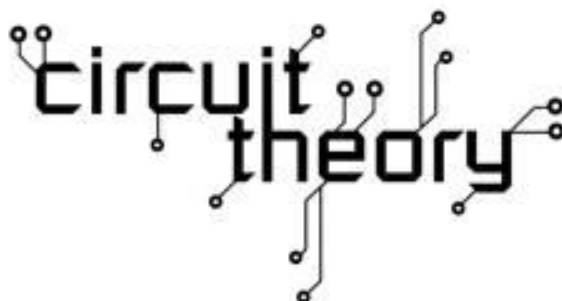




**Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
Σχολή Μηχανικών
Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών**

Ασκήσεις Εργαστηρίου Θεωρίας κυκλωμάτων

4η ΑΣΚΗΣΗ



**Σημειώσεις 2020, Βουτσινάς Στυλιανός
Αναθεώρηση ύλης, Επιμέλεια 2021, Καμπούρης Χρήστος**

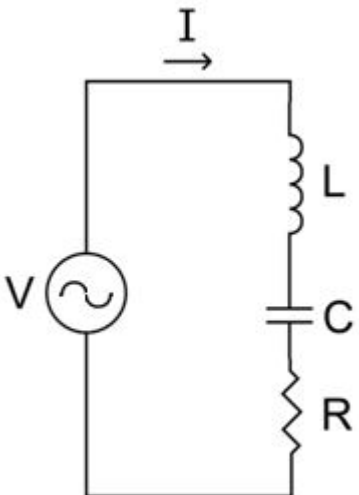
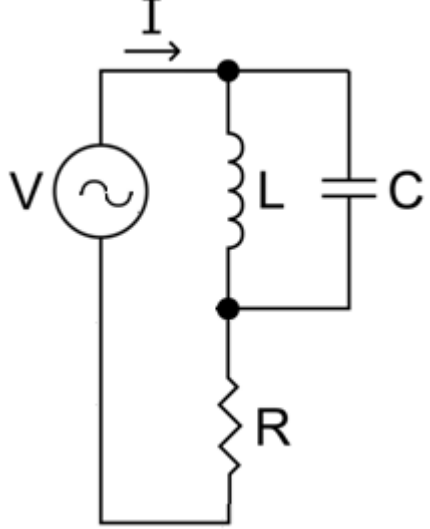
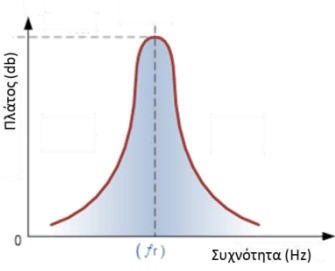
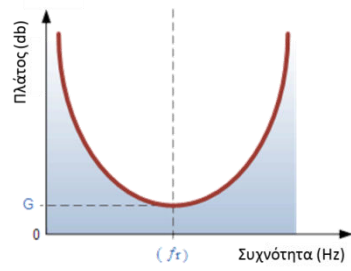
**ΑΘΗΝΑ
2021**

- Εργασία 4^η – Συντονισμός

1.1 Θεωρητικό μέρος

Το κύκλωμα RLC είναι ένα ηλεκτρικό κύκλωμα αποτελούμενο από μία ωμική αντίσταση R , ένα πηνίο αυτεπαγωγής L και έναν πυκνωτή χωρητικότητας C . Συντονισμό ονομάζουμε το φαινόμενο της εξαναγκασμένης ταλάντωσης κατά το οποίο η συχνότητα του διεγέρτη ταυτίζεται με την ιδιοσυχνότητα του ταλαντωτή.

Όταν ένα πηνίο και ένας πυκνωτής συνδέονται σε σειρά ή παράλληλα, τότε υπάρχει κάποια συχνότητα στην οποία η επαγωγική και χωρητική αντίδραση γίνονται ίσες μεταξύ τους κατά μέτρο. Το σημείο στο οποίο οι δύο αντιδράσεις εξισώνονται μεταξύ τους, λέγεται συντονισμός.

RLC σε σειρά	RLC παράλληλα
	
Απόκριση Συχνότητας	
	

Στην κατάσταση συντονισμού, οι δύο αντιδράσεις αλληλοεξουδετερώνονται, με αποτέλεσμα να "παραμένει" μόνο η αντίσταση R στο κύκλωμα.

Για το κύκλωμα συντονισμού σε σειρά, η συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος δίνεται από την σχέση: $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$.

Εάν $X_L > X_C$ τότε το κύκλωμα παρουσιάζει επαγωγική συμπεριφορά, σε αντίθετη περίπτωση το κύκλωμα εμφανίζει χωρητική συμπεριφορά.

Στο σημείο συντονισμού όμως $X_L = X_C$ άρα η συνολική σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος εκφράζεται από την σχέση $Z = R$.

Η συχνότητα που παρατηρείται αυτό το φαινόμενο ονομάζεται συχνότητα συντονισμού (resonant frequency) και υπολογίζεται από την σχέση $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$.

Στο κύκλωμα συντονισμού σε παράλληλη συνδεσμολογία, η σύνθετη αντίσταση του δίνεται από την σχέση: $Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(\frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}\right)^2}}$

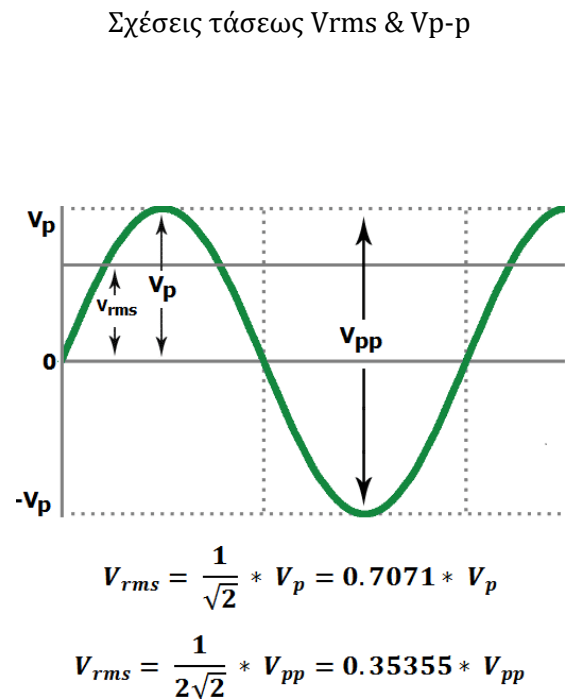
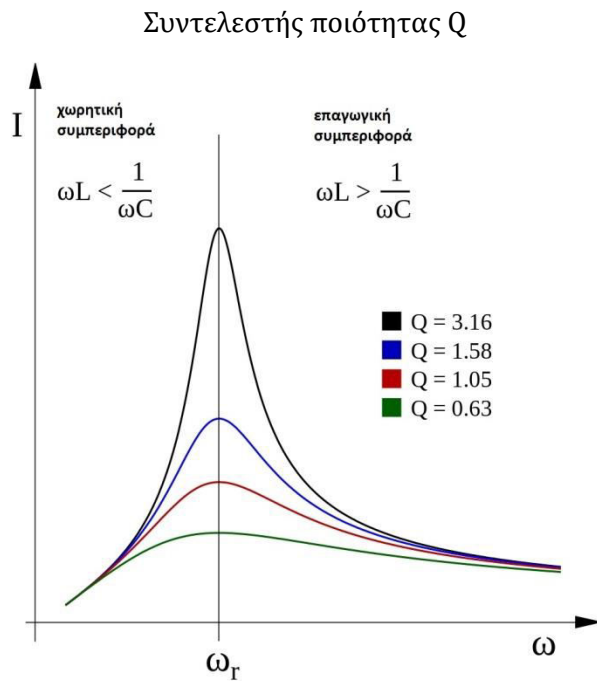
Στα κυκλώματα συντονισμού ανάλογα με το εύρος συχνοτήτων στο οποίο έχουν σχεδιαστεί να λειτουργούν, υπάρχει τουλάχιστον μία συχνότητα (αν και στα περισσότερα κυκλώματα είναι 2) στην οποία η έξοδος, έχει χάσει τη μισή ισχύ ως προς το σήμα εισόδου.

Ως εύρος ζώνης ενός κυκλώματος συντονισμού ορίζεται η περιοχή συχνοτήτων που κείται ανάμεσα στο ζεύγος των συχνοτήτων ημίσειας ισχύος, δηλαδή ανάμεσα στις συχνότητες που το σήμα εξόδου έχει χάσει το μισό της αρχικής του ισχύος. Το σημείο αυτό ορίζεται ως -3db ή 0.707 του μέγιστου πλάτους. Μαθηματικά εκφράζεται από την σχέση $BandWidth = \frac{f_r}{Q}$.

Το Q ή αλλιώς ο συντελεστής ποιότητας (απόδοσης) υπολογίζεται από την σχέση:

$Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$ για τα κυκλώματα συντονισμού σε σειρά και αντίστοιχα, με την σχέση $Q =$

$R \sqrt{\frac{C}{L}}$ για τα κυκλώματα σε παράλληλη συνδεσμολογία.



1.1 Εργαστηριακό μέρος

Να μελετηθεί συντονισμένο κύκλωμα σε σειρά & παράλληλα με $f_r = 30$ kHz.

Η υλοποίηση θα είναι με εξαρτήματα R-L-C. Για τους πυκνωτές θα χρησιμοποιηθεί η τιμή $C = 47$ nF στο κύκλωμα σειράς, και $C = 27$ nF στο κύκλωμα παράλληλης συνδεσμολογίας.

Στην συνέχεια επιλέξτε πηνία που προσεγγίζουν τις θεωρητικές τιμές που υπολογίστηκαν παραπάνω. Μπορεί να γίνει χρήση του πίνακα «**Τυπικές τιμές πηνίων**» από το παράρτημα. Υπάρχει μεγάλη απόκλιση από την συχνότητα συντονισμού;

Να υπολογισθούν οι θεωρητικές τιμές των πηνίων που απαιτούνται για τα συγκεκριμένα κυκλώματα.

Υλοποίηση	C	L θεωρητικό	L Τυπικό	Απόκλιση από την f_R
Σε Σειρά	47 nF			
Παράλληλα	27 nF			

Υλοποιήστε τα κυκλώματα συντονισμού σε σειρά και παράλληλα.

Τροφοδοτήσατε κάθε μια από τις παραπάνω υλοποιήσεις με ημιτονικό σήμα εισόδου $1 V_{rms}$.

Συνδέστε το κανάλι Α ενός παλμογράφου στην είσοδο (πηγή) και το κανάλι Β στην έξοδο (στα άκρα της αντίστασης του κυκλώματος).

Αντίστοιχα συνδέσατε και τον bode plotter στην είσοδο και έξοδο του κυκλώματος. Στην συνέχεια, συμπληρώσατε τον παρακάτω πίνακα και αναπαραστήστε γραφικά την σχέση κέρδους – συχνότητας. Συγκρίνατε με το αντίστοιχο γράφημα από τον bode plotter.

Να συνδεσμοποιηθούν και αντίστοιχα όργανα μέτρησης ρεύματος, και να συμπληρωθεί η αντίστοιχη στήλη του παρακάτω πίνακα.

Σημείωση : ο παρακάτω πίνακας θα συμπληρωθεί με μετρήσεις και για το κύκλωμα εν σειρά και εν παραλλήλω.

F (Hz)	Vi(V) Καν. Α Μέτρηση	Vo(V) Καν. Β Μέτρηση.	$20\log_{10}(V_o/V_i)$ (db) πολογιζόμενο	I_{rms} (A) Μέτρηση
1				
10				
100				
500				
1000				
1500				
2500				
5000				
10k				
30k				
50k				
100k				
200k				
500k				
1M				
10M				

Θεωρητικά υπολογιζόμενος πίνακας

F (Hz)	Z	X	X_L	X_C	I_{rms}	V_{Lrms}	V_{Crms}
1							
10							
100							
500							
1000							
1500							
2500							
5000							
10k							
30k							
50k							
100k							
200k							
500k							
1M							
10M							

Τα ως άνω μεγέθη του πίνακα θα υπολογιστούν βάσει των ακόλουθων :

Σύνθετη αντίσταση $Z=(R^2 + X^2)^{1/2}$ (σε Ω)

Άεργη αντίσταση $X=X_L-X_C$ (σε Ω)

Επαγωγική αντίδραση $X_L=2\pi fL$ (σε Ω)

Χωρητική αντίδραση $X_C=1/2\pi fC$ (σε Ω)

$I_{rms}=V_{rms}/Z$ (σε A)

$V_{Lrms}=I_{rms}*X_L$ (σε V)

$V_{Crms}=I_{rms}*X_C$ (σε V)

Συντελεστής ποιότητας

Για το κύκλωμα συντονισμού σε σειρά, αλλάξτε την αντίσταση R, σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί. Τι παρατηρείτε για το ρεύμα που διαρρέει την αντίσταση R;

Αντίσταση (Ω)	$Q_{ser} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$	I_R (mA)
1k		
500		
220		
100		
10		
1		

4.3 Ερωτήσεις

- Πως θα μπορούσαν τα παραπάνω κυκλώματα να αποκτήσουν μεταβαλλόμενο σημείο συντονισμού;
- Προτείνετε χρήσεις για κυκλώματα συντονισμού σε σειρά και παράλληλα.
- Περιγράψτε τα βασικά κριτήρια συντονισμού στο εν σειρά κύκλωμα.
- Χαράξτε την εμπέδηση (σύνθετη αντίσταση ολόκληρου του συμπλέγματος του κυκλώματος) για εύρος συχνοτήτων από 100Hz έως 10MHz για το εν σειρά κύκλωμα.

1.2 Παράρτημα : Τυπικές τιμές πηγών

μΗ, nH	μΗ, nH	μΗ, nH	μΗ, nH
1.0	10	100	1000
1.1	11	110	1100
1.2	12	120	1200
1.3	13	130	1300
1.5	15	150	1500
1.6	16	160	1600
1.8	18	180	1800
2.0	20	200	2000
2.2	22	220	2200
2.4	24	240	2400
2.7	27	270	2700
3.0	30	300	3000
3.3	33	330	3300
3.6	36	360	3600
3.9	39	390	3900
4.3	43	430	4300
4.7	47	470	4700
5.1	51	510	5100
5.6	56	560	5600
6.2	62	620	6200
6.8	68	680	6800
7.5	75	750	7500
8.2	82	820	8200
8.7	87	870	8700
9.1	91	910	9100