστήριο. Καλό είναι να βρίσκονται στους χώρους του εργαστηρίου τουλάχιστον τρία άτομα ώστε αν συμβεί ατύχημα ο ένας να βοηθήσει το θύμα και ο άλλος να καλέσει σε βοήθεια.
2. Δεν κάνουμε βιαστικές και απότομες κινήσεις και δεν χρησιμοποιούμε το υλικό του εργαστηρίου με διαφορετικό τρόπο από αυτόν που έχει υποδειχθεί και για σκοπούς διαφορετικούς από αυτούς που προβλέπει η εκτέλεση της κάθε άσκησης.
3. Πριν από κάθε πείραμα ελέγχουμε τη συνδεσμολογία και αν είναι απαραίτητο καλούμε τον εργαστηριακό υπεύθυνο.
4. Δεν χρησιμοποιούμε γυμνά καλώδια και δεν χειριζόμαστε τα κυκλώματα, τα όργανα και γενικά τις ηλεκτρικές συσκευές με βρεγμένα χέρια. Αποφεύγουμε να στεκόμαστε σε μεταλλικές επιφάνειες ή σε βρεγμένο δάπεδο.
5. Σε περίπτωση βλάβης στο κύκλωμα, στα όργανα ή στις ηλεκτρικές συσκευές διακόπτουμε την τροφοδοσία και καλούμε τον εργαστηριακό υπεύθυνο. Μετά το πέρας της άσκησης διακόπτουμε την παροχή τροφοδοσίας και αποσυνδέουμε τα κυκλώματα.

0.7.3. Αντιμετώπιση συμβάντος ηλεκτροπληξίας

Σε περίπτωση ηλεκτροπληξίας διακόψτε άμεσα την παροχή τροφοδοσίας ώστε να διασφαλισθεί η διακοπή του ρεύματος και εν συνεχεία απομακρύνετε προσεκτικά το θύμα χωρίς να διακινδυνεύσετε οι ίδιοι.

Στην περίπτωση που ο διακόπτης της τροφοδοσίας δεν είναι εύκολα προσιτός χρησιμοποιήστε κάποιο υλικό που σας παρέχει μόνωση για να απομακρύνετε το θύμα.

Αν το θύμα δεν έχει αυτόματη αναπνοή αρχίστε αμέσως τεχνητή αναπνοή. Μην σταματήσετε την προσπάθεια (ακόμη και αν δεν υπάρχει σφυγμός) μέχρι να έλθει ιατρική βοήθεια.

Ζητήστε από κάποιον παριστάμενο να καλέσει ιατρική βοήθεια (τηλ. ΕΚΑΒ 166).