

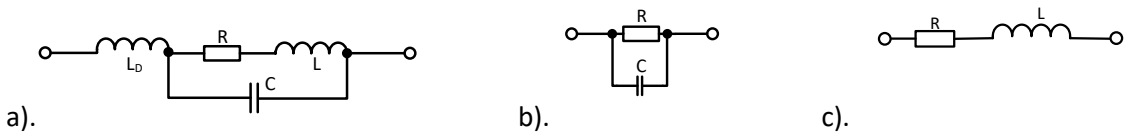
Politechnika Rzeszowska Katedra Metrologii i Systemów Diagnostycznych	Grupa	1.....	Data:
Metrologia	Nr ćwicz.	2.....	Ocena:
Pomiary R, L i C	7	3.....	
		4.....	

### 1. Cel ćwiczenia

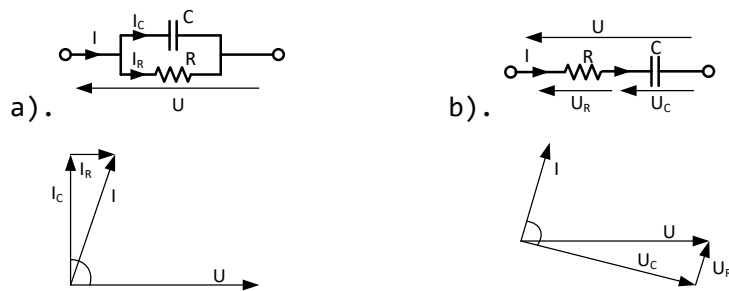
Celem ćwiczenia jest zapoznanie studentów z wybranymi pomiarami parametrów elektrycznych podstawowych elementów biernych układów elektronicznych: rezystorów, cewek i kondensatorów oraz właściwościami i obsługą typowych urządzeń do pomiarów parametrów RLC.

### 2. Zagadnienia teoretyczne

- Podstawowe modele fizyczne rzeczywistych elementów biernych R, L i C (schematy zastępcze)
- Pomiary impedancji Z (układy mostkowe, metody techniczne)
- Zasada działania cyfrowego miernika parametrów RLC.

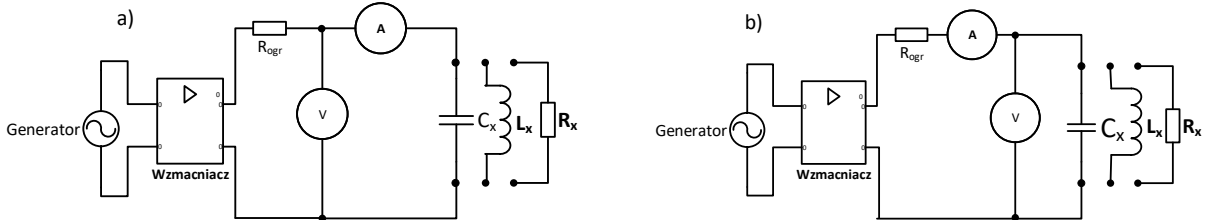


Rys. 1. Schematy zastępcze rezystorów a) ogólny, b) uproszczony równoległy, c) uproszczony szeregowy. R - rezystancja, C - pojemność własna, L - indukcyjność elementu oporowego i  $L_D$  - indukcyjność wyprowadzeń.



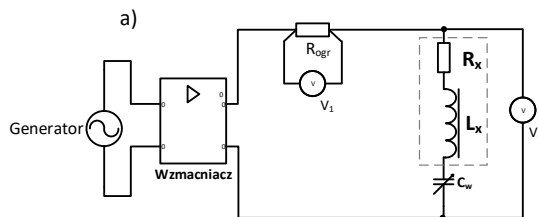
Rys. 2. Schematy zastępcze kondensatorów i wykresy wskazowe dla schematów zastępczych: a) równoległego, b) szeregowego.

#### Metoda techniczna pomiaru:



Rys. 3. Schematy układów do pomiaru  $L_x$ ,  $C_x$  i  $R_x$  metodą techniczną; a) wersja z poprawnym pomiarem prądu, b) wersja z poprawnym pomiarem napięcia.

#### Metoda rezonansowa:



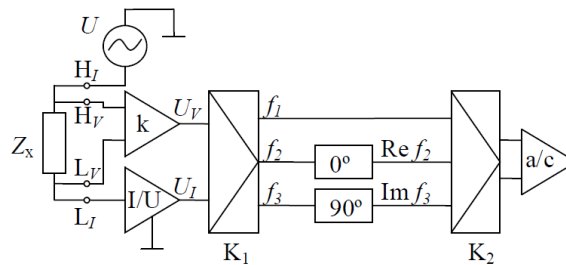
Rys. 3. Schemat układu do pomiaru parametrów cewki metodą rezonansową, przy czym: G - Generator, Wzmacniacz - uniwersalny. V1, V2 - woltomierze cyfrowe,  $R_w$  - rezystor wzorcowy,  $Z_x$  - mierzona cewka, C - kondensator dekadowy, zakres  $10 \times (100p \div 100n)$  F, kl. 0,5.

### **Metody automatyczne (cyfrowe):**

Do pomiarów składowych impedancji często stosuje się układy automatyczne lub półautomatyczne. Zasady działania tych przyrządów są bardzo różne. Najprostsze działają na zasadzie pomiaru stałej czasowej RC lub RL, czyli przetwarzania rezystancji, pojemności lub indukcyjności na przedział czasu [4] i stąd bliczana jest pojemność lub indukcyjność.

Inne przyrządy działają na zasadzie mostka zrównoważonego, który doprowadza się do stanu równowagi przez zmiany wartości elementów mostka na podstawie sygnałów z detektora zera i detektora przesunięcia fazowego. Stosowane są również mostki transformatorowe, w których mostek doprowadza się do stanu równowagi m.in. przez zmiany przekładni transformatora.

W miernikach działających na zasadzie przetworników składowych impedancji, za pomocą odpowiednich układów wydziela się składowe bierne i czynne napięcia lub prądu płynącego przez mierzoną impedancję. Na tej podstawie wyznacza się poszczególne składowe impedancji. Na rys. 4 przedstawiono uproszczony schemat funkcjonalny przykładowego miernika parametrów RLC.



Rys. 4. Uproszczony schemat funkcjonalny cyfrowego miernika RLC

### **3. Opis stanowiska laboratoryjnego**

Na stanowisku dostępny jest automatyczny, cyfrowy miernik RLC ELC3131D f-my ESCORT, przyrząd uniwersalny METEX 4500 oraz zestawy rezystorów, cewek i kondensatorów. Rozszerzony program ćwiczenia pozwala na ocenę dokładności przyrządu uniwersalnego i ocenę wartości najważniejszych źródeł błędów przy pomiarach RLC.

#### **Zapoznać się z instrukcją obsługi przyrządu ELC3131D**

#### **Opis elementów regulacyjnych miernika RLC ELC3133A:**

- POWER** - wyłącznik zasilania.
- RS232** – włączenie komunikacji przez złącze RS232.
- REC HOLD** – zatrzymanie pomiarów.
- Q/D** - przełącznik wyświetlania dobroci lub kąta stratności.
- FREQ** - przełącznik wyboru częstotliwości pomiarowej.
- AUTO RANGE** - przycisk ręcznej lub automatycznej zmiany zakresu.
- L/C/R** - przełącznik wyboru rodzaju badanego elementu.
- TOL** - przycisk wyboru tolerancji.
- CAL REL** - przełącznik względnego pomiaru lub kalibracja.

#### **Wyniki pomiarów są wyświetlane na wyświetlaczu LCD. Informacje na wyświetlaczu:**

- AUTO** - sygnalizacja włączonego automatycznego pomiaru.
- L C R** - wyświetlacz rodzaju mierzonej wielkości.
- REL** - sygnalizuje pomiar względny.
- D** - sygnalizuje pomiar stratności.
- %** - sygnalizuje tolerancję w procentach.
- Q** - sygnalizuje pomiar dobroci.
- 1kHz** - sygnalizuje włączoną częstotliwość pomiaru.
- H** - sygnalizuje jednostkę pomierzonej wielkości H.
- HD** - wskaźnik zatrzymania odczytu (hold).
- TOL** - wskaźnik włączenia tolerancji.
- 1%, 5% 10%** - wskaźnik wartości tolerancji.

### **4. Pomiary**

#### **4.1. Pomiar indukcyjności (dławika) metodą techniczną (indukcyjność L, reaktancja bierna $X_L$ i impedancję $Z_L$ )**

- Wykonać pomiar rezystancji cewki metodą techniczną zasilając układ zasilaczem prądu stałego (rys. 3)
- Zestawić układ pomiarowy zgodnie ze schematem z rys. 3.

**Katedra Metrologii i Systemów Diagnostycznych**  
**Laboratorium Metrologii w Automatyce i Robotyce**

- Wykonać serię pomiarów przy zmieniającej się częstotliwości generatora (wymuszenie sinusoidalne bez składowej satłej, amplituda do 1V, częstotliwości 120Hz i 1000Hz).

	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>
f <sub>zad</sub> [Hz]	120	1000
f <sub>zm</sub> [Hz]		
U [V]		
I [mA]		
Z [Ω]		
L [mH]		
X <sub>L</sub> [Ω]		

$$X = \omega L, \quad Z = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}, \quad L_x = \sqrt{\frac{Z_1^2 - Z_2^2}{\omega_1^2 - \omega_2^2}}$$

#### 4.2. Pomiar indukcyjności metodą rezonansową

- Zmontować układ pomiarowy zgodnie z rys. 3
- Ustawić zadane przez prowadzącego parametry zasilania układu (U<sub>gen</sub>, f<sub>gen</sub>)
- Regulując wartość pojemności C<sub>w</sub> doprowadzić do warunku X<sub>C</sub>=X<sub>L</sub> (rezonans szeregowy) obserwowany odpowiednią wartością napięcia U<sub>1</sub> lub U<sub>2</sub>.
- Określić wartość L<sub>x</sub>

$$L_x = \frac{1}{C \cdot \omega^2} \quad L_x =$$

#### 4.3. Pomiar indukcyjności przyrządem automatycznym

- Wykonać pomiary parametrów cewki metodą cyfrową dla 2 różnych częstotliwości pomiarowych:

f [Hz]	120	1000
R [Ω]		
L [mH]		
Z [Ω]		
Q [ - ]		
X <sub>L</sub> [Ω]		

- 4.4. Pomiar pojemności metodą techniczną (pojemności C, reaktancji biernej X<sub>c</sub> i impedancji Z<sub>c</sub>)  
 4.5. Pomiar pojemności przyrządem uniwersalnym.  
 4.6. Pomiar pojemności przyrządem automatycznym

### 5. Wybrane parametry techniczne przyrządów:

#### Generator sygnałowy:

Producent:

Model:

#### Zasilacz stabilizowany:

Producent:

Model:

Zakresy pracy (napięcie, prąd):

### Multimetr :

Producent:

Model:

Funkcje pomiarowe (symbolicznie):

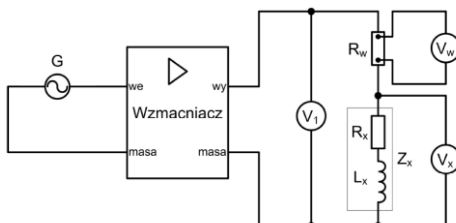
### Miernik RLC:

## 5. Wnioski:

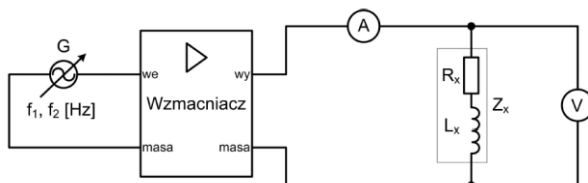
### 6. Pytania kontrolne

1. Na czym polega pomiar impedancji za pomocą mostka zrównoważonego?
2. Jakie układy mostkowe są używane do pomiarów rezystancji, indukcyjności i pojemności?
3. Czy wielkość napięcia zasilającego wpływa na wynik pomiaru?
4. Czy częstotliwość napięcia zasilającego ma wpływ na pomiar pojemności i indukcyjności?
5. Narysować i nazwać typowe schematy zastępcze kondensatorów i cewek.
6. Podać definicje dobroci i stratności i sposób ich obliczania dla typowych schematów zastępczych kondensatorów i cewek.
7. Rezystor o wartości znamionowej  $4,7\text{ k}\Omega$  ma następujące parametry resztkowe: pojemność własną  $C=0,5\text{ pF}$  i indukcyjność wyprowadzeń  $L_w=1\text{ nH}$ . Czy indukcyjność wyprowadzeń ma istotny wpływ na impedancję rezystora przy  $50\text{ MHz}$ ? Jaka jest wartość modułu impedancji tego rezystora przy częstotliwości  $50\text{ MHz}$ ?
8. Określić pojęcia: impedancji, reaktancji, admitancji, ...

### Inne układy pomiarowe do wyznaczania parametrów elementów podstawowych $R_x$ , $L_x$ i $C_x$ .



Rys. 5. Schemat układu do pomiaru parametrów cewki metodą trzech woltmierzów, przy czym: G - Generator, Wzmacniacz - uniwersalny moduł lab.),  $V_1$ ,  $V_w$ ,  $V_x$  - woltmierz cyfrowe,  $R_w$  - rezystor wzorcowy,  $Z_x$  - mierzona cewka.



Rys. 6. Schemat układu do pomiaru parametrów cewki zasilanej sygnałami sinusoidalnymi o dwóch częstotliwościach, przy czym: G - generator, Wzmacniacz - uniwersalny, V - woltmierz cyfrowy, A - amperomierz cyfrowy,  $Z_x$  - mierzona cewka.