

Elektroniczny układ regulacji przekładni lokomotywy spalinowej

W numerze 2/95 *tłS* przedstawiono zasadę działania elektronicznego regulatora przekładni zmodernizowanej lokomotywy spalinowej T448p. W poniższym artykule przedstawiono schemat funkcjonalny regulatora z omówieniem przeznaczenia poszczególnych kart wtykowych oraz sposobu wzajemnego ich połączenia.

W zmodernizowanej lokomotywie wykorzystano pewną część ogólnych możliwości elektronicznego regulatora tzn. wykorzystano część zasilającą PS oraz części funkcjonalne zgrupowane na kartach wtykowych RZ, RG, RE, MPU i MDS (rys. 1). Część zasilająca PS służy do zasilania wszystkich obwodów elektrycznych regulatora trzema galwanicznie oddzielnymi napięciami wyjściowymi +15 V, +5 V, -15 V, 0 V. Część ta zasilana jest z baterii akumulatorów o napięciu znamionowym 110 V poprzez przetwornik 64 ÷ 132 V/24 V.

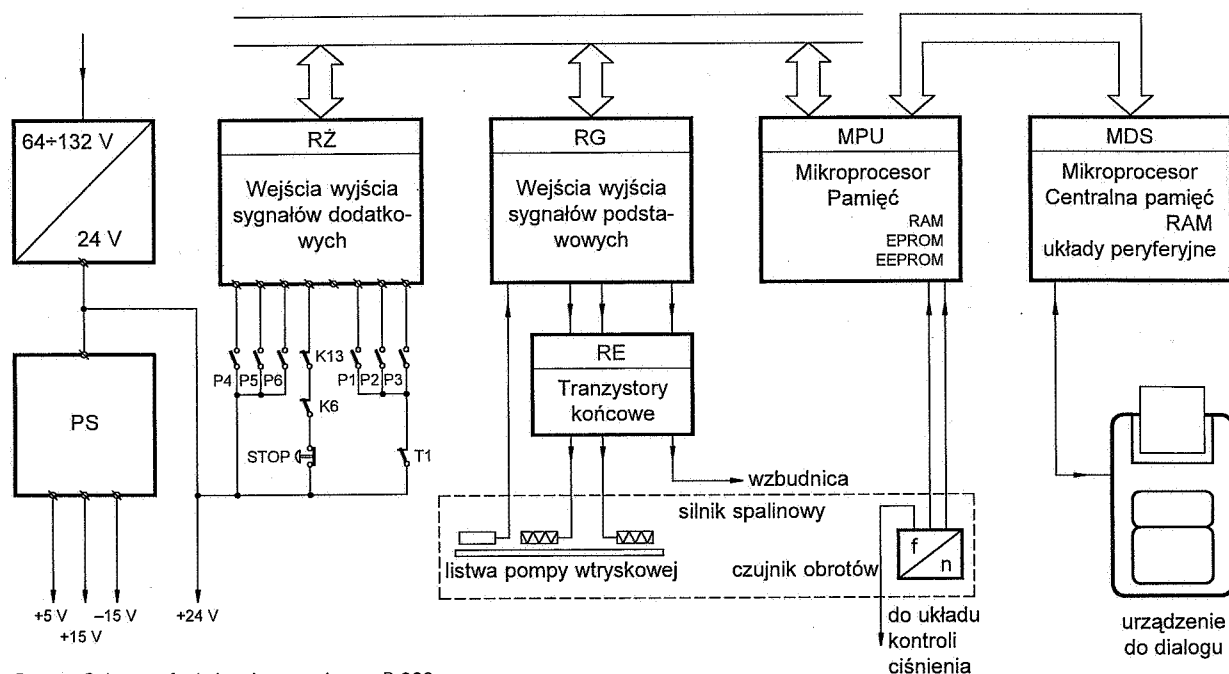
W obwodzie 24 V znajduje się czuły bezpiecznik o prądzie znamionowym 6,3 A umieszczony na płycie czołowej zasilacza. Na stronie czołowej znajdują się również zaciski umożliwiające kontrolę wartości napięć zasilających.

Karta wtykowa RZ posiada zespół optoelektrycznych wejść binarnych W1 ÷ W4, wykorzystywana jest do wprowadzenia sygnału zadawania obrotów silnika – maksymalnie 16 pozycji jazdy. W istniejącym na lokomotywie rozwiązaniu wykorzystano trzy wejścia, zachowując dotychczasowy ośmiopozycyjny układ zadawania obrotów. Kolejne wejścia wykorzystano do wprowadzenia sygnałów informujących o:

- wystąpieniu poślizgu;
- osłabieniu pola wzbudzenia silników trakcyjnych;
- zamknięciu obwodu wzbudzenia prądnicy głównej tj. bezpośredniego przyłączenia tego uzwojenia do obwodu twornika wzbudnicy.

Wejście W8 wykorzystano do wprowadzenia sygnału zatrzymania silnika. Obroty silnika zadawane są sygnałem binarnym, tworzoną przez odpowiedni stan styków trzech przełączników P1, P2 i P3, uruchamianych lub zwalnianych odpowiednim położeniem nastawnika jazdy. Przy danych, zadanych obrotach silnika może wystąpić sygnał wymuszający bieg jałowy silnika wskutek przekroczenia dopuszczalnej temperatury czynnika chłodzącego (otwarcie styków przełącznika T1).

Sygnał informujący o wystąpieniu poślizgu, o amplitudzie +24 V i czasie trwania równym czasowi poślizgu, powoduje zmniejszenie wysunięcia listwy pompy wtryskowej silnika i zmniejszenie wzbudzenia prądnicy głównej przez okres jego występowania bez udziału obsługi lokomotywy. Sygnał osłabienia pola wzbudzenia silników trakcyjnych podawanych na wejście W6 po zamknięciu styku P5 w postaci impulsu +24 V i nastawialnym czasie jego trwania ustalonym podczas jazdy próbnej lokomotywy, wywołuje bezwzględne zmniejszenie wysunięcia listwy pompy wtryskowej na czas



Rys. 1. Schemat funkcjonalny regulatora R-082

trwania podanego impulsu, głównie w celu wyeliminowania chwilowego zwiększenia emisji gazów spalinowych występującej wskutek zwiększonego obciążenia silnika spalinowego wywołanego bocznikowaniem uzwojenia wzbudzenia silników trakcyjnych.

Sygnal informujący o bezpośrednim przyłączeniu obwodu twornika wzbudnicy do obwodu wzbudzenia prądnicy głównej, pojawiający się po zadaniu nastawnikiem pierwszej pozycji jazdy – zamknięcie styku P6, powoduje przygotowanie i rozpoczęcie pracy przez inne człony regulatora związane z zasilaniem uzwojenia obcego wzbudnicy.

Zatrzymanie silnika następuje poprzez przerwanie doprowadzenia sygnału +24 V na wejście W8 poprzez uruchomienie przycisku STOP umieszczonego na pulpicie sterowniczym bądź zadziałanie między innymi czujnika poziomu czynnika chłodzącego (styk K13) czy czynnika ciśnienia oleju w silniku (styk K6) jak przedstawiono przykładowo na rys. 1.

Karta wtykowa RG zawiera wejścia, na które wprowadzone są sygnały:

- sygnał proporcjonalny do przesunięcia listwy pompy wtryskowej;
- sygnał proporcjonalny do ciśnienia doładowania turbosprężarki – wejście niewykorzystane, oraz wyjścia:
- sterujące tranzystorami końcowymi znajdującymi się w obwodzie magnesu nastawczego, ustalającego aktualne położenie listwy pompy wtryskowej;
- sterujące tranzystorem zewnętrznym w obwodzie wzbudzenia obcego wzbudnicy.

Tranzystory końcowe sterujące wysunięciem listwy pompy wtryskowej oraz wartością średnią prądu wzbudzenia obcego wzbudnicy wraz z elementami dodatkowymi tj. diodami, rezystorami umieszczone na karcie RE.

Karta wtykowa MPU jest płytą główną, zawiera jednostkę centralną zbudowaną na bazie procesora 6809, przeznaczoną dla regulatorów współpracujących z silnikami typoszeręgu 396. Na karcie tej umieszczone są układy pamięciowe RAM, EPROM, EEPROM. Na karcie umieszczony jest układ kontroli chwilowej wartości napięcia zasilania, który w przypadku obniżenia się napięcia zasilania poniżej 4,75 V lub jego wzrostu powyżej 6 V wstrzymuje pracę procesora. Do karty tej doprowadzony jest sygnał proporcjonalny do rzeczywistej wartości obrotowej silnika, na niej wypracowywany jest sygnał rzeczywistego wysunięcia listwy pompy wtryskowej. Karta MPU poprzez magistralę adresowaną, magistralę danych i magistralę sterującą zintegrowana jest z pozostałymi kartami wtykowymi. Elementy pamięci na tej karcie zawierają dane podstawowe dla danego typoszeręgu silników, dane rezerwowe oraz dane aktualne takie jak wysunięcie listwy pompy wtryskowej w funkcji prędkości obrotowej silnika oraz zależność zmian prędkości obrotowej silnika w funkcji czasu przy zadawaniu i zmniejszaniu pozycji jazdy.

Karta MDS realizuje dwa zasadnicze zadania:

- umożliwia poprzez swoje zespoły i łączy podłączenie urządzenia do dialogu i tym samym prowadzenie dialogu z regulatorem i wprowadzenie zmian w oprogramowaniu;
- stwarza możliwość łączenia i wymianę danych pomiędzy różnymi systemami elektronicznego sterowania.

Oprogramowanie regulatora zawiera w sobie szereg funkcji samokontrolnych. Uszkodzenia części składowych regulatora, układów nastawczych, sensorów zostają wykryte, przetwarzane i sygnalizowane świeceniem diod luminescencyjnych na poszczególnych kartach. I tak na karcie wtykowej MPU mogą być sygnalizowane następujące stany awaryjne:

- awaria czujnika obrotów;
- awaria czujnika dawkowania;
- awaria stopnia końcowego (dawkowania, wzbudzenia);
- awaria komunikacji z kartą MDS.

Na karcie MDS może być sygnalizowany:

- błąd ogólny na karcie;
- błąd zespołu kopiującego;
- błąd przy wprowadzeniu niejednoznacznych danych wejściowych.

Na karcie RZ sygnalizowane są następujące stany:

- zatrzymanie silnika spalinowego;
- zadanie i utrzymywanie odpowiedniej pozycji jazdy;
- wystąpienie sygnału osłabienia pola silników trakcyjnych.

Praca silnika jest w sposób ciągły kontrolowana poprzez pomiar i kontrolę prędkości obrotowej silnika, ciśnienia oleju w silniku i temperatury czynnika chłodzącego.

Pomiar prędkości obrotowej począwszy od czujnika obrotów aż do jednostki centralnej jest wykonywany równoległe poprzez dwa niezależne obwody. Przy uszkodzeniu jednego obwodu układ regulacji korzysta z danych przesyłanych drugim obwodem. Przy uszkodzeniu drugiego obwodu praca silnika zostaje przerwana, sygnalizowany jest stan uszkodzenia obwodów pomiaru prędkości obrotowej. Sinusoidalny sygnał wyjściowy z czujnika obrotów o częstotliwości proporcjonalnej do prędkości obrotowej przekazywany jest na wejście przerzutnika Schmitta, następnie do programowanego dzielnika częstotliwości i dalej do programowalnego przetwornika ilości impulsów, który czas pomiędzy dwoma sąsiednimi impulsami przetwarza na słowo 8-bitowe. Informacja ta magistralą danych przesyłana jest do jednostki centralnej.

Pomiar i kontrola temperatury czynnika chłodzącego oraz ciśnienia oleju w silniku odbywa się poza jednostką centralną w układzie modułu kontroli temperatury i ciśnienia (modułów tych, z których zasilane są również przyrządy pomiarowe umieszczone na obydwu pulpitych sterowniczych, nie pokazano na rysunku). Czujnik temperatury zasilany ze źródła prądowego wytwarza sygnał proporcjonalny do aktualnej temperatury czynnika chłodzącego, który jest porównywany z nastawioną dopuszczalną temperaturą czynnika chłodzącego. Przekroczenie tej wartości, zadawanej w granicach od 30°C do 120°C powoduje zadziałanie przekaźnika dopuszczalnej temperatury i wymuszenie obrotów jałowych silnika. Kontrola wartości ciśnienia oleju w silniku odbywa się w funkcji rzeczywistej prędkości obrotowej silnika. Zależność ta, pokazana graficznie przedstawia prostą łamaną utworzoną przez dwie półproste o programowalnym nachyleniu i przesunięciu punktu początkowego wzdłuż osi rzędnych (wartość ciśnienia). Przy obniżeniu rzeczywistej wartości ciśnienia w stosunku do wartości zadanej dla danej prędkości

Nowej generacji układ sterowania lokomotywy spalinowej RD20

Technika sterowania półprzewodnikowego daje bardzo szerokie możliwości przetwarzania energii elektrycznej, co umożliwia dostosowanie zasilania i odbiorów do niemal dowolnych potrzeb. Tę nowoczesną technikę w szerokim i dotychczas nie stosowanym zakresie zastosowała amerykańska firma Republic Locomotive w lokomotywie spalinowej typu RD20 o mocy 2000 KM.

Jest to całkowicie nowa lokomotywa, pierwsza z serii RD i jedyna w Ameryce Północnej, w której zastosowano prostowniki sterowane (Silicon Controlled Rectifier – SCR) do sterowania pracą silnika spalinowego i obwodów elektrycznych. Do napędu lokomotywy zastosowano silnik spalinowy Detroit o mocy 2000 KM typu 16-149TI DDEC (Detroit Diesel Electronic Control) i prądnicę prądu przemiennego Marathon Le Tourneau No14.

W tej lokomotywie zastosowano nowy, wykorzystujący nową technikę i technologię, system sterowania pracą róż-

nych obwodów i układów lokomotywy i uzyskano korzystne parametry układu sterującego przy zmniejszonych do minimum kosztach eksploatacyjnych.

W konwencjonalnych lokomotywach spalinowych jest stosowany układ napędowy, składający się z szeregowych silników prądu stałego, zasilanych z prądnicy prądu stałego (w nowszych rozwiązaniach – z prądnicy prądu przemiennego z prostownikiem), napędzanej silnikiem spalinowym. Logika sterowania napędem w tych lokomotywach polega na regulacji mocy, dostarczanej do silników trakcyjnych odpowiednio do zmieniających się parametrów wejściowych, takich jak wymagana moc, ograniczenia prądowe silników i prądnicy, ograniczenia przyczepności itp. Moc z prądnicy głównej jest przekazywana bezpośrednio do silników, a zatem wielkość siły, wytwarzanej przez silniki trakcyjne jest funkcją parametrów wyjściowych samej prądnicy. W tym układzie nie ma możliwości indywidualnego sterowania pracą każdego silnika, co powoduje uśrednienie całkowitej mocy lokomotywy, ponieważ niezbędne jest ograniczenie mocy prądnicy nawet jeśli tylko jedna oś lokomotywy ulegnie poślizgowi. Ponieważ prądnicą główną dostarcza energię tylko do silników trakcyjnych i jest ona regulowana odpowiednio do wymagań trakcyjnych, niezbędne jest instalowanie dodatkowej prądnicy do zasilania elektrycznych obwodów pomocniczych, wymagających zasilania elektrycznego, a część urządzeń (np. sprężarka) jest napędzana bezpośrednio przez silnik spalinowy.

Jeśli lokomotywa jest wyposażona w hamowanie elektryczne, jest to hamowanie dynamiczne, realizowane poprzez dołączenie wirników silników trakcyjnych do rezystorów hamowania, a szeregowo połączonych uzwojeń wzbudzenia – do prądnicy głównej, której moc i napięcie muszą być odpowiednio obniżone. Wymaga to znacznej liczby przełączników w obwodach silników trakcyjnych i prądnicy głównej i dużej liczby aparatów przełączających.

Cała energia elektryczna, generowana przez silniki podczas hamowania jest rozpraszana w rezystorach hamowania, a silnik spalinowy musi pracować, aby napędzać prą-

obrotowej, następuje uruchomienie przełącznika wartości granicznej ciśnienia oleju i zatrzymanie silnika.

Przy programowaniu i diagnozowaniu personel serwisowy może prowadzić dialog z regulatorem poprzez urządzenie do dialogu i kartę wtykową MDS. Przez klawiaturę urządzenia do dialogu zostają zadane parametry regulacji, wartości graniczne, dwuwymiarowe przebiegi robocze, które zostają na trwale zapamiętane w pamięci regulatora. Wprowadzone dane można odczytać na wskaźniku cyfrowym urządzenia oraz mogą być również przedstawione w formie wydruku. Wykorzystując urządzenie do dialogu można odczytać specyficzne dla procesu regulacji wartości takie jak: prędkość obrotowa silnika, wysunięcie listwy pompy wtryskowej, wartości prądu wzbudzenia uzwojenia obcego wzbudnicy.

W formie graficznej może być przedstawiona zależność prędkości obrotowej silnika w czasie, podczas rozruchu i wybiegu oraz przebiegu wysunięcia listwy pompy wtryskowej.

Poszczególne karty wtykowe są przez producenta na bieżąco udoskonalane, wprowadzane są zmiany wynikające z postępu technicznego, lecz zasada działania regulatora pozostaje niezmienna.

Tranzystor końcowy na karcie RE włączony w obwód uzwojenia obcego wzbudnicy, dobierany jest indywidualnie od parametrów tego obwodu.

Przedstawiony regulator nie zawiera żadnych części ruchomych podlegających normalnemu zużyciu, charakteryzuje się wysoką niezawodnością i dokładnością działania [1]. Jego zalety potwierdza niezawodna praca pojazdów szynowych wyposażonych w silniki MTU typoszeregu 396 w zakresie mocy od 590 kW do 1840 kW.

Literatura:

- [1] Lattermann Ruprecht: *Die Baureihe 396 im Bahneinsatz MTU*, Report 2/93