

LABORATORIUM POMIAROWE „METROL”

Referat przedstawia historię i stan obecny – możliwości ofertę Laboratorium Pomiarowego „METROL” oraz informację na temat szacowania niepewności pomiarów.

1. DZIAŁALNOŚĆ LABORATORIUM

Laboratorium Pomiarów Elektrycznych OBR Metrologii Elektrycznej od początku istnienia wykonywało usługi ma rzecz klienta wewnętrznego, czyli OBR w zakresie:

- badań wyrobów opracowywanych,
- kontroli jakościowej bieżącej produkcji,
- gospodarki aparaturą kontrolno – pomiarową,

oraz na rzecz klienta zewnętrznego, dla którego wykonywano usługi legalizacji kalibratorów wielkości elektrycznych w Punkcie Legalizacyjnym, na podstawie upoważnienia Polskiego Komitetu Normalizacji Miar i Jakości w Warszawie.

Po wejściu w życie nowej ustawy z dnia 3 kwietnia 1993 r. „Prawo o miarach”, która zniósła obowiązek legalizacji sterowanych źródeł odniesienia, Laboratorium Pomiarowe kontynuowało działalność usługową pod nadzorem Okręgowego Urzędu Miar w Poznaniu, a następnie pod nadzorem Okręgowego Urzędu Miar w Szczecinie. W czerwcu tego roku zakończono współpracę z Urzędami Miar przygotowując się intensywnie do akredytacji, która jest nadrzędnym celem Laboratorium jako laboratorium pomiarowego, spełniającego wdrożony wcześniej system jakościowy zgodny z wymaganiami normy PN-EN ISO/IEC 17025:2001.

W pierwszych dniach grudnia został złożony wniosek do Polskiego Centrum Akredytacji o certyfikację Laboratorium Pomiarowego Metrol.

Dowodami na utrzymanie jakości w Laboratorium jest:

- 13 świadectw wzorcowań wystawionych przez Główny Urząd Miar w Warszawie w 2004 roku dla aparatury, którą Laboratorium posługuje się przy wzorcowaniu lub sprawdzaniu przyrządów powierzonych przez klientów,
- 12 instrukcji wzorcowania aparatury Laboratorium we własnym zakresie,
- 15 procedur systemu jakości stosowanych w Laboratorium,
- 8 procedur pomiarowych.

Wykwalifikowany i kompetentny personel jest gwarantem rzetelnych i precyzyjnych pomiarów. Wszyscy pracownicy Laboratorium legitymują się wyższym wykształceniem elektrotechnicznym, przeszli stosowne kursy i przeszkolenia.

Krótkie terminy realizacji zleceń, sprawna obsługa, są dodatkowym atutem Laboratorium.

Ci sami klienci korzystają z naszych usług regularnie, a dzięki poszerzeniu spektrum naszej działalności o wzorcowanie higrometrów, cyfrowych mierników temperatury oraz badanie zjawisk z zakresu kompatybilności elektromagnetycznej, pozyskaliśmy nowe działy gospodarki.

Laboratorium po wcześniejszych uzgodnieniach świadczy usługi pomiarowe także u klienta. Pozwala to przeprowadzić wymagane badania aparatury kontrolno-pomiarowej używanej w procesach produkcyjnych bez potrzeby zatrzymywania tych procesów lub czasochłonnych przerw w produkcji.

Najlepsze zdolności pomiarowe Laboratorium Pomiarowego Metrol wyszczególniono w poniższej tabeli.

Tabela 1. Zakres akredytacji Laboratorium Pomiarowego „METROL”

Nazwa wielkości fizycznej	Zakres pomiarowy	Najlepsza zdolność pomiarowa
Napięcie stałe (U DC)	±200mV	±(6ppm N + 0,5ppm Z)
	±2V	±(3ppm N + 0,2ppm Z)
	±20V	±(3ppm N + 0,1ppm Z)
	±200V, ±1000V	±(6ppm N + 0,2ppm Z)
Napięcie przemienne (U AC)	200mV 10Hz ÷ 10kHz	±(120ppm N + 20ppm Z)
	10kHz ÷ 30kHz	±(300ppm N + 40ppm Z)
	30kHz ÷ 100kHz	±(700ppm N + 100ppm Z)
	2V, 20V, 200V 10Hz ÷ 10kHz	±(100ppm N + 10ppm Z)
	10kHz ÷ 30kHz	±(200ppm N + 20ppm Z)
	30kHz ÷ 100kHz	±(500ppm N + 100ppm Z)
	1000V 10Hz ÷ 10kHz	±(100ppm N + 10ppm Z)
Napięcie U DC, AC	10kHz ÷ 30kHz	±(200ppm N + 20ppm Z)
	0,5 kV ÷ 15 kV	1 %
Prąd stały (I DC)	± 0,2 mA, ± 2 mA, ± 20 mA	± (25ppm N + 2 ppm Z)
	± 200 mA	± (50ppm N + 5ppm Z)
	± 2 A	± (150ppm N + 10ppm Z)
	± 5A	± 0,0005% N
	± 20 A	± 0,0005% N
	± 10 A ÷ ± 1000 A ¹⁾	± 0,42% N
Prąd przemienny (I AC)	0,2mA, 2mA, 20mA 10Hz÷5kHz	±(200ppm N + 100ppm Z)
	200mA 10Hz÷5kHz	±(200ppm N + 100ppm Z)
	2A 10Hz÷1kHz	±(500ppm N + 200ppm Z)
	1kHz÷5kHz	±(0,15% N + 0,04% Z)
	5A 10Hz÷20kHz	± 0,05% N
	20A 10Hz÷20kHz	± 0,07% N
	100A 50 Hz	± 0,04% N
	10A ÷ 1000A ¹⁾ 50Hz ÷ 100Hz	±(0,7% N ÷ 0,6% N)
Rezystancja (R)	20Ω	±(12ppm N + 1ppm Z)
	200Ω	±(8ppm N + 0,3ppm Z)
	2kΩ, 20kΩ, 200kΩ	±(6ppm N + 0,3ppm Z)
	2MΩ	±(10ppm N + 0,7ppm Z)
	20MΩ	±(20ppm N + 4ppm Z)
	100MΩ	±(200ppm N + 45ppm Z)
	10 GΩ ²⁾	±0,004% N
Pojemność (C)	1 nF, 10 nF, 100 nF, 1 μF	± 0,10%
	1 μF ÷ 10 μF	± 0,10%
	4,000 1 μF ÷ 40 μF	± (0,5% + 16,0 nF)
	40,001 μF ÷ 400 μF	± (0,5% + 160,0 nF)
	400,01 μF ÷ 4,0000 mF	± (0,5% + 1,6 μF)
	4,0001 mF ÷ 10,000 mF	± (1,0% + 60 μF)
Kąt fazowy (φ)	0 ÷ 360 °	0,02 °
Moc czynna P, (bierna Q)	(37,5W ÷ 6000W)x3 ³⁾ 47Hz ÷ 63Hz	0,02%
	(37,5W ÷ 6000W)x3 ³⁾ 63Hz ÷ 400Hz	0,05%
Częstotliwość (f)	0 ÷ 10 MHz	2 x 10 ⁻⁸
Składowe harmoniczne	1 ÷ 41	2% Z
Współczynnik THD	1 ÷ 41	0,02%
Symulacja czujników term.	J, K, S	0,19 °C ÷ 0,57 °C
Temperatura punktu rosy	-10,0 °C ÷ +20,0 °C	0,2 °C
Wilgotność względna	10% RH ÷ 90% RH	0,30% RH ÷ 1,9% RH
Temperatura	-30,000 °C ÷ + 150,000 °C	0,062 °C ÷ 0,150 °C

- 1) Pomiar prądu cęgami.
- 2) Pomiar rezystancji metodą techniczną.
- 3) Pomiar mocy w układzie 3-fazowym

2. NIEPEWNOŚĆ POMIAROWA




Laboratorium wzorcujące powinno mieć i stosować procedurę szacowania niepewności pomiaru. Co to jest niepewność?

Niepewność – parametr, związany z wynikiem pomiaru, charakteryzujący rozrzut wartości, które można w uzasadniony sposób przypisać wielkości mierzonej.

Niepewność pomiaru jest wyrażeniem faktu, że dla danej wielkości mierzonej i danego wyniku tej wielkości, istnieje nie jedna wartość, a nieskończenie wiele wartości rozproszonych wokół wyniku. Miarą ilościową niepewności jest odchylenie standardowe. Często potocznie słowem niepewność określa się pojęcie ogólne niepewności, jak i wszystkie miary ilościowe tego pojęcia.

Traktując niepewność jako **zmienną losową**, opieramy się na rachunku prawdopodobieństwa i statystyce matematycznej. Zjawiska losowe są charakteryzowane przez określony typ **rozkładu prawdopodobieństwa**. Przy ustalaniu budżetu niepewności pomiaru wielkości mierzonej (wyjściowej) Y ($Y = f(X_i)$) nieodzowna jest znajomość rozkładu prawdopodobieństwa wielkości wejściowych X_i ($i = 1, 2, 3 \dots N$).

Wśród typów rozkładów prawdopodobieństwa wyróżnia się min.:

-  Rozkład normalny (zwany też rozkładem Gaussa-Laplace'a) – rozkład najważniejszy stosowany, gdy wpływy różnych czynników są niewielkie i porównywalne, np. wpływ temperatury. Przyjęcie rozkładu normalnego jest uzasadnione, jeżeli wartości wielkości wejściowej X_i znajdują się w pobliżu środka przedziału zmienności.
-  Rozkład prostokątny (równomierny, jednostajny) – stosowany, gdy nie mamy podstaw twierdzić, że jakkolwiek parametr nie jest uprzywilejowany, np. przy pomiarze miernikiem cyfrowym ostateczna cyfra miga. Przyjęcie prostokątnego rozkładu wielkości wejściowej X_i jest uzasadnione, jeżeli znamy tylko granice jej zmienności.
-  Rozkład typu U – stosowany, gdy wartości wielkości wejściowej X_i są bardziej prawdopodobne w pobliżu granic, niż w pobliżu środka przedziału zmienności.

W praktyce bardzo rzadko dysponujemy pełnymi danymi o rozkładzie prawdopodobieństwa, dlatego podaje się kilka charakterystycznych parametrów, które rozkład ten jednoznacznie określają. Należą do nich:

- **Wartość oczekiwana** $E(X)$ zmiennej losowej X .
- **Estymata (oszacowanie, przybliżenie)** wartości oczekiwanej, czyli średnia arytmetyczna z n niezależnych obserwacji zmiennej losowej X :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (1)$$

- **Wariancja zmiennej losowej**, czyli wartość oczekiwana kwadratu odchylenia tej zmiennej od jej wartości oczekiwanej. Estymatą wariancji σ^2 jest

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2, \quad (2)$$

gdzie

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (3)$$

Właściwą miarą niepewności pomiaru jest raczej wariancja średniej arytmetycznej kilku obserwacji, niż wariancja pojedynczej obserwacji.

$$S^2(\bar{X}_i) = \frac{S^2(X_i)}{n} = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}_i)^2 \quad (4)$$

Ponieważ wariancja ma wymiar kwadratu, wprowadzone zostało pojęcie **odchylenia standardowego** będącego dodatnim pierwiastkiem kwadratowym z wariancji.

$$U(\bar{X}_i) = \sqrt{S^2(\bar{X}_i)} \quad (5)$$

Chociaż wariancja jest podstawowym parametrem rozkładu, odchylenie standardowe jest wygodniejsze w praktyce, ponieważ ma ten sam wymiar co X .

Jak wspomniano na początku: niepewnością jest parametr związany z wynikiem pomiaru, charakteryzujący rozrzut wartości, które można w uzasadniony sposób przypisać wielkości mierzonej. Takim parametrem może być **odchylenie standardowe** (lub jego wielokrotność), nazywane **niepewnością standardową typu A**.

Jeżeli niepewność jest obliczana innym sposobem, niż analiza statystyczna serii obserwacji, nazywana jest **niepewnością standardową typu B**. Wykorzystuje ona dane dotyczące błędów granicznych, świadectw wzorcowania, rozdzielczości, publikacji naukowych oraz własną wiedzę.

W Laboratorium Pomiarowym Metrol stosuje się przy wzorcowaniu łączną (złożoną) niepewność AB.

Laboratoria wzorcujące są zobligowane do podawania **niepewności rozszerzonej pomiaru U** ok. 95%, uzyskanej z pomnożenia złożonej niepewności standardowej $u(y)$ przez współczynnik rozszerzenia k .

$$U = ku(y) \quad (6)$$

W przypadku, gdy rozkład wielkości mierzonej można scharakteryzować rozkładem normalnym, współczynnik k dla niepewności około 95% wynosi 2. Mówi się wtedy o poziomie ufności wynoszącym około 95%.

W przypadku niepewności AB rozkłady nie są jednorodne, najczęściej błędy pochodzą z rozkładów: normalnego i prostokątnego, jednak na mocy centralnego twierdzenia granicznego wiemy, że nawet jeżeli rozkłady wielkości wejściowych X_i nie są normalne, to rozkład wielkości wyjściowej Y można aproksymować rozkładem normalnym w przypadku, gdy mamy do czynienia z sumą co najmniej trzech rozkładów.

Przy wyznaczaniu niepewności pomiaru należy mieć na uwadze słowa prof. Jaworskiego: „Niedokładność niepewności jest na tyle duża, że stosowanie skomplikowanych zabiegów mających na celu zmniejszenie tej niedokładności jest bezzasadne, nawet bezsensowne”.

LITERATURA

- [1] Przewodnik Wyrażanie niepewności pomiaru. (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement.)
- [2] Turzeniecka D.: Ocena niepewności wyniku pomiaru.
- [3] Jaworski J. M.: Sens i nonsens oceny niedokładności wyniku pomiaru.
- [4] Szydlowski H.: Teoria pomiarów. PWN Warszawa 1981