



ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
& ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

Ηλεκτρικά Κυκλώματα Ι

4^η Εργαστηριακή Άσκηση

Ονοματεπώνυμο

A.M.-9999

Τμήμα, ημέρα και ώρα προσέλευσης.

Ημερομηνία εκπόνησης εργασίας.

ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ισχύς στο Συνεχές Ρεύμα

Τα στοιχεία που χρησιμοποιούμε στο εργαστήριο, είναι στην πραγματικότητα καταναλωτές. Όταν στον ηλεκτρισμό λέμε καταναλωτές, δεν εννοούμε αυτό που έχει επικρατήσει στις καθημερινές μας συναλλαγές αλλά τις ηλεκτρικές συσκευές οι οποίες συνδεδεμένες σ' ένα κύκλωμα μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε άλλη μορφή ενέργειας όπως θερμότητα, μηχανική ενέργεια, χημική ενέργεια κ.λ.π.

Η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από έναν καταναλωτή έχει σαν αποτέλεσμα την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας η οποία όπως είπαμε μετατρέπεται σε άλλη μορφή ενέργειας. Η ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται σε μια συσκευή δίνει $W = U \cdot I \cdot t$ (σχέση 1)

W = το έργο που παράγεται.

U = η τάση ή η διαφορά δυναμικού στα άκρα του καταναλωτή.

I = η ένταση του ρεύματος που διαπερνά τον καταναλωτή.

t = ο χρόνος, δηλαδή η χρονική περίοδος κατά την οποία παράγει έργο ο καταναλωτής.

Το έργο όμως δεν είναι ένα μέγεθος το οποίο είναι άμεσα απαραίτητο στον ηλεκτρισμό. Μας βοηθάει όμως να υπολογίσουμε την ισχύ σ' ένα κύκλωμα συνεχούς ρεύματος.

Ισχύς σ' ένα κύκλωμα είναι ο ρυθμός κατανάλωσης έργου ή ο ρυθμός της ροής ηλεκτρικής ενέργειας και δίνεται από την σχέση:

$$P = W / t \text{ (σχέση 2).}$$

Αν τώρα στην σχέση 2 αντικαταστήσουμε την σχέση 1 το αποτέλεσμα θα είναι:

$$P = U \cdot I \text{ (σχέση 3).}$$

Η σχέση 3 μας δίνει την ισχύ σε ένα κύκλωμα συνεχούς ρεύματος.

Αντικαθιστώντας τώρα στην σχέση 3 την τάση ή την ένταση με τον νόμο του Ohm μπορούμε να πάρουμε τις εξής σχέσεις:

$$I = U/R \text{ άρα } P = U^2 / R$$

Αν αντίστοιχα πάρουμε $U = I \cdot R$ η σχέση 3 γίνεται $P = I^2 \cdot R$

Στο συνεχές ρεύμα η τάση, η ένταση και η ισχύς σε συνάρτηση με τον χρόνο παραμένουν σταθερές.

Αν ο καταναλωτής μας είναι μία καθαρή ωμική αντίσταση, τότε όλη η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια.

Μονάδα μέτρησης της ισχύος είναι το **Watt (W)**. Ένα Watt είναι η ισχύς που καταναλώνεται σε έναν καταναλωτή ο οποίος διαρρέετε από ρεύμα εντάσεως ενός Amper και στα άκρα του υπάρχει διαφορά δυναμικού ενός Volt . $1W = 1V \cdot 1A$.

Μονάδα μέτρησης του ηλεκτρικού έργου είναι το Joule. $1Joule = 1Watt \cdot 1 Sec$.

Στους οικιακούς μετρητές που τοποθετεί η ΔΕΗ στα σπίτια μας, μονάδα μέτρησης δεν είναι το Watt, αλλά η KWh (κιλοβατώρα). Μία κιλοβατώρα είναι η κατανάλωση που έχουμε σε KW για χρόνο μίας ώρας.

Μέτρηση ισχύος.

Για να μετρήσουμε την ισχύ σε ένα κύκλωμα υπάρχουν δύο βασικοί τρόποι:

A) Ο έμμεσος (με την χρήση ενός αμπερομέτρου και ενός βολτομέτρου).

B) Ο άμεσος (με την χρήση ενός βαττόμετρου).

A) Έμμεσος τρόπος μέτρησης ισχύος (με Αμπερόμετρο και Βολτόμετρο).

Υπάρχουν δύο τρόποι με τους οποίους μπορούμε να συνδέσουμε τα όργανα σ' ένα κύκλωμα για να μετρήσουμε την ισχύ με έμμεσο τρόπο.

I) Το αμπερόμετρο αμέσως μετά την πηγή και το βολτόμετρο στα άκρα της αντίστασης.

Σε αυτόν τον τρόπο σύνδεσης παρατηρούμε ότι :

A) Το Βολτόμετρο είναι συνδεδεμένο στα άκρα της αντίστασης και άρα μετρά άμεσα την πτώση τάσης που έχουμε στην αντίσταση.

B) Το Αμπερόμετρο μετρά την ένταση του ρεύματος πριν από τον κόμβο A.

II) Το βολτόμετρο στα άκρα της πηγής και το αμπερόμετρο πριν την αντίσταση.

Σε αυτόν τον τρόπο σύνδεσης παρατηρούμε ότι :

A) Το Αμπερόμετρο μετρά την ένταση του ρεύματος που διαπερνά την αντίσταση χωρίς σφάλμα γιατί δεν παρεμβάλλεται τίποτα μεταξύ αυτού και της αντίστασης.

B) Το βολτόμετρό μας όμως δεν μετρά την πτώση τάσης μόνο στα άκρα της αντίστασης. Έχουμε ένα βρόγχο και σύμφωνα με το δεύτερο κανόνα του Kirchoff το βολτόμετρό μας μετρά και την πτώση τάσης στα άκρα του αμπερομέτρου.

B) Άμεσος τρόπος μέτρησης ισχύος (με Βαττόμετρο)

Υπάρχουν δύο τρόποι που μπορούμε να συνδέσουμε ένα Βαττόμετρο σ' ένα κύκλωμα για να μετρήσουμε την ισχύ του άμεσα.

I) Το πηνίο αμπερομέτρου αμέσως μετά την πηγή και το πηνίο βολτομέτρου στα άκρα της αντίστασης.

Στην περίπτωση αυτή τα πηνία του οργάνου είναι συνδεδεμένα όπως ακριβώς και στην πρώτη περίπτωση του έμμεσου τρόπου μέτρησης. Η διαφορά εδώ είναι ότι δεν μπορούμε να προσδιορίσουμε την πιθανότητα σφάλματος.

II) Το πηνίο βολτομέτρου στα άκρα της πηγής και το πηνίο αμπερομέτρου πριν την αντίσταση.

Στην περίπτωση αυτή τα πηνία του οργάνου είναι συνδεδεμένα όπως ακριβώς και στην δεύτερη περίπτωση του έμμεσου τρόπου μέτρησης. Η διαφορά εδώ είναι ότι επίσης δεν μπορούμε να προσδιορίσουμε την πιθανότητα σφάλματος.

Τα όργανα που θα χρησιμοποιήσουμε στις μετρήσεις μας είναι το αμπερόμετρο, το βολτόμετρο και το βαττόμετρο.

ΒΑΤΤΟΜΕΤΡΟ:

Για την μέτρηση της ηλεκτρικής ισχύος χρησιμοποιούνται τα βαττόμετρα (μονοφασικά –τριφασικά).

Τα μονοφασικά (ηλεκτροδυναμικά) βαττόμετρα έχουν δύο πηνία. Το σταθερό πηνίο αποτελείται από λίγες σπείρες με μεγάλη διατομή και μπαίνει σε σειρά με το κύκλωμα μετρήσεως (πηνίο αμπερομέτρου). Το κινητό πηνίο αποτελείται από πολλές σπείρες μικρής διατομής και συνδέεται παράλληλα στο κύκλωμα (πηνίο βολτομέτρου).

Τα βαττόμετρα κάνουν συνδυασμό μετρήσεων. Ουσιαστικά έχουν ένα πηνίο αμπερομέτρου και ένα πηνίο βολτομέτρου. Αν συνδεθεί μόνο το πηνίο αμπερομέτρου το κύκλωμα κλείνει, αλλά δεν έχουμε ένδειξη στο όργανο. Αν συνδεθεί μόνο το πηνίο βολτομέτρου, ούτε το κύκλωμα κλείνει, ούτε ένδειξη έχουμε στο όργανο. Για να έχουμε ένδειξη στο όργανο θα πρέπει να συνδεθούν και τα δύο πηνία. Το πηνίο αμπερομέτρου σε σειρά με το κύκλωμα και το πηνίο βολτομέτρου παράλληλα. Στο δεξιό μέρος του οργάνου υπάρχει ο μεταγωγικός διακόπτης με τον οποίο αλλάζουμε την μέγιστη τάση που μπορεί να δεχθεί το όργανο.

Τα σφάλματα που κάνουμε στις ηλεκτρικές μετρήσεις οφείλονται, τόσο στα όργανα που χρησιμοποιούμε, όσο και στις μεθόδους μέτρησης.

A) Σφάλματα οργάνων

Όταν με ένα όργανο πραγματοποιούμε μία μέτρηση, το αποτέλεσμα που έχουμε δεν μας δίνει την πραγματική τιμή του μετρούμενου φυσικού μεγέθους. Αυτό μπορούμε να το διαπιστώσουμε αν επαναλάβουμε την ίδια μέτρηση πολλές φορές, είτε με το ίδιο όργανο, είτε με διαφορετικό. Επομένως, σε κάθε μέτρηση, κάνουμε σφάλματα, που σημαίνει ότι το αποτέλεσμα της μέτρησης, δεν είναι η πραγματική τιμή της ποσότητας που μετράμε. Τα σφάλματα των οργάνων μέτρησης, οφείλονται σε διάφορες αιτίες που μπορούμε να τις διακρίνουμε σε:

α. Εσωτερικές αιτίες (σφάλματα μηχανικά, σφάλματα βαθμολογίας του οργάνου).

β. Εξωτερικές αιτίες (σφάλματα από επίδραση της θερμοκρασίας, από την επίδραση μαγνητικών πεδίων κ.λ.π.).

γ. Υποκειμενικές αιτίες (σφάλματα λόγω περιοχής δύσκολης ανάγνωσης, σφάλματα από τη μέθοδο μέτρησης κ.λ.π.).

B) Σφάλματα μετρήσεων.

Συνήθως το αποτέλεσμα που έχουμε από μία μέτρηση δεν συμπίπτει ακριβώς με την πραγματική τιμή του μεγέθους που μετράμε. Αυτό μπορούμε να το διαπιστώσουμε κάνοντας πολλές μετρήσεις, είτε με το ίδιο όργανο, είτε με διαφορετικό όργανο, είτε με διαφορετικές μεθόδους μετρήσεων. Σε κάθε περίπτωση εκτός των τυχαίων συμπτώσεων, έχουμε και διαφορετικό αποτέλεσμα. Τα σφάλματα ανάλογα με την προέλευση τους, μπορούν βασικά να διακριθούν σε συστηματικά σφάλματα και σε τυχαία σφάλματα.

A) Τα συστηματικά σφάλματα, οφείλονται συνήθως σε ατέλειες των οργάνων μέτρησης ή άλλες γνωστές αιτίες (ατέλειες οργάνων, κακή ρύθμιση μηδενός κ.λ.π.).

B) Τα τυχαία σφάλματα, οφείλονται σε άγνωστες αιτίες, δηλαδή, έχουμε προέλευση τυχαία. Δεν μπορούμε για παράδειγμα να εκτιμήσουμε ακριβώς τη θέση της βελόνας σε ένα Ωμόμετρο, οπότε τη στιγμή που γίνεται ανάγνωση της ένδειξης, έχουμε ένα τυχαίο σφάλμα.

ΚΥΡΙΟ ΜΕΡΟΣ

Μετράμε με ωμόμετρο τις 9 αντιστάσεις που μας έχουν δοθεί και καταγράφουμε τις τιμές τους :

- $R_1=40,4 \Omega$
- $R_2=51,2 \Omega$
- $R_3=49,7 \Omega$
- $R_4=56,1 \Omega$
- $R_5=63,7 \Omega$
- $R_6=73,8 \Omega$
- $R_7=91,5 \Omega$
- $R_8=123,2 \Omega$
- $R_9=124,7 \Omega$

$V=80\text{Volt}$

Κύκλωμα 1

R_1, R_2, R_6, R_8

ΕΜΜΕΣΗ ΜΕΘΟΔΟΣ

155 Ω

51.2 Ω

26.4 V

0.515 A

123 Ω

40.4 Ω

73.8 Ω

80.0 V

Voltage: 80.0 V
Amperage: 0.515 A
Equivalent resistance: 155 Ω

Reset

Voltage of the battery: 80.0 V

Resistance: 73.8 Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

Meters:
 Voltage
 Amperage

W. Fendt 2002

30.4 Ω

51.2 Ω

123 Ω

15.7 V

0.127 A

40.4 Ω

73.8 Ω

80.0 V

Voltage: 15.7 V
Amperage: 0.515 A
Equivalent resistance: 30.4 Ω

Reset

Voltage of the battery: 80.0 V

Resistance: 73.8 Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

Meters:
 Voltage
 Amperage

W. Fendt 2002

Reset

Voltage of the battery: 80.0 V

Resistance: 73.8 Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

Meters:
 Voltage
 Amperage

W. Fendt 2002

Voltage: 15.7 V
 Amperage: 0.515 A
 Equivalent resistance: 30.4 Ω

Reset

Voltage of the battery: 80.0 V

Resistance: 73.8 Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

Meters:
 Voltage
 Amperage

W. Fendt 2002

Voltage: 80.0 V
 Amperage: 0.515 A
 Equivalent resistance: 155 Ω

ΑΜΕΣΗ ΜΕΘΟΔΟΣ

80.0 V

Voltage: 80.0 V
Amperage: 0.534 A
Equivalent resistance: 150 Ω

Reset

Voltage of the battery:
 V

Resistance:
 Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

Meters:

Voltage

Wattmeter

W. Fendt 2002

80.0 V

Voltage: 15.7 V
Amperage: 0.515 A
Equivalent resistance: 30.4 Ω

Reset

Voltage of the battery:
 V

Resistance:
 Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

Meters:

Voltage

Wattmeter

W. Fendt 2002

80.0 V

Voltage: 15.7 V
Amperage: 0.515 A
Equivalent resistance: 30.4 Ω

Reset

Voltage of the battery:
 V

Resistance:
 Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

Meters:

Voltage

Wattmeter

W. Fendt 2002

Reset

Voltage of the battery: V

Resistance: Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

Meters:

Voltage

Wattmeter

W. Fendt 2002

Voltage: 15.7 V
 Amperage: 0.515 A
 Equivalent resistance: 30.4 Ω

Reset

Voltage of the battery: V

Resistance: Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

Meters:

Voltage

Wattmeter

W. Fendt 2002

Voltage: 80.0 V
 Amperage: 0.515 A
 Equivalent resistance: 155 Ω

Reset

Voltage of the battery: V

Resistance: Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

Meters:

Voltage

Wattmeter

W. Fendt 2002

Voltage: 80.0 V
 Amperage: 0.515 A
 Equivalent resistance: 155 Ω

- Ας υπολογίσουμε πρώτα την ολική αντίσταση: Οι αντιστάτες R_1 και R_8 είναι συνδεδεμένοι παράλληλα, άρα:

$$\frac{1}{R_{1,8}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_8} = \frac{1}{40.4} + \frac{1}{123.2} \Leftrightarrow R_{1,8} = 30.4234718826 \text{ (}\Omega\text{)}$$

- Η R_2 , η $R_{1,8}$ και η R_6 είναι συνδεδεμένες σε σειρά. Η ολική αντίσταση είναι το άθροισμα των επιμέρους αντιστάσεων ισχύει: $R_{ολ} = R_2 + R_{1,8} + R_6 = 51.2 + 30.4 + 73.8 = 155.4234718826 \text{ (}\Omega\text{)}$.

- Ο νόμος του Ohm είναι:

$$I_{ολ} = \frac{V_{ολ}}{R_{ολ}} \Leftrightarrow I_{ολ} = \frac{80}{155.4} = 0.5147227702 \text{ (A)}$$

- Από σύνδεση σε σειρά: $I_{ολ} = I_2 = I_{1,8} = I_6 = 0.5147227702 \text{ (A)}$

- Ο νόμος του Ohm στη R_2 :

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} \Leftrightarrow V_2 = I_2 \cdot R_2 \Leftrightarrow V_2 = 0.514 \cdot 51.2 = 26.3538058337 \text{ (Volt)}$$

- Ο νόμος του Ohm στη R_6 :

$$I_6 = \frac{V_6}{R_6} \Leftrightarrow V_6 = I_6 \cdot R_6 \Leftrightarrow V_6 = 0.514 \cdot 73.8 = 37.98654044 \text{ (Volt)}$$

- Η τάση της R_2 και η τάση της R_1 ή R_8 και της R_6 είναι ίση με την τάση της πηγής:

$$V_{ολ} = V_2 + V_1 + V_6 \Leftrightarrow V_1 = V_{ολ} - V_2 - V_6 = 80 - 26.4 - 38 = 15.6596537263 \text{ Volt}$$

- Λόγω παράλληλης σύνδεσης: $V_1 = V_8 = 15.6596537263 \text{ Volt}$

- Ο νόμος του Ohm στην R_1 :

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} \Leftrightarrow I_1 = \frac{15.7}{40.4} = 0.3876151912 \text{ (A)}$$

- Ο νόμος του Ohm στην R_6 :

$$I_6 = \frac{V_6}{R_6} \Leftrightarrow I_6 = \frac{38}{73.8} = 0.51472277 \text{ (A)}$$

- Θα εφαρμόσουμε τον πρώτο κανόνα του Kirchhoff στον κόμβο A:

$$I_{ολ} = I_1 + I_8 \Leftrightarrow I_8 = I_{ολ} - I_1 = 0.515 - 0.388 = 0.127107579 \text{ (A)}$$

- Η ισχύς P_2 είναι: $P_2 = V_2 \cdot I_2 = 26.35 \cdot 0.514 = 13.564903944 \text{ (W)}$

- Η ισχύς P_1 είναι: $P_1 = V_1 \cdot I_1 = 15.659 \cdot 0.387 = 6.0470052277 \text{ (W)}$

- Η ισχύς P_8 είναι: $P_8 = V_8 \cdot I_8 = 15.659 \cdot 0.127 = 1.990460672 \text{ (W)}$

- Η ισχύς $P_{1,8}$ είναι: $P_{1,8} = V_{1,8} \cdot I_{1,8} = 15.659 \cdot 0.514 = 8.06038043 \text{ (W)}$

- Η ισχύς P_6 είναι: $P_6 = V_6 \cdot I_6 = 37.986 \cdot 0.514 = 19.55253732 \text{ (W)}$

- Η ισχύς $P_{ολ}$ είναι: $P_{ολ} = V_{ολ} \cdot I_{ολ} = 80 \cdot 0.514 = 41.1778216 \text{ (W)}$

Κύκλωμα 2

$R_1, R_2, R_5, R_6, R_7, R_8, R_9$

ΕΜΜΕΣΗ ΜΕΘΟΔΟΣ

Reset

Voltage of the battery: 80.0 V

Resistance: 91.5 Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

Meters:

Voltage

Amperage

W. Fendt 2002

Voltage: 41.8 V
 Amperage: 0.339 A
 Resistance: 123 Ω

Reset

Voltage of the battery: 80.0 V

Resistance: 91.5 Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

Meters:

Voltage

Amperage

W. Fendt 2002

Voltage: 7.00 V
 Amperage: 0.339 A
 Equivalent resistance: 20.6 Ω

Reset

Voltage of the battery: V

Resistance: Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

Meters:
 Voltage
 Amperage

W. Fendt 2002

Voltage: 7.00 V
 Amperage: 0.0561 A
 Resistance: 125 Ω

Reset

Voltage of the battery: V

Resistance: Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

Meters:
 Voltage
 Amperage

W. Fendt 2002

Voltage: 7.00 V
 Amperage: 0.173 A
 Resistance: 40.4 Ω

Reset

Voltage of the battery: V

Resistance: Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

Meters:
 Voltage
 Amperage

W. Fendt 2002

Voltage: 80.0 V
 Amperage: 0.339 A
 Equivalent resistance: 236 Ω

Voltage: 13.9 V
Amperage: 0.339 A
Equivalent resistance: 40.9 Ω

Reset
 Voltage of the battery: 80.0 V
 Resistance: 91.5 Ω
 Add resistor (in series)
 Add resistor (in parallel)
Meters:
 Voltage
 Amperage
 W. Fendt 2002

Voltage: 13.9 V
Amperage: 0.339 A
Equivalent resistance: 40.9 Ω

Reset
 Voltage of the battery: 80.0 V
 Resistance: 91.5 Ω
 Add resistor (in series)
 Add resistor (in parallel)
Meters:
 Voltage
 Amperage
 W. Fendt 2002

ΑΜΕΣΗ ΜΕΘΟΔΟΣ

236 Ω

14.17 W

80.0 V

Voltage: 80.0 V
Amperage: 0.339 A
Equivalent resistance: 236 Ω

Reset

Voltage of the battery:
 V

Resistance:
 Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

Meters:
 Voltage
 Wattmeter

W. Fendt 2002

20.6 Ω

0.768 W

80.0 V

Voltage: 7.01 V
Amperage: 0.339 A
Equivalent resistance: 20.6 Ω

Reset

Voltage of the battery:
 V

Resistance:
 Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

Meters:
 Voltage
 Wattmeter

W. Fendt 2002

20.6 Ω

0.392 W

80.0 V

Voltage: 7.01 V
Amperage: 0.339 A
Equivalent resistance: 20.6 Ω

Reset

Voltage of the battery:
 V

Resistance:
 Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

Meters:
 Voltage
 Wattmeter

W. Fendt 2002

Voltage: 7.01 V
Amperage: 0.339 A
Equivalent resistance: 20.6 Ω

Reset
Voltage of the battery: 80.0 V
Resistance: 91.5 Ω
 Add resistor (in series)
 Add resistor (in parallel)
Meters:
 Voltage
 Wattmeter
 W. Fendt 2002

Voltage: 7.01 V
Amperage: 0.339 A
Equivalent resistance: 20.6 Ω

Reset
Voltage of the battery: 80.0 V
Resistance: 91.5 Ω
 Add resistor (in series)
 Add resistor (in parallel)
Meters:
 Voltage
 Wattmeter
 W. Fendt 2002

Voltage: 80.0 V
Amperage: 0.339 A
Equivalent resistance: 236 Ω

Reset
Voltage of the battery: 80.0 V
Resistance: 91.5 Ω
 Add resistor (in series)
 Add resistor (in parallel)
Meters:
 Voltage
 Wattmeter
 W. Fendt 2002

Reset

Voltage of the battery: V

Resistance: Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

Meters:

Voltage

Wattmeter

W. Fendt 2002

Voltage: 13.9 V
 Amperage: 0.339 A
 Equivalent resistance: 40.9 Ω

Reset

Voltage of the battery: V

Resistance: Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

Meters:

Voltage

Wattmeter

W. Fendt 2002

Voltage: 13.9 V
 Amperage: 0.339 A
 Equivalent resistance: 40.9 Ω

Reset

Voltage of the battery: V

Resistance: Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

Meters:

Voltage

Wattmeter

W. Fendt 2002

Voltage: 13.9 V
 Amperage: 0.339 A
 Equivalent resistance: 40.9 Ω

Voltage: 80.0 V
Amperage: 0.339 A
Equivalent resistance: 236 Ω

Wattmeter: 27.132 W

Resistor values: 123 Ω, 63.7 Ω, 125 Ω, 40.4 Ω, 51.2 Ω, 73.8 Ω, 91.5 Ω

Battery: 80.0 V

Reset

Voltage of the battery:
 V

Resistance:
 Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

- Meters:
- Voltage
 - Wattmeter

W. Fendt 2002

- Ας υπολογίσουμε πρώτα την ολική αντίσταση:

$$R_2 + R_8 = R_{2,8} = 174.4 \Omega$$

Οι αντιστάτες R_1 , R_5 και R_9 είναι συνδεδεμένοι παράλληλα, άρα:

$$\frac{1}{R_{1,5,9}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_9} = \frac{1}{40.4} + \frac{1}{63.7} + \frac{1}{124.7} \Leftrightarrow R_{1,5,9} = 20.631187 (\Omega)$$

Οι αντιστάτες R_6 και R_7 είναι συνδεδεμένοι παράλληλα, άρα:

$$\frac{1}{R_{6,7}} = \frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_7} = \frac{1}{73.8} + \frac{1}{91.5} \Leftrightarrow R_{6,7} = 40.8511796733 (\Omega)$$

- Η $R_{1,5,9}$, η $R_{2,8}$ και η $R_{6,7}$ είναι συνδεδεμένες σε σειρά. Η ολική αντίσταση είναι το άθροισμα των επιμέρους αντιστάσεων ισχύει:
 $R_{ολ} = R_{1,5,9} + R_{2,8} + R_{6,7} = 20.6 + 174.4 + 40.9 = 235.882366673 (\Omega)$.

- Ο νόμος του Ohm είναι:

$$I_{ολ} = \frac{V_{ολ}}{R_{ολ}} \Leftrightarrow I_{ολ} = \frac{80}{235.9} = 0.33915209995 (A)$$

- Από σύνδεση σε σειρά :

$$I_{ολ} = I_{1,5,9} = I_2 = I_8 = I_{6,7} = 0.33915209995 (A)$$

- Ο νόμος του Ohm στη R_2 :

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} \Leftrightarrow V_2 = I_2 \cdot R_2 \Leftrightarrow V_2 = 0.339 \cdot 51.2 = 17.3645875178 (Volt)$$

- Ο νόμος του Ohm στη R_8 :

$$I_8 = \frac{V_8}{R_8} \Leftrightarrow V_8 = I_8 \cdot R_8 \Leftrightarrow V_8 = 0.339 \cdot 123.2 = 41.7835386584 (Volt)$$

- Ο νόμος του Ohm στη $R_{6,7}$:

$$I_{6,7} = \frac{V_{6,7}}{R_{6,7}} \Leftrightarrow V_{6,7} = I_{6,7} \cdot R_{6,7} \Leftrightarrow V_{6,7} = 0.339 \cdot 40.9 = 13.8547633716 (Volt)$$

- Η τάση της R_8 και η τάση της R_1 ή R_5 ή R_9 και της R_2 και της R_6 ή R_7 είναι ίση με την τάση της πηγής:

$$V_{ολ} = V_8 + V_1 + V_2 + V_6 \Leftrightarrow V_1 = V_{ολ} - V_2 - V_6 - V_8 = 80 - 17.4 - 13.9 - 41.8 = 6.9971104522 \text{ Volt}$$

- Λόγω παράλληλης σύνδεσης: $V_1 = V_5 = V_9 = 6.9971104522 \text{ Volt}$
 $V_6 = V_7 = 13.8547633716 \text{ Volt}$

- Ο νόμος του Ohm στην R_1 :

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} \Leftrightarrow I_1 = \frac{7}{40.4} = 0.17319580327 (A)$$

- Ο νόμος του Ohm στην R_5 :

$$I_5 = \frac{V_5}{R_5} \Leftrightarrow I_5 = \frac{7}{63.7} = 0.10984474807 (A)$$

- Θα εφαρμόσουμε τον πρώτο κανόνα του Kirchhoff στον κόμβο A:

$$I_{1,5,9} = I_1 + I_5 + I_9 \Leftrightarrow I_9 = I_{1,5,9} - I_1 - I_5 = 0.34 - 0.173 - 0.11 = 0.05611151598(\text{A})$$

- Ο νόμος του Ohm στην R_6 :

$$I_6 = \frac{V_6}{R_6} \Leftrightarrow I_6 = \frac{13.9}{73.8} = 0.18773392102 (\text{A})$$

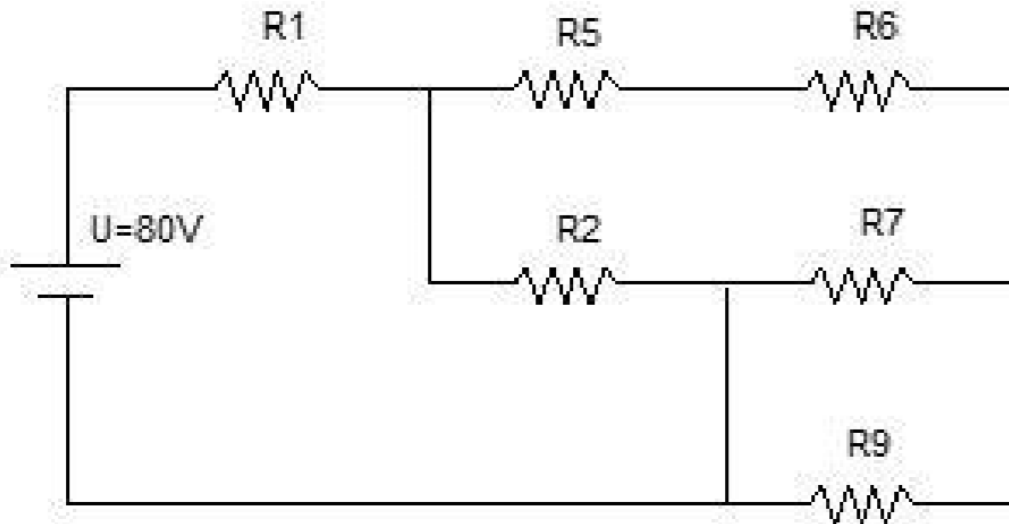
- Θα εφαρμόσουμε τον πρώτο κανόνα του Kirchhoff στον κόμβο B:

$$I_{o\lambda} = I_6 + I_7 \Leftrightarrow I_7 = I_{o\lambda} - I_6 = 0.34 - 0.19 = 0.15141817893(\text{A})$$

- Η ισχύς P_8 είναι : $P_8 = V_8 \cdot I_8 = 41.783 \cdot 0.339 = 14.17097487 (\text{W})$
- Η ισχύς P_5 είναι : $P_5 = V_5 \cdot I_5 = 6.997 \cdot 0.109 = 0.768595834 (\text{W})$
- Η ισχύς P_9 είναι : $P_9 = V_9 \cdot I_9 = 6.997 \cdot 0.056 = 0.39261847495 (\text{W})$
- Η ισχύς P_1 είναι : $P_1 = V_1 \cdot I_1 = 6.997 \cdot 0.173 = 1.21187016534(\text{W})$
- Η ισχύς $P_{1,5,9}$ είναι : $P_{1,5,9} = V_{1,5,9} \cdot I_{1,5,9} = 6.997 \cdot 0.339 = 2.37308470345(\text{W})$
- Η ισχύς P_2 είναι : $P_2 = V_2 \cdot I_2 = 17.364 \cdot 0.339 = 5.88923632143(\text{W})$
- Η ισχύς P_6 είναι : $P_6 = V_6 \cdot I_6 = 13.854 \cdot 0.187 = 2.60100905255 (\text{W})$
- Η ισχύς P_7 είναι : $P_7 = V_7 \cdot I_7 = 13.854 \cdot 0.151 = 2.09786303923 (\text{W})$
- Η ισχύς $P_{6,7}$ είναι : $P_{6,7} = V_{6,7} \cdot I_{6,7} = 13.854 \cdot 0.339 = 4.69887209179 (\text{W})$
- Η ισχύς $P_{o\lambda}$ είναι : $P_{o\lambda} = V_{o\lambda} \cdot I_{o\lambda} = 80 \cdot 0.339 = 27.132167996 (\text{W})$

Κύκλωμα 3

$R_1, R_2, R_5, R_6, R_7, R_9$



Ισοδυναμεί με :

ΕΜΜΕΣΗ ΜΕΘΟΔΟΣ

The screenshot shows a circuit simulation interface. The circuit diagram includes a 40.4 Ω resistor in series with a 40.0 V voltmeter. This is followed by a 0.991 A ammeter. The circuit then splits into two parallel branches: one with a 63.7 Ω resistor in series with a 73.8 Ω resistor, and another with a 51.2 Ω resistor. These two branches recombine and then split again into two parallel branches: one with a 91.5 Ω resistor in series with a 125 Ω resistor, and another with a 51.2 Ω resistor. The circuit is powered by an 80.0 V battery. The equivalent resistance of the entire circuit is shown as 80.7 Ω. The interface also includes a 'Reset' button, input fields for 'Voltage of the battery: 80.0 V' and 'Resistance: 51.2 Ω', and checkboxes for 'Voltage' and 'Amperage' meters. The text 'W. Fendt 2002' is visible at the bottom right.

Voltage:	80.0 V
Amperage:	0.991 A
Equivalent resistance:	80.7 Ω

Reset

Voltage of the battery: 80.0 V

Resistance: 51.2 Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

Meters:
 Voltage
 Amperage

W. Fendt 2002

Voltage: 40.0 V
 Amperage: 0.991 A
 Equivalent resistance: 40.3 Ω

Reset

Voltage of the battery: 80.0 V

Resistance: 51.2 Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

Meters:
 Voltage
 Amperage

W. Fendt 2002

Voltage: 15.5 V
 Amperage: 0.210 A
 Resistance: 73.8 Ω

Reset

Voltage of the battery: 80.0 V

Resistance: 51.2 Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

Meters:
 Voltage
 Amperage

W. Fendt 2002

Voltage: 11.1 V
 Amperage: 0.210 A
 Equivalent resistance: 52.8 Ω

Voltage: 11.1 V
Amperage: 0.210 A
Equivalent resistance: 52.8 Ω

Reset
Voltage of the battery: 80.0 V
Resistance: 51.2 Ω
 Add resistor (in series)
 Add resistor (in parallel)
Meters:
 Voltage
 Amperage
 W. Fendt 2002

Voltage: 40.0 V
Amperage: 0.991 A
Equivalent resistance: 40.3 Ω

Reset
Voltage of the battery: 80.0 V
Resistance: 51.2 Ω
 Add resistor (in series)
 Add resistor (in parallel)
Meters:
 Voltage
 Amperage
 W. Fendt 2002

ΑΜΕΣΗ ΜΕΘΟΔΟΣ

80.7 Ω

39.658 W

80.0 V

40.4 Ω **63.7 Ω** **73.8 Ω** **91.5 Ω**
51.2 Ω **125 Ω**

Voltage: 80.0 V
Amperage: 0.991 A
Equivalent resistance: 80.7 Ω

Reset

Voltage of the battery:
 V

Resistance:
 Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

Meters:
 Voltage
 Wattmeter

W. Fendt 2002

40.3 Ω

2.686 W

80.0 V

40.4 Ω **63.7 Ω** **73.8 Ω** **91.5 Ω**
51.2 Ω **125 Ω**

Voltage: 40.0 V
Amperage: 0.991 A
Equivalent resistance: 40.3 Ω

Reset

Voltage of the battery:
 V

Resistance:
 Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

Meters:
 Voltage
 Wattmeter

W. Fendt 2002

40.3 Ω

3.256 W

80.0 V

40.4 Ω **63.7 Ω** **73.8 Ω** **91.5 Ω**
51.2 Ω **125 Ω**

Voltage: 40.0 V
Amperage: 0.991 A
Equivalent resistance: 40.3 Ω

Reset

Voltage of the battery:
 V

Resistance:
 Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

Meters:
 Voltage
 Wattmeter

W. Fendt 2002

Reset

Voltage of the battery: V

Resistance: Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

Meters:

Voltage

Wattmeter

W. Fendt 2002

Voltage: 40.0 V
 Amperage: 0.991 A
 Equivalent resistance: 40.3 Ω

Reset

Voltage of the battery: V

Resistance: Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

Meters:

Voltage

Wattmeter

W. Fendt 2002

Voltage: 11.1 V
 Amperage: 0.210 A
 Equivalent resistance: 52.8 Ω

Reset

Voltage of the battery: V

Resistance: Ω

Add resistor (in series)

Add resistor (in parallel)

Meters:

Voltage

Wattmeter

W. Fendt 2002

Voltage: 11.1 V
 Amperage: 0.210 A
 Equivalent resistance: 52.8 Ω

Voltage: 11.1 V
Amperage: 0.210 A
Equivalent resistance: 52.8 Ω

Reset

Voltage of the battery: 80.0 V

Resistance: 125 Ω

Add resistor (in series)
 Add resistor (in parallel)

Meters:
 Voltage
 Wattmeter

W. Fendt 2002

Voltage: 40.0 V
Amperage: 0.991 A
Equivalent resistance: 40.3 Ω

Reset

Voltage of the battery: 80.0 V

Resistance: 125 Ω

Add resistor (in series)
 Add resistor (in parallel)

Meters:
 Voltage
 Wattmeter

W. Fendt 2002

Voltage: 80.0 V
Amperage: 0.991 A
Equivalent resistance: 80.7 Ω

Reset

Voltage of the battery: 80.0 V

Resistance: 125 Ω

Add resistor (in series)
 Add resistor (in parallel)

Meters:
 Voltage
 Wattmeter

W. Fendt 2002

- Ας υπολογίσουμε πρώτα την ολική αντίσταση:

Οι αντιστάτες R_7 και R_9 είναι συνδεδεμένοι παράλληλα, άρα:

$$\frac{1}{R_{7,9}} = \frac{1}{R_7} + \frac{1}{R_9} = \frac{1}{91.5} + \frac{1}{124.7} \Leftrightarrow R_{7,9} = 52.77543941 \text{ (}\Omega\text{)}$$

- Από σύνδεση σε σειρά: $R_5 + R_6 = R_{5,6} = 137.5 \text{ (}\Omega\text{)}$

$$R_{5,6} + R_{7,9} = R_{5,6,7,9} = 190.27543941 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Οι αντιστάτες R_2 και $R_{5,6,7,9}$ είναι συνδεδεμένοι παράλληλα, άρα:

$$\frac{1}{R_{2,5,6,7,9}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_{5,6,7,9}} = \frac{1}{51.2} + \frac{1}{190.28} \Leftrightarrow R_{2,5,6,7,9} = 40.3440719338 \text{ (}\Omega\text{)}$$

- Η R_1 και η $R_{2,5,6,7,9}$ είναι συνδεδεμένες σε σειρά. Η ολική αντίσταση είναι το άθροισμα των επιμέρους αντιστάσεων ισχύει:

$$R_{ολ} = R_1 + R_{5,6,7,9} = 40.4 + 40.344 = 80.7440719338 \text{ (}\Omega\text{)}$$

- Ο νόμος του Ohm είναι:

$$I_{ολ} = \frac{V_{ολ}}{R_{ολ}} \Leftrightarrow I_{ολ} = \frac{80}{80.744} = 0.99078481037 \text{ (A)}$$

- Από σύνδεση σε σειρά :

$$I_{ολ} = I_1 = I_{2,5,6,7,9} = 0.99078481037 \text{ (A)}$$

- Ο νόμος του Ohm στη R_1 :

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} \Leftrightarrow V_1 = I_1 \cdot R_1 \Leftrightarrow V_1 = 0.99 \cdot 40.4 = 40.0277063393 \text{ (Volt)}$$

- Ο νόμος του Ohm στη $R_{2,5,6,7,9}$:

$$I_{2,5,6,7,9} = \frac{V_{2,5,6,7,9}}{R_{2,5,6,7,9}} \Leftrightarrow V_{2,5,6,7,9} = I_{2,5,6,7,9} \cdot R_{2,5,6,7,9} \Leftrightarrow$$

$$V_{2,5,6,7,9} = 0.99 \cdot 40.344 = 39.9722651505 \text{ (Volt)}$$

Λόγω παράλληλης σύνδεσης : $V_{2,5,6,7,9} = V_2 = V_{5,6,7,9} = 39.9722651505 \text{ (V)}$

- Ο νόμος του Ohm στη R_2 :

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} \Leftrightarrow I_2 = \frac{39.972}{51.2} = 0.780708303 \text{ (Volt)}$$

- Ο νόμος του Ohm στη $R_{5,6,7,9}$:

$$I_{5,6,7,9} = \frac{V_{5,6,7,9}}{R_{5,6,7,9}} \Leftrightarrow I_{5,6,7,9} = \frac{39.972}{190.275} = 0.21007579998 \text{ (Volt)}$$

- Από σύνδεση σε σειρά : $I_{5,6,7,9} = I_5 = I_6 = I_{7,9} = 0.21007579998 \text{ (Volt)}$

- Ο νόμος του Ohm στη R_5 :

$$I_5 = \frac{V_5}{R_5} \Leftrightarrow V_5 = I_5 \cdot R_5 = 0.21 \cdot 63.7 = 12.78828459 \text{ (Volt)}$$

- Ο νόμος του Ohm στη R_6 :

$$I_6 = \frac{V_6}{R_6} \Leftrightarrow V_6 = I_6 \cdot R_6 = 0.21 \cdot 73.8 = 15.50359403 \text{ (Volt)}$$

- $V_{5,6} = V_5 + V_6 = 12.788 + 15.503 = 28.29187862 \text{ (Volt)}$

- Ο νόμος του Ohm στην $R_{7,9}$:

$$I_{7,9} = \frac{V_{7,9}}{R_{7,9}} \Leftrightarrow V_{7,9} = I_{7,9} \cdot R_{7,9} = 0.21 \cdot 52.775 = 11.0868426533 \text{ (A)}$$

- Λόγω παράλληλης σύνδεσης : $V_{7,9} = V_7 = V_9 = 11.0868426533 \text{ (A)}$
- Ο νόμος του Ohm στην R_7 :

$$I_7 = \frac{V_7}{R_7} \Leftrightarrow I_7 = \frac{11.09}{91.5} = 0.12116767927 \text{ (A)}$$

- Θα εφαρμόσουμε τον πρώτο κανόνα του Kirchhoff στον κόμβο B:

$$I_{7,9} = I_7 + I_9 \Leftrightarrow I_9 = I_{7,9} - I_7 = 0.21 - 0.121 = 0.0889081207 \text{ (A)}$$

- Η ισχύς P_1 είναι : $P_1 = V_1 \cdot I_1 = 40.027 \cdot 0.99 = 39.6588434349 \text{ (W)}$
- Η ισχύς P_5 είναι : $P_5 = V_5 \cdot I_5 = 12.788 \cdot 0.21 = 2.68650911562 \text{ (W)}$
- Η ισχύς P_6 είναι : $P_6 = V_6 \cdot I_6 = 15.503 \cdot 0.21 = 3.25692991842 \text{ (W)}$
- Η ισχύς $P_{5,6}$ είναι : $P_{5,6} = V_{5,6} \cdot I_{5,6} = 28.291 \cdot 0.21 = 5.94343903403 \text{ (W)}$
- Η ισχύς P_7 είναι : $P_7 = V_7 \cdot I_7 = 11.086 \cdot 0.121 = 1.34336699473 \text{ (W)}$
- Η ισχύς P_9 είναι : $P_9 = V_9 \cdot I_9 = 11.086 \cdot 0.0889 = 0.9857103448 \text{ (W)}$
- Η ισχύς $P_{7,9}$ είναι : $P_{7,9} = V_{7,9} \cdot I_{7,9} = 11.086 \cdot 0.21 = 2.32907733964 \text{ (W)}$
- Η ισχύς P_2 είναι : $P_2 = V_2 \cdot I_2 = 39.972 \cdot 0.78 = 31.2096663002 \text{ (W)}$
- Η ισχύς $P_{ολ}$ είναι : $P_{ολ} = V_{ολ} \cdot I_{ολ} = 80 \cdot 0.99 = 79.2627848296 \text{ (W)}$

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Συνοψίζοντας θα λέγαμε ότι στον έμμεσο τρόπο εύρεσης της ισχύος κύριο ρόλο παίζουν οι εσωτερικές αντιστάσεις των οργάνων που χρησιμοποιούμε.

Γι' αυτόν τον λόγο θα πρέπει να διαλέγουμε για τις μετρήσεις μας αμπερόμετρα με εσωτερική αντίσταση σχεδόν μηδέν και βολτόμετρα με εσωτερική αντίσταση σχεδόν άπειρη.

Επίσης η ικανότητα του βαττόμετρου δεν προσδιορίζεται μόνο από τα μέγιστα Watts που μπορεί να μετρήσει, αλλά και από το μέγιστο ρεύμα που μπορεί να περάσει από το πηνίο έντασης και από την μέγιστη τάση που μπορεί να δεχθεί το πηνίο τάσης. Είναι απαραίτητο να μην ξεπεράσουμε τις μέγιστες τιμές τάσης και έντασης ακόμα και αν είναι μικρότερη από την μέγιστη τιμή ισχύος με βολτόμετρο και αμπερόμετρο (έμμεσος τρόπος).

Βιβλιογραφία

- https://www.walter-fendt.de/html5/phen/combinationresistors_en.htm
- <https://openclass.teiwm.gr/modules/document/file.php/ME-ID110/%CE%A3%CE%B7%CE%BC%CE%B5%CE%B9%CF%8E%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82%CE%97%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%84%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%AF%CE%B1%CF%82.pdf>