

KATEDRA FIZYKI

***WYDZIAŁ INŻYNIERII PRODUKCJI
I TECHNOLOGII MATERIAŁÓW
POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA***



***PRACOWNIA
ELEKTRONICZNA***



ĆWICZENIE NR EL-2

REZONANS W OBWODZIE PRĄDU

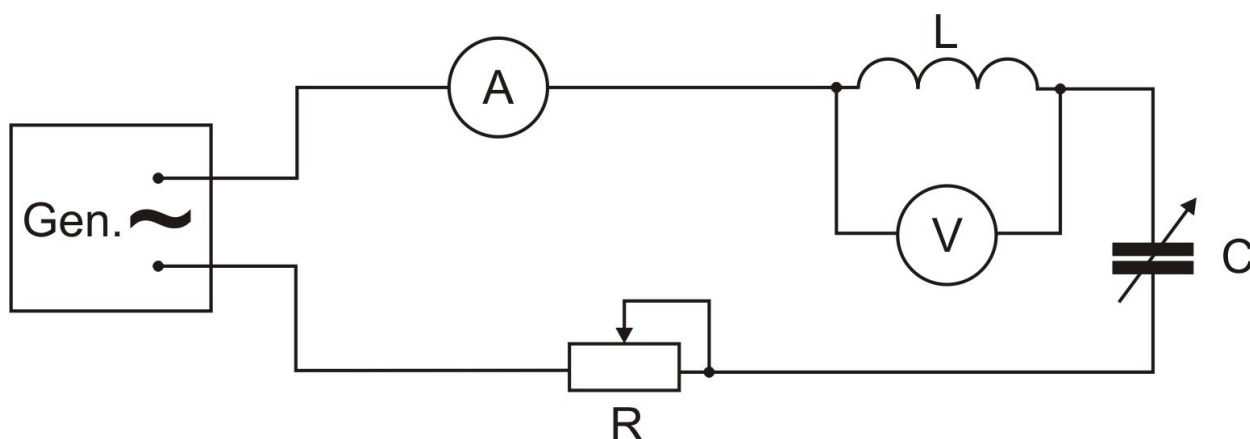
PRZEMIENNEGO

I. Zagadnienia

1. Prąd przemienny.
2. Drgania elektryczne w obwodzie RLC.
3. Rezonans układu szeregowego RLC (rezonans napięć).
4. Rezonans obwodu równoległego RLC (rezonans prądów).
5. Pojęcie dobroci obwodu Q.

II. Wyznaczenie przebiegu krzywych rezonansowych w obwodzie szeregowym RLC

1. Połączyć obwód według schematu.



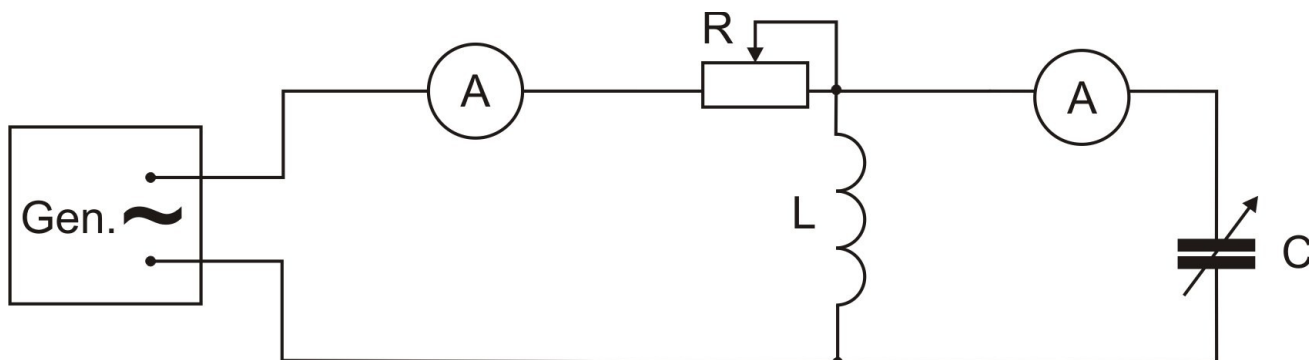
2. Na płycie czołowej generatora G305 wcisnąć przyciski „CW”, „~”. Pozostałe przyciski pozostawić wyciśnięte. Przełącznik ATT (dB) ustawić w położenie „0”, a wewnętrzne pokrętko tego przełącznika ustawić maksymalnie w prawo. Skokowy przełącznik zakresu częstotliwości „FREQ RANGE” ustawić w pozycję x100. Potencjometrem płynnej regulacji częstotliwości wybrać żadaną częstotliwość.
3. Ustawić opór dekadowy $R=20\ \Omega$, pojemność $C=5,63\ \mu\text{F}$, indukcyjność $L=0,05\ \text{H}$.
4. Ustawić zakresy mierników: amperomierz 200 mA prądu przemiennego, woltomierz 20 V prądu przemiennego.
5. Zmieniając częstotliwość generatora w zakresie od 80 Hz do 300 Hz, co 20 Hz i od 300 Hz do 1000 Hz, co 50 Hz odczytać wskazania mierników i zanotować je w tabeli 1.
6. Pomiary powtórzyć dla wartości $L=0,1\ \text{H}$ i $C=2,81\ \mu\text{F}$ oraz $L=0,2\ \text{H}$ i $C=1,41\ \mu\text{F}$.

Tabela 1.

f [Hz]	L=0,05 H C=5,63 μF		L=0,1 H C=2,81 μF		L=0,2 H C=1,41 μF	
	U_L [V]	I [mA]	U_L [V]	I [mA]	U_L [V]	I [mA]
80						
100						
120						
...						
...						
300						
350						
400						
...						
...						
1000						

III. Wyznaczanie krzywych rezonansowych w obwodzie RLC

1. Połączyć obwód według schematu.



2. Ustawić zakresy mierników na 20 mA prądu przemiennego.
3. Ustawić opór dekadowy $R=700 \Omega$.
4. Ustawić pojemność i indukcyjność jak w połączeniu szeregowym.
5. Zmieniając częstotliwość generatora w tym zakresie jak poprzednio odczytać wartości prądów: płynącego w obwodzie i w kondensatorze. Wyniki wpisać do tabeli 2.

Tabela 2.

f [Hz]	L=0,05 H C=5,63 μ F		L=0,1 H C=2,81 μ F		L=0,2 H C=1,41 μ F	
	I [mA]	I _c [mA]	I [mA]	I _c [mA]	I [mA]	I _c [mA]
80						
100						
120						
...						
...						
300						
350						
400						
...						
...						
1000						

IV. Opracowanie wyników

1. Narysować wykresy $U_L=f(f)$ i $I=f(f)$ dla połączenia szeregowego oraz $I=f(f)$ i $I_C=f(f)$ dla połączenia równoległego.
2. Dla wybranej krzywej w obwodzie szeregowym wyznaczyć z wykresu I_r i f_r .
3. Dla krzywych rezonansowych z obwodu szeregowego obliczyć stosunek kolejnych natężeń prądu I do wartości rezonansowej I_r , ($y = \frac{I}{I_r}$) i różnicę ilorazów $x = \frac{f}{f_r} - \frac{f_r}{f}$. Narysować wykres $y=f(x)$.
4. Odczytać wartości x , dla których $y = \frac{1}{\sqrt{2}} \approx 0,707$. Obliczyć dobroć obwodu Q , gdzie $Q = \pm \frac{1}{x}$.

V. Dyskusja błędów

Obliczyć błędy mierników i zaznaczyć je graficznie.

VI. Literatura

1. H. Szydłowski – Pracownia fizyczna
2. H. Hofmokl, A. Zawadzki – Laboratorium fizyczne
3. B. Jaworski, A. Dietlaf – Kurs fizyki, t.II.
4. J. Massalski, A. Massalska – Fizyka dla Inżynierów, cz.II

Wyznaczenie dobroci obwodu rezonansowego

Wartość skuteczna prądu w połączeniu szeregowym wyraża się wzorem:

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}}$$

w rezonansie $I_r = \frac{U}{R}$

wobec tego
$$\frac{I}{I_r} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{R^2} (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}}$$

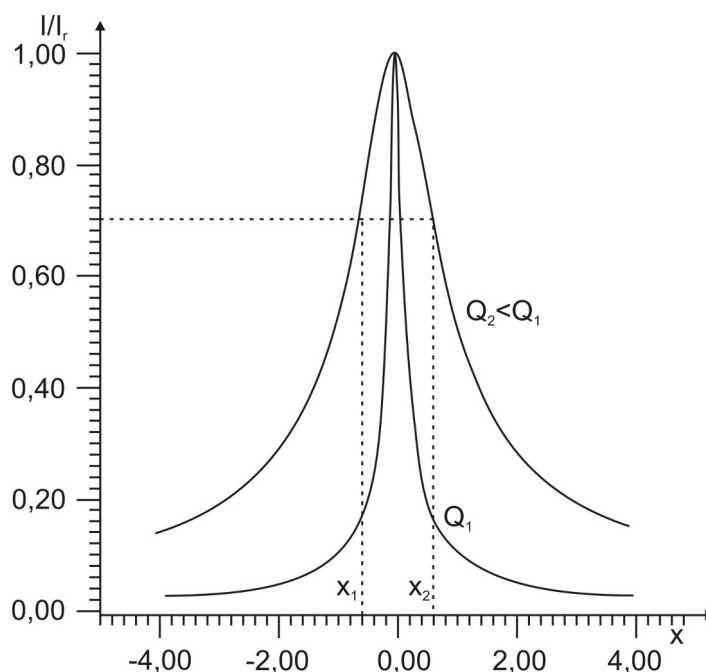
przekształcając wyrażenie $\frac{1}{R}(\omega L - \frac{1}{\omega C})$, znajdujemy

$$\frac{L}{R}(\omega - \frac{1}{\omega LC}) = \frac{L}{R}(\omega - \frac{\omega_r^2}{\omega}) = \frac{\omega_r L}{R}(\frac{\omega}{\omega_r} - \frac{\omega_r}{\omega})$$

Wielkość $Q = \frac{\omega_r L}{R}$ nazywamy współczynnikiem dobroci obwodu rezonansowego. Wielkość Q wzrasta w

miarę zmniejszania się rezystancji cewki. Oznaczmy $\frac{I}{I_r} = y$, $\frac{\omega}{\omega_r} - \frac{\omega_r}{\omega} = x$ wtedy $\frac{I}{I_r} = f(x) = \frac{1}{\sqrt{1 + Q^2 x^2}}$

Poniżej przedstawiona jest funkcja $y=f(x)$



W stanie rezonansu $x=0$, wobec tego wartość skuteczna prądu w obwodzie przybiera wartość maksymalną $I = \frac{U}{R}$. Postać krzywej zależy od współczynnika dobroci Q cewki. Dla dużych wartości Q otrzymuje się krzywą stromą, a dla małych wartości krzywą płaską.

Podstawiając $y^2 = \frac{1}{2} = \frac{1}{1 + Q^2 x^2}$, otrzymujemy $Q = \pm \frac{1}{x}$, gdzie x jest wartością liczbową y , która zmalała $\frac{1}{\sqrt{2}}$ razy.