ΠΑΝΕΚΦΕ
ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΑ ΕΝΩΣΗ ΥΠΕΥΘΥΝΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΚΕΝΤΡΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΒΟΡΕΙΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΟΥ

17η Ευρωπαϊκή Ολυμπιάδα Επιστημών – EUSO 2019

Τοπικός Προκριματικός Διαγωνισμός Κω

ΣΑΒΒΑΤΟ 8 ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 2018

Διάρκεια εξέτασης 45min

Φυσική

Επιμέλεια Θεμάτων: Βαρσάμης Βασίλειος, Φυσικός

Ονοματεπώνυμα Μαθητών:

1_____

2_____

3_____

Σχολική Μονάδα: _____

ΜΕΤΡΗΣΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΗΣ ΠΗΝΙΟΥ

Πηνία και Αυτεπαγωγή

Ένα χάλκινο σύρμα εμφανίζει στο συνεχές ρεύμα απλώς μια πολύ μικρή ωμική αντίσταση. Εάν όμως τυλίξουμε αυτό το σύρμα σπειροειδώς πολλές φορές λέμε ότι σχηματίσαμε ένα πηνίο. Τα πηνία έχουν κάποιες ιδιότητες που τα κάνουν να βρίσκουν χρήση σήμερα σε πάρα πολλές εφαρμογές.

Όταν το ρεύμα που διαρρέει το πηνίο μεταβληθεί, τότε το πηνίο εμφανίζει μια αντίσταση στη μεταβολή που πραγματοποιήθηκε, δηλαδή εάν το ρεύμα αυξηθεί τότε το πηνίο προσπαθεί να μειώσει το ρεύμα που το διαπερνά και αντιστρόφως. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται αυτεπαγωγή.

Έτσι στο συνεχές ρεύμα, που δεν μεταβάλλεται, τα πηνία δεν εμφανίζουν αυτεπαγωγή αλλά μόνο σταθερή ωμική αντίσταση. Εάν όμως το ρεύμα είναι εναλλασσόμενο (όπως αυτό που παίρνουμε από τις πρίζες των σπιτιών μας), το οποίο μεταβάλλεται συνεχώς με ημιτονοειδή τρόπο, τότε το πηνίο θα παρουσιάζει αντίσταση στην διέλευση του ρεύματος (επαγωγική αντίσταση):

$$R_L = 2\pi\, f\, L$$

όπου f είναι η συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος (σε Hz) και L είναι ένας συντελεστής, ο συντελεστής αυτεπαγωγής του πηνίου. Η τιμή του L εξαρτάται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του πηνίου και από το υλικό που υπάρχει μέσα στο πηνίο. Μας δείχνει πόσο έντονα εμφανίζει ένα πηνίο το φαινόμενο της αυτεπαγωγής και μετριέται στο S.I. σε μονάδες H (Henry – προς τιμήν του J.Henry που ανακάλυψε το φαινόμενο περίπου το 1832, τους πρώτους ηλεκτροκινητήρες και τελειοποίησε τον τηλέγραφο).

Ένας απλός τρόπος να μετρήσουμε τον συντελεστή αυτεπαγωγής L είναι, στο κύκλωμα που θα δούμε στη συνέχεια, να χρησιμοποιήσουμε το λόγο των τάσεων στα άκρα του πηνίου V_L και του γνωστού αντιστάτη V_R, ο οποίος εξαρτάται τόσο από τη συχνότητα μεταβολής του ρεύματος όσο και από τον συντελεστή L:

$$\frac{V_L}{V_R} = \frac{2\pi \cdot f \cdot L}{R}$$

Εφαρμογές πηνίων

Λόγω της αυτεπαγωγής του, το πηνίο χρησιμοποιείται σήμερα σε πάρα πολλές εφαρμογές, όπως οι ηλεκτροκινητήρες (π.χ. στα ηλεκτρικά ή υβριδικά αυτοκίνητα), οι ηλεκτρικές γεννήτριες (π.χ. παραγωγή του ηλεκτρικού ρεύματος), οι μετασχηματιστές, σε ταλαντωτές και φίλτρα σε συστήματα τηλεπικοινωνιών και ως εξαρτήματα σε όλα σχεδόν τα σύγχρονα ηλεκτρονικά κυκλώματα (κινητά τηλέφωνα, ηλεκτρονικοί υπολογιστές κτλ).

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Υλικά

Για την εκτέλεση του πειράματος θα χρειαστείτε:
γεννήτρια συχνοτήτων, πηνίο, 2 ψηφιακά πολύμετρα, αντιστάτη 10Ω, καλώδια σύνδεσης, χάρακα (για τα διαγράμματα), κομπιουτεράκι-κινητό τηλέφωνο (για τις πράξεις)

Πειραματική διάταξη

Κατασκευάστε την πειραματική διάταξη συνδέοντας την γεννήτρια συχνοτήτων, το πηνίο και τον αντιστάτη των 10Ω σε σειρά μεταξύ τους και τα πολύμετρα ώστε να μετρούν: το ένα την τάση στα άκρα του πηνίου V_L και το άλλο την τάση στα άκρα του αντιστάτη V_R.

Πριν ανοίξετε την γεννήτρια συχνοτήτων καλέστε έναν επιτηρητή να ελέγξει την ορθότητα της συνδεσμολογίας.

Πραγματοποίηση μετρήσεων

1. Ανοίξτε τη γεννήτρια συχνοτήτων και ρυθμίστε την ώστε να δίνει εναλλασσόμενο ρεύμα ημιτονοειδούς μορφής συχνότητας 4kHz.
2. Καταγράψτε στον Πίνακα Μετρήσεων τις τιμές που μετράτε με τα πολύμετρα για τις τάσεις στα άκρα του πηνίου και του αντιστάτη για τη συχνότητα αυτή. Στην καταγραφή και επεξεργασία των μετρήσεών σας κρατήστε ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων.
3. Επαναλάβετε τις μετρήσεις σας μεταβάλλοντας τη συχνότητα σύμφωνα με τις τιμές του πίνακα μετρήσεων.
4. Για κάθε συχνότητα, υπολογίστε τον λόγο των τάσεων $\frac{V_L}{V_R}$ και γράψτε τον στην αντίστοιχη θέση στον πίνακα.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Συχνότητα f (kHz)	V_L (Volt)	V_R (Volt)	$\frac{V_L}{V_R}$
4,0			
4,2			
4,4			
4,6			
4,8			
5,0			
5,2			
5,4			

Επεξεργασία μετρήσεων

Στο μιλιμετρέ χαρτί που σας δίνεται παρακάτω θα σχεδιάσετε ένα διάγραμμα.
Δίνεται και δεύτερο μιλιμετρέ αν το χρειαστείτε για πρόχειρο. Στην περίπτωση αυτή διαγράψτε το πρόχειρο διάγραμμα με μια γραμμή (θα βαθμολογηθεί **μόνο** το κανονικό διάγραμμα).

Στην γραφική παράσταση, οριζόντιος άξονας θα είναι η συχνότητα f του εναλλασσόμενου ρεύματος, ενώ κατακόρυφος άξονας θα είναι ο λόγος των τάσεων $\frac{V_L}{V_R}$.

Επειδή μας ενδιαφέρει η κλίση, οι άξονες της γραφικής παράστασης ΔΕΝ είναι απαραίτητο να ξεκινούν από το μηδέν.

Αφού φέρετε την βέλτιστη ευθεία στο διάγραμμα, αξιοποιώντας την κλίση της, να υπολογίσετε τον συντελεστή αυτεπαγωγής L του πηνίου:

Θεωρώντας ως θεωρητική τιμή του L την τιμή που αναγράφεται πάνω στο πηνίο που χρησιμοποιήσατε και πειραματική τιμή αυτή που προκύπτει από το γράφημά σας, υπολογίστε το ποσοστό της πειραματικής απόκλισης σ% (με τον τύπο που σας δίνετε παρακάτω).

$$\sigma = \frac{X_{\text{πειραματική}} - X_{\text{θεωρητική}}}{X_{\text{θεωρητική}}} 100\%$$

Από τους παρακάτω λόγους που αναφέρονται, γράψτε ποιοι είναι αυτοί που πιστεύετε ότι επηρέασαν εισάγοντας σφάλματα στον υπολογισμό του L (θερμοκρασία περιβάλλοντος, ωμική αντίσταση του σύρματος του πηνίου, υγρασία, καθαρότητα υλικού) :

Να αναφέρετε έναν επιπλέον παράγοντα που μπορεί να εισήγαγε σφάλμα: _____

Η αντίσταση του πηνίου που μετρήσαμε είναι η συνολική του αντίσταση, που είναι άθροισμα της επαγωγικής R_L και της ωμικής του αντίστασης R_π (η τιμή της αναγράφεται πάνω στο πηνίο). Βλέποντας αυτή την τιμή και με βάση τις μετρήσεις σας, πως δικαιολογείται το γεγονός ότι δεν την λάβαμε υπόψιν στον υπολογισμό του L;

ΚΑΛΗ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ!

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Σχολείο/Ομάδα:

	Μονάδες	Βαθμολογία
Συνδεσμολογία γεννήτριας – αντίστασης - πηνίου	10	
Σύνδεση πολυμέτρων	10	
Σωστή χρήση πολυμέτρων και των κλιμάκων τους	5	
Ρύθμιση συχνοτήτων στην γεννήτρια	5	
Καταγραφή σωστά όλων των μετρήσεων στον πίνακα	5	
Υπολογισμός λόγου τάσεων	5	
Βαθμονόμηση αξόνων στα δύο γραφήματα	10	
Τοποθέτηση των σημείων στα γραφήματα	10	
Σχεδιασμός βέλτιστης ευθείας	10	
Επιλογή σημείων της ευθείας	5	
Υπολογισμός της κλίσης	5	
Υπολογισμός του L	5	
Υπολογισμός του σ%	5	
Απαντήσεις στις 2 θεωρητικές ερωτήσεις	10	
ΣΥΝΟΛΟ ΜΟΝΑΔΩΝ	100	

ΚΩΣ, 08/12/2018