

## ROZWÓJ CYFROWYCH SIECI INFORMATYCZNYCH INTEGRUJĄCYCH WYPOSAŻENIE ELEKTRYCZNE POJAZDÓW O PRZEZNACZENIU SPECJALNYM

**Streszczenie.** W artykule przedstawiony został rozwój cyfrowych sieci informatycznych i ich znaczenie dla pojazdów specjalnych z szczególnym uwzględnieniem szybkobieżnych pojazdów gąsienicowych. Zostały porównane aspekty funkcjonalne i cenowe rozwijających się technik przesyłu danych pomiędzy poszczególnymi systemami wyposażenia elektrycznego pojazdów specjalnych.

### 1. WSTĘP

Rozwój cyfrowych sieci informatycznych podlega zasadom doboru naturalnego. Znacznie bardziej spektakularny rozwój widoczny jest w systemach komputerowych. Firmy komputerowe, które powstały w czasach wielkich komputerów wymagających specjalnych pomieszczeń, klimatyzacji, olbrzymiej ilości energii elektrycznej i wysoko specjalizowanej obsługi, takie jak IBM, DEC, nie przewidziały kierunków rozwoju systemów komputerowych. Takie firmy jak Apple, COMMODORE, Sinclair i inne stworzyły nową klasę komputerów. Podstawową cechą tych komputerów była niska cena. Pozwalała ona na to, aby każdy mógł w domu posiadać komputer. Efektem tej rewolucji była konkurencja pomiędzy dużymi systemami komputerowymi i ich odpowiednikami w skali mikro. Rozwój ten zaowocował powstaniem firm INTEL, AMD, czy MICROSOFT. Obecnie możliwości komputerów profesjonalnych i osobistych (małych firm) są do siebie zbliżone, natomiast ceny komputerów profesjonalnych są dalej bardzo wysokie. Zbliżenie możliwości najlepszych komputerów osobistych do możliwości komputerów profesjonalnych spowodowało widoczną obecnie rewolucję, która sięgnęła profesjonalnych zastosowań komputerów osobistych.

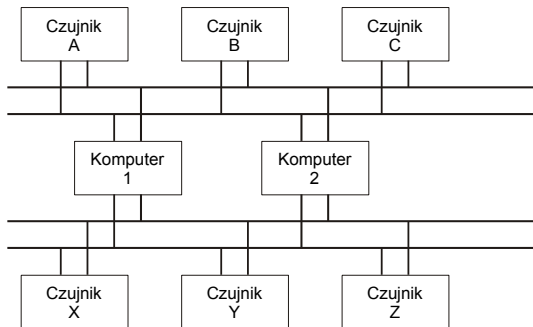
Podobna sytuacja występuje w ewolucji cyfrowych sieci komputerowych. W czasie „zimnej wojny” w USA został opracowany standard MIL 1553B wojskowej cyfrowej sieci informatycznej [1]. Standard ten na ówczesne czasy był nowoczesny i odporny na wiele zagrożeń. Największym z nich jest wybuch bomby nuklearnej i związany z nim impuls elektromagnetyczny. Wprowadzone embargo na technologię skutecznie ograniczyło upowszechnienie się standardu. Oprócz sieci MIL STD1553B we Francji powstał podobny standard sieci, który się jednak nie upowszechnił na skalę międzynarodową. Ograniczyło to ilość zastosowań sieci MIL1553B do kilku pojazdów i samolotów. Są nimi: czołg M1A2 ABRAMS, południowoafrykański helikopter, stacja kosmiczna SOJUZ, samoloty B52, A10, F16, F18. Natomiast francuski czołg LECLERC wyposażony został we francuską wersję cyfrowej sieci informacyjnej. Wszystkie te pojazdy powstały na deskach konstrukcyjnych, gdyż wymagania dotyczące osiąganych parametrów były podstawowe. Obecnie ekonomia wpływa na konstrukcje pojazdów. Jest to na pewno znaczne utrudnienie dla konstruktorów, gdy wymaga od nich poświęcenia większej uwagi kosztom konstrukcji. Taka sytuacja owocuje powstaniem innego spojrzenia na konstrukcje. Tym rozwiązaniem jest wykorzystanie urządzeń i elementów elektronicznych w przemyśle samochodowym i w automatyce przemysłowej. Obniża to parametry osiągnięte przez pojazdy wojskowe w niewielkim zakresie. Na przykład ograniczenie temperatury pracy z  $-55^{\circ}\text{C}$  do  $-40^{\circ}\text{C}$  zmniejsza teren działania o 5% całkowitej powierzchni ziemi. A dla elementów wykonanych w obudowach do montażu powierzchniowego osiągnięcie temperatury pracy  $-40^{\circ}\text{C}$  nie stanowi problemu. Obserwujemy, więc sytuację, gdy technologie z masowej produkcji samochodów i automatyki przemysłowej przenikają do konstrukcji pojazdów wojskowych.

## 2. CYFROWE SIECI INFORMATYCZNE

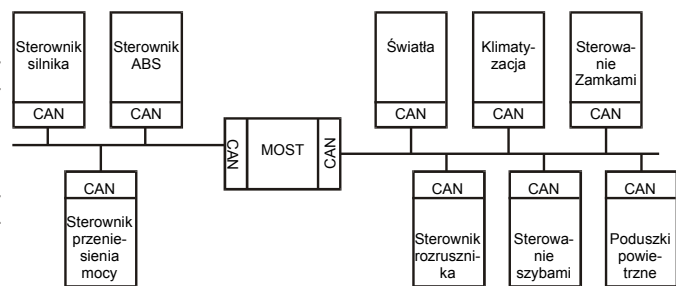
W wyniku ewolucji technicznej, sieć MIL STD 1553B jest obecnie wypierana przez sieć CANBus 2.00B[4,3,5].

Protokół sieci CANBus został opracowany w firmie BOSCH. Jego konstrukcja i filozofia została przystosowana do wykorzystania w układach elektronicznych samochodów, takich jak układ zapłonowy czy system ABS hamulców. Specyfikacja powstała na początku lat 90.

Obie sieci posiadają wiele cech wspólnych. Na rys. 1 przedstawione są przykładowe struktury węzłów sieci obu standardów.

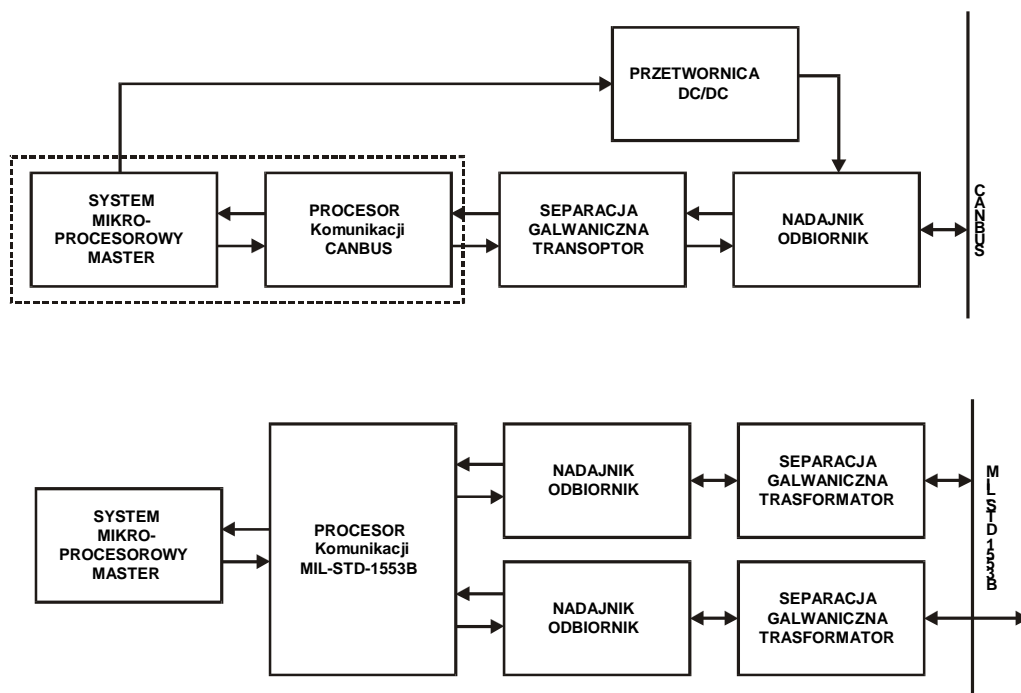


Rys.1 Struktura sieci MIL STD 1553B



Rys.2 Struktura sieci CANBus 2.00B

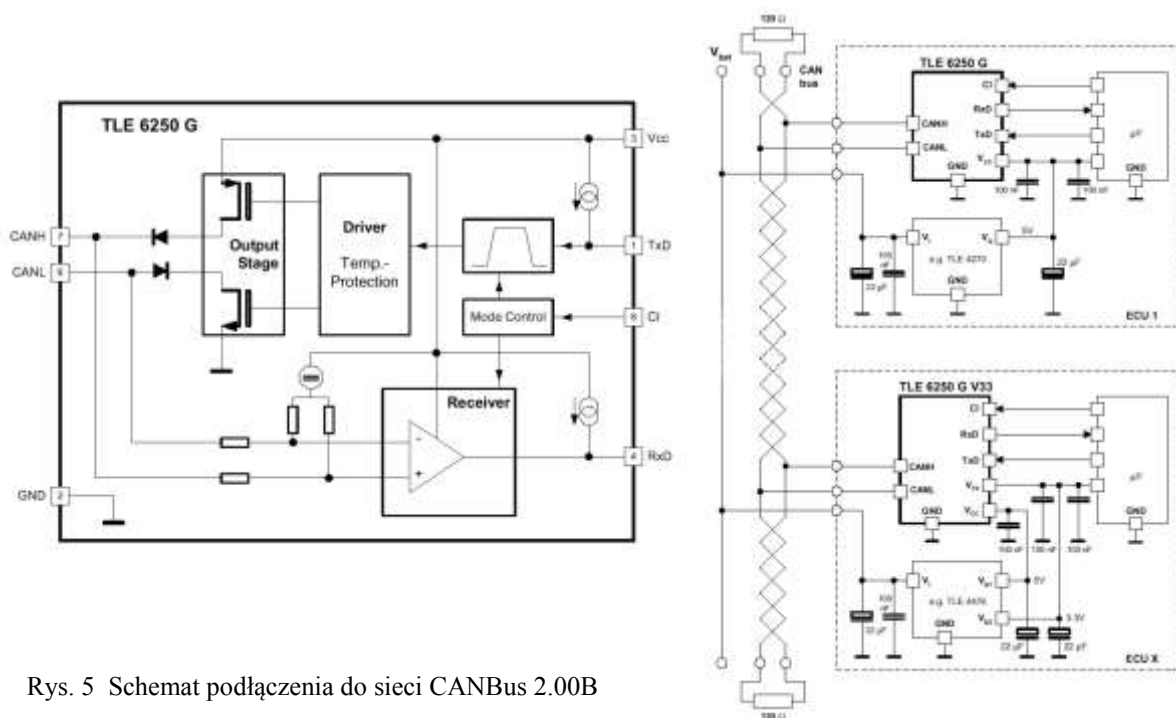
Podstawową różnicą obu sieci jest fakt, że sieć MIL STD 1553B posiada dwa kable do transmisji danych. Pozwala to na transmisję danych w przypadku, gdy jeden z kabli ulegnie uszkodzeniu. Jednak oba kable biegną tą samą wiązką i są jednakowo narażone na uszkodzenie (np. pociskiem lub odłamkiem). Sieć CANBus jest prowadzona jednym kablem, natomiast do jednego węzła sieci docierać może więcej niż jeden segment sieci. Takie rozwiązanie pozwala na bardziej elastyczne wykorzystanie redundancji kabli.



Rys.3 Schemat blokowy węzłów dla obu sieci.

Jak widać na rys. 3 struktura obu sieci jest bardzo podobna. Sieć CANBus jest siecią z jednym kanałem, ale niektóre układy scalone są wyposażone w dwa identyczne układy komunikacji CANBus. Pozwala to na konstrukcję sieci dwukanałowej lub elementu typu most.

Obie sieci posiadają izolację galwaniczną. Sieć oparta na standardzie MIL 1553B zapewnia izolację przy wykorzystaniu transformatorów separujących, natomiast sieć CANBus przy pomocy transoptorów. Następną ważną różnicą sieci jest organizacja transmisji danych (protokół). Sieć MIL 1553B wymaga, aby transmisję na magistrali organizował węzeł typu MASTER. W standardzie przewidziana jest możliwość instalacji węzła rezerwowego MASTER. Pozostałe węzły sieci pełnią funkcję SLAVE. W sieci CANBus każdy węzeł jest typu MASTER a jego adres (11 lub 29 bitów) określa jego priorytet. W trakcie arbitrażu dostępu do sieci CANBus wygrywa ten węzeł, który posiada najwięcej bitów zerowych w adresie.



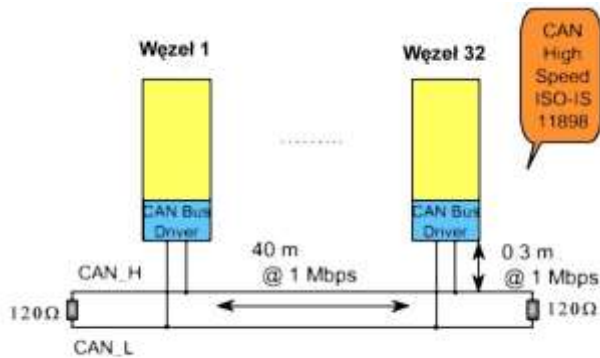
Rys. 5 Schemat podłączenia do sieci CANBus 2.00B

Przykładowa konstrukcja nadajnika przedstawiona jest na rys.5 [2], i jego podłączenie do sieci CANBus. Jak widać, zasada pracy sieci podobna jest do iloczynu na drucie tranzystorów z otwartym kolektorem. Taka organizacja pozwala na określanie priorytetu komunikatów (jeden węzeł może posiadać więcej niż jeden adres) mniej ważnych (wyższy adres) lub ważniejszych (niższy adres).

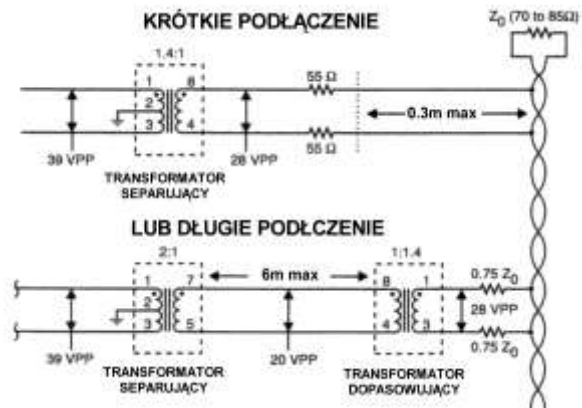
Podobnie wygląda porównanie następnego ważnego elementu, jakim są maksymalne długości kabli sieciowych. Ponieważ problem długości jest związany ze zjawiskami falowymi zachodzącymi w kablach traktowanych jako linie długie, długości te są podobne. Na rys.6 przedstawione są dopuszczalne wymiary kabli sieciowych dla obu typów sieci. Maksymalna długość sieci MIL STD 1553B wynosi 91m natomiast CANBus 2.00B 40m dla szybkości 1 Mb/s. Specyfikacja sieci CANBus 2.00B dopuszcza długości większe, ale przy mniejszych szybkościach transmisji.

Z dotychczasowych rozważań wynika, że obie sieci są do siebie bardzo podobne. Najważniejszą różnicą jest popularność obu sieci. Firmą produkującą podzespoły półprzewodnikowe do sieci MIL STD 1553B jest ILC Data Device Corporation. Natomiast

praktycznie każda firma produkująca scalone mikroprocesory posiada w swojej ofercie samodzielny procesor protokołu CANBus 2.00 lub scaliła go z produkowanym przez siebie mikroprocesorem lub mikrokomputerem [6,7,8,9]. Różnica ta daje olbrzymią przewagę sieci CANBus nad siecią MIL STD 1553B, a mianowicie niską cenę. Elementy sieci MIL 1553B, poczynając od transformatora przez nadajnik odbiornik i procesor protokołu z magistralą do podpięcia do interfejsu procesora, kosztują około 600 USD. Koszt tych samych elementów dla sieci CANBus wynosi 5 do 20 USD.



Rys. 6 Maksymalne długości kabli sieciowych CANBus



Rys. 7 Maksymalne długości kabli sieciowych MIL STD 1553B

Sieć CANBus 2.00B nie posiada jednak wady. Najpoważniejszym minusem jest brak danych na temat jej odporności na impuls EMI powstający w trakcie wybuchu nuklearnego. Sieć MIL STD 1553B jest odporna na taki impuls. Pozostałe typy zakłóceń i kompatybilność elektromagnetyczna jest spełniona przez sieć. Również spełnienie wymagań według norm TEMPEST sieci CANBus 2.00B nie jest określone. Natomiast sieć MIL STD 1553B oparta na elementach firmy ILC Data Device Corporation spełnia normy TEMPEST USA NACSIM-5100 i NACSIM-5112, UK BID/01/201 i BID/01/200, NATO AMSG-719 i AMS-720.

### 3. WNIOSKI

Obserwacja rozwoju sieci CANBus przyniesie na pewno wiele ciekawych informacji, a jej rozwój będzie się odbywał z rosnącą szybkością. Na razie nie ma standardu sieci, który mógłby konkurować z siecią CANBus 2.00B w cywilnych i wojskowych pojazdach, chociaż jej podstawową wadą jest prawdopodobnie brak odporności na impuls EMI. Jednak ta wada może zostać szybko usunięta. Coraz powszechniejszy rozwój techniki cyfrowej i konkurencja owocuje pojawieniem się układów nadajników i odbiorników łączy szeregowych odpornych na przepięcia do 15kV. Dalszy rozwój doprowadzi zapewne do konstrukcji odpornych na impuls EMI.

#### **4. LITERATURA:**

- [1] MIL-STD-1553 Desainers's Guide, 1998 ILC Data Device Corporation.
- [2] CAN-Transceiver TLE 6250 Target Data Sheet SIMENS.
- [3] HOT167C-ESCTUT Siemens Microelectronics, Inc. October 98.
- [4] CAN Specyfication ver 2.0 1991 BOSCH GmbH
- [5] CANPRES Version 2.0 Siemens Microelectronics, Inc. October 98.
- [6] P8xC592 8-bit microcontroller with on-chip CAN Product specification Supersedes data of January 1995.
- [7] MCP2510 Stand-Alone CAN Controller with SPI ® Interface . 1999 Microchip Technology Inc.
- [8] C515C User's Manual 1997 SIMENS.
- [9] 82527 SERIAL COMMUNICATIONS CONTROLLER AREA NETWORK PROTOCOL Express Advance Information Datasheet 1997 INTEL Inc.

### **DEVELOPMENTS IN DIGITAL COMPUTER NETWORKS INTEGRATING ELECTRICAL EQUIPMENT OF SPECIAL PURPOSE VEHICLES**

**Abstract:** The paper presents developments in digital computer networks and their importance for special purpose vehicles, high-speed tracked vehicles in particular. Methods of data transmission between individual electrical equipment systems within special purpose vehicles are compared in the aspect of functions and price.

Recenzent: dr inż. Zbigniew RACZYŃSKI