

**Krzysztof MUSIOŁ, Marian KAMPIK, Grzegorz POPEK**  
 INSTYTUT METROLOGII, ELEKTRONIKI I AUTOMATYKI POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ,  
 ul. Akademicka 10, 44-100 Gliwice

## Multiplekser na stanowisku do realizacji jednostki miary indukcyjności własnej w GUM

Dr inż. Krzysztof MUSIOŁ

Studia na kierunku Elektrotechnika, specjalność Automatyka i Metrologia Elektrotechniczna ukończył w roku 2002. Rozpoczął pracę naukową w Instytucie Metrologii, Elektroniki i Automatyki pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Tadeusza Skubisa. W roku 2007 na Politechnice Śląskiej w Gliwicach uzyskał tytuł doktora nauk technicznych z dyscypliny elektrotechnika i został zatrudniony na stanowisku adiunkta w ww. instytucie. Zainteresowania naukowe dotyczą precyzyjnych układów do pomiarów składowych impedancji.

e-mail: krzysztof.musiol@polsl.pl



Dr inż. Grzegorz POPEK

Ukończył studia na kierunku Elektronika i Telekomunikacja o specjalności Energoelektronika w 2006 roku. W 2010 roku na Politechnice Śląskiej w Gliwicach obronił z wyróżnieniem pracę doktorską uzyskując tytuł doktora nauk technicznych z dyscypliny Elektrotechnika. W latach 2008-2009 przebywał na stażu naukowym w Veeco Instruments w Santa Barbara (USA). Jego zainteresowania naukowe koncentrują się wokół wzorcowych źródeł napięcia stałego i przemiennego oraz cyfrowej syntezy sygnałów.

e-mail: grzegorz.popek@polsl.pl



Dr hab. inż. Marian KAMPIK

Ukończył studia na Wydziale Elektrycznym Politechniki Śląskiej w 1988 roku. Tamże, w 1996 roku z wyróżnieniem obronił pracę doktorską, a w 2010 roku uzyskał stopień doktora habilitowanego. W latach 1993-1995 prowadził badania w Laboratorium Transferów AC-DC PTB w Braunschweigu (Niemcy). Jest autorem lub współautorem około 90 publikacji naukowo-technicznych. Jego zainteresowania naukowe obejmują dokładne pomiary wielkości elektrycznych oraz zagadnienia związane z cyfrową syntezą sygnałów pomiarowych.

e-mail: marian.kampik@gmail.com



**Keywords:** comparison of inductance standards, digitally controlled switch, comparator bridge.

### 1. Wprowadzenie

Wzorcem jednostki miary indukcyjności najwyższego rzędu w Głównym Urzędzie Miar (GUM, Warszawa) jest wzorec grupowy, utworzony z czterech cewek wzorcowych GR 1482H o wartości nominalnej indukcyjności równej 10 mH. Wartością poprawną indukcyjności wzorca jest wartość średnia indukcyjności wszystkich cewek wzorcowych, określana w oparciu o wyniki wzorcowania wykonywane najczęściej w Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB, Braunschweig, Niemcy) nie rzadziej niż raz na trzy lata. Niezależnie od komparacji zagranicznych stan wzorca państwowego kontrolowany jest wewnętrznie w cyklach miesięcznych podczas tzw. interkomparacji. Odtwarzanie i przekazywanie jednostki miary indukcyjności oparte jest także na trzech dodatkowych wzorcach grupowych, o wartości nominalnej indukcyjności 1 mH, 100 mH i 1 H. W tabeli 1 zamieszczono niektóre parametry wzorca grupowego o wartości nominalnej indukcyjności równej 10 mH wykorzystywanego do realizacji jednostki indukcyjności w Głównym Urzędzie Miar w Warszawie.

Tab. 1. Dane wzorca grupowego indukcyjności własnej GUM z roku 2001

Tab. 1. Group inductance standard at the GUM (data from 2001)

Wzorec	Wartość znamionowa indukcyjności	Wartość poprawna indukcyjności w temperaturze 23,0 °C	Częstotliwość kalibracji	Wartość rezystancji szeregowej w temp. 23,0 °C	Dobroć przy $f=100$ Hz	Współczynnik temperaturowy indukcyjności
	mH	mH	kHz	$\Omega$	-	$\mu\text{H/K}$
GR nr 14220	10	9,998375	1	8,2198	0,764	0,37
GR nr 16614	10	9,998940	1	8,3630	0,751	0,36
GR nr 16624	10	9,994828	1	8,3699	0,750	0,34
GR nr 16627	10	9,995526	1	8,2732	0,759	0,35

### Streszczenie

W artykule przedstawiono koncepcję modernizacji stanowisk do realizacji jednostki Henra w Państwowych Instytutach Metrologicznych. Opisano stanowisko do odtwarzania jednostki w Głównym Urzędzie Miar w Warszawie i - za zgodą GUM - zamieszczono wyniki badań zmodernizowanego stanowiska wyposażonego w multiplekser wzorców indukcyjności własnej. Stabilne i zgodne z otrzymanymi przed modyfikacją wyniki badań zmodernizowanego stanowiska w Głównym Urzędzie Miar świadczą o możliwości zastąpienia przełącznika mechanicznego MCS1 multiplekserem DCS2 przy zachowaniu dobrej powtarzalności i dokładności wyników komparacji.

**Słowa kluczowe:** komparacja wzorców, multiplekser wzorców indukcyjności, komparator wzorców indukcyjności.

### Digitally controlled switch for realization of inductance unit at the Central Office of Measures (GUM, Warsaw)

#### Abstract

A concept of modernization of stations for realization of inductance unit at National Metrology Institutes is presented in the paper. The concept is based on appliance a new digitally controlled switch for comparison of inductance standards. A station at the Central Office of Measures (GUM) in Warsaw is described. The national primary inductance standard at the GUM consists of four GR1482H inductors (Tab. 1) kept in the thermostat (Fig. 1). The old station at the GUM (Fig. 2) was modernized by the applying the digitally controlled switch DCS2 (Fig. 3) in 2007 [7, 8, 9]. Then the comparison measurements at the old and the new stations were performed to confirm accuracy and usefulness of the new digitally controlled switch. Results of delta L measurements for national inductance standards at the GUM before and after the modernization are presented in Tab. 2. In Tab. 3 the corrected results of deltas taking into account reversion of standards are presented. Very stable (and similar to the results achieved at the old station) results of measurements prove that the old mechanical switch can be replaced by the new digitally controlled one. The new digitally controlled switch connected with the modern comparator bridge enables automation of the comparison process and gives a new possibilities of investigation of the measuring current, time and temperature on the comparison results.

### 2. Rys historyczny

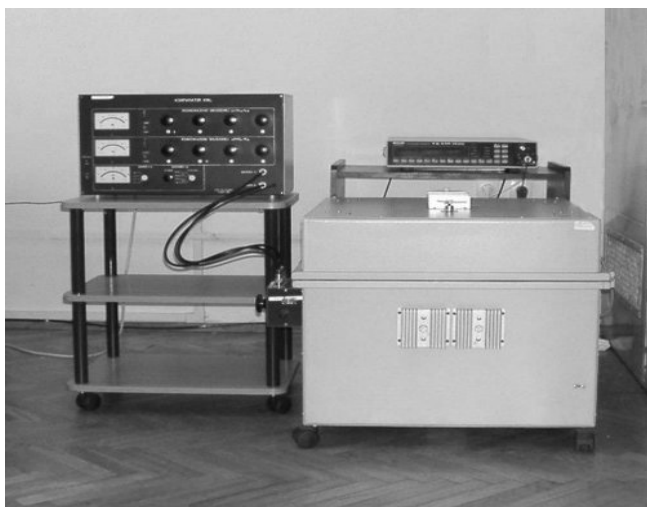
Pomiary indukcyjności własnej prowadzone są w GUM od 1970 r. Przez wiele lat pomiary te wykonywane były przy częstotliwości 1000 Hz w temperaturze  $(20,0 \pm 0,5)$  °C na zestawie do pomiaru indukcyjności, składającym się z precyzyjnego mostka typu GR 1632-A, generatora typu GR 1311-A i detektora zera typu GR 1232-A. Błąd względny pomiaru indukcyjności od 1 mH

do 1 H wynosił  $5 \cdot 10^{-4}$ , natomiast błąd względny pomiaru różnicy dwóch wzorców zawierał się w granicach od  $1 \cdot 10^{-5}$  do  $3 \cdot 10^{-5}$ .

Od 1996 roku pomiary wzorca grupowego 10 mH wykonywane były w nowym układzie pomiarowym z precyzyjnym komparatorem KWL i komutatorem mechanicznym MCS1 [1] przy częstotliwości 1 kHz. Idea pomiaru różnicy indukcyjności komparatorem KWL była niejednokrotnie prezentowana i opisywana w materiałach konferencyjnych krajowych i zagranicznych [2, 3]. Komparator KWL w Głównym Urzędzie Miar przeznaczony jest do pomiaru różnicy indukcyjności wzorców o wartościach nominalnych 10 mH z błędem poniżej 50 nH (5 ppm).



Rys. 1. Państwowy wzorec miary indukcyjności własnej w GUM: grupa czterech wzorców GR1482H wewnątrz termostatu powietrznego  
Fig. 1. The national primary inductance standard at the GUM: group of four GR1482H inductors in the thermostat



Rys. 2. Państwowy wzorec miary indukcyjności własnej w GUM: widok stanowiska do komparacji L-L  
Fig. 2. The national primary inductance standard at the GUM: view of the station for L-L comparison

Dzięki zastosowaniu komutatora wzorców MCS1 (rys. 2) współpracującego z komparatorem możliwe było przechowywanie wzorców w termostacie w temperaturze  $(23,00 \pm 0,05)^\circ\text{C}$  zarówno w okresach między pomiarami, jak i w czasie pomiarów. Wzorce połączone były na stałe z komutatorem, którym wybierało się odpowiednią konfigurację wzorców bez otwierania termostatu (rys. 1 i 2). Pomiary wykonywane komparatorem przy współpracy z komutatorem ręcznym miały niepewność równą 12 ppm (przy współczynniku rozszerzenia  $k = 2$ ). Uzyskanie takich wyników było możliwe dzięki umieszczeniu na stałe wzorców w termosta-

cie o dużej stabilności temperatury. Powtarzalność wyników pomiarów, scharakteryzowana przez odchylenie standardowe była bardzo dobra (na poziomie 1 ppm). Na wartość niepewności wyników pomiarów największy wpływ miała niepewność wartości poprawnej wzorca odniesienia, jaką uzyskuje się podczas komparacji zagranicznej.

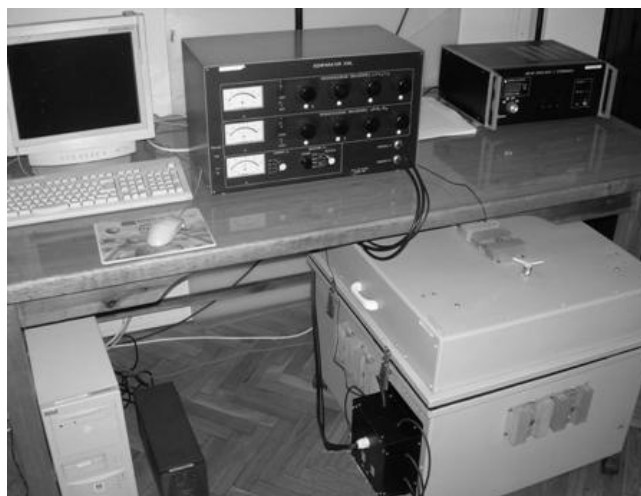
Pomiary wzorców grupowych 1 mH, 100 mH i 1 H wykonywane są na mostku GR 1689M w temperaturze  $(20,0 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ . Układ ten umożliwia pomiary parametrów RLC w zakresie od 12 Hz do 100 kHz z błędem granicznym 0,02 %.

Jeden lub kilka wzorców Głównego Urzędu Miar tworzących grupy jest okresowo kalibrowanych w ośrodkach zagranicznych o uznanej renomie (PTB, NIST lub NPL). Po każdej komparacji wyznacza się wartość grupową, która przyjmowana jest jako stała do następnej komparacji. Między komparacjami zagranicznymi prowadzone są co najmniej dwa razy w roku komparacje wewnętrzne. Pozwalają one wyznaczyć wartości poszczególnych wzorców z grupy oraz obserwować ich stabilność. Zestawienie wyników kalibracji i komparacji wzorców indukcyjności GUM o wartości nominalnej 10 mH z lat 1979 ÷ 2000 można znaleźć w pracy [4].

Niepewność wyznaczenia indukcyjności wzorca państwowego w Laboratorium Wzorców Pojemności i Indukcyjności Głównego Urzędu Miar jest bezpośrednio związana z niepewnością kalibracji polskich wzorców w laboratorium PTB (Niemcy) lub innym renomowanym europejskim instytucie metrologicznym. W ostatnim czasie nowy sprzęt pozwolił na zwiększenie dokładności kalibracji wzorców pojemności w Głównym Urzędzie Miar. Postanowiono zatem wykorzystać wzorce pojemności (których wartość może być wyznaczona z dokładnością dochodzącą do 0,5 ppm przy wykorzystaniu precyzyjnych mostków transformatorowych) jako odniesienie systemu porównań L-C. W komparacjach między wzorcami pojemności i indukcyjności zastosowanie znalazł precyzyjny mostek kombinowany zaprojektowany przez Andrzeja Mućka i opisany szerzej w [5, 6].

### 3. Modernizacja stanowiska

Na początku 2007 roku laboratorium państwowe wzorców pojemności i indukcyjności w Głównym Urzędzie Miar w Warszawie zostało wyposażone w zaprojektowany przez naukowców z Instytutu Metrologii, Elektroniki i Automatyki multiplexer wzorców indukcyjności własnej DCS2 [7, 8, 9]. Ten automatyczny przełącznik, umożliwiający wybór dowolnej pary z grupy ośmiu wzorców, został przytwierdzony do bocznej ścianki termostatu (rys. 3).



Rys. 3. Zmodernizowane stanowisko do komparacji L-L w GUM  
Fig. 3. Modernized station for L-L comparison at the GUM

Cztery kable multiplexera zostały wprowadzone do wnętrza termostatu i połączone z cewkami tworzącymi wzorzec grupowy, a pozostałe cztery mogą służyć do podłączenia dodatkowych wzorców zewnętrznych. Starszy typ komparatora KWL wykorzystywany w GUM nie pozwala na pełną automatyzację stanowiska do komparacji wzorców indukcyjności. Przełączenie wzorców może odbywać się automatycznie, lecz równoważenie mostka wykonywane jest ręcznie przy użyciu dekad indukcyjnego dzielnika napięcia. Układ cyfrowy komparatora KWL umożliwia zdekodowanie nastaw dekad i przesył wyniku pomiaru łączem szeregowym do komputera, gdzie wykonywane są odpowiednie obliczenia wartości wzorców na podstawie wyników różnic i znanej wartości wzorca odniesienia.

#### 4. Badanie stanowiska

Badanie stanowiska do komparacji wzorców indukcyjności własnej w Głównym Urzędzie Miar wykonano w styczniu 2007 r. Badania wykonano dla grupy czterech wzorców General Radio GR1482H o znamionowej wartości indukcyjności 10 mH tworzących wzorzec państwowy (patrz tabela 1). W celu weryfikacji wyników pomiarów otrzymanych na zmodernizowanym stanowisku wcześniej wykonano cztery serie pomiarowe na dotychczasowym stanowisku, wykorzystującym przełącznik mechaniczny MCS1 (rys. 2). Komparacje wzorców zarówno przed jak i po modernizacji przeprowadzono przy prądzie  $I = 10$  mA, częstotliwości  $f = 1$  kHz i w temperaturze  $T = 23^\circ\text{C}$ . W celu eliminacji błędów systematycznych spowodowanych przez nierówne impedancje styków, przewodów łączeniowych i kanałów komparatora, pomiar różnicy impedancji każdej pary wzorców wykonano dwukrotnie, wykorzystując rewersję wzorców. Wykaz połączeń wzorców z komparatorem dla poszczególnych stanów multiplexera przedstawiono w tabeli 2, natomiast surowe wyniki pomiarów różnic indukcyjności i rezystancji wzorców zamieszczono w tabeli 3. Pierwsze cztery serie pomiarowe wykonane zostały w roku 2006 przed modernizacją stanowiska, cztery kolejne, wyróżnione tłustym drukiem – po modernizacji, w styczniu 2007 roku.

Tab. 2. Wykaz połączeń wzorców z komparatorem  
Tab. 2. List of inductors positions during comparison

Lp.	Stan multiplexera	Wzorzec na wejściu A komparatora	Wzorzec na wejściu B komparatora
1	1-2	GR nr 16614	GR nr 14220
2	2-1	GR nr 14220	GR nr 16614
3	1-3	GR nr 16614	GR nr 16624
4	3-1	GR nr 16624	GR nr 16614
5	1-4	GR nr 16614	GR nr 16627
6	4-1	GR nr 16627	GR nr 16614
7	2-3	GR nr 14220	GR nr 16624
8	3-2	GR nr 16624	GR nr 14220
9	2-4	GR nr 14220	GR nr 16627
10	4-2	GR nr 16627	GR nr 14220
11	3-4	GR nr 16624	GR nr 16627
12	4-3	GR nr 16627	GR nr 16624

W tabeli 4 zamieszczono końcowe wyniki pomiarów różnic indukcyjności i rezystancji, obliczone z zależności:

$$\Delta S_{ijC} = \frac{\Delta S_{ij} - \Delta S_{ji}}{2}, \quad (1)$$

gdzie:  $S$  odpowiada indukcyjności  $L$  lub rezystancji  $R$  wzorca,  $i, j \in (1,2,3,4) \cap i \neq j$ .

Obliczenie połowy różnicy odchyłek o tych samych argumentach powoduje usunięcie wpływu impedancji szeregowych kabli i torów pomiarowych komparatora na wynik komparacji.

Tab. 3. Wybrane wyniki pomiarów różnic indukcyjności i rezystancji wzorca państwowego w GUM przed i po modernizacji stanowiska  
Tab. 3. Results of delta L measurements for national inductance standards at the GUM before and after modernization

Data badania	$\Delta L_{12}$ [μH]	$\Delta L_{21}$ [μH]	$\Delta L_{13}$ [μH]	$\Delta L_{31}$ [μH]	$\Delta L_{14}$ [μH]	$\Delta L_{41}$ [μH]
1.09.2006	0,436	-0,197	4,509	-4,255	3,476	-3,239
21.09.2006	0,440	-0,198	4,512	-4,265	3,482	-3,242
2.10.2006	0,429	-0,188	4,503	-4,255	3,477	-3,238
10.11.2006	0,425	-0,182	4,506	-4,250	3,475	-3,236
<b>2.01.2007</b>	<b>0,400</b>	<b>-0,165</b>	<b>4,425</b>	<b>-4,185</b>	<b>3,433</b>	<b>-3,200</b>
<b>2.01.2007</b>	<b>0,400</b>	<b>-0,160</b>	<b>4,430</b>	<b>-4,190</b>	<b>3,443</b>	<b>-3,206</b>
<b>3.01.2007</b>	<b>0,412</b>	<b>-0,173</b>	<b>4,432</b>	<b>-4,200</b>	<b>3,440</b>	<b>-3,210</b>
<b>3.01.2007</b>	<b>0,414</b>	<b>-0,175</b>	<b>4,431</b>	<b>-4,198</b>	<b>3,440</b>	<b>-3,210</b>

Data badania	$\Delta R_{12}$ [mΩ]	$\Delta R_{21}$ [mΩ]	$\Delta R_{13}$ [mΩ]	$\Delta R_{31}$ [mΩ]	$\Delta R_{14}$ [mΩ]	$\Delta R_{41}$ [mΩ]
1.09.2006	155,68	-142,64	21,80	-4,90	106,60	-88,48
21.09.2006	158,92	-142,20	18,80	-13,50	117,42	-93,56
2.10.2006	153,90	-138,48	20,94	-9,14	106,08	-90,46
10.11.2006	154,02	-136,14	20,46	-5,20	108,04	-90,90
<b>2.01.2007</b>	<b>150,20</b>	<b>-153,50</b>	<b>3,40</b>	<b>-1,20</b>	<b>99,60</b>	<b>-98,70</b>
<b>2.01.2007</b>	<b>152,70</b>	<b>-151,40</b>	<b>1,80</b>	<b>-4,60</b>	<b>100,80</b>	<b>-104,60</b>
<b>3.01.2007</b>	<b>151,80</b>	<b>-146,60</b>	<b>0,00</b>	<b>-0,20</b>	<b>100,40</b>	<b>-103,00</b>
<b>3.01.2007</b>	<b>155,20</b>	<b>-151,80</b>	<b>4,40</b>	<b>-2,80</b>	<b>106,60</b>	<b>-102,20</b>

Tab. 4. Skorygowane wyniki różnic indukcyjności i rezystancji po uwzględnieniu rewersji wzorców  
Tab. 4. Corrected results of deltas taking into account reversion of standards

Data badania	$\Delta L_{12C}$ [μH]	$\Delta L_{21C}$ [μH]	$\Delta L_{13C}$ [μH]	$\Delta L_{31C}$ [μH]	$\Delta L_{14C}$ [μH]	$\Delta L_{41C}$ [μH]
1.09.2006	0,317	4,382	3,358	4,230	3,053	-1,026
21.09.2006	0,319	4,389	3,362	4,232	3,056	-1,030
2.10.2006	0,309	4,379	3,358	4,230	3,058	-1,024
10.11.2006	0,304	4,378	3,356	4,233	3,064	-1,026
2.01.2007	0,283	4,305	3,317	4,168	3,039	-0,993
2.01.2007	0,280	4,310	3,325	4,178	3,048	-0,995
3.01.2007	0,293	4,316	3,325	4,173	3,035	-0,995
3.01.2007	0,295	4,315	3,325	4,172	3,033	-0,995

Data badania	$\Delta R_{12C}$ [mΩ]	$\Delta R_{21C}$ [mΩ]	$\Delta R_{13C}$ [mΩ]	$\Delta R_{31C}$ [mΩ]	$\Delta R_{14C}$ [mΩ]	$\Delta R_{41C}$ [mΩ]
1.09.2006	149,16	13,35	97,54	-60,37	-50,36	85,76
21.09.2006	150,56	16,15	105,49	-64,74	-44,68	80,86
2.10.2006	146,19	15,04	98,27	-60,18	-56,07	83,51
10.11.2006	145,08	12,83	99,47	-60,89	-49,51	86,37
2.01.2007	151,85	2,30	99,15	-72,40	-50,40	98,47
2.01.2007	152,05	3,20	102,70	-73,00	-49,80	99,20
3.01.2007	149,20	0,10	101,70	-74,10	-51,10	100,50
3.01.2007	153,50	3,60	104,40	-71,40	-51,30	100,10

Porównując wyniki otrzymane przed i po modernizacji stanowiska zaobserwowano, że powtarzalność wyników na nowym stanowisku, wyposażonym w multiplexser jest bardzo dobra (poniżej 2ppm).

Badania wykazały, że maksymalny rozrzut wyników tej samej różnicy indukcyjności na stanowisku przed i po modernizacji jest jednakowy i wynosi 15 nH (ukazują to wyróżnione komórki w tabeli 4). Wyniki pomiarów różnic indukcyjności na nowym stanowisku różnią się od wyników otrzymanych przed modernizacją o kilka ppm. Różnica ta (na poziomie dokładności komparatora KWL, wynoszącej 5 ppm) może wynikać z efektów starzeniowych i wpływów termicznych, gdyż stabilność długoterminowa wzorców indukcyjności typu GR1482H jest na poziomie  $\pm 0,01\%$ /rok, a średni współczynnik temperaturowy indukcyjności wynosi  $+30$  ppm/ $^\circ\text{C}$ .

## 5. Podsumowanie

Stabilne i zgodne z otrzymanymi przed modyfikacją wyniki badań zmodernizowanego stanowiska w Głównym Urzędzie Miar świadczą o możliwości zastąpienia przełącznika mechanicznego MCS1 przełącznikiem automatycznym DCS2 przy zachowaniu dobrej powtarzalności i dokładności wyników komparacji. Po zastosowaniu nowoczesnego komparatora możliwa będzie pełna automatyzacja stanowiska do komparacji wzorca państwowego. Multiplexer automatyczny wraz z nowoczesnym komparatorem stwarza dodatkowo nowe możliwości badań wpływu prądu pomiarowego, czasu pomiaru i temperatury na wyniki komparacji wzorców indukcyjności własnej.

## 6. Literatura

- [1] Rzepakowska J., Tarłowski A., Met A., Skubis T.: Badania wzorca grupowego indukcyjności własnej z zastosowaniem komparatora z multiplexerem. Podstawowe Problemy Metrologii, Prace Komisji Metrologii PAN, Seria: Konferencje Nr 1, s.202-206, Gliwice-Ustroń 1998.
- [2] Met A., Skubis T.: Komparator wzorca grupowego indukcyjności własnej. Podstawowe Problemy Metrologii, Prace Komisji Metrologii PAN, Seria: Konferencje Nr1, s.191-201, Gliwice-Ustroń 1998.
- [3] Skubis T., Met A., Kampik M.: A Bridge for Maintenance of Inductance Standard. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 48, No. 6, pp. 1161-1165, December 1999.
- [4] Tarłowski A., Rzepakowska J., Sękiewicz J.: Długookresowe badania wzorców grupowych jednostki miary indukcyjności w GUM. Podstawowe Problemy Metrologii, Prace Komisji Metrologii PAN, Seria: Konferencje Nr 5, s.491-500, Gliwice-Ustroń 2003.
- [5] Muciek A., Jursza J., Rzepakowska J., Tarłowski A.: Precise Comparison of Inductance to Capacitance by Using a Transformer Ratio Bridges. Conference on Precision Electromagnetics Measurements CPEM. Conference Digest p. 530-531. Torino 2006.
- [6] Muciek A., Jursza J., Rzepakowska J., Tarłowski A.: Precyzyjna komparacja wzorców indukcyjności z wzorcami pojemności za pomocą mostka transformatorowego. Podstawowe Problemy Metrologii, Prace Komisji Metrologii PAN, Seria: Konferencje Nr 8, Gliwice – Ustroń, 2005.
- [7] Musioł K.: A Digitally Controlled Switch for Maintenance of Inductance Standards. Conference Digest, Conference on Precision Electromagnetics Measurements CPEM 06, Torino 2006, p. 556-557.
- [8] Met A., Musioł K.: Projekt multiplexera wzorców indukcyjności. Międzyuczelniana Konferencja Metrologów, Prace Komisji Metrologii PAN, Seria: Konferencje Nr 6, s. 137 - 144, Gliwice – Ustroń, 2004.
- [9] Met A., Musioł K.: Minimalizacja parametrów resztkowych multiplexera wzorców indukcyjności. Podstawowe Problemy Metrologii, Prace Komisji Metrologii PAN, Seria: Konferencje Nr 8, s.169-176, Gliwice – Ustroń, 2003.

otrzymano / received: 17.05.2010

przyjęto do druku / accepted: 02.07.2010

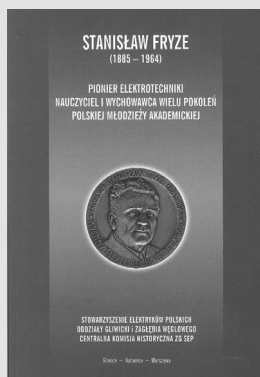
artykuł recenzowany

## RECENZJE

# Stanisław Fryze (1885 - 1964). Pionier elektrotechniki nauczyciel i wychowawca wielu pokoleń polskiej młodzieży akademickiej

Przewodniczący Komitetu Redakcyjnego Tomasz E. Kołakowski

Wydawca: COSiW SEP, Oficyna Wydawnicza ENERGIA, Katowice, 2009/2010, s. 198, ISBN 978-83-929759-0-8



Książka przedstawia drogę życiową i naukową wybitnego uczonego o randze światowej prof. Stanisława Fryzego. Był On profesorem Politechnik Lwowskiej i Śląskiej, Pionierem Polskiej Elektrotechniki, Członkiem Rzeczywistym PAN, doskonałym dydaktykiem, wychowawcą wielu pokoleń inżynierów elektryków, jak również gorącym patriotą. Książka ukazała się w 90 rocznicę powstania Stowarzyszenia Elektryków Polskich (SEP), u progu 50 - lecia Polskiego Towarzystwa Elektrotechniki

Teoretycznej i Stosowanej (PTETiS) i zbliżającej się 125 rocznicy Jego urodzin. Książce patronują m.in. wyżej wymienione Stowarzyszenia, w których działalność prof. S. Fryze był mocno zaangażowany. Za ogromne zasługi dla stowarzyszeń jako pierwszy uczony Polski otrzymał w 1962 roku Godność Członka Honorowego PTETiS, a w 1989 roku pośmiertnie Godność Członka Honorowego SEP. Profesorowi S. Fryze przyszło żyć i działać w burzliwych czasach I i II wojny światowej oraz odbudowy kraju i nauki po zgliszczach wojen.

Książka powstała z inicjatywy wychowanków prof. S. Fryzego, skupionych obecnie w różnych stowarzyszeniach, którzy mieli

szczęście słuchać Jego wykładów, zdawać egzaminy, być zafascynowani pokazami laboratoryjnymi. Inspiracją wszystkich, którzy przyczynili się do napisania tej książki, było mocne przeświadczenie, aby dla młodego pokolenia polskich elektryków (i nie tylko), została zachowana pamięć o wybitnym człowieku, który cenil i stosował w nauce i w życiu takie wartości, jak prawda i patriotyzm.

Książka zawiera materiały, które przybliżają postać Profesora, Jego trudną drogę życiową, wplecioną w losy rujnowanego wojnami kraju, które zmuszały Go również do myślenia o przetrwaniu. Zamieszczono również materiały o zasługach dla polskiej i światowej nauki z szeroko rozumianej elektryki, a w szczególności z elektrotechniki teoretycznej. Wielkie jest znaczenie dokonania Profesora dla prestiżu Politechniki Lwowskiej i Politechniki Śląskiej. W książce przedstawiono Jego znaczący pionierski wkład w rozwój teorii mocy obwodów elektrycznych z przebiegami okresowymi odkształconymi. Jego prace, jako jednego z nielicznych polskich elektryków chociaż ukazały się ponad 80 lat temu, są cytowane w publikacjach światowych. Książka pozwoli Czytelnikowi również poznać postać Profesora przez pryzmat wspomnień wielu jego studentów z tego okresu i późniejszych wychowanków.

Profesor Stanisław Fryze swoimi dokonaniem naukowymi i niezłomnym patriotycznym charakterem, zapewnił sobie zaszczytne miejsce wśród wybitnych uczonych XX wieku.

Opracowanie: Marian PASKO