

Mieczysław STYPKA

Grażyna BARNA

Zbigniew OLESZEK

MIKROPROCESOROWY UKŁAD STEROWANIA NAGRZEWANIEM I WENTYLACJĄ DLA MODERNIZOWANEJ JEDNOSTKI EN57 (5Bu - 6Bu)

Streszczenie. W artykule zaprezentowano mikroprocesorowy układ sterowania ogrzewaniem i wentylacją dla modernizowanej jednostki EN57. Omówiono budowę samego układu ogrzewania i wentylacji pod kątem wyprowadzenia sygnałów wejściowych i wyjściowych. Przedstawiony algorytm sterowania i pokrótce omówiono historię jego powstania. Opisano budowę sterownika oraz jego oprogramowanie. Przedstawiono końcowy efekt pracy, którym jest sprawdzony i działający w warunkach laboratoryjnych, spełniający normy kolejowe sterownik.

MICROPROCESSOR-BASED DEVICE FOR CONTROLLING HEATING AND VENTILATION FOR A MODERNISED E.M.U. EN57

Summary. This paper presents a microprocessor-based device of heating and ventilating control for the modernized e.m.u. EN57. The construction of the heating-and-ventilation system of the modernized e.m.u. together with its is presented, so to show inputs and outputs of the controlling device. The algorithm of operating is presented as well as the history of its development in short. The hardware and software of the device are described. The final result - the controlling device tested in laboratory and meeting the requirements of rail standards, is presented.

1. WSTĘP

W Ośrodku Badawczo-Rozwojowym Pojazdów Szynowych w Poznaniu został zaprojektowany i wykonany mikroprocesorowy sterownik typu CR sterujący ogrzewaniem i wentylacją pojazdów trakcyjnych. Jego wersja CR-01, będąca przedmiotem artykułu, przeznaczona jest do sterowania ogrzewaniem i wentylacją modernizowanego e.z.t. EN57 z nagrzewnicą typu 9NK. Sterownik typu CR jest jednak sterownikiem uniwersalnym – po zmianie opro-

gramowania może zostać zastosowany do sterowania ogrzewaniem i wentylacją na innych pojazdach trakcyjnych.

2. BUDOWA UKŁADU NAGRZEWANIA I WENTYLACJI

W obecnie eksploatowanych e.z.t. EN57 z wagonami 5B–6B stosuje się układy ogrzewania konwekcyjnego z ogrzewaczami elektrycznymi. Wentylacja jest dokonywana poprzez wentryzniki dachowe i opuszczane okna. W ramach modernizacji trójczłonów 5B–6B dokonano zmiany tych układów ogrzewania i wentylacji na elektryczne ogrzewanie nawiewne. Tak zmienione człony oznaczono symbolem 5Bu–6Bu.

Układ ogrzewania nawiewnego jest jednokanałowy, powietrze rozprowadzane jest w podłodze wagonu, wyloty powietrza znajdują się pod siedzeniami. W ścianie bocznej, graniczącej z kanałem, znajdują się dwie przepustnice, umożliwiające dwustopniowe otwarcie lub odcięcie dopływu powietrza z zewnątrz. Pod przepustnicami, na podwoziu znajduje się agregat nagrzewnicy powietrza, którego najważniejsze elementy to nagrzewnica elektryczna typu 9NK o mocy 22 kW i napięciu zasilania 3000 V DC oraz wentylator z silnikiem prądu stałego 110 V DC.

Powietrze (powrotne lub powrotne wymieszane ze świeżym) zasysane jest przez wentylator, a następnie tłoczone do nagrzewnicy elektrycznej i dalej do kanałów, z których wypływa przez wyloty pod siedzeniami w przedziałach. Z przedziałów powietrze przepływa do przedsionków, z przedsionków zaś na zewnątrz przez wentryzniki dachowe.

3. ALGORYTM STEROWANIA

Na bazie prac prowadzonych w OBRPS [1], [2], [3] powstał algorytm nowoczesnego sterowania ogrzewaniem nawiewnym i wentylacją. Algorytm takiego sterowania zamieszczono poniżej w tabeli 1. W tabeli tej znajdują się algorytmy sterowania dla jazdy (powyżej podwójnej linii) i dla postoju (poniżej podwójnej linii).

Oznaczenia dla sygnałów wejściowych:

- WN wysokie napięcie,
- TZ temperatura zewnętrzna,
- TW temperatura w przedziale,
- TK temperatura w kanale,
- Duostat – urządzenie, które utrzymuje temperaturę w wybranym miejscu w funkcji temperatury zewnętrznej, może być realizowane sprzętowo lub programowo.

Oznaczenia dla sygnałów wyjściowych:

- Wentylator (SW) 0 - wyłączony, 1 - załączony.
- Nagrzewnica (SN1) 0 - wyłączona, 1 - załączona.
- Przepustnice (Prz1, Prz2) 0 - zamknięte (stan beznapięciowy), 1 - otwarte (pod napięciem).

Istotą algorytmu dla stanu jazdy jest utrzymywanie w przedziale temperatury w zakresie 19..23°C. Dla temperatury zewnętrznej mniejszej od 20°C zadanie to realizowane jest w podany poniżej sposób:

Jeżeli temperatura ta jest mniejsza od 19°C, realizowane jest rozgrzewanie (nagrzewnica jest załączona). Jeżeli temperatura znajduje się w przedziale 19..23°C, realizowane jest dogrzewanie. Polega ono na sterowaniu nagrzewnicą według funkcji duostatu.

Tabela 1

Algorytm nowoczesnego sterowania ogrzewaniem, nawiewem i wentylacją

Sygnały wejściowe								Sygnały wyjściowe				Uwagi
WN	TZ [°C]		TW [°C]			D u o - s t a t	TK [°C]	wen- ty- lato- r SW	przepust- nica Prz1,Prz2	na- grze- wnica SN1		
	20	0	10	19	23		20		1/2	1/2		
1	0	0	-	0	0	-	-	1	0	0	1	rozgrzewanie
1	0	0	-	1	0	1/0	-	1	1	0	1/0	dogrzewanie
1	0	0	-	1	1	-	1/0	1	1	0	1/0	przewietrzanie
1	0	1	-	0	0	-	-	1	0	0	1	rozgrzewanie
1	0	1	-	1	0	1/0	-	1	1	1	1/0	dogrzewanie
1	0	1	-	1	1	-	1/0	1	1	1	1/0	przewietrzanie
1	1	1	-	0	0	-	-	0	0	0	0	wyłączony
1	1	1	-	1	0	-	-	0	0	0	0	wyłączony
1	1	1	-	1	1	-	-	1	1	1	0	wentylacja
1	-	-	0	-	-	-	-	1	0	0	1	podgrzewanie
1	-	-	1	-	-	-	-	0	0	0	0	wyłączony

Funkcja duostatu została zrealizowana programowo na podstawie wykresu zamieszczonego w opracowaniu [2]. Wykres stanowi prosta o równaniu:

$$t_k = -\frac{17}{20} \cdot t_z + 45, \quad t_z \in (-20^\circ\text{C}..+20^\circ\text{C}) \quad (1)$$

gdzie: t_k - nastawa regulatora temperatury w kanale,

t_z - temperatura zewnętrzna.

Temperatura powietrza w kanale utrzymywana jest na poziomie wyznaczonym przez funkcję duostatu. Funkcja ta uzależnia wartość tej temperatury od temperatury zewnętrznej. Im niższa jest temperatura zewnętrzna, tym wyższa jest temperatura w kanale. Nagrzewnica jest załączana, gdy wartość temperatury w kanale spadnie poniżej wartości wyznaczonej przez funkcję duostatu, a wyłączana, gdy wartość temperatury w kanale przekroczy wartość wyznaczoną przez funkcję duostatu.

Jeżeli temperatura w przedziale przekracza 23°C , to realizowane jest przewietrzanie, podczas którego wartość temperatury w kanale utrzymywana jest na poziomie 20°C . W zależności od wartości temperatury zewnętrznej otwarta jest inna liczba przepustnic. Dla temperatury otoczenia przekraczającej 20°C , w zależności od temperatury wewnętrznej układ może znajdować się w stanie wyłączenia lub realizować wentylację. Istotą algorytmu dla postoju jest utrzymywanie w przedziale temperatury 10°C . W zależności od wysokości tej temperatury nagrzewnica jest odpowiednio załączana lub wyłączana.

Algorytm sterowania zawiera również podprogram sterowania przedsionkami. Dla grzania przedsionków sygnałem wejściowym analogowym będzie TP (czujnik temperatury w przedsionku). Sygnałami wejściowymi cyfrowymi będą:

110VJ - sygnał „grzanie w czasie jazdy”,

110VP - sygnał „grzanie postojowe”,

110WN - obecność WN.

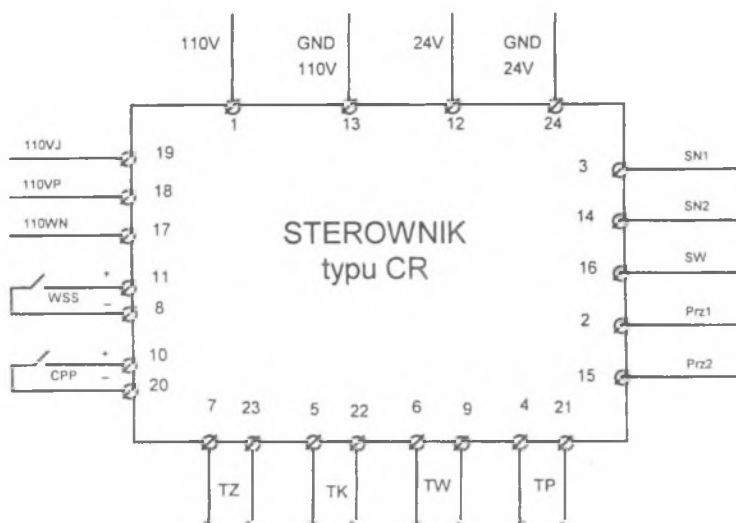
Sygnałem wyjściowym będzie SN2 (załączenie grzejników elektrycznych).

Dla stanu „grzanie w czasie jazdy” sterownik powinien utrzymywać temperaturę 17°C , a dla stanu „grzanie postojowe” temperaturę 10°C .

Program sterujący napisany został w języku assembler dla mikroprocesora 80535.

Schemat blokowy sterownika dla wagonów 5Bu realizującego ten algorytm przedstawiony jest na rys.1.

Ogólnie działanie sterownika CR-01 według algorytmu przedstawionego wyżej można w skrócie opisać następująco: Sterownik otrzymuje podstawowe informacje o czterech wartościach temperatur powietrza, tj. temperatury zewnętrznej TZ, temperatury w przedziale TW, temperatury w kanale TK oraz temperatury w przedsionku TP.



Rys.1. Schemat blokowy sterownika dla wagonów 5Bu
 Fig.1. Block diagram of the controller for the vehicles 5Bu

Dodatkowo wymagane są sygnały z nastawnika jazdy informujące o trybie grzania (grzanie postojowe lub w czasie jazdy), odpowiednio 110 VP i 110 VJ, sygnał CPP z czujnika przepływu powietrza umieszczonego w kanale, sygnał WSS z wyłącznika silnika wentylatora oraz sygnał 110 WN niosący informacje o obecności wysokiego napięcia 3000 V. Aby realizować sterowanie nagrzewaniem i wentylacją, sterownik wytwarza sygnał SN1 załączający i wyłączający nagrzewnicę, sygnał SW załączający i wyłączający silnik elektryczny, sygnały Prz1 i Prz2 otwierające i zamykające przepustnice oraz sygnał SN2 załączający i wyłączający grzejniki elektryczne w przedziałach. Sterownik zasilany jest z napięcia +24 V. Oprócz tego doprowadzone powinno być do niego napięcie 110 V do sterowania układów wyjściowych. Do układu doprowadzona też będzie masa zasilania dla napięcia +24 V i masa zasilania dla napięcia 110 V.

4. BUDOWA UKŁADU STEROWANIA

Sterownik zbudowany jest z 2 płytek drukowanych umieszczonych w gotowej obudowie typu OU1 03 produkcji firmy „POLON” z Zielonej Góry. Jedna płytka zawiera moduł z mikroprocesorem 80535 posiadającym przetwornik A/C (tj. minimoduł MM-535 firmy WG ELECTRONIC) oraz układy wejściowe analogowe i cyfrowe. Do układu wejść analogowych podłączone są sygnały wejściowe z przetworników temperatury (4..20 mA). Układ zapewnia przetworzenie sygnałów prądowych na napięciowe i filtrację zakłóceń. Do układu wejść cy-

frowych podłączone są sygnały wejściowe dwustanowe: trzy sygnały na poziomie 24 V DC i dwa sygnały na poziomie 110V DC.

Druga płytką zawiera układy wyjściowe przetwarzające sygnał sterujący 5 V na poziom 110 V DC. Układ zawiera pięć takich torów.

Sygnały wejściowe, wyjściowe i zasilające układu sterowania oraz czujników i styków pomocniczych doprowadzone są na dwa gniazda Wsz-11 (G1 i G2). Gniazda te umieszczone są na czołowej płycie obudowy sterownika.

5. PODSUMOWANIE

Sterownik CR został wykonany w OBRPS i działa w warunkach laboratoryjnych. Został przetestowany na symulatorze, specjalnie wykonanym do tego celu. Symulator taki składa się z części wejściowej i części wyjściowej. Część wejściowa składa się z pięciu przełączników dwupozycyjnych umożliwiających podawanie na wejścia cyfrowe sterownika dwóch napięć 24 V DC i trzech napięć 110 V DC oraz z czterech potencjometrów symulujących przetworniki temperatury, umożliwiających podanie na wejścia analogowe sterowników prądów z zakresu 4...20 mA. Część wyjściowa składa się z pięciu przekaźników R15 zastępujących urządzenia sterowane przez sterownik oraz diod świecących sterowanych poprzez styki pomocnicze przekaźników, informujących o ich stanie.

Badanie układu sterownika polegało na zadaniu wszystkich kombinacji sygnałów wejściowych i porównania sygnałów wyjściowych, czyli odpowiedzi układu z przewidywanymi stanami.

Sterownik został wykonany tak, by spełniał normy kolejowe:

PN-83/E-06122. „Pojazdy trakcyjne. Wyposażenie elektroniczne. Przepisy ogólne”.

PN-92/E-08106. „Stopnie ochrony zapewniane przez obudowy.(Kod IP)”

PN-69/E-06120. „Pojazdy trakcyjne. Aparaty elektryczne prądu stałego. Ogólne wymagania i badania”.

LITERATURA

1. Opracowanie projektu wstępnego układu elektrycznego, układu sterowania i automatyki typ AWN dla dwukanałowego ogrzewania nawiewnego typu AN w kolejowych wagonach osobowych. Praca zbiorowa. Opracowanie Instytutu Elektrotechniki, 1974.
2. Oleszek Z., Perek T.: Określenie najnowszych tendencji ówiatowych w zakresie ogrzewania i wentylacji EZT i wybór koncepcji dla 12WE. Opracowanie OBRPS Poznań. 12WE 001001-1, 1992.
3. Oleszek Z., Perek T.: Ogrzewanie i wentylacja wagonów elektrycznego zespołu trakcyjnego 5Bu/6Bu. Opracowanie OBRPS Poznań, 5Bu 001002-1, 1996.

4. Bama G., Stypka M.: Założenia techniczne i projekt techniczny układu sterowania ogrzewaniem i wentylacją typu CR dla modernizowanego e.z.t. EN57 z nagrzewnicą typu 9NK. Opracowanie OBRPS Poznań, OR-7944, 1997.

Recenzent: Dr hab.inż. Janusz Dyduch
Prof. Politechniki Śląskiej

Abstract

This paper presents a microprocessor based controller for heating and ventilation for the modernized e.m.u. EN57. The main part of the controller is a module containing a 80535 microcontroller featuring an A/D converter and analog and digital inputs. The controller, using nine input signals – four analog and five binary ones – generates five binary output signals (110 VDC), which control heating and ventilation devices of the e.m.u., according to the algorithm implemented. A controlling program is written in assembler language. All the input, output and supply signals are connected to two sockets (of Wsz-11 type), located on the front panel of the controller housing. The microprocessor controller is one of the elements of the heating and ventilation system, which contains also two controlled throttles, an air heater and a fan.