

Szymon **PANECKI**
Łukasz **KONARSKI**

SYSTEM KOMUNIKACYJNY W STANDARDZIE CAN Z WYKORZYSTANIEM LINII ZASILANIA JAKO MEDIUM TRANSMISYJNEGO

Streszczenie: W artykule zaproponowano wykorzystanie komunikacji w standardzie PLC jako elementu łączącego magistrale CAN w jedną, spójną sieć. Wybrane węzły transmisyjne takiej sieci dzięki możliwości komunikacji zarówno w standardzie CAN, jak i PLC umożliwiają wymianę danych między magistralami CAN. Praktyczny aspekt niniejszej pracy objął zaprojektowanie i wykonanie sieci komunikacyjnej w oparciu o zaproponowany model. W artykule opisano koncepcję użycia linii zasilania jako medium łączącego magistrale CAN oraz przedstawiono wyniki implementacji sieci bazującej na przedstawionym modelu CAN-PLC.

Słowa kluczowe: sieć komunikacyjna, magistrala CAN, linia zasilania PLC, sieć CAN-PLC

1. WSTĘP

Transmisja danych wykorzystująca linie zasilania, zwana potocznie PLC (ang. Power Line Communication), jest technologią powszechnie znaną od wielu lat. Jej dynamiczny rozwój widoczny jest szczególnie w ostatnim czasie, gdyż możliwość wykorzystania istniejących sieci elektroenergetycznych do wymiany danych służyć może do świadczenia wielu usług z zakresu telekomunikacji i teleinformatyki, np. dostępu do Internetu lub cyfrowej telefonii [4]. Brak konieczności budowania medium transmisyjnego jest największą zaletą tej technologii, ponieważ pozwala to ograniczyć koszty związane z wdrożeniem systemu w takim standardzie. W przypadku implementacji komunikacji PLC w obiektach takich jak budynek lub samochód jest to dodatkowy atut, gdyż z racji istniejących obwodów zasilania proces ten nie wymaga ingerencji w wewnętrzną strukturę tych obiektów. Atuty te sprawiają, że technologia ta stać się może atrakcyjnym rozwiązaniem w kontekście sieci przemysłowych stosowanych w różnorodnych zastosowaniach, gdzie występują współdzielone linie zasilające [3].

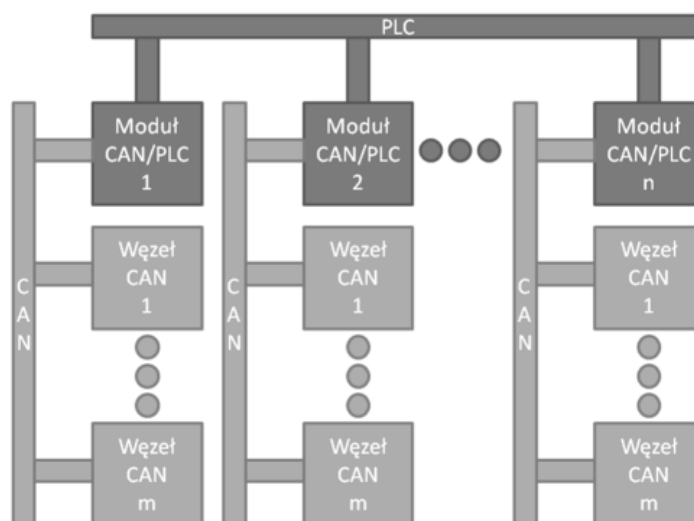
2. IDEA SYSTEMU KOMUNIKACYJNEGO W STANDARDZIE PRZEMYSŁOWYM WYKORZYSTUJĄCEGO LINIE ZASILANIA JAKO MEDIUM TRANSMISYJNE

Rozwój technologiczny oraz coraz liczniejsze kryteria stawiane systemom komunikacyjnym sieci przemysłowych sprawiły, że struktura topologiczna współczesnych rozwiązań dotyczących przewodowej transmisji danych bywa skomplikowana. Obecnie spotykane systemy transmisyjne sieci przemysłowych posiadają architekturę opartą głównie na topologii magistral (wszystkie węzły sieci połączone wspólnym medium w sposób

szeregowy), których określona ilość połączona ze sobą tworzy całościową sieć (np. o topologii drzewa lub gwiazdy). Integracja magistral wymaga dodatkowych połączeń, co w przypadku rozbudowanej sieci stanowić może problem ze względu na dużą ilość dodatkowych przewodów komunikacyjnych. Dodatkowo magistrale składające się na sieć mogą być od siebie znacznie oddalone, co również może stanowić kłopot w kontekście ich połączenia. Te, jak i inne, powody skłaniają do głębszego zastanowienia się nad problematyką integracji magistral komunikacyjnych sieci przemysłowych, która jak się okazuje ma niebagatelne znaczenie w kontekście projektowania i funkcjonowania sieci.

Dość popularnym i powszechnie stosowanym sposobem wymiany danych między magistralami, bez potrzeby budowania toru transmisyjnego, jest metoda bezprzewodowa. Istnieje wiele urządzeń konwertujących popularne standardy przemysłowe do formy radiowej (ZigBee, Bluetooth, WLAN, GSM itp.). Użycie bezprzewodowych konwerterów nie zawsze jest jednak dobrym rozwiązaniem, ze względu na potencjalnie wysokie koszty implementacji takiego rozwiązania oraz środowisko pracy sieci, w którym często występują liczne zakłócenia o charakterze elektromagnetycznym, mające wpływ na zawodność transmisji danych. Alternatywnym do komunikacji radiowej rozwiązaniem integrującym magistrale, bez potrzeby tworzenia dodatkowego toru transmisyjnego, może być wykorzystanie do wymiany danych współdzielonych linii zasilania [2]. Każde urządzenie dołączone do magistrali posiada doprowadzenie zasilające, co więcej magistrale składające się na sieć posiadają często wspólne zasilanie, dlatego komunikacja między magistralami za pomocą standardu PLC jest w większości przypadków możliwa.

Zrealizowanie przedstawionej koncepcji wymaga zastosowania urządzeń konwertujących wybrany standard komunikacyjny do postaci sygnału w formacie PLC. Urządzenia te, będąc węzłami dołączonymi do magistral, muszą posiadać umiejętność dwukierunkowej transmisji danych w obu standardach. Przykładowy schemat ideowy sieci w standardzie CAN (ang. Controller Area Network) wykorzystujący zaproponowany model integracji magistral został przedstawiony na rys. 1. Przedstawia on sieć CAN zbudowaną z pewnej ilości magistral, z których każda posiada urządzenie konwertera CAN-PLC, dzięki czemu struktura całej sieci pozostaje spójna i jednolita.



Rys. 1. Schemat sieci CAN wykorzystującej transmisję w standardzie PLC

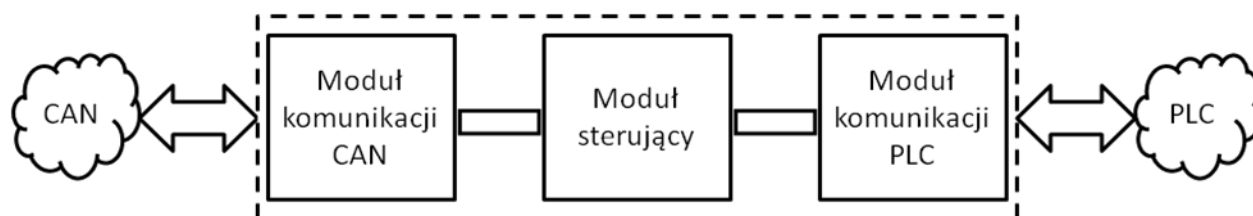
3. URZĄDZENIE KONWERTERA STANDARDÓW CAN I PLC

3.1 Koncepcja budowy konwertera

Zgodnie z zaproponowaną ideą systemu komunikacyjnego w standardzie CAN, wykorzystującego transmisję PLC, wymagane jest użycie urządzeń elektronicznych, pośredniczących w wymianie danych między tymi standardami. Aby konwerter spełniał swą funkcjonalność polegającą na odbiorze i nadawaniu ramek w obu standardach, konstrukcja urządzenia musi posiadać następujące trzy komponenty:

- moduł sterujący pracą urządzenia,
- moduł komunikacji CAN,
- moduł komunikacji PLC.

Budowa urządzenia uwzględniająca wymienione komponenty została zilustrowana na rys. 2.



Rys. 2. Budowa i zasada działania konwertera

3.2 Podzespoły użyte do budowy urządzenia

Moduł sterujący składa się z układu mikrokontrolera oraz elementów peryferyjnych, zapewniających jego poprawną pracę. Mikrokontroler jest elementem sterującym pracą całego przyrządu i kontrolującym poprawność przebiegu tej pracy. Na potrzeby realizowanego projektu wybrany został układ z rodziny STM32 firmy ST Microelectronics. Jest to popularny 32-bitowy mikrokontroler typu RISC (ang. Reduced Instruction Set Computers) oparty na rdzeniu ARM (ang. Advanced RISC Mashines) Cortex-M3. Rodzina układów STM32 posiada liczne zalety, wśród których najistotniejszymi są bogate wyposażenie w peryferia (między innymi interfejs CAN) oraz bardzo atrakcyjny stosunek wydajności do ceny. Spośród licznej grupy układów składających się na rodzinę STM32 wyselekcjonowany został układ STM32F103C8T6, będący przedstawicielem najbogatszej w zasoby podgrupy Performance Line.

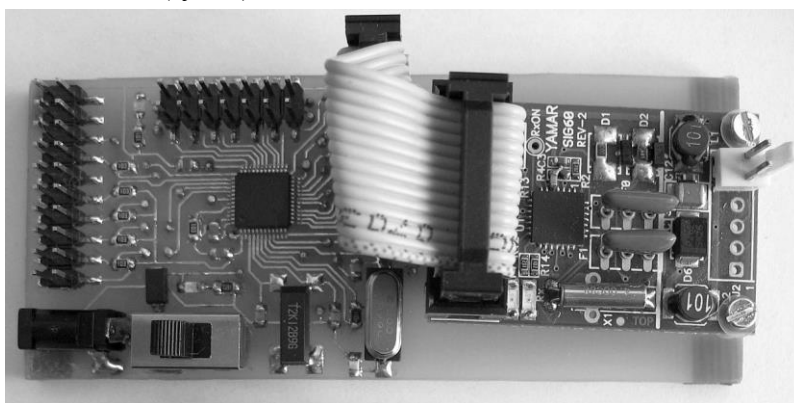
Moduł komunikacji CAN odpowiada za poprawny odbiór i nadawanie ramek w standardzie CAN 2.0A (nagłówek o długości 11 bitów) oraz 2.0B (nagłówek o długości 29 bitów) przesyłanych w dowolnej wymaganej prędkości z zakresu do 1Mb/s. Wybrany na potrzeby projektu układem nadawczo-odbiorczym realizującym opisane funkcje jest transceiver SN65HVD230 firmy Texas Instruments.

Moduł komunikacji PLC pełni funkcję analogiczną do modułu komunikacji CAN. Jego rolą jest dwukierunkowa transmisja danych po liniach zasilania. Układem transmisyjnym użytym w projekcie konwertera jest układ SIG60 firmy Yamar. Umożliwia on przesył danych w standardzie PLC z prędkością 115.2 kb/s. Układ SIG60 umożliwia pracę zarówno w sieciach o napięciu stałym, jak i zmiennym. Konfiguracja i sterowanie układem

wykonywane są za pośrednictwem interfejsu UART (ang. Universal Asynchronous Receiver and Transmitter).

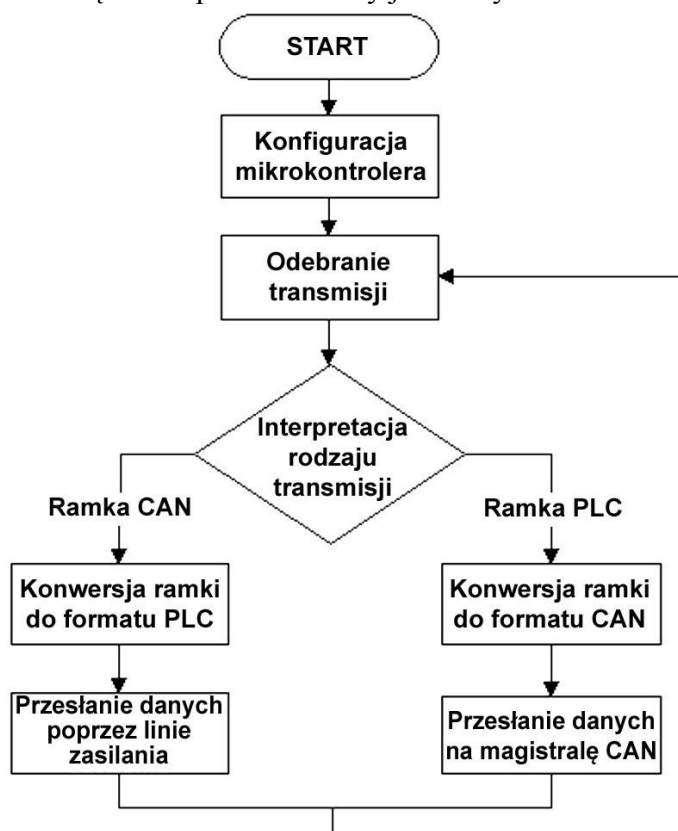
3.3 Zasada działania urządzenia

Określenie założeń dotyczących projektowanego urządzenia oraz odpowiedni wybór podzespołów elektronicznych pozwolił na opracowanie oraz wykonanie konwertera standardów CAN oraz PLC (rys. 3).



Rys. 3. Widok wykonanego konwertera CAN/PLC

Algorytm działania urządzenia przedstawiony jest na rys. 4.

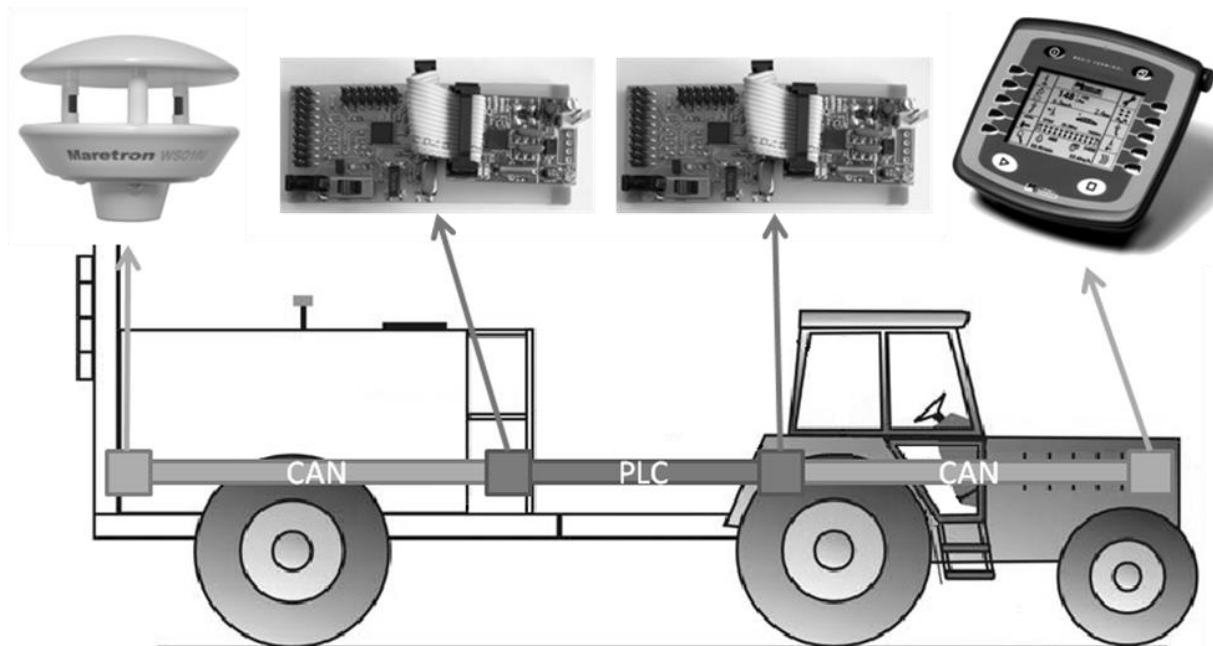


Rys. 4. Zasada działania wykonanego konwertera CAN/PLC

Po włączeniu urządzenia następuje skonfigurowanie układu mikrokontrolera. Włączone zostają zegary taktujące układ oraz zasoby wymagane do realizacji nakreślonych funkcji urządzenia (kontroler przerwań, interfejsy komunikacyjne CAN oraz UART). Następnie ustawiane są określone parametry transmisji interfejsów komunikacyjnych: CAN (format 2.0B, prędkość 250 kb/s) oraz UART (baudrate 19200, 8 bitów danych, 1 bit stopu, brak parzystości). Czynność ta kończy pierwszy etap działania urządzenia, który nazwać można przygotowaniem do pracy. Od tego momentu mikrokontroler rozpoczyna odbiór sekwencji danych. Po otrzymaniu ramki CAN urządzenie odczytuje pole adresu i danych, po czym kopiuje je do nowo utworzonej ramki w standardzie PLC i wysyła poprzez linie zasilania. Analogiczne wydarzenia zachodzą po odebraniu ramki PLC. Odczytane dane są przetwarzane w sposób pozwalający wypełnić ramkę CAN, która wysyłana jest następnie na magistralę. Cały proces odbioru danych CAN i PLC, ich konwersja oraz ponowne wysyłanie w zmienionym standardzie, wykonywany jest cyklicznie do momentu wyłączenia urządzenia.

4. WYKONANA SIEĆ

Zaprojektowanie, a następnie wykonanie serii konwerterów pozwoliło na stworzenie prototypowej sieci, której architektura jest zgodna z zaproponowanym modelem integrującym magistrale CAN za pomocą transmisji danych po liniach zasilania. Schemat wykonanej sieci przedstawiony został na rys. 5.



Rys. 5. Struktura wykonanej sieci

Prototypowa sieć składa się z dwóch magistral CAN i jest przeznaczona do zastosowań motoryzacyjnych [1]. Pierwsza magistrala umieszczona została na przyczepie rolniczej i składa się z dwóch węzłów: konwertera CAN/PLC oraz stacji pogodowej Maretron WSO-100 posiadającego czujnik temperatury, wilgotności, ciśnienia atmosferycznego, kierunku oraz siły wiatru. Urządzenie WSO-100 posiada interfejs CAN, poprzez który dane transmitowane są za pomocą protokołu NMEA 2000. Druga z magistrali umiejscowiona została na ciągniku rolniczym. Podobnie jak pierwsza magistrala posiada ona węzeł będący konwerterem CAN/PLC. Ponadto wyposażona jest w urządzenie będące terminalem CAN, akceptującym dane zgodne z protokołami NMEA 2000 i ISOBUS. Obie magistrale połączone

są za pomocą linii zasilania przebiegającej między ciągnikiem a przyczepą (napięcie stałe o wartości 12V pochodzące z akumulatora ciągnika). Dane z urządzenia Maretron WSO-100 przesyłane są do konwertera CAN/PLC, który transmituje je dalej poprzez linie zasilania do kolejnego konwertera będącego na drugiej magistrali CAN. Następnie konwerter ponownie zmienia format danych na standard CAN i dostarcza je do terminala, który wyświetla je w postaci danych atmosferycznych.

5. WNIOSKI

W pracy zaproponowano model sieci CAN zbudowany z magistral połączonych ze sobą za pomocą linii zasilania, które służą do integracji magistral w sieć. W celu weryfikacji przyjętych założeń zaprojektowano, a następnie zbudowano urządzenia umożliwiające realizację sieci zgodną z przyjętą strukturą. Następnie wykonana została prototypowa sieć CAN zgodna z przedstawionym modelem wykorzystującym transmisję PLC.

Na podstawie wykonanej sieci stwierdzono poprawność jej pracy i przydatność w zastosowaniach przemysłowych, między innymi w dziedzinie motoryzacji. Przeprowadzone badania dotyczyły jedynie podstawowego zakresu, koncentrując się głównie na wykonaniu działającej sieci. Możliwych jest wiele kierunków rozwoju i dalszych badań dotyczących między innymi analizy sieci złożonych z większej ilości węzłów, odporności na zakłócenia oraz możliwych do osiągnięcia odległości transmisji po liniach zasilania.

6. LITERATURA

- [1] BASSI E., BENZI F., ALMEIDA L., NOLTE T.: Powerline Communication in Electric Vehicles, styczeń 2009.
- [2] MARYANKA Y.: Wiring Reduction by Battery Power Line Communication, maj 2000.
- [3] PAVLIDOU N., VINCK A., YAZDANI J., HONARY B.: Power Line Communications: State of the Art And Future Trends, kwiecień 2003.
- [4] ŻYGÓLSKI J.: System PLC – kompleksowa realizacja sieci dostępowej, 2002.

CAN-based communication system with power lines as a transmission medium

Abstract: In this paper we consider using AC/DC power lines as a medium, which connects independent CAN buses into a single network. Each CAN bus is equipped with one node, which is able to transmit and receive data in both CAN and PLC standards. It allows sharing data between CAN buses via DC power lines. Practical result of this work is a design and implementation of communication network based on the proposed model. This article includes a description of presented approach for using power line communication together with CAN buses, as well as the results of implementation of network based on CAN-PLC architecture.

Recenzent: dr inż. Mariusz ANDRZEJCZAK – Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP, Warszawa