

Andrzej **BRATEK**

## **SYSTEM TACHOGRAFU NADZORUJĄCY URZĄDZENIA KONTROLNO-POMIAROWE W POJEŹDZIE SZYNOWYM**

**Streszczenie.** Pojazdy szynowe powszechnie wyposażane są w tachografy, których zadaniem jest prowadzenie nadzoru i rejestracji sygnałów sterujących i pomiarowych, decydujących o bezpieczeństwie jazdy. Urządzenia kontrolno-pomiarowe rozłożone są wzdłuż całego pojazdu, czasem o znacznej długości. Naturalnym podejściem do objęcia nadzoru nad tego rodzaju obiektem jest posłużenie się magistralą CAN. W artykule przedstawiono rozwiązanie tachografu, przeznaczone dla pojazdów szynowych, którego architekturę oparto o szynę CAN. Uwagę skupiono na sposobie wymiany danych w systemie, porównano również cechy funkcjonalne urządzenia z dotychczasową konstrukcją.

**Słowa kluczowe:** tachografy, rozproszone systemy automatyki, magistrala CAN.

### **1. WSTĘP**

Podstawowym zadaniem tachografów jest rejestracja parametrów ruchu, tj. prędkości i pokonywanej drogi, odniesionych do osi czasu. Tachografy stosowane obecnie w pojazdach szynowych rejestrują również inne parametry, mające istotne znaczenie dla bezpieczeństwa jazdy. Do obszaru prowadzonego nadzoru włączane są dwustanowe sygnały, które pozwalają określić zachowanie maszynisty w wybranych sytuacjach podczas kierowania, oraz sygnały analogowe i dwustanowe pochodzące z układów sterowania pojazdem. Dołączane sygnały przekazują informację o pracy urządzeń i mechanizmów, które zabudowane są w różnych miejscach pojazdu, niejednokrotnie w znacznym oddaleniu od siebie, dochodzącym do kilkudziesięciu metrów. Ponadto urządzenia te udostępniają coraz szerszą informację o bieżącym stanie kontrolowanych sygnałów. Obserwuje się przekształcanie tachografów z prostych rejestratorów w specjalizowane systemy zbierania i przetwarzania danych z rozbudowanym interfejsem HMI, zapewniającym pełniejszy wgląd w przebieg funkcjonowania pojazdu przez wizualizację wybranych parametrów.

### **2. FUNKCJONALNE WŁASNOŚCI SYSTEMU**

#### **2.1. Dotychczasowe rozwiązanie tachografu**

Opracowany w Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów, produkowany obecnie tachograf jest konstrukcją zwartą, o ograniczonych możliwościach funkcjonalnych [1]. Do jednostki centralnej doprowadzony jest sygnał z przetwornika drogi w postaci impulsów, o częstotliwości proporcjonalnej do prędkości poruszania się. Ponadto doprowadzony jest zestaw sygnałów dwustanowych, informujący o aktualnym stanie ośmiu parametrów urządzeń zainstalowanych w pojeździe. Wybór dołączanych sygnałów może zależeć od konkretnego rozwiązania aplikacyjnego, niemniej typowym podejściem jest objęcie nadzorem działania układu hamulców, układu SHP (samoczynnego hamowania pociągu) i układu czuwaka, który okresowo wymusza świadomą reakcję od załogi prowadzącej pojazd.

Do zadań oprogramowania aplikacyjnego urządzenia należy prowadzenie kontroli czasu astronomicznego oraz wyliczanie bieżącej prędkości i pokonywanej przez pojazd drogi. Przyjęto 8-bitową formę przetwarzania a/c, co zapewnia wyznaczenie prędkości z błędem mniejszym niż 0,5% zakresu pomiarowego. Jej wartość, w formie sygnału wyjściowego, wyprowadzana jest na wskaźnik, umieszczony na pulpicie maszynisty.

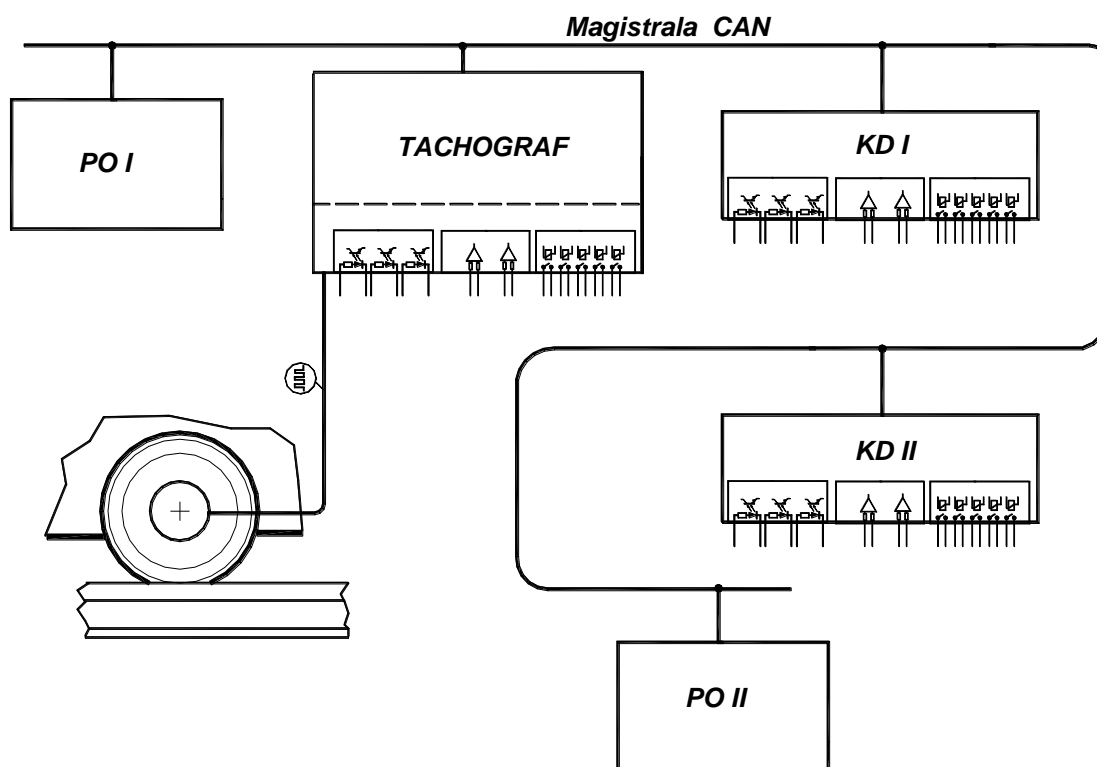
Istotnym elementem urządzenia jest zespół EKP (elektroniczna pamięć pojazdu), którego zadaniem jest rejestracja przebiegu jazdy. W układzie tym co 1 sekundę zapisywane są aktualne parametry, tj. wartości prędkości i przebytej drogi oraz stan kontrolowanych sygnałów dwustanowych. Wielkości te sygnowane są znacznikiem czasu.

## 2.1. Rozproszony system kontroli i rejestracji parametrów pojazdu

W ostatnim okresie podjęto prace nad ulepszeniem istniejącego rozwiązania tachografu, podążając za kierunkiem koncepcji rozwoju urządzenia, przedstawionym w [2]. Skoncentrowano się na osiągnięciu znacznego zwiększenia liczby kontrolowanych parametrów, przy zapewnieniu wysokiej niezawodności. Zadbano również o powiększenie ilości informacji o obiekcie, przekazywanej operatorowi.

Wśród parametrów, które powinny być dodatkowo objęte nadzorem, znajdują się analogowe sygnały ciśnienia w układzie hamulców, temperatura silników, ilość paliwa, pobór prądu, stan naładowania akumulatorów, sygnalizacja otwarcia drzwi.

Przedstawiane rozwiązanie jest rozproszonym systemem zbierania, przetwarzania i rejestracji danych pomiarowych. Jego architekturę oparto o wykorzystanie sieci CAN w procesie akwizycji parametrów pojazdu i ich wizualizacji, jak pokazuje to rysunek nr 1.



**Rys.1. Architektura systemu tachografu**

Oznaczenia: KD – koncentrator sygnałów a/c, PO – panel operatorski

Podstawowym węzłem sieci jest tachograf. Zachowano dotychczasową jego funkcjonalność, obok określania bieżącej prędkości i wyliczania przebytej drogi, nadal ma zdolność do lokalnej obsługi kilku sygnałów dwustanowych. W jednostce centralnej prowadzona jest też rejestracja parametrów pojazdu, przy czym jej zakres został rozszerzony o parametry, których akwizycja przebiega w węzłach oddalonych.

Pozostałymi węzłami są dwa koncentratory danych, mające swe źródło w analogowo-cyfrowych sygnałach urządzeń instalowanych w pojeździe, oraz dwa terminale operatorskie maszynisty, sytuowane na jego przeciwległych końcach. Przewidziano również możliwość dołączenia do sieci urządzenia, przeznaczonego do diagnostyki systemu.

Parametry pojazdu odczytywane są cyklicznie z czujników przez koncentratory danych, a dalej przekazywane są do tachografu. Tam podlegają przetwarzaniu i rejestracji. Koncentratory umożliwiają włączenie do systemu 4 dodatkowych sygnałów analogowych i 24 sygnałów dwustanowych.

Terminale operatorskie funkcjonują w systemie na równych prawach, niezależnie od siebie. Mogą być używane wymiennie, zależnie od kierunku jazdy. Przy ich pomocy dokonywane jest logowanie w systemie przez załogę pojazdu, z czym wiąże się przejęcie (rejestrowane) odpowiedzialności za pojazd, oraz wprowadzanie do systemu parametrów konfiguracyjnych. Na ekranach terminali prowadzona jest wizualizacja stanu kontrolowanych urządzeń podczas jazdy. Źródłem wyświetlanej informacji jest tu tachograf, który pośredniczy w wymianie danych z podsystemami oddalonymi.

### 3. PRZEPLYW DANYCH W SYSTEMIE

Urządzenia systemu połączone są magistralą CAN, zaś do transmisji danych wykorzystywany jest protokół w wersji CAN 2.0 A.

W aplikacjach użytkowych zaimplementowano obsługę wymiany danych w sieci z poziomu CAN Layer2, przy czym starano się osiągnąć możliwość współpracy z urządzeniami funkcjonującymi w ramach standardu CANopen. Stąd przyjęcie określonej adresacji urządzeń, narzucenie zestawu przesyłanych wiadomości i mechanizmu ich wyzwalania, jak również nazewnictwo spotykane w CANopen przy opisie komunikacji [3].

W tabeli nr 1 przedstawiono adresy sieci CAN i bazowe identyfikatory ID wiadomości, jakie są przydzielone poszczególnym urządzeniom. Do wymiany danych użyto przesyłek PDO i SYNC. PDO przeznaczona jest do transferu danych pomiędzy urządzeniami. Komendy SYNC, rozsyłane do wszystkich urządzeń, zapewniają synchronizację czasową urządzeń i porządkują przepływ danych w sieci.

Tablica.1. Zestawienie urządzeń sieciowych z przydzielonymi bazowymi identyfikatorami przesyłek CAN

Urządzenie	Węzeł CanOpen	COB-ID
Tachograf	0x01	0x181
Koncentrator 1	0x20	0x1A0
Koncentrator 2	0x30	0x1B0
Terminal 1	0x40	0x1C0
Terminal 2	0x50	0x220

Dla poszczególnych urządzeń przyjęto następujący model wymiany danych:

- *koncentrator 1* – jest źródłem informacji o 16 sygnałach dwustanowych;
- *koncentrator 2* – jest źródłem informacji o 8 sygnałach dwustanowych i 4 sygnałach analogowych;
- *tachograf* – jest źródłem informacji o 8 sygnałach dwustanowych i 2 sygnałach analogowych; odbiera przesyłki stanu procesu od koncentratorów sygnałów i przechowuje obraz procesu; w odniesieniu do terminali operatorskich stanowi źródło informacji o procesie
- *terminal 1(terminal2)* – jest źródłem informacji o parametrach konfiguracyjnych wprowadzanych przez operatora (4 - 8 bajtowe); otrzymuje informacje o procesie od tachografu

Węzeł sieci	Typ wiadomości	Tryb obsługi	ID wiadomości	Liczba bajtów	Wyzwalanie	Urządzenie źródłowe
Koncentrator 1 (N 0x20)	PDO1	TxD	0x1A0	2	SYNC	
Koncentrator 2 (N 0x30)	PDO1	TxD	0x1B0	5	SYNC	
Terminal 1 (N 0x40)	PDO1	RxD	0x1D0	8		TACHO
	PDO1	TxD	0x1C0	4	SYNC	
	PDO2	TxD	0x2C0	6	SYNC	
Tachograf (N 0x01)	PDO1	TxD	0x181	8	600 ms	
	PDO1	RxD	0x1A0	2		KD I
	PDO1	RxD	0x1B0	5		KD II
	PDO2	RxD	0x2C0	6		PO I
	PDO1	RxD	0x1C0	4		PO I
	SYNC	TxD	0x080	0	200 ms	

**Rys. 2. Wyciąg ze słownika obiektów wymiany danych, przedstawiający zestawienie wiadomości obsługiwanych w poszczególnych węzłach sieci**

W przyjętym schemacie nakładają się na siebie dwa obiegi rozprowadzania wiadomości po sieci, z wytyczonymi funkcjami producenta i konsumenta przesyłek, o odmiennym przeznaczeniu transmitowanych danych i sposobie ich wykorzystania.

W ramach pierwszego z nich prowadzona jest w tachografie akwizycja stanu procesu. Tachograf cyklicznie (co 200 ms) wysyła komendy synchronizujące SYNC, nasłuchiwane przez wszystkie urządzenia sieci. W odpowiedzi koncentratory sygnałów pomiarowych wysyłają wiadomości PDO, przekazując bieżący stan dołączonych wejść analogowych i cyfrowych. Terminale normalnie nie mają nic do przekazania, jedynie po zmianie

parametrów konfiguracyjnych, inicjowanej przez operatora, odpowiadają stosowną wiadomością PDO.

Drugi strumień komunikacyjny służy do prowadzenia wizualizacji procesu na ekranach paneli operatorskich. Tachograf jest tu producentem wiadomości ze stanem procesu, zaś terminale ich konsumentem. Odświeżanie na ekranie informacji dla operatora nie jest krytyczne czasowo, dla cyklu transmisji przyjęto okres 600 ms.

#### **4. PODSUMOWANIE**

Stosowane w pojazdach szynowych tachografy ewoluują w kierunku rozbudowanych systemów rejestracji. Celem podniesienia bezpieczeństwa jazdy, zwiększeniu ulega zestaw kontrolowanych parametrów, jak i obszar gromadzenia danych, wychodząc poza sferę związaną jedynie z ruchem.

Przedstawione rozwiązanie jest tego przykładem. Oparte o magistralę CAN, tworzy rozproszony system rejestracji i monitorowania parametrów pojazdu. Obsługuje 32 parametry cyfrowe i 6 parametrów analogowych, znacznie rozszerzając dotychczasowe możliwości nadzoru pojazdu. Poza zwiększeniem liczby sygnałów, dostarcza maszyniście rozwiniętej informacji o obiekcie za pomocą wbudowanego w system interfejsu HMI, niezależnego od kierunku jazdy.

Zastosowanie szyny CAN zapewnia elastyczne podejście przy integracji systemu i optymalne rozmieszczenie w pojeździe jego elementów. Przyjęty zaś sposób wymiany danych umożliwia współpracę ze sobą urządzeń CAN i urządzeń wyposażonych w warstwę aplikacyjną CANopen.

#### **5. LITERATURA**

- [1] BORUCKI B., GOSKA J., NIEWIATOWSKI J.: Tachograf elektroniczny T-130P, *Pomiary Automatyka i Robotyka* 2005/9, str. 6.
- [2] BORUCKI B., GOSKA J., STAŃDO P.: Zastosowanie sieci CAN w pojazdach szynowych na przykładzie tachografu o rozproszonej budowie modułowej, *Szybkobieżne pojazdy gąsiennicowe*, Gliwice 2007/2, str. 85-90.
- [3] Materiały CANopen CiA <http://www.can-cia.org>, 2010.

## **TACHOGRAPH SYSTEM FOR RAILWAY VEHICLES TO SUPERVISE CONTROL AND MEASURING DEVICES**

**Abstract:** Rail-mounted vehicles are commonly equipped with tachographs, whose task is to supervise and register control signals, what has a great impact on improvement of railway traffic safety. Measuring and control equipment is dispersed along the whole vehicle and its assemblies may even be located at a significant distance from each other. A common approach to such an object inspection is to implement a CAN-bus. This article presents the implementation of a tachograph system for railway vehicles with architecture based on the CAN-bus. The paper mainly concentrates on the way of data exchange on the system and comparison of the system's functional features with the previous solution ones.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Tadeusz SKUBIS – Politechnika Śląska, Gliwice