

E 6.1. Wyznaczanie elementów LC obwodu metodą rezonansu

INSTRUKACJA WYKONANIA ZADANIA

Obowiązujące zagadnienia teoretyczne:

1. Pojemność elektryczna, indukcyjność
2. Kondensator, cewka
3. Wielkości opisujące prąd przemienny
4. Obwody RLC
5. Rezystancja, reaktancja, impedancja
6. Zjawisko rezonansu
7. Rezonans w obwodzie RLC

Literatura:

1. Skrypt PL: *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki. Elektryczność i magnetyzm*, B. Kuśmiderska, Cz. Rybka, T. Rybka, red. E. Śpiewła, Wydawnictwa Uczelniane PL, Lublin 1995.
2. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, *Podstawy fizyki*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003, tom III.
3. A. K. Wróblewski, J. A. Zakrzewski, *Wstęp do fizyki*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1991.

Wartości podawane przez prowadzącego zajęcia:

Wyznaczanie indukcyjności cewki:

Cewka badana L_x	Zakres zmian pojemności wzorcowej C_0 [μF]	Zakres zmian częstotliwości [Hz]
L_1	6-11	100 – 2500
L_2	5-9	100 – 2500
L_3	6-10	100 – 2500
L_4	4-9	100 – 2500
L_5	4-8	100 – 2500

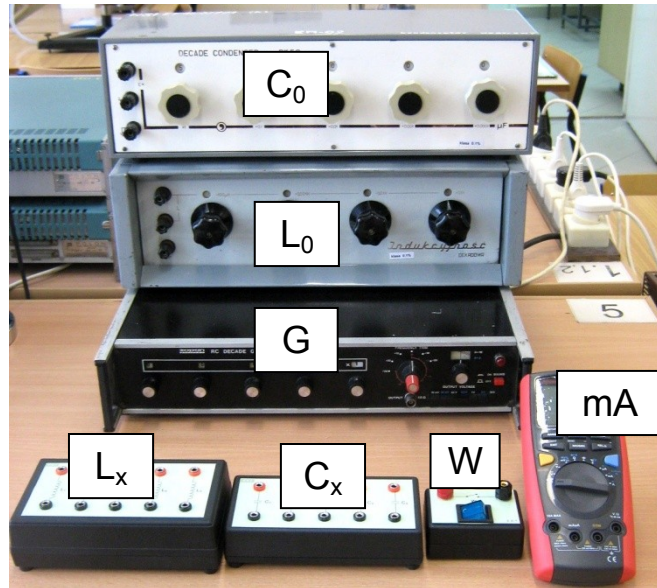
Wyznaczanie pojemności kondensatora:

Kondensator badany C_x	Zakres zmian indukcyjności wzorcowej L_0 [mH]	Zakres zmian częstotliwości [Hz]
C_1	6-9	500 – 2500
C_2	3-9	500 – 2500
C_3	3-9	500 – 2500
C_4	3-9	500 – 2500
C_5	3-9	500 – 2500

Wykonanie zadania:

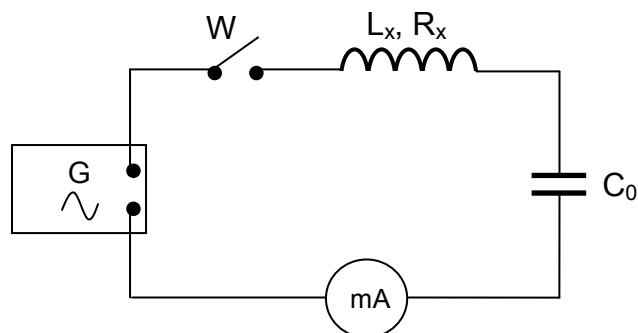
W skład zestawu pomiarowego wchodzi (Rys 1):

- generator napięcia sinusoidalnie zmiennego o regulowanej częstotliwości G
- kondensator wzorcowy (nastawny) C_0
- indukcyjność wzorcowa (nastawna) L_0
- zestaw kondensatorów badanych C_x
- zestaw cewek badanych L_x
- miliamperomierz prądu przemiennego mA
- wyłącznik W



a) Wyznaczanie indukcyjności cewki

1. Połączyć obwód elektryczny według schematu z Rys.2



Rys. 2 Schemat układu pomiarowego do wyznaczania indukcyjności cewki

2. Przy dołączaniu do obwodu miliamperomierza powinny zostać wykorzystane gniazda oznaczone jako COM oraz mA.
3. Załączyć multimetr – pokrętko trybu pracy ustawić w pozycji mA. Za pomocą niebieskiego przycisku wybrać tryb pomiaru natężenia prądu zmiennego AC. Domyślnie multimetr ustawiony jest w trybie automatycznej zmiany zakresu pomiarowego.

4. Na kondensatorze wzorcowym C_0 ustawić zaleconą przez prowadzącego zajęcia wartość pojemności (patrz tab.1).
5. Na generatorze G dokonać następujących ustawień:
 - częstotliwość sygnału wyjściowego $\nu = 100$ Hz (mnożnik częstotliwości x1),
 - wykorzystując przełączniki oraz pokrętko OUTPUT VOLTAGE ustawić amplitudę sygnału wyjściowego na 10V,
 - pokrętko FREQUENCY TRIM ustawić w pozycji zerowej.
6. Załączyć generator G przyciskiem MAINS.
7. Załączyć włącznik główny obwodu W.
8. Odczekać ok. 1 min. aż praca wszystkich urządzeń ustabilizuje się.
9. W celu wstępnego zorientowania się w jakim zakresie częstotliwości położone jest maksimum krzywej rezonansowej zmieniać częstotliwość sygnału sinusoidalnego z generatora G (np. co 100Hz) obserwując jednocześnie wartości natężenia prądu wskazywane przez miliamperomierz. Zanotować oszacowaną w ten sposób częstotliwość rezonansową.
10. Zmieniając częstotliwość ν sygnału z generatora G co $\Delta\nu = 100$ Hz dokonywać pomiarów natężenia prądu I płynącego w obwodzie. Zakres zmian częstotliwości podaje osoba prowadząca (patrz tab.1).
11. W pobliżu częstotliwości odpowiadającej występowaniu maksimum krzywej rezonansowej pomiary zagęścić dokonując odczytów co $\Delta\nu = 20$ Hz.
12. Charakterystykę $I = f(\nu)$ zebrać dla trzech różnych wartości pojemności wzorcowej C_0 o ile osoba prowadząca nie zaleci inaczej.
13. Tabelę wyników przygotować według poniższego wzoru:

$C_0 = \dots\dots\dots \mu\text{F}$		$C_0 = \dots\dots\dots \mu\text{F}$		$C_0 = \dots\dots\dots \mu\text{F}$	
ν [Hz]	I [mA]	ν [Hz]	I [mA]	ν [Hz]	I [mA]
$\nu_r = \dots\dots\dots \text{Hz}$	$L_x = \dots\dots \text{mH}$	$\nu_r = \dots\dots\dots \text{Hz}$	$L_x = \dots\dots \text{mH}$	$\nu_r = \dots\dots\dots \text{Hz}$	$L_x = \dots\dots \text{mH}$
$\langle L_x \rangle = \dots\dots\dots \text{mH}$					

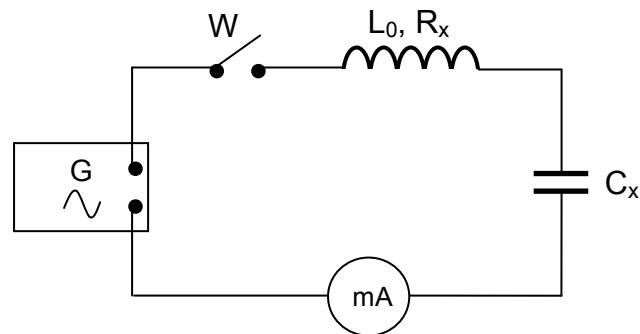
14. Na papierze milimetrowym lub komputerowo sporządzić wykres zależności natężenia prądu I od częstotliwości ν . Charakterystyki $I = f(\nu)$ dla różnych wartości C_0 powinny zostać narysowane na jednym wykresie.
15. Na wykresie, dla każdej z charakterystyk, zaznaczyć i odczytać wartość częstotliwości rezonansowej ν_r (częstotliwości dla której zanotowano najwyższą wartość natężenia prądu).
16. Wartość indukcyjności szukanej L_x obliczyć ze wzoru:

$$L_x = \frac{1}{4\pi^2 \nu_r^2 C_0} \quad (1)$$

17. Wyliczyć wartość średnią indukcyjności szukanej $\langle L_x \rangle$.
18. Niepewność maksymalną wyznaczenia L_x oszacować metodą różniczkowania (dla jednej z serii pomiarowych) traktując C_0 oraz ν_r jako zmienne. Niepewność ΔC_0 wynika z klasy kondensatora dekadowego natomiast jako niepewność $\Delta \nu_r$ należy przyjąć maksymalny przedział częstotliwości (w momencie rezonansu) przy którym wskazania miliamperomierza nie ulegają zmianie.

b) Wyznaczanie pojemności kondensatora

1. W celu wyznaczenia pojemności kondensatora należy postępować analogicznie.
2. Połączyć obwód elektryczny według schematu z Rys.3



Rys. 3 Schemat układu pomiarowego do wyznaczenia pojemności kondensatora:

3. Przy dołączaniu do obwodu miliamperomierza powinny zostać wykorzystane gniazda oznaczone jako COM oraz mA.
4. Załączyć multimetr – pokrętkę trybu pracy ustawić w pozycji mA. Za pomocą niebieskiego przycisku wybrać tryb pomiaru natężenia prądu zmiennego AC. Domyślnie multimetr ustawiony jest w trybie automatycznej zmiany zakresu pomiarowego.
5. Na indukcyjności wzorcowej L_0 ustawić zaleconą przez prowadzącego wartość indukcyjności (patrz tab.1).
6. Na generatorze G dokonać następujących ustawień:
 - częstotliwość sygnału wyjściowego $\nu = 500$ Hz (mnożnik częstotliwości x1),
 - wykorzystując przełączniki oraz pokrętkę OUTPUT VOLTAGE ustawić amplitudę sygnału wyjściowego na 10V,
 - pokrętkę FREQUENCY TRIM ustawić w pozycji zerowej.
7. Załączyć generator G przyciskiem MAINS.
8. Załączyć włącznik główny obwodu W.
9. Odczekać ok. 1 min. aż praca wszystkich urządzeń ustabilizuje się.
10. W celu wstępnego zorientowania się w jakim zakresie częstotliwości położone jest maksimum krzywej rezonansowej zmieniać częstotliwość sygnału sinusoidalnego z generatora G (np. co 100Hz) obserwując jednocześnie wartości natężenia prądu wskazywane przez miliamperomierz. Zanotować oszacowaną w ten sposób częstotliwość rezonansową.
11. Zmieniając częstotliwość ν sygnału z generatora G co $\Delta\nu = 100$ Hz dokonywać pomiarów natężenia prądu I płynącego w obwodzie. Zakres zmian częstotliwości podaje osoba prowadząca (patrz tab.1).
12. W pobliżu częstotliwości odpowiadającej występowaniu maksimum krzywej rezonansowej pomiary zagęścić dokonując odczytów co $\Delta\nu = 20$ Hz.
13. Charakterystykę $I = f(\nu)$ zebrać dla trzech różnych wartości indukcyjności wzorcowej L_0 o ile osoba prowadząca nie zaleci inaczej.
14. Tabelę wyników przygotować według poniższego wzoru:

$L_0 = \dots\dots\dots$ mH		$L_0 = \dots\dots\dots$ mH		$L_0 = \dots\dots\dots$ mH	
ν [Hz]	I [mA]	ν [Hz]	I [mA]	ν [Hz]	I [mA]
$\nu_r = \dots\dots\dots$ Hz	$C_x = \dots\dots$ μ F	$\nu_r = \dots\dots\dots$ Hz	$C_x = \dots\dots$ μ F	$\nu_r = \dots\dots\dots$ Hz	$C_x = \dots\dots$ μ F
$\langle C_x \rangle = \dots\dots\dots$ μ F					

15. Na papierze milimetrowym lub komputerowo sporządzić wykres zależności natężenia prądu I od częstotliwości ν . Charakterystyki $I = f(\nu)$ dla różnych indukcyjności L_0 powinny zostać narysowane na jednym wykresie.
16. Na wykresie, dla każdej z charakterystyk, zaznaczyć i odczytać wartość częstotliwości rezonansowej ν_r (częstotliwości dla której zanotowano najwyższą wartość natężenia prądu).
17. Wartość pojemności szukanej C_x obliczyć ze wzoru:

$$C_x = \frac{1}{4\pi^2 \nu_r^2 L_0} \quad (1)$$

18. Wyliczyć wartość średnią pojemności szukanej $\langle C_x \rangle$.
19. Niepewność maksymalną wyznaczenia C_x oszacować metodą różniczkowania (dla jednej z serii pomiarowych) traktując L_0 oraz ν_r jako zmienne. Niepewność ΔL_0 wynika z klasy indukcyjności dekadowej natomiast jako niepewność $\Delta \nu_r$ należy przyjąć maksymalny przedział częstotliwości (w momencie rezonansu) przy którym wskazania miliamperomierza nie ulegają zmianie.

Autor instrukcji:

Tomasz Pikula