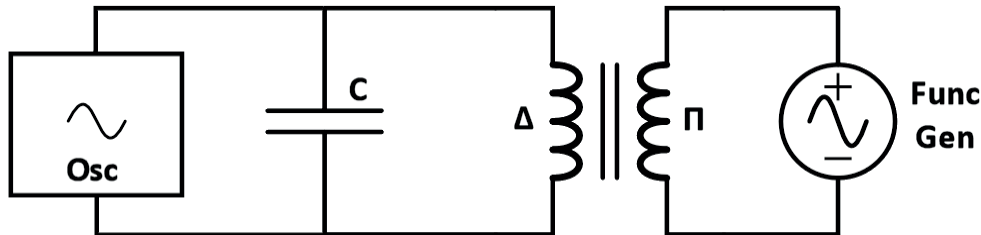


Εξαναγκασμένη ηλεκτρική ταλάντωση

Συντονισμός

Το κυκλωματικό διάγραμμα της χρησιμοποιούμενης διάταξης έχει ως εξής:



Χρησιμοποιούμε δύο πηνία σε επαγωγική σύζευξη (περασμένα στον ίδιο πυρήνα). Ο κατασκευαστής των πηνίων δίνει τα εξής χαρακτηριστικά:

(Π) : $N = 600$ σπείρες, $L = 14$ mH και $R = 2,5$ Ω

(Δ) : $N = 300$ σπείρες, $L = 3$ mH και $R = 1$ Ω

Ο πυκνωτής είναι χωρητικότητας $C = 10$ μ F χωρίς πολικότητα (από αυτούς που συνήθως χρησιμοποιούνται στα κυκλώματα διαχωρισμού συχνοτήτων – crossover στα ηχεία). Το πρωτεύον πηνίο (Π) συνδέθηκε με την εργαστηριακή γεννήτρια συχνοτήτων (Func. Gen.) αποτελώντας μαζί της το κύκλωμα του εξωτερικού διεγέρτη. Η γεννήτρια συχνοτήτων ρυθμίστηκε ώστε να παράγει ημιτονοειδείς κυματομορφές, επιλέχθηκε η κλίμακα (1 k) και η λήψη του σήματος έγινε από την έξοδο Power Out (πατώντας και το αντίστοιχο πλήκτρο ελέγχου) έχοντας ρυθμίσει το πλάτος της τάσης εξόδου σε σχετικά μικρή τιμή. Το δευτερεύον πηνίο (Δ) συνδέθηκε με τον πυκνωτή (C) δημιουργώντας ένα κύκλωμα RLC, ενώ τα άκρα του πυκνωτή του κυκλώματος RLC συνδέθηκαν στην είσοδο CH1 του εργαστηριακού παλμογράφου (Osc).

Καθώς οι ανοχές των χρησιμοποιούμενων εξαρτημάτων είναι μεγάλες, δεν είναι γνωστή η μαγνητική διαπερατότητα του πυρήνα που χρησιμοποιούμε και κυρίως γιατί η μέτρηση της συχνότητας ταλάντωσης που γίνεται απευθείας από την κλίμακα της γεννήτριας συχνοτήτων εμπεριέχει σημαντικό σφάλμα, το κύκλωμα δεν ενδείκνυται για μετρήσεις ακριβείας, αλλά περισσότερο για επίδειξη του φαινομένου της εξαναγκασμένης ταλάντωσης και του συντονισμού. Έτσι οι μαθητές:

- Μπορούν να διαπιστώσουν τη μεταβολή του πλάτους αλλά και της συχνότητας ταλάντωσης του κυκλώματος RLC όταν μεταβάλλεται η συχνότητα του εξωτερικού διεγέρτη.
- Μπορούν να σχεδιάσουν την καμπύλη συντονισμού και να επιβεβαιώσουν τη συμφωνία της με τη θεωρητικά αναμενόμενη.

Πειραματική διαδικασία

1. Ξεκινώντας από μια τιμή περίπου 200 Hz αυξάνουμε τη συχνότητα της γεννήτριας συχνοτήτων και παρατηρούμε στην οθόνη του παλμογράφου το πλάτος της τάσης στα άκρα του πυκνωτή αρχικά να αυξάνεται, μεγιστοποιείται και μετά μειώνεται μέχρι πολύ μικρές τιμές. Είναι πιθανό να χρειαστεί αλλαγή της κλίμακας κατακόρυφης απόκλισης του παλμογράφου για να παρατηρήσετε την πλήρη κυματομορφή καθώς αλλάζετε τη συχνότητα της γεννήτριας ή μπορείτε να επιλέξετε ακόμη μικρότερη τιμή για το πλάτος της τάσης που παράγει η γεννήτρια συχνοτήτων. Εύκολα επίσης μπορούμε να διαπιστώσουμε πως η συχνότητα της παρατηρούμενης κυματομορφής στον παλμογράφο ακολουθεί τις αντίστοιχες μεταβολές της συχνότητας της γεννήτριας συχνοτήτων.

2. Καθώς μεταβάλλουμε τη συχνότητα της τάσης της γεννήτριας συχνοτήτων, μετράμε:

α. Από την κλίμακα της γεννήτριας, τη συχνότητα του εξωτερικού διεγέρτη (που θα τη θεωρήσουμε ίση με τη συχνότητα της ταλάντωσης του κυκλώματος RLC).

β. Από τον παλμογράφο, το πλάτος της τάσης στα άκρα του πυκνωτή. Για την ακρίβεια είναι ευκολότερο να μετράμε την τάση peak to peak της παρατηρούμενης κυματομορφής και μετά να υπολογίζουμε το πλάτος της ταλάντωσης ως το μισό της μετρούμενης τάσης.

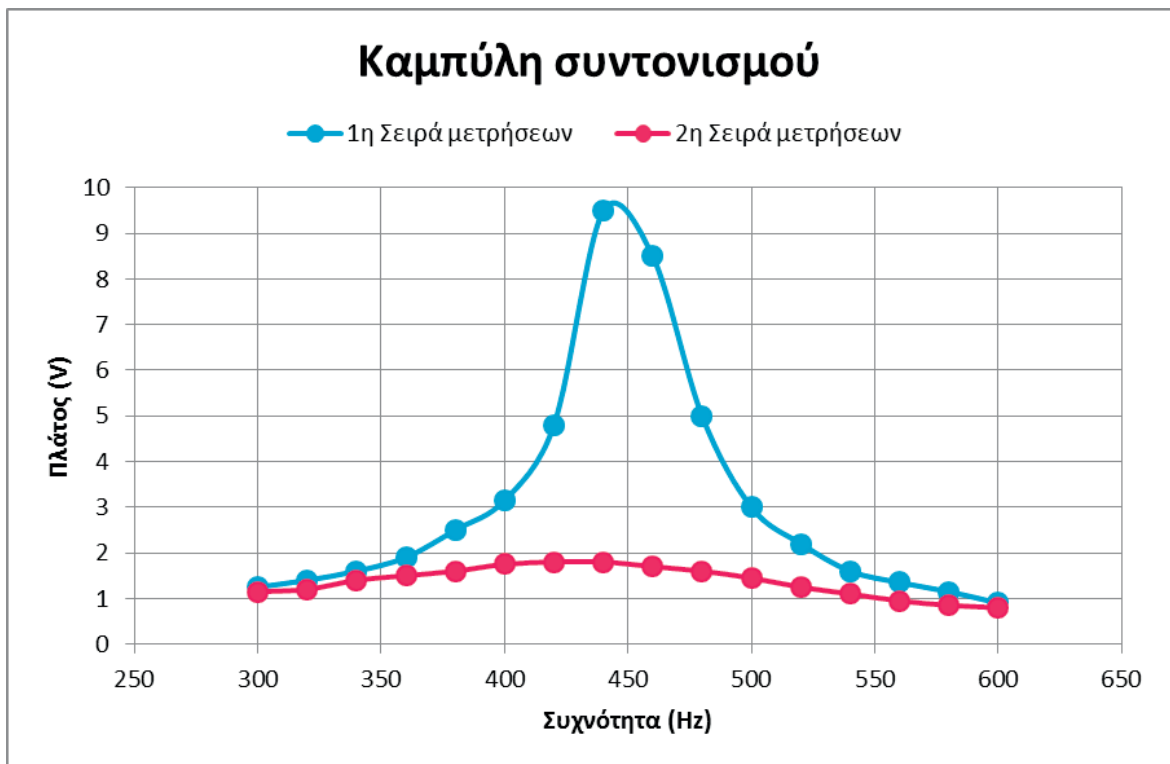
Πήραμε δυο σειρές μετρήσεων:

- Η 1^η σειρά με το κύκλωμα όπως φαίνεται στο δοθέν κυλωματικό διάγραμμα.
- Η 2^η σειρά έχοντας συνδέσει σε σειρά στο κύκλωμα RLC μια επιπλέον ωμική αντίσταση ονομαστικής τιμής $R = 10 \Omega$.

Οι μετρήσεις που πήραμε και η επεξεργασία τους δίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

f (Hz)	1 ^η σειρά μετρήσεων		2 ^η σειρά μετρήσεων	
	V _{p-p} (V)	V _{max} (V)	V _{p-p} (V)	V _{max} (V)
300	2,5	1,25	2,3	1,15
320	2,8	1,40	2,4	1,20
340	3,2	1,60	2,8	1,40
360	3,8	1,90	3,0	1,50
380	5,0	2,50	3,2	1,60
400	6,3	3,15	3,5	1,75
420	9,6	4,80	3,6	1,80
440	19,0	9,50	3,6	1,80
460	17,0	8,50	3,4	1,70
480	10,0	5,00	3,2	1,60
500	6,0	3,00	2,9	1,45
520	4,4	2,20	2,5	1,25
540	3,2	1,60	2,2	1,10
560	2,7	1,35	1,9	0,95
580	2,3	1,15	1,7	0,85
600	1,8	0,90	1,6	0,80

Ακολουθούν οι προκύπτουσες, με βάση τα πειραματικά δεδομένα, καμπύλες συντονισμού:



Συμπερασματικά, με την πειραματική διάταξη μπορούν να επιβεβαιωθούν τα περισσότερα θεωρητικά συμπεράσματα που αφορούν την εξαναγκασμένη ταλάντωση και το φαινόμενο του συντονισμού, όπως αναφέρονται στο σχολικό βιβλίο της Γ' Λυκείου. Συγκεκριμένα:

1. Η εξάρτηση της συχνότητας ταλάντωσης από τη συχνότητα του εξωτερικού διεγέρτη.
2. Η εξάρτηση του πλάτους της ταλάντωσης από τη συχνότητα του διεγέρτη.
3. Το φαινόμενο του συντονισμού.
4. Η εξάρτηση του πλάτους ταλάντωσης κατά το συντονισμό από την αντίσταση του κυκλώματος.
5. Η εξάρτηση της συχνότητας συντονισμού από την αντίσταση του κυκλώματος.

ΦΥΛΛΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Μελέτη εξαναγκασμένης ηλεκτρικής ταλάντωσης - Συντονισμός

Αρχικά εντοπίστε την περιοχή συχνοτήτων στην οποία συμβαίνει ο συντονισμός. Αυτό γίνεται μεταβάλλοντας τη συχνότητα στη γεννήτρια συχνοτήτων και παρατηρώντας την κυματομορφή στον παλμογράφο. Ίσως χρειαστεί να αλλάξετε κλίμακα στη γεννήτρια συχνοτήτων. Αφού εντοπίσετε περίπου τη συχνότητα συντονισμού ξεκινήστε τις μετρήσεις σας από μια συχνότητα 100-200 Hz (ή όπως εσείς θεωρείτε καλύτερα) μικρότερη και συνεχίστε αυξάνοντας τη συχνότητα μέχρι 100-200 Hz πάνω από τη συχνότητα συντονισμού. Στον πίνακα μετρήσεων συμπληρώστε:

1. Τη συχνότητα όπως τη διαβάζετε στην κλίμακα της γεννήτριας.
2. Την τιμή της τάσης (peak to peak) όπως βρίσκεται από την ένδειξη του παλμογράφου.

Συμπληρώστε τον ακόλουθο πίνακα, επαναλαμβάνοντας τις μετρήσεις σας έχοντας συνδέσει σε σειρά στο κύκλωμα LC μια επιπλέον ωμική αντίσταση, τιμής όχι πολύ μεγαλύτερης από την ονομαστική τιμή της αντίστασης του πηνίου. Πιθανόν να θεωρήσετε καλύτερο τη σύνδεση μιας μεταβλητής αντίστασης στο κύκλωμα, για περισσότερη ευελιξία.

f (Hz)	1 ^η σειρά μετρήσεων		2 ^η σειρά μετρήσεων	
	V _{p-p} (V)	V _{max} (V)	V _{p-p} (V)	V _{max} (V)

Το πλάτος V_{max} σε κάθε μέτρηση προκύπτει ως το μισό της αντίστοιχης τάσης V_{p-p}.
 Σχεδιάστε στο ίδιο σύστημα αξόνων και σε μιλιμετρέ χαρτί τις δύο καμπύλες συντονισμού (γραφικές παραστάσεις V_{max} – f).