

Sebastian **CHWIEDORUK**  
Rajmund **SMOLAREK**

## DIODOWE WSKAŹNIKI LINIJKOWE

**Streszczenie:** Artykuł przedstawia obszar zastosowań diodowych wskaźników linijkowych (bargrafów) w przemyśle, aparaturze pomiarowej oraz pojazdach. Opisano wady i zalety bargrafów w porównaniu ze wskazówkowymi miernikami analogowymi. Porównano parametry i funkcjonalność tych wskaźników. Jako przykład opisany jest wskaźnik do wyrobu CZU (Centralne Zabezpieczenie Uplywowe) wraz z układem pomiarowym, opracowany w Zakładzie TA-OBRUM.

### 1. WSTĘP

Zastosowanie rozbudowanych układów sterowania i elektrycznych wiąże się z koniecznością kontroli zachodzących procesów, stanu urządzeń, parametrów elektrycznych sieci itp. Dlatego szeroko stosuje się systemy umożliwiające obserwację danych parametrów. Oprócz rozbudowanych, komputerowych systemów diagnostycznych, stosowane są między innymi pojedyncze wskaźniki linijkowe (bargrafy).

### 2. DOSTĘPNOŚĆ URZĄDZEŃ

Na rynku urządzeń przeznaczonych do przemysłowych systemów pomiarowych i sterujących istnieje szeroki asortyment wskaźników linijkowych (bargrafów). Są one wykorzystywane do wskazań poziomu cieczy, ciśnienia, temperatury i innych wielkości fizycznych. Możliwa jest w zasadzie wizualizacja dowolnej wielkości fizycznej możliwej do zamiany na proporcjonalny sygnał elektryczny. Dokonuje się tego za pomocą wielu dostępnych przetworników.

Do budowy wskaźników linijkowych najczęściej używane są diody świecące żółte, zielone i czerwone (są także niebieskie i świecące światłem białym, ale stosunkowo drogie i nie rozpowszechnione). Wszystkich tych kolorów możemy użyć do zbudowania liniжки i nie stoi na przeszkodzie żeby pracowała ona w trybie dwukolorowym, a nawet trzykolorowym! Produkowane są, bowiem diody dwu- i trzykolorowe.

Przykładowo dla wskaźnika linijkowego zbudowanego z diod dwukolorowych, zielono-czerwonych możliwe są między innymi następujące tryby pracy:

- ◆ wędrujący zielony punkt
- ◆ wędrujący czerwony punkt
- ◆ zielony słupek
- ◆ czerwony słupek
- ◆ zielony słupek z zaznaczonymi na czerwono progami
- ◆ czerwony słupek z zaznaczonymi na zielono progami
- ◆ słupek czerwony, gdy wartość wskazywana znajduje się poza nastawionymi progami
- ◆ słupek zielony, gdy wartość wskazywana znajduje się pomiędzy nastawionymi progami

Bargraf może pracować jako miernik napięcia lub prądu, a także z wejściem typu pętla prądowa 4- 20mA.

Często stosowana jest izolacja galwaniczna wejść pomiarowych (tzn. obwody zasilania są oddzielone galwanicznie od wejść pomiarowych).

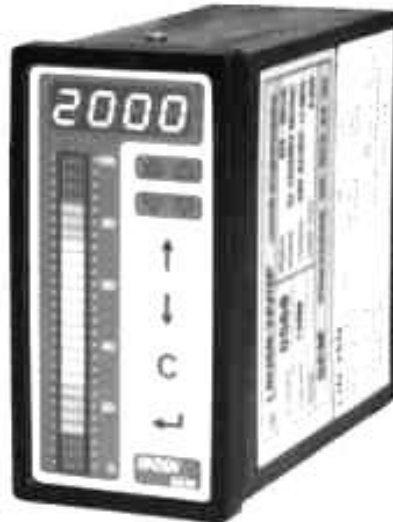
Ze względu na uniwersalność tych modułów, zazwyczaj posiadają one kilka zakresów pomiarowych i skalowane są w procentach zakresu pomiarowego.

Często możliwe jest ustawianie progu alarmu, a także regulacja wartości 0 i 100% w obrębie wybranego zakresu (ustawianie dolnego i górnego progu).

### 3. CZY BARGRAFY SĄ LEPSZE OD ANALOGOWYCH MIERNIKÓW?

W celu wizualizacji stanu jakiegoś parametru fizycznego najdogodniejsze jest użycie wskaźnika analogowego (czyli skala i wskazówka) lub bargrafu. Człowiek łatwiej dostrzega obecność stanu niż wskazanie liczbowe dostępne na wyświetlaczu cyfrowym. Wyświetlanie cyfrowe np. za pomocą wyświetlacza siedmiosegmentowego, wprawdzie daje dokładny cyfrowy wynik, jednak wymaga odczytania wyniku oraz przetworzenia (przez mózg), w celu oceny parametru (między innymi z tego powodu mamy w naszych samochodach na ogół prędkościomierze oraz obrotomierze wskazówkowe, a nie cyfrowe). Możliwe jest to przy monitorowaniu kilku wielkości, ale zaczyna być kłopotliwe przy większej liczbie odczytów. Mając do dyspozycji wskaźniki analogowe bądź diodowe, wystarczy tylko "rzut okiem" aby ocenić monitorowany czynnik i stwierdzić czy nie przekracza on wartości alarmowych. Dobrym, często stosowanym połączeniem jest użycie zarówno bargrafu jak i wyświetlacza cyfrowego. W takim układzie mamy zapewniony zarówno dokładny odczyt cyfrowy, jak i wskazanie poziomego sygnału (np. w relacji do nastawionych progów alarmowych).

Rys. 1 przedstawia przykład takiego miernika.



**Rys.1. Tablicowy miernik programowalny LIN26N (firma SEM-Warszawa)[2]**

Współczesne zastosowanie elektromechanicznych mierników wskazówkowych, nie jest na ogół usprawiedliwione względami technicznymi ani ekonomicznymi, a raczej ergonomicznymi [1], co opisano powyżej. Jako miernik wskazówkowy obecnie używany jest

przetwornik elektromechaniczny działający na zasadzie magnetoelektrycznej. Może występować on jako miernik tablicowy do pomiaru różnych wielkości, aparatowy (jako miernik kontrolny) lub jako miernik przetwornikowy przenośny (tzn. miernik do pomiarów różnych wielkości). Dokładność tych urządzeń na ogół nie przekracza  $\pm 1\%$  (im miernik jest dokładniejszy tym droższy) [1].

Z punktu widzenia zastosowań w pojazdach, a szczególnie pojazdach wojskowych, bardzo ważne jest zapewnienie odpowiedniej odporności mechanicznej na wstrząsy. Przetwornik magnetoelektryczny jest układem mechanicznym. Wskazówka wraz z cewką tworzą organ ruchomy. Z organem ruchomym połączone są sprężyny spiralne, których głównym zadaniem jest utrzymywać wskazówkę w położeniu zerowym. Jeżeli organ ruchomy nie jest dokładnie statycznie wyważony, jest on podatny na zmiany położenia, które powodują przemieszczanie się wskazówki (działanie siły ciężkości oraz wstrząsów). Dlatego miernik powinien być ustawiony w normalnym położeniu dla danego urządzenia zgodnie z symbolem umieszczonym na podzielnicy. Nadmierne wstrząsy czy udary mogą spowodować trwałe uszkodzenie części mechanicznych ustroju lub zmieniać położenie wskazówki. Tego problemu nie ma w przypadku zastosowania urządzenia elektronicznego. Przy prawidłowym montażu uzyskujemy dużą odporność na udary.

Jednym z problemów związanych z zastosowaniem miernika analogowego o wymaganych parametrach i skali jest znalezienie producenta, który może zrealizować konkretne zamówienie i zapewnić pożądane parametry. Istotny jest tu koszt wykonania, który jest znaczący w przypadku zamówień krótkich serii urządzeń.

Przy zastosowaniu wskaźnika zbudowanego z diod LED istotne może się okazać dobranie odpowiedniej jasności świecenia. W zamkniętych i zaciemnionych pomieszczeniach lub kabinach, świecący jaskrawym światłem szereg diod może rozpraszać obsługę, a nawet razić. Z kolei zaś przy bardzo jasnym oświetleniu może się okazać niezbyt widoczny, zwłaszcza przy ostrym świetle słonecznym. Oczywiście, na drodze elektronicznej można zapewnić regulację jasności świecenia zarówno manualnie (np. pokrętło lub przyciski: „jaśniej”, „ciemniej”) lub w pełni automatycznie na podstawie pomiaru oświetlenia. W praktyce jednak takie rozwiązania są rzadko stosowane w rynkowych produktach.

#### **4. MODERNIZACJA CENTRALNEGO ZABEZPIECZENIA UPŁYWOWEGO (CZU)**

Poniżej zostanie przedstawiona konstrukcja bargrafu wykonanego w Zakładzie TA jako element do wyrobu CZU (Centralne Zabezpieczenie Upływowe).

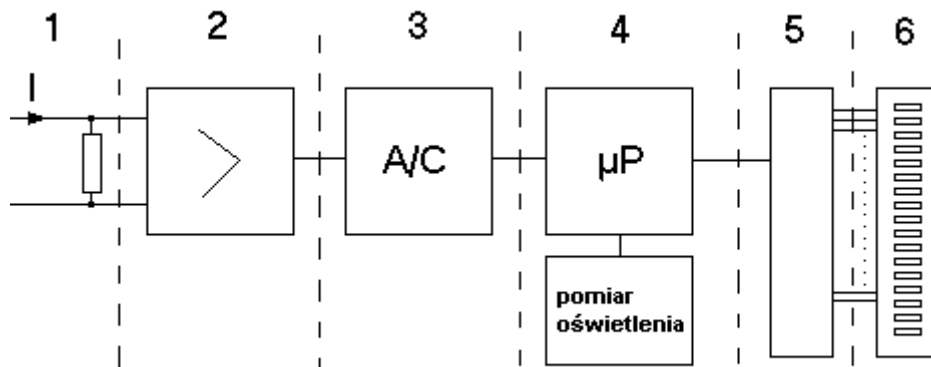
CZU jest urządzeniem przeznaczonym do zastosowania w instalacjach elektrycznych 3 x 400V z izolowanym przewodem neutralnym [4]. Służy ono do ciągłego pomiaru wypadkowej rezystancji izolacji doziemnej sieci elektroenergetycznej i reaguje na dowolnego rodzaju uszkodzenie tej izolacji.

CZU produkowane w Zakładzie TA OBRUM ze względu na swe główne przeznaczenie do instalowania na podwoziach kołowych (jak SPR-22), spełnia warunki mechanoklimatyczne N7-U-II-B normy WPN-84/N-01001. Z tego względu jako wskaźnik rezystancji izolacji w CZU zastosowano wykonywany wyłącznie na zamówienie OBRUM przez OBRME w Zielonej Górze miernik magnetoelektryczny. W związku z trudnościami w uzyskaniu zapewnienia ciągłości dostaw mierników na najbliższe lata, przeprowadzono w Zakładzie TA OBRUM modernizację CZU. Polega ona na zastąpieniu miernika analogowego wskaźnikiem linijkowym z diodami świecącymi. Opracowany wskaźnik linijkowy stanowi kompletny podzespół przeznaczony do zamontowania na pokrywie urządzenia. Do wejścia wskaźnika doprowadzony jest dwuprzewodowo ten sam sygnał, który sterował miernikiem analogowym. Napięcie zasilania uzyskano za pomocą dwóch przewodów, które zasilają

żarówkę podświetlającą skalę miernika analogowego. Tak więc wprowadzenie wskaźnika linijkowego nie naruszyło konstrukcji pozostałej części układu elektronicznego (zasilającego i pomiarowego), ani też nie wymagało zmiany okablowania wewnątrz urządzenia.

Przetwarzanie sygnału prądowego z układu pomiarowego CZU następuje w mikrokontrolerze. Pobiera on próbki sygnału z przetwornika A/C, a następnie porównuje je z odpowiednimi progami zadziałania poszczególnych stopni skali. Takie rozwiązanie pozwoliło na zastosowanie nieliniowej skali wskaźnika. Przeskalowania układu dokonuje się przez modyfikację programu mikrokontrolera i nie wymaga żadnych zmian konstrukcyjnych. Zmiana parametrów sygnału wejściowego (np. wyższy poziom sygnału) jest możliwa przez modyfikację wartości kilku elementów (bez zmiany schematu urządzenia) w celu dostosowania do zakresu przetwornika A/C.

Cały układ został zaprojektowany na zakres temperaturowy od  $-40^{\circ}\text{C}$  do  $+50^{\circ}\text{C}$  (zwykle bargrafy dostępne na rynku oferują temperatury pracy od  $0^{\circ}\text{C}$ , ewentualnie od  $-25^{\circ}\text{C}$ ).



**Rys.2. Tor pomiarowy bargrafu do wskaźnika CZU.**

1-układ wejściowy; 2-wzmacniacz pomiarowy; 3-przetwornik analogowo-cyfrowy;  
4-mikrokontroler; 5-bufory wyjściowe; 6- diody LED;

CZU zasadniczo jest instalowane w kabinach pojazdów. W celu dostosowania jasności świecenia wskaźnika linijkowego do warunków panujących we wnętrzu wozu zastosowano jednostopniową regulację jasności świecenia, opartą na fotodetektorze. Jasność świecenia diod jest sterowana z mikrokontrolera sygnałem prostokątnym o zmiennym wypełnieniu i odpowiednio wysokiej częstotliwości, takiej, aby nie dało się zauważyć migotania liniiki diod świecących.

W Zakładzie TA OBRUM wykonano prototyp wskaźnika linijkowego i wbudowano go do CZU. Przeprowadzono pomiary i obliczono niedokładność wskazań prototypu. Maksymalny uchyb względny pomiaru w warunkach normalnych otoczenia nie przekroczył wartości 0,7%, co jest wynikiem bardzo zachęcającym. Zgodnie bowiem z Warunkami Technicznymi Odbioru CZU uchyb graniczny wskaźnika rezystancji izolacji nie powinien być większy niż 5%. Następnie w Zakładzie TL OBRUM przeprowadzono badania urządzenia w celu potwierdzenia prawidłowości wniesionych zmian konstrukcyjnych. Badania zakończone zostały z wynikiem pozytywnym.

## 5. PODSUMOWANIE

W wyniku przeprowadzonej modernizacji CZU wyeliminowano miernik wskazówkowy, który był najbardziej wrażliwym i zawodnym elementem urządzenia. Uniezależniono się od dostawy specyficznego podzespołu, podnosząc jednocześnie nowoczesność urządzenia. Opracowany w ramach pracy badawczo-rozwojowej układ zostanie wdrożony do produkcji seryjnej CZU.

## 5. LITERATURA

- [1] MARCYNIUK A.: Podstawy miernictwa elektrycznego. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000.
- [2] SEM: Aparatura Pomiarowa-Katalog 2000
- [3] SCHENK Ch, TIETZE U.: Układy półprzewodnikowe, WNT, Warszawa 1996
- [4] SMOLAREK R.: Centralne zabezpieczenie upływowo do urządzeń elektroenergetycznych techniki wojskowej. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe. Biuletyn Naukowo-Techniczny nr.3, 1993 .

## APPLICATIONS OF LED LINE INDICATORS

**Abstract:** The article presents applications of LED line indicators for industry, measuring apparatus and vehicles. Advantages and disadvantages of them are described in comparison with analog meters. Technical parameters and functional quality are included. The bargraph for CZU device with measurement system which was worked out by TA Department is described as an example.

Recenzent: dr inż. Zbigniew RACZYŃSKI