

Kazimierz DZIERŻEK

Politechnika Białostocka, Wydział Mechaniczny, Białystok

CYFROWY SYSTEM POMIARU ZUŻYCIA PRZEWODÓW JEZDNYCH TRAKCJI KOLEJOWEJ

Słowa kluczowe

Przewody trakcyjne, pomiar zużycia, kolej, trakcja.

Streszczenie

W artykule przedstawiono konfigurację stanowiska do pomiarów zużycia przewodów jezdnych trakcji kolejowej. Zaproponowano sposób pomiaru. Przedstawiono budowę cyfrowego systemu odczytu położenia spełniającego wymagania techniki pomiaru.

Wprowadzenie

W końcu 2008 roku w Polsce zelektryfikowanych było około 70% wszystkich szlaków kolejowych. Łącznie stanowi to około 28 000 km przewodów trakcji kolejowej. Stałe użytkowanie trakcji powoduje jej zużywanie się, co pociąga za sobą wzrost częstości pomiarów zużycia, a zarazem powoduje wzrost pracochłonności przy ustaleniu stopnia ich zużycia.

W celu określenia średniej wielkości zużycia przewodu jezdnego danego odcinka naprężenia, pomiary należy wykonać w następujących miejscach:

- w odległości 50 mm przed i za szczęką uchwytu przegubowego przewodu jezdnego,

- w pobliżu każdego uchwytu odległościowego przewodów jezdnych,
- w środku przęśła.

Do chwili obecnej pomiar zużycia przewodów jezdnych trakcji kolejowej prowadzi się za pomocą suwmiarki noniuszowej. W tym celu pracownik musi wykonać następujące czynności:

- dokonać pomiaru grubości przewodu w określonym (jw.) miejscu,
- odczytać z tabeli stopień zużycia,
- sporządzić protokół pomiaru.

Skrócone tabele [1] zużycia przewodów jezdnych przedstawiono na rysunku 1 i 2.

Tabela 1. Tabela zużycia przewodu jezdnego Djp 100

Grubość [mm]	12,00	11,55	11,30	11,13	10,93	...	7,5	7,42	7,33	7,25
Zużycie [%]	0	1	2	3	4	...	37	38	39	40

Tabela 2. Tabela zużycia przewodu jezdnego Djp 150

Grubość [mm]	14,50	14,05	13,80	13,55	13,35	...	9,14	9,02	8,91	8,80
Zużycie [%]	0	1	2	3	4	...	37	38	39	40

Pierwszego pomiaru średniego zużycia nowego przewodu dokonuje się nie później niż po pięcioletnim okresie jego eksploatacji. Termin przeprowadzenia następnego pomiaru uzależniony jest od stopnia zużycia stwierdzonego w ostatnim pomiarze. Jeżeli w wyniku pomiaru stwierdzono, iż średnie zużycie przewodu na danym odcinku wyniosło [1]:

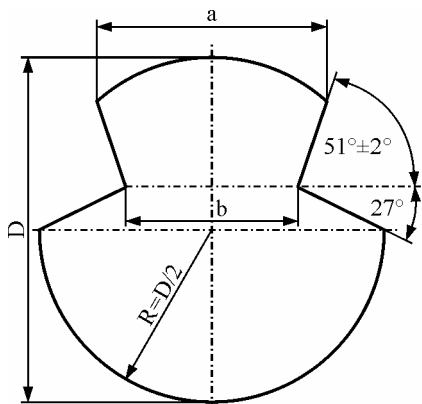
- więcej niż 15% przekroju znamionowego przewodu, to następny pomiar należy wykonać po upływie 1 roku,
- mniej niż 15%, lecz więcej niż 10%, to następny pomiar należy przeprowadzić za 2 lata,
- mniej niż 10%, to następny pomiar należy przeprowadzić za 3 lata.

Jeżeli średnie zużycie przewodu przekracza określoną wartość, przewody te należy wymienić. I tak w przypadku przekroczenia:

- 25% średniego zużycia przekroju znamionowego na torach szlakowych i zasadniczych w stacjach,
- 30% średniego zużycia na pozostałych torach stacyjnych i innych torach,
- 40% miejscowego zużycia na wszystkich torach.

Polska Norma PN-64/E-90090 określa wymiary oraz wymagania stawiane przewodom jezdnych sieci trakcyjnej. Norma rozróżnia przewody jezdne w zależności od ich przekroju poprzecznego w zakresie od 50 mm² do 120 mm². W kolejnictwie używa się przewodów o przekroju 100 mm² (Djp 100)

i 150 mm^2 (D_{jp} 150). Na rysunku 1 przedstawiono przekrój poprzeczny przewodu jezdnego miedzianego profilowanego (D_{jp}).



Rys. 1. Przekrój porczeczny przewodu D_{jp}

Podczas pomiarów zużycia przewodu dokonuje się pomiaru wielkości D nazywanej potocznie średnicą. Zużycie przewodu określane jest jako stosunku przekroju rzeczywistego zmierzonego do przekroju znamionowego.

Biorąc pod uwagę pracochłonność, ilość, systematyczność, a także ważność pomiarów zużycia przewodów jezdnych trakcji kolejowej, istnieje uzasadniona potrzeba opracowania układu pomiarowego do automatycznego zbierania, opracowywania oraz przechowywania wyników pomiarów.

1. Wymagania stawiane układowi pomiarowemu

Układy pomiarowe stosowane do pomiaru zużycia przewodów jezdnych powinny charakteryzować się:

- dokładnością pomiaru (rzędu $\pm 0,05 \text{ mm}$),
- wygodą użycia (transportu, obsługi, przechowywania),
- jak największym stopniem zautomatyzowania,
- niezawodnością,
- możliwością pracy przy zasilaniu sieciowym i bateryjnym.

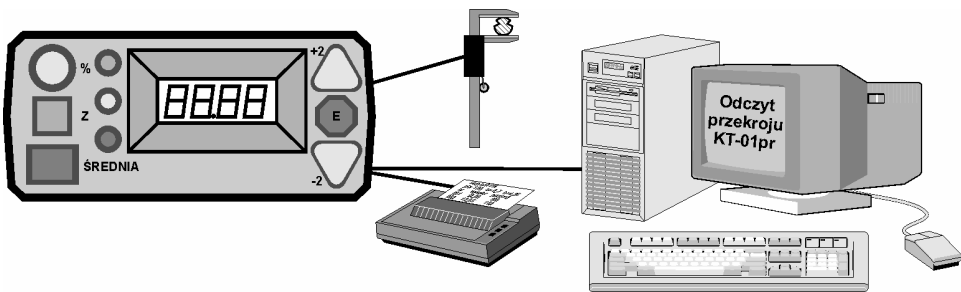
W dobie techniki komputerowej zalecana jest również możliwość archiwizowania i przetwarzania danych. Takie możliwości daje zastosowanie, jako jednostki centralnej, mikrokontrolera jednoukładowego.

2. Konfiguracja układu pomiarowego

Podstawę do opracowania struktury układu pomiarowego zużycia przewodów jezdnych stanowiła analiza wymagań, jak również dyskusja z obsługą trakcji kolejowej.

Zestawienie układu pomiarowego zaprezentowano na rysunku 2. Wynik wielokrotnego pomiaru „średnicy przewodu” przekazywany jest za pomocą kabla opto do Cyfrowego Systemu Odczytu Położenia (CSOP). Tam pomiar jest odpowiednio obrabiany (przeliczany), wyświetlany i zapisywany do pamięci. Po serii pomiarów istnieje możliwość obliczenia i zapisania do pamięci średniej z serii pomiarów. Odpowiednie oprogramowanie sterownika umożliwi wyznaczenie stopnia zużycia oraz dokonanie klasyfikacji co do następnego badania, czy też co do wymiany badanego odcinka przewodu.

Taka konfiguracja układu pomiarowego wymagała opracowania specjalnego sterownika cyfrowego, a także przyjaznego oprogramowania użytkowego pozwalającego na pełną obsługę układu pomiarowego.



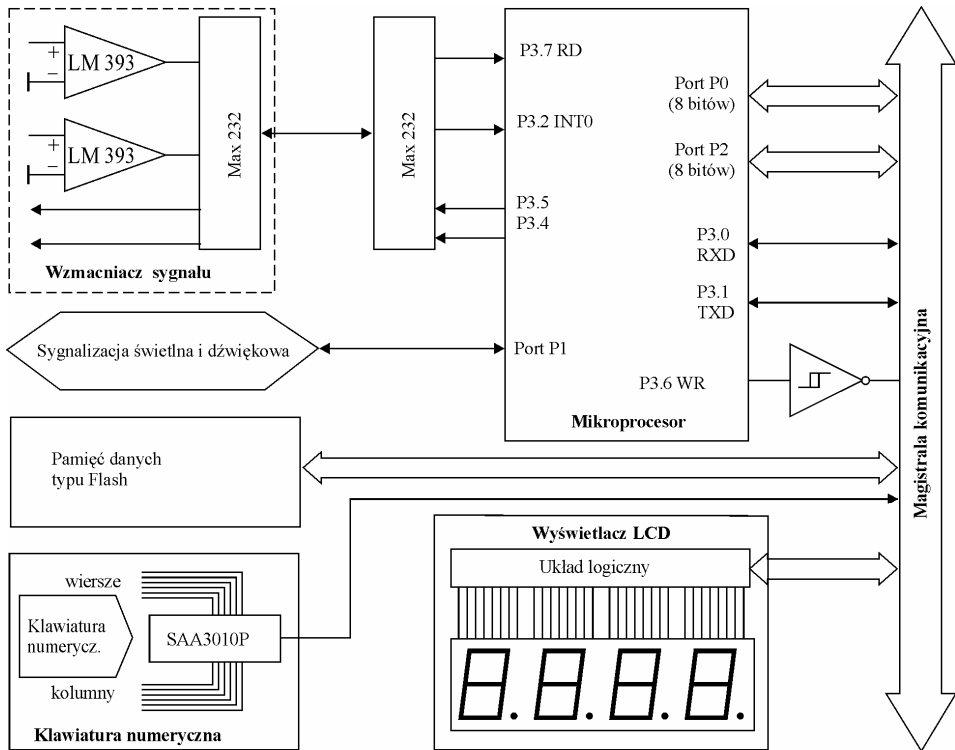
Rys. 2. Zestawienie urządzeń układu pomiarowego zużycia przewodów jezdnych

3. Cyfrowy System Odczytu Położenia

Głównym urządzeniem całego układu pomiarowego jest Cyfrowy System Odczytu Położenia (CSOP). Schemat blokowy tego urządzenia przedstawia rysunek 3.

CSOP składa się z ośmiu bloków:

- mikrokontrolera firmy Atmel 89S8252,
- wyświetlacza LCD,
- pamięci danych typu flash,
- portu szeregowego (RS 232c),
- klawiatury numerycznej,
- przetwornika ze wzmacniaczem (układ wejściowy),
- sygnalizacji świetlnej i dźwiękowej,
- zasilacza.

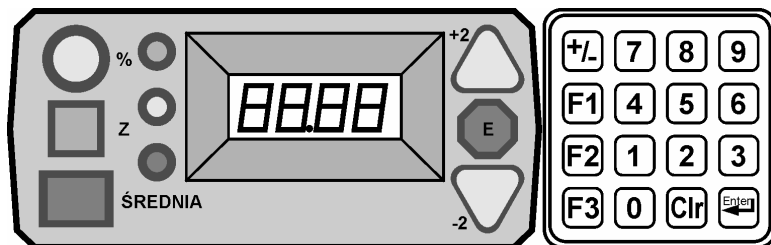


Rys. 3. Schemat blokowy cyfrowego systemu odczytu położenia

Zaproponowany CSOP realizuje następujące funkcje:

- wpisanie miejsca pomiaru (4-cyfrowy nr słupa),
- odczyt średnicy z suwmiarki i zapis jej na wyświetlaczu,
- przeliczanie średnicy na przekrój poprzeczny (przewód Djp 100 i 150),
- przeliczanie przekroju poprzecznego na zużycie procentowe i zapis na wyświetlaczu,
- archiwizacja lub wydruk wyników,
- obliczanie i archiwizacja średniej z serii pomiarów,
- sygnalizacja świetlna i dźwiękowa przekroczenia 40% zużycia przy pojedynczym pomiarze,
- sygnalizacja świetlna przedziału zużycia przewodu po obliczeniu średniej,
- automatyczne zerowanie suwmiarki,
- odczyt najmniejszej średnicy z danego pomiaru,
- przekazanie danych po pomiarze do komputera.

Obudowa CSOP umieszczona została w specjalnej skórzanej teczce, która podczas pomiaru może być zawieszana na szyi operatora. Na płycie czołowej wbudowany jest wyświetlacz, głośnik oraz przyciski klawiatury numerycznej (rys. 4).



Rys. 4. Płyta czołowa cyfrowego systemu odczytu położenia

4. Obsługa układu pomiarowego

Podczas pomiaru pracownik wykonuje następujące czynności wstępne:

- przed włączeniem zasilania zsuwa suwmiarkę (suwmiarka automatycznie zeruje się),
- wybiera rodzaj mierzonego przewodu Dj_p100 (klawisz F1) lub Dj_p150 (klawisz F2),
- wpisuje numeru słupa, od którego rozpoczyna pomiar,
- rozsuwa suwmiarkę i naciska klawisz „zużycie”.

W tym momencie suwmiarka jest gotowa do pomiaru. Do pamięci urządzenia zostają wprowadzone następujące dane początkowe:

- miejsce wyzerowania suwmiarki na skali bezwzględnej,
- rodzaj przewodu (Dj_p 100 lub Dj_p 150),
- numer słupa (4 cyfry).

Podczas pomiaru operator wykonuje cyklicznie następujące czynności:

- a) mierzy „średnicę” przewodu (CSOP zapamięta najmniejszy wymiar),
- b) wciska klawisz zużycie „%” (wyświetlane jest zużycie procentowe przewodu),
- c) wciska klawisz zapis „Z” (procentowe zużycie zapisywane jest do pamięci danych),
- d) powtarza czynności od a do c (na odcinku pomiarowym),
- e) wciska klawisz „średnica”,
- f) wprowadza numer słupa,
- g) rozpoczyna pomiar od nowa.

Jeżeli podczas pomiaru popełniony został błąd, wystarczy przed wciśnięciem klawisza „zapis” wcisnąć ponownie klawisz „zużycie”, a pomiar automatycznie zostaje anulowany i suwmiarka przygotowana jest do kolejnego pomiaru.

Po zakończeniu pomiarów CSOP można podłączyć do komputera, przy użyciu kabla RS 232, przesłać dane i wydrukować protokół pomiaru. Po tej operacji pamięć danych urządzenia można wymazać bądź dopisać do niej kolejne pomiary.

Podczas pomiaru zużycia wynik pomiaru ciągle jest kontrolowany przez mikroprocesor. Sprawdza on czy nie zostały przekroczone parametry minimalne

i maksymalne pomiaru. W przypadku wystąpienia błędu pomiar jest automatycznie anulowany. I tak:

- odczyt „średnicy” poniżej 5,12 mm (błąd wyzerowania suwmiarki, pomiar anulowany),
- odczyt „średnicy” powyżej 15,36 mm (błędny odczyt, pomiar anulowany),
- całkowite wypełnienie pamięci (zablokowanie dalszego zapisu – pojawia się stały sygnał dźwiękowy).

Przekroczenie dopuszczalnych parametrów zużycia przewodu sygnalizowanego jest za pomocą sygnalizacji optycznej i dźwiękowej. I tak:

- przekroczenie 40% zużycia przy pojedynczym pomiarze (dioda czerwona + 3 krótkie sygnały dźwiękowe),
- przekroczenie 25% zużycia przy obliczeniu średniej (dioda czerwona + 3 krótkie sygnały dźwiękowe).

Ponadto przewidziana jest sygnalizacja świetlna kolejnych przedziałów procentowego zużycia przewodu. I tak:

- zużycie 15% ÷ 25% – dioda żółta,
- zużycie 10% ÷ 15% – dioda zielona i żółta,
- zużycie poniżej 10% – dioda zielona.

Powyższe progi sygnalizacyjne mogą być dowolnie przeprogramowywane w zależności od wymagań i potrzeb użytkownika.

5. Podsumowanie

System pomiaru zużycia przewodów jezdnych jest uniwersalny, ponieważ mierzy wszystkie rodzaje przewodów stosowanych obecnie. Ze względu na wykorzystany do jego budowy procesor 89S8252, posiadający pamięć danych, daje możliwość rozbudowy [2], [3]. Możliwy jest, po niewielkich modyfikacjach programu procesora, pomiar przewodów nietypowych oraz wyposażenie urządzenia w dodatkowe funkcje.

Urządzenie spełnia wszystkie wymagania oraz oczekiwania odbiorców. Pomiaru dokonuje z rozdzielczości 0,25% zużycia (do tej pory pomiar był wykonywany z rozdzielczością 1%). Przykładowy protokół pomiaru trakcji kolejowej na odcinku pomiędzy stacjami Białystok a Białystok Starosielce, wykonanego dnia 2008,12,10 zamieszczono poniżej.

„Protokół pomiaru zużycia przewodów jezdnych na odcinku Białystok – Białystok Starosielce.

Pomiar z dnia **2008,12,10;**
Wykonał **Kowalski Jan;**

Zerowanie suwmiarki **56,24 mm;**
Przewód **Djp 150;**
Słup nr **2654;**

Pomiary: 10,00; 12,25; 11,75; 10,50; 9,00; 12,50; 11,75; 11,00; 10,75; 9,75;
11,00; 12,75; 11,50; 9,25; 12,00; 11,50; 10,00; 10,00; 9,00; 10,25;
Średnie zużycie 10,62%

...

Słup nr 2742;
Pomiary: 18,00; 20,25; 19,75; 18,50; 17,00; 20,50; 19,75; 19,00; 18,75; 18,75;
19,00; 22,75; 17,50; 18,25; 18,00; 19,50; 18,00; 19,00; 17,00; 19,25;
Średnie zużycie 18,93%

...

Koniec
Wynik: *Największe zużycie (słup nr 2742) 18,93%*
Wniosek: *Kolejny pomiar za 1 rok”.*

Literatura

1. Instrukcja utrzymania sieci trakcyjnej ET II. Załącznik do zarządzenia nr 160. Dyrekcja generalna PKP, Warszawa 1997.
2. Starecki T.: Mikrokontrolery jednoukładowe rodziny 51. Nozomi, Warszawa 1996.
3. Atmel Corporation, SPI Mikrocontroller Data Book, April 1997.
4. Polska Norma, Przewody jezdne miedziane. PN-64/E-90090.

Recenzent:
Jerzy KWAŚNIKOWSKI

The rodman system of wear the trolley wires railway traction

Key-words

Wires traction, measurement of trolley, railway, traction.

Summary

In the paper, the configurations of the station to measurement of wear the trolley wires railway traction is shown. The means of measurement is proposed. It is the construction of digital read-out system of position fulfilling the technique measurement requirements.