

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ



60 χρόνια
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Εισαγωγή στο Εργαστήριο Ηλεκτρονικής - Οργανολογία -

Ερευνητικό Εργαστήριο Συστημάτων VLSI
& Αρχιτεκτονικής Υπολογιστών



VLSI Systems
and Computer Architecture Lab



Διαδικαστικά I

- Κάθε άσκηση θα είναι κοινή για όλους/όλες και απαιτεί προετοιμασία! Θα υπάρχει προφορική εξέταση στο εργαστήριο.
- Κάθε άσκηση θα ολοκληρώνεται σε δύο διαδοχικές συναντήσεις στο εργαστήριο:
 - Η πρώτη θα αφορά σχεδίαση και προσομοίωση των σχετικών κυκλωμάτων στο OrCAD.
 - Η δεύτερη θα αφορά την υλοποίηση και τις μετρήσεις των αντίστοιχων κυκλωμάτων.
- Κάθε άσκηση θα συνοδεύεται από μία γραπτή αναφορά (.pdf) πεπραγμένων (σχεδιασμών, προσομοιώσεων, μετρήσεων, γραφημάτων, υπολογισμών και συμπερασμάτων).
- Η αναφορά μιας άσκησης θα παραδίδεται (με ανάρτηση στο e-Course) μέχρι την παραμονή της συνάντησης στο εργαστήριο για την εκτέλεση της επόμενης άσκησης.
- Η γραπτή αναφορά μιας άσκησης θα περιλαμβάνει σύμφωνα με το φυλλάδιο των ασκήσεων:
 - Το πρώτο μέρος που θα αφορά τις εργασίες που θα πραγματοποιηθούν με τη χρήση του εργαλείου σχεδίασης και προσομοίωσης των κυκλωμάτων στο OrCAD.
 - Το δεύτερο μέρος που θα αφορά τις κατασκευές, μετρήσεις, γραφήματα, υπολογισμούς και συμπεράσματα από την υλοποίηση των κυκλωμάτων στο εργαστήριο.



Διαδικαστικά II

- Θα υπάρξει τελική **εξέταση** του εργαστηρίου κατά τη λήξη του εξαμήνου. Οι εξετάσεις του εργαστηρίου πραγματοποιούνται αποκλειστικά στην εξεταστική του Ιουνίου.
- Ο βαθμός του εργαστηρίου συμμετέχει στη διαμόρφωση του 20% του βαθμού του μαθήματος (max δύο μονάδες στις δέκα).
- Στο βαθμό του εργαστηρίου, το 40% προέρχεται από τις προφορικές εξετάσεις και τις αναφορές και το 60% από την τελική εξέταση του εργαστηρίου.
- Αν όλες οι προφορικές εξετάσεις δεν είναι επιτυχείς, το εργαστήριο θα πρέπει να επαναληφθεί σε επόμενο ακαδημαϊκό έτος.
- Για την καθολική επανάληψη του εργαστηρίου προς βελτίωση του βαθμού, θα πρέπει να κατατεθεί αίτημα από τον φοιτητή/φοιτήτρια για **διαγραφή** του βαθμού εντός προθεσμίας που θα θέσει ο διδάσκοντας μετά την ανακοίνωση των αποτελεσμάτων.
- Για την κατοχύρωση του βαθμού της εξέτασης στην θεωρία του μαθήματος και την κατάθεση τελικού βαθμού στο φοιτητολόγιο, **απαιτείται** η πρότερη επιτυχής ολοκλήρωση του εργαστηρίου, διαφορετικά ο βαθμός της θεωρίας διαγράφεται και **δεν** μεταφέρεται σε επόμενο έτος.



Κανονισμός Εργαστηρίου

- Προσέλευση στην προκαθορισμένη ώρα – Τήρηση παρουσιολόγιου.
- Σε περίπτωση μίας απουσίας χάνονται οι μονάδες που αντιστοιχούν στη σχετική άσκηση. Αν υπάρξει και **δεύτερη** απουσία το εργαστήριο θα πρέπει να **επαναληφθεί** σε επόμενη ακαδημαϊκή χρονιά.
- Μετά το πέρας του εργαστηρίου ο πάγκος εργασίας, τα όργανα μέτρησης και το κουτί των υλικών επιστρέφουν στην αρχική τους κατάσταση.
- Θα υπάρχει σε κάθε εργαστήριο αυστηρός έλεγχος του ανωτέρω κανόνα και πιθανή παραβίασή του θα επισύρει (κάθε φορά) ποινή 0,2 μονάδων στο βαθμό του εργαστηρίου για όλα τα μέλη της εμπλεκόμενης ομάδας.
- Στο εργαστήριο δεν επιτρέπεται η παρουσία αναψυκτικών, καφέδων, τροφίμων και η χρήση κινητών τηλεφώνων.



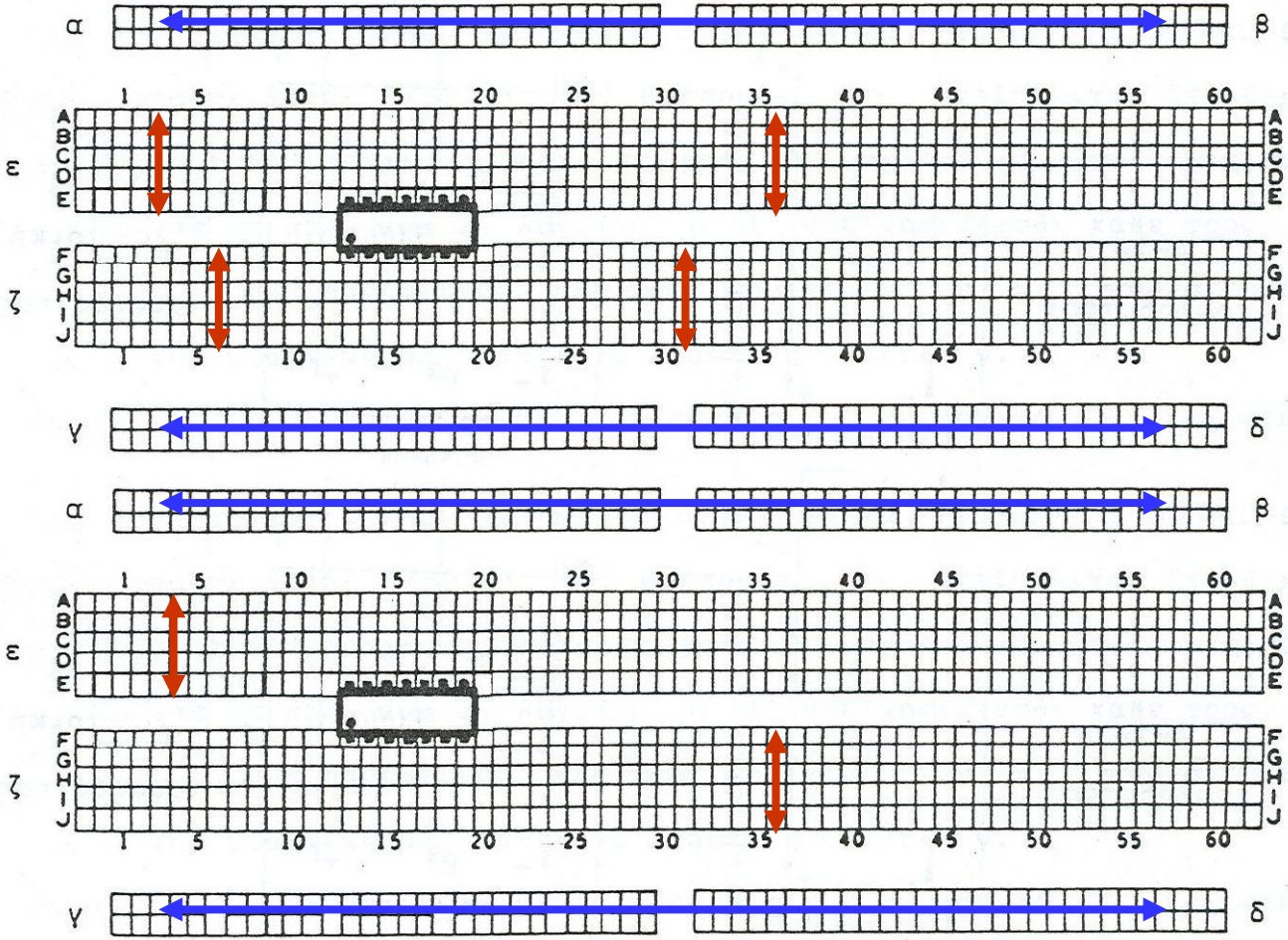
Το Βαλιτσάκι Εργασίας

Εξοπλισμός Ψηφιακής Σχεδίασης.

Εναλλακτική χρήση στην Ηλεκτρονική σε περίπτωση ανάγκης.



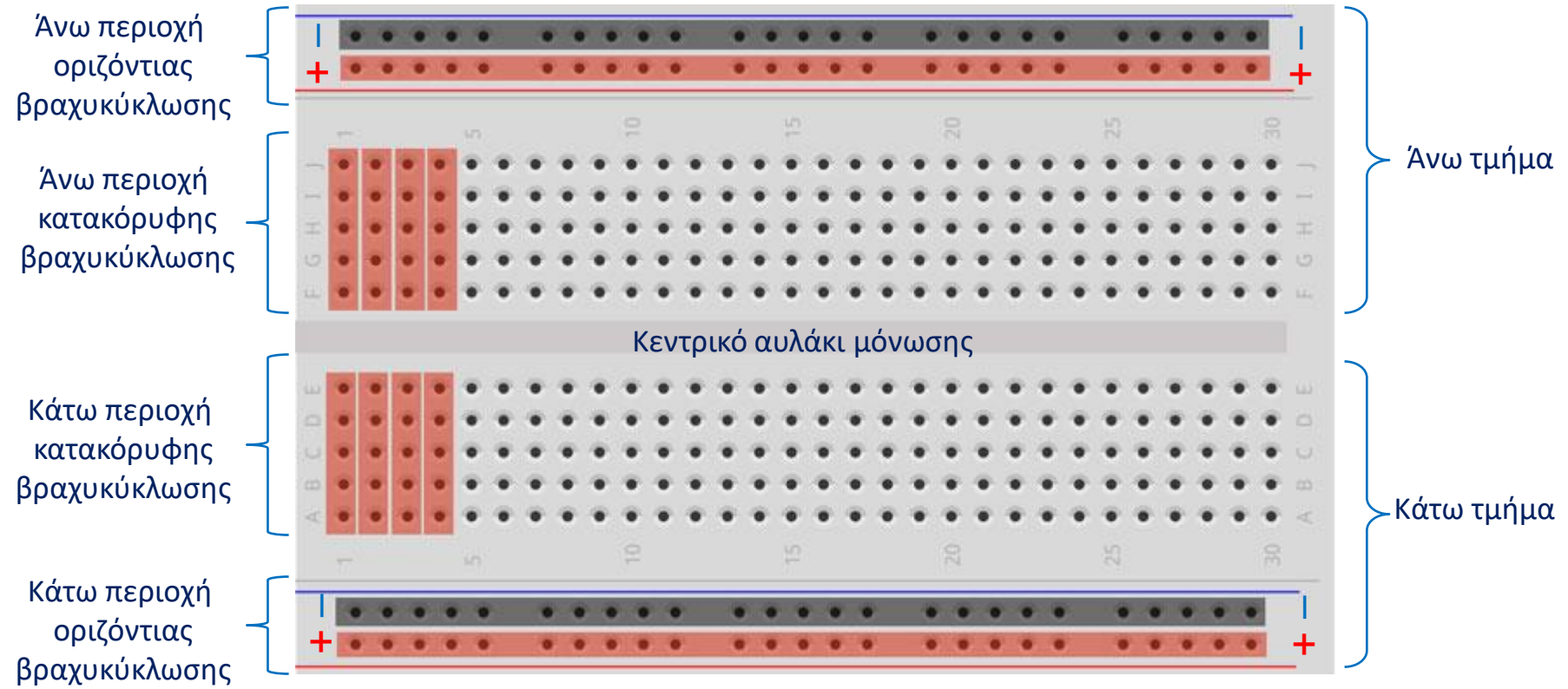
To Breadboard (I)



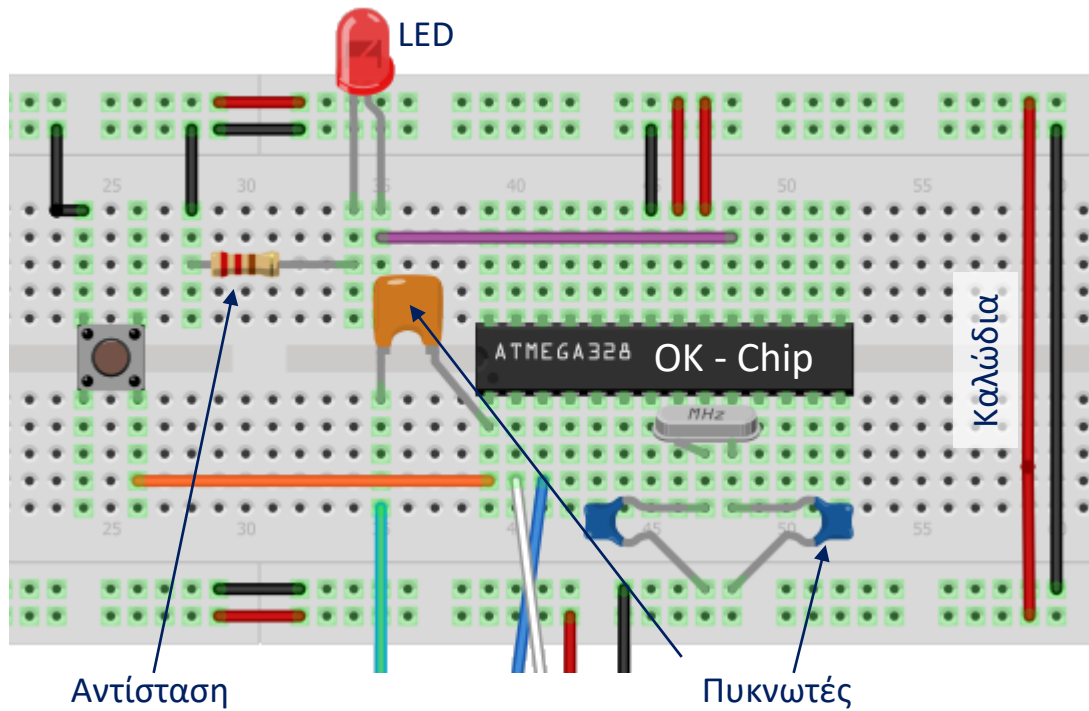
Breadboard



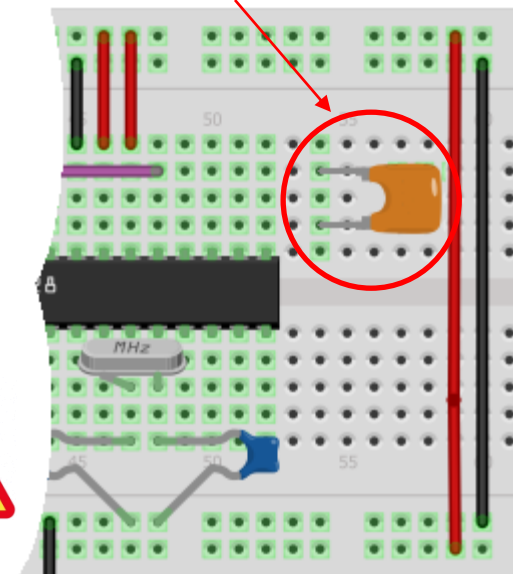
To Breadboard (II)



Διασυνδέσεις στο Breadboard



Εσφαλμένη τοποθέτηση !



Το Πολύμετρο (I)

1. Διακόπτης ενεργοποίησης ON/OFF.
2. AC/DC επιλογέας.
3. Οθόνη LCD.
4. Επιλογέας λειτουργίας.
5. Υποδοχή V/F/Ohm.
6. Υποδοχή gης.
7. Υποδοχή Amp μέχρι 1A.
8. Υποδοχή Amp μέχρι 10A.
9. Διακόπτης αλλαγής κλίσης οθόνης.



Το Πολύμετρο (II)

1. Διακόπτης ενεργοποίησης ON/OFF.
2. AC/DC επιλογέας.
3. Οθόνη LCD.
4. Επιλογέας λειτουργίας.
5. Υποδοχή V/F/Ohm.
6. Υποδοχή γης.
7. Υποδοχή Amp μέχρι 1A.
8. Υποδοχή Amp μέχρι 10A.



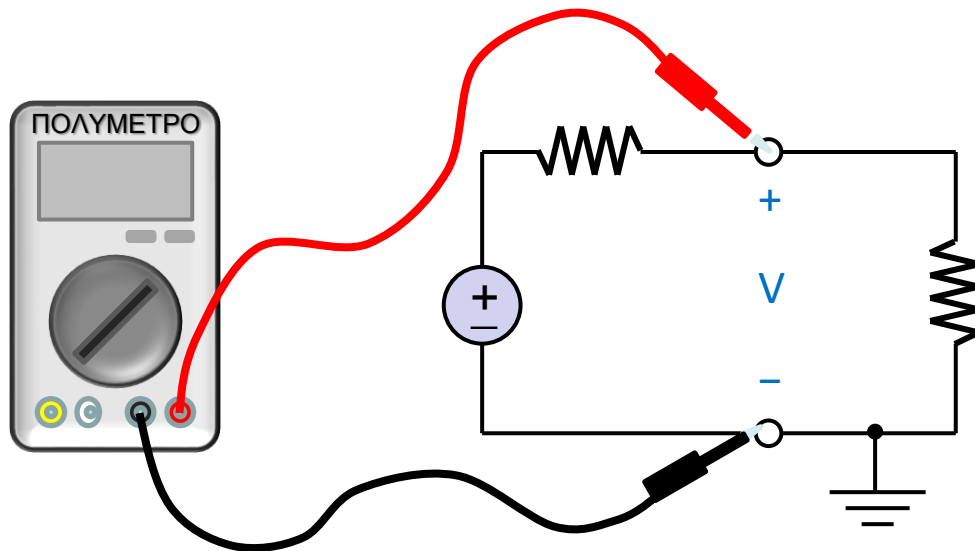
Το Πολύμετρο (III)

Αναπληρωματικό Πολύμετρο !

1. Διακόπτης ενεργοποίησης & Επιλογέας.
2. Οθόνη LCD.
3. Υποδοχή V/F/Ohm.
4. Υποδοχή γης.
5. Υποδοχή Ampr μέχρι 1A.
6. Υποδοχή Ampr μέχρι 10A.



Μετρήσεις με το Πολύμετρο



Το Πολύμετρο ως Βολτόμετρο

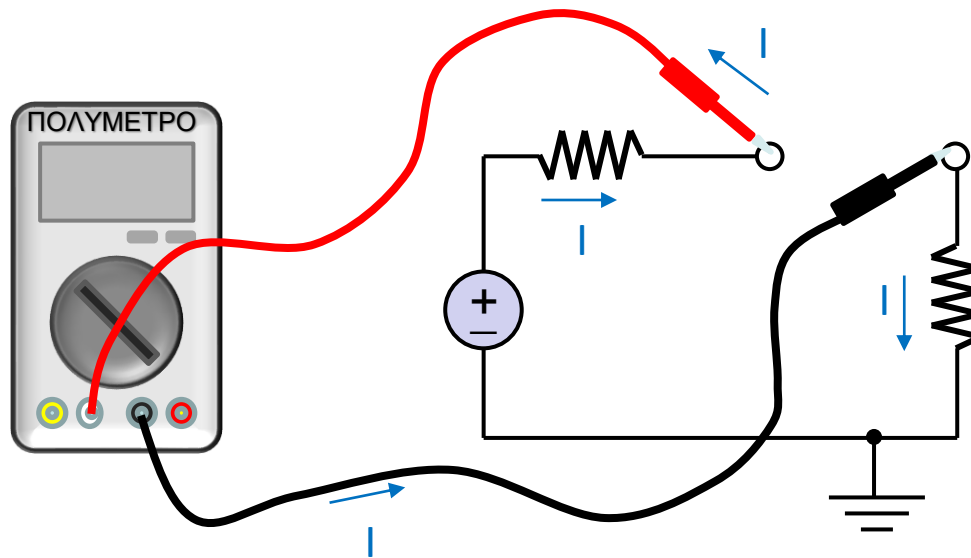
Εν παραλλήλω σύνδεση με κλάδο του κυκλώματος για τη μέτρηση τάσης.

Η αντίσταση του βολτομέτρου είναι πολύ υψηλή και συνεπώς το ρεύμα που το διαρρέει είναι πολύ μικρό!

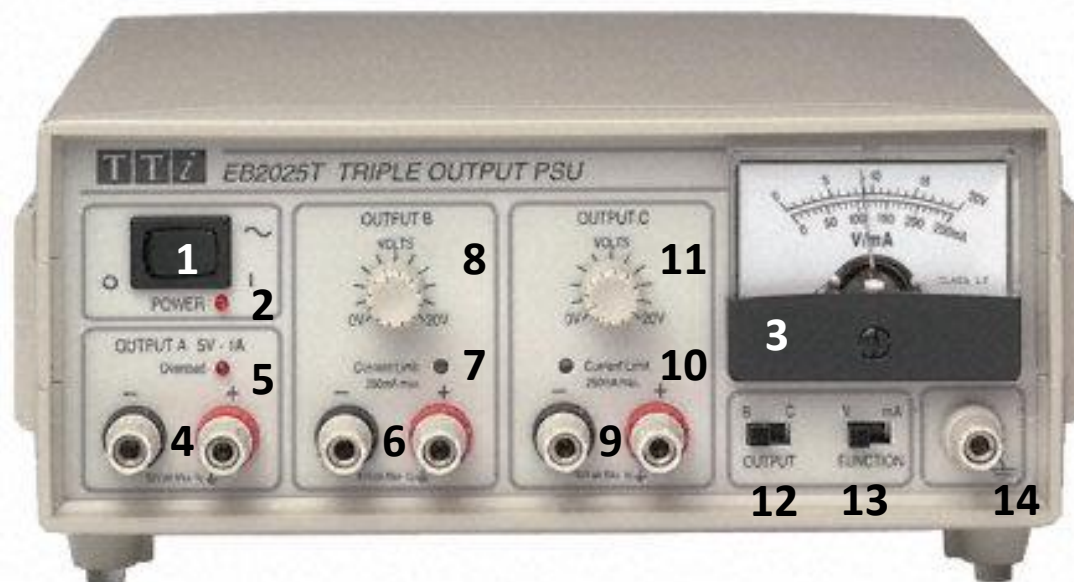
Το Πολύμετρο ως Αμπερόμετρο

Εν σειρά σύνδεση με το κύκλωμα για τη μέτρηση ρεύματος.

Η αντίσταση του αμπερομέτρου είναι πολύ χαμηλή και συνεπώς προκαλεί πολύ μικρή πτώση τάσης στον κλάδο που συνδέεται!



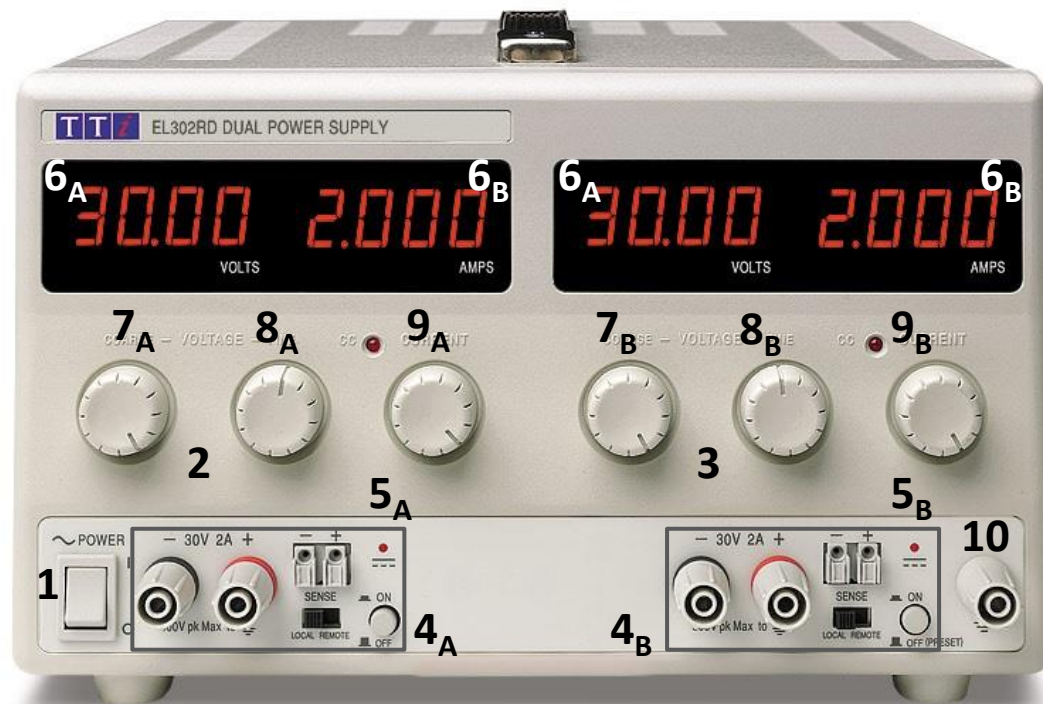
Το Τροφοδοτικό (I)



- Εύρος Τάσεων: 0.3V – 20V
- Εύρος Ρευμάτων: 1mA – 250mA
- Προστασία εξόδου: < 30V και < 1A

1. Διακόπτης on-off.
2. Led ένδειξης λειτουργίας.
3. Βολτόμετρο (Volt) / Αμπερόμετρο (Ampere).
4. Λογική έξοδος A: $5V \pm 0.2V$.
5. Ένδειξη υπερφόρτωσης: $> 1A$.
6. Έξοδος B: $< 20V$ ή $< 250mA$.
7. Επιλογή ορίου ρεύματος: $< 250mA$.
8. Επιλογέας τάσης B.
9. Έξοδος C: $< 20V$ ή $< 250mA$.
10. Επιλογή ορίου ρεύματος: $< 250mA$.
11. Επιλογέας τάσης C.
12. Επιλογή εξόδου B ή C στο πολύμετρο.
13. Επιλογή λειτουργίας πολύμετρου.
14. Γείωση οργάνου.

Το Τροφοδοτικό (II)



1. Διακόπτης on-off οργάνου.
2. Έξοδος A: $< 30V$ ή $< 2A$.
3. Έξοδος B: $< 30V$ ή $< 2A$.
4. Διακόπτης on-off εξόδου
5. Led ένδειξης λειτουργίας.
6. Βολτόμετρο (Volt) / Αμπερόμετρο (Ampere).
7. Προσεγγιστική ρύθμιση τάσης.
8. Ακριβής ρύθμιση τάσης.
9. Ρύθμιση ρεύματος.
10. Γείωση οργάνου.

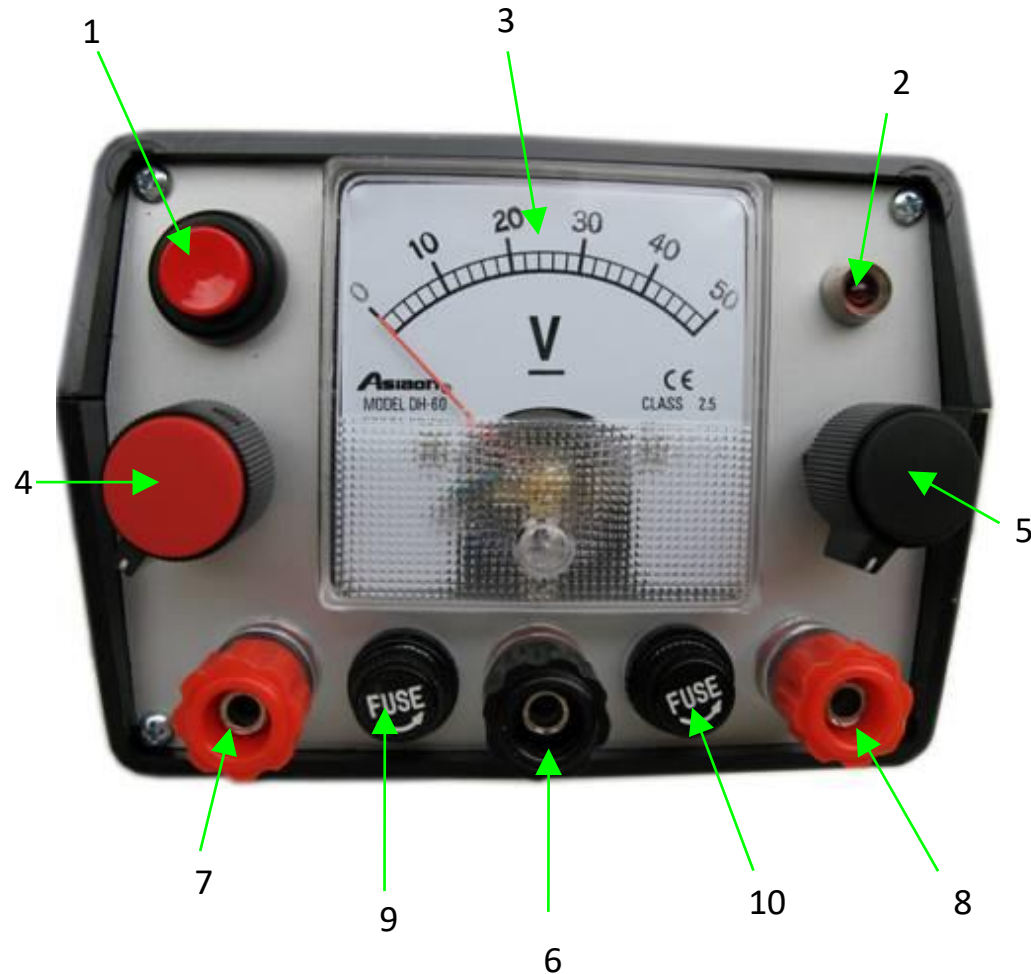
- Εύρος Τάσεων: $0.3V - 30V$
- Εύρος Ρευμάτων: $1mA - 2A$

! ΠΡΟΣΟΧΗ!

Αν δεν είναι ήδη ρυθμισμένο, ρυθμίστε με τον επιλογή 9 το ρεύμα του τροφοδοτικού να είναι μεταξύ $100mA - 200mA$.

Το Τροφοδοτικό (III)

Αναπληρωματικό Τροφοδοτικό !



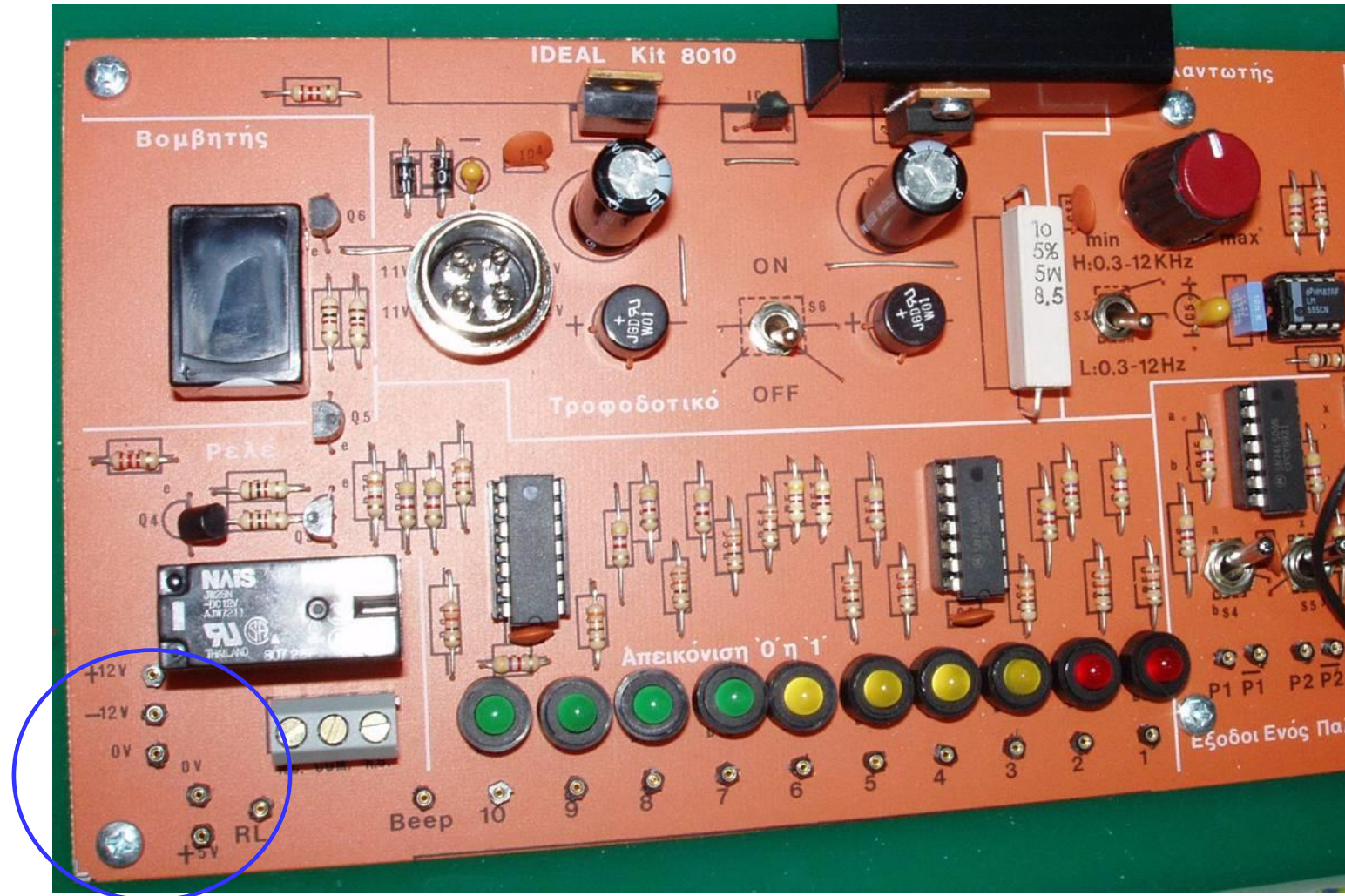
1. Διακόπτης on-off.
2. Led ένδειξης λειτουργίας.
3. Βολτόμετρο (Volt).
4. Ρυθμιστής θετικής τάσης.
5. Ρυθμιστής αρνητικής τάσης.
6. Ακροδέκτης γείωσης (κοινός).
7. Ακροδέκτης θετικής τάσης.
8. Ακροδέκτης αρνητικής τάσης.
- 9 & 10. Ασφάλειες (3A).

ΠΡΟΣΟΧΗ!

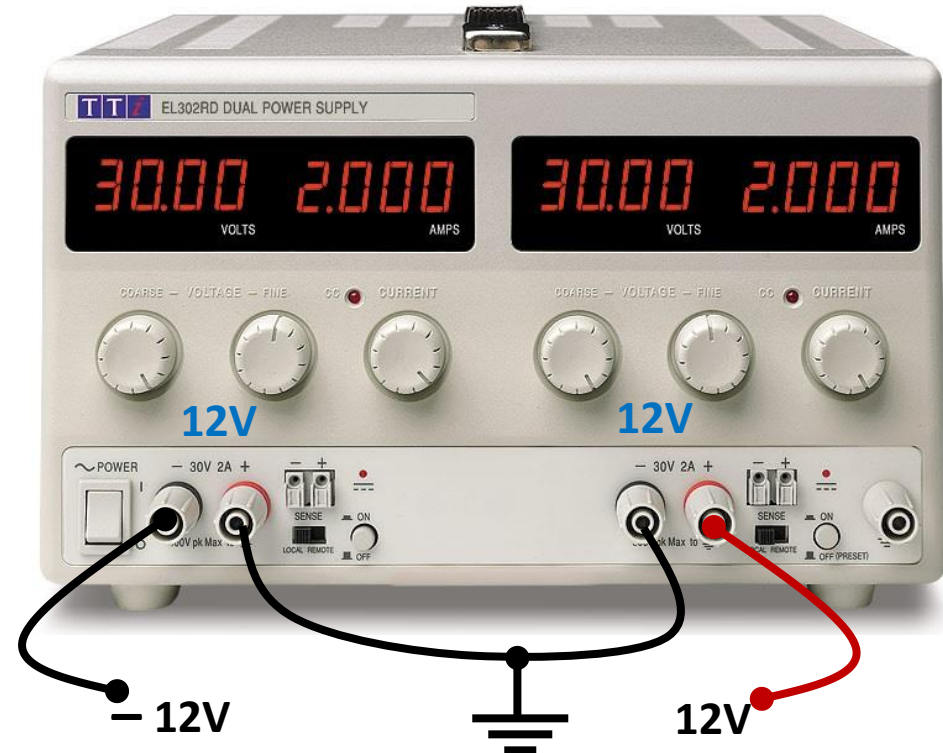
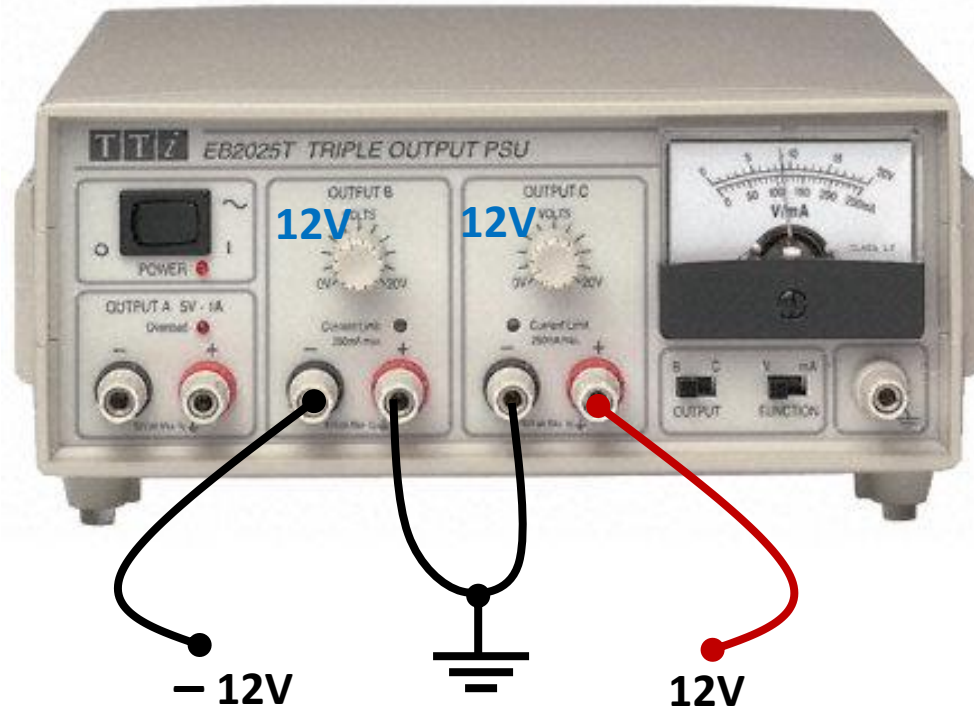
Ο ενδείκτης του βολτομέτρου μετρά την διαφορά δυναμικού μεταξύ των ακροδεκτών 7 και 8.

Βαλιτσάκι Εργασίας – Τροφοδοσίες

Αναπληρωματικές Τροφοδοσίες !



Δημιουργία Θετικής & Αρνητικής Τάσης



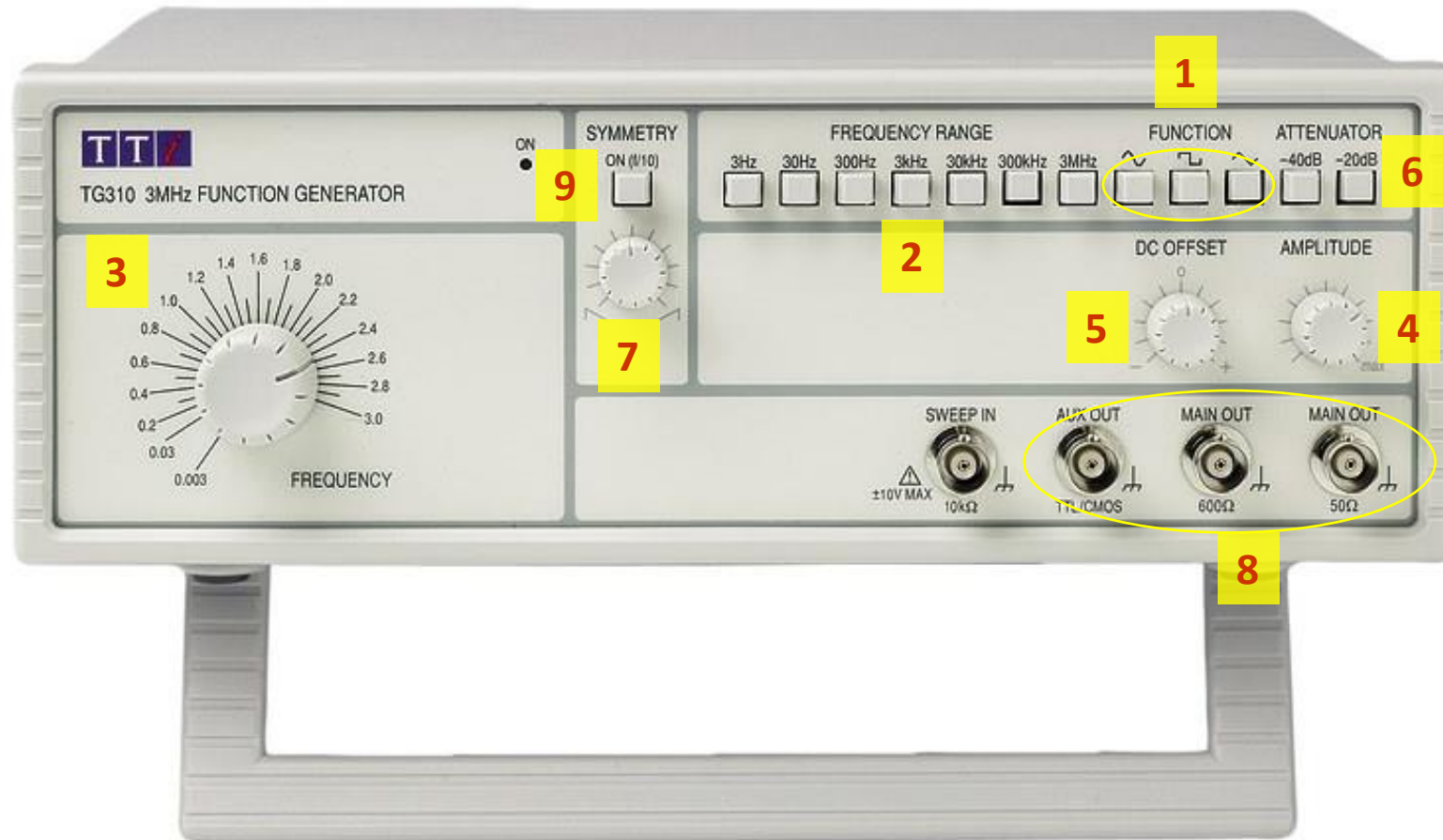
Η Γεννήτρια Συχνοτήτων (I)



1. Επιλογή κυματομορφής σήματος.
2. Επιλογή εύρους συχνοτήτων.
3. Επιλογή συχνότητας.
4. Επιλογή πλάτους σήματος.

5. Επιλογή DC offset.
6. Υποβιβασμός σήματος κατά 20dB.
7. Ρύθμιση συμμετρίας.
8. Έξοδοι σήματος.
9. Υποβιβασμός συχνότητας $\div 10$.

Η Γεννήτρια Συχνοτήτων (II)

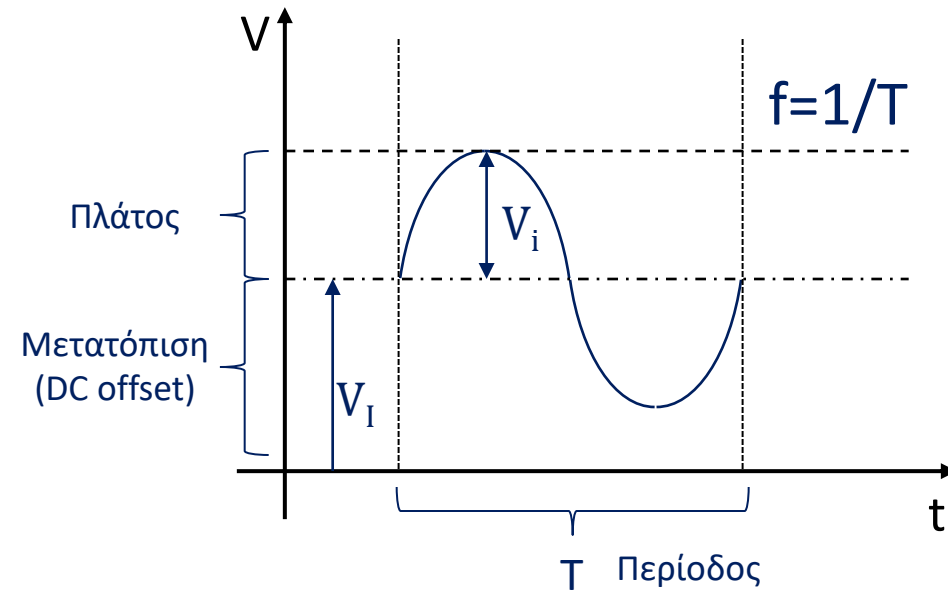


1. Επιλογή κυματομορφής σήματος.
2. Επιλογή εύρους συχνοτήτων.
3. Επιλογή συχνότητας.
4. Επιλογή πλάτους σήματος.

5. Επιλογή DC offset.
6. Υποβιβασμός σήματος κατά 20 ή 40dB.
7. Ρύθμιση συμμετρίας.
8. Έξοδοι σήματος.
9. Υποβιβασμός συχνότητας $\div 10$.

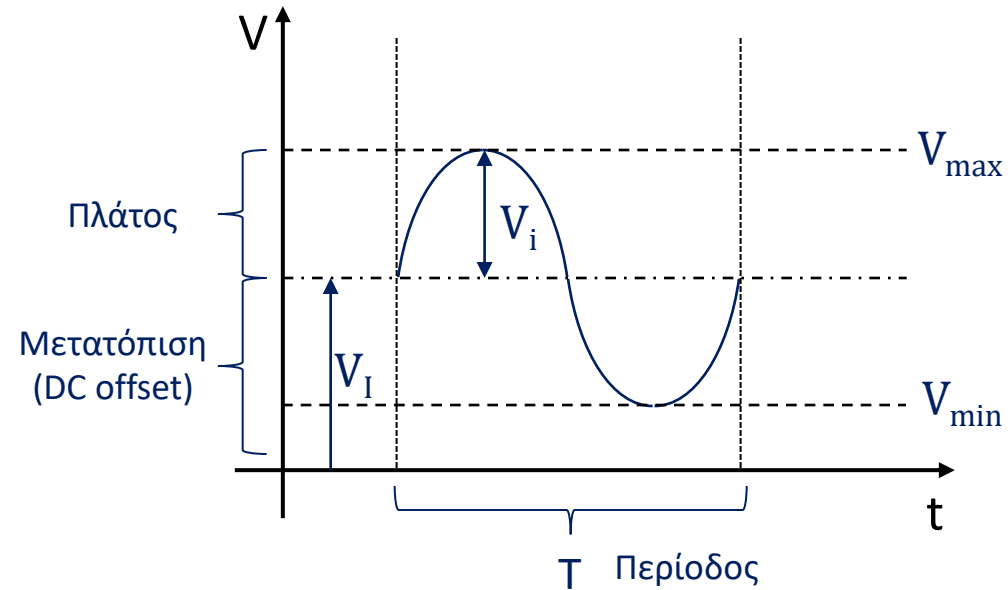


Ημιτονικό Σήμα Γεννήτριας Συχνοτήτων



Εύρεση Πλάτους V_i & DC Συνιστώσας V_I

Συχνότητα: $f = \frac{1}{T}$

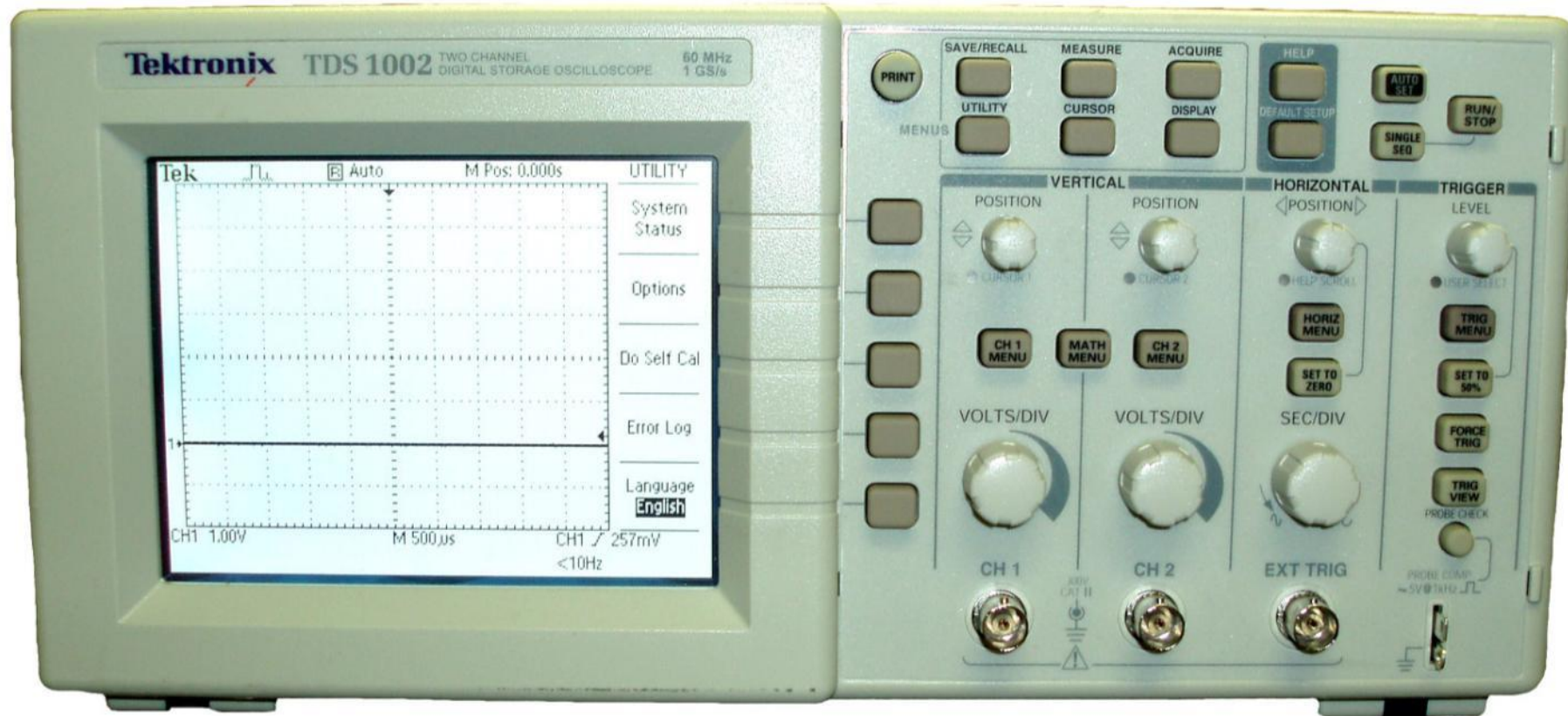


Πλάτος: $V_i = \frac{V_{max} - V_{min}}{2} = \frac{V_{pp}}{2}$ όπου V_{pp} η απόσταση των δύο κορυφών.

Μετατόπιση (DC offset)
ή DC Συνιστώσα: $V_I = \frac{V_{max} + V_{min}}{2}$

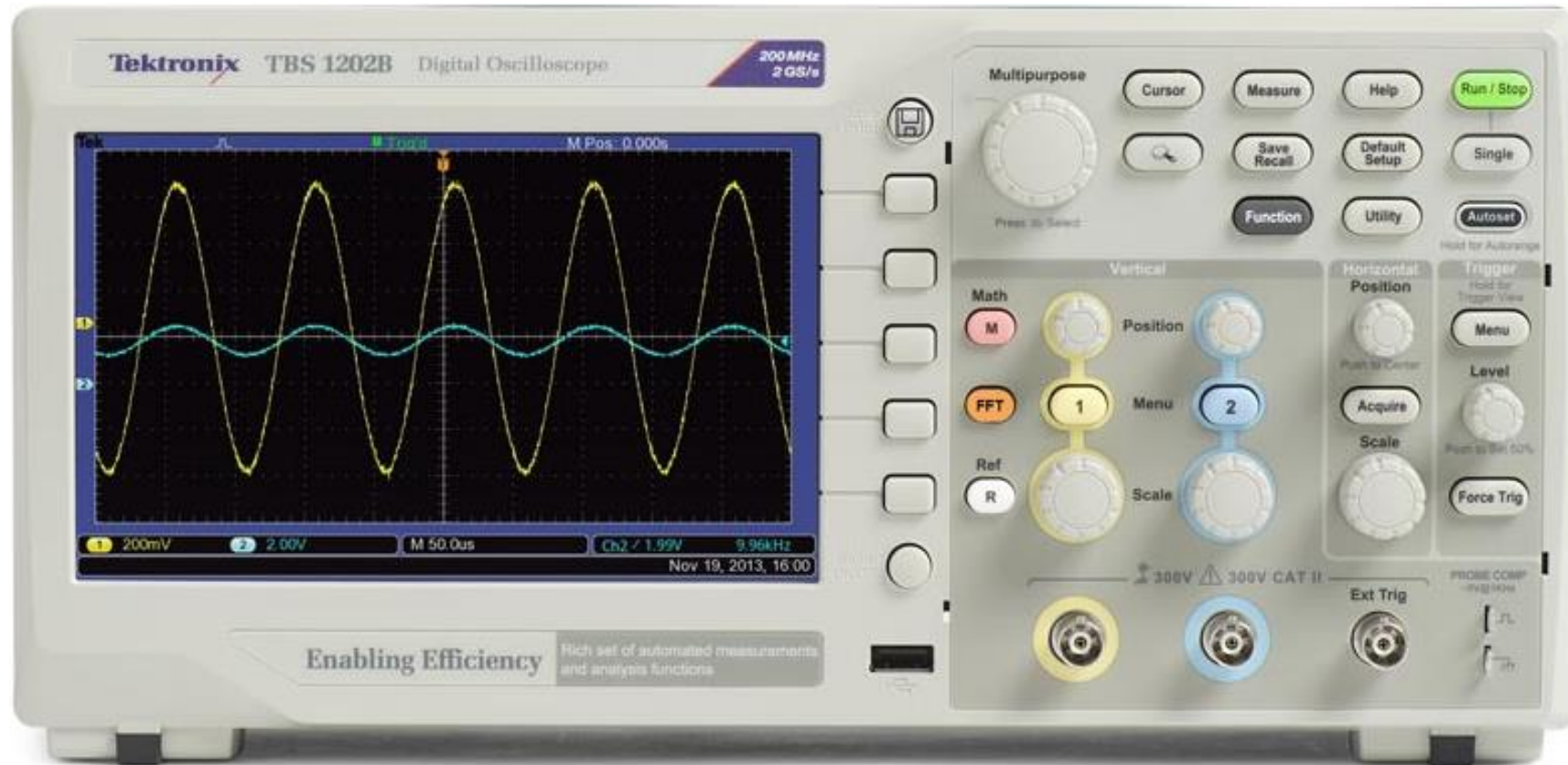


Ο Παλμογράφος (I)

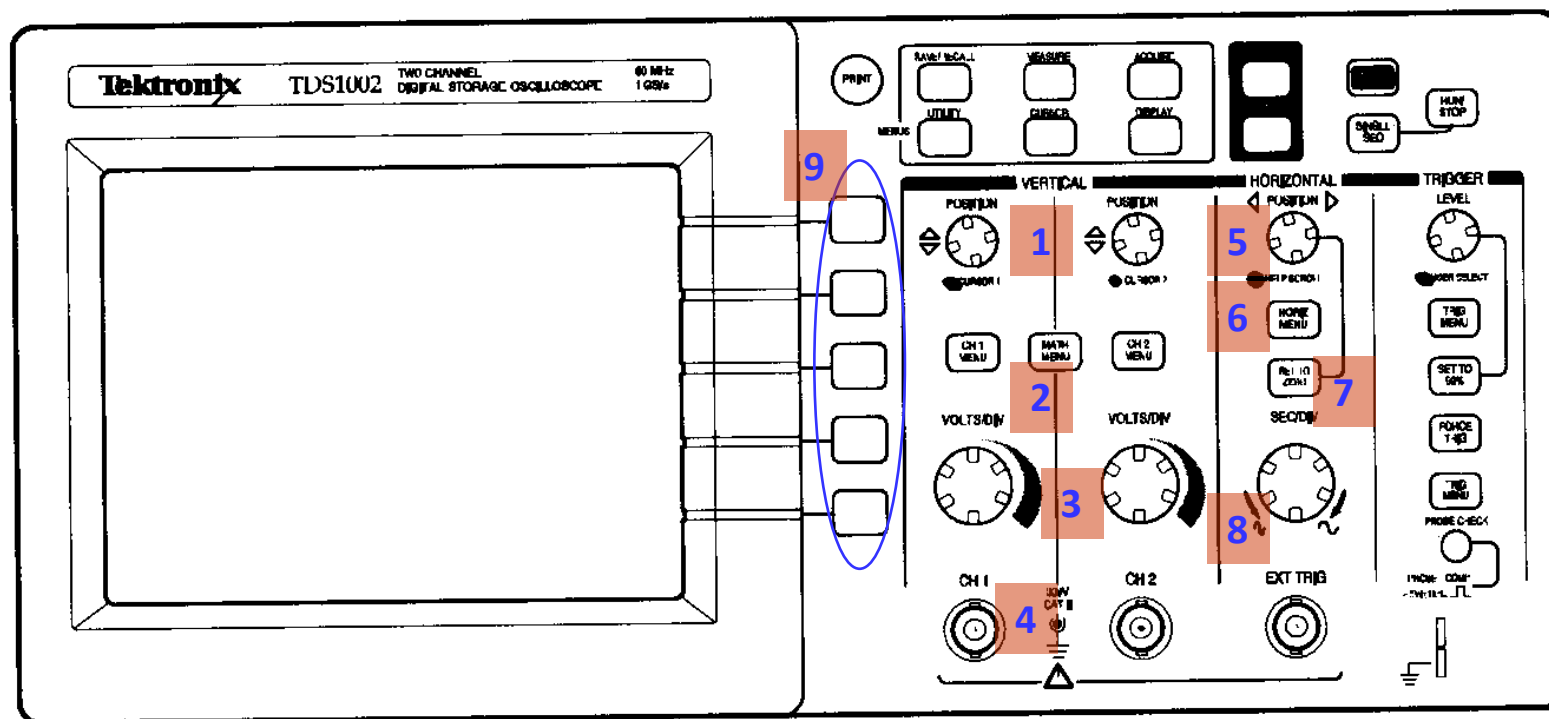


BNC Probes

Ο Παλμογράφος (II)



Ο Παλμογράφος (III)

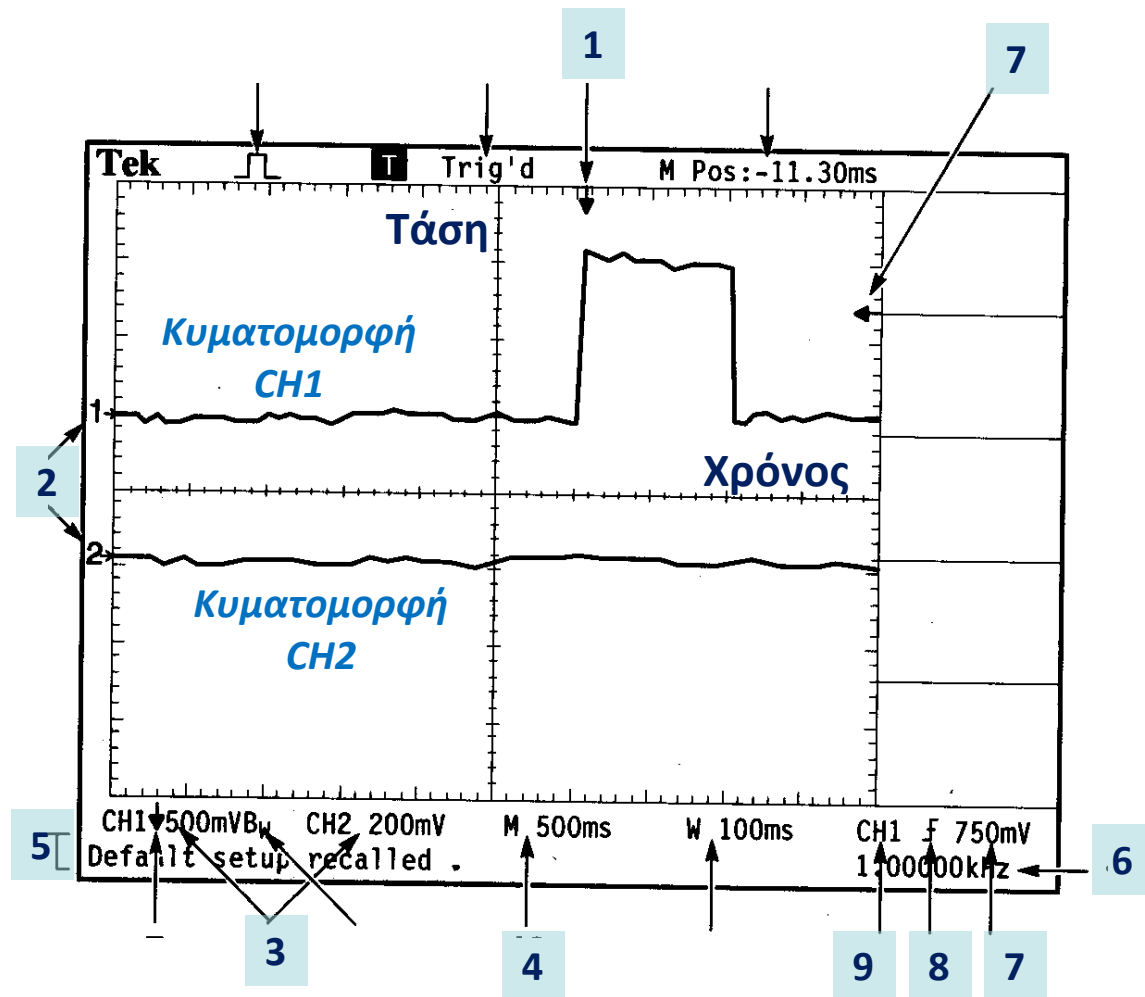


1. Κατακόρυφη τοποθέτηση κυματομορφής.
2. Μενού επιλογών κατακόρυφου άξονα.
3. Επιλογή παράγοντα κλιμάκωσης.
4. Είσοδος σήματος.

5. Οριζόντια τοποθέτηση κυματομορφής.
6. Μενού επιλογών οριζόντιου άξονα.
7. Τοποθέτηση αρχής κυματομορφής στο 0.
8. Επιλογή παράγοντα κλιμάκωσης.

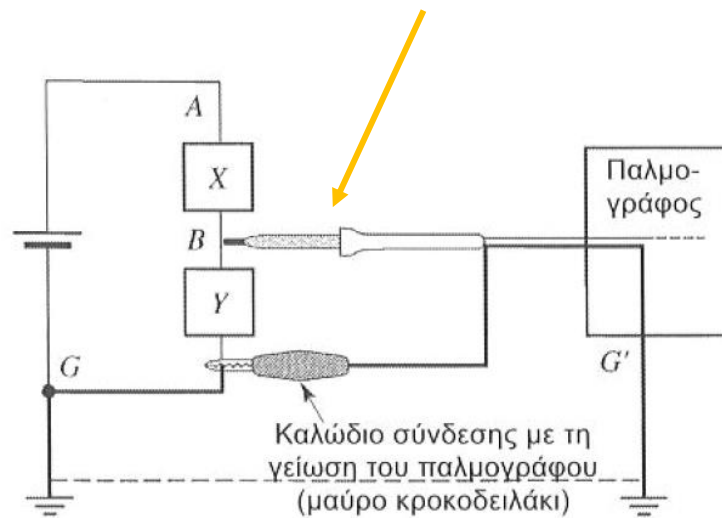
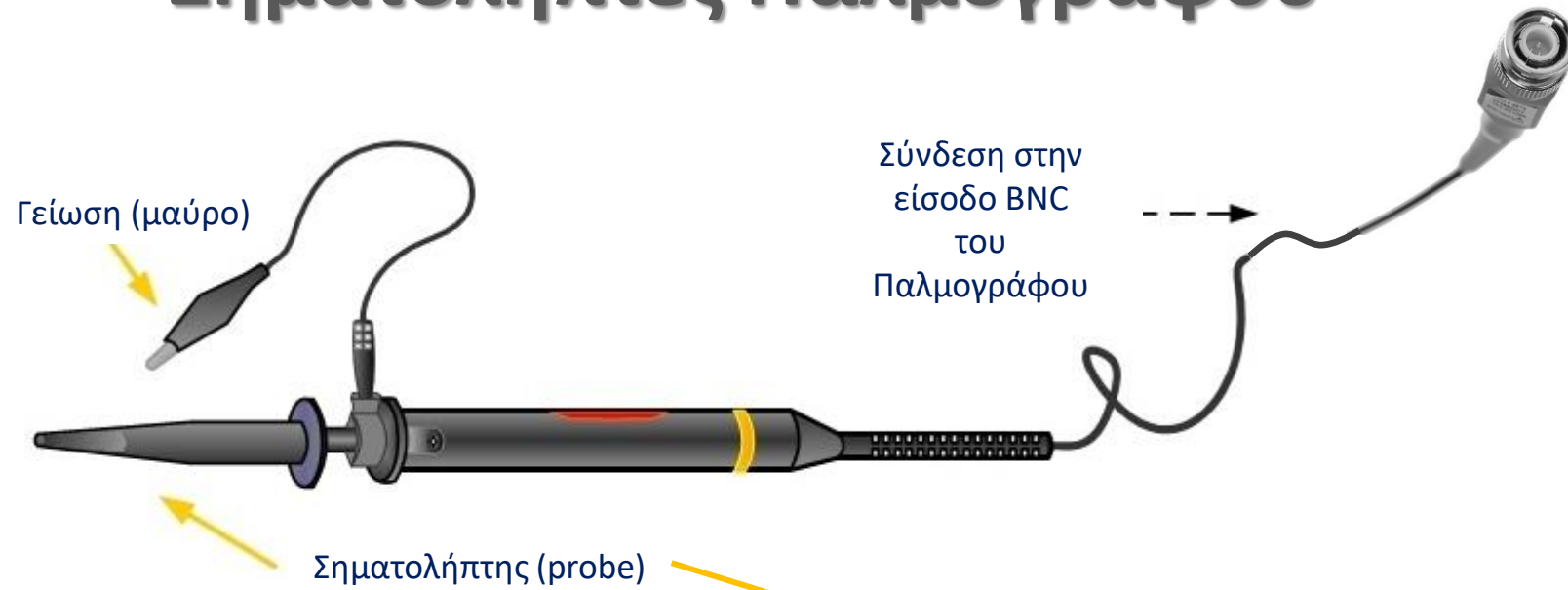
9. Κουμπιά επιλογών.

Οθόνη Παλμογράφου

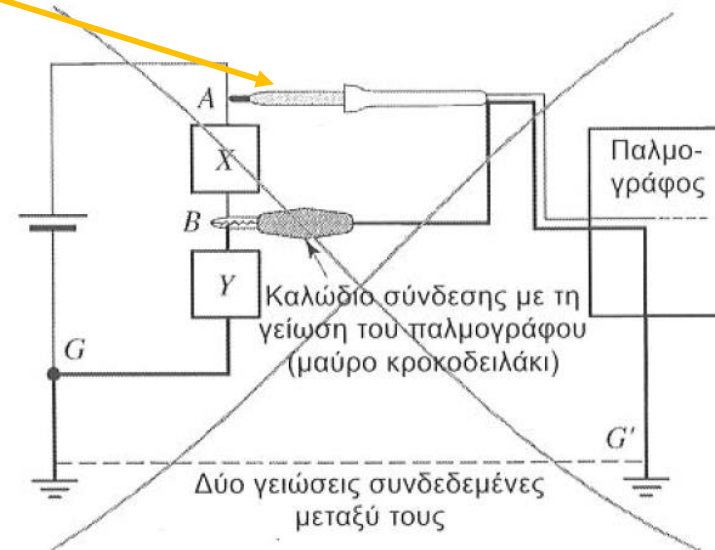


1. Οριζόντια θέση αρχής κυματομορφής.
2. Σημεία αναφοράς (ground) καναλιών.
3. Παράγοντας κατακόρυφης κλιμάκωσης.
4. Παράγοντας οριζόντιας κλιμάκωσης.
5. Βοηθητικά μηνύματα.
6. Αναφορά συχνότητας.
7. Στάθμη σκανδαλισμού.
8. Τύπος σκανδαλισμού.
9. Πηγή σκανδαλισμού.

Σηματολήπτες Παλμογράφου

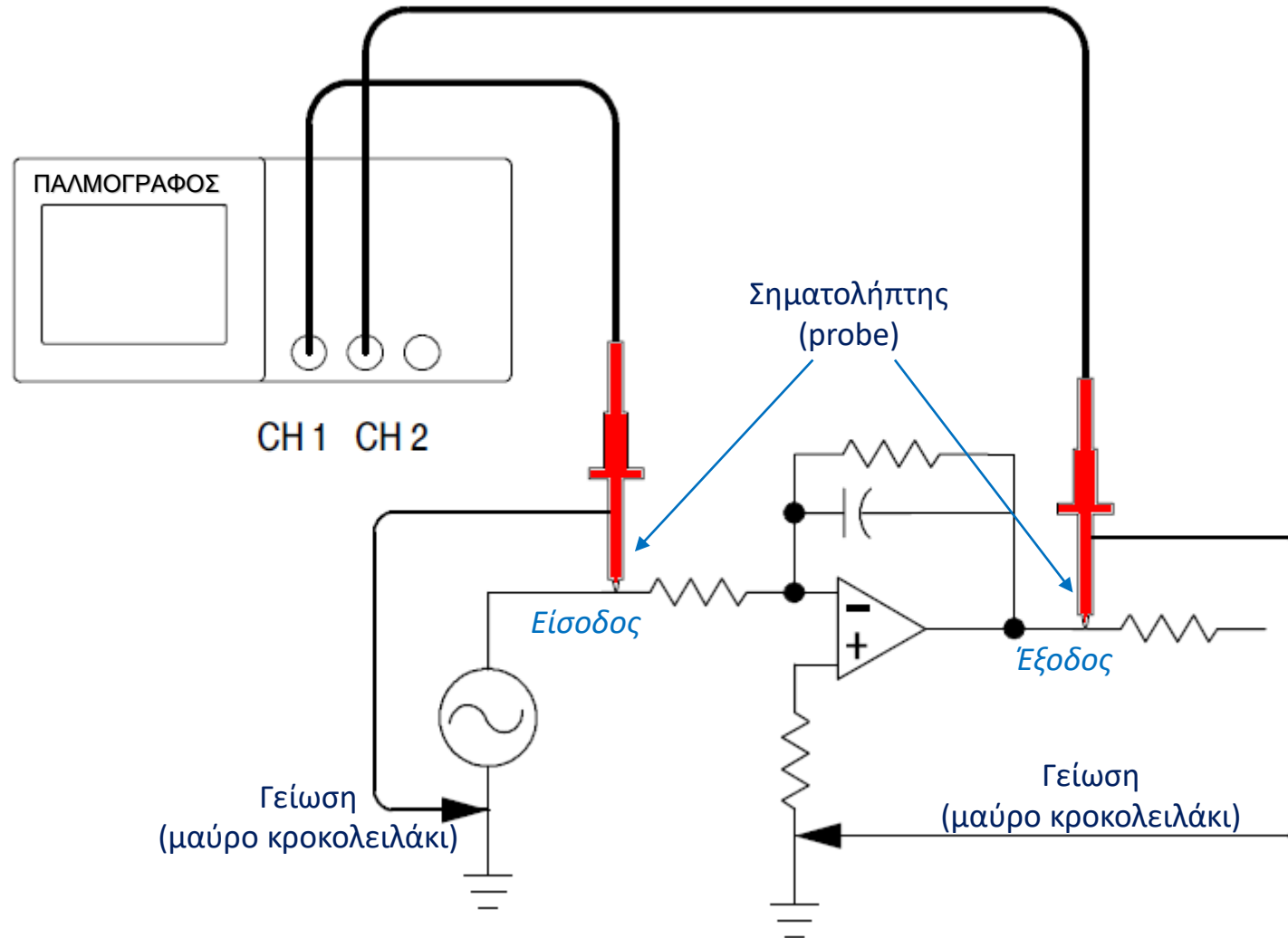


Σωστός Τρόπος Σύνδεσης



Λανθασμένος Τρόπος Σύνδεσης

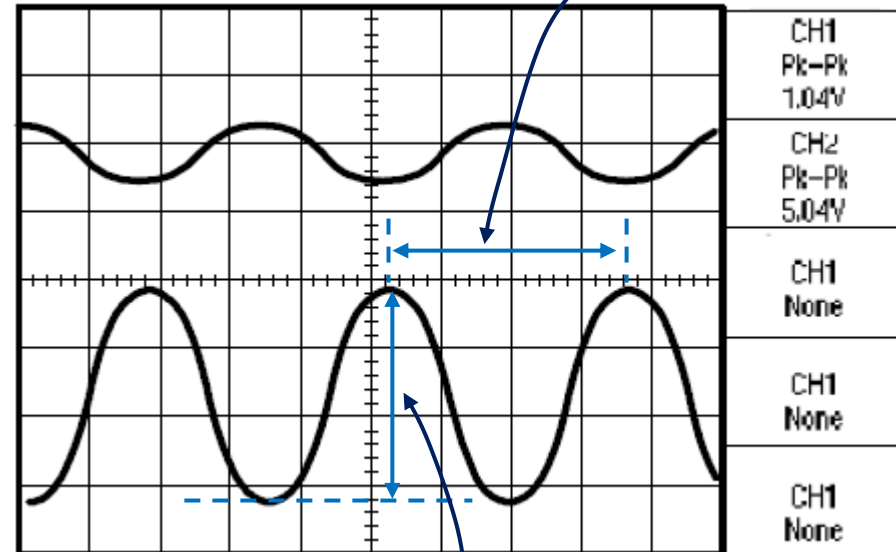
Μέτρηση με τον Παλμογράφο



Μέτρηση Πλάτους/Περιοδου στον Παλμογράφο

Μέτρηση περιόδου

3,4Divs

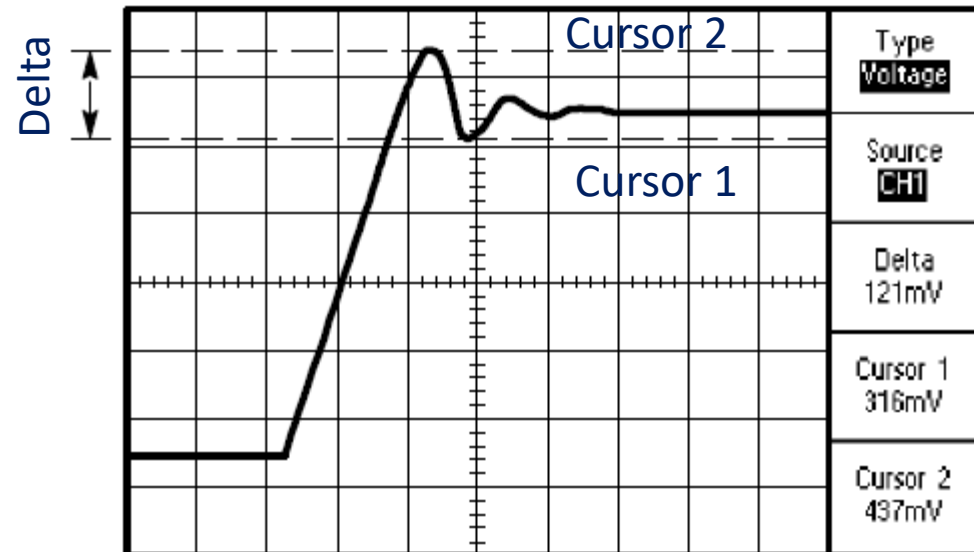
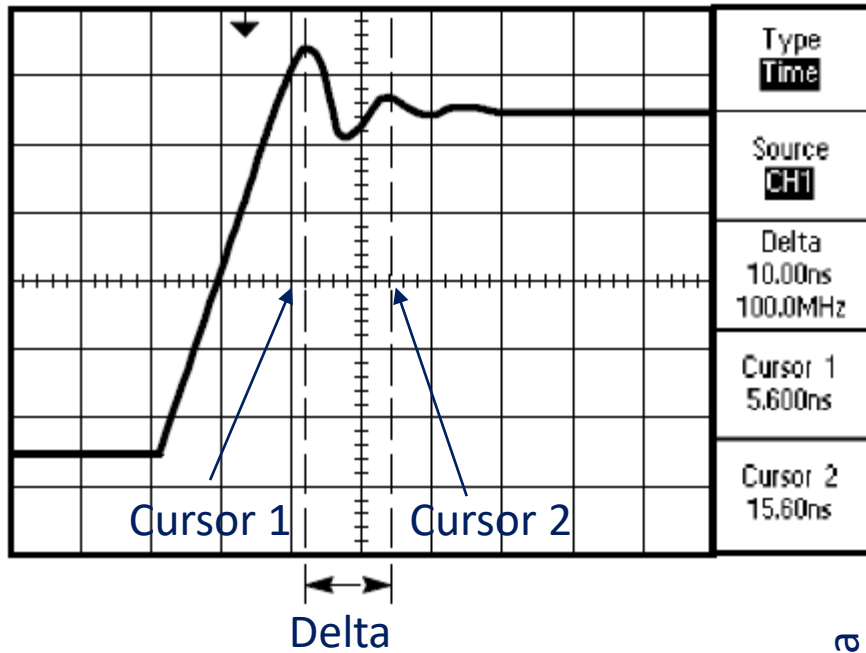


-3,2Divs / 2

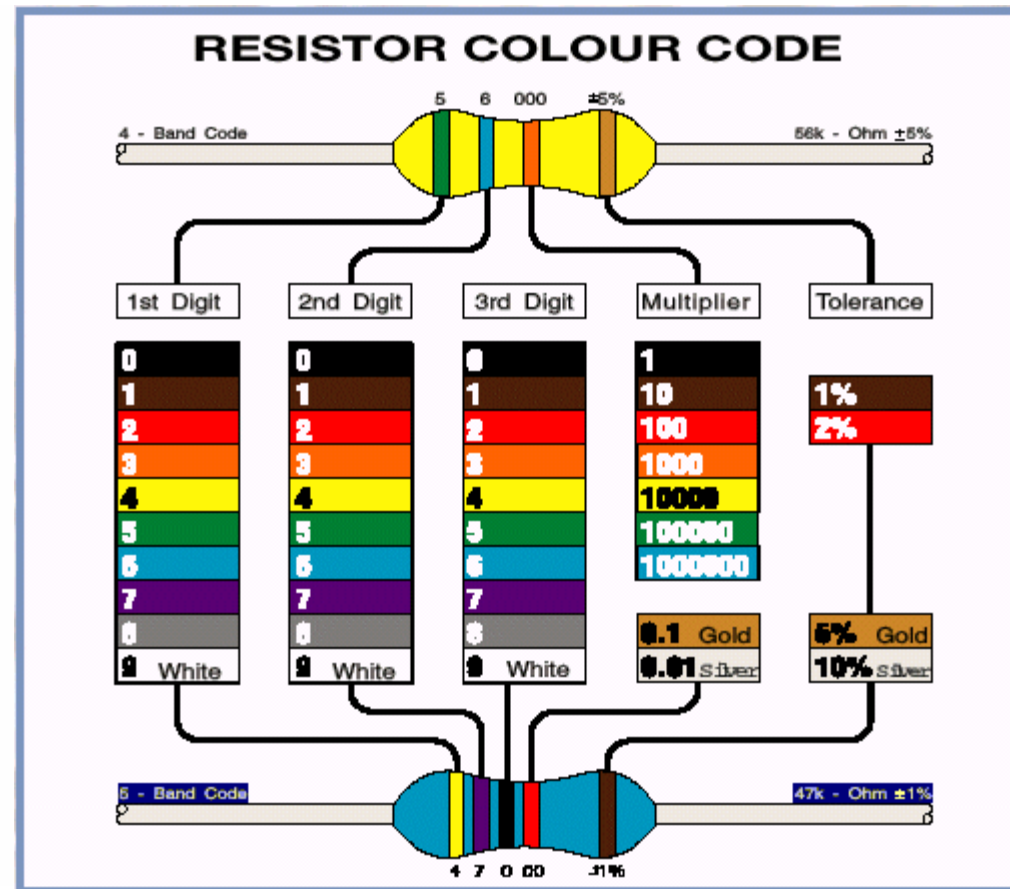
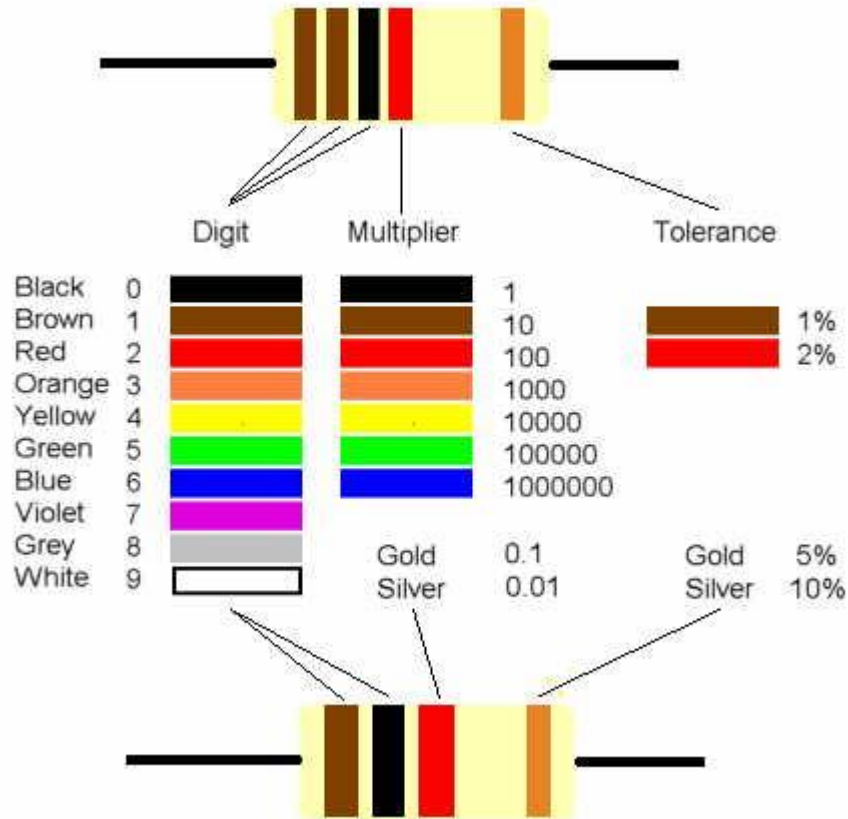
Μέτρηση πλάτους σήματος τάσης



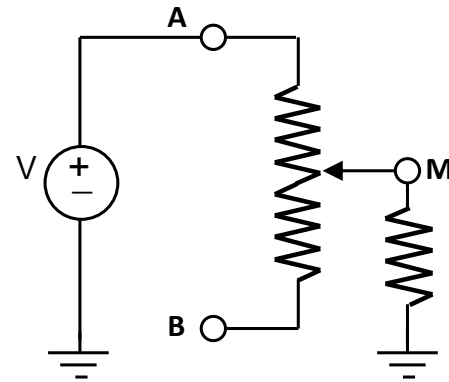
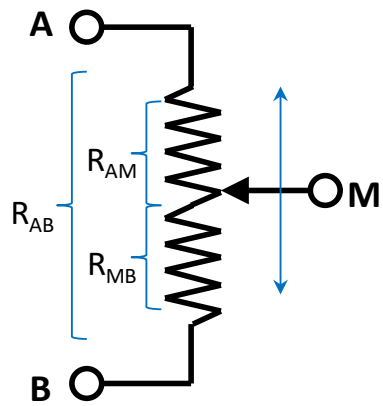
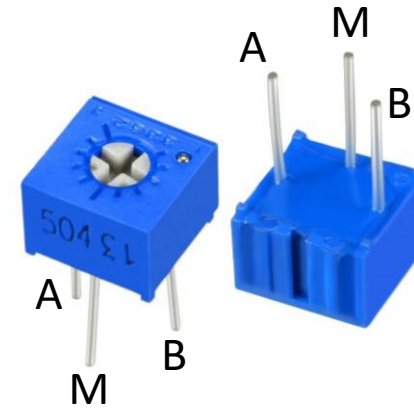
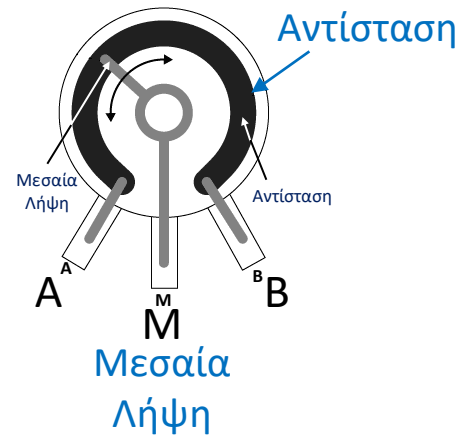
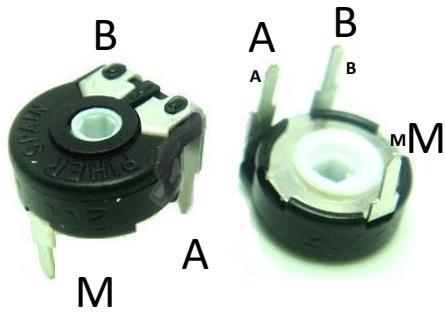
Μέτρηση Διαφορών στον Παλμογράφο



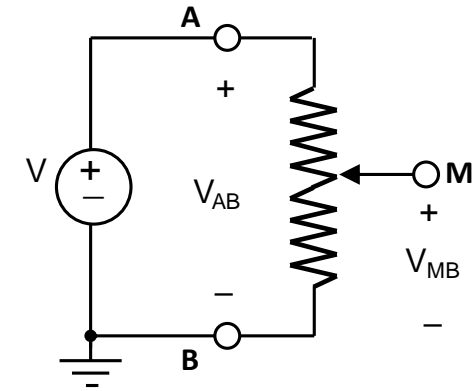
Χρώματα Ανάγνωσης Αντιστάσεων



Trimmer



Μεταβλητή αντίσταση



Διαιρέτης Τάσης



Πίνακας Ανάγνωσης Πυκνωτών



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	.001	1
1.2	1p2	1.2	12	12p	12	120	121	n12	120	122	1n2	.0012	1.2
1.5	1p5	1.5	15	15p	15	150	151	n15	150	152	1n5	.0015	1.5
1.8	1p8	1.8	18	18p	18	180	181	n18	180	182	1n8	.0018	1.8
2.2	2p2	2.2	22	22p	22	220	221	n22	220	222	2n2	.0022	2.2
2.7	2p7	2.7	27	27p	27	270	271	n27	270	272	2n7	.0027	2.7
3.3	3p3	3.3	33	33p	33	330	331	n33	330	332	3n3	.0033	3.3
3.9	3p9	3.9	39	39p	39	390	391	n39	390	392	3n9	.0039	3.9
4.7	4p7	4.7	47	47p	47	470	471	n47	470	472	4n7	.0047	4.7
5.6	5p6	5.6	56	56p	56	560	561	n56	560	562	5n6	.0056	5.6
6.8	6p8	6.8	68	68p	68	680	681	n68	680	682	6n8	.0068	6.8
8.2	8p2	8.2	82	82p	82	820	821	n82	820	822	8n2	.0082	8.2



ΠΟΛΥΕΣΤΕΡ

pF pico Farad pF pico Farad pF pico Farad nF nano Farad

ΑΝ ΓΡΑΦΕΙ...	ΕΙΝΑΙ	ΑΝ ΓΡΑΦΕΙ...	ΕΙΝΑΙ	ΑΝ ΓΡΑΦΕΙ...	ΕΙΝΑΙ									
1000	103	10n	.01	10	.1	104	100n	0.1	100	105	1	1μ0	1μF	1
1200	123	12n	.012	12	.12	124	120n	0.12	120	125	1.2	1μ2	1.2μF	1.2
1500	153	15n	.015	15	.15	154	150n	0.15	150	155	1.5	1μ5	1.5μF	1.5
1800	183	18n	.018	18	.18	184	180n	0.18	180	185	1.8	1μ8	1.8μF	1.8
2200	223	22n	.022	22	.22	224	220n	0.22	220	225	2.2	2μ2	2.2μF	2.2
2700	273	27n	.027	27	.27	274	270n	0.27	270	275	2.7	2μ7	2.7μF	2.7
3300	333	33n	.033	33	.33	334	330n	0.33	330	335	3.3	3μ3	3.3μF	3.3
3900	393	39n	.039	39	.39	394	390n	0.39	390	395	3.9	3μ9	3.9μF	3.9
4700	473	47n	.047	47	.47	474	470n	0.47	470	475	4.7	4μ7	4.7μF	4.7
5600	563	56n	.056	56	.56	564	560n	0.56	560	565	5.6	5μ6	5.6μF	5.6
6800	683	68n	.068	68	.68	684	680n	0.68	680	685	6.8	6μ8	6.8μF	6.8
8200	823	82n	.082	82	.82	824	820n	0.82	820	825	8.2	8μ2	8.2μF	8.2

ΚΕΡΑΜΙΚΟΙ

ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ
 ΚΤ, ΜΚΤ
 POLYETHYLENE-
 THERETHERALATE
 ΠΟΛΥΕΣΤΕΡ ΚΟΙΝΟΣ
 ΚΚ, ΜΚΚ
 POLYCARBONATE
 ΠΟΛΥΑΝΘΡΑΚΙΚΟΣ
 ΚΡ, ΜΚΡ
 POLYPROPYLENE
 ΠΟΛΥΠΡΟΠΥΛΕΝΙΟΥ
 ΚΣ, ΜΚΣ
 ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΙΝΗΣ

nF nano Farad nF nano Farad μF micro Farad

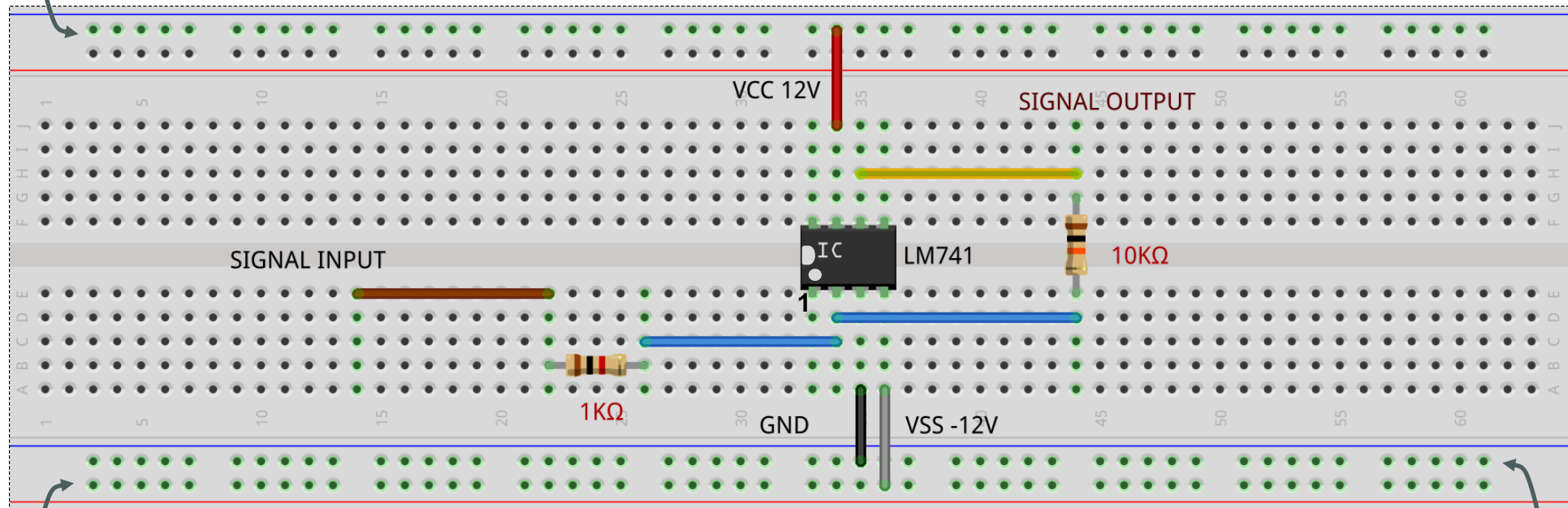
ΑΦΟΡΑ ΠΥΚΝΩΤΕΣ ΚΕΡΑΜΙΚΟΥΣ ΑΠΛΟΥΣ, MULTILAYER, ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ, ΚΑΙ ΠΛΑΣΤΙΚΟΥΣ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΤΥΠΩΝ ΟΠΩΣ ΚΚ, ΚΡ, ΚΣ, ΚΤ, ΜΚΣ, ΜΚΡ, ΜΚΣ, ΜΚΤ, ΜΜΚΡ, ΜΚΤ-Ρ ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΕΝΟΥΣ ΤΑΝΤΑΛΙΟΥ



Υλοποίηση Κυκλώματος στο Breadboard

Θετική τροφοδοσία

VCC



Αρνητική τροφοδοσία

VSS

Γείωση
Gnd

Ορθές Πρακτικές

- Μην εφαρμόζετε τροφοδοσίες και σήματα σε ένα κύκλωμα κατά τη διάρκεια συναρμολόγησής του.
- Χρησιμοποιήστε καλώδια διασύνδεσης με το μικρότερο απαραίτητο μήκος.
- Χρησιμοποιήστε τις περιοχές οριζόντιας βραχυκύκλωσης για τις τροφοδοσίες.
- Μη χρησιμοποιείτε περισσότερα καλώδια από εκείνα που απαιτούνται.
- Χρησιμοποιείτε χρωματική κωδικοποίηση για τις διασυνδέσεις μέσω καλωδίων (π.χ. κόκκινο για όλα τα καλώδια που συνδέονται στις θετικές τροφοδοσίες, μαύρο για όσα συνδέονται στη γείωση, κ.τ.λ.).
- Να είστε προσεκτικοί με τις συνδέσεις της γείωσης (βλ. επόμενες διαφάνειες).
- Δώστε προσοχή στην αποσύνδεση των κυκλωματικών στοιχείων (ιδιαίτερα των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων) ώστε να μη λυγίσουν οι ακροδέκτες τους.
- Ολοκληρωμένα κυκλώματα MOS τεχνολογίας μπορούν να καταστραφούν από στατικό ηλεκτρισμό (όπως αυτός στο σώμα μας). Φροντίστε να έχετε εκφορτιστεί, αγγίζοντας π.χ. το μεταλλικό περίβλημα ενός σωστά γειωμένου οργάνου.
- Αφού ολοκληρώσετε τη συνδεσμολογία ενός κυκλώματος ελέγξτε προσεκτικά όλες τις συνδέσεις για να εξασφαλίσετε ότι δεν έγιναν λάθη.
- Εφαρμόστε σήμα σε ένα κύκλωμα (π.χ. από τη γεννήτρια σήματος) μόνο αφού έχετε ενεργοποιήσει την τροφοδοσία μέσω του τροφοδοτικού (αν φυσικά γίνεται χρήση τροφοδοσίας).



Διόρθωση Προβλημάτων

Να έχετε υπόψιν ότι είναι σημαντικό το ενδεχόμενο ένα κυκλωμα να μην «δουλέψει με την πρώτη»! Για την αντιμετώπιση και διόρθωση του προβλήματος:

- Αποσυνδέστε από το κύκλωμα τροφοδοσίες και σήματα και επιθεωρήστε το οπτικά για πιθανές εσφαλμένες συνδέσεις και εκούσια ανοικτοκυκλώματα ή βραχυκυκλώματα.
- Αν υποψιάζεστε ότι κάποια διασύνδεση δεν έχει επιτευχθεί, χρησιμοποιήστε το πολύμετρο ως ομώμετρο για τον έλεγχο της συνέχειας στη διασύνδεση. Πάντα υπάρχει το ενδεχόμενο ενός προβληματικού κλωδίου.
- Χρησιμοποιώντας το πολύμετρο ως βολτόμετρο ή τον παλμογράφο ελέγξτε αν ένας κόμβος του κυκλώματος έχει την αναμενόμενη τάση ή αν το σήμα φτάνει σε αυτόν τον κόμβο.
- Αν κατά τη διόρθωση χρειαστεί να αλλάξετε κάτι, αλλάξτε ένα στοιχείο κάθε φορά ώστε να μπορέσετε να απομονώσετε το πρόβλημα. Πολλαπλές ταυτόχρονες αλλαγές μπορούν να διορθώσουν ένα πρόβλημα αλλά να δημιουργήσουν ένα νέο.
- Ως προτελευταία επιλογή, ενημερώστε κάποιον/κάποια βοηθό του εργαστηρίου.
- Αν με τις προηγούμενες ενέργειες δεν διορθωθεί το πρόβλημα και μόνο ως έσχατη λύση, αποσυναρμολογήστε και συναρμολογήστε εκ νέου το κύκλωμα!

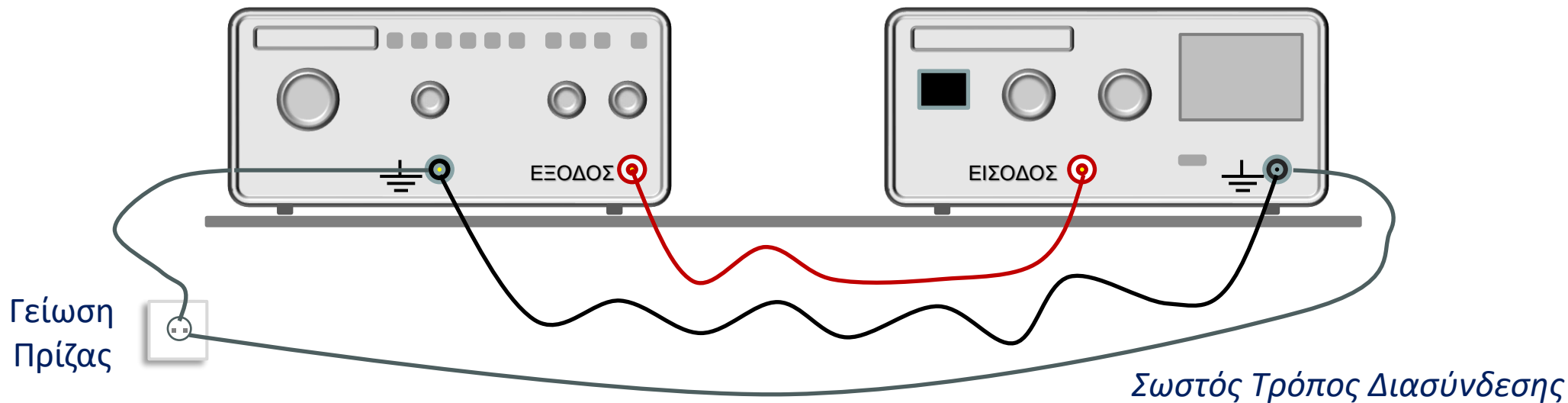
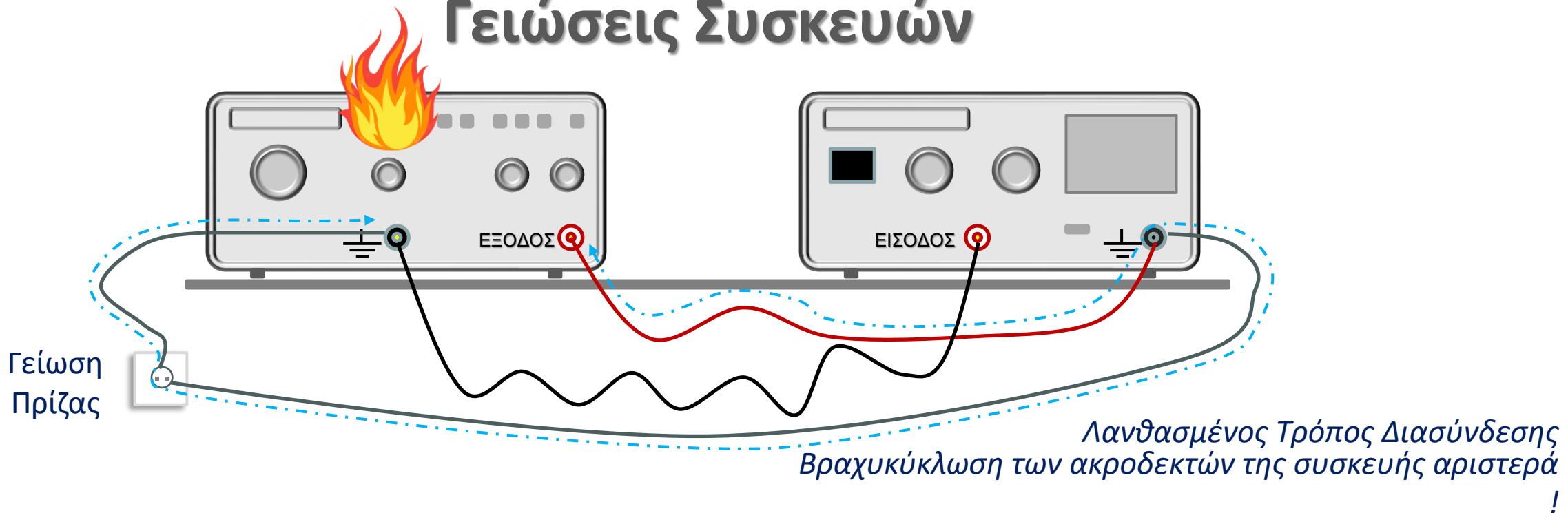


Διεξαγωγή Πειράματος – Άσκησης

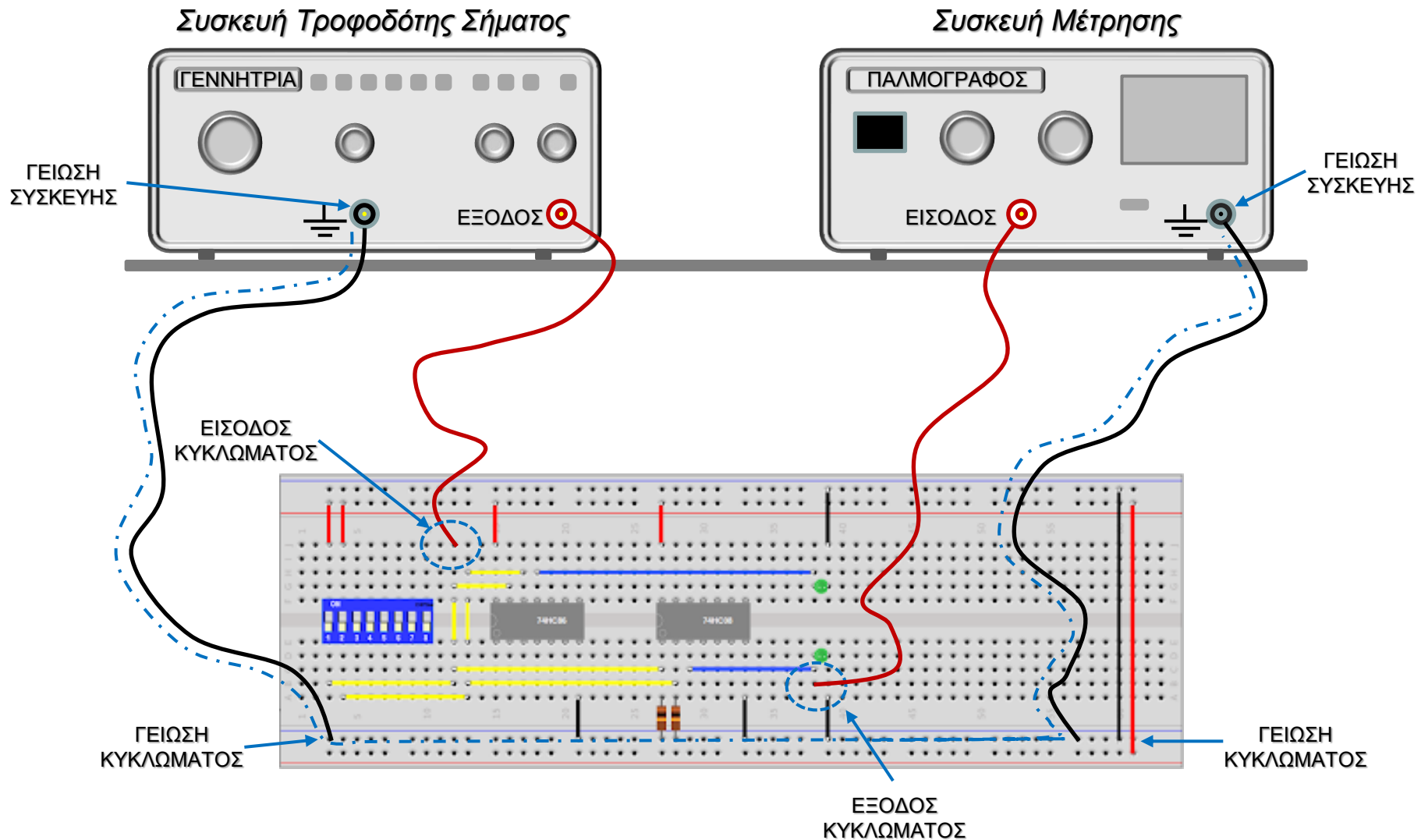
- Διαβάζετε πάντα προσεκτικά την εκφώνηση όλων των βημάτων ενός πειράματος / άσκησης.
- Με βάση τη θεωρία, προσπαθήστε να υποθέσετε το πιθανότερο αποτέλεσμα κάθε βήματος. Αυτό θα σας επιτρέψει να εντοπίσετε ευκολότερα πιθανά προβλήματα.
- Εξοικειωθείτε με τα όργανα του εργαστηρίου. Μην πατάτε κουμπιά στην τύχη.
- Οι μετρήσεις δεν είναι ποτέ ακριβείς. Διερευνήστε παράγοντες σφαλμάτων και πώς αυτοί επηρεάζουν το αποτέλεσμα ενός βήματος.
- Χρησιμοποιήστε κατάλληλη κλίμακα στα όργανα μέτρησης ώστε να έχετε ικανοποιητικό επίπεδο ακρίβειας.
- Όταν λαμβάνετε μετρήσεις για την αναπαράσταση ενός σήματος σε γράφημα, καταγράψτε επαρκή (αυξημένο) αριθμό σημείων δεδομένων σε περιοχές έντονων μεταβολών του σήματος ώστε να αποτυπωθούν σωστά αυτές οι περιοχές.



Γειώσεις Συσκευών



Διασύνδεση Συσκευών – Κυκλώματος



Αναφορές – Εκθέσεις Εργαστηρίου

- Οι αναφορές φέρουν ονοματεπώνυμο και Α.Μ. του συγγραφέα.
- Φροντίστε για την ευκατάστατη, ευανάγνωστη, εύληπτη και με ειρμό παρουσίαση των αναφορών.
- Παρουσιάστε σχέδια κυκλωμάτων και ονοματίστε κόμβους σε αυτά αν χρειάζεται να προβείτε σε κάποια ειδική αναφορά.
- Τα γραφήματα και τα διαγράμματα απαιτούν τη χρήση βαθμονομημένων αξόνων, σε κατάλληλη κλίμακα, ώστε να περιλαμβάνουν όλες τις τιμές των δεδομένων των σχετικών μετρήσεων.
- Για μεγέθη που μεταβάλλονται πολλές τάξεις μεγέθους χρησιμοποιήστε λογαριθμικές κλίμακες.
- Αναγράφουμε πάντα σε κάθε άξονα την ονομασία (σύμβολο) του μεγέθους στο οποίο αυτός αναφέρεται καθώς και τη μονάδα μέτρησής του.
- Στα γραφήματα-διαγράμματα να υποδεικνύετε (με κατάλληλα σύμβολα, π.χ. κουκίδες, κύκλους κ.α.) τα σημεία που αντιστοιχούν στα δεδομένα που λάβατε χωρίς την αναγραφή των δεδομένων. Τα δεδομένα θα εμφανίζονται μόνο σε κατάλληλους πίνακες.
- Χαράξτε την ευθεία ή την καμπύλη **βέλτιστης προσαρμογής** η οποία διατρέχει τα σημεία των δεδομένων στο διάγραμμα. Μην ενώνετε απλά τα σημεία των δεδομένων με ευθύγραμμα τμήματα !

