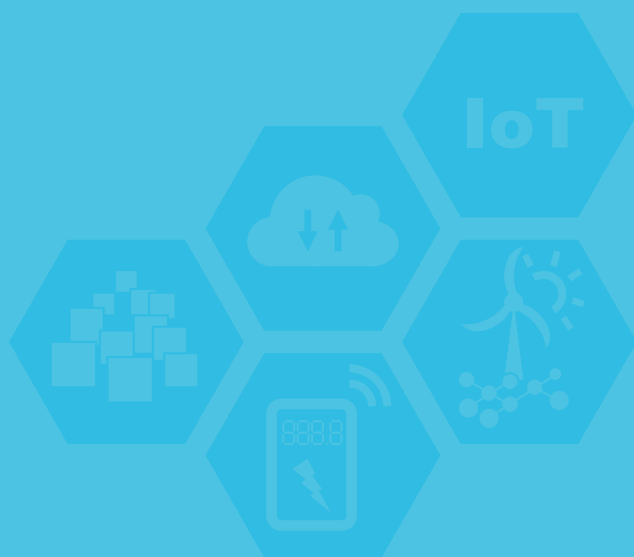


Systemy Pomiarowe

w teorii i w praktyce



Redakcja

Ryszard Rybski

Instytut Metrologii, Elektroniki i Informatyki
Uniwersytet Zielonogórski

Systemy Pomiarowe w teorii i w praktyce

pod redakcją Ryszarda Rybskiego

UNIwersytet ZIELONOGÓRSKI 2020

Institute of Metrology, Electronics and Computer Science

University of Zielona Góra

Measurement Systems in Theory and Practice

Edited by Ryszard Rybski

Redakcja
Editor
Ryszard Rybski
Instytut Metrologii, Elektroniki i Informatyki
Institute of Metrology, Electronics and Computer Science
Uniwersytet Zielonogórski
University of Zielona Góra, Zielona Góra, Poland

Skład i redakcja techniczna
Composition and technical editing
Robert Szulim

Projekt okładki
Cover design
Mirosław Koziół

© Instytut Metrologii, Elektroniki
i Informatyki
Uniwersytet Zielonogórski 2020

ISBN 978-83-957716-1-3

Instytut Metrologii, Elektroniki i Informatyki
Uniwersytet Zielonogórski
65-516 Zielona Góra, ul. prof. Z. Szafrana 2, tel. + 48 68 3282 222
www.imei.uz.zgora.pl, imei@imei.uz.zgora.pl

SŁOWO WSTĘPNE

Systemy pomiarowe są ciągle dynamicznie rozwijającą się częścią techniki pomiarowej. Rozwój ten jest zdeterminowany nowymi możliwościami stwarzanymi przez postęp technologiczny oraz stale zwiększającym się zapotrzebowaniem na informacje o obiektach, zjawiskach czy procesach. Wykorzystanie nowych technologii zwiększa funkcjonalność systemów pomiarowych i przyczynia się do polepszania ich właściwości metrologicznych, a to z kolei poszerza obszar ich zastosowań. Przykładem takiego działania może być obserwowane w ostatnim okresie duże zainteresowanie wdrażaniem w obszarze systemów pomiarowych rozwiązań bazujących na technologii Internetu Rzeczy (IoT). Rozwiązania te są podstawą aplikacji klasy *Smart* np. Smart Grid, Smart City, Smart Health, Industry 4.0 itp. Ważną rolę w efektywnym funkcjonowaniu tej technologii i aplikacji klasy *Smart* odgrywają dane pomiarowe i ich przetwarzanie z wykorzystaniem elementów sztucznej inteligencji. Nieprzetworzone dane pomiarowe, ale z bardzo wielu punktów pomiarowych, przesyłane poprzez istniejącą infrastrukturę internetową do chmury publicznej lub prywatnej, w której są gromadzone i przetwarzane, mogą być źródłem wiedzy o obiektach, która jest przydatna zarówno dla projektantów, producentów jak i użytkowników, tworząc w ten sposób tzw. inteligentne otoczenie.

Jednym z miejsc gdzie systematycznie prezentowana jest tematyka systemów pomiarowych, w tym zwłaszcza ich zastosowań, jest konferencja Systemy Pomiarowe w Badaniach Naukowych i w Przemśle (SP), organizowana od niemal dwudziestu pięciu lat przez Instytut Metrologii, Elektroniki i Informatyki Uniwersytetu Zielonogórskiego. Organizowana w cyklu dwuletnim konferencja jest już tradycyjnie miejscem prezentacji wyników prac badawczych w zakresie szeroko rozumianej tematyki dotyczącej systemów pomiarowych, prowadzonych w ośrodkach akademickich, instytutach badawczych i w przemyśle. Porównanie haseł definiujących tematykę kolejnych konferencji daje pewien obraz ewolucyjnych zmian kierunków prowadzonych badań. Centralnym hasłem pierwszych konferencji były komputerowe systemy pomiarowe - ich koncepcja, konstrukcja, badania i analiza metrologiczna. W tematyce ostatnio zorganizowanej konferencji - SP'2020, obok tradycyjnych zagadnień dotyczących m.in. przetwarzania sygnałów pomiarowych, czy teorii, konstrukcji i badań systemów pomiarowych, pojawiły się takie hasła jak np. rozproszone i sieciowe systemy pomiarowe, systemy wbudowane w aparaturze

pomiarowej, Internet Rzeczy – IoT, systemy klasy Smart Metering i Smart Grid, bezpieczeństwo w systemach pomiarowo – sterujących.

Najczęściej praktykowanym sposobem upowszechniania wyników badań przedstawianych w wygłaszanych podczas konferencji referatach były opracowane przez autorów artykuły naukowe, które, z rekomendacją Komitetu Naukowego konferencji, kierowano do czasopism naukowych. W przypadku konferencji SP'2020, wybrane referaty stanowiły punkt wyjścia do opracowania publikacji naukowych - rozdziałów w niniejszej monografii. Każda z zamieszczonych w monografii publikacji poddana była procesowi recenzowania przez dwóch lub trzech niezależnych recenzentów. Do opublikowania zakwalifikowano jedynie te prace, które zyskały akceptację recenzentów.

W tym miejscu chciałbym wyrazić swoją wdzięczność autorom za nadesłanie interesujących prac oraz recenzentom, w tym zwłaszcza członkom Komitetu Naukowego konferencji SP'2020, za ich nieoceniony wysiłek włożony w proces recenzowania.

Zagadnienia przedstawione w poszczególnych rozdziałach monografii odpowiadają tematyce konferencji SP'2020, która została już wcześniej krótko scharakteryzowana. W pracy znajdują się rozdziały przygotowane w języku polskim i w języku angielskim, co jest zgodne z przyjętą koncepcją monografii.

Ryszard Rybski
Zielona Góra, październik 2020 r.

PREFACE

Measurement systems are still a dynamically developing part of measurement technology. This development is determined by new opportunities created by technological progress and the constantly increasing demand for information about objects, phenomena and processes. The use of new technologies increases the functionality of measurement systems and contributes to the improvement of their metrological properties, which in turn extends the area of their application. An example of such an action may be the recently observed great interest in implementing solutions based on the Internet of Things (IoT) technology in the area of measurement systems. These solutions are the basis of Smart class applications, eg Smart Grid, Smart City, Smart Health, Industry 4.0 etc. Measurement data and its processing with the use of artificial intelligence elements play an important role in the effective functioning of this technology and Smart class applications. Raw measurement data, but from many measurement points, sent via the existing Internet infrastructure to a public or private cloud, where they are collected and processed, can be a source of knowledge about objects, which is useful for both designers, manufacturers and users, creating this way, the so-called intelligent environment.

One of the places where the subject of measurement systems is systematically presented, especially their applications, is the conference Measurement Systems in Scientific Research and Industry (SP), organized for almost twenty-five years by the Institute of Metrology, Electronics and Informatics of the University of Zielona Góra. Organized in a two-year cycle, the conference is traditionally a place of presentation of research results in the field of broadly understood topics related to measurement systems, conducted in academic centers, research institutes and in the industry. A comparison of the slogans defining the topics of subsequent conferences gives a picture of the evolutionary changes in the directions of the research conducted. The central subject of the first conferences was computer measurement systems - their concept, construction, research and metrological analysis. Among the subjects of the recently organized conference - SP'2020, apart from traditional issues concerning, among others, processing of measurement signals, or the theory, construction and research of measurement systems, such slogans as, for example, distributed and network measurement systems, systems embedded in measurement equipment, Internet of Things - IoT, Smart Metering and Smart Grid class systems, safety in measurement systems - controls.

The most frequently practiced method of disseminating the results of research presented in papers presented at the conference were scientific articles prepared by the authors, which, with the recommendation of the Scientific Committee of the conference, were sent to scientific journals. In the case of the SP'2020 conference, selected papers were the starting point for the development of scientific publications - chapters in this monograph. Each of the publications included in the monograph was reviewed by two or three independent reviewers. Only those works approved by the reviewers were qualified for publication.

At this point, I would like to express my gratitude to the authors for sending interesting papers and to the reviewers, especially the members of the Scientific Committee of the SP'2020 conference, for their invaluable effort put into the reviewing process.

The issues presented in individual chapters of the monograph correspond to the subject of the SP'2020 conference, which has already been briefly characterized. The work includes chapters prepared in Polish and in English, which is in line with the adopted concept of the monograph.

Ryszard Rybski
Zielona Góra, October 2020

Spis Treści

Table of Contents

1. *Andrzej BIEŃ, Andrzej WETULA*
Czujnik napięcia do zastosowania w zdalnych systemach pomiaru
Voltage sensor for application in remote electric energy parameters measurement systems..... 13
2. *Krzysztof DOWALLA, Robert ŁUKASZEWSKI, Augustyn WÓJCIK, Marcin JANUSZEWSKI*
Adaptacja systemu pomiarowego i metoda przygotowania danych do badań algorytmów NIALM
Adaptation of measuring system and method for preparing data for reasearches of NIALM algorithms29
3. *Dariusz ELJASZ, Wiesław MICZULSKI, Piotr POWROŹNIK, Łukasz SOBOLEWSKI, Robert SZULIM*
System pomiarowy do diagnozowania dzieci z zaburzeniem koordynacji ruchowej
Measurement system for diagnosis of children with a disorder of motion coordination45
4. *Radosław KŁOSIŃSKI, Tomasz JUROJC*
Poprawa dokładności cyfrowego wyznaczenia mocy przez zastosowanie synchronizowanych okien czasowych
Improving the accuracy of digital power determination by application of synchronized time windows61
5. *Mirosław KOZIOŁ, Janusz KACZMAREK, Ryszard RYBSKI*
Method for quick calculation of sine samples in the polyphase sinusoidal digital signal generators
Metoda szybkiego obliczania próbek funkcji sinus w wielofazowych cyfrowych generatorach sygnałów sinusoidalnych75

6. *Mariusz KRAJEWSKI, Sergiusz SIENKOWSKI*
 Algorytmy do estymacji amplitudy napięcia sinusoidalnego opartej na wyznaczeniu częstotliwości
 Algorithms for sinusoidal voltage amplitude estimation based on frequency determination89
7. *Miłosz KRYSIK, Krzysztof PIOTROWSKI, Ryszard RYBSKI*
 Generic energy production model for smart grid emulation
 Ogólny model producenta energii dla emulatora inteligentnych sieci energetycznych..... 107
8. *Maciej MALINOWSKI, Marian KAMPIK, Krzysztof MUSIOŁ*
 Oprogramowanie automatyzujące pomiary wykonywane precyzyjnym miernikiem RLC Keysight E4980A
 Software for automation of measurements with Keysight E4980A precision LCR meter 125
9. *Emil MICHTA, Piotr POWROŹNIK, Ryszard RYBSKI, Robert SZULIM, Krzysztof PIOTROWSKI, Urszula KOŁODZIEJCZYK, Jakub KOSTECKI*
 Flood embankments monitoring system in on-line mode
 Monitorowanie wałów przeciwpowodziowych w trybie on-line..... 139
10. *Krzysztof MUSIOŁ, Marian KAMPIK*
 Calibration of PXI data acquisition cards used for primary impedance metrology
 Kalibracja kart akwizycji danych PXI wykorzystywanych w metrologii impedancyjnej wysokich dokładności 159
11. *Marek OCHOWIAK, Andżelika KRUPIŃSKA, Sylwia WŁODARCZAK, Małgorzata MARKOWSKA*
 Modyfikacja stanowiska i metodyki pomiaru parametrów rozpylonej strugi cieczy
 The modification of set-up and methodology of the measurement of parameters of atomized liquid stream 171

12. *Eligiusz PAWŁOWSKI*
 Estymacja stałej czasowej metodą liniowej aproksymacji
 pochodnej funkcji eksponencjalnej
 Time constant estimation using linear approximation of the
 exponential function derivative 183
13. *Andrzej POPLAWSKI*
 The effectiveness of the video surveillance systems in
 conditions of frequent scene change
 Efektywność systemu nadzoru wizyjnego w warunkach częstej
 zmiany sceny 199
14. *Sergiusz SIENKOWSKI, Mariusz KRAJEWSKI*
 Algorytm korelacyjny do estymacji częstotliwości sygnału
 sinusoidalnego
 An algorithm for the sinusoidal signal frequency estimation
 based on the autocorrelation function.....213
15. *Łukasz SOBOLEWSKI*
 Comparison of quality of UTC(PL) and UTC(NPL) scales
 prediction by means of GMDH neural network
 Porównanie jakości prognozowania skal UTC(PL) i UTC(NPL)
 z zastosowaniem sieci neuronowej GMDH.....229
16. *Piotr WARDA*
 Metoda wagowego doboru przesunięcia fazowego do
 synchronizacji danych pomiarowych
 Method of weighted selection of the phase shift for
 synchronization of measurement data243
17. *Augustyn WÓJCIK, Piotr BILSKI, Robert ŁUKASZEWSKI,
 Ryszard KOWALIK, Krzysztof DOWALLA*
 Układ pomiarowy oraz metoda identyfikacji stanów
 odbiorników energii elektrycznej wykorzystująca generator
 sygnału impulsowego
 The measurement setup and method for electricity receiver state
 identification using impulse signal generator261