

Koncepcja pomiaru sił przestawiania napędu zwrotnicowego

The concept of measuring force adjustment crossover drives



Janusz Dyduch

Prof. dr hab. inż.

Zakład Systemów Sterowania
w Transporcie
Uniwersytet Technologiczno-
Humanistyczny w Radomiu



Roman Pniewski

Prof. nadzw.dr hab. inż.

Zakład Systemów Sterowania
w Transporcie
Uniwersytet Technologiczno-
Humanistyczny w Radomiu

Streszczenie: W ramach prowadzonego projektu w Zakładzie Systemów Sterowania w Transporcie jest opracowywany system automatycznego gromadzenia danych eksploatacyjnych i system automatycznego prognozowania stanu urządzeń SRK. W ramach projektu został opracowany prototypowy układ do bezprzewodowego pomiaru prądów silnika napędu wraz z parametrami otoczenia. Układ zostanie wykorzystany do automatycznej diagnostyki napędów zwrotnicowych.

Słowa kluczowe: Napęd zwrotnicowy; Siła przestawiania

Abstract: As part of the project in the Department of Control Systems in Transport is developed system of automatic data collection supplies and automatic forecasting status of Railway signaling Systems. The project was developed prototype system for wireless measurement of currents drive motor together with the parameters of the environment. The system will be used for the automatic diagnosis of scrossover drives.

Keywords: Crossover drives; Force adjustment

System automatycznego wnioskowania o stanie urządzeń

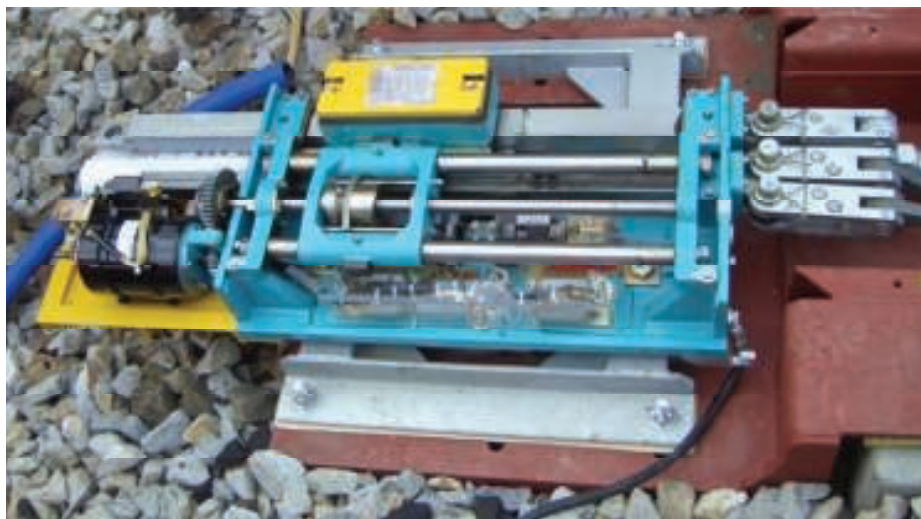
Charakterystyczną cechą obiektów automatyki kolejowej jest możliwość ich przebywania w różnych stanach eksploatacyjnych, niezawodnościowych, diagnostycznych, itp. Wieloletnie doświadczenia z eksploatacji systemów sterowania ruchem kolejowym (SRK) potwierdzają zależność ich poprawnego funkcjonowania od niezawodności układów i elementów tworzących strukturę techniczną systemów. Zadaniem służb eksploatacyjnych jest m.in. zbieranie informacji o procesie eksploatacji badanych obiektów i przekazywanie ich do jednostki koordynującej badania. Zastosowanie na polskich kolejach coraz bardziej nowoczesnych systemów SRK wykonanych w oparciu o technikę mikroprocesorową i mikrokomputerową powoduje potrzebę analizy i oceny ich działania, współdziałania oraz prognozo-

wania skutków eksploatacyjnych, w tym procesu odnowy, wynikających z wdrażania tych systemów.

Projektowany w Zakładzie Systemów Sterowania w Transporcie system wspomaganie analizy niezawodności i bezpieczeństwa systemów automatyki kolejowej będzie szczególnie przydatny przy ocenie systemów SRK realizowanych w technice mikroprocesorowej, zgodnie z wymaganiami instytucji międzynarodowych zalecanymi przez normy CENELEC EN 50129, 50128. Zalecenia te sformułowane przez europejskie komitety normalizacyjne (CENELEC) i organizacje kolejowe (UIC, IRSE) wprowadzają na koleje europejskie obowiązek wyznaczania a następnie kontrolowania wskaźników niezawodnościowych dla komputerowych systemów SRK zapewniających poprawną i bezpieczną pracę. Również potwierdzeniem pilnej potrzeby wzmocnienia diagnostyki systemów SRK są dane o liczbie

wypadków na kolei. Pod względem liczby wypadków w Europie w 2012 roku Polska jest na pierwszym miejscu: 327 zdarzeń (np. 152 w Niemczech, 100 w Rumunii). Ponad 80% wszystkich wypadków związane jest z prowadzeniem ruchu kolejowego. Istotnym czynnikiem wzrostu bezpieczeństwa ruchu kolejowego jest także doskonalenie metod podejmowania decyzji eksploatacyjnych (niezawodnościowo-utrzymanio- wych) systemów SRK, dotyczących planowania obsługi systemów i metod postępowania w sytuacjach awaryjnych.

Badania eksploatacyjne są w przypadku urządzeń SRK najbardziej efektywnym źródłem informacji niezbędnym do wyznaczania wartości liczbowych wskaźników niezawodności. Badania te pozwalają na uzyskanie pełnej informacji o zachowaniu się systemu w warunkach eksploatacji (użytkowanie i odnowa). Stanowią nie tylko podstawę do



1. Budowa napędu EEA5

doskonalenia konstrukcji obiektów technicznych i doskonalenia procesu produkcyjnego, lecz również umożliwiają uzyskanie wiarygodnych informacji, niezbędnych do sterowania procesem eksploatacji, w tym odnową, właściwej organizacji zaplecza obsługowo-naprawczego, czy też prognozowania i określenia kosztów eksploatacji.

Zastosowanie na polskich kolejach coraz bardziej nowoczesnych systemów SRK wykonanych w oparciu o technikę mikroprocesorową i mikrokomputerową powoduje potrzebę analizy i oceny ich działania, współdziałania oraz prognozowania skutków eksploatacyjnych, w tym procesu odnowy, wynikających z wdrażania tych systemów.

Prognozowanie niezawodności eksploatacyjnej systemów SRK polega na określeniu wartości wskaźników niezawodności z uwzględnieniem warunków pracy i oddziaływania środowiska. Działanie to wymaga gromadzenia i analizy informacji o:

- modelu niezawodnościowym systemu,
- warunkach pracy i warunkach środowiskowych,
- charakterystykach niezawodnościowych stosowanych elementów, podzespołów i ewentualnego oprogramowania

Celem prowadzonych w ZSSwT prac badawczych jest opracowanie

systemu automatycznej akwizycji danych i systemu ekspertowego do wnioskowania o stanie urządzeń. Cel ten zostanie osiągnięty poprzez opracowanie metod analizy danych diagnostycznych urządzeń SRK pochodzących z urządzeń automatyki kolejowej.

Założony cel projektu zostanie zrealizowany poprzez:

- Budowa nowego laboratorium badawczego urządzeń sterowania ruchem (oraz integracja z istniejącymi na Wydziale laboratoriami)
- Konstrukcja systemu automatycznego gromadzenia danych o stanie urządzeń
- Budowa modelu niezawodnościowego urządzeń automatyki kolejowej.
- Zgromadzenie i przygotowanie danych dotyczących urządzeń SRK.
- Przygotowanie środków symulowania typowych oraz awaryjnych warunków pracy urządzeń SRK.
- Przygotowanie bazy danych do gromadzenia informacji o urządzeniach SRK.
- Przygotowanie procedur do wyznaczania charakterystyk.

System ekspercki będzie zawierał podstawowe dane dotyczące procesów użytkowania systemów SRK oraz ich niezawodności i odnowy dla

sześciu głównych modułów (podsystemów SRK):

- ogólny opis charakterystyk technicznych, eksploatacyjnych i ekonomicznych,
- urządzeń blokady liniowej,
- urządzeń nastawczych,
- urządzeń przejazdów kolejowych,
- urządzeń oddziaływania tor-pojazd,
- urządzeń zdalnego sterowania.

Wyniki uzyskane na podstawie badań eksploatacyjnych i prowadzonej na bieżąco diagnostyki urządzeń SRK mogą być wykorzystane nie tylko jako podstawa do doskonalenia konstrukcji obiektów technicznych i doskonalenia procesu produkcyjnego, lecz również jako jedna z możliwości uzyskania wiarygodnych informacji, niezbędnych do sterowania procesem eksploatacji, w tym odnową, właściwej organizacji zaplecza obsługowo-naprawczego, czy też prognozowania i określenia kosztów eksploatacji.

Elektryczne napędy zwrotnicowe

W badaniach wstępnych (prowadzonych na Wydziale Transportu i Elektrotechniki) wykorzystano napęd EEA-5, ponieważ takim napędem dysponują autorzy w laboratorium Systemów SRK.

Napęd zwrotnicowy EEA-5 przeznaczony jest do przestawiania zwrotnic z zamknięciami zewnętrznymi oraz do przestawiania ruchomego dzioba.

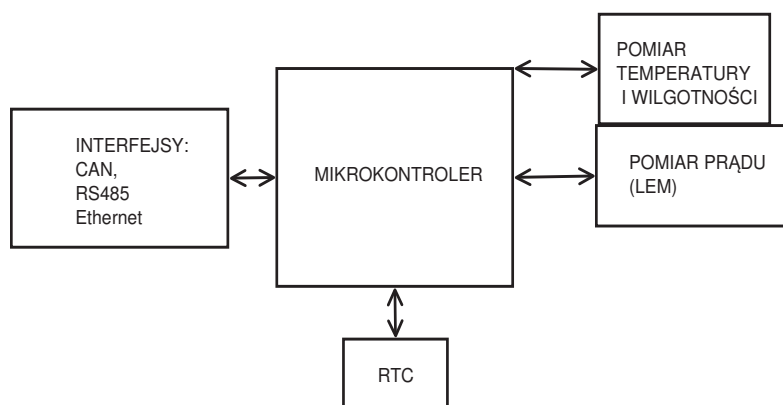
Napęd EEA-5 stanowi konstrukcję modułową. Poszczególne moduły, wyszczególnione poniżej, stanowią one zespoły wymienne:

1. Zespół płyty podstawy,
2. Moduł zamykający,
3. Moduł sterująco-kontrolny,
4. Sprzęgło siły trzymania z suwakiem nastawczym,
5. Moduł wyłącznika korby,
6. Moduł przesuwny,
7. Moduł silnika,

8. Zespół suwaków kontrolnych,
9. Dolna osłona silnika,
10. Pokrywa napędu,

Dodatkowo w komplecie z napędem dostarczane są:

- korba do ręcznego przestawiania napędu,
- klucz do regulacji sprzęgła przeciążeniowego,
- Dokumentacja Techniczno-Ruchowa,



2. Schemat blokowy układu pomiarowego

Dane techniczne napędu EAA-5:

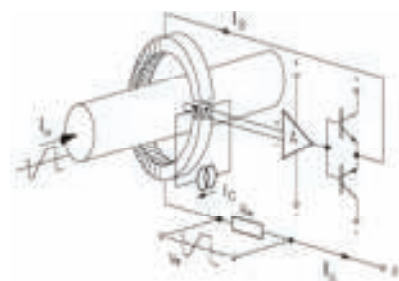
- Skok suwaka nastawczego: 125 do 260 mm;
- Siła nastawcza: 2 – 10 kN;
- Siła trzymania napędu nierozpruwalnego: 100 kN;
- Siła rozprucia napędu rozpruwalnego: 8 – 12 kN;
- Maksymalne opory przestawiania rozjazdu:
 - Nierozpruwalny: 8 kN;
 - Rozpruwalny: 6 kN;
- Czas przestawiania: 4 – 6 sek.;
- Masa: 160 kg.;
- Zakres temperatur: od – 40 do + 80°C;
- Stopień ochrony: IP 54
- Trwałość: 1 mln zadziałań;
- Wymiary: 1123 x 412 x 274 mm;
- Napięcie zasilania: - 3 x 380V 50Hz,- 1 x 220V 50Hz,
- Prąd znamionowy:
 - dla 3 x 380V 50Hz: 2,3 A;
 - dla 1 x 220V 50Hz: 3,6 A;
- Moc silnika: 435W;
- Oporność przewodów: do 54 W;
- Oporność na udary: 30 g;

1. temperatura otoczenia,
 2. wilgotność,
 3. czas (data, godzina).
2. Ze względu na konieczność zapewnienia bezpieczeństwa wszystkie układy pomiarowe są izolowane galwanicznie od obwodów elektrycznych napędu.
 3. Układ pomiarowy może komunikować się z systemami diagnostycznymi za pomocą interfejsów:
 - RS-485,
 - CAN,
 - Ethernet.

nych technologii pomiarowych prądu i napięcia tj. otwarta pętla sprzężenia zwrotnego (open loop O/P), zamknięta pętla sprzężenia zwrotnego (closed loop) itp. Elementem pomiarowym w przetwornikach elektrycznych jest głównie płytka Hall'a. Zasadę działania przetwornika za zamkniętą pętlą sprzężenia zwrotnego pokazano na rys. 3. Przetworniki prądowe firmy LEM mierzą prądy w zakresie od pojedynczych mA do kilkudziesięciu kA przy częstotliwościach od składowej stałej do kilkuset kHz. Napięciowy lub prądowy sygnał

Schemat blokowy układu pokazano na rys. 2

Do pomiaru prądów silnika wykorzystano przetworniki firmy LEM. Firma LEM to czołowy producent przetworników do pomiaru prądu i napięcia. Przetworniki charakteryzują się galwanicznym oddzieleniem obwodu pierwotnego od wtórnego. LEM jest autorem kilku opatentowa-

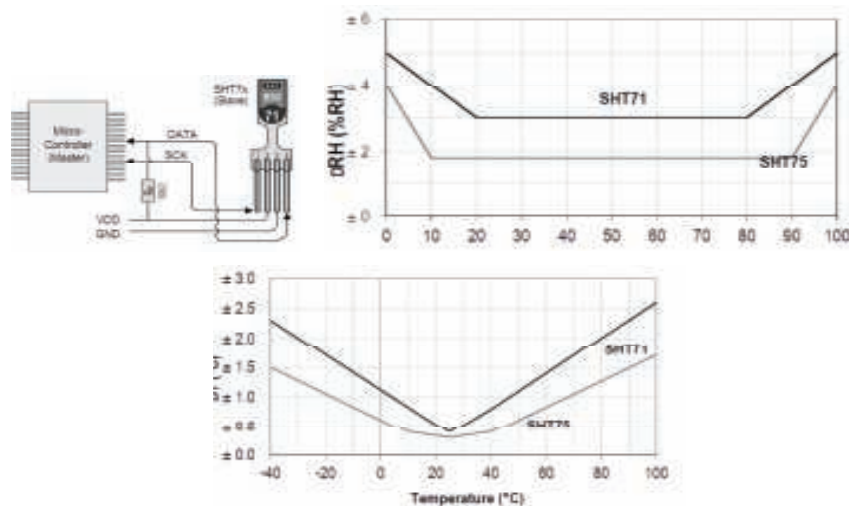


3. Zasada działania przetwornika LEM [8]

Konstrukcja układu pomiarowego

W ramach, realizowanego projektu został opracowany układ pomiarowy, który zostanie wykorzystany w badaniach eksploatacyjnych. Przy projektowaniu mikroprocesorowego systemu pomiarowego przyjęto następujące założenia:

1. W układzie będą rejestrowane następujące (bieżące parametry)
 - prąd silnika,
 - czas przestawiania (na podstawie mierzonego prądu),



4. Charakterystyki czujników SHT71 i SHT75

wyjściowy może być proporcjonalny zarówno do wartości chwilowej mierzonego prądu jak również do wartości skutecznej. Przetworniki prądowe i napięciowe LEM stosowane są do pomiarów prądów i napięć w układach elektrycznych, procesach i urządzeniach tj.: konwertery, falowniki, przetwornice napięcia, roboty, zasilacze, spawarki, napędy trakcyjne, podstacje elektryczne i trakcyjne itp.

Pomiar wilgotności i temperatury zrealizowano z wykorzystaniem czujnika scalonego firmy Sensirion SHT75 [2]. Układ komunikuje się z mikrokontrolerem za pomocą interfejsu cyfrowego. Na rys. 4. Pokazano sposób połączenia czujnika z mikrokontrolerem oraz charakterystyki czujnika.

Wnioski

Przedstawiony w artykule układ, przeznaczony do pomiaru i rejestracji prądu silnika napędu zwrotnicowego pozwoli na bieżącą diagnostykę napędów (w okresie między konserwacjami). Jednoczesna rejestracja parametrów środowiskowych (temperatura, wilgotność) da możliwość prognozowania przyszłych zmian parametrów napędu (i rozjazdu) w określonych warunkach.

Praca została sfinansowana ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w ramach Programu Badań Stosowanych, nr umowy PBS3/A6/29/2015. ◀

Materiały źródłowe

[1] DOKUMENTACJA TECHNICZNO-RUCHOWA - Elektryczny napęd Zwrotnicowy EEA-5, DTR-99/EEA-5, zmiana E271/2005 „d”, BOMBARDIER, Katowice, 2007,

- [2] Dokumentacja SHT7x (SHT71, SHT75) Humidity and Temperature Sensor IC (www.sensirion.com),
- [3] Dokumentacja Techniczno-Ruchowa: Napęd zwrotnicowy S700 K/KM, TS RA PL, Warszawa 2005,
- [4] Dyduch J., Kornaszewski M., Pniewski R.: Rozwój infrastruktury badawczej UTH Radom o nowe urządzenia automatyki kolejowej. AUTOBUSY Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe (CD) Nr 6 (196), Radom 2016.
- [5] Dyduch J., Kornaszewski M.: Systemy sterowania ruchem kolejowym, Wydawnictwo UTH, Radom 2013.
- [6] Mikulski J., Młyńczak J.: Eksploatacyjne badania napędów zwrotnicowych, „Problemy kolejnictwa” nr 153, Warszawa 2011.
- [7] Pełka A.: Rozprawa doktorska: Diagnozowanie urządzeń sterowania ruchem kolejowym na przykładzie napędu zwrotnicowego, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków 2009.
- [8] <http://www.lem.com/>

REKLAMA

DOLKOM spółka z o. o. we Wrocławiu od blisko 60 lat wykonuje modernizacje i naprawy infrastruktury kolejowej z wykorzystaniem maszyn do robót torowych o dużej wydajności oraz wykonuje naprawy maszyn do robót torowych i napraw sieci trakcyjnej.

Spółka jest przewoźnikiem kolejowym i posiada wydane przez Urząd Transportu Kolejowego licencje i certyfikaty bezpieczeństwa.



DOLKOM
WROCLAW

Kontakt:

50-502 Wrocław ul. Hubska 6; tel. (71) 717 5630; fax. (71) 717 5164
e-mail: dolkom@dolkom.pl; www.dolkom.pl