

074

A

ZESPÓŁ ZROBOTYZOWANYCH SYSTEMÓW INTELIGENTNYCH

Nazwa ONB/ZNB

Główny wykonawca .. mgr inż. Marek Petz

Wykonawcy: .. mgr inż. Zbigniew Pilat

Zrobotyzowane gniazdo pracujące w instalacji sieciowej CIM

Etap 1: Projekt zrobotyzowanego gniazda

(Tytuł pracy, numer i tytuł etapu)

Zleceniodawca Projekt badawczy zamawiany PBZ-31-05.....

mgr inż. M. Petz mgr inż. Z. Pilat Z-ca dyr. d/s Badawczo-Rozwojowych
dr inż. J. Jabłkowski

Pracę zakończono dnia grudzień 1995.....

Nr arch.7277.....

Nr zlecenia1595K.....

Analiza deskryptorowa

Zrobotyzowane gniazdo, sieć CIM

Abstrakt

W sprawozdaniu zawarto opis pracy zrobotyzowanego gniazda, składającego się z dwóch robotów URP, stołu obrotowego i transportera, pracującego w sieci CIM.

Tytuły poprzednich sprawozdań

Nie było.

Rozdzielnik

Egz. 1. ZSI

Egz. 2. ZSS

Egz. 3. OIN

SPIS TREŚCI

1.	Opis funkcjonalny gniazda	str. 2
2.	Założenia do programów użytkowych	str. 6
3.	Wymiana informacji w gnieździe - założenia do współpracy z siecią	str. 8
4.	Mocowanie urządzeń gniazda	str. 13
5.	Zestawienie urządzeń i materiałów	str. 13

1. Opis funkcjonalny gniazda.

Zrobotyzowane gniazdo będzie jednym z elementów Laboratorium Systemów Sieciowych (LSS), powstającego w ramach realizacji badawczego projektu zamawianego. Główne cele, jakie mają być osiągnięte w odniesieniu do gniazda to:

- stworzenie modelowego systemu wielorobotowego, ze sterowaniem nadrzędnym, integrującego różne systemy sterowania (sterownik URP produkcji PIAP - robot URP-10, sterownik rho3 produkcji Bosch - robot 120kg, sterownik C-60K produkcji OMRON - sekwencyjne sterowanie pracą poszczególnych urządzeń gniazda, komputer PC - sterownik nadrzędny gniazda), włączonego w strukturę systemu wytwarzania o cechach CIM za pośrednictwem przemysłowej lokalnej sieci komputerowej typu **Profibus**,
- stworzenie stanowiska treningowo-szkoleniowego programowania robotów przemysłowych i sterowników logicznych, szczególnie do zadań realizowanych przez grupę współpracujących urządzeń,
- opracowanie, przebadanie i przygotowanie wzorców, zaleceń projektowania systemów zrobotyzowanych zintegrowanych w systemach produkcyjnych o cechach CIM - głównie w zakresie sprzężenia sterowania gniazda wielorobotowego z siecią przemysłową systemu CIM.

Zrobotyzowane gniazdo działające w sieci, realizowane w ramach niniejszego projektu składa się z:

- robota 120kg z napędami i układem sterowania firmy Bosch,
- robota URP-10,
- stołu obrotowego PZP-4,
- transportera z napędem silnikiem prądu stałego
- sterownika logicznego C-60K firmy OMRON.

W gnieździe odbywa się przekładanie różnego kształtu detali w zamkniętym obiegu, składającym się z ruchu transportera, przeniesienia detalu przez robot z transportera na stół obrotowy, obrotu stołu obrotowego,

przeniesienia detalu przez drugi robot ze stołu obrotowego na transporter i dalej powtarzania tego cyklu.

Sterownik nadrzędny gniazda będzie zrealizowany na komputerze PC, który równocześnie pełni rolę jednej ze stacji sieci komputerowej w Laboratorium Systemów Sieciowych. Komputer ten komunikuje się poprzez sieć PROFIBUS z innymi stacjami sieci. Z drugiej strony poprzez kanały szeregowo typu RS232 wymienia informacje z robotami i sterownikiem sekwencyjnym gniazda. Jako sterownik sekwencyjny zarządzający pracą wszystkich urządzeń gniazda zostanie wykorzystany sterownik logiczny C-60K firmy OMRON. Sterownik ten komunikuje się z robotami poprzez wejścia/wyjścia dwustanowe. Stół obrotowy i transporter są również sterowane sygnałami dwustanowymi ze sterownika C-60K.

Oba roboty wyposażone są w chwytaki pneumatyczne dostosowane do chwytania kilku różnego kształtu detali (walec, sześciąt, prostokątów). Na stolikach stołu obrotowego są zamocowane proste uchwyty do pozycjonowania tych detali. W zasięgu robota URP-120 znajduje się paleta do detali.

Oba roboty mają możliwość zdalnego uruchamiania programów użytkowych (START PROGRAMU) i zatrzymywania programów użytkowych (STOP PROGRAMU). Oba roboty mają też możliwość sygnalizowania na zewnątrz stanu pracy w trybie automatycznego wykonywania programu. Sygnały te będą obsługiwane przez sterownik sekwencyjny. Dodatkowo stan pracy automatycznej robotów będzie sygnalizowany lampką umieszczoną na maszynie w pobliżu każdego z nich lub ich układów sterowania. Rozpoczęcie automatycznego wykonywania programu użytkowego może być również poprzedzane sygnałem dźwiękowym.

Oba roboty mają możliwość dołączenia zewnętrznego sygnału STOP AWARYJNY. Oba roboty mają też możliwość sygnalizowania na zewnątrz stanu STOP AWARYJNY. Obwody zewnętrznego sygnału STOP AWARYJNY obu robotów będą połączone szeregowo. W ten sposób utworzony obwód STOP AWARYJNY gniazda będzie też włączony stół obrotowy (grzybek na pulpicie). Odpowiednie styki informujące o wystąpieniu stanu STOP AWARYJNY są dołączone do odpowiednich wejść dwustanowych sterownika C-60K.

Gniazdo będzie otoczone barierkami, a wejście będzie możliwe przez bramkę zaopatrzoną w wyłącznik. Otwarcie tej bramki w czasie

wykonywania programu przez roboty powoduje zatrzymanie pracy gniazda. Informacja o stanie barierki będzie przekazywana do sterownika sekwencyjnego gniazda (sygnał dwustanowy: barierka zamknięta/otwarta).

Z uwagi na duży stopień niebezpieczeństwa przebywania w strefie roboczej robotów, szczególnie robota 120kg, będzie rozważone zastosowanie kurtyny świetlnej, uniemożliwiającej wejście w tę strefę osób podczas pracy robotów. Przy zastosowaniu tego zabezpieczenia, sygnał z kurtyny będzie włączony w obwód STOP AWARYJNY gniazda.

Cały system bezpieczeństwa pracy gniazda będzie dopasowany, zgodny z wymogami odpowiednich norm międzynarodowych (ISO, EN) w tym zakresie.

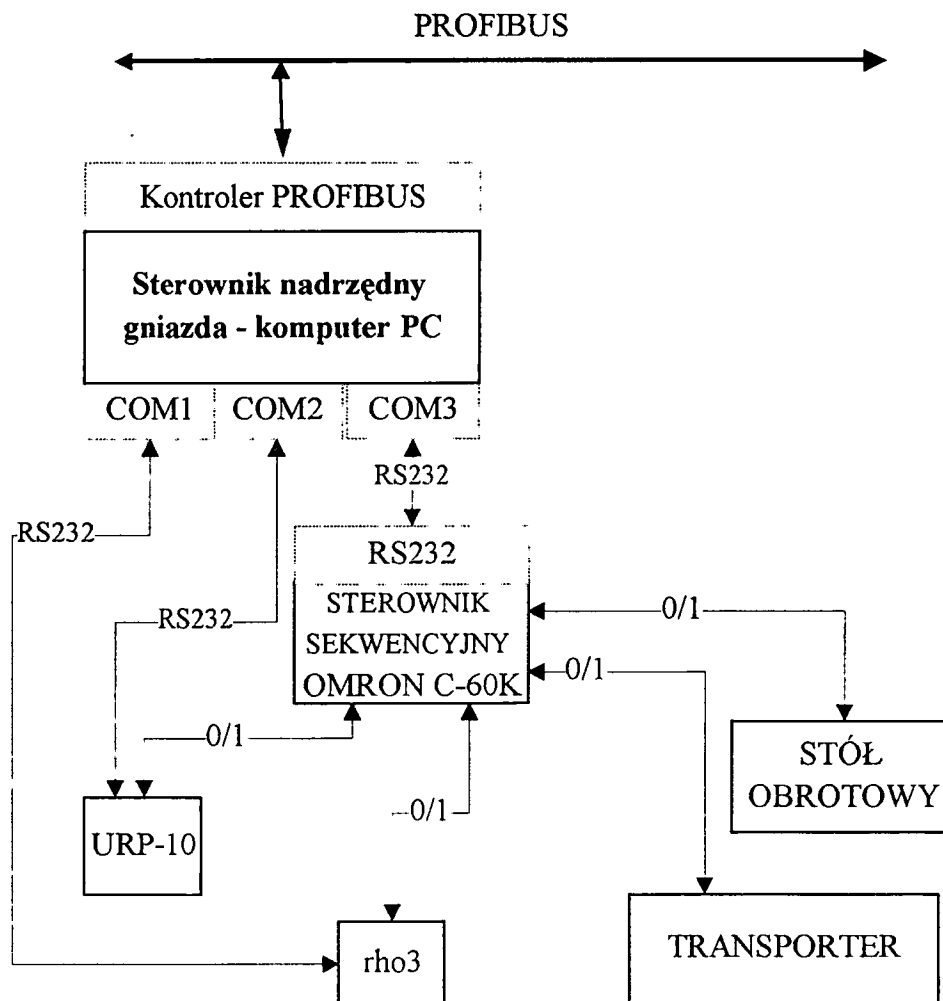
Zakłada się, że oba roboty będą miały zainstalowane łącze szeregowe oraz wejścia i wyjścia dwustanowe. Łączem szeregowym będzie odbywać się komunikacja ze sterownikiem nadrzędnym gniazda, a sygnały dwustanowe, oprócz sygnalizowanej wyżej współpracy ze sterownikiem sekwencyjnym, będą wykorzystane do włączania dodatkowych urządzeń zewnętrznych, np. lampki, sygnały dźwiękowe, dodatkowy osprzęt.

Transporter jest sterowany sygnałami dwustanowymi ze sterownika C-60K. Ma on możliwość trzech rodzajów pracy:

- postój,
- ruch do przodu,
- ruch do tyłu.

Prędkość ruchu transportera będzie w zasadzie stała. Przeprowadzone będą również próby pracy gniazda ze zmienną prędkością transportera. Do napędu transportera zostanie wykorzystany standardowy silnik prądu stałego typu PZTK13, taki sam jak w robocie IRb/URP-60.

Stół obrotowy posiada własny, autonomiczny sterownik. Obsługuje on pulpit stołu oraz przyjmuje zewnętrzne sygnały sterujące. W zależności od rozkazu od operatora (przycisk na pulpicie) lub przychodzącego z wyższej warstwy sterowania (sygnał dwustanowy) realizowany jest obrót stołu.



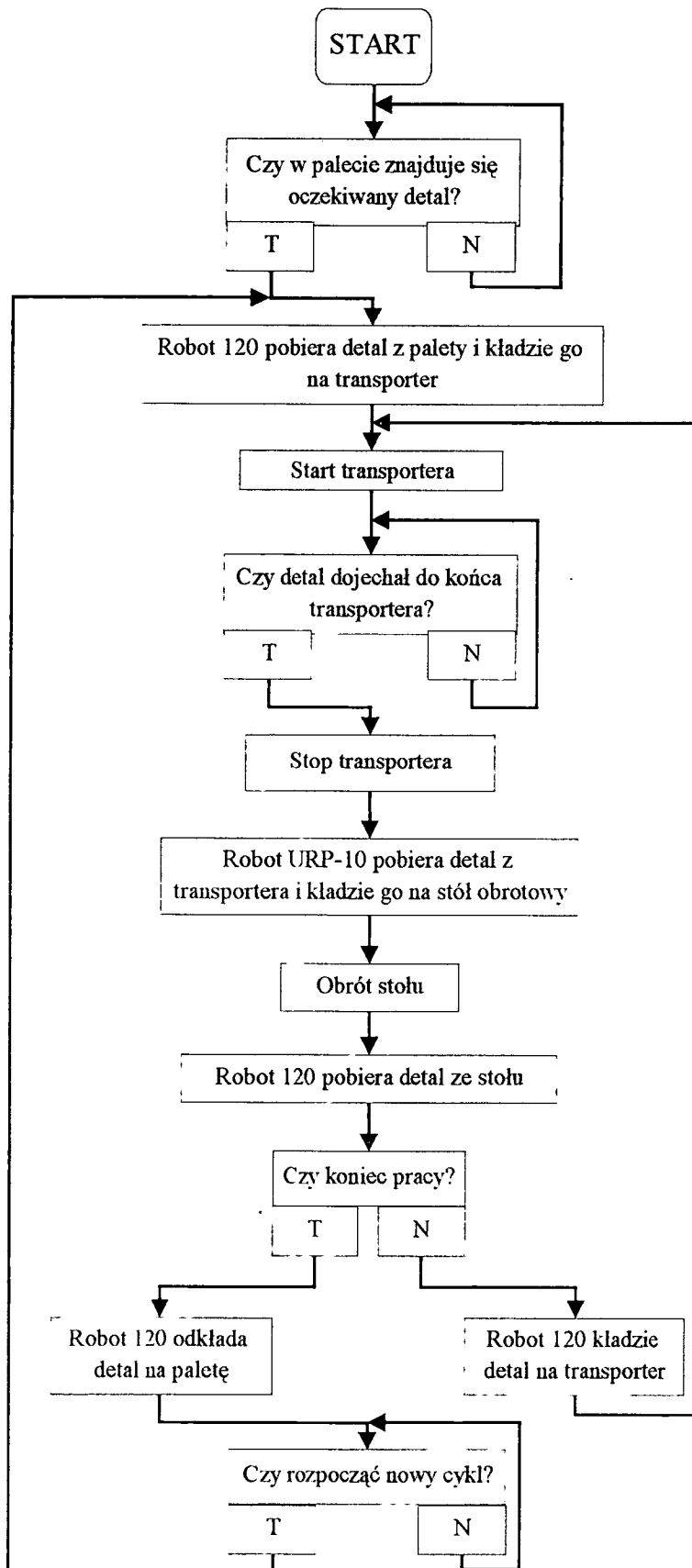
Rys. 1. Zrobotyzowane gniazdo pracujące w sieci CIM - połączenia informacyjne.

Zależnie od polecenia z układu zewnętrznego, w gnieździe jest uruchamiany odpowiedni program wykonawczy. Robot pobiera odpowiedni detal z palety i odkłada go na transporter z jednego lub z drugiego końca transportera. Kierunek ruchu transportera i odpowiednio kierunek obiegu detalu w gnieździe między robotem, transporterem, drugim robotem i stołem obrotowym jest wybierany przez polecenie z układu zewnętrznego. Roboty wykonują proste programy manipulacyjne, przekładając detale między stołem obrotowym a transporterem.

2. Założenia do programów użytkowych.

Jak już wspomniano w gnieździe będą przekładane trzy rodzaje detali. Ponieważ możliwy jest ruch detalu w ciągu: "robot URP - stół obrotowy - robot 120 - transporter - robot URP" w obu kierunkach, będziemy więc mieli sześć wariantów, sześć różnych programów użytkowych. Programy te mogą być wymieniane ręcznie, przez operatora gniazda. Programy użytkowe mogą być również ładowane do robotów ze sterownika nadrzędnego gniazda (PC), na rozkaz z upoważnionej stacji sieci. Programy te będą mogły być również przesyłane do innych stacji sieci (także w innych gałęziach - poprzez mosty), tam przeglądane, modyfikowane, drukowane itp. Ponieważ ogólny schemat wszystkich programów użytkowych będzie podobny, w niniejszym opisie ograniczymy się do przykładowego przedstawienia scenariusza programu przekładania sześciaków.

Wykonanie programu jest inicjowane na rozkaz ze sterownika nadrzędnego gniazda. Sterownik sekwencyjny zdalnie, sygnałem dwustanowym włącza pracę automatyczną obu robotów. W pierwszej fazie (wstępna) sprawdzany jest warunek, czy w palecie na pozycji sześciaków znajduje się detal. Następnie robot 120 pobiera sześciak z palety i układa go na transporterze. O tym, że detal leży na transporterze sterownik sekwencyjny dowiadyuje się sprawdzając sygnał z czujnika optycznego. Po otrzymaniu tego sygnału C-60K ustawia odpowiednie wyjście załączające ruch transportera i oczekuje na potwierdzenie, że detal dojechał do drugiego końca (sygnał z drugiego czujnika optycznego). Następnie sterownik sekwencyjny pozwala wznowić pracę robotowi URP (ustawienie odpowiedniego wyjścia dwustanowego). Robot URP pobiera detal i umieszcza go na stole obrotowym. Po zwolnieniu chwytaka i odejściu od detalu informuje o zakończeniu operacji sterownik sekwencyjny, a ten wysyła do stołu rozkaz (wyjścia dwustanowe) wykonania obrotu głównego - stolik z detalem przemieszcza się do obszaru roboczego robota 120. Po potwierdzeniu przez stół, że obrót został zakończony, sterownik sekwencyjny pozwala wznowić pracę robotowi 120. Ten bierze sześciak i sprawdza, czy nie ma rozkazu zakończenia programu. Jeśli tak (sygnał dwustanowy od sterownika sekwencyjnego) to odkłada detal na paletę i przechodzi w stan oczekiwania na kolejny rozkaz od sterownika. W przeciwnym wypadku robot 120 ponownie kładzie detal na transporter i cykl powtarza się.



Rys. 3. Algorytm programu użytkowego zrobotyzowanego gniazda.

3. Wymiana informacji w gnieździe - założenia do współpracy z siecią.

Program sterownika sekwencyjnego obejmuje współpracę z dwoma robotami, stołem obrotowym PZP-4, transporterem i czujnikami poprzez wejścia/wyjścia dwustanowe. Komunikacja ze sterownikiem nadrzędnym gniazda odbywa się poprzez łącze szeregowo RS232. Sterownik nadrzędny, pełniący jednocześnie w laboratorium systemów sieciowych rolę stacji nr 2, komunikuje się z pozostałymi elementami informatycznej struktury CIM za pośrednictwem sieci **Profibus**. Tą drogą będą przekazywane do gniazda informacje ze stacji dyspozytorskiej, dialogowej lub innej stacji sieci. Przy dalszej rozbudowie Laboratorium Systemów Sieciowych i zrealizowaniu mostu (bramy) do sieci PIAP-LAN, bazującej na standardzie Novell, możliwa będzie również komunikacja gniazda z komputerami dołączonymi do sieci instytutowej w pomieszczeniach biurowych.

Poprzez sterownik gniazda, operator może z dowolnej stacji systemu sieciowego wpływać na przebieg aktualnie wykonywanego cyklu pracy. Możliwa jest również automatyczna zmiana tego cyklu. Wykonywany jest on np. po poleceniu "przekładaj walec w lewo" lub inny cykl po nadesłaniu polecenia "przekładaj sześcian w prawo". Ta zmiana cyklu pracy zostanie zrealizowana na dwa sposoby.

W pierwszym, prostszym rozwiązaniu program użytkowy każdego z robotów składa się z podprogramów manipulacyjnych, w których wykonywane są ruchy przenoszenia detali z transportera na stół obrotowy i odwrotnie. Dla każdego detalu i dla każdego kierunku pracy gniazda istnieje odpowiedni podprogram manipulacyjny robota. Program główny zawiera instrukcje skoku warunkowego, odsyłające robota do podprogramów manipulacyjnych. Skok następuje w zależności od sygnału otrzymanego ze sterownika sekwencyjnego. Sterownik załącza odpowiedni podprogram na rozkaz ze sterownika nadrzędnego gniazda. Wejście robota w konkretny podprogram będzie potwierdzone sygnałem wyjściowym z robota do sterownika. Podobnie fakt zakończenia danego podprogramu manipulacyjnego będzie sygnalizowany sygnałem do sterownika. Umożliwi to sterownikowi zliczanie wykonanych cykli pracy poszczególnych podprogramów manipulacyjnych. Informację taką sterownik sekwencyjny będzie przekazywał na żądanie do sterownika nadrzędnego gniazda za pośrednictwem kanału RS232.

W drugim rozwiązaniu zostanie opracowanych sześć osobnych zestawów programów użytkowych robotów - dla trzech detali w dwóch kierunkach przepływu detalu w gnieździe. Programy te będą przechowywane w sterowniku nadrzędnym gniazda. Na rozkaz z uprawnionej stacji sieci sterownik gniazda będzie wymieniał programy użytkowe robotów poprzez łącza szeregowo RS232.

Podstawowe zadanie realizowane w ramach współpracy sterownika nadrzędnego ze sterownikiem sekwencyjnym to:

- rozpoczęcie/zatrzymanie pracy gniazda,
- wybór programu pracy gniazda (wybór podprogramów manipulacyjnych robotów lub wymiana programów użytkowych i odpowiednie programy sterowania urządzeniami zewnętrznymi przez sterownik C-60K),
- diagnostyka i raportowanie o stanie pracy gniazda do wyższej warstwy sterowania siecią.

Zakres informacji diagnostycznych zależy od możliwości diagnostyki poszczególnych urządzeń, przy czym odnosi się to tylko do obu robotów. Nie ma natomiast możliwości diagnostyki stołu obrotowego i transportera. Sterownik sekwencyjny z urządzeniami gniazda komunikuje się poprzez wejścia/wyjścia dwustanowe. Poprzez te we/wy jest możliwe przesyłanie w obie strony poleceń oraz informacji o stanie pracy poszczególnych urządzeń, ale tylko w trakcie normalnej pracy. Sterownik sekwencyjny może w ramach swojego programu realizować funkcje nadzorujące w zakresie zliczania cykli pracy z poszczególnymi wariantami programów, monitorowania stanu poszczególnych urządzeń i wysyłania tych informacji do sterownika nadrzędnego. Sterownik nadrzędny może na tej podstawie obliczać czasy pracy gniazda, poszczególnych urządzeń, czasy przestoju, wyliczać parametry produkcyjne gniazda (współczynniki dyspozycyjności technicznej, wydajność, wielkość produkcji). Poprzez zebranie i odpowiednie zestawienie tych informacji możliwe jest więc tworzenie raportów o pracy gniazda. Raporty te mogą być następnie przesyłane do jednej ze stacji sieci, tam dodatkowo obrabiane (graficznie, statystycznie), prezentowane, archiwizowane i drukowane.

Stół obrotowy PZP-4 (obrót główny o 180°) jest sterowany sygnałami dwustanowymi ze sterownika. Po odłożeniu detalu przez robot do jednego z uchwytów na stole, robot wysyła sygnał do sterownika i na polecenie

sterownika następuje obrót stołu. Po obrocie do sterownika jest wysyłany sygnał potwierdzający obrót (z czujnika) i wtedy sterownik wysyła sygnał umożliwiający drugiemu robotowi zabranie detalu ze stołu.

Sterowanie transporterem przez sterownik polega na uruchomieniu transportera. Sygnał uruchamiający (dwustanowy) "wystawia" sterownik sekwencyjny jeżeli na transporter zostanie odłożony detal - fakt ten jest potwierdzany sygnałem z czujnika optycznego. Zatrzymanie transportera, jeżeli ten detal dojedzie na transporterze do końca taśmy, następuje poprzez "zdjęcie" sygnału uruchamiającego. Przewiduje się zarezerwowanie w sterowniku sekwencyjnym dwóch wyjść dwustanowych do sterowania transporterem - możliwe będzie uruchamianie ruchu transportera w obie strony.

W celu realizacji opisanych funkcji należy dobrać odpowiednie konfiguracje sprzętu w gnieździe. Stacja sieci nr 2, będąca sterownikiem nadrzędnym gniazda musi być wyposażona w trzy kanały szeregowo RS232C:

- COM1 - do komunikacji z robotem 120,
- COM2 - do komunikacji z robotem URP-10,
- COM3 - do komunikacji ze sterownikiem C-60K.

Sterownik C-60K będzie zawierał:

- 32 wejścia dwustanowe - 16 w kanale 00 sterownika, numerowane od 0000 do 0015 i 16 w kanale 02 sterownika, numerowane od 0200 do 0215,
- 28 wyjść dwustanowych - 12 w kanale 01 sterownika, numerowane od 0100 do 0111 i 16 w kanale 03 sterownika, numerowane od 0300 do 0315,
- moduł rozszerzenia Host Link Unit (OMRON) - kanał transmisji szeregowo wg standardu RS232C.

Układ sterowania robota URP-10 będzie posiadał:

- 16 wejść dwustanowych, numerowanych od 1 do 16,
- 16 wyjść dwustanowych, numerowanych od 1 do 16,
- kanał transmisji szeregowo RS232C.

Układ sterowania robota 120 będzie posiadał:

- 16 wejść dwustanowych, numerowanych od 1 do 16,
- 16 wyjść dwustanowych, numerowanych od 1 do 16,
- kanał transmisji szeregowej RS232C.

Projekt połączeń elektrycznych w gnieździe przedstawiono na rysunkach dołączonych do niniejszego opracowania. Poniżej w tabelach zestawiono informacje wymieniane pomiędzy poszczególnymi urządzeniami gniazda. Protokół wymiany informacji pomiędzy sterownikiem nadrzędnym a sterownikiem sekwencyjnym zostanie ustalony po otrzymaniu materiałów z firmy OMRON na temat modułu RS232C do C-60K. Protokoły wymiany informacji pomiędzy sterownikiem nadrzędnym a robotami zostaną dopasowane do rozwiązań istniejących w sterownikach robotów - zakłada się, że nie będzie ingerencji w istniejące, firmowe oprogramowanie układów sterowania robotów.

Przesyłki pomiędzy sterownikiem nadrzędnym PC a sterownikiem sekwencyjnym C-60K.

Lp.	Kierunek	Funkcja
1.	PC >> C-60K	wybór programu pracy
2.	PC >> C-60K	start programu
3.	PC >> C-60K	stop programu
4.	PC >> C-60K	żądanie informacji o liczbie cykli pracy
5.	PC >> C-60K	żądanie informacji o stanie urządzeń
6.	C-60K >> PC	potwierdzenie wyboru programu pracy
7.	C-60K >> PC	informacja o nieprzewidzianym przerwaniu wykonywania programu
8.	C-60K >> PC	informacja o stanie urządzeń
9.	C-60K >> PC	informacja o liczbie wykonanych cykli

Przesyłki pomiędzy sterownikiem nadrzędnym PC a robotem URP-10.

Lp.	Kierunek	Funkcja
1.	PC >> URP-10	zapowiedź transmisji programu do robota

2.	PC >> URP-10	transmisja programu do robota
3.	PC >> URP-10	żądanie transmisji programu z robota
4.	URP-10 >> PC	potwierdzenie gotowości odebrania programu
5.	URP-10 >> PC	wysłanie programu do sterownika

Przesyłki pomiędzy sterownikiem nadrzędnym PC a robotem 120.

Lp.	Kierunek	Funkcja
1.	PC >> 120	zapowiedź transmisji programu do robota
2.	PC >> 120	transmisja programu do robota
3.	PC >> 120	żądanie transmisji programu z robota
4.	120 >> PC	potwierdzenie gotowości odebrania programu
5.	120 >> PC	wysłanie programu do sterownika

W ramach wymiany informacji między gniazdem a siecią sterownik nadrzędny może wysłać:

- spis dostępnych programów użytkowych poszczególnych robotów,
- wybrany program użytkowy robota,
- raport (w ustalonym zakresie i wg ustalonej formy).

Z poszczególnych stacji sieci można przesłać do gniazda następujące informacje:

- program użytkowy dla wybranego robota,
- rozkaz zmiany cyklu pracy gniazda (wymiana programów użytkowych),
- rozkaz startu/stopu pracy gniazda,
- rozkaz przysłania raportu.

Wymiana informacji w sieci Profibus będzie się odbywała na zasadach przyjętych w LSS i według odpowiednio wybranego protokołu, zgodnego z obowiązującymi standardami - np. MAP.

4. Mocowanie urządzeń gniazda

Roboty URP-120 i URP-10, stół obrotowy oraz transporter są mocowane kotwami rozprężnymi do podłogi. Otwory pod te kotwy zostaną wykonane (przez ZSI) po wstępnym rozstawieniu urządzeń gniazda w przewidzianych miejscach. Robot URP-120 zostanie zamocowany kotwami do podłogi, transporter, stół obrotowy i robot URP-10 będą ustawiane względem robota URP-120 i zostaną zamocowane po ostatecznym sprawdzeniu ich położenia. Szafy sterownicze robotów oraz pulpit stołu obrotowego są stawiane na podłożu bez mocowania.

5. Zestawienie urządzeń i materiałów

- 5.1 Sterownik C60K firmy OMRON (32 wejścia, 28 wyjść dwustanowych, możliwość rozbudowy do 148 we/wy, łącze szeregowo RS232) - istnieje w PIAP
- 5.2 Robot URP-120 z napędami i sterowaniem Boscha - obecnie opracowywany w PIAP
- 5.3 Robot URP-10 standardowy - istnieje w PIAP
- 5.4 Stół obrotowy PZP-4 - istnieje w PIAP
- 5.5 Transporter z profili aluminiowych firmy ITEM, z taśmą gumową - zamówiony w OBRUSN Toruń według załączonego rysunku
- 5.6 Chwytnik pneumatyczny robota URP-120 (od robota IRb-60) - istnieje w PIAP, lub chwytak podciśnieniowy VAD - 1/4" z przyssawką VAS-1/4" produkcji FESTO
- 5.7 Chwytnik pneumatyczny robota URP-10 - istnieje w PIAP, lub chwytak podciśnieniowy VAD - 1/4" z przyssawką VAS-1/4" produkcji FESTO
- 5.8 Uchwyty pozycjonujące detale na stole obrotowym PZP-4 - według rysunku
- 5.9 Silnik PZTK13 (od robota IRb-60) jako napęd transportera - istnieje w PIAP

- 5.10 Czujniki podczerwieni (nadajnik-odbiornik) stwierdzające obecność detalu na transporterze - typ E3F2-3C4 firmy OMRON
- 5.11 Czujniki zbliżeniowe potwierdzające obecność detalu w chwytakach robotów - typ TL-X5MC1-GE firmy OMRON
- 5.12 Czujniki zbliżeniowe potwierdzające obecność detalu na palecie - typ TL-X18MB1-P1E firmy OMRON
- 5.13 Paleta na detale - według rysunku

Załączniki:

Dokumentacja mechaniczna urządzeń dodatkowych

Dokumentacja połączeń elektrycznych gniazda

Prowadzenie kabli w gnieździe