



**ĆWICZENIE  
53**

**PRAWO OHMA DLA PRĄDU PRZEMIENNEGO**

**Instrukcja wykonawcza**

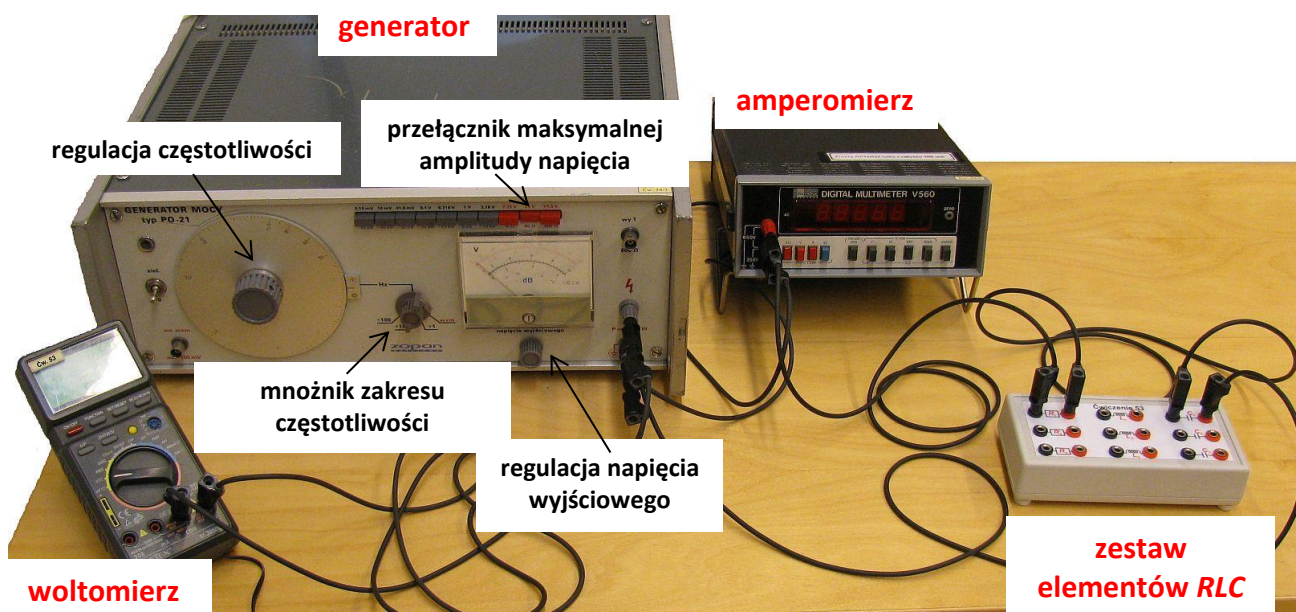
**1 Wykaz przyrządów**

- Generator napięcia sinusoidalnego PO 21.
- 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.

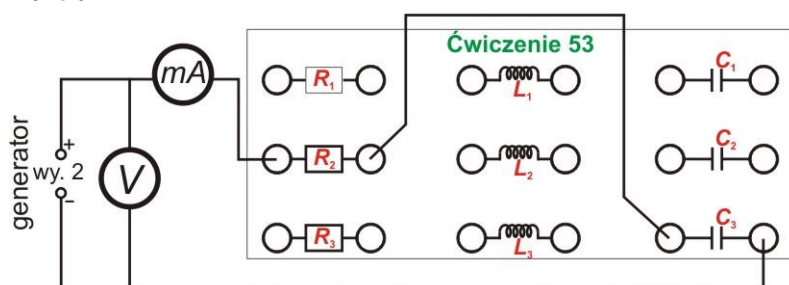
**4 Przebieg pomiarów**

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. Upewniamy się, że pokrętko regulacji amplitudy napięcia ustawione jest na wartość 0V – znajduje się w lewym skrajnym położeniu. Ustalamy

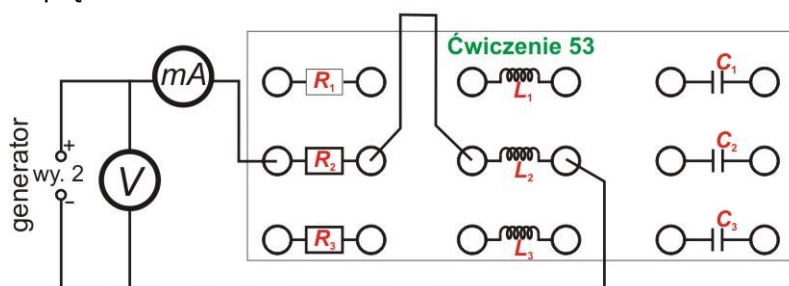
maksymalną wartość napięcia na generatorze wciskając przełącznik (czerwony) opisany wartością 25V. Włączamy generator i odczekujemy 2-3 min. aż się nagrzej. Na generatorze ustalamy żadaną częstotliwość  $f$  – dopasowaną do wybranej pojemności  $C$  (patrz pkt. 6 instrukcji). Amplitudę napięcia podawanego przez generator mierzymy woltomierzem  $V$ . Amplitudę prądu w układzie wyznaczana jest przez miliamperomierz  $mA$ . Należy sprawdzić, czy urządzenia działają w trybie prądu przemiennego. Dla ustalonej częstotliwości  $f$  dokonujemy pomiaru prądu  $I_{sk}$  w zależności od napięcia podawanego przez generator  $U_{sk}$  dla wcześniej określonego przedziału napięć, np. od 0 do 20V co 2V. Określamy niepewności  $u(f)$ ,  $u(I_{sk})$  oraz  $u(U_{sk})$ .



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

## 4.2 Wyznaczanie indukcyjności cewki

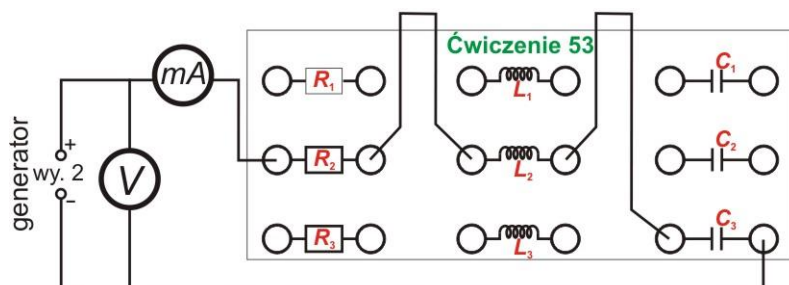
Schemat układu do wyznaczania indukcyjności cewki przedstawia Rys. 3 – układ  $RL$ . W układzie znana jest wartość obciążenia  $R$  (taka sama jak w poprzednim punkcie) oraz opór wewnętrzny cewki  $R_L$ . Dla tej samej co poprzednio częstotliwości  $f$  dokonujemy pomiaru prądu  $I_{sk}$  w zależności od napięcia podawanego przez generator  $U_{sk}$  dla wcześniej określonego przedziału napięć.



**Rys. 3** Schemat układu  $RL$ .  
Przykładowo podłączono opornik  $R_2$  i cewkę  $L_2$ .

## 4.3 Sprawdzenie słuszności prawa Ohma dla prądu przemiennego

Schemat układu do wyznaczenia zawady obwodu szeregowego  $RLC$  przedstawia Rys. 4. Ponownie dla ustalonej częstotliwości  $f$  dokonujemy pomiaru prądu  $I_{sk}$  w zależności od napięcia podawanego przez generator  $U_{sk}$  dla wcześniej określonego przedziału napięć.



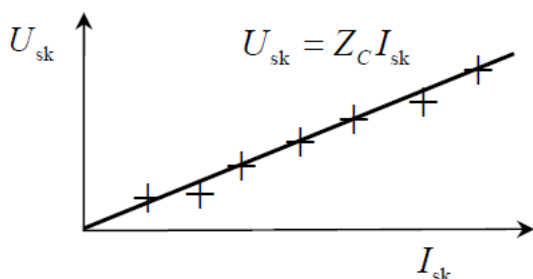
**Rys. 4** Schemat układu  $RLC$ .  
Przykładowo podłączono opornik  $R_2$ , cewkę  $L_2$  i kondensator  $C_3$ .

## 5 Opracowanie wyników

### 5.1 Wyznaczanie pojemności kondensatora

- Zmierzone wartości  $U_{sk}$  i  $I_{sk}$  nanieść na wykres punktowy, lecz dla wygody późniejszych obliczeń narysować wykres  $U_{sk}(I_{sk})$  – patrz Rys. 5. Dla poprawności dalszych obliczeń

napięcie na wykresie powinno być w V (woltach) natomiast natężenie prądu w A (amperach).



**Rys. 5** Przykład zależności napięcia skutecznego od natężenia skutecznego prądu.

- Metodą regresji liniowej określić współczynnik kierunkowy zależności  $U_{sk}(I_{sk})$  – jest to zawada szeregowego układu  $RC$ , którą oznaczamy  $Z_C$ . Za niepewność  $Z_C$  przyjmujemy niepewność współczynnika kierunkowego otrzymanego z regresji.
- Uzupełnić wykres o linię odpowiadającą wyznaczonej zależności  $U_{sk} = Z_C I_{sk}$ .
- Z zależności

$$C = \frac{1}{2\pi f \sqrt{Z_C^2 - R^2}} \quad (1)$$

gdzie  $f$  jest ustaloną na generatorze częstotliwością a  $R$  oporem wybranego opornika, wyznaczyć pojemność  $C$  badanego kondensatora oraz jej niepewność złożoną  $u_c(C)$ .

## 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  $U_{sk} = Z_L I_{sk}$ .
- 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

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

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

$$R_1 = (150 \pm 3) \, \Omega, R_2 = (215 \pm 5) \, \Omega, R_3 = (315 \pm 10) \, \Omega$$

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 900 Hz

dla  $C_2$  – od 50 Hz do 400 Hz

dla  $C_3$  – od 50 Hz do 350 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  $Z_1$ .