

## Εργαστήριο 1: Τροφοδοτικό, Πολύμετρο, Αντιστάσεις

21 - 22 Φεβρουαρίου 2011 (βδομάδα 2)

- Διαβάστε το Κεφάλαιο 1 του βιβλίου (Βασικές Αρχές Ηλεκτρικών Κυκλωμάτων)
- Λύστε τις (μικρές και γρήγορες) **Ασκήσεις 1.7, 1.9, 1.12, 1.28** (θεωρώντας σταθερές τις αντιστάσεις, ανεξαρτήτως θερμοκρασίας τους), **1.37**, και **1.38** από το βιβλίο (σελίδες 63-70), και παραδώστε τις λύσεις σας στο μάθημα της Δευτέρας 21/2/2011.

### 1.1 Το Πολύμετρο του Εργαστηρίου

Τα *πολύμετρα* (multimeters) είναι όργανα που μετρούν ηλεκτρικές τάσεις και ρεύματα, είτε συνεχή (DC - direct current) είτε εναλλασσόμενα (AC - alternating current). Επίσης, όταν έχουν εσωτερική ηλεκτρική πηγή (π.χ. μπαταρία), μπορούν να μετρήσουν την αντίσταση ενός εξωτερικού κυκλώματος που δεν έχει (το κύκλωμα) δική του πηγή, τροφοδοτώντας το με ρεύμα, μετρώντας την τάση και το ρεύμα, και διαιρώντας· όταν το εξωτερικό κύκλωμα περιέχει πηγές, η μέτρηση θα είναι λανθασμένη, αφού το πολύμετρο δεν ξέρει την τάση τους και τη συνδεσμολογία τους. Πολλά πολύμετρα (και το δικό μας) έχουν και ηχητικό test αγωγιμότητας: παράγουν έναν ήχο όποτε υπάρχει αγωγίμος δρόμος μεταξύ των δύο ακροδεκτών τους· αυτό είναι χρήσιμο όταν ψάχνουμε μέσα σε πολλά, μπερδεμένα καλώδια, για να βρούμε ποιά άκρη καταλήγει σε ποιάν άλλη άκρη.

Τα πολύμετρα που θα χρησιμοποιήσουμε στο εργαστήριό μας είναι της εταιρείας *METEX*, μοντέλο *M-3800*. Μελετήστε την όψη και τις προδιαγραφές τους στη συνημμένη φωτοτυπία, ή στο [http://www.globalfocus.hu/eng/pdf\\_products/Metex\\_M-3800\\_eng.pdf](http://www.globalfocus.hu/eng/pdf_products/Metex_M-3800_eng.pdf) (τοπικό αντίγραφο: [PDF](#)).

Οι μετρήσεις γίνονται με δύο ακροδέκτες (εκτός από τις παραμέτρους των transistors, πάνω δεξιά). Ο θεωρούμενος σαν ακροδέκτης αναφοράς (συνήθως μαύρος) τοποθετείται στην υποδοχή **COM** (common - κοινός κόμβος). Όταν μετράμε τάσεις, ο δεύτερος ακροδέκτης (συνήθως κόκκινος) τοποθετείται στην υποδοχή **V/Ω**· όταν η μέτρηση (συνεχούς ρεύματος) είναι θετική, σημαίνει ότι ο δεύτερος (κόκκινος) ακροδέκτης βρίσκεται σε υψηλότερο δυναμικό από τον (μαύρο) ακροδέκτη αναφοράς. Για να μετρήσουμε ρεύματα μέχρι 2 Ampere, τοποθετούμε το δεύτερο ακροδέκτη (κόκκινο) στην υποδοχή **A**· προσοχή: για μεγαλύτερα ρεύματα, μέχρι 20 A, πρέπει να τον τοποθετήσουμε στην άλλη υποδοχή, **20A** (μεγαλύτερα ρεύματα από αυτά κινδυνεύουν να κάψουν την εσωτερική ασφάλεια 2A του οργάνου στην υποδοχή A και το ίδιο το όργανο στην υποδοχή 20A!). Όταν μία μέτρηση ρεύματος είναι θετική, σημαίνει ότι το ("θετικό") ρεύμα μπαίνει στο πολύμετρο από το δεύτερο (κόκκινο) ακροδέκτη, και βγαίνει από το πολύμετρο από τον (μαύρο) ακροδέκτη αναφοράς.

Γιά κάθε τι που μετράμε, πρέπει πρώτα να ρυθμίζουμε ανάλογα τον κεντρικό κυλιόμενο διακόπτη στη σωστή κλίμακα. Πριν αλλάξετε από κλίμακα τάσης σε ρεύμα, ή σε αντίσταση, ή αντίστροφα, αποσυνδέστε το όργανο από το κύκλωμα. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται η κλίμακα αντιστάσεων (OHM): το κύκλωμα που συνδέουμε στους ακροδέκτες πρέπει να **μην** περιέχει πηγές --π.χ. να μην πάμε να μετρήσουμε τάση ή ρεύμα ενώ έχουμε ξεχάσει το όργανο σε κλίμακα OHM! Οι κλίμακες τάσεων είναι ασφαλείς μέχρι το μέγιστο όριο του οργάνου: 1000 Volt συνεχούς ή 700 Volt εναλλασσομένου. Οι κλίμακες ρεύματος είναι ασφαλείς μέχρι τα 2 ή 20 A που είπαμε

παραπάνω. Όταν η μέτρηση είναι μεγαλύτερη από την κλίμακα που έχουμε επιλέξει, η οθόνη δείχνει ένα σκέτο "1": αλλάξτε σε μεγαλύτερη κλίμακα. Όταν η μέτρηση είναι πολύ μικρή σε σχέση με την κλίμακα που έχουμε επιλέξει, θα έχει πολύ λίγα σημαντικά ψηφία και θα χάνουμε σε ακρίβεια: αλλάξτε σε μικρότερη κλίμακα.

Γιά μετρήσεις τάσεων συνεχούς επιλέγουμε **DCV** (DC - direct current Volts). Γιά μετρήσεις τάσεων εναλλασσομένου επιλέγουμε **ACV** (AC - alternating current Volts). Γιά μετρήσεις συνεχών ρευμάτων επιλέγουμε **DCA** (DC - direct current Amperes). Γιά μετρήσεις εναλλασσομένων ρευμάτων επιλέγουμε **ACA** (AC - alternating current Amperes). Γιά μετρήσεις αντιστάσεων (γίνονται με την ενσωματωμένη μπαταρία) επιλέγουμε **OHM**.

Κατά τη μέτρηση τάσεων, η αντίσταση εισόδου του πολύμετρου είναι 10 MΩ, κατά το φύλλο προδιαγραφών· επομένως, θα απορροφά πολύ μικρό ρεύμα από το υπό μέτρηση κύκλωμα, και άρα συνήθως θα αλλοιώνει πολύ λίγο τη λειτουργία αυτού του κυκλώματος. Όμως, κατά τη μέτρηση ρευμάτων, φαίνεται ότι η πώση τάσης πάνω στο πολύμετρο είναι της τάξης των 0.3 V, η οποία είναι μάλλον μεγάλη τιμή γιά τα δικά μας κυκλώματα (που γενικά έχουν χαμηλές τάσεις), δηλαδή η μέτρηση ρεύματος είναι μάλλον υπερβολικά "επεμβατική" --αλλοιώνει πολύ τα υπό μέτρηση μεγέθη....

## 1.2 Το Τροφοδοτικό του Εργαστηρίου

Τα τροφοδοτικά (power supplies) συνεχούς ρεύματος/τάσης που θα χρησιμοποιήσουμε στο εργαστήριό μας είναι της εταιρείας *GW Instek*, μοντέλο *GPS-1830D*. Μελετήστε την όψη, τις προδιαγραφές, και τις οδηγίες λειτουργίας τους στη συνημμένη φωτοτυπία, ή στο <http://www.gwinstek.com.tw/en/product/productdetail.aspx?pid=38&mid=53&id=130> (τοπικό αντίγραφο: [PDF](#)).

Το εγχειρίδιο αυτό δείχνει το μοντέλο *GPS-3030DD*. Σε σχέση με εκείνο, το δικό μας μοντέλο, *GPS-1830D*, διαφέρει σε δύο σημαντικά σημεία: (α) το δικό μας δίνει τάση έως 18 V, αντί έως 30 V· (β) το δικό μας δείχνει μία μόνο μέτρηση στην οθόνη ("D"), αντί δύο ταυτόχρονες μετρήσεις του "DD", δηλαδή δείχνει κάθε φορά μόνο την τάση εξόδου ή μόνο το ρεύμα εξόδου --όχι και τα δύο ταυτόχρονα· όμως, με τον διακόπτη 12 που έχει δίπλα στην οθόνη (δεν φαίνεται στο εγχειρίδιο), μπορούμε να εναλλάσσουμε τη μέτρηση μεταξύ ρεύματος και τάσης, άρα τελικά μπορούμε να μετράμε και τα δύο. Παρατηρήστε ότι η μέτρηση ρεύματος που δίνει το τροφοδοτικό είναι πολύ πιο αξιόπιστη από εκείνη του πολύμετρου, διότι η πώση τάσης πάνω στο μετρητή είναι εσωτερικά στο τροφοδοτικό, και άρα δεν αλλοιώνει τη μέτρηση τάσης που επίσης δίνει το τροφοδοτικό.

Η καμπύλη ρεύματος-τάσης του τροφοδοτικού (σελ. 10 του εγχειρίδιου) πλησιάζει πολύ την ιδανική πηγή τάσης (γιά χαμηλά ρεύματα) και την ιδανική πηγή ρεύματος (γιά χαμηλές τάσεις). Οι προδιαγραφές (σελ. 3) δίνουν σταθερότητα τάσης μέσα σε μία περιοχή  $\pm(0.01\% + 3 \text{ mV})$  και σταθερότητα ρεύματος σε  $\pm(0.2\% + 3 \text{ mA})$ , που είναι εξαιρετικά στενές περιοχές (δηλαδή εξαιρετικά μικρή ισοδύναμη εσωτερική αντίσταση σε λειτουργία πηγής τάσης, και εξαιρετικά μεγάλη εσωτερική αντίσταση σε λειτουργία πηγής ρεύματος).

Παρατηρήστε ότι την τιμή της (μέγιστης) τάσης τροφοδοσίας την ρυθμίζετε από τα δύο δεξιά κουμπιά (λεπτή & χονδρή ρύθμιση), έχοντας την έξοδο *ανοικτοκυκλωμένη*. Την τιμή του (μέγιστου) ρεύματος τροφοδοσίας την ρυθμίζετε από τα δύο αριστερά κουμπιά (λεπτή & χονδρή ρύθμιση), έχοντας την έξοδο *βραχυκυκλωμένη*. Στη συνέχεια, κατά τη διάρκεια λειτουργίας του τροφοδοτικού με κάποιο κύκλωμα συνδεδεμένο στην έξοδό του, εάν μεν αυτό λειτουργεί στην περιοχή του πηγής τάσης, τότε η μεν τάση που δείχνει ο μετρητής είναι η πραγματική, που ισούται με αυτήν που ρυθμίσατε, το δε ρεύμα που δείχνει ο μετρητής είναι πάλι το πραγματικό, το οποίο όμως είναι *μικρότερο* (ή ίσο) αυτού που ρυθμίσατε. Αντίστροφα, όποτε το τροφοδοτικό λειτουργεί στην

περιοχή του πηγής ρεύματος, τότε το μεν ρεύμα που δείχνει ο μετρητής είναι το πραγματικό, που ισούται με αυτό που ρυθμίσατε, η δε τάση που δείχνει ο μετρητής είναι πάλι η πραγματική, η οποία όμως είναι *μικρότερη* (ή ίση) αυτής που ρυθμίσατε.

Η έξοδος του τροφοδοτικού είναι μεταξύ του αριστερού, μαύρου, "αρνητικού" ακροδέκτη, και του δεξιού, κόκκινου, "θετικού" ακροδέκτη. Ο μεσαίος ακροδέκτης, "GND", συνδέεται στο κουτί του τροφοδοτικού, καθώς και στη γείωση της ηλεκτρικής πρίζας, αλλά είναι ασύνδετος με τους "ενεργούς" ακροδέκτες του τροφοδοτικού (αρνητικό και θετικό πόλο).

### 1.3 Λάμπες Αλογόνου 12 V, 10 W σαν Αντιστάσεις Φορτίου

Σε κάθε θέση εργασίας του εργαστηρίου θα βρείτε τρεις (3) λάμπες αλογόνου των 12 Volt, 10 Watt η καθεμία, οικιακής χρήσης, που θα τις χρησιμοποιήσουμε σαν αντιστάσεις (παρόμοιες λάμπες χρησιμοποιούν και τα περισσότερα αυτοκίνητα (εκτός από τα νέας τεχνολογίας, με LED) στους πρόσθιους φάρους τους). ΠΡΟΣΟΧΗ: κατά τη λειτουργία τους οι λάμπες αυτές **ΚΑΙΝΕ** --*ΜΗΝ τις πλησιάζετε!* (επίσης, και σβηστές, μην τις ακουμπάτε: το λίπος από τα δάκτυλα, εάν πάει πάνω στο γυαλί τους, τις κάνει να καίγονται πολύ γρηγορότερα απ' ό,τι κανονικά). Επίσης ΠΡΟΣΟΧΗ: μην ανεβάσετε την τάση οιασδήποτε λάμπας (και όταν έχετε πολλές συνδεδεμένες σε σειρά ή παράλληλα) πάνω από 12 Volt: θα την κάψετε! Ακόμη, ΜΗΝ κοιτάζετε "κατάματα" τις αναμένες λάμπες: κίνδυνος βλάβης στα μάτια σας!

**Πείραμα Α:** Η αντίσταση ενός σύρματος αλλάζει με τη θερμοκρασία. Έτσι, το σύρμα μιάς λάμπας πυρακτώσεως, όπως αυτές, παρουσιάζει διαφορετική αντίσταση στις διάφορες τάσεις λειτουργίας (χαμηλότερες από 12 V), λόγω χαμηλότερης θερμοκρασίας πριν η λάμπα ανάψει πλήρως στα 12 V. Μετρήστε και κατασκευάστε (σχεδιάστε) την καμπύλη ρεύματος-τάσης για μία τέτοια λάμπα: Συνδέστε μία λάμπα στο τροφοδοτικό (στη "θετική" του πηγή), και αλλάξτε πολλαπλές φορές την τιμή της τάσης τροφοδοσίας (π.χ. 1V, 2V, 3V, ..., 10V, 11V, 12V) (ή αλλάξτε το ρεύμα τροφοδοσίας), μετρώντας κάθε φορά, με τον μετρητή του τροφοδοτικού, τόσο την τάση στα άκρα της λάμπας όσο και το ρεύμα που την διαρρέει.

Καταγράψτε τις μετρήσεις σας σε ένα χαρτί, και σχεδιάστε τις γραφικά σε κατάλληλους άξονες, σε ένα χιλιοστομετρικό χαρτί (χαρτί millimetre) π.χ. σαν αυτό που σας δίνεται φωτοτυπημένο. Ο οριζόντιος άξονάς σας (τάση), θα πρέπει να φτάνει μέχρι τα 12 Volt. Ο κατακόρυφος σας άξονας (ρεύμα), περιμένουμε ότι θα φτάνει λίγο κάτω από το 1 A (10 Watt / 12 Volt = 830 mA περίπου).

**Πείραμα Β:** Συνδέστε δύο λάμπες εν σειρά, και τροφοδοτήστε αυτό τον εν σειρά συνδυασμό από το τροφοδοτικό (τη "θετική" πηγή του). Μπορείτε να τις κάνετε να ανάψουν πλήρως; Γιατί όχι; Μετρήστε με το πολύμετρο την τάση πάνω σε καθεμιά τους. Είναι πάντα ίσες μεταξύ τους; Είναι η καθεμιά τους το μισό της τάσης τροφοδοσίας (που δείχνει το τροφοδοτικό); (Παρατήρηση: όλες οι λάμπες δεν είναι αναγκαστικά εντελώς πανομοιότυπες η μία με την άλλη --υπάρχουν και κατασκευαστικές ατέλειες).

Αν τροφοδοτήσετε τον εν σειρά συνδυασμό από τους ακριανούς ακροδέκτες, "-" και "+", του τροφοδοτικού, μπορείτε να τις κάνετε να ανάψουν πλήρως; Γιατί; (Προσοχή μην τις κάψετε!) (Αν θέλετε να παίξετε παραπάνω, μπορείτε να συνδέστε και τρεις εν σειρά).

**Πείραμα Γ:** Συνδέστε δύο λάμπες εν παράλληλο, τροφοδοτήστε αυτό τον παράλληλο συνδυασμό από το τροφοδοτικό (τη "θετική" πηγή του), και επαναλάβετε κάμποσες από τις μετρήσεις του πειράματος Α. Για κάθε τιμή της τάσης τροφοδοσίας, πώς συγκρίνονται τα ρεύματα που μετράτε εδώ με εκείνα που μετρήσατε στο Α; Γιατί;

Εάν έχετε χρόνο, συνδέστε το πολύμετρο, σε θέση μέτρησης ρεύματος, εν σειρά με τη μία από τις δύο λάμπες, και συγκρίνετε το ρεύμα που μετρά το πολύμετρο με το ρεύμα

που λέει το τροφοδοτικό. Ανάβουν το ίδιο και οι δύο λάμπες; Πιθανή διαφορά φωτεινότητας (ή και ρεύματος) εξηγείται από την πώση τάσης (ίσως γύρω στα 0.3 V) πάνω στο πολύμετρο;

**Πείραμα Δ:** Τις δύο λάμπες εν παραλλήλω του Γ, συνδέστε τις εν σειρά με την τρίτη λάμπα, και τροφοδοτήστε αυτό το συνδυασμό από το τροφοδοτικό ("θετική" πηγή). Πριν πάρετε μετρήσεις, προσπαθήστε να προβλέψετε, βάσει της καμπύλης A: πόση συνολική τάση χρειάζεται στα άκρα για να ανάψει η τρίτη λάμπα πλήρως; Υπόδειξη: όταν η τρίτη λάμπα έχει 12 Volt πάνω της, πόσο ρεύμα την διαρρέει; Το ρεύμα αυτό θα περνάει μισό από τη μία παράλληλη λάμπα, και μισό από την άλλη. όταν περνάει το μισό από το μέγιστο ρεύμα μέσα από μία λάμπα, τι τάση έχει αυτή στα άκρα της;

Συνδέστε το πολύμετρο, σε μέτρηση τάσης, στα άκρα της τρίτης λάμπας (της εν σειρά με τις δύο πρώτες). Στη συνέχεια, αρχίστε να ανεβάζετε την τάση τροφοδοσίας σιγά-σιγά, προσέχοντας να μην κάψετε αυτή την τρίτη λάμπα. (Γιατί δεν γίνεται να κάψετε τις δύο άλλες πριν κάψετε την τρίτη;) Πάρτε μετρήσεις τάσεων και ρευμάτων σε μερικά ενδιάμεσα σημεία, και συγκρίνετέ τις και εξηγήστε τις βάσει της καμπύλης ρεύματος-τάσης A. Ερώτηση: μπορείτε να πετύχετε να ανάβουν εξίσου και οι τρεις λάμπες με αυτό το κύκλωμα; Πώς αν ναι, και γιατί αν όχι;

---

[Up to the Home Page of CS-121](#)

© [copyright](#) University of Crete, Greece.  
last updated: 12 Feb. 2011, by [M. Katevenis](#).