

Ćwiczenie 2

Mostek pojemnościowy

Ćwiczenie wraz z instrukcją i konspektem opracowali P. Wisniowski, M. Dąbek

Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z metodą mostkową pomiaru pojemności kondensatora oraz połączeń szeregowych i równoległych kondensatorów.

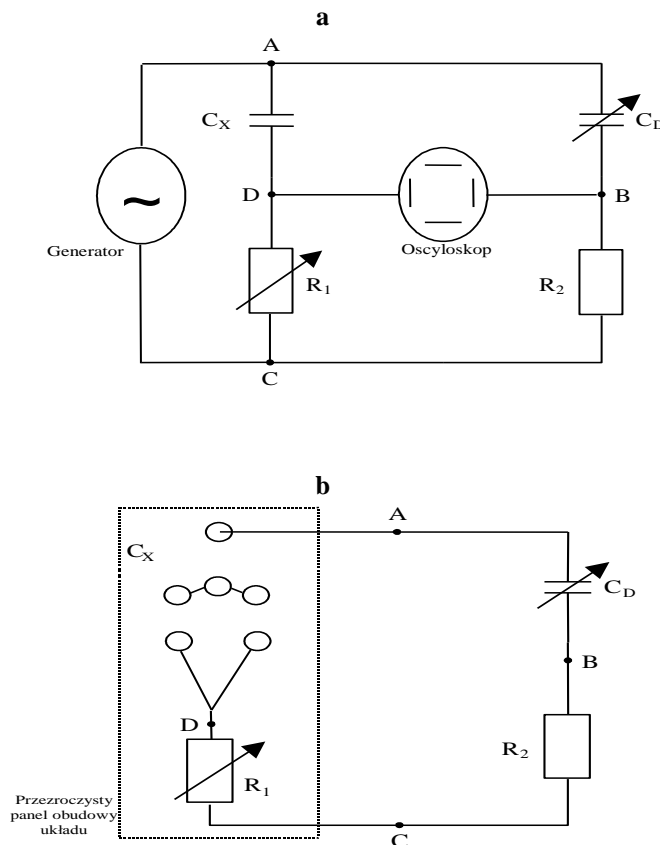
Wymagane wiadomości teoretyczne

Pojemność i budowa kondensatora, połączenia szeregowe i równoległe kondensatorów, impedancja kondensatora, kondensator w obwodach prądu sinusoidalnego i stałego, mostkowa metoda pomiaru pojemności, przesunięcie fazowe w obwodach RC.

Wyposażenie stanowiska

Kondensator dekadowy, zestaw kondensatorów, oscyloskop, generator przebiegów sinusoidalnych, układ z potencjometrem i wyprowadzeniami do zestawienia mostka.

Schemat blokowy stanowiska przedstawiono na Rys.1.



Rys. 1. Schemat ideowy (a) i montażowy (b) układu pomiarowego.

Zagadnienia do przedyskutowania:

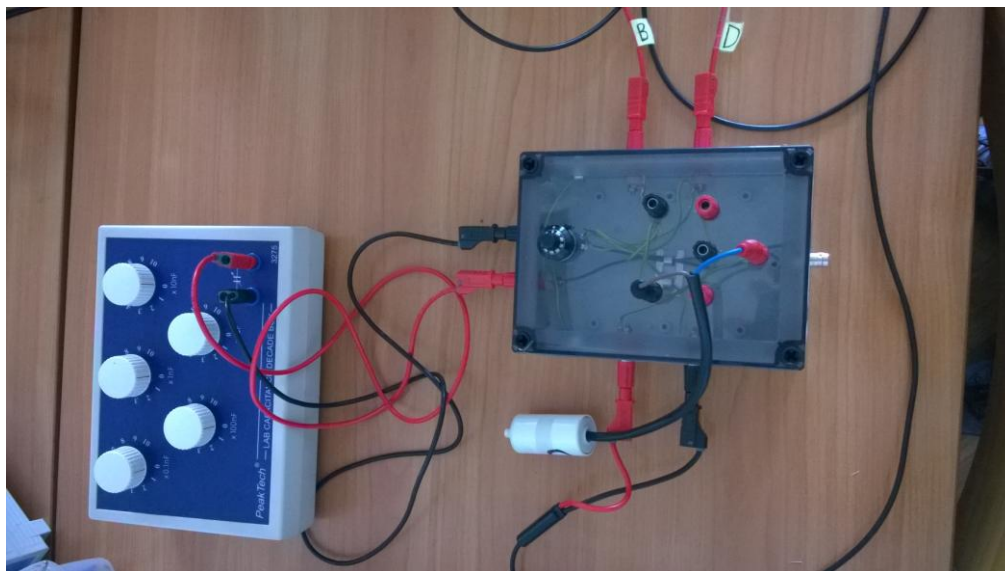
- Budowa i własności kondensatora.
- Pojemność w połączeniu szeregowym i równoległym kondensatorów.
- Zastosowania kondensatorów w elektronice.

d) Mostkowe metody pomiaru pojemności.

Wykonanie ćwiczenia

Część A – Pomiar nieznannej pojemności kondensatora

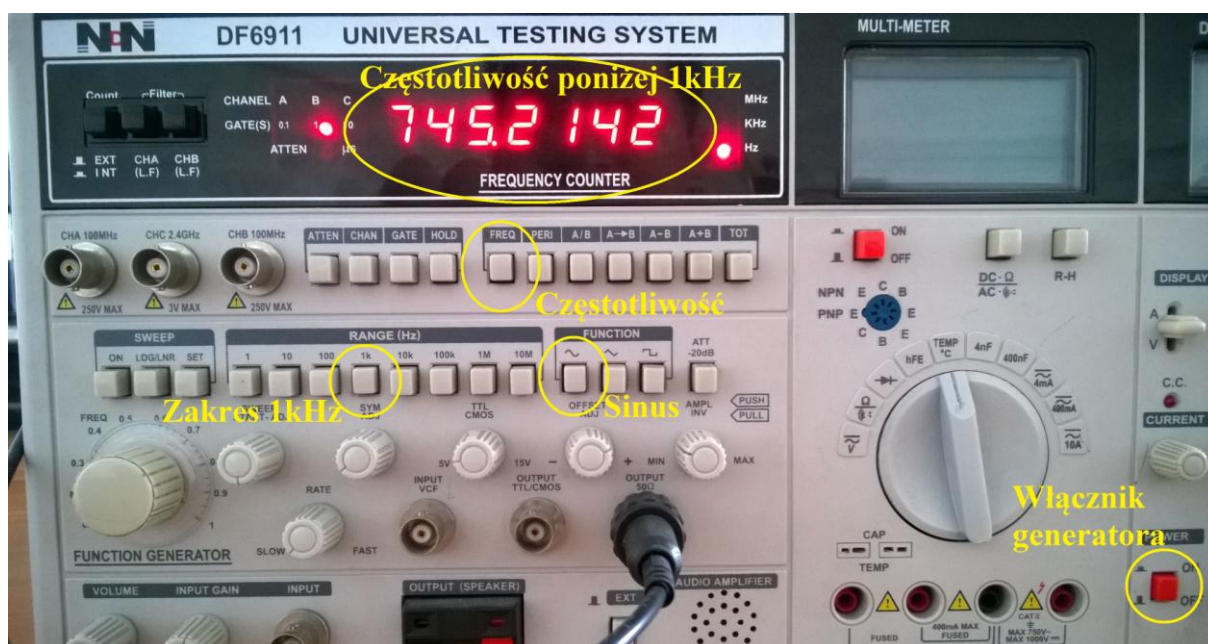
1. Połączyć elementy układu zgodnie ze schematem układu pomiarowego (Rys. 1, 2).



Rys.2. Prawidłowe zestawienie układu pomiarowego do wyznaczenia nieznannej pojemności.

2. Włączyć generator i oscyloskop.

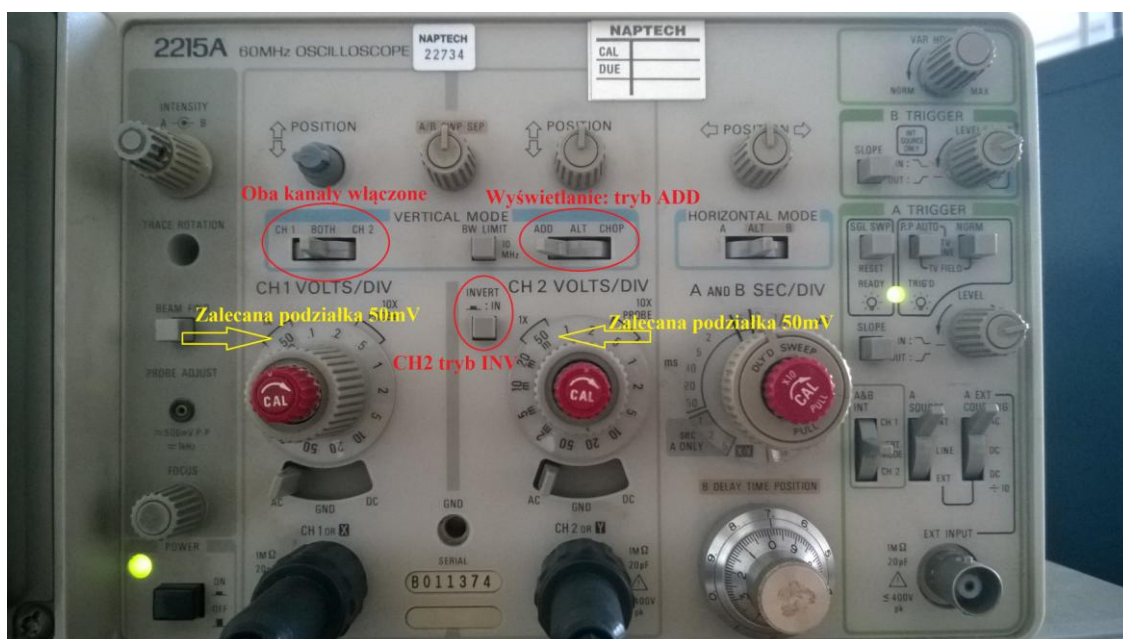
UWAGA: Podstawowe ustawienia generatora i oscyloskopu są dobrane optymalnie do przeprowadzenia ćwiczenia (Rys. 3). Zmiana ustawień, innych niż opisane w instrukcji, może uniemożliwić prawidłowe wykonanie ćwiczenia!!!



Nie zmieniać ustawień innych niż zaznaczono!!!

Rys.3. Ustawienia generatora funkcyjnego.

- Ustawić oscyloskop na pomiar w trybie różnicowym (ustawić CH2 na tryb: INV; ustawić wyświetlanie kanałów na tryb ADD) (Rys. 4).



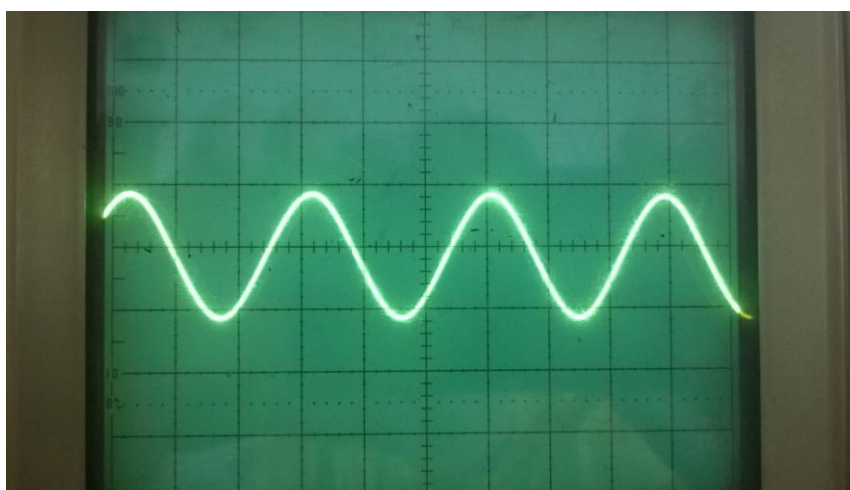
Rys.4. Prawidłowe ustawienia oscyloskopu do pomiaru nieznannej pojemności.

- Ustawić podziałkę potencjometru w położeniu $d = 5$, (odpowiada to: $R_1=R_2=500\Omega$).

*UWAGA: Wartość R_1 odpowiada wskazaniu potencjometru $100*d$, natomiast R_2 jest rezystorem o stałej wartości równej 500Ω .*

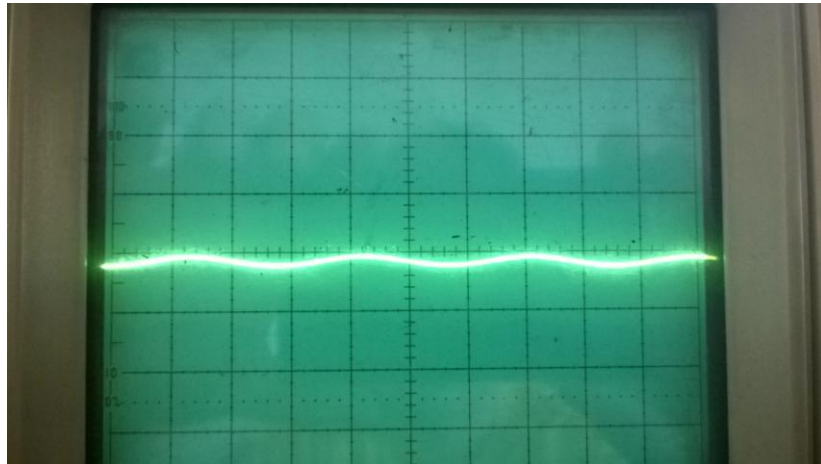
- Równoważenie mostka

- zrównoważyć zgrubnie mostek, zmieniając wartość kondensatora dekadowego tak, aby amplituda przebiegu obserwowanego na oscyloskopie była jak najmniejsza (Rys. 5),



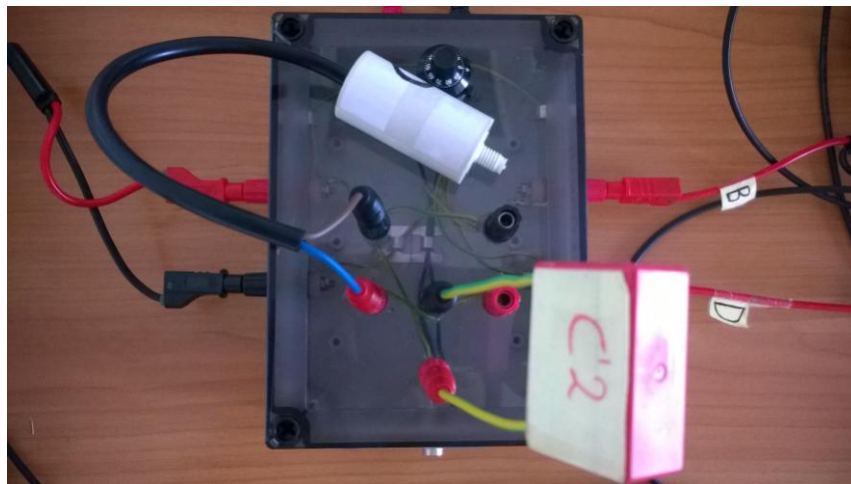
Rys.5. Przykład zgrubnego zrównoważenia mostka.

- b) regulując potencjometrem doprowadzić do pełnej równowagi mostka – amplituda obserwowanego przebiegu na oscyloskopie bliska zeru (Rys. 6). Dla zwiększenia precyzji zrównoważenia należy dobrać odpowiednio dużą podziałkę wyświetlacza oscyloskopu (zalecana podziałka: 50mV (Rys. 4)).



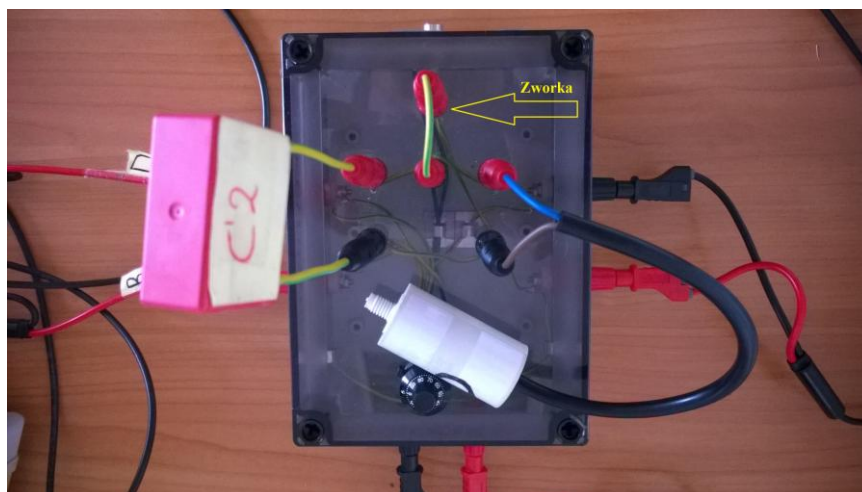
Rys.6. Przykład pełnej równowagi mostka.

6. Odczytać i zanotować C_D i d (Tab.1)
7. Ustawić podziałkę potencjometru w położeniu 2 (odpowiada to: $R_1=200\Omega$, $R_2=500\Omega$), a następnie powtórzyć punkty 5-6.
8. Powtórzyć punkt 7, zmieniając podziałkę potencjometru na 7 (odpowiada to: $R_1=700\Omega$, $R_2=500\Omega$).
9. Powtórzyć punkty 4-8, zmieniając kondensator. Pomiary wykonać dla podanej przez prowadzącego liczby kondensatorów.
10. Wykorzystując użyte wcześniej kondensatory, powtórzyć punkty 4-8, dla dwóch, wybranych, kondensatorów połączonych:
 - a) Szeregowo (Rys. 7),



Rys.7. Przykład szeregowego połączenia kondensatorów.

b) Równoległe (Rys.8).



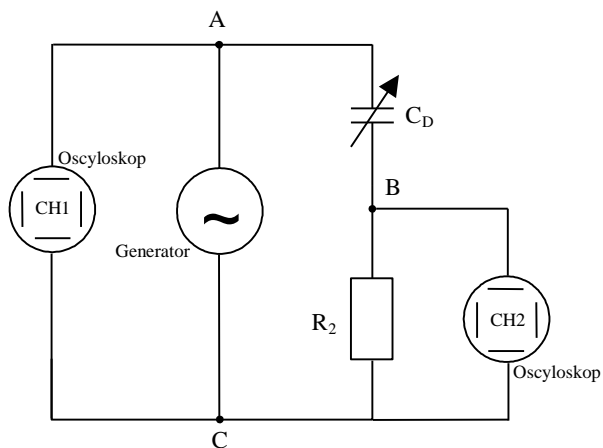
Rys.8. Przykład równoległego połączenia kondensatorów.

UWAGA: Przy pomiarze kondensatorów w połączeniu szeregowym, drugi kondensator należy umieścić w miejscu zworki.

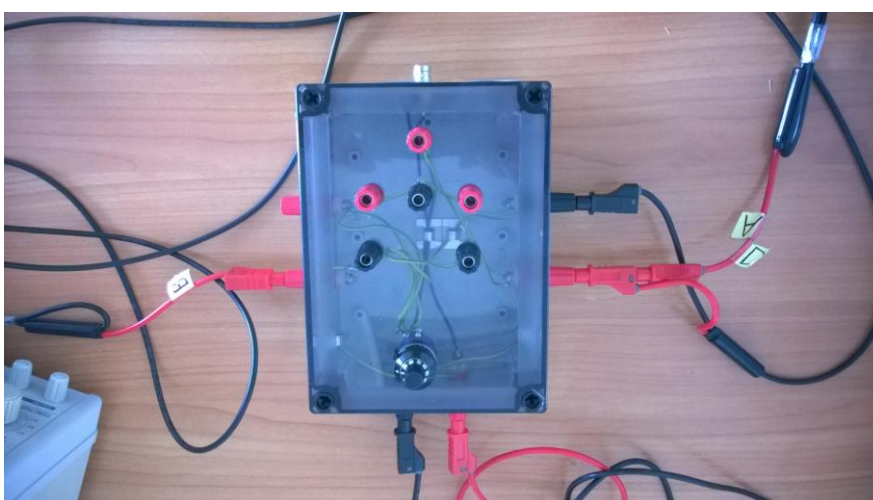
Część B – Obserwacja przesunięcia fazowego

1. Zestawić i połączyć elementy układu zgodnie ze schematem pomiarowym (Rys. 9, 10).

UWAGA: Upewnić się, że badany w części A kondensator C_x został usunięty z układu.

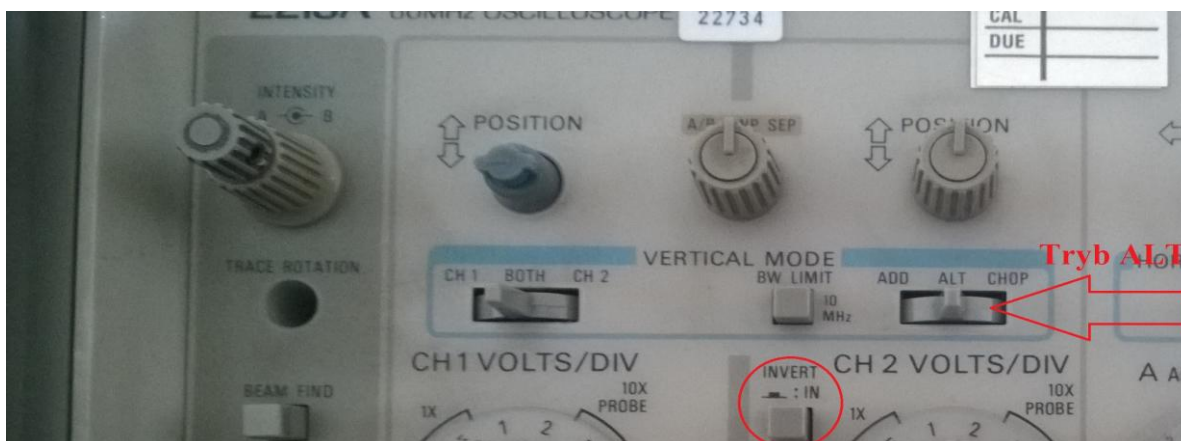


Rys. 9. Schemat układu pomiarowego do obserwacji przesunięcia fazowego.



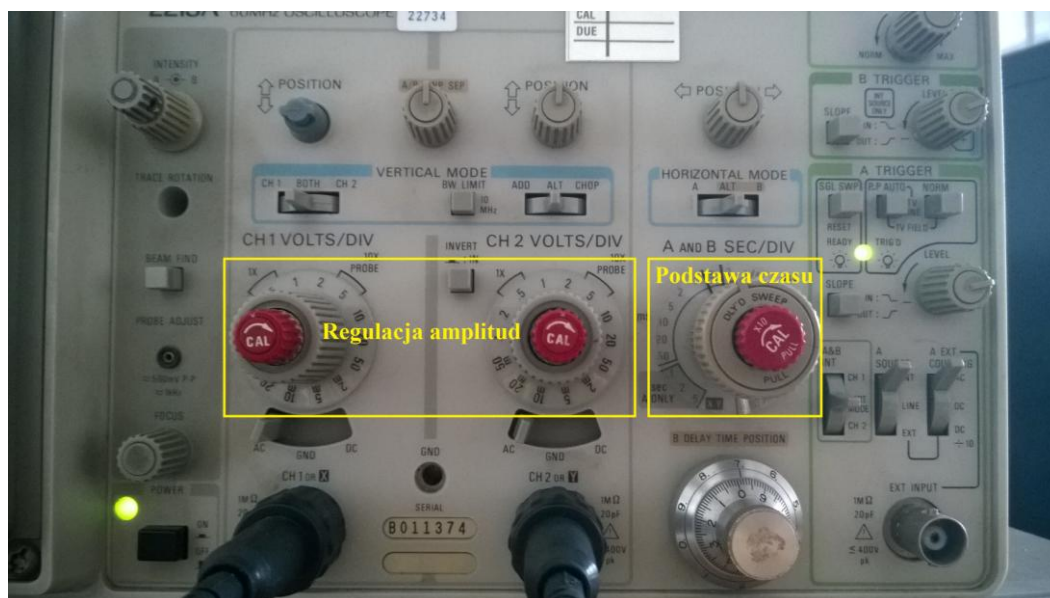
Rys.10. Prawidłowe zestawienie układu pomiarowego do obserwacji przesunięcia fazowego.

2. Włączyć generator i oscyloskop.
3. Ustawić oscyloskop na pomiar dwukanałowy: (CH2 → wyłączyć tryb: INV; wyświetlanie kanałów ustawić na tryb ALT) (Rys. 11).

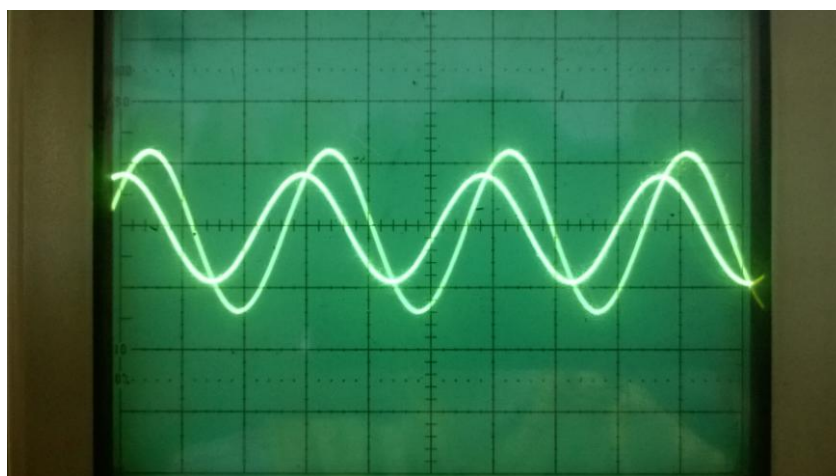


Rys.11. Prawidłowe ustawienia oscyloskopu do obserwacji przesunięcia fazowego.

4. Ustawić na dekadzie pojemność z zakresu $10\text{nF} - 1\mu\text{F}$.
5. Regulując amplitudy obu kanałów (zwracać uwagę na ustawione podziałki) oraz podstawę czasu (Rys. 12), zaobserwować na oscyloskopie przebiegi z kanału CH1 oraz CH2 (Rys. 13).

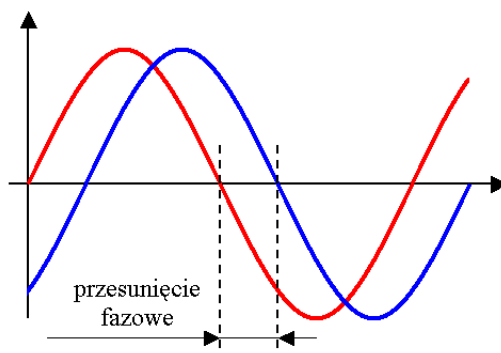


Rys.12. Regulacja amplitud kanałów oraz podstawy czasu.



Rys.13. Przykładowa obserwacja przesunięcia fazowego.

6. Oszacować przesunięcie fazy φ między sygnałem z generatora, a sygnałem na rezystorze R_2 (skorzystać z Rys. 14).



Rys.14. Wyznaczanie przesunięcia fazowego przebiegów sinusoidalnych.

Zagadnienia do przedyskutowania:

- e) Kondensator w obwodach prąd sinusoidalnego, przesunięcie fazy w obwodzie RC.
- f) Impedancja, stała czasowa kondensatora.
- g) Warunek równowagi mostka.

Opracowanie wyników

1. Obliczyć wartości zmierzonych pojemności korzystając z zależności:

$$C_x = C_D \frac{500}{100 \cdot d}$$

wartości wpisać do Tab.2, zawartej w konspekcie.

2. Obliczyć średnią arytmetyczną każdej zmierzonej wartości pojemności.
3. Obliczyć pojemność wypadkową kondensatorów połączonych szeregowo

$$\frac{1}{C_z^{SZ}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \dots + \frac{1}{C_n}$$

i równolegle

$$C_z^R = C_1 + C_2 \dots + C_n$$

4. Obliczyć niepewności pojemności wypadkowych z prawa przenoszenia niepewności.
5. Porównać zmierzone wartości połączonych kondensatorów i obliczone pojemności zastępcze.

Literatura:

D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, *Podstawy fizyki*, Tom III, PWN (2005).