

Jacek **BARCIK**
Sebastian **CHWIEDORUK**

UNIWERSALNY INTERFEJS POMIAROWY Z PROTOKOŁEM CANopen

Streszczenie: W artykule przedstawiono konstrukcję interfejsu zaprojektowanego, wykonanego i testowanego w OBRUM. Omówiono potencjalne możliwości zastosowań opisanego rozwiązania. Opis interfejsu poprzedzony opisem magistrali CAN oraz protokołu CANOpen. Opisano także przyjęte metody projektowania oraz wykorzystywane oprogramowanie.

1. WSTĘP

Pojazdy i różnego typu urządzenia składają się z coraz większej liczby układów elektroniki i automatyki. Kompleksowe sterowane wymaga ciągłej wymiany danych pomiędzy poszczególnymi współpracującymi elementami. W związku z tym w coraz bardziej złożonych systemach, konieczne staje się wprowadzanie cyfrowych magistrali pozwalających na zmniejszenie liczby połączeń i kabli oraz na zwiększenie niezawodności. W tym celu firma Bosh opracowała w połowie lat osiemdziesiątych magistrale CAN (Controller Area Network), która uzyskała międzynarodowe standardy ISO i jest w tej chwili szeroko stosowana przy dużym wsparciu sprzętowym ze strony producentów układów półprzewodnikowych.

Controller Area Network (CAN) jest protokołem transmisji szeregowej, który zapewniając bardzo wysoki poziom bezpieczeństwa, wspiera rozproszoną kontrolę w czasie rzeczywistym (definicja zgodnie z „CAN Specification Version 2.0” firmy Bosch). Podstawą standardu jest specyfikacja CAN 2.0A i CAN 2.0B, która określa podstawowe formaty ramek oraz topologie sieci. W oparciu o tę specyfikację powstają protokoły wyższych warstw, takie jak DeviceNet, SAEJ1939, CANOpen itd. Protokoły te są często profilowane pod specyficzne grupy urządzeń i zastosowań.

Zakres zastosowań CANbus jest bardzo szeroki. Jako sieć integrująca wszystkie podzespoły elektroniczne powszechnie jest stosowana w samochodach osobowych. Zazwyczaj w pojeździe znajdują się dwie lub trzy odrębne sieci CAN pracujące z różnymi prędkościami.

CAN nie tylko jest wykorzystywany w samochodach osobowych, ale także w ciężarówkach, autobusach, maszynach rolniczych, pociągach itd. CAN można znaleźć także w elektronice do zastosowań morskich a nawet kosmicznych. Coraz częściej jest stosowana w pojazdach i urządzeniach do zastosowań wojskowych, opracowano w tym celu standard MilCAN.

Nie tylko przemysł samochodowy docenia zalety sieci CAN. Niski koszt, odporność na zakłócenia, możliwość pracy w systemach czasu rzeczywistego, łatwość stosowania powodują, że sieć jest wykorzystywana w aplikacjach przemysłowych. Mamy tu do dyspozycji cały szereg czujników oraz sterowników z interfejsami CAN na przykład z protokołem CANOpen. Także producenci sprzętu medycznego oraz automatyzacji budynków często wybierają magistrale CANbus do swoich wyrobów.

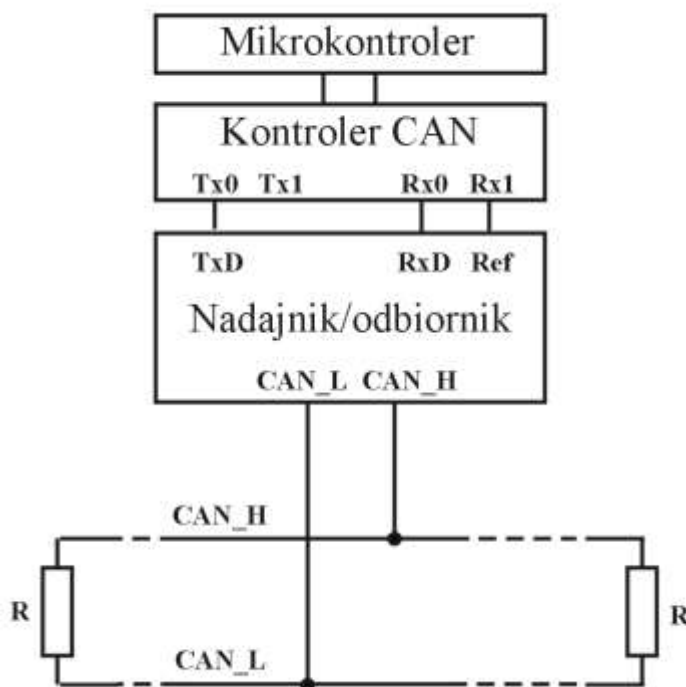
Podstawowe standardy dotyczące sieci CAN:

Robert Bosch GmbH:	CAN specification 2.0
ISO DIS 16845 :	CAN Conformance Test Plan
ISO DIS 11898-1:	CAN Transfer Layer
ISO DIS 11898-2:	CAN High Speed Physical Layer
ISO CD 11898-3 :	CAN Fault Tolerant Physical Layer

Specyfikacja firmy Bosch określa między innymi warstwę podstawowych protokołów komunikacji. Dopuszczalne są dwa formaty ramek: standardowa (wersja 2.0A) z 11-bitowym identyfikatorem i rozszerzona (wersja 2.0B) z 29-bitowym identyfikatorem. Wersja rozszerzona pozwala na podłączenie większej ilości urządzeń do jednej sieci.

2. WARSTWA FIZYCZNA

Na warstwę fizyczną sieci CAN składa się warstwa łącza danych, czyli sprzętowy sterownik CAN oraz układ nadajnik/odbiornik do dopasowania elektrycznego magistrali. Protokół CAN, zgodny z ISO 11898-1, nie definiował warstwy fizycznej. Obecnie warstwę fizyczną definiują standardy ISO 11898-2 (High Speed Physical Layer) i ISO CD 11898-3 (Fault Tolerant Physical Layer).

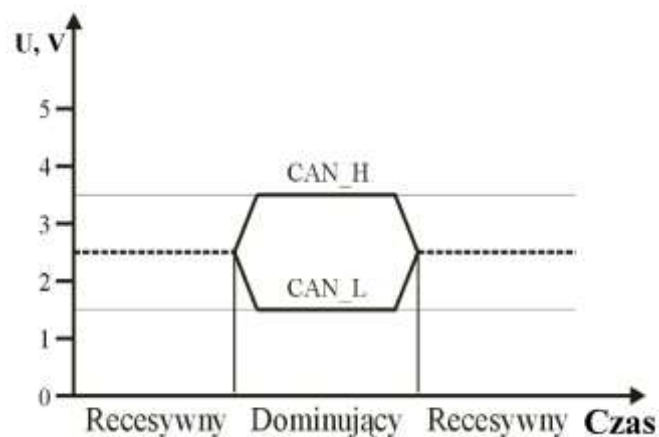


Rys.1. Schemat podłączenia do sieci

Fizycznym połączeniem jest dwuprzewodowa linia danych zakończona po obu końcach rezystorem o impedancji charakterystycznej linii, w celu eliminacji efektów odbić. Z tego samego powodu, topologia okablowania powinna być możliwie zbliżona do struktury pojedynczej linii. Doprowadzenia z urządzenia do magistrali powinny być możliwie krótkie, zwłaszcza dla większych prędkości transmisji. Dla 1Mb/s długość doprowadzeń nie powinna przekraczać 0,3 m.

Zgodnie z ISO 11898-2 przewody wykorzystywane w magistrali CAN powinny mieć nominalną impedancję $120\ \Omega$ (118 do $130\ \Omega$), nominalne opóźnienie 5ns/m oraz rezystywność linii $70\text{m}\Omega/\text{m}$. Takie parametry zapewniają poprawną transmisję z prędkością do $1\ \text{Mb/s}$.

Przewody połączeniowe mogą być prowadzone równoległe, skręcane (najczęściej stosowane), zarówno ekranowane, jak i nie ekranowane - zależnie od wymagań dotyczących kompatybilności elektromagnetycznej. W razie potrzeby stosuje się izolację galwaniczną, w celu zmniejszenia prądów płynących przez linie masy.



Rys.2. Ilustracja poziomów napięć na magistrali

Teoretyczna długość magistrali to 40m przy prędkości 1Mb/s . Dla niższych prędkości długość ta wyraźnie wzrasta. Dla prędkości 50kb/s maksymalna długość linii to $1\ \text{km}$. Dopuszczalne jest stosowanie urządzeń typu bridge czy też repeater, w celu zwiększenia ilości podłączonych urządzeń lub zwiększenia długości magistrali.

Układ odbiornika powinien rozpoznać stan recesywny magistrali, gdy różnica napięcia pomiędzy CAN_H i CAN_L jest nie większa od $0,5\ \text{V}$. Gdy napięcie linii CAN_H jest co najmniej o $0,9\text{V}$ wyższe od niż CAN_L, wtedy powinien być rozpoznany dominujący stan magistrali. Nominalne napięcie dla stanu dominującego wynosi $3,5\ \text{V}$ dla linii CAN_H oraz $1,5\text{V}$ dla linii CAN_L.

Różnicowy charakter transmisji sygnałów powoduje zmniejszenie wrażliwości sieci na zakłócenia elektromagnetyczne.

Dwuprzewodowa transmisja nie jest jedynym możliwym sposobem tworzenia sieci CAN. Innym rozwiązaniem jest jednoprzewodowa sieć zgodnie z SAE(J2411). Inne aplikacje dopuszczają transmisję przez linie zasilające, transmisję radiową oraz światłowodową. Nie wszystkie wymienione sposoby są ustandaryzowane, ale są możliwe do zaimplementowania w razie potrzeby.

Producenci podzespołów elektronicznych oferują coraz więcej układów scalonych przeznaczonych do obsługi protokołu i magistrali CANbus. Są to zarówno kontrolery CANbus zintegrowane z mikrokontrolerami np. rodziny układów '51, jak również kontrolery autonomiczne mogące współpracować z dowolnym mikroprocesorem lub mikrokontrolerem.

Kontrolery obsługują podstawową warstwę 2 (model odniesienia OSI) zgodnie ze specyfikacją 2.0A i 2.0B firmy Bosch. Wszystkie istniejące implementacje powstają na podstawie tego samego chronionego patentami modelu funkcjonalnego w C lub VHDL firmy Bosch. Różnice w implementacjach konkretnego wytwórcy występują w dodatkowych możliwościach układów, takich jak na przykład ilość buforów odbiornika, filtry akceptacji komunikatów.

Wybór czy zastosować sterownik autonomiczny, czy zintegrowany zależy od konkretnych potrzeb projektanta. Ogólnie układy ze zintegrowanym kontrolerem mogą okazać się tańsze nie tylko ze względu na łączny koszt kontrolera z mikroprocesorem, ale również z uwagi na zmniejszenie liczby połączeń, a co za tym idzie rozmiarów płytki drukowanej. Zmniejszenie wielkości obwodu drukowanego może mieć istotne znaczenie na przykład przy projektowaniu różnego typu czujników, gdzie zmniejszenie wymiarów obudowy często ma istotne znaczenie.

Autonomiczne sterowniki CAN są zaprojektowane do podłączenia z różnego typu jednostkami sterującymi. Komunikują się one z procesorem przez zewnętrzne magistrale danych i adresową lub przez łącze szeregowo. Powoduje to dodatkowe obciążenie jednostki sterującej. Wymaga to użycia „mocniejszego” procesora, niż w przypadku zintegrowanego kontrolera, w celu zapewnienia odpowiednio szybkiego odczytu i zapisu do układu peryferyjnego.

Podstawowe funkcje obsługi kontrolera w języku C często są dostarczane przez producentów, ale implementacja odpowiedniego protokołu wymaga napisania (kupienia) odpowiedniego oprogramowania sterującego przepływem danych, zgodnie ze specyfikacjami poszczególnych standardów.

3. PROTOKÓŁ CANopen

CANOpen jest ustandaryzowaną siecią pracującą w systemach wbudowanych. W 1995 r. mechanizmy tego systemu zostały opisane przez grupę CiA (CAN in Automation) z siedzibą w Erlangen Niemcy zrzeszającą międzynarodowych użytkowników i wytwórców urządzeń opartych o protokół CANOpen. Normy opisują szczegółowo poszczególne typy urządzeń oraz mechanizmy komunikacji między nimi, np.: enkodery - norma 404, urządzenia programowalne - 302, urządzenia pomiarowe - 402, profil komunikacji - 301.

CANOpen udostępnia pełne możliwości CAN'a poprzez bezpośrednią wymianę danych pomiędzy węzłami (*ang. peer-to-peer*) w sposób zorganizowany.

Protokół CANOpen zapewnia obsługę błędów, przesyłanie pilnych wiadomości oraz wykrywanie uszkodzeń w sieci. Specyfikacja CANOpen określa 2 mechanizmy wykrywania rozłączenia urządzeń systemu wykorzystujące specjalną wiadomość kontrolną, która zawiera niezmienny identyfikujący kod urządzenia NMT.

Mechanizm ochronny (NODEGUARDING) wykorzystuje odległe ramki przesyłane czasowo do urządzeń. Mechanizm ten polega na tym że, jeżeli urządzenie nadrzędne nie zapyta o błąd w określonym czasie urządzenie podrzędne rozumie to jako wyłączenie urządzenia nadrzędnego i wprowadzi do aplikacji czas ochronny. Urządzenie nadrzędne również może zapytać o błąd i uzyskać odpowiedź o wadliwie działającym urządzeniu podrzędnym. Czas ochronny urządzenia definiuje się jako czasową transmisję ramek błędów. Wysyłana ramka błędu zawiera specjalny bit (toggle-bit), który wskazuje, że aplikacja jest wciąż aktywna. Drugi mechanizm Heartbeat używa podobnej wiadomości błędu, która dla odróżnienia jest transmitowana czasowo przez urządzenie podrzędne NMT. Odbiorca wiadomości przechwytyuje ją i zaznacza to w aplikacji. Nie jest dozwolone aby urządzenia stosowały oba mechanizmy kontroli błędów z tym samym czasem startu nierównym 0. Poza mechanizmami kontroli w protokole CANOpen dostępne są komunikaty serwisowe SDO (*ang. Service Data Object message*) oraz komunikaty danych PDO (*ang. Process Data Object*)

3.1. SDO i PDO

Generalnie komunikaty SDO służą do komunikacji w celu odczytania lub zapisania informacji w odpowiednim rejestrze urządzenia np. zmiana ID urządzenia, prędkości przesyłania danych po magistrali czy odczytanie nazwy nadanej przez producenta. Komunikaty SDO mają niski priorytet a transmisja jest typowo asynchroniczna. W takiej ramce zakodowane są informacje o tym jakiego urządzenia dotyczą numery ID urządzenia, czy ma być odczyt, zapis, z jakiego rejestru (indeks oraz podindeks), ile bajtów; ID komunikatu jest ściśle określone i wynika z zależności kierunku komunikacji. Poniższy rysunek przedstawia bardziej szczegółowo strukturę komunikatu SDO w przykładowej inicjacji odczytu / zapisu zarówno dla urządzenia klient jak i serwer (master-slave)

Komunikaty PDO służą do przesyłania informacji pomiarowych z danego urządzenia. Dane urządzenie może wysyłać kilka komunikatów PDO, które wynikają z funkcji jakie spełnia dane urządzenie., np. czujnik paliwa zaprojektowany i wykonany w OBRUM-Gliwice potrafi wysyłać 3 PDO. Pierwsze PDO niesie ze sobą informację o ilości paliwa w zbiorniku, drugie PDO może przysyłać informację o temperaturze panującej we wnętrzu czujnika, trzecie natomiast jest wysyłane w momencie osiągnięcia stanu rezerwy wcześniej ustalonego i zapisanego za pośrednictwem SDO. Komunikaty PDO posiadają identyfikatory ID zgodne z zależnościami:

PDO-1 0x180 + ID urządzenia

PDO-2 0x280 + ID urządzenia

PDO-3 0x380 + ID urządzenia

Komunikaty PDO posiadają wysoki priorytet na magistrali, gdyż niosą informację pomiarową np. ciśnienie, temperaturę, stan paliwa, pochylenie itp.

PDO mogą być wysyłane z danego urządzenia w określonych odstępach czasu, zgodnie z ustawieniem w odpowiednich rejestrach urządzenia lub na żądanie po odebraniu jednego lub określonej liczby sygnałów synchronizacji 0x80, które najczęściej wysyłane są przez master'a w sieci. Dzięki temu można precyzyjnie ustalić, które urządzenia mają wysyłać częściej dane, a które wolniej - ma to wpływ na obciążenie całej sieci.

3.2. Zalety systemu

- system jest systemem otwartym,
- zapewnia współpracę wielu urządzeń,
- sterowanie urządzeń w czasie rzeczywistym,
- modułowa budowa systemu zapewnia łatwe dołączanie urządzeń,
- przyjazna obsługa systemu,
- wykrywanie błędów magistrali oraz uszkodzeń urządzeń podłączonych do magistrali,
- możliwość wprowadzenia do systemu logingu czyli zapisywania szczegółowych informacji o działaniu całego systemu,
- magistrala to praktycznie tylko dwa kable do których dołączane są kolejne urządzenia,
- wysoka elastyczność konfiguracji systemu,
- wysoka prędkość przesyłanych danych do 1Mb/s.

3.3. Cechy systemu

- dostęp do kontroli urządzeń poprzez odpowiednie narzędzia,
- synchronizacja działania urządzeń,
- komunikacja cykliczna oraz wymuszona zdarzeniami,
- synchroniczna i asynchroniczna akwizycja danych.

4. WARSTWA PROGRAMOWA

W dwóch poprzednich punktach przedstawiono zarówno jakiego typu elementy elektroniczne jak i mechanizmy rządzące komunikacją a także normy opisujące cechy poszczególnych typów urządzeń, są niezbędne do zaprojektowania systemu opartego o protokół CANOpen. Kolejnym etapem jest napisanie oprogramowania, które zapewni komunikację oraz dostęp do parametrów urządzenia za pośrednictwem protokołu CANOpen, obsługę SDO, PDO, NODEGUARDING. Podstawą całego systemu działającego z CANOpen jest mikroprocesor, obecnie wraz z mikroprocesorem dostarczane jest również przykładowe oprogramowanie oraz plik nagłówkowy HEADER, dzięki któremu mamy łatwy dostęp do rejestrów mikroprocesora między innymi rejestrów odpowiedzialnych za działanie CAN'a.

Oczywiście niezbędnym jest posiadanie kompilatora, który wspiera wybrany przez nas mikroprocesor. Obecnie kompilatory dla mikrokontrolerów rodziny '51 są bardzo rozbudowanymi narzędziami np. z wbudowaną obsługą symulowania ruchu na magistrali CAN gdzie, programista/projektant może śledzić/wymuszać zachowanie się urządzeń na magistrali. Ułatwia to bardzo pisanie oprogramowania, gdyż w pierwszej fazie nie jest potrzebny nawet mikrokontroler.

Opracowanie oprogramowania do komunikacji po protokole CANOpen nie jest zadaniem łatwym zważywszy na mnogość sytuacji jakie mogą się zdarzyć na samej magistrali. Obecnie możliwe jest zakupienie gotowych bibliotek do obsługi CANOpen dla urządzeń SLAVE oraz MASTER, lecz tego typu biblioteki (kody źródłowe) są dość kosztownym zakupem (około kilkudziesiąt tysięcy złotych). Drugim rozwiązaniem jest napisanie własnych procedur i funkcji obsługi protokołu CANOpen, ale wiąże się to z zakupem norm CiA (kilkaset Euro) oraz dość żmudnym i czasochłonnym opracowywaniem procedur, których weryfikacja i poprawki też są kosztowne, ale na pewno nie tak jak inwestycja zakupu gotowych bibliotek.

Nieodłączną częścią każdego urządzenia pracującego z protokołem CANOpen jest tzw. plik EDS, który dostarczany jest wraz z zakupionym urządzeniem. Plik ten zawiera informacje o rejestrach (indeksach) urządzenia, które można modyfikować lub ustawiać według potrzeb. Tego typu plik również musi zostać napisany przez programistę/projektanta gdyż jest on niezbędny przy konfiguracji urządzenia w sieci. Plik EDS jest plikiem tekstowym. Przykładowy wpis do pliku przedstawiono poniżej.

[1008]

ParameterName=DeviceName

ObjectType=7

DataType=0x9

ParameterValue=CPC-2002 Fuelmeter OBRUM - Gliwice

AccessType=const

PDOMapping=0

Jest to rejestr (indeks) o numerze 1008, który przewidziany jest na wpis informujący o nazwie urządzenia nadawanej przez producenta. Jest to rejestr typu *readonly* i posiada go praktycznie każde urządzenie pracujące z protokołem CANOpen. Korzystając z usługi SDO możemy więc odczytać następującą informację: *CPC-2002 Fuelmeter OBRUM - Gliwice*.

5. NARZĘDZIA KONFIGURACJI I MONITOROWANIA MAGISTRALI

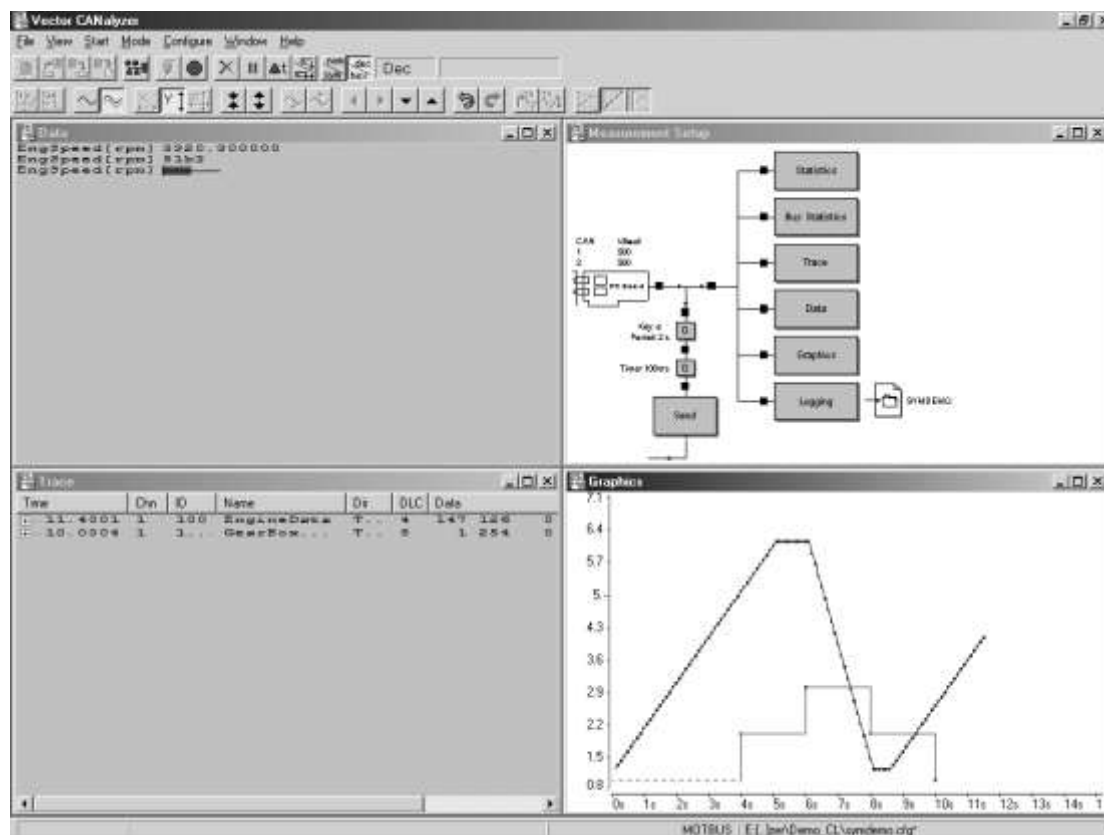
Każde urządzenie działające z protokołem CANOpen zarówno to zakupione, jak samodzielnie wykonane należy skonfigurować do pracy z magistralą CAN. Konfiguracja urządzenia najczęściej polega na ustawieniu numeru ID (identyfikacyjnego), prędkości przesyłania danych po magistrali (*baudrate*) i ustaleniu trybu i częstotliwości wysyłania komunikatów PDO z danymi. Niezbędnym wyposażeniem zarówno do konfiguracji, jak i

monitorownia jest karta CAN PCI, PCMCIA lub urządzenie przejściowe LPT->CAN, USB->CAN do komputera PC wraz z odpowiednim zestawem okablowania. W celu przeprowadzenia konfiguracji urządzenia zarówno SLAVE jak MASTER potrzebne będzie oprogramowanie np.: ProCANOpen, CANsetter, które bazując na plikach EDS umożliwiają zarówno konfigurację, jak i podgląd parametrów (rejestrów) urządzeń. Dzięki takiemu oprogramowaniu możliwe jest uruchomienie, zatrzymanie, resetowanie oraz NODEGUARDING urządzeń na magistrali. Wygląd okna programu konfiguracyjnego urządzeń przedstawia Rys. 3.

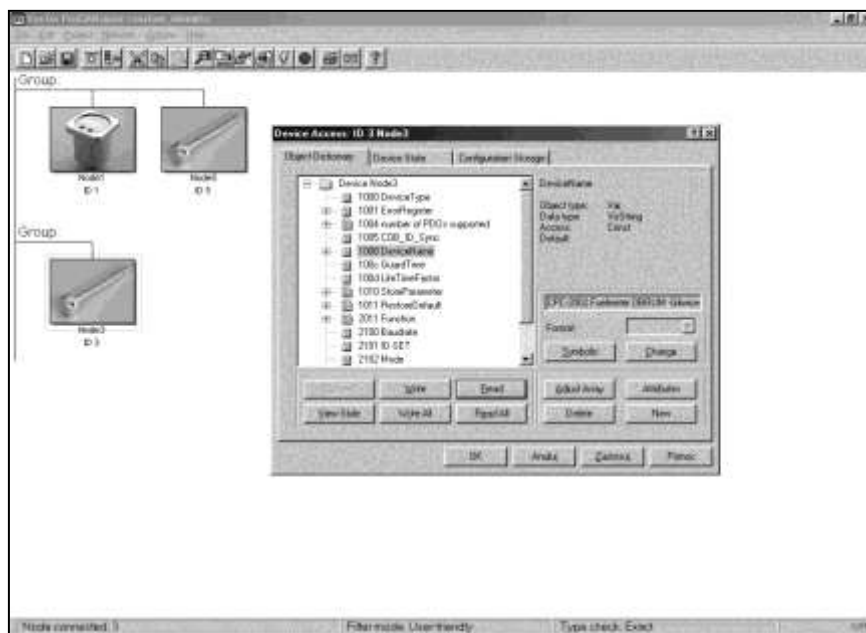
Celem analizowania oraz wymuszania niektórych zdarzeń na magistrali niezbędnym jest użycie programu typu CANalyzer, który zapewni czytelne przedstawienie informacji o magistrali, komunikatach pojawiających się na niej oraz pozwoli użytkownikowi na wymuszenie - np. generatorem programowym określonych komunikatów np.: sygnału synchronizacji. Programy do analizy magistrali CAN umożliwiają graficzne prezentowanie wartości pomiarowych wysyłanych za pośrednictwem komunikatów PDO. Przykład okna programu do analizy magistrali CAN przedstawiono na rys. 4.

Kolejną ważną kwestią, której nie można pominąć w przypadku zaprojektowanego i wykonanego urządzenia bazującego na protokole CANOpen jest oprogramowanie umożliwiające napisanie pliku konfiguracyjnego EDS - niezbędnego elementu używanego w programach konfiguracyjnych.

Istnieje również możliwość napisania pliku EDS w dowolnym edytorze tekstu. Wymaga to jednak szczegółowej wiedzy na temat struktury pliku oraz rejestrów, które będą dostępne w przypadku tego konkretnego urządzenia, gdyż normy CiA dzielą urządzenia na poszczególne typy – wymusza to zróżnicowanie w plikach EDS.



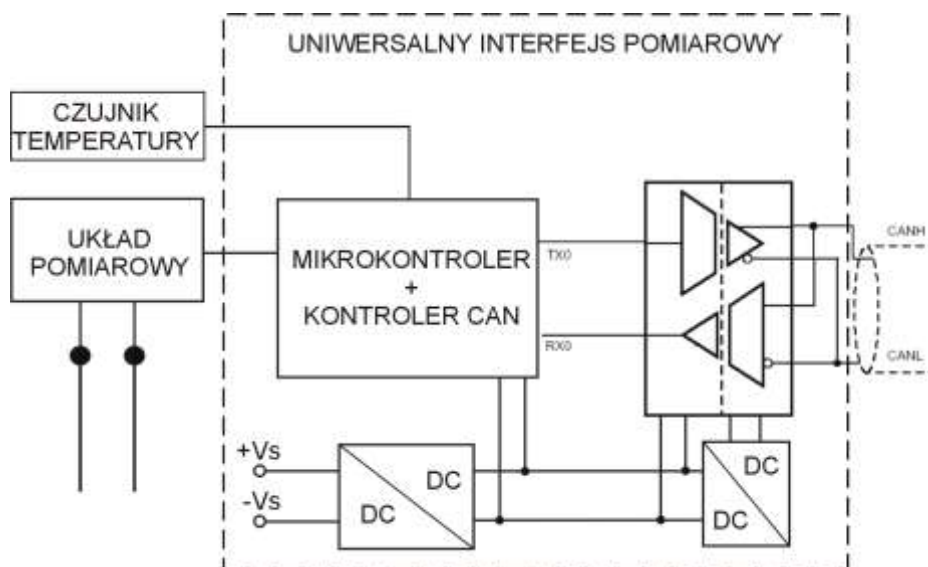
Rys.3. Okno programu konfiguracyjnego urządzeń CAN



Rys.4. Okno programu analizatora sieci CAN

6. CZUJNIK PALIWA CPC-2002

Mając do dyspozycji wszystkie wymienione w poprzednich punktach narzędzia opracowano w Zakładzie Rozwoju czujnik paliwa CPC-2002, który jest pierwszym urządzeniem z protokołem CANOpen wykonanym całkowicie w OBRUM-Gliwice. Przyjęte rozwiązanie układu mikroprocesorowego wraz z interfejsem CANbus stanowi podstawę uniwersalnego interfejsu pomiarowego, na bazie którego mogą być budowane inne urządzenia (np. czujniki), przy stosunkowo niewielkim nakładzie pracy projektowej, zarówno sprzętowej jak i programowej. W przypadku projektowania nowego czujnika opracowania będzie wymagać tylko interfejs pomiarowy oraz część programowa odpowiadająca za odbiór danych, natomiast część programowa protokołu jest uniwersalna. Na rysunku 5 przedstawiono schemat blokowy czujnika paliwa.



Rys.5. Schemat blokowy czujnika paliwa

Pomiar ilości paliwa odbywa się metodą pojemnościową. Elektrodamy są dwie aluminiowe rury o różnych średnicach, umieszczone centrycznie (jedna w drugiej), które tworzą okładki kondensatora. Pojemność zmienia się w zależności od zanurzenia czujnika w paliwie. Pojemność jest mierzona w układzie, który przetwarza sygnał na możliwy do zarejestrowania przez mikrokontroler.

Układ wyposażony jest w czujnik temperatury służący do korekcji temperaturowej charakterystyki sondy i układu pomiarowego. Korekcja temperaturowa wraz z korekcją liniowości sondy pomiarowej pozwalają na uzyskanie dokładnego pomiaru na całej długości sondy oraz w pełnym zakresie temperaturowym od -40°C do $+55^{\circ}\text{C}$.

Czujnik zasilany jest przez przetwornicę DC/DC z izolacją galwaniczną, co zapewnia odseparowanie układu od strony zasilania.

Do współpracy z paliwomierzem przygotowano moduł wskaźnika WPC-2002, który pełni rolę układu typu „master” odbierającego wielkości mierzone z czujników. Do wskaźnika można podłączyć maksymalnie 9 czujników paliwa. Moduł wskaźnika po przeprogramowaniu może służyć jako wskaźnik dowolnej wielkości i współpracować z innymi czujnikami obsługującymi protokół CANOpen. Zarówno dla czujnika paliwa, jak i wskaźnika zostały napisane pliki konfiguracyjne dla protokołu CANOpen, umożliwiające współpracę z oprogramowaniem do konfiguracji i zarządzania urządzeniami z ww. protokołem.

6. PODSUMOWANIE

Obecny szybki rozwój w technologiach CAN owocuje szeroką gamą produktów zarówno dla przemysłu cywilnego jak wojskowego. Coraz więcej producentów posiada w swojej ofercie urządzenia z interfejsem CANOpen - zarówno nowo produkowane, jak i modyfikowane starsze modele. Dostępność podzespołów jak i oprogramowania umożliwia opracowanie własnych rozwiązań stosunkowo tanim kosztem.

7. 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

DESIGNING, CONFIGURING AND TESTING METHODS FOR DEVICES BASED ON CANBUS AND CANOPEN PROTOCOL ACCORDING TO CIA STANDARDS

Abstract: Article presents the interface which was designed, made and tested in OBRUM. There is presented a potential possibility of use described solution. The interface's description is preceded by CAN bus and CANOpen protocol description. Established design methods and use of software are also presented.

Recenzent: inż. Marek Ł. GRABANIA