

## 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)

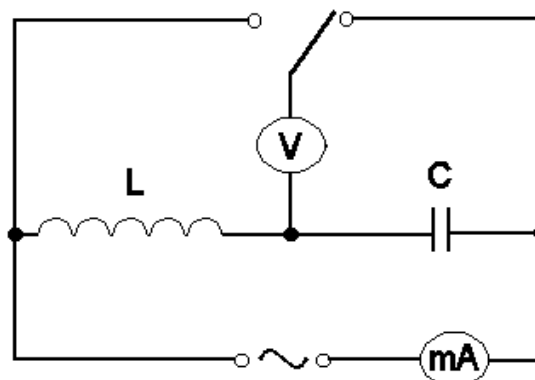
### IV. Zestaw przyrządów

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

### V. Czynności pomiarowe

1. Połączyć układ według schematu (opór zewn.  $R_z=0$ )

**Uwaga!** Aby nie spalić obwodu, **włączać i wyłączać** zasilacz wolno tylko wtedy, gdy pojemność na dekadzie jest **ustawiona na zero!** (daleko od rezonansu)



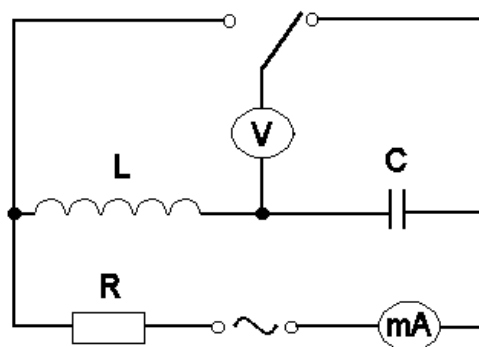
- Po sprawdzeniu układu przez prowadzącego zajęcia włączyć układ i ustawić na dekadzie pojemnościowej 400nF.
- Zmieniać pojemność dekady co 20nF w zakresie od 400nF do 800nF zapisując wartości napięcia na cewce  $U_L$  i na kondensatorze  $U_C$  (przełączając woltomierz) oraz natężenie prądu w obwodzie. 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!**

Opornik R to kolejno:

$R_1 = 226 \Omega$  oraz

$R_2 = 603 \Omega$



- 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:

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

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 :

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

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

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

-----

Dodatkowe dane dotyczące układu pomiarowego:

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

Częstotliwość prądu:  $f=(50\pm 1)Hz$

---

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

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