

## Πρόοδος «Εκπαιδευτική Τεχνολογία και Πολυμέσα» (Ε)

ΑΣΠΑΙΤΕ - Τρίτη 14 Μαΐου 2024

Όνομα: \_\_\_\_\_

Επώνυμο: \_\_\_\_\_

Α.Μ.: \_\_\_\_\_

Εξάμηνο: \_\_\_\_\_

**Μάθημα:** Στοιχεία Ηλεκτροτεχνίας / Β'-Γ' Λυκείου ΕΠΑΛ

([http://ebooks.edu.gr/ebooks/d/8547/4420/24-0332-02\\_ilektrotechnia\\_G-EPAL\\_Vivlio-Mathiti.pdf](http://ebooks.edu.gr/ebooks/d/8547/4420/24-0332-02_ilektrotechnia_G-EPAL_Vivlio-Mathiti.pdf))

### Ερώτηση:

Διδάσκεις στην Α' Λυκείου ΕΠΑΛ «**Στοιχεία Ηλεκτροτεχνίας**» και για να βοηθήσεις τους μαθητές σου να κατανοήσουν καλύτερα το μάθημα στην ενότητα «**2.1.3 Ειδική Αντίσταση**» (σελ. 87-92), δημιουργείς ένα φύλλο εργασίας βασισμένο στην (καθοδηγούμενη) ανακαλυπτική/διερευνητική μέθοδο με τη χρήση ψηφιακών εργαλείων.

Το μάθημά σου είναι δύο διδακτικές ώρες (45' + 45').

Φτιάξε το φύλλο εργασίας με τρόπο που να κατευθύνεις τους μαθητές σου να φτάσουν από μόνοι τους να «ανακαλύψουν» τη (μαθηματική) σχέση των παραμέτρων που μεταβάλλουν την τιμή μιας αντίστασης.

Μπορείς ως ψηφιακό εργαλείο για το συγκεκριμένο μάθημα να χρησιμοποιήσεις την προσομοίωση του PHET (<https://phet.colorado.edu/el/>) “**Αντίσταση σε καλώδιο**” (<https://phet.colorado.edu/el/simulations/resistance-in-a-wire>) ή όποιο άλλο εργαλείο επιθυμείς.

### 2.1.3 Ειδική αντίσταση

Όπως είπαμε πιο πάνω, η αντίσταση εκφράζει τη δυσκολία που συναντά στο πέρασμά του από έναν αγωγό το ηλεκτρικό ρεύμα. Είναι φανερό πως, όσο πιο μεγάλο είναι το μήκος του αγωγού, τόσο θα αυξάνει και η δυσκολία που συναντά το ρεύμα για να τον διασχίσει. Έτσι η ηλεκτρική αντίσταση διαφόρων αγωγών κατασκευασμένων από το ίδιο υλικό και με την ίδια διατομή αυξάνει όσο ο αγωγός είναι πιο μακρύς. Συνοπτικά:

**Μεγάλο μήκος αγωγού → μεγάλη αντίσταση**

**Μικρό μήκος αγωγού → μικρή αντίσταση**

Επίσης η δυσκολία που συναντά το ηλεκτρικό ρεύμα για να περάσει από μια μικρή διατομή είναι μεγαλύτερη απ' ό,τι από μια μεγάλη διατομή. Μπορείτε να φανταστείτε ότι εδώ συμβαίνει ό,τι και με ένα πλήθος που περνάει από μια πόρτα. Όσο μεγαλύτερο το άνοιγμά της, τόσο περισσότεροι άνθρωποι μπορούν να περάσουν στο ίδιο χρονικό διάστημα. Έτσι, για το ίδιο υλικό και για το ίδιο μήκος, όσο πιο μεγάλη είναι η διατομή του αγωγού, τόσο πιο μικρή είναι η αντίστασή του. Συνοπτικά:

Μεγάλη διατομή αγωγού → μικρή αντίσταση

Μικρή διατομή αγωγού → μεγάλη αντίσταση

Η αντίσταση όμως εξαρτάται και από το ίδιο το υλικό, από το οποίο είναι κατασκευασμένος ο αγωγός. Έτσι, δύο αγωγοί με ίδιες διαστάσεις (π.χ. δύο σύρματα με το ίδιο μήκος και την ίδια διατομή), αλλά κατασκευασμένα από διαφορετικό υλικό, δεν θα έχουν την ίδια ηλεκτρική αντίσταση. Για να συγκρίνουμε την ηλεκτρική αντίσταση διαφορετικών υλικών χρησιμοποιούμε το μέγεθος που ονομάζουμε ειδική αντίσταση και συμβολίζουμε με το  $\rho$ .

□ Ειδική αντίσταση ενός υλικού ονομάζεται η ηλεκτρική αντίσταση που παρουσιάζει ένα σύρμα από το συγκεκριμένο υλικό, το οποίο έχει μήκος 1 m και διατομή 1 mm<sup>2</sup>.

Η ειδική αντίσταση μετριέται σε  $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ .

Σύμφωνα με τα παραπάνω ο τύπος που υπολογίζει την ηλεκτρική αντίσταση ενός αγωγού από τις γεωμετρικές του διαστάσεις και την ειδική αντίσταση του υλικού κατασκευής του είναι ο εξής:

$$R = \rho \frac{\ell}{S} \quad (2.1.4)$$

όπου  $\rho$  η ειδική αντίσταση του υλικού σε  $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ ,  $\ell$  το μήκος του σύρματος σε m,  $S$  η διατομή του σύρματος σε mm<sup>2</sup> και η αντίσταση  $R$  προκύπτει σε  $\omega\text{m}$ .

Όπως φάνηκε παραπάνω για την ευκολία των υπολογισμών χρησιμοποιούμε για την ειδική αντίσταση (όπως κάναμε και για την πυκνότητα του ρεύματος) τα τετραγωνικά χιλιοστά αντί τα τετραγωνικά μέτρα που είναι η κανονική μονάδα επιφάνειας στο Διεθνές Σύστημα (SI), για το οποίο η μονάδα ειδικής αντίστασης είναι το  $1 \Omega \cdot m$ .

Ο πίνακας 2.1.3 δείχνει την ειδική αντίσταση διαφόρων υλικών, που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή αγωγών :

*Πίνακας 2.1.3. Ειδική αντίσταση μερικών υλικών σε θερμοκρασία 20° C*

Υλικό	Ειδική αντίσταση $\rho$ ( $\Omega mm^2/m$ )
Χαλκός	0,0175
Άργυρος	0,0163
Χρυσός	0,023
Αλουμίνιο	0,03
Χάλυβας	0,10 έως 0,25
Χυτοσίδηρος	0,6 έως 1,6
Υδράργυρος	0,958
Χρωμονικελίνη	1,0
Βολφράμιο	0,055
Ψευδάργυρος	0,061

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.1.3, τη μικρότερη ειδική αντίσταση  $\rho$  παρουσιάζει ο άργυρος (ασήμι) και ακολουθούν ο χαλκός, ο χρυσός και το αλουμίνιο. Ο χρυσός και ο άργυρος ανήκουν, ως γνωστόν, στα ευγενή μέταλλα. Λόγω του κόστους τους, χρησιμοποιούνται πολύ σπάνια και μόνο σε πολύ ειδικές περιπτώσεις, για παράδειγμα σε ειδικά καλώδια για συστήματα αναπαραγωγής ήχου υψηλής πιστότητας (Hi-Fi).

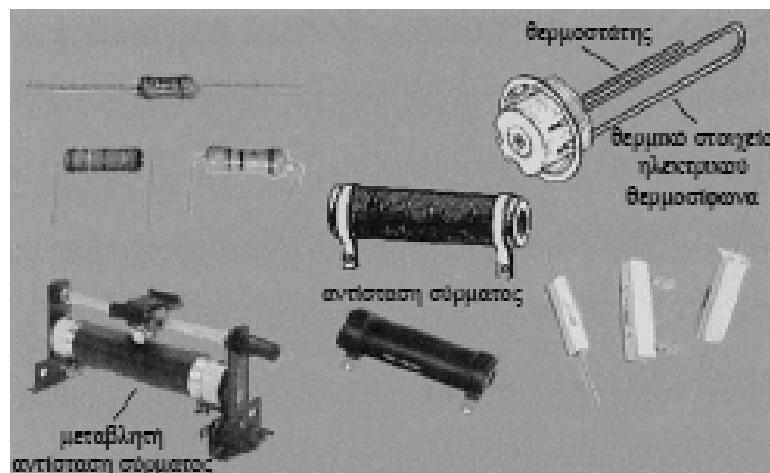
Οι περισσότεροι αγωγοί στις ηλεκτροτεχνικές εφαρμογές κατασκευάζονται από χαλκό, γιατί έχει μικρή αντίσταση και είναι πολύ φτηνότερος από τον χρυσό και το ασήμι.

Το αλουμίνιο στοιχίζει φθηνότερα, αλλά παρουσιάζει μεγαλύτερη ηλεκτρική αντίσταση και έχει μικρή μηχανική αντοχή. Χρησιμοποιείται κυρίως στις εναέριες γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, όπου τα σύρματα του αλουμινίου τυλίγονται γύρω από σύρματα κατασκευασμένα από χάλυβα (ατσάλι) για την ενίσχυση της μηχανικής αντοχής του αγωγού. Οι αγωγοί αυτοί είναι γνωστοί με τα αγγλικά αρχικά ACSR.

Στις γραμμές μεταφοράς του ηλεκτρικού δικτύου και στα καλώδια των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων επιλέγουμε αγωγούς με μικρή αντίσταση προκειμένου να εμφανίζουν στα άκρα τους μικρή πτώση τάσης και επίσης οι απώλειες ενέργειας υπό μορφή θερμότητας (για τις οποίες θα μιλήσουμε στην ενότητα 2.3) να είναι όσο γίνεται μικρότερες.

Αντίθετα, στο μάτι της κουζίνας, στον ηλεκτρικό θερμοσίφωνα, κτλ. επιδιώκουμε να χρησιμοποιούμε αντιστάσεις σχετικά μεγάλης τιμής. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούνται υλικά - όπως η χρωμονικελίνη - που έχουν μεγάλη ειδική αντίσταση. Οι αντιστάτες που κατασκευάζονται με αυτό τον τρόπο χρησιμοποιούνται κυρίως ως θερμαντικά στοιχεία.

Για τα ηλεκτρονικά κυκλώματα, κατασκευάζονται αντιστάτες μικρού μεγέθους, οι οποίοι περιέχουν άνθρακα και άλλα στρώματα υλικών. Έχει καθιερωθεί ειδικός κώδικας χρωμάτων και γραμμιών με τον οποίο μπορεί κανείς να βρίσκει την τιμή τέτοιων αντιστάσεων σε  $\Omega$ . Στο Σχ. 2.1.5 φαίνονται διάφοροι τύποι αντιστατών.



Σχ. 2.1.5: Διάφοροι αντιστάτες

➤ Παράδειγμα 4

Να υπολογιστεί η αντίσταση ενός χάλκινου αγωγού μήκους 1000 m και διατομής 10 mm<sup>2</sup>.

*Λύση*

Η ειδική αντίσταση του χαλκού από τον Πίνακα 2.1.3 είναι  $\rho=0,0175 \text{ }\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ . Στον τύπο (2.1.4) το μήκος του αγωγού είναι  $\ell=1000 \text{ m}$  και η διατομή είναι  $S=10\text{mm}^2$ . Συνεπώς η αντίσταση R του αγωγού είναι:

$$R = \rho \frac{\ell}{S} = 0,0175 \frac{\Omega\text{mm}^2}{\text{m}} \frac{1000\text{m}}{10\text{mm}^2} = 1,75\Omega$$

*Απάντηση:* Η αντίσταση του αγωγού είναι  $R=1,75 \text{ }\Omega$

➤ Παράδειγμα 5

Ένας αγωγός αλουμινίου έχει διατομή  $S=3\text{mm}^2$  και παρουσιάζει αντίσταση  $R=1\Omega$ . Να υπολογιστεί το μήκος του αγωγού.

*Λύση*

Η ειδική αντίσταση του αλουμινίου από τον Πίνακα 2.1.3 είναι  $\rho=0,03 \text{ }\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ . Στη συνέχεια από τον τύπο (2.1.4) λύνουμε ως προς το μήκος:

$$R = \rho \frac{\ell}{S} \Rightarrow \ell = S \frac{R}{\rho} = 3 \text{ mm}^2 \frac{1\Omega}{0,03 \frac{\Omega\text{mm}^2}{\text{m}}} = 100 \text{ m}$$

*Απάντηση:* Το μήκος του αγωγού είναι 100m.

➤ Παράδειγμα 6

Σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση πρέπει να συνδέσουμε δυο συσκευές που απέχουν 500m με έναν αγωγό που η αντίστασή του δεν πρέπει να ξεπερνά τα 3,5 Ω. Ποια είναι η ελάχιστη διατομή που πρέπει να έχει ο αγωγός, αν κατασκευαστεί από χαλκό;

*Λύση*

Η ειδική αντίσταση του χαλκού από τον Πίνακα 2.1.3 είναι  $\rho = 0,0175 \text{ } \Omega\text{mm}^2/\text{m}$ . Στη συνέχεια από τον τύπο (2.1.4) λύνουμε ως προς τη διατομή S:

$$R = \rho \frac{\ell}{S} \Rightarrow S = \ell \frac{\rho}{R}$$

Αν στη σχέση αυτή αντικαταστήσουμε τη μέγιστη επιτρεπόμενη αντίσταση θα πάρουμε την ελάχιστη διατομή που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε.

$$S = \ell \frac{\rho}{R} = 500\text{m} \frac{0,0175 \text{ } \Omega\text{mm}^2 / \text{m}}{3,5 \text{ } \Omega} = 2,5 \text{ mm}^2$$

Αν χρησιμοποιήσουμε διατομή μεγαλύτερη από 2,5 mm<sup>2</sup> η αντίσταση του αγωγού θα είναι μικρότερη από 3,5 Ω. Συνεπώς:

*Απάντηση:* Η ελάχιστη διατομή χαλκού που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε είναι 2,5mm<sup>2</sup>.