

mgr inż. Jerzy Jura
mgr inż. Jacek Barcik
Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Urządzeń Mechanicznych
OBRUM-Gliwice

ZASTOSOWANIE MAGISTRALI CAN W UKŁADADZIE POMIARU ILOŚCI PALIWA W POJAZDACH

Artykuł przedstawia opracowany w OBRUM - Gliwice system do pomiaru ilości paliwa w zbiornikach pracujący we współpracy z cyfrową magistralą CAN i protokołem CANopen. System ten został zaprojektowany od podstaw i stanowi kolejny krok w zakresie cyfrowego przetwarzania danych pomiarowych w pojazdach wojskowych jak również ciężkim sprzęcie budowlanym.

USING CAN BUS IN FUEL QUANTITY MEASURING SYSTEM IN VEHICLES

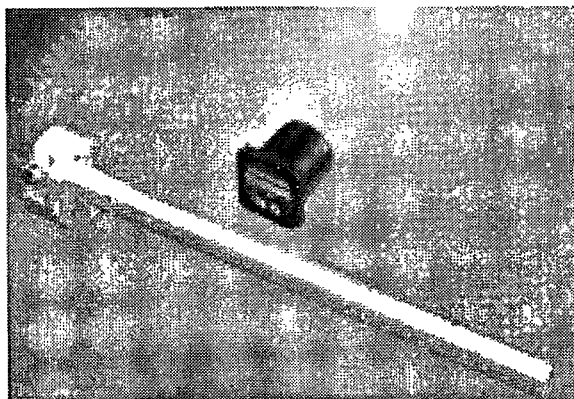
Paper presents fuel quantity measuring system for fuel tanks developed in OBRUM – Gliwice. System operates under CAN digital bus and CANopen protocol. System was developed from basics and it is next step in digital processing measuring data in military vehicles as well as in heavy vehicles.

1. WSTĘP

Rozwój cyfrowych magistral jest bardzo szybki a magistrale wkraczają do coraz to nowych dziedzin. Pojazdy wojskowe były są i będą nośnikami nowych technologii i co za tym idzie miejscem gdzie istnieje możliwość sprawdzania nowych rozwiązań w bardzo ciężkich warunkach pracy. Znajomość ilości paliwa jest niezbędnym elementem wiedzy logistyków wojskowych jak i zwykłych użytkowników dróg. Paliwo jest niezbędnym elementem, bez którego pojazd spalinowy nie będzie funkcjonował. Urządzenia pomiarowe mierzące ilość paliwa w zbiornikach powinny być włączone do magistrali cyfrowej pojazdu i informować o stanie paliwa nie tylko kierowcę, ale przez zdalne łącza logistyków wojskowych czy dużych firm przewozowych. Przesłanie informacji o stanie paliwa pozwala na przetwarzanie jej i wykorzystywaniu do innych celów.

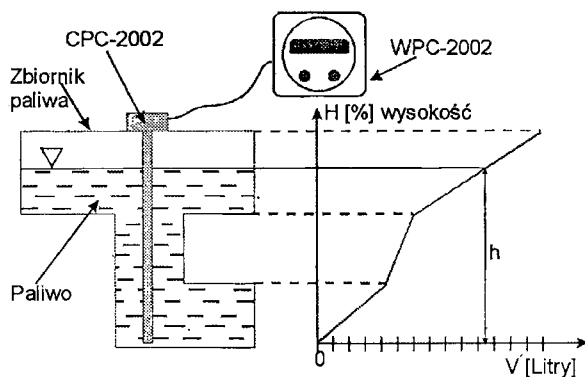
Ośrodek badawczo rozwojowy w 2001 roku podjął się opracowania uniwersalnego interfejsu współpracującego z magistralą cyfrową CAN i protokołem CANopen. Interfejs ten został wykorzystany do opracowania przetwornika mierzącego poziom paliwa w zbiorniku. Do wykorzystania w pojazdach nieposiadających magistrali CAN opracowano wskaźnik przeznaczony do wizualizacji pomiarów. W efekcie powstał

kompletny zestaw pomiarowy składający się z przetwornik poziomu paliwa w zbiorniku, który zamienia poziom paliwa na objętość oraz z wskaźnik wyposażonego w wyświetlacz alfanumeryczny.



Rys.1. Zestaw do pomiaru ilości paliwa w zbiornikach

2. PRZETWORNIK POZIOMU PALIWA



Rys.2 Charakterystyka $V=f(h)$

Opracowany w OBRUM – Gliwice przetwornik poziomu paliwa w zbiorniku dzięki zastosowaniu techniki przetwarzania cyfrowego pozwolił uniknąć wad przetworników wykorzystujących układy analogowe. Dzięki cyfrowemu przetwarzaniu danych, można było uwzględnić kompensację temperaturową wskaźnika przetwornika, oraz mieć otwartą drogę do ewentualnych zmian w zakresie przygotowania i wysyłania danych z przetwornika. Dodatkowo możliwe było uniezależnienie się od kształtu zbiornika. Opracowana konstrukcja jest bardzo wytrzymała i nie posiada ruchomych mechanicznych elementów, dzięki czemu jest wysoce niezawodna.

Przetwornik poziomu pozwala na zaprogramowanie charakterystyki zbiornika (rys 2) do 100 punktów pomiarowych, co pozwala na zamodelowanie funkcji przejścia $V=f(h)$

(poziom - objętość) zależną od kształtu zbiornika. Dodatkowo możliwe jest zaprogramowanie poziomu rezerwy, przy którym zostanie wysłana informacja o zaistnieniu takiej sytuacji. Poziom ten określany jest w [%] pełnej skali pomiarowej. Po osiągnięciu stanu rezerwy, przetwornik sygnalizuje to wysłaniem komunikatu PDO. Urządzenie odbiorcze nie musi na bieżąco kontrolować i przeliczać ilości paliwa. Przetwarzanie cyfrowe (oprogramowanie) daje duże możliwości pod względem interpretacji wyniku i tak praktycznie nie ma ograniczeń, w jakiej formie prezentowane będą wyniki czy będzie to w litrach, metrach sześciennych czy galonach. Informacja o ilości paliwa w zbiorniku (zanurzenie sondy) po przetworzeniu wysyłana jest na magistralę w postaci komunikatu o unikatowym numerze identyfikacyjnym. Jednym z nieporządnych zjawisk był wpływ zmian temperatury pracy w zakresie od -40°C do $+55^{\circ}\text{C}$ na urządzenia elektroniczne, które odpowiadały za sam pomiar. W celu kompensacji wpływu temperatury otoczenia na pomiar została określona charakterystyka wskazania (jednego stałego poziomu nie zmiennego w czasie i w temperaturze) w funkcji temperatury. W tym celu przetworniki zostały umieszczone w komorze klimatycznej gdzie zmieniano temperaturę i utrzymywano stały poziom paliwa. Wyznaczona tą metodą funkcja korekcji wpływu temperatury została wprowadzona do oprogramowania przetwornika. Wyposażenie przetwornika poziomu paliwa jak i wskaźnika w funkcję umożliwiającą programowanie pamięci flash (programu) pozwala na łatwą wymianę oprogramowania. W praktyce dysponując komputerem z podłączeniem do magistrali CAN możemy przesłać nowe ulepszone lub zmodyfikowane oprogramowanie *ang. update*. Rozwiązanie opierające się o programowalny mikroprocesor pozwoliło na umieszczenie elementów diagnostyki samego urządzenia w kodzie oprogramowania a na życzenie użytkownika mogą być dokonywane zmiany pod konkretną aplikację, obecnie obsługuje protokół CANopen. Wprowadzenie obsługi innego protokołu niż CANopen jest kwestią wymiany oprogramowania *ang. firmware*. To z kolei dodatkowo wpływa na komfort pracy i elastyczność urządzenia pod kątem programowania systemów, w których może zostać użyty.

Do poprawnej pracy przetwornika niezbędne jest wprowadzenie charakterystyki $V=f(h)$ (poziom - objętość) zależnej od kształtu zbiornika. Proces ten nazywany wzorcowaniem przeprowadza się tylko raz dla danego typu zbiornika. Proces wzorcowania dla przetwornika poziomu przeprowadza się według następujących kroków:

1. Wybrać tryb pracy przetwornika CPC-2002 korzystając z oprogramowania firmy Vector (ProCANopen) lub dedykowanego oprogramowania konfiguracyjnego, wpisując do rejestru 0x2102 wartość 0x11.
2. Określić wartość w litrach jaką będzie przeprowadzane wzorcowanie wpisując tą wartość do rejestru 2011 subindex 0x02.
3. Każdorazowo wlewając w/w ilość paliwa, odczytać wskazanie przetwornika na wyświetlaczu WPC-2002 lub innym urządzeniu / oprogramowaniu.
4. Po zapełnieniu zbiornika, wpisać do rejestru 0x2011 subindex 0x01 liczbę punktów wzorcowania.
5. Kolejno od rejestru 0x2011 subindex 0x03 wpisać wartość z uzyskanych pomiarów
6. Wpisać do rejestru 0x2102 wartość 0x31 (dla litrów) lub 0x21 (dla wskazania procentowego)
7. Wpisać do rejestru 0x1010 subindex 0x01 wartość 0x65766173.
8. Wyłączyć zasilanie do przetwornika CPC-2002 lub wysłać komunikat RESET ALL NODES na magistralę CAN.

Przykład wzorcowania:

Wpis 0x11 do rejestru 0x2102 // przełączenie trybu pracy

Wpis 0x01 do rejestru 0x2011 subindex 0x02 // wzorcowanie co 1 litr

Tabela przeprowadzonego wzorcowania

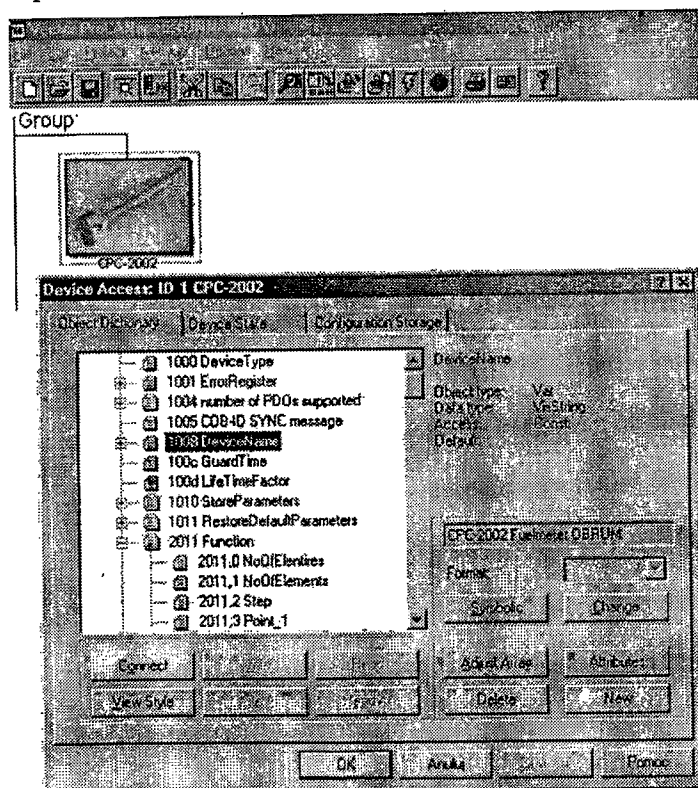
L.p.	Wskazanie przetwornika CPC-2002	Wpis do rejestru	
		Rejestr	Wartość
1	6200	0x2011 subindex 0x03	6200
2	6800	0x2011 subindex 0x04	6800
3	7000	0x2011 subindex 0x05	7000
4	7400	0x2011 subindex 0x06	7400
5	9000	0x2011 subindex 0x07	9000

Wpis 0x05 do rejestru 0x2011 subindex 0x01 - wpisanie liczby punktów wzorcowania

Wpis 0x01 do rejestru 0x2011 subindex 0x02 - wzorcowanie co 1 litr

Wpis 0x0x65766173 do rejestru 0x1010 subindex 0x01 - przełączenie trybu pracy

Wyłączyć a następnie włączyć zasilanie dla przetwornika CPC-2002 lub wysłać komunikat RESET ALL NODES na magistralę CAN. Przykład okna z programu ProCANopen przedstawiona na Rys 3.



Rys. 3. Okno programu ProCANopen w trakcie konfiguracji urządzenia

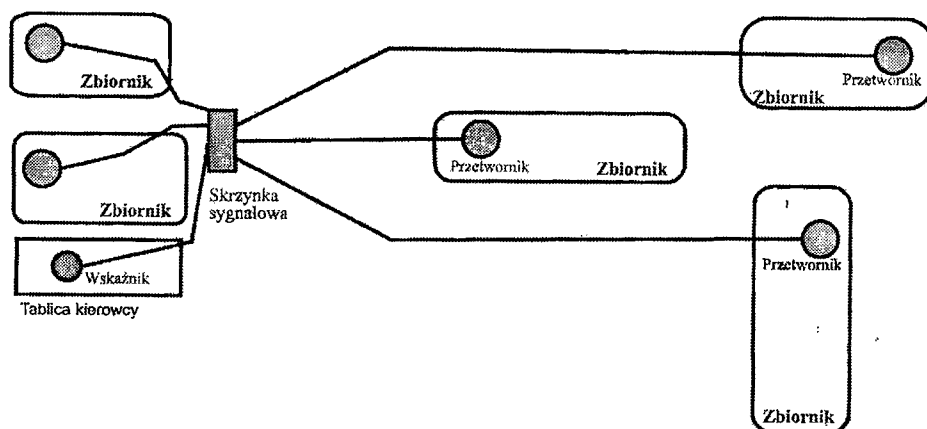
3. WSKAŹNIK Z WYŚWIETLACZEM

Ponieważ przetworniki wykorzystujące magistralę CAN nie są powszechnie stosowane, przetwornik poziomu paliwa został uzupełniony o wskaźnik co stanowi uproszczony system pomiarowy.

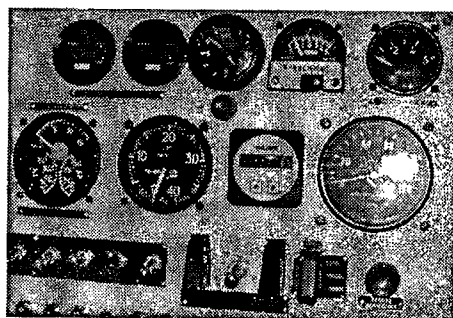
Przetwornik wraz ze wskaźnikiem stanowią samodzielny system wykorzystujący komunikację po magistrali CAN z protokołem CANopen [1]..[10](rys. 1).

Przetwornik może również współpracować z dowolnym urządzeniem typu master lub slave pracującym z wykorzystaniem protokołu CANopen [2].

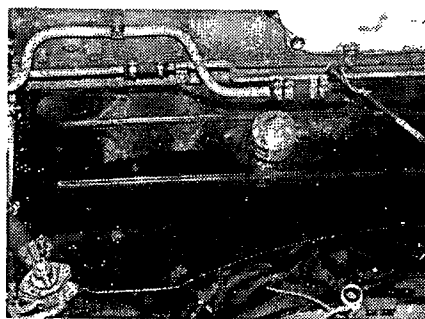
Do wskaźnika możliwe jest podłączenie do 6 przetworników poziomu paliwa. Pozwala to na pomiar ilości paliwa w pojazdach posiadających więcej niż jeden zbiornik. Instalacja próbna składająca się z 5 przetworników poziomu i jednego wyświetlacza została zamontowana w jednym z wyrobów opartym o podwozie czołgu T-72. W tego typu pojazdach zbiorniki paliwa często wypełniają różnego rodzaju wolne przestrzenie i nisze, co powoduje, że ich kształt jest bardzo nieregularny. Uproszczony schemat systemu w w/w pojeździe przedstawia rys.4 oraz zdjęcia 1,2



Rys.4. Uproszczony poglądowy schemat systemu do pomiaru ilości paliwa



Zdjęcie 1 Wskaźnik poziomu na pulpicie kierowcy



Zdjęcie 2 Przetwornik poziomu paliwa w zbiorniku

Ilość paliwa znajdującego się w danym zbiorniku wyświetlana jest na wskaźniku WPC-2002. Ilość paliwa znajdująca się we wszystkich zbiornikach przeliczana jest na bieżąco i sumowana w wskaźniku. Wskazania objętości paliwa pojedynczych zbiorników lub ich sumy, przełączane są przy pomocy przycisku.

4. PODSUMOWANIE

W trakcie realizacji projektu systemu pomiaru ilości paliwa położony został nacisk na prostotę programowania charakterystyki. Przetwornik umożliwia zaprogramowanie do 100 punktów charakterystyki, i zapisania ich w pamięci EEPROM przetwornika. W najbliższym czasie powstanie w OBRUM oprogramowanie wraz z interfejsem sprzętowym do PC, które umożliwi łatwe programowanie charakterystyki $V=f(h)$ (poziom - objętość), przez użytkownika.

System pomiarowy wykorzystując nowoczesne rozwiązania, znajdzie zastosowanie w maszynach i pojazdach pracujących w trudnych warunkach, gdzie informacja o zużyciu paliwa stanowi o bezpieczeństwie obsługi. Rozważane jest również zastosowanie przetwornika w systemach zdalnego nadzoru ciężarówek dużych firm przewozowych.

5. LITERATURA

- [1] CiA: CAN – A serial bus system not just for vehicles.
- [2] ROBERT BOSCH GmbH: CAN Specification Version 2.0. 1991
- [3] CiA: Draft Standard DSP-301
- [4] CiA: Draft Standard Proposal DSP-302
- [5] CiA: Draft Standard Proposal DSP-402
- [6] CiA: Draft Standard Proposal DSP-404
- [7] CiA: Draft Standard Proposal DSP-406
- [8] CiA: CAN Basic Knowledge CAN polska 9th May 2002 Lublin
- [9] TWK : Electro-Optical Absolute Encoders 07/99
- [10] CiA: www.can-cia.org
- [11] Biuletyn Naukowo-Techniczny nr 1, 2001 „Możliwość wykorzystania w pojazdach specjalnych podzespołów z magistralą CANbus” Jerzy Jura.
- [12] Biuletyn Naukowo Techniczny nr 1, 2002 „Konstrukcja układów sterowania pojazdów inżynierskich opartych o integralne zespoły połączone cyfrową danymi” Jerzy Jura, Robert Hałek.
- [13] Rozwój sprzętu inżynierskiego w aspekcie standardów NATO, Kudowa Zdrój 23-25 kwietnia 2001: „Modułowa konstrukcja układów sterowania pojazdów inżynierskich opartych o integralne zespoły połączone cyfrową magistralą danymi” Jerzy Jura, Robert Hałek.