

TEORIA OBWODÓW I SYGNAŁÓW - LABORATORIUM		
	Data wykonania ćwiczenia	Data oddania sprawozdania
Temat: Dwójniki. ćwiczenie 1	Podpis	Ocena

CEL ĆWICZENIA

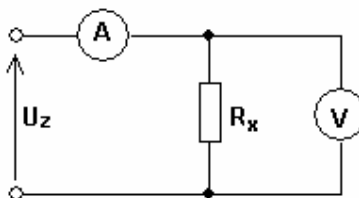
Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z własnościami rezystancyjnych, pojemnościowych i indukcyjnych dwójników elementarnych, podstawowych elementów obwodów o parametrach skupionych.

PRZEBIEG ĆWICZENIA

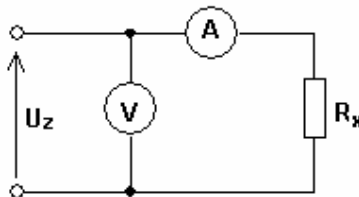
I. Pomiar rezystancji metodą techniczną (prąd stały).

W ćwiczeniu tym korzystaliśmy z dwóch układów umożliwiających pomiar tą metodą techniczną:

- tzw. „dokładny pomiar napięcia” wykorzystywany do pomiaru rezystancji niedużych, gdy $R_x < \sqrt{RaRv}$



- tzw. „dokładny pomiar prądu” wykorzystywany do pomiaru rezystancji dużych, gdy $R_x > \sqrt{RaRv}$



1. Rezystor ($R = 600\Omega$)

a) dokładny pomiar napięcia

U [V]	I [ma]	R_A [Ω]	R_V [k Ω]	$R = U/I$ [Ω]	\sqrt{RaRv} [Ω]
5,5	9,3	0,09	200	591,4	134,16
24,5	42	0,09	600	583,33	232,38

W tym przypadku $R > \sqrt{RaRv}$, a więc metoda pomiaru była niewłaściwa.

b) dokładny pomiar prądu

U [V]	I [ma]	R_A [Ω]	R_V [k Ω]	$R = U/I$ [Ω]	\sqrt{RaRv} [Ω]
9,2	16	0,09	200	575	134,16
19,5	32	0,09	600	609,38	232,38

W tym przypadku $R > \sqrt{RaRv}$, a więc metoda pomiaru była właściwa.

2. Cewka ($L = 0,2 \text{ H}$).

a) dokładny pomiar napięcia

U [V]	I [ma]	R_A [Ω]	R_V [k Ω]	$R = U/I$ [Ω]	$\sqrt{R_A R_V}$ [Ω]
5,5	75	0,1	600	73,33	244,95
15	200	0,1	600	75	244,95

W tym przypadku $R < \sqrt{R_A R_V}$, a więc metoda pomiaru była właściwa.

b) dokładny pomiar prądu

U [V]	I [ma]	R_A [Ω]	R_V [k Ω]	$R = U/I$ [Ω]	$\sqrt{R_A R_V}$ [Ω]
9,5	120	0,1	600	79,17	244,95
14	200	0,11	600	70	256,9

W tym przypadku $R < \sqrt{R_A R_V}$, a więc metoda pomiaru była niewłaściwa.

3. Kondensator ($C = 2,2 \mu\text{F}$).

a) dokładny pomiar napięcia

U [V]	I [ma]	R_A [Ω]	R_V [k Ω]	$R = U/I$ [Ω]	$\sqrt{R_A R_V}$ [Ω]
10	0	-	600	∞	-
20	0	-	2000	∞	-

b) dokładny pomiar prądu

U [V]	I [ma]	R_A [Ω]	R_V [k Ω]	$R = U/I$ [Ω]	$\sqrt{R_A R_V}$ [Ω]
4,2	0	-	200	∞	-
9	0	-	600	∞	-

Przy obu zastosowanych metodach pomiaru prąd w obwodzie przyjmował wartość równą 0A. a więc

$R = \frac{U}{I} = \infty$, czyli kondensator stanowi przerwę w obwodzie.

II. Pomiar impedancji metodą techniczną (prąd przemienny).

Układy pomiarowe identyczne jak w punkcie I.

1. Cewka ($L = 0,2\text{H}$).

a) dokładny pomiar napięcia

U [V]	I [ma]	R_A [Ω]	R_V [k Ω]	$Z = U/I$ [Ω]	$\sqrt{R_A R_V}$ [Ω]
50	500	0,06	100	100	77,46
100	1000	0,06	100	100	77,46

W tym przypadku $Z > \sqrt{R_A R_V}$, a więc metoda pomiaru była niewłaściwa.

b) dokładny pomiar prądu

U [V]	I [ma]	R_A [Ω]	R_V [k Ω]	$Z = U/I$ [Ω]	$\sqrt{R_A R_V}$ [Ω]
30	300	0,06	100	100	77,46
100	1000	0,06	100	100	77,46

W tym przypadku $Z > \sqrt{R_A R_V}$, a więc metoda pomiaru była właściwa.

Obliczanie indukcyjności cewki:

$$L = \frac{\sqrt{\frac{U^2}{I^2} - R^2}}{2\pi f} = \frac{66}{314} = 0,21 \text{ H}$$

Obliczanie dobroci cewki:

$$Q = \frac{2\pi f L}{R} = \frac{66}{75} = 0,88$$

$$Q = \operatorname{tg}\varphi$$

$$\operatorname{tg}\varphi = 0,88$$

$\varphi = 41^\circ 35'$ – kat przesunięcia między prądem i napięciem

2. Kondensator ($C=2,2 \mu\text{F}$).

a) dokładny pomiar napięcia

U [V]	I [ma]	R _A [Ω]	R _V [k Ω]	Z = UI [Ω]	\sqrt{RaRv} [Ω]
32	20	0,06	100	1600	77,46
82	50	0,06	100	1640	77,46

W tym przypadku $Z > \sqrt{RaRv}$, a więc metoda pomiaru była niewłaściwa.

b) dokładny pomiar prądu

U [V]	I [ma]	R _A [Ω]	R _V [k Ω]	Z = UI [Ω]	\sqrt{RaRv} [Ω]
60	38	0,06	300	1578,95	134,16
90	54	0,06	300	1666,67	134,16

W tym przypadku $Z > \sqrt{RaRv}$, a więc metoda pomiaru była właściwa.

Obliczanie pojemności kondensatora:

$$|Z| = X_C$$

$$C = \frac{1}{2\pi f X_C} = 1,99 \mu\text{F}$$

Obliczanie kąta stratności δ .

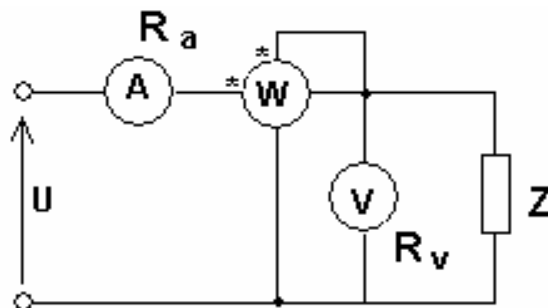
$$\operatorname{tg}\delta = \frac{1}{2\pi f CR} = \frac{1}{\infty} \rightarrow 0$$

Wynika stąd, że kąt przesunięcia fazowego między prądem i napięciem jest bliski 90° .

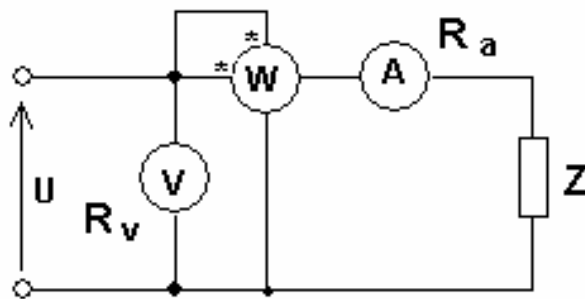
III. Pomiar rezystancji i impedancji z wykorzystaniem amperomierza, woltomierza i watomierza (prąd przemienny).

W ćwiczeniu tym korzystaliśmy z dwóch układów umożliwiających pomiar tą metodą techniczną:

a) do pomiaru małych impedancji odbiornika tzn. gdy $|Z| < \sqrt{R_a \cdot R_v}$



b) do pomiaru impedancji takich, że $|Z| > \sqrt{R_a \cdot R_v}$



1. Rezystor ($R = 600 \Omega$).

Układ pomiarowy a)

U [V]	I [ma]	P [W]	R_A [Ω]	R_V [k Ω]	R_{WA} [Ω]	R_{WV} [k Ω]	$Z = UI$ [Ω]	$\sqrt{R_a \cdot R_v}$ [Ω]
15	28	5	0,06	30	3,2	15	535,71	180,21
60	110	6,5	0,03	100	3,2	15	545,45	205,32

$$R'_A = R_A + R_{WA}$$

$$R'_V = \frac{R_V R_{WV}}{R_V + R_{WV}}$$

W tym przypadku $|Z| > \sqrt{R_a \cdot R_v}$, a więc metoda pomiaru była niewłaściwa.

Układ pomiarowy b)

U [V]	I [ma]	P [W]	R_A [Ω]	R_V [k Ω]	R_{WA} [Ω]	R_{WV} [k Ω]	$Z = UI$ [Ω]	$\sqrt{R_a \cdot R_v}$ [Ω]
85	140	12	0,03	300	3,2	15	607,14	215,6
125	210	25	0,03	300	3,2	15	595,24	215,6

W tym przypadku $|Z| > \sqrt{R_a \cdot R_v}$, a więc metoda pomiaru była właściwa.

1. Cewka ($L = 0,2 \text{ H}$).

Układ pomiarowy a)

U [V]	I [mA]	P [W]	R_A [Ω]	R_V [k Ω]	R_{WA} [Ω]	R_{WV} [k Ω]	$Z = UI$ [Ω]	$\sqrt{Ra \cdot Rv}$ [Ω]
26	260	5	0,03	100	3,2	15	100	205,32
48	500	17	0,06	100	3,2	15	96	206,4

W tym przypadku $|Z| < \sqrt{Ra \cdot Rv}$, a więc metoda pomiaru była właściwa.

Obliczanie indukcyjności cewki:

$$R = \frac{P}{I^2} = 74$$

$$L = \frac{\sqrt{\frac{U^2}{I^2} - R^2}}{2\pi f} = \frac{67,26}{314} = 0,21 \text{ H}$$

Obliczanie dobroci cewki:

$$Q = \frac{2\pi f L}{R} = \frac{66}{74} = 0,89$$

$$Q = \text{tg}\varphi$$

$$\text{tg}\varphi = 0,89$$

$$\varphi = 41^\circ 67' - \text{kat przesunięcia między prądem i napięciem}$$

Układ pomiarowy b)

U [V]	I [mA]	P [W]	R_A [Ω]	R_V [k Ω]	R_{WA} [Ω]	R_{WV} [k Ω]	$Z = UI$ [Ω]	$\sqrt{Ra \cdot Rv}$ [Ω]
50	500	19,5	0,11	300	3,2	15	100	217,45
115	1100	90	0,11	300	8,2	30	104,54	476,06

W tym przypadku $|Z| < \sqrt{Ra \cdot Rv}$, a więc metoda pomiaru była niewłaściwa.

Obliczanie indukcyjności cewki:

$$R = \frac{P}{I^2} = 78$$

$$L = \frac{\sqrt{\frac{U^2}{I^2} - R^2}}{2\pi f} = \frac{62,58}{314} = 0,199 \text{ H}$$

Obliczanie dobroci cewki:

$$Q = \frac{2\pi f L}{R} = \frac{62,52}{78} = 0,8$$

$$Q = \text{tg}\varphi$$

$$\text{tg}\varphi = 0,8$$

$$\varphi = 38^\circ 66' - \text{kat przesunięcia między prądem i napięciem}$$

1. Kondensator ($C=2,2 \mu\text{F}$).

Układ pomiarowy a)

U [V]	I [ma]	P [W]	R_A [Ω]	R_V [k Ω]	R_{WA} [Ω]	R_{WV} [k Ω]	$Z = UI$ [Ω]	$\sqrt{Ra'Rv'}$ [Ω]
58	35	0	0,03	100	3,2	15	1657,14	205,26
125	100	0	0,11	300	3,2	15	1250	218,11

W tym przypadku $|Z| > \sqrt{Ra'Rv'}$, a więc metoda pomiaru była niewłaściwa.

Obliczanie pojemności kondensatora:

$$|Z| = X_C$$

$$C = \frac{1}{2\pi f X_C} = 2,27 \mu\text{F}$$

Obliczanie kąta stratności δ .

$$\text{tg } \delta = \frac{1}{2\pi f CR} = \frac{1}{\infty} \rightarrow 0$$

Wynika stąd, że kąt przesunięcia fazowego między prądem i napięciem jest bliski 90° .

Układ pomiarowy b)

U [V]	I [ma]	P [W]	R_A [Ω]	R_V [k Ω]	R_{WA} [Ω]	R_{WV} [k Ω]	$Z = UI$ [Ω]	$\sqrt{Ra'Rv'}$ [Ω]
60	36	0	0,06	300	3,2	15	1666,67	215,8
110	68	0	0,06	300	3,2	15	1617,6	215,8

W tym przypadku $|Z| > \sqrt{Ra'Rv'}$, a więc metoda pomiaru była właściwa.

Obliczanie pojemności kondensatora:

$$|Z| = X_C$$

$$C = \frac{1}{2\pi f X_C} = 1,94 \mu\text{F}$$

Obliczanie kąta stratności δ .

$$\text{tg } \delta = \frac{1}{2\pi f CR} = \frac{1}{\infty} \rightarrow 0$$

Wynika stąd, że kąt przesunięcia fazowego między prądem i napięciem jest bliski 90° .

Wnioski:

Pomiar rezystancji metodą pośrednią za pomocą amperomierza woltomierza, nazywa się metodą techniczną. W układzie pokazanym na rysunku Ia) mierzymy poprawnie napięcie na elemencie, ale amperomierz zmierzy sumę prądów pobieranych przez element i woltomierz. Układ służy do pomiaru małych rezystancji, tzn. gdy $R < \sqrt{RaRv}$. W układzie na rysunku Ib) mierzymy poprawnie prąd płynący przez element, ale woltomierz mierzy spadek na elemencie na amperomierzu. Układ służy do pomiaru małych rezystancji, tzn. gdy $R > \sqrt{RaRv}$. Kondensator posiada bardzo dużą rezystancję, która dla prądu stałego stanowi przerwę w obwodzie.

W obwodzie zasilanym napięciem przemiennym:

- na rezystorze napięcie i prąd są w fazie ($\varphi = 0$)
- na cewce napięcie wyprzedza prąd o kąt fazowy $\approx 41^\circ$
- na kondensatorze prąd wyprzedza napięcie o kąt fazowy $= 90^\circ$

Układ pokazany na rysunku IIIa) służy do pomiaru małych impedancji odbiornika tzn. gdy $|Z| < \sqrt{RaRv}$, natomiast układ pokazany na rysunku IIIb) służy do pomiaru impedancji takich, że $|Z| > \sqrt{RaRv}$.

Wybór odpowiedniej metody pomiarowej ma duży wpływ na wyniki pomiarów i zależy od wartości mierzonej impedancji i rezystancji wewnętrznej przyrządów pomiarowych.