

Sebastian **CHWIEDORUK**

MAGISTRALA CAN W WYROBACH I SYSTEMACH DIAGNOSTYCZNO-POMIAROWYCH OBRUM GLIWICE

Streszczenie: Artykuł stanowi przegląd projektów opracowanych w OBRUM-Gliwice, opartych o magistralę CAN. Dotyczy zarówno sieci czujnikowania i sterowania pojazdów, jak również projektów urządzeń diagnostyczno-pomiarowych, z interfejsem CAN. Celem artykułu jest przedstawienie możliwości otwartej architektury systemów magistrali CAN, w oparciu o zrealizowane projekty. Opisano również stosowaną w OBRUM metodykę projektowania urządzeń diagnostyczno-pomiarowych w oparciu o jednolity interfejs CAN.

1. WSTĘP

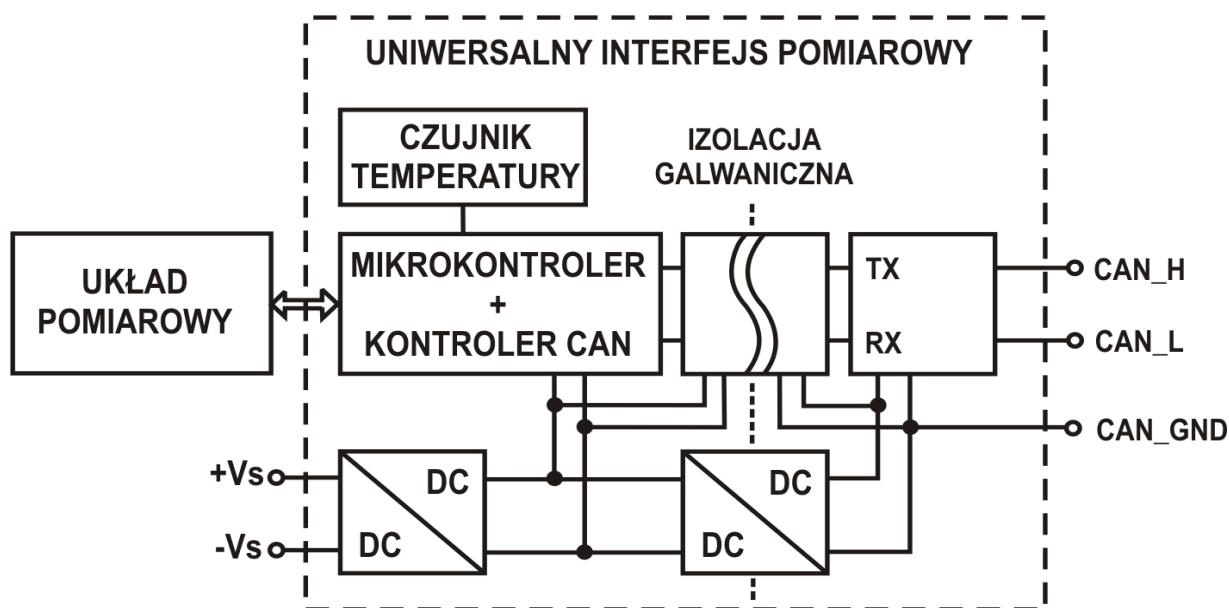
W OBRUM magistralę CAN z protokołem CANopen po raz pierwszy zastosowano w 2001 roku na wyrobie MID (Maszyna Inżynieryjno-Drogowa). Pozytywne wyniki działania sieci, uzyskane doświadczenia oraz zgromadzone narzędzia pozwoliły na realizowanie własnych projektów urządzeń z interfejsem CAN. Jako pierwszy został opracowany przetwornik poziomu CPC-2002 oraz współpracujący z nim wskaźnik ilości paliwa WPC-2002. Do chwili obecnej zrealizowano kilka układów pomiarowych z interfejsem CAN, część z nich wdrożono do produkcji jako elementy większych systemów czy wyrobów.

Praktycznie w każdym nowym lub zmodernizowanym wyrobie OBRUM, system sterowania oparty jest na magistrali CAN.

2. UNIWERSALNY INTERFEJS POMIAROWY

Przyjęte rozwiązanie układu mikroprocesorowego wraz z interfejsem CAN stanowi podstawę uniwersalnego interfejsu sprzętowego, jak i programowego, na bazie, którego mogą być budowane inne urządzenia z interfejsem CAN, przy stosunkowo niewielkim nakładzie pracy projektowej. W przypadku projektowania nowego urządzenia, opracowania wymaga interfejs pomiarowy, układy peryferyjne oraz oprogramowanie odpowiadające za odbiór lub przetwarzanie danych. Oprogramowanie odpowiadające za protokół transmisji jest wykorzystywane z modyfikacjami, polegającymi w głównej mierze na dostosowaniu listy rejestrów do konkretnego urządzenia (zgodnej z normami, jeśli takie dla danego urządzenia istnieją). Modyfikacji podlega także plik EDS.

Urządzenia wyposażono w izolowany galwanicznie interfejs w standardzie magistrali cyfrowej CAN zgodnej z normą ISO11898-2 (*High-Speed*). Komunikację oparto na protokole CANopen. Poprzez magistralę możliwa jest kalibracja, wprowadzanie parametrów pracy, oraz komunikacja z systemem nadrzędnym (np. sterownik PLC, wyświetlacz). Na rys. 1 przedstawiono schemat blokowy uniwersalnego interfejsu pomiarowego.



Rys. 1. Schemat blokowy uniwersalnego interfejsu pomiarowego

Dotychczas opracowano i wykonano następujące projekty:

Przetwornik poziomu CPC-2002

Przeznaczony jest do pomiaru poziomu i objętości cieczy ropopochodnych w zbiornikach.

W OBRUM stosowany jest do pomiaru ilości paliwa (oleju napędowego) w zbiornikach paliwa oraz do pomiaru poziomu oleju hydraulicznego.

Podstawowe funkcje [1]:

- programowana charakterystyka zbiornika (do 100 punktów),
- programowany poziom rezerwy zbiornika,
- pomiar objętości zgodnie z charakterystyką zbiornika (wynik w litrach),
- pomiar procentowego zanurzenia sondy pomiarowej (charakterystyka fabryczna),
- sygnalizacja rezerwy zbiornika.

Wskaźnik WPC-2002

Przeznaczony głównie do współpracy z przetwornikami poziomu CPC-2002. Wyposażony jest w ośmioznakowy wyświetlacz matrycowy LED, oraz dwa przyciski funkcyjne.

Podstawowe funkcje [2]:

- wyświetlanie ilości paliwa w zbiorniku w litrach lub procentach wypełnienia zbiornika,
- wyświetlanie objętości sumarycznej,
- wybór zbiornika za pomocą przycisku,
- maksymalnie 6 obsługiwanych przetworników,
- sygnalizacja rezerwy,
- zakres na wyświetlaczu :0÷9999 lub 0÷100 %.

Układ diagnostyczny UD do pracy z czujnikiem przesunięcia liniowego

Układ diagnostyczny przeznaczony jest do współpracy z indukcyjnym czujnikiem przesunięcia liniowego. Jest możliwość podłączenia zewnętrznego czujnika temperatury z wyjściem cyfrowym 1-wire. W założeniu układ ma służyć do pomiaru ugięcia przęsła mostowego, jednakże ze względu na uniwersalność rozwiązania zakres zastosowań jest znacznie szerszy.

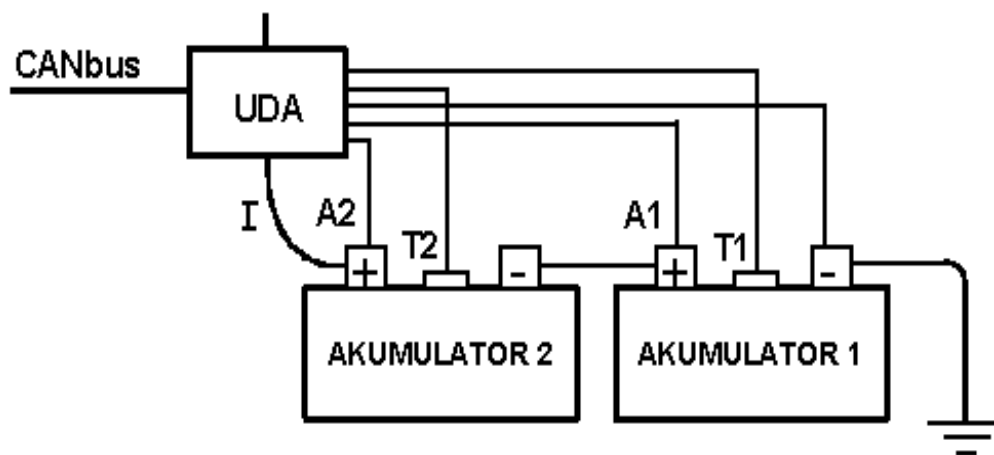
Układ pomiarowy UP do przetwornika tensometrycznego

Układ pomiarowy przeznaczony jest do współpracy ze sworzniami pomiarowymi z wyjściem tensometrycznym. Dodatkowo wyposażony jest w dwa wejścia dwustanowe do podłączenia wyłączników krańcowych indukcyjnych. Został opracowany do zastosowania w ograniczniku udźwigu żurawia.

Od strony CAN jest możliwość kalibracji punktów charakterystycznych ogranicznika obciążenia, w którym pracuje sworzeń pomiarowy.

Układ diagnostyczny akumulatorów UDA

Układ diagnostyczny akumulatorów UDA przeznaczony jest do monitorowania trybu pracy oraz stanu naładowania zestawu dwóch akumulatorów. Wyposażony jest w dwa wejścia analogowe (A1, A2) do pomiaru napięcia w zakresie od 0V do 40V, czujnik prądu (I) w zakresie od 0 do 800A, oraz dwa wejścia do pomiaru temperatury (T1, T2) za pomocą czujników z wyjściem cyfrowym 1-wire. Pomiar prądu realizowany jest metodą nieinwazyjną, na przewodzie z akumulatora przechodzącym przez otwór w obudowie UDA. Proponowany sposób montażu UDA dla pary szeregowo połączonych akumulatorów przedstawia rysunek 2.



Rys. 2. Podstawowa aplikacja UDA dla dwóch połączonych szeregowo akumulatorów [3]

Parametry konfiguracyjne UDA (ustawiane poprzez magistralę CAN):

- typ akumulatora,
- pojemność katalogowa akumulatora,
- maksymalny prąd ładowania,
- liczba cel akumulatora.

3. SIECI MAGISTRALI CAN W WYROBACH I PROJEKTACH OBRUM

Z punktu widzenia prac realizowanych przez Ośrodek - budowy prototypów, produkcji małoseryjnej, ważną zaletą sieci CAN jest jej uniwersalność i elastyczność zastosowań.

Z poziomu programu konfiguracyjno-diagnostycznego (w praktyce komputer, interfejs CAN/PCMCIA lub USB oraz oprogramowanie) jest możliwość wysterowania podzespołów maszyny, bez użycia sterownika nadrzędnego (MASTER), co jest pomocne na etapie produkcji do częściowego sprawdzenia poprawności instalacji lub operacji technologicznych. Na etapie badań wyrobu stosowana jest rejestracja informacji z magistrali CAN do celów badawczych. W przypadku zdarzeń nagłych (uszkodzenie wyrobu, nieprawidłowe działanie) daje to możliwość późniejszej analizy informacji z czujników oraz informacji sterujących (np. bloki hydrauliczne). Także w instalacjach pomiarowych Zakładu Badań coraz częściej są stosowane czujniki z interfejsem CAN i np. podłączeniem do komputera z odpowiednią aplikacją rejestrująco-pomiarową.

Przez zastosowanie magistrali CAN uzyskano możliwość szybkiej diagnostyki uszkodzeń, skrócenie czasu uruchamiania maszyn, polepszenie niezawodności.

Obecnie trwają kolejne prace modernizacyjne maszyny MID. Zastosowano nowoczesny system sterowania rozproszonego opartego na nowej generacji sterownikach do zastosowań mobilnych. Opracowano nowy system interfejsu człowiek-maszyna, na który składa się tablica z kolorowym wyświetlaczem ciekłokrystalicznym (możliwość podłączenia czterech kamer), matrycą przycisków (autonomiczną, z interfejsem CAN) i pulpit sterowania z interfejsem CAN.

Poniżej przedstawiono krótkie charakterystyki sieci CAN dla poszczególnych wyrobów wg projektów OBRUM, z pominięciem nazw własnych wyrobów, nieistotnych z punktu widzenia przeglądu rozwiązań. Wszystkie przedstawione sieci oparte są na protokole CANopen.

Wyrób 1. - system pomiaru ilości paliwa w pojeździe

System zbudowany z jednej sieci CAN pracującej z prędkością 125 kbit/s. Składa się z 5 przetworników poziomu CPC-2002 oraz wyświetlacza WPC-2002, pełniącego rolę urządzenia nadrzędnego, wyświetlającego ilość paliwa w poszczególnych zbiornikach lub całkowitą ilość paliwa.

Wyrób 2. - maszyna inżynieryjno-drogowa

System zbudowany z jednej sieci CAN pracującej z prędkością 500 kbit/s. Urządzeniem głównym typu *master* jest sterownik Modicon Compact. W skład sieci wchodzi 9 urządzeń typu *slave*:

- 5 czujników ciśnienia typu COP,
- 2 czujniki wydłużenia,
- 1 enkoder,
- 1 czujnik pochylenia.

Wyrób 3. - system sterowania platformą ruchomą

W systemie pracują trzy sieci CAN z prędkością 250 kbit/s.

Do separacji fragmentów sieci zastosowano pięć repeaterów, po dwa dla sieci podstawowej i pomocniczej i jeden dla sieci sterowania hydrauliką. W skład poszczególnych sieci wchodzi następujące urządzenia typu *slave*:

sieć podstawowa (11 urządzeń)

- 3 enkodery,
- 4 rozdzielacze proporcjonalne,
- 2 koncentratory,
- 1 czujnik ciśnienia COP,
- 1 czujnik przesunięcia,

sieć pomocnicza (5 urządzeń)

- 3 enkodery,
- 1 czujnik ciśnienia COP,
- 1 czujnik przesunięcia,

sieć sterowania hydrauliką (4 urządzenia)

- 1 czujnik ciśnienia,
- 1 przetwornik poziomu CPC-2002,
- 2 koncentratory.

Wyrób 4. – platforma samopoziomująca

System zbudowany z jednej sieci CAN pracującej z prędkością 125 kbit/s. Urządzeniem głównym typu *master* jest sterownik Modicon Compact. W skład sieci wchodzi 12 urządzeń typu *slave*:

- 2 czujniki pochylenia,
- 5 rozdzielaczy proporcjonalnych,
- 5 czujników ciśnienia.

Wyrób 5. - most kołowy.

System zbudowany z jednej sieci CAN pracującej z prędkością 125 kbit/s. W skład sieci wchodzi 17 urządzeń typu *slave*:

- 1 czujnik pochylenia,
- 1 enkoder,
- 4 czujniki ciśnienia,
- 5 rozdzielaczy proporcjonalnych,
- 6 czujników przesunięcia.

4. PODSUMOWANIE

Zastosowanie cyfrowych magistrali wymiany danych, przy obecnym poziomie oczyjnikowania i złożoności sterowania wyrobów, w tym pojazdów specjalnych i wojskowych, znacząco wpływa na uproszczenie instalacji elektrycznych, unifikację okablowania i zwiększenie niezawodności. System cyfrowy umożliwia tworzenie zaawansowanych układów diagnostyki oraz rejestracji zdarzeń (*logging*), co zazwyczaj redukuje czas lokalizacji usterek. W większości przypadków skraca to czas i koszt naprawy.

Do niedogodności serwisowych, wynikających ze struktury sieci CAN, można zaliczyć potrzebę konfiguracji urządzeń, np. w przypadku wymiany uszkodzonego czujnika. Wiąże się to z koniecznością zastosowania specjalistycznych narzędzi i udziału

wykwalifikowanej kadry. Budowa dwuprzewodowej sieci powoduje, że uszkodzenie okablowania może się wiązać z wyłączeniem całej magistrali.

Kilkuletnie doświadczenia w projektowaniu i eksploatacji instalacji CAN w OBRUM potwierdzają jej wysoką przydatność, niezawodność i funkcjonalność. Praktycznie wszystkie prace badawczo-rozwojowe związane z systemami sterowania w Ośrodku są oparte na tej technologii. Szeroki wachlarz dostępnych na rynku podzespołów (czujników, elementów wykonawczych, sterowników) powoduje, że zastosowanie tej sieci staje coraz bardziej uzasadnione pod względem technicznym i ekonomicznym.

5. LITERATURA

- [1] Karta katalogowa: PRZETWORNIK POZIOMU CPC-2002, OBRUM Gliwice.
- [2] Karta katalogowa: WSKAŹNIK WPC-2002, OBRUM Gliwice.
- [3] Karta katalogowa: UKŁAD DIAGNOSTYCZNY AKUMULATORÓW UDA, OBRUM Gliwice.
- [4] JURA J., BARCIK J.: Measuring the fuel capacity in fuel tanks. CAN Newsletter 01/2003.
- [5] BARCIK J., CHWIEDORUK S.: Uniwersalny interfejs pomiarowy z protokołem CANopen.
- [6] Biuletyn SPG (16) nr 2, 2002.
- [7] BARCIK J., CHWIEDORUK S.: Metody projektowania, konfiguracji i testowania urządzeń opartych o magistralę CAN z protokołem CANopen zgodnie z normami CiA.
- [8] VIII Międzynarodowe Sympozjum IPM, Rynia 11-13 grudzień 2002.

Recenzent: dr inż. Zbigniew Raczyński