Sprawozdanie na „piątkę"

Opracował : Krzysztof Sułowski

Luty 2003

SPRAWOZDANIE

- czyli sugestie na temat prawidłowego wykonania sprawozdania, na podstawie dotychczas sprawdzonych prac

W części tytułowej powinny znajdować się informacje :

1. **Kto** pisze sprawozdanie
2. **U kogo** – asystent
3. **Numer** ćwiczenia i **temat**

a następnie :

4. **Wstęp** – cel ćwiczenia

5. **Zasadniczy opis** - zawiera opracowanie i analizę zebranych danych pomiarowych zgodnie z podanymi punktami wykonywania ćwiczenia i zdecydowanie różni się od brudnopisu.
   a) W tej części umieszczamy wszystkie **wykresy, histogramy** i krótkie **wyliczenia wyników** (a nie same pojedyncze finalne liczby)

   b) Tu podajemy także **schematy elektryczne** zmontowanego obwodu, nie przerysowujemy zaś schematów montażowych z instrukcji mających pomóc nam połączyć układ.

   c) W tej części **nie zamieszczamy danych** pomiarowych gdyż spełniają to zamieszczone przez nas, dobrze czytelne i podpisane wykresy, histogramy i wyliczone wielkości., czyli opracowania zebranych danych.

   d) Wykresy powinny posiadać **opisane osie X,Y** to znaczy wpisane **nazwy** wielkości fizycznych i ich **[jednostki]** podawane w nawiasach kwadratowych. Nieliniowe skale (np. logarytmiczne), w celu lepszego zrozumienia charakteru nieliniowości, powinny mieć pokazane bardziej **szczegółowe** podziałki (patrz aneks pkt 8) a nie tylko punkty zgrubne 10^1, 10^2, 10^3 itd.
   Wykresy prowadzimy **linią ciągłą** przez punkty lub wypośrodkowując między punktami pomiarowymi, posiłkując się wiedzą teoretyczną (książkową) w tym temacie. Raczej nie należy liczyć na odkrycie nowych praw fizyki wrysowując w wykresy charakterystyk dodatkowe lokalne maksima mimo, że tak sugerują naniesione punkty pomiarowe. Mogą to być jedynie punkty do dyskusji skąd powstał tego typu błąd.
   Wykresy zamieszczamy jako ilustrację pomiędzy tekstem opracowywanego ćwiczenia (a nie na końcu sprawozdania) i opatrujemy **tytułem** wyjaśniającym co przedstawiają oraz podajemy **znaczące parametry** dotyczące pomiaru (np. dla $R_1 = 51\ \Omega$, $C_1 = 100$ nF, $I_{B1} = 8{,}2\ \mu A$). Rysunki i wykresy podpisujemy czcionką mniejszą niż tekst sprawozdania.
   Rysunki i wykresy w układzie poziomym (landscape) wpinamy do sprawozdania tak, aby po obrocie sprawozdania w prawo o 90°, były normalnie czytelne.
   Wykresy wykonujemy przy pomocy **środków technicznych** – linijki, krzywika, jeśli trzeba **na papierze milimetrowym** lub za pomocą **komputera**, jeśli jesteśmy w

stanie zapanować nad tym narzędziem i zmusić je do właściwej prezentacji.
Na wykresach sporządzonych komputerowo możemy **ręcznie** dorysować brakujące, ważne punkty charakterystyczne (np. ω_{rez} , ω_1 i ω_2 pasma przenoszenia, k_{max} , $-U_z$)
Nie używamy koloru **czerwonego**, który jest zarezerwowany dla asystentów do korekty pracy.

e) **Jednostki** w wyliczonych wartościach piszemy za wartością **bez nawiasów**, zgodnie z przyjętym skrótem nazwy np. 150 kΩ, 12 V, 3 µs.

6. **Podsumowanie** i wnioski

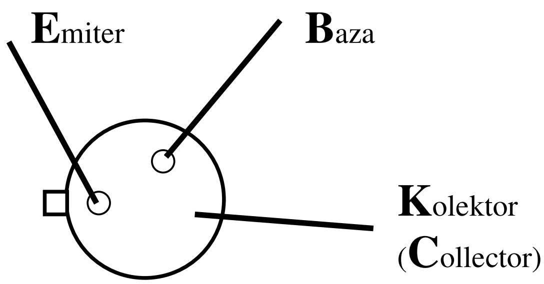
7. **Załączniki**

   Na końcu sprawozdania umieszczamy **dane** zebrane w czasie pomiarów, zwykle w postaci tabelek, które powinny być opisane, z zaznaczonymi nazwami mierzonych wielkości i jednostkami (np. U_{we} [mV]), Załączone dane potwierdzają nasze własnoręczne wykonanie pomiarów, jednocześnie w razie wątpliwości pozwalają na dotarcie do **źródła błędu** w sprawozdaniu. Tutaj dołączamy także brudnopis przebiegu pomiarów.

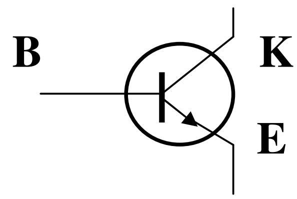
Powodzenia ***K.S.***

A N E K S

1. Rozpoznawanie „nóżek” tranzystora – widok z ustawienia nóżkami do góry



oznaczenie na schematach

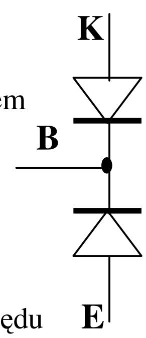


typ npn

Nóżka kolektora jest bezpośrednio przyłączona do obudowy (kapturka) tranzystora, więc napięcie na kolektorze możemy zmierzyć dotykając do obudowy tranzystora. Nóżki emitera i bazy maja obwódki izolacyjne na obudowie. Nóżka emitera położona jest przy „dzióbku” kapturka.

2. Szybkie sprawdzenie : Czy tranzystor jest dobry ?

Aby nie tracić niepotrzebnie czasu na domysły czy nasz badany tranzystor jest uszkodzony, możemy z dużym prawdopodobieństwem stwierdzić to sami posługując się omomierzem. Należy jednym przewodem omomierza złapać za bazę (B) i mierzyć oporność B-C i B-E. Następnie należy zamienić przewody i wykonać te same pomiary. Prócz tego należy zmierzyć oporność C-E dwukrotnie, zamieniając miejscami przewody omomierza Jeśli otrzymamy w jednym przypadku oporność B-E i B-C bardzo dużą, rzędu nieskończoności, a w drugim przypadku oporność rzędu 50 kΩ oraz za kazdym razem oporność C-E rzędu nieskończoności, to jest duże prawdopodobieństwo, że tranzystor jest dobry i błędu należy szukać w połączeniach układu a nie wymieniać tranzystor na nowy Wynika to z faktu, że tranzystor możemy traktować jak dwie szeregowo połączone, zwrócone do siebie „diody” a omomierz jako źródło napięcia stałego, z wyjściem „+” i „-” polaryzującym „diodę” w kierunku zaporowym lub przewodzenia.



Jeśli posiadamy uniwersalny miernik (np BM805) z zakresem testu diod (zakres Ω, naciśnij dwukrotnie *Select* - test diod) to wykonujemy standardową procedurę sprawdzania diody.
Dla sprawnej diody krzemowej test w kierunku przewodzenia wykaże napięcie przewodzenia w granicach 0,4 - 0,9 V. Inne wartości wskazują na niesprawność diody, zerowy odczyt świadczy o zwarciu wewnętrznym, 0L oznacza brak przewodzenia. Test w kierunku zaporowym powinien pokazać na wyświetlaczu 0L, każde inne wskazania świadczą o niesprawności diody.

3. Przepis na własnoręczne wykonanie *Skali Logarytmicznej*

Przyjmujemy na osi pewną jednostkową długość odcinka oznaczając go 1 - 10
Znajdujemy za pomocą np. kalkulatora ile wynosi log 2 i log 3 i zapamiętujemy

log 2 = 0,3010 „2”, **log 3 = 0,4771** „3”

Z własności logarytmów otrzymujemy natychmiast:

log 4 = 2 log 2 = 0,6020 „4”
log 8 = 3 log 2 = 0,9030 „8”
log 9 = 2 log 3 = 0,9542 „9”
log10 = 1 „10”
log 1 = 0 „1”
log 6 = log 2 + log 3 = 0,7781 „6”
log 5 = log10 – log 2 = 0,6990 „5”
log 20 = log10 + log 2 = 1 + log 2 „ 20”
log 200 = log100 + log 2 = 2 + log 2 „200”

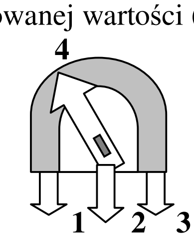
W odległości 0,3 długości odcinka piszemy „2”, w odległości 0,47 – piszemy „3” itd.
Analogicznie postępujemy z następnym przedziałem wielkości 10 – 100, przykładając do poprzedniego odcinka ten sam odcinek i w odległości 0,3 piszemy już „20” ... itd.
Do pełnego szczęścia brakuje nam jeszcze tajemniczy log 7 = 0,8450 ≈ log $(100/2)^{1/2}$

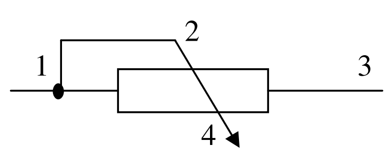
4. Kolory kabli doprowadzających zasilanie.

W celu łatwiejszego podłączania aparatury do układu a następnie szybkiego sprawdzania poprawności wykonanych połączeń, także przez asystenta, zaleca się przyjęcie zasady dotyczącej **kolorów kabli** łączeniowych, ułatwiającej uniknięcia brutalnego zwarcia „+” z „-” zasilania.
Przyjmujemy, że kolor **czerwony**, brązowy stosujemy do podłączania „plusa” zasilania, zaś kolor **czarny**, biały do podłączania „minusa” lub masy zasilania.

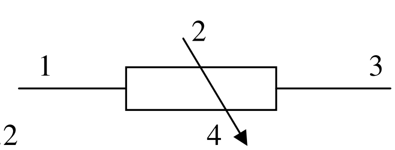
5. Podłączanie nóżek potencjometru.

Potencjometr wykorzystywany może być jako opornik o regulowanej wartości (rys.1) lub jako dzielnik napięcia (rys.2) . Posiada warstwę oporową (oznaczoną szarym kolorem) i obrotowy suwak (strzałkę) z otworem na regulację za pomocą śrubokręta.
Jeśli potencjometr wykorzystujemy jako regulowany opornik to najczęściej zwieramy nóżki 1-2 (elektronika nie lubi nie podłączonych elementów) i wartość oporności dobieramy na części 2-4-3. Na schemacie oznaczamy to następująco (rys.1) :





rys.1



rys.2

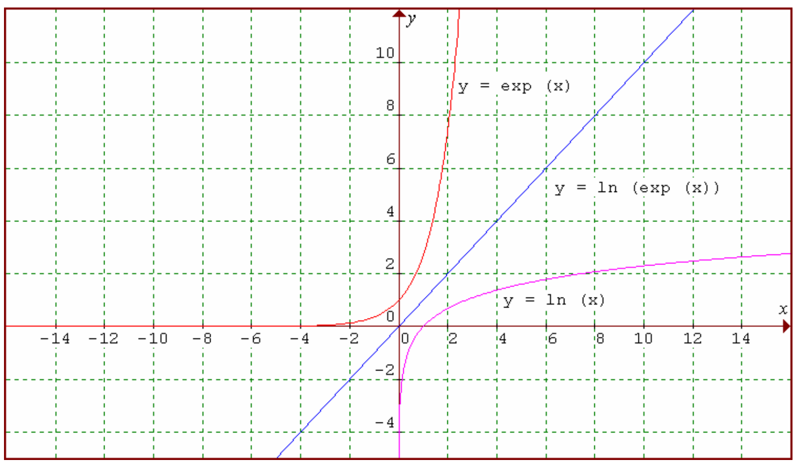
Jeśli chcemy otrzymać **dzielnik napięcia** (rys.2), to całkowite napięcie podajemy między nóżki 1-3, a napięcie zbieramy, po ustawieniu suwaka 4, z nóżek 1-2 lub 2-3.

6. Funkcje, które trzeba zapamiętać

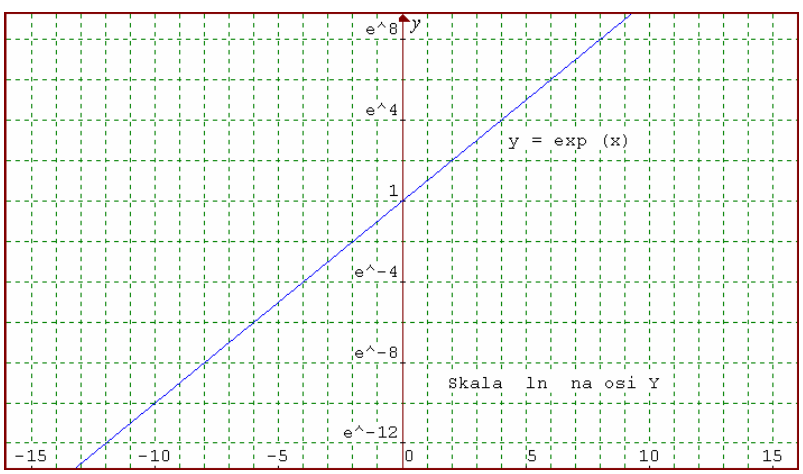
Podstawową funkcją w wielu rozważaniach fizycznych jest funkcja wykładnicza o podstawie *e*. Wyrażenie e^x oznacza się często jako exp *x* (od łacińskiego *exponens* – wykładnik)

Dla przypomnienia *e* = 2,71828 jest liczbą niewymierną, będąca granicą ciągu $\lim (1 + 1/x)^x$ dla $x \to \infty$, jest także podstawą logarytmów naturalnych ($\log_e N$) zapisywanych jako ln *N*.

Na poniższym wykresie przedstawiono ciekawe zależności pomiędzy tymi funkcjami. Daje się zauważyć, że funkcje exp(*x*) i ln (*x*) są symetryczne względem prostej $y = x$.

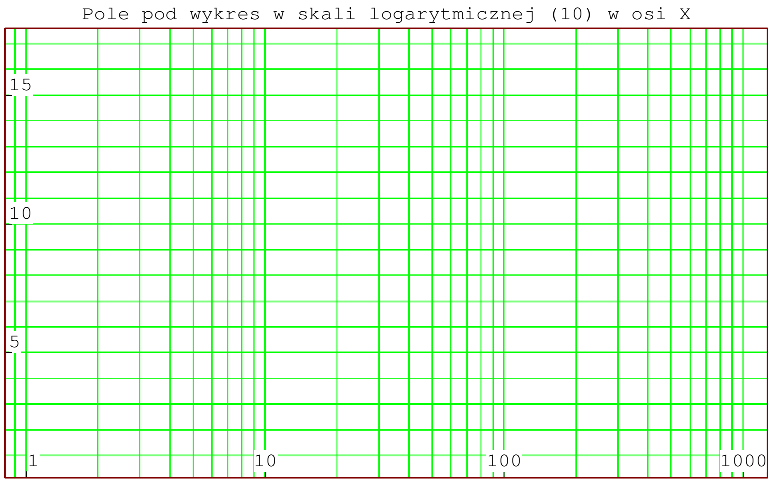


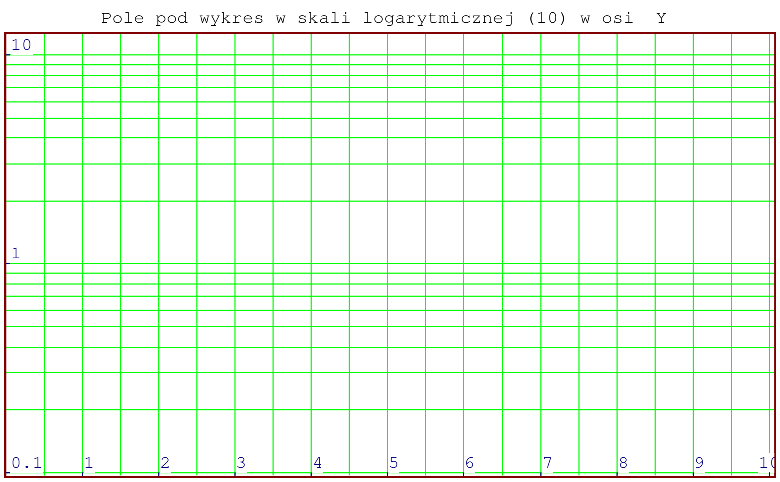
Funkcja wykładnicza exp(*x*) wrysowana w układzie współrzędnych XY, gdzie w osi Y przyjmujemy skalę ln przybiera postać prostej. Taka transformacja pozwala na łatwą ocenę, czy np. zebrane przez nas dane reprezentują funkcję wykładniczą.



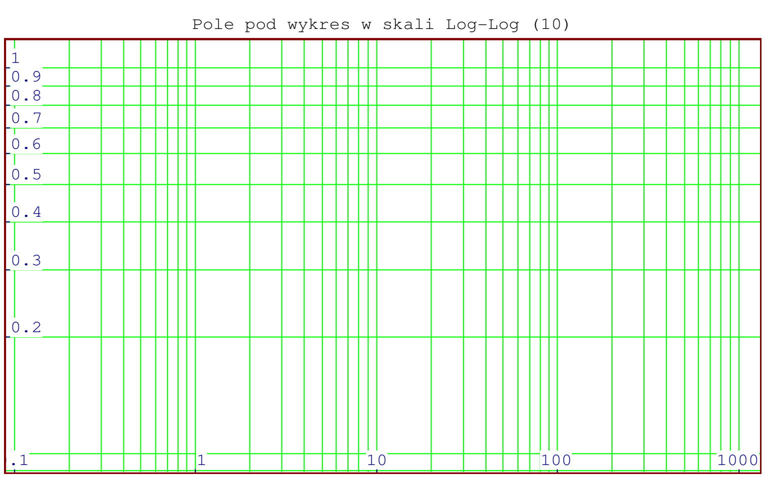
7. Skala logarytmiczna na wykresach

1. Skala pół-logarytmiczna (o podstawie dziesiętnej)





2. Skala logarytmiczna w obu osiach XY



8. Niepewność pomiaru *(uncertainty in measurement)*

Po uzgodnieniu przez ISO (*Intrernational Organization for Standardization*) międzynarodowych norm dotyczących „niepewności w pomiarach” także Polska zobowiązana jest do obliczania i podawania w publikacjach **niepewności pomiarowych**, tak jak na przykład stosowania międzynarodowego układu jednostek SI.

Niepewność pomiaru definiujemy jako parametr charakteryzujący rozrzut wartości wyników, które można w uzasadniony sposób przypisać wielkości mierzonej.

Należy pamiętać że :

1. Wielkość mierzoną i jej niepewność wyrażamy w **tych samych** jednostkach np. z pomiarów otrzymujemy
$$\zeta = (7{,}212640 \pm 0{,}05343418)\ \mathrm{g/cm^3}$$

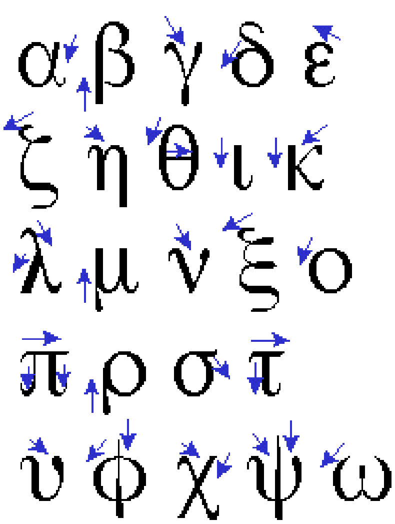
2. Zgodnie z przyjętymi regułami niepewność zaokrąglamy do **dwóch cyfr** znaczących i otrzymamy
$$0{,}05343418\ \mathrm{g/cm^3} \approx 0{,}053\ \mathrm{g/cm^3}$$

3. Wynik zaokrąglamy tak, aby jego **ostatnia cyfra znacząca** była na tym samym miejscu dziesiętnym co i niepewność
$$7{,}212640\ \mathrm{g/cm^3} \approx 7{,}213\ \mathrm{g/cm^3}$$

4. Ostateczny wynik podajemy :

$$\boxed{\boldsymbol{\zeta = (7{,}213 \pm 0{,}053)\ \mathrm{g/cm^3}}}$$

9. Greckie litery we wzorach i sposób pisania



alfa, beta, gamma, delta, epsilon

zeta, eta, theta, jota, kappa

lambda, mi, ni, ksi, omikron

pi, ro, sigma, tau

ipsilon, fi, chi, psi, omega

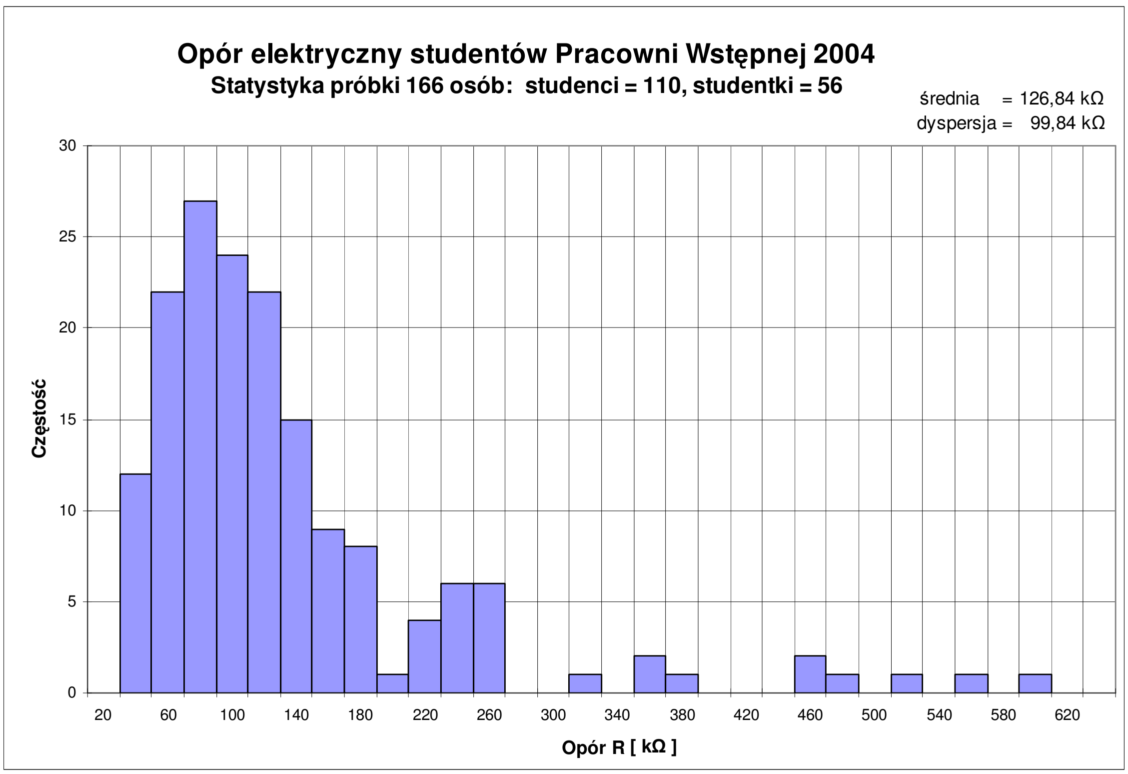
10. Histogram w Excel'u 2002

Aby otworzyć „histogram":
Narzędzia → Analiza danych → Histogram

Jeśli nie ma „Analizy danych" to należy ją wstawić :
Narzędzia → Dodatki → dodaj *Analysis Tool Pak; Analysis Tool Pak VBA*

Histogram jest strukturą o „*zabudowie ciągłej*" :
Formatuj serię danych → Opcje → Szerokość przerwy → 0

Przykładowy histogram :



Dobór przedziału histogramowania (δ) nie jest sprawą banalną, zależy od typu zebranych danych dających opisać się określoną funkcją gęstości rozkładu. Dla danych w rozkładach gausso-podobnych dobrze jest zastosować

$$\delta_{opt} \approx \frac{3{,}49}{\sqrt[3]{n}}\sigma$$

gdzie: n – ilość pomiarów, σ – dyspersja

11. Dokładność uniwersalnego miernika BM 805

Szacowanie dokładności miernika cyfrowego, czyli maksymalnej różnicy pomiędzy rzeczywistą wartością wielkości mierzonej a wskazaniem miernika na danym zakresie pomiarowym wylicza się ze wzoru o postaci

$$\pm (\mathbf{w}\ \% + \mathbf{n})$$

gdzie poszczególne części oznaczają :

1. **± w** - maksymalny błąd wartości wskazania wyrażony w procentach (± %) na danym zakresie pomiarowym.

   Przykład:
   Jeśli producent gwarantuje, że nie przekroczy on 0,5% na danym zakresie pomiarowym to dla wskazania 30,00 V DC wyniesie on maksymalnie 30,00V x 0,005 = ± 0,15V

2. **± n** - błąd dopuszczalnej odchyłki określanej jako liczba najmniej znaczących cyfr na danym zakresie - zależnej od wybranego zakresu pomiarowego (rozdzielczości pomiaru) i jakości przetwornika A/C, niezależnej zaś od wartości wielkości mierzonej.

   Przykład:
   Jeśli producent określa, że na zakresie pomiarowym 40,00 V DC błąd odchyłki wynosi ± 3 cyfry to znaczy, że wskazania mogą się różnić o ± 0,03 V.

Sumując oba błędy otrzymamy dopuszczalny błąd pomiaru przy napięciu 30 V DC równy :
± (0,15V + 0,03V) = **± 0,18 V** (0,6%) dla zakresu **40,00 V DC**.
czyli ostatecznie będzie to:
U = (30,00 ± 0,18)V DC

Robiąc analogiczne obliczenia dla tej samej wartości mierzonej ale na zakresie 400,0 V DC, przy tych samych parametrach składowych błędu otrzymamy błąd pomiaru :
± (0,15V + 0,3V) = **± 0,45 V** (1,5%) dla zakresu **400,0 V DC**.

Wniosek :

Aby zmniejszyć błąd pomiaru należy dobierać zakres miernika tak, aby pomiar dokonywany był z możliwie największą rozdzielczością.

W **instrukcji obsługi** miernika BM 805 zamieszczone są między innymi **tabele** do obliczania dokładności pomiaru **napięcia stałego** i **rezystancji** (dla temperatury 23ºC ± 5ºC i wilgotności względnej poniżej 75%).

Napięcie DC - zakres	**Dokładność**
400,0 mV	0,3% + 4c
4,000 V; 40,00 V; 400,0 V	0,5% + 3c
1000 V	1,0% + 4c

Rezystancja - zakres	**Dokładność**
400,0 Ω	0,8% + 6c
4,000 kΩ; 40,00 kΩ; 400,0 kΩ	0,6% + 4c
4,000 MΩ	1,0% + 4c
40,00 MΩ	2,0% + 4c

12. Mnożniki, oznaczenia, symbole, jednostki

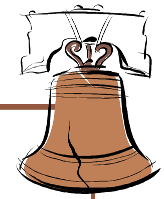
Mnożnik	Nazwa	Symbol
1000 000 000 000 000 000 = 10^{18}	eksa	E
1000 000 000 000 000 = 10^{15}	peta	P
1000 000 000 000 = 10^{12}	tera	T
1000 000 000 = 10^{9}	giga	G
1000 000 = 10^{6}	mega	M
1 000 = 10^{3}	kilo	k
100 = 10^{2}	*hekto*	*h*
10 = 10^{1}	*deka*	*da*
1 = 10^{0}	-	-
0,1 = 10^{-1}	*decy*	*d*
0,01 = 10^{-2}	*centy*	*c*
0,001 = 10^{-3}	mili	m
0,000 001 = 10^{-6}	mikro	µ
0,000 000 001 = 10^{-9}	nano	n
0,000 000 000 001 = 10^{-12}	piko	p
0,000 000 000 000 001 = 10^{-15}	femto	f
0,000 000 000 000 000 001 = 10^{-18}	atto	a

Jednostki niektórych wielkości elektrycznych

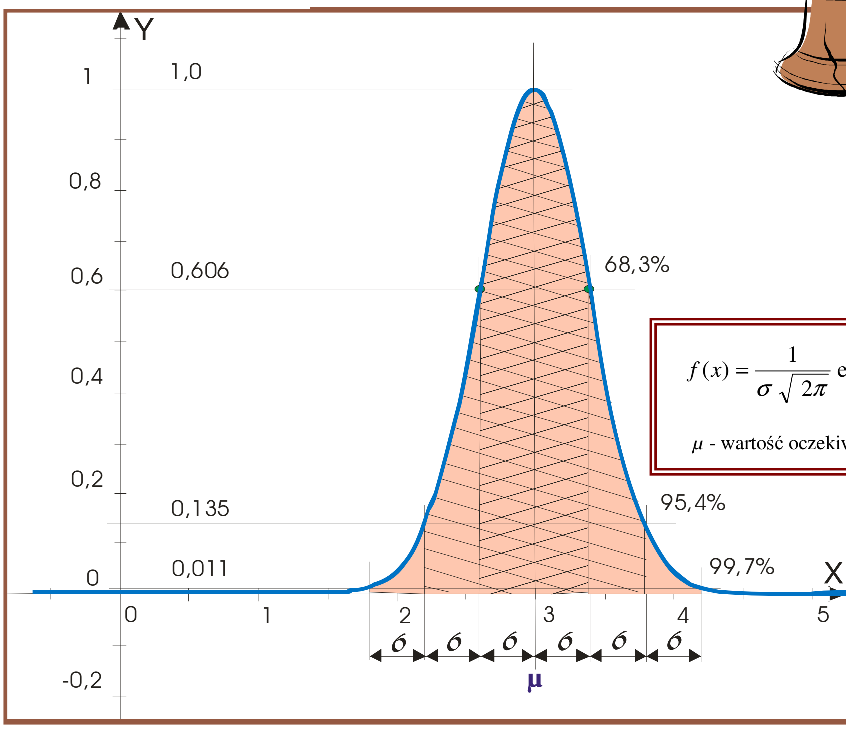
Wielkość	Nazwa	Oznaczenie
Prąd	amper	A
Napięcie	volt	V
Rezystancja	om	Ω
Pojemność	farad	F
Indukcyjność	henr	H

13. Pomiar oporu - krzywa "dzwonowa" rozkładu Gauss'a

(krzywa rozkładu normalnego)



Proporcje krzywej Gauss'a



$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

μ - wartość oczekiwana, σ - dyspersja

Jest to funkcja wykładnicza typu e^{-x^2}, parametr $\boldsymbol{\mu}$ odpowiada za położenie rozkładu, $\boldsymbol{\sigma}$ jest parametrem skalującym. W punktach $\mu \pm \sigma$ funkcja posiada punkty przegięcia. Z właściwości krzywej wynika, że 2 na 3 pomiary (68,3%) mieszczą się w przedziale (μ - σ, μ + σ), a mniej niż 1 na 20 pomiarów (4,6%) przyjmuje wartość poza przedziałem (μ - 2σ, μ + 2σ).

Rozkład normalny $N(\mu, \sigma)$ dla $\mu = 3.0$ i σ zmienne