

E 6.2b Pomiar pojemności elektrycznej za pomocą zmiennoprądowego mostka Wheatstone'a

INSTRUKCJA WYKONANIA ZADANIA

Obowiązujące zagadnienia teoretyczne:

1. Podstawowe wielkości charakteryzujące przepływ prądu elektrycznego: natężenie prądu, napięcie, opór elektryczny.
2. Podstawowe prawa opisujące przepływ prądu elektrycznego w metalach: prawo Ohma i prawa Kirchhoffa.
3. Pojemność elektryczna i kondensatory. Pojęcie reaktancji i impedancji.
4. Obwody prądu zmiennego.
5. Zmiennoprądowy mostek Wheatstone'a: budowa, zasada działania, warunek równowagi.

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 2006, tom III.
3. Cz. Bobrowski, *Fizyka-krótki kurs*. WNT, Warszawa, 2004.

Wartości podawane przez prowadzącego zajęcia:

Częstotliwość sygnału z generatora $f = 1000 \text{ Hz}$

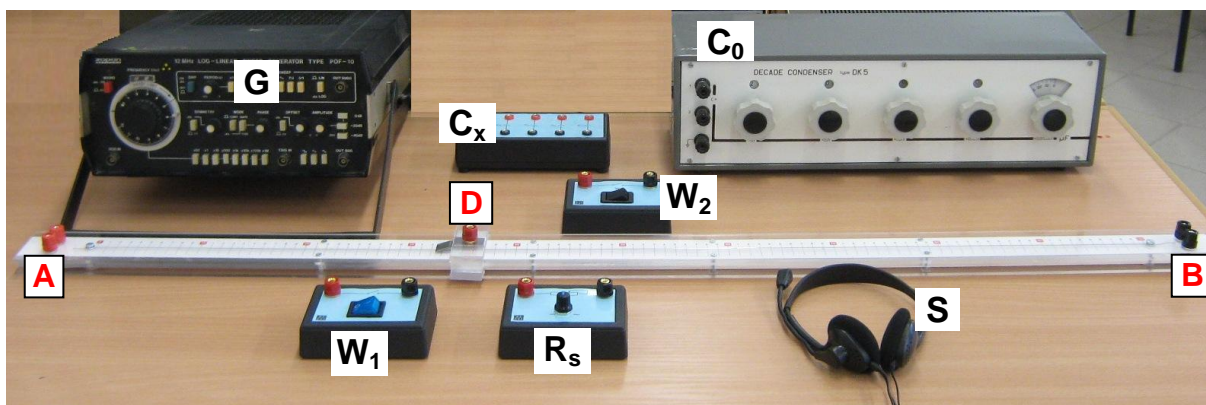
Wartość pojemności wzorcowych:

| Kondensator badany C_x | Zakres zmian pojemności wzorcowej C_0 [μF] |
|--------------------------|---|
| C_{x1} | 0,1 – 1,2 |
| C_{x2} | 0,3 – 1,2 |
| C_{x3} | 0,3 – 1,6 |
| C_{x4} | 0,3 – 3,5 |
| C_{x5} | 0,8 - 5 |

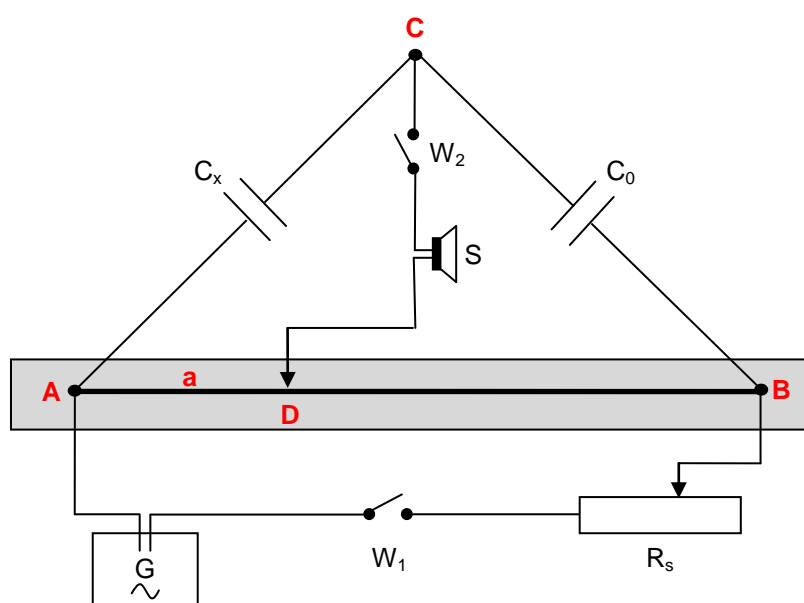
Wykonanie zadania:

W skład zestawu pomiarowego wchodzi (Rys 1):

- listwa z drutem oporowym AB
- generator napięcia sinusoidalnie zmiennego G
- wyłącznik W_1
- potencjometr R_s
- zestaw kondensatorów badanych C_x
- wyłącznik chwilowy W_2
- kondensator dekadowy C_0
- słuchawki S



Rys. 1 Fotografia stanowiska do pomiaru pojemności metodą zmiennoprądowego Mostka Wheatstone'a



Rys. 2 Schemat układu pomiarowego do wyznaczania wartości pojemności kondensatora C_x

1. Zestawić obwód pomiarowy według schematu przedstawionego na Rys. 2. Wykorzystać wyjście generatora oznaczone symbolem 50Ω .
2. Ustawić ruchomy suwak (punkt D na schemacie) w połowie długości drutu oporowego AB.
3. Ustawić położenie potencjometru R_s w połowie zakresu maksymalnego.
4. Na generatorze G dokonać następujących ustawień:
 - przełącznik SWP – pozycja OFF
 - przełącznik SYMETRY – pozycja wciśnięta
 - przełącznik MODE CONT – pozycja wciśnięta
 - przełącznik OFFSET – pozycja wciśnięta (0 V)
 - przełącznik AMPLITUDE – 0 dB – pozycja wciśnięta
 - pokrętko AMPLITUDE – ustawić w pozycji maksymalnej
 - przełącznik kształtu sygnału wyjściowego – wybrać sinusoidę
 - częstotliwość sygnału wyjściowego – 1000 Hz
 - pozycje pozostałych przełączników i pokręteł nie mają znaczenia
5. Po sprawdzeniu poprawności zestawionego obwodu włączyć generator G.

6. Załączyć obwód wyłącznikiem W_1 . Założyć słuchawki.
7. Na kondensatorze dekadowym C_0 ustawić wartość pojemności wzorcowej (patrz tabela 1)
8. Przycisnąć wyłącznik chwilowy W_2 . W słuchawkach powinien być słyszalny dźwięk o częstotliwości 1000 Hz. Jeżeli poziom natężenia dźwięku jest zbyt wysoki zmniejszyć amplitudę sygnału wyjściowego z generatora (pokrętko AMPLITUDE).
9. Przytrzymując wyłącznik chwilowy dobrać takie położenie suwaka C na drucie oporowym AB, dla którego poziom głośności dźwięku w słuchawkach jest minimalny. Sytuacja taka odpowiada zrównoważeniu mostka zmiennoprądowego.
10. Czynność z pkt. 9 powtórzyć 10-krotnie ustawiając za każdym razem inną wartość pojemności wzorcowej C_0 .
11. Wyniki zapisać w tabeli sporządzonej według poniższego schematu:

| Nr kondensatora | l [m] | C_0 [μ F] | a [m] | C_x [μ F] | $\langle C_x \rangle$ [μ F] |
|-----------------|---------|------------------|---------|------------------|----------------------------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

12. Wartość pojemności szukanej C_x obliczyć ze wzoru:

$$C_x = C_0 \frac{l-a}{a}. \quad (1)$$

13. Obliczyć średnią wartość pojemności szukanej $\langle C_x \rangle$.

14. Ocenę niepewności pomiaru C_x przeprowadzić metodą różniczkowania wzoru (1). Jako wielkości zmienne przyjąć C_0 oraz a . Niepewność maksymalną ΔC_0 wyliczyć uwzględniając klasę i zakres kondensatora dekadowego. Niepewność pomiaru odległości :

$\Delta a = \Delta a_1 + \Delta a_2$ gdzie:

Δa_1 – niepewność odczytu położenia suwaka na listwie,

Δa_2 – należy określić doświadczalnie sprawdzając w jakim zakresie przesunięcia suwaka D nie następuje zaburzenie równowagi mostka (nie jest obserwowalna zmiana poziomu głośności).

Autor instrukcji:

Tomasz Pikula