

OPIŚ ELASTYCZNEGO MODUŁU MONTAŻOWEGO EMM

Opracował:
Mgr inż. Grzegorz LIS

ITM PW 2002r.

SPIS TREŚCI

OPIS ELASTYCZNEGO MODUŁU MONTAŻOWEGO EMM	1
I. BUDOWA I DZIAŁANIE EMM	3
II. OPIS UKŁADÓW STEROWANIA MODUŁEM EMM	7
A. STEROWNIK PLC S5-95U	7
B. STEROWNIK NUMERYCZNY ROBOTA	7
III. WSPÓŁPRACA HARDWAROWA I SOFTWAREWOWA STEROWNIKÓW W TRYBIE DNC.....	9
A. OPROGRAMOWANIE KOMPUTERA.....	9
B. OPROGRAMOWANIE STEROWNIKA PLC	10

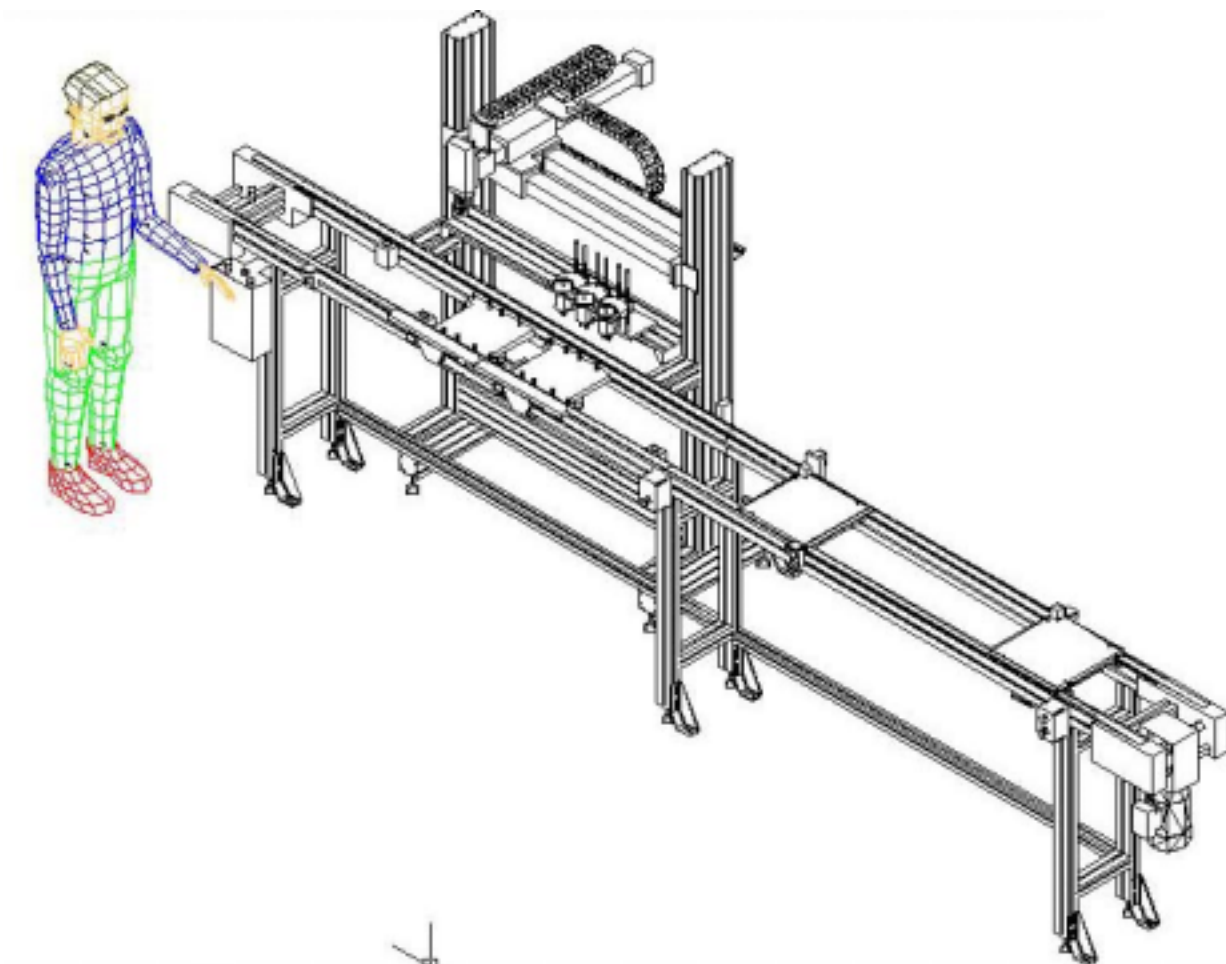
SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 1 Elastyczny Moduł Montażowy - widok ogólny	3
Rysunek 2 Kostka kodowa palety	4
Rysunek 3 Lewa część EMM.....	5
Rysunek 4 Prawa część EMM.....	5
Rysunek 5 Bazowanie palety na stacji.....	6
Rysunek 6 Mocowanie płyty z chwytakiem do zmieniacza	6
Rysunek 7 Schemat podstawowej konfiguracji pracy sterownika NC robota.....	8
Rysunek 8 Tryb DNC - integracja oprogramowania do programowania i sterowania na poziomie sterownika komputerowego PC.	9

I. BUDOWA I DZIAŁANIE EMM

Elastyczny Moduł Montażowy, którego ogólny widok został przedstawiony na rys.1, jest stanowiskiem montażowym wyposażonym w robot o konfiguracji portalowej i paletowy system transportu części. EMM jest częścią Laboratorium Automatyzacji Wyposażenia Technologicznego w ITM. Na przykładzie tej konstrukcji można się zapoznać z:

- konstrukcją nowoczesnych urządzeń technologicznych, zbudowanych w oparciu o najnowocześniejsze elementy i układy czołowych producentów,
- zagadnieniami konstrukcyjnymi, technologicznymi i organizacyjnymi związanymi z projektowaniem przepływu części w EMM,
- specyfiką programowania pracy, skomplikowanego obiektu jakim jest EMM realizowaną poprzez dedykowany język programowania wysokiego poziomu, umożliwiający uruchomienie pracy EMM "z klawiatury komputera",
- środkami informatycznymi służącymi do uproszczenia procesu przygotowania produkcji, w tym programowania cyklu pracy, urządzenia technologicznego o dużym stopniu złożoności jakim jest EMM'
- zagadnieniami BHP związanymi z projektowaniem i eksploatacją EMM



Rysunek 1 Elastyczny Moduł Montażowy - widok ogólny

Głównymi elementami Elastycznego Modułu Montażowego są:

- robot FA02 firmy MANNESMAN-REXROTH,
- urządzenia aplikacyjne Modułu w skład którego wchodzi:
 - podsystem transportu palet firmy BOSCH systemu TS2,
 - elementy wyposażenia robota, chwytaki pneumatyczne firmy SMC,
- układ sterowania:

- komputera klasy PC (486DX4),
- modułu sterowania NC robota firmy G.A.S.
- sterownika PLC typu S5 firmy SIEMENS.

Podsystem transportowy modułu skonstruowany jest z wykorzystaniem typowych elementów transportera palet typu TS2. Konstrukcja nośna wykonana jest z aluminiowych profili (rys.3 poz.1) wsparta na trzech podporach (rys.3 poz.2) w kształcie podwójnego H o regulowanej wysokości przymocowanych do podłoża. W przedstawianym rozwiązaniu podsystemu transportowego nie występuje tor powrotny i układy przemieszczające palety pomiędzy nimi (tzw. przenośniki krosujące). Rozwiązanie takie jest nietypowe, nie występuje w konstrukcjach przemysłowych, gdyż komplikuje i tak trudne do realizacji zagadnienia przepływu części (palet) przez system montażowy.

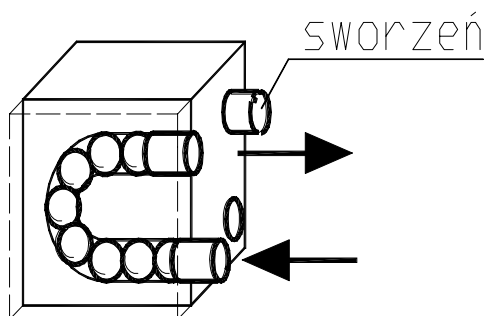
W pobliżu stacji bazowych znajduje się konstrukcja wykonana z profili aluminiowych firmy ITEM (rys.3a poz.3), będącego korpusem, do którego zamontowany jest robot 3-osiowy (rys.3 poz.4) firmy MANNESMAN-REXROTH z liniowymi napędami pneumatycznymi. Osie są wzajemnie prostopadłe, ma trzy stopnie swobody (osie XYZ). Robot ma sterowanie ciągłe, a osie wyposażone są w inkrementalne układy odczytu położenia, dzięki którym realizowane jest sprzężenie położeniowe i prędkościowe. Do zasilania osi używa się zaworów pneumatycznych proporcjonalnych.

Do konstrukcji korpusu (rys.3 poz.3) umocowane są również stacja wymiany chwytaków (rys.3 poz.5), umożliwiające wymianę chwytaków. Chwytaaki szczękowe firmy SMC o napędzie pneumatycznym (rys.3 poz.6) wyposażone są w specjalną płytę przyłączeniową (rys. 4.), która wraz ze zmieniaczem zamocowanym do ramienia robota umożliwia łatwą ich wymianę.

Zasilanie stanowiska w sprężone powietrze dostarczane z sieci budynku ITM odbywa się poprzez zespół przygotowania powietrza połączonego z zespołem zaworów rozdzielających. Do konstrukcji systemu transportowego (rys.3 poz.1) przymocowany jest pulpit sterujący (rys.3 poz.7) sterujący startem i zatrzymaniem stanowiska.

W pobliżu stanowiska znajduje się stojak, w którym są umieszczone moduły układu sterowania MC04 firmy G.A.S. do sterowania pracą robota, oraz sterownik PLC firmy SIEMENS. Opisany moduł wyposażony jest w komputer klasy PC wyposażony w niezbędne oprogramowanie do tworzenia i uruchamiania programów dla sterowników PLC rodziny S5 oraz sterownika numerycznego robota MC04.

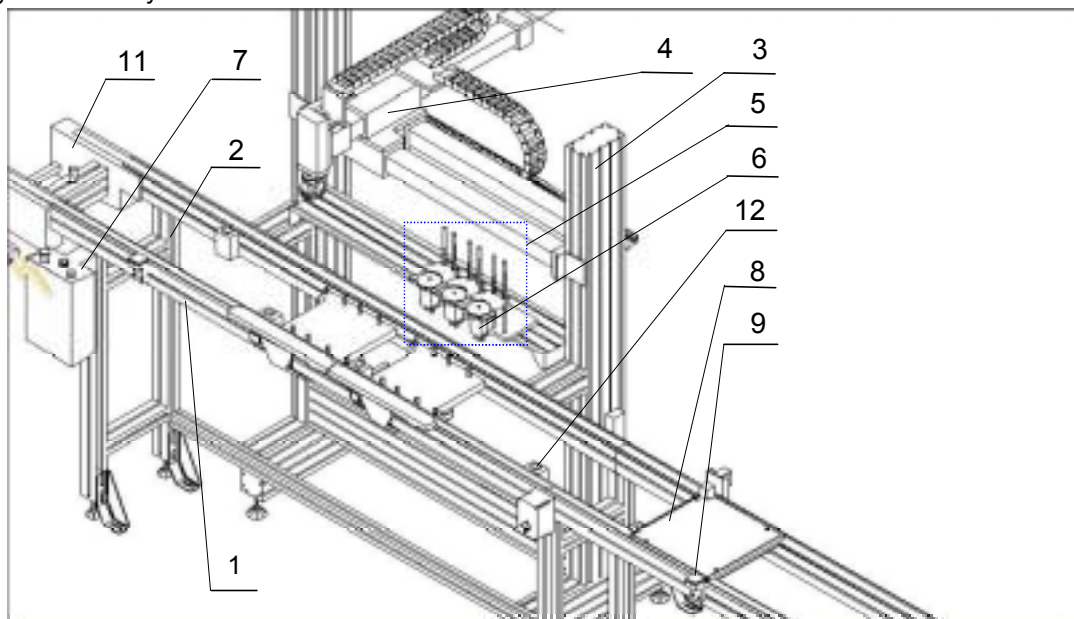
Palety transportowe (rys.3 poz.8) służą do przemieszczania zamocowanych na nich części w obrębie EMM i są dwójakiego rodzaju. Pierwsze tzw. bazowe posiadają zamocowane do ich powierzchni uchwyty (przyrządy) montażowe dla przenoszenia części bazowej. Pozostałe palety, transportowe, mają wykonane uchwyty lub gniazda. Spoczywają w nich części do montażu, umieszczane są luźno w gniazdach, lub mocowane w uchwytach transportowych. Palety są dostarczane do EMM ze stanowiska załadowczo – rozładowczego (rys.4 poz.18*), lub z poprzedniego modułu. Transport palet zapewniają dwie napięte taśmy poruszające się między stacjami końcowymi. Z jednej, prawej strony napędowa (rys. 4 poz. 10*) z drugiej, lewej zwrotna (rys.3 poz.11). Napędowa, wyposażona jest w silnik prądu zmiennego (3-fazowy), reduktor ślimakowy, gumowe rolki napędowe. Pomiędzy nimi umieszczony jest odpowiednio ukształtowany profil aluminiowy wyposażony w nakładkę, po której ślizga się napięta taśma napędowa.



Rysunek 2 Kostka kodowa palety

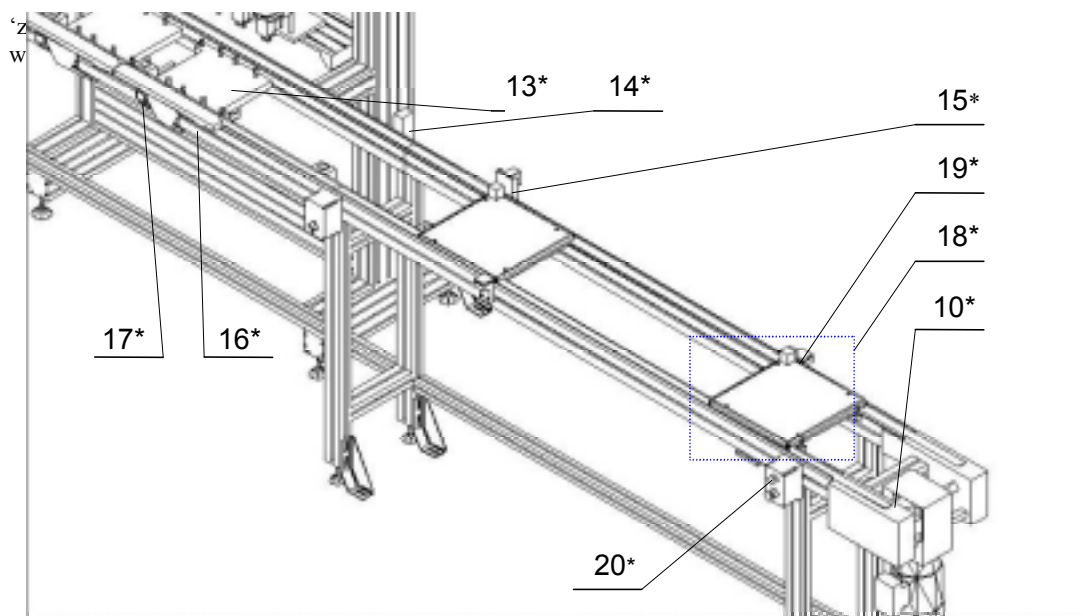
Do wewnętrznej strony profilu nośnego, zamocowanych jest kilka ruchomych zderzaków (rys.3 poz.12). Zderzak ruchomy posiada korpus i wysuwny element o napędzie pneumatycznym, na którym zatrzymywana jest paleta. Zderzaki służą do zatrzymywania palet w określonych miejscach systemu transportowego. Wprowadzona do systemu paleta zatrzymuje się na zderzaku w oczekiwaniu na wolne miejsce np. w stacjach bazowych, w przestrzeni operacyjnej robota. Gdy zwolni się miejsce zderzak zostaje schowany i paleta przemieszcza się do kolejnego stanowiska. Zatrzymana paleta na wysuniętym zderzaku, cały czas dotyka poruszającej się taśmy, aż do chwili zatrzymania silnika napędu taśmy. Fakt jej postoju jest potwierdzany za pomocą czujników indukcyjnych zamontowanych

w uchwytach (rys.3 poz.9). W rozwiązaniu laboratoryjnym ruch palet może odbywać się na odcinku EMM w obu kierunkach, dzięki możliwości zmiany kierunku obrotów silnika napędowego. Ze względu na to, że palety mogą przenosić różne części, powinny być przez układ sterowania systemem rozróżniane. Do tego celu wykorzystywane jest kodowanie palet. W rogu palety znajduje się kostka kodowa (rys. 2). Posiada ona cztery ruchome sworznie. Ich aktualne ustawienie (wysunięcie) może być łatwo zmieniane. Odczyt kodu palety następuje poprzez głowicę odczytową (rys. 4 poz.14*) wyposażoną w zespół czujników indukcyjnych, cztery z nich wykrywają położenia sworzni kodujących. Pozostałe dwa połączone są szeregowo i służą do sterowania odczytem pierwszej czwórki, mogą też być użyte do sygnalizacji położenia palety w systemie (rola zwykłego łącznika drogowego). Sworznie są ze sobą sprzężone i występują w parach usytuowanych w pionowych kolumnach. Sworznie kodujące umożliwiają uzyskanie w kostce czterech różnych kombinacji ich ustawienia. Poszczególne położenia sworzni (wsunięty, wysunięty) można połączyć z symbolem (numerem) palety umożliwiając ich jednoznaczną identyfikację. Odczyt kodu palety odbywa się w trakcie ruchu lub po zatrzymaniu palety na właściwym zderzaku.



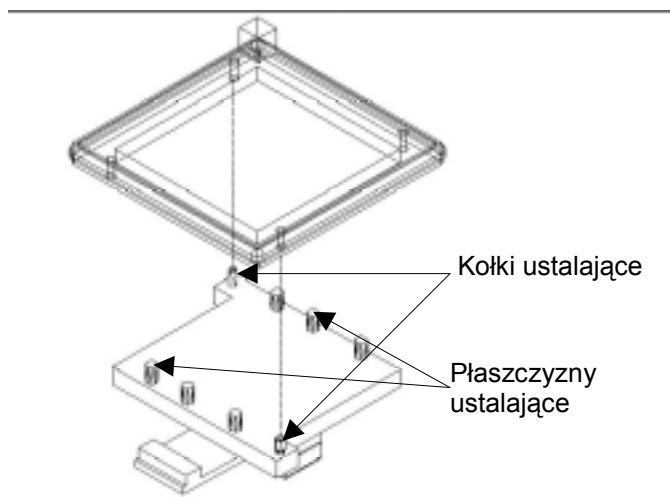
Rysunek 3 Lewa część EMM

Zmiana kodu palety wykonywana jest po zatrzymaniu palety na stacji kodowania (rys. 4 poz. 15*) (wysunięcie zderzaka) obecność palety na stacji sygnalizuje łącznik drogowy, a kodowanie polega na przepchnięciu sworzni kodujących odpowiednim zestawem czterech siłowników pneumatycznych głowicy kodującej.



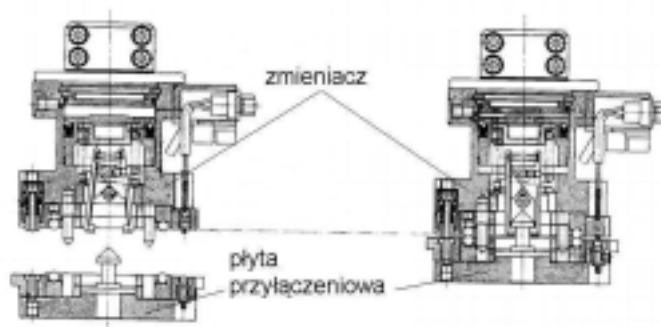
Rysunek 4 Prawa część EMM

Pomiędzy profilami nośnymi transportera zamocowane są dwie stacje bazowe (rys. 4 poz. 13*). Szczegóły konstrukcyjne bazowania palet zostały przedstawione na rys. 5. Służy ono do dokładnego (powtarzalnego) ustalenia palety w przestrzeni ruchów robota. Odbywa się ono przez uniesienie palety znad transportera na niewielką wysokość, z jednoczesnym wsunięciem kołków ustalających (pełnego i ściętego) w specjalnie do tego celu wykonane otwory bazowe w paletcie. Płaszczyznę ustalającą tworzą występy stacji przylegające do spodniej części palety. Palety zostają podniesienie do pozycji roboczej przez siłownik pneumatyczny dwustronnego działania. Bazowanie palety w stacji zapewnia możliwość przeniesienia odpowiednich sił i momentów występujących w trakcie montażu. Fakt zatrzymania palety (przejazdu) w stacji bazowej jest potwierdzany poprzez wahliwe zamocowane zderzak i czujniki (rys. 3b poz.16*), zaś bazowanie i uniesienie palety sygnalizowane jest dodatkowym łącznikiem drogowym (rys. 3b poz.17*).



Rysunek 5 Bazowanie palety na stacji

Jedyną możliwością wprowadzenia palety z elementami montowanymi do modułu EMM jest ręczne umieszczenie jej na końcowej stacji załadunkowej. Stacja ta zlokalizowana jest tuż przy końcowej napędowej stacji transportera palet (prawa strona EMM) (rys. 3b poz.18*). Po naciśnięciu przycisku START (rys. 3b poz.20*) następuje opuszczenie siłownika stacji i paleta unoszona jest przez przemieszczającą się we właściwym kierunku taśmy transportera. Obecność palety na stanowisku za- i rozładunkowym sygnalizowana jest przez łącznik drogowy (rys. 3b poz.19*). Łącznik ten uruchamia cykl uniesienia palety ponad taśmę transportera. Gdy paleta kierowana jest z powrotem do rozładunku. Napęd unoszenia palety zrealizowany jest na drodze pneumatycznej.



Rysunek 6 Mocowanie płyty z chwytakiem do zmieniacza

Robot może wykonać czynności montażowe, gdy palety przemieszczające części do montażu będą zajmować dokładnie określone programem miejsca bazowe. W czasie procesu montażu, gdy wymiary przenoszonych części odbiegają od siebie gabarytowo, lub wymagają specjalnego sposobu montowania, robot musi dokonać wymiany chwytaka na inny, posiadający właściwy wymiar (kształt) szczęk. Odbywa się to w stacji wymiany chwytaków (rys.3 poz.5). Tworzą ją trzy wieszaki o odpowiednio ukształtowanych powierzchniach, na których spoczywają płyty przylączeniowe wraz z zamocowanymi do nich chwytakami (rys.3 poz.6). Chwytaki mają nakładki szczęk odpowiednio ukształtowane do wymiarów i kształtów podejmowanych części. EMM wyposażony jest w komplet trzech chwytaków szczękowych o napędzie pneumatycznym. Umieszczone są w wieszakach w strefie pracy robota. Przyłga robota (kiść) zaopatrzona jest w zmieniacz (rys. 6), w którym ustalany jest

dwoma kołkami i sprzęgłem kulkowym chwytak wraz płytą przyłączeniową. Mocowanie chwytaka z płytą w zmieniaczu odbywa się dodatkowymi wewnętrznymi szczękami zmieniacza na drodze pneumatycznej. Dodatkowo pomiędzy zmieniaczem i płytą przyłączeniową znajdują się szybkozłączka pneumatyczne dostarczające sprężone powietrze do siłownika napędu szczęk i styki elektryczne. Transmitują one sygnały pochodzące z czujników indukcyjnych (łączników drogowych) sygnalizujących otwarcie lub zamknięcie szczęk (uchwycenie przedmiotu). Dodatkowo sygnały te informują o zamocowaniu w zmieniaczu nowego chwytaka, lub stan zmieniacza bez zamocowanego chwytaka. Oprogramowanie EMM musi sprawdzić obecność chwytaków na wieszaku (sygnalizowane trzema łącznikami drogowymi), spowodować dojazd zmieniacza ponad odpowiedni chwytak, wysunąć ramię robota w osi Z, zamknąć i zamocować chwytak (ruch szczęk mocujących chwytak w zmieniaczu), sprawdzić zamocowanie chwytaka, zapewnić bezpieczne wysunięcie chwytaka z wieszaka w osi Y. Dojazd do pozycji wyjściowej (bezpiecznej) robota. Pozycja ta powinna umożliwiać bezpieczne (bezkolizyjne) przemieszczanie palet w obrębie strefy pracy robota. Po wykonaniu wszystkich czynności montażowych robot zajmuje pozycję bezpieczną, a stacja bazująca paletę obniża się. Palety są opuszczane na taśmy transportera. Po zwolnieniu zderzaka stacji paleta przemieszcza się do stacji kodowania, gdzie po zatrzymaniu powinien zostać zmieniony kod palety. Zastosowanie takiej procedury, umożliwia w przypadku awarii systemu, szybkie znalezienie palety z niewykonanym zadaniem technologicznym i łatwe przywrócenie normalnej pracy EMM. Stan palety jest bowiem kodowany po każdej operacji technologicznej. W czasie gdy kodowana jest jedna z palet, druga może być zatrzymana na zderzaku stacji bazowej. Lub w tym czasie do stanowiska może zostać wprowadzona kolejna paleta z nowymi częściami do montażu. Gdy kodowanie palety dobiegnie końca zderzaki zostają na chwilę schowane i paleta opuszcza stację kodowania. Po zajęciu przez palety odpowiednich miejsc w EMM następuje uruchomienie cyklu technologicznego robota przewidzianego w programie.

II. Opis układów sterowania modułem EMM

A. Sterownik PLC S5-95U

Sterownik programowalny często jest nazywany jest sterownikiem PLC od angielskich słów - *programmable logic controller*. Sterownik PLC ma szereg przyłączy - wejść i wyjść. Wejściem sterownika jest przyłącze, którym sygnał elektryczny może być doprowadzony do sterownika. Wyjściem sterownika nazywane jest przyłącze, którym prąd lub napięcie może być przekazywane ze sterownika. Reakcją na wejścia i ustawianiem wyjść zajmuje się MPU, czyli główna część sterownika PLC, która wykonuje instrukcje programu przechowywanego w pamięci - jednostka centralna. Program sterownika traktuje stany wejść i wyjść jako dane, które odwzorowane są w pamięci sterownika.

Szczególne cechy sterownika S5-95U:

- montaż zatrzaskowy na znormalizowanej (DIN) 35mm szynie profilowej,
- binarne i analogowe wejścia/ wyjścia,
- wbudowany układ zegara czasu rzeczywistego,
- możliwość bezpośredniego podłączenia modułów rozszerzających ze sterownika serii S5

B. Sterownik numeryczny robota

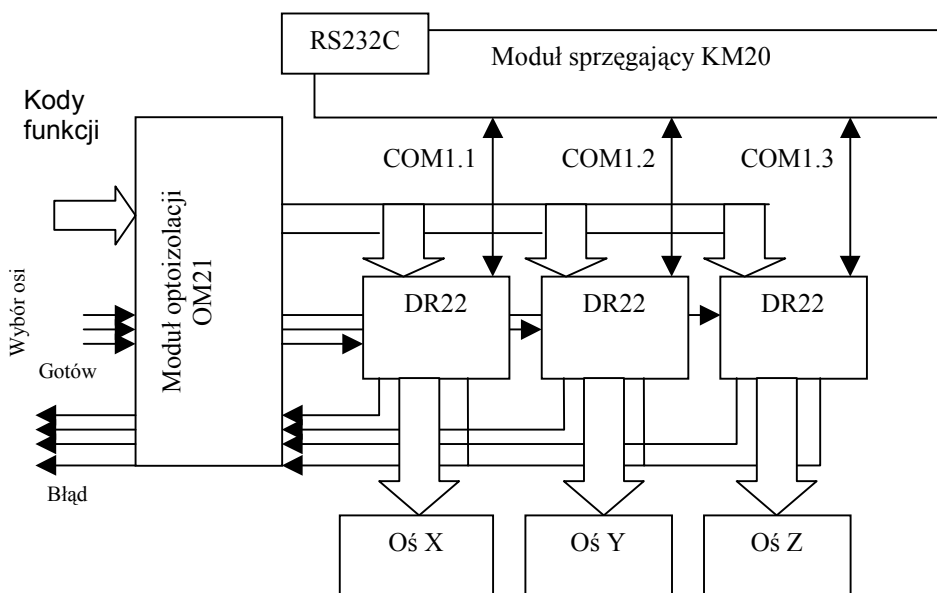
Sterownik rodziny MC-0X jest układem mikroprocesorowym realizującym jedynie sterowanie programowe numeryczne od jednej do czterech osi, schemat blokowy przedstawiony jest na rys.7. Jest to modułowy sterownik o elastycznie dobieranym zestawie modułów. Minimalną konfigurację pracy można uzyskać zestawiając sterownik MC-01, składa się on z następujących modułów:

- Moduł zasilaczy 5V/6A, 24V/6A, dostarczają napięcie niezbędnych do pracy modułów sterownika i do zasilania zaworów sterujących przepływem sprężonego powietrza (pneumatycznych zaworów proporcjonalnych).
- Moduł DR22 regulatora osi (DR21), specjalizowany moduł numerycznego sterowania pojedynczej osi. Jest to pełny regulator sterujący pracą zaworów proporcjonalnych siłowników pneumatycznych osi, posiada wewnętrzne doprowadzenia (wewnętrzna szyna danych) sygnały sprzężenia położeniowego i prędkościowego, diody sygnalizujące stany awaryjne pracy osi. Do głównych zadań modułu regulatora należą:
 - Wykrywanie zmian w sygnałach z układu pomiarowego,
 - Regulacja automatyczna parametrów adaptacyjnych napędu pneumatycznego,
 - Sterowanie pneumatycznymi zaworami proporcjonalnymi,
 - Przechowywanie 15 programów NC sterowania osią,

- Wykonywanie wywołanych programów NC sterowania osi,
- Przełączanie sygnałów do sterownika nadrzędnego,
- Przełączanie sygnałów do wewnętrznego sterownika PLC.
- Moduł KM20 sprzęgający. Wyposażony jest w interfejs RS232C z możliwością konfiguracji parametrów transmisji. Posiada diodę sygnalizującą stan urządzenia. Do jego zadań należy realizacja transmisji pomiędzy układem sterowania osią, sterownikiem wewnętrznym PLC, a komputerowym układem programującym. Ponadto posiada dedykowany do komunikacji z zewnętrznym sterownikiem PLC interfejs.
- Moduł optoelektroniczny sprzęgający OM21. Służy do galwanicznego rozdzielenia sygnałów pochodzących z układu sterowania numerycznego osi, od sygnałów ze sterownika PLC. Poza tym w module następuje dopasowanie poziomów sygnałów pomiędzy oboma modułami sterującymi
- Moduł PS20 jednostki centralnej PLC

Sterownik PS20 pełni rolę sterownika typu *master* (nadrzędnego) w stosunku do sterowników osi DR22. W trakcie pracy wywołuje on kolejny adres sterownika osi oraz numer (adres) programu NC sterowania osi. Komunikacja jest dwustronna, sterownik osi DR22 sygnalizuje do modułu PS20, gotowość przyjęcia kolejnego zadania, przyjęcie zadania, zakończenie realizacji zadania. Sterowaniem informacjami z urządzenia programującego (komputer klasy PC, pulpit programujący BP21) zarządza moduł OM21. W przypadku programowania z komputera kieruje on kolejne programy sterowania osiami do odpowiednich modułów DR (umownie oznaczonych com1.1, com1.2, com1.3) i zapisuje je w postaci programów numerycznych pod kolejnymi numerami, niezależnie dla każdego modułu DR22. W przypadku realizacji programów, kieruje on kolejne zadania wysyłane ze sterownika PLC do modułów DR22, wywołując z pamięci właściwych modułów DR numery programów NC (sterowania poszczególnymi osiami). Po czym powoduje ich realizację. Komunikacja z PLC odbywa się za pomocą dedykowanej uproszczonej szyny (złącze równoległe) umieszczone jest ono w module OM21 i zapewnia transmisję sygnałów gotowości na przesłanie danych do sterownika MC04 (4 bity), zakończenia realizacji zadania (4bity), kodów realizowanych zadań (słowo 8-bitowe), oraz sygnalizacji błędu (1 bit). Szyna ta dodatkowo może być wyprowadzona na obudowę sterownika MC0X. Moduł ten umożliwia także oprogramowanie wewnętrznego sterownika PLC - modułu PS20.

W przedstawionej konfiguracji sterownik numeryczny robota generuje sygnały rozpoczęcia i zakończenia cyklu ruchu robota oraz sygnały awaryjne. Współpracę układów sterowania przedstawia rys.8. Całość zadań związanych z uruchamianiem programów NC w poszczególnych modułach DR22 realizuje sterownik komputerowy PC.



Rysunek 7 Schemat podstawowej konfiguracji pracy sterownika NC robota

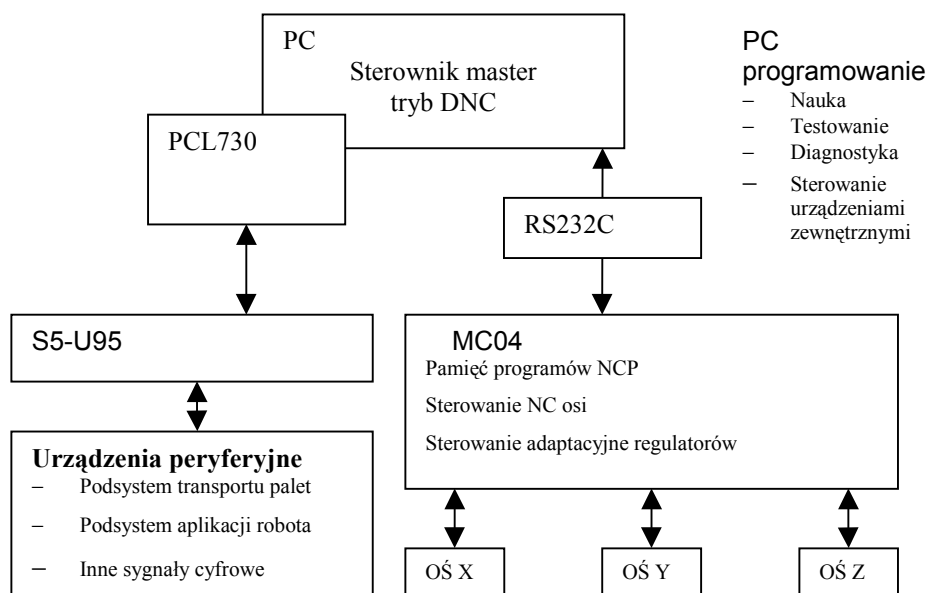
Przez złącze szeregowe RS232C następuje wymiana sygnałów pomiędzy PC i układem NC o gotowości osi do realizacji zadania, jego zakończenia, uzyskania właściwej pozycji itd.. Tym samym realizowany jest podstawowy tryb pracy DNC, komputer stanowi sterownik *master* a układ MC04 sterownik *slawe*.

III. Współpraca hardwarowa i softwarowa sterowników w trybie DNC

Poza sterowaniem robota oprogramowanie EMM umożliwia realizację zadań sterowania polegających na wysyłaniu i odbieraniu sygnałów do i z urządzeń aplikacyjnych EMM dociera do sterownika *master* PC za pośrednictwem sterownika PLC, w tym przypadku pracującego w trybie *slave*. W tym miejscu należy omówić rodzaj komunikacji pomiędzy sterownikiem PLC pracującym w trybie *slave* i komputerem PC (sterownikiem *master*).

Do realizacji zadań komunikacji pomiędzy urządzeniami jest przewidziana pracująca w komputerze karta rozszerzeń wejść i wyjść cyfrowych typu PCL730 firmy ADVANTECH. Stanowi ona łatwe do programowania urządzenie wejścia / wyjścia, umożliwiające dopasowanie poziomów napięć sygnałów pomiędzy urządzeniami.

Posiada 16 programowanych kanałów wejściowych i 16 programowanych kanałów wyjściowych. Od strony obiektu sterowanego część wejść i wyjść programowalnych w układzie PLC zarezerwowana jest do realizacji zadań komunikacji z kartą PCL730. Pozostałe służą do obsługi urządzeń zewnętrznych EMM i urządzeń aplikacji robota. W przedstawianym rozwiązaniu zastosowany został układ sterowania PLC rodziny S5 firmy SIEMENS. Jest on wyposażony w jednostkę centralną S5-U95 wraz z modułami dodatkowych wejść i wyjść cyfrowych.



Rysunek 8 Tryb DNC - integracja oprogramowania do programowania i sterowania na poziomie sterownika komputerowego PC.

A. Oprogramowanie komputera „sterownika master”

Oprogramowanie sterujące do elastycznego systemu montażowego obejmuje :

- bibliotekę obsługi komunikacji z układem transportowym EMM poprzez kartę przetwornika analogowo-cyfrowego współpracującego z układem sterowania PLC
 - bibliotekę obsługi komunikacji z robotem poprzez sterownik robota przy wykorzystaniu połączenia sterownika i komputera za pomocą łącza RS232C
 - interpreter języka programowania układu elastycznego wykonujący programy sterujące dla EMM
- Ponadto opracowano ideę i składnię języka; ideę komunikacji ze sterownikiem PLC przy ograniczonej liczbie kanałów (12 kanałów obsługujących 22 wejścia). Całość oprogramowania napisano w języku C. Kompilacji dokonano przy wykorzystaniu kompilatora języka C firmy Borland Turbo C 2.0. Oprogramowanie przeznaczona jest do pracy w środowisku systemu operacyjnego MS-DOS (dowolna wersja) z możliwością wykorzystania sieci lokalnej do transferu plików.

Biblioteka komunikacji z układem transportowym implementuje podstawowe polecenia ustawiania i odczytu stanów portów (łączników drogowych, włączania / wyłączania silnika układu transportowego, kodowania i odczytu kodu palet itp). Biblioteka stanowi osobną całość pod względem

programowym i może być wykorzystywana do współpracy z innym oprogramowaniem niż interpreter języka sterowania EMM.

Biblioteka obsługi komunikacji z robotem implementuje podstawowe (elementarne) czynności sterowania robotem takie jak:

- jego pozycjonowanie (ruchy w 3 osiach),
- odczyt położenia,
- testowanie poprawności komunikacji i pracy samego robota,
- zerowanie pozycji czy przejazdu referencyjne.
- obsługa chwytaków robota (wymiana, zaciskanie, zwalnianie, itp).
- ustawianie parametrów ruchów robota takich jak:
 - przyspieszenia,
 - posuwy,
 - punktu pośrednie,
 - dokładność pozycjonowania ,
 - włączanie / wyłączanie hamulca w pozycji docelowej.

Biblioteka stanowi osobną całość pod względem programowym i może być wykorzystywana do współpracy z innym oprogramowaniem niż interpreter języka sterowania EMM.

Interpreter języka programowania elastycznego układu montażowego stanowi translator wykonujący specjalnie stworzony dla potrzeb projektu język sterowania wysokiego poziomu. Współpracuje on w wyżej opisanymi bibliotekami. Może być także wykorzystany do stworzenia w oparciu o niego symulatora off-line poprzez podłączenie zewnętrznych bibliotek symulacyjnych, co jest planowane w przyszłości.

Język programowania EMM, opracowany został specjalnie dla spełnienia następujących wymagań:

- łatwość programowania
- możliwość szybkiego opanowania składni języka
- precyzyjna diagnostyka błędów syntaktycznych i błędów wykonania ze względu na możliwość szybkiego uruchamiania nowych programów
- mechanizmy pozwalające na tworzenie bibliotek procedur wielokrotnego wykorzystania
- mechanizmy tworzenia nowych makropoleceń / rozbudowy zbioru poleceń już istniejących

Język wyposażony jest w następujące możliwości:

- współpraca z ww bibliotekami komunikacyjnymi możliwość obliczeń zmiennoprzecinkowych
- wbudowany zestaw operatorów arytmetycznych (z funkcjami trygonometrycznymi, logarytmami i potęgowaniem włącznie)
- wejście wyjście konsolowe pozwalające na tworzenie programów interakcyjnych
- możliwość definiowania własnych zmiennych
- pętle i skoki warunkowe oraz bezwarunkowe
- możliwość definiowania procedur i przekazywania do nich parametrów
- mechanizm inkluzji pozwalający na wykorzystanie procedur bibliotecznych

Twórcą implementacji języka programowania Elastycznego Modułu Montażowego jest dr inż.

Maciej Horcyczak. Opis języka programowania przedstawiony został w [Instr_prog_EMM.pdf](#).

B. Oprogramowanie sterownika PLC

Rola sterownika PLC w sterowaniu EMM.

- Dopasowanie poziomów prądów i napięć karty PCL730 i obiektu sterowanego
- Multiplikacja wejść do sterownika
- Realizacja grupy zabezpieczeń hardwarowych EMM

Oprogramowanie sterownika PLC obejmuje przetworzenie sygnałów pochodzących z karty PCL730 do poziomów napięć i prądów, które sterują pracą elementów napędowych EMM. W standardzie przemysłowym napięcie stosuje się napięcia stałe 24V. Karta interfejsu nie może dostarczać prądów sterujących o zadanych parametrach, stąd też konieczność zastosowania układu UDS i pomysł posłużenia się sterownikiem PLC dla spełnienia tych funkcji.

Kolejnym ograniczeniem jakie wniosło zastosowanie konfiguracji z kartą interfejsu była konieczność zapewnienia ilości wejść i wyjść programowanych cyfrowo odpowiedniej dla obsługi EMM. Dysponowana w karcie szerokość szyny danych (2*8 wejść i wyjść) była niewystarczająca ze względu na dużą liczbę obiektów, z których sczytywane są sygnały stanów. Posłużono rozwiązaniem umożliwiającym multiplikację wejść obsługiwanych implementując w programie sterownika PLC funkcję mupleksera wejść. Wyodrębniony został sygnał wyjściowy I33.7 który przełącza czytanie sygnałów wejściowych do sterownika w zakresie wejść 0-12, lub 13-24. Tego typu rozwiązanie w niewielkim stopniu powoduje spowolnienie pracy układu sterowania.

Ze względu na konstrukcję głowicy kodującej palety mogło wystąpić uszkodzenie głowicy lub kostki kodera jeżeli przez nieuwagę programisty ustawione będą w niewłaściwym zestawie. Zabezpieczenie przed tym realizowane jest przez program obsługi sterownika PLC. Podobnie zabezpieczone jest jednocześnie wysterowanie sygnałów, które włączają lewe i prawe obroty silnika napędowego transportera palet. Koincydencja obu sygnałów powoduje zwarcie w układzie zasilania 3-fazowego i może być groźne dla prawidłowego działania EMM.

Program sterowania stanowiska na sterownik S5 firmy SIEMENS napisany z wykorzystaniem programu STEP5. Autorem programu sterownika PLC jest mgr inż. Tomasz Staniszewski.