

Ćwiczenie E13

Badanie elektrycznego obwodu rezonansowego RLC

E13.1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zbadanie zjawiska rezonansu napięć w szeregowym obwodzie RLC , wyznaczenie dobroci obwodu oraz wartości indukcyjności i rezystancji jego elementów.

E13.2. Zagadnienia związane z tematyką ćwiczenia

- Pojemność kondensatora, rezystancja rezystora, indukcyjność cewki,
- prąd stały i zmienny; parametry charakteryzujące prąd zmienny,
- definicja natężenia prądu,
- wartość szczytowa i skuteczna natężenia i napięcia prądu zmiennego,
- cewka indukcyjna oraz kondensator w obwodzie prądu zmiennego,
- prawo Ohma dla obwodu elektrycznego zasilanego prądem zmiennym,
- matematyczny opis harmonicznym drgań elektrycznych: amplituda, częstotliwość, faza początkowa i przesunięcie fazowe,
- II prawo Kirchhoffa,
- rezonans napięć.

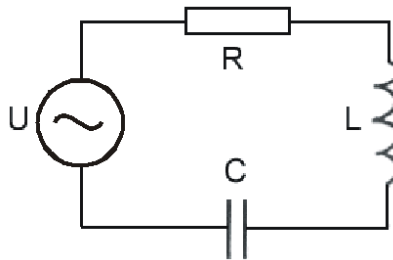
E13.3. Literatura

- [1] Halliday D., Resnick R., Walker J.: *Podstawy fizyki, cz. 3*, PWN, Warszawa.
- [2] Bobrowski Cz.: *Fizyka – krótki kurs*, WNT, Warszawa.
- [3] *Metody wykonywania pomiarów i szacowania niepewności pomiarowych*, <http://ftims.pg.edu.pl/documents/10673/20436990/wstep.pdf>

E13.4. Przebieg ćwiczenia i zadania do wykonania

Układ doświadczalny

Rysunek E13.1 przedstawia schemat, zaś rysunek E13.2 zdjęcie układu pomiarowego, w którego skład wchodzi: **1** – generator prądu zmiennego, **2** – płytka połączeniowa z cewką indukcyjną oraz zaciskami do przyłączania kondensatora, rezystora, generatora i mierników, **3** – multimetry laboratoryjne: woltomierz i amperomierz, **4** – wymienne rdzenie cewki indukcyjnej, **5** – kondensatory, **6** – oporniki.

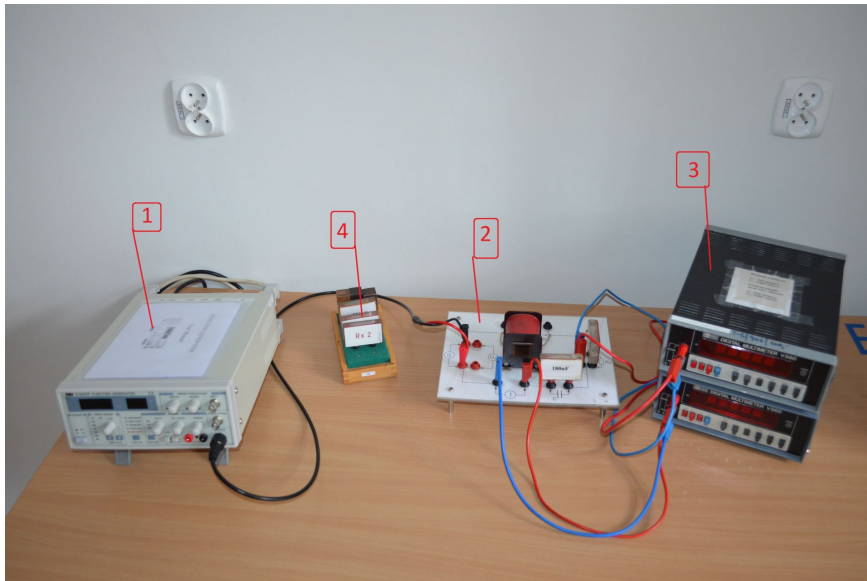


Rysunek E13.1. Schemat układu pomiarowego

Przebieg doświadczenia

Chcąc wyznaczyć krzywe rezonansowe obwodów *RLC* należy:

1. zestawić układ pomiarowy według schematu z rysunku E13.1. W tej części ćwiczenia woltomierz powinien być podłączony równolegle do zacisków generatora;
2. następnie, po uruchomieniu generatora, za pomocą odpowiedniego pokrętki ustawić żądaną wartość napięcia wyjściowego, np. 5 V;
3. wykonać pomiary wartości natężenia prądu w obwodzie I dla różnych pulsacji (częstotliwości kołowych) $\omega = 2\pi\nu$ drgań generatora. Częstotliwość ν generatora należy zmieniać w zakresie 100–2000 Hz co 100 Hz, przy czym w pobliżu częstotliwości rezonansowej ν_r punkty pomiarowe należy nieco zagęścić. **UWAGA:** po każdej zmianie częstotliwości generatora należy skorygować zmiany napięcia wyjściowego generatora. Ustawiona na początku eksperymentu wartość powinna być stała przy wszystkich pomiarach;



Rysunek E13.2. Zdjęcie układu pomiarowego

4. w każdym z obwodów, podłączając woltomierz do odpowiednich zacisków na płytce połączeniowej, zmierzyć napięcia na zaciskach generatora oraz cewki, kondensatora i rezystora dla trzech wartości częstotliwości: $\nu_1 < \nu_r$, $\nu_2 = \nu_r$ oraz $\nu_3 > \nu_r$.

Zadania do wykonania

- E13.1. Zmierzyć, wykreślić i przedyskutować zależności $I = f(\omega)$ dla badanych obwodów (o wartości pojemności kondensatora, rodzaju rdzenia cewki oraz numerze nieznanego rezystora R_X decyduje osoba prowadząca ćwiczenie). Na podstawie otrzymanych wyników określić częstotliwości rezonansowe obwodów.
- E13.2. Na podstawie wyników otrzymanych w warunkach rezonansu obliczyć indukcyjność cewki L , rezystancję rezystora R_X oraz dobroć obwodu Q . Rezultaty przedyskutować. **UWAGA: w obliczeniach należy uwzględnić rezystancję uzwojenia cewki, wynoszącą 80Ω .**
- E13.3. Wykreślić i przedyskutować wykresy wektorowe (wskazowe) napięć zmierzonych na zaciskach generatora i poszczególnych elementach obwodu. Porównać otrzymane wyniki z przewidywaniami teoretycznymi.

Uzupełnienie do zadania E13.2

W stanie rezonansu napięcia na cewce indukcyjnej U_L oraz kondensatorze U_C są sobie równe (mogą one znacznie przewyższać napięcie zasilające U_G). Jest to tzw. przepięcie. Miarą liczbową tego przepięcia jest dobroć obwodu rezonansowego określona wyrażeniem:

$$Q = \frac{U_L}{U_G} = \frac{U_C}{U_G} = \frac{1}{\omega RC} = \frac{\omega L}{R} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}. \quad (\text{E13.1})$$

Dobroć obwodu Q jest tym większa, im mniejsza jest rezystancja obwodu.

E13.5. Rachunek niepewności

Niepewność pomiaru wartości napięć i natężenia prądu oceniamy w czasie wykonywania pomiarów na podstawie zakresu i klasy użytych przyrządów pomiarowych. Wyznaczone wartości niepewności nanosimy odpowiednio na wykresy. Parametry potrzebne do określenia niepewności częstotliwości, rezystancji cewki i pojemności kondensatorów poda osoba prowadząca ćwiczenie.

Niepewność rezystancji R , indukcyjności L oraz dobroci Q badanych obwodów obliczamy jako niepewność wielkości złożonej.