



**ĆWICZENIE  
53**

**PRAWO OHMA DLA PRĄDU PRZEMIENNEGO**

**Instrukcja wykonawcza**

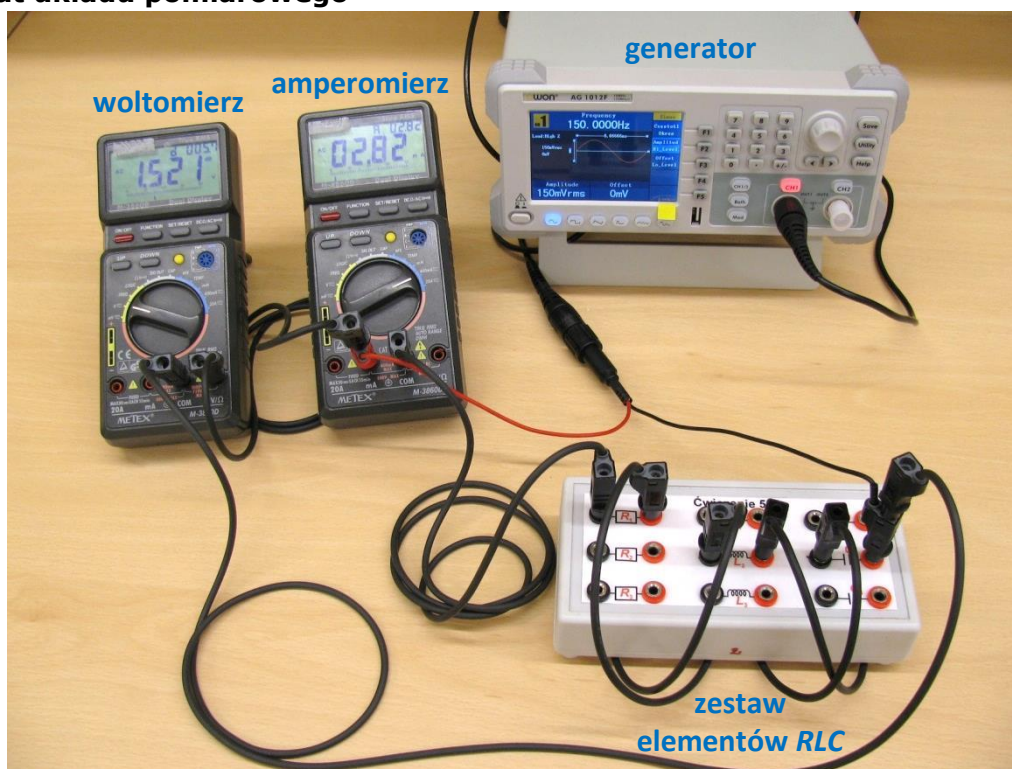
**1 Wykaz przyrządów**

- Generator AG 1022F.
- Woltomierz napięcia przemiennego.
- Miliamperomierz prądu przemiennego.
- Zestaw składający się z oporników, cewek indukcyjnych i kondensatorów.

**2 Cel ćwiczenia**

Wyznaczenie wartości indukcyjności cewki i pojemności kondensatora przy zastosowaniu prawa Ohma dla prądu przemiennego; sprawdzenie prawa Ohma dla prądu przemiennego dla szeregowego układu złożonego z opornika, cewki indukcyjnej i kondensatora.

**3 Schemat układu pomiarowego**

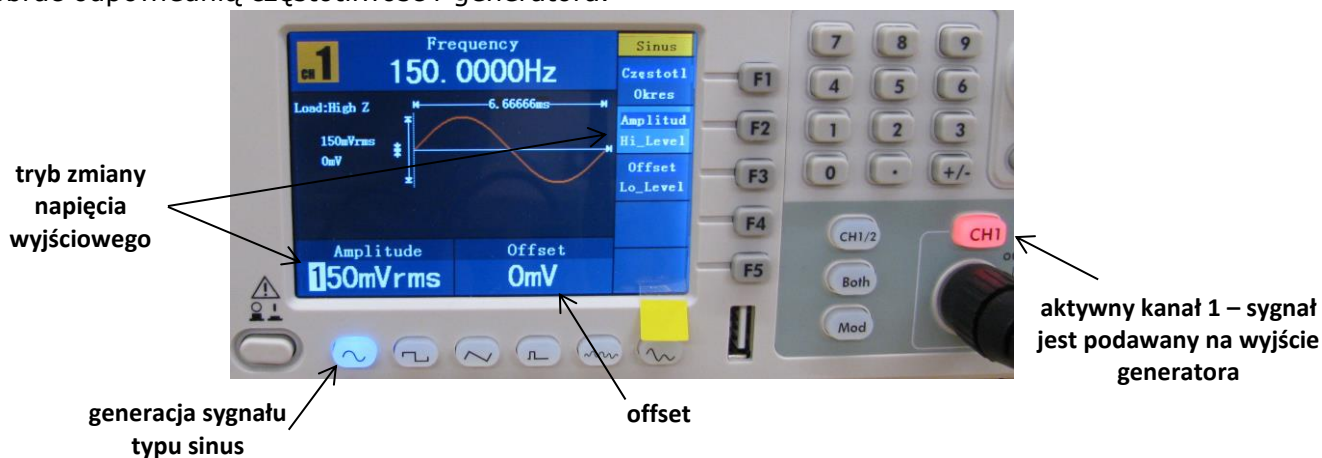


**Rys. 1** Układ do sprawdzania prawa Ohma dla szeregowego obwodu RLC prądu przemiennego.

**4 Przebieg pomiarów**

Upewnić się, że kanał 1 (CH1) generatora (gniazdo ⑬) połączony jest z gniazdem ⑩ P-Input z tyłu generatora. Sygnał wyjściowy (sinusoidalny) otrzymujemy z gniazda ⑨ P-Output umiejscowionego z tyłu generatora. **Uwaga. Jest to sygnał 10 krotnie wzmacniony w**

porównaniu wartością napięcia pokazywanego na wyświetlaczu. Połączyć układ zgodnie z Rys. 1. Wraz z prowadzącym wybrać elementy  $R$ ,  $L$  i  $C$ . Korzystając z informacji zawartych w pkt. 6 dobrać odpowiednią częstotliwość  $f$  generatora.



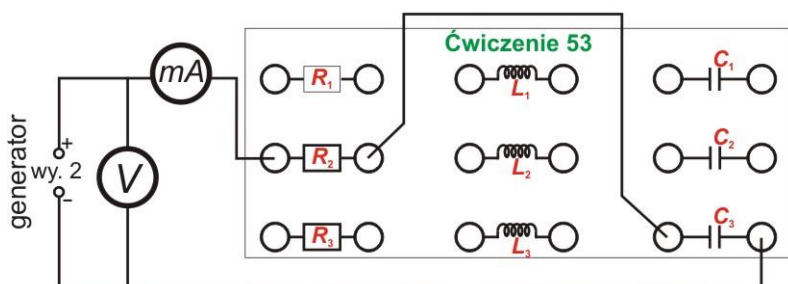
#### 4.1 Wyznaczanie pojemności kondensatora

Do układu z Rys. 1 włączamy tylko wybrany opornik  $R$ , którego opór jest znany i kondensator  $C$ , którego pojemność trzeba wyznaczyć – Rys. 2. Włączamy generator przyciskiem (19). Ustawianie częstotliwości: Upewnić się, że generator ustawiony jest w trybie generacji sygnału typu sinus (podświetlony jest lewy skrajny przycisk (18), wyświetlacz pokazuje przebieg typu sinus). Po włączeniu generatora powinna automatycznie zostać uaktywniona funkcja regulacji częstotliwości – pole na wyświetlaczu w pobliżu przycisku F1 powinno być podświetlone, jedna z cyfr określających wartość częstotliwości powinna „mrużyć”. Jeśli tak nie jest naciskamy przycisk F1 aby uzyskać powyższe. Uwaga – przyciskiem F1 przełączamy także pomiędzy częstotliwością (Hz lub kHz) a okresem ( $\mu s$  lub ms). Żądaną wartość częstotliwości (dopasowaną do wybranej pojemności  $C$  – patrz pkt. 6 instrukcji) ustawiamy korzystając z klawiatury numerycznej (np. aby ustawić 100 Hz wpisujemy na klawiaturze 100 i przyciskamy F3 oznaczający Hz) lub pokrętła i przycisków kierunkowych (5).

Ustawianie napięcia: Aby przejść w tryb ustawiania wartości napięcia przyciskamy F2 (Amplituda). Zasada ustawiania jest podobna jak dla częstotliwości. Wstępnie ustawmy np. 100 mVrms (odpowiada to wartości skutecznej napięcia 1 V) – przyciskając 100 na klawiaturze numerycznej i F3 (mVrms). Na wyświetlaczu powinniśmy zaobserwować 100 Vrms.

Włączamy woltomierz i amperomierz pamiętając aby mierniki ustawić w trybie pomiaru napięcia i prądu zmiennego (AC). Upewniamy się, że wartość Offset na generatorze wynosi 0 Vrms. Jeśli tak nie jest, to po przyciśnięciu F3 przechodzimy w tryb zmiany wartości Offset. Pamiętajmy, aby wrócić do trybu zmiany częstotliwości F1 lub napięcia F2. Przyciskamy (12) (włączamy wyjście generatora) - na woltomierzu podłączonym w obwodzie powinniśmy zmierzyć napięcie ok 1 V.

Dla ustalonej częstotliwości  $f$  dokonujemy pomiaru prądu  $I_{sk}$  w zależności od napięcia  $U_{sk}$  dla wcześniej określonego przedziału napięć, np. od 1 do 10V co 1 V (Uwaga. Na wyświetlaczu generatora będzie to zakres od 100 mVrms do 1 Vrms co 100 mVrms). Pamiętajmy, że skuteczne wartości prądu i napięcia (do protokołu) odczytywane są na włączonych w układ multimetrach. Określamy niepewności  $u(f)$ ,  $u(I_{sk})$  oraz  $u(U_{sk})$ .



**Rys. 2** Schemat układu RC. Przykładowo podłączono opornik  $R_2$  i kondensator  $C_3$ .



## 5.2 Wyznaczanie indukcyjności cewki

- Podobnie jak w punkcie poprzednim narysować wykres  $U_{sk}(I_{sk})$  i przeprowadzić regresję liniową. Otrzymana wartość odpowiada zawadzie szeregowego układu  $RL$  – oznaczamy ją  $Z_L$ . Analogicznie jak poprzednio określamy niepewność  $Z_L$ .
- Uzupełnić wykres o linię odpowiadającą wyznaczonej zależności  $U_{sk}=Z_L I_{sk}$ .

c. Z zależności 
$$L = \frac{\sqrt{Z_L^2 - (R+R_L)^2}}{2\pi f} \quad (2)$$

gdzie  $R_L$  jest oporem cewki indukcyjnej, wyznaczyć indukcyjność  $L$  oraz jej niepewność  $u_c(L)$ .

## 5.3 Sprawdzenie słuszności prawa Ohma dla prądu przemiennego

- Podobnie jak w punktach poprzednich narysować wykres  $U_{sk}(I_{sk})$  i przeprowadzić regresję liniową. Otrzymana wartość odpowiada zawadzie szeregowego układu  $RLC$  – oznaczamy ją  $Z_1$ . Analogicznie jak poprzednio określamy niepewność  $Z_1$ .
- Uzupełnić wykres o linię odpowiadającą wyznaczonej zależności  $U_{sk}=Z I_{sk}$ .
- Z zależności

$$Z_2 = \sqrt{(R + R_L)^2 + \left(2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC}\right)^2} \quad (3)$$

gdzie  $L$  i  $C$  są wyznaczonymi wcześniej indukcyjnością cewki i pojemnością kondensatora, wyznaczyć zawadę  $Z_2$  oraz jej niepewność  $u_c(Z_2)$ . Porównać wielkości  $Z_1$  i  $Z_2$ . Skomentować prawdziwość prawa Ohma dla prądu przemiennego.

## 6 Informacje dodatkowe

Oporności oporników

$$R_1 = (157 \pm 3) \Omega, R_2 = (220 \pm 5) \Omega, R_3 = (321 \pm 10) \Omega$$

Oporności cewek indukcyjnych

$$R_{L1} = (0,35 \pm 0,05) \Omega, R_{L2} = (0,60 \pm 0,05) \Omega, R_{L3} = (1,3 \pm 0,1) \Omega$$

Przedziały częstotliwości pomiarowej dla różnych pojemności  $C$

dla  $C_1$  – od 200 Hz do 400 Hz

dla  $C_2$  – od 100 Hz do 400 Hz

dla  $C_3$  – od 50 Hz do 200 Hz

## 7 Proponowane tabele (do zatwierdzenia u prowadzącego)

Częstotliwość:  $f =$

Wybrany opornik:  $R_i =$

Wybrany kondensator:  $C_i =$

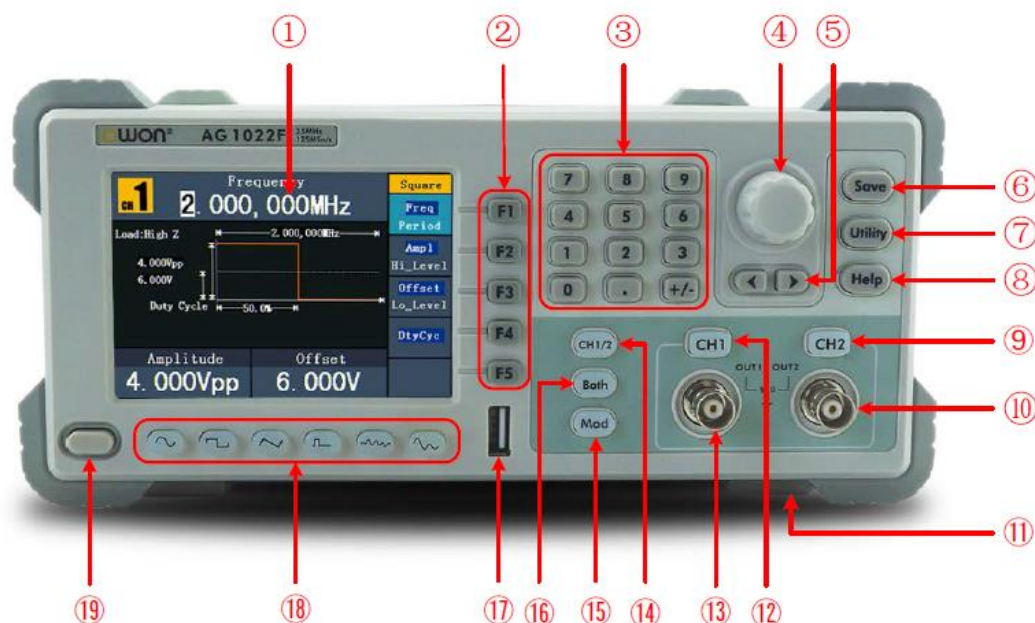
Wybrana cewka:  $L_i =$

$R_{Li} =$

$U_{sk}$ [V]	$u(U_{sk})$ [V]	$I_{sk}$ [A]	$u(I_{sk})$ [A]
...	...	...	...
$Z_i$ [ $\Omega$ ]			
$u_c(Z_i)$ [ $\Omega$ ]			

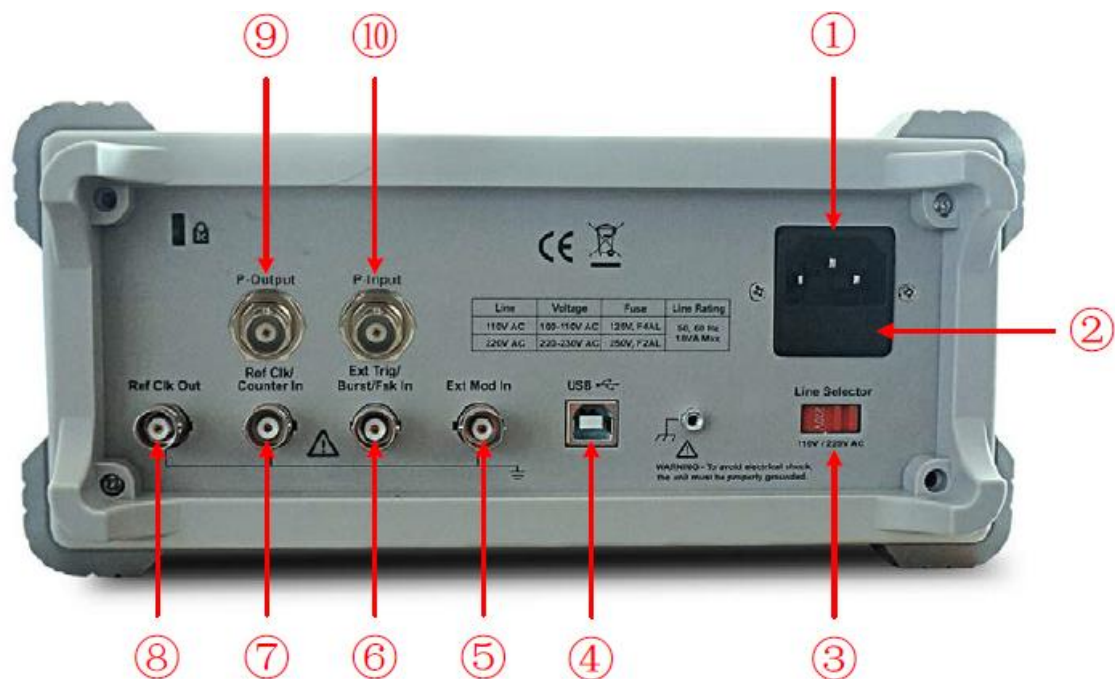
- jako  $Z_i$  może być  $Z_C$ ,  $Z_L$  lub  $Z_1$ .

## Generator OWON AG 1022F



Panel przedni generatora

- ① Wyświetlacz LCD
- ② Przyciski menu F1 – F5 – wybór opcji wyświetlonych na wyświetlaczu
- ③ **Klawiatura numeryczna** – po wpisaniu żądanej wartości akceptacja następuje poprzez naciśnięcie któregoś z przycisków F1 – F5 określających jednostkę ustawionej wartości np. ( $V_{rms}$  lub  $mV_{rms}$ )
- ④ **Pokrętko** – pozwala na zmianę wartości np. częstotliwości lub napięcia
- ⑤ **Przyciski kierunkowe** zmieniają pozycję (na wyświetlaczu) w ramach zmienianej wartości, na której przy pomocy pokrętki (④) zmieniamy ustawienie
- ⑥ Przycisk Save – zapamiętywanie danych
- ⑦ Przycisk Utility – zmiana podstawowych parametrów urządzenia
- ⑧ Przycisk Help – wbudowana pomoc
- ⑨ Przycisk kontrolny **kanalu 2** – aby uaktywnić kanał należy przycisnąć przycisk (powinien być podświetlony)
- ⑩ Gniazdo wyjściowe **kanalu 2**
- ⑪ Stopka
- ⑫ Przycisk kontrolny **kanalu 1** – aby uaktywnić kanał należy przycisnąć przycisk (powinien być podświetlony)
- ⑬ Gniazdo wyjściowe **kanalu 1**
- ⑭ Przycisk przełączający wyświetlane dane pomiędzy kanałami 1 i 2
- ⑮ Przycisk Mod – zmieniający własności generowanego sygnału (np. Sweep, Burst)
- ⑯ Przycisk Both – wyświetla edytowalne parametry obydwu kanałów naraz
- ⑰ Port USB port
- ⑱ Wybór typu przebiegu (np. sinus)
- ⑲ **Przycisk zasilania**



Panel tylny generatora

- ① Gniazdo zasilania
- ② Bezpiecznik
- ③ Przełącznik napięcia zasilania (nie zmieniać!)
- ④ Gniazdo USB (typu B)
- ⑤ - ⑧ Gniazda kontroli częstotliwości
- ⑨ Gniazdo **P-Output** – wyjścia mocy
- ⑩ Gniazdo **P-Input** – sygnału dla wzmacniacza mocy