

PELP1 Z9 Niepewność pomiaru wielkości elektrycznych

Zadanie 1. Zmierzono natężenie prądu stałego za pomocą amperomierza cyfrowego Keysight U1252B na zakresie pomiarowym $I_z = 5 \text{ A}$. Otrzymano wynik $I = 0,0458 \text{ A}$. Obliczyć niepewności graniczne bezwzględną i względną tego pomiaru. Jak zmieniają się wartości tych niepewności jeżeli identyczny wynik ($I = 45,800 \text{ mA}$) otrzymamy na zakresie pomiarowym $I_z = 50 \text{ mA}$.

Odp.: przy pomiarze na zakresie 5 A :

$$\Delta_g I = 0,3\% \cdot I + 10 \cdot 0,0001 \text{ A} = 1,1374 \text{ mA} \approx 1,2 \text{ mA},$$

$$\delta_g I = \frac{\Delta_g I}{I} \cdot 100\% = \frac{1,1374 \text{ mA}}{45,8 \text{ mA}} \cdot 100\% = 2,483\% \approx 2,5\%$$

przy pomiarze na zakresie 50 mA :

$$\Delta_g I = 0,15\% \cdot I + 5 \cdot 0,001 \text{ mA} = 73,7 \mu\text{A} \approx 0,08 \text{ mA},$$

$$\delta_g I = \frac{\Delta_g I}{I} \cdot 100\% = \frac{73,7 \mu\text{A}}{45,8 \text{ mA}} \cdot 100\% = 0,161\% \approx 0,17\%$$

Zadanie 2. Zmierzono rezystancje dwóch oporników R_1 i R_2 za pomocą omomierza cyfrowego Keysight 34450A. Otrzymano następujące wyniki pomiarów: $R_1 = 5,0000 \text{ k}\Omega$ i $R_2 = 20,000 \text{ k}\Omega$. Pomiary przeprowadzono na zakresach odpowiednio pomiarowych, w temperaturze otoczenia 33°C . Obliczyć niepewności standardowe (bezwzględną i względną) pomiaru złożonego rezystancji w przypadku szeregowego R_s i równoległego R_r połączenia tych oporników.

$$\text{Odp.: } u(R_s) = 13,841 \Omega \approx 13,9 \Omega, \quad u_{rel}(R_s) = \frac{13,841 \Omega}{25 \text{ k}\Omega} \cdot 100\% = 5,537 \cdot 10^{-2}\% \approx 6 \cdot 10^{-2}\%,$$

$$u(R_r) = 1,8371 \Omega \approx 1,9 \Omega, \quad u_{rel}(R_r) = \frac{1,8371 \Omega}{4 \text{ k}\Omega} \cdot 100\% = 4,593 \cdot 10^{-2}\% \approx 5 \cdot 10^{-2}\%$$

Zadanie 3. Zmierzono SEM idealnego źródła napięciowego za pomocą dwóch woltomierzy: cyfrowego Keysight U1252B i magnetoelektrycznego eraGost LM-3. Otrzymano napięcia $U_1 = 4,040 \text{ V}$ i $U_2 = 4,00 \text{ V}$. Czy otrzymane wyniki pomiarów są zgodne w granicach niepewności rozszerzonej? Przyjąć współczynnik rozszerzenia $k = 2$.

granicznej

$$\text{Odp.: } U_1 = 4,040 \text{ V} \pm 1,75 \text{ mV}, \quad U_2 = 4,00 \text{ V} \pm 44 \text{ mV}$$

Zadanie 4. Zmierzono napięcie na zaciskach nieidealnego źródła napięciowego o SEM $E = 2 \text{ V}$ i rezystancji wewnętrznej $R_w = 1 \text{ k}\Omega$ za pomocą woltomierza magnetoelektrycznego eraGost LM-3. Otrzymano napięcia:

- $U_1 = 1,55 \text{ V}$ na zakresie pomiarowym $U_{z1} = 3 \text{ V}$
- $U_2 = 1,75 \text{ V}$ na zakresie pomiarowym $U_{z2} = 15 \text{ V}$
- $U_3 = 2,0 \text{ V}$ na zakresie pomiarowym $U_{z3} = 30 \text{ V}$.

Obliczyć niepewności standardowe i błędy metody (pobrania) w każdym z pomiarów.

$$\text{Odp.: } u(U_1) = 8,7 \text{ mV}, \quad \Delta_{m1} E = 0,5 \text{ V}$$

$$u(U_2) = 43 \text{ mV}, \quad \Delta_{m2} E = 125 \text{ mV}$$

$$u(U_3) = 87 \text{ mV}, \quad \Delta_{m3} E = 65 \text{ mV}$$

DC Specifications

Specifications are for 90 minutes warm- up time, slow mode, and calibration temperature within 18 °C - 28 °C

Table 1. DC Accuracy \pm (% of reading + % of range)

Function	Range ¹	Test Current or Burden Voltage	Input Impedance	1 Year 23 °C \pm 5 °C	Temperature Coefficient 0 °C - 18 °C 28 °C - 55 °C
DC Voltage	100.000 mV	—	10 M Ω or > 10 G Ω	0.018 + 0.008	0.0020 + 0.0008
	1.00000 V	—	10 M Ω or > 10 G Ω	0.015 + 0.005	0.0015 + 0.0008
	10.0000 V	—	10 M Ω	0.015 + 0.005	0.0020 + 0.0008
	100.000 V	—	10 M Ω	0.015 + 0.005	0.0020 + 0.0008
	1000.00 V	—	10 M Ω	0.015 + 0.005	0.0020 + 0.0008
Resistance (2-wire) ²	100.000 Ω	1 mA	—	0.050 + 0.008	0.0060 + 0.0008
	1.00000 k Ω	500 μ A	—	0.050 + 0.008	0.0060 + 0.0005
	10.0000 k Ω	100 μ A	—	0.050 + 0.005	0.0060 + 0.0005
	100.000 k Ω	10 μ A	—	0.050 + 0.005	0.0060 + 0.0005
Resistance (4-wire) ²	1.00000 M Ω	1 μ A	—	0.060 + 0.005	0.0060 + 0.0005
	10.0000 M Ω	100 nA	—	0.250 + 0.005	0.0250 + 0.0005
	100.000 M Ω	100 nA/10 M Ω	—	2.000 + 0.005	0.3000 + 0.0005
DC Current	100.000 μ A	< 0.02 V	—	0.05 + 0.015	0.007 + 0.0015
	1.00000 mA	< 0.2 V	—	0.05 + 0.007	0.007 + 0.0010
	10.0000mA	< 0.02 V	—	0.05 + 0.015	0.008 + 0.0015
	100.000mA	< 0.2 V	—	0.05 + 0.007	0.008 + 0.0010
	1.00000A	< 0.2 V	—	0.10 + 0.015	0.012 + 0.0015
	10.0000A	< 0.6 V	—	0.25 + 0.007	0.015 + 0.0010
Continuity ³	1000 Ω	0.5 mA	—	0.05 + 0.03	0.005 + 0.005
Diode Test ⁴	1.0000V	0.5 mA	—	0.05 + 0.03	0.005 + 0.005

Notes on Specifications:

- 20% over range on all ranges except 1000 VDC and 10 A range.
- Specifications are for 4-wire Ω or 2-wire Ω using NULL function. If without NULL function, add 0.2 Ω additional error.
- Continuity thresholds is fixed at less than 10 Ω
- Specifications are for the voltage measured at the input terminals only.

Δ_b

Δ_T

$$\Delta = \Delta_b + n \cdot \Delta_T$$

n - o ile stopni T wykracza poza zakres 23 \pm 5°C

Δ_T - składowa niepewności związana z temperatura

DC Specifications

Function	Range	Resolution	Test current/ burden voltage	Accuracy ± (% of reading + no. of least significant digit)	
				U1251B	U1252B/U1253B
Voltage ¹	50.000 mV	0.001 mV	–	0.05 + 50 ²	0.05 + 50 ²
	500.00 mV	0.01 mV	–	0.03 + 5	0.025 + 5
	1000.0 mV	0.1 mV	–		
	5.0000 V	0.0001 V	–		
	50.000 V	0.001 V	–		
	500.00 V	0.01 V	–		
	1000.0 V	0.1 V	–		0.03 + 5
Resistance ³	500.00 Ω ⁵	0.01 Ω	1.04 mA	0.08 + 10	0.05 + 10
	5.0000 kΩ ⁵	0.0001 kΩ	416 μA	0.08 + 5	0.05 + 5
	50.000 kΩ	0.001 kΩ	41.2 μA		
	500.00 kΩ	0.01 kΩ	4.12 μA		
	5.0000 MΩ	0.0001 MΩ	375 nA	0.2 + 5	0.15 + 5
	50.000 MΩ ⁶	0.001 MΩ	187 nA	1 + 10	1 + 5
	500.00 MΩ ⁶	0.01 MΩ	187 nA	N/A	3+10 < 200 MΩ / 8+10 > 200 MΩ
	500.00 nS ⁷	0.01 nS	187 nA	1 + 20	1 + 10
Current	500.00 μA	0.01 μA	0.06 V (100 Ω)	0.1 + 5 ⁸	0.05 + 5 ⁸
	5000.0 μA	0.1 μA	0.6 V (100 Ω)		
	50.000 mA	0.001 mA	0.09 V (1 Ω)	0.2 + 5 ⁸	0.15 + 5 ⁸
	440.00 mA	0.01 mA	0.9 V (1 Ω)		
	5.0000 A	0.0001 A	0.2 V (0.01 Ω)	0.3 + 10	0.3 + 10
	10.000 A ⁹	0.001 A	0.4 V (0.01 Ω)		0.3 + 5
Diode test ⁸	–	0.1 mV	1.04 mA	0.05 + 5	

- Input impedance: Refer to Table A on page 10.
- The accuracy could be improved to 0.05%+10 for U1251B or 0.05%+5 for U1252B and U1253B by using the Null function to zero out the thermal effect before measuring the signal.
- These specifications are defined for 2-wire ohms using Math Null. Without Math Null, add 0.2 ohm additional error.
- Maximum open voltage: < +4.2 V
- The accuracy of 500 Ω and 5 kΩ is specified after NULL function, which is used to subtract the test lead resistance and the thermal effect.
- For the range of 50 MΩ and 500 MΩ, the R.H. is specified for <60%.
- The accuracy is specified for <50 nS and after NULL function with open test lead.
- Always use the NULL function to zero out thermal effect with open test lead before measuring the signal. If the NULL function is not used, an additional 20 counts needs to be added to the DC current accuracy. Thermal effect could occur due to the following:
 - Wrong operation to measure the high voltage of 50 V ~ 1000 V for resistance, diode, and mV measurements.
 - After battery-charging has completed.
 - After measuring a current greater than 440 mA, it is suggested that the meter be left to cool down for twice the measuring time used.
- Current can be measured up to 10 A continuously. An additional 0.5% needs to be added to the specified accuracy if the signal measured is in the range of 10 A~20 A for 30 seconds maximum. After measuring a current of > 10 A, leave the meter to cool down for twice the measuring time used before application of low current measurement.

MIERNIK ELEKTROMAGNETYCZNY typu LM-3

ZASTOSOWANIE

Miernik magnetoelektryczny typu LM-3 służy do pomiarów prądów i napięć stałych. Jest powszechnie stosowany w laboratoriach przemysłowych i naukowych, pracowniach dydaktycznych oraz wszędzie tam gdzie wymagana jest duża dokładność pomiaru.

CHARAKTERYSTYKA

- Prosty w obsłudze i niezawodny w działaniu,
- Mierniki LM-3 są oferowane jako przyrządy jedno lub wiele zakresowe,
- Organ ruchomy zawieszony na taśmach z naciągami - mały pobór mocy przyrządu oraz zwiększona odporność na drgania, wstrząsy i wibracje.

DANE TECHNICZNE

- Klasa dokładności: 0,5
- Długość podziałki: 110 mm
- Napięcie probiercze izolacji: 3 kV
- Wymiary gabarytowe: 155 x 210 x 85mm
- Masa: 1300g

PARAMETRY METROLOGICZNE MIERNIKA

Amperomierze - ilość wykonań – 5

Ilość zakresów	Zakresy pomiarowe	Rezyst. wewn.	Rezyst. Zewn.
1	15 µA	2170 Ω	10 kΩ
1	30 µA	395 Ω	2,5 kΩ
3	15-30-75 µA	12-12-6,24 kΩ	-
6	75-150-300-750-1500-3000 µA	466-466-290-130-68-34 Ω	-
12	30-60mA	$\frac{23}{I_n[mA]} + 0.004\Omega$	-
	7,5-15-30-15-150-300-750mA -1,5-3-7,5A		

Woltomierze

Ilość zakresów	Zakresy pomiarowe	Rezyst. wewn.
12	0,15V - 0,3V 0,75V - 1,5V 3V - 7,5V 15V - 30V 75V - 150V 300V - 750V	1000 Ω/V

WARUNKI EKSPLOATACJI

- Temperatura otoczenia: 13...23...33 °C
- Wilgotność względna powietrza: 25...45...75...85%
- Położenie pracy miernika: poziome

