

Jacek **BARCIK**

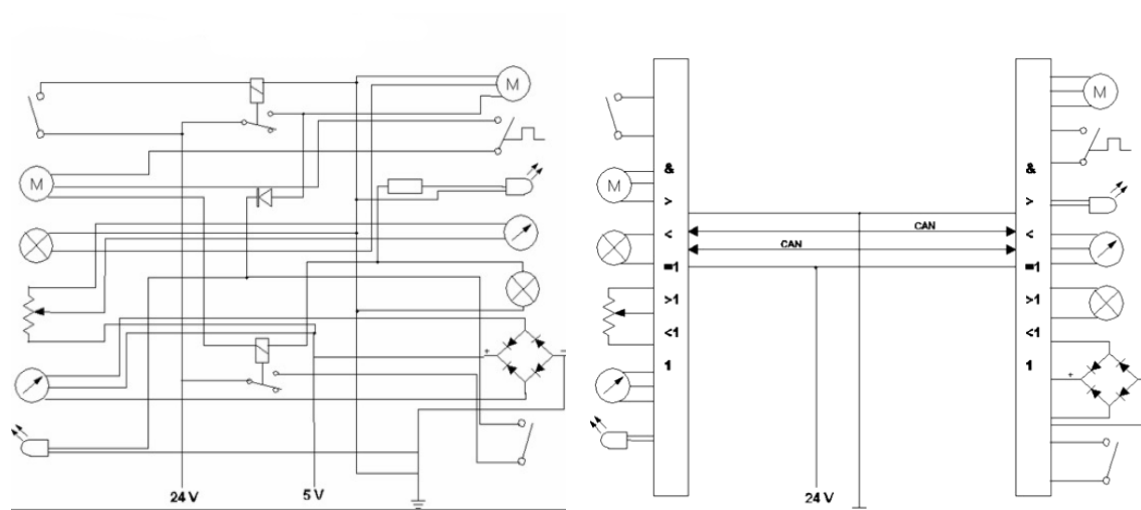
## SYSTEM ROZPROSZONEGO STEROWANIA WYKORZYSTUJĄCY STEROWNIKI MOBILNE

**Streszczenie:** Artykuł omawia nowe rozwiązanie systemu - układu sterownia wdrożonego w OBRUM na jednym z wyrobów. System zawiera układ dwóch sterowników mobilnych oraz jeden sterownik nadrzędny. Opisana została komunikacja zewnętrzna i wewnętrzna systemu. Przedstawiono strukturę sieci CAN, a także możliwości zastosowań nowo opracowanych sterujących pulpitów wynośnych. Opisano również kierunki dalszych prac.

Słowa kluczowe: magistrala CAN, protokół CANopen, sterownik PLC, sterowanie rozproszone.

### 1.WPROWADZENIE

Rozwój konstrukcji ciężkiego sprzętu kołowego i gąsienicowego, zarówno wojskowego, jak i cywilnego powoduje, że sprzęt ten jest bardziej wydajny oraz może wykonywać coraz więcej swoich zadań i coraz szybciej. Powoduje to, że systemy sterowania takim sprzętem są coraz bardziej skomplikowane. Coraz trudniej jest zarządzać/sterować wyłącznie poprzez jedną tzw. jednostkę centralną. Należy, więc poszukiwać nowych rozwiązań, usprawniających zarządzanie i sterowanie takimi układami. Dużym usprawnieniem w realizowanych konstrukcjach jest zastosowanie magistrali cyfrowej CAN w miejsce bezpośrednich połączeń czujników i przetworników do jednostki centralnej. Takie rozwiązanie pozwala na znaczące zredukowanie linii kablowych w wyrobie. Skutkuje również przejrzystością w schematach połączeń, co jest bardzo istotne w późniejszym serwisowaniu wyrobów. Uogólniając, można powiedzieć, że stosowanie magistrali cyfrowej pozwala na duże uproszczenia, jak to pokazano na rys.1.



Rys. 1. Schemat uproszczeń przy zastosowaniu magistrali cyfrowej

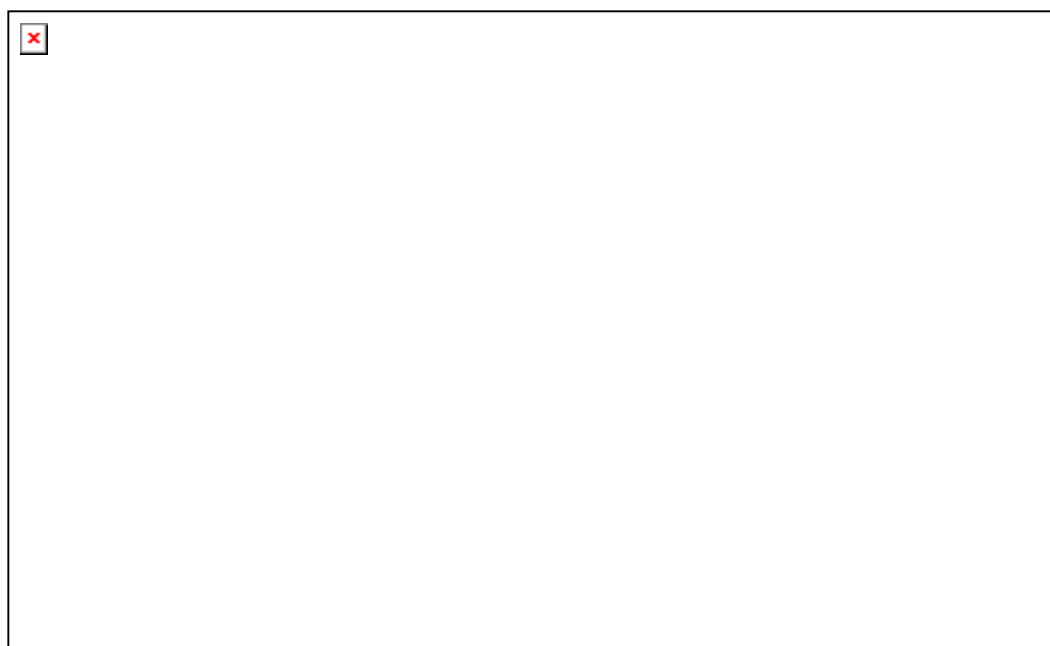
Nie można jednak zapominać o tym, że każde rozwiązanie ma swoje wady i zalety. Wadą magistrali szeregowej, w tym magistrali CAN, jest to, że uszkodzenie magistrali powoduje utratę możliwości wymiany danych, sterowania i zarządzania. Można się jednak przed tym chronić stosując sieć redundantną. Drugą wadą magistrali szeregowej jest możliwość „zapchania” się zbyt dużą ilością danych. Generalnie, w fazie projektowania sieci należy takie sytuacje przewidzieć i wtedy można zminimalizować ilość przyszłych problemów.

## 2.SYSTEMY ROZPROSZONE

Podłączenie do magistrali cyfrowej zarówno sterownika jak i wszelkiego rodzaju przetworników, modułów I/O, oraz układów wykonawczych, stwarza kolejne możliwości rozwojowe w zakresie sterowania i akwizycji danych. Nowoczesne moduły I/O również praktycznie są sterownikami, a raczej sterowniki nabywają funkcji modułów I/O (pewne funkcje sterowania można przenieść do tych modułów). Takie rozwiązanie tworzy rozproszony system sterowania. Do modułów I/O podłączamy przetworniki, czujniki oraz elementy wykonawcze, które nie posiadają interfejsu CAN. Dzięki temu, dane z tych urządzeń również mogą się znaleźć w magistrali cyfrowej.

### 2.1 Rozwiązania praktyczne

Połączenie poszczególnych „wysp”(slave) poprzez magistralę cyfrową CAN, pozwala na wymianę danych między modułami. Sterowanie układem może dalej odbywać się z jednostki centralnej przy wspomaganiu jednostek pomocniczych. Rozwiązanie to zostało zastosowane w pierwszym projekcie OBRUM z zakresu sterowania rozproszonego. Jednostka centralna, wyposażona w kartę CAN, komunikowała się z dwoma układami slave (wyspami), które pełniły funkcje układów akwizycji i wstępnego przetwarzania danych oraz wprowadzania ich na wewnętrzną magistralę cyfrową CAN. Schemat blokowy takiego rozwiązania przedstawia rysunek 2.



**Rys. 2 Schemat blokowy układu rozproszonego**

Pokazane rozwiązanie pozwoliło na utworzenie układu hybrydy pierwszej generacji, w którym jednostka centralna oparta o CPU firmy Schneider TSX z kartą CAN, współpracowała z układem sterowników mobilnych (koncentrator – moduły I/O) Digsy firmy Intercontrol (rys.6). W efekcie jednostka centralna została odciążona w zakresie przetwarzania i wstępnej diagnostyki peryferii układu sterownia. Dane z i do poszczególnych układów przekazywane są w pakietach komunikatów na poziomie CAN Layer 2, zgodnie z wcześniej opracowanym schematem komunikacji.

Opracowane rozwiązania z zakresu magistrali cyfrowej, umożliwiły opracowanie w Ośrodku konstrukcji nowej generacji pulpitów wynośnych (rys.3, rys.4). Podłączenie pulpitu do magistrali CAN poprzez osobne wejście, zwiększa możliwości zastosowań w odniesieniu do dotychczasowego rozwiązania. Łatwość modyfikacji w zakresie komunikacji sieciowej umożliwiała i rozszerza zastosowanie do innych wyrobów.



**Rys. 3. Pulpit wynośny mostu MS-20**



**Rys 4. Pulpit wynośny MID-M**



**Rys 5. Tablica kierowcy MID**

Pozytywne doświadczenia specjalistów OBRUM zdobyte w zakresie układów rozproszonego sterowania, pozwoliły na podjęcie nowego wyzwania w postaci modernizacji układu sterowania osprzętem roboczym w maszynie Maszynie Inżynieryjno-Drogowej (MID). Obecnie realizowana modernizacja układu sterowania, dąży do przejścia na rozproszony system sterowania oparty wyłącznie o sterowniki mobilne. Przejście to, poza nowymi rozwiązaniami technicznymi i zwiększeniem elastyczności układu, spowoduje również wymierne korzyści w postaci obniżenia kosztów układu sterowania, o co najmniej 50% w odniesieniu do rozwiązania dotychczasowego. Doświadczenia praktyczne z wykonanych projektów spowodowały, iż w celu zwiększenia bezpieczeństwa układu sterowania wprowadzono/utworzono nowy „szkielet” magistrali CAN, tzw. magistrali wewnętrznej. Dzięki temu magistrala nie jest narażona na uszkodzenia zewnętrzne - linie

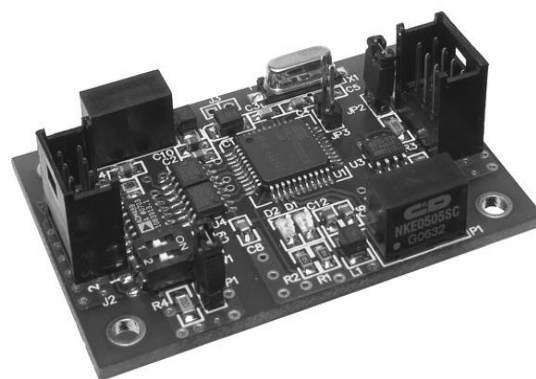
kablowe magistrali wewnętrznej nie będą przebiegały w miejscach szczególnie narażonych na uszkodzenia. Każdy sterownik jest wyposażony, w co najmniej dwa niezależne, izolowane interfejsy CAN, co pozwala na obsłużenie zarówno układu magistrali wewnętrznej, jak i zewnętrznej. Magistrala zewnętrzna obsługuje czujniki, przetworniki i układy wykonawcze znajdujące się na zewnątrz pojazdu. Rozwiązanie pozwala na odseparowanie układów narażonych na uszkodzenia lub mogących spowodować wprowadzenie zakłóceń do układu wewnętrznej magistrali CAN.

Opracowanie nowej generacji tablicy z wyświetlaczem, podłączoną kamerą CCD oraz zestawem klawiszy komunikujących się po magistrali CAN pozwoli na poprawienie ergonomii w obszarze obsługi sprzętu. Tablica (rys.5), jak i pulpit (rys.3) nowej generacji, pozwolą na szybką wymianę danych po magistrali CAN. Ułatwią również opracowanie nowych urządzeń szkoleniowych, tzw. symulatorów. Poziom rozproszenia w nowym, obecnie realizowanym/opracowywanym projekcie zakłada rozdzielenie funkcji sterowania osprzętem na poszczególne sterowniki lokalne. Pozwoli to w przyszłości na taki system rozproszonego, modułowego sterowania, który umożliwi adaptację tych samych modułów dla nowych zastosowań. Na przykład układ sterowania zintegrowany z wysięgnikiem winien pozwolić na zabudowę w innym pojeździe, przy jak najmniejszej ilości zmian w konstrukcji nowego wyrobu.

W układach systemów sterowania rozproszonego ważną rolę odgrywają układy tzw. konwerterów, repeater'ów lub bridge (mostów). Stosowane przez nas sterowniki mobilne firmy Intercontrol (rys.6) pozwalają na budowanie układów mostowych, np. pomiędzy protokołami CANopen a J1939 (CAN używany w silnikach wysokoprężnych). W celu zwiększenia bezpieczeństwa można zastosować repeater aktywny, który przepisuje dane z jednej sieci do drugiej, jednocześnie separując je od siebie. Pozwala to na wyeliminowanie przekazywania ramek błędów podwyższając bezpieczeństwo sieci CAN.



**Rys. 6. Sterownik Mobilny Digsy 1F**



**Rys. 7. Konwerter CR422/CR232**

Stosując konwertery (rys.7) np. z RS422 na CAN, możliwe jest podłączenie do sieci CAN urządzeń, które posiadają port szeregowy 422 lub 232. W zrealizowanym projekcie, konwerter zastosowano w pulpicie wynośnym, co pozwoliło na wysyłanie i odbieranie komunikatów CAN z i do pulpitu wynośnego według protokołu wewnętrznego opracowanego w OBRUM. Odpowiednie modyfikacje w oprogramowaniu wewnętrznym pulpitu, pozwalają na dostosowanie go do zastosowań w innych projektach/wyrobach.

Systemy rozproszonego sterowania będą pozwalały na przejmowanie niektórych funkcji układów, które uległy uszkodzeniu. Warunkiem przejścia tych funkcji jest stosowanie redundancji połączeń, sieci i oprogramowania.

### 3. PODSUMOWANIE

Reasumując, można powiedzieć, że systemy rozproszonego sterowania mają przed sobą ogromną przyszłość. Systemy sterowania na pewno będą podlegały pewnym modyfikacjom, jak wprowadzenie jednostki zarządzania grupowego, centralnej akwizycji danych w celach logingu lub też układów multiinterfejsów gotowych na podłączenie coraz to nowych urządzeń do magistrali cyfrowej.

Prowadzone prace/projekty w Ośrodku, w tym prace badawczo-rozwojowe, pozwalają na aplikowanie najnowszych rozwiązań technicznych, a otwartość kadry specjalistów na nowe rozwiązania z zakresu sterowania, zaowocowała wdrożonymi rozwiązaniami nie odbiegającymi od stosowanych na świecie.

### 4. LITERATURA

- [1] Dokumentacja konstrukcyjna 2171 grupa 107 (opracowanie własne-OBRUM)
- [2] Normy CANopen CiA <http://www.can-cia.org/>
- [3] Integracja systemów i sterowanie rozproszone - prof. dr hab. inż. Wojciech Grega - AGH <http://aq.ia.agh.edu.pl/Aquarium/Dydaktyk/Wyklady/ISiSR/Spis.php>
- [4] Karty katalogowe sterowników PLC firmy Intercontrol  
[http://www.intercontrol.de/automation/en/02\\_products/index.html](http://www.intercontrol.de/automation/en/02_products/index.html)

**Abstract:** Paper presents the newest approach to control system development in OBRUM – Gliwice for one of the military vehicle. System is based on two mobile controllers and one main controller. There is described the internal and external CAN network structure was presented and new solution of movable control console and further activities in this matter was presented.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Stanisław WASILEWSKI