

System do kreślenia podziałek urządzeń pomiarowych

Piotr Mróz, Janusz Mróz

Streszczenie: W artykule tym opisano system do kreślenia podziałek analogowych, wskazówkowych przyrządów pomiarowych. Umożliwia on opracowanie i wykreślenie bezpośrednio na podzielnym przyrządzie pomiarowego praktycznie dowolnej podziałki, w tym podziałek wielokrotnych, z uwzględnieniem symboli i informacji wymaganych normami.

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

1. WSTĘP

O dokładności wskazań miernika wskazówkowego w głównej mierze decyduje dokładność dopasowania charakterystyki przetwarzania przez miernik wielkości mierzonej (zwanej dalej charakterystyką miernika) na wartość odchylenia wskazówki z charakterystyką jego podziałki, czyli funkcji określającej położenie kresek odpowiadających danym wartościom wielkości mierzonej. Charakterystyka miernika w każdym egzemplarzu jest inna, i jeżeli różnią się między sobą w granicach nieprzekraczających wartości dopuszczalnych klasą dokładności, to mogą mieć zastosowane podziałki o jednakowej charakterystyce.

W praktyce jest to trudne do osiągnięcia, zwłaszcza w miernikach elektromagnetycznych. Wynika stąd konieczność wykonywania podziałek oddzielnie dla każdego miernika. W miernikach magnetoelektrycznych, w których rozrzut charakterystyk miernika jest mniejszy, można przygotować podziałki drukowane o kilku charakterystykach i do każdego miernika wybrać tę, z którą błędy wskazań będą najmniejsze [1]. W miernikach elektromagnetycznych stosuje się, między innymi, urządzenia zmieniające charakterystykę miernika, dopasowując ją do charakterystyki wydrukowanej podziałki. Oddzielnym zagadnieniem jest sporządzanie podzielnego na specjalne zamówienie odbiorcy, np. o podziałkach wielokrotnych, z oznaczeniem barwami wartości lub zakresów dopuszczalnych zmian wielkości mierzonej lub dostosowanie do wymaganej nieliniowej charakterystyki przetwornika pomiarowego.

Klasyczną metodą kreślenia podziałek na podzielnym było założenie podzielnego na miernik, nastawienie sygnału wejściowego kolejno na kilka okrągłych jego wartości i zaznaczenie ołówkiem na podzielnym 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 podzielnego 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 podzielnego, wykorzystywanego do sporządzania klisz do sitodruku lub matryc drukarskich. Dalsze prace polegały na opracowaniu i wdrożeniu systemu komputerowego umożliwiającego kreślenie „on line” indywidualnych podziałek produkowanych mierników.

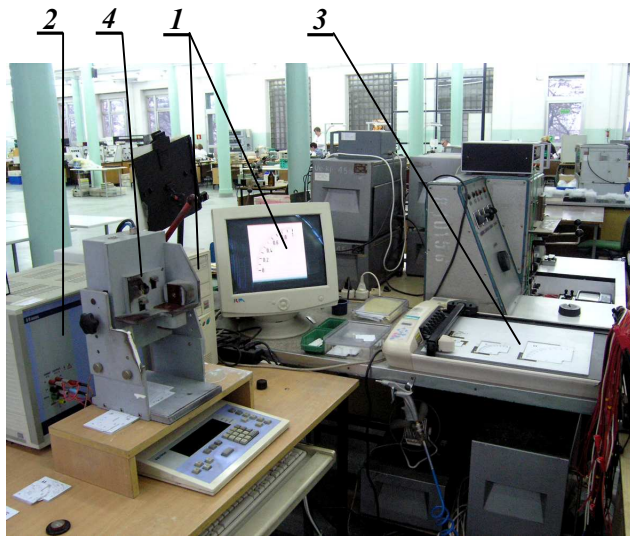
System występuje w dwóch wersjach: z kalibratorem wzorcowym i z miernikiem wzorcowym. Na rys. 1 przedstawiono strukturę systemu z kalibratorem wzorcowym. Składa się ona z komputera 1 sterującego pracą systemu, kalibratora wzorcowego 2, plotera 3 oraz adaptera 4. Komputer służy do wprowadzania danych 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 podzielnym barwnych kresek i łuków, symboli i oznakowania podzielnego, zapisaniu na dysku

danych o utworzonym nadruku podzielnego oraz wykreślenia na monitorze jego obrazu. Ploter służy do kreślenia podziałek bezpośrednio na podzielnym mierników. Kalibrator ułatwia wyznaczenie charakterystyki ustroju pomiarowego. Adapter umożliwia szybkie i pewne podłączanie wzorcowanego przyrządu do systemu.

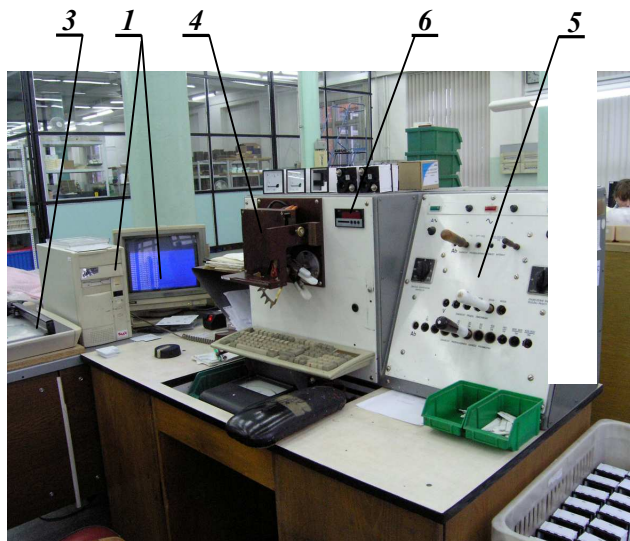
W przypadku, gdy obciążalność napięciowa lub prądowa kalibratora jest zbyt mała do wysterowania badanego ustroju pomiarowego, stosuje się system z miernikiem wzorcowym. Na rys. 2 przedstawiono jego strukturę, która różni się od struktury systemu z kalibratorem wzorcowym tym, że zamiast kalibratora

występuje zasilacz regulowany 5 z miernikiem kontrolnym 6. Miernik wzorcowy wraz z regulowanym zasilaczem ułatwiają wyznaczenie charakterystyki ustroju pomiarowego.



Rys. 1. Struktura systemu z kalibratorem wzorcowym

1 – komputer, 2 – kalibrator wzorcowy, 3 – ploter,
4 – adapter



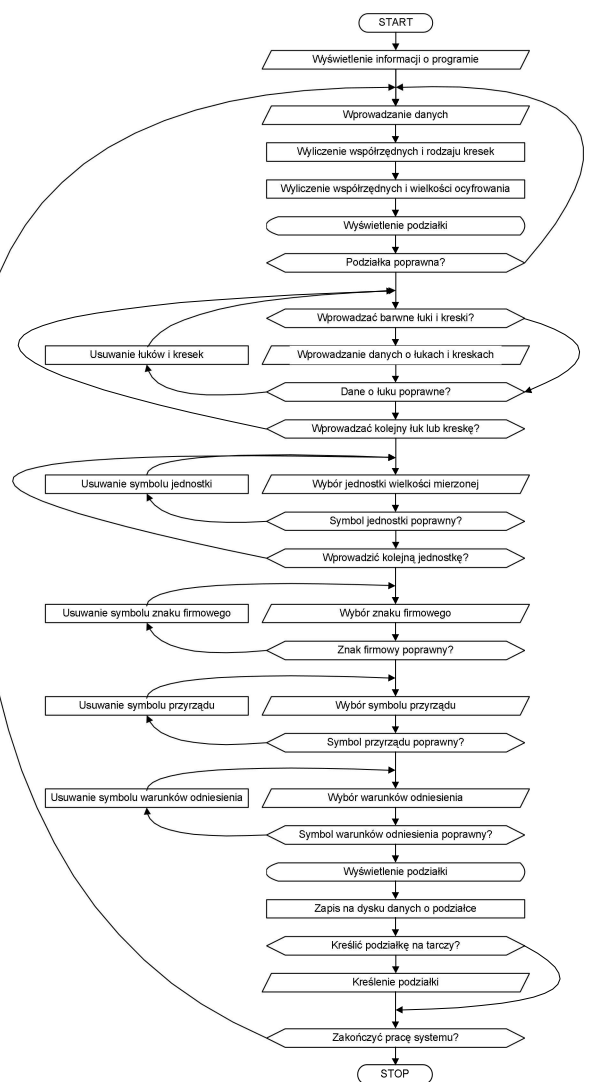
Rys. 2. Struktura systemu z miernikiem wzorcowym

1 – komputer, 3 – ploter, 4 – adapter,
5 – zasilacz regulowany, 6 – cyfrowy miernik kontrolny

3. ALGORYTM DZIAŁANIA SYSTEMU

Na rys. 3 przedstawiono algorytm pracy 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 danych o typie miernika, oprócz gabarytów podzielnicy, znajdują się informacje o umiejscowieniu podziałek ich liczbie, i typie (kątowna, wielokątowna lub profilowa). Wprowadzanie danych

polega na wybieraniu z biblioteki systemu wcześniej wprowadzonych informacji,



Rys. 3. Algorytm działania systemu

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,

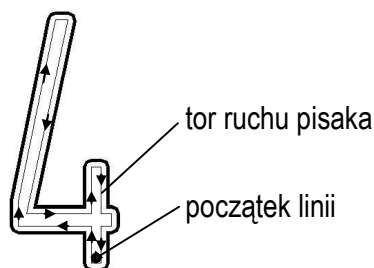
z wykorzystaniem kalibratora kontrolnego lub zasilacza z miernikiem kontrolnym. W przypadku wprowadzania ręcznego wprowadza się wartości kąta odchylenia wskazówki i odpowiadające im wartości wielkości mierzonej. Podczas korzystania z kalibratora kontrolnego, zasila się nim badany ustrój pomiarowy i po 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 kresek i cyfr oraz ich rodzaj i wielkość. Po zakończeniu obliczeń na ekranie

systemu wyświetlany jest obraz podziałki. Jeżeli jest on niepoprawny, to dane o podziałkach są 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 podzielnicy 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 podzielnicy przyrządu z pytaniem, czy wykreślić podziałki na podzielnicy przyrządu. Po odpowiedzi twierdzącej rozpoczyna się proces kreślenia przez ploter nadruku na podzielnicy. 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 podzielnicy podziałek i ich opisów jest wykonywany zgodnie z normą [3]. Określa ona między innymi kształty i wymiary kresek oraz króć czcionki ocyfrowania i opisów. 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. 4. 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 zaciernienia całego pola.



Rys. 4. Sposób kreślenia cyfry 4

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

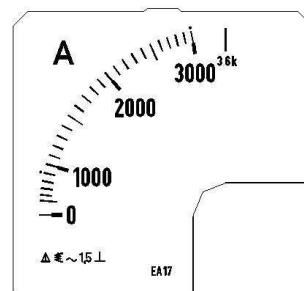
odległości głowicy drukującej od nie zawsze równej powierzchni podzielnicy wycinanej z blachy.

Na rysunkach od rys. 5 a) do rys. 5 h) pokazano przykłady nadruków na podzielnicy wykreślonych za pomocą opisywanego systemu.

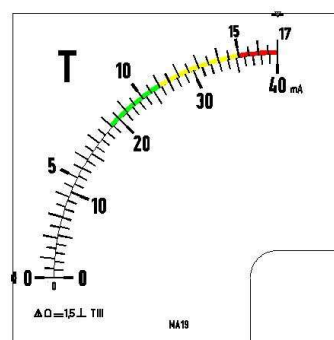
Trudności w zapewnieniu automatycznego wykonywania rysunku podziałki wynikały z wymagań, z których ważniejsze to:

- 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. 5a), b), e), f) i g)),
- 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. 5c) i h)),
- środek ciężkości ocyfrowania powinien leżeć na osi symetrii opisywanej kreski (rys. 5a)...g)),
- 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. 5a), b), d) 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 w pobliżu zera – jest bardzo istotne (rys. 5a) i f)).

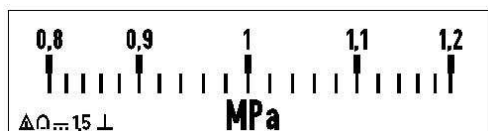
a)



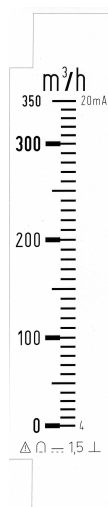
b)



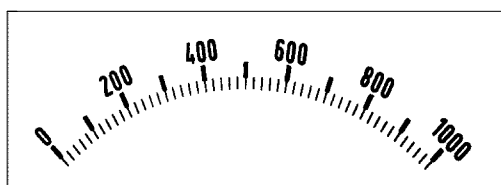
Rys. 5. Przykłady nadruków na podzielnicy wykreślonych za pomocą opisywanego systemu



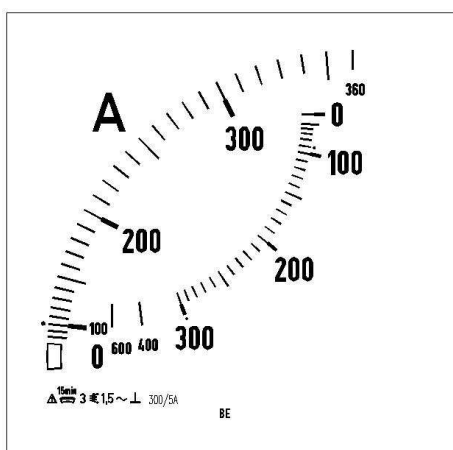
d)



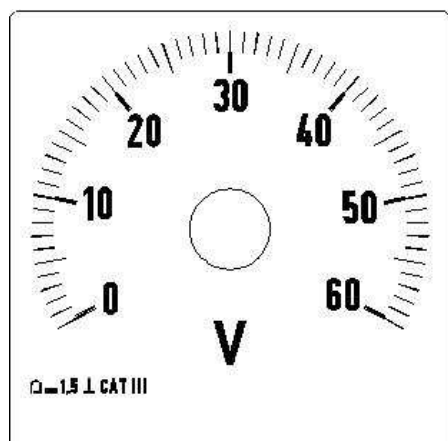
e)



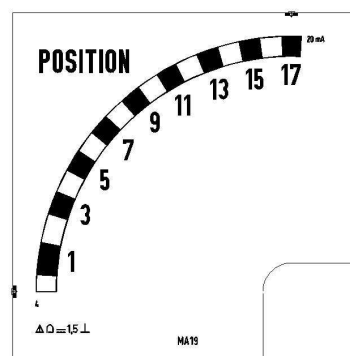
f)



g)



h)



Rys. 5. (c.d.)

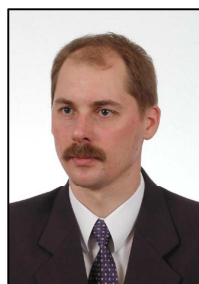
6. PODSUMOWANIE

Przedstawiony w artykule system znacznie zwiększył wydajność, dokładność i estetykę tarcz wskazówkowych przyrządów pomiarowych względem tarcz kreślonych ręcznie. Dodatkowo umożliwił w prosty i szybki sposób tworzenie podziałek nietypowych, zwłaszcza wielokrotnych. Dzięki umożliwieniu wstawiania dowolnych znaków graficznych podziałka jest kreślona na tarczy przyrządu na gotowo.

Przedstawiony system może być wykorzystany również do kreślenia podzielní nieelektrycznych mierników wskazówkowych np. manometrów.

LITERATURA

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



dr inż. Piotr Mróz
Uniwersytet Zielonogórski
Wydział Elektrotechniki, Informatyki
i Telekomunikacji
Instytut Informatyki i Elektroniki

ul. prof. Z. Szafrana 2
65-246 Zielona Góra
tel.: 68 328 22 25
e-mail: p.mroz@iie.uz.zgora.pl



dr inż. Janusz Mróz
ELPRO
ul. Rajtarowa 34
66-004 Drzonków

tel.: 68 320 86 38
e-mail: tjmroz@poczta.onet.pl