

Ćwiczenie Nr 314

Temat: **Rezonans napięć**

I. Literatura

1. D. Halliday, R. Resnick, Fizyka, t. 2, PWN W-wa
2. A. Piekara, Elektryczność i magnetyzm PWN W-wa
3. B. Jaworski, A. Dietlaf, kurs fizyki, t. 2, PWN W-wa
4. Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki w politechnice, praca zbiorowa pod redakcją T. Rewaja.

II. Tematy teoretyczne

1. Zjawisko indukcji elektromagnetycznej, moc czynna, bierna i pozorna, napięcie i natężenie skuteczne.
2. Rezonans szeregowy i rezonans równoległy w obwodzie RLC, dobroć obwodu.

III. Metoda pomiarowa

Szeregowy obwód rezonansowy RLC zasilany jest napięciem przemiennym o napięciu skutecznym U . Zmieniając wartość pojemności C w tym obwodzie mierzymy napięcie na kondensatorze U_C , napięcie na cewce U_L oraz natężenie prądu w obwodzie I . Wykreślamy krzywe rezonansowe $U_L(C)$, $U_C(C)$ oraz $I(C)$ dla trzech różnych dobroci obwodu (różnej wartości oporu omowego R w obwodzie). Na podstawie tych pomiarów wyznaczamy indukcyjność obwodu L oraz dobroć Q posługując się zależnościami:

$$L = \frac{U_{Lrez}}{\omega \cdot I_{rez}}, \quad Q = \frac{U_{Lrez}}{U} = \frac{U_{Crez}}{U} = \frac{1}{R_w} \cdot \sqrt{\frac{L}{C_{rez}}}$$

U_{Lrez} , U_{Crez} , I_{rez} - to wartości skuteczne zmierzone w rezonansie,
 R_w to łączny opór omowy obwodu (suma oporów cewki, przewodów, amperomierza i zewnętrznego opornika)

IV. Zestaw przyrządów

Cewka indukcyjna, kondensator dekadowy, źródło prądu zmiennego, woltomierz prądu zmiennego, miliamperomierz prądu zmiennego, opory R_1 i R_2

V. Czynności pomiarowe

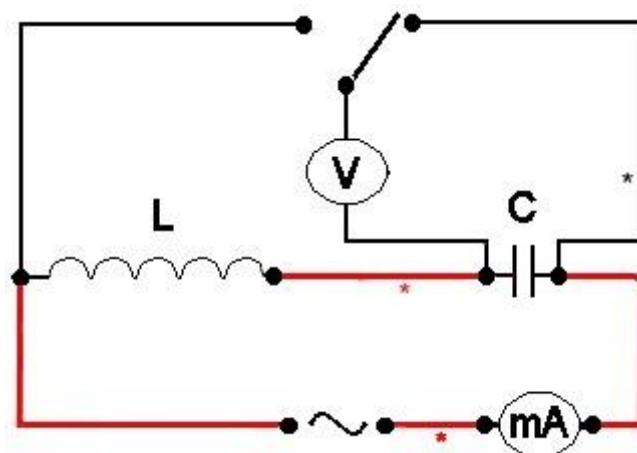
V. Czynności pomiarowe

Ustawić dekadę pojemnościową na zero i połączyć układ według schematu (opór zewn. $R_z=0$)

Najpierw czerwonymi przewodami połącz obwód RLC wraz z amperomierzem.

(rolę R spełnia tu opór omowy przewodów, cewki i amperomierza)

Następnie czarnymi przewodami dołącz elementy dodatkowe (woltomierz i przełącznik).

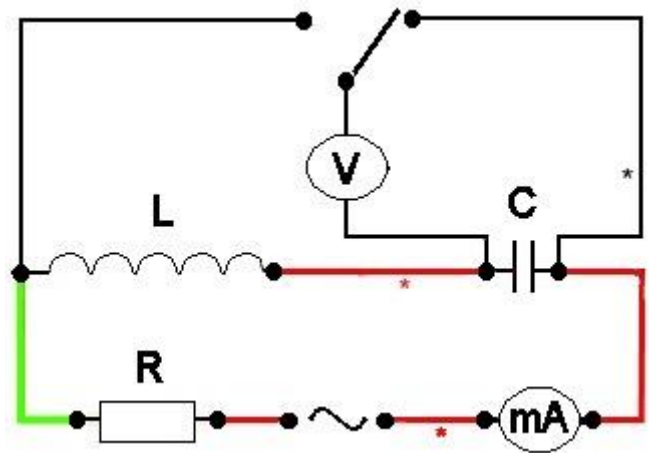


- Po sprawdzeniu układu przez prowadzącego zajęcia włączyć układ i ustawić na dekadzie pojemnościowej 400nF.
- Zmieniać pojemność dekady co 20nF w zakresie od 400nF do 800nF zapisując wartości napięcia na cewce U_L i na kondensatorze U_C (przełączając woltomierz) oraz natężenie prądu w obwodzie.
- Dodatkowo w trakcie pomiarów ustalić dokładnie wartość pojemności C_{rez} , przy której występuje rezonans (maksymalne natężenie I_{rez} i napięcia U_{Lrez} i U_{Crez}) i wpisać tę wartość jako kolejny z wierszy tabeli.
- Takie same pomiary jak w punkcie 3 powtórzyć dla obwodów z włączonymi zewnętrznymi opornikami R_1 lub R_2 jak na schemacie poniżej.

(Uwaga! Przed połączeniem tego obwodu znów ustawić dekadę pojemnościową na zero!)

Czerwony przewód idący od zasilacza odłączyć od cewki i dołączyć do opornika.

Drugi koniec opornika połączyć z cewką za pomocą zielonego przewodu.



Dodatkowe dane dotyczące układu pomiarowego:

Opornik R to kolejno:

$R_1 = 226 \Omega$,

$R_2 = 603 \Omega$

Napięcie zasilające: $U = (15,20 \pm 0,05)V$

Częstotliwość prądu: $f = (50 \pm 1)Hz$

5. Wyniki pomiarów zebrać w tabeli:

C[nF]	U _L [V]			U _C [V]			I[mA]		
	R _z =0	R _z =R ₁	R _z =R ₂	R _z =0	R _z =R ₁	R _z =R ₂	R _z =0	R _z =R ₁	R _z =R ₂
400									
420									
440									
460									
480									
500									
520									
540									
560									
580									
600									
620									
640									
660									
680									
700									
720									
740									
760									
780									
800									
820									

Niepewności maksymalne wielkości mierzonych (zależne od stosowanych mierników): $\Delta U_L = \Delta U_C = \dots$ $\Delta I = \dots$ $\Delta C = \dots$

6. Przedstawić graficznie zależności $U_L(C)$, $U_C(C)$ i $I(C)$ - na każdym z tych wykresów po trzy krzywe, odpowiadające różnym dobrociom obwodu (różnym opornościom w obwodzie) tak, jak to wyróżniono w tabeli.

7. Obliczyć indukcyjność L i jej niepewność:

$$L = \frac{U_{Lrez}}{\omega \cdot I_{rez}} \qquad u(L) = L \cdot \sqrt{\frac{u^2(U_{Lrez})}{U_{Lrez}^2} + \frac{u^2(\omega)}{\omega^2} + \frac{u^2(I_{rez})}{I_{rez}^2}}$$

8. Obliczyć dobroci obwodów Q_1 , Q_2 , Q_3 i ich niepewności $u(Q_1)$, $u(Q_2)$, $u(Q_3)$ dla trzech oporności obwodu :

$$Q = \frac{U_{Lrez}}{U} \quad \text{lub} \quad Q = \frac{U_{Crez}}{U} \qquad u(Q) = Q \cdot \sqrt{\left[\frac{u(U_L)}{U_L}\right]^2 + \left[\frac{u(U)}{U}\right]^2}$$

Niepewności standardowe wyznaczamy jako $u(x) = \frac{\Delta x}{\sqrt{3}}$,

(x oznacza tu odpowiednio U , U_L , U_C , I).

9. Wyniki zapisać w postaci: $L = L(u(L))$, $Q = Q(u(Q))$

[Np. zapis $x=71(5)cm$ oznacza, że $x = 71 cm$, a $u(x) = 5 cm$]