



**Πανελλήνιος Μαθητικός Διαγωνισμός Πειραμάτων Φ.Ε.  
EOES 2024**



**Τοπικός Διαγωνισμός: Χανιά, 09-12-2023**

**Αντικείμενο: Φυσική**

**Διάρκεια: 60min**

**Σχολείο: .....**

**Ομάδα Μαθητών**

**1. Ονοματεπώνυμο: .....**

**2. Ονοματεπώνυμο: .....**

**3. Ονοματεπώνυμο: .....**

## Τίτλος: Μελέτη λειτουργίας Φωτοβολταϊκού Πάνελ

### A. Θεωρητικές επισημάνσεις

Οι ηλεκτρικές πηγές είναι διατάξεις που τροφοδοτούν με ενέργεια τα ηλεκτρικά κυκλώματα. Η ενέργεια που προσφέρεται ανά μονάδα φορτίου που μετακινείται ανάμεσα σε δύο σημεία Α,Β του κυκλώματος είναι η διαφορά δυναμικού  $V_{AB}$ . Παραδείγματα ηλεκτρικών πηγών είναι οι μπαταρίες αλλά και τα φωτοβολταϊκά στοιχεία.

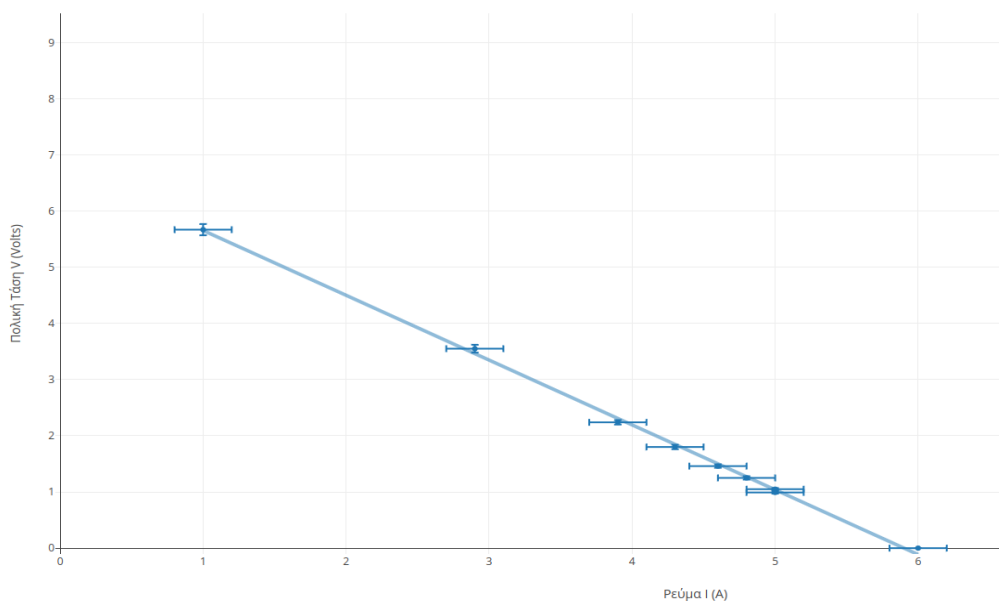
Αν η ένταση του ηλ. ρεύματος που διαρρέει το τμήμα το Α στο Β του κυκλώματος είναι  $I$ , η αντίστοιχη ισχύς  $P_{AB}$  δίνεται από τη σχέση:

$$P_{AB} = V_{AB} \cdot I$$

Μονάδα: Watt (J/s)

### Χαρακτηριστικά μεγέθη

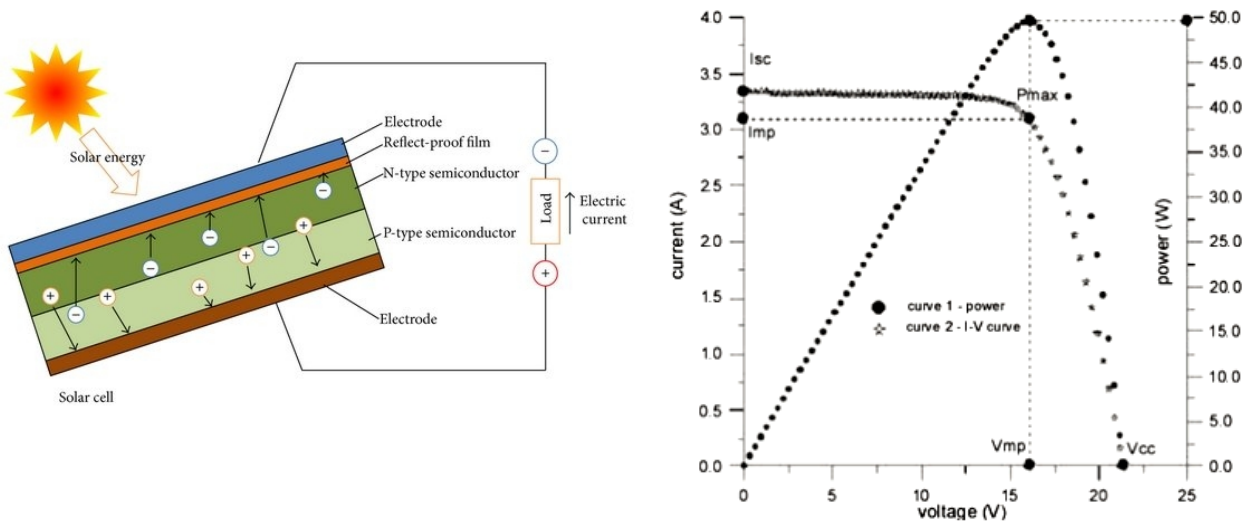
Η ηλεκτρική συμπεριφορά μίας ηλεκτρικής πηγής περιγράφεται από τη χαρακτηριστική της καμπύλη, ένα διάγραμμα του ρεύματος  $I$  που τη διαρρέει σε συνάρτηση με την πολική της τάση  $V_{II}$ .



Εικόνα 1: Χαρακτηριστική πηγής συνεχούς τάσης (μπαταρίας)

Χαρακτηριστικά μεγέθη είναι η τάση ανοικτών ακροδεκτών  $V_{OC}$  (όταν το ρεύμα στο κύκλωμα είναι μηδέν) το ρεύμα βραχυκύκλωσης  $I_{SC}$  (το ρεύμα που διαρρέει την πηγή όταν οι πόλοι της είναι βραχυκυκλωμένοι,  $V_{II} = 0$ ), η ηλεκτρική εσωτερική αντίσταση που εμφανίζει καθώς και το σημείο  $(V, I)$  μέγιστης ισχύος  $P_{max}$

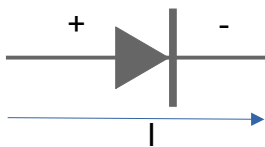
Μια σχετικά σύγχρονη ηλεκτρική πηγή είναι τα φωτοβολταϊκά στοιχεία, ηλεκτρονικές διατάξεις που στηρίζουν τη λειτουργία τους στις ιδιότητες υλικών όπως το πυρίτιο καθώς και στον τρόπο κατασκευής τους.



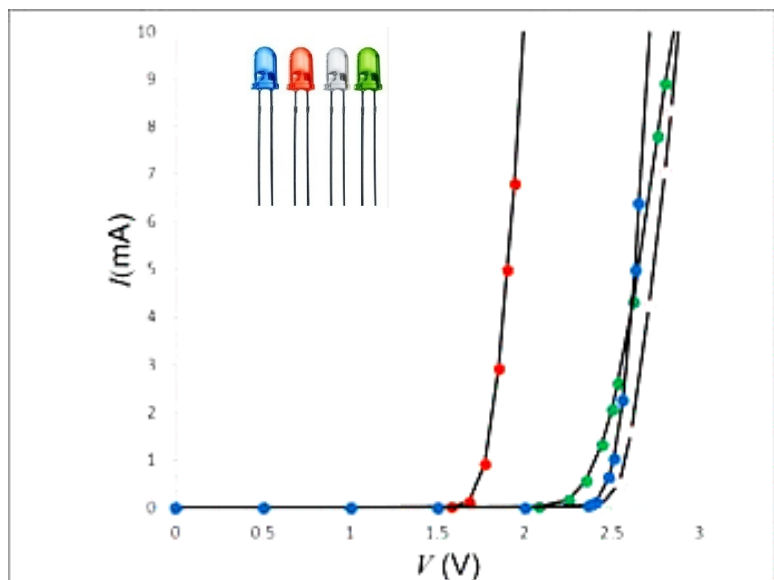
Εικόνα 2: Αναπαράσταση λειτουργίας Φωτοβολταϊκού & Χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας

Ειδικότερα, όταν στην επιφάνεια του φωτοβολταϊκού κυττάρου προσπίπτει κατάλληλη Η/Μ ακτινοβολία (π.χ. ορατό φως) διεγείρονται ηλεκτρόνια σθένους του υλικού του με αποτέλεσμα να γίνεται αγώγιμο τροφοδοτώντας με ηλεκτρικό ρεύμα το κύκλωμα.

Αντίστοιχη είναι και η λειτουργία και των ηλεκτρικών διπόλων που ονομάζονται *δίοδοι* και εμφανίζουν την ιδιότητα να γίνονται αγώγιμα όταν στα άκρα τους εφαρμοστεί τάση ορισμένης πολικότητας και κατάλληλης τιμής.



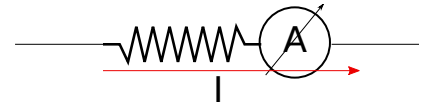
Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα γνωστά μας LED, τα οποία μάλιστα όταν διαρρέονται από ρεύμα, εκπέμπουν φως.



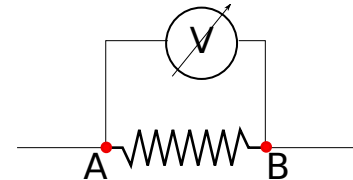
Εικόνα 3: Χαρακτηριστικές Καμπύλες Κόκκινη, Πράσινη, Μπλε και Λευκού LED

Όργανα μέτρησης, αντιστάτες

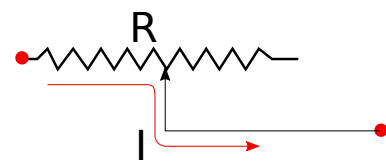
- Αμπερόμετρο: Μετράει την ένταση του ηλ. Ρεύματος. Συνδεέται σε σειρά στον κλάδο που διαρρέεται από το ρεύμα προς μέτρηση. Η αντίσταση του είναι πολύ μικρή (ιδανικά μηδέν).
- Βολτόμετρο: Μετράει τη διαφορά δυναμικού ανάμεσα σε δύο του σημεία του κυκλώματος. Συνδέεται σε παράλληλα στα σημεία μέτρησης. Η αντίσταση του είναι μεγάλη (ιδανικά “άπειρη”).
- Ροοστάτης: Συνδεσμολογία τέτοια ώστε να μεταβάλλεται η ηλ. αντίσταση που διαρρέεται από ρεύμα. Με τον τρόπο αυτό ρυθμίζεται τη “ροή” του ρεύματος στο κύκλωμα.



Εικόνα 4: Συνδεσμολογία αμπερομέτρου



Εικόνα 5: Συνδεσμολογία βολτομέτρου



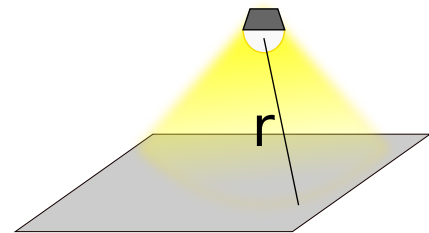
Εικόνα 6: Συνδεσμολογία ροοστάτη

Ένταση ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, I

Περιγράφει την ισχύ που μεταφέρει η ακτινοβολία σε επιφάνεια εμβαδού  $1\text{m}^2$

Ελαττώνεται ανάλογα με το τετράγωνο της απόστασης από την πηγή της ακτινοβολίας

$$I \sim \frac{1}{r^2}$$



Εικόνα 7: Η ένταση της ακτινοβολίας ελαττώνεται καθώς η δέσμη “ανοίγει”

## Αναφορές:

1. “Τοπικός διαγωνισμός στη Φυσική – EUSO 2014”, Β.Γαργανουράκης, Ι Καραδάμογλου, ΕΚΦΕ Ν. Ηρακλείου
2. “Φωτοβολταϊκό στοιχείο Πυριτίου”, Ι. Καλύρης, Α. Φλωράκης, πειραματική άσκηση, [ΕΜΠ](#)
3. “Σύστημα μετρήσεων I-V καμπυλών φωτοβολταϊκών κυψελών βασισμένο στον μικροελεγκτή MC68HC908GP32”, Μ.Παπαδημητρίου, διπλωματική εργασία, [ΑΠΘ](#)

**B. Δραστηριότητες**

**B.1 (~ 10 min)**

**Σκοπός:**

Να παρατηρηθεί και να σχολιαστεί η εξάρτηση της συμπεριφοράς ενός (εργαστηριακού) φωτοβολταϊκού πάνελ από τις συνθήκες λειτουργίας του

**Υλικά:**

Εργαστηριακό φωτοβολταϊκό (Φ/Β) πάνελ τοποθετημένο σε περιστρεφόμενη βάση, φωτιστικό γραφείου με λαμπτήρες LED & πυράκτωσης, καλώδια, ψηφιακό μιλιαμπερόμετρο, πιστολάκι μαλλιών.

**Δραστηριότητα.**

Χρησιμοποιώντας το αμπερόμετρο και όποιες άλλες διατάξεις ή συσκευές επιλέξετε από τον πάγκο εργασίας σας, συζητείστε πως θα ελέγξετε τον ρόλο των ακόλουθων παραμέτρων στη λειτουργία του πάνελ. Στη συνέχεια καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας

**ΠΡΟΣΟΧΗ!** Η λάμπα πυρακτώσεως μετά από σύντομη διάρκεια λειτουργίας αποκτάει υψηλή θερμοκρασία, αν την ακουμπήσετε μπορεί να προκαλέσει έγκαυμα. Για το λόγο αυτό, αν χρειαστεί να την αλλάξετε, καλέστε τον επιβλέποντα.

- α) Ένταση ακτινοβολίας .....
- .....
- β) Προσανατολισμός Φ/Β πάνελ .....
- .....
- γ) Θερμοκρασία Φ/Β πάνελ.....
- .....
- δ) Είδος ακτινοβολίας: .....
- .....

Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας, σβήσε το φωτιστικό.

## B.2 (~30 min)

### Σκοπός:

Να κατασκευαστούν χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας του φωτοβολταϊκού πάνελ (Φ/Β)

### Υλικά:

Εργαστηριακό Φ/Β πάνελ τοποθετημένο σε περιστρεφόμενη βάση, φωτιστικό γραφείου με λαμπτήρες πυράκτωσης & LED, καλώδια, ψηφιακό βολτόμετρο, ψηφιακό μιλιαμπερόμετρο, χαρτί μιλιμετρέ, ψηφιακό θερμόμετρο υπερύθρων, μεταβλητή αντίσταση σε συνδεσμολογία ροοστάτη.

### Περιγραφή:

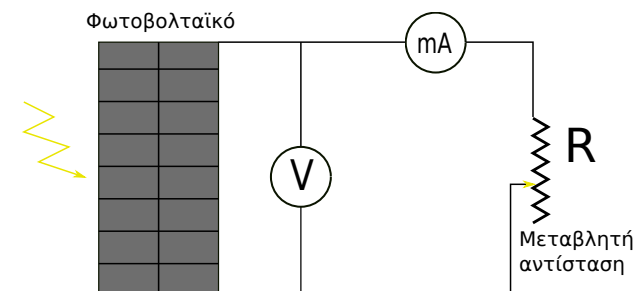
Στη διαδικασία που θα ακολουθήσει, θα καταγράψετε τις τιμές της **τάσης** στα άκρα του φωτοβολταϊκού καθώς και του **ρεύματος** που διαρρέει το κύκλωμα της εικόνας 8, για διάφορες τιμές της μεταβλητής αντίστασης, για δύο πηγές φωτός. Σημειώστε τις τιμές με **ακρίβεια εκατοστού**.

- ✂ *Tip1: Πριν αρχίσετε την καταγραφή, παρατηρείστε (μεταβάλλοντας σταδιακά με μικρά βήματα την τιμή της αντίστασης) τον τρόπο που μεταβάλλονται οι τιμές της τάσης και του ρεύματος. Αν σε κάποιο στάδιο το θεωρήσετε σκόπιμο, μπορείτε να πάρετε μεγαλύτερο αριθμό μετρήσεων.*
- ✂ *Tip2: Στην περίπτωση που η ένδειξη το οργάνου μέτρησης δε σταθεροποιείται αλλά μεταβάλλεται γύρω από μία τιμή, μπορείτε να σημειώνετε τη διακύμανση π.χ.  $V = 2,40V \pm 0,05V$*
- ✂ *Tip3: Ολοκληρώνοντας την καταγραφή των μετρήσεων για την πρώτη πηγή φωτός, κατανείμετε τις αρμοδιότητες στην ομάδα σας ώστε να αρχίσουν οι υπολογισμοί και η κατασκευή των διαγραμμάτων, παράλληλα με τη λήψη των μετρήσεων της δεύτερης πηγής.*

### Δραστηριότητα:

Φωνάξτε τον επιβλέποντα για να ελέγξει τις λάμπες και τοποθετήστε τον λαμπτήρα πυρακτώσεως στο φωτιστικό. Φροντίστε η απόσταση από το Φ/Β να είναι περίπου 30cm

Φτιάξτε το κύκλωμα της εικόνας 8, ανάψτε το φωτιστικό και φροντίστε η τοποθέτηση να είναι τέτοια ώστε να κυκλοφορά (κατά το δυνατόν) το μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης.

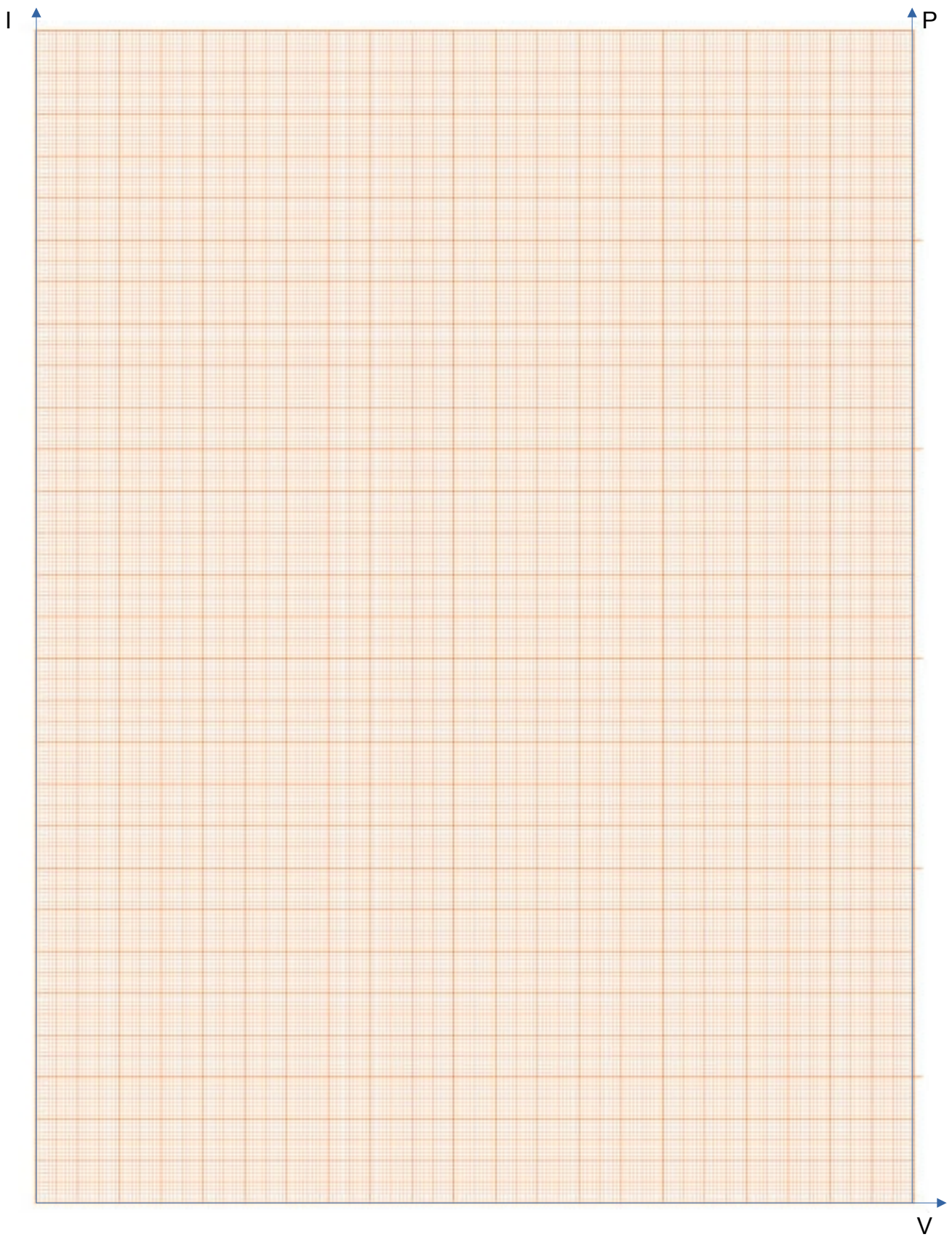


Εικόνα 8: Κύκλωμα μετρήσεων









## Γ. Σχολιασμός – εφαρμογές (~ 10 min)

α) Ποιες περιοχές των διαγραμμάτων  $V - P$  αντιστοιχούν στη μέγιστη τιμή ισχύος;

.....

β). Σχολιάστε τον ρυθμό με τον οποίο μεταβάλλονται η τάση και το ρεύμα στο κύκλωμα, εκατέρωθεν των σημείων μέγιστης ισχύος.

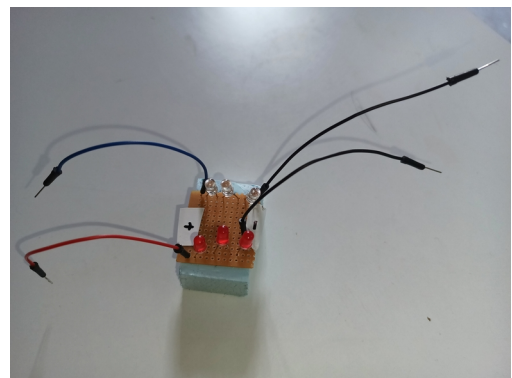
.....

.....

.....

γ). Χρησιμοποιώντας ως πηγή το Φ/Β της προηγούμενης δραστηριότητας, θέλουμε να τροφοδοτήσουμε τρεις φωτοδιόδους LED, συνδεδεμένους σε σειρά, έτσι ώστε να ανάβουν και οι τρεις. Στη διάθεσή μας έχουμε κόκκινα και λευκά LED. Έχει σημασία ποιο χρώμα θα επιλέξουμε;

- Ελέγξτε την απάντησή σας πειραματικά.
- Αιτιολογείστε την παρατήρησή σας με τη βοήθεια των χαρακτηριστικών καμπυλών που κατασκευάσατε και των χαρακτηριστικών καμπυλών των φωτοδίοδων στην εικόνα 3



Εικόνα 9: Φωτοδιόδοι συνδεδεμένοι σε σειρά ανά χρώμα

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....