

Open Schools Journal for Open Science

Vol 3, No 1 (2020)



Μελέτη πάνω στο νόμο του Ohm

Παναγιώτης Μπαμπατσιάς, Δημοσθένης Θάνος

doi: [10.12681/osj.22400](https://doi.org/10.12681/osj.22400)

Copyright © 2020, Παναγιώτης Μπαμπατσιάς, Δημοσθένης Θάνος



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

To cite this article:

Μπαμπατσιάς Π., & Θάνος Δ. (2020). Μελέτη πάνω στο νόμο του Ohm. *Open Schools Journal for Open Science*, 3(1). <https://doi.org/10.12681/osj.22400>

Μελέτη πάνω στο νόμο του Ohm

Παναγιώτης Μπαμπατσιάς¹, Δημοσθένης Θάνος²

¹ Βαρβάκειο Πρότυπο Γυμνάσιο, Αθήνα, Ελλάδα

² Φυσικός, Βαρβάκειο Πρότυπο Γυμνάσιο, Αθήνα, Ελλάδα

Περίληψη

Στόχος της εργασίας είναι η εμβάθυνση στο νόμο του Ohm στα πλαίσια του ηλεκτροδυναμισμού. Περιλαμβάνονται η περιγραφή εργαστηριακών διατάξεων για την επαλήθευση του νόμου του Ohm (πειράματα, μετρήσεις, ανάλυση σφαλμάτων) καθώς και η περιγραφή εργαστηριακών διατάξεων εφαρμογής του (πειράματα, μετρήσεις, σφάλματα). Τέλος, καταλήγουμε σε συγκεκριμένα συμπεράσματα.

Λέξεις κλειδιά

ηλεκτροδυναμική, νόμος του Ohm, πειραματικές διατάξεις, σφάλματα.

Απαιτούμενες Γνώσεις-Ορισμοί

Διατύπωση νόμου Ohm: Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει ένα μεταλλικό αγωγό είναι ανάλογη της διαφοράς δυναμικού που εφαρμόζεται στα άκρα του.

Μεταβλητές

I (ένταση του ρεύματος): εξαρτημένη

V (τάση-διαφορά δυναμικού): ανεξάρτητη

R (αντίσταση): σταθερά

Ορισμοί

Ένταση (I): Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει έναν αγωγό ορίζεται ως το φορτίο που διέρχεται από μια διατομή του αγωγού σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα προς το χρονικό διάστημα. Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος μετριέται με ειδικά όργανα μέτρησης, τα αμπερόμετρα.

Τάση (V): Ηλεκτρική τάση ή διαφορά δυναμικού ορίζεται το πηλίκο της ενέργειας που απαιτείται για την μετακίνηση μιας ποσότητας φορτίου μεταξύ δύο σημείων του ηλεκτρικού κυκλώματος προς το συνολικό φορτίο που μετακινείται. Η τάση που εφαρμόζεται στα άκρα ενός καταναλωτή μετριέται με τα βολτόμετρα.

Αντίσταση (R): Ηλεκτρική αντίσταση ενός ηλεκτρικού διπόλου ονομάζεται το πηλίκο της ηλεκτρικής τάσης που εφαρμόζεται στα άκρα του προς την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το δίπολο.

ΣΤΟΧΟΣ

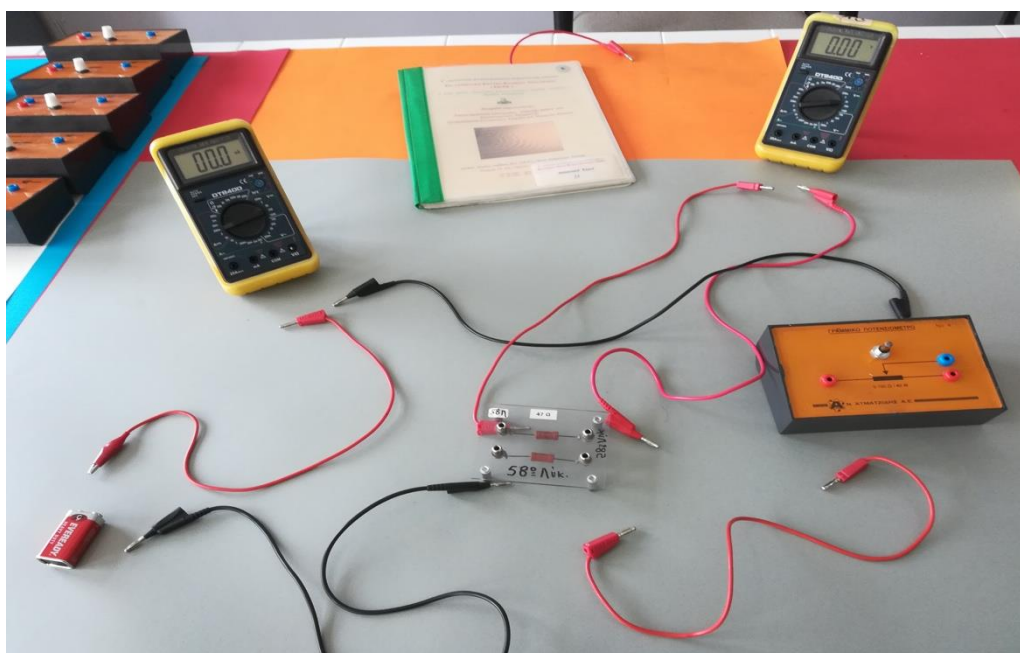
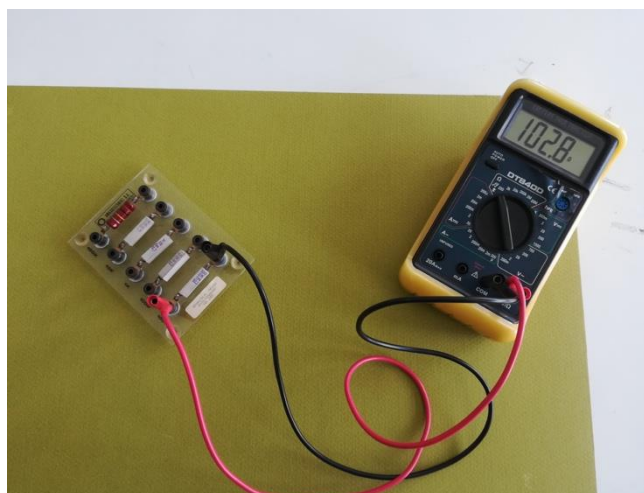
Η εργασία έχει στόχο όχι μόνο την επαλήθευση του νόμου του Ohm, αλλά και την παρουσίασή του ως έναν από τους θεμελιώδεις νόμους του ηλεκτρισμού, του οποίου οι εφαρμογές ξεκινούν από ένα απλό κύκλωμα μέχρι την ηλεκτροδότηση μιας πόλης.

Πειραματισμός

Περιγραφή Πειραματικού Μέρους

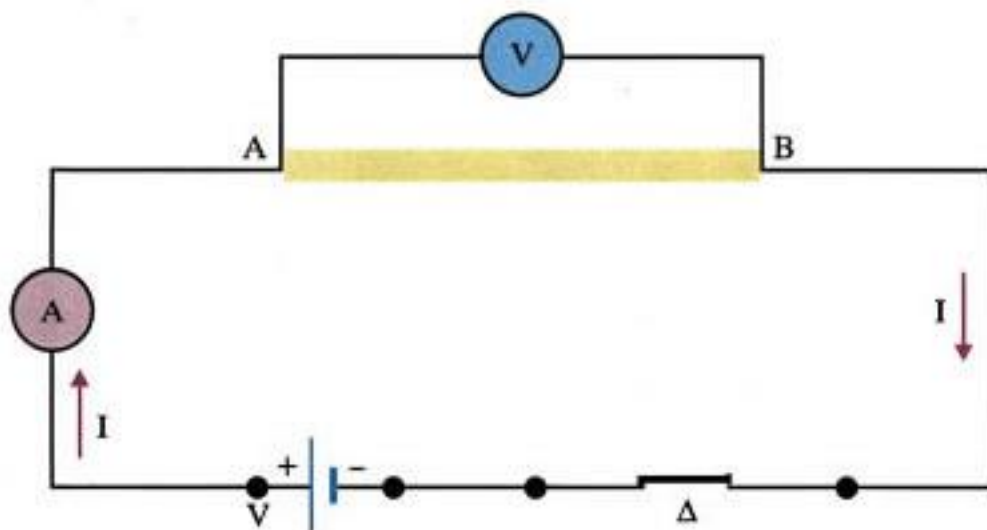
Υλικά:

ηλεκτρική πηγή, βολτόμετρο, αμπερόμετρο, διακόπτης, 2 αντιστάτες διαφορετικής αντίστασης

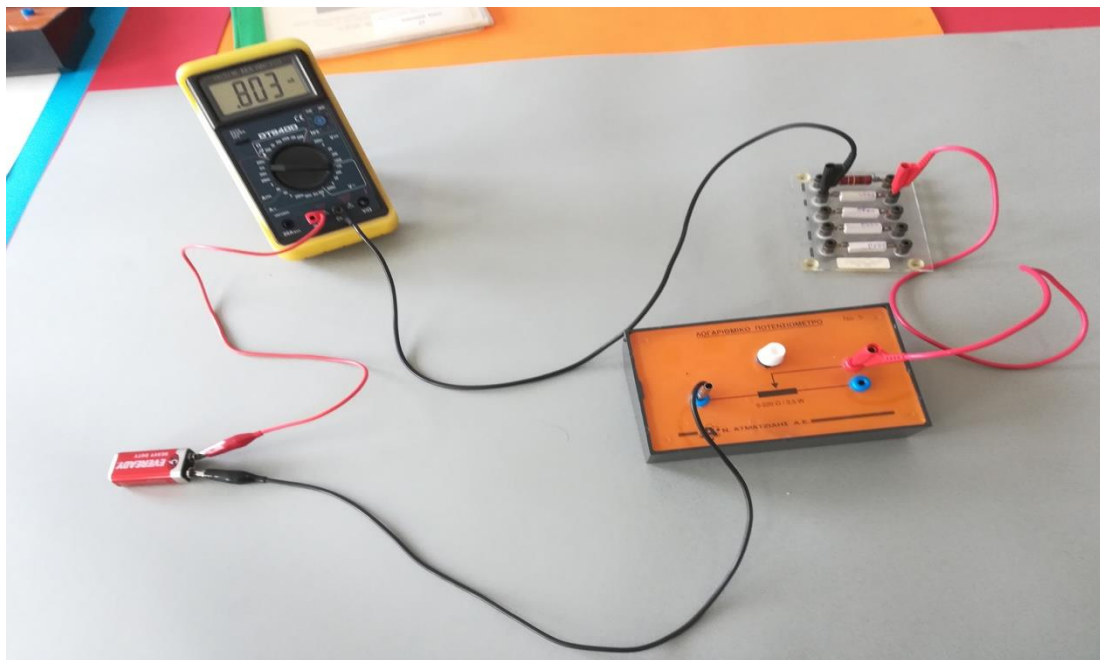


Πειραματική διαδικασία

Θα πραγματοποιήσω δύο κυκλώματα με αντιστάτες διαφορετική αντίστασης. Στο πρώτο κύκλωμα θα συνδέσω την αντίσταση με τη μικρότερη τιμή (47Ω). Στο δεύτερο κύκλωμα θα συνδέσω την αντίσταση με τη μεγαλύτερη τιμή ($10k\Omega$). Για κάθε κύκλωμα θα ακολουθεί πίνακας τιμών και διάγραμμα στο οποίο θα φαίνεται η αναλογία ανάμεσα στη τάση που επικρατεί στα άκρα του αντιστάτη και στην ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει.



Στο κύκλωμα που ακολουθεί τοποθετώ αρχικά την αντίσταση $R_1=47\Omega$. Χρησιμοποιώ μπαταρία 9V αμπερόμετρο κλίμακας 200mA και βολτόμετρο 20V(μέγιστη τιμή). Χρησιμοποιώ γραμμικό ροοστάτη 0-100Ω για να αλλάζω την ένταση του ρεύματος. Με τις μετρήσεις που παίρνω συμπληρώνω τον πίνακα 1. Στη συνέχεια αλλάζω την R_1 με την R_2 και συμπληρώνω τον πίνακα 2 με τις αντίστοιχες μετρήσεις που παίρνω για $R_2=10k\Omega$. Χρησιμοποιώ αμπερόμετρο κλίμακας 2mA και βολτόμετρο 20V(μέγιστη τιμή).



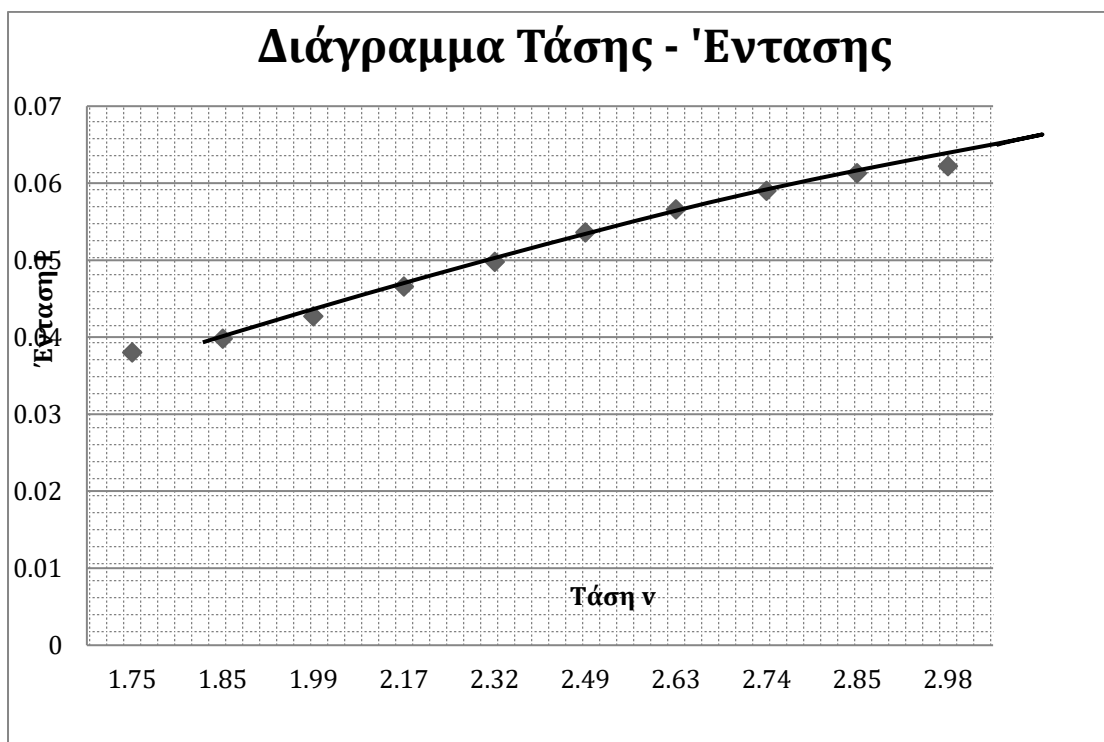
Με βάση τους πίνακες 1 και 2 που ακολουθούν, δημιουργώ τα διαγράμματα 1 και 2 για $R=47\Omega$ και για $R=10k\Omega$ αντίστοιχα, τα οποία φαίνονται παρακάτω.

Για αντιστάτη 47Ω (πίνακας 1)

| A/A | ΤΑΣΗ V (Volt) | ΕΝΤΑΣΗ I (A) | ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ R ($R=V/I$) (Ω) | ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (Δh) | ΣΧΕΤΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ (e) |
|-----|---------------|--------------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| 1 | 1,75 | 0,038 | 46,05 | 0,95 | 0,02 |
| 2 | 1,85 | 0,0398 | 46,48 | 0,52 | 0,01 |
| 3 | 1,99 | 0,0427 | 46,60 | 0,40 | 0,01 |
| 4 | 2,17 | 0,0466 | 46,57 | 0,43 | 0,01 |
| 5 | 2,32 | 0,0498 | 46,59 | 0,41 | 0,01 |
| 6 | 2,49 | 0,0536 | 46,46 | 0,54 | 0,01 |
| 7 | 2,63 | 0,0566 | 46,47 | 0,53 | 0,01 |
| 8 | 2,74 | 0,059 | 46,44 | 0,56 | 0,01 |
| 9 | 2,85 | 0,0613 | 46,49 | 0,51 | 0,01 |
| 10 | 2,98 | 0,0622 | 47,91 | 0,91 | 0,02 |

(πίνακας 1)

Διάγραμμα για $R=47\Omega$ (διάγραμμα 1)



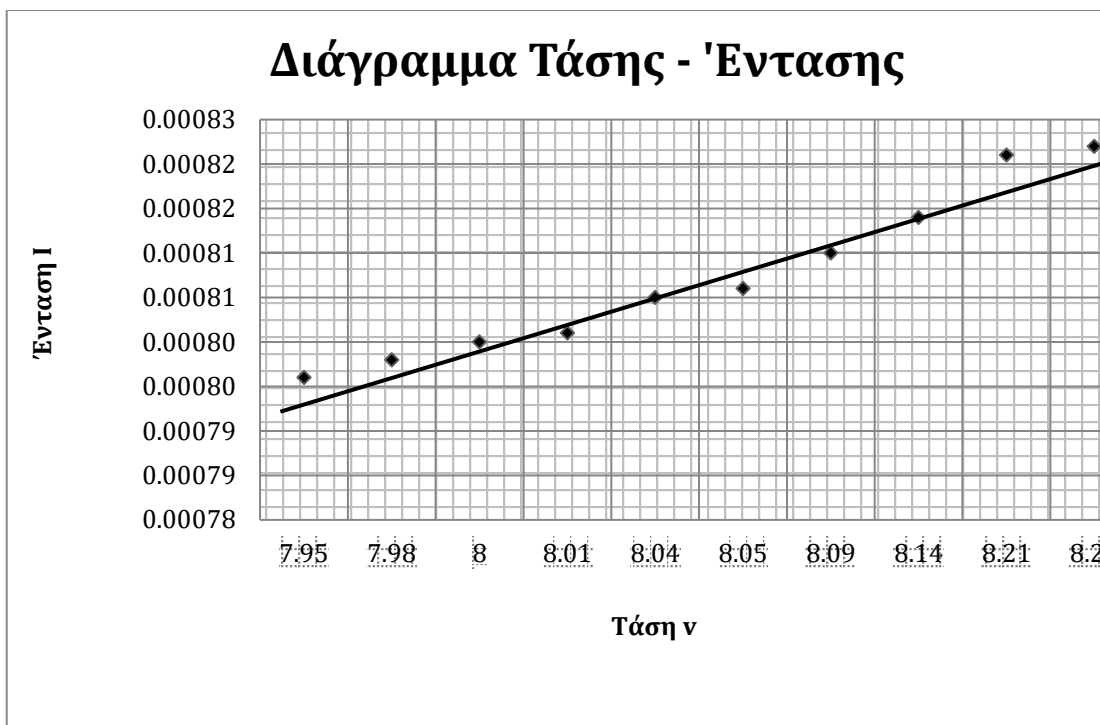
(διάγραμμα 1)

Για αντιστάτη 10kΩ (πίνακας 2)

| A/A | ΤΑΣΗ V (Volt) | ΕΝΤΑΣΗ I (A) | ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ R (R=V/I) (Ω) | ΑΠΟΛΥΤΟ ΣΦΑΛΜΑ (Δh) | ΣΧΕΤΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ (e%) |
|-----|---------------|--------------|-------------------------|---------------------|---------------------|
| 1 | 7,95 | 0,00080 | 9987,44 | 22,56 | 0,22 |
| 2 | 7,98 | 0,00080 | 10000,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 8 | 0,00080 | 10000,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 8,01 | 0,00080 | 10000,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 8,04 | 0,00081 | 9987,58 | 22,42 | 0,22 |
| 6 | 8,05 | 0,00081 | 9987,59 | 22,41 | 0,22 |
| 7 | 8,09 | 0,00081 | 9987,65 | 22,35 | 0,22 |
| 8 | 8,14 | 0,00081 | 10000,00 | 0,00 | 0,00 |
| 9 | 8,21 | 0,00082 | 10000,00 | 0,00 | 0,00 |
| 10 | 8,22 | 0,00082 | 10000,00 | 0,00 | 0,00 |

(πίνακας 2)

Διάγραμμα για R=10kΩ (διάγραμμα 2)



(διάγραμμα 2)

Επεξεργασία Μετρήσεων – Σφάλματα

Επεξεργασία Μετρήσεων

Γνωρίζουμε ότι από τη γραφική παράσταση $V=f(I)$, η οποία ονομάζεται χαρακτηριστική καμπύλη ενός αγωγού, η κλίση της ευθείας της γραφικής παράστασης μας δίνει τη τιμή της αντίστασης R του αγωγού. Για αυτό το λόγο έχουμε:

- Στο πρώτο διάγραμμα $V-I$ για αντίσταση 10Ω βρίσκουμε την κλίση της ευθείας της γραφικής παράστασης: $\text{κλίση} = \frac{2,32-2017}{0,0498-0,0466} = 46,875$. Άρα $R=46,875\Omega$.
- Στο δεύτερο διάγραμμα $V-I$ για αντίσταση 100Ω βρίσκουμε την κλίση της ευθείας: $\text{κλίση} = \frac{8,21-8,14}{0,00081-0,000739} = 9988$. Άρα $R=9988\Omega$.

Παρατηρούμε ότι η τιμή της αντίστασης από τις πειραματικές μετρήσεις και η αντίστοιχη τιμή της αντίστασης από την εφαρμογή του νόμου του Ohm είναι σχεδόν ίδιες. Έτσι, συμπεραίνουμε ότι ισχύει ο νόμος του Ohm, δηλαδή ότι η τάση στα άκρα ενός αντιστάτη είναι ανάλογη της έντασης του ρεύματος που τον διαρρέει και αντιστρόφως ανάλογη της αντίστασης.

Σφάλματα

Κάθε πειραματική μέτρηση υπόκειται σε πειραματικά σφάλματα, δηλαδή σε παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τις μετρήσεις, όπως η λάθος βαθμολόγηση της συσκευής ή ακόμη και σε περιβαλλοντικούς παράγοντες που επηρεάζουν τη σωστή λειτουργία της.

Δεν πρέπει να παραβλέπουμε και τον ανθρώπινο παράγοντα όπως η λανθασμένη χρήση της συσκευής, η πρόωρη μέτρηση ή επίσης η λανθασμένη μεταφορά των μετρήσεων κ.α.

Σφάλματα στις μετρήσεις όμως οφείλονται και στα ίδια τα όργανα μέτρησης

➤ **Αμπερόμετρο**

Εκτός από το απόλυτο σφάλμα του οργάνου – το οποίο δίνεται από τον κατασκευαστή – τα αμπερόμετρα, όταν συνδεθούν στο κύκλωμα σε σειρά με την αντίσταση, αλλάζουν την κατάσταση που επικρατούσε. Αυξάνεται η αντίσταση του κυκλώματος με την παρεμβολή της εσωτερικής αντίστασης r_o του οργάνου, οπότε το σχετικό σφάλμα που υπεισέρχεται στη μέτρηση της έντασης είναι:

$$\sigma = \frac{i_o - i}{i_o} = \frac{r_o}{r_o + R} = \frac{1}{1 + \frac{R}{r_o}}$$

Επομένως αν $r_o \rightarrow 0$ τότε και το $\sigma \rightarrow 0$ δηλαδή ελαχιστοποιείται το σφάλμα όταν η εσωτερική αντίσταση του αμπερομέτρου είναι πάρα πολύ μικρή.

➤ **Βολτόμετρο**

Τα βολτόμετρα συνδέονται παράλληλα στο τμήμα του ηλεκτρικού κυκλώματος του οποίου θέλουμε να μετρήσουμε την τάση. Οπότε εκτός από το απόλυτο σφάλμα που δίνεται επίσης από τον κατασκευαστή, η σύνδεση αλλάζει την κατάσταση που επικρατούσε στο κύκλωμα, καθώς μειώνεται η αντίσταση του κυκλώματος λόγω της εσωτερικής αντίστασης r_o του οργάνου. Το αντίστοιχο σχετικό σφάλμα στη μέτρηση της τάσης είναι:

$$\sigma = \frac{v_o - v}{v_o} = \frac{1}{1 + r_o \frac{R + R_1}{RR_1}}$$

Επομένως αν $r_o \rightarrow \infty$ τότε και το $\sigma \rightarrow 0$ δηλαδή ελαχιστοποιείται το σφάλμα όταν η εσωτερική αντίσταση του βολτομέτρου είναι πάρα πολύ μεγάλη.

Βιβλιογραφία

[1] Resnick, R., Hallyday, D., Krane, K. and Stanley, P. (2002). *Physics*. New York: John Wiley & Sons.

[2] Εργαστηριακός οδηγός φυσικής σχολικού βιβλίου Β' τάξης Γενικού Λυκείου

[3] Νόμος του Ωμ Διαδικτυακή Πηγή:

http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9D%CF%8C%CE%BC%CE%BF%CF%82_%CF%84%CE%BF%CF%85%CE%A9%CE%BC

[4] Ηλεκτρολογία Γ Λυκείου (Κύκλος Τεχνολογίας και Παραγωγής)–Βιβλίο Μαθητή