

## Piotr MRÓZ<sup>1</sup>, Janusz MRÓZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>UNIwersytet Zielonogórski, Wydział Elektrotechniki, Informatyki i Telekomunikacji, Instytut Informatyki i Elektroniki,

ul. prof. Z. Szafrana 2, 65-246 Zielona Góra

<sup>2</sup>ELPRO, ul. Rajtarowa 34, 66-004 Drzonków

# System do kreślenia podziałek przyrządów pomiarowych

Dr inż. Piotr MRÓZ

Ukończył Wyższą Szkołę Inżynierską w Zielonej Górze - Wydział Automatyki i Metrologii Elektrycznej. Praca doktorska dotyczyła metod testowania mikroprocesorowych urządzeń pomiarowo-sterujących. Zainteresowania skupiają się na konstruowaniu urządzeń pomiarowych oraz stanowisk i systemów do testowania urządzeń pomiarowych i pomiarowo-sterujących.



e-mail: P.Mroz@jie.uz.zgora.pl

Dr inż. Janusz MRÓZ

Specjalista stopnia I. w dziedzinie konstrukcji elektrycznych przyrządów pomiarowych. Pracując w LZAE LUMEL opracował ponad 70 konstrukcji przyrządów pomiarowych i kilkanaście urządzeń technologicznych. Autor lub współautor 28 patentów. Były przewodniczący Komitetu Technicznego nr 71 PKN i były członek TC85 IEC. Wykładowca przedmiotu „konstrukcje mechaniczne w aparaturze elektronicznej i telekomunikacyjnej” na Uniwersytecie Zielonogórskim.



e-mail: tjmroz@poczta.onet.pl

### Streszczenie

System do kreślenia podziałek wskazówkowych przyrządów pomiarowych umożliwia obliczenie współrzędnych położenia kresek dowolnej podziałki, w tym podziałek wielokrotnych, ocyfrowania i innych symboli oraz ich wykreślenie bezpośrednio na podzielniku przyrządu zgodnie z wymaganiami norm. System ma zastosowanie w zakładach wytwórczych przyrządów pomiarowych. Nowością jest zapewnienie wyższego poziomu zgodności przebiegu charakterystyki kreślonej podziałki z charakterystyką przyrządu pomiarowego i znaczne skrócenie czasu drukowania podziałek.

**Słowa kluczowe:** systemy komputerowe, wskazówkowe przyrządy pomiarowe, kreślenie podziałek.

## System for drawing the scales of indicating analogue measuring instruments

### Abstract

The accuracy of analogue indicating instrument mostly depends mostly on conformability of the scale characteristic with the meter characteristic, i.e. characteristic of converting the input quantity to deflection of a pointer. The scale characteristic is a function determining the position of every scale mark on the dial dependently on the input quantity value corresponding to it. If differences between the meter characteristics of some number of instruments do not exceed the permissible values determined by their class index, one scale characteristic can be applied. In the opposite case, there are made a few dials with small differences between their characteristics and there is chosen the best one for each meter [1], or there are used the means for adjusting the meter characteristic to one scale, or there is drawn the dial separately for each meter. The paper describes a system for drawing individually the scales for a meter. This system has two versions: with a reference voltage and current source (Fig. 1.) [2] and with a reference meter (Fig. 2.). The system works according to the algorithm elaborated by the authors. It permits to reckon up all data needed to draw the complete dial. One question to be solved was elaboration of algorithms for drawing thick lines required by standard [3] with a thin pen. Fig. 3 shows solution to this question. Different kinds of scales drawn by the system are presented in Fig. 4. These examples confirm versatility of the system and correctness of the algorithms. The system shortens significantly the time of drawing scales, increases their accuracy and aesthetics of the dials.

**Keywords:** computer systems, indicating analogue measuring instruments, drawing of the scales.

## 1. Wstęp

Dokładność miernika wskazówkowego w głównej mierze zależy od zgodności jego charakterystyki podziałki z charakterystyką miernika, t.j. charakterystyką przetwarzania wielkości wejściowej na odchylenie wskazówki. Charakterystyka podziałki jest funkcją określającą położenie każdego wskazowki podziałki na podzielniku zależnie od wartości odpowiadającej temu wskazowi wartości wielkości wejściowej.

Charakterystyka miernika w każdym egzemplarzu jest inna i jeżeli różnice między charakterystykami mierników nie przekraczają wartości dopuszczalnych ich klasą dokładności, można zastosować jedną charakterystykę podziałki. W przeciwnym wypadku wykonuje się kilka podzielników o małych różnicach przebiegu ich charakterystyk podziałek i wybiera się najlepszą dla danego miernika [1], lub stosuje się środki do dopasowania charakterystyki miernika do jednej podziałki, lub kreśli się oddzielnie podzielniki dla każdego miernika.

Na specjalne zamówienie wykonuje się podzielniki wielokrotne, z oznaczeniem barwami wartości lub zakresów dopuszczalnych zmian wielkości mierzonej lub dostosowane do wymaganej nieliniowej charakterystyki przetwornika pomiarowego.

Klasyką metodą kreślenia podziałek na podzielnikach było założenie podzielnika na miernik, nastawienie sygnału wejściowego kolejno na kilka okrągłych jego wartości i zaznaczenie ołówkiem na podzielniku położenia wskazówki odpowiadających tym wartościom. Kolejną operacją było przeniesienie miernika na urządzenie do kreślenia kresek podziałki tuszem i ocyfrowanie jej ręcznymi stemplami.

Proces ten był pracochłonny i nie dawał zadowalającego wyglądu kresek i ocyfrowania. Poważną wadą były błędy związane z robioną na oko interpolacją położenia kresek pośrednich.

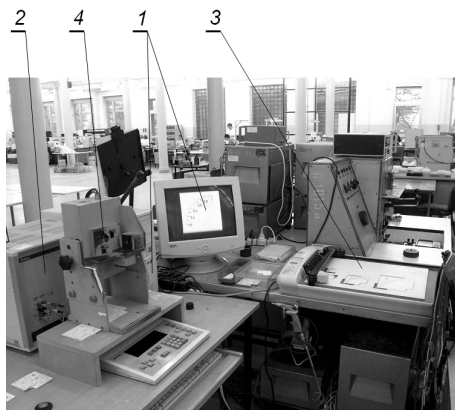
## 2. System do kreślenia podziałek

Poprawę zgodności charakterystyki podziałki z charakterystyką miernika i poprawę estetyki podzielnika osiągnięto po zastosowaniu komputera. Z jego pomocą wprowadzono odpowiednią interpolację położenia kresek pośrednich i poprawiono estetykę kresek i ocyfrowania. Przyłączony do komputera ploter kreślił podziałki szybko i dokładnie. Opracowane oprogramowanie pozwala też na wprowadzanie danych do programu AutoCAD i wykonanie pełnego rysunku podzielnika, wykorzystywanego do sporządzania klisz do sitodruku lub matryc drukarskich. Dalsze prace polegały na opracowaniu i wdrożeniu systemu komputerowego umożliwiającego kreślenie na bieżąco indywidualnych podziałek produkowanych mierników.

System występuje w dwóch wersjach: z kalibratorem wzorcowym [2] i z miernikiem wzorcowym. Na rys. 1 przedstawiono strukturę systemu z kalibratorem wzorcowym.

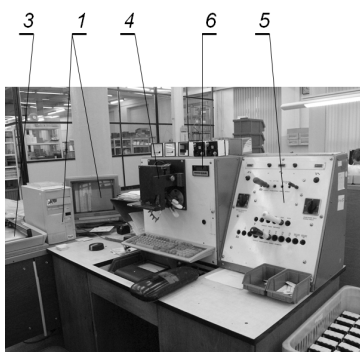
Składa się ona z komputera 1 sterującego pracą systemu, kalibratora wzorcowego 2, plotera 3 oraz adaptera 4. Komputer służy do wprowadzania danych o liczbie i rodzaju podziałek, wprowadzania charakterystyki ustroju pomiarowego i ewentualnie charakterystyki przetwornika pomiarowego, wyznaczania położenia i rodzaju kresek oraz ocyfrowania, wprowadzania informacji o konieczności wstawienia na podzielnik barwnych kresek i łuków, symboli i oznakowania podzielnika, zapisaniu na dysku danych o utworzonym nadruku podzielnika oraz wykreślenia na monitorze jego obrazu.

Ploter służy do kreślenia podziałek bezpośrednio na podzielnikach mierników. Kalibrator ułatwia wyznaczenie charakterystyki ustroju pomiarowego. Adapter umożliwia szybkie i pewne podłączenie wzorcowanego przyrządu do systemu.



Rys. 1. Struktura systemu z kalibratorem wzorcowym  
1 – komputer, 2 – kalibrator wzorcowy, 3 – ploter, 4 – adapter  
Fig. 1. Structure of the system with a reference supply instrument  
1 – computer, 2 – reference voltage and current source, 3 – plotter, 4 – adapter

W przypadku, gdy obciążalność napięciowa lub prądowa kalibratora jest zbyt mała do wysterowania badanego ustroju pomiarowego, stosuje się system z miernikiem wzorcowym. Na rys. 2 przedstawiono jego strukturę, która różni się od struktury systemu z kalibratorem wzorcowym tym, że zamiast kalibratora występuje stabilizowany zasilacz regulowany 5 z miernikiem wzorcowym 6.



Rys. 2. Struktura systemu z miernikiem wzorcowym  
1 – komputer, 3 – ploter, 4 – adapter, 5 – zasilacz stabilizowany prądu i napięcia, 6 – miernik wzorcowy,  
Fig. 2. Structure of the system with a reference meter  
1 – computer, 3 – plotter, 4 – adapter, 5 – constant voltage/constant current power supply, 6 – reference meter

### 3. Algorytm działania systemu

Po uruchomieniu programu wyświetlana jest informacja o systemie a następnie otwiera się okno dialogowe umożliwiające wprowadzanie danych o typie miernika, układzie i kształcie kresek oraz charakterystyce ustroju pomiarowego. W zbiorze danych o typie miernika, oprócz gabarytów podzielnika, znajdują się informacje o umiejscowieniu podziałek, ich liczbie i typie (kątowna, lub prostoliniowa). Wprowadzanie danych polega na wybieraniu z biblioteki systemu wcześniej wprowadzonych informacji, lub na utworzeniu nowych. Tworzenie danych o układzie, kształcie kresek i ocyfrowania odbywa się w formie dialogowej, zgodnie z instrukcjami pojawiającymi się na ekranie systemu. Charakterystykę ustroju pomiarowego można wprowadzać na trzy sposoby: ręcznie, z wykorzystaniem kalibratora kontrolnego lub zasilacza

z miernikiem kontrolnym. W przypadku wprowadzania ręcznego wprowadza się wartości kąta odchylenia wskazówki i odpowiadające im wartości wielkości mierzonej. Podczas korzystania z kalibratora kontrolnego, zasila się nim badany ustrój pomiarowy i po odchyleniu wskazówki o kąt określony przez operatora systemu, system odczytuje wartość sygnału wyjściowego z kalibratora. W przypadku korzystania z zasilacza i miernika kontrolnego, wartości sygnału wyjściowego odpowiadające znanym wartościom kąta są odczytywane automatycznie z miernika kontrolnego.

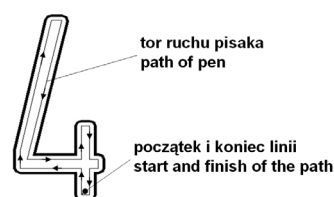
Na podstawie wprowadzonych danych, system wylicza współrzędne poszczególnych wskazów (na ogół kresek) i cyfr oraz ich rodzaj i wielkość. Po zakończeniu obliczeń na ekranie systemu jest wyświetlany obraz podziałki. Jeżeli stwierdzi się, że zrobiono błąd przy wprowadzaniu danych, to są one wprowadzane od początku. W przeciwnym wypadku przechodzi się do wprowadzania ewentualnych danych dotyczących barwnych łuków i kresek. Ich liczba nie jest ograniczona. Następnym etapem tworzenia podzielnika jest wprowadzenie symbolu lub symboli jednostki wielkości mierzonej (w zależności od liczby kreślonych podziałek), znaku firmowego producenta, symbolu przyrządu pomiarowego oraz symboli i wartości związanych z warunkami odniesienia miernika. Po zakończeniu wprowadzania danych o symbolach, informacje o pełnym rysunku nadruku zapisywane są na dysku komputera i na ekranie wyświetlany jest obraz nadruku na podzielniku przyrządu z pytaniem, czy wykreślić podziałki na podzielniku przyrządu. Po odpowiedzi twierdzącej rozpoczyna się proces kreślenia przez ploter nadruku na podzielniku. Ostatnim pytaniem jest, czy zakończyć pracę systemu. Jeżeli tak, to system jest wyłączany. W przeciwnym razie proces wprowadzania i kreślenia podziałek jest powtarzany od początku.

### 4. Przykładowe podziałki

Nadruk na podzielnikach podziałek i ich opisów jest wykonywany zgodnie z normą [3]. Określa ona między innymi kształty i wymiary kresek, krój czcionki ocyfrowania i opisów, symbole do umieszczenia na podzielnikach oraz ich położenie.

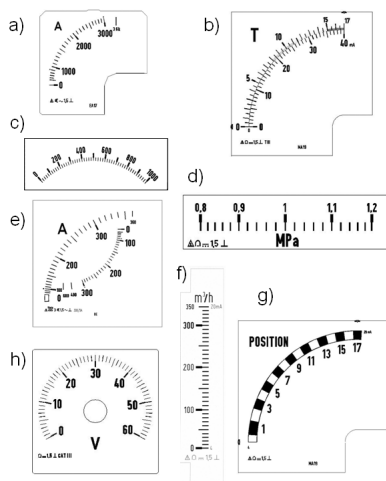
Precyzja tworzonych nadruków podziałek i oznaczeń w dużym stopniu zależy od rozdzielczości plotera i grubości jego pisaków. Grubość kresek w miernikach małych wynosi 0,185 mm a w dużych – 0,33 mm. Wynika stąd konieczność stosowania pisaków o grubości 0,185 mm i zaprogramowanie sposobu kreślenia za ich pomocą elementów o większej grubości. Sposób ten pokazano na rys. 3. Program wyznacza tor pisaka w taki sposób, by przebiegał w odległości połowy grubości pisaka od zewnętrznego obrysu zakreślonego pola i potem zwiększał tę odległość o 0,8 grubości pisaka, aż do zaczerwienia całego pola.

Idealnym rozwiązaniem byłoby zastosowanie drukarek komputerowych. Próby wykorzystania ich do tego celu nie dały pozytywnych rezultatów z uwagi na wymagania dotyczące trwałości nadruku w szerokim zakresie wilgotności i odporności na zatarcia lub problemy z zachowaniem odpowiedniej, szczególnie małej odległości głowicy drukującej od nie zawsze równej powierzchni podzielnika wycinanej z blachy.



Rys. 3. Sposób kreślenia cyfry 4  
Fig. 3. The way of plotting the number 4

Na rysunkach od rys. 4a) do rys. 4h) pokazano przykłady nadruków na podzielnikach wykreślonych z pomocą opisywanego systemu.



Rys. 4. Przykłady różnych podzielnik  
Fig. 4. Examples of different dials

Trudności w zapewnieniu automatycznego wykonywania rysunku podziałki wynikały z wymagań, z których ważniejsze to:

- na podziałkach łukowych ocyfrowanie powinno być umieszczone tak, by było styczne do łuku o promieniu mniejszym o 0,15...0,2 długości długich kresek od promienia łuku przechodzącego przez wewnętrzne lub zewnętrzne końce długich kresek (rys. 4a), b), c), e) i h)), na podziałkach liniowych poziomych i pionowych ocyfrowanie powinno być oddalone od linii przechodzącej przez końce długich kresek o 0,15...0,2 długości długich kresek (rys. 4d) i 4f)),
- środek geometryczny ocyfrowania powinien leżeć na osi symetrii opisywanej kreski (rys. 4a)...h)),

- w przypadku nadmiernego zbliżenia się lub kolizji sąsiadujących ze sobą ocyfrowań, ich położenie jest automatycznie korygowane,
- jeżeli skok ocyfrowania nie zapewnia opisu kreski odpowiadającej górnej granicy zakresu pomiaru i w obszarze zakresu wskazań leżącym poza zakresem pomiaru, jej ocyfrowanie powinno być wykonane cyframi o połowę mniejszymi od cyfr głównego ocyfrowania (rys. 4a), b), e) i f)), charakterystyka kreślonej podziałki określana na podstawie zmierzonych kilku jej punktów jest wyznaczana z zachowaniem jej gładkości (ciągłości pochodnej) a początkowy jej odcinek jest aproksymowany funkcją potęgową, co – zwłaszcza w przypadku mierników elektromagnetycznych, mających z natury zacieśniony przebieg podziałki w pobliżu zera – jest bardzo istotne (rys. 4a) i 4e)).

## 5. Podsumowanie

Przedstawiony w artykule system znacznie skrócił czas wyznaczenia charakterystyki różnego rodzaju podziałek, w tym wielokrotnych, przyspieszył ich drukowanie, zapewnił wymaganą zgodność charakterystyki miernika z charakterystyką wydrukowanej podziałki i poprawił estetykę podzielnik wskazówkowych przyrządów pomiarowych.

## 6. Literatura

- Mróz J.: Urządzenie do samoczynnego doboru rodzaju podziałki drukowanej miernika wskazówkowego. *Pomiary, Automatyka, Kontrola*, nr 8/1972.
- Szmytkiewicz J., Olencki A., Mróz P.: Sprawdzanie mierników analogowych z wykorzystaniem kalibratora uniwersalnego. *Pomiary, Automatyka, Kontrola*, nr 7/2009, s. 412-414.
- Norma DIN 43 802 Skalen und Zeiger für elektrische Meßinstrumente.

otrzymano / received: 13.05.2010

przyjęto do druku / accepted: 01.09.2010

artykuł recenzowany

## INFORMACJE

# Newsletter PAK

Wydawnictwo PAK wysyła drogą e-mailową do osób zainteresowanych Newsletter PAK, w którym są zamieszczane:

- spis treści aktualnego numeru miesięcznika PAK,
- kalendarz imprez branżowych,
- ważniejsze informacje o działalności Wydawnictwa PAK.

Newsletter jest wysyłany co miesiąc do osób, które w jakikolwiek sposób współpracują z Wydawnictwem PAK (autorzy prac opublikowanych w miesięczniku PAK, recenzenci, członkowie Rady Programowej, osoby które zgłosiły chęć otrzymywania Newslettera).

Celem inicjatywy jest umocnienie w środowisku pozycji miesięcznika PAK jako ważnego i aktualnego źródła informacji naukowo-technicznej.

Do newslettera można zapisać się za pośrednictwem:

- strony internetowej: [www.pak.info.pl](http://www.pak.info.pl), po dodaniu swojego adresu mailowego do subskrypcji,
- adresu mailowego: [wydawnictwo@pak.info.pl](mailto:wydawnictwo@pak.info.pl), wysyłając swoje zgłoszenie.

Otrzymywanie Newslettera nie powoduje żadnych zobowiązań ze strony adresatów. W każdej chwili można zrezygnować z otrzymywania Newslettera.

Tadeusz SKUBIS  
Redaktor naczelny Wydawnictwa PAK