

Mirosław **MARKOWSKI**

UKŁADY HYDRAULICZNE BOSCH REXROTH STEROWANE MAGISTRALĄ CAN

Streszczenie: W referacie przedstawiono sposób konfigurowania magistrali CAN sterującej układem hydraulicznym. Konfiguracja polega na doborze odpowiedniej wielkości jednostki sterującej typu „RC” oraz wejściowych elementów sterujących /joysticki/, elementów sterowanych /rozdzielacze, pompy i silniki hydrauliczne/. Zaprezentowano sposób monitorowania parametrów pracy układu na wyświetlaczu, możliwość zastosowania wyświetlacza do diagnostyki magistrali CAN oraz sposobu jej parametryzacji. Pokazano sposób oprogramowania magistrali za pomocą standardowego oprogramowania i jego parametryzacji za pomocą programu „Bodem” lub opracowania własnego algorytmu sterującego układem hydraulicznym za pomocą programu „Bodas”. Przedstawiono przykładowe zastosowanie magistrali CAN do transmisji danych w postaci temperatury mediów w silniku spalinowym na podstawie, których jednostka „RC” steruje prędkością obrotową wentylatora utrzymując, temperaturę ww. mediów na założonym poziomie.

1. WSTĘP

Największe osiągnięcia w rozwoju elektronicznych układów sterujących typu CAN-Bus uzyskała firma Robert Bosch GmbH w roku 1980. Układy te stosowane były w przemyśle samochodowym, co zapoczątkowało szybki ich rozwój. Początkowo konstrukcja CAN-Bus opracowana była w celu optymalizacji kosztów układów sterujących oraz osiągnięcia odporności na czynniki zewnętrzne pozwalając na zastosowanie tych układów w przemyśle samochodowym. W międzyczasie CAN-Bus zastosowano również w innych dziedzinach przemysłu, jak również w pojazdach specjalnych, ciągnikach rolniczych i maszynach budowlanych.

W pierwszych modelach samochodów zastosowano kilka elektronicznych jednostek sterujących ECU podłączonych magistralą CAN-Bus jako układy elektroniczne z oddzielnym wyświetlaczem lub zespolona elektronika, taka jak „ABS” i później „Airbag”. W roku 1991 firma Bosch opublikowała specyfikację protokołu CAN 2.0. będącą bazą do protokołu SAE J1939. Magistrala CAN według SAE J1939 wykorzystuje do przesyłu i transmisji przewód dwużyłowy i może przysyłać dane z częstotliwością 250 kb/s. Magistrala CAN wg SAE J1939-11 oparta jest na przewodzie dwużyłowym pracująca z częstotliwością 250 kb/s.

W 1997 roku firma Mannesmann Rexroth skonstruowała sterownik MC7 z przyłączem CAN rozpowszechniając zastosowanie tego systemu do sterowania układem hydraulicznym maszyn budowlanych.

Od roku 2003 firma Bosch Rexroth posiada kompletny system CAN sterujący pojazdami i maszynami budowlanymi.

2. UKŁAD ELEKTRONICZNY

Układ elektroniczny zbudowany jest z jednostki sterującej, elementów sterujących i sterowanych, przyrządów monitorujących pracę układu oraz jego diagnostykę.

Jednostki sterujące typu „RC” /Rexroth Controller/ są jednostkami zintegrowanymi. Mają wbudowany 16-bitowy mikroprocesor, pamięć, zasilacz elementów sterujących, przyłącza wejścia i wyjścia umożliwiające bezpośrednie podłączenie elementów sterujących, sterowanych, wyświetlacza i przyrządów diagnostycznych. Elektroniczne jednostki sterujące produkowane są w wielkościach RC2-2, RC4-4, RC6-9, RC12-18, RC36-20. Jednostki te posiadają

2 przyłącza CAN, jedynie RC2-2 posiada 1 przyłącze. Magistrala CAN pracuje z prędkością transmisji do 1Mb – standardowo 250kb, mogąca współpracować z 40 elementami wyjścia. Informacje przesyłane są jednym z dwóch protokołów: wg ISO 11898 - 2.0A /z 11-bitowym identyfikatorem/ i 2.0B /z identyfikatorem 29-bitowym/.

Jednostki „RC” oparte są na mikroprocesorze „Infinion” C167CS /jednostka RC2-2 na procesorze C164CI/ pozwalającym realizować dynamiczny proces sterujący.

Jednostki sterujące posiadają pamięć 256kB /jednostka RC2-2 - 128kB/ umożliwiającą wykonanie złożonych programów sterujących.

Dodatkowo możliwości są rozszerzone o wejścia częstotliwościowe, napięciowe, prądowe i włącz/wyłącz umożliwiające podłączenie czujników niepracujących w systemie CAN oraz przetworzenie ich sygnałów na sygnał CAN.

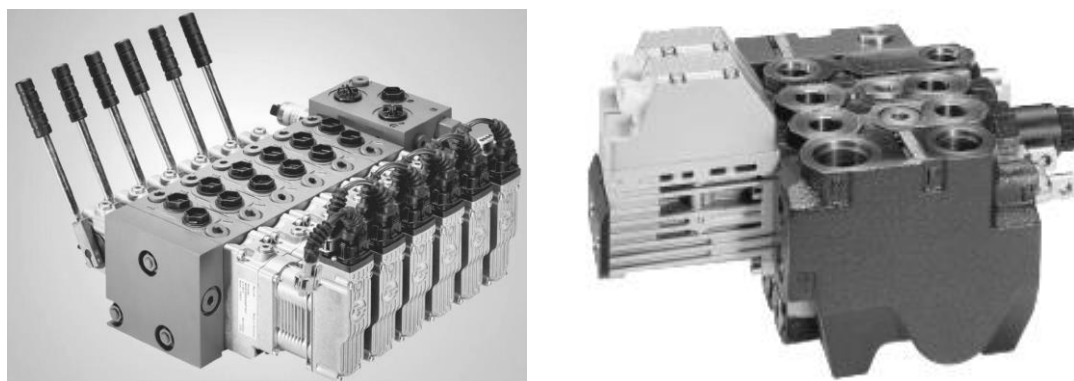
Elementem sterującym pracującym w systemie CAN jest to joystick typu 4THEC5. Dane wysyłane są protokołem 1-bitowym.



Rys.1. Elementy sterujące: joystick, czujnik prędkości obrotowej, czujnik siły, czujnik kąta

Do wejść częstotliwościowych podłączane są czujniki prędkości obrotowej. Do wejść analogowych podłączane są czujniki siły, kąta. Do wejść on/off podłączane są przełączniki włączające lub wyłączające odpowiednie funkcje maszyn lub funkcje realizowane automatycznie. Do wyjść CAN podłączane są elektroniczne układy EPM-y sterujące rozdzielaczami, pompami lub silnikami hydraulicznymi. Informacje do i z EPM-ów przesyłane są protokołem CAN-open i CAN –Rexroth. Szczegółowy opis obu protokołów zawarty jest w kartach katalogowych - odpowiednio RDE94565-02 i 94565-03.

Z uwagi na rozproszoną lokalizację pomp, silników hydraulicznych i niektórych elektrozworów, można zastosować /jako tańszą opcją/ sterowanie proporcjonalne PWM ww. jednostek, wykorzystując wyjścia proporcjonalne PWM znajdujące się w jednostkach „RC”.



Rys.2. Rozdzielacz sterowny CAN-Bus - M4...EPM i SB...EHS



Rys.3. Pompa A4VG i silnik hydrauliczny A6VM sterowane elektrycznie

Do monitorowania wartości parametrów układu takich jak ciśnienie, prędkość obrotowa, temperatura lub parametrów pracy maszyny /prędkość jazdy, siła uciążu, stateczność maszyny/ służy wyświetlacz DI2 lub DI3. Prezentacja wartości parametrów może być graficzna lub cyfrowa. Przekroczenie wartości dopuszczalnych parametru jest sygnalizowane komunikatem lub odpowiednim znakiem graficznym. Dodatkowo wyświetlacz służy do zmiany parametrów pracy układu sterującego pracą maszyny oraz do jego diagnostyki.

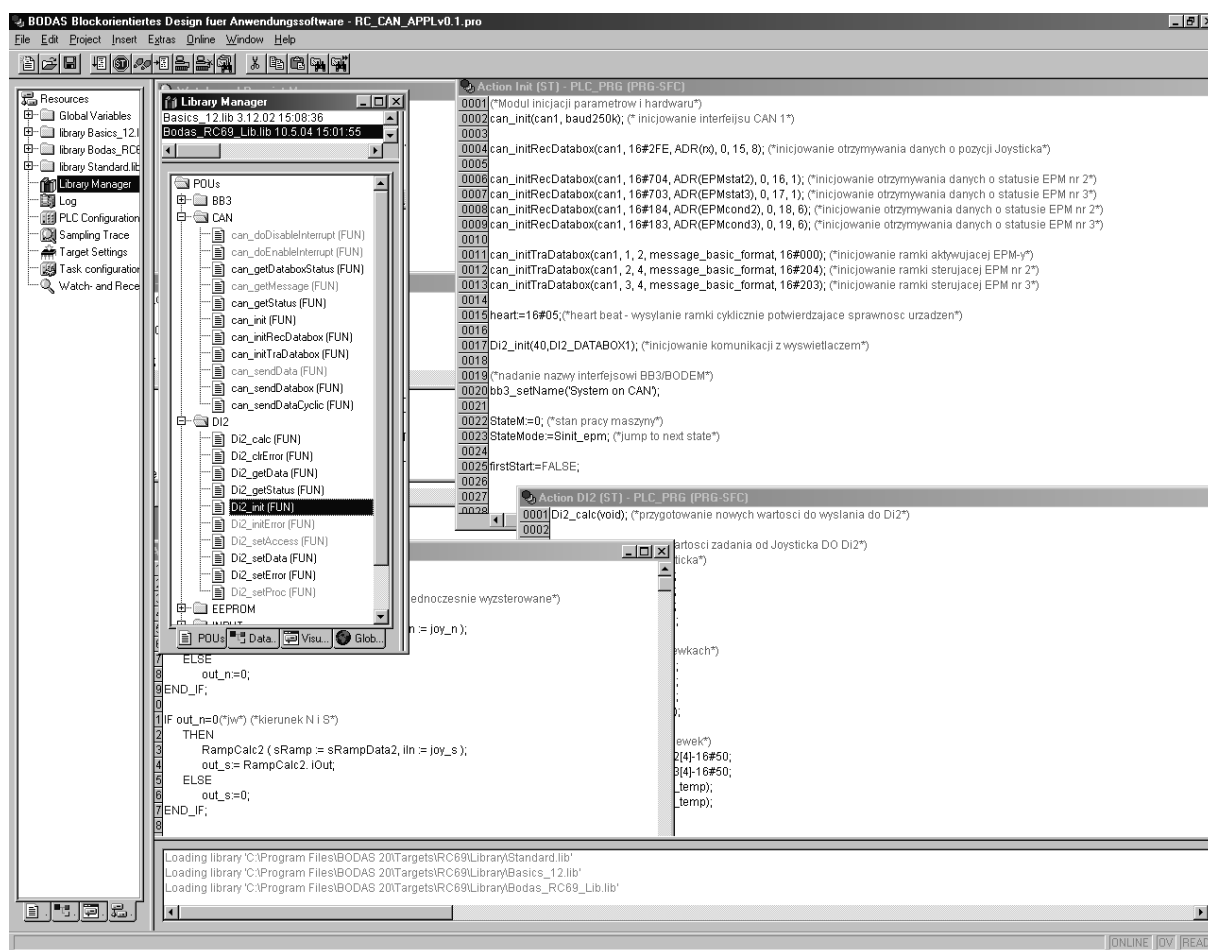
Do wyświetlacza DI3 można podłączyć jedną lub dwie kamery służące do monitorowania pola pracy maszyny. Informacje przekazywane są protokołem CAN 2.0B, pozwalającym przesłać do 4096 danych.



Rys.4. Wyświetlacz DI2 i DI3 współpracujący z kolorową kamerą

3. OPROGRAMOWANIE JEDNOSTEK „RC”

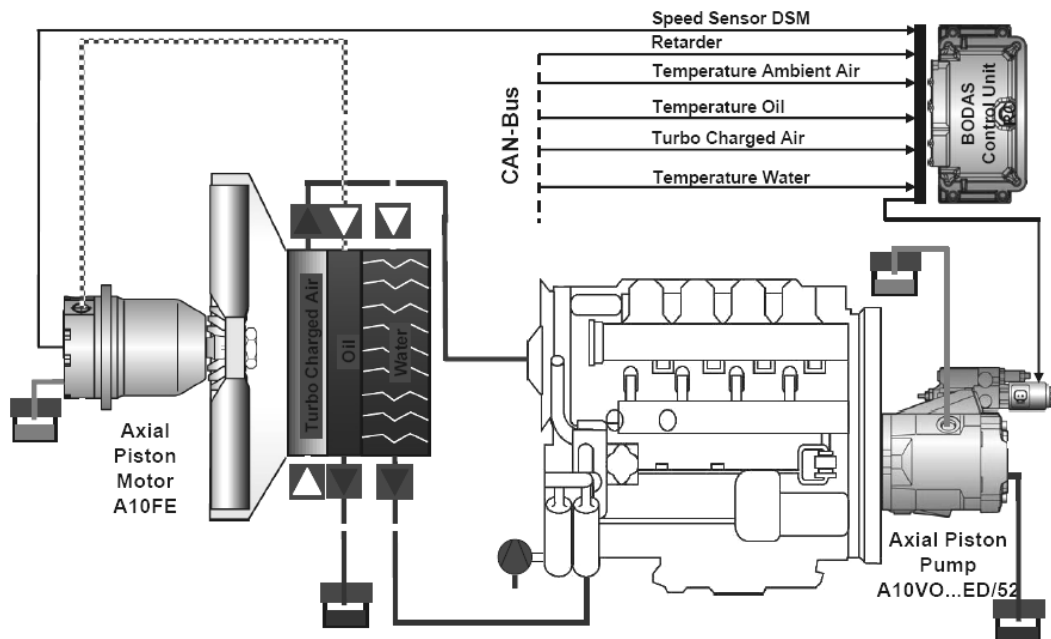
Oprogramowania jednostek „RC” wykonywane są programem „BODAS”. Program „BODAS” ma strukturę analogiczną do ogólnie stosowanych programów, gdyż oparty jest na międzynarodowym standardzie zgodnym z IEC 61131-3. Jest to środowisko do programowania graficznego i tekstu strukturalnego, wyposażone w bogatą bibliotekę funkcji i podprogramów znacznie ułatwiających i przyspieszających opracowanie oprogramowania. Widok okien edytora „BODAS” z oknem funkcji CAN i wyświetlacza DI2 widoczny jest na poniższym rysunku.



Rys.5. Widok ekranu edytora BODAS

Producent jednostek sterujących typu „RC” oferuje szeroką gamę standardowych programów, które można szybko i łatwo zaadaptować do układu hydraulicznego. W opisie programu przedstawiona jest konfiguracja elementów wejścia i wyjścia, wymienione są typy zalecanych elementów. Uruchomienie układu polega na odpowiednim podłączeniu tych elementów do „RC” oraz ustawieniu parametrów programu.

Przykładowym programem jest układ sterujący napędem wentylatora „AFC” opracowany do jednostki RC2-2. Konfiguracja układu polegająca na podłączeniu elementów wejścia i wyjścia pokazana jest na poniższym rysunku. Ustawienie parametrów pracy układu – w programie „AFC” są to temperatury cieczy chłodzącej, oleju i powietrza doładowanego gdzie, ustawiamy minimalną i maksymalną ich wartość. Układ elektroniczny powoduje pracę wentylatora z prędkością obrotową utrzymującą ww. temperatury na założonym poziomie. Wartości temperatur płynu chłodzącego, powietrza doładowania silnika, oleju silnika są przekazywane magistralą CAN, pozwalając na rezygnację z czujników ww. temperatur, co upraszcza konfigurację układu i zmniejsza jego cenę.



Rys.6. Konfiguracja hydrostatycznego napędu wentylatora.

Do monitorowania wartości zmiennych podczas pracy układu, zmiany parametrów programu oraz diagnozy układu elektrycznego służy program „BODEM”.

Parametry monitorowane są cyfrowo oraz graficznie, co pozwala na ciągłe śledzenie ich wartości podczas pracy układu. Pozwala to na precyzyjne dobranie parametrów programu, zapewniając zakładane parametry pracy maszyny – okno monitorowania przebiegu parametrów widoczne jest na poniższym rysunku. Wartości parametrów dobierane są indywidualnie w zależności od rodzaju maszyny, w której zastosowano dany układ lub w maszynach jednego typu pracujących w różnych warunkach, pozwalając w prosty sposób zmienić jej własności.

Diagnostyka układu elektronicznego polega na wyświetlaniu komunikatu błędów bieżących i zachowanych. Komunikaty błędów bieżących pomagają w prosty sposób zdiagnozować miejsce uszkodzenia – po usunięciu uszkodzenia błąd jest kasowany. Błędy zachowane informują o awariach, które wystąpiły w układzie – błędy kasowane są przez pracowników serwisu maszyny.



Rys. 7. Widok ekranu programu diagnostycznego BODEM: okno monitorowania przebiegu parametrów, okno zmiany parametrów, okno błędów

4. WNIOSKI

Układ elektroniczny oparty na jednostkach „RC” pracujący w systemie CAN powoduje, że sterowanie układem hydraulicznym maszyn budowlanych zapewnia ich wysokie parametry użytkowe, wysoką dokładność pracy, wygodę sterowania oraz łatwą jego diagnostykę. Zastosowanie w układzie sterującym elementów elektronicznych odpornych na czynniki zewnętrzne występujące podczas pracy, takie jak:

- szeroki zakres temperatur otoczenia;
- wysoki poziom drgań;
- zanieczyszczenie otoczenia;
- wilgotność;
- pole magnetyczne,

gwarantuje wysoka niezawodność układu. Prosty i przejrzysty sposób oprogramowania oraz parametryzacji powoduje proste jego zastosowanie w różnego rodzaju maszynach pracujących w trudnych warunkach środowiskowych.

5. LITERATURA

- [1] Praca zbiorowa, Mobile 2003 International Mobile Hydraulic Conference. Bosch Rexroth, Elchingen 2003.
- [2] 4th International Mobile Electronic Conference 2006, Elchingen/Germany – materiały nie publikowane.
- [3] Electronic pilot module CAN interface, CAN open protocol: RE94565-02.
- [4] Electronic pilot module CAN interface, CAN Rexroth protocol: RE94565-03.

Recenzent: mgr inż. Jacek Barcik