



Ηλεκτρικές Ταλαντώσεις: Εξαναγκασμένη Ηλεκτρική Ταλάντωση

Σκοπός της άσκησης

- Να παρατηρήσουν οι μαθητές στην πράξη το φαινόμενο του συντονισμού στην εξαναγκασμένη ηλεκτρική ταλάντωση
- Να αντιληφθούν τον ρόλο που παίζει η συχνότητα του διεγέρτη μεταβολή του πλάτους της έντασης του ρεύματος στο κύκλωμα.
- Να παρατηρήσουν την εξάρτηση της καμπύλης συντονισμού από τα χαρακτηριστικά του πηνίου ($L...$)

Θεωρία

- Ιδιο-χαρακτηριστικά κυκλώματος.
 - Ιδιοσυχνότητα ταλάντωσης του κυκλώματος:

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad , \quad \omega_o = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

- Στην κατάσταση συντονισμού, το πλάτος της έντασης του ρεύματος I γίνεται:

$$I_{max} = \frac{V}{R}$$

όπου V το πλάτος της τάσης διέγερσης και R η ωμική αντίσταση του κυκλώματος.

- Εξαναγκασμένη ταλάντωση:
 - Το κύκλωμα εκτελεί ταλάντωση με την συχνότητα f_π της πηγής. Η ένταση του ρεύματος δίνεται από την σχέση:

$$i = I \cdot \eta\mu(\omega_\pi \cdot t)$$

όπου I το πλάτος της έντασης του ρεύματος (εξαρτάται από το πλάτος τάσης V και την συχνότητα f_π της πηγής διέγερσης, καθώς και από τις τιμές των μεγεθών R , L , C του κυκλώματος).

- Το πλάτος του ρεύματος στο κύκλωμα μεταβάλλεται συναρτήσει της συχνότητας σύμφωνα με το διάγραμμα του Σχήματος 1.



Σχήμα 1: Καμπύλες συντονισμού για δύο διαφορετικές τιμές του συντελεστή αυτεπαγωγής ($L_2 > L_1$)



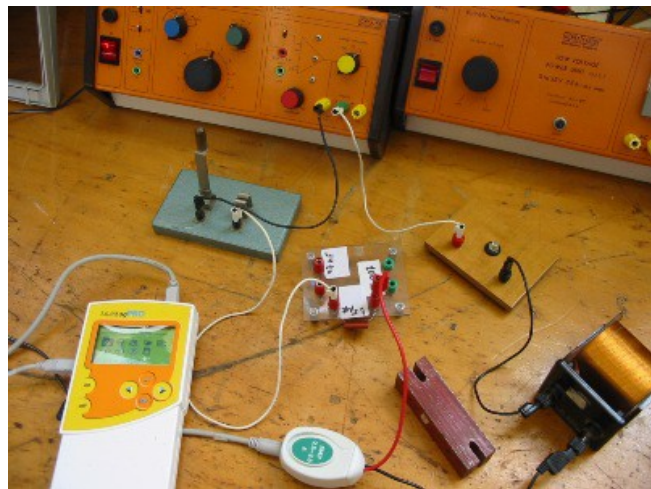
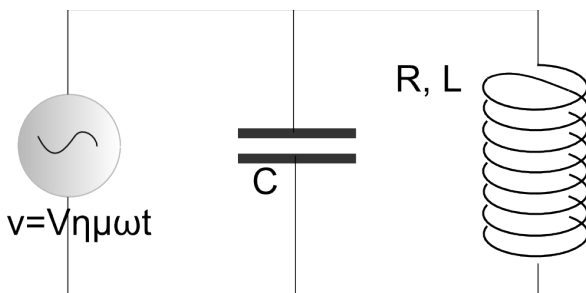
Υλικά


Για την εκτέλεση του πειράματος χρησιμοποιούμε:

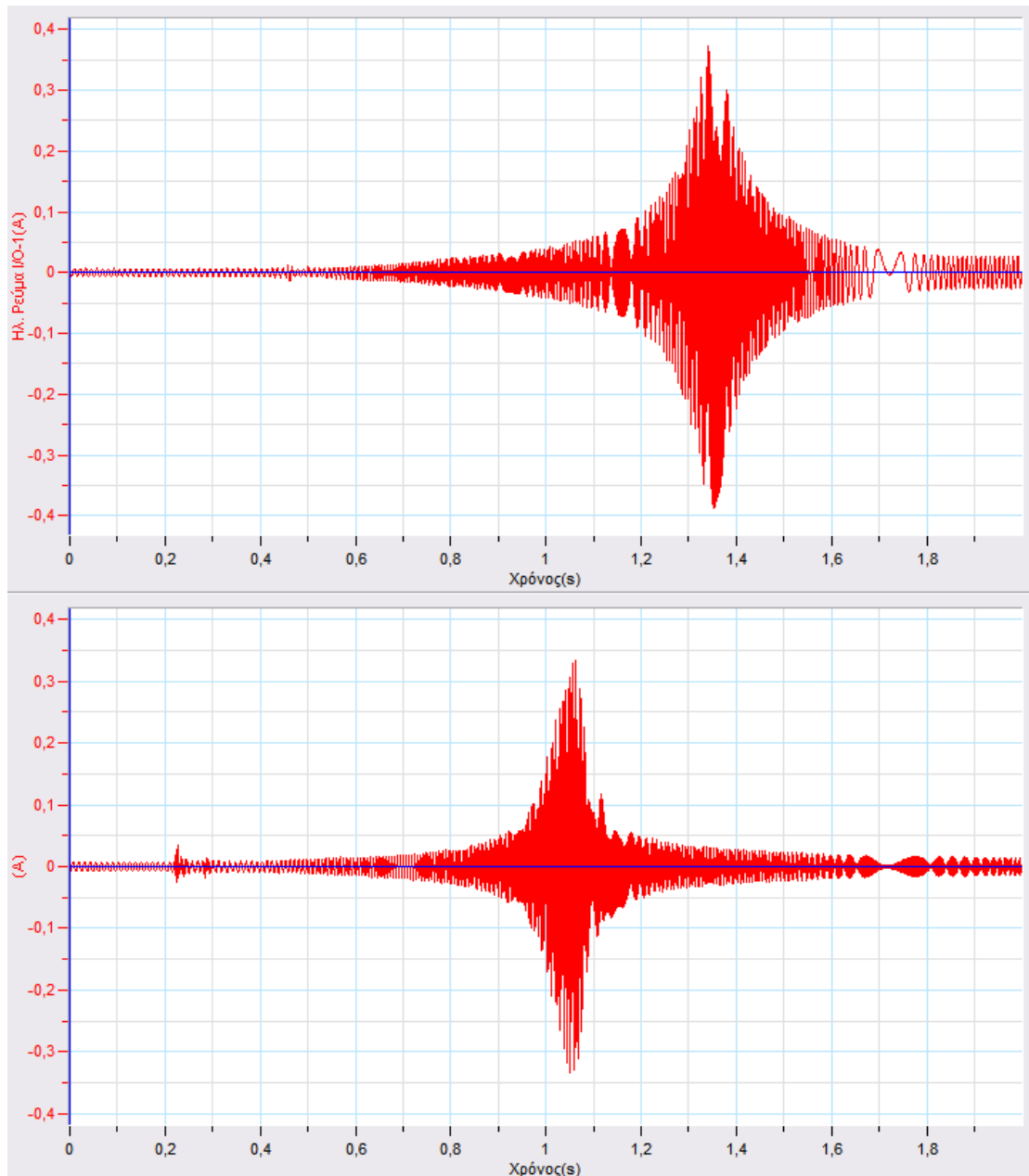
- Πυκνωτή (χωρίς πολικότητα...) με χωρητικότητα $\sim 1,5\mu\text{F}$
- Πηνίο με 1200 σπείρες ($30\Omega/40\text{mH}$) και σιδηροπυρήνα.
- Γεννήτρια συχνοτήτων $\sim 2\text{kHz}$
- Λαμπάκι 4,8V/0,3A
- Διακόπτη
- Καλώδια σύνδεσης
- Multilog με αισθητήρα ρεύματος 2,5A + Λογισμικό [Multilab](#) (...v.1.4.3)

Εκτέλεση πειράματος

Το κύκλωμα που φτιάχνουμε απεικονίζεται στο σχήμα:



- Με δεδομένο ότι η χωρητικότητα του πυκνωτή είναι $C = 1,5\mu\text{F}$ και η αυτεπαγωγή του πηνίου είναι $L = 40\text{mH}$, η ιδιοσυχνότητα του κυκλώματος είναι περίπου $f_0 = 650\text{Hz}$.
- Στο λογισμικό Multilab, στις ρυθμίσεις ():
 - ρυθμίζουμε την δειγματοληψία (π.χ. 1000 /sec),
 - επιλέγουμε σκανδαλισμό: Ανοδικό ή καθοδικό μέτωπο ρεύματος (π.χ. $i > 0$).
 - Χρονική διάρκεια μέτρησης 2s.
- Συνδέοντας το κύκλωμα στα άκρα της γεννήτριας, μεταβάλλουμε σταδιακά την συχνότητα της από 0 σε 1000 Hz. Λίγο πριν την ιδιοσυχνότητα του κυκλώματος (650Hz), το λαμπάκι αρχίζει να ανάβει. Η φωτοβολία του αυξάνεται μέχρι την τιμή της ιδιοσυχνότητας, και στη συνέχεια ελαττώνεται μέχρι που μηδενίζεται ξανά.
- Ταυτόχρονα ο αισθητήρας ρεύματος του Multilog καταγράφει τις τιμές της έντασης του ρεύματος. Το πλάτος του (εναλλασσόμενου) ρεύματος αυξομειώνεται με την ταυτόχρονη μεταβολή της συχνότητας του (Σχήμα 2). Όταν το κύκλωμα βρίσκεται σε συντονισμό, εισάγουμε τον σιδηροπυρήνα στο πηνίο. Η ένταση του ρεύματος ελαττώνεται (το λαμπάκι σβήνει). Ελαττώνουμε την συχνότητα της πηγής και το κύκλωμα συντονίζεται ξανά (ανάβει το λαμπάκι) (ενδεικτικά, το λαμπάκι ανάβει πάλι για συχνότητα $\sim 280\text{Hz}$).



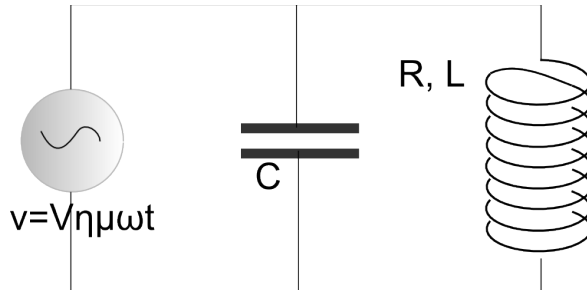
Σχήμα 2: Ρεύμα σε εξαναγκασμένη ταλάντωση για δύο διαφορετικές τιμές L ($L_1 < L_2$)

Βιβλιογραφία

1. [Κατάλογος οργάνων και συσκευών εργαστηρίου Φ.Ε.](#)
[Οδηγίες χρήσης MultiLog](#)
2. *Εναλλασσόμενα ρεύματα* (Μ.Φραγκιουδάκης, Ηράκλειο 2002)
3. *Φυσική Γ' Λυκείου Θετ.& Τεχν Κατεύθυνσης* (Α.Ιωάννου κ.α)

Ονοματεπώνυμο

- Για την άσκηση χρησιμοποιούμε το κύκλωμα:



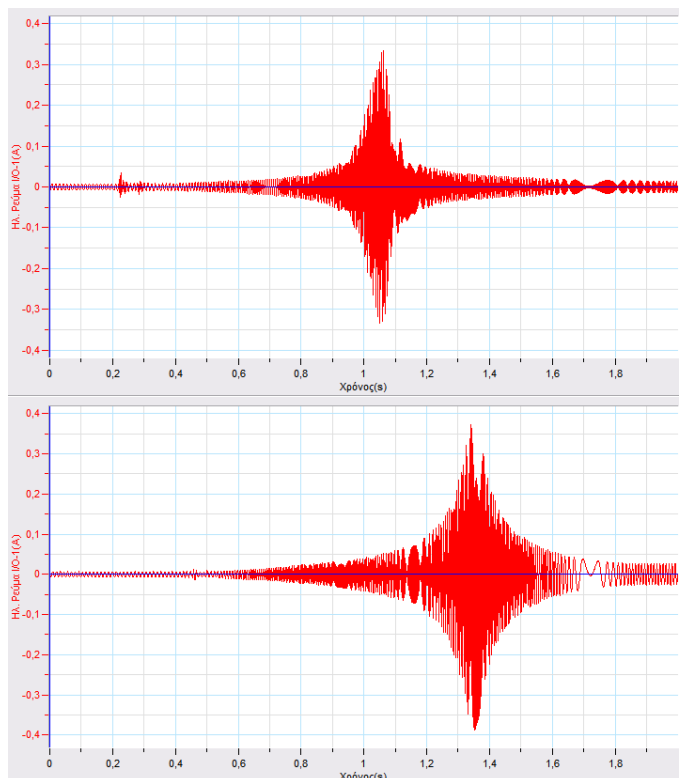
1. Καθώς μεταβάλλουμε την συχνότητα της πηγής παρατηρούμε ότι:

2. Τι από τα παρακάτω πιστεύεις ότι συμβαίνει:

- α. Το κύκλωμα εκτελεί ηλεκτρική ταλάντωση με συχνότητα $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
- β. Το κύκλωμα εκτελεί εξαναγκασμένη ηλεκτρική ταλάντωση, μόνο όταν ανάβει το λαμπάκι.
- γ. Συχνότητα της ηλεκτρικής ταλάντωσης που συμβαίνει, είναι ίση με την συχνότητα της πηγής, f_{π}
- δ. Το πλάτος το ρεύματος παραμένει σταθερό.

- Στο διπλανό σχήμα φαίνεται η μεταβολή της έντασης του ρεύματος που κατέγραφε ο αισθητήρας, καθώς μεταβάλλαμε την συχνότητα της πηγής με σταθερό ρυθμό από 50Hz σε 1000Hz. (...έτσι οι τιμές του χρόνου στον οριζόντιο άξονα είναι ανάλογες της συχνότητας της πηγής δηλ., μικρότερος χρόνος \rightarrow μικρότερη συχνότητα).

3. Ποιο από τα δύο διαγράμματα αντιστοιχεί στην περίπτωση του πηνίου με σιδηροπυρήνα; Εξήγησε.



4. Η συχνότητα της πηγής στην οποία η φωτοβολία του λαμπτήρα (και η ενεργός τιμή του ρεύματος στο κύκλωμα) μεγιστοποιήθηκε ήταν:

α. Για πηνίο χωρίς σιδηροπυρήνα: $f_{\pi 1} = \dots\dots\dots$

β. Για πηνίο με σιδηροπυρήνα: $f_{\pi 2} = \dots\dots\dots$

5. Πώς ονομάζεται το φαινόμενο κατά το οποίο μεγιστοποιείται το πλάτος της έντασης του ρεύματος στο κύκλωμα;

6. Τι σχέση έχει η συχνότητα της πηγής με την ιδιοσυχνότητα του κυκλώματος στο φαινόμενο αυτό;

7. Χρησιμοποίησε ως δεδομένη την χωρητικότητα του πυκνωτή που χρησιμοποιήσαμε,

$$C = \dots\dots\dots$$

και υπολόγισε σε κάθε περίπτωση την αυτεπαγωγή του πηνίου:

8. Στο διπλανό σύστημα αξόνων, σχεδίασε ποιοτικά το πλάτος της έντασης του ρεύματος στο κύκλωμα σε συνάρτηση με την συχνότητα διέγερσης, για τις δύο τιμές αυτεπαγωγής (με και χωρίς σιδηροπυρήνα).

9. Με την βοήθεια του διαγράμματος, εξήγησε γιατί το λαμπάκι που αρχικά άναβε, σβήνει όταν στο εσωτερικό του πηνίου βάλουμε (ή βγάλουμε) τον σιδηροπυρήνα.

