

Κεφάλαιο 2

Τάση, Ρεύμα και Αντίσταση

2

Τάση, Ρεύμα και Αντίσταση

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

- Ηλεκτρικό Φορτίο
- Τάση
- Ρεύμα
- Αντίσταση
- Το Ηλεκτρικό Κύκλωμα
- Βασικές Μετρήσεις Κυκλώματος
- Ηλεκτρική Προστασία και Ασφάλεια

Κατηγορίες Υλικών

(Materials)

- Οι **Αγωγοί** (Conductors) έχουν μεγάλη αγωγιμότητα χάρις σε ένα μεγάλο αριθμό ελευθέρων ηλεκτρονίων μέσα στο υλικό (π.χ., χαλκός, αλουμίνιο)
- Οι **Μονωτές** (Insulators) έχουν ελάχιστα ελεύθερα ηλεκτρόνια και έχουν την τάση να μην επιτρέπουν στο ρεύμα να κυλήσει μέσα απ' αυτούς (π.χ. πλαστικά υλικά, πορσελάνη, ξύλο)
- Οι **Ημιαγωγοί** (Semiconductors) έχουν ενδιάμεσες τιμές αγωγιμότητας (π.χ., πυρίτιο)

Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 35-36

Ηλεκτρικό Φορτίο

(Electrical Charge)

- Το **ηλεκτρικό φορτίο** (electrical charge) είναι μια ιδιότητα της ύλης που παρατηρείται όταν υπάρχει πλεόνασμα ηλεκτρονίων (αρνητικά φορτισμένο σώμα) ή έλλειμμα ηλεκτρονίων (θετικά φορτισμένο σώμα)

ΕΙΚΟΝΑ 2-5 Έλξη (Attraction) και άπωση (repulsion) των ηλεκτρικών φορτίων.



(α) Αφόρτιστα :
καμία δύναμη



(β) Τα αντίθετα
φορτία
έλκονται



(γ) Τα όμοια θετικά
φορτία
απωθούνται



(δ) Τα όμοια αρνητικά
φορτία
απωθούνται

Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 25

Coulomb

- Το ηλεκτρικό φορτίο (Q) μετριέται σε **coulombs** (C)
- Εξ' ορισμού:
Ένα coulomb είναι το συνολικό φορτίο που έχουν 6.25×10^{18} ηλεκτρόνια

$$Q = (\text{number of electrons}) / (6.25 \times 10^{18})$$

- Ένα απλό ηλεκτρόνιο έχει φορτίο 1.6×10^{-19} C

Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 25

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2-1 Πόσα coulombs φορτίου αντιπροσωπεύουν τα 93.8×10^{16} ηλεκτρόνια ;

Λύση

$$Q = \frac{\text{αριθμός ηλεκτρονίων}}{6.25 \times 10^{18} \text{ ηλεκτρόνια / C}} = \frac{93.8 \times 10^{16} \text{ ηλεκτρόνια}}{6.25 \times 10^{18} \text{ ηλεκτρόνια / C}} = 15 \times 10^{-2} \text{ C} = \mathbf{0.15 \text{ C}}$$

ΒΑΣΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Ηλεκτρικό Φορτίο

1. Πόσα coulombs φορτίου έχουν τα 50×10^{31} ηλεκτρόνια;
2. Πόσα ηλεκτρόνια κάνουν $80 \mu\text{C}$ φορτίου;

Τάση (Voltage)

- Η **τάση** (V) ορίζεται σαν ενέργεια (W) ανά μονάδα φορτίου (Q)

$$V = \frac{W}{Q}$$

- Η μονάδα της τάσης είναι το **volt** (V)
- Εξ' ορισμού:

Ένα volt είναι η διαφορά δυναμικού (τάση) μεταξύ δύο σημείων όταν απαιτείται ένα joule ενέργειας για να μεταφέρουμε ένα coulomb φορτίου από το ένα σημείο στο άλλο

Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 31-34

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2-2 Υποθέστε ότι έχετε μια μπαταρία 1.5V που τροφοδοτεί ένα μικρό ηλεκτρονικό κύκλωμα. Πόση ενέργεια (σε Joules) προσφέρει η μπαταρία σε κάθε ηλεκτρόνιο του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα;

Απάντηση

$$V = \frac{W}{Q} \Rightarrow W = Q \cdot V$$

Το φορτίο ενός ηλεκτρονίου είναι $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

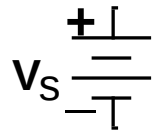
Αντικαθιστώντας, έχουμε

$$W = (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})Q(1.5\text{V}) = \mathbf{2.4 \times 10^{-19} \text{ J}}$$

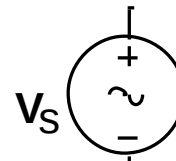
Πηγές Τάσης

- Μια **πηγή τάσης** (voltage source) είναι μια πηγή ηλεκτρικής ενέργειας ή ηλεκτρεγερτικής δύναμης.

- Σύμβολα



DC πηγή



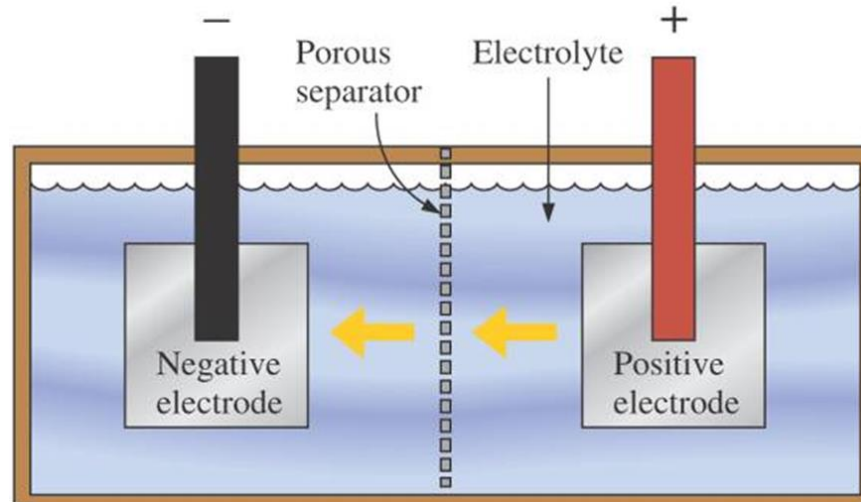
AC πηγή

- Οι τέσσερις βασικές πηγές τάσης:
 - Συσσωρευτές (Μπαταρίες)
 - Φωτοβολταϊκά Κύτταρα
 - Ηλεκτρική Γεννήτρια και
 - Ηλεκτρονικό Τροφοδοτικό

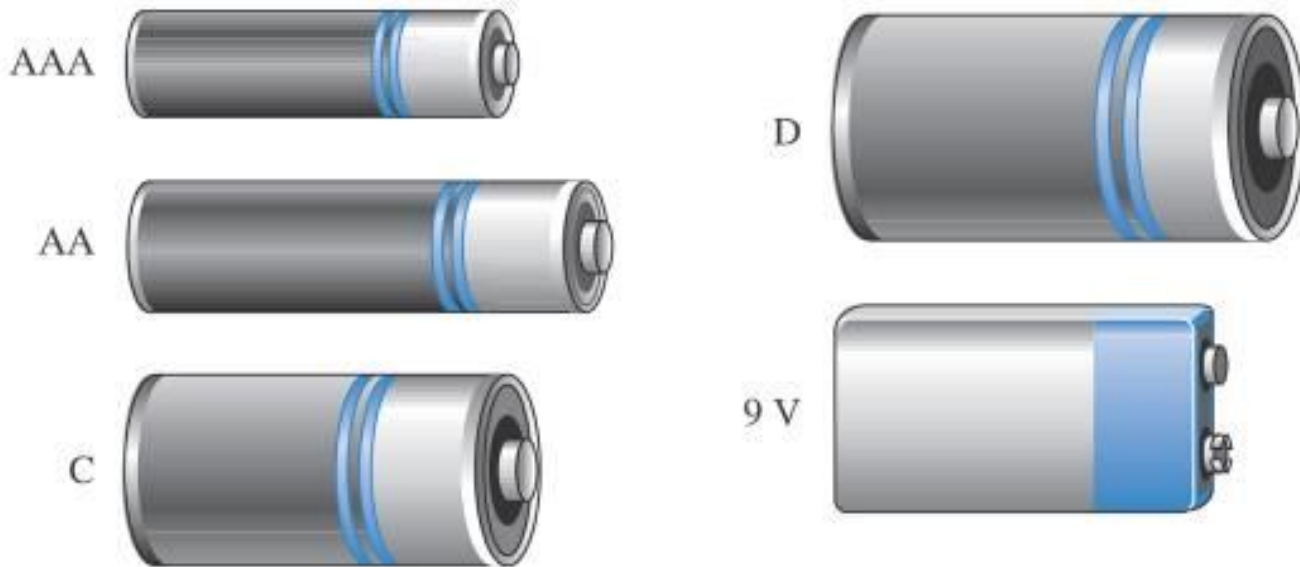
Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 34-35

Συσσωρευτές (Μπαταρίες)

- Ο **συσσωρευτής** (battery) μετατρέπει τη χημική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια.
- Ένας συσσωρευτής αποτελείται από ένα ή περισσότερα ηλεκτροχημικά στοιχεία.
- Κάθε στοιχείο περιλαμβάνει:
 - ένα **θετικό ηλεκτρόδιο** (positive electrode),
 - ένα **αρνητικό ηλεκτρόδιο** (negative electrode),
 - τον **ηλεκτρολύτη** (electrolyte) και
 - ένα **πορώδες διαχωριστικό** (porous separator).



Κοινοί τύποι συσσωρευτών



Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 73-83

Είδη συσσωρευτών

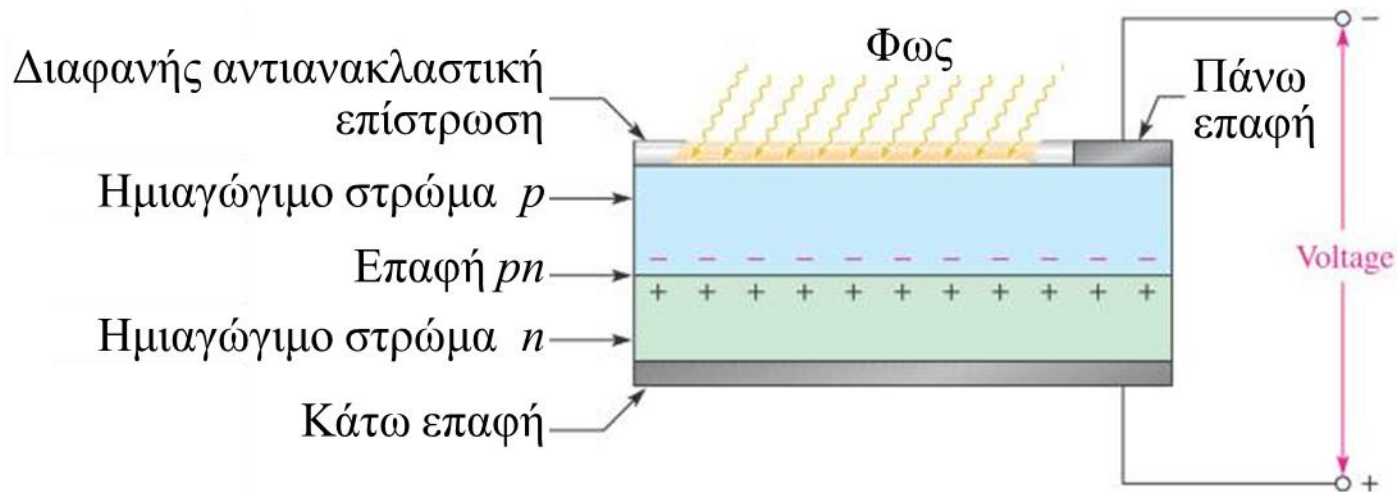
Ανάλογα με τη **χημική τους σύνθεση**, οι συσσωρευτές ταξινομούνται σε:

- **Αλκαλικοί-MnO₂** (Alkaline- MnO₂)
- **Λιθίου-MnO₂** (Lithium-MnO₂)
- **Ψευδαργύρου** (Zinc air)
- **Οξειδίου του αργύρου** (Silver oxide)
- **Νικελίου-Μετάλλου** (Nickel-metal hydride)
- **Μολύβδου-οξέως** (Lead-acid)

Ηλιακά Κύτταρα (Solar Cells)

Η λειτουργία των **ηλιακών κυττάρων** βασίζεται στο **φωτοβολταϊκό φαινόμενο** (photovoltaic effect - PV), τη διαδικασία, δηλαδή, της μετατροπής του φωτός απ' ευθείας σε ηλεκτρική ενέργεια.

ΕΙΚΟΝΑ 2-9 Η βασική δομή ενός **ηλιακού κυττάρου**.

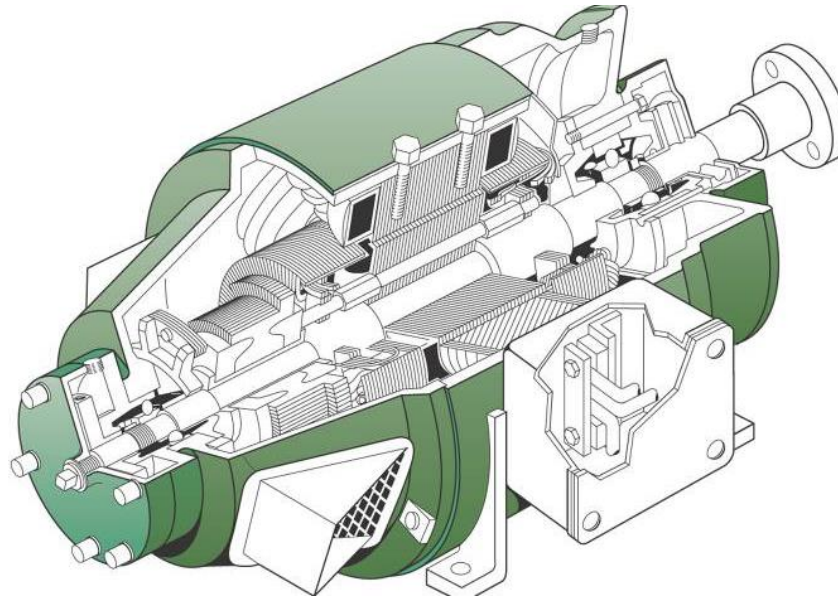


Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 34-35

Ηλεκτρικές Γεννήτριες (Generators)

Οι **Ηλεκτρικές Γεννήτριες** μετατρέπουν τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιώντας μια αρχή που ονομάζεται **ηλεκτρομαγνητική επαγωγή**

ΕΙΚΟΝΑ 2-10 Τομή μιας dc **ηλεκτρικής γεννήτριας**.

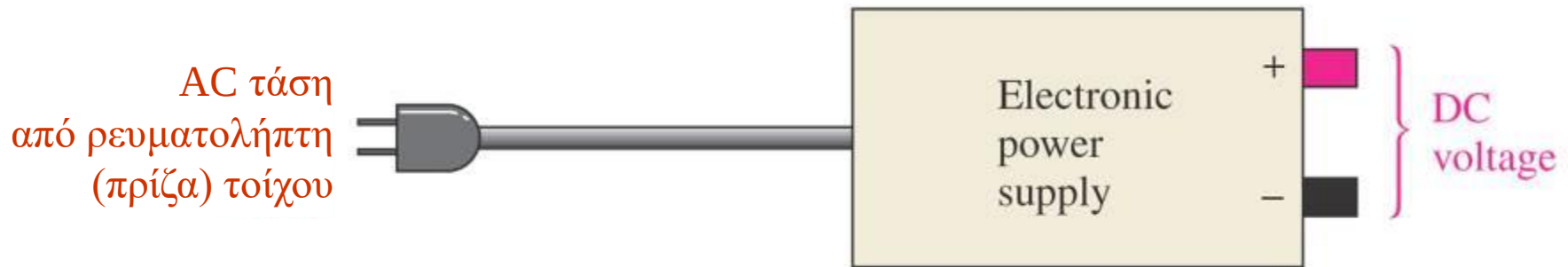


Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 34-35

Ηλεκτρονικά Τροφοδοτικά (Electronic Power Supplies)

Τα **Ηλεκτρονικά Τροφοδοτικά** δεν παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από κάποια άλλης μορφής ενέργεια.

Τα ηλεκτρονικά τροφοδοτικά απλώς μετατρέπουν την ac τάση του δικτύου σε μια σταθερή (dc) τάση για χρήση από τις συσκευές μας.



EIKONA 2-12 Ηλεκτρονικά τροφοδοτικά. (Copyright © Tektronix, Inc.)



ΒΑΣΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Τάση

3. Βρείτε την τάση σε κάθε μια από τις παρακάτω περιπτώσεις:
(α) 10 J/C (β) 5 J/2 C (γ) 100 J/25 C
4. Πεντακόσια joules ενέργειας χρησιμοποιούνται για να κινήσουν 100 C φορτίου μέσα από έναν αντιστάτη. Ποια είναι η τάση στα άκρα του αντιστάτη;
5. Ποια είναι η τάση ενός συσσωρευτή που χρησιμοποιεί 800 J ενέργειας για να κινήσει 40 C φορτίου μέσα από έναν αντιστάτη;
6. Πόση ενέργεια κάνει ένας συσσωρευτής 12 V στο αυτοκίνητό σας για να κινήσει φορτίο 2.5 C μέσα από το ηλεκτρικό κύκλωμα;

Ρεύμα

(Current)

- Ηλεκτρικό **ρεύμα** (I) είναι η διατεταγμένη κίνηση των ελευθέρων ηλεκτρονίων από το αρνητικό άκρο ενός υλικού προς το θετικό.
- Εξ' ορισμού :
ηλεκτρικό ρεύμα είναι ο ρυθμός ροής του ηλεκτρικού φορτίου

$$I = \frac{Q}{t}$$

Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 26-30

Ampere: Η Μονάδα του Ρεύματος

- Ένα **ampere** (1 A) είναι το ποσό ρεύματος που υπάρχει σε έναν υλικό όταν μέσα από μία διατομή (cross-sectional area) του υλικού περνά, μέσα σε ένα δευτερόλεπτο (1 s), ένας αριθμός ηλεκτρονίων που έχει ολικό φορτίο ενός coulomb (1 C)

$$1 \text{ A} = \frac{1 \text{ C}}{1 \text{ s}}$$

- Υπενθυμίζεται ότι, ολικό φορτίο 1 C έχουν τα 6.25×10^{18} ηλεκτρόνια. Επομένως, ρεύμα 1 ampere σημαίνει ότι περνάνε 6.25×10^{18} ηλεκτρόνια ανά δευτερόλεπτο από μια διατομή του αγωγού.

Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 26-30

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2-3 Δέκα coulombs ροής φορτίου περνάνε από ένα δεδομένο σημείο σε ένα σύρμα σε 2 s. Πόσο είναι το ρεύμα σε amperes?

Λύση

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{10 \text{ C}}{2 \text{ s}} = \mathbf{5 \text{ A}}$$

ΒΑΣΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Ρεύμα

7. Προσδιορίστε το ρεύμα σε κάθε μια από τις παρακάτω περιπτώσεις:
(α) 75 C σε 1 s (β) 10 C σε 0.5 s (γ) 5 C σε 2 s
8. Έξι δέκατα C περνούν από ένα σημείο σε 3 s. Ποιο είναι το ρεύμα σε amperes;
9. Πόσος χρόνος απαιτείται για να περάσει φορτίο 10 C από ένα σημείο ενός αγωγού, αν το ρεύμα είναι 5 A;
10. Πόσα coulombs περνούν από ένα σημείο σε 0.1 s όταν το ρεύμα είναι 1.5 A;

Αντίσταση

(Resistance)

- **Αντίσταση** (R) ονομάζεται η ιδιότητα ενός υλικού να αντιστέκεται στη ροή των ηλεκτρονίων.
- Σύμβολο 
- **Αντίσταση και Θερμότητα:**
 - Όταν υπάρχει **ρεύμα** μέσα από κάθε υλικό, που έχει **αντίσταση**, παράγεται **θερμότητα**
 - Η θερμότητα οφείλεται στις κρούσεις των ηλεκτρονίων του ρεύματος με τα άτομα.
 - Κάθε σύρμα μπορεί να θερμανθεί, ακόμα και να πυρωθεί, αν υπάρχει αρκετό ρεύμα μέσα του.

Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 36-38

Ohm: Η Μονάδα της Αντίστασης

- Εξ' ορισμού:

Ένα ohm (Ω) αντίστασης έχουμε αν σε ένα υλικό υπάρχει ένα ampere (1 A) ρεύματος όταν εφαρμόζεται ένα volt (1 V) τάση στα άκρα του.

Το σύμβολο του ohm είναι το Ελληνικό κεφαλαίο ωμέγα (Ω)

Αγωγιμότητα (Conductance)

- Η **Αγωγιμότητα** (G) είναι το αντίστροφο της αντίστασης:

$$G = \frac{1}{R}$$

- Η μονάδα της αγωγιμότητας είναι το **siemens** (S).

Παράδειγμα, η αγωγιμότητα μιας αντίστασης 22 kΩ είναι

$$G = 1/22 \text{ k}\Omega = 45.5 \text{ }\mu\text{S}.$$

Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 133-134

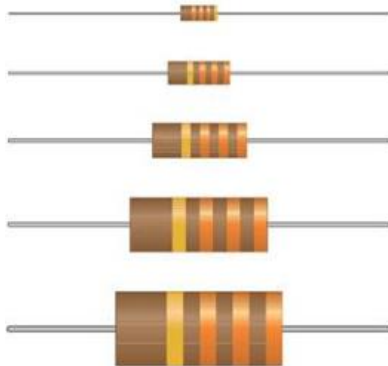
Αντιστάσεις ή Αντιστάτες (Resistors)

- Οι **Αντιστάτες** ή **Αντιστάσεις** (Resistors) είναι εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται για να
 - περιορίζουν το ρεύμα ή
 - να διαιρούν την τάση ή και σε κάποιες περιπτώσεις,
 - για να παράγουν θερμότητα

Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 88-90

Σταθεροί Αντιστάτες (Fixed Resistors)

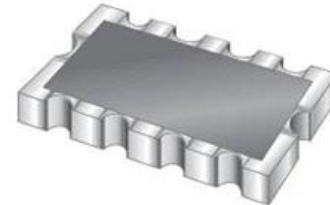
- Έχουν σταθερή τιμή αντίστασης, καθορισμένη από τον κατασκευαστή



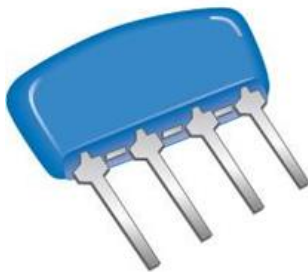
(a) Carbon-composition



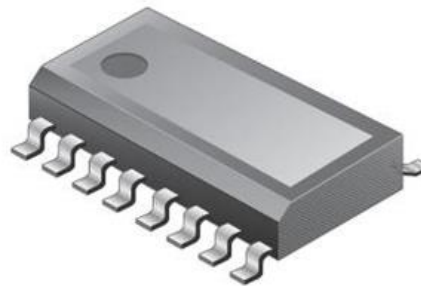
(b) Metal film chip resistor
(surface mount)



(c) Chip resistor array (surface mount)



(d) Resistor network (sim)



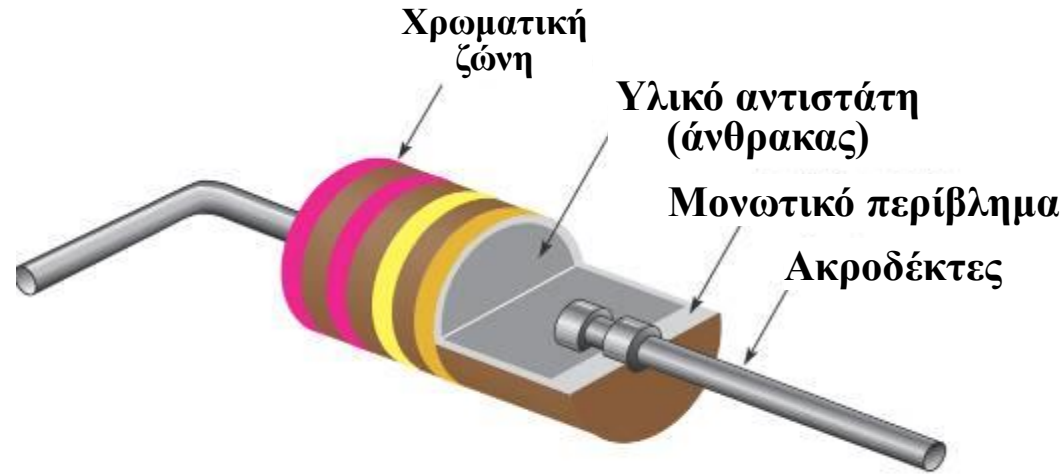
(e) Resistor network (surface mount)



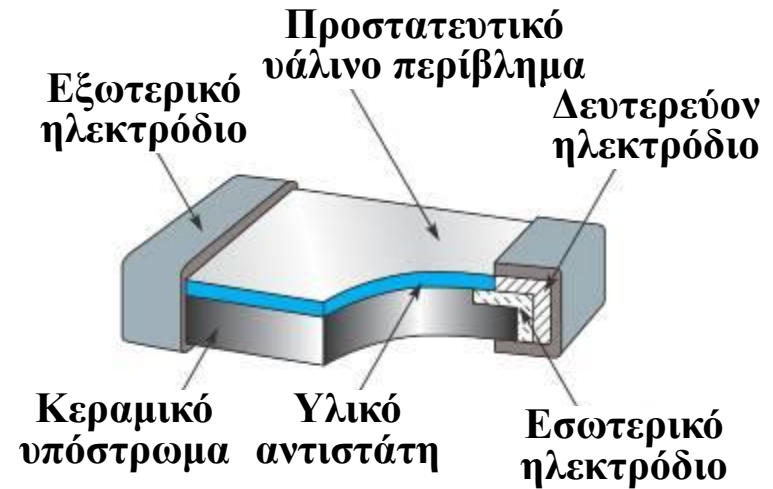
(f) Radial-lead for PC board insertion

Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 92-96

ΕΙΚΟΝΑ 2-18 Δύο τύποι σταθερών αντιστάσεων



(α) Τομή ενός αντιστάτη **άνθρακα**

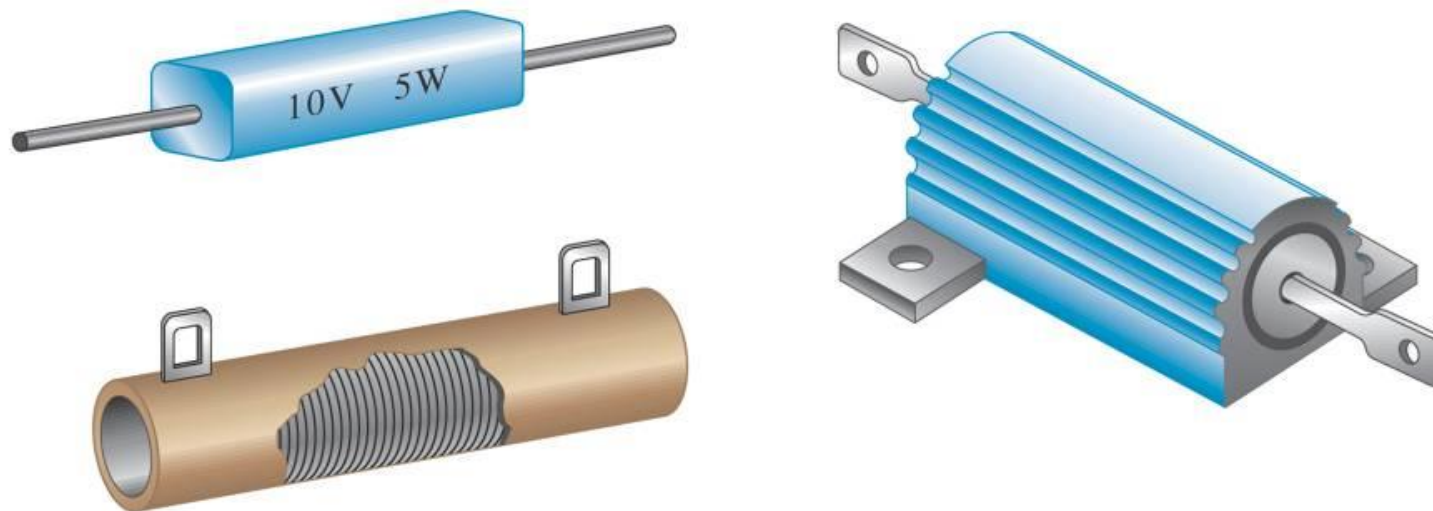


(β) Τομή ενός λεπτού αντιστάτη **τσιπ** τεχνολογίας SMT*

*SMT - Surface Mount Technology = Τεχνολογία Επιφανειακής Στήριξης, εξαρτήματα κατάλληλα για κατασκευή τυπωμένων πλακετών (κυκλωμάτων)

Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 92-96

ΕΙΚΟΝΑ 2-20 Τυπικοί **συρμάτινοι αντιστάτες ισχύος** (wirewound power resistors).



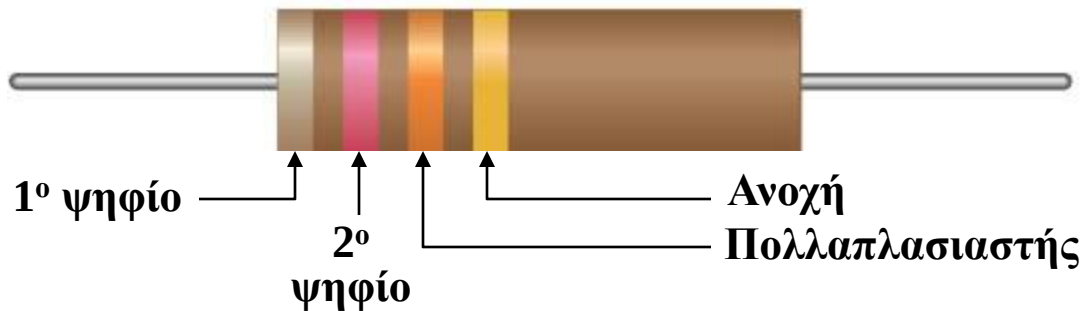
Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 92-96

Χρωματικός Κώδικας Αντιστατών

(Resistors Color Code)

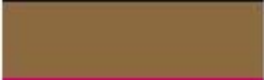
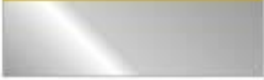
- Μερικοί τύποι σταθερών αντιστατών με ανοχή 5% ή 10% χρησιμοποιούν **χρωματικό κώδικα τεσσάρων ταινιών**, όπως στην Εικ. 2-21, που δηλώνουν την **τιμή της αντίστασης** και την **ανοχή** (tolerance).
- Ξεκινάτε με την ταινία που είναι πλησιέστερα στο ένα άκρο του αντιστάτη.

ΕΙΚΟΝΑ 2-21



- 1^η ταινία είναι το **1ο ψηφίο** (1st digit) της τιμής της αντίστασης
- 2^η ταινία είναι το **2ο ψηφίο** (2nd digit) της τιμής της αντίστασης
- 3^η ταινία είναι ο **πολλαπλασιαστής** (multiplier). Είναι ο αριθμός των μηδενικών που ακολουθούν το 2ο ψηφίο
- 4^η ταινία δηλώνει την **ανοχή** (tolerance)

ΠΙΝΑΚΑΣ 2–1: Χρωματικός Κώδικας Αντιστατών 4-ταινιών

	Digit	Color
Τιμή αντίστασης, πρώτες τρεις ταινίες: Πρώτη ταινία — 1^ο ψηφίο Δεύτερη ταινία — 2^ο ψηφίο *Τρίτη ταινία — πολλαπλασιαστής (αριθμός μηδενικών μετά το 2^ο ψηφίο)	0	 Μαύρο
	1	 Καφέ
	2	 Κόκκινο
	3	 Πορτοκαλί
	4	 Κίτρινο
	5	 Πράσινο
	6	 Μπλε
	7	 Βιολετί (Ιώδες)
	8	 Γκρι
	9	 Λευκό
Τέταρτη ταινία — ανοχή	± 5%	 Χρυσό
	± 10%	 Ασημί
	± 20%	Χωρίς ταινία

***Για τιμές αντίστασης μικρότερες των 10 Ω, η τρίτη ταινία είναι είτε χρυσή είτε ασημί. Χρυσή είναι για έναν πολλαπλασιαστή των 0.1 και ασημί για πολλαπλασιαστή των 0.01.**

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2-4 Βρείτε τις τιμές των αντιστάσεων σε ohms και την % ανοχή για κάθε μια από τις παρακάτω αντιστάσεις.



(α)



(β)



(γ)

Λύση: (α) 1^η ζώνη κόκκινη = 2,
2^η ζώνη βιολετί = 7,
3^η ζώνη πορτοκαλί = 3 μηδενικά,
4^η ζώνη ασημί = $\pm 10\%$ ανοχή,

$$\Rightarrow R = 27\ 000\ \Omega \pm 10\%$$

(β) 1^η ζώνη καφέ = 1,
2^η ζώνη μαύρη = 0,
3^η ζώνη καφέ = 1 μηδενικό,
4^η ζώνη ασημί = $\pm 10\%$ ανοχή,

$$\Rightarrow R = 10\ 0\ \Omega \pm 10\%$$

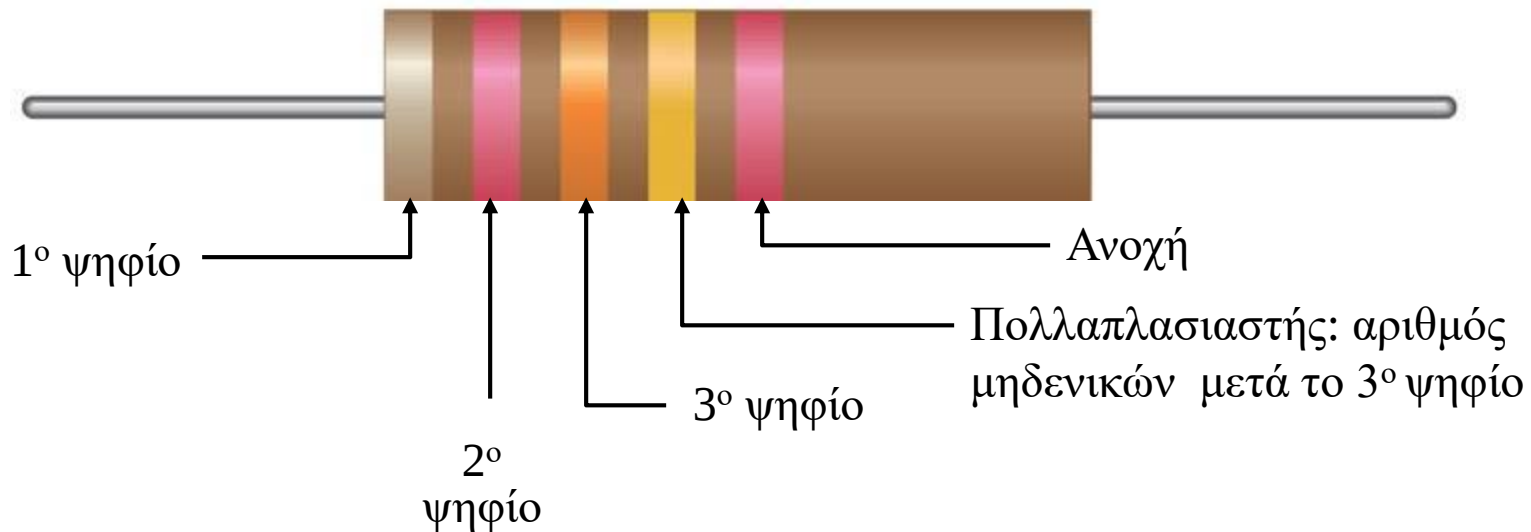
(γ) 1^η ζώνη πράσινη = 5,
2^η ζώνη μπλε = 6,
3^η ζώνη πράσινη = 5 μηδενικά,
4^η ζώνη χρυσαφί = $\pm 5\%$ ανοχή,

$$\Rightarrow R = 5\ 600\ 000\ \Omega \pm 5\%$$

Χρωματικός Κώδικας Πέντε Ταινιών

- Για μερικούς **αντιστάτες ακριβείας** (precision resistors) με ανοχή 2%, 1%, 0.5%, 0.25% ή 0.1% χρησιμοποιούμε γενικά **χρωματικό κώδικα με πέντε ταινίες**.
- Ξεκινάτε πάλι με την ταινία την πλησιέστερη στο ένα άκρο του αντιστάτη.

ΕΙΚΟΝΑ 2-22



Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 92-96

Επιγραφές Αντιστατών

(Resistor Labeling)

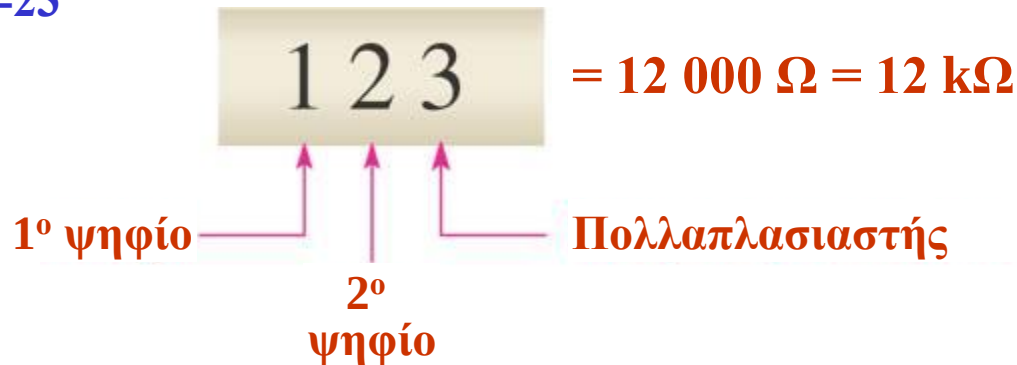
- Η τιμή και η ανοχή πολλών αντιστατών δηλώνεται με **τυπωμένη επιγραφή** πάνω τους αντί για χρωματικές ταινίες.
- Οι επιγραφές αυτές μπορεί να είναι είτε
 - **αριθμητικές** (numeric), αποτελούμενες όλο από αριθμούς, ή
 - **αλφαριθμητικές** (alphanumeric), αποτελούμενες από συνδυασμό αριθμών και γραμμάτων.

Αριθμητικές Επιγραφές Αντιστατών

(Numeric Labeling)

- Οι **αριθμητικές επιγραφές** χρησιμοποιούν τρία ψηφία για να δηλώσουν την τιμή της αντίστασης, όπως στο παράδειγμα της Εικ. 2-23.

ΕΙΚΟΝΑ 2-23



- 1^ο** και **2^ο ψηφίο** αντιστοιχούν στα δύο πρώτα ψηφία της τιμής της αντίστασης
- 3^ο ψηφίο** αντιστοιχεί στον πολλαπλασιαστή (αριθμός μηδενικών που ακολουθούν τα δύο πρώτα ψηφία).
- Οι αριθμητικές επιγραφές περιορίζονται σε τιμές των 10 Ω ή μεγαλύτερες. 35

Αλφαριθμητικές Επιγραφές Αντιστατών

(Alphanumeric Labeling)

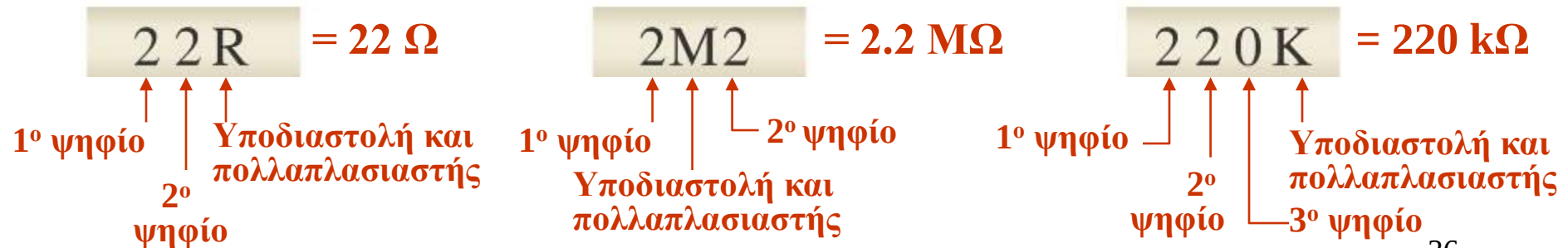
- Οι **αλφαριθμητικές επιγραφές** χρησιμοποιούν τρεις ή τέσσερις χαρακτήρες εκ των οποίων ο ένας χαρακτήρας είναι ένα από τα γράμματα **R**, **K**, ή **M** και οι άλλοι δύο ή τρεις χαρακτήρες είναι αριθμοί.
- Το γράμμα χρησιμοποιείται για να δηλώσει τον πολλαπλασιαστή και η θέση του δηλώνει τη θέση της υποδιαστολής.

Το γράμμα **R** δηλώνει πολλαπλασιαστή 1 (κανένα μηδενικό μετά τα ψηφία)

Το γράμμα **K** δηλώνει πολλαπλασιαστή 1000 (3 μηδενικά μετά τα ψηφία)

Το γράμμα **M** δηλώνει πολλαπλασιαστή 1 000 000 (6 μηδενικά μετά τα ψηφία)

EIKONA 2-24 Παραδείγματα αλφαριθμητικών επιγραφών



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2-6 Ερμηνεύστε τις παρακάτω αλφαριθμητικές επιγραφές αντιστατών:

(α) 470 (β) 5R6 (γ) 68K (δ) 10M (ε) 3M3

Λύση:

(α) $470 = 470 \, \Omega$

(β) $5R6 = 5.6 \, \Omega$

(γ) $68K = 68 \, k\Omega$

(δ) $10M = 10 \, M\Omega$

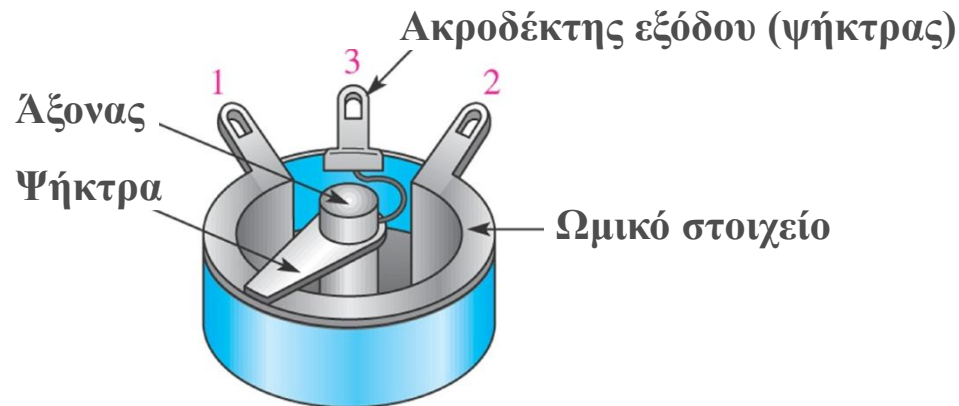
(ε) $3M3 = 3.3 \, M\Omega$

Μεταβλητοί Αντιστάτες

(Variable Resistors)

- Οι **μεταβλητοί αντιστάτες** είναι σχεδιασμένοι έτσι ώστε η τιμή της αντίστασής τους να μπορεί να μεταβάλλεται χειροκίνητα ή αυτόματα.

ΕΙΚΟΝΑ 2-25 Βασική δομή μεταβλητού αντιστάτη

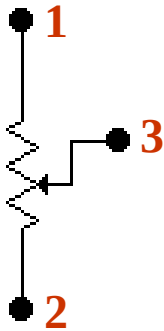


Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 88-90

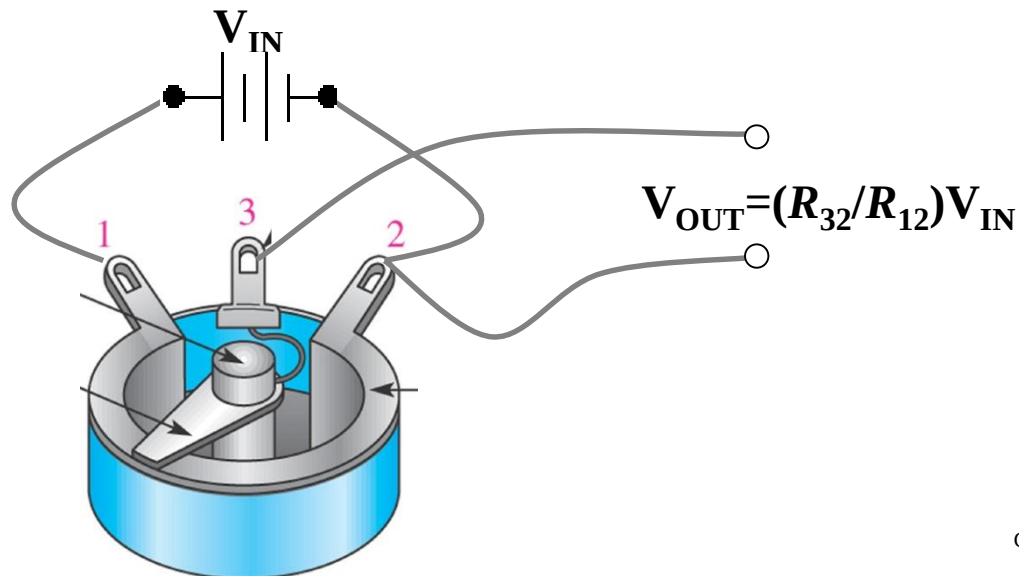
Ποτενσιόμετρο (Potentiometer)

- Ένα **ποτενσιόμετρο** είναι ένας μεταβλητός αντιστάτης που χρησιμοποιείται για να διαιρεί (ρυθμίζει) την τάση

- Σύμβολο



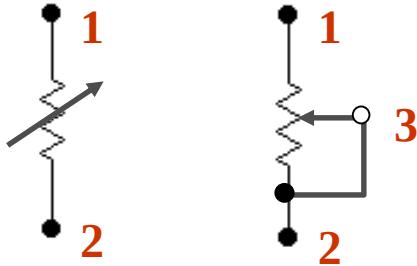
- Συνδεσμολογία



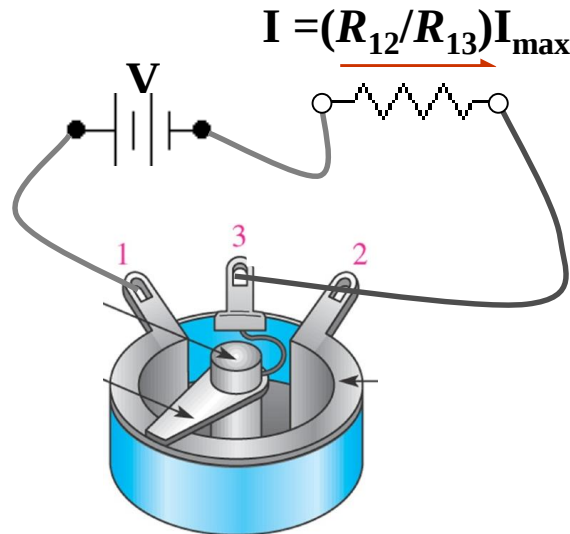
Ροοστάτης (Rheostat)

- Ένας **ροοστάτης** (rheostat) είναι ένας μεταβλητός αντιστάτης που χρησιμοποιείται για να ρυθμίζει το ρεύμα

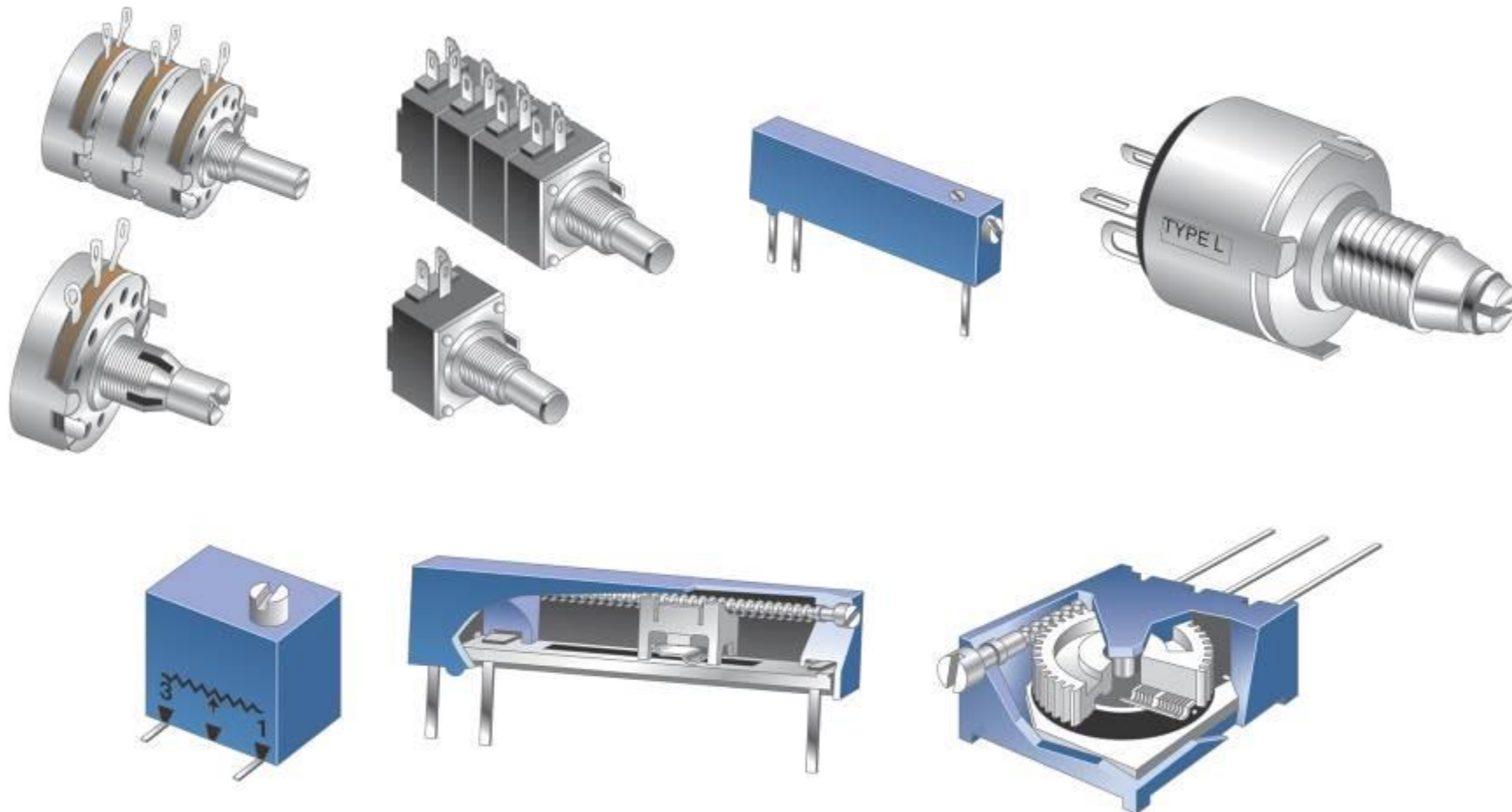
- Σύμβολο



- Συνδεσμολογία



ΕΙΚΟΝΑ 2-28 Συνηθισμένα ποτενσιόμετρα και δύο απόψεις της δομής τους.

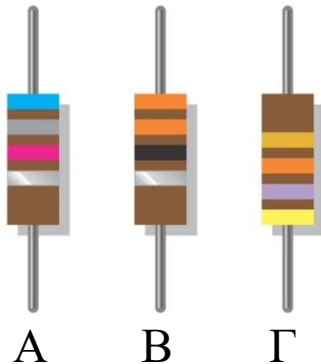


Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 88-90

ΒΑΣΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Αντίσταση

11. Προσδιορίστε την τιμή και την ανοχή κάθε μιας από τις παρακάτω αντιστάσεις.



Απάντηση

A: $6800 \Omega \pm 10 \%$

B: $33 \Omega \pm 10\%$

Γ: $47\,000 \Omega \pm 5\%$

12. Βρείτε την ελάχιστη και τη μέγιστη αντίσταση εντός των ορίων ανοχής κάθε ενός από τους αντιστάτες στην εικόνα του Προβλήματος 11.

Απάντηση

A: $10\% \times 6800 \Omega = 680 \Omega$. Επομένως, $R_{\min} = 6800 \Omega - 680 \Omega = \mathbf{6120 \Omega}$ και $R_{\max} = 6800 \Omega + 680 \Omega = \mathbf{7480 \Omega}$.

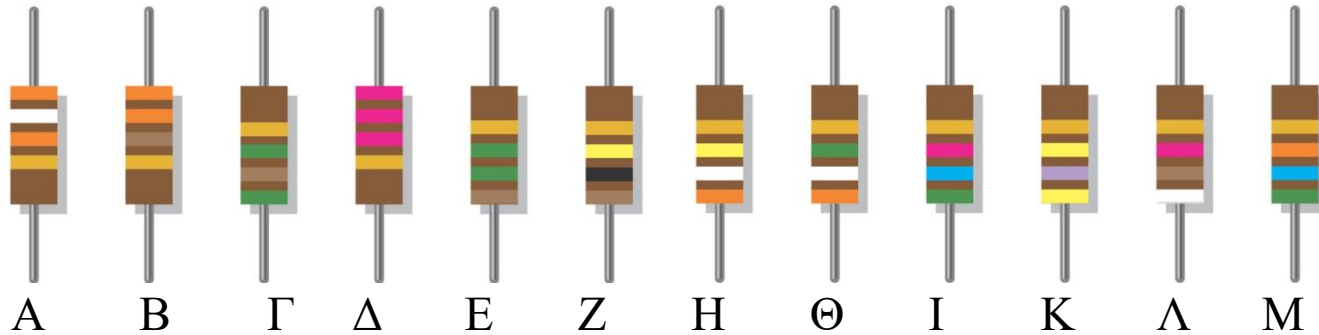
B: $10\% \times 33 \Omega = 3.3 \Omega$. Επομένως, $R_{\min} = 33 \Omega - 3.3 \Omega = \mathbf{29.7 \Omega}$ και $R_{\max} = 33 \Omega + 3.3 \Omega = \mathbf{36.3 \Omega}$.

Γ: $5\% \times 47\,000 \Omega = 2350 \Omega$. Επομένως, $R_{\min} = 47\,000 \Omega - 2350 \Omega = \mathbf{44\,650 \Omega}$ και $R_{\max} = 47\,000 \Omega + 2350 \Omega = \mathbf{49\,350 \Omega}$.

ΒΑΣΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Αντίσταση

13. (α) Αν χρειάζεστε έναν αντιστάτη $270\ \Omega$, τι χρωματική ζώνη θα πρέπει να αναζητήσετε;
(β) Από τη συλλογή αντιστατών του παρακάτω σχήματος, επιλέξτε τις παρακάτω τιμές:
 $330\ \Omega$, $2.2\ \text{k}\Omega$, $39\ \text{k}\Omega$, $56\ \text{k}\Omega$ και $100\ \text{k}\Omega$.



Λύση (α) Κόκκινο, ιώδες, καφέ.

(β) B: $330\ \Omega$
Δ: $2.2\ \text{k}\Omega$
A: $39\ \text{k}\Omega$
E: $56\ \text{k}\Omega$
Z: $100\ \text{k}\Omega$

ΒΑΣΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Αντίσταση

15. Προσδιορίστε την τιμή της αντίστασης που δηλώνεται από τις αριθμητικές επιγραφές
(α) 220, (β) 472 και (γ) 823
και τις αλφαριθμητικές επιγραφές
(δ) 3K3, (ε) 560 και (ζ) 10M

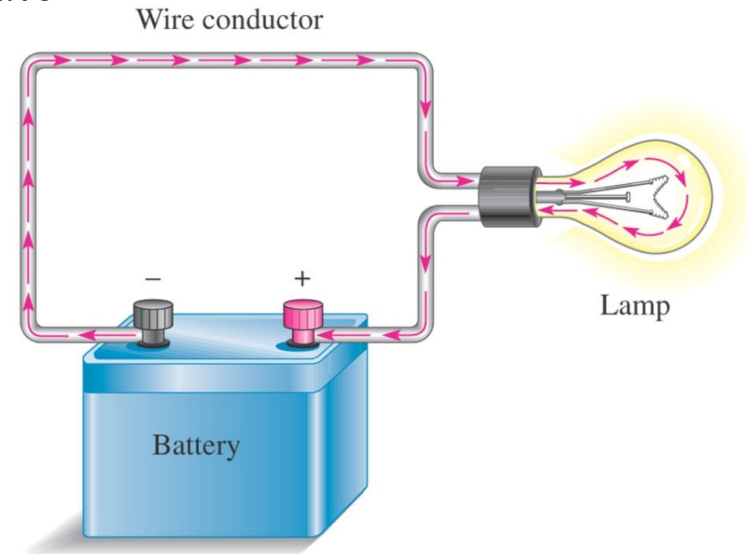
Λύση (α) 22 Ω
(β) 4.7 kΩ
(γ) 82 kΩ
(δ) 3.3 kΩ
(ε) 56 Ω
(ζ) 10 MΩ

16. Η μεταβλητή επαφή ενός γραμμικού ποτενσιομέτρου τίθεται στο κέντρο της διαδρομής του. Αν η ολική αντίσταση είναι 1000 Ω, ποια είναι η αντίσταση μεταξύ κάθε μιας ακραίας επαφής και της μεταβλητής επαφής;

Το Ηλεκτρικό Κύκλωμα

(The Electric Circuit)

- Το βασικό ηλεκτρικό **κύκλωμα** αποτελείται από
 - μια πηγή τάσης (battery),
 - ένα φορτίο (lamp) και
 - συρμάτινους αγωγούς (wire conductors)

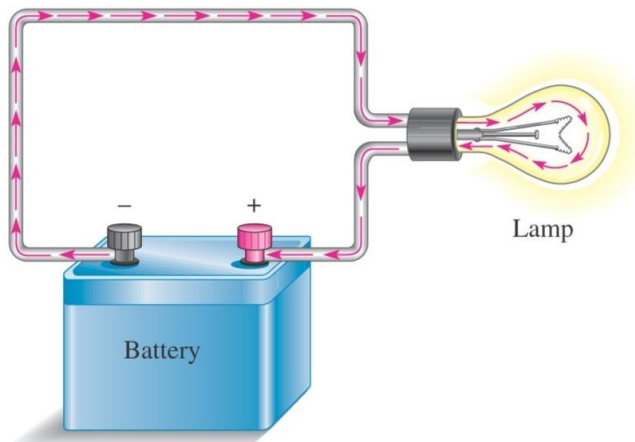


- Το **φορτίο (load)** είναι **καταναλωτής**, είναι κάθε συσκευή πάνω στην οποία γίνεται έργο* που παράγει η πηγή τάσης.

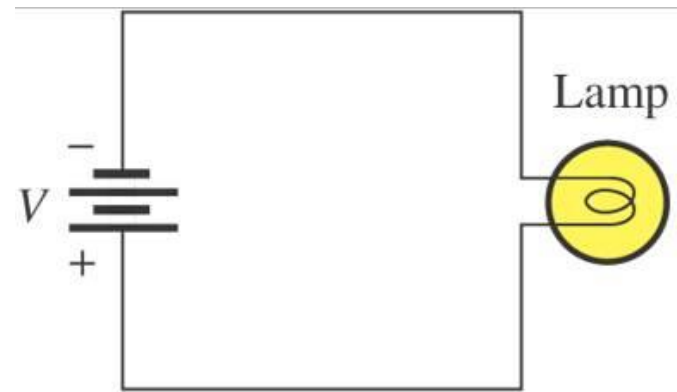
*Έργο: κίνηση, φως, θερμότητα ή συνδυασμός τους

Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 51-54

Σχηματικό Διάγραμμα Ηλεκτρικού Κυκλώματος (Electric Circuit Schematic)



Ηλεκτρικό κύκλωμα



Σχηματικό διάγραμμα

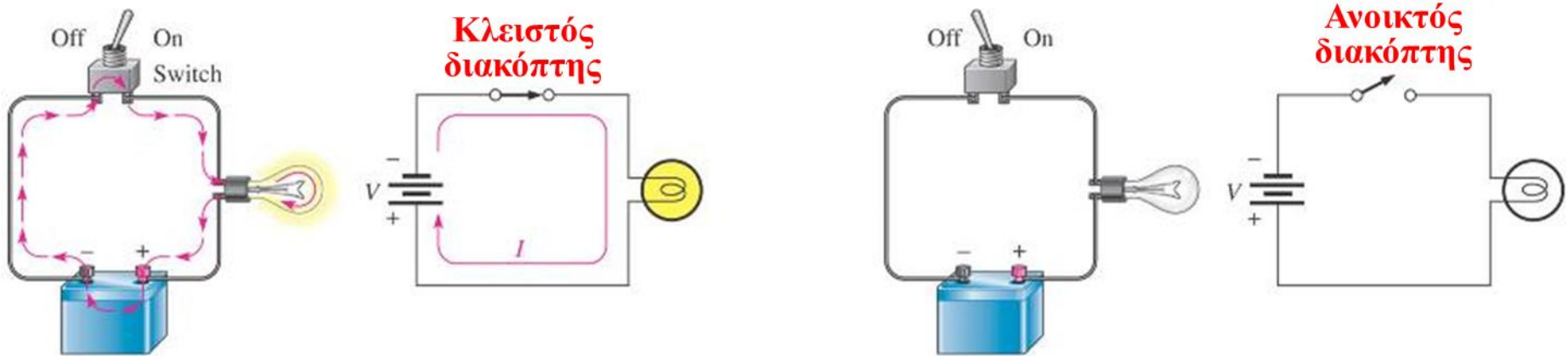
Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 51-54

Κλειστά και Ανοικτά Κυκλώματα

(Closed and Open Circuits)

- **Κλειστό κύκλωμα** λέγεται εκείνο στο οποίο το ρεύμα έχει μια πλήρη διαδρομή.
- **Ανοικτό κύκλωμα** είναι ένα κύκλωμα στο οποίο η διαδρομή του ρεύματος διακόπτεται έτσι ώστε δεν υπάρχει ρεύμα.

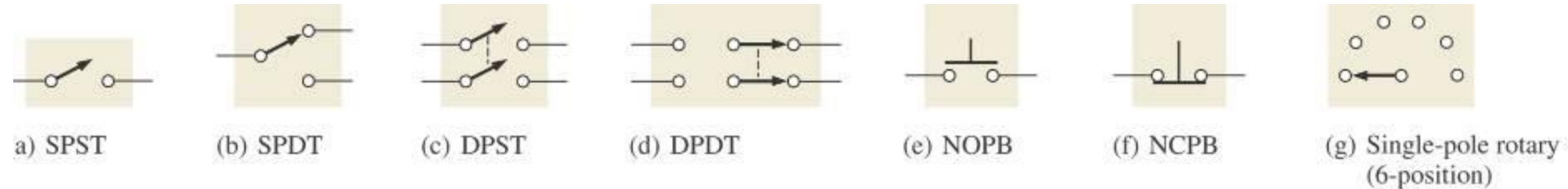
ΕΙΚΟΝΑ 2-33 Παράδειγμα κλειστού και ανοικτού κυκλώματος.



Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 51-54

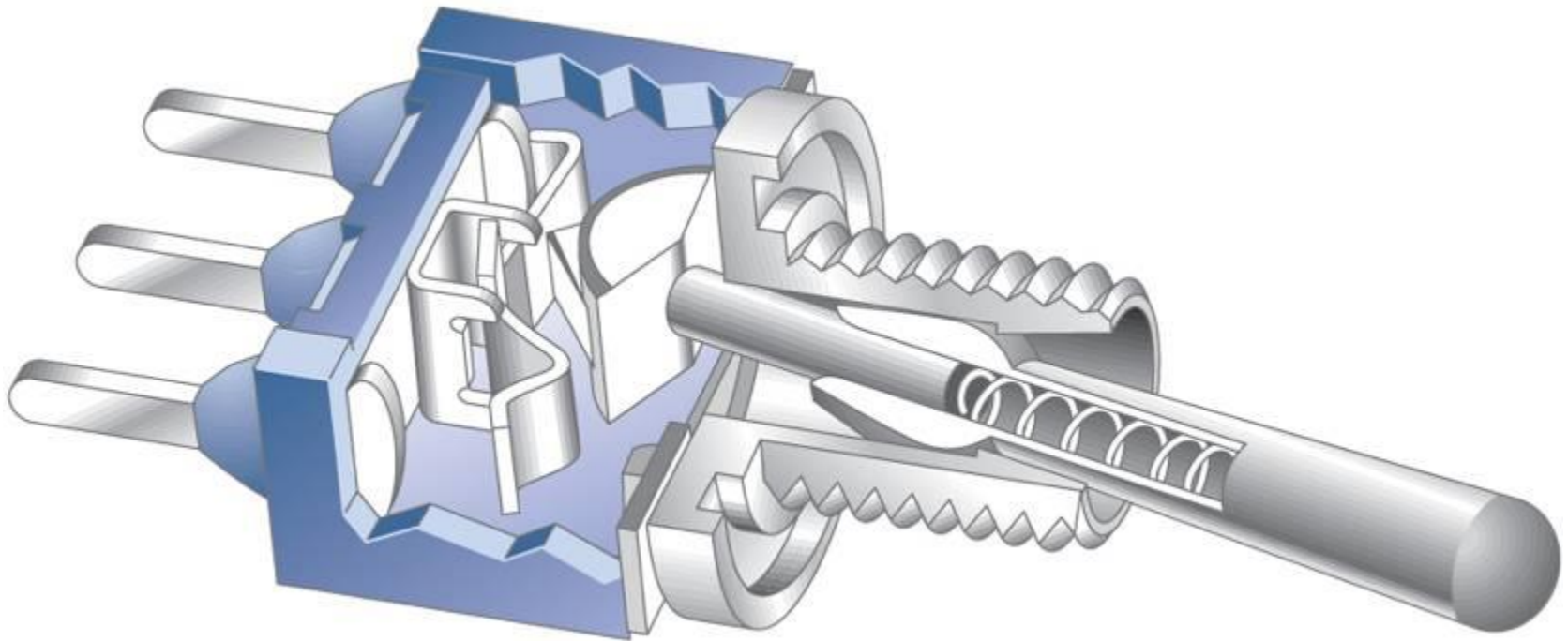
Τύποι και Σύμβολα Διακοπών

ΕΙΚΟΝΑ 2-34 Σύμβολα διακοπών.



- **Απλού πόλου-διπλής επαφής (single-pole-double-throw, SPDT).** Ο SPDT διακόπτης επιτρέπει τον έλεγχο του ρεύματος σε δύο διαφορετικά κυκλώματα [Εικ. 2-34(b)].
- **Διπλού πόλου-απλής επαφής (double-pole-single-throw, DPST).** Ο DPST διακόπτης επιτρέπει ταυτόχρονο άνοιγμα ή κλείσιμο δύο ομάδων επαφών [Εικ. 2-34(c)].
- **Διπλού πόλου- διπλής επαφής (double-pole-double-throw, DPDT).** Ο DPST διακόπτης εξασφαλίζει επαφή μιας ομάδας επαφών με μια από δυο άλλες ομάδες επαφών [Εικ. 2-34(d)].
- **Μπουτόν (push button, PB).** Στον **κανονικά ανοικτό** διακόπτη μπουτόν (Normally Open Push Button – **NOPB**) [Εικ. 2-34(e)], η σύνδεση μεταξύ δύο επαφών γίνεται όταν το μπουτόν είναι πιεσμένο. Στον **κανονικά κλειστό** διακόπτη μπουτόν (Normally Closed Push Button, **NCPB**) [Εικ. 2-34(f)], η σύνδεση μεταξύ των δύο επαφών διακόπτεται όταν το μπουτόν είναι πιεσμένο.
- **Περιστροφικός διακόπτης (rotary).** Στον περιστροφικό διακόπτη, ένα κουμπί περιστρέφεται για να δημιουργήσει μια σύνδεση μεταξύ μιας κεντρικής επαφής και μιας από μερικές άλλες περιφερειακές επαφές [Εικ. 2-34(g)].

ΕΙΚΟΝΑ 2-37 Άποψη της δομής ενός συνηθισμένου διακόπτη με ελατήριο (toggle switch).



Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 96-98

Σύρματα

(Wires)

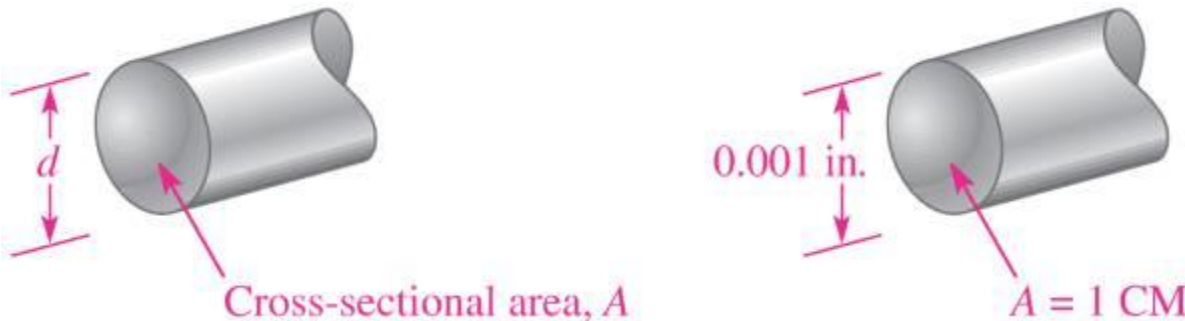
- Τα **σύρματα** είναι τα πιο συνηθισμένα αγωγικά υλικά που χρησιμοποιούνται στις ηλεκτρικές εφαρμογές.
- Τα σύρματα ποικίλουν σε **διάμετρο** (diameter). Οι διάμετροι των συρμάτων μετρώνται και κατατάσσονται σύμφωνα με το στάνταρ σύστημα **AWG** (American Wire Gauge) που δίνεται στον Πίνακα 2-4.
- ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Όσο μεγαλύτερος είναι ο **αριθμός gauge** (γκέϊτζ) ενός σύρματος στο σύστημα AWG, τόσο μικρότερη είναι η διάμετρός του.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2-4 AWG διαστάσεις και αντιστάσεις για τον χαλκό

ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ			ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ		
AWG #	ΕΜΒΑΔΟΝ (CM)	(Ω/1000ft σε 20°C)	AWG #	ΕΜΒΑΔΟΝ (CM)	(Ω/1000ft σε 20°C)
0000	211 600	0.0490	19	1 288 .1	8. 051
000	167 810	0.0618	20	1 021 .5	10. 15
00	133 080	0.0780	21	810 .10	12. 80
0	105 530	0.0983	22	642 .40	16 .14
1	83 694	0.1240	23	509 .45	20 .36
2	66 373	0.1563	24	404 .01	25 .67
3	52 634	0.1970	25	320 .40	32 .37
4	41 742	0.2485	26	254 .10	40 .81
5	33 102	0.3133	27	201 .50	51 .47
6	26 250	0.3951	28	159 .79	64 .90
7	20 816	0.4982	29	126 .72	81 .83
8	16 509	0.6282	30	100 .50	103 .2
9	13 094	0.7921	31	79 .70	130 .1
10	10 381	0.9989	32	63 .21	164 .1
11	8 234 .0	1.260	33	50 .13	206 .9
12	6 529 .0	1.588	34	39 .75	260 .9
13	5 178 .4	2.003	35	31 .52	329 .0
14	4 106 .8	2.525	36	25 .00	414 .8
15	3 256 .7	3.184	37	19 .83	523 .1
16	2 582 .9	4.016	38	15 .72	659 .6
17	2 048 .2	5.064	39	12 .47	831 .8
18	1 624 .3	6.385	40	9 .89	1049 .0

Εμβαδόν Διατομής Σύρματος (Cross-Sectional Area)

- Το μέγεθος ενός σύρματος καθορίζεται επίσης σε σχέση με το **εμβαδόν της διατομής** του (cross-sectional area) [Εικ. 2-39].



ΕΙΚΟΝΑ 2-39

- Η μονάδα της διατομής είναι το **κυκλικό mil** (circular mil), συντομευμένα **CM**. Ένα κυκλικό mil (CM) είναι το εμβαδόν ενός σύρματος διαμέτρου 0.001 inch (βλ. Εικ. 2-39). Ένα mil = 0.001 inch.
- Μπορούμε να βρούμε το εμβαδόν διατομής σε CM εκφράζοντας τη διάμετρο σε χιλιοστά της ίντσας (mils) και τετραγωνίζοντάς τη:

$$A = d^2$$

όπου, A είναι το εμβαδόν διατομής σε CM και d η διάμετρος σε mils.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2-7 Ποιο είναι το εμβαδόν διατομής ενός σύρματος διαμέτρου 0.005 inch;

Λύση: $d = 0.005 \text{ in.} = 5 \text{ mils}$

$$A = d^2 = (5 \text{ mils})^2 = \mathbf{25 \text{ CM}}$$

Αντίσταση Σύρματος

(Wire Resistance)

- Ο μαθηματικός τύπος για την αντίσταση ενός σύρματος μήκους l και εμβαδού διατομής A είναι:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A}$$

ρ είναι η **ειδική αντίσταση** (resistivity), χαρακτηριστικό του υλικού

- Για κάθε υλικό, το ρ έχει σταθερή τιμή σε δεδομένη θερμοκρασία.
- Μονάδα ειδικής αντίστασης είναι το $1 \Omega \cdot \text{m}$ ή $1 \Omega \cdot \text{cm}$.
- Στις ΗΠΑ, που το μήκος είναι σε feet (ft) και το εμβαδόν διατομής σε CM, το ρ εκφράζεται σε $\Omega \cdot \text{CM/ft}$.

Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 37-38

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2-8 Βρείτε την αντίσταση ενός χάλκινου σύρματος μήκους 100 ft (1 ft = 30.48 cm), εμβαδού διατομής 810.1 CM. Η ειδική αντίσταση του χαλκού είναι 10.37 Ω·CM/ft στους 20°C.

Λύση:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A} = \frac{(10.37 \Omega \cdot \text{CM} / \text{ft}) \cdot (100 \text{ ft})}{810.1 \text{ CM}} = 1.280 \Omega$$

Γείωση

(Ground)

- Η **γείωση** είναι το σημείο αναφοράς (reference point) στα ηλεκτρικά κυκλώματα
- έχει **δυναμικό** (potential) **0 V** σε σχέση με οποιοδήποτε άλλο σημείο στο κύκλωμα

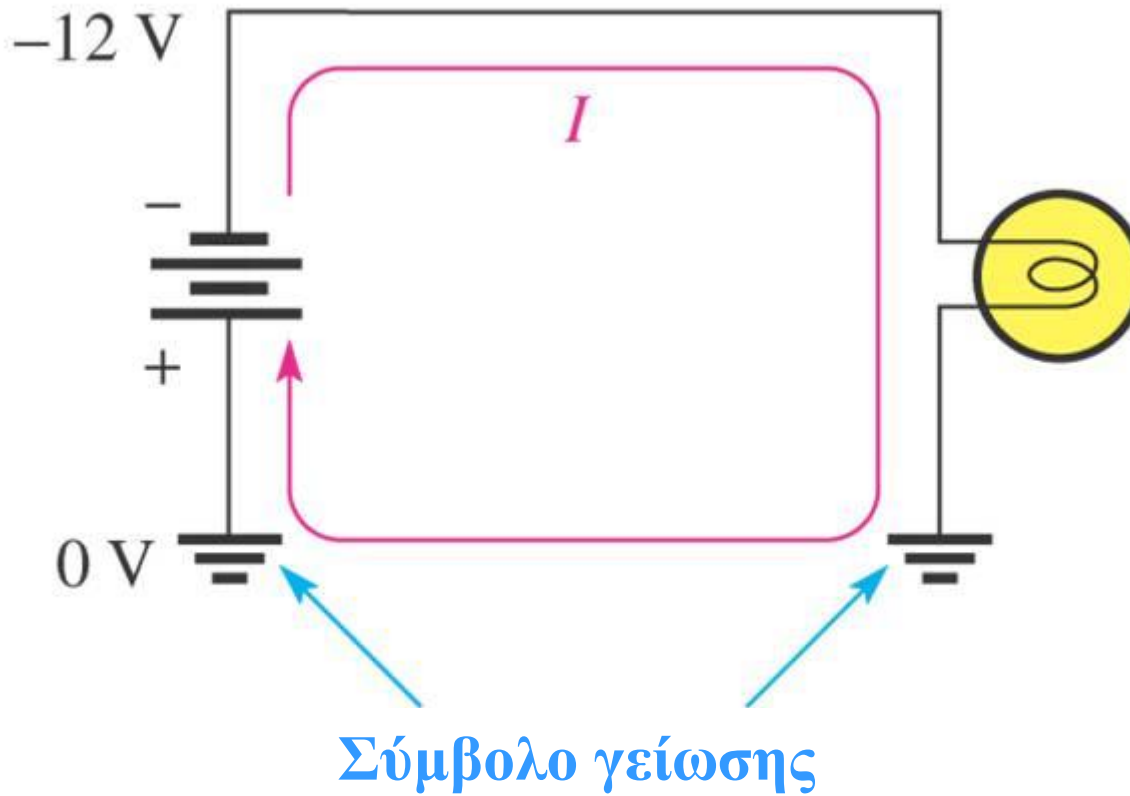
- Σύμβολα



- ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Ο όρος **γείωση** προέρχεται από τη μέθοδο που χρησιμοποιείται στην διανομή της ac ισχύος όπου το ένα άκρο της γραμμής μεταφοράς ουδετεροποιείται (δηλαδή, αποκτά δυναμικό 0) συνδέοντάς το σε μια μεταλλική ράβδο που είναι βυθισμένη στη γη (γη→γείωση).

Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 53

ΕΙΚΟΝΑ 2-41 Ένα απλό κύκλωμα με συνδέσεις γείωσης.



Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 53

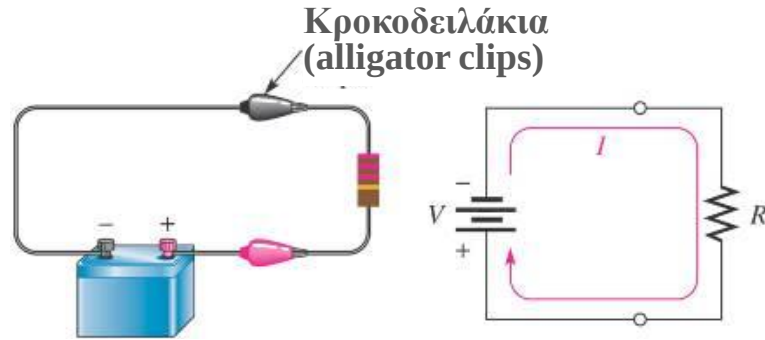
Βασικές Μετρήσεις Κυκλώματος

(Basic Circuit Measurements)

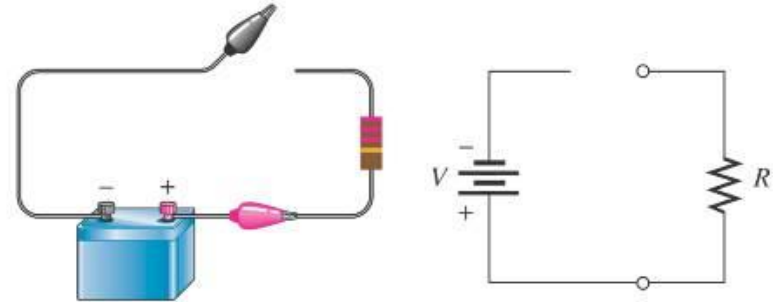
Μέγεθος	Όργανο
Τάση	βολτόμετρο (voltmeter)
Ένταση ρεύματος	αμπερόμετρο (ammeter)
Αντίσταση	ομόμετρο (ohmmeter)

- Και τα τρία όργανα συνδυάζονται σε ένα μόνο όργανο, γνωστό ως **πολύμετρο** (multimeter).

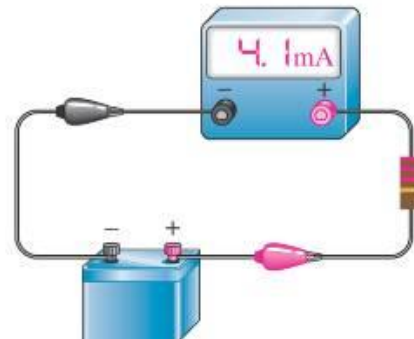
FIGURE 2-44 Παράδειγμα σύνδεσης ενός **αμπερομέτρου** (ammeter) για να μετρήσουμε ρεύμα σε ένα απλό κύκλωμα.



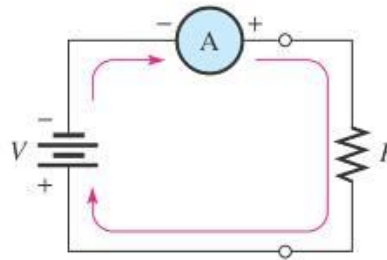
(α) Κύκλωμα στο οποίο είναι να μετρηθεί το ρεύμα



(β) Ανοίγουμε το κύκλωμα είτε μεταξύ του αντιστάτη και του θετικού πόλου της πηγής είτε μεταξύ του αντιστάτη και του αρνητικού πόλου της πηγής

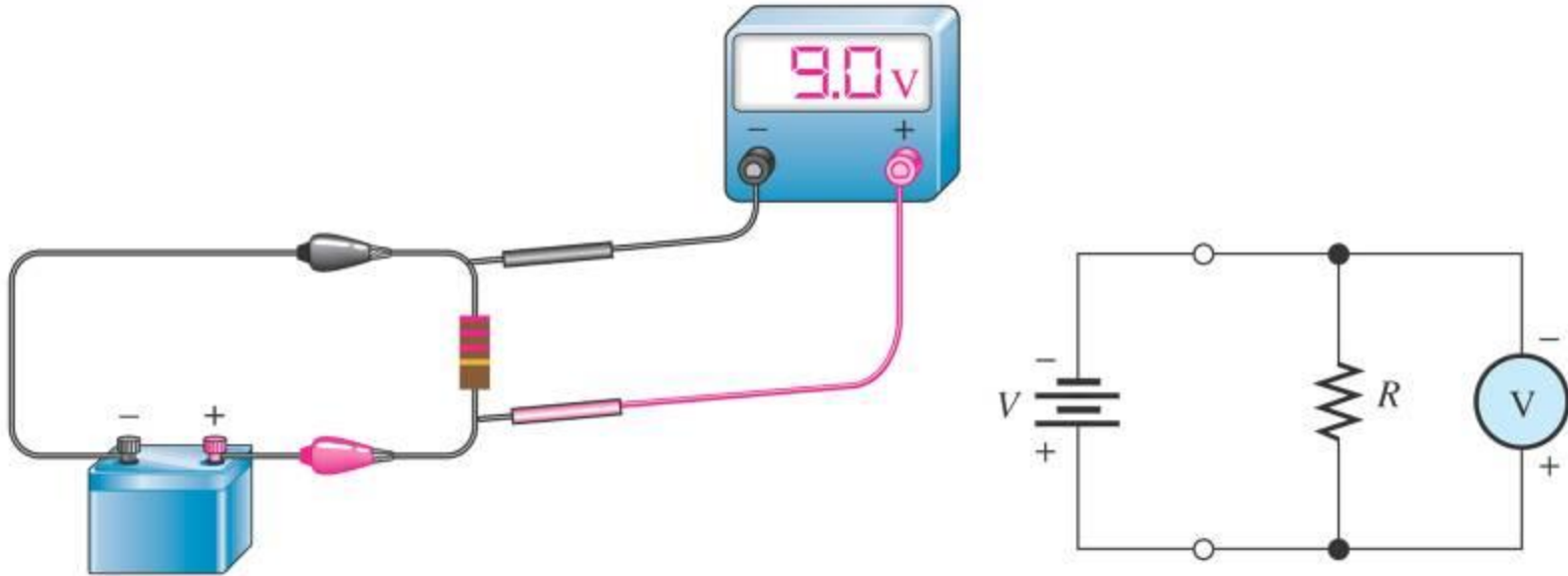


(γ) Τοποθετούμε το αμπερόμετρο στη διαδρομή του ρεύματος με την πολικότητα όπως φαίνεται (θετικό στο θετικό, αρνητικό στο αρνητικό). Αυτή η σύνδεση είναι **ΣΕ ΣΕΙΡΑ** σύνδεση.



Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 61-68

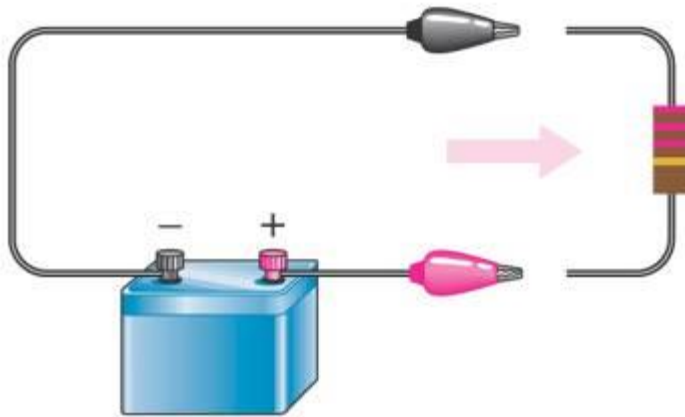
ΕΙΚΟΝΑ 2-45 Παράδειγμα σύνδεσης ενός **βολτομέτρου** (voltmeter) για να μετρήσουμε την τάση σ' ένα απλό κύκλωμα.



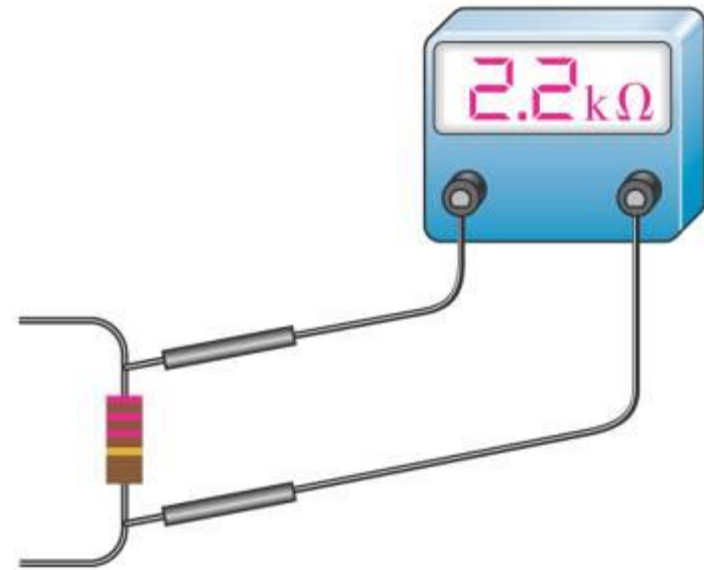
- Ο **αρνητικός** ακροδέκτης του βολτομέτρου πρέπει να συνδεθεί στην **αρνητική** πλευρά του κυκλώματος και ο **θετικός** ακροδέκτης του βολτομέτρου πρέπει να συνδεθεί στη **θετική** πλευρά του κυκλώματος.
- Αυτή η σύνδεση είναι μια **ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ** σύνδεση.

Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 61-68

ΕΙΚΟΝΑ 2-46 Παράδειγμα χρήσης ενός **ομόμετρου** (ohmmeter) για να μετρήσουμε αντίσταση.



(α) **ΑΠΟΣΥΝΔΕΟΥΜΕ ΤΗΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ** για να αποφύγουμε καταστροφή του οργάνου μέτρησης και/ή λανθασμένη μέτρηση.



(β) Μετράμε την αντίσταση.
(Η πολικότητα δεν έχει σημασία)

Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 61-68

Ψηφιακά Πολύμετρα

(Digital Multimeters, DMMs)

- Τα **DMM** είναι ο ευρύτερα χρησιμοποιούμενος τύπος ηλεκτρονικών οργάνων μέτρησης. Ένα συγκριτικός πίνακας μεταξύ DMM και αναλογικών οργάνων δίνεται παρακάτω.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2-5 Σύγκριση DMMs και αναλογικών οργάνων μέτρησης

DMM	Αναλογικά
- Προσφέρουν περισσότερες λειτουργίες - Μεγαλύτερη ακρίβεια - Ευκολότερη ανάγνωση - Μεγαλύτερη αξιοπιστία - Πολλά DMMs επιλέγουν αυτόματα την κλίμακα μέτρησης (autoranging)	Μπορούν να καταγράψουν μεταβολές πολύ μικρής διάρκειας ενός μετρούμενου μεγέθους στις οποίες τα DMMs είναι πολύ αργά για να ανταποκριθούν.

Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 61-68

EIKONA 2-47 Συνήθη ψηφιακά πολύμετρα (DMMs). (Photo: B&K Precision Corp.)



(α)



(β)

Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 61-68

Λειτουργίες των DMM

(DMM Functions)

Οι **βασικές λειτουργίες** ευρισκόμενες στα περισσότερα DMMs είναι:

- Ohms
- DC τάση και ρεύμα
- AC τάση και ρεύμα

Μερικά DMMs έχουν **επιπλέον λειτουργίες**, όπως:

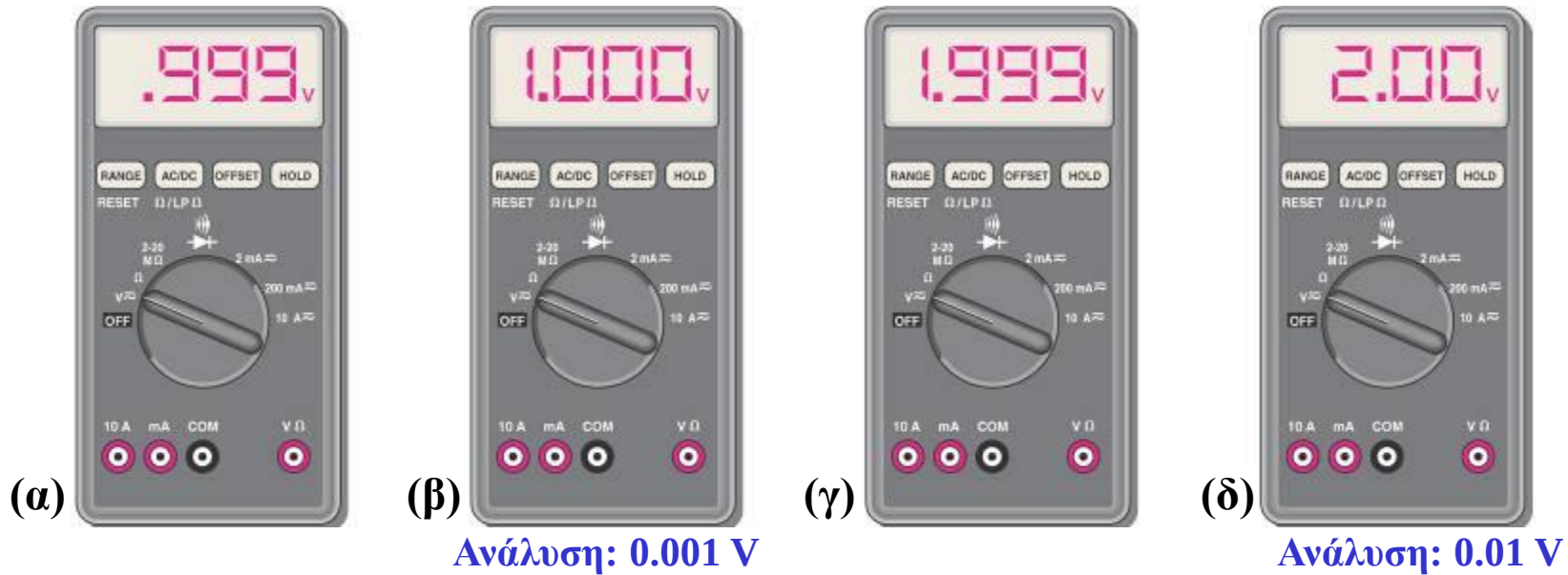
- Τεστ τρανζίστορ ή διόδων
- Μέτρηση ισχύος
- Μέτρηση decibel (dB) για έλεγχο έντασης ήχου
- Μέτρηση χωρητικότητας και αυτεπαγωγής
- Μέτρηση θερμοκρασίας, κ.λ.π.

Που θα το βρείτε: R. J. Fowler, “ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ AC-DC”, σελ. 61-68

Ανάλυση και Αριθμός Ψηφίων Οθόνης DMM

- Η **ανάλυση** (resolution) ενός DMM είναι η μικρότερη αύξηση ενός μεγέθους που μπορεί να μετρήσει το DMM. Όσο μικρότερη η αύξηση τόσο καλύτερη η ανάλυση του DMM.
- Ένας παράγοντας που προσδιορίζει την ανάλυση ενός οργάνου είναι ο **αριθμός των ψηφίων** στην οθόνη του. Στην Εικ. 2-49, παρακάτω, δίνουμε το παράδειγμα της ανάλυσης ενός DMM $3\frac{1}{2}$ ψηφίων. Τα DMMs με οθόνη $3\frac{1}{2}$ ψηφίων είναι τα πλέον συνηθισμένα.
- Ένα DMM **$3\frac{1}{2}$ ψηφίων** έχει τρία ψηφία που μπορούν να δείξουν από 0 ως 9 και ένα ψηφίο που μπορεί να δείξει μόνον την τιμή 1. Αυτό το τελευταίο ψηφίο, που ονομάζεται **μισό ψηφίο** (half-digit), είναι το σημαντικότερο ψηφίο στην οθόνη (δηλαδή, το πιο αριστερά). Δείτε, στο παρακάτω παράδειγμα, με τη βοήθεια της Εικ. 2-49, πως σχετίζεται η ανάλυση με τον αριθμό των ψηφίων του οργάνου.

ΕΙΚΟΝΑ 2-49 Ένα DMM 3½ ψηφίων δείχνει παραστατικά πως η ανάλυση μεταβάλλεται με τον αριθμό των ψηφίων σε χρήση.



- Υποθέστε ότι το DMM δείχνει 0.999 V [Εικ. 2-49(α)]. Αν η τάση αυξηθεί κατά 0.001 V στο 1 V, η οθόνη δείχνει ορθά 1.000 V [Εικ. 2-49(β)]. Το 1 είναι το μισό-ψηφίο. Επομένως, με 3½ ψηφία, μπορεί να παρατηρηθεί μια μεταβολή των **0.001 V που είναι η ανάλυση**.
- Τώρα, υποθέστε ότι το DMM δείχνει 1.999 V [Εικ. 2-49(γ)]. Αν η τάση αυξηθεί κατά 0.001 V στα 2 V, το μισό-ψηφίο δεν μπορεί να δείξει το 2, έτσι η οθόνη δείχνει 2.00. Το μισό-ψηφίο είναι κενό και μόνο τρία ψηφία της οθόνης παρουσιάζονται, όπως στην Εικ. 2-49(δ). Με τρία ψηφία ενεργοποιημένα, η **ανάλυση είναι 0.01 V** αντί 0.001 V με τα 3½ ψηφία.
- Η ανάλυση παραμένει 0.01 V ως τα 19.99 V. Η ανάλυση γίνεται 0.1 V για ενδείξεις από 20.0 V ως 199.9 V. Στα 200 V, η ανάλυση γίνεται 1 V, κ.ο.κ.

Ακρίβεια (Accuracy)

- Η **ακρίβεια** ενός οργάνου είναι η διαφορά μεταξύ της μετρούμενης τιμής που δείχνει το όργανο και της πραγματικής ή της αποδεκτής τιμής το μετρούμενου μεγέθους.

$$\alpha = \frac{X_{\text{μετρ}} - X_{\text{πραγμ}}}{X_{\text{πραγμ}}} \times 100$$

- Η ακρίβεια ενός DMM καθορίζεται με ακρίβεια από τα εσωτερικά του κυκλώματα και τη βαθμονόμησή του.
- Για συνηθισμένα όργανα, οι ακρίβειες κυμαίνονται από 0.01% ως 0.5%, ενώ μερικά εργαστηριακά όργανα ακριβείας φτάνουν στα 0.002%.

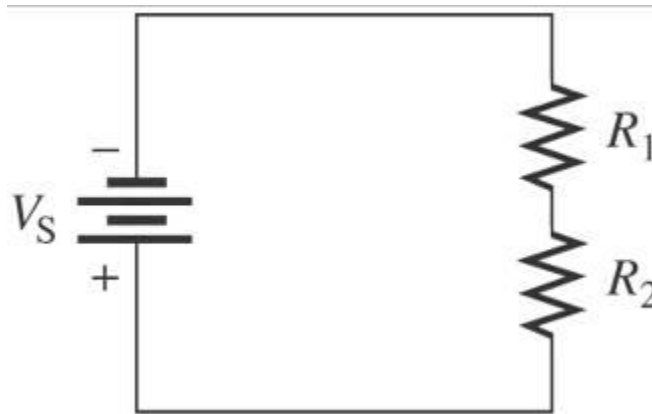
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Ένα βολτόμετρο ακρίβειας 0.5% μετρά 3.58 V. Ποια μπορεί να είναι η πραγματική τιμή της τάσης;

$$\alpha = \frac{X_{\text{μετρ}} - X_{\text{πραγμ}}}{X_{\text{πραγμ}}} \times 100 \Rightarrow \frac{\alpha}{100} = \frac{X_{\text{μετρ}}}{X_{\text{πραγμ}}} - 1 \Rightarrow X_{\text{πραγμ}} = \frac{X_{\text{μετρ}}}{\left(\frac{\alpha}{100} + 1\right)} = \frac{3.58 \text{ V}}{\left(\frac{0.5}{100} + 1\right)} = 3.56 \text{ V}$$

ΒΑΣΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Βασικές Μετρήσεις Κυκλώματος

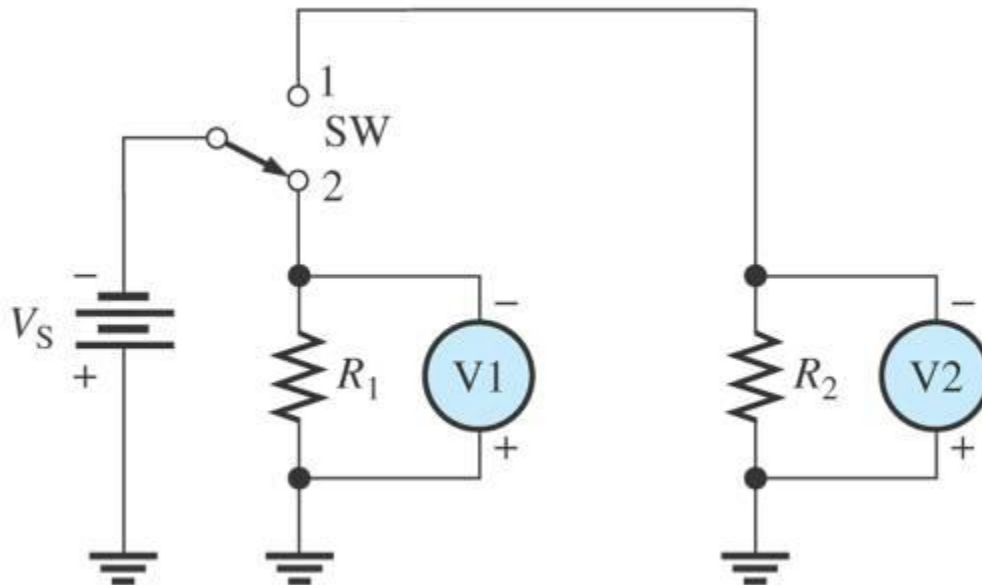
19. (α) Δείξτε την τοποθέτηση ενός αμπερομέτρου και ενός βολτομέτρου για τη μέτρηση του ρεύματος και της τάσης της πηγής στο κύκλωμα της παρακάτω εικόνας.
- (β) Δείξτε πως θα μπορούσατε να μετρήσετε την αντίσταση R_2 στο κύκλωμα της παρακάτω εικόνας.



ΒΑΣΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Βασικές Μετρήσεις Κυκλώματος

20. (α) Ποια είναι η ένδειξη κάθε βολτομέτρου στο κύκλωμα της παρακάτω εικόνας όταν ο διακόπτης (SW) βρίσκεται στη θέση 1; Όταν βρίσκεται στη θέση 2;
- (β) Στο κύκλωμα της παρακάτω εικόνας, δείξτε πώς θα συνδέσετε ένα αμπερόμετρο για να μετρήσετε το ρεύμα από την πηγή τάσης ανεξάρτητα από τη θέση του διακόπτη (SW).



Ηλεκτρική Προστασία

(Electrical Safety)

- Οι κανόνες προστασίας είναι μια μεγάλη έγνοια όταν δουλεύουμε με τον ηλεκτρισμό. Η πιθανότητα μιας **ηλεκτροπληξίας** (electric shock) ή ενός **εγκαύματος** είναι πάντοτε παρούσα, γι' αυτό πρέπει πάντα να λαμβάνουμε **προφυλάξεις**.
- Όταν εφαρμόζεται τάση μεταξύ δύο σημείων του σώματός μας δημιουργείται ένας **δρόμος ρεύματος** και αυτό το ρεύμα προκαλεί **ηλεκτροπληξία**.
- Τα ηλεκτρικά εξαρτήματα (αντιστάσεις, κ.λ.π.) συχνά λειτουργούν σε **υψηλές θερμοκρασίες**, έτσι μπορεί να υποστεί κανείς **εγκαύματα** αν κατά λάθος έλθουμε σε επαφή μαζί τους.
- Επίσης, η παρουσία ηλεκτρισμού δημιουργεί πάντα το ενδεχόμενο **πυρκαγιάς**.

Ηλεκτροπληξία

(Electric Shock)

- Η αιτία της **ηλεκτροπληξίας** είναι το ρεύμα μέσα από το σώμα και όχι η τάση.
- Όταν ένα σημείο του σώματός μας έρχεται σε επαφή με μια τάση και ένα άλλο σημείο έρχεται σε επαφή με μια διαφορετική τάση ή με τη γείωση (όπως, π.χ., ένα μεταλλικό σασί) θα υπάρξει ρεύμα μέσα από το σώμα μας από το ένα σημείο στο άλλο.
- Η διαδρομή του ρεύματος καθορίζει ποιοι ιστοί και όργανα θα προσβληθούν.

Επιπτώσεις του Ρεύματος στο Ανθρώπινο Σώμα

ΠΙΝΑΚΑΣ 2-6 Επιπτώσεις του ρεύματος. Οι τιμές διαφέρουν ανάλογα με τη σωματική μάζα

ΡΕΥΜΑ (mA)	ΕΠΙΠΤΩΣΗ ΣΤΟ ΣΩΜΑ
------------	-------------------

0.4	Ελαφρά αίσθηση
1.1	Κατώφλι αντίληψης
1.8	Ηλεκτροπληξία χωρίς πόνο και χωρίς απώλεια μυϊκού ελέγχου
9	Επίπονη ηλεκτροπληξία χωρίς απώλεια μυϊκού ελέγχου
16	Επίπονη ηλεκτροπληξία, κατώφλι απώλειας μυϊκού ελέγχου
23	Σοβαρή επίπονη ηλεκτροπληξία, μυϊκή σύσπαση, αναπνευστική δυσκολία
75	Κοιλιακός ινιδισμός, κατώφλι
235	Κοιλιακός ινιδισμός συνήθως μοιραίος για διάρκεια 5 seconds ή μεγαλύτερη
4 000	Καρδιακή παράλυση (χωρίς κοιλιακό ινιδισμό)
5 000	Καύση ιστών

Η Αντίσταση του Ανθρώπινου Σώματος

- Η αντίσταση του ανθρώπινου σώματος είναι συνήθως μεταξύ $10\text{ k}\Omega$ και $50\text{ k}\Omega$ και εξαρτάται από τα δύο σημεία μεταξύ των οποίων μετράται.
- Η αντίσταση του ανθρώπινου σώματος εξαρτάται επίσης από την υγρασία του δέρματος.
- ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ:
Αν η αντίσταση μεταξύ δύο σημείων του σώματός σας είναι $10\text{ k}\Omega$, 90 V τάση θα έχει σαν αποτέλεσμα αρκετό ρεύμα (9 mA) για να προκαλέσει μια επίπονη ηλεκτροπληξία (βλ. Πιν. 2-6).

Κανόνες Ασφάλειας

- Αποφεύγετε επαφή με οποιαδήποτε πηγή τάσης. Κλείστε πρώτα τον διακόπτη τροφοδοσίας (power off) αν απαιτείται να ακουμπήσετε τμήματα του κυκλώματος.
- Μην εργάζεστε μόνος. Ένα τηλέφωνο ανάγκης θα πρέπει να είναι πάντα διαθέσιμο.
- Μην εργάζεστε όταν είστε πολύ κουρασμένος ή παίρνετε φάρμακα που φέρνουν υπνηλία.
- Βγάλτε δαχτυλίδια, ρολόγια και άλλα μεταλλικά κοσμήματα όταν εργάζεστε σε κυκλώματα.
- Μην εργάζεστε σε συσκευές αν πρώτα δεν γνωρίζετε τις κατάλληλες διαδικασίες χειρισμού και είστε ενήμεροι των πιθανών κινδύνων.
- Χρησιμοποιείτε συσκευές με γραμμές τροφοδοσίας τριών καλωδίων (φισ τριών ακροδεκτών).
- Βεβαιωθείτε ότι τα καλώδια τροφοδοσίας είναι σε καλή κατάσταση και ο ακροδέκτης της γείωσης δεν λείπει ή είναι στραβωμένος.
- Διατηρείτε τα εργαλεία σας σε καλή κατάσταση. Ιδιαίτερως ελέγξτε η μόνωση στις λαβές των μεταλλικών εργαλείων να είναι σε καλή κατάσταση.
- Φοράτε γυαλιά προστασίας, ιδιαίτερα όταν κολλάτε ή κόβετε μεγάλα σύρματα.
- Κλείνετε πάντοτε το διακόπτη τροφοδοσίας (power off) και αποφορτίζετε τους πυκνωτές πριν αγγίξετε οποιοδήποτε τμήμα ενός κυκλώματος με τα χέρια.

Κανόνες Ασφάλειας (συνέχεια)

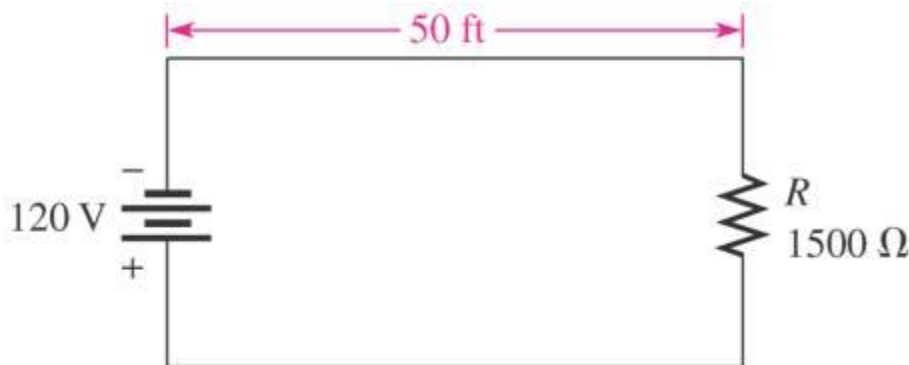
- Γνωρίστε τη θέση του διακόπτη ανάγκης (emergency power-off switch) και της εξόδου (emergency exit).
- Ποτέ μη προσπαθήσετε να εξουδετερώσετε ή να μαστορέψετε συσκευές και εξαρτήματα ασφάλειας, όπως μια ασφάλεια.
- Φοράτε πάντοτε στεγνά παπούτσια. Μη στέκεστε πάνω σε μεταλλικό ή υγρό δάπεδο.
- Ποτέ μη ακουμπάτε όργανα όταν τα χέρια σας είναι υγρά.
- Ποτέ μην υποθέτετε ότι ένα κύκλωμα είναι κλειστό (off). Ελέγξτε το δύο φορές με ένα αξιόπιστο όργανο πριν βάλετε χέρι.
- Ρυθμίστε τους περιοριστές (limiters) στα ηλεκτρονικά τροφοδοτικά ώστε να μην παίρνετε ρεύματα μεγαλύτερα από αυτά που χρειάζεστε για να λειτουργήσετε το κύκλωμα που ελέγχετε.
- Μερικές συσκευές, όπως οι πυκνωτές, μπορούν να αποθηκεύουν ένα φονικό φορτίο για μεγάλες περιόδους μετά το κλείσιμο του διακόπτη λειτουργίας. Πρέπει να αποφορτίζονται κατάλληλα πριν εργαστείτε με αυτούς.
- Όταν κάνετε συνδέσεις κυκλωμάτων, πάντοτε αφήνετε τη σύνδεση με το σημείο που έχει την υψηλότερη τάση σαν το τελευταίο σας βήμα.
- Αποφύγετε επαφή με τους ακροδέκτες του καλωδίου τροφοδοσίας.

Κανόνες Ασφάλειας (συνέχεια)

- Χρησιμοποιείτε πάντοτε σύρματα με μόνωση και συνδετήρες (connectors, clips) με μονωτικό περίβλημα.
- Χρησιμοποιείτε όσο το δυνατόν κοντύτερα καλώδια και σύρματα. Κάνετε τις συνδέσεις με τις πολωμένες συσκευές σωστά (θετικό με θετικό και αρνητικό με αρνητικό).
- Αναφέρετε στον υπεύθυνο ή το συνάδελφό σας οποιαδήποτε επικίνδυνη κατάσταση.
- Ενημερωθείτε και ακολουθείτε όλους τους κανόνες του χώρου εργασίας ή του εργαστηρίου. Μην έχετε ποτά ή φαγητά κοντά στις συσκευές.
- **Αν κάποιος συνάδελφός σας χτυπηθεί από το ρεύμα και δεν μπορεί να απαλλαγεί από τον αγωγό λόγω μυϊκής σύσπασης, κλείστε αμέσως το διακόπτη τροφοδοσίας. Αν αυτό δεν είναι δυνατόν, χρησιμοποιήστε οποιαδήποτε διαθέσιμο μονωτικό υλικό (ξύλο, πλαστικό) για να προσπαθήσετε να τον απομακρύνετε από την επαφή με το καλώδιο.**

ΣΥΝΘΕΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

24. Μια πηγή 120 V πρόκειται να συνδεθεί με ένα ωμικό φορτίο $1500\ \Omega$ με δύο σύρματα, όπως δείχνεται στην παρακάτω εικόνα. Η πηγή τάσης πρόκειται να τοποθετηθεί 50 ft από το φορτίο (ft = πόδι, 1 ft = 30.49 cm). Χρησιμοποιώντας τον Πίνακα 2-4, προσδιορίστε τον αριθμό gauge του μικρότερου σύρματος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί αν η ολική αντίσταση των δύο συρμάτων δεν πρέπει να υπερβεί τα $6\ \Omega$.



Λύση

Στο κύκλωμα απαιτούνται δύο τμήματα σύρματος, 50 ft το καθένα, δηλαδή 100 ft σύνολο.

Από τον Πίνακα 2-4 παρατηρούμε ότι ένα σύρμα με AWG #27 έχει αντίσταση $(51.47\ \Omega/1000\ \text{ft}) \times (100\ \text{ft}) = 5.147\ \Omega$, ενώ το αμέσως λεπτότερο σύρμα AWG #28 έχει αντίσταση $(64.90\ \Omega/1000\ \text{ft}) \times (100\ \text{ft}) = 6.490\ \Omega$ που υπερβαίνει τα $6\ \Omega$.

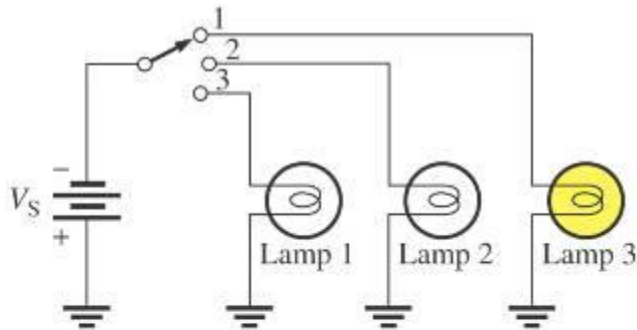
Άρα, απαιτείται σύρμα **AWG #27**.

ΣΥΝΘΕΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

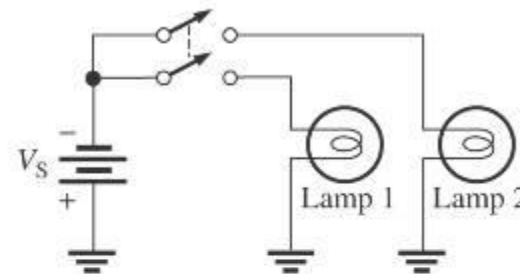
25. Προσδιορίστε την τιμή της αντίστασης και την ανοχή κάθε ενός αντιστάτη με τις εξής επιγραφές:

(α) 4R7J (β) 560KF (γ) 1M5G

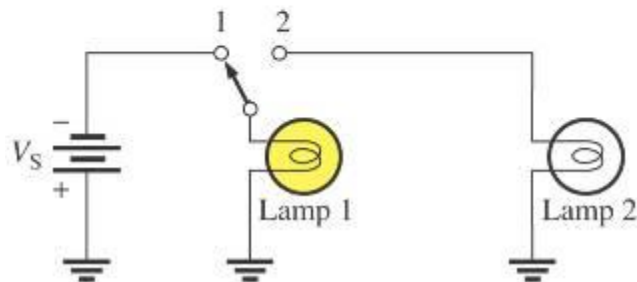
26. Υποδείξτε, στην παρακάτω εικόνα, το μοναδικό κύκλωμα στο οποίο υπάρχει δυνατότητα να έχουμε όλους του λαμπτήρες αναμμένους την ίδια στιγμή.



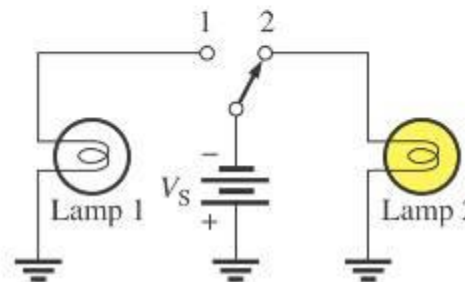
(α)



(β)



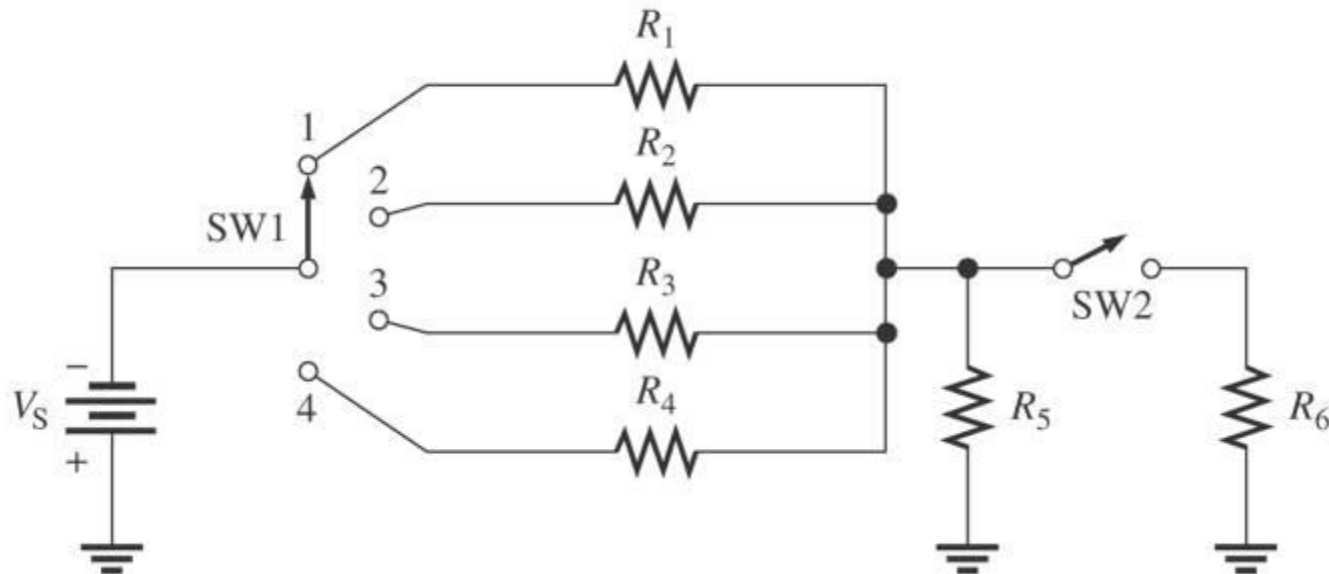
(γ)



(δ)

ΣΥΝΘΕΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

27. (α) Μέσα από ποιόν αντιστάτη, στο κύκλωμα της παρακάτω εικόνας, υπάρχει πάντα ρεύμα, ανεξάρτητα από τη θέση των διακοπών;
- (β) Υποδείξτε, στο κύκλωμα της παρακάτω εικόνας, την σωστή τοποθέτηση του αμπερομέτρου προκειμένου να μετρηθεί το ρεύμα μέσα από κάθε αντιστάτη καθώς και το ρεύμα από τη μπαταρία.
- (γ) Υποδείξτε την σωστή τοποθέτηση του βολτομέτρου προκειμένου να μετρηθεί η τάση στα άκρα κάθε αντιστάτη.



ΣΥΝΘΕΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

28. Σκεφτείτε μια διάταξη διακοπών με την οποία δυο πηγές τάσης V_{S1} και V_{S2} να μπορούν να συνδεθούν ταυτόχρονα με κάθε μια από τις δύο αντιστάσεις R_1 και R_2 με τους παρακάτω συνδυασμούς:

η V_{S1} συνδεμένη με την R_1 και η V_{S2} συνδεμένη με την R_2

η V_{S1} συνδεμένη με την R_2 και η V_{S1} συνδεμένη με την R_1

Λύση

