

44

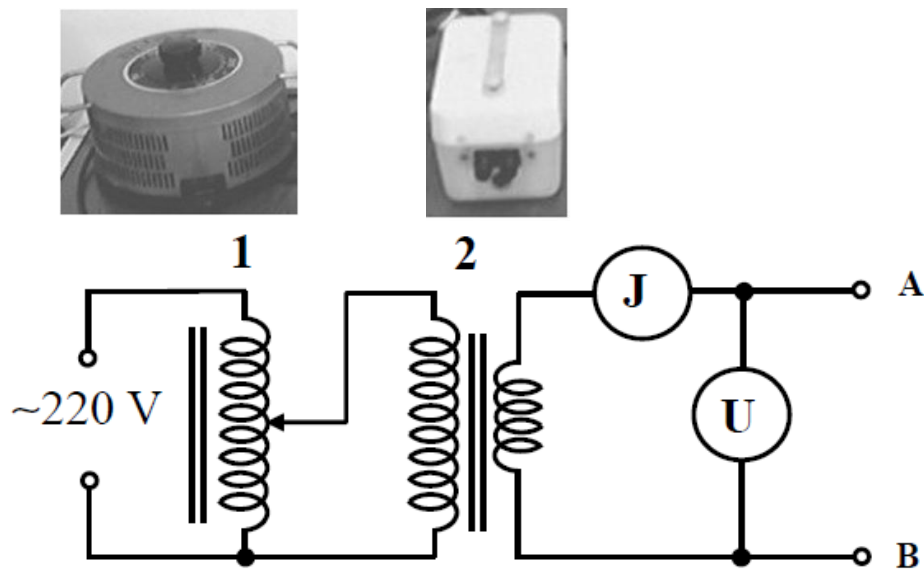
PRAWO OHMA DLA PRĄDU PRZEMIENNEGO

1. ZAGADNIENIA TEORETYCZNE

- Prąd przemienny, wartości maksymalne i skuteczne napięcia oraz natężenia prądu, moc prądu przemiennego;
- wielkości opisujące własności elementów obwodu: rezystancja R , reaktancja (oporność pozorna, w tym oporność pojemnościowa RC i indukcyjna RL), impedancja Z (zawada);
- dlaczego przy przepływie prądu zmiennego przez cewkę indukcyjną L i kondensator C nie wydziela się ciepło tak jak na oporze R ?;
- przesunięcie fazy pomiędzy napięciem i natężeniem prądu powodowane przez indukcyjność L , pojemność C oraz przez obwód RLC ;
- diagram wektorowy.

2. POMIARY

Schemat układu pomiarowego pokazano na Rysunku 1. Autotransformator (1) służy do regulacji napięcia zmiennego, a transformator bezpieczeństwa (2) zabezpiecza przed porażeniem prądem elektrycznym.



Rys. 1. Schemat do pomiaru impedancji elementów czynnych w obwodzie.

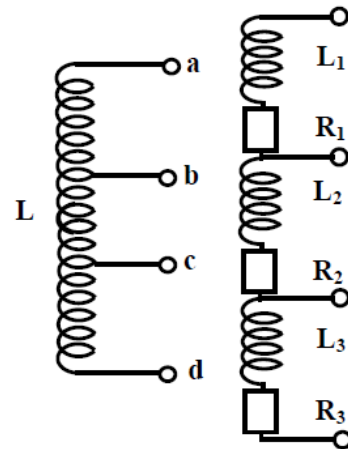
Napięcie uzwojenia wtórnego nie przekracza uznanych za bezpieczne dla ludzi wartości 24 V. Badany element obwodu dołączamy do zacisków oznaczonych na schemacie literami **A** i **B**.

Zadanie 1. Pomiar zawady cewki indukcyjnej i wyznaczenie jej indukcyjności.

Cewka indukcyjna L badana w tym ćwiczeniu składa się z bardzo wielu zwojów drutu miedzianego i posiada dodatkowe odczepy (wyprowadzenia) od części uzwojenia, co pokazuje Rysunek 2.

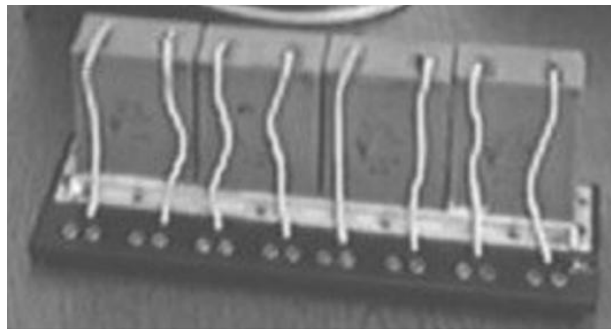
Taki model umożliwia pomiar indukcyjności całej cewki $L_1 + L_2 + L_3$ (poprzez włączenie końcówek **a** i **d** do obwodu) albo jej części np. L_1 , lub L_2 , łącząc odpowiednią parę końcówek.

Na Rys. 2 pokazano też schemat zastępczy cewki, uwzględniający fakt, że jest ona nawiniętym drutem miedzianym, którego opór omowy RL odegra istotną rolę w dalszych etapach tego ćwiczenia.



Rys. 2. Schemat cewki indukcyjnej.

1. Do zacisków **A** i **B** dołączamy uzwojenie L_1 (punkty **a** i **b**)
2. Po sprawdzeniu przez prowadzącego poprawności połączenia układu mierzymy zależność natężenia prądu J od napięcia U dla 10 różnych napięć.
3. Do zacisków **A** i **B** dołączamy uzwojenia L_1+L_2 (punkty **a** i **c**) i wykonujemy analogiczny pomiar zależności natężenia prądu J od napięcia U dla 10 różnych napięć.
4. Do zacisków **A** i **B** dołączamy uzwojenia $L_1+L_2+L_3$ (punkty **a** i **d**) i powtarzamy pomiary zależności $I(U)$ dla 10 różnych wartości napięcia.

Zadanie 2. Pomiar reaktancji kondensatora i wyznaczenie jego pojemności.

Rys. 3. Zdjęcie płytki z 4 kondensatorami.

1. Do zacisków **A** i **B** dołączamy kondensator C_1 .
2. Po sprawdzeniu przez prowadzącego poprawności połączenia układu mierzymy zależność natężenia prądu J od napięcia U dla 10 różnych napięć.
3. Do zacisków **A** i **B** dołączamy kolejno dwa kondensatory połączone równolegle $C_2 = 2 \cdot C_1$ i mierzymy zależność natężenia prądu J od napięcia U dla 10 różnych napięć.
4. Do zacisków **A** i **B** dołączamy kolejno cztery kondensatory połączone równolegle $C_3 = 4 \cdot C_1$ i mierzymy zależność natężenia prądu J od napięcia U dla 10 różnych napięć.

Zadanie 3. Pomiar zawady obwodu szeregowego RLC

1. Do zacisków **A** i **B** dołączamy połączone w szereg cewkę $L = L_1 + L_2 + L_3$ (punkty **a** i **d**), oraz kondensator C_1 .
2. Mierzimy zależność natężenia prądu J od napięcia U dla 10 różnych napięć.

3. OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW**Zadanie 1. Wyznaczenie indukcyjności cewki.**

1. Narysować na jednym arkuszu charakterystyki prądowo napięciowe $J = f(U)$, dla trzech cewek. Należy zwrócić uwagę na jednostki oraz opisać każdą krzywą.
2. Metodą prostej regresji wyznaczyć równania opisujące charakterystyki i na ich podstawie wyznaczyć wartości impedancji Z_1, Z_{1-2}, Z_{1-3} .
3. Znając impedancje Z obliczyć współczynniki samoindukcji L całej cewki ($L_1 + L_2 + L_3$) oraz każdej jej części. Do obliczeń należy przyjąć: $R_{ab} = 36 \Omega$, $R_{bc} = 16 \Omega$, $R_{cd} = 33 \Omega$.
4. Wyznaczyć niepewności dla każdego współczynnika indukcyjności $u(L)$. W tym celu należy najpierw obliczyć niepewności współczynników kierunkowych prostych regresji (wzór (6) ONP) a następnie skorzystać ze wzoru (15) z Instrukcji ONP.

Zadanie 2. Wyznaczenie pojemności kondensatora.

1. Narysować na jednym wykresie charakterystyki prądowo napięciowe $J = f(U)$, dla trzech kondensatorów C_1, C_2 i C_3 . Należy zwrócić uwagę na jednostki oraz opisać każdą krzywą.
2. Metodą prostej regresji wyznaczyć równania opisujące charakterystyki i na ich podstawie wyznaczyć oporności pojemnościowe $1/\omega C$.
3. Obliczyć pojemności C_1, C_2 i C_3 .
4. Wyznaczyć niepewności dla każdego współczynnika indukcyjności $u(C)$. W tym celu należy najpierw obliczyć niepewności współczynników kierunkowych prostych regresji (wzór (6) ONP) a następnie skorzystać ze wzoru (15) z Instrukcji ONP.

Zadanie 3. Wyznaczenie impedancji obwodu RLC.

1. Narysować charakterystykę prądowo napięciową $J = f(U)$ dla obwodu szeregowego RLC.
2. Sprawdzić, czy impedancja wyznaczona na podstawie wykresu (metoda prostej regresji) jest zgodna z wartością obliczoną na podstawie wzoru:

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

przyjmując: $R = R_{ab} + R_{bc} + R_{cd}$, $L = L_1 + L_2 + L_3$, $C = C_1$.

3. Dla sporządzonych charakterystyk obliczyć niepewności współczynników kierunkowych i na ich podstawie wyznaczyć $u(Z)$.

4. LITERATURA

K. Sierański w „Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki” cz. III, Elektryczność i magnetyzm, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1997

H. Szydłowski, Pracownia fizyczna, PWN Warszawa 1999