Termin zajęć Miernictwo II Poniedziałek – TN – 13:15 Osoby wykonujące ćwiczenie: Grupa nr: 4 **Andrzej Szyper** Tytuł ćwiczenia: **Ćwiczenie nr:** POMIARY REZYSTANCJI I IMPEDANCJI 4 Data wykonania ćwiczenia Ocena: 10-03-2025 Data oddania sprawozdania 23-03-2025

Szyper	
Oświadczam/y iż poniższe sprawozdanie zostało wykor	nane przeze mnie/nas samodzielnie:
Szyper	

Oświadczam, że zapoznałem/łam się ze niniejszym sprawozdaniem i uważam je za poprawnie wykonane:

CELE ĆWICZENIA

- Poznanie zasad pomiarów pośrednich i bezpośrednich rezystancji i impedancji.
- Pomiar impedancji elementów RLC z zastosowaniem napięcia i prądu zmiennego AC.
- Pomiary specjalizowanym miernikiem RLC.

WYPOSAŻENIE POMIAROWE:

- Regulowane zasilacze DC (napięcia stałego)
- Generator funkcyjny (napięcia przemiennego AC sinus, trójkąt, prostokąt)
- Mierniki prądu i napięcia VC8045 i VC8145
- Miernik RLC Hantek 1830C (wyciąg z instrukcji i parametry do obliczania niepewności
- na końcu niniejszej instrukcji)
- Elementy do pomiarów R, L i C Rezystory, Cewki i Kondensatory

ZADANIE 1 - POMIAR IMPEDANCJI – METODA BEZPOŚREDNIA – MIERNIK RLC

Przebieg:

Do miernika RLC – Hantek 1800C podpieto kolejno rezystory 3 i 4, cewkę 4 oraz kondensator 3. Wykonano pomiary na 5 częstotliwościach. Dla rezystorów zmierzono wartości rezystancji, reaktancji oraz impedancji, dla cewki indukcyjności i impedancji, a dla kondesatora pojemności i impedancji.

Dane pomiarowe (oraz policzone niepewności):

ZAD 1		REZYS	STOR 3		REZYSTOR 4			
freq [Hz]	R [Ω]	Χ [Ω]	Z [Ω]	u(Z) [Ω]	R [Ω]	Χ [Ω]	Z [Ω]	u(Z) [Ω]
100	46.11	-0.2356	46.11	0.08	6.738	-0.3258	6.739	0.021
400	46.50	-0.0845	46.50	80.0	6.737	-0.8530	6.737	0.021
1000	46.67	-0.0999	46.67	80.0	6.735	-3.8011	6.735	0.021
4000	46.82	0.1191	46.82	80.0	6.736	-12.734	6.736	0.021
10000	46.84	0.2942	46.84	0.08	6.737	-33.233	6.737	0.021

Tab 1: Wyniki pomiarów dla rezystorów 3 i 4

ZAD 1	CEWKA 4				KONDENSATOR 3			
freq [Hz]	L [mH]	u(L) [mH]	Z [Ω]	u(Z) [Ω]	C [µF]	u(C) [μF]	Z [Ω]	u(Z) [Ω]
100	52.75	0.13	528.3	0.8	1.0318	0.0025	1542.300	2.238
400	52.66	0.13	543.6	8.0	1.0297	0.0025	386.380	0.569
1000	52.67	0.13	622.4	0.9	1.0293	0.0025	154.610	0.235
4000	52.72	0.13	1427	2.1	1.0241	0.0025	38.852	0.068
10000	53.19	0.13	3385	4.9	1.0261	0.0025	15.511	0.034

Tab 2: Wyniki pomiarów dla cewki 4 i kondensatora 3

Legenda, niepewności pomiarów i obliczenia:

R – rezystancja L – indukcyjność

Z – impedancja **u(Z|L|C)** – niepewność standardowa Z, L lub C

Niepewność pomiaru Impedancji: $u(Z) = (0.25\%*Z + 2*rozdzielczość)/\sqrt{3}$

Np. u(Z) = $(0.25\% * 46.11 + 2* 0.01)/\sqrt{3} = 0.08$ dla R3 przy 100Hz

Niepewność pomiaru indukcyjności: $u(L) = (0.4\%*L + 2*rozdzielczość)/\sqrt{3}$

Np. u(L) = $(0.4\% * 52.75 + 2* 0.01)/\sqrt{3} = 0.13$ dla cewki 4 przy 100Hz

Niepewność pomiaru pojemności: $u(C) = (0.4\%*C + 2*rozdzielczość)/\sqrt{3}$

Np. u(L) = $(0.4\% * 1.0318 + 2* 0.0001)/\sqrt{3} = 0.0025$ dla kondensatora 3 przy 100Hz

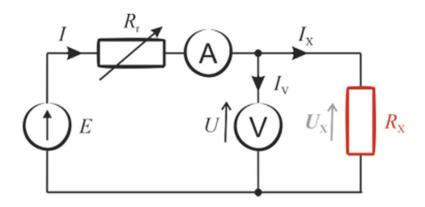
Niepewności zostały obliczone wg specyfikacji miernika:

Capacita	nce C and dissipa	tion D			Inductar	nce L and quality fa	actor			12/12/14/19				
■ 100Hz	/120Hz/400Hz				■ 100Hz	/120Hz/400Hz				Impedan	ce Z and phase an	gle "		
Range	Range of display	Accuracy Ce	Accuracy De	Equivalent mode recommended	Range	Range of display	Accuracy Le	Accuracy De*	Equivalent mode recommended	■ 100Hz	/120Hz/400Hz/1kHz/4k	(Hz/10kHz		
20mF	4.000mF~20.000mF	8.00%+5 digits	0.0800	Series	1000H	400.0H-999.9H	2.00%+3 digits	0.0200	Parallel			1	100	Equivalent mode
4mF	400.0µF~3.9999mF	2.00%+3 digits	0.0200	Series	400H	40.00H~399.99H	0.60%+2 digits		Parallel	Range	Range of display	Accuracy Ze	Α	73
400µF	40.00µF~399.99µF	0.60%+2 digits	0.0060	Series	40H	4.000H~39.999H	0.40%+2 digits		Parallel	rearing or .	mange or anoping		Accuracy	recommended
40µF 4µF	4.000µF~39.999µF 400.0nF~3.9999µF	0.40%+2 digits 0.40%+2 digits	0.0040	Series	4H 400mH	400.0mH~3.9999H 40.00mH~399.99mH	0.40%+2 digits	0.0040	Series	20ΜΩ	4.000ΜΩ~20.000ΜΩ	3.0%+10 digits	3.4"	Parallel
400nF	400.0nF~3.9999pF 40.00nF~399.99nF	0.4%+2 digits	0.0040	Parallel	400mH	40.00mH~399.99mH 4.000mH~39.999mH	0.4%+2 digits 0.6%+3 digits	0.0040	Series Series				1950	7.00.000
40nF	4.000nF~39.999nF	0.5%+3 digits	0.0050	Parallel	4mH	0uH~3.999mH	3.0%+5 digits	0.0060	Series	4ΜΩ	400.0kΩ~3.9999MΩ	1.2%+3 digits	0.7°	Parallel
4nF	0pF~3.999nF	1.5%+5 digits		Parallel			0.010-0-0910		041100	400kO	40.00kΩ~399.99kΩ	0.3%+3 digits	0.2"	Parallel
1kHz/4	IKHz				■ 1kHz/	4KHz	_	Accuracy	Equivalent mode	40kΩ	4.000kΩ-39.999kΩ	0.25%+2 digits	0.1"	
_				Equivalent mode	Range	Range of display	Accuracy Le	De*	recommended	4kO	400.0Ω~3.9999kΩ	management sixty place to be provided by	0.1"	Waster
Range	Range of display	Accuracy Ce	Accuracy De	recommended	1H	400.0mH~999.9mH	1.50%+3 digits	0.0150	Parallel	4812	400.0t1~3.9999Kt1	0.25%+2 digits	0.1	Series
1000uF	400.0uF~999.9uF	3.00%+5 digits	0.0300	Series	400mH	40.00mH~399.99mH	0.4%+2 digits	0.0040	Parallel	400Ω	40.00Ω~399.99Ω	0.25%+2 digits	0.1	Series
400µF	40.00µF~399.99µF	1.50%+3 digits	0.0150	Series	40mH	4.000mH~39.999mH	0.4%+2 digits			40Ω	4.000Ω-39.999Ω	0.5%+3 digits	0.3*	Series
40µF 4uF	4.000μF~39.999μF 400.0nF~3.9999μF	0.60%+2 digits	0.0060	Series	4mH	400.0uH-3.9999mH	0.4%+2 digits	0.0040	Series	10000				CONTRACTOR -
400nF	400.0nF~3.9999µF 40.00nF~399.99nF	0.40%+2 digits 0.4%+2 digits	0.0040	Parallel	400uH	40.00uH~399.99uH	0.8%+3 digits		Series	4Ω	0.4000Ω-3.9999Ω	2.0%+3 digits	1.1"	Series
40nF	4.000nF~39.99nF	0.6%+3 digits	0.0040	Parallel	40uH	0.0uH~39.9uH	3.0%+5 digits		Series	0.40	0.00000~0.39990	4.0%+3 digits		Series
4nF	400.0oF~3.9999nF	0.6%+3 digits	0.0060	Parallel	■ 10kHz	/40KHz				0.41	0.000011 0.000011	4.0 re o aigita		Guinea
400pF	0.0pF~399.9pF	3%+5 digits		Parallel	Range	Range of display	Accuracy Le	Accuracy De	Equivalent mode recommended	■ 40kHz	/50KHz			
10kHz					100H	40.00H~100.00H	2.0%+3 digits	0.0200	Parallel				200	The Control of the Co
Range	Range of display	Accuracy Ce	Accuracy De	Equivalent mode	40H	4.000H~39.999H	0.60%+2 digits	0.0060	Parallel	Range	Range of display Accuracy	Accuracy Ze	A 0.	Equivalent mode
				recommended	4H	400.0mH~3.9999H	0.40%+2 digits	0.0040	Parallel	Kange	Range of display	Accuracy 26	Accuracy	recommended
100µF 40µF	40.00μF~100.00μF 4.000μF~39.999μF	4.00%+5 digits 2.0%+3 digits	0.0400	Series Series		T				20MO	4.000ΜΩ-20.000ΜΩ	7.0%+41 digits	4.0*	Parallel
4uF	4.000µF~39.999µF 400.0nF~3.9999µF	2.0%+3 digits 0.60%+2 digits	0.0200	Series Series	400mH 40mH	40.00mH~399.99mH 4.000mH~39.999mH	0.4%+2 digits 0.4%+2 digits	0.0040	Series	20MD	4.000Ms1-20.000Ms1	7.0%+41 digits	4.0	Parailei
400nF	40.00nF~399.99nF	0.4%+2 digits	0.0040	Series	4mH	4.000mH~39.999mH 400.0uH~3.9999mH	0.4%+2 digits 1%+3 digits	0.0040	Series Series	4MQ	400.0kΩ-3.9999ΜΩ	2.5%+3 digits	1.4"	Parallel
40nF	4.000nF~39.999nF	0.4%+2 digits	0.0040		400uH	0.00uH~399.99uH	3.0%+5 digits	0.0100	Series	400kΩ	40.00kΩ~399.99kΩ	1.0%+4 digits	0.6"	Parallel
4nF	400.0pF~3.9999nF	0.4%+2 digits	0.0040	Parallel	■ 40kH	-				1,000,000	1,7,000		15.75	Parallel
400pF	40.00pF~399.99pF	0.6%+3 digits	0.0060	Parallel	■ 40KH	Z/SUKHZ				40kΩ	4.000kΩ-39.999kΩ	1.0%+4 digits	0.6"	
40pF	0.00pF~39.99pF	2.5%+5 digits	-	Parallel	Range	Range of display	Accuracy Le	Accuracy De*	Equivalent mode recommended	4kΩ	400.0Ω-3.9999kΩ	0.5%+3 digits	0.3"	Series
40kHz	/50KHz				1H	400.0mH~999.9mH	2.0%+4 digits	0.0200	Parallel	4000	40 000 000 000	0.000.0.0.0	0.01	Burley
Range	Range of display	Accuracy Ce	Accuracy De	Equivalent mode	400mH	40.00mH~399.99mH	0.8%+2 digits	0.0080	Parallel	400Ω	40.00Ω-399.99Ω	0.5%+3 digits	0.3°	Series
				recommended	40mH	4.000mH~39.999mH	0.8%+2 digits	0.0080		40Ω	4.000Ω~39.999Ω	0.7%+4 digits	0.4"	Series
100µF 40µF	40.00µF-100.00µF 4.000µF-39.999µF	6.00%+5 digits 4.0%+3 digits	0.0600	Series Series	4mH 400uH	400.0uH~3.9999mH 40.00uH~399.99uH	0.8%+2 digits 1.5%+3 digits	0.0080	Series Series				4.41	Corino
40µF	4.000µF~39.999µF 400.0nF~3.9999µF	4.0%+3 digits 1.0%+2 digits	0.0400	Series Series	400uH 40uH	0.000uH~399.99uH	1.5%+3 digits 4.0%+5 digits	0.0150	Series Series	4Ω	0.4000Ω~3.9999Ω	2.0%+6 digits	1.1"	Series
400nF	40.00nF~399.99nF	0.6%+2 digits	0.0060	Series	40001	0.0000 / 00.00001	1 -10 10 TO GIGHTS		041108	0.40	0.0000Ω=0.3999Ω	5.0%+10 digits		Series

Rys1: Fragmenty dokumentacji technicznej miernika HANTEK1 1830C dotyczące pomiarów Impedancji

ZADANIE 2 - POMIAR IMPEDANCJI – METODA POŚREDNIA, TECHNICZNA

Celem tego ćwiczenia jest wyznaczenie impedancji metodą pośrednią (nazywaną również metodą techniczną) z wykorzystaniem pomiaru napięcia i prądu W tym przypadku został dobrany układ pomiarowy PPN (Poprawny Pomiar Napięcia).



Rys 2: Układ poprawnego pomiaru napięcia (w przypadku dla rezystora Rx)

ZADANIE 2A: POMIAR REZYSTANCJI PRZY NAPIĘCIU STAŁYM DC

Przebieg:

Przełącznik AC/DC został ustawiony na pozycję "DC" (prąd stały), a przełącznik pomiaru- na "Pomiar pośredni". Przeprowadzono pomiary napięcia i prądu R1, R2 i cewki dla trzech różnych napięć zasilacza z zakresu między 1V a 15V (2.5V, 5V i 7.5V). W przypadku cewki wyznaczona została także jej rezystancja szeregowa.

Zakres woltomierza: 20V, zakres amperomierza: 200mA

Dane pomiarowe:

ZAD 2a - DC		REZYSTOR 3									
WEJSCIE [V]	I [mA]	u(I) [mA]	U [V]	u(U) [V]	Rx' [Ω]	u(Rx') [Ω]	Rx [Ω]	p [Ω]			
2.5	51.883	0.111	2.4288	0.0009	46.813	2.429	46.813	0.000			
5	103.860	0.216	4.8573	0.0016	46.768	4.858	46.768	0.000			
7.5	155.950	0.321	7.2849	0.0023	46.713	7.287	46.713	0.000			

Tab 3: Pomiary napięcia i prądu, wraz z obliczonymi niepewnościami pomiarowymi dla REZYSTORA 3

ZAD 2a - DC		REZYSTOR 4									
WEJSCIE [V]	I [A]	u(I) [A]	U [V]	u(U) [V]	Rx' [Ω]	u(Rx') [Ω]	Rx [Ω]	p [Ω]			
2.5	0.370	0.007	2.5014	0.0009	6.761	2.529	6.761	0.000			
5	0.742	0.007	5.0027	0.0016	6.742	5.057	6.742	0.000			
7.5	1.113	0.008	7.5040	0.0023	6.742	7.586	6.742	0.000			

Tab 4: Pomiary napięcia i prądu, wraz z obliczonymi niepewnościami pomiarowymi dla REZYSTORA 4

ZAD 2a - DC		CEWKA 4									
WEJSCIE [V]	I [mA]	u(I) [mA]	U [V]	u(U) [V]	Rx' [Ω]	u(Rx') [Ω]	Rx [Ω]	p [Ω]			
2.5	4.716	0.015	2.4955	0.0009	529.156	2.496	529.184	0.028			
5	9.428	0.025	4.9907	0.0016	529.349	4.991	529.377	0.028			
7.5	14.179	0.034	7.4855	0.0023	527.929	7.486	527.956	0.028			

Tab 5: Pomiary napięcia i prądu, wraz z obliczonymi niepewnościami pomiarowymi dla CEWKI 4

Legenda, wzory i specyfikacja mierników:

U – pomiar napięcia u(U) – niepewność standardowa napięcia

I – pomiar prądu u(I) – niepewność standardowa prądu

Rx – rezystancja pośrednia uwzględniająca układ PPN

Rx' – rezystancja bezpośrednia (z prawa Ohma)

u(Rx') – niepewność rezystancji bezpośredniej

p – poprawka (różnica między rezystancją Rx, a rezystancją Rx' wyznaczoną bezpośrednio ze wskazań przyrządu pomiarowego)

Specyfikacja techniczna mierników:

3-2-2-1. DC voltage (DCV)

Range	Accuracy	Resolution
200mV		10uV
2V	1 (0.050(m-14m-12)	100uV
20V	±(0.05%reading+3)	1mV
200V		10mV
1000V	±(0.1%reading+5)	100mV

Input impedance: $10M\Omega$ for all ranges;

Rys 3: Fragment dokumentacji technicznej miernika VC8045 dotycząca pomiarów napięcia prądu stałego

3-2-2-3. DC current (DCA)

Range	Accuracy	Resolution
20mA	±(0.259/mandima±10)	1uA
200mA	$\pm (0.35\%$ reading+10)	10uA
2A	±(0.8%reading+10)	100uA
20A	±(0.8% leading+10)	1mA

Rys 4: Fragment dokumentacji technicznej miernika VC8045 dotycząca pomiarów natężenia prądu stałego

Niepewność graniczna bezwzględna:

 $\Delta U[V] = (a\% \cdot rdg + dig) = (0.05\% \cdot rdg + 3)\Delta U[V] = (a\% \cdot rdg + dig) = (0.05\% \cdot rdg + 3)$

Niepewność standardowa napięcia:

u(U)[V] =(Δ U·0,0005+3·0,001)/sqrt(3)≈0,0009V (*Pomiar dla R3, UIN* = 2,5V)

Niepewność standardowa prądu:

u(I)[mA] = Δ I3=I·0,0035+10·0,001≈0,111mA (*Pomiar dla R3, UIN* = 2,5V)

Rezystancja pośrednia (PPN):

Rx =U/(I-U/Rv)=2,4288V/(51,883mA-2,4288V/10M Ω)= 46,813 Ω (Pomiar dla R3, UIN = 2,5V)

Rezystancja:

Rx' =U/I=2,4288V/51,883mA=46,813 Ω (Pomiar dla R3, UIN = 2,5V)

Niepewność rezystancji:

 $\mathbf{u}(\mathbf{R}\mathbf{x}') = \sqrt{(U^2 + I^2)} = 2,429$ (Pomiar dla R3, UIN = 2,5V)

Poprawka:

p= Rx-Rx'=46,813Ω-46,813Ω = 0 Ω(Pomiar dla R1, UIN = 6V)

ZADANIE 2B – POMIAR IMPEDANCJI PRZY NAPIĘCIU PRZMIENNYM AC

Przebieg:

Na makiecie AC/DC ustawiono przełączniki na pozycje: AC, POMIAR POŚREDNI. Następnie ustawiono amperomierz i woltomierz na tryb AC. Przeprowadzono pomiary napięcia oraz prądu przy zadanych częstotliwościach dla 4 elementów układu. Policzono niepewności oraz impedancję. Dla cewki i kondensatora dodatkowo wyliczono odpowiednio: indukcyjność i pojemność. Dla poniższych pomiarów została użyta funkcja sinus na generatorze funkcyjnym.

WEJSCIE			REZYS	STOR 3		
FREQ [Hz]	I [mA]	u(I) [mA]	U [V]	u(U) [V]	Z [Ω]	u(Z) [Ω]
100	36.248	0.214	1.7032	0.0046	46.987	1.704
400	36.276	0.214	1.7051	0.0046	47.004	1.705
1000	36.284	0.214	1.7051	0.0046	46.993	1.705
4000	36.329	0.214	1.7075	0.0046	47.001	1.708
10000	36.502	0.215	1.7071	0.0046	46.767	1.707

Tab 6: Pomiary napięcia i prądu z obliczonymi niepewnościami i impedancją dla R3

WEJSCIE			REZ	YSTOR 4		
FREQ [Hz]	I [A]	u(I) [A]	U [V]	u(U) [V]	Ζ [Ω]	u(Z) [Ω]
100	0.536	0.049	3.5277	0.0209	6.582	3.568
400	0.525	0.049	3.5311	0.0209	6.726	3.570
1000	0.533	0.049	3.5328	0.0209	6.628	3.573
4000	0.493	0.048	3.5430	0.0210	7.187	3.577
10000	0.363	0.048	3.5448	0.0210	9.765	3.563

Tab 7: Pomiary napięcia i prądu z obliczonymi niepewnościami i impedancją dla R4

WEJSCIE				CEWKA	4		
FREQ [Hz]	I [mA]	u(I) [mA]	U [V]	u(U) [V]	Z [Ω]	u(Z) [Ω]	L [mH]
100	6.179	0.075	3.2417	0.0196	524.632	3.242	105.604
400	6.042	0.074	3.2597	0.0197	539.507	3.260	42.532
1000	5.374	0.071	3.3256	0.0200	618.831	3.326	51.156
4000	2.461	0.058	3.5214	0.0209	1430.882	3.521	52.902
10000	0.905	0.050	3.5628	0.0211	3936.796	3.563	62.088

Tab 8: Pomiary napięcia i prądu z obliczonymi niepewnościami, impedancją i indukcyjnością dla cewki 4

WEJSCIE	KONDENSATOR 3						
FREQ [Hz]	I [mA]	u(I) [mA]	U [V]	u(U) [V]	Z [Ω]	u(Z) [Ω]	C [µF]
100	2.322	0.057	3.5524	0.0210	1529.888	3.552	1.040
400	9.159	0.088	3.5255	0.0209	384.922	3.526	1.034
1000	21.819	0.147	3.3759	0.0202	154.723	3.376	1.029
4000	55.088	0.301	2.1513	0.0146	39.052	2.152	1.019
10000	66.483	0.353	1.0309	0.0094	15.506	1.033	1.026

Tab 9: Pomiary napięcia i prądu z obliczonymi niepewnościami, impedancją i pojemnością dla kondensatora 3

Legenda i przykładowe obliczenia:

Z[Ω] - impedancja u(Z)[Ω] - niepewność impedancji

L [mH] - indukcyjność (Cewki) u(L) [mH] - niepewność indukcyjności (cewki)

C [nF] - pojemność (kondensatora) u(C) [nF] – niepewność pojemności (kondensatora)

Rs - rezystancja szeregowa, średnia arytmetyczna rezystancji bezpośredniej (z zadania 2A)

Dokumentacja techniczna mierników:

Pomiary niepewności w tym przypadku były bazowane na tej samej dokumentacji co w zad 2A, ale odnoszących się do prądu przemiennego.

3-2-2-2. AC voltage (ACV)

	Range	Input frequency	Accuracy	Resolution
	200mV	50Hz-50kHz		10uV
	2V	50Hz-20kHz	±(0.8%reading+80)	100uV
	20V	JUHZ-ZUKHZ	±(0.8% leading+80)	1mV
	200V	50Hz-5kHz		10mV
[750V	50Hz-400Hz	±(1.0%reading+50)	100mV

Rys 5: Fragment dokumentacji technicznej miernika VC8045 dotyczące pomiarów napięcia prądu zmiennego.

3-2-2-4. AC current (ACA)

Range	Input frequency	Accuracy	Resolution
200mA	50Hz-5kHz	±(0.8%reading+80)	10uA
2A	50Hz-400Hz	±(1.0%reading+50)	100uA
20A	30HZ-400HZ	±(1.0%leading+30)	1mA

Rys 6: Fragment dokumentacji technicznej miernika VC8045 dotyczące pomiarów natężenia prądu zmiennego

Wzory:

Impedancja:

 $\mathbf{Z} = U/I = 1,7032V/36,248mA = 46,87 \Omega$ (R3, 100Hz)

Niepewność standardowa impedancji:

$$\mathbf{u}(\mathbf{Z}) = (\mathbf{u}(\mathbf{U})^2 + \mathbf{u}(\mathbf{I})^2)^{1/2} = ((1,7032V)^2 + (36,248mA)^2)^{1/2} = 1,704 \Omega$$
 (R3, 100Hz)

Pulsacja:

 $\omega = 2\pi f \omega = 2\pi f$

Pojemność kondensatora:

 $C = 1/(\omega Z) = 1/(2\pi fZ) = 1/(2\pi \cdot 100 \cdot 1529.888\Omega) = 1.040 \mu F$

Rezystancja szeregowa cewki:

 $Rs = (Rx'_1 + Rx'_2 + Rx'_3)/3$

Rx'₁: 529.156 Ω Rx'₂: 529.349 Ω Rx'₃: 527.929 Ω

Rs: 528.811Ω

Indukcyjność cewki, przy częstotliwości 1kHz:

 $L = X/\omega = |Z_L^2 - Rs^2|^{1/2}/2\pi f = 51.156 \text{ mH}$

Moduł impedancji cewki (f=1kHz):

 $Z_{CX} = U/I = 618.831 \Omega$

Moduł impedancji kondensatora (f=1kHz):

 $Z_{LX} = U/I = 154,723 \Omega$

WNIOSKI:

Wyniki oporu rezystorów dla wszystkich metod są dosyć zbliżone do siebie: R3 \approx 46,8 Ω , R4 \approx 6,7 Ω (tu najmniej dokładne wyniki były w metodzie 2B).

Co ważne, częstotliwość nie wpływa tutaj na wyniki.

W przypadku cewki L wzrost częstotliwości powoduje zwiększenie wartości modułu jej impedancji, natomiast w przypadku kondensatora wzrost częstotliwości powoduje zmniejszenie wartości jego impedancji.

Pomiary indukcyjności cewki w zad 2B, były dużo mniej dokładne niż w zad 1, co może wynikać

z błędów lub przybliżeń podczas pośrednich obliczeń. Przy pomiarach pojemności kondensatora nie zaobserwowałem jednak takiego problemu.

Protokół z zajęć:

Wyniki z zajęc zostały przedstawione w tabelach 1-9 w treści sprawozdania.