

Pracownia Fizyczna i Elektroniczna

Ćwiczenie 2: Badanie szeregowego filtra rezonansowego RLC

1 Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z charakterystykami amplitudowymi i fazowymi szeregowego obwodu RLC. Pomiar wykonuje się za pomocą generatora funkcyjnego i oscyloskopu.

2 Wymagania

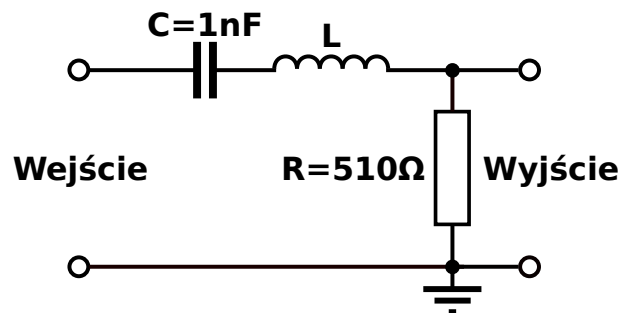
Znajomość podstaw obwodów prądu zmiennego - filtra RLC i analizy danych doświadczalnych. Umiejętność posługiwania się generatorem, oscyloskopem, miernikiem uniwersalnym i lutownicą.

3 Aparatura

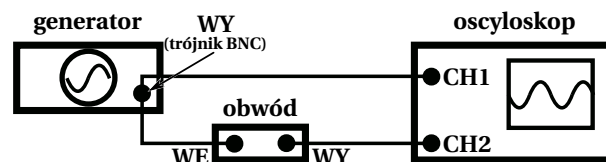
Generator funkcyjny, oscyloskop 2 kanałowy lub 4 kanałowy, miernik uniwersalny, akcesoria pomocnicze (lutownica elektroniczna, kable łączeniowe, chwytaki pomiarowe, trójniki rozgałęziające).

4 Wykonanie ćwiczenia na pracowni

1. Na standardowej płytce montażowej zmontuj układ RLC według schematu przedstawionego na rysunku 1.
2. Połącz zbudowany układ z generatorem i oscyloskopem zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 2.
3. Wprowadź na wejście układu oraz na jedno z wejść oscyloskopu sygnał sinusoidalny z generatora funkcji.



Rys. 1: Schemat układu RLC



Rys 2: Schemat podłączenia układu do generatora i oscyloskopu

4. Wyznacz charakterystykę amplitudową $T(\omega) = \frac{U_{wy}(\omega)}{U_{we}(\omega)}$ i częstotliwościową $\phi(\omega)$ obwodu. Pomiar przeprowadź dla 20-30 częstotliwości pokrywających zakres częstotliwości dostępny dla danego generatora.

Przed rozpoczęciem pomiarów należy zaplanować, w jaki sposób zmieniać częstotliwość sygnału wejściowego, aby zebrane dane można było przedstawić na wykresie w logarytmicznej skali częstotliwości (np. każda kolejna wartość jest iloczynem poprzedniej wartości i czynnika z przedziału 1-2). W okolicach częstotliwości rezonansowej należy odpowiednio zagęścić punkty pomiarowe, by uchwycić przejście charakterystyki przez maksimum. Wyznacz wartości częstotliwości rezonansowej i oceń szerokość pasma transmisji.

5. Opornik 510Ω zastąp opornikiem 50Ω i ponownie wykonaj pomiary charakterystyk amplitudowej $T(\omega) = \frac{U_{wy}(\omega)}{U_{we}(\omega)}$ i częstotliwościowej $\phi(\omega)$ obwodu. Czy wartość częstotliwości rezonansowej różni się od wartości wyznaczonej w poprzednim pomiarze? Czy amplituda sygnału wejściowego pozostaje stała dla częstotliwości bliskiej częstotliwości rezonansowej? Jak wyjaśnić zmniejszenie amplitudy sygnału wejściowego? Oceń szerokość pasma transmisji filtra i porównaj z szerokością pasma zmierzoną z opornikiem 510Ω w obwodzie.
6. Przebuduj układ, zastępując kondensator C dwoma jednakowymi kondensatorami połączonymi raz szeregowo, raz równoległe (pozostaw opornik 50Ω). W każdym przypadku wyznacz wartość częstotliwości rezonansowej (szukając maksimum transmisji). Wyznaczone wartości porównaj z wartościami oczekiwanymi obliczonymi na podstawie wzorów uwzględniających szeregowe i równoległe łączenie kondensatorów.
7. Przebuduj układ, wykorzystując jeden kondensator C i dwie indukcyjności L, połączone raz szeregowo, raz równoległe (pozostaw kondensator $1nF$ i opornik 50Ω). W każdym przypadku wyznacz wartość częstotliwości rezonansowej. Co na podstawie tych pomiarów można powiedzieć o wypadkowej indukcyjności w połączeniu szeregowym i równoległym?

Opracowując wyniki, do zmierzonych charakterystyk amplitudowych i fazowych dopasuj odpowiednią zależność funkcyjną. Ze względu na pasożytnicze rezystancje szeregowe użytych do budowy obwodu elementów (w przypadku indukcyjności opór pasożytniczy można zmierzyć za pomocą omomierza, $\sim 10\Omega$) transmitancja obwodu dla częstotliwości rezonansowej jest mniejsza niż 1. Efekt ten jest szczególnie duży w przypadku obwodu z opornikiem o małej wartości (50Ω). Z tego względu do dopasowania zmierzonych zależności należy wykorzystać funkcje, uwzględniające pasożytniczy opór R_P : transmitancja:

$$T(\omega) = \frac{R}{\sqrt{(R + R_P)^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}$$

przesunięcie fazowe:

$$\phi(\omega) = \arctg \frac{1 - \omega^2 LC}{\omega(R + R_P)C}$$

R , L i C są odpowiednimi wartościami dla elementów w obwodzie, przy czym R i C można uznać za znane, a L należy wyznaczyć. R_P można wyznaczyć jako parametr dopasowania lub oszacować na podstawie maksymalnej transmitancji układu, zmierzonej dla częstotliwości rezonansowej:

$$T_{rez} = \frac{R}{R + R_P}$$

Należy także wyznaczyć i przedyskutować wartości częstotliwości rezonansowych i szerokości pasm transmisji oraz porównać je z wartościami obliczonymi na podstawie odpowiednich wzorów. Wyznaczyć wartości zastosowanych indukcji.

Powodzenia!