

**Technikum Łączności**  
*im. Obrońców Poczty Polskiej w Gdańsku*

**Pracownia Elektrotechniki i Elektroniki**

# **Pomiary pojemności i indukcyjności metodą techniczną**

*opracowali:*  
*Romuald Borowczyk*  
*Marek Przybylski*

Sprawozdania wykonał:.....  
Klasa:.....

## POMIAR POJEMNOŚCI METODĄ TECHNICZNĄ

### Cel ćwiczenia

- - poznanie metody technicznej pomiaru pojemności,
- - poznanie zasad doboru odpowiedniego układu pomiarowego w zależności od wartości impedancji mierzonej,

### Wprowadzenie teoretyczne

Metoda techniczna pomiaru pojemności polega na wykorzystaniu pomiaru napięcia i natężenia prądu do wyznaczenia impedancji kondensatora (lub układu kondensatorów).

Impedancję można określić znając napięcie i natężenie prądu

$$Z = \frac{U}{I}$$

Wiadomo również, że impedancję kondensatora można wyznaczyć z zależności:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

Przyjmując, że  $R^1 \ll X_C$  można napisać:

$$Z \approx X_C$$

a to oznacza, że

$$Z \approx \frac{1}{2\pi f C}$$

czyli

$$\frac{U}{I} = \frac{1}{2\pi f C}$$

Znając więc napięcie, natężenie i częstotliwość przebiegu można wyznaczyć pojemność kondensatora (lub układu kondensatorów)

$$C = \frac{I}{2\pi f U}$$

Warto pamiętać, że pojemność zastępczą układu n kondensatorów połączonych szeregowo wyznacza się z wzoru:

$$C_{zast} = \frac{1}{\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}\right)} \quad \text{czyli} \quad C_{zast} = \sum_{k=1}^{k=n} \left(\frac{1}{C_k}\right)$$

natomiast pojemność zastępcza układu n kondensatorów połączonych równolegle wyznacza się ze wzoru:

$$C_{zast} = C_1 + C_2 + \dots + C_n \quad \text{czyli} \quad C_{zast} = \sum_{k=1}^{k=n} C_k$$

Istotne znaczenie ma tu również wybór metody pomiarowej. W zależności od spodziewanej impedancji kondensatora lub układu kondensatorów stosujemy bądź **metodę z poprawnie mierzonym prądem** (spodziewana **impedancja duża** - większa od średniej geometrycznej impedancji amperomierza i woltomierza), bądź też **metodę z poprawnie mierzonym napięciem** (spodziewana **impedancja mała** - mniejsza od średniej geometrycznej impedancji amperomierza i woltomierza).

---

<sup>1</sup> R reprezentuje tu rezystancję zastępczą strat kondensatora

## POMIAR INDUKCYJNOŚCI METODĄ TECHNICZNĄ

### Cel ćwiczenia

- - poznanie metody technicznej pomiaru indukcyjności,
- - poznanie zasad doboru odpowiedniego układu pomiarowego w zależności od wartości impedancji mierzonej,

### Wprowadzenie teoretyczne

Metoda techniczna pomiaru indukcyjności, analogicznie jak pojemności, polega na wykorzystaniu pomiaru napięcia i natężenia prądu do wyznaczenia impedancji cewki (lub układu cewek).

Impedancję można określić znając napięcie i natężenie prądu

$$Z = \frac{U}{I}$$

Wiadomo również, że impedancję cewki można wyznaczyć z zależności:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

a to oznacza, że

$$\frac{U}{I} = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{R^2 + (2\pi fL)^2}$$

Znając więc napięcie, natężenie i częstotliwość przebiegu oraz rezystancję własną cewki lub układu cewek (przy tych pomiarach nie należy pomijać rezystancji) można wyznaczyć indukcyjność odpowiednio cewki lub układu cewek:

$$L = \frac{\sqrt{\left(\frac{U}{I}\right)^2 - R^2}}{2\pi f}$$

Warto pamiętać, że indukcyjność zastępczą układu n cewek połączonych szeregowo wyznacza się ze wzoru:

$$L_{zast} = L_1 + L_2 + \dots + L_n \quad \text{czyli} \quad L_{zast} = \sum_{k=1}^{k=n} L_k$$

zaś indukcyjność zastępczą układu n cewek połączonych równolegle wyznacza się z wzoru:

$$L_{zast} = \frac{1}{\left(\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n}\right)} \quad \text{czyli} \quad L_{zast} = \sum_{k=1}^{k=n} \left(\frac{1}{L_k}\right)$$

Istotne znaczenie ma tu również wybór metody pomiarowej. W zależności od spodziewanej impedancji cewki lub układu cewek stosujemy bądź **metodę z poprawnie mierzonym prądem** (spodziewana **impedancja duża** - większa od średniej geometrycznej impedancji amperomierza i woltomierza), bądź też **metodę z poprawnie mierzonym napięciem** (spodziewana **impedancja mała** - mniejsza od średniej geometrycznej impedancji amperomierza i woltomierza).

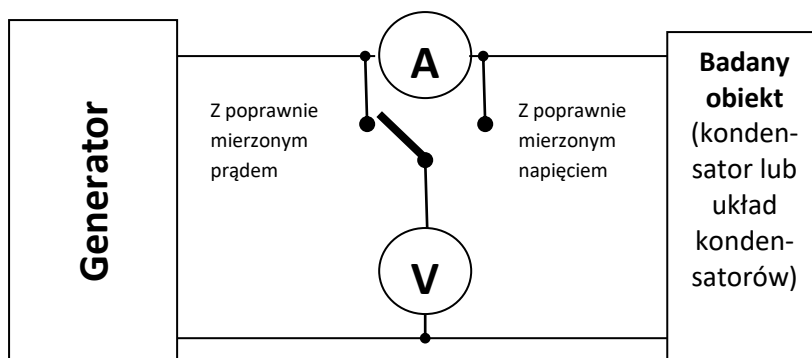
Imię i nazwisko: .....	Klasa: .....	Nr w dzienniku: .....
<b>Temat ćwiczenia:</b> <b>Pomiary pojemności i indukcyjności metodą techniczną.</b>		Data:
Ocena:		

### ZADANIA POMIAROWE

#### Zadania pomiarowe przy pomiarach pojemności

1. Połączyć układ pomiarowy do pomiaru pojemności wg rys. poniżej.
2. Dokonać doboru odpowiedniego układu pomiarowego w zależności od wartości impedancji mierzonych elementów wykonać pomiary prądów i napięć przy zadanej częstotliwości napięcia zasilającego. Dla każdej pojemności pomiary wykonać dla trzech różnych napięć.
3. Wyniki pomiarów zapisać w tabeli nr 1,
4. Uzupełnić tabelę obliczeniami pojemności z wzoru:  $C = \frac{I}{2\pi f U}$  oraz pojemności średniej dla każdego z badanych obiektów.

#### Schemat układu pomiarowego



Rys. 1. Schemat układu do pomiaru pojemności metodą techniczną

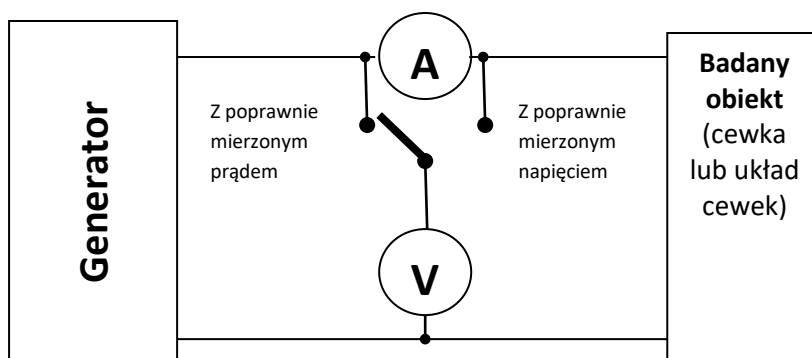
Tabela 1.

f= 200 Hz    Wartości pojemności wzorcowych z dokładnością 5%																			
C <sub>1</sub> = ..... μF				C <sub>2</sub> = ..... μF				C <sub>3</sub> = ..... μF				C <sub>S</sub> = ..... μF				C <sub>R</sub> = ..... μF			
U	V											U	V						
I	mA											I	mA						
C	μF											C	μF						
C <sub>śr</sub>	μF											C <sub>śr</sub>	μF						

#### Zadania pomiarowe przy pomiarach indukcyjności

1. Połączyć układ pomiarowy do pomiaru pojemności wg rys. poniżej.
2. Dokonać doboru odpowiedniego układu pomiarowego w zależności od wartości impedancji mierzonych elementów wykonać pomiary prądów i napięć przy zadanej częstotliwości napięcia zasilającego. Dla każdej indukcyjności pomiary wykonać jednokrotnie.
3. Wyniki pomiarów zapisać w tabeli nr 1,
4. Uzupełnić tabelę obliczeniami indukcyjności z wzoru:  $L = \frac{\sqrt{\left(\frac{U}{I}\right)^2 - R^2}}{2\pi f}$ .

### Schemat układu pomiarowego



Rys. 2. Schemat układu do pomiaru indukcyjności metodą techniczną.

Tabela 2.

f=500 Hz					
Indukcyjności wzorcowe		$L_1$ [mH]=.....	$L_2$ [mH]=.....	.....	.....
				$L_1+L_2$	$\frac{L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2}$
R	$\Omega$				
U	V				
I	mA				
Z	$\Omega$				
L	mH				

### Opracowanie wyników

- Porównać otrzymane wyniki pomiarów z przewidywanymi (wzorcowymi) przez oszacowanie procentowego błędu względnego pomiarów<sup>1)</sup>.
- Wyjaśnić różnice pomiędzy wartościami wzorcowymi i uzyskanymi w pomiarach metoda techniczną.
- W oparciu o otrzymane wyniki pomiarów i obliczeń przedyskutować słuszność wzorów używanych do wyznaczania pojemności i indukcyjności zastępczej układu odpowiednio kondensatorów lub cewek.

- <sup>1)</sup> **Błąd względny procentowy** - błąd względny wyrażony w procentach, wyraża się wzorem: 
$$\delta X = \frac{X_{pom} - X_{wzorc}}{X_{wzorc}} \cdot 100 [\%]$$