



**ĆWICZENIE  
54**

**BADANIE ZJAWISKA REZONANSU  
ELEKTROMAGNETYCZNEGO**

**Instrukcja wykonawcza**

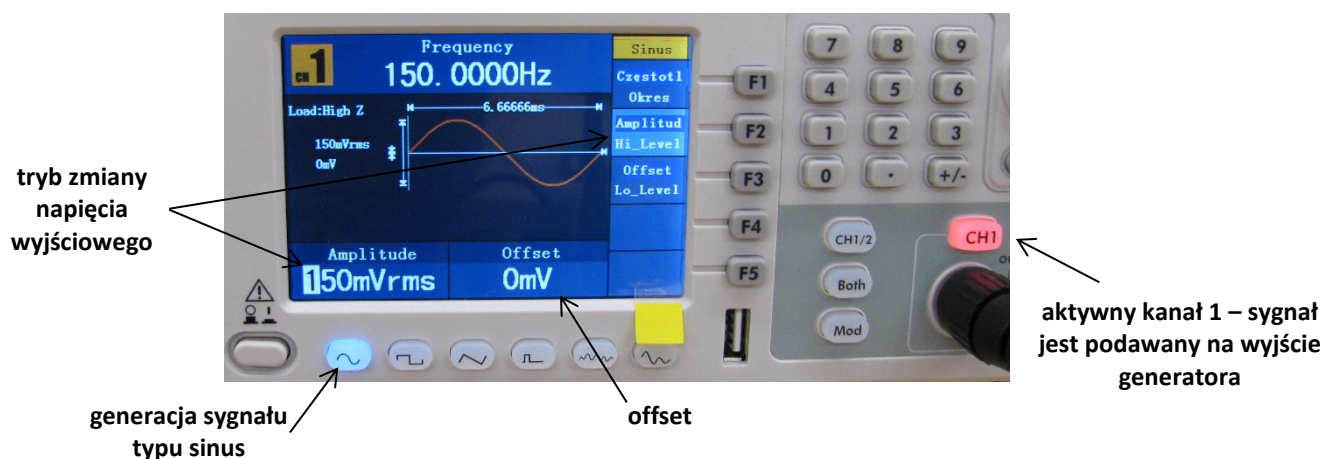
**1. Wykaz przyrządów**

- Szeregowy obwód rezonansowy RLC
- Generator mocy OWON AG 1022F
- Multimetr cyfrowy – miernik napięcia przemiennego
- Multimetr cyfrowy – miernik natężenia prądu przemiennego

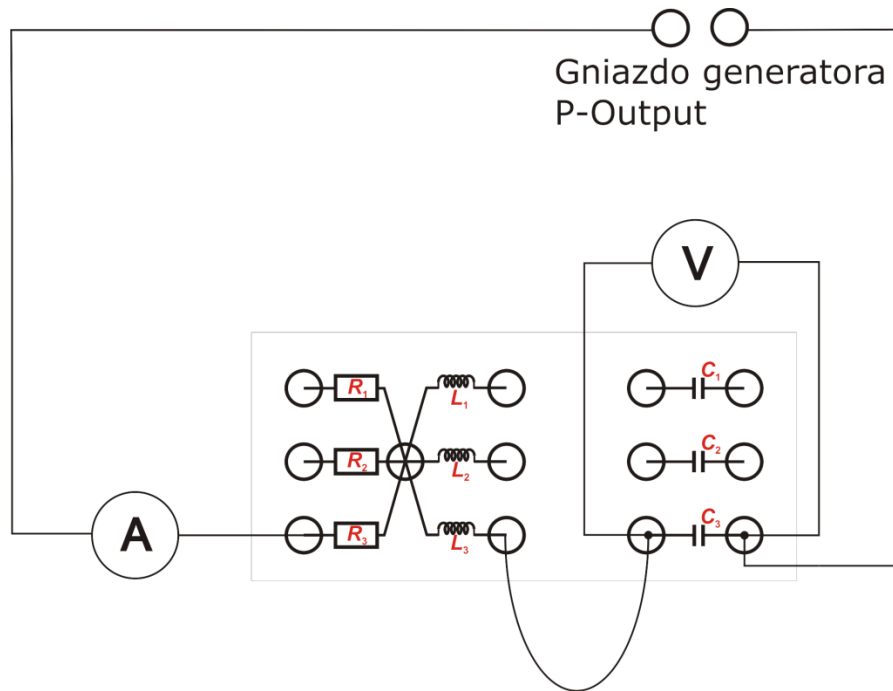
**2. Cele ćwiczenia**

- Wykreślenie charakterystyk prąd-częstotliwość szeregowych obwodów RLC
- Wyznaczenie częstości rezonansowych badanych układów
- Wyznaczenie współczynników dobroci badanych obwodów
- Wyznaczenie pojemności wykorzystywanych kondensatorów

**3. Schemat układu pomiarowego**



**Rys. 1.** Wybrane elementy panelu przedniego generatora OWON AG 1022F.



**Rys. 2.** Schemat układu do pomiaru charakterystyki prąd-częstotliwość szeregowego obwodu RLC.

#### 4. Przebieg pomiarów

- Wybrać zestaw  $R_x L_x C_x$  zgodnie z sugestiami prowadzącego.
- Dla wybranego zestawu połączyć układ zgodnie ze schematem na rys. 2.
- Upewnić się, że kanał 1 (CH1) generatora (gniazdo ⑬) – patrz instrukcja generatora) połączony jest z gniazdem ⑩ P-Input z tyłu generatora. Sygnał wyjściowy (sinusoidalny) otrzymujemy z gniazda ⑨ P-Output umiejscowionego z tyłu generatora.
- Włączyć generator przyciskiem ⑲. Upewnić się, że generator ustawiony jest w trybie generacji sygnału typu sinus (podświetlony jest lewy skrajny przycisk ⑱, wyświetlacz pokazuje przebieg typu sinus). Upewnić się, że wartość Offset na generatorze wynosi 0 mV. Jeśli tak nie jest, przyciśnięcie F3 umożliwia zmianę wartości Offset.
- Ustawić napięcie generatora na wartość z zakresu **0,2-0,4 V**, co odpowiada napięciu wyjściowemu  $U_0$  w układzie RLC w zakresie 2-4 V (**10-krotnie wzmacnionemu w porównaniu z wartością napięcia pokazywanego na wyświetlaczu**). Aby przejść w tryb ustawiania wartości napięcia należy wcisnąć F2 (Amplituda). Odpowiednie pole na wyświetlaczu zostanie podświetlone, jedna z cyfr określających wartość napięcia powinna migać. Żądaną wartość napięcia można ustawić korzystając z klawiatury numerycznej (potwierdzając przyciskiem F2) lub pokrętła ④ i przycisków kierunkowych ⑤.
- Włączyć mierniki i ustawić odpowiednie zakresy. Pamiętać o wybraniu ustawień dla prądu przemiennego.
- Wyznaczyć wstępnie częstotliwość rezonansową dla wybranego zestawu, zaplanować pomiary właściwe tak, żeby poprawnie odtworzyć kształt całej krzywej rezonansowej. Zagęścić punkty pomiarowe w pobliżu rezonansu.  
Ustawienie częstotliwości jest analogiczne do ustawienia napięcia, wybierane przyciskiem F1. Uwaga – przyciskiem F1 przełączamy także pomiędzy częstotliwością (Hz lub kHz), a okresem ( $\mu$ s lub ms).

**Uwaga! Nie przekraczać natężenia prądu  $I=100$  mA dla cewek  $L_1$  i  $L_2$  oraz  $I=50$  mA dla cewki  $L_3$ .**

- h) Przeprowadzić pomiary prądu  $I$  płynącego w obwodzie RLC w funkcji częstotliwości  $f$  dla stałej wartości napięcia  $U$  zgodnie z planem.
- i) Odczytać wartość napięcia  $U_c$  na kondensatorze dla częstotliwości rezonansowej.
- j) Pomiary powtórzyć dla innych zestawów  $R \times L \times C$  wskazanych przez prowadzącego.

### 5. Opracowanie wyników

- a) Sporządzić wykres charakterystyki  $I = I(f)$ .
- b) Wyznaczyć częstotliwość rezonansową  $f_r$  i zaznaczyć ją na wykresie.
- c) Na wykresie nanieść dla wybranych punktów pomiarowych pola niepewności, określone na podstawie dokładności wykorzystywanych urządzeń pomiarowych.
- d) Wyznaczyć pojemność kondensatora  $C$  korzystając ze wzoru

$$C = \frac{1}{(2\pi f_r)^2 L} \quad (1)$$

- e) Obliczyć niepewność złożoną wartości  $C$  korzystając ze wzoru (2), wykazać zgodność wymiarów obu stron równania

$$u_c(C) = \frac{1}{2\pi^2} \sqrt{\left[\frac{u(L)}{2f_r^2 L^2}\right]^2 + \left[\frac{u(f_r)}{f_r^3 L}\right]^2} \quad (2)$$

- f) Obliczyć współczynnik dobroci obwodu wykorzystując zależność

$$Q = \frac{U_c}{U_0} \quad (3)$$

- g) Obliczyć niepewność złożoną wartości  $Q$  korzystając ze wzoru

$$u_c(Q) = \sqrt{\left[\frac{u(U_c)}{U_0}\right]^2 + \left[\frac{U_c}{U_0^2} u(U_0)\right]^2} \quad (4)$$

- h) Oszacować wartość dobroci  $Q$  na podstawie wykresu  $I = I(f)$ , korzystając z zależności

$$Q = \frac{f_r}{\Delta f} \quad (5)$$

gdzie  $\Delta f$  zdefiniowana jest analogicznie do  $\Delta\omega$ . Porównać ją z wartością wyznaczoną w punkcie f. Oszacować niepewność tak wyznaczonej dobroci.

- i) Powtórzyć wyżej wymienione czynności dla wszystkich zmierzonych układów RLC.

### 6. Proponowana tabela (do zatwierdzenia u prowadzącego)

Tabela 1. Wyniki pomiarów charakterystyki prąd-częstotliwość szeregowego obwodu RLC.

lp.	$f$ [Hz]	$u(f)$ [Hz]	$I \times 10^{-3}$ [A]	$u(I) \times 10^{-3}$ [A]	$U_c$ [V]	$u(U_c)$ [V]	$C \times 10^{-6}$ [F]	$u_c(C) \times 10^{-6}$ [F]
1								
2								
3								

#### Indukcyjności wykorzystywanych cewek:

$L_1$  – 10 mH

$L_2$  – 20 mH

$L_3$  – 33 mH

Niepewność względna – 10% dla wszystkich cewek