

Daniel **RECLI**K  
Gabriel G. **KOST**  
Jerzy **ŚWIDER**

## **PROTOKÓŁ CAN W ROZPROSZONYM SYSTEMIE STEROWANIA FIRMY B&R**

**Streszczenie:** W artykule opisano rozproszony system sterowania oparty na sterowniku PLC B&R typu Power Panel 220. Opisany układ sterowania składa się z jednostki CPU zintegrowanej z panelem dotykowym oraz rozproszonego układu wejść i wyjść. Całość procesu wymiany informacji pomiędzy jednostką CPU sterownika PLC i zewnętrznymi modułami wejść i wyjść przebiega po wewnętrznej sieci CAN. Przedstawiony system sterowania rozproszonego firmy B&R jest rozwiązaniem modułowym. Przyłączanie do systemu kolejnych modułów wejść i wyjść możliwe jest dzięki zastosowaniu modułu stacji dokującej obsługującej protokół szyny danych CAN. W pracy opisano również przyłączanie do układu sterowania osi sterowanych numerycznie. Przyłączanie serwonapędu możliwe jest przy wykorzystaniu tego samego protokołu sieci CAN, który stosowany jest do komunikacji jednostki CPU z wejściami i wyjściami. Przedstawione rozwiązanie stosowane jest na szeroką skalę do sterowania robotami sześćo i więcej osiowymi, obrabiarkami numerycznymi, sterowania procesami technologicznymi, a także zdalną akwizycją danych. Artykuł oparty został na rzeczywistym zastosowaniu aplikacyjnym rozproszonego systemu sterowania firmy B&R w postaci układu sterowania magazynu wysokiego składowania.

### **1. WPROWADZENIE**

Ciągły postęp w dziedzinie elektroniki i tym samym automatyki przemysłowej sprzyja coraz powszechniejszemu stosowaniu zaawansowanych technologii przesyłu informacji w niemal każdej większej aplikacji z dziedziny sterowania i regulacji. Zastosowanie rozwiązań sieciowych do zdalnego zbierania i rozprowadzania informacji pozwala na znaczną rozbudowę systemów sterowania, bez konieczności stosowania większej liczby sterowników logicznych PLC. Jest to możliwe, ponieważ dzięki zastosowaniu jednej z sieci przemysłowych (np. Profibus, CAN, Ethernet) można podłączyć moduły wejściowe i wyjściowe do jednego sterownika PLC nawet, gdy są od niego oddalone o kilka lub kilkanaście metrów [1, 2, 5, 6].

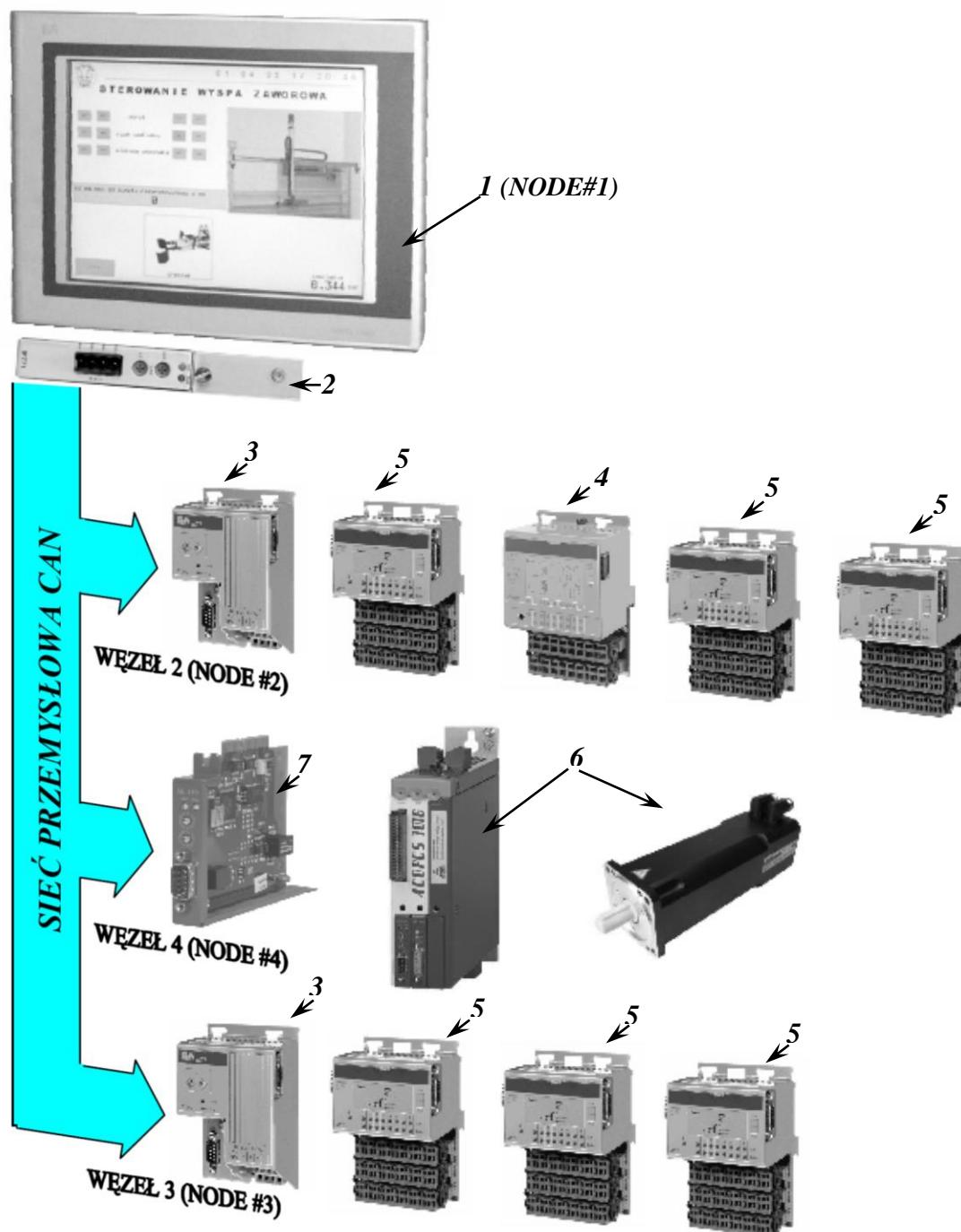
Autorzy niniejszego artykułu zdecydowali się na zastosowanie protokołu sieciowego CAN do realizacji rozproszonego systemu sterowania, ponieważ jest on coraz częściej stosowany (np. w przemyśle samochodowym do diagnostyki urządzeń pokładowych i połączeń z systemem ABS, EBD, ASR i innymi [6]). Protokół CAN posiada bardzo wiele zalet, które znacznie upraszczają sam proces sterowania rozproszonego procesu technologicznego, jak również pozwalają na zapewnienie wysokiego poziomu bezpieczeństwa. Ponieważ protokół CAN opiera się na wysyłaniu i odbieraniu komunikatów, sterowniki i inne urządzenia nadające komunikat nie muszą znać adresu jego odbiorcy. Komunikat posiada w części nagłówkowej informację o tym, do jakiego odbiorcy jest adresowany, i jeżeli trafi do właściwej jednostki (zwanej również węzłem sieci CAN) - zostanie odczytany, w przeciwnym razie jest on ignorowany. Stosowanie rozwiązania bazującego na komunikatach, a nie na adresach umożliwia również odbieranie informacji przez wiele odbiorników jednocześnie, co zwiększa szybkość przepływu informacji w stosunku do standardowego przesyłania informacji w systemie szeregowym kolejno przez wszystkie węzły sieci. Na przykład pomiary potrzebne kilku sterownikom PLC mogą po prostu być rozgłaszane (broadcast) za pomocą protokołu CAN. W ten sposób używane pasmo transmisyjne zostaje zminimalizowane. Kolejna cecha protokołu CAN mająca na celu ograniczenie pasma transmisyjnego nosi nazwę zdalnego żądania transmisji (Remote Transmit Request) i pozwala, aby węzeł sieci zażądał wysłania informacji przez inne węzły. Rozwiązanie to szczególnie przydaje się podczas wykonywania programów diagnostycznych.

Zamiast nakazywać wszystkim stacjom okresowe wysyłanie informacji o stanie, można żądać informacji od mniej znaczących dla poprawności działania całego procesu węzłów tylko wtedy, gdy zostanie wykryta sytuacja awaryjna. Kolejną zaletą magistrali CAN to ograniczanie błędów (Fault Confinement). Magistrala zapobiega zatrzymaniu całego systemu, gdy występuje problem z tylko jednym węzłem sieci. Węzły CAN mogą dokonywać samodiagnostyki i w zależności od wagi problemu (np. trwałe/tymczasowe), przejść w jeden z trzech trybów pracy, włącznie z całkowitym zatrzymaniem. Cecha ta uniemożliwia uszkodzonemu węzłowi blokowanie komunikacji w sieci poprzez ciągłe powiadamianie o błędach, dzięki czemu reszta procesu może przebiegać bez zakłóceń. [1, 5, 6, 7, 8]

## 2. PROTOKÓŁ CAN W SYSTEMACH ROZPROSZONEGO STEROWANIA B&R

Zastosowane przez autorów rozwiązanie sieciowe CAN wykonane zostało w całości na podzespołach firmy B&R. Ponieważ całość projektu wykonywana była na sterowniku Power Panel 220 (z aktywnym panelem dotykowym), toteż aby możliwe było utworzenie zintegrowanej struktury sieciowej konieczne było wyposażenie sterownika PLC w interfejs CAN. Fabrycznie sterowniki serii PP220 [4, 5, 6, 7, 8] (rys.1) nie posiadają funkcji obsługi sieci przemysłowych, ale posiadają możliwość dołączenia kart rozszerzających. Rozwiązanie takie zwiększa uniwersalność zastosowania tego typu sterowników PLC, gdyż możliwe jest dołożenie 2 kart rozszerzających do obsługi sieci przemysłowych, w tym także sieci CAN (w zależności od typu sterownika może być to tylko 1 karta obsługi sieci). W opisywanym projekcie zastosowano kartę IF771 [8, 9](rys.1) do obsługi wewnętrznej sieci CAN z możliwością przyłączania węzłów (obiektów sieci CAN) innych producentów poprzez zastosowanie emulacji protokołu CANOPEN [9]. Tak wyposażony sterownik PLC stanowi pierwszy węzeł sieci przemysłowej. Ponieważ każdy system automatyki oprócz elementów sterujących musi posiadać również elementy wykonawcze, toteż do powstałej jednowęzłowej sieci CAN konieczne było dołączenie węzłów wykonawczych w postaci modułów wyjściowych cyfrowych i analogowych, oraz stacji dokujących sieci CAN. Zastosowano stacje dokujące EX470 (rys. 1), które utworzyły kolejne węzły sieci (NODE#2 i NODE#3). W dalszej części pracy do węzła drugiego - stacji dokującej - podłączono moduł wejść i wyjść analogowych i cyfrowych CM211 [6, 8, 9] (rys.1). Pozwoliło to na podłączenie do układu zaworów proporcjonalnych ciśnienia oraz pneumatycznej wyspy zaworowej, a tym samym sterowanie pracą siłowników - elementów wykonawczych. Ponieważ układ automatyki nie może w algorytmie sterowania bazować na „zaufaniu”, konieczne było przyłączenie odpowiedniego układu sensorów położenia tłoczków siłowników pneumatycznych [3] (w tym także enkodera pomiarowego). Aby było to możliwe do węzła 2 i 3 utworzonej sieci CAN (stacji dokujących) przyłączono moduły wejść cyfrowych DI439 [8, 9] (rys.1). Tak skonfigurowany sprzętowo układ umożliwiał realizację większości postawionych zadań. Ponieważ w układach automatyki przemysłowej zachodzi bardzo często konieczność dokładnego pozycjonowania (tak też było w opisywanej aplikacji), do układu przyłączono oś sterowaną numerycznie [3]. Zastosowano serwonapęd B&R z inteligentnym sterownikiem ruchu ACOPOS 1016 [8, 9] (rys.1). Ponieważ serwowzmacniacz (sterownik ruchu) nie był wyposażony w interfejs sieci CAN, konieczne było dołączenie do niego karty rozszerzającej 8AC110.60-2 [8, 9] (rys. 1). Rozszerzony serwowzmacniacz wraz z kartą CAN utworzyły kolejny, czwarty węzeł sieci przemysłowej (NODE#4). W ten sposób utworzona została w pełni funkcjonalna struktura autonomicznego układu automatyki bazująca na rozproszonym sterowaniu po szynie danych sieci przemysłowej CAN. Widok wszystkich elementów wchodzących w skład oprzyrządowania sieciowego zestawiono na rysunku 1. Warto podkreślić, że zastosowane rozwiązanie sieciowe wymaga, aby każdy nowy węzeł sieci miał stały numer, którego wartość ustalana jest za pomocą dwóch nastaw mechanicznych (pokręteł

ustawiania zgrubnego i dokładnego), które ustalają numer w kodzie heksadecymalnym (np. nastawy 0 i F to numer 16) [8, 9].



Rys. 1. Struktura sieci CAN wraz z występującymi w niej podzespołami.

1-sterownik PLC Power Panel 220 firmy B&R, 2-karta IF771 obsługi sieci CAN, 3-stacja dokująca modułów I/O pracująca w sieci CAN typ CX470, 4-moduł wejść i wyjść cyfrowych i analogowych CM211, 5-moduł wejść cyfrowych DI439, 6-serwowzmacniacz B&R ACOPOS 1016 wraz z silnikiem serii 8MSA3M, 7-karta rozszerzająca możliwości serwowzmacniacza o obsługę komunikacji po sieci CAN typu 8AC110.60-2

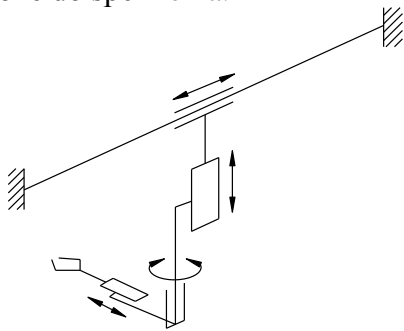
### 3. BUDOWA ŁAŃCUCHA KINEMATYCZNEGO MANIPULATORA MAGAZYNU WYSOKIEGO SKŁADOWANIA

Zastosowane przez autorów rozwiązanie sieciowe CAN stanowi podstawę rozproszonego systemu sterowania, który został zastosowany do ciągłego nadzoru i sterowania pracą magazynu wysokiego składowania. Aby zapewnić możliwość obsługi indeksów magazynowych, która polega na pobieraniu detali z procesu produkcyjnego, przemieszczeniu detali do wskazanego przez układ sterowania indeksu magazynowego, składowaniu detali w indeksach magazynowych oraz wydawaniu na „żądanie” właściwych produktów do punktu odbiorczego, konieczne było zastosowanie zintegrowanego manipulatora o przynajmniej 4 stopniach swobody.

W łańcuchu kinematycznym wykonanego manipulatora elektropneumatycznego obsługującego magazyn wysokiego składowania (rys. 2) można wyróżnić następujące moduły:

- moduł ruchu poziomego,
- moduł ruchu pionowego,
- moduł obrotu ramienia chwytanego,
- moduł wsięgu ramienia chwytanego,
- moduł zmieniacza chwytaków wraz z chwytakiem.

Podział ten wynika z różnorodności par kinematycznych wchodzących w skład łańcucha kinematycznego manipulatora, jak również z różnorodności funkcji i zadań, jaką mają one do spełnienia.



**Rys. 2. Schemat łańcucha kinematycznego 4-osiowego manipulatora elektropneumatycznego magazynu wysokiego składowania**

Do napędu osi poziomej, zintegrowanego z magazynem wysokiego składowania manipulatora, zastosowano siłownik pneumatyczny beztłoczyskowy dwustronnego działania LINTRA M46140/M/2500 firmy Norgren Herion, którego zdjęcie zamieszczono na rysunku 3.



**Rys. 3. Zdjęcie siłownika beztłoczyskowego Norgren Herion typ LINTRA M46140/M/2500 [10]**

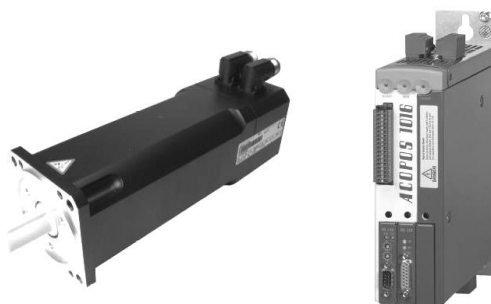
Zastosowany siłownik bezłoczyskowy został wyposażony dodatkowo w układ usztywniających prowadnic wózka, dzięki czemu uzyskano znaczną sztywność układu, co w rezultacie zwiększyło dokładność pozycjonowania, konieczną przy precyzyjnym pobieraniu elementów z magazynu oraz przy wymianie chwytaków. Zasilanie napędu poziomego odbywa się poprzez zawory proporcjonalne E/P VP1006BJ101A00 firmy Norgren Herion, których widok pokazano na rysunku 4.



**Rys. 4. Zdjęcie zaworu proporcjonalnego Norgren Herion typ E/P VP1006BJ101A00 [10]**

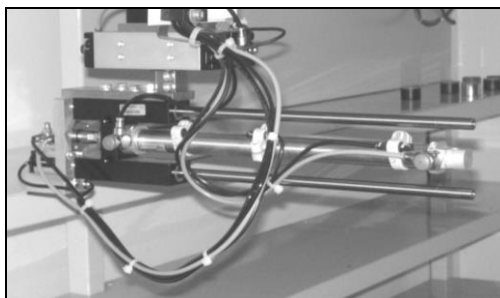
Do pomiaru bieżącego położenia poziomego manipulatora przewidziano enkoder inkrementalny firmy Wobit ze zintegrowanym przetwornikiem linkowym o zakresie pomiarowym 2500mm.

Ze względu na wymaganą bardzo dużą dokładność pozycjonowania, do realizacji napędu osi pionowej, zdecydowano się zastosować bezłuzową przekładnię śrubowo - toczną w obudowie typu M/49132A/BS/052/750 firmy Norgren Herion. Na podstawie ustalonych parametrów pracy dobrano napęd B&R typ 8MSA3M.E0-I6-Rev.D1 sterowanego wzmacniaczem ACOPOS 1016, którego zdjęcie zamieszczono na rysunku 5.



**Rys. 5. Widok elementów składowych napędu osi pionowej manipulatora bazującego na podzespołach B&R [5, 9]**

Ramię chwytnie manipulatora zbudowane zostało z dwóch modułów: wysuwu i obrotu ramienia. W kiści manipulatora umieszczono moduł zmieniaacza chwytaków. Na rysunku 6 pokazano widok ramienia chwytnego zintegrowanego z magazynem wysokiego składowania manipulatora pneumatycznego.

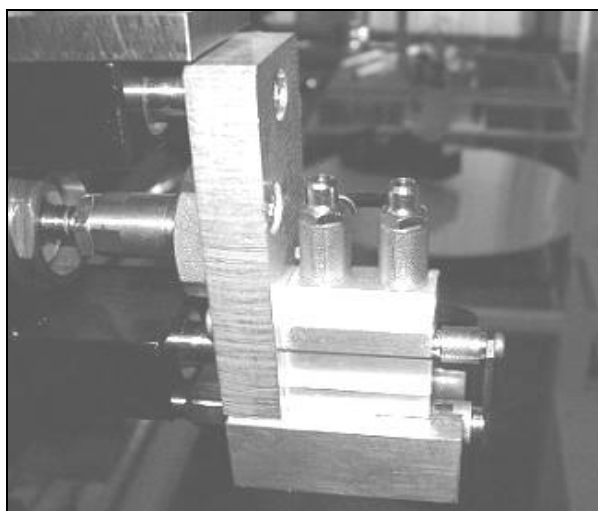


**Rys. 6. Zdjęcie ramienia chwytanego manipulatora magazynu wysokiego składowania**

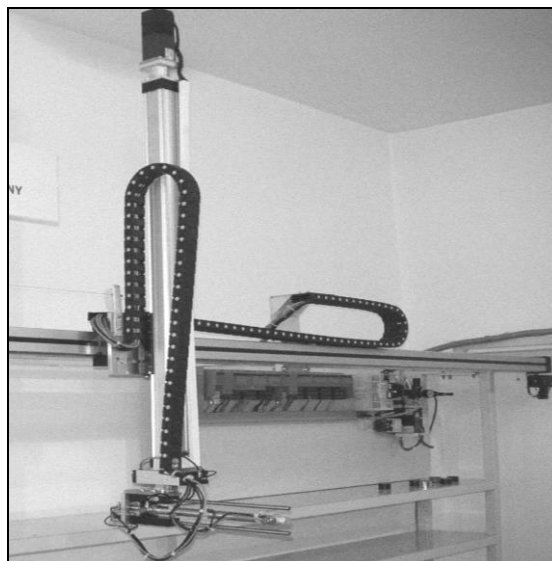
Do obrotu ramienia wokół osi pionowej użyto siłownika pneumatycznego obrotowego dwustronnego działania o zakresie ruchu roboczego  $180^\circ$  typu M/60272/M/180 firmy Norgren Herion. Aby uzyskać możliwość manipulacji przedmiotami wewnątrz półek magazynu, zastosowano moduł wysięgu ramienia, zbudowany z pneumatycznego siłownika tłoczkowego dwustronnego działania firmy Norgren Herion typ RM/8021/M/250 ze zintegrowanym przewodnikiem usztywniającym typu QM/8021. Widok elementów składowych ramienia chwytanego pokazano na rysunku 7.



**Rys. 7. Podzespoły ramienia chwytanego manipulatora [10]**



**Rys. 8. Zmieniacz chwytaków**

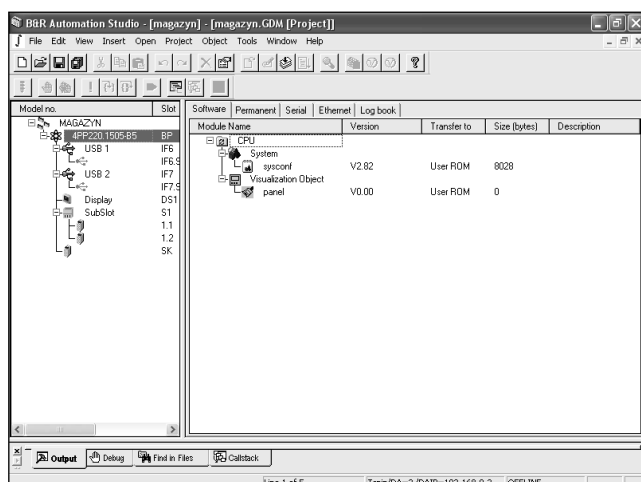


**Rys. 9. Zdjęcie całego magazynu wysokiego składowania**

Ramię chwytne manipulatora wyposażone zostało w automatyczny zmieniacz chwytaków. Na rysunku 8. pokazano zmieniacz chwytaków, który został wykonany w oparciu o siłownik dwustronnego działania Norgren Herion serii mini [10], który za pomocą dodatkowego elementu przełącza blokadę szybkozłączki Norgren Herion.

## 5. IMPLEMENTACJA ALGORYTMÓW PRACY UKŁADU STEROWANIA BAZUJĄCEGO NA ROZPROSZONYM SYSTEMIE FIRMY B&R

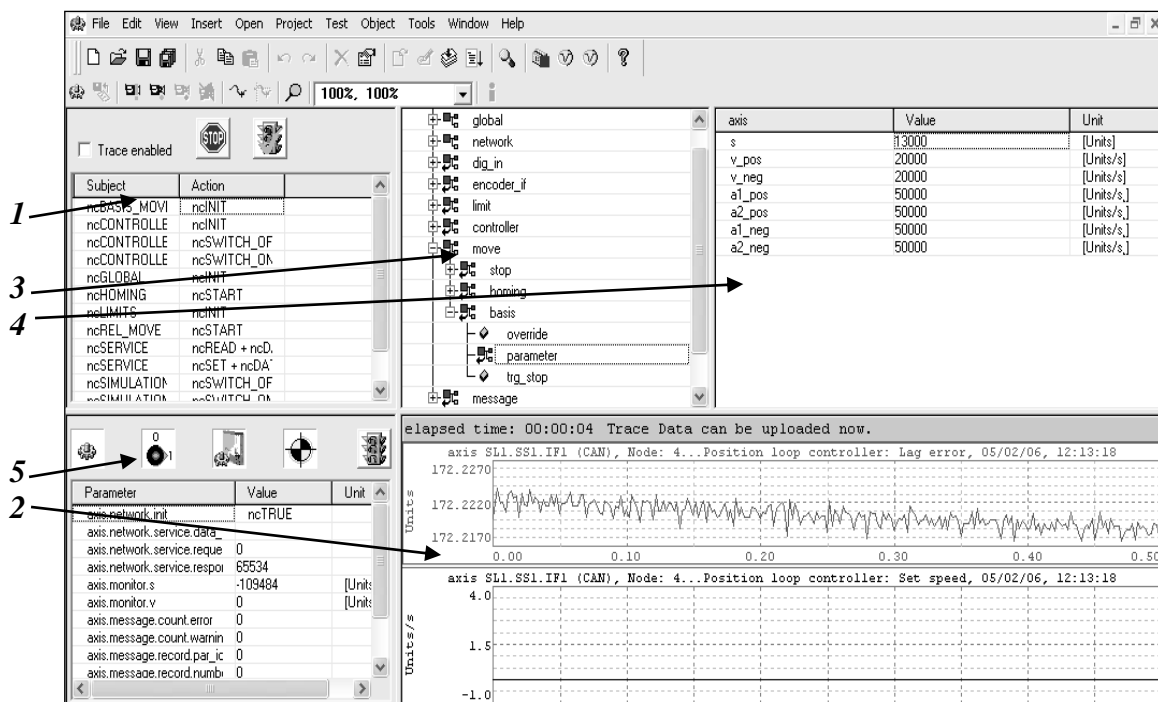
Pierwszym krokiem zrealizowanym podczas tworzenia parametrycznego programu sterującego pracą magazynu wysokiego składowania była konfiguracja sprzętowa. W tym celu utworzono, w dedykowanym środowisku programistycznym B&R Automation Studio, nowy projekt. Rozpoczęcie pracy z nowym projektem wymagało w pierwszej kolejności ustalenia rodzaju sterownika PLC, na którym tworzony projekt będzie zainstalowany. Zgodnie ze stanem faktycznym wybrano sterownik PP220.1505-B5. Automation Studio, w oparciu o wskazany typ sterownika PLC, dobrało właściwą wersję systemu operacyjnego. Zakończenie konfiguracji podstawowej projektu pozwala przejść do głównego ekranu środowiska, który przedstawiono na rysunku 10.



**Rys. 10. Okno robocze środowiska Automation Studio podczas tworzenia oprogramowania nadrzędnego magazynu wysokiego składowania**

W lewej części ekranu roboczego znajduje się drzewo konfiguracji sprzętowej. Prawa część ekranu roboczego zawiera szczegółową charakterystykę wskazanego za pomocą drzewa konfiguracji sprzętowej obiektu. Ze względu na wskazanie nadrzędnego obiektu drzewa konfiguracji (lewa strona ekranu) w postaci nazwy sterownika PLC, prawa część ekranu pokazuje drzewo zainstalowanych komponentów (bibliotek, obiektów wizualizacyjnych oraz zadań programowych). Aby możliwe było wprowadzenie do drzewa sprzętowego sterownika serwonapędu ACOPOS 1016 oraz modułów wejść i wyjść analogowych i cyfrowych, konieczne było zdefiniowanie kart rozszerzających, które zainstalowano w sterowniku PLC oraz kolejnych komponentów połączonych z jednostką CPU poprzez sieć CAN. Po zdefiniowaniu typu stacji dokujących oraz modułów wejść i wyjść, zdefiniowano, znajdujący się w czwartym węźle sieci, sterownik serwonapędu ACOPOS 1016 oraz silnik z nim współpracujący (obiekt 8V1016.50.2).

Po przesłaniu utworzonego projektu na sterownik PLC możliwe było uruchomienie środowiska testowania serwonapędów. Tryb testujący pozwala na przejęcie kontroli programowej nad pracą serwonapędu przez połączony w trybie ONLINE komputer, przez co możliwe jest zastąpienie oddziaływania sterownika PLC na serwowamniacz. Podczas prac związanych z uruchomieniem napędu osi pionowej, zintegrowanego z magazynem wysokiego składowania manipulatora elektropneumatycznego, wykorzystano środowisko „Test” do wyznaczenia optymalnych wartości współczynników wzmocnienia uchybu położeniowego oraz prędkościowego. Lewa górna część ekranu roboczego modułu testowania rozproszonych systemów napędowych B&R (rys. 11) zawiera zbiór poleceń zawartych w strukturze roboczej osi sterowanej numerycznie. Dostępne w oknie (1) polecenia można rozszerzać o inne dostępne z poziomu języka programowania.



Rys. 11. Okno robocze środowiska „Test” oprogramowania B&R Automation Studio

W prawej dolnej części ekranu (2) umieszczone zostały parametry odczytywanych stanów serwonapędu (struktura „p\_ax\_dat.monitor”). Nad oknem poleceń (1) umieszczono sygnalizację gotowości serwonapędu do pracy oraz przycisk zatrzymania awaryjnego silnika



serwonapędu - „STOP”. Nad oknem odczytu stanów (2) umieszczono sygnalizację zasilania silnika, włączenia regulatora położenia, odczytu stanu, wykonywania bazowania napędu oraz czujnik błędów serwowzmacniacza. W centralnej części ekranu roboczego środowiska „Test” znajduje się okno dostępu do struktury serwonapędu (3). Po prawej stronie okna dostępu do struktury serwonapędu (3) umieszczono edytor wartości parametrów wybranej podstruktury (4). Aby umożliwić śledzenie przebiegów wartości podstruktury stanów, w dolnej prawej części ekranu umieszczono okno oscyloskopowe (5). Ze względu na specyfikę napędów jednofazowych firmy B&R konieczne jest wyłączenie standardowego monitora zasilania trójfazowego oraz zmiana domyślnej wartości skutecznej napięcia zasilającego serwowzmacniacza. W celu wykonania zmiany ustawień domyślnych parametrów konieczne jest wykorzystanie kanału serwisowego. Wysyłanie poleceń serwisowych przebiega w trzech etapach. W pierwszej kolejności należy ustawić numer polecenia serwisowego. Po ustawieniu właściwego numeru instrukcji serwisowej `par_id` należy wpisać nową wartość podstruktury `data_text`. Wykonanie powyższych czynności spowoduje zapisanie w buforze nadawania informacji o nowej wartości wskazanego parametru serwisowego. Zmiana powyższych ustawień serwisowych pozostanie aktywna do momentu opuszczenia środowiska „Test”.

Rozpoczęcie procedury dostrajania serwonapędu polegało na zmianie współczynnika wzmocnienia uchybu prędkościowego. W pierwszej fazie dostrajania serwonapędu do warunków pracy (obciążenie wału silnika) ustawiono wartość  $k_v=0$  wzmocnienia regulatora prędkościowego. Dostrojenie regulatora uchybu położeniowego wymagało uruchomienia serwonapędu i śledzenia zmiennej położenia oraz prędkości serwonapędu. Dostrajanie współczynnika wzmocnienia położeniowego polegało na stopniowym zwiększaniu wartości  $k_v$  regulatora położenia, aż do momentu pojawienia się drgań samowzbudnych wału silnika serwonapędu. Jako ostateczną wartość przyjęto  $k_v=12$ . Jest to bezpieczna wartość graniczna współczynnika wzmocnienia regulatora położeniowego, powyżej której zaobserwowano znaczny wzrost oscylacji prędkości. Po wykonaniu procedury strojenia parametrów regulatora położenia dostrojono parametry regulatora prędkości. Wykorzystano proporcjonalną zależność pomiędzy rozwijanym momentem a natężeniem prądu w uzwojeniach silnika i szybką transformatę Furiera (FFT), która jest dostępna jako wbudowana funkcja środowiska Automation Studio.

## 4. PODSUMOWANIE

Zastosowane przez autorów rozwiązanie sieciowe CAN stanowi doskonały przykład rozproszonego systemu sterowania. Wykorzystany w układzie pojedynczy sterownik PLC firmy B&R pozwala na przyłączenie 255 węzłów podstawowych sieci CAN, a zatem możliwe jest bardzo mocne rozbudowanie systemu sterowania. Rozwiązanie to może zapewnić bezpieczne i funkcjonalne sterowanie dla wielu różnych podukładów automatyki przemysłowej jednocześnie. Można, zatem wywnioskować, że zastosowanie tego typu rozwiązań dla bardzo dużych aplikacji pozwala wyeliminować znaczną część sterowników logicznych PLC na rzecz jednego sterownika z zaimplementowaną obsługą sieci CAN, a to pozwala w sposób znaczący zmniejszyć koszty układu sterowania całej aplikacji, przy jednoczesnym zwiększeniu przejrzystości połączeń (okablowania) przy dużej łatwości identyfikacji sygnałów wejściowych i wyjściowych. Stosowanie sterowania rozproszonego pozwala również na uniknięcie błędów pomiarowych, wynikających ze spadków mierzonych napięć (pomiar analogowy) na długości przewodów sygnałowych. Jest to możliwe dzięki umieszczeniu modułu z przetwornikiem A/C w bezpośredniej bliskości obiektu, którego sygnał napięciowy należy zmierzyć. Informacja przesyłana do nadrzędnego sterownika PLC

zostanie zamieniona na postać cyfrową, która nie jest wrażliwa na zjawisko spadku napięcia (przy zachowaniu odpowiedniej - zalecanej przez producenta rozpiętości sieci).

#### 4. LITERATURA

- [1] LEGIERSKI T.: Programowanie sterowników PLC, Wydawnictwo Jacka Skalmierskiego, Gliwice 1998
- [2] RUDA A., OLESIŃSKI R.: Sterowniki programowalne PLC, Centralny Ośrodek Szkolenia i Wydawnictwa Stowarzyszenia Elektryków Polskich, Warszawa 2005.
- [3] ŚWIDER J., WSZOŁEK G., RECLIŁ D.: High storage system as an additional module for the Modular Production System (MPS), Machine-Building and Technosphere of the XXI Century, Sevastopol. 2006
- [4] B&R Automation Studio. Programming, B&R Industrie-Elektronik. 2001.
- [5] Controls, Motions, Operator Interface, Communications, B&R 2003.
- [6] Katalog B&R, B&R PC Innovations, B&R 2002.
- [7] Katalog B&R, X20 System, B&R 2004.
- [8] Pliki pomocy aplikacji B&R Automation Studio.
- [9] [www.br-automation.com](http://www.br-automation.com).
- [10] Katalog Norgren Herion, PNEUMATYKA, Norgren Herion 2002.

### **CAN PROTOCOL IN DIFFUSE CONTROLLING SYSTEM BASED ON B&R HARDWARE**

**Abstract:** This paper describes the distracted steering system based on B&R PLC controller. The steering system consists in CPU unit which is integrated with touch panel and distracted input and output system. The information exchange process between CPU unit of PLC controller and input and output modules proceed on internal CAN net. The B&R steering system represents module solution. To connect the input and output module with system is possible by using the docking module node, which can connect the internal CAN date bus system. This paper describes also connection the numerical steering axis to steering system. There is possible to connect the servo by using the CAN protocol, which is applied to communication of CPU unit with inputs and outputs. The presented solution is widely applied in 6- and more axial robots, machine tools, steering of the technological processes, and remote acquisition of data from others, distant units of automation. This paper is based on real application of distracted B&R steering system in the form of the ware house steering system.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Stanisław Wasilewski