

P1-E2. Badanie rezonansu w szeregowym obwodzie LC*

Zagadnienia

Drgania wymuszone. Równanie różniczkowe drgań wymuszonych. Pojęcie rezonansu, częstotliwość rezonansowa, szerokość połowkowa krzywej rezonansowej. Dobroć układu drgającego, wzór Thomsona. Postać równania drgań wymuszonych dla prądu w szeregowym układzie LC. Warunek rezonansu w szeregowym układzie LC, przesunięcie fazowe prądu względem napięcia wymuszającego. Dobroć układu LC.

☞Należy mieć ze sobą: kalkulator naukowy, ołówek, linijkę, papier milimetrowy.

1 Układ pomiarowy

Schemat układu pomiarowego przedstawia rys. 1.

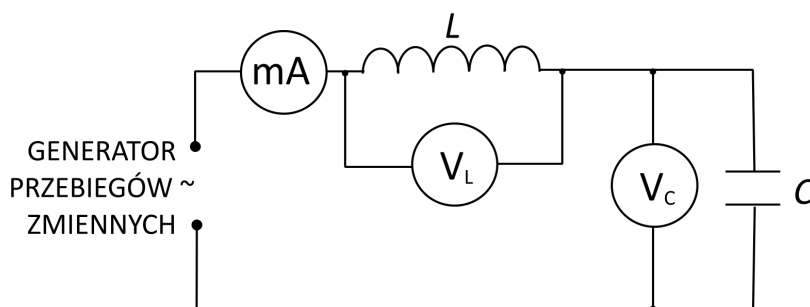


Fig. 1: Schemat układu pomiarowego

Kondensator i cewka podłączone są z urządzeń dekadowych. Pojemność kondensatora i indukcyjność cewki można zmieniać tylko przy wyłączonym zasilaniu, by uniknąć uszkodzenia dekad o najniższych wartościach.

2 Pomiary

1. Ustalić wartość indukcyjności cewki dekadowej L .
2. Wybrać teoretyczną częstotliwość rezonansową f_T tak, by nie przypadła pomiędzy zakresami generatora.
3. Z warunku rezonansu obliczyć pojemność kondensatora, jaka jest konieczna do wystąpienia rezonansu na wybranej częstotliwości i przy wyłączonym zasilaniu układu ustawić tę wartość na kondensatorze dekadowym.
4. Ustawić na generatorze wartość bliską teoretycznej częstotliwości rezonansowej f_T .
5. Włączyć generator przebiegów zmiennych i ustawić napięcie wejściowe U_0 na wartość z przedziału $1 \div 2.5$ V.
6. Zanotować ustawione wartości L , C , U_0 .
7. Zmierzyć wstępnie maksymalną wartość prądu I_{max} w obwodzie. Wyznaczyć opór obwodu $R = U_0/I_{max}$.

*Opracowanie: dr inż. Alina Domanowska

8. Obliczyć teoretyczną dobroć układu rezonansowego [1, 2]

$$Q_T = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}.$$

↔Dobroć powinna być większa od 2, żeby można było wykonać resztę ćwiczenia. Jeżeli dobroć jest niższa, należy powtórzyć czynności 1-6 dla innych wartości.

9. Obliczyć teoretyczną szerokość połówkową krzywej rezonansowej Δf_T .
10. Notować wskazania mierników I , U_C i U_L dla różnych częstotliwości napięcia wymuszającego w zakresie od $f_T - 2\Delta f_T$ do $f_T + 2\Delta f_T$. W obszarze częstotliwości rezonansowej zagęścić pomiary.
- ↔Podczas pomiarów należy kontrolować wartość napięcia wejściowego U_0 , w razie potrzeby skorygować do założonej wartości.

3 Opracowanie wyników pomiarów

- Sporządzić wykresy zależności częstotliwościowej (na wspólnym arkuszu):
 - natężenia prądu $I = f(f)$,
 - napięcia na cewce $U_L = f(f)$,
 - napięcia na kondensatorze $U_C = f(f)$,zaznaczając na wykresie słupki niepewności dla kilku punktów pomiarowych.
- Odczytać z wykresu częstotliwość rezonansową f_R .
- Ocenić niepewność $u(f_R)$.
- W sposób formalny ocenić zgodność f_R z założoną na początku ćwiczenia częstotliwością teoretyczną f_T .
- Metodą szerokości połówkowej krzywej rezonansowej obliczyć dobroć badanego układu rezonansowego

$$Q = \frac{f_R}{\Delta f}$$

- Korzystając z prawa propagacji niepewności obliczyć niepewności Q oraz Q_T i zapisać wyniki w odpowiednim formacie.
- W sposób formalny ocenić zgodność otrzymanych wyników dla Q i Q_T .
- Odczytać z wykresu wartość maksymalną natężenia prądu I_{max} .
- Obliczyć teoretyczną wartość natężenia prądu w rezonansie I_0 (wraz z niepewnością) i ocenić jej zgodność z wartością zmierzoną I_{max} .
- Obliczyć przesunięcie fazowe natężenia prądu względem napięcia wymuszającego.
- Skomentować wszystkie wyniki eksperymentu pod kątem zgodności z teorią.

Literatura

- [1] J Bodzenta. *Wykłady z fizyki*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.
- [2] Z Kleszczewski. *Fizyka klasyczna*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.