

## 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.

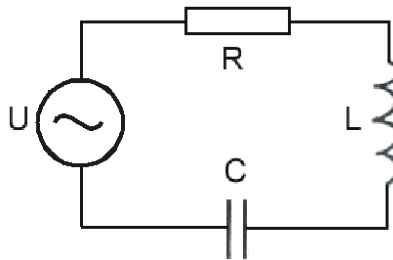
### E13.3. Literatura

- [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://www.mif.pg.gda.pl/index.php?node=mat\\_dla\\_stud\\_v2](http://www.mif.pg.gda.pl/index.php?node=mat_dla_stud_v2)

### 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.

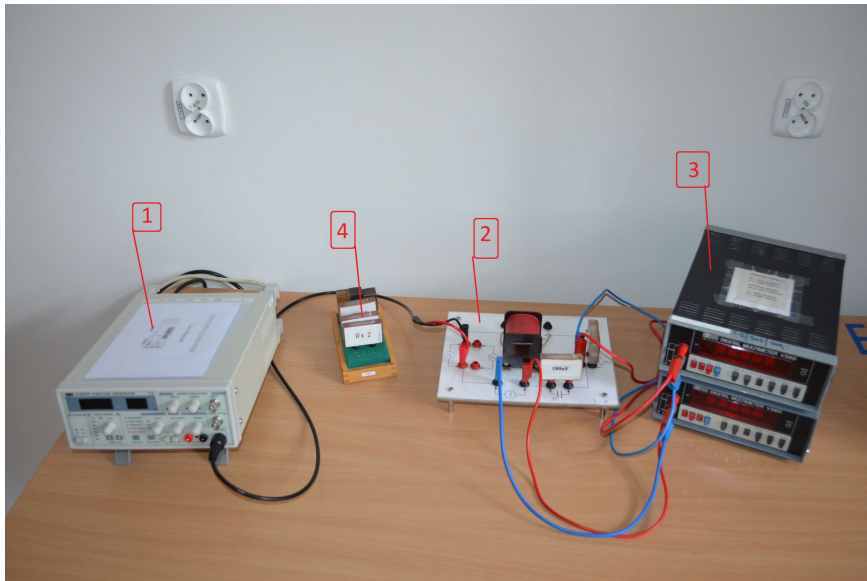


Rysunek E13.1. Schemat układu pomiarowego

#### 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  $\nu$  generatora należy zmieniać w zakresie 100–2000 Hz co 100 Hz, przy czym w pobliżu częstotliwości rezonansowej  $\nu_r$  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  $Q$ . Wyniki przedyskutować. **UWAGA: w obliczeniach należy uwzględnić rezystancję uzwojenia cewki, wynoszącą  $80 \Omega$ .**
- 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.