

WOJSKOWA AKADEMIA TECHNICZNA Metrologia i systemy pomiarowe Studia stacjonarne		
Ćwiczenie nr 2		
Sprawozdanie		
Temat: Pomiary bezpośrednie podstawowych wielkości elektrycznych		
Grupa: 1. 2. 3.	Ocena:	Data wykonania ćwiczenia:
		Data oddania sprawozdania:
		Prowadzący:

Uwagi prowadzącego:

Uwaga:

Sprawozdanie należy wykonać własnoręcznie zgodnie z poniższymi zaleceniami dotyczącymi poszczególnych punktów pomiarowych. Wymagane wykresy należy wykonać **zgodnie z regułami sporządzania wykresów** i dołączyć do sprawozdania. Istotne są m.in. prawidłowy dobór rodzaju siatki na wykresie, odpowiednie wyskalowanie i opis osi, czytelność wykresu, odpowiednia aproksymacja. Sprawozdanie (w tym również wszystkie wykresy) powinno zostać wykonane starannie. **Niezbędnym elementem sprawozdania są wnioski**, które należy sformułować w oparciu o zamieszczone pytania i polecenia.

Ocenie podlegać będzie nie tylko **wartość merytoryczna sprawozdania** (tzn. poprawność przeprowadzonych obliczeń, stosownie odpowiednich reguł w zapisie wyniku pomiaru, wnioski, wykresy) ale również **staranność jego wykonania**.

1. Pomiar napięcia stałego

1.1. Jednokrotny pomiar napięcia woltomierzem analogowym

1. Na podstawie wyników pomiarów zamieszczonych w tabeli 3. protokołu **wyznaczyć** i wpisać do tabeli 9. następujące wielkości:

- błąd graniczny pomiaru napięcia woltomierzem analogowym $\Delta_g U_A$;
- niepewność standardową typu B pomiaru napięcia ($u_B(U_A)$), zakładając równomierny rozkład błędów przyrządu;
- niepewność rozszerzoną pomiaru napięcia ($U(U_A)$) na poziomie ufności $p = 0,95$;
- niepewność rozszerzoną względną pomiaru napięcia ($U_r(U_A)$).

2. **Przedstawić** wykorzystane **wzory** oraz przykładowe **obliczenia**.

3. **Zapisać wynik** pomiaru zgodnie z odpowiednimi **regułami**.

4. **Wykreślić zależność** niepewności względnej pomiaru od wartości mierzonej dla poszczególnych zakresów woltomierza analogowego w jednym układzie współrzędnych stosując **graficzną metodę aproksymacji** (np. z pomocą Excela).

Tabela 9. Wyniki obliczeń niepewności pomiaru napięcia stałego woltomierzem analogowym

Lp.	$\Delta_g U_A$	$u_B(U_A)$	$U(U_A)$	$U_r(U_A)$	$U_{mA} \pm U(U_A)$
-	V	V	V	%	V
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					

Przykładowe obliczenia dla pomiaru nr ... :

$$\Delta_g U_A = \frac{(\text{kl.dokł.})}{100} \cdot U_{NA} = \dots$$

$$u_B(U_A) = \frac{\Delta_g U_A}{\sqrt{3}} = \dots$$

$$U(U_A) = 0,95 \cdot \Delta_g U_A = \dots$$

$$U_r(U_A) = \frac{U(U_A)}{U_{mA}} \cdot 100\% = \dots$$

Na podstawie wyników obliczeń i wykonanego wykresu sformułuj i uzasadnij regułę doboru optymalnego podzakresu pomiarowego woltomierza analogowego.

.....

.....

.....

.....

.....

1.2. Jednokrotny pomiar napięcia woltomierzem cyfrowym

Dla **wybranego pomiaru** z tab. 4 protokołu (nr pomiaru wpisać w kolumnie *Lp.* tab. 10) wykonać następujące polecenia:

1. Na podstawie informacji zawartych w tab. 2 **wyznaczyć** i wpisać do tabeli 10. następujące wielkości:

- błąd graniczny pomiaru napięcia woltomierzem cyfrowym ($\Delta_g U_C$);
- niepewność rozszerzoną pomiaru napięcia woltomierzem cyfrowym ($U(U_C)$) na poziomie ufności $p = 0,95$, zakładając równomierny rozkład błędów przyrządu;
- niepewność rozszerzoną względną pomiaru napięcia ($U_r(U_C)$).

2. **Przedstawić** wykorzystane **wzory** oraz przeprowadzone **obliczenia**.

3. **Zapisać wynik pomiaru** napięcia zgodnie z odpowiednimi **regułami**.

Tabela 10. Wyniki obliczeń niepewności pomiaru napięcia woltomierzem cyfrowym

Lp.	$\Delta_g U_C$	$U(U_{C4})$	$U_r(U_{C4})$	$U_{mC} \pm U(U_{C4})$
-	V	V	%	V

Obliczenia:

$$\Delta_g U_c = \frac{a^{\%}}{100} \cdot U_{mc} + nd = \dots$$

$$U(U_c) = 0,95 \cdot \Delta_g U_c = \dots$$

$$U_r(U_c) = \frac{U(U_c)}{U_{mc}} \cdot 100\% = \dots$$

Porównaj dokładność pomiaru przyrządem cyfrowym z dokładnością pomiaru przyrządem wskazówkowym. Spróbuj uzasadnić różnicę.

.....

.....

.....

.....

Czy rozdzielczość cyfrowa wykorzystywanego woltomierza jest adekwatna do jego dokładności? Czy mogłaby być większa? Uzasadnij odpowiedź.

.....

.....

.....

.....

1.3. Seria pomiarów napięcia woltomierzem cyfrowym

1. Na podstawie wyników pomiarów zamieszczonych w tabeli 5 oraz informacji zawartych w tab. 2 **wyznaczyć niepewność rozszerzoną pomiaru** napięcia na poziomie ufności $p = 0,95$. W tym celu należy **wyznaczyć** następujące parametry:

- wartość średnią pomiaru napięcia $U_{\bar{s}r}$;
- niepewność standardową typu A pomiaru napięcia $u_A(U)$;
- błąd graniczny pomiaru napięcia wnoszony przez przyrząd pomiarowy $\Delta_g U$ przyjmując wartość średnią pomiaru napięcia $U_{\bar{s}r}$ jako wartość zmierzoną;
- niepewność standardową typu B pomiaru napięcia $u_B(U)$ przyjmując równomierny rozkład błędów przyrządu;
- niepewność złożoną pomiaru napięcia $u_c(U)$;
- niepewność rozszerzoną pomiaru napięcia $U(U)$ na zadanym poziomie ufności; w tym celu należy uprzednio określić wartość współczynnika rozszerzenia k dla zadanego poziomu ufności

2. **Wyznaczyć niepewność rozszerzoną względną pomiaru** napięcia $U_r(U)$.

3. **Przedstawić** wykorzystane **wzory** oraz wykonane **obliczenia**.

4. **Zapisać wynik pomiaru** napięcia zgodnie z odpowiednimi **regułami**.

Tabela 11. Wyniki obliczeń niepewności pomiaru napięcia

Lp.	U_{mci}	$U_{mci} - U_{\bar{s}r}$	$(U_{mci} - U_{\bar{s}r})^2$	$U_{\bar{s}r}$	mV	
-	mV	mV	(mV) ²	$u_A(U)$	mV	
1.				$\Delta_g U$	mV	
2.				$u_B(U)$	mV	
3.				$u_c(U)$	mV	
4.				k	-	
5.				$U(U)$	mV	
6.				$U_r(U)$	%	
7.						
8.				$U_{\bar{s}r} \pm U(U)$		
9.				mV		
10.						
11.						
12.						
13.						
14.						
15.						
Σ		—				

Obliczenia:

$$U_{sr} =$$

$$u_A(U) =$$

$$\Delta_g U =$$

$$u_B(U) =$$

$$u_c(U) =$$

$$U(U) =$$

$$U_r(U) =$$

Porównaj uzyskane wartości niepewności standardowych typu A oraz typu B.

.....
.....

Biorąc pod uwagę odpowiedź na powyższe pytanie, zaproponuj co można by zrobić aby zwiększyć dokładność przeprowadzonego pomiaru?

.....
.....
.....
.....

2. Pomiar prądu stałego

Dla **wybranego punktu pomiarowego z tab. 6** protokołu (nr pomiaru wpisać w kolumnie *Lp.* tab. 12) wykonać następujące polecenia:

1. Na podstawie informacji zawartych w tab. 2 **wyznaczyć** i wpisać do tabeli 12. sprawozdania następujące wielkości:

- błąd graniczny pomiaru amperomierzem analogowym $\Delta_g I_A$ oraz cyfrowym $\Delta_g I_C$;
- niepewność rozszerzoną pomiaru prądu amperomierzem analogowym ($U(I_A)$) i cyfrowym ($U(I_C)$) na poziomie ufności $p = 0,95$ zakładając równomierny rozkład błędów obu przyrządów;
- niepewność rozszerzoną względną pomiaru prądu amperomierzem analogowym ($U_r(I_A)$) i cyfrowym ($U_r(I_C)$).

2. **Przedstawić** wykorzystane **wzory** oraz przykładowe **obliczenia**.

3. **Zapisać wyniki** pomiarów zgodnie z odpowiednimi **regułami**

Tabela 12. Wyniki obliczeń niepewności pomiarów prądu stałego

	Pomiar amperomierzem analogowym				Pomiar amperomierzem cyfrowym			
Lp.	$\Delta_g I_A$	$U(I_A)$	$U_r(I_A)$	$I_{mA} \pm U(I_A)$	$\Delta_g I_C$	$U(I_C)$	$U_r(I_C)$	$I_{mC} \pm U(I_C)$
-	mA	mA	%	mA	mA	mA	%	mA

Obliczenia:

$$\Delta_g I_A =$$

$$U(I_A) =$$

$$U_r(I_A) =$$

$$\Delta_g I_C =$$

$$U(I_C) =$$

$$U_r(I_C) =$$

Który z wyznaczonych parametrów umożliwia porównanie dokładności poszczególnych pomiarów i przyrządów pomiarowych? Na jego podstawie porównaj dokładności przeprowadzonych pomiarów.

.....

.....

.....

.....

3. Pomiar rezystancji

3.1. Pomiar rezystancji omomierzem analogowym

Dla **wybranego podzakresu pomiarowego omomierza** (w tab. 13 zapisz mnożnik wybranego podzakresu) wykonać następujące polecenia:

1. Na podstawie informacji zawartych w tab. 2 protokołu **wyznaczyć** i wpisać do tabeli 13. sprawozdania następujące wielkości:
 - błąd graniczny pomiaru rezystancji omomierzem analogowym $\Delta_g R_A$;
 - niepewność rozszerzoną pomiaru rezystancji ($U(R_A)$) na poziomie ufności $p = 0,95$ zakładając równomierny rozkład błędów przyrządu;
 - niepewność rozszerzoną względną pomiaru rezystancji ($U_r(R_A)$).
2. **Przedstawić** wykorzystane **wzory** oraz przykładowe **obliczenia**.
3. Zapisać wynik pomiaru zgodnie z odpowiednimi **regułami**.
4. **Wykreślić zależność** niepewności względnej $U_r(R_A)$ od wartości mierzonej dla wybranego podzakresu pomiarowego omomierza w jednym układzie współrzędnych stosując **graficzną metodę aproksymacji**.

Tabela 13. Wyniki obliczeń niepewności pomiarów rezystancji omomierzem analogowym

mnożnik = ...				
Lp.	$\Delta_g R_A$	$U(R_A)$	$U_r(R_A)$	$R_{mA} \pm U(R_A)$
	Ω	Ω	%	Ω
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				

Przykładowe obliczenia dla pomiaru nr ...:

$$\Delta_g R_A = \frac{(kl.dokł.)}{100} \cdot R_{we} \cdot \left(1 + \frac{R_m}{R_{we}}\right)^2 = \dots$$

$$U(R_A) = 0,95 \cdot \Delta_g R_A = \dots$$

$$U_r(R_A) = \frac{U(R_A)}{R_{ma}} \cdot 100\% = \dots$$

Na podstawie wyników przeprowadzonych obliczeń i sporządzonego wykresu sformułuj i uzasadnij zalecenia dotyczące doboru optymalnego mnożnika zakresu omomierza analogowego.

.....

.....

.....

.....

3.2. Pomiar rezystancji omomierzem cyfrowym

Dla **wybranego punktu pomiarowego z tab. 8** protokołu (nr pomiaru wpisać w kolumnie *Lp.* tab. 14) wykonać następujące polecenia:

1. Na podstawie informacji zawartych w tab. 2 **wyznaczyć** i wpisać do tab. 14 następujące wielkości:

- błąd graniczny pomiaru rezystancji omomierzem cyfrowym $\Delta_g R_C$;
- niepewność rozszerzoną pomiaru rezystancji ($U_p(R_C)$) na poziomie ufności $p = 0,95$, zakładając równomierny rozkład błędów przyrządu;
- niepewność względną pomiaru rezystancji ($U_r(R_C)$).

2. **Przedstawić** wykorzystane **wzory** oraz **przykładowe** obliczenia.

3. **Zapisać wynik pomiaru** zgodnie z odpowiednimi **regułami**.

Tabela 14. Wyniki obliczeń niepewności pomiaru rezystancji omomierzem cyfrowym

<i>Lp.</i>	$\Delta_g R_C$	$U(R_C)$	$U_r(R_C)$	$R_{mC} \pm U(R_C)$
-	k Ω	k Ω	%	k Ω

Obliczenia:

$$\Delta_g R_C =$$

$$U(R_C) =$$

$$U_r(R_C) =$$

Na podstawie wyników zawartych w tab. 13 i 14 porównaj dokładność pomiarów rezystancji omomierzem analogowym i cyfrowym.

.....

.....

.....

.....