

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

1. ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΙΣΧΥΡΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ
2. ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ
3. ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΙ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ

ΘΕΜΑΤΑ ΠΡΟΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ – ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ

- ΟΡΙΣΜΟΙ
- ΚΤΙΡΙΟΔΟΜΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ
- ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΛΟΤ HD 384
- ΜΕΛΕΤΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ
- ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ
- ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΕ ΚΑΤΟΨΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρική ενέργεια, ισχύς και συντελεστής ισχύος

Ηλεκτρική ενέργεια

Η ηλεκτρική ενέργεια είναι μία από τις διάφορες μορφές ενέργειας που υπάρχουν στη φύση όπως η μηχανική, η υδραυλική, η θερμική, η χημική, η πυρηνική κ.ά. Το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας που παρέχει μια πηγή στις διάφορες καταναλώσεις με τις οποίες είναι συνδεδεμένη, μετατρέπεται σε άλλες μορφές ενέργειας, όπως σε θερμότητα, σε μηχανικό έργο κίνησης κτλ. Με τον τρόπο αυτό λειτουργούν οι διάφορες συσκευές οικιακής ή βιομηχανικής χρήσης.

Μια ηλεκτρική συσκευή, όσο περισσότερο χρόνο λειτουργεί, τόσο μεγαλύτερα ποσά ηλεκτρικής ενέργειας απορροφάει από την πηγή:

$$W = U \cdot I \cdot t$$

όπου: **W** είναι η ηλεκτρική ενέργεια (σε J - Joule, ή Τζάουλ), **U** είναι η τάση της πηγής, σε V, **I** είναι το ρεύμα που δημιουργεί σε A και **t** είναι ο χρόνος σε δευτερόλεπτα που παραμένει η κατανάλωση σε λειτουργία.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρική ενέργεια, ισχύς και συντελεστής ισχύος

Ηλεκτρική ισχύς

Η **ηλεκτρική ισχύς P** είναι η ηλεκτρική ενέργεια που αποδίδεται σε ένα δευτερόλεπτο και υπολογίζεται ως το γινόμενο της ηλεκτρικής τάσης U και της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος I:

$$P = W/t = U \cdot I$$

Η μονάδα μέτρησης της ηλεκτρικής ισχύος είναι το βατ με σύμβολο το W (Watt):

$$1W = 1V \cdot 1A$$

Επομένως, η ισχύς μιας συσκευής συνεχούς ρεύματος υπολογίζεται εάν πολλαπλασιάσουμε την τάση λειτουργίας της επί το ρεύμα που την διαρρέει. Μία συσκευή ισχύος ενός βατ, εφ' όσον λειτουργεί με τάση ενός βολτ και διαρρέεται από ρεύμα ενός αμπέρ, καταναλώνει σε ένα δευτερόλεπτο ενέργεια ενός τζάουλ.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρική ενέργεια, ισχύς και συντελεστής ισχύος

Ηλεκτρική ισχύς

$$1 \text{ J} = 1 \text{ W} \cdot 1 \text{ s} = 1 \text{ V} \cdot 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ s}$$

Έστω ότι, σε ένα νοικοκυριό υπάρχει μεγάλη εγκατεστημένη ισχύς (θερμοσίφωνα, ηλεκτρική κουζίνα, πλυντήριο ρούχων, πλυντήριο πιάτων, κλιματιστικό, φωτισμός κτλ.). Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας δεν εξαρτάται μόνο από την εγκατεστημένη ισχύ, αλλά και από τον χρόνο λειτουργίας των συσκευών αυτών.

Για την μέτρηση της ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιείται η κιλοβατώρα. Μία κιλοβατώρα (**1kWh**) εκφράζει την ενέργεια που καταναλώνει μια συσκευή ισχύος 1kW σε χρόνο μίας ώρας:

$$1 \text{ kWh} = 1000 \text{ W} \cdot 3600 \text{ sec} = 3.600.000 \text{ J}$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρική ισχύς

Σε οποιοδήποτε ηλεκτρικό κύκλωμα, το άθροισμα των ισχύων που παράγονται στους καταναλωτές (ωμικές αντιστάσεις) μέσω θερμικού φαινομένου Joule ισούται με το άθροισμα των ισχύων που παράγουν οι πηγές. Δηλαδή, η συνολική θερμική ισχύς των καταναλωτών ισούται με την συνολική ηλεκτρική ισχύς των πηγών. Με τον τρόπο αυτό γίνεται ο ισολογισμός της ισχύος στο κύκλωμα.

$$\Sigma R \cdot I^2 = \Sigma U \cdot I$$

$$R_1 \cdot I_1^2 + R_2 \cdot I_2^2 + R_3 \cdot I_3^2 + \dots = U_1 \cdot I_1 + U_2 \cdot I_2 + U_3 \cdot I_3 + \dots$$

Για την ομαλή λειτουργία τους, οι αντιστάσεις (φορτία) που απορροφούν αρκετή ισχύ, φροντίζουμε να αερίζονται, ώστε να απάγεται η θερμότητα.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρική ισχύς

Στην περίπτωση που η κατανάλωση περιλαμβάνει ωμική αντίσταση, αντικαθιστούμε στον τύπο της ισχύος την τάση ή το ρεύμα σύμφωνα με τον νόμο του Ωμ. Έτσι προκύπτουν για την ισχύ ωμικής αντίστασης οι ακόλουθες σχέσεις:

$$P = U \cdot I = RI^2 = \frac{U^2}{R}$$

Η ισχύς αυτή μετατρέπεται αποκλειστικά σε θερμότητα (φαινόμενο Joule). Εφ' όσον στην αντίσταση εφαρμόζεται τάση U επί χρόνο t , καταναλώνει ενέργεια:

$$W = P \cdot t = U \cdot I \cdot t = R \cdot I^2 \cdot t = \frac{U^2}{R} \cdot t$$

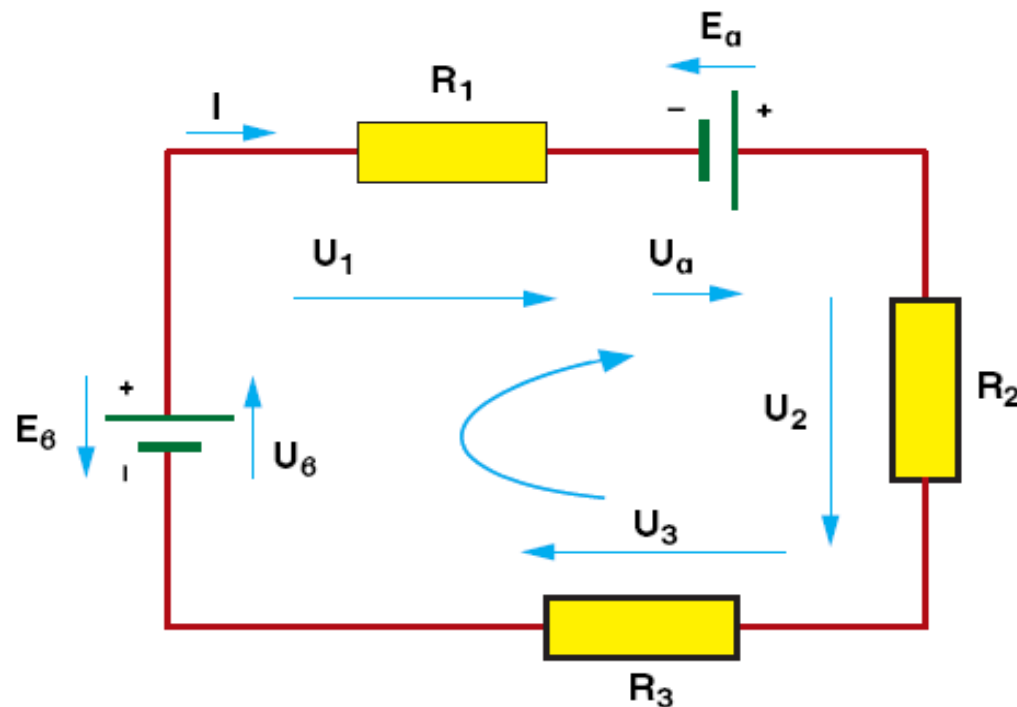
ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρική ισχύς

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Για το κύκλωμα του Σχήματος 2.5.1 δίνονται: $R_1=1,5 \Omega$, $R_2=3 \Omega$, $R_3=6 \Omega$, $U_a=9V$, $U_\beta=12 V$. Υπολογίστε: α) το ρεύμα, β) την συνολική ηλεκτρική ισχύ που παράγουν οι πηγές τάσης, γ) την ηλεκτρική ισχύ που μετατρέπεται σε θερμότητα στις ωμικές αντιστάσεις και δ) συγκρίνετε το αποτέλεσμα των ερωτήσεων β) και γ) συζητήστε.



Σχήμα 2.5.1 Σύνδεση σε σειρά τριών αντιστάσεων και δύο πηγών

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρική ισχύς

Λύση:

α) $I = (U_{\alpha} + U_{\beta}) / (R_1 + R_2 + R_3) = (9 + 12) / (1,5 + 3 + 6) = 21 / 10,5 = 2 \text{ A}$

β) Η ηλεκτρική ισχύ P_{η} που παράγεται από τις δύο πηγές τάσης είναι:

$$P_{\eta} = U_{\alpha} \cdot I + U_{\beta} \cdot I = 9 \text{ V} \cdot 2 \text{ A} + 12 \text{ V} \cdot 2 \text{ A} = 18 \text{ W} + 24 \text{ W} = 42 \text{ W}$$

γ) Η ηλεκτρική ισχύς σε μια ωμική αντίσταση μετατρέπεται σε θερμική ισχύ και υπολογίζεται από τη σχέση:

$$P = R \cdot I^2$$

Η θερμική ισχύ των τριών αντιστάσεων είναι:

$$P_r = R_1 \cdot I^2 + R_2 \cdot I^2 + R_3 \cdot I^2 = 1,5 \Omega \cdot 2^2 + 3 \Omega \cdot 2^2 + 6 \Omega \cdot 2^2$$

$$P_r = 6 \text{ W} + 12 \text{ W} + 24 \text{ W} = 42 \text{ W}$$

δ) Παρατηρούμε ότι έχουμε βρει την ίδια ισχύ από τις ερωτήσεις β) και γ). Το αποτέλεσμα είναι σωστό καθώς η συνολική ηλεκτρική ισχύς των πηγών ισούται με την συνολική θερμική ισχύς των αντιστάσεων.

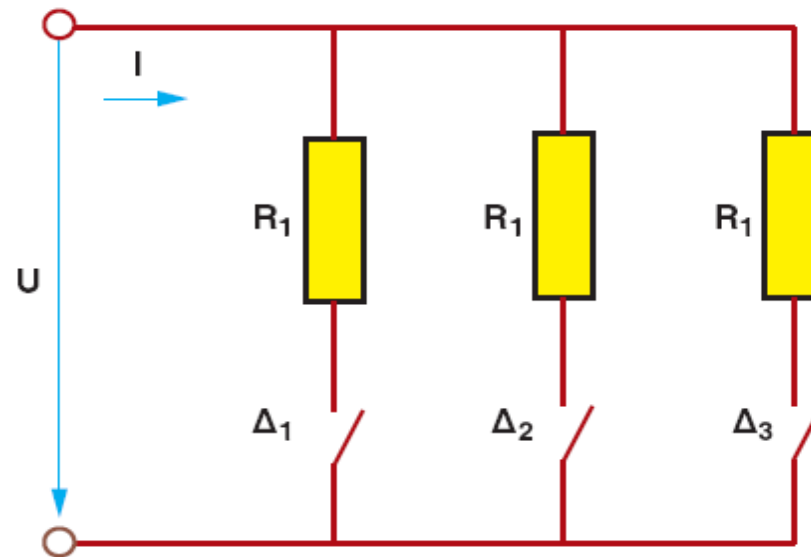
ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρική ισχύς

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Ένα θερμαντικό σώμα ισχύος $1,5 \text{ kW}$ και τάσης 220 V έχει τρεις όμοιες θερμαντικές αντιστάσεις, οι οποίες επιλέγονται με διακόπτες, (Σχήμα 2.5.2). Υπολογίστε για τις κλίμακες 1, 2 και 3: α) την ισοδύναμη αντίσταση, β) το συνολικό ρεύμα που απορροφάει και γ) την θερμική ισχύ που παράγει.



Σχήμα 2.5.2 Ηλεκτρικό διάγραμμα θερμαντικού σώματος με τρεις αντιστάσεις, οι οποίες επιλέγονται με διακόπτες

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρική ισχύς

Λύση:

Α) Κλίμακα 1: Ο διακόπτης Δ_1 είναι κλειστός, οι διακόπτες Δ_2 και Δ_3 είναι ανοικτοί.

Έχει συνδεθεί μια μόνο αντίσταση, επομένως το θερμαντικό σώμα αποδίδει το 1/3 της ονομαστικής του ισχύος, δηλαδή η ισχύς είναι:

$$P = R \cdot I^2 = 500W$$

$$R = R_1 = \frac{U^2}{P} = \frac{220^2 V}{500W} = 96,8 \Omega$$

Το ρεύμα που απορροφάει είναι:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220 V}{96,8 \Omega} = 2,27 A$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρική ισχύς

Λύση:

B) Κλίμακα 2: Οι διακόπτες Δ_1 και Δ_2 είναι κλειστοί, ο Δ_3 είναι ανοικτός.

Οι δύο αντιστάσεις είναι συνδεδεμένες παράλληλα και το θερμαντικό σώμα αποδίδει τα 2/3 της ονομαστικής του ισχύος. Επομένως:

$$R' = \frac{96,8 \, \Omega}{2} = 48,4 \, \Omega$$

$$I' = \frac{220 \, \text{V}}{48,4 \, \Omega} = 4,55 \, \text{A}$$

$$P' = R \cdot I'^2 = 48,4 \cdot 4,55^2 = 1000 \, \text{W}$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρική ισχύς

Λύση:

Γ) Κλίμακα 3: οι διακόπτες Δ_1 , Δ_2 και Δ_3 είναι κλειστοί.

Οι τρεις αντιστάσεις είναι συνδεδεμένες παράλληλα και το θερμαντικό σώμα αποδίδει $P'' = 1500 \text{ W}$. Το συνολικό ρεύμα (το ονομαστικό) είναι:

$$I'' = \frac{P''}{U} = \frac{1500 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 6,82 \text{ A}$$

Η ισοδύναμη αντίσταση είναι:

$$R'' = \frac{P''}{I^2} = \frac{1500 \text{ W}}{6,82^2 \text{ A}^2} = 32,27 \Omega$$

Επαληθεύεται ότι:

$$R = \frac{R_1}{3} \Rightarrow R_1 = 3 \cdot 32,27 \Omega = 96,8 \Omega$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρική ισχύς

Λύση:

Συγκεντρωτικά, τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Τάση 220 V	Κλίμακα 1 Δ_1 κλειστός	Κλίμακα 2 Δ_1 και Δ_2 κλειστοί	Κλίμακα 3 Δ_1, Δ_2 και Δ_3 κλειστοί
R [Ω]	96,8	48,4	32,25
I [A]	2,27	4,55	6,82
P [W]	500	1000	1500

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Βαθμός απόδοσης

Οποιαδήποτε ηλεκτρική μηχανή ή συσκευή μετατρέπει την απορροφούμενη ηλεκτρική ενέργεια σε ενέργεια κατάλληλης μορφής, ανάλογα με την εργασία που εκτελεί. Στην περίπτωση των καθαρά ωμικών αντιστάσεων, όλη η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμότητα.

Ωφέλιμη ενέργεια είναι το μέρος της ενέργειας που αποδίδεται από τη συσκευή για την εκτέλεση του έργου, για το οποίο κατασκευάστηκε. Η ωφέλιμη ενέργεια είναι αυτή που χρησιμοποιείται.

Απώλειες ενέργειας είναι το υπόλοιπο μέρος της απορροφούμενης ενέργειας το οποίο καταναλώνεται από τη συσκευή, χωρίς όμως να συμβάλλει στην εκτέλεση του έργου της. Οι απώλειες ενέργειας είναι ενέργεια που δεν χρησιμοποιείται και χάνεται.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Βαθμός απόδοσης

Απορροφούμενη Ενέργεια = Ωφέλιμη Ενέργεια + Ενέργεια Απωλειών

$$W_{\text{απορ}} = W_{\omega\phi} + W_{\text{απωλ}}$$

Ο βαθμός απόδοσης μιας συσκευής υπολογίζεται ως ο λόγος:

$$\eta = \frac{W_{\omega\phi}}{W_{\text{απορ}}} = \frac{W_{\omega\phi}}{W_{\omega\phi} + W_{\text{απωλ}}} = \frac{W_{\text{απορ}} - W_{\text{απωλ}}}{W_{\text{απορ}}}$$

Ο βαθμός απόδοσης είναι αριθμός μικρότερος από τη μονάδα $\eta < 1$. Μετρίεται συνήθως ως ποσοστό επί τοις 100 (%), π.χ $\eta = 0,9 = 90\%$.

Ομοίως, ο βαθμός απόδοσης εκφράζεται και με λόγο ισχύος:

$$P_{\text{απορ}} = P_{\omega\phi} + P_{\text{απωλ}}$$

$$\eta = \frac{P_{\omega\phi}}{P_{\text{απορ}}} = \frac{P_{\omega\phi}}{P_{\omega\phi} + P_{\text{απωλ}}} = \frac{P_{\text{απορ}} - P_{\text{απωλ}}}{P_{\text{απορ}}}$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ισχύς στο εναλλασσόμενο ρεύμα και συντελεστής ισχύος

Δίνεται ένα κύκλωμα, στο οποίο εφαρμόζεται εναλλασσόμενη τάση με στιγμιαία τιμή $u = U_m \cdot \eta\mu\omega t$ και διαρρέεται από ρεύμα με στιγμιαία τιμή $i = I_m \cdot \eta\mu(\omega t + \phi)$, όπου $U_m = U \cdot \sqrt{2}$ και $I_m = I \cdot \sqrt{2}$.

Η στιγμιαία ισχύς p είναι το γινόμενο των στιγμιαίων τιμών της τάσης και του ρεύματος:

$$p = u \cdot i$$

Μετά από χρόνο t , η φάση της εναλλασσόμενης τάσης είναι $\phi_t = \omega t$ ενώ η φάση του εναλλασσόμενου ρεύματος είναι $\phi_t = \omega t + \phi$.

Η αρχική φάση ϕ καθορίζει την αρχική τιμή με την οποία το εναλλασσόμενο ρεύμα ξεκινάει κατά την αρχική χρονική στιγμή.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ισχύς στο εναλλασσόμενο ρεύμα και συντελεστής ισχύος

Η **διαφορά φάσης** $\Delta\phi$ δύο εναλλασσόμενων μεγεθών, τάση και ρεύμα υπολογίζεται από την σχέση:

$$\Delta\phi = \phi_u - \phi_i = \omega t - (\omega t + \phi) = -\phi$$

- Αν η διαφορά φάσης $\Delta\phi$ είναι θετική, τότε η τάση προηγείται χρονικά του ρεύματος, δηλαδή **η τάση είναι σε προπορεία ως προς το ρεύμα.**
- Αν η διαφορά φάσης $\Delta\phi$ είναι αρνητική, τότε η τάση καθυστερεί χρονικά του ρεύματος, δηλαδή **η τάση είναι σε επιπορεία ως προς το ρεύμα.**

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

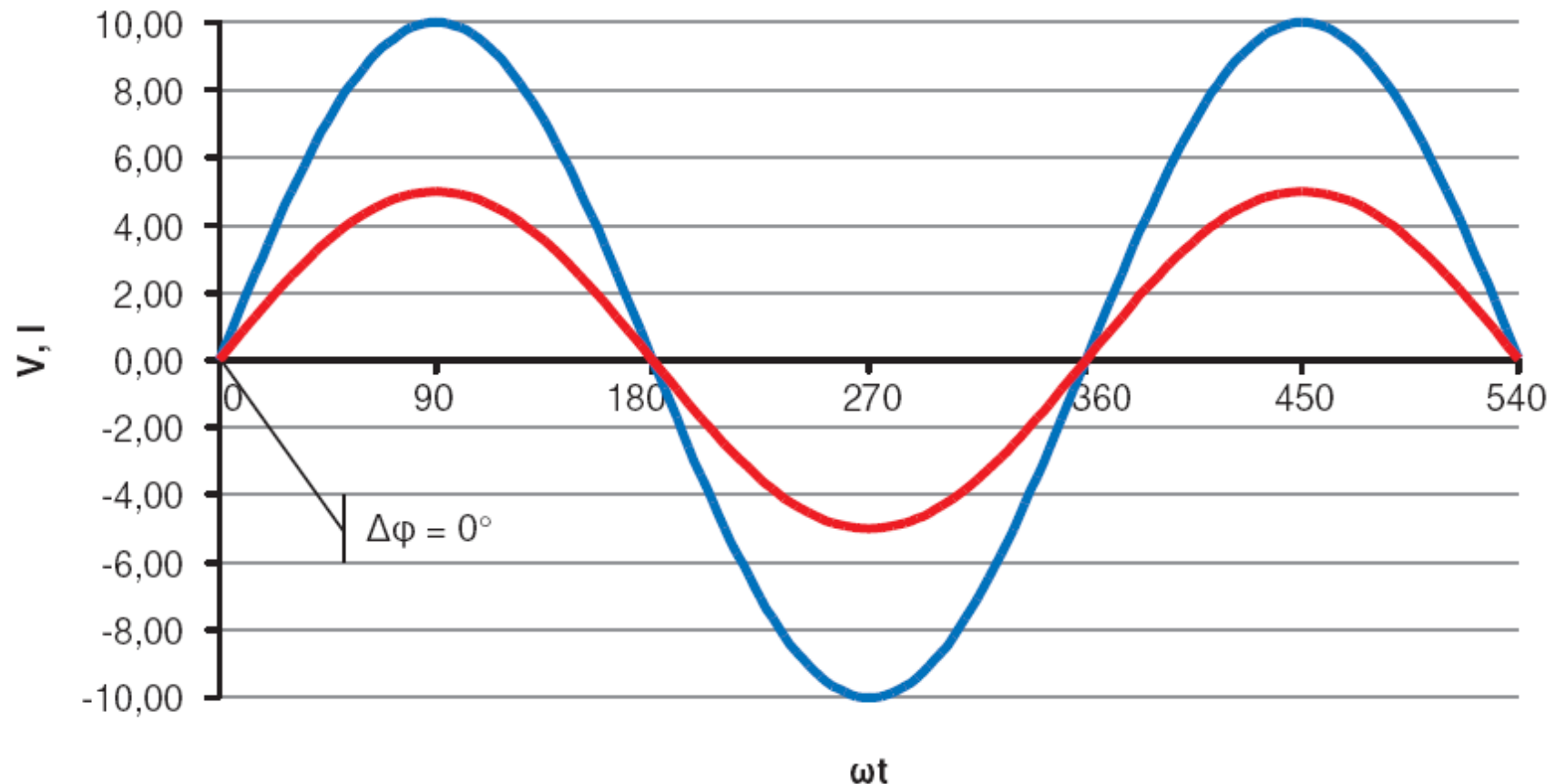
Ισχύς στο εναλλασσόμενο ρεύμα και συντελεστής ισχύος

Η σύνθεση του κυκλώματος επηρεάζει την αρχική φάση του ρεύματος.
Έτσι:

- ♦ Σε ένα κύκλωμα με ωμική αντίσταση (με ωμικό φορτίο), η τάση και το ρεύμα έχουν την ίδια φάση, δηλαδή βρίσκονται σε **ταυτότητα φάσης ή σε φάση ή είναι συμφασικά**. Στην περίπτωση αυτή, τα εναλλασσόμενα μεγέθη στις ίδιες χρονικές στιγμές θα μηδενίζονται, θα παίρνουν τις μέγιστες τιμές και θα παίρνουν τις ελάχιστες τιμές τους, (Σχήμα 2.5.3).
- ♦ Σε ένα κύκλωμα με πηνίο (επαγωγικό φορτίο), η διαφορά φάσης μεταξύ τάσης και ρεύματος είναι $\Delta\phi = 90^\circ$, δηλαδή η τάση προπορεύεται του ρεύματος κατά 90° , (Σχήμα 2.5.4).
- ♦ Σε ένα κύκλωμα με πυκνωτή (χωρητικό φορτίο), η διαφορά φάσης μεταξύ τάσης και ρεύματος είναι $\Delta\phi = -90^\circ$, δηλαδή η τάση επιπορεύεται του ρεύματος κατά 90° , (Σχήμα 2.5.5).

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ
Ισχύς στο εναλλασσόμενο ρεύμα και συντελεστής ισχύος

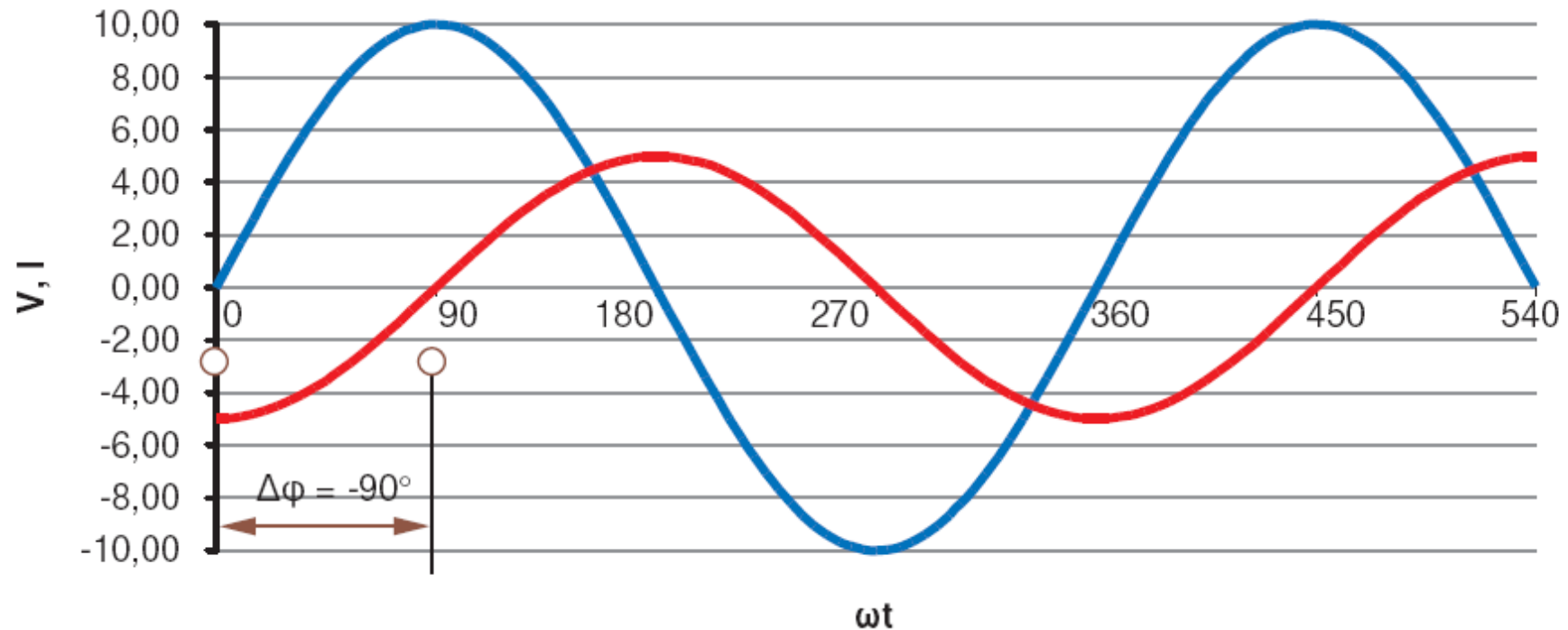


Σχήμα 2.5.3 Σε κύκλωμα με ωμική αντίσταση, η τάση $u=10\eta\mu\omega t$ (μπλε γραμμή) και το ρεύμα $i=5\eta\mu\omega t$ (κόκκινη γραμμή) είναι συμφασικά (βρίσκονται σε ταυτότητα φάσης)

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

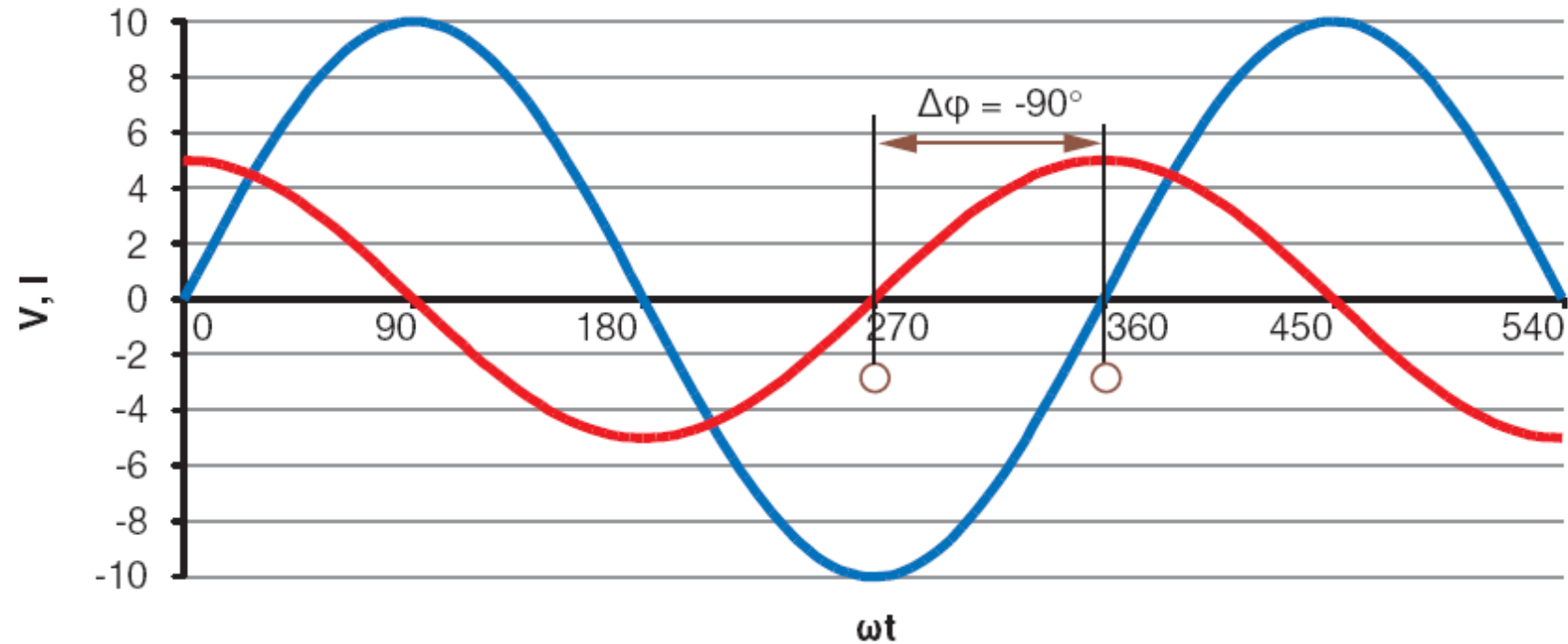
Ισχύς στο εναλλασσόμενο ρεύμα και συντελεστής ισχύος



Σχήμα 2.5.4 Σε κύκλωμα EP με πηνίο, η τάση $u=10\eta\mu\omega t$ (μπλε γραμμή) προπορεύεται του ρεύματος $i=5\eta\mu(\omega t-90^\circ)$ (κόκκινη γραμμή)

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ
Ισχύς στο εναλλασσόμενο ρεύμα και συντελεστής ισχύος



Σχήμα 2.5.5 Σε κύκλωμα EP με πυκνωτή, η τάση $u=10\eta\mu\omega t$ (μπλε γραμμή) επιπορεύεται του ρεύματος $i=5\eta\mu(\omega t+90^\circ)$ (κόκκινη γραμμή)

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ
Ισχύς στο εναλλασσόμενο ρεύμα και συντελεστής ισχύος

Η ενεργός ισχύς ή η πραγματική ισχύς, είναι το μέρος της εναλλασσόμενης ισχύος που μπορεί να παράγει μηχανικό έργο.

Η ενεργός ισχύς είναι η μέση τιμή της εναλλασσόμενης ισχύος σε μία περίοδο, η οποία αποδεικνύεται ότι δίνεται από τη σχέση:

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

όπου η γωνία φ είναι η διαφορά φάσης μεταξύ U και I . Η σχέση αυτή της ισχύος είναι γενική και μπορεί να εφαρμοσθεί σε οποιοδήποτε κύκλωμα ή τμήμα κυκλώματος.

Η μέση ισχύς για το εναλλασσόμενο διαφέρει από την αντίστοιχη ισχύ συνεχούς κατά την ποσότητα $\cos \varphi$, που ονομάζεται **συντελεστής ισχύος**.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ισχύς στο εναλλασσόμενο ρεύμα και συντελεστής ισχύος

Ο συντελεστής ισχύος κυμαίνεται μεταξύ 0 και 1, $0 \leq \cos \phi \leq 1$. Όσο μικρότερος είναι ο συντελεστής ισχύος, δηλαδή όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά φάσης μεταξύ τάσης και ρεύματος, τόσο μικρότερη είναι η μέση ισχύς για τις ίδιες τιμές ρεύματος και τάσης. Ακόμη, για δεδομένη τάση και ισχύ, το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα αυξάνεται για μικρούς συντελεστές ισχύος (μεγάλες γωνίες ϕ) και μειώνεται για μεγάλους συντελεστές ισχύος (μικρές γωνίες ϕ).

Ο συντελεστής ισχύος έχει μεγάλη σημασία στις βιομηχανίες, στις οικιακές εγκαταστάσεις και στα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Ο συντελεστής ισχύος καθορίζεται από τη συγκρότηση του κυκλώματος και, όταν είναι χαμηλός, πρέπει να βελτιωθεί.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ισχύς στο εναλλασσόμενο ρεύμα και συντελεστής ισχύος

- Στην περίπτωση του ωμικού φορτίου, το ρεύμα και η τάση βρίσκονται σε φάση, τότε $\varphi=0^\circ$, $\cos\varphi=1$ και η ισχύς είναι $P = U \cdot I$.
- Στην γενική περίπτωση του ωμικού - επαγωγικού – χωρητικού φορτίου, υπάρχει διαφορά φάσης μεταξύ τάσης και ρεύματος και η ισχύς $U \cdot I$ είναι η μέγιστη ισχύς που μπορεί να απορροφήσει ο καταναλωτής. Στην γενική αυτή περίπτωση όπου $\cos\varphi<1$, η ισχύς δίνεται από τη σχέση $P=UI\cos\varphi<UI$

Η ποσότητα $P_\varphi = U \cdot I$ ονομάζεται **φαινόμενη ισχύς** και μετριέται σε βολταμπέρ VA. Η φαινόμενη ισχύς είναι συνήθως ένα ονομαστικό μέγεθος μιας συσκευής (π.χ. μετασχηματιστές). Από το είδος του καταναλωτή και τις συνθήκες του δικτύου θα εξαρτηθεί πόση πραγματική ισχύς θα απορροφήσει. Ο συντελεστής ισχύος προσδιορίζει το μέγεθος της πραγματικής ισχύος ως προς το μέγεθος της φαινόμενης ισχύος.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ισχύς στο εναλλασσόμενο ρεύμα και συντελεστής ισχύος

Η ποσότητα $P_{\alpha} = U \cdot I \cdot \eta\mu\phi$ **ονομάζεται άεργη ισχύς** και μετριέται σε VAr. Η άεργη ισχύς δεν παράγει μηχανικό έργο.

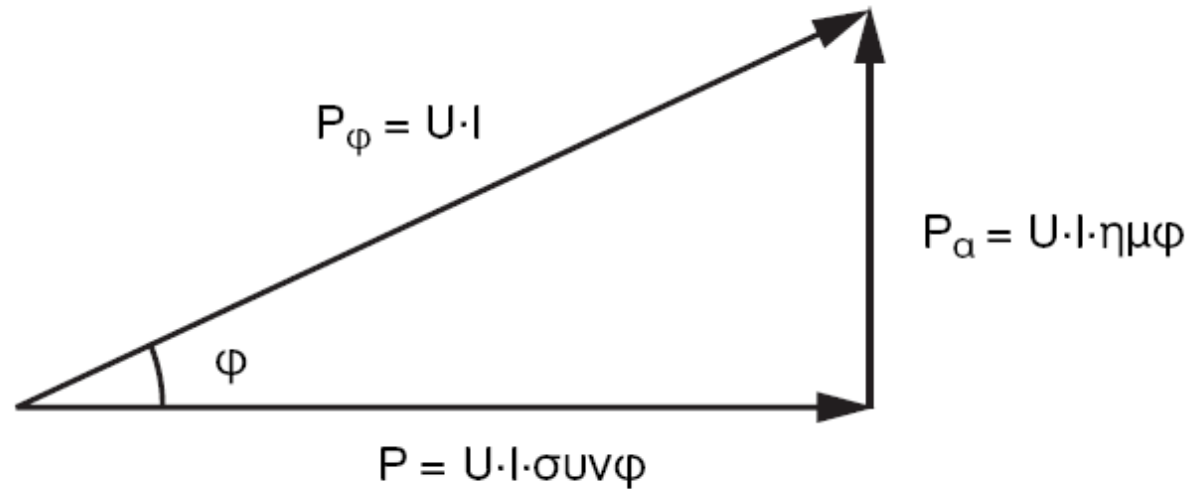
Η φαινόμενη, η ενεργός και η άεργη ισχύς συνδέονται με την σχέση:

$$P_{\phi}^2 = P^2 + P_{\alpha}^2$$

Στο διάγραμμα του Σχήματος 2.5.6 παρουσιάζεται το **τρίγωνο ισχύος**.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ
Ισχύς στο εναλλασσόμενο ρεύμα και συντελεστής ισχύος



$$P_\varphi^2 = P^2 + P_a^2 \quad \cos \varphi = \frac{P}{P_\varphi} \quad \sin \varphi = \frac{P_a}{P_\varphi}$$

Σχήμα 2.5.6 Τρίγωνο Ισχύος: πραγματική ισχύς P (οριζόντιος άξονας),
άεργη ισχύς P_a (κατακόρυφος άξονας) και φαινόμενη ισχύς P_φ (υποτείνουσα)

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ
Ισχύς στο εναλλασσόμενο ρεύμα και συντελεστής ισχύος

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Η πραγματική ισχύς ενός κλιματιστικού μηχανήματος είναι $P = 7,2 \text{ kW}$. Η φαινόμενη ισχύς του είναι $P_{\phi} = 9,5 \text{ kVA}$. Να υπολογιστεί α) ο συντελεστής ισχύος $\cos\phi$ και β) η άεργη ισχύς P_{α} .

Λύση:

α) Από το τρίγωνο των ισχύων βρίσκουμε:

$$\cos\phi = \frac{P}{P_{\phi}} = \frac{7,2}{9,5} = 0,76 \Rightarrow \phi = 40,5^{\circ}$$

β) Η άεργη ισχύς υπολογίζεται από:

$$P_{\alpha} = P_{\phi} \eta\mu\phi = 9,5 \cdot \eta\mu 40,5 = 6,2 \text{ KVAr}$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ
Ισχύς στο εναλλασσόμενο ρεύμα και συντελεστής ισχύος

Λύση:

Επαλήθευση:

Από το τρίγωνο ισχύος του σχήματος 2.5.6:

$$P_{\alpha}^2 = P_{\phi} \eta_{\mu\phi} = 9,5 \cdot \eta_{\mu 40,5} = 6,2 \text{ KVAr}$$

και $P_{\alpha} = \sqrt{38,41} = 6,2 \text{ kVAr}$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Στοιχεία ηλεκτρικών εγκαταστάσεων

Ονομαστικά μεγέθη

Όλες οι ηλεκτρικές συσκευές που συναντάμε στην πράξη έχουν σχεδιασθεί ώστε να λειτουργούν κανονικά και να έχουν μεγάλο χρόνο ζωής.

Η «κανονική» ή η «ονομαστική» λειτουργία περιγράφεται από ένα σύνολο μεγεθών όπως τάση τροφοδοσίας, ρεύμα και ισχύς που απορροφάει από την πηγή, συχνότητα τάσης (εάν είναι εναλλασσόμενη), ταχύτητα περιστροφής (για στρεφόμενες ηλεκτρικές μηχανές) κ.ά. Τα μεγέθη αυτά ονομάζονται *ονομαστικά μεγέθη* λειτουργίας κάθε συσκευής και αναγράφονται σε πινακίδα η οποία βρίσκεται υποχρεωτικά πάνω στη συσκευή.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Στοιχεία ηλεκτρικών εγκαταστάσεων

Ειδική αντίσταση

Η ωμική αντίσταση R ενός συρμάτινου αγωγού εξαρτάται από το μήκος του ℓ , τη διατομή του S , και την χημική σύσταση του υλικού ρ .

Ο συντελεστής ρ είναι η αντίσταση που παρουσιάζει ένας συρμάτινος αγωγός από συγκεκριμένο υλικό μήκους 1m και διατομής 1mm² και ονομάζεται **ειδική αντίσταση**.

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

Η ειδική αντίσταση μετριέται σε $\Omega \cdot m$ (ή $\Omega \cdot mm^2/m$), η διατομή S σε m² (ή mm² αντίστοιχα), η αντίσταση R σε Ω και το μήκος ℓ σε m. Η ειδική αντίσταση διαφόρων αγωγίμων υλικών δίνεται στον Πίνακα 2.7.1.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Στοιχεία ηλεκτρικών εγκαταστάσεων

Ειδική αντίσταση

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.7.1 Ειδική αντίσταση αγωγίμων υλικών

ΥΛΙΚΟ	ρ $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
Αλουμίνιο Al	0,0283
Κονσταντάν Cu – Ni	0,49
Άργυρος Ag	0,0164
Βολφράμιο W	0,055
Χαλκός Cu	0,018
Μαγγανίνη Cu – Mn – Ni	0,44
Χρωμονικέλιο Cr – Ni	1

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Στοιχεία ηλεκτρικών εγκαταστάσεων

Θερμικός Συντελεστής

Η αντίσταση των διαφόρων υλικών μεταβάλλεται με την θερμοκρασία (στα μέταλλα η αντίσταση αυξάνεται, στους ημιαγωγούς μειώνεται ενώ σε μερικά κράματα μένει σχεδόν αμετάβλητη). Εάν R_0 είναι η αντίσταση ενός αγωγού σε θερμοκρασία θ_0 , η αντίσταση R σε θερμοκρασία θ προκύπτει από τη σχέση:

$$R = R_0[1 + \alpha(\theta - \theta_0)]$$

όπου α είναι μια σταθερά της θερμοκρασίας και ονομάζεται **θερμικός συντελεστής αντίστασης**. Ο συντελεστής α εξαρτάται από το υλικό (Πίνακας 2.7.2) και μετριέται σε $1/^\circ\text{C} = \text{grad}^{-1}$.

Οι μεταβολές της ωμικής αντίστασης με τη θερμοκρασία οφείλονται στις μεταβολές της ειδικής αντίστασης με τη θερμοκρασία. Σε περίπτωση μεταβολής της θερμοκρασίας, η ειδική αντίσταση ρ_0 μεταβάλλεται:

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(\theta - \theta_0)]$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Στοιχεία ηλεκτρικών εγκαταστάσεων

Θερμικός Συντελεστής

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.7.2 Θερμικός συντελεστής αντίστασης διαφόρων υλικών

Υλικό	Θερμικός Συντελεστής $\alpha [(C^0)^{-1}]$
Αλουμίνιο	$3,9 \cdot 10^{-3}$
Άνθρακας	$-0,6 \cdot 10^{-3}$
Χαλκός	$3,82 \cdot 10^{-3}$
Κονσταντάν	$0,008 \cdot 10^{-3}$
Βολφράμιο	$4,5 \cdot 10^{-3}$
Σίδηρος	$5 \cdot 10^{-3}$
Μαγγανίνη	$0,006 \cdot 10^{-3}$
Χρωμονικέλιο	$0,4 \cdot 10^{-3}$
Γερμάνιο	$-48 \cdot 10^{-3}$
Πυρίτιο	$-75 \cdot 10^{-3}$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Στοιχεία ηλεκτρικών εγκαταστάσεων

Θερμικός Συντελεστής

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Χάλκινος αγωγός μήκους 1 km και διαμέτρου 2 mm, κατά την λειτουργία του αυξάνει τη θερμοκρασία από 20 °C σε 80 °C. Να υπολογιστεί η αύξηση της αντίστασης του αγωγού.

Δίνονται: ο θερμικός συντελεστής $\alpha=0,00382$ στους 20°C και η ειδική αντίσταση $\rho=0,018 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$.

Λύση:

Η διατομή του αγωγού είναι:

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 4}{4} = 3,14 \text{ mm}^2$$

Η αντίσταση του αγωγού είναι:

$$R = \rho \cdot \frac{\ell}{S} = 0,018 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{3,14 \text{ mm}^2} = 5,73 \Omega$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Στοιχεία ηλεκτρικών εγκαταστάσεων

Θερμικός Συντελεστής

Λύση:

Η μεταβολή της αντίστασης του χαλκού είναι:

$$R_{80} = R_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (80^\circ - 20^\circ)] = R_{20} \cdot (1 + \alpha \cdot 60^\circ\text{C}) \Rightarrow$$

$$R_{80} = 5,73 \cdot (1 + 0,00382 \cdot 60^\circ\text{C}) = 7,04 \, \Omega$$

Η αντίσταση του αγωγού αυξήθηκε κατά:

$$\Delta R = R_{80} - R_{20} = 7,04 - 5,73 = 1,31 \, \Omega$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ
Θέρμανση των Αγωγών και η Εκλογή της Διατομής τους

Ως γνωστό, όταν το ηλεκτρικό ρεύμα διαρρέει μία ωμική αντίσταση, η ηλεκτρική ισχύς που παράγει είναι $P_{\theta} = R \cdot I^2$ η οποία μετατρέπεται εξ ολοκλήρου σε θερμότητα ή σε απώλειες θερμότητας. Έτσι, μια από τις συνέπειες του ηλεκτρικού ρεύματος είναι η ανύψωση της θερμοκρασίας των αγωγών.

Στην περίπτωση που δεν είναι δυνατό να απομακρυνθεί η παραγόμενη θερμότητα και ιδίως στις περιπτώσεις που το ρεύμα στους αγωγούς έχει μεγάλη χρονική διάρκεια, δημιουργείται η ανάγκη εκλογής μεγαλύτερης διατομής. Μεγαλύτερη διατομή αγωγών σημαίνει παρεμβολή μικρότερης αντίστασης των αγωγών στο ηλεκτρικό ρεύμα, παραγωγή λιγότερων απωλειών θερμότητας, μείωση της θερμοκρασίας και έτσι ξεπερνιέται η δυσκολία στην απομάκρυνση της θερμότητας στο περιβάλλον.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ
Θέρμανση των Αγωγών και η Εκλογή της Διατομής τους

Για το λόγο αυτό έχουν καθοριστεί ορισμένα όρια για το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα συνεχούς λειτουργίας σε συγκεκριμένη διατομή του αγωγού (Πίνακας 2.7.4). Κάτω από ορισμένες συνθήκες όπως: ο τρόπος όδευσης των αγωγών, το πλήθος των αγωγών μέσα στο ίδιο κανάλι και η ευκολία αερισμού των αγωγών, μπορεί να αλλάξει η εκλογή της διατομής των αγωγών. Οι τιμές του Πίνακα 2.7.4 καθορίστηκαν ώστε η μέγιστη θερμοκρασία των αγωγών να μην ξεπερνά τους 60°C για θερμοκρασία περιβάλλοντος λειτουργίας 30°C.

Η διαδικασία επιλογής της διατομής των αγωγών ονομάζεται **διαστασιολόγηση των αγωγών της γραμμής σύνδεσης**. Η διαστασιολόγηση, βάση του Πίνακα 2.7.4, εφαρμόζεται για μικρού μήκους γραμμές. Για μεγάλου μήκους γραμμές πρέπει να ληφθεί υπόψη και η πτώση τάσης στη γραμμή.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Θέρμανση των Αγωγών και η Εκλογή της Διατομής τους

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.7.4 Μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση ρεύματος για χάλκινους αγωγούς με μόνωση από θερμοπλαστικό υλικό.

Ονομαστική διατομή αγωγού S σε mm ²	Μέχρι 3 ενεργοί αγωγοί τοποθετημένοι μέσα σε σωλήνα I σε A
0,75	9
1	11
1,5	14
2,5	20
4	25
6	33
10	43
16	60
25	83
35	100
50	127
70	147
95	181
120	208
150	238
185	266
240	310

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Θέρμανση των Αγωγών και η Εκλογή της Διατομής τους

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.7.5 Αναγωγή της μέγιστης επιτρεπόμενης έντασης για θερμοκρασία περιβάλλοντος λειτουργίας των αγωγών, μεγαλύτερης των 30°C.

Θερμοκρασία περιβάλλοντος λειτουργίας των αγωγών °C	Ποσοστό μείωσης των τιμών της έντασης του Πίνακα 2.7.4 %
30	100
35	85
40	75
45	65
50	53
55	38

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ
Θέρμανση των Αγωγών και η Εκλογή της Διατομής τους

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.7.6 Επιτρεπόμενη ένταση ρεύματος σε χάλκινους αγωγούς με μόνωση PVC, σε θερμοκρασία περιβάλλοντος 30°C (Α)

Διατομή αγωγού (mm ²)	Αριθμός των φορτισμένων κλώνων			
	Τοποθέτηση σωλήνων ή καναλιών εγκατάστασης πάνω σε τοίχους, οροφές ή δάπεδα		Τοποθέτηση μέσα στον τοίχο, στο σοβά ή κάτω από το σοβά	
1,5	2	3	2	3
2,5	15,5	14	19,5	17,5
4	21	19	26	24
6	28	26	35	32
10	37	33	46	41
16	50	46	63	57

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Θέρμανση των Αγωγών και η Εκλογή της Διατομής τους

Προστασία των γραμμών από υπερεντάσεις απαιτείται στις ακόλουθες περιπτώσεις:

1. Όταν συνδεθεί στην ηλεκτρική γραμμή συσκευή μεγαλύτερης ισχύος που προκαλεί ρεύμα μεγαλύτερο από όσο μπορούν να δεχθούν οι διατομές της
2. Όταν συμβεί βραχυκύκλωμα μεταξύ των αγωγών της ηλεκτρικής γραμμής, οπότε αυξάνει απότομα και υπερβολικά πολύ το ρεύμα που κυκλοφορεί στους αγωγούς της.

Για να προστατευτεί η ηλεκτρική γραμμή, **τοποθετείται σε σειρά προς την κατανάλωση μία ασφάλεια**, η οποία διακόπτει τη συνέχεια του κυκλώματος, μην επιτρέποντας την καταστροφή της μόνωσης των καλωδίων ή ακόμη και των αγωγών, αν το ρεύμα ξεπεράσει την επιτρεπόμενη τιμή. Η ονομαστική ένταση της ασφάλειας πρέπει να είναι όση με τη μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση των αγωγών.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ
Θέρμανση των Αγωγών και η Εκλογή της Διατομής τους

- ♦ Το ρεύμα στους αγωγούς, στις περιελίξεις των ηλεκτρικών μηχανών, των μετασχηματιστών και των πηνίων δεν πρέπει να έχει υψηλή τιμή.
- ♦ Όταν η ένταση του ρεύματος ξεπεράσει τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές οι οποίες έχουν καθορισθεί από τις προδιαγραφές, η μόνωση των καλωδίων υπερθερμαίνεται και στη συνέχεια μπορεί να καταστραφεί, να προκληθεί βραχυκύκλωμα ή ακόμη και πυρκαγιά στις εγκαταστάσεις.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Θέρμανση των Αγωγών και η Εκλογή της Διατομής τους

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Ηλεκτρικό επαγγελματικό ψυγείο απορροφάει 5 kW από το δίκτυο τάσης 220 V. Επιλέξτε την διατομή του αγωγού σύνδεσης του ψυγείου στο δίκτυο και το μέγεθος της ασφάλειας στον πίνακα τροφοδοσίας.

Λύση:

Το ρεύμα υπολογίζεται σύμφωνα με τη γνωστή σχέση:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{5000W}{220V} = 22,7A$$

Από τον Πίνακα 2.7.4 επιλέγουμε διατομή $S=4mm^2$, η οποία αντιστοιχεί στο ρεύμα 25 A (αμέσως μεγαλύτερο από το ρεύμα 22,7 A που υπολογίσαμε). Η ασφάλεια πρέπει να είναι για ρεύμα ίσο με το ρεύμα του αγωγού, δηλαδή 25 A.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Όργανα μέτρησης

Για την διαπίστωση της σωστής λειτουργίας των διαφόρων ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων και εξαρτημάτων, χρησιμοποιούνται **ηλεκτρικές μετρήσεις**. Στο πλαίσιο των ηλεκτρικών μετρήσεων με τη χρήση κατάλληλων μεθόδων και οργάνων μετριοούνται διάφορα ηλεκτρικά μεγέθη.

Ταξινόμηση των οργάνων μέτρησης

Όργανο μέτρησης είναι μία συσκευή η οποία έχει τη δυνατότητα να μετρήσει ένα συγκεκριμένο φυσικό μέγεθος όπως ηλεκτρική τάση, ηλεκτρικό ρεύμα, ηλεκτρική αντίσταση, ηλεκτρική ισχύ, συχνότητα, κ.ά.

Τα όργανα μέτρησης κατατάσσονται με βάση:

1. την **αρχή** λειτουργίας τους,
2. το **φυσικό μέγεθος** το οποίο μετρούν και
3. τον **τρόπο** με τον οποίο παρέχουν το αποτέλεσμα της μέτρησης.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Όργανα μέτρησης

- ♦ Με βάση την **αρχή λειτουργίας** τους, τα όργανα μέτρησης κατατάσσονται στις ακόλουθες κατηγορίες:
 - **Μαγνητοηλεκτρικά όργανα ή όργανα στρεπτού πηνίου.** Η λειτουργία τους βασίζεται στην ανάπτυξη ροπής σε στρεπτό πηνίο το οποίο βρίσκεται σε μαγνητικό πεδίο μόνιμου μαγνήτη.
 - **Ηλεκτροδυναμικά όργανα.** Η λειτουργία τους είναι παρόμοια με των οργάνων στρεπτού πηνίου, όμως διαθέτουν ηλεκτρομαγνήτη αντί του μόνιμου μαγνήτη.
 - **Ηλεκτρομαγνητικά όργανα ή όργανα κινητού σιδήρου.** Η λειτουργία τους βασίζεται στην δύναμη που ασκείται στο σιδηρομαγνητικό υλικό, όταν βρίσκεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο το οποίο παράγεται από ένα σταθερό πηνίο που διαρρέεται από ρεύμα.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Όργανα μέτρησης

- **Ηλεκτροστατικά όργανα.** Η λειτουργία τους βασίζεται στις δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ σωμάτων που είναι υπό τάση.
- **Επαγωγικά όργανα.** Η λειτουργία τους βασίζεται στην ίδια αρχή με τους κινητήρες επαγωγής.
- **Θερμικά όργανα.** Η λειτουργία τους βασίζεται στην θερμότητα που παράγεται σε έναν αγωγό από τη διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Όργανα μέτρησης

- ♦ Με βάση το **φυσικό μέγεθος** το οποίο μετρούν, τα όργανα μέτρησης κατατάσσονται στις ακόλουθες κατηγορίες:
 - **Βολτόμετρα**, τα οποία μετρούν την ηλεκτρική τάση μεταξύ δύο ακροδεκτών.
 - **Αμπερόμετρα**, τα οποία μετρούν το ηλεκτρικό ρεύμα σε έναν αγωγό.
 - **Βατόμετρα**, τα οποία μετρούν την ηλεκτρική ισχύ, μονοφασική ή τριφασική, που απορροφάει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα.
 - **Συνημιτόμετρα**, τα οποία μετρούν το συντελεστή ισχύος ενός ηλεκτρικού κυκλώματος.
 - **Συχνόμετρα**, τα οποία μετρούν τη συχνότητα της εναλλασσόμενης τάσης.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Όργανα μέτρησης

- **Θερμόμετρα**, τα οποία μετρούν τη θερμοκρασία.
 - **Πολύμετρα**, τα οποία μετρούν περισσότερα μεγέθη όπως: τάση, ρεύμα, αντίσταση, θερμοκρασία.
 - **Υγρόμετρα**, τα οποία μετρούν την υγρασία του περιβάλλοντος.
- ♦ Με βάση τον **τρόπο** με τον οποίο παρέχουν το αποτέλεσμα της μέτρησης, τα όργανα μέτρησης κατατάσσονται στις ακόλουθες κατηγορίες:
- **Ενδεικτικά όργανα.** Δείχνουν την τιμή του μετρούμενου μεγέθους τη στιγμή της μέτρησης, μέσω δείκτη ή ψηφιακού συστήματος ή φωτεινού σήματος.
 - **Καταγραφικά όργανα.** Καταγράφουν το μετρούμενο μέγεθος σε συνάρτηση του χρόνου.
 - **Αθροιστικά όργανα.** Παρέχουν αθροιστικά το μετρούμενο μέγεθος, αρχίζοντας από κάποια χρονική στιγμή.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Όργανα μέτρησης

Το βολτόμετρο

Το βολτόμετρο μετράει την ηλεκτρική τάση μεταξύ δύο σημείων A και B, τα οποία συνήθως είναι οι ακροδέκτες ενός στοιχείου του κυκλώματος, όπως π.χ. μίας ηλεκτρικής αντίστασης, μίας πηγής τάσης, κτλ. και **πάντα συνδέεται παράλληλα με το στοιχείο**, (Σχήμα 2.6.1).

Τα βολτόμετρα είναι όργανα κινητού πηνίου όταν χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση συνεχούς τάσης, ενώ για τη μέτρηση εναλλασσόμενης τάσης, χρησιμοποιούνται όργανα θερμικά, επαγωγικά, ηλεκτροστατικά και κινητού σιδήρου. Επίσης, τα βολτόμετρα είναι όργανα κινητού πηνίου με ανορθωτικές διατάξεις όταν χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση τόσο της συνεχούς όσο και της εναλλασσόμενης τάσης.

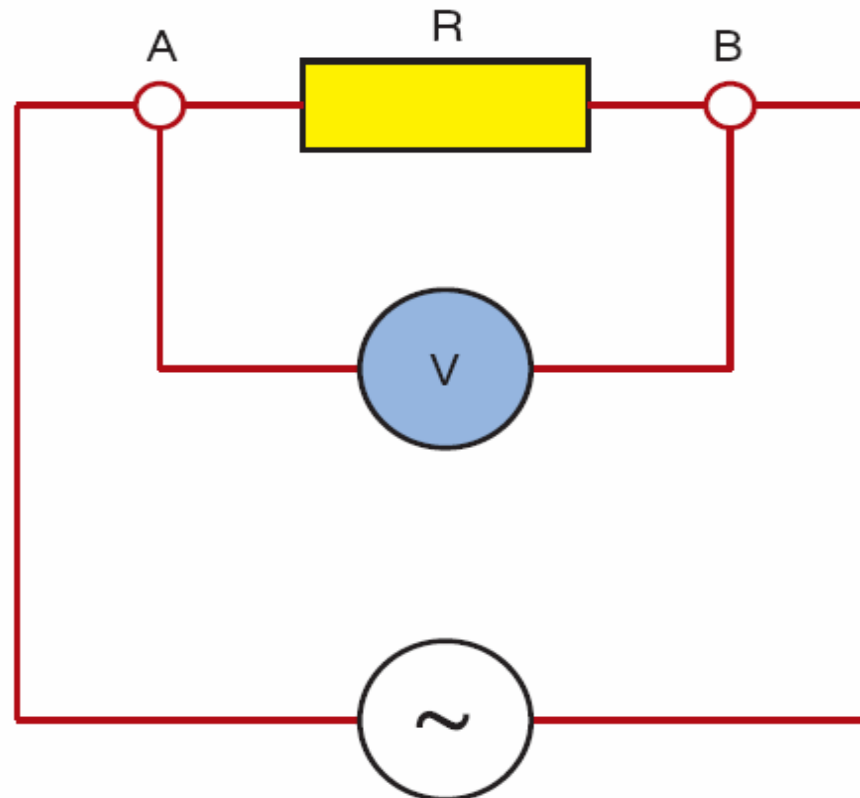
ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Όργανα μέτρησης

Το βολτόμετρο

Το σφάλμα μέτρησης του βολτομέτρου ελαχιστοποιείται όταν η εσωτερική του αντίσταση είναι πολύ μεγάλη. Στα περισσότερα βολτόμετρα, η εσωτερική αντίσταση τους είναι μεγαλύτερη από 10 kΩ.



ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Όργανα μέτρησης

Το αμπερόμετρο

Τα αμπερόμετρα μετρούν την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος σε έναν αγωγό ο οποίος συνήθως είναι ένας κλάδος ενός κυκλώματος και **πάντα συνδέεται σε σειρά στο κύκλωμα** (Σχήμα 2.6.2).

Τα αμπερόμετρα είναι όργανα κινητού πηνίου όταν χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση συνεχούς ρεύματος, ενώ για τη μέτρηση εναλλασσόμενου ρεύματος, χρησιμοποιούνται όργανα θερμικά, επαγωγικά, ηλεκτροστατικά και κινητού σιδήρου. Επίσης τα αμπερόμετρα είναι όργανα κινητού πηνίου με ανορθωτικές διατάξεις όταν χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση τόσο του συνεχούς, όσο και του εναλλασσόμενου ρεύματος.

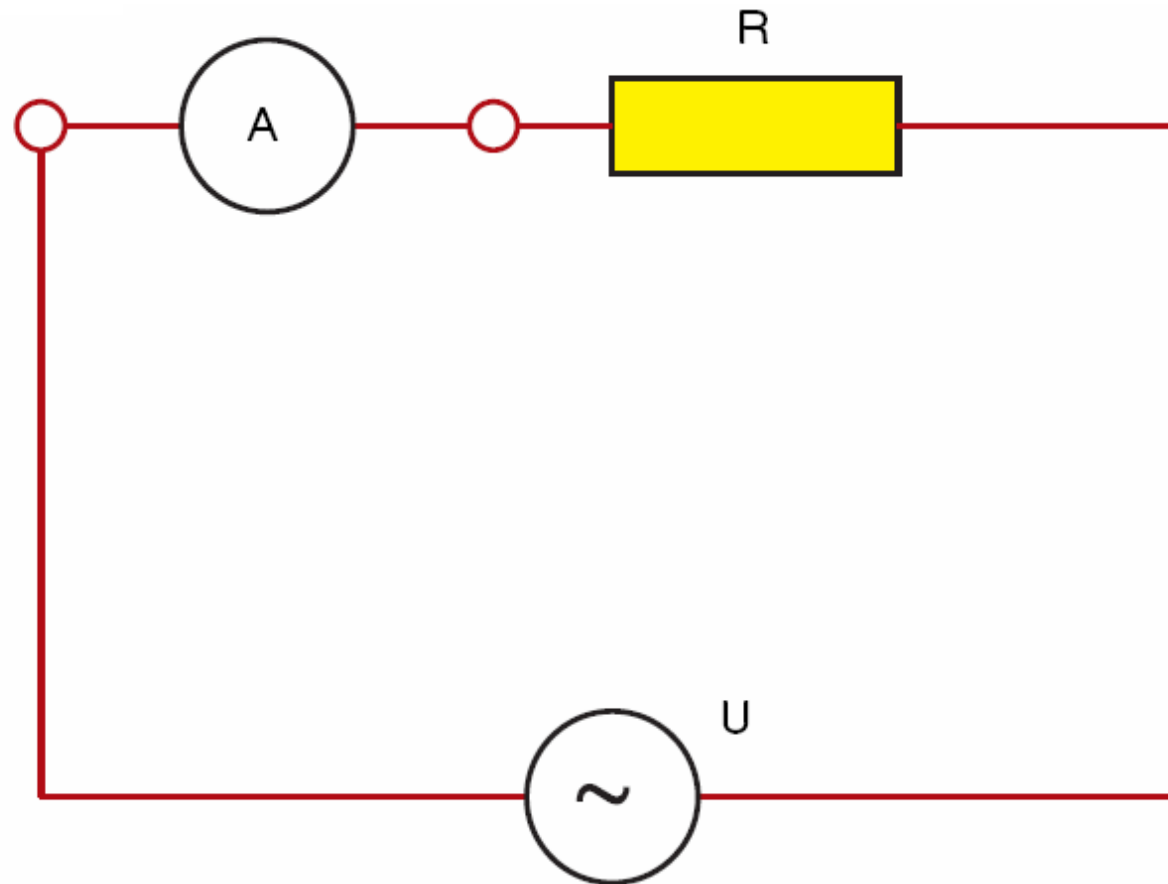
Το σφάλμα μέτρησης του αμπερομέτρου ελαχιστοποιείται όταν η εσωτερική του αντίσταση είναι πολύ μικρή. Στα περισσότερα αμπερόμετρα η εσωτερική αντίσταση τους είναι μικρότερη από 1Ω και μπορεί να είναι μέχρι δέκατα ή εκατοστά του Ω .

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Όργανα μέτρησης

Το αμπερόμετρο



Σχήμα 2.6.2 Το αμπερόμετρο συνδέεται σε σειρά με την αντίσταση R

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Όργανα μέτρησης

Το βατόμετρο

Βατόμετρα ονομάζονται τα όργανα τα οποία μετρούν την ηλεκτρική ισχύ, μονοφασική ή τριφασική, που απορροφάει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα. Κατασκευαστικά, το βατόμετρο έχει δύο πηνία: ένα πηνίο τάσης με μεγάλη αντίσταση και ένα πηνίο ρεύματος με μικρή αντίσταση. Το πηνίο ρεύματος έχει λίγες σπείρες χονδρού σύρματος και είναι σταθερό, ενώ το πηνίο τάσης έχει πολλές σπείρες λεπτού σύρματος και είναι κινητό.

Υπάρχουν δύο συνδεσμολογίες για την μέτρηση της ισχύος με βατόμετρο:

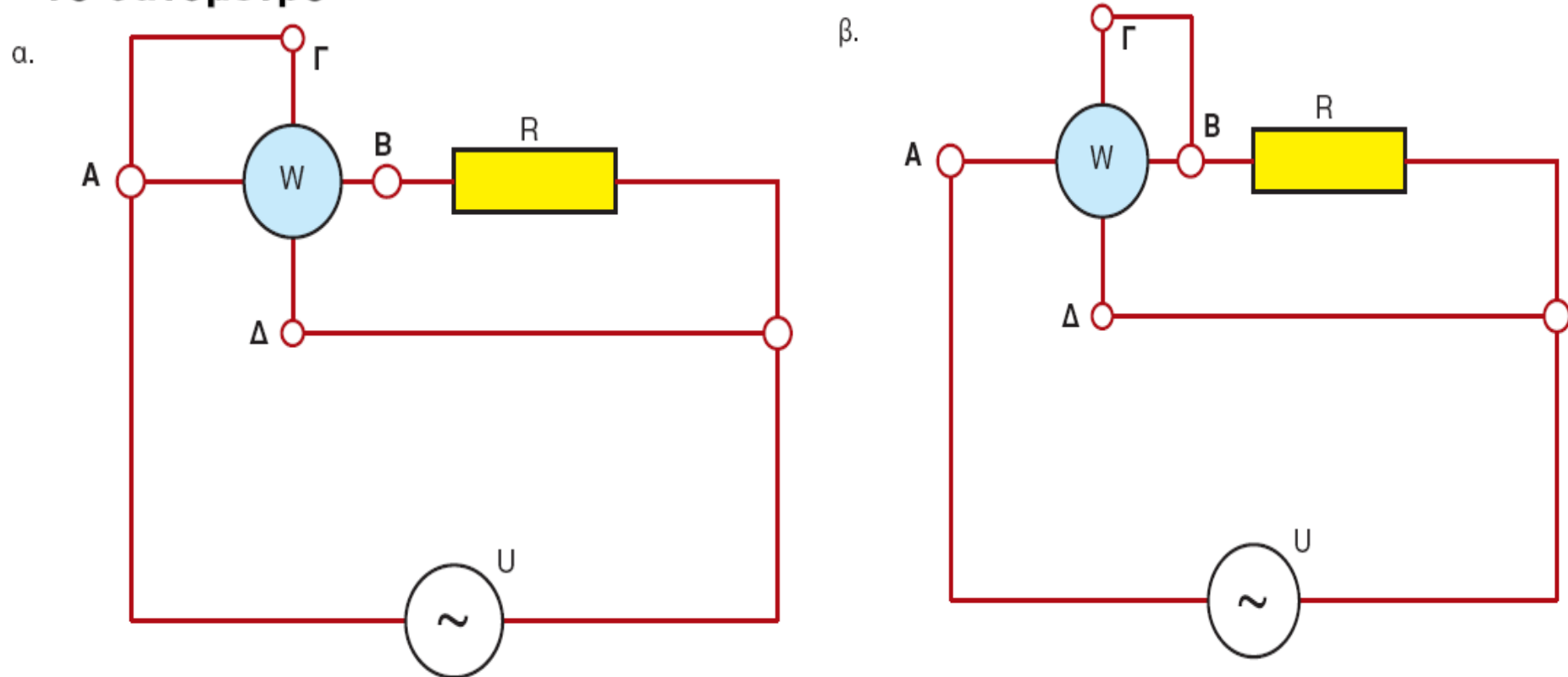
1. Όταν η ισχύς προέρχεται από μεγάλη τάση και μικρό ρεύμα, η σύνδεση του πηνίου τάσης γίνεται πριν από το πηνίο ρεύματος (Σχήμα 2.6.3.α).
2. Όταν η ισχύς προέρχεται από μικρή τάση και μεγάλο ρεύμα, η σύνδεση του πηνίου τάσης γίνεται μετά το πηνίο ρεύματος (Σχήμα 2.6.3.β).

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Όργανα μέτρησης

Το βατόμετρο



Σχήμα 2.6.3. Το πηνίο ρεύματος του βατομέτρου συνδέεται σε σειρά και το πηνίο τάσης συνδέεται παράλληλα με την αντίσταση R . (A–B ακροδέκτες πηνίου ρεύματος, Γ–Δ ακροδέκτες πηνίου τάσης)

- α. Σύνδεση πηνίου τάσης πριν από το πηνίο ρεύματος
β. Σύνδεση πηνίου τάσης μετά το πηνίο ρεύματος