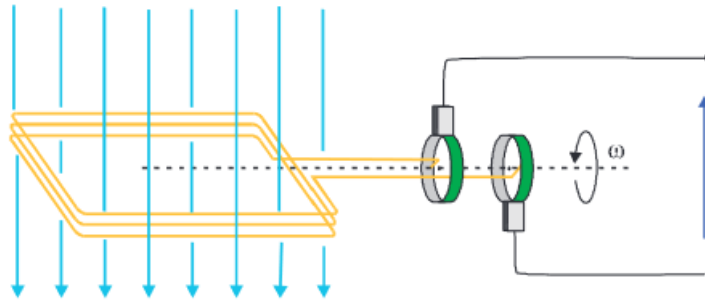


Παραγωγή εναλλασσόμενης τάσης, σχέση πλάτους - συχνότητας

Η τυπική περιγραφή της παραγωγής εναλλασσόμενης τάσης είναι αυτή της περιστροφής ενός αγώγιμου πλαισίου σε ομογενές μαγνητικό πεδίο γύρω από άξονα που ανήκει στο επίπεδο του πλαισίου και είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές.



Εικόνα 1 : Παραγωγή εναλλασσόμενης τάσης

Η ΗΕΔ που αναπτύσσεται στο πλαίσιο υπολογίζεται θεωρητικά και δίνεται από τη σχέση:

$$v = NBS\omega \cdot \eta \mu \omega t$$

όπου: N ο αριθμός των σπειρών, B η ένταση του μαγνητικού πεδίου, S το εμβαδόν του πλαισίου και ω η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του πλαισίου.

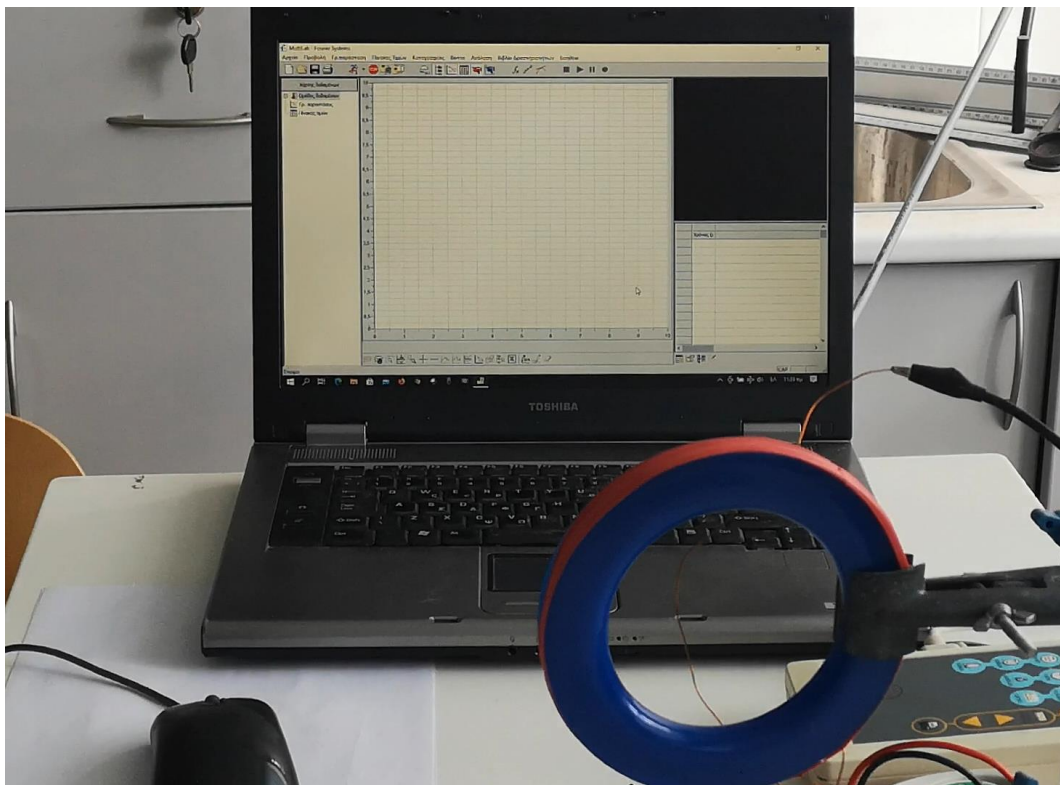
Το πλάτος της παραγόμενης εναλλασσόμενης τάσης $V = NBS\omega$ είναι ανάλογο της γωνιακής ταχύτητας περιστροφής του πλαισίου και επομένως ανάλογο της συχνότητας της εναλλασσόμενης τάσης.

Στην άσκηση αυτή θα μελετήσουμε την παραγωγή εναλλασσόμενης τάσης με λίγο διαφορετικό τρόπο. Ένας ισχυρός μαγνήτης νεοδυμίου περιστρέφεται στο εσωτερικό ενός κυκλικού συρμάτινου πλαισίου. Ποιοτικά ο τρόπος αυτός είναι ισοδύναμος με αυτόν που περιγράψαμε παραπάνω αφού είναι αποτέλεσμα της μεταβολής της μαγνητικής ροής που διέρχεται από το πλαίσιο. Στην άσκηση θα ελέγξουμε την θεωρητική πρόβλεψη για την σχέση του πλάτους της εναλλασσόμενης τάσης με τη συχνότητα, μετρώντας το πλάτος της εναλλασσόμενης τάσης που αναπτύσσεται στο πλαίσιο για διάφορες τιμές της συχνότητας περιστροφής, με τη χρήση του MultiLog.

Πειραματική διάταξη

Για την εκτέλεση του πειράματος χρησιμοποιήσαμε:

- Κυκλικό συρμάτινο πλαίσιο (πηνίο)
- Μαγνήτη νεοδυμίου
- Ράβδο αλουμινίου
- Ηλεκτρικό δράπανο
- Το καταγραφικό MultiLog με αισθητήρα τάσης
- Ηλεκτρονικός υπολογιστής με την εφαρμογή, MultiLab - v.1.4.20



Εικόνα 2: Η πειραματική διάταξη

Προεργασία

- Συνδέουμε το MultiLog με τον υπολογιστή, ανοίγουμε την εφαρμογή MultiLab και συνδέουμε τον αισθητήρα τάσης στην είσοδο (I) του καταγραφικού.
- Συνδέουμε τους ακροδέκτες του αισθητήρα με τα άκρα του κυκλικού πηνίου.
- Από το μενού «καταγραφέας» ρυθμίζουμε το ρυθμό δειγματοληψίας σε 2000 δείγματα/s, για χρονικό διάστημα 16 s.
- Στερεώνουμε το μαγνήτη στο ένα άκρο της αλουμινένιας ράβδου με τον άξονά του κάθετο στη ράβδο και προσαρμόζουμε το άλλο άκρο στο δράπανο (εικόνα 3).

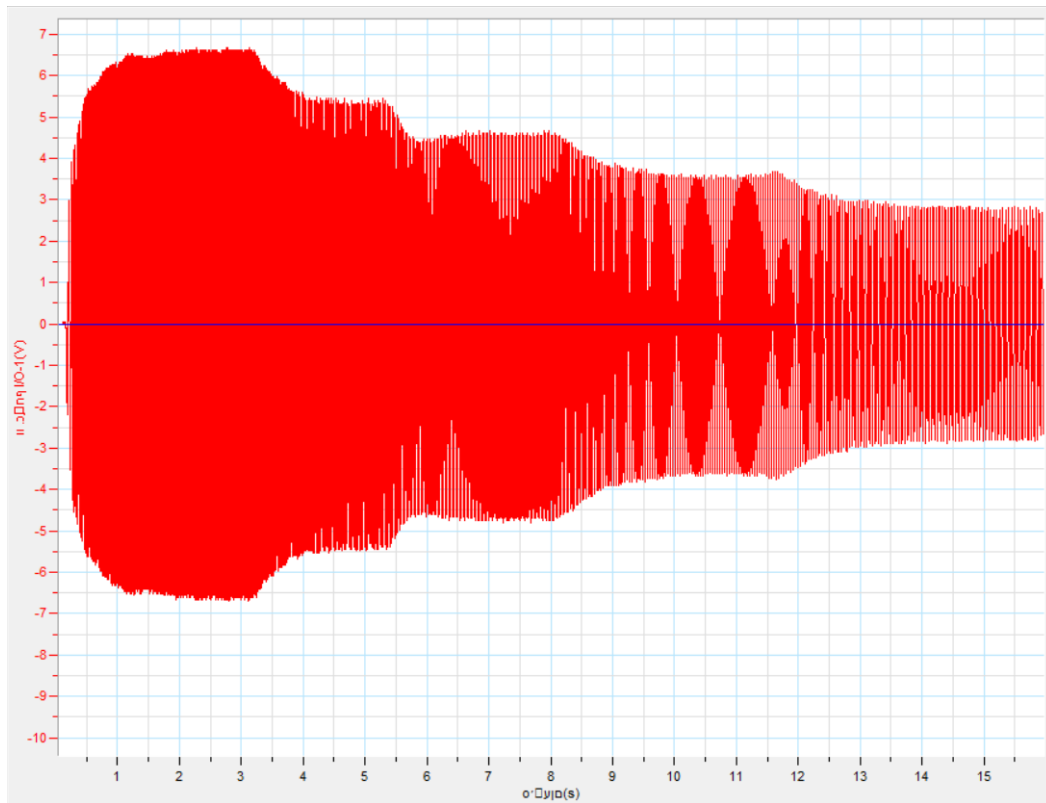


Εικόνα 3: Η ράβδος και ο μαγνήτης

Πειραματική διαδικασία

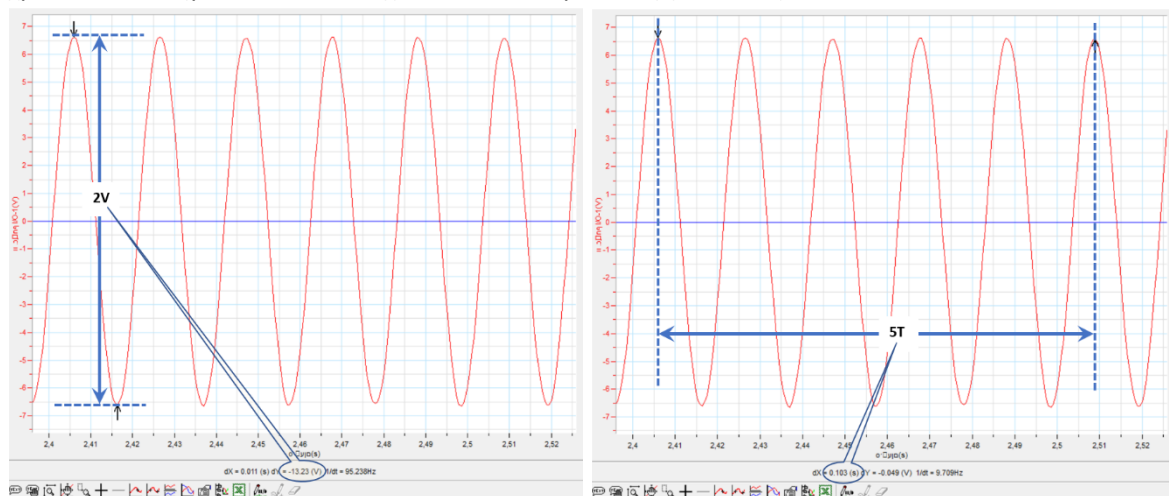
1. Τοποθετούμε το άκρο της ράβδου στο οποίο έχουμε στερεώσει το μαγνήτη στο κέντρο του πλαισίου με την ράβδο παράλληλη στο επίπεδό του.
2. Ξεκινάμε τη λήψη μετρήσεων και ταυτόχρονα ξεκινάμε την περιστροφή του μαγνήτη με τη μέγιστη ταχύτητα.
3. Κάθε περίπου 3 δευτερόλεπτα μειώνουμε λίγο την ταχύτητα περιστροφής του μαγνήτη και την κρατάμε σταθερή για τα επόμενα τρία δευτερόλεπτα.

4. Κάνουμε ανάκτηση δεδομένων και εμφανίζεται στην οθόνη η μεταβολή της τάσης σαν συνάρτηση του χρόνου. Αν χρειαστεί μπορεί να επαναλάβουμε τα προηγούμενα βήματα μέχρι να πετύχουμε ένα αποτέλεσμα που να μοιάζει με την παρακάτω εικόνα 4.



Εικόνα 4: Η καταγραφή του πειράματος

Επιλέγουμε ένα χρονικό διάστημα λίγο μεγαλύτερο από πέντε περιόδους για κάθε μία από τις διαφορετικές συχνότητες περιστροφής. Μετράμε την διαφορά μέγιστης και ελάχιστης τιμής της έντασης του ρεύματος σε μία περίοδο, που αντιστοιχεί στο διπλάσιο του πλάτους, καθώς και το χρονικό διάστημα που αντιστοιχεί σε πέντε περιόδους (εικόνα 5).



Εικόνα 5 : Λήψη πειραματικών δεδομένων

Παρακολουθήστε το βίντεο,



<https://youtu.be/mfmfwPQhk-A>

και συμπληρώστε τις μετρήσεις στις αντίστοιχες στήλες του παρακάτω πίνακα.

Πίνακας : Πειραματικά δεδομένα

	2V (V)	5T (s)	V (V)	T (s)	f (Hz)
1					
2					
3					
4					
5					

Εργασία

- Να συμπληρώσετε τις υπόλοιπες στήλες του πίνακα.
- Σχεδιάστε σε μιλλμετρέ χαρτί τη γραφική παράσταση του πλάτους της τάσης σαν συνάρτηση της συχνότητας περιστροφής του μαγνήτη.
- Φανερώνει η γραφική παράσταση που μόλις σχεδιάσατε την προβλεπόμενη θεωρητικά σχέση μεταξύ του πλάτους της έντασης του ρεύματος και της συχνότητας;

Ερωτήσεις

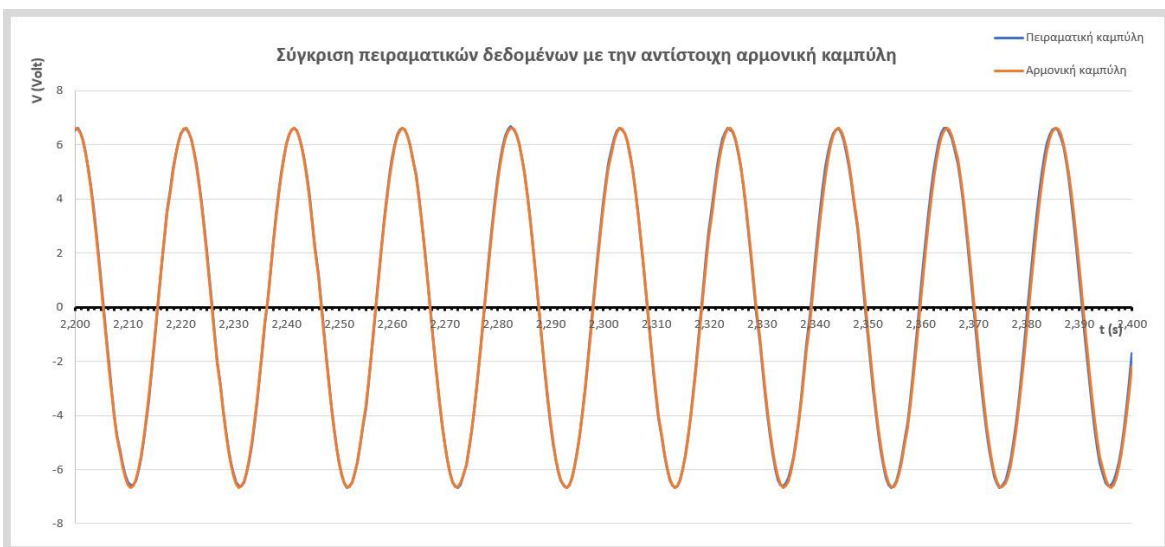
- Μετρήσαμε την διαφορά μέγιστης και ελάχιστης τιμής της έντασης του ρεύματος σε μία περίοδο και διαιρέσαμε με το 2 για να βρούμε το πλάτος της εναλλασσόμενης τάσης. Γιατί νομίζετε ότι αυτή είναι μια καλύτερη πρακτική από την απλή μέτρηση μόνο της μέγιστης τιμής;
- Για ποιο λόγο πιστεύετε ότι επιλέγουμε να μετρήσουμε το χρόνο που αντιστοιχεί σε πέντε περιόδους και στη συνέχεια να διαιρέσουμε για να βρούμε την περίοδο και δεν μετράμε κατευθείαν το χρόνο μιας περιόδου;
- Υπολογίστε την κλίση της γραφικής παράστασης. Ποια είναι η μονάδα μέτρησής της και τι εκφράζει;

Και ένα ερώτημα "bonus":

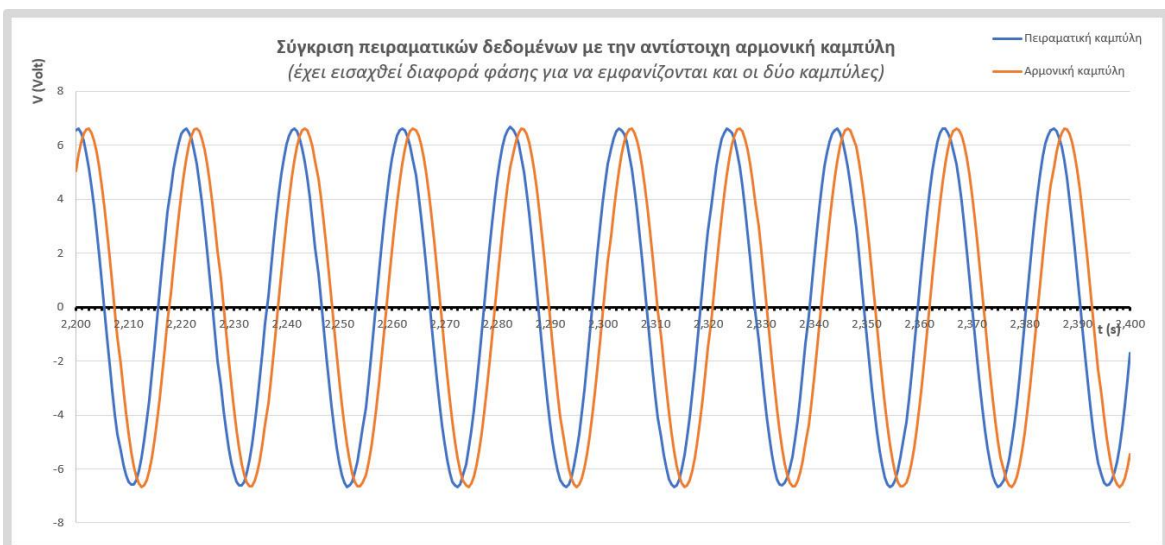
Προσπαθήστε να εξηγήσετε το φαινομενικά στιγμιαίο σταμάτημα και την αλλαγή της φοράς περιστροφής του μαγνήτη κάποιες στιγμές κατά την παρακολούθηση του βίντεο (π.χ. στο 00:58 και στο 01:03). Συζητήστε το με τους συμμαθητές και τον καθηγητή σας.

Συγκρίνοντας με το θεωρητικό μοντέλο

Η σχέση αναλογίας μεταξύ του πλάτους της εναλλασσόμενης τάσης προκύπτει από το θεωρητικό μοντέλο που περιγράψαμε στην αρχή. Για τον έλεγχο της ορθότητας του μοντέλου στην εκδοχή που μελετήσαμε, δημιουργήσαμε τα παρακάτω γραφήματα. Μεταφέροντας τις πειραματικές τιμές σε ένα φύλλο εργασίας για το χρονικό διάστημα από 2,2s έως 2.4 s σχεδιάσαμε στο ίδιο γράφημα (εικόνα 6), την γραφική παράσταση τάσης – χρόνου με βάση τις πειραματικές μετρήσεις, καθώς και την γραφική παράσταση της αρμονικής συνάρτησης με πλάτος και συχνότητα που υπολογίστηκαν από την επεξεργασία των πειραματικών μετρήσεων. Στην εικόνα 7 έχει εισαχθεί μια μικρή διαφορά φάσης ώστε να φαίνονται και οι δύο καμπύλες. Η ταύτιση της θεωρητικής καμπύλης με την πειραματική είναι εξαιρετική.



Εικόνα 6



Εικόνα 7