



MIERNIKI CYFROWE

I. SPOSOBY ZAPISU DOKŁADNOŚCI PRZYRZĄDÓW CYFROWYCH:

Odczytu z przyrządu cyfrowego dokonuje się z pola wyświetlaczy o n pozycjach dziesiętnych.

Dokładność przyrządu cyfrowego, określająca jego błąd graniczny dopuszczalny, może być przedstawiana wyrażeniem z dwoma składnikami:

Pierwszy sposób

$$\pm(a\% \text{ wartości mierzonej} + b \text{ cyfr})$$

Pierwszy składnik przedstawia sobą tzw. składową analogową błędów o wartości względnej $a\%$, drugi – tzw. składowa cyfrowa błędów, jest wartością bezwzględną. W zależności od potrzeb przedstawione wyrażenie służy do obliczenia wartości bezwzględnej błędów granicznych lub jego wartość względnej.

Jak rozumieć składnik „ b cyfr”? Jest to wartość wynikająca ze zwielokrotnienia b razy rozdzielczości przyrządu cyfrowego - $\Delta_r X$, czyli

$$b \text{ cyfr} \equiv b \Delta_r X$$

Rozdzielczość jest cechą wszystkich przyrządów i określa ich zdolność do rozróżniania bliskich sobie wartości wielkości mierzonej. Dla przyrządów cyfrowych rozdzielczość jest określona wartością jednostki (kwantu) wielkości mierzonej, wskazywanej przez ostatni wskaźnik pola odczytowego. Dla przyrządów wielozakresowych rozdzielczość zależy od zakresu pomiarowego, na którym wykonywany jest pomiar:

np. dla odczytu 123,6 V przyrząd ma rozdzielczość $\Delta_r U = 0,1V$;

dla odczytu 55,44 mV przyrząd ma rozdzielczość $\Delta_r U = 0,01mV = 10\mu V$.

Jest regułą, że im mniejszy zakres pomiarowy, tym „większa” rozdzielczość (jest rozróżniana mniejsza wartość).

Błąd graniczny dopuszczalny wyrażony wartością bezwzględną oblicza się z zależności:

$$\Delta_g X = \left(\frac{a\% X}{100\%} + b \cdot \Delta_r X \right) [X]$$

Błąd graniczny dopuszczalny wyrażony wartością względną (procentową) oblicza się z zależności:

$$\delta_g X = \frac{\Delta_g X}{X} \cdot 100\% = a\% + \frac{b \Delta_r X}{X} 100\%$$

Przykład

Multimetrem cyfrowym zmierzono kilka wartości napięć stałych. Mając dane z instrukcji miernika oblicz niepewności pomiarowe oraz zapisz wyniki w tabeli.

Dane z instrukcji multimetru:

	Zakres	Rozdzielczość	Dokładność
DC	200 mV	0,1 mV	$\pm (0,5 \% + 2)$
	2000 mV	1 mV	
	20 V	0,01 V	
	200 V	0,1 V	
	500 V DC	1V	$\pm (0,8 \% + 2)$

Obliczenia:

- 1) $\Delta U = 131,3 \text{ mV} \cdot 0,005 + 0,2 \text{ mV} = 0,8565 \text{ mV}$
 $\Delta U = 0,9 \text{ mV}$
 $\frac{0,9 - 0,8565}{0,8565} \cdot 100\% \approx 5\%$
- 2) $\Delta U = 587 \text{ mV} \cdot 0,005 + 2 \text{ mV} = 4,935 \text{ mV}$
 $\Delta U = 5 \text{ mV}$
 $\frac{5 - 4,935}{4,935} \cdot 100\% \approx 1,3\%$
- 3) $\Delta U = 1265 \text{ mV} \cdot 0,005 + 2 \text{ mV} = 8,325 \text{ mV}$
 $\Delta U = 9 \text{ mV}$
 $\frac{9 - 8,325}{8,325} \cdot 100\% \approx 8\%$
- 4) $\Delta U = 3,58 \text{ V} \cdot 0,005 + 0,02 \text{ V} = 0,0379 \text{ V}$
 $\Delta U = 0,04 \text{ V}$
 $\frac{0,04 - 0,0379}{0,0379} \cdot 100\% \approx 6\%$
- 5) $\Delta U = 18,25 \text{ V} \cdot 0,005 + 0,02 \text{ V} = 0,11125 \text{ V}$
 $\Delta U = 0,12 \text{ V}$
 $\frac{0,12 - 0,11125}{0,11125} \cdot 100\% \approx 8\%$
- 6) $\Delta U = 182,1 \text{ V} \cdot 0,005 + 0,2 \text{ V} = 1,1105 \text{ V}$
 $\Delta U = 1,2 \text{ V}$
 $\frac{1,2 - 1,1105}{1,1105} \cdot 100\% \approx 8\%$
- 7) $\Delta U = 328 \text{ V} \cdot 0,008 + 2 \text{ V} = 4,624 \text{ V}$
 $\Delta U = 5 \text{ V}$
 $\frac{5 - 4,624}{4,624} \cdot 100\% \approx 8\%$

Jako niepewność pomiaru należy niepewność graniczną przeliczyć na niepewność standardową, a następnie rozszerzoną; odpowiednio zaokrąglić i podać przy wyniku pomiaru. (szczegółowe informacje można znaleźć w materiałach do wykładu)

Drugi sposób

$$\pm (a \% \text{ odczytu} + c \% \text{ zakresu})$$

W związku z tym, wzory obliczeniowe na błędy graniczne dopuszczalne mają postać:

$$\Delta_g X = \left(\frac{a \% X}{100\%} + \frac{c \% X_z}{100\%} \right) [X]$$

$$\delta_g X = (a \% + c \% \frac{X_z}{X}) \%$$

Warto zauważyć, że w pomiarach wartości bliskich zakresowi w błędzie granicznym dominuje składowa analogowa, natomiast w pomiarach wartości małych względem zakresu, przeważa składowa cyfrowa błędu. Stąd, podobnie jak w przyrządach analogowych, pomiary powinny być wykonane przy jak najpełniejszym „wypełnieniu” pola odczytowego. Mówiąc inaczej, dobór właściwego zakresu pomiarowego przyrządu cyfrowego jest tak samo ważny jak w przyrządach analogowych.

Przykład

Dokładność przyrządu przedstawia zależność: $0,5\% U_x + 0,1\% U_z$.

Wskazanie wynosiło 102,3mV. Odczytu dokonano na zakresie 200mV.

Błędy graniczne bezwzględny i względny wynoszą

$$\Delta_g U = \frac{0,5\% \cdot 102,3\text{mV}}{100\%} + \frac{0,1\% \cdot 200\text{mV}}{100\%} = 0,5115 + 0,2 = 0,71\text{mV}$$

$$\delta_g U = 0,5\% + 0,1\% \frac{200\text{mV}}{102,3\text{mV}} = 0,5\% + 0,196\% = 0,70\%.$$

II. TECHNIKA POMIARÓW PRZYRZĄDAMI CYFROWYMI

Przed włączeniem miernika do obwodu należy:

- włączyć przyrząd do sieci i odczekać kilka minut celem „nagrzania” się przyrządu (przyrządy elektroniczne uzyskują swoją pełną sprawność po czasie kilku lub kilkunastu minut od momentu włączenia),
- w przypadku multimetru najpierw należy ustawić pokrętkę (lub wybrać odpowiedni przełącznik) na wybraną wielkość mierzoną (np. na napięcie, jeżeli chcemy mierzyć napięcie) na największy zakres pomiarowy lub odpowiedni, jeżeli wiemy jakiego rzędu wielkość będziemy mierzyć.
- w przypadku woltomierza należy sprawdzić „zero elektryczne”.

Sprawdzenie polega na zwarcu wejścia, ustawieniu funkcji pomiaru napięcia stałego i włączeniu najczulszego zakresu pomiarowego. Jeżeli po tych czynnościach wskazanie nie jest zerowe, to należy je sprowadzić do zera, wykorzystując do tego potencjometr dostępny na płycie czołowej.

Po tych czynnościach można włączyć przyrząd do badanego obwodu i po ustaleniu się wskazań, dokonać odczytu.

Opracowała: Ewa Frączek