

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

Τα βασικά ηλεκτρικά μεγέθη στην ηλεκτρολογία είναι το ηλεκτρικό φορτίο, το ηλεκτρικό ρεύμα, η μαγνητική ροή, η ηλεκτρική τάση, η ηλεκτρική ισχύς και η ηλεκτρική ενέργεια.

Το ηλεκτρικό φορτίο είναι ένα πολύ σημαντικό μέγεθος του ηλεκτρισμού. Όταν τα ηλεκτρικά φορτία κινούνται ή ηρεμούν, τότε ασκούν δυνάμεις σε άλλα ηλεκτρικά φορτία που κινούνται ή είναι ακίνητα.

Τα ηλεκτρόνια, φέρουν αρνητικό φορτίο και τα πρωτόνια θετικό φορτίο. Η φορά της κίνησης των ηλεκτρονίων είναι από το τμήμα όπου υπάρχει συσσώρευση ηλεκτρονίων προς το τμήμα όπου υπάρχει έλλειψη.

Η ποσότητα ηλεκτρικού φορτίου του ενός ηλεκτρονίου είναι $1,6 \cdot 10^{-19}$ Coulomb και είναι η μικρότερη γνωστή. Το ηλεκτρικό φορτίο δεν μπορεί ούτε να δημιουργηθεί, ούτε να καταστραφεί.

Η μονάδα μέτρησης του ηλεκτρικού φορτίου είναι το Κουλόμπ (C-Coulomb) και ορίζεται σαν το φορτίο $6,24 \cdot 10^{18}$ ηλεκτρονίων. Το ένα Κουλόμπ είναι το φορτίο που μεταφέρεται σε ένα δευτερόλεπτο (sec) από ηλεκτρικό ρεύμα ενός Αμπέρ (A). Η μονάδα μέτρησης του ηλεκτρικού ρεύματος είναι το Αμπέρ (Ampere) με σύμβολο το A.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

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

$$1\text{ Ampere} = \frac{1\text{ Coulomb}}{1\text{ s}}$$

Στο Διεθνές Σύστημα Μέτρησης S.I. το Αμπέρ είναι θεμελιώδης μονάδα και από αυτήν ορίζονται τα υπόλοιπα ηλεκτρικά μεγέθη. Το Διεθνές Σύστημα ονομάζεται και MKSA από τις θεμελιώδεις μονάδες οι οποίες είναι: το μέτρο (m) για το μήκος, το χιλιόγραμμα (kg) για τη μάζα, το δευτερόλεπτο (s - second) για το χρόνο και το Αμπέρ (A) για το ηλεκτρικό ρεύμα.

Τα ηλεκτρικά φορτία που κινούνται αποτελούν το **ηλεκτρικό ρεύμα**.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Έτσι το ηλεκτρικό ρεύμα έχει την έννοια της ταχύτητας μεταβολής, ή μεταφοράς, του ηλεκτρικού φορτίου και περιλαμβάνει τόσο τα θετικά όσο και τα αρνητικά φορτία. Στους μεταλλικούς αγωγούς, το ρεύμα αποτελείται από κινούμενα ηλεκτρόνια. Η φορά του ρεύματος είναι από τον αρνητικό πόλο προς τον θετικό πόλο, δηλαδή αντίθετη προς τη φορά που λαμβάνεται συμβατικά. Στους ηλεκτρολύτες και τα ιονισμένα αέρια υπάρχουν κινήσεις τόσο θετικών όσο και αρνητικών ιόντων ή ηλεκτρονίων. Τα δύο αυτά είδη ρευμάτων στους μεταλλικούς αγωγούς και στους ηλεκτρολύτες ονομάζονται αντίστοιχα **ρεύμα αγωγιμότητας** και **ρεύμα μεταφοράς**.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Η **ηλεκτρική τάση** μεταξύ δυο σημείων είναι το πηλίκο του έργου που απαιτείται για την μετακίνηση θετικού ηλεκτρικού φορτίου από ένα σημείο σε άλλο, προς το ηλεκτρικό φορτίο.

Τα δύο σημεία αυτά μπορεί να είναι οι δυο πόλοι μιας πηγής ηλεκτρικής ενέργειας. Εφόσον η πηγή συνδέεται σε εξωτερικό ηλεκτρικό κύκλωμα, αρχίζει η μετακίνηση του φορτίου από τον ένα πόλο στον άλλο. Όσο μεγαλύτερη είναι η ηλεκτρική τάση μεταξύ των πόλων της πηγής, τόσο μεγαλύτερο φορτίο θα μετακινηθεί και επομένως η ένταση του ρεύματος θα είναι μεγαλύτερη. Πηγές ηλεκτρικού ρεύματος είναι τα ηλεκτρικά στοιχεία, οι συσσωρευτές και οι ηλεκτρικές γεννήτριες.

Η μονάδα μέτρησης της ηλεκτρικής τάσης στο Διεθνές Σύστημα είναι το Βολτ (Volt) με σύμβολο το V. Η σχέση του βολτ με την μονάδα ηλεκτρικού φορτίου κουλόμπ είναι :

$$1 \text{ V} = 1 \frac{\text{Joule}}{\text{Coulomb}} = 1 \frac{\text{J}}{\text{Cb}}$$

όπου Joule είναι η μονάδα ενέργειας ή έργου. Όμως:

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

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

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

Επομένως:

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

Η **ηλεκτρική ισχύς P** είναι το γινόμενο της ηλεκτρικής τάσης U και της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος I:

$$P = U \cdot I$$

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

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

Συγκεντρωτικά, τα θεμελιώδη ηλεκτρικά μεγέθη και οι αντίστοιχες μονάδες μέτρησης παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.1.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1 Θεμελιώδη ηλεκτρικά μεγέθη

Μέγεθος	Σύμβολο	Μονάδα μέτρησης	Εξίσωση
Ηλεκτρικό φορτίο	Q	Κουλόμπ - Cb	$1\text{Cb} = 1\text{A} \cdot 1\text{sec}$
Ηλεκτρική τάση	V	Βολτ - V	$1\text{V} = \frac{1\text{J}}{1\text{Cb}}$
Ηλεκτρικό ρεύμα	I	Αμπερ - A	Βασικό μέγεθος
Ηλεκτρική αντίσταση	R	Ωμ - Ω	$1\Omega = \frac{1\text{V}}{1\text{A}}$
Ηλεκτρική ισχύς	P	Βατ - W	$1\text{W} = 1\text{V} \cdot 1\text{A}$
Ηλεκτρική ενέργεια	W	Τζάουλ - J	$1\text{J} = 1\text{W} \cdot 1\text{sec}$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικά κυκλώματα, νόμοι και θεωρήματα

Περιγραφή του ηλεκτρικού κυκλώματος

Οι ηλεκτρικές βιομηχανικές και οικιακές συσκευές και διατάξεις, έχουν ηλεκτρικά κυκλώματα, που περιλαμβάνουν περισσότερες ωμικές αντιστάσεις οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους κατά πολλούς τρόπους. Τέτοιες σύνθετες συνδεσμολογίες με αγωγούς σύνδεσης μεταξύ των διαφόρων στοιχείων του κυκλώματος, όπως πηγές και αντιστάσεις, σχηματίζουν κλειστές διαδρομές, που ονομάζονται βρόχοι.

Ένας **βρόχος** είναι μια κλειστή αγωγή διαδρομή σε ένα κύκλωμα ή η κλειστή διαδρομή που ξεκινάει από ένα σημείο, ακολουθεί διάφορα στοιχεία του κυκλώματος για μια μόνο φορά και επιστρέφει στο αρχικό σημείο.

Ένας **κλάδος** του ηλεκτρικού κυκλώματος είναι ένα απλό στοιχείο όπως μια πηγή τάσης ή μία αντίσταση. Συνηθίζεται όμως να ονομάζεται **κλάδος** μια ομάδα περισσότερων όμοιων στοιχείων, που διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

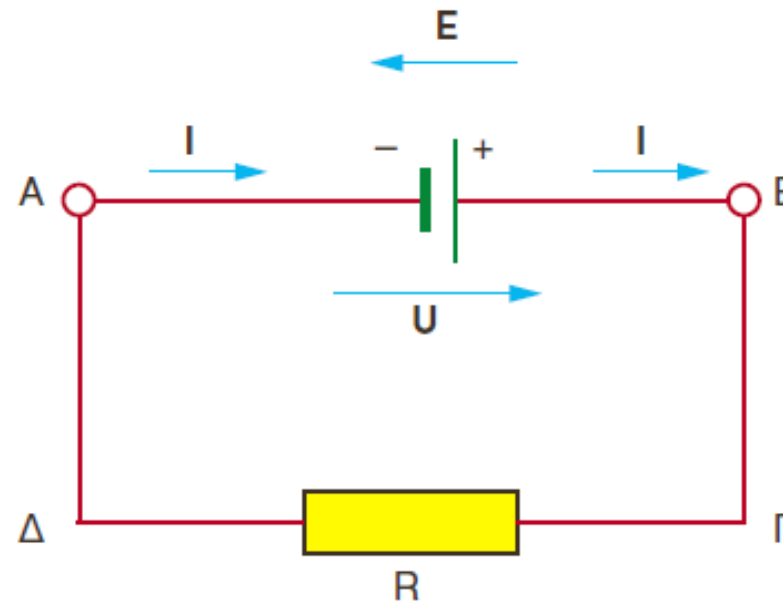
- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικά κυκλώματα, νόμοι και θεωρήματα

Περιγραφή του ηλεκτρικού κυκλώματος

Ένας βρόχος αποτελείται από δύο ή περισσότερους κλάδους.

Στο Σχήμα 2.2.1 απεικονίζεται ένας βρόχος ΑΒΓΔ με δύο κλάδους Α-Β και Α-Δ-Γ-Β, όπου E είναι η ηλεκτρεγερτική δύναμη, U η ηλεκτρική τάση, I το ρεύμα και R η ηλεκτρική αντίσταση.



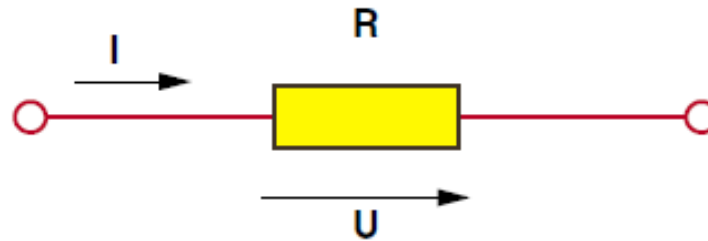
Σχήμα 2.2.1 Βρόχος ηλεκτρικού κυκλώματος

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικά κυκλώματα, νόμοι και θεωρήματα

Περιγραφή του ηλεκτρικού κυκλώματος



Σχήμα 2.2.2 Η θετική φορά της πτώσης τάσης σε μια αντίσταση συμπίπτει με τη θετική φορά του ρεύματος

Στην ηλεκτρολογία χρησιμοποιείται η **τεχνική φορά του ρεύματος** ή η **συμβατική φορά**, η οποία συμβολίζεται με βέλος που ξεκινά από τον θετικό πόλο της μπαταρίας συνεχίζει στο εξωτερικό κύκλωμα και καταλήγει στον αρνητικό πόλο, δηλαδή από το (+) στο (-), (Σχήμα 2.2.1). Η φορά της πτώσης τάσης σε μία αντίσταση θεωρείται ότι είναι θετική όταν είναι ίδια με την φορά του ρεύματος, (Σχήμα 2.2.2).

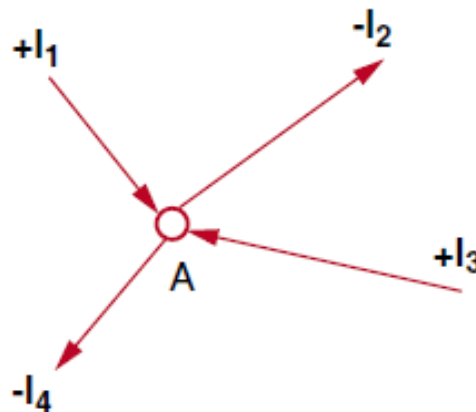
ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικά κυκλώματα, νόμοι και θεωρήματα

Ο **κόμβος** είναι το σημείο ένωσης δύο ή περισσότερων κλάδων όπως το σημείο A στο Σχήμα 2.2.3. Μεταξύ δύο κόμβων προσδιορίζεται ένας κλάδος, ενώ στον ίδιο κλάδο δεν είναι δυνατόν να υπάρχει άλλος κόμβος εκτός των δύο ακραίων κόμβων. Η πολυπλοκότητα ενός κυκλώματος προκύπτει από τον αριθμό των βρόχων:

- ένας βρόχος προσδιορίζει ένα **απλό κύκλωμα**,
- πολλοί βρόχοι που συνδέονται μεταξύ τους αποτελούν ένα **σύνθετο κύκλωμα** ή **δίκτυο**.



Σχήμα 2.2.3 Ο κόμβος A είναι το σημείο ένωσης περισσότερων κλάδων

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικά κυκλώματα, νόμοι και θεωρήματα

Νόμος του Ωμ

Ο νόμος του Ωμ εκφράζει τη σχέση ανάμεσα στα τρία βασικά ηλεκτρικά μεγέθη: τάση U , ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος I και ηλεκτρική αντίσταση R και διατυπώνεται ως εξής:

Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει μια ωμική αντίσταση είναι ανάλογη της ηλεκτρικής τάσης και αντιστρόφως ανάλογη της ηλεκτρικής αντίστασης:

$$I = \frac{U}{R}$$

Η ηλεκτρική αντίσταση είναι η ιδιότητα των υλικών να παρεμποδίζουν τη κίνηση των ηλεκτρικών φορτίων δηλαδή την κυκλοφορία ηλεκτρικού ρεύματος.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικά κυκλώματα, νόμοι και θεωρήματα

Η τιμή της αντίστασης R εξαρτάται από τις γεωμετρικές διαστάσεις του αγωγού (σύρματος) και από το υλικό του. Η εξάρτηση της αντίστασης από το υλικό χαρακτηρίζεται από το συντελεστή ρ που ονομάζεται **ειδική αντίσταση**, διαφέρει από κάθε υλικό και μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία. Οι γεωμετρικές διαστάσεις του αγωγού είναι το μήκος ℓ (σε μέτρα m) και η διατομή του S (σε m^2):

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

$$1\Omega = 1\Omega \cdot m \cdot \frac{1m}{1m^2}$$

Στην πράξη, οι διατομές των αγωγών είναι της τάξης των mm^2 και δίνονται σε mm^2 και έτσι, για την απλοποίηση των υπολογισμών, η ειδική αντίσταση εκφράζεται σε $\Omega \cdot \frac{mm^2}{m}$:

$$1\Omega = 1\Omega \cdot \frac{mm^2}{m} \cdot \frac{m}{mm^2}$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικά κυκλώματα, νόμοι και θεωρήματα

Αν η θερμοκρασία δεν μεταβάλλεται, τότε η ηλεκτρική αντίσταση είναι σταθερή και ο νόμος του Ωμ μπορεί να διατυπωθεί ως εξής:

Για μια δεδομένη ηλεκτρική αντίσταση, το ηλεκτρικό ρεύμα που την διαρρέει είναι ανάλογο της ηλεκτρικής τάσης στα άκρα της. Έτσι, η μεταβολή της τάσης στα άκρα της αντίστασης, προκαλεί ανάλογη μεταβολή του ρεύματος.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικά κυκλώματα, νόμοι και θεωρήματα

Ο νόμος του Ωμ μπορεί να διατυπωθεί και σε δύο άλλες ισοδύναμες μορφές

Η τάση στα άκρα μιας ηλεκτρικής αντίστασης ισούται με το γινόμενο της αντίστασης επί την ένταση του ρεύματος που την διαρρέει. Το γινόμενο αυτό ονομάζεται πτώση τάσης στην αντίσταση R:

$$U = R \cdot I$$

Η ηλεκτρική αντίσταση υπολογίζεται, ως το σταθερό πηλίκο μεταξύ της εφαρμοζόμενης τάσης στα άκρα της και του ρεύματος που την διαρρέει.

$$R = \frac{U}{I}$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικά κυκλώματα, νόμοι και θεωρήματα

Η μονάδα μέτρησης της ηλεκτρικής αντίστασης είναι το ωm (Ohm), με σύμβολο το Ω . Αντίσταση ενός ωm παρουσιάζει ένας αγωγός, όταν στα άκρα του εφαρμόζεται τάση ενός βολτ και διαρρέεται από ρεύμα έντασης ενός αμπερ.

$$1\Omega = \frac{1\text{W}}{1\text{A}}$$

Στην πράξη χρησιμοποιούνται και πολλαπλάσια του Ωm :

- Το κιλοώμ = $1\text{ k}\Omega = 1000\ \Omega = 10^3\ \Omega$
- Το μεγαώμ = $1\text{ M}\Omega = 1000\text{ k}\Omega = 10^6\ \Omega$

Όταν συνδέσουμε μια μπαταρία με ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ) E με μια αντίσταση R (φορτίο), τότε σχηματίζεται ένα κλειστό κύκλωμα, (Σχήμα 2.2.4). Στο κύκλωμα αυτό εκτός από την εξωτερική αντίσταση του φορτίου R υπάρχει και η εσωτερική αντίσταση της πηγής r . **Η εσωτερική αντίσταση της πηγής r** εκφράζει την δυσκολία που συναντούν τα ηλεκτρικά φορτία κατά την κίνηση τους στο εσωτερικό της πηγής.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

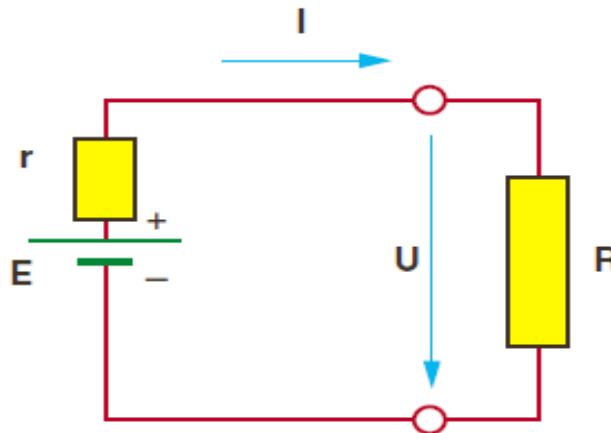
- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικά κυκλώματα, νόμοι και θεωρήματα

Ο νόμος του Ωμ εφαρμόζεται στο κλειστό κύκλωμα του Σχήματος 2.2.4 και προκύπτουν οι σχέσεις:

$$I = \frac{E}{R + r} \Rightarrow U = E - r \cdot I$$

Η πτώση τάσης U στα άκρα της αντίστασης R είναι ίδια με την τάση που μετρείται στους πόλους της πηγής και ονομάζεται **πολική τάση της πηγής**. Η πολική τάση U της πηγής ισούται με την ΗΕΔ E μείον την εσωτερική πτώση τάσης $r \cdot I$ της πηγής. Η πολική τάση της πηγής είναι ίση με την ΗΕΔ E της πηγής μόνο όταν $I = 0$, δηλαδή όταν το κύκλωμα είναι ανοικτό.



Σχήμα 2.2.4 Κλειστό κύκλωμα με εσωτερική αντίσταση της πηγής r και αντίσταση του φορτίου R

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

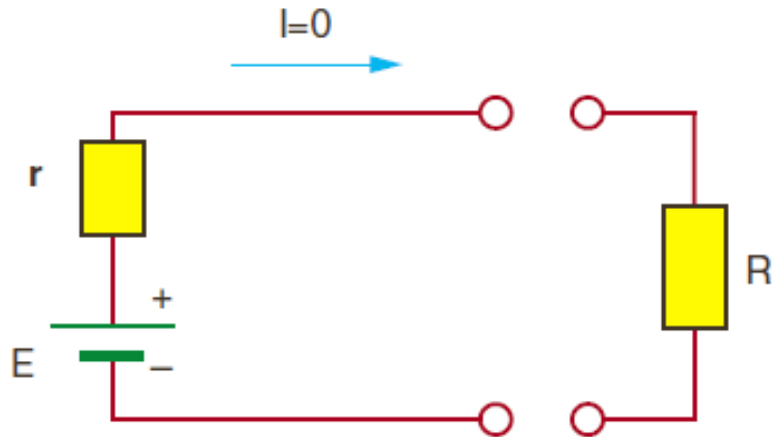
- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικά κυκλώματα, νόμοι και θεωρήματα

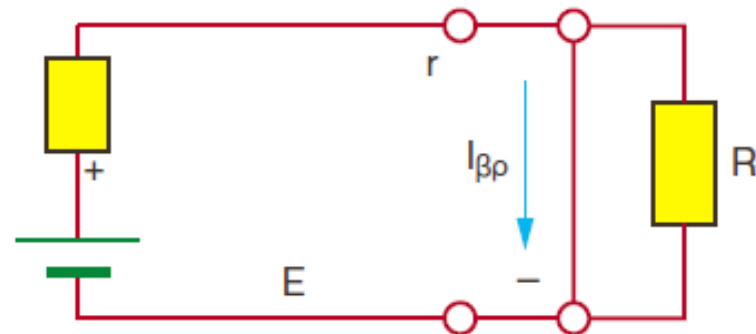
Ανοικτό κύκλωμα είναι το κύκλωμα στο οποίο η ηλεκτρική αντίσταση ή το στοιχείο που καταναλώνει ενέργεια έχει αποσυνδεθεί, (Σχήμα 2.2.5).

Βραχυκυκλωμένο κύκλωμα είναι το κύκλωμα στο οποίο οι πόλοι της πηγής ενώνονται μεταξύ τους με ένα αγωγό πολύ μικρής ωμικής αντίστασης και το ρεύμα παρακάμπτει το φορτίο, (Σχήμα 2.2.6).

Σε περίπτωση βραχυκύκλωσης, το ρεύμα βραχυκύκλωσης $I_{\beta\phi}$ είναι πολύ μεγαλύτερο από το κανονικό (ή ονομαστικό) ρεύμα του φορτίου.



Σχήμα 2.2.5 Ανοικτό κύκλωμα



Σχήμα 2.2.6 Βραχυκυκλωμένο κύκλωμα

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΡΕΥΜΑ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

Αρχικά πρέπει να κατανοήσουμε τι είναι ρεύμα. Έστω λοιπόν ότι έχουμε έναν αγωγό. Αν εφαρμόσουμε μία διαφορά δυναμικού μεταξύ δύο σημείων αυτού του αγωγού τότε θα παρατηρήσουμε ότι μεταξύ των δύο σημείων αυτών θα υπάρξει συντονισμένη κίνηση των μορίων του αγωγού από την μία κατεύθυνση στην άλλη ανάλογα με την πολικότητα της τάσης που εφαρμόσαμε. Αυτή η κίνηση λέγεται ρεύμα και μετριέται σε ampere. Έστω τώρα ότι τοποθετούμε μία αντίσταση μεταξύ αυτών των δύο σημείων η οποία “δυσκολεύει” το ρεύμα να περάσει και άρα περνάει λιγότερο ρεύμα. Αν για κάποιο λόγο παρακαμφθεί η αντίσταση αυτή και περάσει όλο το ρεύμα τότε μιλάμε για βραχυκύκλωμα. Γιατί τώρα αυτό συνήθως είναι κακό:

Αν υποθέσουμε ότι έχουμε μια συσκευή που δουλεύει με κάποιο συγκεκριμένο ρεύμα. Για να το επιτύχουμε αυτό έχουμε βάλει κάποια αντίσταση η οποία μειώνει το ρεύμα που έρχεται στη συσκευή έτσι ώστε να επιτευχθεί η τιμή του ρεύματος που θέλουμε. Αν παρακαμφθεί αυτή η αντίσταση (πχ αν πέσει νερό σε εκείνο το σημείο, το ρεύμα δεν θα πάει να περάσει από την αντίσταση αλλά από το νερό που είναι καλός αγωγός του ηλεκτρισμού αφού του είναι πιο “εύκολο”) τότε η συσκευή θα πάρει περισσότερο ρεύμα από το επιτρεπτό και ίσως έτσι να καταστραφεί ή αν έχει ασφάλεια να μας ρίξει κάποιο διακόπτη όπως μπορεί να κάνει η κουζίνα μας.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΡΕΥΜΑ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

Βραχυκύκλωμα ονομάζεται η αγώγιμη σύνδεση δύο ακροδεκτών μιας ηλεκτρικής συσκευής. Τότε λέμε ότι τα άκρα της συσκευής είναι βραχυκυκλωμένα. Χαρακτηριστικό γνώρισμα ενός βραχυκυκλώματος είναι ότι τα δύο άκρα της συσκευής είναι *ισοδυναμικά*, δηλαδή το ηλεκτρικό δυναμικό έχει την ίδια τιμή και στα δύο άκρα, ή με άλλα λόγια τα δύο άκρα συμπεριφέρονται σαν να ταυτίζονται. Η συσκευή δε διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, αφού εμφανίζει οπωσδήποτε ηλεκτρική αντίσταση, ενώ το βραχυκύκλωμα στα άκρα της όχι, γιατί συμπεριφέρονται σαν να ταυτίζονται, άρα σαν μην παρεμβάλλεται τίποτα μεταξύ των δύο άκρων. Σε μαθηματική γλώσσα αν V_1 είναι το ηλεκτρικό δυναμικό στο ένα άκρο της συσκευής και V_2 το ηλεκτρικό δυναμικό στο άλλο άκρο της συσκευής, τότε ισχύει:

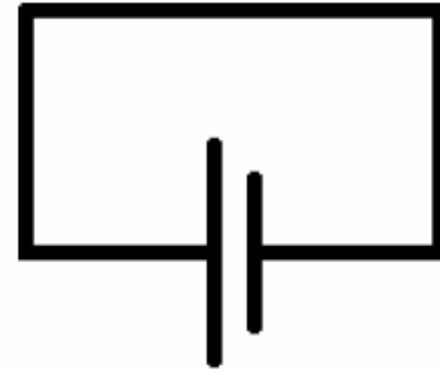
$$V_1 = V_2 \Leftrightarrow \Delta V = 0$$

Το βραχυκύκλωμα μπορεί να προκληθεί ελεγχόμενα ή τυχαία. Το ελεγχόμενο βραχυκύκλωμα απενεργοποιεί μια συσκευή (αλλά αυτή διατηρεί ηλεκτρικό δυναμικό στα άκρα της). Το τυχαίο βραχυκύκλωμα μπορεί να προκληθεί από φθορά, τεχνικό σφάλμα ή άλλους παράγοντες.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΡΕΥΜΑ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

Βραχυκύκλωμα ηλεκτρικής πηγής



Στην καθημερινή ζωή όταν γίνεται λόγος για βραχυκύκλωμα συνήθως εννοείται βραχυκύκλωμα σε μια πηγή ηλεκτρικού ρεύματος. Η πηγή ηλεκτρικού ρεύματος εμφανίζει υποχρεωτικά διαφορετικό ηλεκτρικό δυναμικό στα άκρα της. Επομένως, στο βραχυκύκλωμα μιας πηγής στα άκρα της θα πρέπει να υπάρχει και ταυτόχρονα να μην υπάρχει διαφορά δυναμικού!

Στην πραγματικότητα η σύνδεση και η πηγή εμφανίζουν αντίσταση, η οποία συνήθως είναι αμελητέα, δηλαδή πολύ μικρή για να ληφθεί υπόψιν. Όμως στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν υπάρχει άλλη αντίσταση για να ληφθεί υπόψιν. Έστω ότι βραχυκυκλώνεται μια πηγή συνεχούς ηλεκτρεργετικής δύναμης E , εσωτερικής αντίστασης r με έναν αγωγό πολύ μικρής αντίστασης r' . Τότε σύμφωνα με το νόμο του Ωμ κλειστού κυκλώματος ισχύει:

$$I = \frac{E}{r + r'}$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΡΕΥΜΑ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

Βραχυκύκλωμα ηλεκτρικής πηγής

Παρατηρούμε ότι για δεδομένη ηλεκτρεργετική δύναμη η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος είναι αντιστρόφως ανάλογη της συνολικής αντίστασης του κυκλώματος. Από φυσική άποψη, το βραχυκύκλωμα μιας πηγής είναι η εφαρμογή σημαντικής διαφοράς δυναμικού σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα πολύ μικρής αντίστασης, ώστε να εμφανιστεί μια μεγάλη ένταση ηλεκτρικού ρεύματος, που μπορεί να έχει καταστροφική επίδραση στους αγωγούς του ρεύματος και την πηγή. Οι αγωγοί δεν αντέχουν την μεγάλη ένταση του ρεύματος, που αναπτύσσεται, και, ως συνέπεια, είτε καταστρέφονται είτε, λόγω ανάφλεξης του μονωτικού τους υλικού, είναι δυνατόν να προκληθεί πυρκαϊά.

Η ηλεκτροπληξία μπορεί να προκαλέσει βραχυκύκλωμα.

Για την αποφυγή της μεγάλης έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος, μιας συνέπειας του βραχυκυκλώματος, χρησιμοποιούνται στο κύκλωμα ειδικές διατάξεις, οι ασφάλειες.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικά κυκλώματα, νόμοι και θεωρήματα

2.2.3 Σύνδεση σε σειρά

Περισσότερες αντιστάσεις και πηγές τάσης είναι συνδεδεμένες σε σειρά σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, όταν διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα.

Το κύκλωμα αυτό μπορεί να μετατραπεί σε ένα απλούστερο και όλες οι αντιστάσεις να αντικατασταθούν με μόνο μία ισοδύναμη αντίσταση και όλες οι πηγές να αντικατασταθούν από μία ισοδύναμη πηγή.

Η ισοδύναμη αντίσταση R των αντιστάσεων R_1 , R_2 και R_3 που συνδέονται σε σειρά, ισούται με το άθροισμά τους.

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

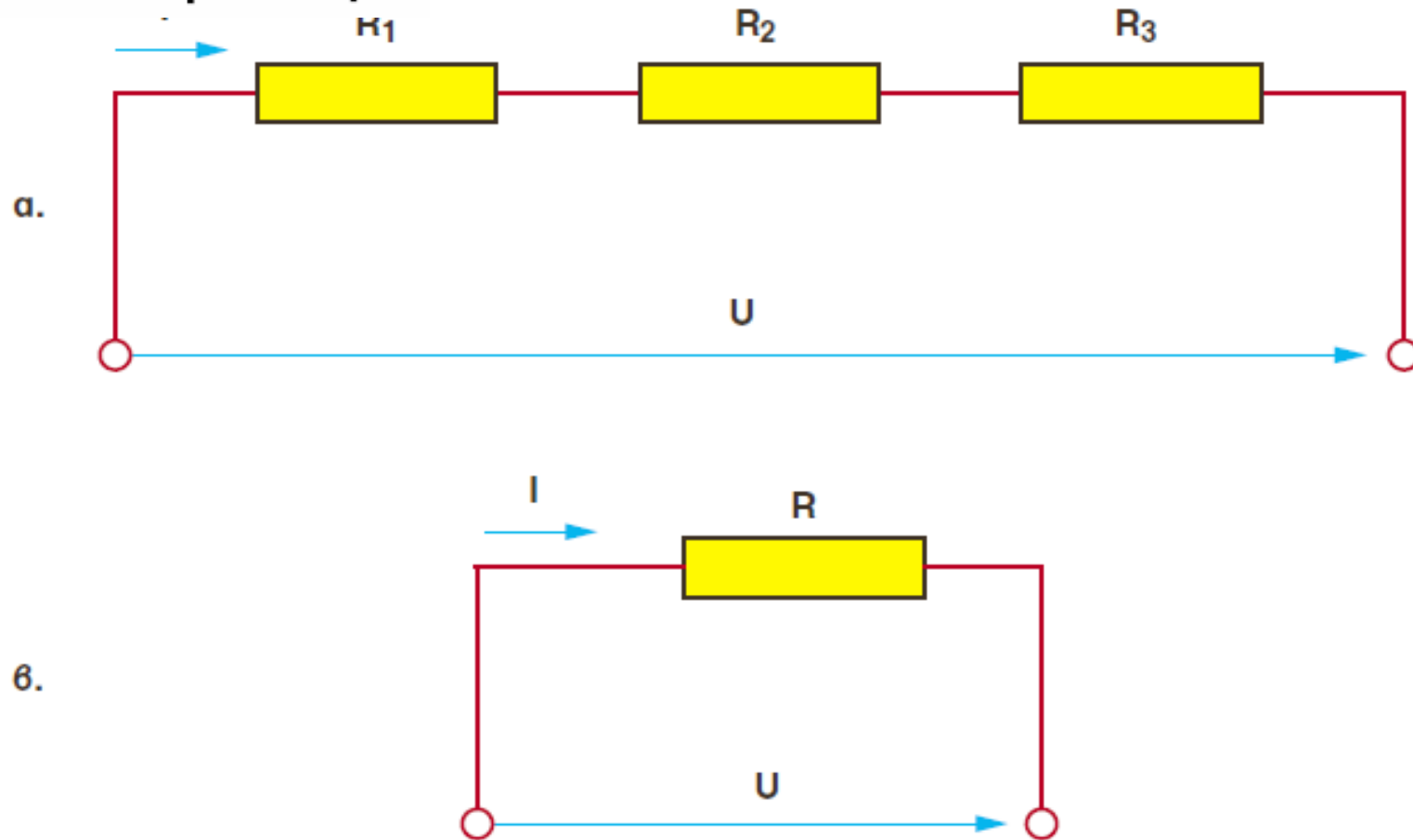
Στο Σχήμα 2.2.8.α οι αντιστάσεις R_1 , R_2 και R_3 είναι συνδεδεμένες σε σειρά και διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα I . Οι τρεις αντιστάσεις μπορούν να αντικατασταθούν από μια ισοδύναμη αντίσταση R όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.2.8.β.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικά κυκλώματα, νόμοι και θεωρήματα

Σύνδεση σε σειρά



Σχήμα 2.2.8. α. Σύνδεση σε σειρά τριών αντιστάσεων και
β. Ισοδύναμη αντίσταση των τριών αντιστάσεων

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικά κυκλώματα, νόμοι και θεωρήματα

Σύνδεση σε σειρά

Η ισοδύναμη ηλεκτρεγερτική δύναμη E των πηγών τάσης που είναι συνδεδεμένες σε σειρά και έχουν ηλεκτρεγερτικές δυνάμεις E_1 , E_2 και E_3 ισούται με το άθροισμά τους.

$$E = E_1 + E_2 + E_3$$

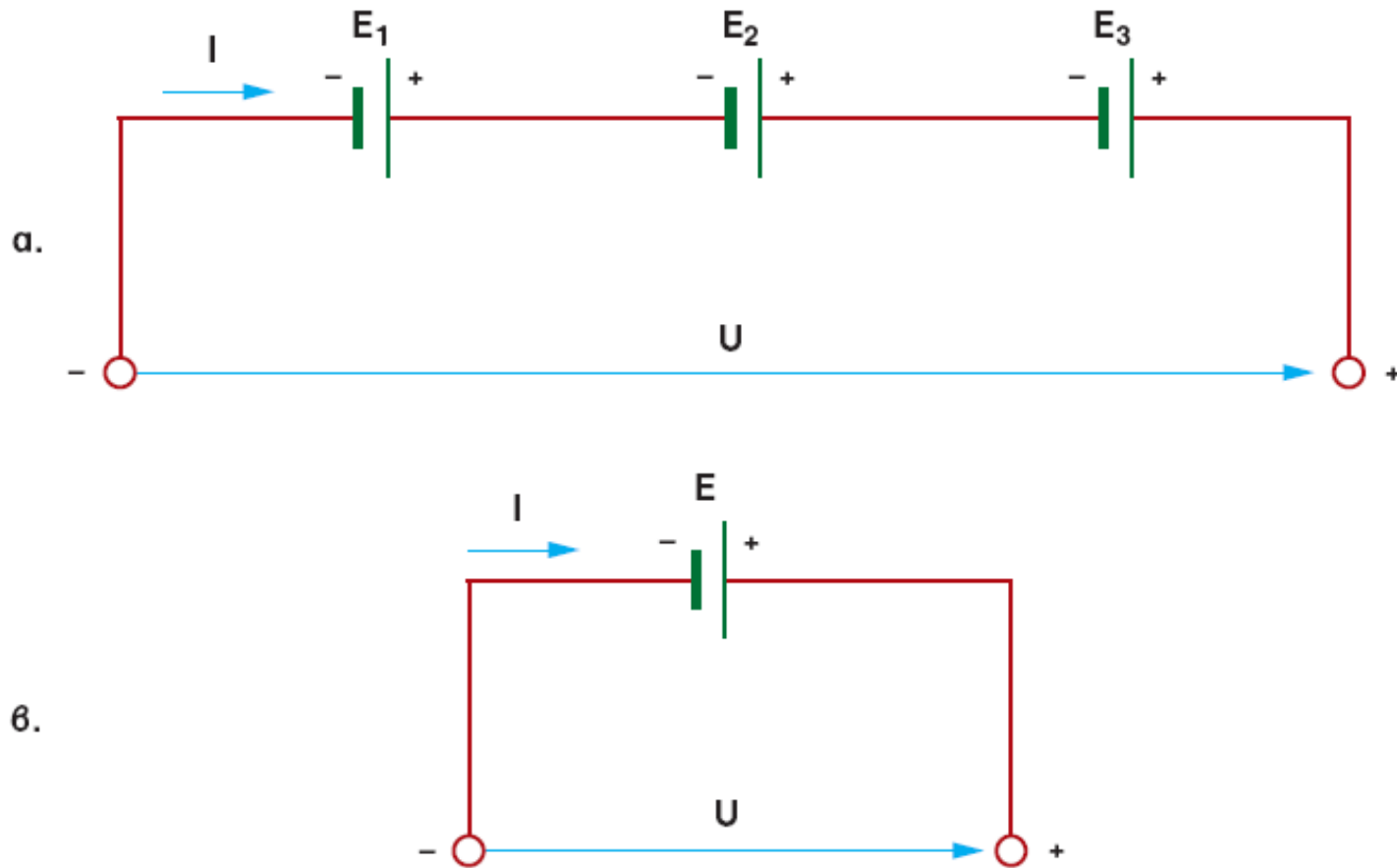
Στο Σχήμα 2.2.9.α οι ηλεκτρεγερτικές δυνάμεις E_1 , E_2 και E_3 είναι συνδεδεμένες σε σειρά και η ισοδύναμη ηλεκτρεγερτική δύναμη E φαίνεται στο Σχήμα 2.2.9.β. Ο θετικός πόλος της κάθε πηγής συνδέεται στον αρνητικό πόλο της επόμενης.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικά κυκλώματα, νόμοι και θεωρήματα

Σύνδεση σε σειρά



Σχήμα 2.2.9. α. Τρεις πηγές τάσης συνδεδεμένες σε σειρά
β. Η ισοδύναμη πηγή τάσης

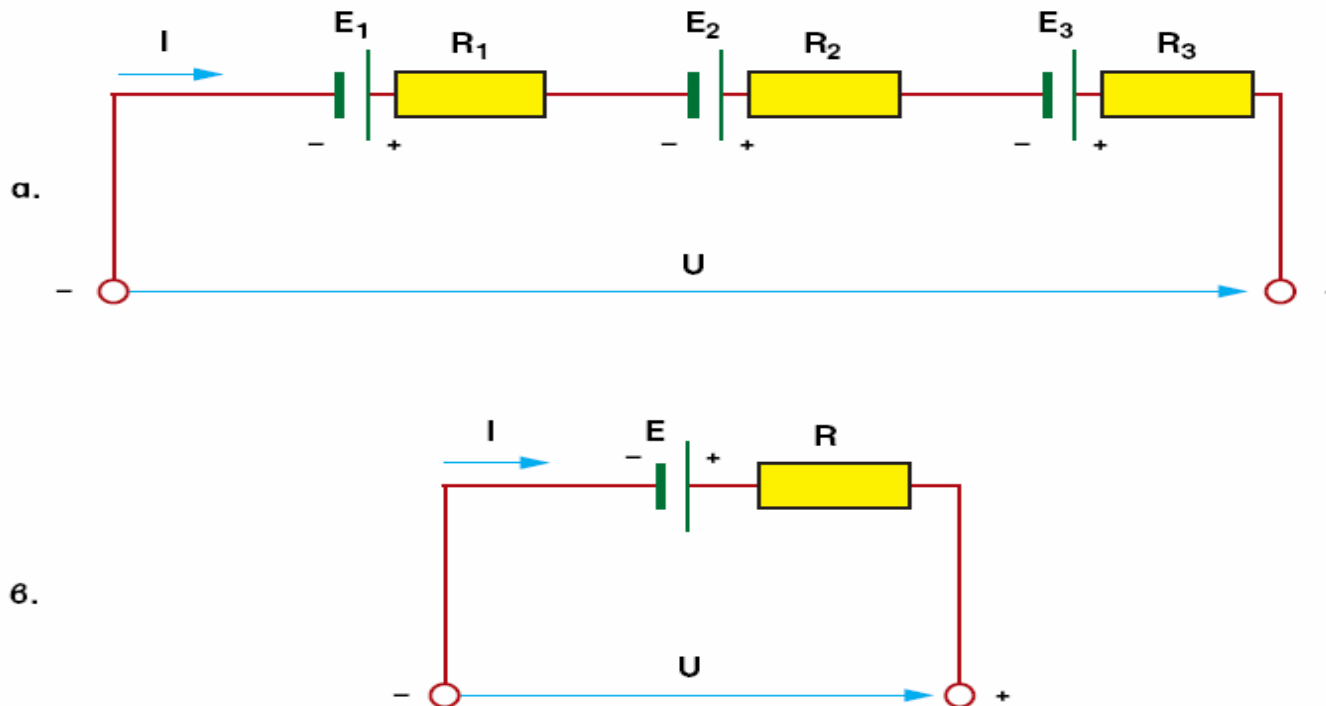
ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικά κυκλώματα, νόμοι και θεωρήματα

Σύνδεση σε σειρά

Στο Σχήμα 2.2.10.α οι αντιστάσεις R_1 , R_2 , R_3 και οι ηλεκτρεγερτικές δυνάμεις E_1 , E_2 , E_3 είναι συνδεδεμένες σε σειρά. Η ισοδύναμη αντίσταση R και η ισοδύναμη ηλεκτρεγερτική δύναμη E αποτελούν το ισοδύναμο κύκλωμα, (Σχήμα 2.2.10.β).



Σχήμα 2.2.10. α. Σύνδεση σε σειρά τριών αντιστάσεων και τριών πηγών τάσης.

β. Ισοδύναμο κύκλωμα.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικά κυκλώματα, νόμοι και θεωρήματα

Παράλληλη σύνδεση αντιστάσεων

Περισσότερες αντιστάσεις είναι συνδεδεμένες παράλληλα όταν όλοι οι ακροδέκτες εισόδου του ρεύματος σ' αυτές συνδέονται μεταξύ τους, και όλοι οι ακροδέκτες εξόδου του ρεύματος από αυτές συνδέονται μεταξύ τους.

Οι αντιστάσεις συνδεδεμένες παράλληλα τροφοδοτούνται με την ίδια τάση και το ρεύμα που εισέρχεται στο κύκλωμα παράλληλων αντιστάσεων ισούται με το άθροισμα των ρευμάτων σε όλους τους κλάδους, (Σχήμα 2.2.14).

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

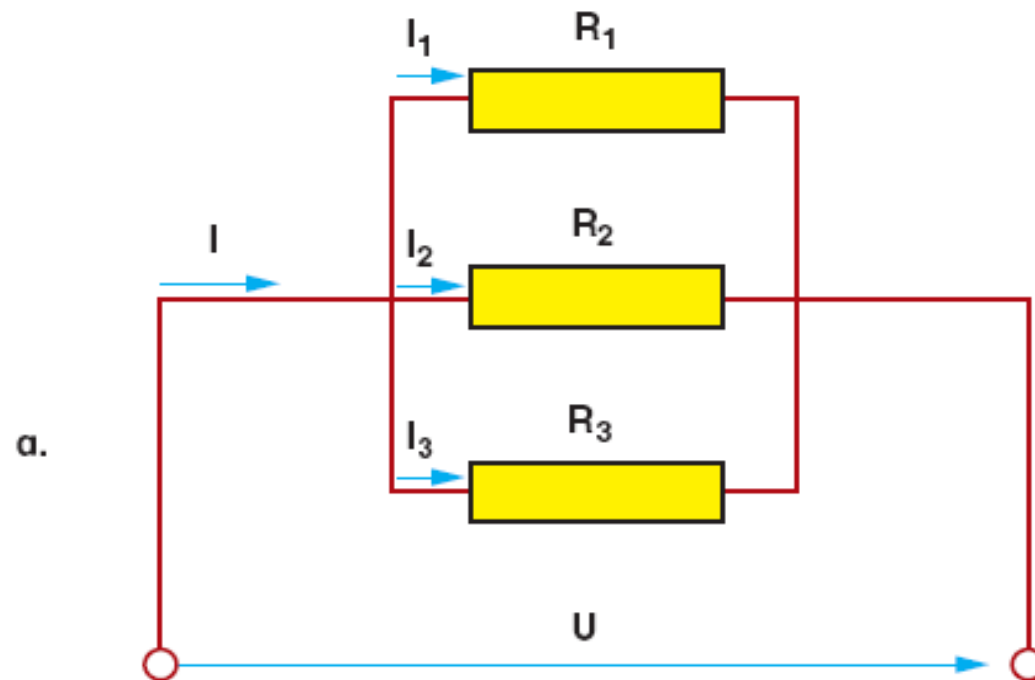
- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικά κυκλώματα, νόμοι και θεωρήματα

Παράλληλη σύνδεση αντιστάσεων

Σε κάθε αντίσταση υπάρχει η ίδια πτώση τάσης.

$$U = R_1 I_1 = R_2 I_2 = R_3 I_3$$

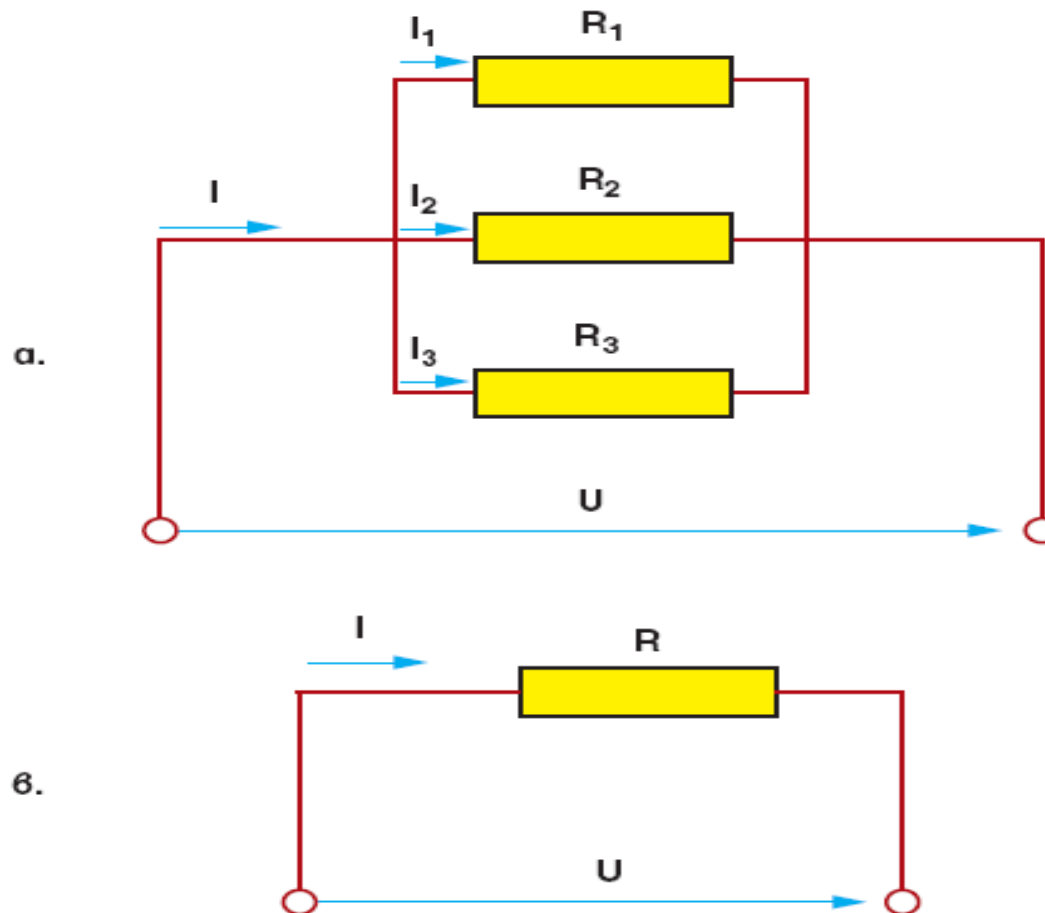


ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικά κυκλώματα, νόμοι και θεωρήματα

Παράλληλη σύνδεση αντιστάσεων



Σχήμα 2.2.14. α. Παράλληλη σύνδεση τριών αντιστάσεων και
β. Ισοδύναμη αντίσταση

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικά κυκλώματα, νόμοι και θεωρήματα

Παράλληλη σύνδεση αντιστάσεων

Όλες οι ηλεκτρικές οικιακές συσκευές, οι λαμπτήρες πυράκτωσης, οι ηλεκτρικοί κινητήρες, οι μετασχηματιστές κλπ., κατασκευάζονται για τυποποιημένη τάση 220 V και συνδέονται παράλληλα στο δίκτυο.

Η ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος με αντιστάσεις συνδεδεμένες παράλληλα R (Σχήμα 2.2.14.β) υπολογίζεται σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Η ισοδύναμη αντίσταση είναι μικρότερη από κάθε μία από τις αντιστάσεις που συνδέονται παράλληλα. Για δύο αντιστάσεις συνδεδεμένες παράλληλα ισχύει:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

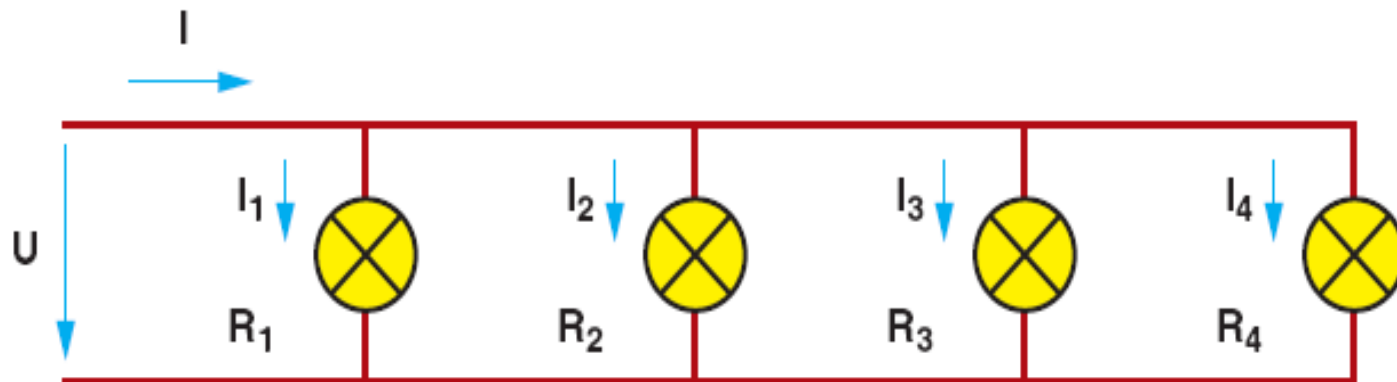
- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικά κυκλώματα, νόμοι και θεωρήματα

Παράλληλη σύνδεση αντιστάσεων

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1

Ένα φωτιστικό αποτελείται από τέσσερις όμοιους λαμπτήρες συνδεδεμένους παράλληλα, Σχήμα 2.2.15. Το φωτιστικό συνδέεται σε τάση 220 V. Η αντίσταση του κάθε λαμπτήρα είναι 440 Ω. Υπολογίστε: α) την ισοδύναμη αντίσταση των τεσσάρων λαμπτήρων, β) το ρεύμα που απορροφάει το φωτιστικό από την πηγή, γ) το ρεύμα στον κάθε λαμπτήρα.



Σχήμα 2.2.15 Τέσσερις λαμπτήρες συνδεδεμένοι παράλληλα

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικά κυκλώματα, νόμοι και θεωρήματα

Παράλληλη σύνδεση αντιστάσεων

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1

Λύση:

- α) Εφόσον οι τέσσερις λαμπτήρες είναι όμοιοι, οι αντιστάσεις είναι ίσες μεταξύ τους, δηλαδή:

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 440 \, \Omega$$

$$n = 4$$

$$R = \frac{R_1}{n} = \frac{R_1}{4} = \frac{440 \, \Omega}{4} = 110 \, \Omega$$

- β) Το συνολικό ρεύμα υπολογίζεται σύμφωνα με τον νόμο του Ωμ:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220 \, \text{V}}{110 \, \Omega} = 2 \, \text{A}$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικά κυκλώματα, νόμοι και θεωρήματα

Παράλληλη σύνδεση αντιστάσεων

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1

Λύση:

γ) Οι τέσσερις όμοιες αντιστάσεις απορροφούν από την πηγή τα ίδια ρεύματα:

$$I_1 = I_2 = I_3 = I_4$$

Για κάθε λαμπτήρα εφαρμόζουμε τον νόμο του Ωμ:

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{220 \text{ V}}{440 \Omega} = 0,5 \text{ A}$$

$$I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = 0,5 \text{ A}$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικά κυκλώματα, νόμοι και θεωρήματα

Σύνθετη σύνδεση

Ηλεκτρικό κύκλωμα που περιλαμβάνει ηλεκτρικές αντιστάσεις και ηλεκτρικές πηγές συνδεδεμένες σε σειρά και παράλληλα ονομάζεται *κύκλωμα με σύνθετη σύνδεση ή μικτή σύνδεση.*

Σε ένα σύνθετο κύκλωμα προσδιορίζουμε τα τμήματα με αντιστάσεις σε σειρά και τους παράλληλους κλάδους. Στη συνέχεια εφαρμόζουμε όλους τους κανόνες της σύνδεσης σε σειρά και της παράλληλης σύνδεσης. Πρακτικοί κανόνες υπολογισμού σύνθετης συνδεσμολογίας αντιστάσεων είναι οι ακόλουθοι:

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικά κυκλώματα, νόμοι και θεωρήματα

Σύνθετη σύνδεση

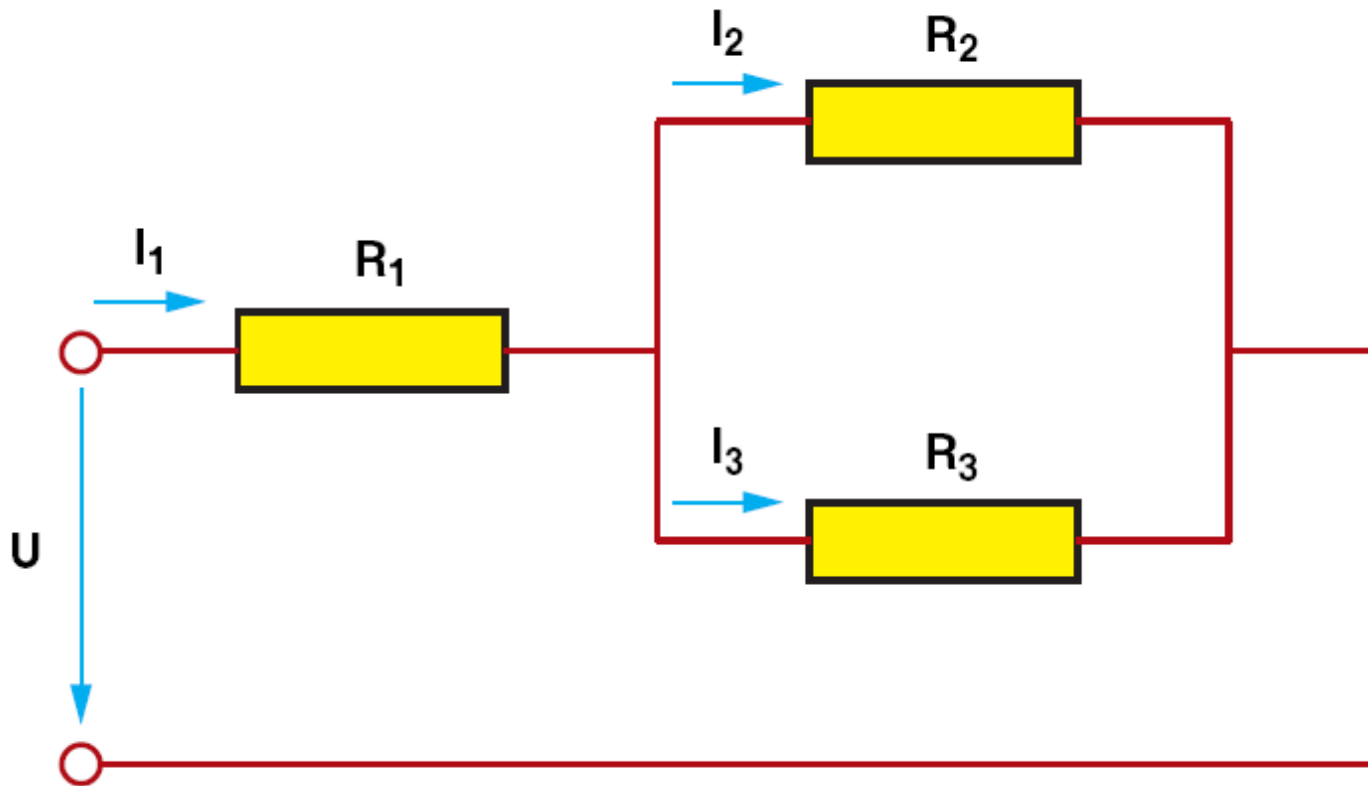
- Σε μια συνδεσμολογία σε σειρά, όπου υπάρχει και μια συνδεσμολογία παράλληλη, (Σχήμα 2.2.17), υπολογίζεται πρώτα η παράλληλη συνδεσμολογία για την εύρεση της ισοδύναμης αντίστασης και μετά αθροίζουμε τις αντιστάσεις σε σειρά.
- Σε μια συνδεσμολογία παράλληλη, αν υπάρχει μια συνδεσμολογία σειράς, υπολογίζεται πρώτα η συνδεσμολογία σειράς για την εύρεση της ισοδύναμης αντίστασης και μετά συνθέτουμε τις παράλληλες αντιστάσεις, (Σχήμα 2.2.18).

Τα δυο κυκλώματα που παρουσιάζονται στα Σχήματα 2.2.17 και 2.2.18 συναντούνται συχνά σε σύνθετα κυκλώματα.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικά κυκλώματα, νόμοι και θεωρήματα

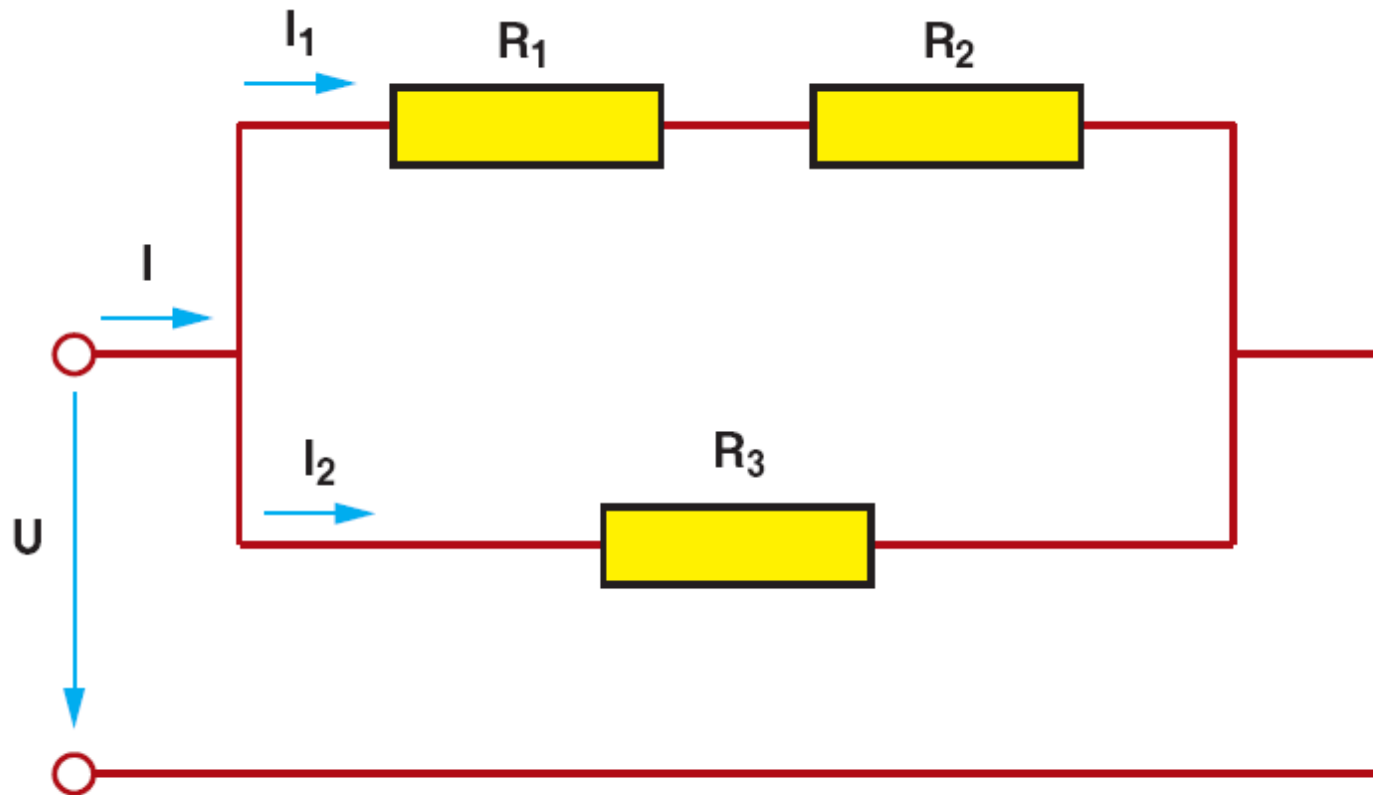


Σχήμα 2.2.17 Σύνθετη σύνδεση με δύο παράλληλες αντιστάσεις R_2 και R_3 , συνδεδεμένες σε σειρά με την αντίσταση R_1

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικά κυκλώματα, νόμοι και θεωρήματα



Σχήμα 2.2.18 Σύνθετη σύνδεση με δύο αντιστάσεις σε σειρά R_1 και R_2 συνδεδεμένες παράλληλα με την αντίσταση R_3

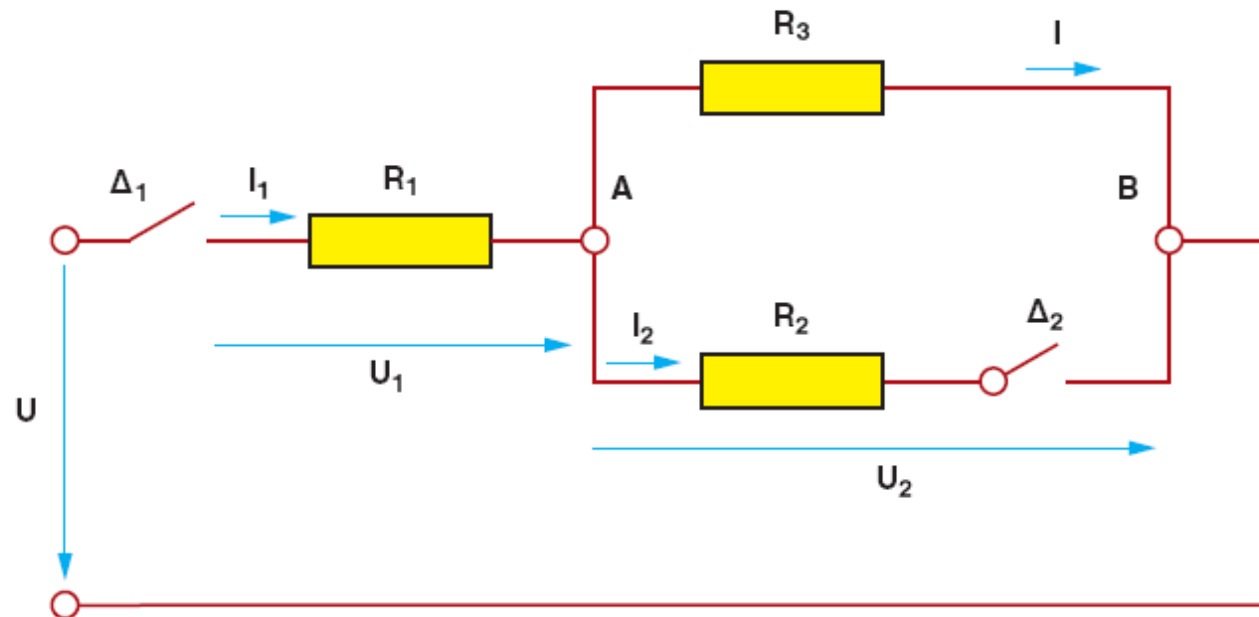
ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικά κυκλώματα, νόμοι και θεωρήματα

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Δίνεται το θερμαντικό σώμα του Σχήματος 2.2.19 το οποίο συνδέεται σε πηγή τάσης $U=100\text{ V}$. Οι αντιστάσεις είναι $R_1 = 5\ \Omega$, $R_2 = 5\ \Omega$ και $R_3 = 5\ \Omega$. Ο διακόπτης Δ_1 είναι ο γενικός διακόπτης σύνδεσης και αποσύνδεσης στο δίκτυο. Όταν ο διακόπτης Δ_2 είναι ανοικτός, η αντίσταση R_2 είναι εκτός λειτουργίας. Υπολογίστε το ρεύμα στις αντιστάσεις R_1 , R_2 και R_3 : α) με κλειστό το διακόπτη Δ_2 και β) με ανοικτό το διακόπτη Δ_2 .



Σχήμα 2.2.19 Σύνθετη σύνδεση αντιστάσεων θερμαντικού σώματος μέσω διακόπτη

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικά κυκλώματα, νόμοι και θεωρήματα

Λύση:

A. Διακόπτης Δ_1 κλειστός και διακόπτης Δ_2 ανοικτός:

Η αντίσταση $R_1 = 5 \Omega$ είναι συνδεδεμένη σε σειρά με την αντίσταση $R_3 = 5 \Omega$. Η ισοδύναμη αντίσταση τους R είναι:

$$R = R_1 + R_3 = 5 \Omega + 5 \Omega = 10 \Omega$$

Το ρεύμα υπολογίζεται από το νόμο του Ωμ:

$$I_1 + \frac{U}{R} \Rightarrow I_1 = \frac{100 \text{ V}}{10 \Omega} = 10 \text{ A}$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικά κυκλώματα, νόμοι και θεωρήματα

Β. Διακόπτης Δ_1 κλειστός, διακόπτης Δ_2 κλειστός:

Η αντίσταση $R_3=5 \Omega$ είναι συνδεδεμένη παράλληλα με την αντίσταση R_2 . Η ισοδύναμη αντίσταση R είναι:

$$R = R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = 5 \Omega + \frac{5\Omega \cdot 5\Omega}{5\Omega + 5\Omega} = 7,5\Omega$$

Το ρεύμα υπολογίζεται από το νόμο του Ωμ:

$$I_1 + \frac{U}{R} \Rightarrow I_1 = \frac{100 \text{ V}}{7,5 \Omega} = 13,3 \text{ A}$$

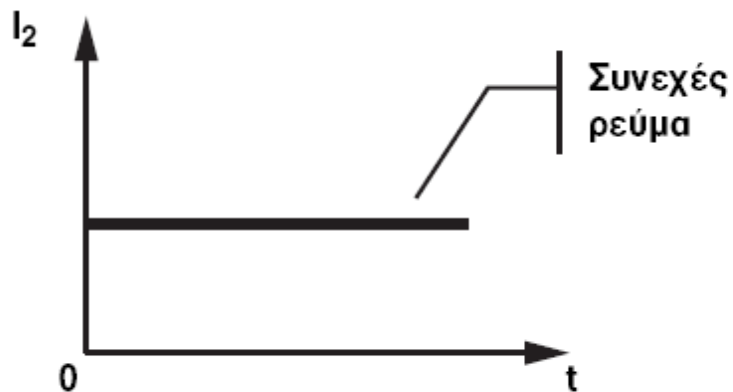
ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Συνεχές ρεύμα και εναλλασσόμενο ρεύμα

Ο ορισμός του ηλεκτρικού ρεύματος σαν την ταχύτητα μεταφοράς του φορτίου περιλαμβάνει τόσο τα θετικά όσο και τα αρνητικά φορτία. Το ρεύμα που οφείλεται στην κίνηση θετικών φορτίων και το ρεύμα που οφείλεται στην αντίθετη κίνηση των αρνητικών φορτίων αθροίζονται.

Συνεχές ρεύμα Σ.Ρ. είναι το ρεύμα του οποίου η τιμή και η φορά παραμένει η ίδια σε κάθε χρονική στιγμή t . Στο Σχήμα 2.3.1, η παράλληλη στον οριζόντιο άξονα γραμμή παριστάνει το συνεχές ρεύμα.



Σχήμα 2.3.1 Γραφική παράσταση συνεχούς ρεύματος

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Συνεχές ρεύμα και εναλλασσόμενο ρεύμα

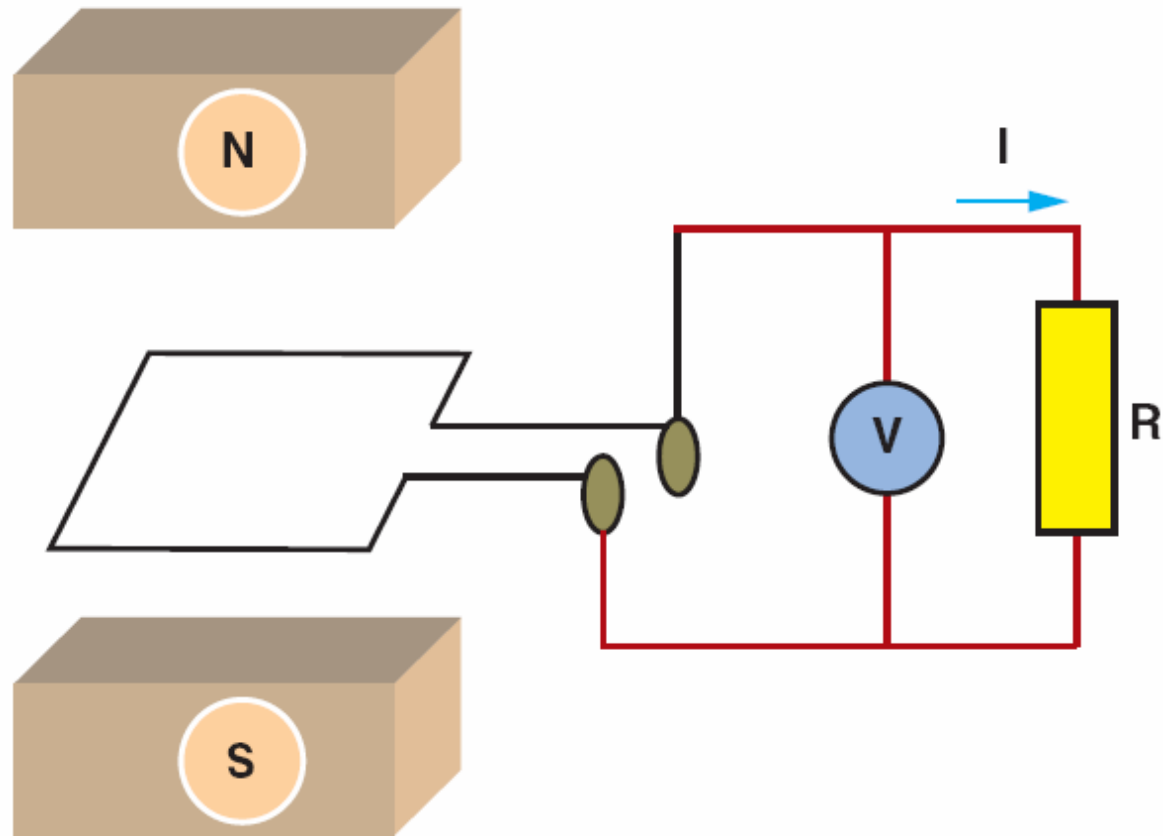
Το ηλεκτρικό ρεύμα παριστάνεται με το σύμβολο I , ή i , όπου το κεφαλαίο γράμμα χρησιμοποιείται για ρεύματα χρονικά σταθερά, όπως είναι το συνεχές ρεύμα, και το μικρό γράμμα για ρεύματα χρονικά μεταβλητά, όπως είναι το εναλλασσόμενο ρεύμα.

Μεταξύ δυο μαγνητικών πόλων παράγεται ομογενές μαγνητικό πεδίο. Αν συνδέσουμε τα άκρα ενός ορθογώνιου **βρόχου** πλευράς μήκους ℓ με δύο μονωμένα μεταξύ τους μεταλλικά δακτυλίδια ολίσθησης, που βρίσκονται προσαρμοσμένα σε άξονα και περιστρέψουμε τον βρόχο μέσα σε ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο, τότε αναπτύσσεται στα άκρα του βρόχου, **ηλεκτρεγερτική δύναμη - ΗΕΔ ή επαγόμενη τάση**, (Σχήμα 2.3.2). Αν συνδέσουμε ένα βολτόμετρο μέσω δυο ψηκτρών εφραπτόμενων στα δακτυλίδια, τότε διαβάζουμε την επαγόμενη τάση. Όταν ο βρόχος σχηματίζει κλειστό εξωτερικό κύκλωμα, (Σχήμα 2.3.2), τότε παρατηρούμε στο φορτίο **R**, συνδεδεμένο στους ακροδέκτες του βρόχου, ροή ηλεκτρικού ρεύματος i .

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Συνεχές ρεύμα και εναλλασσόμενο ρεύμα



Σχήμα 2.3.2 Περιστρεφόμενος βρόχος ανάμεσα στο βόρειο πόλο **N** και νότιο πόλο **S** μόνιμου μαγνήτη. Παραγωγή επαγόμενης τάσης στα άκρα του

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Συνεχές ρεύμα και εναλλασσόμενο ρεύμα

Το μέγεθος της ΗΕΔ $\mathcal{E}$ στα άκρα του περιστρεφόμενου βρόχου ο οποίος στρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω δίνεται από την σχέση:

$$\mathcal{E} = B \cdot \ell \cdot v$$

όπου B είναι η ένταση της μαγνητικής επαγωγής, ℓ η πλευρά του πλαισίου και v η ταχύτητα του βρόχου.

Σε ομογενές μαγνητικό πεδίο υπάρχει μαγνητική ροή Φ η οποία διαπερνά το βρόχο καθώς περιστρέφεται. Η μαγνητική ροή Φ εξαρτάται από τη γωνία φ που σχηματίζει ο βρόχος, με τη διεύθυνση των μαγνητικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου. Όταν η γωνία αυτή είναι $\varphi=0^\circ$, ή $\varphi = 180^\circ$, τότε η μαγνητική ροή είναι $\Phi=0$. Όταν η γωνία είναι $\varphi = 90^\circ$, ή $\varphi = 270^\circ$, τότε η μαγνητική ροή μεταβάλλεται μεταξύ ενός μεγίστου και ενός ελαχίστου και έχει το μεγαλύτερο εύρος της, $\Phi=\max$. Η ταχύτητα με την οποία μεταβάλλεται η μαγνητική ροή εξαρτάται από τη συχνότητα περιστροφής του βρόχου.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Συνεχές ρεύμα και εναλλασσόμενο ρεύμα

Οι εναλλαγές στην πολικότητα της επαγόμενης τάσης E προκαλούνται από την εναλλαγή της φοράς μεταβολής της ροής (αύξηση – μείωση) και έτσι παράγεται ένα εναλλασσόμενο ρεύμα i . Η τάση μεταβάλλεται σύμφωνα με την ημιτονική καμπύλη και εξαρτάται από τη γωνία περιστροφής φ του βρόχου. Η αρχή μέτρησης της γωνίας φ είναι ο οριζόντιος άξονας, (Σχήμα 2.3.3).

Η επαγόμενη στιγμιαία τάση στα άκρα του βρόχου σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή t , εξαρτάται από τη γωνία φ και δίδεται από τη σχέση:

$$u = 2 \cdot B \cdot \ell \cdot v \cdot \eta \mu \varphi$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Συνεχές ρεύμα και εναλλασσόμενο ρεύμα

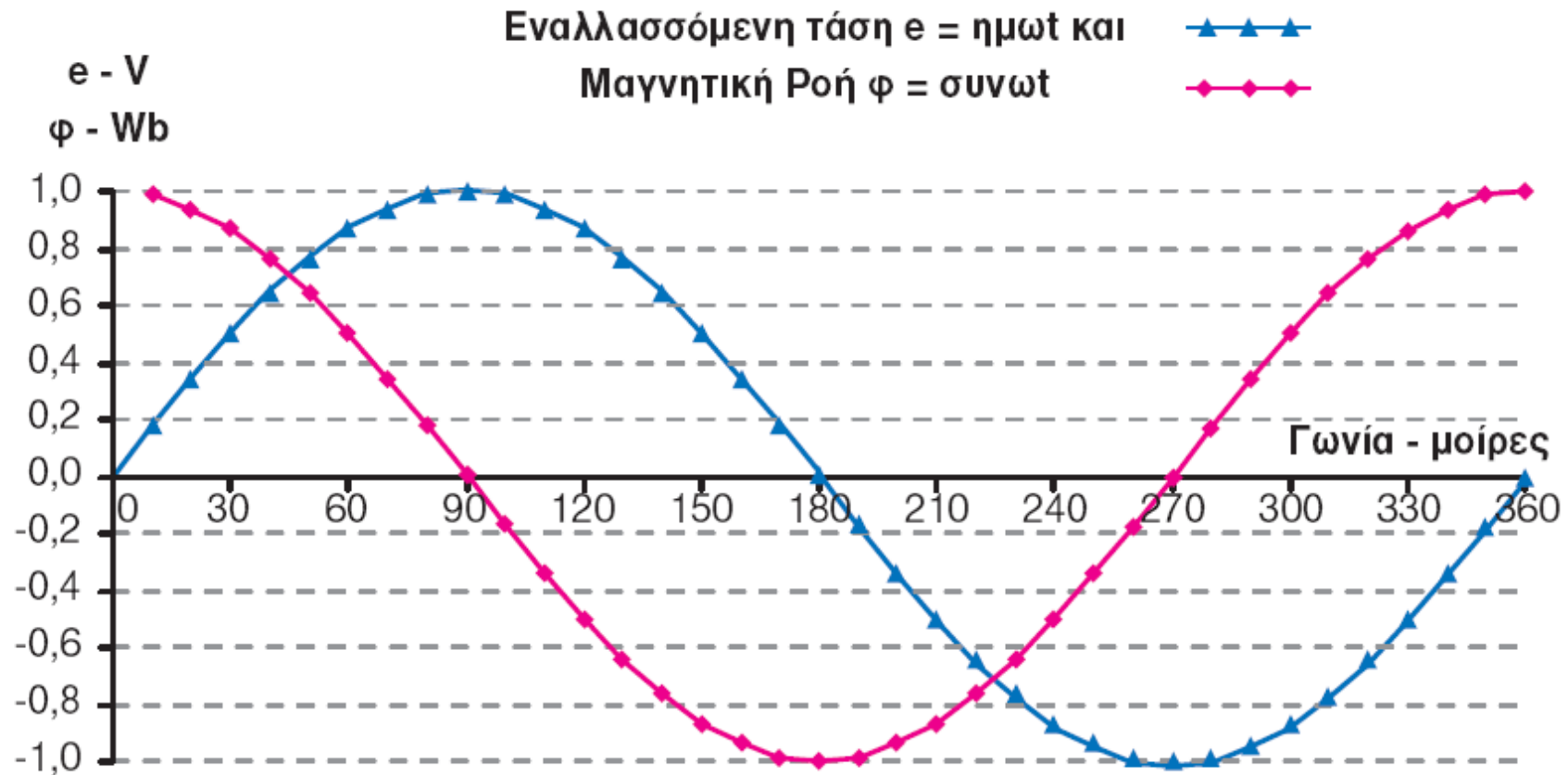
$$u = 2 \cdot B \cdot \ell \cdot v \cdot \eta \mu \varphi$$

όπου: u είναι η στιγμιαία τιμή της επαγόμενης τάσης σε V, B είναι η ένταση της μαγνητικής επαγωγής του μαγνητικού πεδίου σε Vs/m² ή Tesla, ℓ είναι το μήκος των πλευρών της σπείρας που τέμνουν τις μαγνητικές γραμμές του πεδίου σε m, v είναι η ταχύτητα περιστροφής του βρόχου σε m/s και φ είναι η γωνία που σχηματίζει το επίπεδο του βρόχου με την διεύθυνση των μαγνητικών γραμμών. Ο συντελεστής 2 τίθεται επειδή η σπείρα έχει δύο πλευρές. Οριακές τιμές της τάσης **u** δίνονται στον Πίνακα 2.3.1.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Συνεχές ρεύμα και εναλλασσόμενο ρεύμα



Σχήμα 2.3.3 Παραγωγή εναλλασσόμενης τάσης και εναλλασσόμενης μαγνητικής ροής

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Συνεχές ρεύμα και εναλλασσόμενο ρεύμα

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3.1.

Μεταβολή της μαγνητικής ροής και της επαγόμενης τάσης με τη γωνία περιστροφής ϕ του βρόχου ως προς τις μαγνητικές γραμμές του πεδίου.

Γωνία περιστροφής ϕ	Θέση επιπέδου του βρόχου ως προς την διεύθυνση των μαγνητικών γραμμών	Μαγνητική ροή Φ	Επαγόμενη τάση u
0°	Κάθετος	$\Phi = \Phi_{\max}$	$u = 0$
90°	Παράλληλος	$\Phi = 0$	$u = +U_m$
180°	Κάθετος	$\Phi = -\Phi_{\max}$	$u = 0$
270°	Παράλληλος	$\Phi = 0$	$u = -U_m$
360°	Κάθετος	$\Phi = \Phi_{\max}$	$u = 0$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Συνεχές ρεύμα και εναλλασσόμενο ρεύμα

Για κάθε χρονική στιγμή η επαγόμενη στιγμιαία τάση και ένταση δίδονται από τις σχέσεις:

$$u = U_m \cdot \eta\mu\phi$$

$$i = I_m \cdot \eta\mu\phi$$

όπου U_m και I_m είναι οι μέγιστες τιμές των εναλλασσομένων μεγεθών και u και i είναι οι στιγμιαίες τιμές τους. Η σχέση μεταξύ U_m και I_m δίδεται από τον νόμο του Ωμ:

$$U_m = R \cdot I_m$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Συνεχές ρεύμα και εναλλασσόμενο ρεύμα

Εναλλασσόμενο ρεύμα (ΕΡ) είναι το περιοδικά μεταβαλλόμενο ρεύμα σύμφωνα με το ημίτονο της γωνίας περιστροφής του βρόχου ως προς τις μαγνητικές γραμμές του πεδίου.

Εναλλασσόμενη τάση είναι η περιοδικά μεταβαλλόμενη τάση σύμφωνα με το ημίτονο της γωνίας περιστροφής του βρόχου ως προς τις μαγνητικές γραμμές του πεδίου.

Το εναλλασσόμενο ρεύμα μπορεί να μην είναι ημιτονικό. Αλλά, για τις ανάγκες του μαθήματος ως εναλλασσόμενο ρεύμα θα θεωρούμε το ημιτονικό (ημιτονοειδές).

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Συνεχές ρεύμα και εναλλασσόμενο ρεύμα

Περίοδος T ενός εναλλασσόμενου μεγέθους (τάσης ή έντασης) είναι ο σταθερός χρόνος T μέσα στον οποίο το εναλλασσόμενο μέγεθος συμπληρώνει μια πλήρη εναλλαγή (περιστροφή 360°) ή ο χρόνος σε δευτερόλεπτα μέσα στον οποίο ολοκληρώνεται ένας πλήρης κύκλος μεταβολής του.

Συχνότητα f του εναλλασσόμενου ρεύματος είναι ο αριθμός των κύκλων που συμπληρώνονται μέσα σε ένα δευτερόλεπτο.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Συνεχές ρεύμα και εναλλασσόμενο ρεύμα

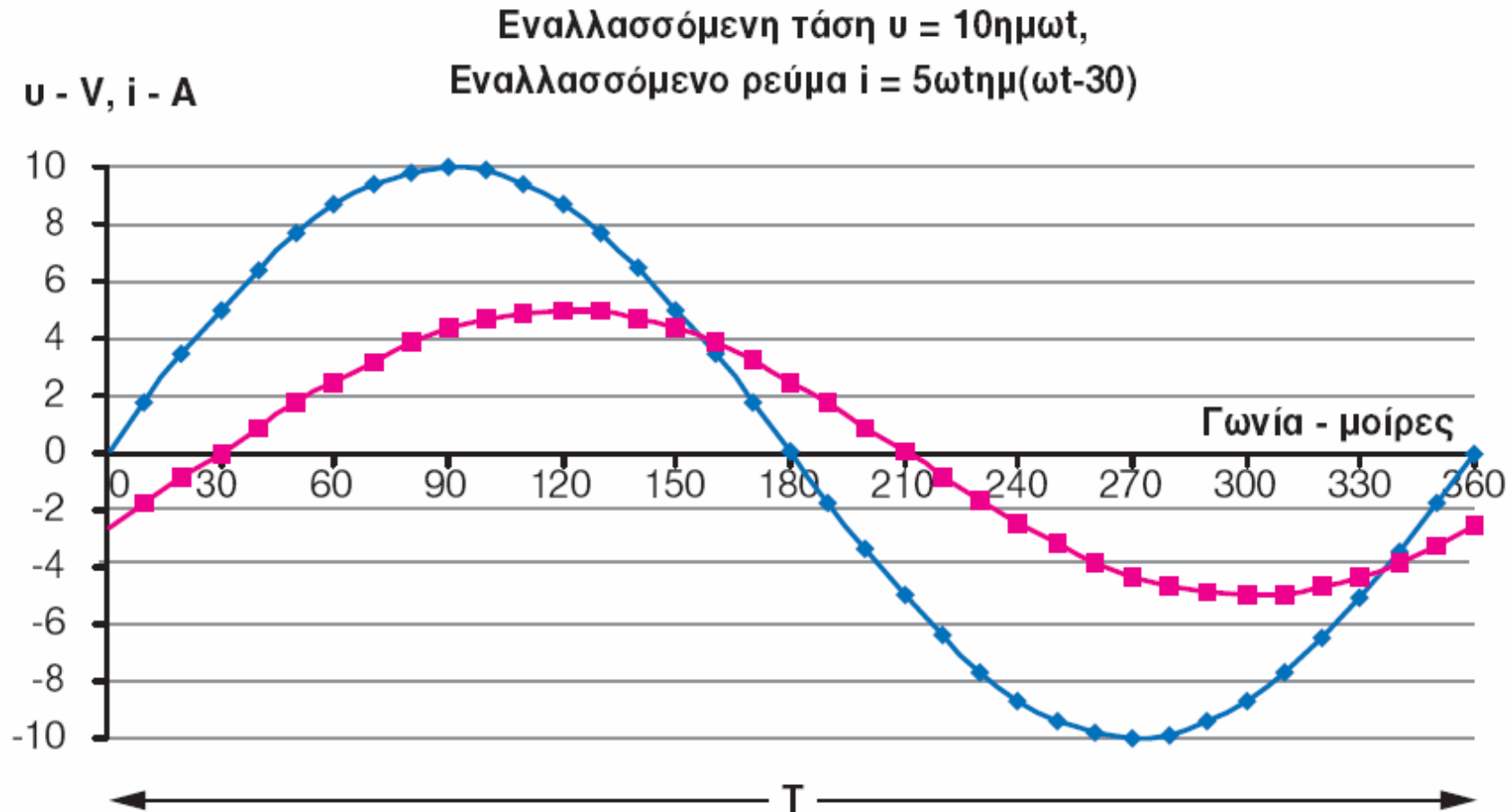
Στο Σχήμα 2.3.4 παρουσιάζεται η περίοδος T . Στις περιπτώσεις που το μαγνητικό πεδίο δημιουργείται από περισσότερους μαγνήτες, π.χ. δύο μαγνήτες ή δύο ζευγάρια πόλων ή τέσσερις πόλους, τότε αντιστοιχεί μία περίοδος σε μισή στροφή. Αν το μαγνητικό πεδίο δημιουργείται από 3 ζευγάρια πόλων ή 6 πόλους, τότε αντιστοιχεί μία περίοδος σε $1/3$ περιστροφής του βρόχου κλπ. Σύμφωνα με το Σχήμα 2.3.4:

- στο χρόνο μιας περιόδου T , το εναλλασσόμενο μέγεθος μηδενίζεται δύο φορές και παίρνει μια μέγιστη και μια ελάχιστη τιμή,
- στο χρόνο μισής περιόδου $T/2$ το εναλλασσόμενο μέγεθος διατηρεί τη μία από τις δύο κατευθύνσεις του.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Συνεχές ρεύμα και εναλλασσόμενο ρεύμα



Σχήμα 2.3.4. Εναλλασσόμενο ρεύμα, εναλλασσόμενη τάση και περίοδος

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Συνεχές ρεύμα και εναλλασσόμενο ρεύμα

Σε χρόνο ενός δευτερολέπτου το εναλλασσόμενο ρεύμα συμπληρώνει $1/T$ κύκλους. Η περίοδος και η συχνότητα συνδέονται με τη σχέση.

$$f=1/T$$

Η μονάδα μέτρησης της συχνότητας είναι $1/s$ ή Hz (Hertz ή Χερτζ). Στην πράξη χρησιμοποιούμε και πολλαπλάσια του Χερτζ.

$$1\text{kHz} = 1000 \text{ Hz (Κίλο χερτζ)}$$

$$1\text{MHz} = 1.000.000 \text{ Hz (Μέγα χερτζ)}$$

$$1\text{GHz} = 1.000.000.000 \text{ Hz (Γίγα χερτζ)}$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Συνεχές ρεύμα και εναλλασσόμενο ρεύμα

Η γωνία φ ονομάζεται φάση ή γωνία φάσης της εναλλασσόμενης τάσης

Η κυκλική συχνότητα ω είναι η φάση που αντιστοιχεί σε ένα δευτερόλεπτο ή η γωνία που διαγράφει ο βρόχος σε 1s.

$$\omega = \frac{\varphi}{t} \Rightarrow \varphi = \omega \cdot t$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T}$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Συνεχές ρεύμα και εναλλασσόμενο ρεύμα

Η κυκλική συχνότητα συμπίπτει με τη γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του βρόχου. Η μονάδα μέτρησης είναι ακτίνια/δευτερόλεπτο (ή rad/s).

Κατά την αρχική χρονική στιγμή $t=0$, που συνήθως είναι και η αρχή της φάσης, η φάση είναι $\phi=0^\circ$. Κατόπιν η φάση αυξάνεται διαρκώς, με σταθερά βήματα κατά ω ακτίνια ανά δευτερόλεπτο. Μετά από χρόνο t η φάση αυξάνει σε ωt rad. Έτσι, προκύπτουν οι σχέσεις της εναλλασσόμενης τάσης και έντασης που δίνουν τη στιγμιαία τιμή τους συναρτήσει του χρόνου:

$$u = U_m \cdot \eta\mu\phi$$

$$i = I_m \cdot \eta\mu\phi$$

όπου I_m και U_m είναι οι μέγιστες τιμές του ρεύματος και της τάσης, αντίστοιχα.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Συνεχές ρεύμα και εναλλασσόμενο ρεύμα

Ενεργός τιμή του εναλλασσομένου ρεύματος I ονομάζεται η τιμή της έντασης του ισοδύναμου συνεχούς ρεύματος, το οποίο θα παράγει επί μιας συγκεκριμένης ωμικής αντίστασης το ίδιο ποσό θερμότητας Q με το εναλλασσόμενο ρεύμα, στον ίδιο χρόνο, ($Q=0,24 \cdot R \cdot I^2 \cdot t$ από τον νόμο του Joule).

Η ενεργός ή ενδεικνυόμενη τιμή I της έντασης i για ημιτονικά ρεύματα υπολογίζεται από την σχέση:

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0,707 I_m$$

Ομοίως για την τάση ισχύει ότι η ενεργός ή ενδεικνυόμενη τιμή U της τάσης u , υπολογίζεται από την σχέση:

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \quad \text{ή} \quad U = 0,707 \cdot U_m$$

Από τα προηγούμενα προκύπτει ότι:

Η ενεργός τιμή ισούται περίπου με το 70% της μέγιστης τιμής των εναλλασσομένων μεγεθών

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ωμική αντίσταση, επαγωγική αντίσταση και χωρητική αντίσταση στο ΕΡ

Το μεγαλύτερο μέρος του οικιακού και βιομηχανικού εξοπλισμού λειτουργεί με εναλλασσόμενο ρεύμα. Ο λόγος για τον οποίο χρησιμοποιείται εναλλασσόμενο ρεύμα σε εφαρμογές έχει να κάνει με τον τρόπο παραγωγής και διανομής του. Είναι σχετικά εύκολο να παραχθεί ΕΡ σε ατμοηλεκτρικά και υδροηλεκτρικά εργοστάσια αντί για συνεχές ρεύμα και ακόμη πιο εύκολο να διανεμηθεί.

Οι οικιακές συσκευές και ο βιομηχανικός εξοπλισμός αποτελούνται συνήθως από πολύπλοκα κυκλώματα. Τα στοιχεία από τα οποία αποτελούνται είναι πολλά, αλλά θεωρούμε την αντίσταση R , το πηνίο L και τον πυκνωτή C ως τα σημαντικότερα.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ωμική αντίσταση, επαγωγική αντίσταση και χωρητική αντίσταση στο ΕΡ

Οι οικιακές συσκευές και ο βιομηχανικός εξοπλισμός αποτελούνται συνήθως από πολύπλοκα κυκλώματα. Τα στοιχεία από τα οποία αποτελούνται είναι πολλά, αλλά θεωρούμε την αντίσταση R , το πηνίο L και τον πυκνωτή C ως τα σημαντικότερα.

Οι καταναλώσεις, με βάση την λειτουργία τους, μπορούν να διαχωριστούν σε τρεις κατηγορίες:

- Ωμικός καταναλωτής - το βασικό στοιχείο είναι η ηλεκτρική αντίσταση.
- Χωρητικός καταναλωτής - το βασικό στοιχείο είναι ο πυκνωτής.
- Επαγωγικός καταναλωτής - το βασικό στοιχείο είναι το πηνίο.

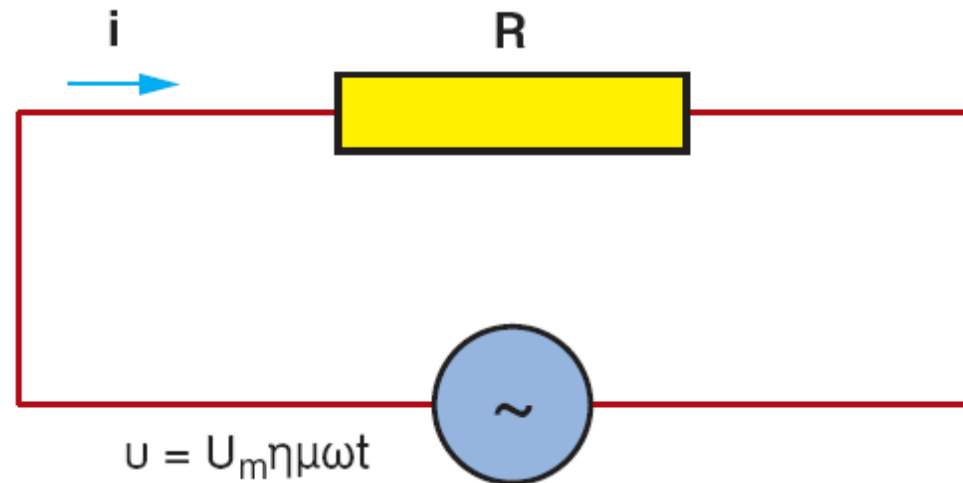
ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ωμική αντίσταση, επαγωγική αντίσταση και χωρητική αντίσταση στο ΕΡ

Ωμική αντίσταση στο ΕΡ

Θεωρούμε μια πηγή εναλλασσόμενου ρεύματος συνδεδεμένη με μια αντίσταση, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.4.1. Η μορφή της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα δίνεται στο Σχήμα 2.4.2.



Σχήμα 2.4.1 Αντίσταση R με πηγή εναλλασσόμενης τάσης u

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ωμική αντίσταση, επαγωγική αντίσταση και χωρητική αντίσταση στο ΕΡ

Ωμική αντίσταση στο ΕΡ

Στα άκρα της πηγής, η τάση είναι $u = U_m \eta \mu \omega t$, όπου u είναι η στιγμιαία τάση στους ακροδέκτες της πηγής, U_m είναι το πλάτος της τάσης σε βολτ, ω είναι η κυκλική συχνότητα σε rad/sec και t είναι ο χρόνος σε δευτερόλεπτα. Η ένταση του ρεύματος είναι $i = I_m \cdot \eta \mu \omega t$.

Για κάθε στιγμιαία τιμή της τάσης και της έντασης ισχύει και στο εναλλασσόμενο ρεύμα ο νόμος του Ωμ:

$$i = \frac{u}{R} = \frac{U_m \eta \mu \omega t}{R} = I_m \eta \mu \omega t \Rightarrow I_m = \frac{U_m \eta \mu \omega t}{R \eta \mu \omega t} = \frac{U_m}{R}$$

Αντικαθιστώντας τις ενεργές τιμές $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$ και $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ προκύπτει:

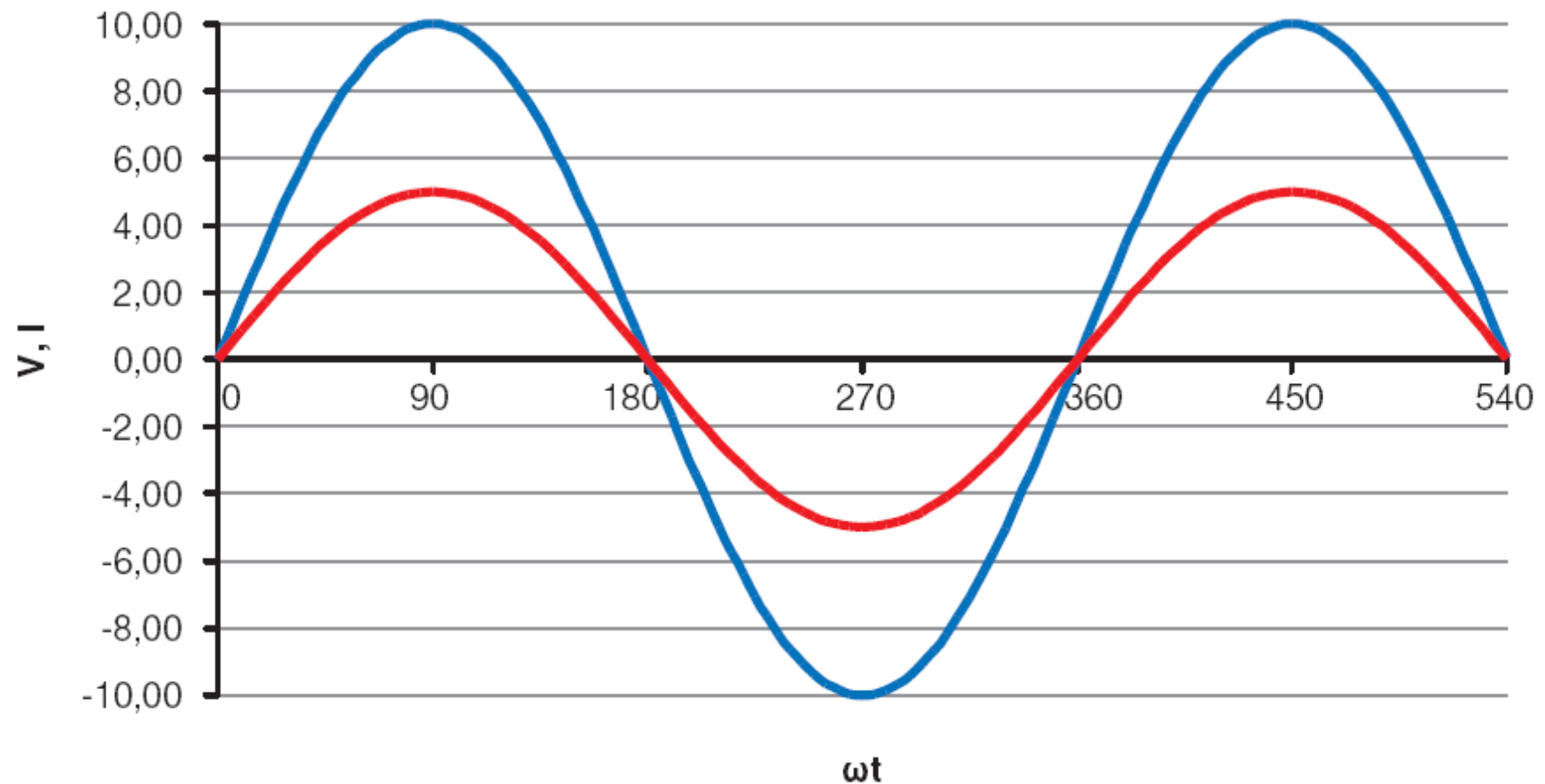
$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{U_m}{\sqrt{2} \cdot R} = \frac{U}{R}$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ωμική αντίσταση, επαγωγική αντίσταση και χωρητική αντίσταση στο ΕΡ

Εναλλασσόμενη τάση και ρεύμα σε ωμική αντίσταση



Σχήμα 2.4.2 Διάγραμμα τάσης – έντασης σε ηλεκτρική αντίσταση

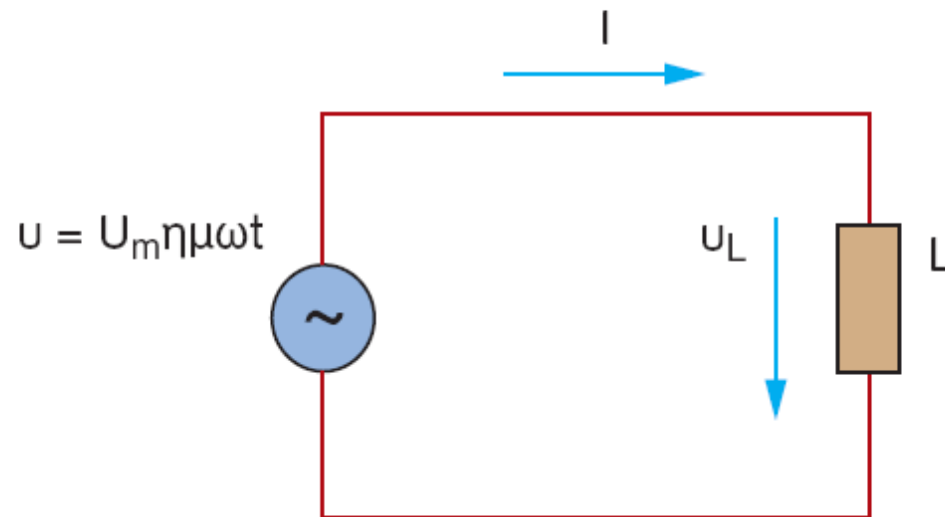
ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ωμική αντίσταση, επαγωγική αντίσταση και χωρητική αντίσταση στο ΕΡ

Επαγωγική αντίσταση στο ΕΡ

Θεωρούμε το κύκλωμα που φαίνεται στο Σχήμα 2.4.3, όπου μια πηγή εναλλασσόμενου ρεύματος συνδέεται με ένα ιδανικό πηνίο. Ιδανικό πηνίο είναι αυτό που δεν παρουσιάζει ωμική αντίσταση.



Σχήμα 2.4.3 Ιδανικό πηνίο με πηγή εναλλασσόμενης τάσης

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ωμική αντίσταση, επαγωγική αντίσταση και χωρητική αντίσταση στο ΕΡ

Επαγωγική αντίσταση στο ΕΡ

Αν εφαρμοστεί ημιτονοειδής εναλλασσόμενη τάση $u = U_m \eta \mu \omega t$, τότε το ρεύμα που διαρρέει το πηνίο έπεται κατά 90° της τάσης, ή η τάση στο πηνίο προηγείται του ρεύματος κατά 90° , (Σχήμα 2.5.4).

$$i = I_m \eta \mu \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right)$$

Η αντίσταση που παρεμβάλλει το πηνίο στο εναλλασσόμενο ρεύμα ονομάζεται **επαγωγική αντίσταση**.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ωμική αντίσταση, επαγωγική αντίσταση και χωρητική αντίσταση στο ΕΡ

Επαγωγική αντίσταση στο ΕΡ

Η αντίσταση που παρεμβάλλει το πηνίο στο εναλλασσόμενο ρεύμα ονομάζεται **επαγωγική αντίσταση**.

Η αυτεπαγωγή ενός αγωγού εξαρτάται από το σχήμα του αγωγού και από τις μαγνητικές ιδιότητες του μέσου που περιβάλλει τον αγωγό. Αν πρόκειται για αγωγό σε σχήμα πηνίου, η αυτεπαγωγή του L εξαρτάται κυρίως από τον αριθμό και τη διάμετρο των σπειρών και από την παρουσία, ή όχι, σιδερένιου πυρήνα. Η μονάδα μέτρησης της αυτεπαγωγής είναι το Henry - H και είναι η αυτεπαγωγή ενός αγωγού στον οποίο αναπτύσσεται ΗΕΔ ίση με 1 V , όταν η ένταση του ρεύματος μεταβάλλεται κατά 1 A ανά δευτερόλεπτο.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ωμική αντίσταση, επαγωγική αντίσταση και χωρητική αντίσταση στο ΕΡ

Επαγωγική αντίσταση στο ΕΡ

Η επαγωγική αντίσταση του πηνίου X_L δίδεται ως ο λόγος της τάσης U_L στα άκρα της και του ρεύματος που την διαρρέει I . Αποδεικνύεται ότι, η επαγωγική αντίσταση είναι ανάλογη της κυκλικής συχνότητας ω του ρεύματος και ανάλογη της αυτεπαγωγής L του πηνίου. Η μονάδα μέτρησης της επαγωγικής αντίστασης είναι το Ω .

$$X_L = U_L / I = \omega \cdot L$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ωμική αντίσταση, επαγωγική αντίσταση και χωρητική αντίσταση στο ΕΡ

Χωρητική αντίσταση στο ΕΡ

Από τον ορισμό του πυκνωτή είναι γνωστό ότι:

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{Q}{U_1 - U_2} = \frac{\epsilon \cdot S}{\ell}$$

όπου Q είναι το ηλεκτρικό φορτίο του πυκνωτή, $U=U_1-U_2$ είναι η διαφορά δυναμικού μεταξύ των δύο οπλισμών του, ϵ είναι η διηλεκτρική σταθερά του υλικού που παρεμβάλλεται μεταξύ οπλισμών, S είναι η κοινή επιφάνεια των δύο οπλισμών και ℓ είναι η απόσταση μεταξύ τους. Η μονάδα μέτρησης του πυκνωτή είναι το Φαράντ (Farad) με σύμβολο το F .

Η χωρητικότητα του πυκνωτή εξαρτάται από την επιφάνεια των οπλισμών του, από την απόσταση μεταξύ τους και από το είδος του διηλεκτρικού υλικού που παρεμβάλλεται μεταξύ των οπλισμών. Για πυκνωτή αέρος, η σταθερά ϵ είναι:

$$\epsilon_0 = 8,855 \cdot 10^{-12} \frac{A \cdot s}{V \cdot m}.$$

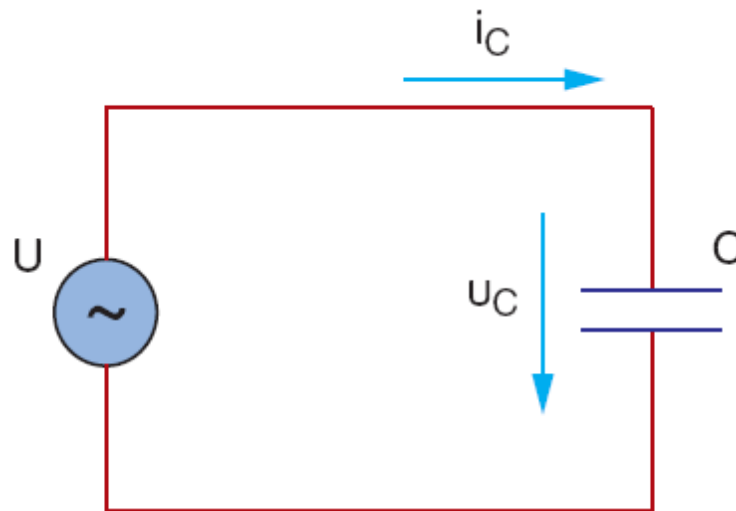
ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ωμική αντίσταση, επαγωγική αντίσταση και χωρητική αντίσταση στο ΕΡ

Χωρητική αντίσταση στο ΕΡ

Θεωρούμε μια πηγή εναλλασσόμενου ρεύματος συνδεδεμένη με ένα ιδανικό πυκνωτή, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.4.4. Ιδανικός πυκνωτής είναι αυτός που δεν παρουσιάζει ηλεκτρική αντίσταση.



Σχήμα 2.4.4 Πυκνωτής που συνδέεται σε πηγή εναλλασσόμενης τάσης

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ωμική αντίσταση, επαγωγική αντίσταση και χωρητική αντίσταση στο ΕΡ

Χωρητική αντίσταση στο ΕΡ

Η αντίσταση που παρεμβάλλει ο πυκνωτής στο εναλλασσόμενο ρεύμα ονομάζεται **χωρητική αντίσταση**.

Αν η τάση στους ακροδέκτες της πηγής είναι $u = U_m \eta \mu \omega t$, τότε, το ρεύμα που διαρρέει τον πυκνωτή προηγείται της τάσης κατά 90° (Σχήμα 2.5.5):

$$i = I_m \eta \mu \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) = I_m \sigma \upsilon \nu \omega t$$

Βάση του νόμου του Ωμ, η χωρητική αντίσταση υπολογίζεται ως το πηλίκο της τάσης U_c στα άκρα του πυκνωτή προς την ένταση του ρεύματος I_c που τον διαρρέει και είναι αντίστροφα ανάλογη της κυκλικής συχνότητας ω και της χωρητικότητας του πυκνωτή C :

$$X_c = \frac{U_c}{I_c} = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ωμική αντίσταση, επαγωγική αντίσταση και χωρητική αντίσταση στο ΕΡ

Νόμος του Ωμ στο ΕΡ

Στο συνεχές ρεύμα, ο νόμος του Ωμ είναι:

$$I = \frac{U}{R} \quad \text{ή} \quad U = R \cdot I$$

Στο εναλλασσόμενο ρεύμα, η παραπάνω σχέση ισχύει για τις ενεργές τιμές της τάσης και της έντασης και, επι πλέον, η ηλεκτρική αντίσταση R αντικαθίσταται από την σύνθετη αντίσταση **Z** :

$$I = \frac{U}{Z}$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ωμική αντίσταση, επαγωγική αντίσταση και χωρητική αντίσταση στο ΕΡ

Νόμος του Ωμ στο ΕΡ

Το μέγεθος **Z** ονομάζεται **σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος** και εξαρτάται από το είδος του στοιχείου και τη μορφή του κυκλώματος. Στις απλές περιπτώσεις όπου τα στοιχεία R, L, C, είναι ιδανικά, η σύνθετη αντίσταση δίνεται από τον ακόλουθο πίνακα:

Μορφή Κυκλώματος	Σύνθετη αντίσταση Z
Με ηλεκτρική αντίσταση	$Z = R$
Με ιδανικό πηνίο	$Z = \omega \cdot L$
Με ιδανικό πυκνωτή	$Z = \frac{1}{\omega \cdot C}$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Ωμική αντίσταση, επαγωγική αντίσταση και χωρητική αντίσταση στο ΕΡ

Νόμος του Ωμ στο ΕΡ

Στα σύνθετα κυκλώματα όπου συνυπάρχουν τα στοιχεία R, L, C, η σύνθετη αντίσταση υπολογίζεται από τον συνδυασμό της ωμικής, επαγωγικής και χωρητικής αντίστασης κάθε στοιχείου:

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega \cdot L - \frac{1}{\omega \cdot C}\right)^2}$$