

ΨΣ003 – Φυσική

Εναλλασσόμενο ρεύμα

Γιάννης Λιαπέρδος

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
Σχολή Οικονομίας και Τεχνολογίας
Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων

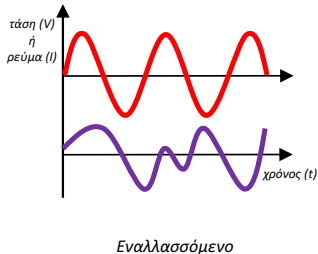
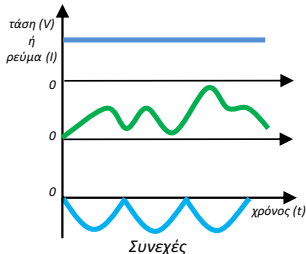


Περιεχόμενα

- 1 Εναλλασσόμενη τάση/ρεύμα
- 2 Συμπεριφορά πυκνωτών στο εναλλασσόμενο ρεύμα
- 3 Συμπεριφορά πηνίων στο εναλλασσόμενο ρεύμα
- 4 Μετασχηματιστές

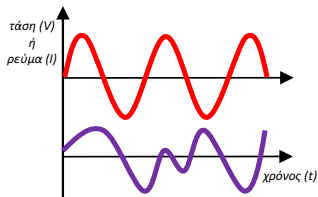
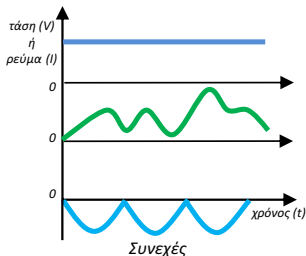
Συνεχές / εναλλασσόμενο ρεύμα / τάση

- Ένα ρεύμα (ή μία τάση) ονομάζεται συνεχές (DC – Direct Current) όταν κατά την εξέλιξη του χρόνου διατηρεί σταθερό πρόσημο.
- Όταν ένα ρεύμα (ή μία τάση) εναλλάσσει την πολικότητά του ονομάζεται εναλλασσόμενο (AC – Alternating Current).



Συνεχές / εναλλασσόμενο ρεύμα / τάση

- Πολλές φορές, εσφαλμένα, οι έννοιες της συνεχούς και της σταθερής τάσης θεωρούνται ταυτόσημες.
- Μια σταθερή τάση είναι συνεχής, χωρίς να συμβαίνει απαραίτητα το αντίστροφο.
- Από το σχήμα φαίνεται πως συνεχείς μπορεί να είναι και πολλές κυμαινόμενες κυματομορφές (κυματομορφές, δηλαδή, με μεταβαλλόμενο πλάτος), αρκεί να διατηρούν σταθερή πολικότητα.



Συνεχές / εναλλασσόμενο ρεύμα / τάση

- Οι συνηθέστεροι συμβολισμοί για τα συνεχή και τα εναλλασσόμενα ρεύματα / τάσεις είναι οι ακόλουθοι:



Συνεχής τάση/ρεύμα



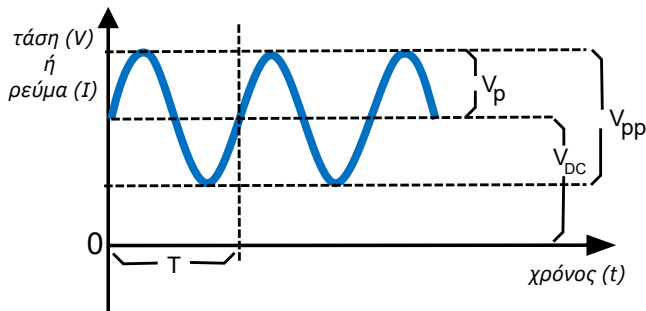
Εναλλασσόμενη τάση/ρεύμα

Χαρακτηριστικά ημιτονοειδούς (αρμονικής) τάσης

- Γενικά, μια **ημιτονοειδής** τάση μπορεί να περιγραφεί από τη σχέση:

$$V = V_{DC} + V_p \sin \omega t$$

όπου V_{DC} η συνεχής συνιστώσα της τάσης (ή DC offset), V_p το πλάτος και ω η κυκλική συχνότητα.

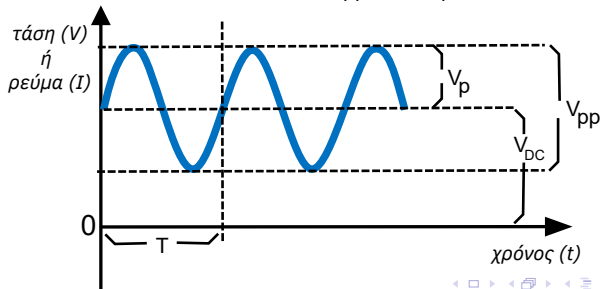


Χαρακτηριστικά ημιτονοειδούς τάσης

- Η κυκλική συχνότητα σχετίζεται με τη συχνότητα f και την περίοδο T ως εξής:

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

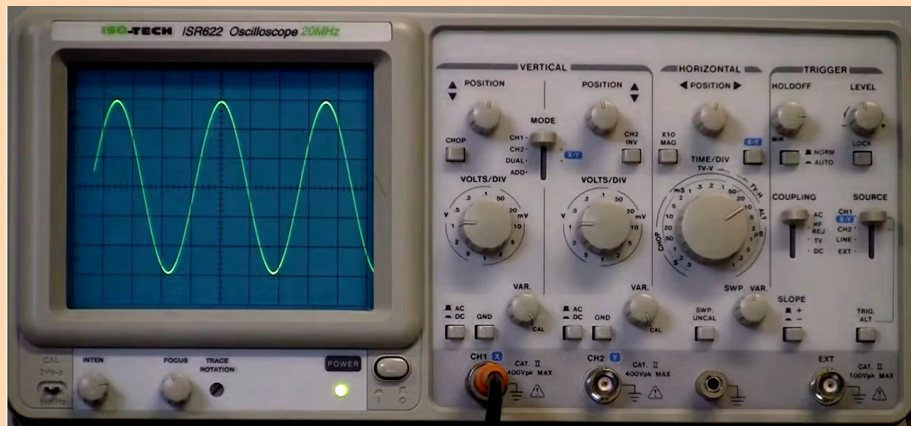
Επιπλέον, αντί του πλάτους V_p (peak voltage, τάση κορυφής) χρησιμοποιείται συχνά η τάση V_{pp} (peak-to-peak voltage, τάση από κορυφή σε κορυφή) η οποία μπορεί να μετρηθεί ακριβέστερα. Προφανώς ισχύει $V_{pp} = 2V_p$.



Χαρακτηριστικά ημιτονοειδούς τάσης

Άσκηση 9.1

Προσδιορίστε το πλάτος και τη συχνότητα της ημιτονοειδούς τάσης που εμφανίζεται στην οθόνη του παλμογράφου



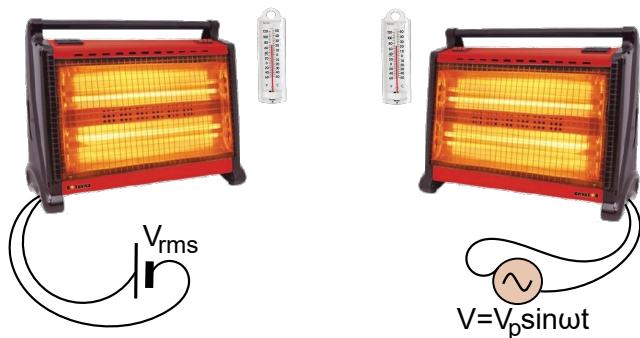
Χαρακτηριστικά εναλλασσόμενης τάσης

Άσκηση 9.2

Έστω ημιτονοειδές σήμα συχνότητας 1 kHz και πλάτους 10 V . Εάν η DC συνιστώσα του σήματος είναι ίση με $+5\text{ V}$, να εξετάσετε αν το σήμα είναι συνεχές ή εναλλασσόμενο.

Ενεργός τιμή εναλλασσόμενης τάσης

- Ως **ενεργός τιμή (rms)** μιας εναλλασσόμενης τάσης ορίζεται η τιμή μιας πηγής σταθερής τάσης η οποία εφαρμοζόμενη στα άκρα συγκεκριμένου αντιστάτη παράγει τα ίδια θερμικά αποτελέσματα με την εναλλασσόμενη τάση, αν αυτή εφαρμοστεί στον ίδιο αντιστάτη.



Σχέση πλάτους - ενεργού τιμής

- Από τον προηγούμενο ορισμό έχουμε:

$$\begin{aligned} \frac{V_{rms}^2}{R} &= \frac{1}{R \cdot T} \int_{t=0}^{t=T} (V_p \sin \omega t)^2 dt \Rightarrow \\ \Rightarrow V_{rms}^2 &= \frac{1}{T} \int_{t=0}^{t=T} V_p^2 \sin^2 \omega t \cdot dt \Rightarrow \\ \Rightarrow V_{rms}^2 &= \frac{1}{T} \int_{t=0}^{t=T} V_p^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot (1 - \cos 2\omega t) \cdot dt \Rightarrow \\ \Rightarrow V_{rms}^2 &= \frac{V_p^2}{2T} \int_{t=0}^{t=T} (1 - \cos 2\omega t) \cdot dt \Rightarrow \\ \Rightarrow V_{rms}^2 &= \frac{V_p^2}{2T} \int_{t=0}^{t=T} dt - \frac{V_p^2}{2T} \int_{t=0}^{t=T} \cos 2\omega t \cdot dt \Rightarrow \end{aligned}$$



Σχέση πλάτους - ενεργού τιμής

$$\Rightarrow V_{rms}^2 = \frac{V_p^2}{2T} \cdot T - \frac{V_p^2}{2T} \int_{t=0}^{t=T} \frac{1}{2\omega} \cdot \cos 2\omega t \cdot d(2\omega t) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{rms}^2 = \frac{V_p^2}{2} - \frac{V_p^2}{4T\omega} \int_{2\omega t=0}^{2\omega t=2\omega T=4\pi} \cos 2\omega t \cdot d(2\omega t) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{rms}^2 = \frac{V_p^2}{2} - \frac{V_p^2}{4T\omega} \cdot 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{rms} = \sqrt{\frac{V_p^2}{2}} \Rightarrow$$

$$V_{rms} = \frac{V_p}{\sqrt{2}}$$



Σχέση πλάτους - ενεργού τιμής

Άσκηση 9.3

Εάν η ενεργός τιμή της εναλλασσόμενης τάσης του ηλεκτρικού δικτύου είναι 230V, να βρεθεί το αντίστοιχο πλάτος.



Περιεχόμενα

- 1 Εναλλασσόμενη τάση/ρεύμα
- 2 Συμπεριφορά πυκνωτών στο εναλλασσόμενο ρεύμα**
- 3 Συμπεριφορά πηνίων στο εναλλασσόμενο ρεύμα
- 4 Μετασχηματιστές

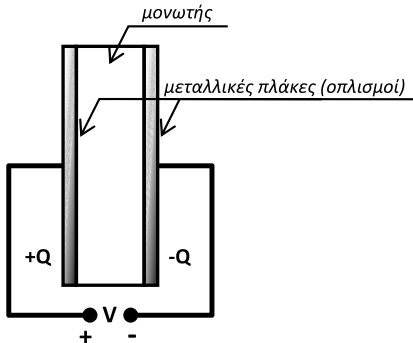
Πυκνωτές

- Οι πυκνωτές είναι στοιχεία τα οποία αποθηκεύουν προσωρινά ηλεκτρικό φορτίο, άρα και ηλεκτρική ενέργεια
- Πρόκειται για στοιχεία με δύο αντιστρέψιμους (ισοδύναμους) ακροδέκτες
- Μόνο στην περίπτωση των ηλεκτρολυτικών πυκνωτών οι ακροδέκτες διαθέτουν πολικότητα (+/-)



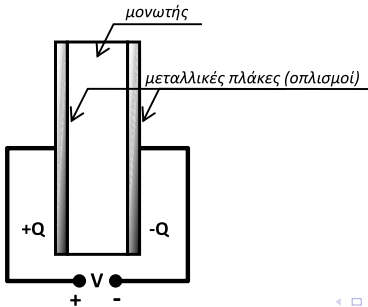
Πυκνωτές

- Στην απλούστερή του μορφή, ένας πυκνωτής αποτελείται από δύο παράλληλες αγώγιμες (μεταλλικές) πλάκες σε μικρή απόσταση μεταξύ τους που ονομάζονται *οπλισμοί* του πυκνωτή
- Ανάμεσα στους οπλισμούς παρεμβάλλεται μονωτικό (διηλεκτρικό) υλικό



Πυκνωτές

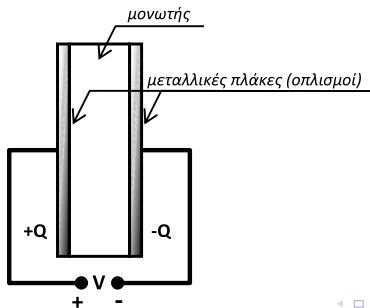
- Αν στους ακροδέκτες ενός πυκνωτή εφαρμόσουμε τάση V , όπως φαίνεται στο σχήμα, ηλεκτρόνια από τον αρνητικό ακροδέκτη της πηγής τάσης θα διαχυθούν προς τον αντίστοιχο οπλισμό
- Επιπλέον, ηλεκτρόνια από τον απέναντι οπλισμό θα κινηθούν προς τον θετικό ακροδέκτη, εξαιτίας της έλξης τους προς αυτόν και της άπωσης από τα ηλεκτρόνια της αρνητικής πλάκας
- Το φαινόμενο θα έρθει στην σταθερή κατάσταση όταν η διάχυση των ηλεκτρονίων εξαιτίας της εξωτερικά εφαρμοζόμενης τάσης εξισορροπηθεί με την άπωση των ηλεκτρονίων στον ίδιο τον οπλισμό



Πυκνωτές

- Στην σταθερή κατάσταση η φόρτιση του πυκνωτή έχει ολοκληρωθεί
- Η τάση στα άκρα του έχει εξισωθεί με την εξωτερική τάση V και σε κάθε οπλισμό του έχει αποθηκευθεί φορτίο Q
- Η τιμή του φορτίου Q για ορισμένη τάση V εξαρτάται από την κατασκευή του πυκνωτή και συγκεκριμένα από τη χωρητικότητά του, που ορίζεται από την πιο κάτω σχέση και έχει μονάδα μέτρησης το Farad (F)

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



Πυκνωτές

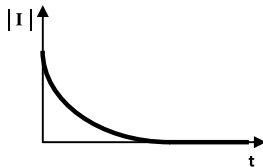
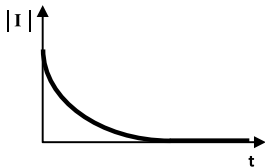
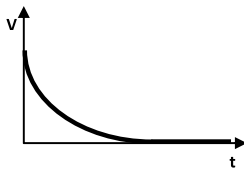
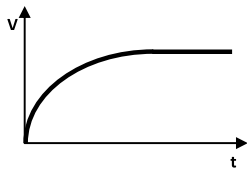
- Η ενέργεια που αποθηκεύεται σε έναν πυκνωτή δίνεται από τη σχέση:

$$E = \frac{1}{2}CV^2$$



Πυκνωτές

- Οι καμπύλες που περιγράφουν το φαινόμενο της φόρτισης / εκφόρτισης ενός πυκνωτή έχουν ως εξής:



Φόρτιση

Εκφόρτιση

Πυκνωτές

- Από τις προηγούμενες καμπύλες παρατηρούμε πως όσο η τάση στα άκρα του πυκνωτή δεν είναι σταθερή ρέει ρεύμα προς τον πυκνωτή, παρόλη την ύπαρξη του μονωτή μεταξύ των οπλισμών.
- Στην σταθερή κατάσταση (όταν η τάση στα άκρα του πυκνωτή είναι σταθερή), το ρεύμα που ρέει προς τον πυκνωτή μηδενίζεται.
- Άρα μπορούμε να καταλήξουμε στα εξής πολύ σημαντικά συμπεράσματα:
 - Όταν η τάση στα άκρα ενός πυκνωτή είναι σταθερή, το ρεύμα που τον διαρρέει είναι μηδενικό. Άρα ο πυκνωτής έχει άπειρη αντίσταση για σταθερές τάσεις.
 - Όταν η τάση στα άκρα ενός πυκνωτή είναι μεταβαλλόμενη, το ρεύμα που τον διαρρέει δεν είναι μηδενικό. Άρα ο πυκνωτής έχει πεπερασμένη αντίσταση για μεταβαλλόμενες τάσεις.



Πυκνωτές

- Σύνθετη αντίσταση (εμπέδηση) πυκνωτή

Για την περίπτωση *αρμονικού* ρεύματος της μορφής:

$$I = I_0 \sin \omega t$$

(όπου I_0 το πλάτος του ρεύματος και ω η κυκλική του συχνότητα) η αντίσταση R_C του πυκνωτή εξαρτάται από τη χωρητικότητα C και την κυκλική συχνότητα ω σύμφωνα με τη σχέση:

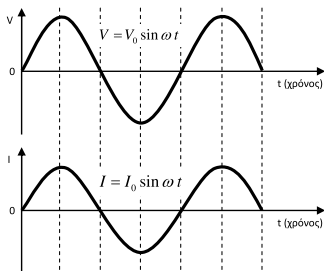
$$R_C = \frac{1}{C\omega}$$



Πυκνωτές

- Σύνθετη αντίσταση (εμπέδηση) πυκνωτή

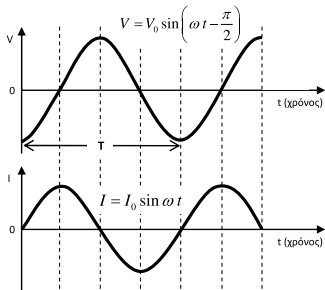
Όταν σε ωμικό αντιστάτη διαβιβάσουμε αρμονικό ρεύμα, η τάση στα άκρα του αντιστάτη είναι επίσης αρμονική και *συμφασική* με το ρεύμα.



Πυκνωτές

- Σύνθετη αντίσταση (εμπέδηση) πυκνωτή

Αν διαβιβάσουμε ένα αρμονικά μεταβαλλόμενο ρεύμα μέσα από έναν πυκνωτή, τότε η τάση στα άκρα του πυκνωτή είναι επίσης αρμονική αλλά καθυστερεί ως προς το ρεύμα κατά ένα τέταρτο της περιόδου του ($T/4$), εμφανίζοντας δηλαδή διαφορά φάσης ίση με $-\pi/2$.



Πυκνωτές

- Σύνθετη αντίσταση (εμπέδηση) πυκνωτή

- Η τιμή της αντίστασης R_C όπως προκύπτει από τη σχέση $R_C = \frac{1}{C\omega}$ μπορεί να δώσει την τιμή του πλάτους V_0 της τάσης στα άκρα ενός πυκνωτή με βάση τον νόμο του Ohm:

$$V_0 = I_0 \cdot R_C = \frac{I_0}{C\omega}$$

αλλά δεν είναι ικανή να περιγράψει τη διαφορά φάσης που εισάγει ο πυκνωτής.

Πυκνωτές

- Σύνθετη αντίσταση (εμπέδηση) πυκνωτή

Ένας πρακτικός τρόπος για την ενσωμάτωση της πληροφορίας που αφορά τη φάση ενός αρμονικά μεταβαλλόμενου μεγέθους είναι η χρήση *στρεφόμενων διανυσμάτων (φασόρων)*.

Έστω ένα αρμονικό μέγεθος z της μορφής:

$$z = z_0 \sin(\omega t + \phi_0)$$

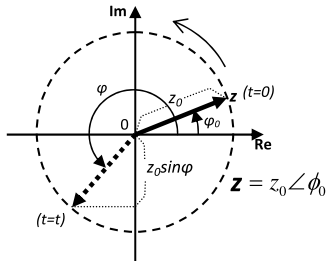
όπου z_0 το πλάτος, ω η κυκλική συχνότητα (σε rad/s) και ϕ_0 η αρχική φάση.



Πυκνωτές

- Σύνθετη αντίσταση (εμπέδηση) πυκνωτή

Η μεταβολή του μεγέθους z μπορεί να περιγραφεί με τη βοήθεια ενός διανύσματος μήκους z_0 το οποίο τη χρονική στιγμή $t=0$ σχηματίζει γωνία ϕ_0 με τον οριζόντιο άξονα του συστήματος αξόνων του σχήματος. Το διάνυσμα αυτό (\mathbf{z}) στρέφεται με φορά αντίρροπη της φοράς των δεικτών ενός ρολογιού γύρω από το ένα του άκρο, το οποίο είναι στερεωμένο μόνιμα στην αρχή των αξόνων.

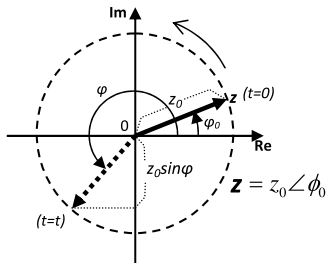


Πυκνωτές

- Σύνθετη αντίσταση (εμπέδηση) πυκνωτή

Η προβολή του διανύσματος (φάσορα) \mathbf{z} στον κατακόρυφο άξονα είναι ίση με

$$z_y = z_0 \sin \phi \quad \text{ή} \quad z_y = z_0 \sin(\omega t + \phi_0)$$



Πυκνωτές

- Σύνθετη αντίσταση (εμπέδηση) πυκνωτή

Ο φάσορας \mathbf{z} ενός μεγέθους z εμπεριέχει πληροφορία όχι μόνο για το πλάτος z_0 του μεγέθους αλλά και για την αρχική του φάση ϕ_0 .

Ο φάσορας του μεγέθους z μπορεί να γραφεί στη συμβολική μορφή:

$$\mathbf{z} = z_0 \underline{\phi_0}$$

Ουσιαστικά πρόκειται για την διανυσματική αναπαράσταση ενός μιγαδικού αριθμού, το πραγματικό μέρος (Re) του οποίου αντιστοιχεί στην προβολή του διανύσματος στον οριζόντιο άξονα. Αντίστοιχα, η προβολή του φάσορα στον κατακόρυφο άξονα αντιστοιχεί στο φανταστικό μέρος (Im) του μιγαδικού αριθμού. Επομένως, μπορούμε να εργαζόμαστε με τους φάσορες κάνοντας χρήση των κανόνων της μιγαδικής ανάλυσης.



Πυκνωτές

- Σύνθετη αντίσταση (εμπέδηση) πυκνωτή

Επιστρέφοντας στην περίπτωση του πυκνωτή, οι σχέσεις για την τάση και το ρεύμα μπορούν να γραφούν ως εξής:

$$\mathbf{I} = I_0 \underline{\underline{0}} \quad \text{και} \quad \mathbf{V} = V_0 \underline{\underline{-\frac{\pi}{2}}}$$

Η σχέση για την τάση μπορεί να γραφτεί ισοδύναμα:

$$\mathbf{V} = \frac{I_0}{C\omega} \underline{\underline{-\frac{\pi}{2}}} \quad \text{ή} \quad \mathbf{V} = (I_0 \underline{\underline{0}}) \cdot (C\omega \underline{\underline{-\frac{\pi}{2}}})$$

ως, δηλαδή, το γινόμενο δύο φασόρων: ενός *πραγματικού* και ενός *φανταστικού*



Πυκνωτές

- Σύνθετη αντίσταση (εμπέδηση) πυκνωτή

Ο φανταστικός αριθμός της σχέσης $\mathbf{V} = (I_0/\mathbf{0}) \cdot (C\omega \angle -\frac{\pi}{2})$ ονομάζεται *μιγαδική αντίσταση* (ή *σύνθετη αντίσταση* ή *εμπέδηση*) του πυκνωτή. Η σύνθετη αντίσταση συμβολίζεται γενικά με Z .

Για την περίπτωση του πυκνωτή είναι:

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} \angle -\frac{\pi}{2} \quad \text{ή} \quad Z_C = -\frac{1}{C\omega} j \quad \text{ή}$$

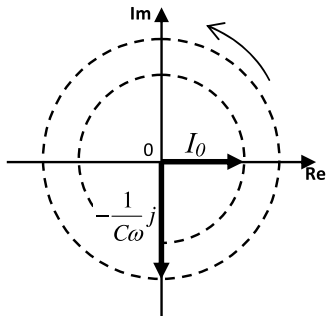
$$Z_C = \frac{1}{C\omega j}$$

όπου j η φανταστική μονάδα ($j^2 = -1$).

Πυκνωτές

- Σύνθετη αντίσταση (εμπέδηση) πυκνωτή

Το αντίστοιχο διάγραμμα φασόρων απεικονίζεται στο σχήμα



Πυκνωτές

Άσκηση 9.4

Στα άκρα πυκνωτή χωρητικότητας $1\ \mu\text{F}$ εφαρμόζεται ημιτονοειδής τάση συχνότητας $1\ \text{kHz}$ και πλάτους $1\ \text{V}$. Να βρεθεί το πλάτος της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον πυκνωτή. Όμοια για ημιτονοειδή τάση συχνότητας $10\ \text{kHz}$ και πλάτους $1\ \text{V}$.

Περιεχόμενα

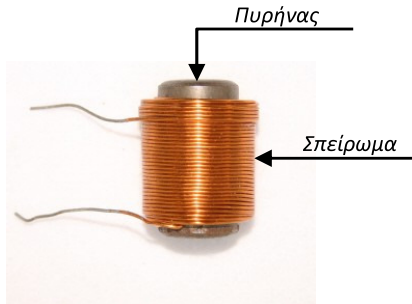
- 1 Εναλλασσόμενη τάση/ρεύμα
- 2 Συμπεριφορά πυκνωτών στο εναλλασσόμενο ρεύμα
- 3 Συμπεριφορά πηνίων στο εναλλασσόμενο ρεύμα**
- 4 Μετασχηματιστές

Πηνία

- Τα πηνία είναι στοιχεία τα οποία αποθηκεύουν προσωρινά ενέργεια στη μορφή της ενέργειας μαγνητικού πεδίου
- Πρόκειται για στοιχεία με δύο αντιστρέψιμους (ισοδύναμους) ακροδέκτες

Πηνία

- Στην απλούστερή του μορφή, ένα πηνίο αποτελείται από ένα σπειροειδώς τυλιγμένο μεταλλικό σύρμα (σπείρωμα ή τύλιγμα) και συνήθως (αλλά όχι απαραίτητα) από έναν πυρήνα από σιδηρομαγνητικό υλικό στον άξονά του.
- Λόγω της μορφής του ο συγκεκριμένος τύπος πηνίου ονομάζεται *σωληνοειδές*



Πηνία

- Η ενέργεια που αποθηκεύεται σε ένα πηνίο δίνεται από τη σχέση:

$$E = \frac{1}{2}LI^2$$

όπου η στιγμιαία τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος και L μια σταθερά που εξαρτάται από την κατασκευή του πηνίου και ονομάζεται *συντελεστής αυτεπαγωγής*. Μονάδα μέτρησης του συντελεστή αυτεπαγωγής είναι το *Henry* (H).



Πηνία

- Ας υποθέσουμε πως διαβιβάζουμε ένα εναλλασσόμενο ρεύμα μέσω ενός πηνίου. Λόγω της μεταβολής της τιμής του ρεύματος η ένταση του μαγνητικού πεδίου εντός του πηνίου θα είναι επίσης μεταβλητή. Είναι γνωστό από τον νόμο της επαγωγής ότι ένα μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο επάγει μια μεταβαλλόμενη ηλεκτρική τάση (επαγωγική τάση) σε κάθε κλειστό αγωγό που βρίσκεται εντός του μαγνητικού πεδίου και το επίπεδο του οποίου σχηματίζει μη μηδενική γωνία με την ένταση του πεδίου. Το ίδιο το πηνίο είναι ένας τέτοιος κλειστός αγωγός, οπότε στα άκρα του θα εμφανίζεται επαγωγική τάση.
- Επειδή, στην προκειμένη περίπτωση, το φαινόμενο της επαγωγής οφείλεται στο ίδιο το πηνίο χρησιμοποιούμε τον όρο *αυτεπαγωγή*.
- Αν η επαγωγική τάση εμφανίζεται στα άκρα ενός άλλου γειτονικού πηνίου, αναφερόμαστε στο φαινόμενο της *αμοιβαίας επαγωγής*.

Πηνία

- Το μέτρο της τάσης από αυτεπαγωγή στα άκρα ενός πηνίου προκύπτει από τη σχέση:

$$V = L \frac{dI}{dt}$$

όπου I το ρεύμα που διαρρέει το πηνίο, ενώ η πολικότητά της καθορίζεται από τον κανόνα του Lenz, σύμφωνα με τον οποίο «η φορά της τάσης από επαγωγή ή από αυτεπαγωγή είναι τέτοια ώστε να αντιτίθεται στο αίτιο εμφάνισής της».



Πηνία

- Παρόμοια, για την τάση από αμοιβαία επαγωγή ισχύει:

$$V = M \frac{dI}{dt}$$

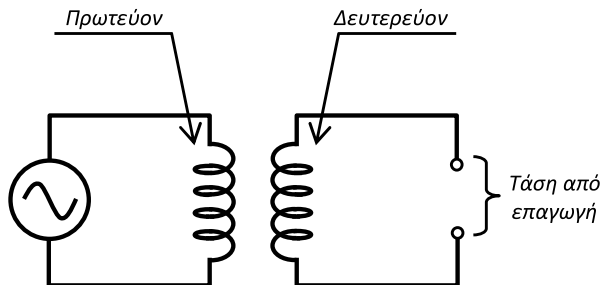
όπου I το ρεύμα που διαρρέει το πηνίο που θεωρούμε ότι παράγει το μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο και M σταθερά που εξαρτάται από την κατασκευή των δύο πηνίων που αλληλεπιδρούν και τη σχετική θέση μεταξύ τους και ονομάζεται *συντελεστής αμοιβαίας επαγωγής*.

- Μονάδα μέτρησης του συντελεστή αμοιβαίας επαγωγής είναι, επίσης, το Henry.
- Η φορά της τάσης από αμοιβαία επαγωγή προκύπτει και αυτή από τον κανόνα του Lenz.



Πηνία

- Στην περίπτωση επαγωγικά συνεζευγμένων πηνίων:
 - το πηνίο που θεωρούμε ότι παράγει το μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο θα το ονομάζουμε *πρωτεύον*)
 - το πηνίο στα άκρα του οποίου εμφανίζεται η επαγωγική τάση θα το ονομάζουμε *δευτερεύον*



Πηνία

- Σύνθετη αντίσταση (εμπέδηση) πηνίου
 - Κατ' αναλογία με τη σχέση τάσης-ρεύματος στους πυκνωτές, έχει βρεθεί για τα πηνία πως η τάση προηγείται του ρεύματος κατά ένα τέταρτο της περιόδου όταν εφαρμόζεται στα άκρα τους εναλλασσόμενη τάση
 - Η διαφορά φάσης, δηλαδή, μεταξύ της τάσης και του ρεύματος είναι ίση με $+\pi/2$
 - Το μέτρο της σύνθετης αντίστασης ενός πηνίου εξαρτάται από τον συντελεστή αυτεπαγωγής του (L) και από την κυκλική συχνότητα της εφαρμοζόμενης τάσης, σύμφωνα με τη σχέση:

$$R_L = L\omega$$

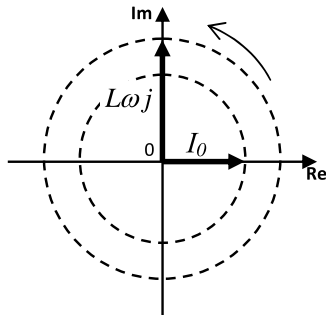


Πηνία

- Σύνθετη αντίσταση (εμπέδηση) πηνίου
 - Επομένως η σύνθετη αντίσταση ενός πηνίου σε μιγαδική μορφή δίνεται από τη σχέση:

$$Z_L = L\omega j$$

ενώ το αντίστοιχο διάγραμμα φασόρων έχει ως εξής:



Πηνία

- Σύνθετη αντίσταση (εμπέδηση) πηνίου

Από τη σχέση $Z_L = L\omega j$ προκύπτει πως:

- όσο μεγαλύτερη είναι η συχνότητα της εναλλασσόμενης τάσης τόσο μεγαλύτερη είναι η σύνθετη αντίσταση ενός πηνίου.
- στο συνεχές (όπου $\omega=0$) ένα ιδανικό πηνίο παρουσιάζει μηδενική σύνθετη αντίσταση

Επομένως, τα πηνία βρίσκουν εφαρμογή στην αποκοπή των υψηλών συχνοτήτων. (Τέτοιες είναι συνήθως οι συχνότητες που εντάσσονται στη ραδιοφωνική περιοχή του φάσματος). Στην περίπτωση αυτή τα πηνία ονομάζονται και RF Chokes. (RF=Radio Frequency – Ραδιοσυχνότητα).



Πηνία

Άσκηση 9.5

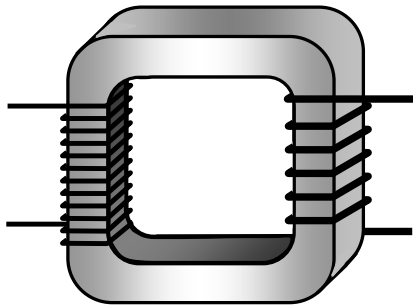
Στα άκρα πηνίου με συντελεστή αυτεπαγωγής ίσο με 1mH εφαρμόζεται ημιτονοειδής τάση συχνότητας 1kHz και πλάτους 1V . Να βρεθεί το πλάτος της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο. Όμοια για ημιτονοειδή τάση συχνότητας 10kHz και πλάτους 1V .

Περιεχόμενα

- 1 Εναλλασσόμενη τάση/ρεύμα
- 2 Συμπεριφορά πυκνωτών στο εναλλασσόμενο ρεύμα
- 3 Συμπεριφορά πηνίων στο εναλλασσόμενο ρεύμα
- 4 Μετασχηματιστές**

Μετασχηματιστές

- Στην απλούστερή του μορφή, ένας μετασχηματιστής αποτελείται από δύο πηνία (πρωτεύον και δευτερεύον) με κοινό πυρήνα σε επαγωγική σύζευξη
- Ο βασικός ρόλος ενός μετασχηματιστή είναι η μεταβολή (αύξηση ή μείωση) του πλάτους μιας εναλλασσόμενης τάσης



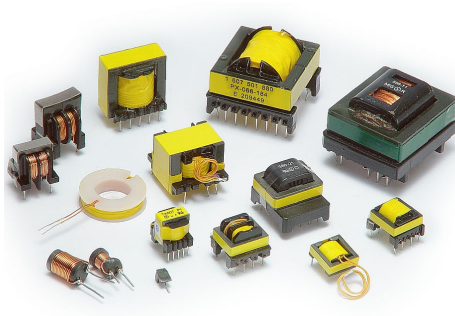
Μετασχηματιστές

- Ο μετασχηματιστής είναι στοιχείο *παθητικό*.
- Σε έναν ιδανικό μετασχηματιστή (με μηδενικές δηλαδή απώλειες) η ηλεκτρική ισχύς στο πρωτεύον είναι ίση με την ηλεκτρική ισχύ στο δευτερεύον.
- Αν λάβουμε υπόψη μας πως η ηλεκτρική ισχύς P δίνεται από τη σχέση $P = I \cdot V$ όπου I η ένταση του ρεύματος και V η τάση, συμπεραίνουμε πως όταν το πλάτος της τάσης στο δευτερεύον ενός μετασχηματιστή είναι μεγαλύτερο του αντίστοιχου πλάτους στο πρωτεύον, τότε το πλάτος της έντασης στο δευτερεύον θα πρέπει να είναι μικρότερο εκείνου στο πρωτεύον, και αντίστροφα, ώστε να διατηρηθεί σταθερή η ισχύς



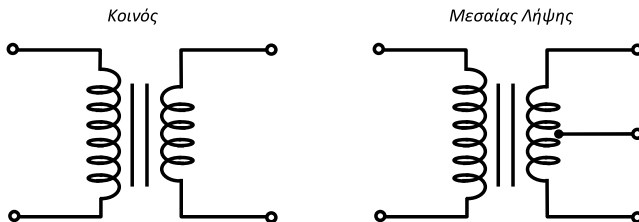
Μετασχηματιστές

- Συνήθεις τύποι μετασχηματιστών



Μετασχηματιστές

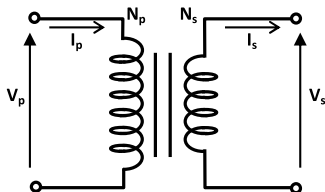
- Κυκλωματικά σύμβολα μετασχηματιστών



Μετασχηματιστές

- Λόγος μετασχηματισμού
 - Χαρακτηριστικό μέγεθος ενός μετασχηματιστή είναι ο λόγος μετασχηματισμού, δηλαδή το πηλίκο του αριθμού των σπειρών του πρωτεύοντος προς τον αριθμό σπειρών του δευτερεύοντος:

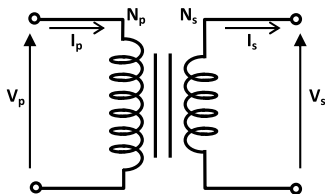
$$\frac{N_p}{N_s}$$



Μετασχηματιστές

- Λόγος μετασχηματισμού
 - Ο λόγος μετασχηματισμού καθορίζει τη σχέση των πλατών των τάσεων και των ρευμάτων ανάμεσα στο πρωτεύον και στο δευτερεύον:

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p}$$



Μετασχηματιστές

● Λόγος μετασχηματισμού

- Από τη σχέση $\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p}$ προκύπτει πως ένας μετασχηματιστής με μεγαλύτερο αριθμό σπειρών στο πρωτεύον θα εμφανίζει μικρότερο πλάτος τάσης στο δευτερεύον και αντίστροφα.
- Για τον ίδιο μετασχηματιστή το πλάτος του ρεύματος στο δευτερεύον θα είναι μεγαλύτερο, σε σύγκριση με το πρωτεύον.
- Εξαιτίας του γεγονότος ότι ο συγκεκριμένος μετασχηματιστής υποβιβάζει (μειώνει) την τάση, αυτός ονομάζεται μετασχηματιστής *υποβιβασμού*.
- Αντίθετα, ένας μετασχηματιστής με μικρότερο αριθμό σπειρών στο πρωτεύον θα εμφανίζει μεγαλύτερη τάση στο δευτερεύον (και άρα μικρότερο ρεύμα). Ένας τέτοιος μετασχηματιστής ονομάζεται μετασχηματιστής *αναβιβασμού*.
- Το τύλιγμα (πρωτεύον ή δευτερεύον) το οποίο διαρρέεται από το μεγαλύτερο ρεύμα κατασκευάζεται με σύρμα μεγαλύτερης διατομής.



Μετασχηματιστές

Άσκηση 9.6

Έστω μετασχηματιστής με λόγο μετασχηματισμού ίσο με 3. Εφαρμόζουμε στο πρωτεύον συνεχή τάση 10V. Να βρεθεί η τάση στο δευτερεύον.

Μετασχηματιστές

Άσκηση 9.7

Έστω μετασχηματιστής υποβιβασμού τάσης από 220VAC σε 110VAC. Αν το πρωτεύον πηνίο του μετασχηματιστή αποτελείται από 100 σπείρες, να βρείτε τον αριθμό των σπειρών του δευτερεύοντος.

