

Zad. E 11	I PRACOWNIA FIZYCZNA Instytut Fizyki US
Temat:	Wyznaczanie indukcji własnej i pojemności w obwodach prądu przemiennego

Cel: Poznanie zjawisk w obwodach prądu przemiennego w układzie połączeń szeregowych RL i RC, wyznaczenie indukcji własnej cewki – samej i z rdzeniem, pojemności kondensatora, zbadanie zależności reaktancji od częstotliwości. Nauczenie studenta samodzielnego posługiwania się aparaturą pomiarową oraz wykształcenie umiejętności analizy i interpretacji wyników pomiarów.

Przyrządy: cewka, rdzeń do cewki, kondensator, generator m. cz. G501 (niepewność względna 5%), mierniki elektryczne – Meratronik V640, UNI-T M 890 F (do pomiaru rezystancji cewki), przewody do połączeń.

1. ZAGADNIENIA

1. Znajomość zagadnień BHP w zakresie bezpiecznej pracy na stanowisku laboratoryjnym w pracy z prądem elektrycznym. Prąd rażeniowy.
2. Łączenie mierników i odbiorników prądu elektrycznego.
3. Prąd elektryczny przemienny w obwodach RC, RL, wielkości je opisujące, jednostki. Napięcie i natężenie skuteczne, zawada.
4. Obwód RLC, rezonans elektryczny.

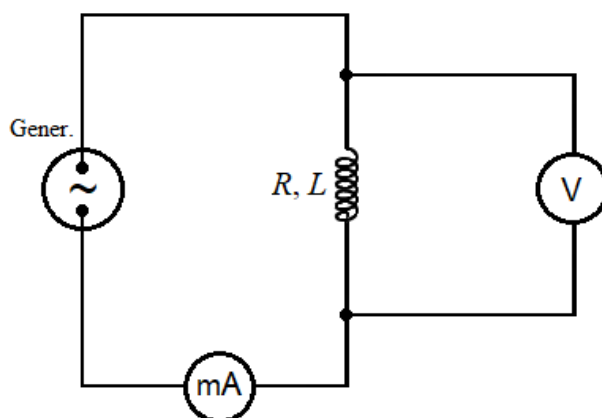
2. OPIS ZAGADNIENIA

Na podstawie literatury zapoznać się z opisami.

3. PRZEBIEG WYKONANIA ĆWICZENIA

A. Wyznaczanie wartości indukcji własnej cewki

1. Wyznaczyć opór cewki R za pomocą omomierza cyfrowego.
2. Połączyć układ według schematu – Rys. 1.

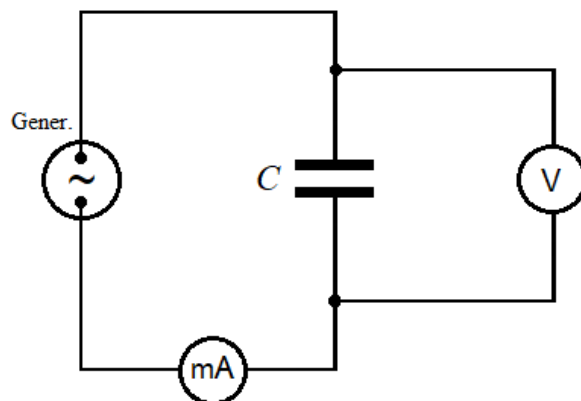


Rys. 1. Schemat układu pomiarowego z cewką.

3. Dla pięciu wybranych wartości częstotliwości f wyznaczyć napięcie U_L i natężenie I_L skuteczne w obwodzie.
4. Analogiczne pomiary wykonać dla cewki z rdzeniem.

B. Wyznaczanie pojemności kondensatora

1. Połączyć układ według schematu – Rys. 2.



Rys. 2. Schemat układu pomiarowego z kondensatorem.

2. Dla pięciu wybranych wartości częstotliwości f wyznaczyć napięcie U_C i natężenie I_C skuteczne w obwodzie.

4. OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW

Wyznaczenie wartości pomiarowych. Obliczenie niepewności pomiaru.

A. Cewka

1. Wyznaczyć niepewność graniczną pojedynczego pomiaru mierzonych wielkości: oporu rzeczywistego cewki R , natężenia I_L i napięcia U_L skutecznego na podstawie klasy przyrządu.
2. Obliczyć zawadę Z obwodu ($Z = U_L/I_L$). Z zależności $Z^2 = R^2 + R_L^2$ obliczyć współczynnik samoindukcji L , gdzie $R_L = \omega L$ ($\omega = 2\pi f$).
3. Obliczyć niepewność pomiaru zawady – $u(Z)$ oraz współczynnika samoindukcji – $u(L)$. (Uwaga: Do obliczeń skorzystać z ogólnych wzorów z pochodnymi lub ze wzoru numerycznego – patrz przypis na końcu).
4. Wykonać wykres zależności $R_L = f(\omega)$. Zaznaczyć odcinki niepewności pomiaru. Z wykresu wyznaczyć współczynnik kierunkowy otrzymanej prostej (metodą regresji liniowej) i porównać z wartością współczynnika samoindukcji otrzymanego z obliczeń rachunkowych.

B. Kondensator

1. Wyznaczyć niepewność graniczną pojedynczego pomiaru mierzonych wielkości: natężenia I_C i napięcia skutecznego U_C na podstawie klasy przyrządu.
2. Obliczyć zawadę Z obwodu ($Z = U_C/I_C$). Z zależności $Z = R_C = 1/\omega C$ obliczyć pojemność C .
3. Obliczyć niepewność pomiaru zawady – $u(Z)$ oraz pojemności – $u(C)$ dla użytego w doświadczeniu kondensatora.
4. Wykonać wykres zależności $R_C = f(1/\omega)$. Zaznaczyć odcinki niepewności pomiaru. Z wykresu wyznaczyć współczynnik kierunkowy otrzymanej prostej (metodą regresji liniowej).

C. Zestawić wyniki i niepewności pomiaru.

5. Dokonać dyskusji wyników, zapisać wnioski i uwagi dotyczące doświadczenia.

1. Porównać odpowiadające sobie otrzymane wartości z p. A i z p. B (na podstawie wykresu i z obliczeń rachunkowych).
2. Przeanalizować źródła ewentualnych rozbieżności.
3. Zapisać wnioski i uwagi dotyczące przebiegu doświadczenia i realizacji doświadczenia.

6. LITERATURA

1. B. Pawlak, R. Gąsowski, J. Kozłowski: *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki dla przyrodników*. Szczecin, Wyd. Naukowe US, 2005.
2. Dryński T.: *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki*. Wyd. VI (lub następne), PWN, Warszawa 1977, p. 81.
3. Podręczniki akademickie.

Miernik uniwersalny M 890F

Pomiar rezystancji dla zakresu 200 Ω : dokładność $\pm(0,8\%$ wartości mierzonej +3 dla ostatniej cyfry znaczącej):

Multimetr elektroniczny Typ V640

Dokładność pomiaru: $\pm 1,5\%$ wartości zakresu.

Niepewność pomiaru

Złożoną niepewność standardową $u_c(y)$ wielkości obliczanej pośrednio y oblicza się korzystając z **prawa przenoszenia niepewności** pomiarów bezpośrednich nieskorelowanych w postaci

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 u^2(x_i)} = \sqrt{\sum_{i=1}^N [c_i u(x_i)]^2} \equiv \sqrt{\sum_{i=1}^N u_i^2(y)}$$

gdzie N – liczba wielkości mierzonych bezpośrednio, c_i – współczynnik wrażliwości, $u_i(y) \equiv c_i u(x_i)$ – udziały niepewności.

Złożoną niepewność standardową $u_c(y)$ można obliczyć też z zalecanego przez *Przewodnik GUM* wzoru, zastępując w powyższym równaniu $(\partial f / \partial x_i) u(x_i)$ przez:

$$Z_i = \frac{1}{2} [f(x_1, \dots, x_i + u(x_i), \dots, x_N) - f(x_1, \dots, x_i - u(x_i), \dots, x_N)]. \quad (*)$$

To znaczy, że wartość $u_i(y)$ ($\equiv (\partial f / \partial x_i) u(x_i)$ – udziały niepewności) wyznacza się obliczając zmianę spowodowaną zmianą x_i o $+u(x_i)$ i o $-u(x_i)$. Jako wartość $u_i(y)$ przyjmuje się $|Z_i|$ (jako wartość odpowiedniego współczynnika wrażliwości przyjmuje się $Z_i/u(x_i)$), wówczas $u_c^2(y) = \sum_{i=1}^N Z_i^2$.

Wzór (*) wykorzystuje różnice (przyrosty) skończone w miejsce gotowej formuły z pochodną, co umożliwia jego stosowanie bez znajomości rachunku różniczkowego.