

Uniwersytet Zielonogórski WEIiT		Grupa lab.	Nr ćwicz. 7	Ocena
Laboratorium techniki eksperymentu				
Temat ćwiczenia: Pomiary częstotliwości i czasu.		Data wyk.	Data odd.	Podpis

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest poznanie podstawowych metod pomiaru częstotliwości, okresu, czasu trwania impulsu, czasu przerwy itp.

2. Wykaz aparatury

- Częstościomierz cyfrowy AMPLIFIERS type PFC-21
- Oscyloskop Protek 3502c
- Generator type PO-23

3. Program ćwiczenia

3.1. Pomiar częstotliwości przy pomocy częstościomierza metodą bezpośrednią i pośrednią.

3.1.1. Tabele wyników pomiarów i obliczeń.

fw [Hz]	fx [Hz]	Δf_x [Hz]	δf_x [%]	10Tx [ms]	$\Delta T_x \cdot 10^{-8}$ [s]	$\delta T_x \cdot 10^{-5}$ [%]	fTx [kHz]	$\delta f_{Tx} \cdot 10^{-5}$ [%]
20	22,3	0,1	0,4485	446,4254	3,2	7,2	0,02	7,2
30	34,5	0,1	0,2899	290,4475	2,5	8,4	0,03	8,4
40	46,2	0,1	0,2165	217,2638	2,1	9,6	0,05	9,6
50	57,8	0,1	0,1731	173,4542	1,9	10,8	0,06	10,8
60	69,4	0,1	0,1441	142,89	1,7	12,0	0,07	12,0
80	94,4	0,1	0,1060	106,72	1,5	14,4	0,09	14,4
100	118,8	0,1	0,0842	85,94	1,4	16,6	0,12	16,6
150	172,5	0,1	0,0580	57,68	1,3	22,3	0,17	22,3
200	212,6	0,1	0,0471	47,15	1,2	26,2	0,21	26,2
200	222,6	0,1	0,0450	45,28	1,2	27,1	0,22	27,1
300	342,7	0,1	0,0292	29,29	1,1	39,1	0,34	39,1
400	458	0,1	0,0219	21,85	1,1	50,8	0,46	50,8
500	575,7	0,1	0,0174	17,44	1,1	62,3	0,57	62,3
600	692	0,1	0,0145	14,42	1,1	74,3	0,69	74,3
800	936,5	0,1	0,0107	10,71	1,1	98,4	0,93	98,4
1000	1174,3	0,1	0,0086	8,5	1,0	122,6	1,18	122,6
1500	1719,5	0,1	0,0059	5,88	1,0	175,1	1,70	175,1
2000	2114,9	0,1	0,0048	4,73	1,0	216,4	2,11	216,4
2000	2233,9	0,1	0,0045	4,48	1,0	228,2	2,23	228,2
3000	3439,5	0,1	0,0030	2,94	1,0	345,1	3,40	345,1
4000	4575	0,1	0,0022	2,19	1,0	461,6	4,57	461,6
5000	5772,7	0,1	0,0018	1,74	1,0	579,7	5,75	579,7
6000	6926,4	0,1	0,0015	1,43	1,0	704,3	6,99	704,3
8000	9338,5	0,1	0,0011	1,07	1,0	939,6	9,35	939,6
10000	11693,4	0,1	0,0009	0,8582	1,0	1170,2	11,65	1170,2

15000	17004,1	0,1	0,0006	0,5902	1,0	1699,3	16,94	1699,3
20000	20892	0,1	0,0005	0,4809	1,0	2084,4	20,79	2084,4
20000	22402	0,1	0,0005	0,4479	1,0	2237,6	22,33	2237,6
30000	34283,6	0,1	0,0003	0,2913	1,0	3437,9	34,33	3437,9
40000	46092,8	0,1	0,0003	0,2184	1,0	4583,8	45,79	4583,8
50000	57763,7	0,1	0,0002	0,1735	1,0	5768,7	57,64	5768,7
60000	69822,5	0,1	0,0002	0,1438	1,0	6959,1	69,54	6959,1
80000	93334,5	0,1	0,0002	0,1077	1,0	9290,1	92,85	9290,1
100000	117575,7	0,2	0,0001	0,0856	1,0	11687,2	116,82	11687,2
150000	173090,9	0,2	0,0001	0,0579	1,0	17276,2	172,71	17276,2
200000	210975,7	0,2	0,0001	0,0476	1,0	21013,4	210,08	21013,4

f_w [kHz] – częstotliwość wzorcowa

f_x [kHz] – częstotliwość zmierzona

Δf_x [Hz] – błąd bezwzględny w metodzie bezpośredniej pomiaru częstotliwości

δf_x [%] – błąd względny w metodzie bezpośredniej pomiaru częstotliwości

T_x [ms] – okres zmierzony

$\Delta T_x \cdot 10^{-5}$ [s] – błąd bezwzględny pomiaru okresu w metodzie pośredniej $\cdot 10^{-5}$

$\delta T_x \cdot 10^{-5}$ [%] – błąd względny pomiaru okresu w metodzie pośredniej $\cdot 10^{-5}$

f_{Tx} [kHz] – częstotliwość obliczona na podstawie pomiaru okresu T_x

$\delta f_{Tx} \cdot 10^{-5}$ [%] – błąd częstotliwości obliczonej na podstawie pomiaru okresu $T_x \cdot 10^{-5}$, który jest równy $\delta T_x \cdot 10^{-5}$ [%]

3.1.2. Wzory wykorzystane do obliczeń i przykładowe obliczenia.

3.1.2.1. Pomiar częstotliwości metodą bezpośrednią.

Błąd bezwzględny (Δf_x [Hz]) w metodzie bezpośredniej pomiaru częstotliwości obliczyliśmy wg wzoru:

$$\Delta f_x = \frac{1}{tp} + \frac{\Delta f_w}{f_w} * f_x \quad tp - \text{czas pomiarowy, który wynosił 10s}$$

$$\frac{\Delta f_w}{f_w} - \text{dokładność pomiaru częstotliwości, gdzie } \frac{\Delta f_w}{f_w} = \pm 5 \cdot 10^{-7}$$

f_x – częstotliwość zmierzona

Przykład obliczeń dla pierwszego pomiaru:

$$\Delta f_x = \frac{1}{10} + 5 \cdot 10^{-7} * 22,3 \cong 0,1 \text{ [Hz]}$$

Błąd względny (δf_x [%]) w metodzie bezpośredniej pomiaru częstotliwości wyznaczyliśmy wg wzoru:

$$\delta f_x = \frac{\Delta f_x}{f_x} * 100\% \quad \Delta f_x - \text{błąd bezwzględny}$$

f_x – częstotliwość zmierzona

Przykład obliczeń dla pierwszego pomiaru:

$$\delta f_x = \frac{0,1}{22,3} * 100\% = 0,4485 \text{ [%]}$$

3.1.2.2. Pomiar częstotliwości metodą pośrednią.

Błąd bezwzględny (Δ_{Tx} [s]) pomiaru okresu w metodzie pośredniej obliczyliśmy wg wzoru:

$$\Delta_{Tx} = \frac{t_w}{k} + \frac{\Delta f_w}{f_w} * T_x \text{ ,gdzie:}$$

$$t_w \text{ - jednostka pomiarowa okresu, gdzie } t_w = \frac{1}{f_w} = \frac{1}{10MHz} = \frac{1}{10000000Hz} = 0,0000001 \text{ s}$$

k - ilość okresów, gdzie podczas pomiarów $k=10$

$$\frac{\Delta f_w}{f_w} \text{ - dokładność pomiaru częstotliwości, gdzie } \frac{\Delta f_w}{f_w} = \pm 5 * 10^{-7}$$

T_x - okres zmierzony

Przykład obliczeń dla pierwszego pomiaru:

$$\Delta_{Tx} = \frac{0,0000001}{10} + 5 * 10^{-7} * 44,6/1000 = 3,2 * 10^{-8} \text{ [s]}$$

Błąd względny ($\delta_{Tx} * 10^{-5}$ [%]) pomiaru okresu w metodzie pośredniej wyznaczyliśmy wg wzoru:

$$\delta_{Tx} = \frac{\Delta_{Tx}}{T_x} * 100\% \text{ ,gdzie}$$

Δ_{Tx} - błąd bezwzględny

T_x - okres zmierzony

Przykład obliczeń dla pierwszego pomiaru:

$$\delta_{Tx} = \frac{3,2 * 10^{-8}}{(44,6/1000)} * 100 = 7,2 * 10^{-5} \text{ [%]}$$

Częstotliwość (f_{Tx} [kHz]) obliczyliśmy według wzoru:

$$f_{Tx} = \frac{1}{T_x} \text{ ,gdzie}$$

T_x - okres zmierzony

Przykład obliczeń dla pierwszego pomiaru:

$$f_{Tx} = \frac{1}{44,6} = 0,02 \text{ [kHz]}$$

Błąd częstotliwości (δf_{Tx} [%]) jest równy błędowi względnemu (δ_{Tx}).

3.2. Pomiar częstotliwości miernikiem analogowym.

3.2.1. Tabele wyników pomiarów i obliczeń.

fa [kHz]	fz [kHz]	fosc[kHz]	Δosc [kHz]	Δa=fa-fz	Δc *10 ⁻⁷ [s]
10	9,9225	10	0,6	0,08	0,40
20	19,7509	20	1,2	0,25	0,25
30	29,7033	28,57	1,4	0,30	0,20
40	41,0236	40	2,4	-1,02	0,17
50	51,5495	50	3,5	-1,55	0,16
60	60,8997	58,82	4,6	-0,90	0,15
70	71,3245	71,43	6,5	-1,32	0,14
80	81,1541	83,33	4,4	-1,15	0,14
90	92,6676	89,29	5,0	-2,67	0,13
100	115,7332	119,05	8,1	-15,73	0,13

fa [kHz] – częstotliwość wzorcowa
 fz [kHz] – częstotliwość zmierzona
 Δa=fa-fz – błąd miernika analogowego
 Δc [s] – błąd częstotliciomierza cyfrowego
 fosc [kHz] – częstotliwość oscyloskopu
 Δosc [kHz] – błąd oscyloskopu

3.2.2. Wzory wykorzystane do obliczeń i przykładowe obliczenia.

Do obliczeń **błędu nieliniowości** (Δa) wykorzystaliśmy wzór:

$$\Delta a = f_a - f_z$$

Przykład obliczeń dla pierwszego pomiaru:

$$\Delta a = 10 - 9,9225 = 0,00775 \approx 0,08 \text{ [kHz]}$$

Do obliczeń **błędu częstotliciomierza** cyfrowego (Δc) wykorzystaliśmy wzór:

$$\Delta_{Tx} = \frac{t_w}{k} + \frac{3 \cdot 10^{-3}}{k} * T_x + \frac{\Delta f_w}{f_w} * T_x$$

Przykład obliczeń dla pierwszego pomiaru:

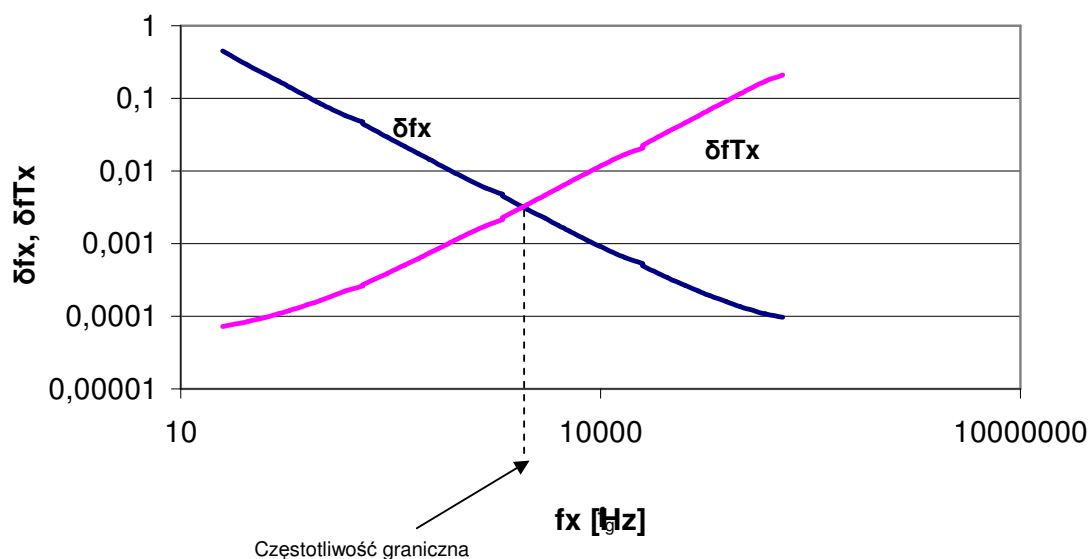
$$\Delta_{Tx} = \left(\frac{0,0000001}{10} + \frac{3 \cdot 10^{-3}}{10} * \left(\frac{1}{9,9225} \right) / 1000 + 5 * 0,0000001 * \left(\frac{1}{9,9225} \right) / 1000 \right) * 10000000 = 0,40285 * 10^{-7} \text{ s}$$

$$\delta_{osc} = \frac{\Delta l}{l} \cdot 100\% + 2\% = \frac{0,2}{5} \cdot 100\% + 2\% = 6\%$$

$$\Delta_{osc} = \frac{\sigma_{osc} \cdot f_{osc}}{100\%} = \frac{6\% \cdot 10}{100\%} = 0,6 \text{ kHz}$$

4. Wykresy

4.1. Wykres dla pomiaru częstotliwości w metodzie bezpośredniej i pośredniej.



5. Uwagi i wnioski.

Celem ćwiczenia jest poznanie podstawowych metod pomiaru częstotliwości, okresu, czasu trwania impulsu, czasu przerwy itp.

W punkcie 3.1 dokonaliśmy pomiaru częstotliwości przy pomocy częstotliczomierza metodą bezpośrednią i pośrednią. Na podstawie dokonanych pomiarów i obliczeń stwierdziliśmy, że metoda bezpośrednia jest o wiele bardziej dokładna od wyznaczania częstotliwości metodą pośrednią.

W punkcie 3.2 dokonaliśmy pomiaru częstotliwości miernikiem analogowym. Na podstawie dokonanych pomiarów i obliczeń stwierdziliśmy, że wraz ze wzrostem badanej częstotliwości błąd częstotliczomierza maleje. Natomiast wraz ze wzrostem badanej częstotliwości błąd oscyloskopu wzrastał. W początkowej fazie pomiaru częstotliwość zmierzona była mniejsza od częstotliwości wzorcowej, natomiast po przekroczeniu 30 kHz, częstotliwość zmierzona była większa od częstotliwości wzorcowej.