

Lekcja 4

Temat: *Błędy pomiaru*

Liczbowy zapis dokładności.

Wyniki pomiaru mają skończoną dokładność. Zapisuje się je za pomocą liczb przybliżonych. Dokładność dziesiętnej liczby przybliżonej zależy od liczby cyfr znaczących: Liczba 12,02 jest mniej dokładna niż 12,0200. Cyfrą znaczącą jest każda cyfra wyjątkiem zer na początku liczby dziesiętnej, np. Liczba 1974,500 ma siedem cyfr znaczących, liczba 0,00072 ma tylko dwie cyfry znaczące. Pierwsza jest dokładniejsza niż druga.

Zaokrąglanie liczb przybliżonych wykonujemy wg ogólnie przyjętych zasad. Cyfrę na ostatnim miejscu uważa się za pewną, jeżeli błąd jest mniejszy niż pół jednostki tego miejsca dziesiętnego.

Przyjął się powszechnie sposób podawania liczby przybliżonej za pomocą pary liczb: liczby przybliżonej i granic jej błędu. Taki zapis zapewnia jednoznaczną interpretację dokładności liczby przybliżonej.

Granice błędu zapisuje się z zasady jako liczbę o jednym miejscu znaczącym. W liczbie przybliżonej pozostawia się cyfrę na tym miejscu, na którym występuje błąd, np.: liczbę 2,494 z granicą błędu $\pm 0,043$ zapisujemy $2,49 \pm 0,05$.

Granice błędu z reguły zaokrąglamy w górę.

Przykłady:

$237,465 \pm 0,127$ po uporządkowaniu $237,5 \pm 0,2$

123375 ± 678 po uporządkowaniu 123400 ± 700

Niezgodność między wynikiem pomiaru a wartością rzeczywistą wielkości mierzonej nazywamy błędem pomiaru. Niezgodność tę wyrażamy za pomocą liczby. Błąd wyrażony liczbą określa liczbowo jakość pomiaru: im wynik pomiaru jest dokładniejszy, tym błąd jest mniejszy.

Błąd bezwzględny.

Błąd bezwzględny ΔX jest różnicą między wynikiem pomiaru X a wartością prawdziwą (rzeczywistą) wielkości mierzonej X_{rz}

$$\Delta X = X - X_{rz}$$

Błąd bezwzględny ΔX , zawsze wyrażony jest w jednostkach wielkości mierzonej, ma konkretny znak: plus (+) lub minus (-).

Wskazanie narzędzia pomiarowego X jest nazywane surowym wynikiem pomiaru.

W pomiarach wartość rzeczywistą X_{rz} można zastąpić względnie dokładnym przybliżeniem – wartością poprawną X_p ,

$$X_p = X - \Delta X$$

Istnieje też pojęcie poprawki: $p = - \Delta X$.

Wówczas zapiszemy, że $X_p = X + p$. Wartość poprawną otrzymujemy dodając algebraicznie poprawkę do wyniku pomiaru. Możemy w ten sposób poprawić dokładność wyniku.

Błąd względny.

Błąd bezwzględny, jako liczbowa miara jakości pomiaru, często jest niedogodny w użyciu, np. przy porównywaniu jakości pomiaru różnych wielkości. Dlatego też wprowadza się pojęcie błędu względnego.

Jest to stosunek błędu bezwzględnego ΔX do wielkości mierzonej X_{rz} .

$$\delta X = \frac{\Delta X}{X_{rz}} = \frac{X - X_{rz}}{X_{rz}}$$

Błąd względny można również wyrazić w procentach

$$\delta X = \frac{\Delta X}{X_{rz}} \cdot 100\%$$

Opracowanie wyników pomiarów

1. Jednorazowy pomiar bezpośredni

Błąd graniczny bezwzględny $\Delta_{gr}X$ oblicza się na podstawie błędu bezwzględnego maksymalnego dopuszczalnego wynikającego ze wskaźnika klasy dokładności przyrządu

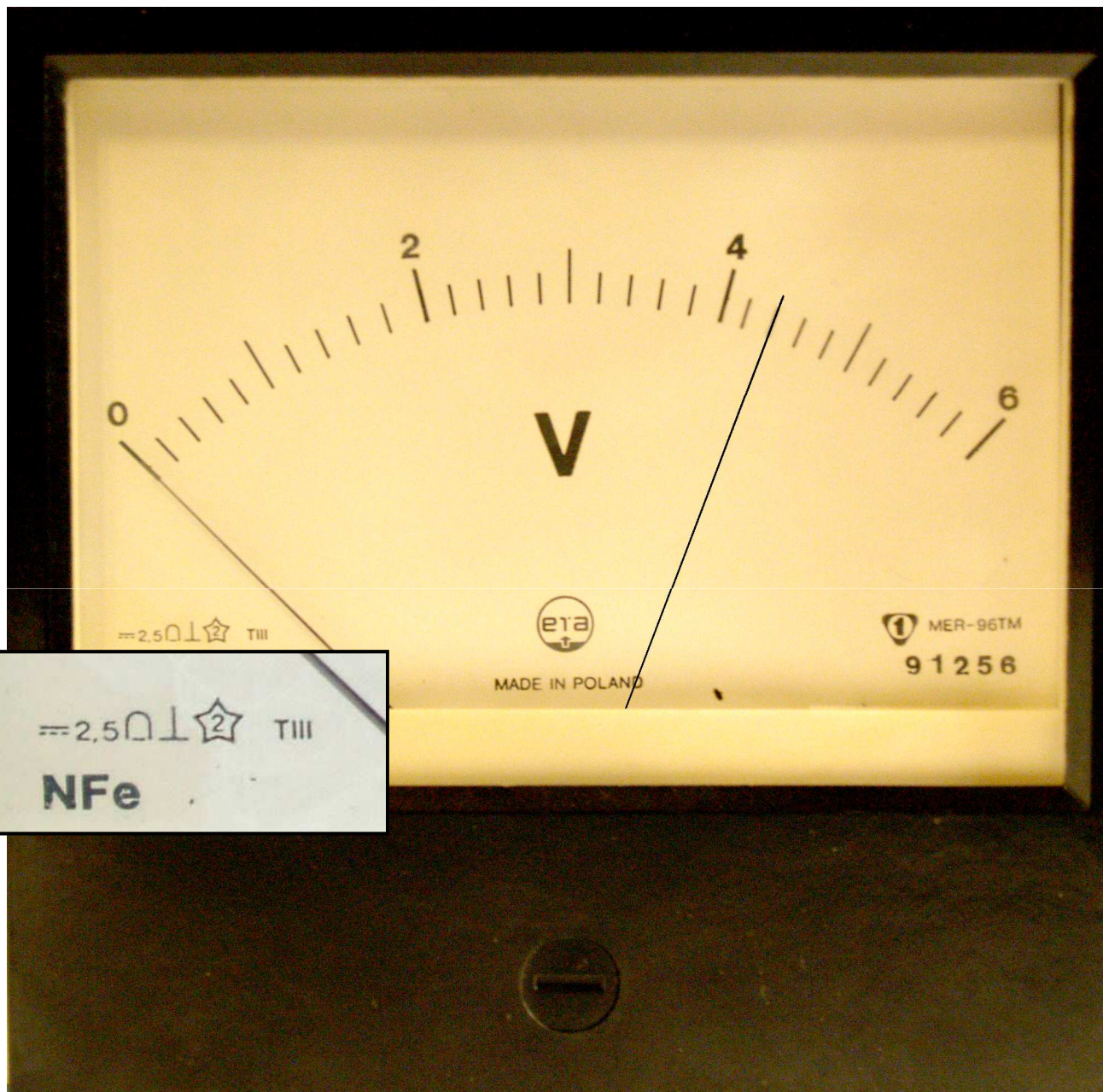
$$\Delta_{gr}X = \pm \frac{kl}{100} X_N$$

Oznacza to, że w każdym punkcie podziałki danego miernika może nastąpić błąd mieszczący się w granicach wartości mierzonej

$$\langle x - \Delta x, x + \Delta x \rangle$$

Normy przewidują dwie grupy mierników:

- laboratoryjne o klasach: 0,1; 0,2 i 0,5,
- techniczne o klasach 1; 1,5; 2,5 i 5.



Obliczenie błędu pomiaru:

Klasa miernika wynosi 2,5 niedokładność odniesiona jest do zakresu pomiarowego.

$$\Delta U = \pm \frac{kl}{100} \cdot U_N =$$

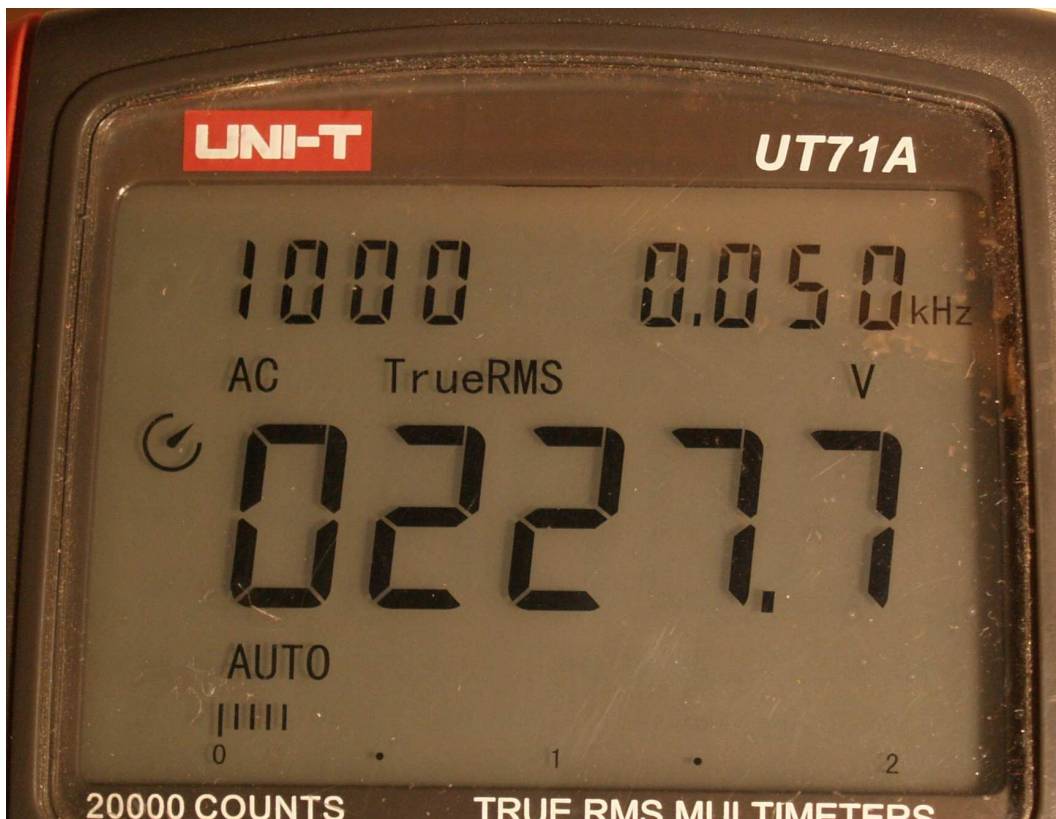
$$= \pm \frac{2,5}{100} \cdot 6V = \pm 0,15V$$

po uporządkowaniu

$$\Delta U = \pm 0,2V$$

Więc wynik pomiaru wynosi:

$$U = (4,4 \pm 0,2) V$$



Obliczenie błędu pomiaru:

Błąd pomiaru wynosi wg tabeli $\pm 1,5\% + 40$ cyfr więc:

$$\Delta U = \pm(227,7V \cdot 1,5\% + 4,0V) =$$

$$= \pm(3,4 + 4,0)V = \pm 7,4V = \pm 8V$$

Wynik pomiaru wynosi:

$$U = (228 \pm 8)V$$

B. AC Voltage (AC+DC measurement is available)

Range	Resolution	Bandwidth	Accuracy		Input Impedance
			UT71A	UT71B	
2V	0.0001V	45Hz~1kHz	$\pm(0.8\%+40)$	$\pm(0.6\%+40)$	Approx 10M Ω
		1kHz~10kHz	$\pm(1.8\%+40)$	$\pm(1.6\%+40)$	
		10kHz~100kHz	$\pm(7\%+40)$	$\pm(7\%+40)$	
20V	0.001V	45Hz~1kHz	$\pm(0.8\%+40)$	$\pm(0.6\%+40)$	
		1kHz~10kHz	$\pm(2\%+40)$	$\pm(1.8\%+40)$	
		10kHz~100kHz	$\pm(7\%+40)$	$\pm(7\%+40)$	
200V	0.01V	45Hz~1kHz	$\pm(0.8\%+40)$	$\pm(0.6\%+40)$	
		1kHz~10kHz	$\pm(5\%+40)$	$\pm(5\%+40)$	
		10kHz~100kHz	Not Specified	Not Specified	
1000V	0.1V	45Hz~1kHz	$\pm(1.5\%+40)$	$\pm(1.2\%+40)$	
		1kHz~5kHz	$\pm(6\%+40)$		
		5kHz~10kHz	$\pm(10\%+40)$		