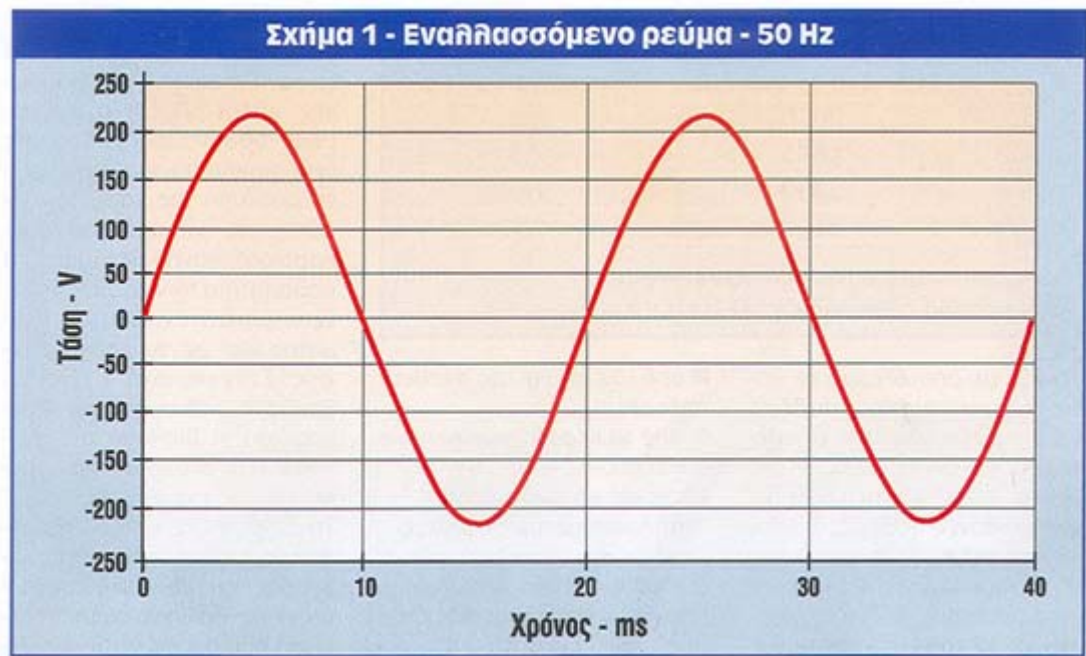


ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΕΠΑΛ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο

ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΑ ΡΕΥΜΑΤΑ



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

3.1) ΤΟ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟ ΡΕΥΜΑ

3.2) ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ

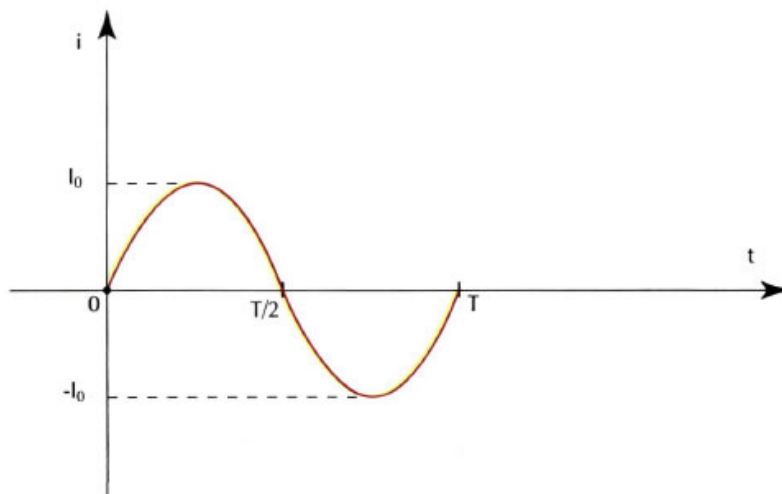
3.3) ΓΡΑΜΜΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

3.4) ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

→ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

3.1) ΤΟ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟ ΡΕΥΜΑ

Εναλλασσόμενο ονομάζεται το ρεύμα του οποίου η φορά και η τιμή (ένταση) μεταβάλλονται περιοδικά με το χρόνο. Πολύ συνηθισμένη μορφή εναλλασσόμενου ρεύματος είναι το ημιτονοειδές ή αρμονικό. Η μορφή του εμφανίζεται στο επόμενο σχήμα.



Η μαθηματική μορφή της έντασης ενός τέτοιου ρεύματος είναι :

$$I(t) = I_0 \eta\mu(\omega t), \text{ όπου :}$$

- $I(t)$: Η στιγμιαία τιμή της έντασης (η τιμή σε κάθε χρονική στιγμή).
- I_0 : Το πλάτος της έντασης, δηλαδή η μέγιστη τιμή της.
- ω : Η κυκλική συχνότητα. Ισχύει $\omega = 2\pi f$.
- f : Η συχνότητα. Εκφράζει το πλήθος των πλήρων εναλλαγών του ρεύματος ανά δευτερόλεπτο. Μετράται σε Hz (Χέρτζ).
- T : Η περίοδος. Εκφράζει το χρόνο που χρειάζεται για να συμβεί μια πλήρης μεταβολή του ρεύματος. Ισχύει $f = \frac{1}{T}$.

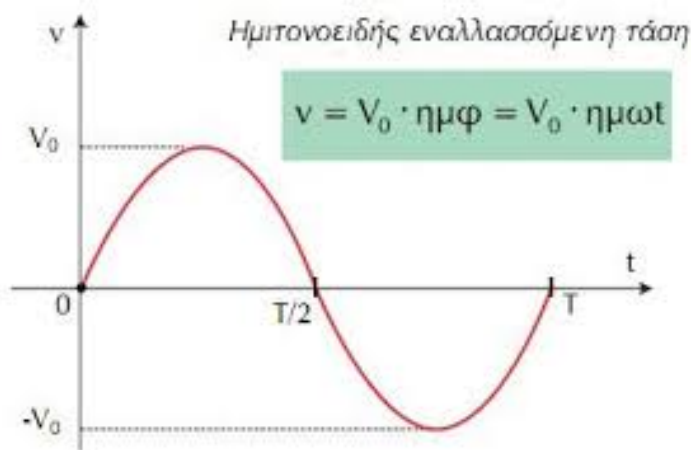
Ότι ισχύει για το ρεύμα, ισχύει και για την τάση. Συνεπώς :

$$V(t) = V_0 \eta\mu(\omega t), \text{ όπου :}$$

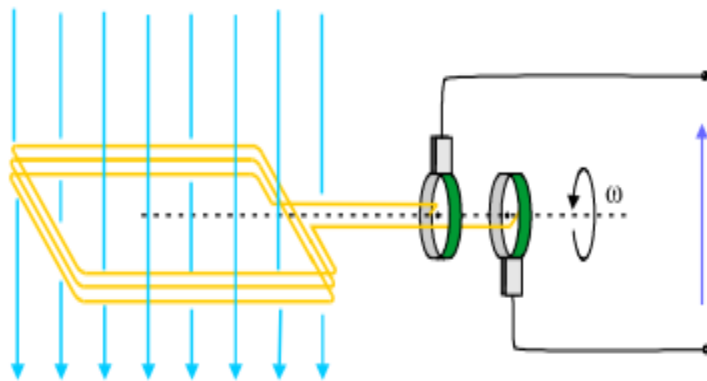
- $V(t)$: Η στιγμιαία τιμή της τάσης (η τιμή σε κάθε χρονική στιγμή).
- V_0 : Το πλάτος της τάσης, δηλαδή η μέγιστη τιμή της.

$$\text{Ισχύει : } I_0 = \frac{V_0}{R}, \quad R = \frac{V_0}{I_0}, \quad V_0 = I_0 R$$

(ΝΟΜΟΣ ΟΗΜ ΓΙΑ ΤΑ ΠΛΑΤΗ)

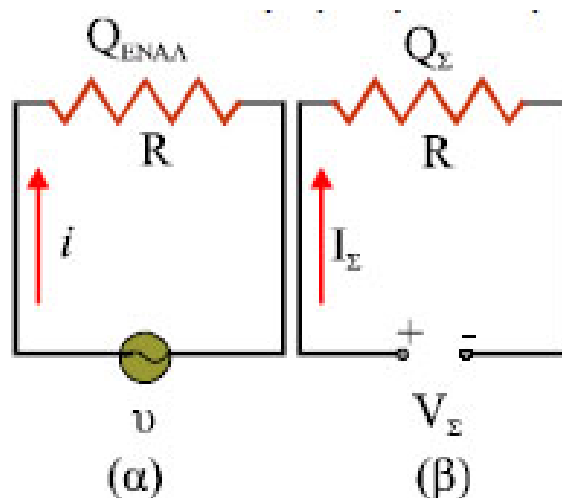


- Η παραγωγή της ημιτονοειδούς εναλλασσόμενης τάσης (και άρα και του ρεύματος) βασίζεται στο φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής, και φαίνεται στο επόμενο σχήμα.



Το πλαίσιο περιστρέφεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο. Η μαγνητική ροή που διέρχεται από το πλαίσιο μεταβάλλεται, οπότε στα άκρα του προκύπτει τάση από επαγωγή. Αν η περιστροφή γίνεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω σε άξονα κάθετο στην διεύθυνση της έντασης B του μαγνητικού πεδίου προκύπτει η ημιτονοειδής εναλλασσόμενη τάση και το ρεύμα.

- Με βάση τα θερμικά αποτελέσματα του εναλλασσόμενου ρεύματος, την θερμότητα δηλαδή που εκλύεται όταν το ρεύμα διέρχεται μέσα από έναν αντιστάτη R ορίζεται η ενεργός τιμή της τάσης και της έντασης.



Θεωρούμε το εναλλασσόμενο ρεύμα, και ένα συνεχές σταθερό. Εάν και τα δύο ρεύματα εκλύουν πάνω στον ίδιο αντιστάτη R και στο ίδιο χρονικό διάστημα t το ίδιο ποσό θερμότητας Q , τότε η σταθερή τιμή του συνεχούς ρεύματος είναι η ενεργός τιμή του εναλλασσόμενου ρεύματος. Για το ημιτονοειδές εναλλασσόμενο ισχύει :

$$V_{\varepsilon v} = \frac{V_0}{\sqrt{2}} \quad \text{και} \quad I_{\varepsilon v} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

Ο νόμος του Ohm για τις ενεργές τιμές γίνεται :

$$I_{\varepsilon v} = \frac{V_{\varepsilon v}}{R}, \quad R = \frac{V_{\varepsilon v}}{I_{\varepsilon v}}, \quad V_{\varepsilon v} = I_{\varepsilon v} \cdot R \quad (\text{ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΟΗΜ})$$

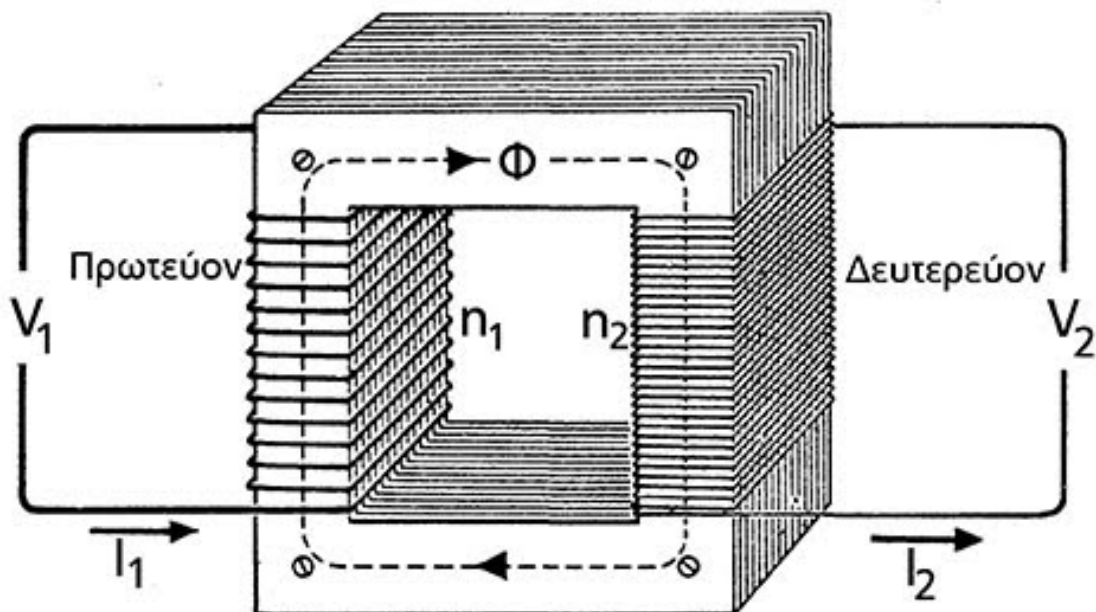
Με την χρήση της έννοιας της ενεργούς τιμής (τάσης και έντασης) και για ωμικό αντιστάτη R , προκύπτουν οι μαθηματικές εκφράσεις για την μέση ισχύ P και για την ενέργεια W . Ισχύει :

$$P = V_{\varepsilon v} \cdot I_{\varepsilon v}, \quad P = \frac{V_{\varepsilon v}^2}{R}, \quad P = I_{\varepsilon v}^2 \cdot R, \quad \text{και}$$

$$W = V_{\varepsilon v} \cdot I_{\varepsilon v} \cdot t, \quad W = \frac{V_{\varepsilon v}^2}{R} \cdot t, \quad W = I_{\varepsilon v}^2 \cdot R \cdot t$$

(οι τύποι είναι ίδιοι με αυτούς που ισχύουν στο συνεχές ρεύμα)

3.2) ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ (Μ/Σ)



Βασικό σχέδιο μετασχηματιστή (Μ/Σ). Διακρίνονται :

- Τα δύο πηνία (πρωτεύων – δευτερεύων) με την τάση V , την ένταση I και τον αριθμό των σπειρών του καθενός από αυτά.
- Ο πυρήνας σιδήρου γύρω από τον οποίο είναι τυλιγμένα τα δύο πηνία.

ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ

Οι μετασχηματιστές είναι ηλεκτρικές διατάξεις που μετατρέπουν (μετασχηματίζουν) την εναλλασσόμενη ηλεκτρική ενέργεια ενός επιπέδου τάσης σε επίσης εναλλασσόμενη ηλεκτρική ενέργεια διαφορετικού όμως επιπέδου τάσης, ανάλογα με το λόγο μετασχηματισμού a .

Ο λόγος μετασχηματισμού a δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

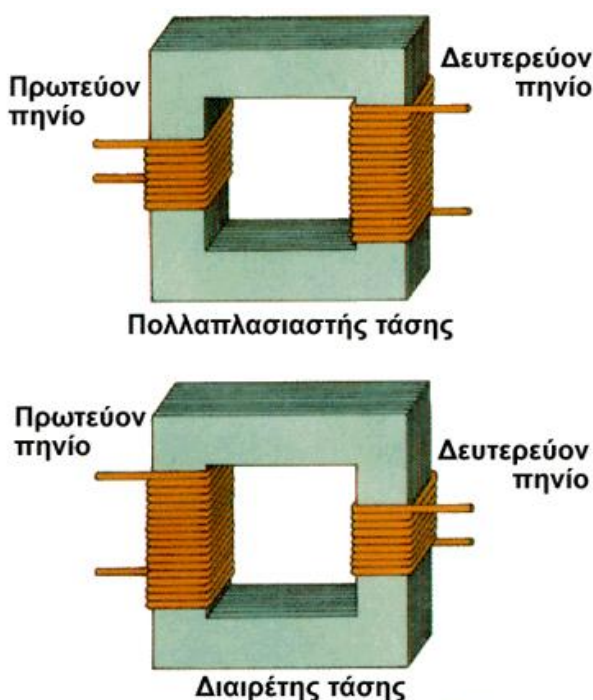
$$a = \frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

Δηλαδή η τάση του πρωτεύοντος πηνίου (V_1) μετασχηματίζεται στην τάση του δευτερεύοντος (V_2) όσες φορές «υπαγορεύει» ο αριθμός a και ο οποίος βρίσκεται από το πηλίκο του αριθμού των σπειρών (N_1) του πρωτεύοντος προς τις σπείρες του πηνίου του δευτερεύοντος (N_2).

Το αντίθετο ακριβώς συμβαίνει με τα ρεύματα στο πρωτεύον και το δευτερεύον πηνίο του μετασχηματιστή.

Πρέπει να σημειώσουμε ότι τα παραπάνω ισχύουν για ιδανικό μετασχηματιστή για τον οποίο θεωρούνται οι απώλειες μηδενικές.

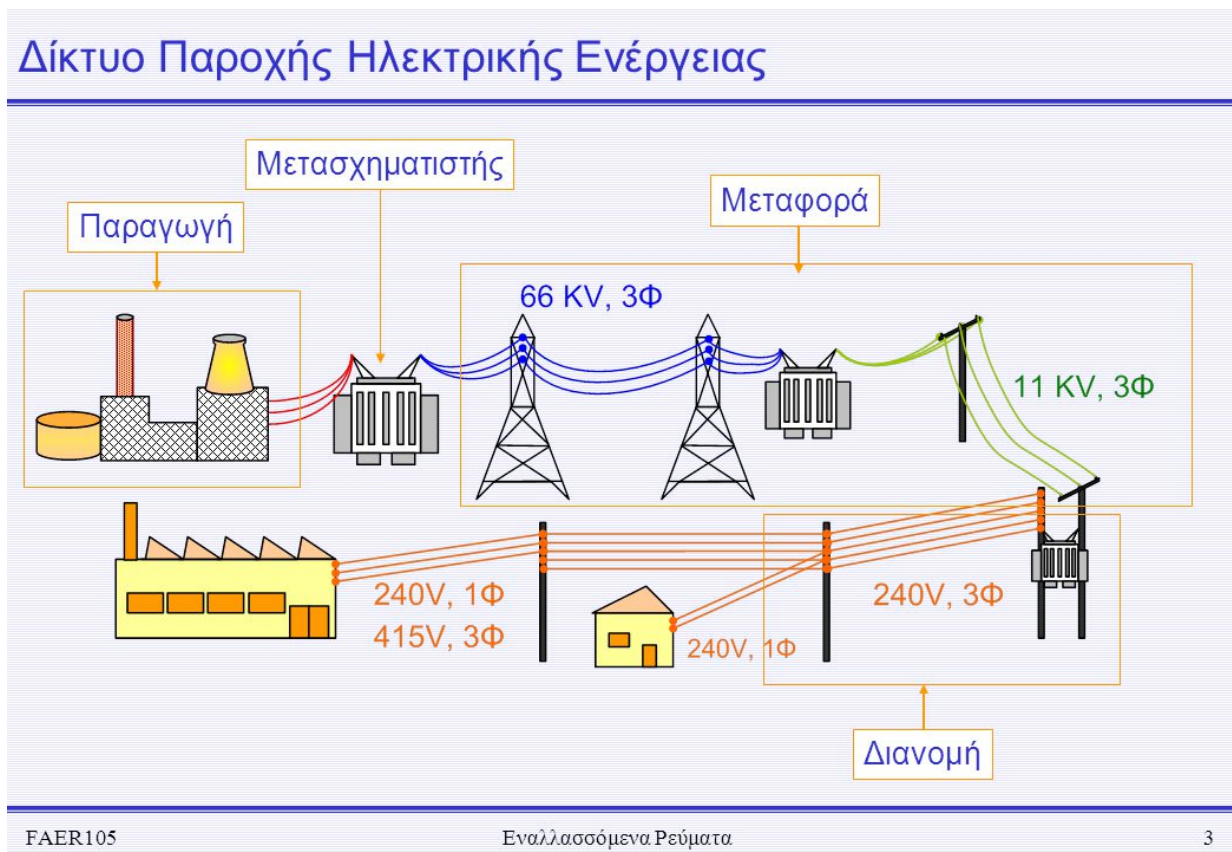
- Ο (Μ/Σ) δουλεύει ΜΟΝΟ με εναλλασσόμενο ρεύμα στα πηνία του. Η λειτουργία του βασίζεται στο φαινόμενο της αμοιβαίας επαγωγής μεταξύ των πηνίων του. Σε ιδανικό (Μ/Σ) **όλη** η ισχύς η οποία τροφοδοτείται στο πρωτεύον λόγω μηδενικών απωλειών περνά στο δευτερεύον.



- Η πρώτη διάταξη (Μ/Σ) λειτουργεί ως ανυψωτής τάσης, γιατί οι σπείρες στο δευτερεύον πηνίο είναι περισσότερες από τις σπείρες στο πρωτεύον πηνίο.
- Η δεύτερη διάταξη (Μ/Σ) υποβιβάζει την τάση γιατί οι σπείρες που υπάρχουν στο δευτερεύον πηνίο είναι λιγότερες από τις σπείρες στο πρωτεύον πηνίο.

3.3) ΓΡΑΜΜΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

Η τεράστια αξία των μετασχηματιστών, και κατ' επέκταση και η μεγάλη αξία του εναλλασσόμενου ρεύματος, είναι το τι συμβαίνει στην μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας.



Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται σε ένα εργοστάσιο και καταναλώνεται μακριά από αυτό. Η γραμμή μεταφοράς που μεσολαβεί και μεταφέρει την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια θα πρέπει να έχει όσο δυνατόν τις λιγότερες απώλειες. Αυτό γίνεται με την χρήση μετασχηματιστών (Μ/Σ) που λειτουργούν ως ανυψωτές τάσης. Οι (Μ/Σ) τοποθετούνται στην έξοδο του εργοστασίου και ανυψώνουν την τάση, μειώνοντας αντίστοιχα και την ένταση του ρεύματος στην γραμμή μεταφοράς. Η θερμική απώλεια κατά μήκος της γραμμής μεταφοράς, με βάση το φαινόμενο Joule δίδεται από την σχέση $P_{\theta} = I_{\gamma\rho}^2 \cdot R$.

Η αντίσταση R της γραμμής μεταφοράς εξαρτάται από το μήκος της γραμμής, το οποίο για κάθε γραμμή είναι δεδομένο. Συνεπώς όσο πιο μικρό είναι το ρεύμα στη γραμμή τόσο μικρότερη είναι η απώλεια. Με την χρήση (Μ/Σ) οι οποίοι ανυψώνουν πολύ την τάση αμέσως μετά την έξοδο από το εργοστάσιο, μειώνεται πολύ το ρεύμα και η ενέργεια μεταφέρεται με τις μικρότερες απώλειες. Πριν η ενέργεια φθάσει στην κατανάλωση, με την χρήση μετασχηματιστών που λειτουργούν ως υποβιβαστές τάσης, η τάση μειώνεται ώστε να μην είναι επικίνδυνη.

3.4) ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ



Πίνακας διανομής (αριστερά)
και ρελέ (πάνω).

→

Τι είναι το βραχυκύκλωμα

Το βραχυκύκλωμα είναι
ένας τύπος κυκλώματος
με πολύ μικρή ή
καθόλου αντίσταση.

Το βραχυκύκλωμα
συμβαίνει όταν αγωγοί
από και προς την πηγή
συνδέονται μεταξύ τους



Κατά το βραχυκύκλωμα το
φορτίο παρακάμπτεται και
η ένταση του ρεύματος
γίνεται πολύ μεγάλη.



Φωτιά σε ηλεκτρική πρίζα
και σε καλώδιο εξαιτίας
βραχυκυκλώματος.



Τηκόμενη ασφάλεια (πάνω)
και αυτόματη ασφάλεια
(αριστερά)



Σύμβολο γείωσης



athenspc.gr

Σύμβολο γείωσης και
γείωση σε πρίζα



Ηλεκτροπληξία

Ένταση	Επίδραση στο ανθρώπινο σώμα
1-10mA	όριο αίσθησης
10-30mA	σύσπαση μυών, πόνος
30-50mA	σύσπαση μυών, πόνος, ασφυξία
50-100mA	παράλυση, πόνος, καρδιακή αρρυθμία
100-200mA	επικίνδυνη καρδιακή προσβολή και εγκαύματα
>200mA	θανατηφόρα καρδιακή προσβολή και εγκαύματα



(c) Αρπατζόγλου Γιάννης, Ηλεκτρονικός Μηχανικός, καθηγητής ΠΕ17

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

A1) Στα άκρα ενός αντιστάτη $R = 10 \Omega$, εφαρμόζεται μια ημιτονοειδής εναλλασσόμενη τάση με $V_{\text{ev}} = 220 \text{ V}$. Να βρεθεί :

- α) Το πλάτος (V_0) της τάσης στα άκρα του αντιστάτη.
- α) Το πλάτος (I_0) και η ενεργός τιμή (I_{ev}) της έντασης.
- γ) Η τιμή της μέσης ισχύος P που καταναλώνει ο αντιστάτης.

A2) Μια λάμπα έχει χαρακτηριστικά λειτουργίας (220 V, 110 W). Βρείτε :

- α) Το πλάτος (V_0) της τάσης στα άκρα της λάμπας.
- β) Το πλάτος (I_0) και η ενεργός τιμή (I_{ev}) της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τη λάμπα, όταν ο λαμπτήρας λειτουργεί κανονικά.
- γ) Την τιμή της αντίστασης R της λάμπας.

A3) Στα άκρα αντιστάτη $R = 110 \Omega$, εφαρμόζεται εναλλασσόμενη τάση της μορφής :

$$V(t) = 220\sqrt{2} \sin(100t) \text{ (τα μεγέθη είναι στο SI).}$$

- α) Να βρεθεί το πλάτος (V_0) και η ενεργός τιμή (V_{ev}) της τάσης.
- β) Να βρεθεί το πλάτος (I_0) και η ενεργός τιμή (I_{ev}) της έντασης.
- γ) Να βρεθεί η εξίσωση του εναλλασσόμενου ρεύματος $I(t)$ που διαρρέει του αντιστάτη.
- δ) Να υπολογιστεί η τιμή της μέσης ισχύος P
- ε) Να υπολογιστεί η ενέργεια W που εκλύεται ως θερμότητα στον αντιστάτη R σε χρόνο $t = 10 \text{ s}$.

A4) Δύο ηλεκτρικοί λαμπτήρες με αντιστάσεις $R_1 = 10 \Omega$ και $R_2 = 15 \Omega$ συνδέονται σε σειρά. Στα άκρα του συστήματος εφαρμόζεται ημιτονοειδής εναλλασσόμενη τάση της μορφής :

$$V(t) = 100\sqrt{2} \sin(100t)$$

- α) Να βρεθεί η ενεργός τιμή (V_{ev}) της τάσης στα άκρα του κυκλώματος.
- β) Να βρεθεί η ολική αντίσταση του κυκλώματος.
- γ) Να βρεθεί το πλάτος (I_0) και η ενεργός τιμή (I_{ev}) της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.
- δ) Να βρεθεί η εξίσωση του εναλλασσόμενου ρεύματος $I(t)$ που διαρρέει το κύκλωμα.
- ε) Να υπολογιστεί η τιμή της μέσης ισχύος P που καταναλώνει κάθε λαμπτήρας.

A5) Ένα κινητό λειτουργεί με τάση 6 Volt. Για να φορτίσουμε το κινητό θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε φορτιστή, ο οποίος θα συνδεθεί στο δίκτυο, όπου η τάση είναι 220 Volt. Αν το πρωτεύων του μετασχηματιστή που έχει μέσα του ο φορτιστής έχει 550 σπείρες, και συνδέεται στο δίκτυο, πόσες σπείρες έχει το δευτερεύων που συνδέεται με το κινητό. Θεωρήστε ότι ο μετασχηματιστής είναι ιδανικός.

A6) Μια φωτεινή επιγραφή « νέον » για να λειτουργήσει κανονικά θέλει τάση 5.500 Volt. Η επιγραφή συνδέεται στο δίκτυο όπου η τάση είναι ίση με 220 Volt, οπότε απαιτείται μετασχηματιστής. Αν στην είσοδό του ο (Μ/Σ) έχει 40 σπείρες, πόσες σπείρες θα πρέπει να έχει στην έξοδο του. Ο μετασχηματιστής είναι ιδανικός.

A7) Ένας ιδανικός μετασχηματιστής έχει 20 σπείρες στο πρωτεύων πηνίο του και 240 σπείρες στο δευτερεύων του. Αν η ενεργός τιμή της τάσης στο πρωτεύων πηνίο του (Μ/Σ) είναι ίση με 110 Volt, πόση είναι η ενεργός τιμή της τάσης στο δευτερεύων πηνίο του.

A8) Ιδανικός μετασχηματιστής έχει στο δευτερεύων πηνίο του διπλάσιο αριθμό σπειρών από το πρωτεύων. Αν στο πρωτεύων το ρεύμα έχει ενεργό τιμή 5A και η ενεργός τιμή της τάσης είναι 120 V, να βρείτε τις αντίστοιχες τιμές (τάσης και ρεύματος) στο δευτερεύων του μετασχηματιστή.

A9) Ιδανικός μετασχηματιστής έχει στο πρωτεύων του $V_{\epsilon v1} = 110$ Volt και $I_{\epsilon v1} = 2$ A. Αν στο δευτερεύων του έχει $I_{\epsilon v1} = 0,4$ A, βρείτε το $V_{\epsilon v2}$

A10) Ιδανικός μετασχηματιστής έχει $N_1 = 5000$ σπείρες στο πρωτεύων πηνίο του και $N_2 = 500$ στο δευτερεύων πηνίο του. Το δευτερεύων πηνίο του (Μ/Σ) συνδέεται με αντιστάτη $R = 100 \Omega$. Η μέση ισχύς P την οποία καταναλώνει ο αντιστάτης είναι $P = 900$ Watt. Θεωρήστε ότι ο αντιστάτης καταναλώνει όλη την ισχύ που εκλύεται στο κύκλωμα.

- α) Να βρεθεί η ενεργός τιμή της τάσης $V_{\epsilon v2}$ και η ενεργός τιμή $I_{\epsilon v2}$ της έντασης στο δευτερεύων του (Μ/Σ).
- β) Να βρεθεί η ενεργός τιμή της τάσης $V_{\epsilon v1}$ και η ενεργός τιμή $I_{\epsilon v1}$ της έντασης στο πρωτεύων του (Μ/Σ).