

Tadeusz **MARTYNI**AK
Piotr **ŚWISZCZ**

UNIWERSALNY ZESTAW POMIAROWY W ZASTOSOWANIACH MOBILNYCH

Streszczenie: W artykule omówiono podstawowe zalety cyfrowej szeregowej magistrali CANBus i jej zastosowanie. Zaprezentowano uniwersalny zestaw pomiarowy służący do mierzenia kąta przechyłu urządzeń w płaszczyźnie X-Y.

1. WSTĘP

CANBus czyli „Controller Area Network Bus” zwany dalej CAN jest nowoczesną i szybką magistralą przesyłania danych, zaprojektowaną przez firmę BOSCH. Jej początkowym przeznaczeniem był przemysł motoryzacyjny, dopiero później znalazła zastosowanie w urządzeniach medycznych, domowych oraz głównie w automatyce przemysłowej. Miarą zastosowania standardu CAN jest liczba zainstalowanych węzłów.

Wszystkie urządzenia (węzły) pracujące w tym standardzie, takie jak: sterowniki, czujniki, wyświetlacze, enkodery i aparatura pomiarowa, można połączyć w magistralę pozwalającą na szybką wymianę danych w czasie rzeczywistym.

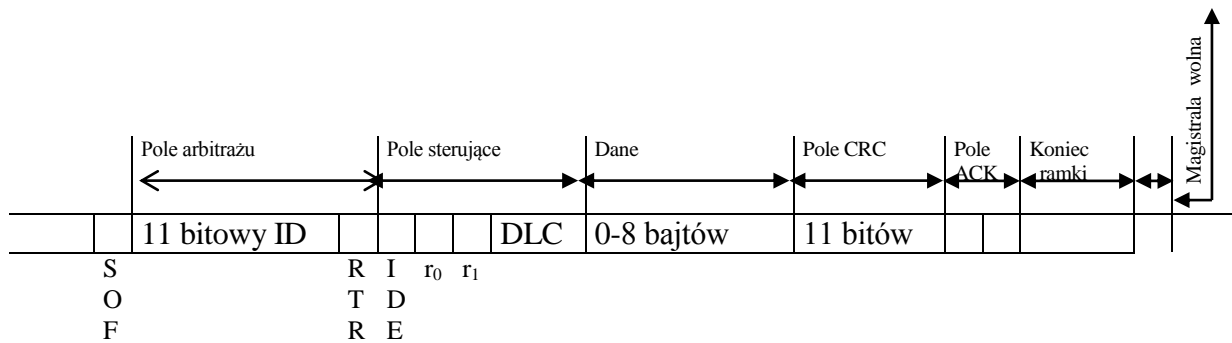
Korzyści wynikające z zastosowania magistrali CAN to:

- **niezawodność** - od producentów mikrokontrolerów wymaga się, aby transmisja w sieci mogła być kontynuowana nawet w przypadku przerwy jednego z przewodów transmisji, jego zwarcia do masy lub do zasilania,
- **odporność na zakłócenia** – stosuje się połączenia za pomocą skrętki dwuprzewodowej ekranowanej lub nieekranowanej albo przy użyciu płaskiego kabla telefonicznego, który jest bardziej wrażliwy na zewnętrzne źródła zakłóceń. Dane w postaci bitowej są kodowane w systemie NRZ (Non Return to Zero – bez powrotu do zera) i przesyłane różnicowo. Taki sposób kodowania zapewnia minimalną liczbę przejść przez zero i dużą odporność na zakłócenia zewnętrzne (w zastosowaniach mobilnych wymagana jest wysoka niezawodność w transmisji danych),
- **oszczędność okablowania** – zmniejsza ilość przewodów łączących elementy wyposażenia elektrycznego,
- **kompatybilność** – standard magistrali CAN jest protokołem otwartym, a zatem przetworniki urządzeń wykonawczych różnych producentów mogą współpracować ze sobą bez konfliktów.

Aktualnie CANBUS jest standardem międzynarodowym udokumentowanym jako ISO 11898.

2. ZASADA DZIAŁANIA

Sposób konstrukcji magistrali CAN pozwala na dostęp do niej kilku urządzeń równocześnie. Standardowy format ramki w wersji 2.0A (11 bitowy identyfikator) został przedstawiony na Rys. 1.



Rys. 1. Standard formatu ramki w wersji 2.0A.

Standardowy format ramki komunikatu składa się z siedmiu różnych segmentów (pól) bitowych, a ich opis został przedstawiony w Tabeli 1.

Tabela 1. Opis pól w standardowym formacie ramki komunikatu CAN w wersji 2.0A.

Lp.	Nazwa pola	Zawartość/znaczenie
1.	SOFT (start of Frame)	Pole sygnalizujące początek i start ramki
2.	POLE ARBITRAŻU	Składa się z 11 lub 29 (w wersji poszerzonej) bitowego identyfikatora oraz bitu RTR (Remote Transmission Request). W przypadku, kiedy dwa układy zaczynają równocześnie nadawać to jeden z dominujących identyfikatorów uzyska kontrolę nad magistralą. Bit RTR określa, czy ramka zawiera dane czy zapytanie z prośbą o ich przesłanie.
3.	POLE STERUJĄCE	Składa się z 6 bitów: dwóch zer r ₀ i r ₁ , które są zarezerwowane do przyszłego wykorzystania i zawierają kod długości danych, czterech bitów DLC (Data Length Code) określających liczbę bajtów danych, zmieniających się pomiędzy 0 ÷ 8 bajtów.
4.	POLE DANYCH	Zawiera od 0 ÷ 8 bajtów
5.	POLE CRC	Zawiera 15 bitów, jest polem kontrolnym dla CRC z jedyneką logiczną na końcu.
6.	POLE POTWIERDZENIA ACK	Składa się z dwóch bitów: - bit skoku, nadawany jest jako jedynka - bit oddzielający o stanie logicznym 1.
7.	KONIEC RAMKI	Składa się z ośmiu jedynek.

Ramka zawierająca przykładowe dane, np.: wartości położenia, temperatury, prędkości nie posiada adresu węzła nadawczego i odbierającego. Rolę adresu spełnia tutaj identyfikator ramki, który decyduje również o jej priorytecie.

Obowiązuje zasada, że im mniejszą wartość liczbową posiada identyfikator, tym większy jest priorytet ramki. Ramka posiadająca najwyższy priorytet ma zawsze zagwarantowaną transmisję.

Ramki o mniejszym priorytecie, które zgłosiły żądanie dostępu do magistrali w czasie zgłoszenia się ramki o wyższym priorytecie są automatycznie retransmitowane w następnym cyklu magistrali, aż do skutku.

W magistrali CAN zastosowany został system arbitrażu zwany **bit wise arbitration**. Zapewnia on dostęp do magistrali bez spadku przepustowości sieci przy maksymalnym wykorzystaniu jej możliwości. Cechą charakterystyczną magistrali CAN jest wysyłanie komunikatu przez nadajnik ramki do wszystkich urządzeń pracujących w sieci równocześnie. Każde z urządzeń na podstawie odebranego identyfikatora musi ocenić jego stan, który decyduje o tym czy dedykowany jest do niego.

Identyfikator oprócz informacji o priorytecie ramki zawiera również dane o rodzaju transmisji. Obowiązuje zasada, że jeśli mikrokontroler danego urządzenia podłączonego do sieci przesyła informację do innego urządzenia, to przekazuje jednocześnie dane do sterownika sieci CAN, który formuje ramkę i natychmiast ją wysyła. Podczas nadawania ramki wszystkie inne urządzenia są odbiornikami sprawdzającymi, czy wysyłane dane są przekazywane do nich. Urządzenie odbierające ignoruje te dane, jeśli nie są przeznaczone dla niego. Taki sposób pracy magistrali zapewnia jej dużą elastyczność konfiguracji, a nowe urządzenia (odbiorniki), mogą być dodane do sieci bez modyfikacji oprogramowania oraz zmian sprzętu.

Komunikaty wykorzystywane z przetworników pomiarowych przez więcej niż jeden sterownik mogą być przesłane poprzez magistralę raz i nie ma potrzeby ich wysyłania dwoma oddzielnymi komunikatami ani stosowania czujników pomiarowych dla każdego sterownika indywidualnie. Ponadto istnieje możliwość podziału na segmenty danych, jeśli przesyłane są większe bloki danych.

Wyeksponowana wcześniej jedna z głównych zalet magistrali CAN, tj. szybkość transmisji zależy przede wszystkim od długości linii.

Maksymalne przykładowe szybkości transmisji są następujące:

- 30 m → 1 Mbit/s,
- 500 m → 125 kbit/s,
- 1000 m → 50 kbit/s.

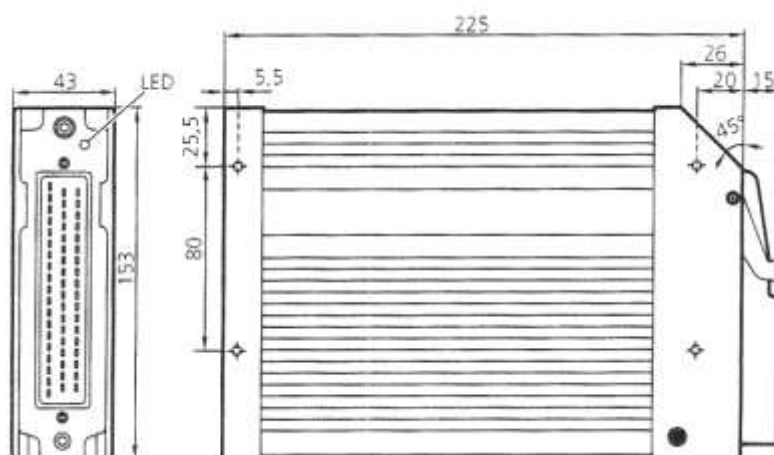
3. ZASTOSOWANIE

Po dokonanej analizie technicznej i cenowej autorzy artykułu zastosowali uniwersalny zestaw pomiarowy służący do pomiaru kąta przechyłu osi ramy Ramowego Układu Wsporczeo (RUW) w wyrobie SPR i BREŃ, składający się z następujących urządzeń firmy IFM Electronic (Niemcy):

- sterownik CR 0501 (Rys. 2),
- wyświetlacz graficzny CR 1001 (Rys. 3),
- przetwornik kąta CR 2101 (pomiar kąta w dwóch płaszczyznach X lub Y) (Rys. 4),
- dodatkowy osprzęt: końcówki, przewody łączące, zasilacz.

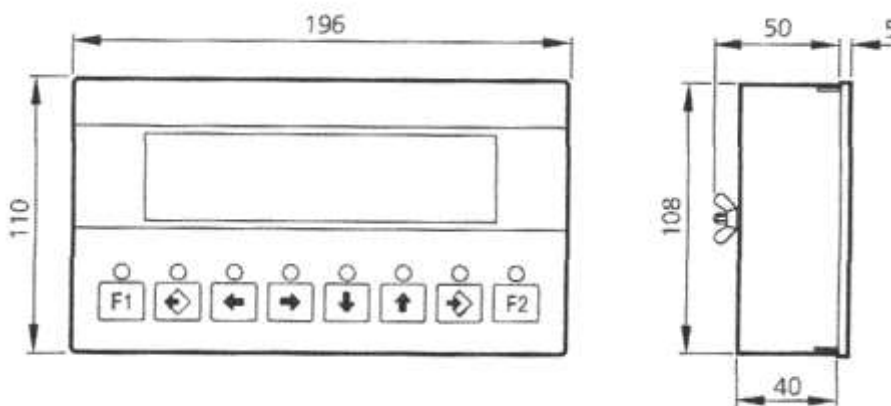
Dane techniczne ww. urządzeń (współpracujące z CANBUS) przedstawiono poniżej

CR0501 – STEROWNIK	
	1. Wejścia <ul style="list-style-type: none"> - 8 cyfrowych typu L, - 8 impulsowych 0 - 50 kHz, - 2 wejścia analogowe 0 - 10 V, rozdzielczość 10 bit, pasmo 5 Hz, - 2 wejścia analogowe 0 - 10 V, rozdzielczość 10 bit, pasmo 500 Hz.
	2. Wyjścia <ul style="list-style-type: none"> - 8 wyjść typu PWM dla zaworów proporcjonalnych.
	3. Porty komunikacyjne <ul style="list-style-type: none"> - Port RS232C, - Port CAN-Bus.
	4. Stopień ochrony IP67.



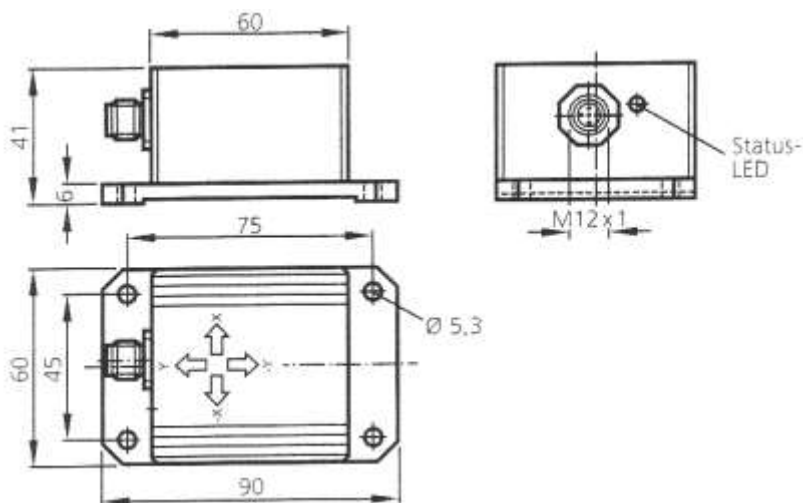
Rys. 2. Sterownik CR0501.

CR1001 - WYŚWIETLACZ GRAFICZNY	
	240x64 pikseli współpracujący ze sterownikiem, porty RS232C/TTY, CANBUS, 24V/CANBUS.



Rys. 3. Wyświetlacz graficzny.

CR 2101 - PRZETWORNIK KĄTA X – Y	
	<ul style="list-style-type: none"> - Zakres $-15^{\circ} - +15^{\circ}$, - Rozdzielczość 0.001°, - Histereza 0.01°, - Dokładność 0.025°, - Stopień ochrony IP67, - Wyjście CANBUS, - Zasilanie 10-30 [V].



Rys. 4. Przetwornik kąta CR 2101.

Na podstawie istniejącego oprogramowania sterownika CR 0501 i wyświetlacza CR 1001 została opracowana aplikacja do pomiaru kąta przechyłu osi ramy RUW w płaszczyźnie X – Y z jednoczesnym wyświetlaniem wartości na ekranie wyświetlacza (z żadaną rozdzielczością tj.: stopnie, minuty, sekundy).

Istniejące rozwiązanie uniwersalnego zestawu pomiarowego ma możliwość:

- rejestracji wyników pomiaru w bazie danych wyświetlacza (rozszerzenie istniejącej aplikacji),
- drukowania wyników pomiarów,
- podłączenie dodatkowych urządzeń, np. innych przetworników pomiarowych (cztery wolne wejścia).

Uniwersalny zestaw pomiarowy na obecnym etapie wdrożeń prototypów i dalszych prac studialnych wyrobów specjalnych w OBRUM można zastosować do:

- kontrolowania przechyłów podwozia wyrobów w trakcie jazdy po zboczach i wzniesieniach na poligonie przy braku własnego systemu orientacji i nawigacji SIGMA 30 (na tablicy kierowcy brak jest wskazań przechyłów), np. w wyrobie LOARA i podwoziu sh 155 (KRAB),
- wypoziomowania wieży z wyrobu LOARA na stanowisku badawczym celem justowania armat,
- badania istniejących układów automatycznego poziomowania UAP w wyrobach SPR, BREŃ i innych,
- pomiarów przechyłu osi ramy z kabiną wyrobu JAT-122 (urządzenie radiolokacyjne),
- ugięć płyt podwieżowych, itd.

4. WNIOSKI

Uniwersalność i niska cena proponowanego zestawu pomiarowego kąta pochylenia urządzeń w płaszczyźnie X - Y czyni go nieodzownym w badaniach wyrobów specjalnych i pozwala na jego szersze zastosowanie.

5. LITERATURA

- [1] R. Bosch CAN Specification VER.2.0 1991, Robert Bosch GmbH, Postfach 50, D-7000.
- [2] Controller Area Network – How CAN Works Copyright © 1996-2000. MJ.
- [3] Product news IFM electronic [http:// www.ifm @ electronic.com](http://www.ifm@electronic.com).

UNIVERSAL MEASURING KIT CANbus

Abstract: The paper discusses the general advantages and applications of CAN serial bus. The universal measuring kit of X – Y plane devices' axle slope angle recording is presented.

Recenzent: dr inż. Zbigniew RACZYŃSKI