

6185

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
„MERA-PIAP”

Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

OŚRODEK AUTOMATYKI MECHANICZNEJ

Pracownia Techniki Strumieniowej

Główny wykonawca

Wykonawcy, doc.dr inż. Stanisław Kaczanowski,
mgr inż. Wiesław Krzysztofik,
mgr inż. Grzegorz Pyszkiewicz

Konulant

Nr zlecenia

9228

Robot przemysłowy. Założenia.
Analiza możliwości zastosowania
środków pneumatyki do budowy
robotów przemysłowych.

Zlecniodawca: praca własna

Pracę rozpoczęto dnia 1.01.1975

Kierownik Pracowni

doc.dr inż. S. Kaczanowski

zakończono dnia 29.03.1975

Kierownik Ośrodka

mgr inż. T. Gałazka

Z-ca Dyr. d/s Automatyki

doc.dr inż. A. Kaczmarczyk

Praca zawiera:

stron 31

rysunków 15

fotografii

tabel 1

tablic

Rozdzielnik:

Egz. 1 BOINTE

Egz. 2 PIAP-OAM

Egz. 3 PIAP-OAM

Egz. 4

Egz. 5

Egz. 6

Nr. rejestr. [2559]

6185

Analiza deskryptorowa

Roboty przemysłowe + pneumatyczne. **BADANIA**
Analiza, założenia.

Analiza dokumentacyjna

Wstępna analiza - opracowanie założeń.

Tytuły poprzednich sprawozdań

nie ma

338.45:62/69].002.1/.2.002.5 Roboty przemysłowe - badania

UKD

Druk MERA-PIAP/TW-62/5000 egz.

Spis treści

1. Wprowadzenie
2. Układy pozycjonowania w robotach przemysłowych
 - 2.1. Klasyfikacja układów pozycjonowania przyjęta w robotach przemysłowych
 - 2.1.1. Układy pozycjonowania punktowego
 - 2.1.2. Układy pozycjonowania ciągłego
 - 2.2. Przykłady układów pozycjonowania punktowego możliwych do realizacji za pomocą techniki strumieniowej oraz elementów wysokociśnieniowych pneumatycznych lub hydraulicznych.
 - 2.2.1. Układ z napędem pneumatycznym pozycjonowany w dwóch punktach za pomocą zderzaków
 - 2.2.2. Układy pozycjonowania o większej liczbie punktów niż dwa.
 - 2.2.2.1. Układ z napędem pneumatycznym
 - 2.2.2.2. Układ z napędem hydraulicznym
 - 2.2.2.3. Układ pozycjonujący z napędem pneumo-hydraulicznym ze zmianą prędkości ruchu.
 - 2.2.2.4. Inne sposoby pozycjonowania
 - 2.3. Propozycje realizacji układów pozycjonowania
 - 2.3.1. Wersja prosta-pozycjonowanie w dwu punktach
 - 2.3.2. Wersja złożona-pozycjonowanie w 3-8 punktach
3. Układy sterowanie prostymi robotami przemysłowymi.
 - 3.1. Wprowadzenie
 - 3.2. Wymagania dotyczące pracy układów
 - 3.3. Klasyfikacja układów wg sposobu zadawania i zmiany programu
 - 3.3.1. Układy łączone z bloków funkcyjnych systemu SPAS
 - 3.3.2. Układy z zatyczkowymi zadajnikami programu
 - 3.3.3. Układy z czytnikiem taśmy dziurkowanej
 - 3.3.4. Układy z czytnikiem karty dziurkowanej
 - 3.4. Propozycje realizacji układów sterowania prostymi robotami z elementami systemu SPAS
4. Podsumowanie i propozycje dalszych prac.

Opracował				Kier. Pracowni			
Sprawdził				Kier. Zakładu			
	Nazwisko	Podpis	Data		Nazwisko	Podpis	Data

3

1. Wprowadzenie

Zasadniczym celem niniejszego opracowania jest przeanalizowanie możliwości zastosowania środków **pneumatyki**, a w szczególności techniki strumieniowej do budowy robotów przemysłowych.

Przedmiotem zainteresowania będzie prosty robot przemysłowy, którego mechanizmy wykonawcze i układ sterowania zrealizowane zostaną głównie środkami pneumatyki.

Rozważając strukturę robotów przemysłowych stwierdzamy, że występują w niej trzy zasadnicze grupy zagadnień:

- systemy pozycjonowania. Są to urządzenia wykonawcze o ruchu prostoliniowym lub obrotowym, charakteryzujące się możliwością zajmowania określonych położeń z określoną dokładnością przy obciążeniu określoną siłą /lub masą/ w funkcji dochodzących do systemu pozycjonowania sygnałów sterujących,
- układy sterowania - realizują określoną/stałą lub zmienną/ sekwencję ruchów urządzeń wykonawczych robota. Sprowadza się to do podawania sygnałów sterujących doprowadzanych do systemów pozycjonowania robota wg stałego lub zależnego od sygnałów wejściowych /zewnętrznych/ programu pracy robota. Układy sterowania mogą charakteryzować się b.różnorodnym stopniem zorganizowania: układy realizujące stałe programy pracy, układy adaptacyjne, uczące się itp.,
- układ kinematyki robota. Jest funkcją konkretnego przeznaczenia robota i polega na kinematyczno-konstrukcyjnym powiązaniu systemów pozycjonowania zapewniającym możliwość realizacji odpowiednich zadań odpowiednich ruchów i zajmowania określonych położeń przez urządzenia wykonawcze.

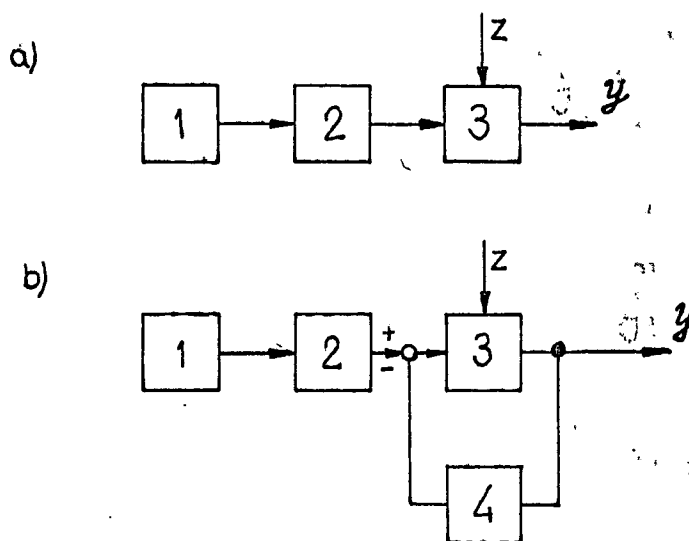
Systemy pozycjonowania, jak również układy sterowania robotami mogą mieć charakter uniwersalny tzn. mogą być stosowane w wielu rodzajach robotów

przemysłowych o różnych układach kinematycznych. Z tego powodu poniższe rozważania i propozycje prowadzenia wstępnych prac^{nad} pneumatycznymi robotami przemysłowymi sprowadzają się do prac nad tymi dwoma podstawowymi zespołami robotów oraz do budowy modelu prostego robota wykonanego na bazie tych urządzeń.

2. Układy pozycjonowania w robotach przemysłowych

Pozycjonowaniem nazywamy proces sterowania przesunięciem

Podobnie jak każdy układ sterowania układ pozycjonowania może być otwarty /rys. 1a/ lub zamknięty /rys. 1b/



Rys. 1

1. Zadaжник
2. Blok logiczny tworzący wartość sterującą
3. Urządzenie pozycjonujące
4. Urządzenie pomiarowe

Ze względu na działanie robotów przemysłowych przyjęto inny typ klasyfikacji układów pozycjonowania.

2.1. Klasyfikacja układów pozycjonowania przyjęta w robotach przemysłowych.

2.1.1. Układy pozycjonowania punktowego.

Sygnał wejściowy do układu pozycjonowania jest sygnałem cyfrowym lub analogowym przetwarzanym na sygnał cyfrowy. Ruchy urządzenia pozycjonowanego mają charakter skokowy z punktu do punktu, przy czym nie są określone parametry ruchu między ustalonymi punktami. Roboty posiadające ten typ pozycjonowania używane są w procesach: transportu obrabianych części, zgrzewania punktowego itp. Zasilanie urządzenia wykonawczego może być pneumatyczne, hydrauliczne lub elektryczne.

2.1.2. Układy pozycjonowania ciągłego.

Sygnał wejściowy do układu pozycjonującego jest sygnałem analogowym, który oprócz położenia określa także szybkość i przyspieszenie ruchu urządzenia pozycjonującego. Tego rodzaju pozycjonowanie jest często wymagane w robotach wykonujących czynności typu ciągłego jak: malowanie, cięcie, spawanie liniowe itp.

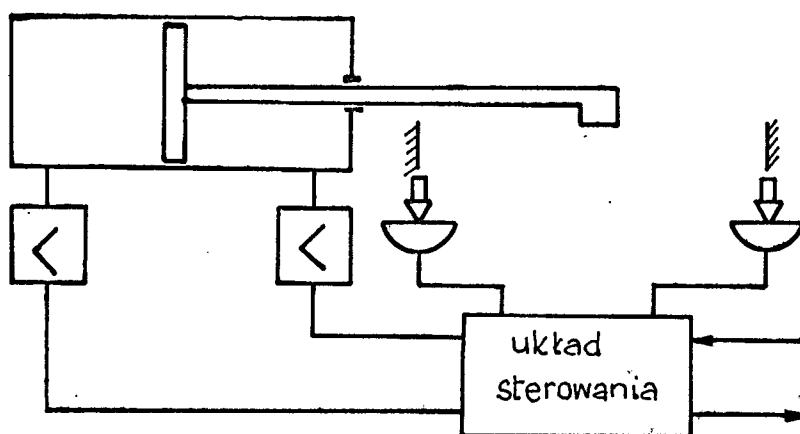
Układy pozycjonowania ciągłego wymagają stosowania elementów elektronicznych np. typowym nośnikiem programu jest taśma magnetyczna, również z uwagi na opisane działanie z reguły wykluczają się napęd pneumatyczny urządzenia pozycjonującego.

Ze względu na rozważone możliwości zastosowania techniki strumieniowej dalej będziemy zajmowali się układami pozycjonowania punktowego, co nie stanowi istotnego ograniczenia zagadnienia, ponieważ ponad 90% obecnie produkowanych robotów posiada ten typ pozycjonowania.

2.2. Przykłady układów pozycjonowania punktowego możliwych do realizacji za pomocą techniki strumieniowej oraz elementów wysokociśnieniowych pneumatycznych lub hydraulicznych.

Robot przemysłowy od strony kinematycznej składa się z kilku par kinematycznych o jednym stopniu swobody. Najczęściej są to dwa ruchy prostoliniowe i jeden obrotowy tworzące układ współrzędnych cylindrycznych. W podanych niżej przykładach rozważone zostaną przede wszystkim metody pozycjonowania mechanizmu z ruchem prostoliniowym, ponieważ ruch obrotowych można łatwo uzyskać z ruchu prostoliniowego stosując np. koło zębate i zębatkę, natomiast umiejscowienie przetworników położenia czy też zderzaków na okręgu zamiast na prostej nie zmienia istoty metody pozycjonowania.

2.2.1. Układ z napędem pneumatycznym pozycjonowany w dwóch punktach za pomocą zderzaków.



Rys. 2

Zastosowanie zwykłego siłownika pneumatycznego jako urządzenia pozycjonującego ogranicza liczbę pozycjonowanych punktów do dwóch, ustalonych na zderzakach. Ustawienie w położeniach pośrednich byłoby możliwe przez odcięcie ciśnienia, jednak z powodu ściśliwości powietrza tłok siłownika mógłby zmieniać położenie pod wpływem obciążenia. Układ pozycjonowania przedstawiony na rys.2 nie posiada układu porównującego. Sygnały z przełączników drogowych umieszczonych na zderzakach doprowadza się bezpośrednio do układu sterowania. Ten sposób pozycjonowania jest często stosowany w prostych robotach przemysłowych posiadających zasilanie i sterowanie pneumatyczne; Typowym przykładem są roboty amerykańskiej firmy Auto Mace Corp, Troy, Mich /cena około \$ 3.200/.

2.2.2. Układy pozycjonowania o większej liczbie punktów niż dwa.

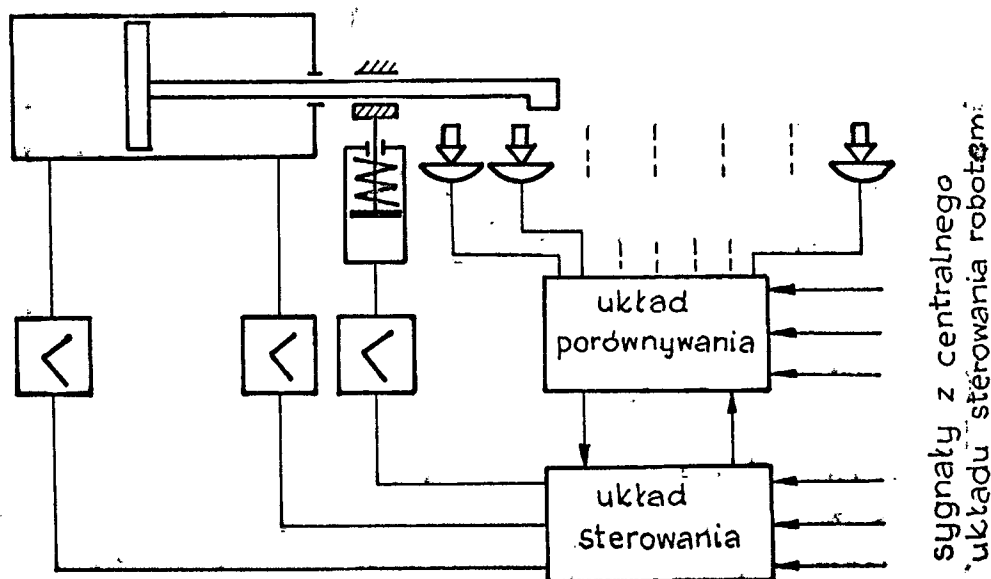
Układ pozycjonowania o większej liczbie punktów niż dwa możemy podzielić na następujące zespoły:

- Urządzenia pomiarowe, które stanowią pneumatyczne przetworniki położenia ze strumieniem laminarnym o dokładności rzędu kilku mikrometrów.
- Układ porównywania: ma za zadanie porównywanie sygnałów wartości zadanej z sygnałami przekazywanymi przez przetworniki położenia oraz wykonywanie operacji matematycznej zależnie od realizowanego algorytmu pozycjonowania.
- Układ sterowania steruje ruchami urządzenia pozycjonującego. Do układu porównywania i sterowania doprowadzone są sygnały z centralnego układu sterowania robota.
- Urządzenie pozycjonujące tworzą elementy sterujące energią oraz elementy wykonawcze wysokociśnieniowe pneumatyczne lub hydrauliczne.

Przedstawione dalej przykłady różnią się rodzajem napędu urządzenia pozycjonującego. Nie uwzględniono napędu elektrycznego, gdyż stosowany napęd jest zazwyczaj wraz ze sterowaniem elektrycznym.

2.2.2.1. Układ z napędem pneumatycznym.

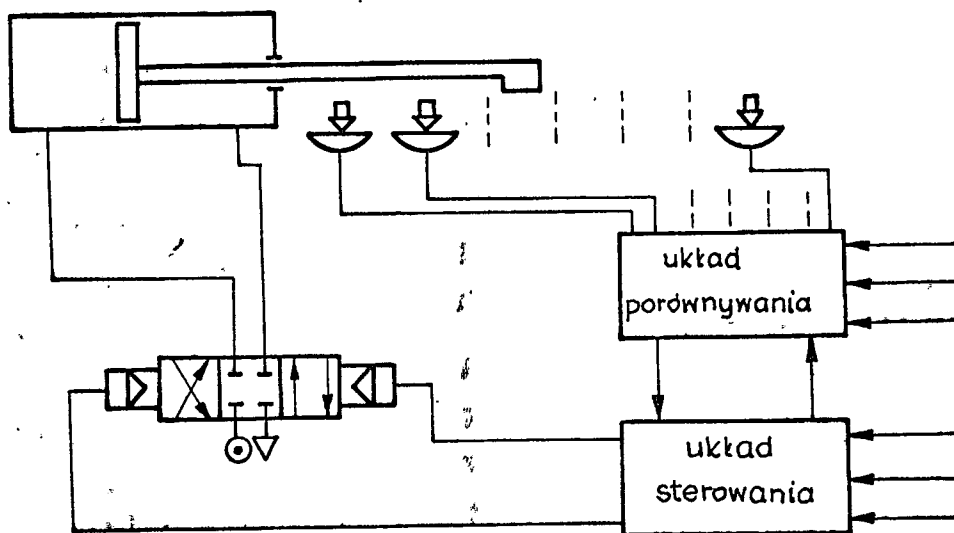
W celu uniknięcia ruchu urządzenia pozycjonującego pod wpływem obciążenia możliwe jest zastosowanie sprzęgła/zacisku/ ustalającego żądane położenie.



Rys. 3

Z chwilą osiągnięcia wyznaczonej pozycji następuje jednocześnie odcięcie zasilania do siłownika i włączenie sprzęgła /zacisku/. Sygnał rozpoczęcia nowego ruchu wyłącza sprzęgło pozwalając na zajęcie następnej pozycji.

2.2.2.2. Układ z napędem hydraulicznym

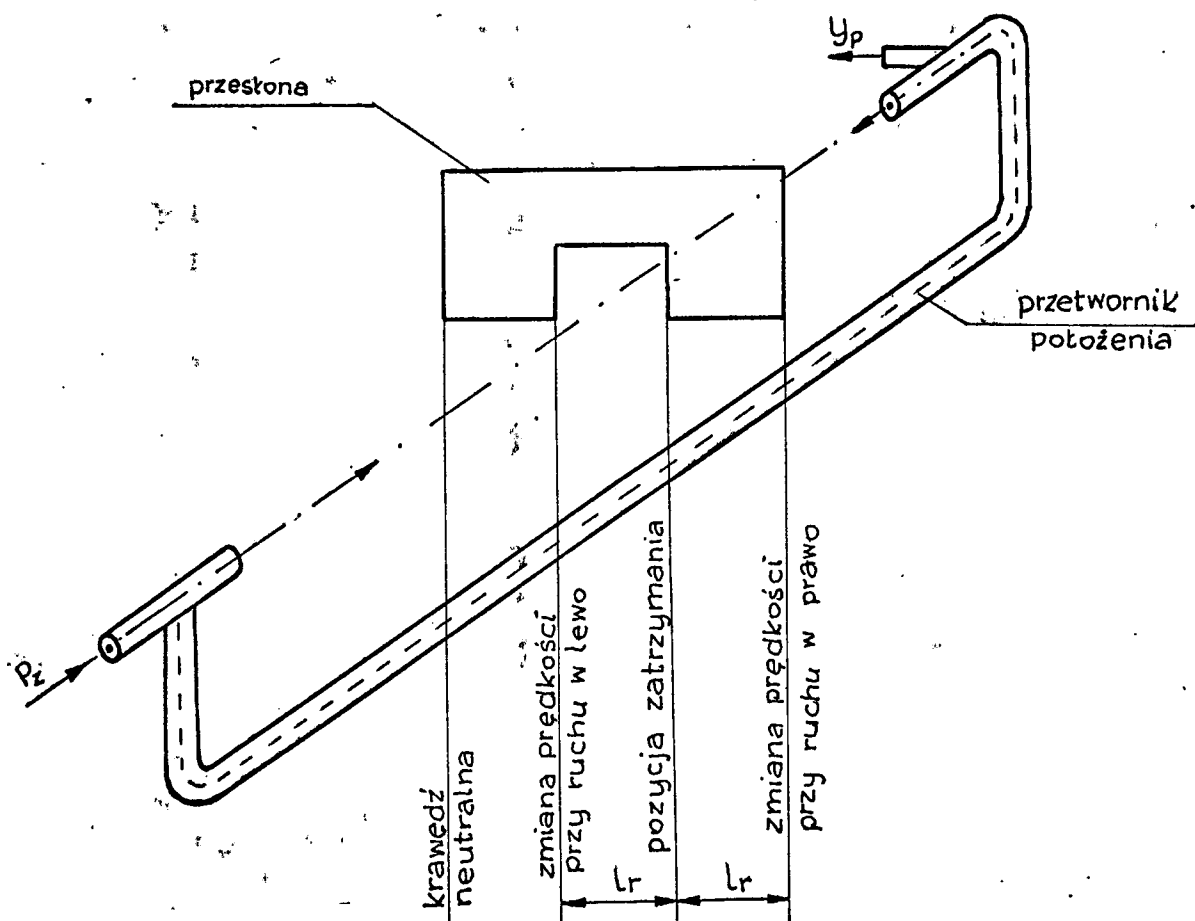


Rys.4

W położeniu środkowym suwaka następuje odcięcie dopływu i odpływu, co ze względu na niesciśliwość cieczy ustala położenie siłownika. Napęd hydrauliczny stosowany jest w robotach mogących przenosić duże obciążenie. Roboty te posiadają wewnętrzny układ zasilania hydraulicznego składający się z pompy, zbiornika itp., co zwiększa cenę pojedynczego egzemplarza.

2.2.2.3. Układ pozycjonujący z napędem pneumatohydraulicznym ze zmianą prędkości ruchu.

Aby zwiększyć dokładność procesu pozycjonowania w bardziej skomplikowanych układach prędkość członu pozycjonującego zmniejszamy przed dojściem do pozycji zatrzymania. Działanie to otrzymujemy przez odpowiednią konstrukcję przesłony współpracującej z przetwornikami położenia /rys.5/. Prędkość początkową nazywamy prędkością dobiegu, prędkość końcową prędkością roboczą. Ruch z prędkością roboczą odbywa się zawsze na jednakowej długości oznaczonej l_r .



Rys.5

Przy ruchu przesłony w lewo następują zmiany sygnału pomiarowego otrzymywanego z przetwornika położenia:

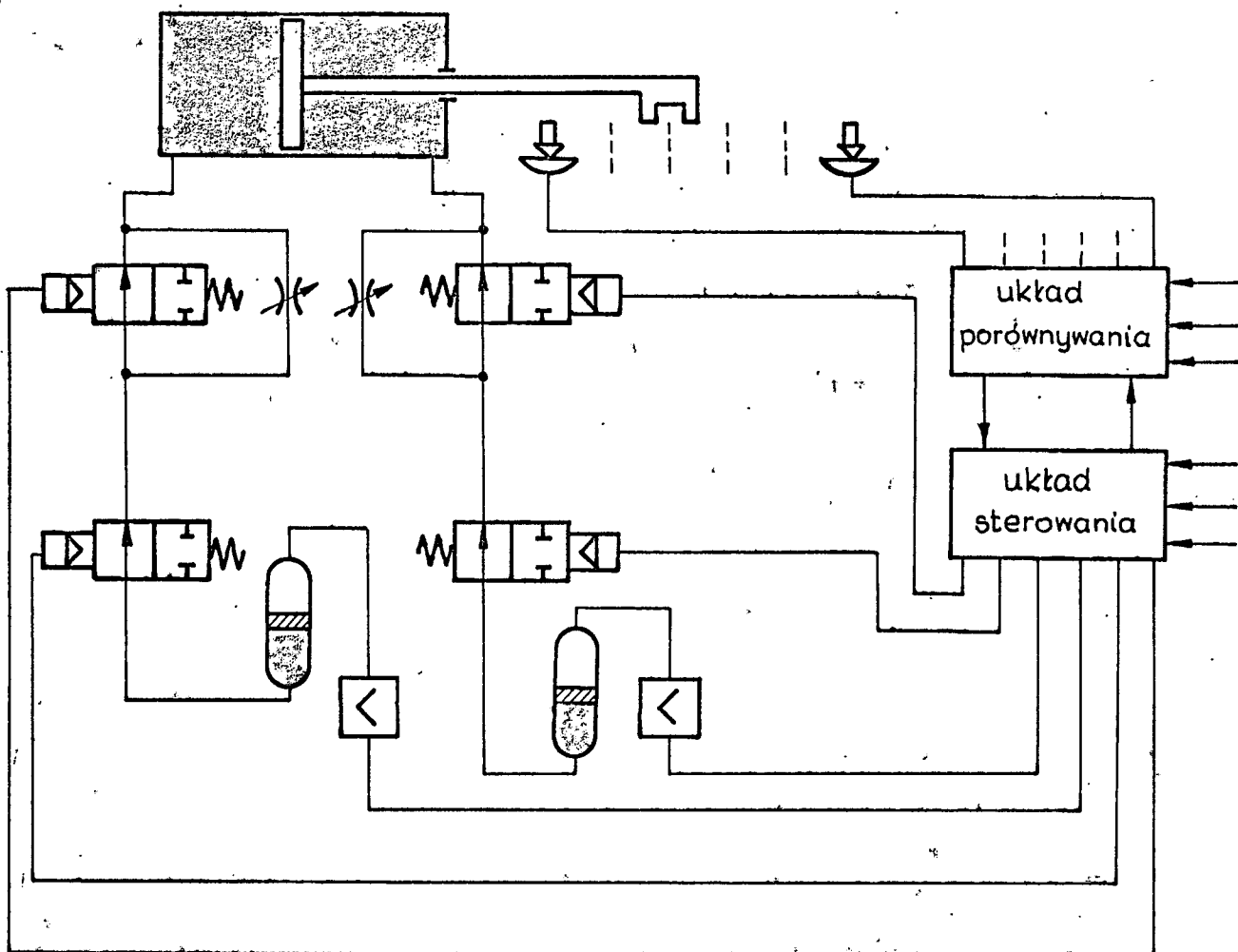
- 1 → 0 - krawędź neutralna nie powoduje zmian prędkości
- 0 → 1 - zmiana prędkości z dobiegowej na roboczą
- 1 → 0 - zatrzymanie

Ruch przesłony w prawo powoduje odwrotne zmiany sygnału pomiarowego

- 1 → 0 - zmiana prędkości z dobiegowej na roboczą
- 0 → 1 - zatrzymanie

Tego rodzaju działanie jak zmiana prędkości ruchu szczególnie dogodnie jest przy realizacji układów pozycjonowania z napędem pneumo-hydraulicznym.

Człon wykonawczy składa się z dwu sztywno połączonych siłowników: pneumatycznego i hydraulicznego. Siłownik pneumatyczny pełni rolę czynną. Hydrauliczny, gdzie olej przepływa z jednej strony tłoka na drugą wykorzystywany jest do zmiany prędkości ruchu. W położeniu otwartym suwaków S1 i S2 ruch odbywa się z prędkością dobiegową. Przesterowanie S1 w położenie zamknięte zmienia prędkość z dobiegowej na roboczą, ponieważ przepływ oleju odbywa się tylko przez zawór dławiący. Dalsze przesterowanie S2 powoduje zatrzymanie ^{czyli}przerwanie przepływu oleju.



Członem wykonawczym jest siłownik hydrauliczny. Sprężone powietrze działa na olej w zbiornikach powodując ruch siłownika. Zmiany prędkości ruchu oraz zatrzymanie siłownika otrzymuje się podobnie jak w wersji I przez odpowiednie ustawienie suwaków dwupołożeniowych sterowanych pneumatycznie.

Wygodniejszy jest układ pozycjonowania w wersji II w stosunku do wersji I. Posiada on tylko jeden siłownik, co w zastosowaniu dla robota przemysłowego zawierającego kilka układów pozycjonowania zmniejsza ciężar oraz koszt całej konstrukcji.

2.2.2.4.. Inne sposoby pozycjonowania.

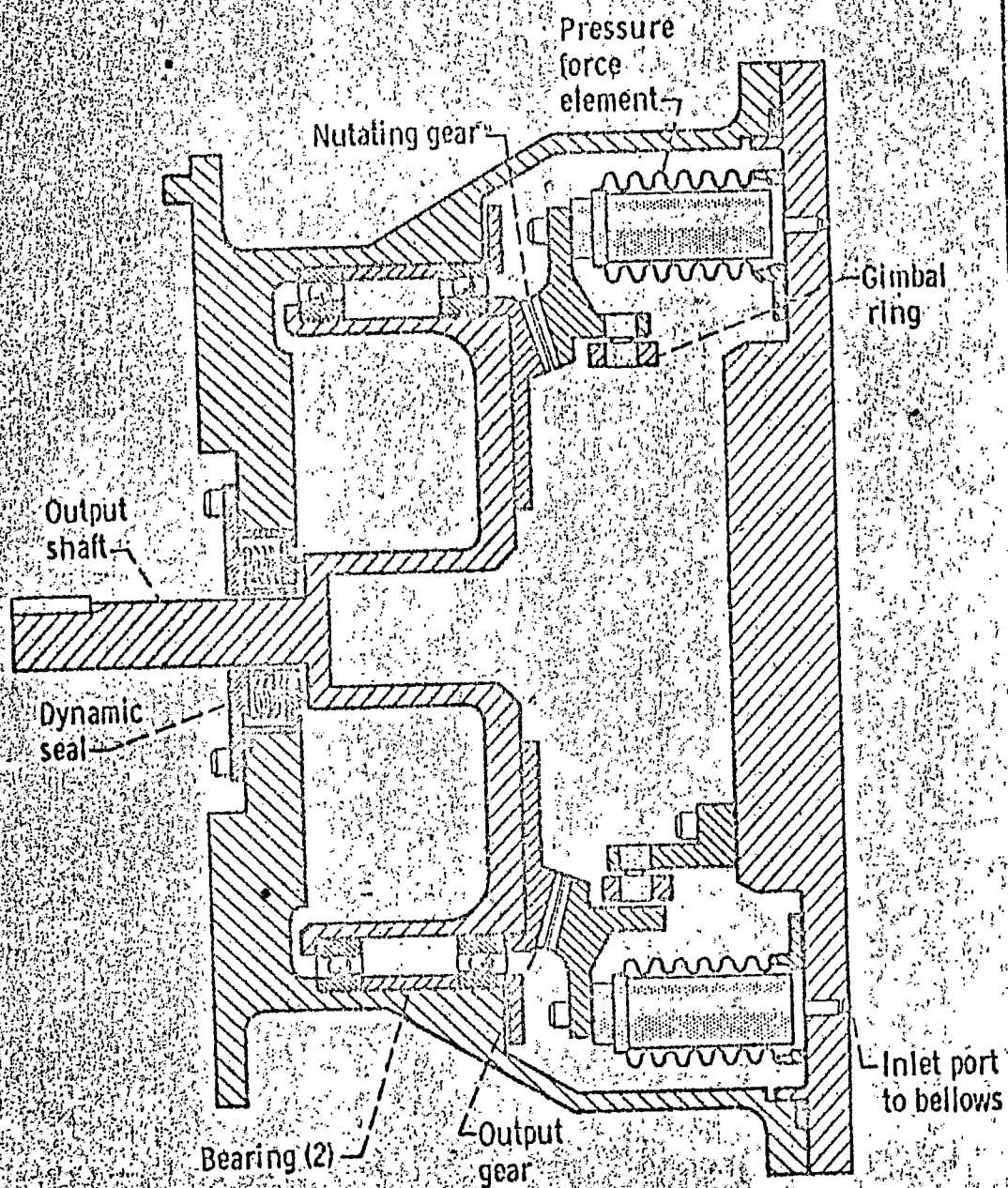
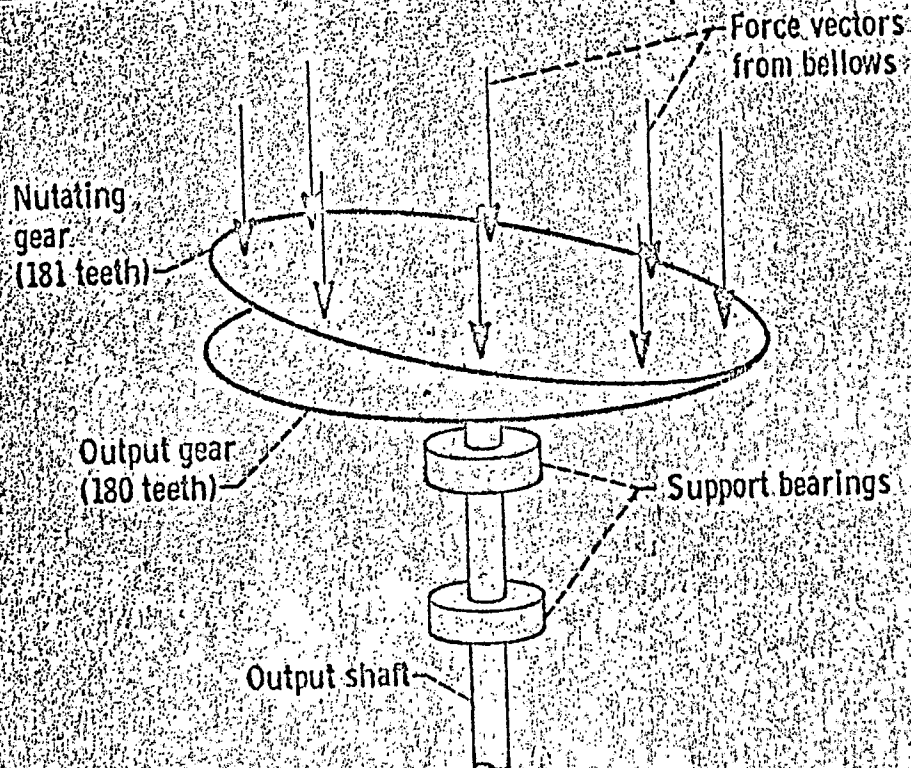
Typowym urządzeniem pozycjonującym o ruchu liniowym jest siłownik sekwencyjny. Przez podawanie odpowiednich kombinacji sygnałów na jego wejście może on zajmować kilka pozycji. Wadą jego jest to, że pozycje te są z góry ustalone niezmiennie, ponieważ wynikają z danej konstrukcji siłownika, podczas gdy w układach pozycjonowania przedstawionych w poprzednich punktach pozycje wyznaczają przetworniki położenia, których położenie względem siebie może być zmienione przy zmianie warunków pracy.

Urządzeniem pozycjonującym o ruchu obrotowym jest silnik krokowy. Doprowadzenie impulsu do silnika powoduje obrót o pewien podstawowy kąt. Ciąg impulsów daje obrót o wielokrotność kąta podstawowego.

Najczęściej stosowana konstrukcja pneumatycznego silnika krokowego przedstawiona jest na rys.8. Silnik złożony jest z wahliwego koła zębatego czołowego /1/, które nie może się obracać i koła zębatego czołowego /2/, które może się obracać, a nie może wahać. Odpowiednie uruchomienie siłowników /3/ w ilości 3 lub więcej/ umieszczonych na obwodzie powoduje przechylenie koła wahliwego /1/ i jego zetknięcie z kołem obrotowym /2/. Przy odpowiedniej zmianie zasilania siłowników /3/ punkt ich zetknięcia przesuwają się po obwodzie koła obrotowego. Koło obrotowe ma mniej zębów /najczęściej o jeden/ od koła wahliwego.

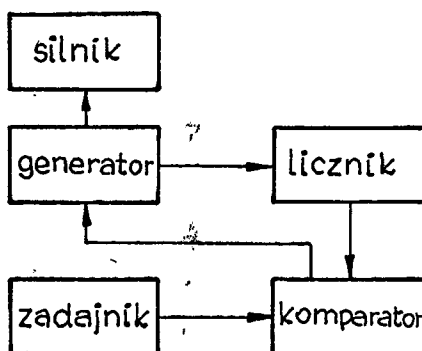
Koło obrotowe obróci się więc o kąt odpowiadający różnicy ilości zębów przy pełnym przejściu zetknięcia po obwodzie.

W zależności od wyboru parametrów konstrukcyjnych można uzyskać rozmałą prędkość obrotową, moment obrotowy i dokładność pozycjonowania wału wyjściowego silnika krokowego.



W robotach przemysłowych pneumatyczne silniki krokowe mogą być stosowane jako człony realizujące ruch obrotowy ramienia lub przy dodaniu odpowiedniej przekładni zapewniają ruch liniowy z dużą dokładnością pozycjonowania.

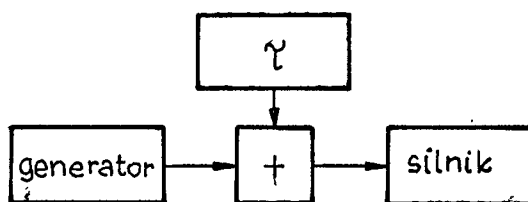
Pneumatyczne silniki krokowe są silnikami rewersyjnymi. Największą dokładność pozycjonowania zapewniają cyfrowe układy sterowania silnika.



Rys.9. Schemat sterowania cyfrowego pneumatycznego silnika krokowego.

Jeżeli ilość impulsów zliczonych będzie równa ilości impulsów zadanych silnik zostaje zatrzymany.

Znacznie prostszy jest układ sterowania z elementem czasowym.



Rys.10. Schemat układu sterowania z elementem czasowym.

Wałek wyjściowy obróci się o kąt odpowiadający ilości impulsów, które przejdą przez człon sumujący w czasie

Wstępne prace dotyczące pneumatycznego silnika krokowego przedstawionego na rys.8 prowadzone są aktualnie w Pracowni Bioprzepływów Instytutu Organizacji i Kierownia.

Zbudowane modele silnika potwierdzają liczne zalety opisanej powyżej zasady pracy oraz możliwości efektywnych zastosowań tego rozwiązania w robotach przemysłowych.

2.3. Propozycje realizacji układów pozycjonowania.

Uwzględniając zapotrzebowanie na układy pozycjonowania wynikające przy budowie określonej rodziny prostych robotów przemysłowych wydaje się celowym zaprogramowanie opracowania w pierwszej kolejności dwu wersji układów pozycjonowania liniowego różniące się liczbą punktów pozycjonowania. W dalszej kolejności opracowania wymagać będzie układ pozycjonowania katowego wyposażony w pneumatyczny silnik krokowy /opisany w p.2.2.2.4./.

2.3.1. Wersja prosta - pozycjonowanie w dwu punktach.

Układ został opisany w p.2.2.1.

Do realizacji układu pozycjonowania potrzebne są następujące elementy:

- przełączniki drogowe	system SPAS
- wzmacniacze mocy	" " "
- siłownik pneumatyczny	prod.krajowa
- układ sterowania	bloki funkcyjne system SPAS

2.3.2. wersja złożona - pozycjonowanie w 3 - 8 punktach

Układ został opisany jako wersja druga układu pozycjonowania z napędem pneumo-hydraulicznym p.2.2.2.3.

Do budowy potrzebne następujące elementy:

- siłownik hydrauliczny	prod.krajowa lub wykorzystanie konstrukcji zespołu APW OAM
-------------------------	--

- suwaki dwupołożeniowe sterowane sygnałem niskociśnieniowym system SPAS
- zbiorniki konstrukcja zespołu APW-OAM
- wzmacniacze mocy system SPAS
- układ porównywania oraz sterowania elementy części centralnej systemu SPAS
- przetworniki położenia z laminarnym strumieniem przebieg wykonania

Przy wykonaniu przetworników położenia istnieje możliwość skorzystania z rozprawy doktorskiej inż. Olszewskiego oraz oparcia się na konstrukcji przetwornika z turbulentnym strumieniem istniejącym w wersji radzieckiej SPAS.

3. UKŁADY STEROWANIA PROSTYMI ROBOTAMI PRZEMYSŁOWYMI

3.1. Wprowadzenie

Przedmiotem rozważań będzie układ sterowania prostym robotem przemysłowym. W związku z tym nie będą rozważane adaptacyjne i uczące się układy sterowania robotami. Przyczyną takiego postawienia problemu jest wstępna faza prac nad robotami oraz techniczne możliwości pneumatyki, a w szczególności systemu SPAS jako środka realizacji układów sterowania robotami.

Układ sterowania jest podstawowym zespołem robota. Struktura układu określa jego możliwości eksploatacyjne. Natomiast strukturę układu sterowania określają:

- a/ wymagania dotyczące programu pracy robota - algorytm pracy,
- b/ sposób zadawania programu /algorytm pracy/,
- c/ zastawiany w robocie rodzaj układów pozycjonowania.

Pozycjonowanie zostało omówione w poprzednim punkcie niniejszego opracowania.

Zadaniem układu sterowania robotem jest:

- a/ odczytywanie programu
- b/ sekwencyjne przesyłanie do układów pozycjonujących zakodowanych informacji o wymaganych położeniach elementów wykonawczych

c/ kontrola wykonania przewidziany^{ch} przesunięć elementów wykonawczych.

Przeprowadzone analizy możliwości ruchowych robota ograniczają je do sześciu stopni swobody oraz zwierania zacisku. Rozwieranie zacisku realizuje z reguły element sprężysty.

3.2. Wymagania dotyczące pracy układów.

Układ sterowania prostym robotem przemysłowym winien umożliwić:

- a/ pracę w cyklu zamkniętym
Cykl musi być wystarczająco długi
- b/ realizację przesunięć kilku członów wykonawczych jednocześnie
- c/ łatwą zmianę programu
- d/ ręczne sterowanie robotem:
 - włączanie - start
 - wyłączanie - stop w dowolnym punkcie algorytmu pracy
 - zatrzymanie po wykonaniu cyklu
 - ręczną manipulację elementami wykonawczymi - ich pozycjonowaniem.

Pozycje, które winny zajmować elementy wykonawcze będą zaprogramowane na nośniku programu.

3.3. Klasyfikacja układów według sposobu zadawania i zmiany programu.

Ze względu na sposób zadawania i zmiany programu można wyróżnić układy:

- a/ w których program zadany jest w postaci odpowiedniego połączenia bloków funkcyjnych, zmiana programu sprawdza się do zmiany połączeń bloków w układzie,
- b/ z zatyczkowymi zadajnikami programu,
- c/ z czytnikiem karty perforowanej,
- d/ z czytnikiem karty perforowanej.

Każdy z wymienionych układów posiada swoje zalety i wady dotyczące ilości możliwych ruchów w cyklu, złożoności programowania, wielkości względnie stopnia skomplikowania układu.

Niżej zostaną szczegółowo omówione wszystkie wspomniane typy układów, ich własności oraz części składowe.

3.3.1. Układy łączone z bloków funkcyjnych systemu SPAS.

W ramach systemu SPAS opracowano szereg bloków funkcyjnych umożliwiających budowę sekwencyjnych układów sterowania. Blokami tymi są: STER B850, CYKL B851, STOP B852, MAN B855, AND B854, OR-NOR B853. Umożliwiają one budowę układu sterowania prostym robotem przemysłowym. Schemat struktury takiego układu został przedstawiony na rys.11. W schemacie tym wrysowano połączenia wewnętrzne bloków funkcyjnych SPAS oraz przykładowe połączenia między blokami. Zwiększenie ilości bloków CYKL, STOP, OR-NOR, MAN umożliwia sterowanie większą ilością elementów wykonawczych robota. Zmiana cyklu pracy robota wymaga zmiany połączeń między blokami STOP i blokami OR-NOR należącymi do poszczególnych układów pozycjonowania oraz blokami STOP i modułem pamięci sterującej łapą robota. Ponadto podlegają zmianie połączenia między wyjściami układów pozycjonowania i blokami CYKL oraz czujnikami "chwytu" i "zwolnienia". Łapy robota i blokami CYKL. Sygnał z układu pozycjonowania informujący o zakończeniu ostatniego ruchu w cyklu należy łączyć z blokiem STER wg rysunku Nr 11.

Układ ten umożliwia:

- zatrzymanie robota w dowolnym punkcie ruchu z bloku STER sygnałem STOP
- przełączenie na pracę w cyklu zamkniętym lub otwartym z bloku STER
- startowanie z bloku STER
- przełączenie na sterowanie ręczne lub automatyczne z bloku STER oraz sterowanie ręczne z bloku MAN,
- ustawienie z bloku STER pamięci w bloku CYKL przed rozpoczęciem cyklu pracy. Ustawienie sygnalizuje sygnalizator optyczny,
- jednoczesną pracę kilku elementów wykonawczych robota dzięki obecności bloku koniunkcji /koniunkcja sygnałów wyjściowych z układów pozycjonowanych/ i możliwości rozgałęzienia sygnałów wyjściowych z układów pozycjonowania.

21

- wielokrotną pracę każdego elementu wykonawczego przez odpowiednie połączenie bloków STOP z blokami OR-NOR układów pozycjonowania.
- możliwość powtórnego zajmowania tej samej pozycji dzięki zastosowaniu bloku OR-NOR.

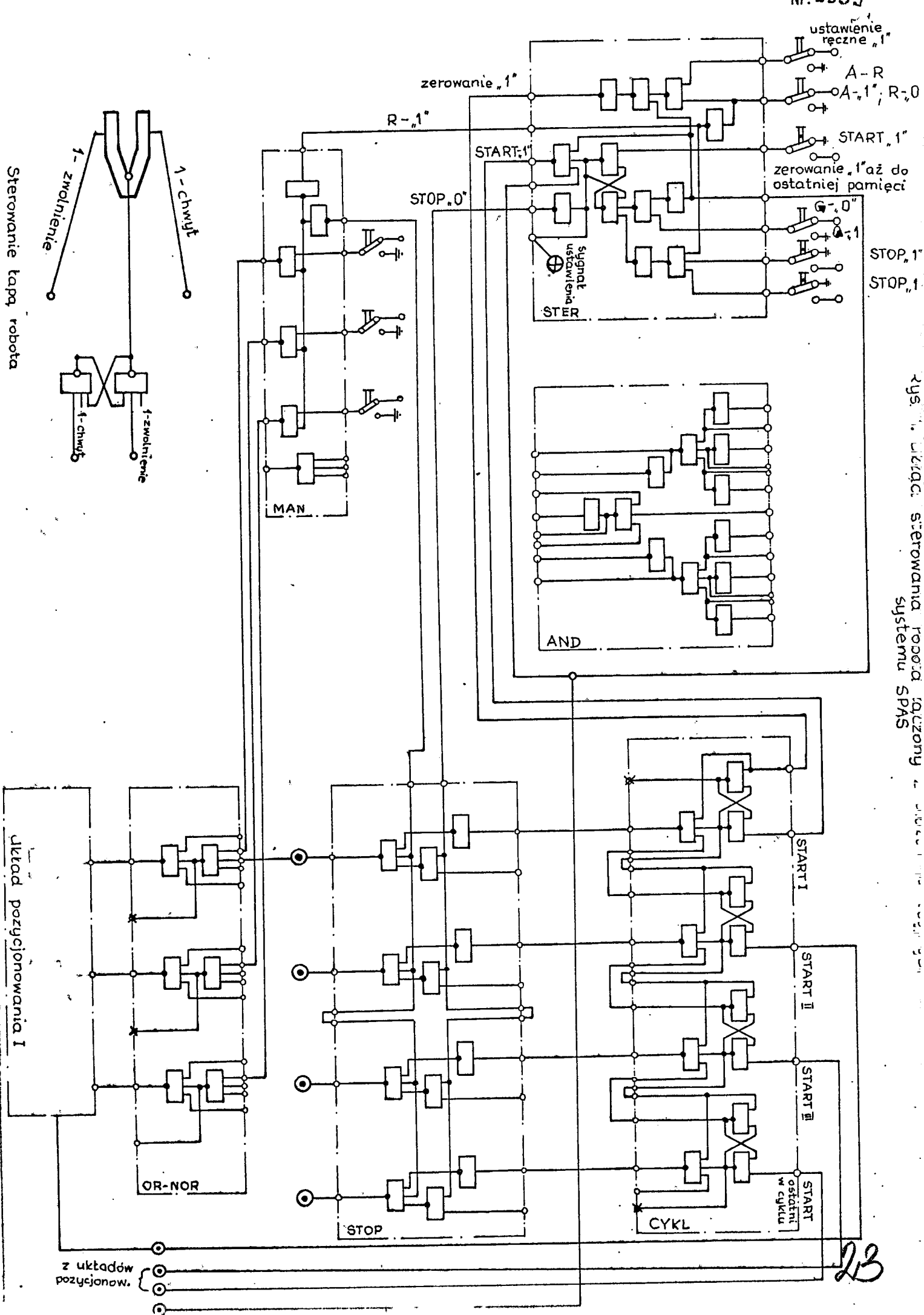
Wykorzystanie wszystkich wspomnianych możliwości robota stawia szereg wymagań dotyczących zastosowanych układów pozycjonowania. Należą do nich:

- ilość wejść równa się ilości możliwych pozycji /każdej pozycji odpowiada jedno wejście/,
- pozycję zadaje się binarnym sygnałem "1" na odpowiadającym wejściu,
- brak sygnału na wejściach układu pozycjonowania utrzymuje element wykonawczy w spoczynku
- po zajęciu zadanej pozycji układ pozycjonowania wysyła sygnał jedynkowy trwający do momentu zaniku sygnału na wejściu układu pozycjonowania,
- nie dopuszcza się jednoczesnego istnienia sygnału "1" na więcej niż jednym wejściu układu pozycjonowania.

Układ cechuje się złożonym sposobem programowania polegającym na zmianie połączeń płyty programowej. Wymaga to odpowiednio przeszkolonej obsługi. Ze wzrostem ilości elementów wykonawczych oraz wydłużeniem się cyklu powstaje konieczność rozbudowy całego układu.

Układ ten posiada wiele zalet, do których należą opisane powyżej możliwości eksploatacyjne.

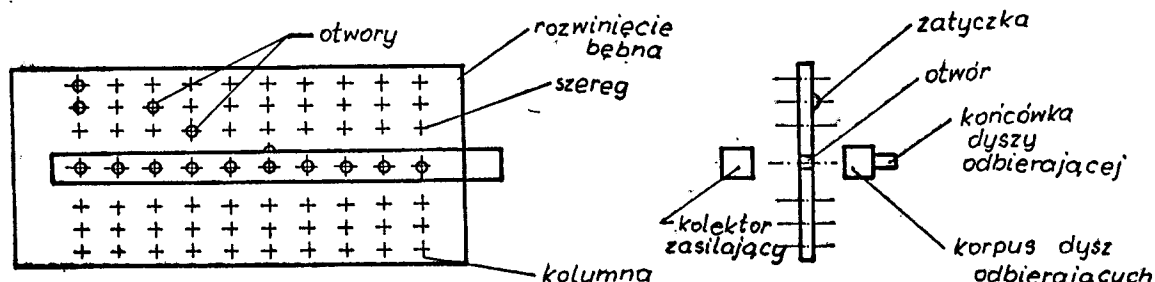
Sterowanie łapą, robota



rys. 1. Układ sterowania robota łączony z systemem SPAS

3.3.2. Układy z zatyczkowymi zadajnikami programu

Programowanie cyklu pracy robota można uprościć stosując zatyczkowe zadajniki programu. W porównaniu z poprzednim systemem programowania można skrócić czas postoju robota związany ze zmianą programu wymieniając nośnik programu. Nośnikiem programu może być płyta lub bęben - napędzane krokowo zazwyczaj przy pomocy mechanizmów zapadkowych. Jeden krok nośnika programu oznacza jeden takt cyklu pracy robota. Szkic bębna zatyczkowego w rozwiniętej postaci przedstawiono na rys. Nr 12.

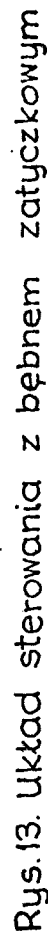


Rys. Nr 12. Szkic bębna zatyczkowego w rozwiniętej postaci.

Każdy otwór w płaszczyźnie bębna posiada zatyczkę. Usunięcie zatyczki oznacza zaprogramowanie przesunięcia elementu wykonawczego do odpowiadającej pozycji /kolumna/ w określonym takcie cyklu pracy /szereg/.

Cały układ sterowania robotem z zatyczkowym zadajnikiem programu przedstawia rys. Nr 13. W porównaniu z przypadkiem przedstawionym na rys. 11 główna różnica polega na zastąpieniu bloku funkcyjnego CYKL przez zatyczkowy nośnik programu wraz z jego sterowaniem. Połączenia między blokami są stałe i nie podlegają zmianie. Możliwości eksploatacyjnego takiego układu sterowania są identyczne jak układu z rys. Nr 11., lecz realizowane na drodze usuwania odpowiednich *zatyczek*.

Bardziej skomplikowane rozwiązanie konstrukcyjne zatyczkowego bloku programowego może pozwolić na zmianę programu robota na sygnał zewnątrz przez posiowe przesunięcie bębna.



Wymagania opisanego układu sterowania robotem odnośnie układów pozycjonowania są identyczne jak w poprzednim przypadku.

Układ ten posiada prosty sposób programowania. Maksymalną ilość taktów w cyklu określa liczba szeregów na zadajniku programu. Ilość kolumn jest identyczna z ilością pozycji wszystkich elementów wykonawczych.

Wadą układu w porównaniu z opisanym w poprzednim punkcie jest istnienie mechanicznych zespołów napędzania nośnika programu.

3.3.3. Układy z czytnikiem taśmy dziurkowanej.

Dalsze ułatwienie programowania cyklu pracy robota umożliwia zastosowanie czytnika taśmy dziurkowanej. Zmiana taśmy dziurkowanej pozwala zmienić natychmiastowo program pracy robota. Na sześciu ścieżkach taśmy dziurkowanej zakodowano w jednym znaku adres wejścia określonego układu pozycjonowania, na którym pojawi się sygnał "1". Realizuje to dekadę kodu np. dwójkowego na kod jeden z 64^(np).

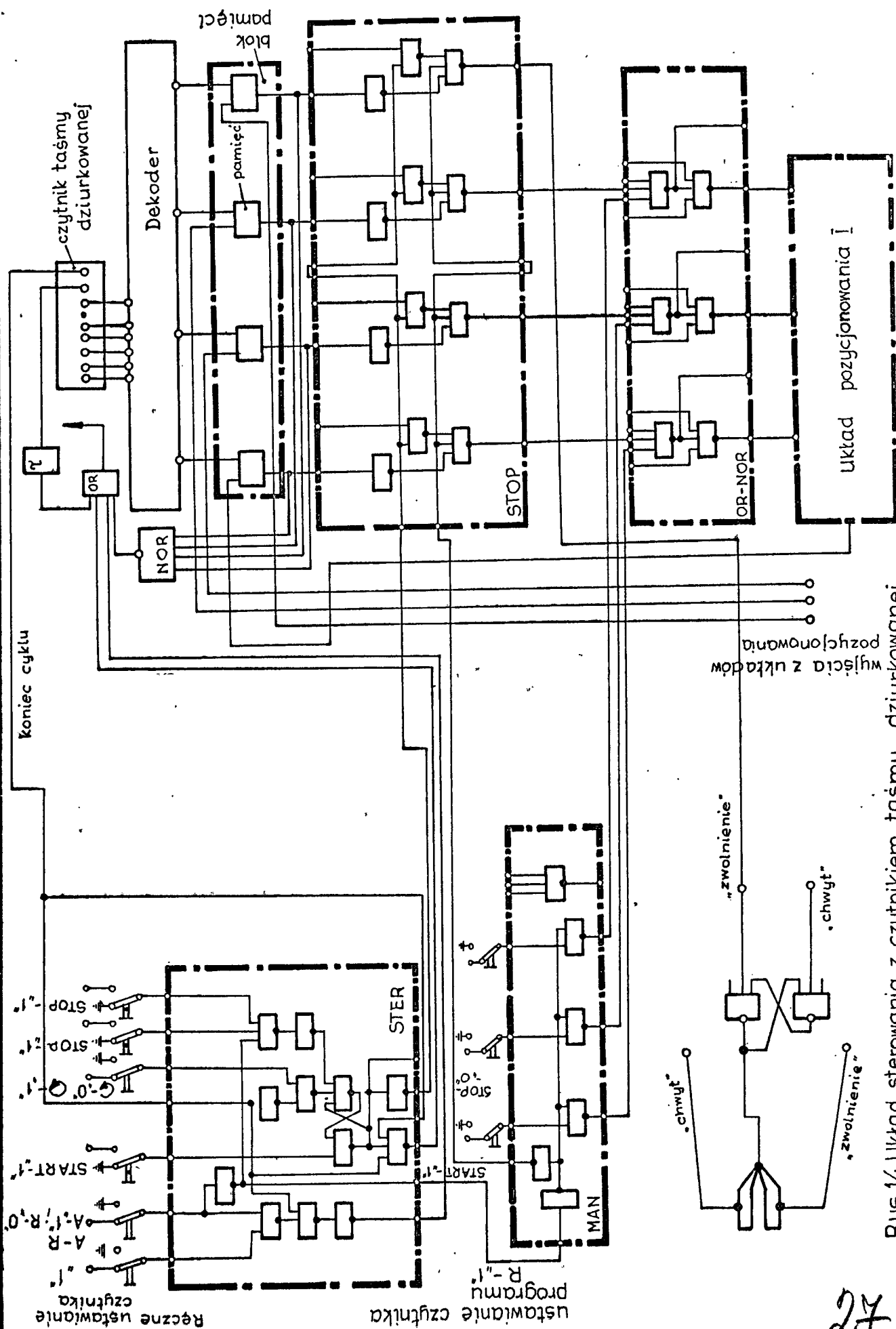
Sygnały wyjściowe dekodera są zapamiętywane przez blok pamięci kasowany po wykonaniu zadania przez wyjścia układów pozycjonowania. Wyjścia z pamięci poprzez blok NOR służą do napędzania /skokowego/ czytnika taśmy. Napędzanie /skokowe/ czytnika umożliwia również siódma ścieżka taśmy dziurkowanej w przypadku potrzeby wykonywania kilku ruchów elementów wykonawczych jednocześnie. Ósma ścieżka oznacza koniec cyklu pracy. Po niej następuje znak bez perforacji. Schemat układu z czytnikiem karty perforowanej przedstawia rys. Nr 14. Jego połączenia są stałe i nie podlegają zmianie. Możliwości eksploatacyjne takiego układu są identyczne jak układu z rys. 11, lecz są realizowane na drodze programowania na taśmie dziurkowanej.

Układ w porównaniu z poprzednimi jest bardziej złożony, ponieważ posiada dekodery.

Natomiast jego podstawowymi zaletami są:

- możliwość ustalania bardzo długich cykli pracy.

26



Rys. 14. Układ sterowania z czytnikiem taśmy dziurkowanej

- bardzo łatwa zmiana programu pracy.

Wymagania odnośnie układów pozycjonowania identyczne jak w poprzednich przypadkach.

3.3.4. Układy z czytnikami karty dziurkowanej.

Innym nośnikiem programu pracy robota może być karta dziurkowana. Zmiana programu pracy robota ogranicza się wówczas do jej wymiany.

Zastosowany czytnik winien umożliwiać:

- odczyt w cyklu zamkniętym i otwartym,
- stopowanie kasujące,
- stopowanie,
- startowanie.

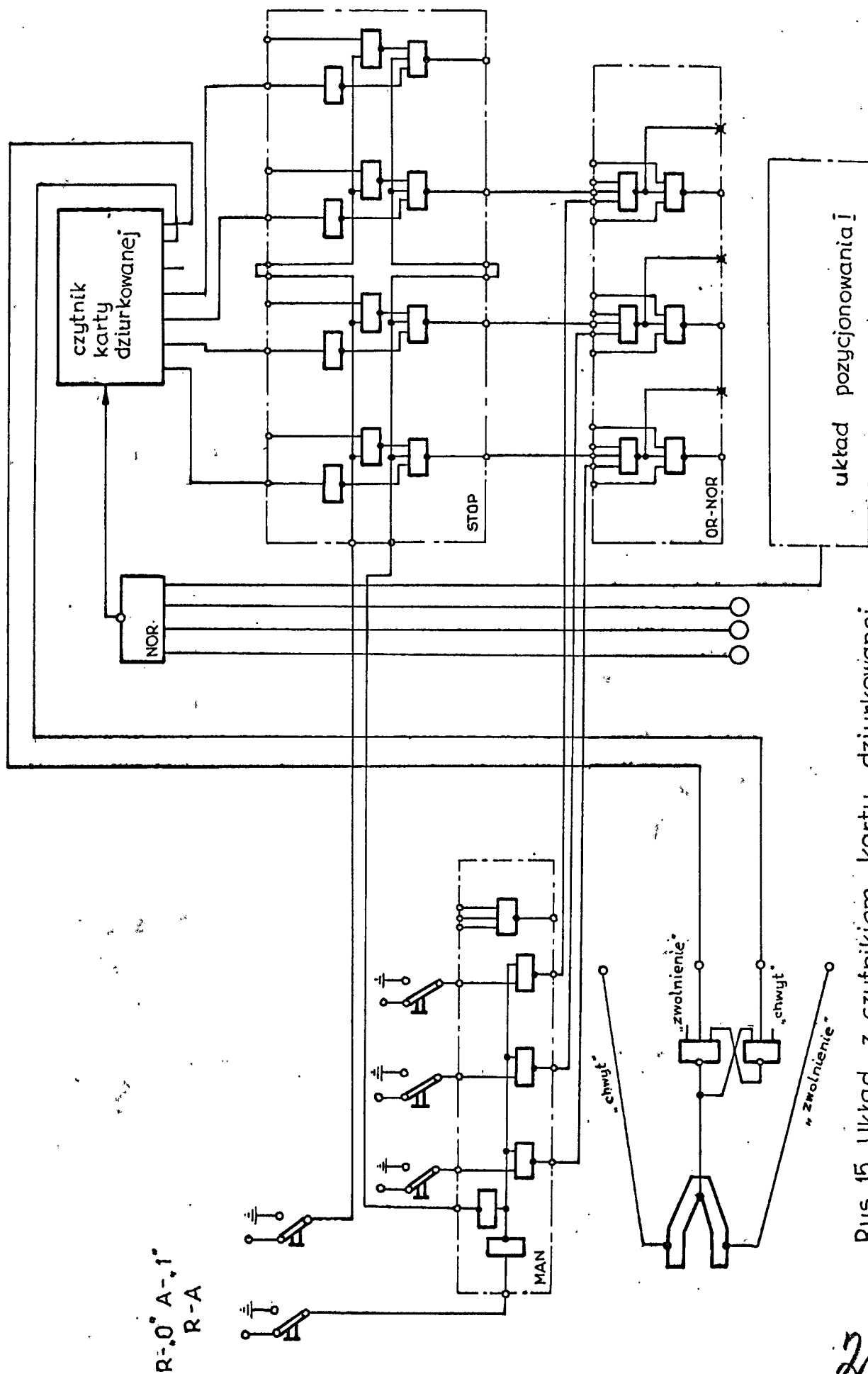
Jeśli karta dziurkowana posiada niewiele kolumn odczytowych wówczas ilość taktów w cyklu jest znacznie ograniczona.

Mała ilość wierszy na karcie dziurkowanej pociąga za sobą konieczność kodowania wejść układów pozycjonowania tak jak w punkcie poprzednim. Między czytnikiem karty, a blokiem STOP należy wówczas umieścić dekadery kodu dwójkowego na jeden z /np. 32/.

Układ bez dekadera przedstawiono na rys. Nr 15. Bloki MAN, STOP i OR-NOR umożliwiają ręczne sterowanie robotem.

Wymagania opisanego układu sterowania robotem odnośnie układów pozycjonowania są identyczne jak w poprzednich przypadkach.

Jedyną wadą opisanego układu z czytnikiem karty dziurkowanej jest ograniczona ilość wierszy i kolumn na karcie, co zawęża możliwości eksploatacyjne robota /ilość taktów w cyklu oraz ilość zajmowanych pozycji przez elementy wykonawcze oraz złożona budowa pneumatycznych czytników kart/.



Rys. 15. Układ z czytnikiem karty dziurkowanej

3.4. Propozycje realizacji układów sterowania prostymi robotami z elementów systemu SPAS.

W punktach 3.3.1. do 3.3.4. opisano cztery typy układów sterowania prostym robotem przemysłowym w zależności od sposobów programowania cyklu pracy.

Każdy z nich posiada swoje zalety i wady przy określonych możliwościach eksploatacyjnych, które również zostały podane we wspomnianych punktach.

System SPAS w obecnym czasie umożliwia budowę dwu spośród nich:

- układ łączony z bloków funkcyjnych,
- układ z czytnikiem taśmy dziurkowanej.

Możliwości takie stwarzają bloki funkcyjne oraz czytnik taśmy dziurkowanej U 155 wchodzące w skład systemu SPAS.

Wybór rodzaju układu sterowania do określonego robota warunkują oczywiście szczegółowe założenia techniczne i eksploatacyjne robota. Jednak dalszy program prac zmierzający do budowy modeli robotów pneumatycznych powinien uwzględniać prace nad dwoma wymienionymi powyżej rodzajami układów w zakresie opracowania i budowy modeli oraz w zakresie prac dotyczących optymalnych sposobów programowania pracy robotów.

4. Podsumowanie i propozycje dalszych prac.

Podsumowując przedstawione w opracowaniu krótkie rozważania, należy stwierdzić pełną realność budowy prostych pneumatycznych robotów przemysłowych wykorzystujących krajowe elementy i urządzenia pneumatyczne i pneumo-hydrauliczne. Uwzględniając ten fakt oraz biorąc pod uwagę stosunkowo niewielkie nakłady jakie należy ponieść na budowę prostych robotów pneumatycznych jak również ich niewątpliwie większe aktualne możliwości /w porównaniu do złożonych robotów/ zastosowań w krajowym przemyśle, wydaje się uzasadnionym stwierdzenie o celowości podjęcia prac nad pneumatycznymi robotami przemysłowymi w pierwszej kolejności w ramach realizowanego

w naszym Instytucie programu prac nad robotami przemysłowymi. Dodatkowym uzasadnieniem tego stwierdzenia jest fakt stosowania pneumatycznych lub hydraulicznych zespołów wykonawczych w robotach złożonych, wyposażonych w elektroniczne układy sterujące oraz możliwość adaptowania zespołów wykonawczych opracowanych dla robotów pneumatycznych do współpracy z takimi elektronicznymi układami sterującymi.

Propozycje dotyczące wstępnego zakresu prac nad pneumatycznymi robotami przemysłowymi sprowadzają się do opracowania wymienionych poprzednio dwu podstawowych zespołów o możliwie uniwersalnym charakterze oraz do budowy na bazie tych zespołów modelu robota. /możliwie dostosowanego do docelowego wykorzystania w konkretnym zakładzie przemysłowym/ i wykonaniu kompleksowych badań jego własności. Daleszy program prac będzie zawierał opracowanie uniwersalnych modułów zawierających poszczególne zespoły robotów i umożliwiających modułową budowę /składanie/ różnorodnych robotów pneumatycznych oraz budowę i sprawdzenie techniczno-ekonomicznej ich przydatności poprzez doświadczalną przemysłową eksploatację.

Propozycja wstępnego zakresu prac nad pneumatycznymi robotami przemysłowymi.

1. Układy pneumatycznego pozycjonowania punktowego
 - 1a. Opracowanie struktur i wykonanie niezbędnych badań podstawowych.
 - 1b. Opracowanie, wykonanie i badania modeli.
2. Układy zbudowane z elementów SPAS sterowanie pracą robotów przemysłowych wyposażonych w układy pozycjonowania punktowego.
 - 2a. Opracowanie struktury i koncepcji pracy układów
 - 2b. Opracowanie, wykonanie i badania modeli układów.
3. Opracowanie, wykonanie i badania modelu robota przemysłowego /wykorzystującego wyniki realizacji etapów 1 i 2/.

Nr etapu	Termin rozpoczęcia	Termin zakończenia	Godziny OAM	Materiały	Inne koszty bezp.	Koszty usług obcych.	Aparatura
1a	1.05.75	30.09.75	2.500	20.000	5.000	-	-
1b	1.10.75	28.02.76	4.000	50.000	10.000	50.000	100.000
2a	1.05.75	30.09.75	2.000	-	10.000	-	-
2b	1.10.75	28.02.76	5.000	100.000	20.000	50.000	50.000
3	1.03.76	31.08.76	6.000	120.000	30.000	100.000	200.000

32