ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1980

Seria: AUTOMATYKA z. 56 Nr kol. 652

Dariusz Stawiarski, Tadeusz Gałązka, Stanisław Zaprzałek,
Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP, W-wa

UKŁADY STEROWANIA ZAUTOMATYZOWANYCH OBRABIAREK WSPÓŁPRACUJĄCYCH Z ROBOTAMI PRZEMYSŁOWYMI (KOMUNIKAT)

Streszczenie. W artykule przedstawiono opracowane w Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP w W-wie układy sterowania czterech zautomatyzowanych obrabiarek produkcji krajowej, a mianowicie tokarki rewolwerowej RVL-63, frezarki poziomej FWD-25, tokarki kopiarki TGC-8 i wiertarek stołowych WSD-16 wyposażonych w urządzenia załadowcze, manipulacyjne i rozładowcze zbudowane przy zastosowaniu prostych robotów przemysłowych PR-02 opracowanych również w MERA-PIAP.

Wprowadzenie

Automatyzacja czynności podawania, zdejmowania i manipulacji częściami obrabianymi jest często jedyną drogą dla wprowadzenia wielostanowiskowej obsługi zautomatyzowanych obrabiarek. Często bowiem przebieg procesu obróbki jest taki, że mimo automatyzacji czynności pomocniczych związanych ze sterowaniem obrabiarki i mocowaniem części obrabianych niezbędna jest tak częsta ingerencja obsługującego dla realizacji procesu, że niemożliwe jest obsługiwanie przez niego kilku zautomatyzowanych obrabiarek.

Mając na względzie dużą różnorodność zagadnień związanych z automatyzacją czynności podawania, zdejmowania i manipulacji przedmiotami obrabianymi podjęte w MERA-PIAP prace badawczo-konstrukcyjne nad układami sterowania zautomatyzowanych obrabiarek współpracujących z prostymi robotami przemysłowymi, obejmowały następujące, często spotykane grupy zastosowań, a mianowicie:

I Pojedyncze zautomatyzowane obrabiarki zaopatrzone w specjalne magazyny i podajniki półwyrobów oraz robot PR-02, służący do manipulacji półwyrobami oraz zdjęcia i odłożenia części obrabianych.

II Pojedyncze - zautomatyzowane obrabiarki zaopatrzone w robot PR-02 służący do zakładania i zdejmowania części obrabianych współpracujące z uniwersalnym automatycznym podajnikiem - magazynem części i przystosowane do łączenia ich w linie i gniazda obróbcze.

III Dwie (lub więcej) zautomatyzowanych obrabiarek połączonych ze sobą i obsługiwanych jednym robotem PR-02 służącym do zdejmowania, zakładania i manipulacji przedmiotami obrabianymi na kolejnych obrabiarkach.

Przedstawicielami I grupy zastosowań będą omówione w niniejszym referacie:

- zautomatyzowana tokarka rewolwerowa RVL-63 z magazynkiem półwyrobów oraz urządzeniem manipulacyjnym i rozładowczym zbudowanym z modułów robota PR-02,
- zautomatyzowana frezarka pozioma FWD-25 z magazynkiem półwyrobów (prętów) oraz robotem PR-02 służącym do manipulacji półwyrobami oraz zdejmowaniem części obrabianych.

Przedstawicielem II grupy zastosowań jest

- zautomatyzowana tokarka-kopiarka TGC-8 zaopatrzona w robot PR-02 służący do zakładania i zdejmowania części obrabianych (wałków) oraz uniwersalny zautomatyzowany podajnik-magazyn półwyrobów i części obrabianych.

Przedstawicielem III grupy są:

- dwie połączone ze sobą zautomatyzowane wiertarki stołowe WSD-16 obsługiwane przez jednego robota PR-02 służącego do zdejmowania, manipulacji i zakładania przedmiotu obrabianego.

Obok realizacji układu sterowania, w MERA-PIAP opracowano dla ww. rozwiązań również urządzenia wykonawcze (głównie pneumatyczne i pneumo-hydrauliczne), a opisywane zautomatyzowane obrabiarki, przeznaczone dla konkretnych odbiorców z przemysłu maszynowego, są obecnie wdrożone bądź wdrażane do eksploatacji przemysłowej.

Opis układów

Zautomatyzowana tokarka rewolwerowa RVL-63 z magazynkiem półwyrobów oraz urządzeniem manipulacyjnym i rozładowczym zbudowanych z modułów robota PR-02. Szkic obrabiarki z zaznaczeniem zespołów magazynujących, manipulacyjnych i rozładowczych przedstawia rys.1a.

Zespół 1 (cylinder pneumatyczny) służy do wydawania pojedynczych części (półwyrobów) z magazynka; zespół 2 do zaciskania wydanej części w szczękach napędzanych zespołem 3 (moduł liniowy robota PR-02) przemieszczającym je ku dołowi i wkładającym półwyrób w szczęki odbierające podajnika. Podajnikiem jest odpowiednia oprawka w głowicy suportu rewolwerowego, wykorzystująca ruch tego suportu do wrzeciona obrabiarki dla włożenia półwyrobu w szczęki uchwytu mocującego, zamocowanego na wrzecionie i napędzanego siłownikiem pneumatycznym 4.

Po obróbce półwyrobu z jednej strony urządzenie zbudowane z dwu modułów liniowych PR-02 5 i 6 i zaopatrzone w zaciskane pneumatycznie szczęki 7 wyjmuje część jednostronnie obrobioną z uchwytu, skręca ją o 180° względem płaszczyzny prostopadłej do osi wrzeciona i ponownie wkłada do uchwytu.

Następnie po wykonanej obróbce drugiej strony części ww. urządzenie wyjmuje część obrabianą, przenosi z przestrzeni obróbczej i opuszcza na wysuwaną przez siłownik 8 rynnę odbierającą części.

Opisany cykl realizowany jest przez elektro-pneumatyczny układ sterowania sekwencyjnego, a programowanie odpowiednich sekwencji następuje na tablicy programującej /matryca z wtykami diodowymi/.

Część centralna układu, tablica programująca, przyciski ręcznego sterowania, a także elementy wykonawcze /zawory elektro-pneumatyczne/ umieszczone są w szafie sterującej "A".

Za pomocą elementów zawartych w szafie "A" odbywa się sterowanie zarówno cyklem samej zautomatyzowanej obrabiarki /wybór i załączanie odpowiednich posuwów i obrotów wrzeciona dla poszczególnych zabiegów, załączanie odpowiednich ruchów przestawnych i roboczych suportów, mocowanie itp./, jak też cyklem pracy opisywanych urządzeń /wydawanie, manipulacje i rozładunek części obrabianych/. Ponieważ zautomatyzowane tokarki rewolwerowe RVL-63 wykonywane są w dwu odmianach standardowej i specjalnej /z magazynkiem, urządzeniami manipulacyjnymi i rozładowczymi/ dla obniżenia kosztu część centralna i przyciski operatorskie sterujące ww. urządzeniami umieszczone są w panelu "B" zabudowywanym w szafie sterującej "A" przy wykonaniu specjalnym zautomatyzowanej obrabiarki.

Cykl automatycznej pracy: wydanie półwyrobu z magazynku, podanie go na szczęki uchwytu mocującego, zaciśnięcie, wyjęcie, obrócenie i ponowne włożenie do uchwytu, a w końcu wyjęcie obrabianej części i odłożenie jej poza obrabiarkę przedstawiają diagramy ruchu na rys. 1b.

Schemat blokowy układu przedstawia rys.1c, zaś szkic detalu obrabianego i półwyrobu rys. 1d.

Opisana automatyzacja opracowana i wykonana w MERA-PIAP jest przedmiotem wdrożenia w ramach umowy z Kombinatem remontowym PONAR-REMO, który na życzenie klientów remontujących w tym kombinacie tokarki rewolwerowe RVL-63 wykonywać będzie opisaną automatyzację /w wersji standardowej oraz specjalnej/.

Prototyp zautomatyzowanej obrabiarki w wykonaniu specjalnym, realizowany w ramach ~~ww.~~ umowy został wdrożony w 1979r. do stosowania na wydziale narzynek w Kombinacie Przemysłu Narzędziowego w W-wie.

- Zautomatyzowana frezarka pozioma FWD-25 z magazynkiem półwyrobów oraz urządzeniem manipulacyjnym i rozładowczym zbudowanym z modułów robota PR-02.

Szkic obrabiarki z zamocowaniem zespołów magazynku i robota przedstawia rys.2a. Zespół napędowy podajnika służy do okresowego wysuwania z magazynu grawitacyjnego prętów pręta przeznaczonego do obróbki. Pręt ten następnie zaciskany jest w szczękach unoszony i przesuwany do oporu w szczękach imadła. W tym samym czasie ostatnie przecięte płytki zaciskane w szczękach są unoszone i przesuwane do odbieracza przefrezowanych płytek, następnie obrobione płytki są puszczane do odbieracza zaś pręt włożony w szczęki imadła, w których zostaje zaciśnięty

Po zaciśnięciu pręta i podniesieniu się obu szczęk następuje ruch stołu w kierunku wrzeciona z frezami tarczowymi przecinającymi pręt na odpowiedniej grubości płytki.

Następne cykle odbywają się bez podawania nowego pręta z magazynu aż do chwili, gdy znajdujący się w imadle poprzedni pręt nie zostanie w pełni pocięty.

Opisany cykl realizowany jest przez układ sterowania robota PR-02 /szafa A/, współpracujący z elektro-pneumatycznym układem sterowania zautomatyzowanej obrabiarki /szafa B/, który to układ steruje automatycznym ruchem stołu frezarki w osi x. Handlowy układ sterowania robota PR-02 został odpowiednio zaadaptowany dla potrzeb automatyzowanego procesu w taki sposób, aby mógł dokonywać przeskoku określonych kroków programu w tych przypadkach, kiedy nie jest wymagane podanie pręta z podajnika

Cykl pracy zautomatyzowanej obrabiarki wraz z magazynkiem i robotem przedstawiają diagramy 1b, zaś schemat blokowy układu-rys.1c.

Materiał wyjściowy /pręt/ i części obrabiane przedstawione są na rys.1d. Są to półwyroby płytek wzorcowych wykonywanych w KPN VIS o grubościach od 1 do 75 mm, ciętych z pręta o długości 250 mm. Za jednym przejściem stołu frezarki wykonać można ok. 5 szt. wyrobów o różnych grubościach ustalanych w zależności od bieżących potrzeb produkcyjnych. Dlatego też pręt włożony w szczęki imadła jest wielokrotnie przesuwany w imadle aż do pełnego pocięcia na żądane wyroby i wtedy dopiero podawany jest następny pręt z magazynu.

- Zautomatyzowana tokarka TGC-8 zaopatrzona w robot PR-02 służący do zakładania i zdejmowania części obrabianych oraz uniwersalny zautomatyzowany podajnik; magazyn półwyrobów i części obrabianych jest przedstawicielem drugiej grupy zastosowań i przedstawiony jest na rys.3. Szkic obrabiarki z robotem i podajnikiem-magazynkiem przedstawia rys.3a.

Automatyzacja polega na wyposażeniu handlowej tokarki kopiarki TGC-8/1/ w specjalny podajnik-magazynek detali /2/ oraz zespół manipulacyjny AD_1E i BD_2F zbudowany z modułów prostego robota PR-02.
Przedmioty do obróbki oraz detale obrobione znajdują się na pryzmach magazynka i w cyklu przemieszczane są skokowo przez siłownik pneumatyczny NA. Przedmiot do obróbki unoszony jest z pryzm magazynu i obracany o 90^0 przez zespół unoszącoo-obrotowy V3,4. Konieczność obrotu wynika z usytuowania magazynka wzdłuż obrabiarki w celu zmniejszenia przestrzeni niezbędnej do ustawienia zautomatyzowanej tokarki, a także ze względu na możliwości prostego łączenia dwóch obrabiarek w automatyczne gniazdo, jak to przedstawiono na rys.3a liniami przerywanymi. Przedmiot do obróbki odbierany jest z podajnika przez zespół AD_1E, gdzie A jest modułem przemieszczeń liniowych, a E chwytakiem.
Na pryzmy podajnika odkładany jest natomiast przez podobny zespół BD_2F detal obrobiony.
Podajnik V3,4 odkłada detal na pryzmy magazynka, który przemieszcza go o jedną pozycję, powodując przesunięcie nowego przedmiotu do obróbki na pozycję podajnika. W tym czasie zespoły AD_1E i BD_2F przemieszczane są

kątowo przez siłownik C w kierunku osi wrzeciona.
Po zakończeniu obróbki na obrabiarce opuszcza się osłona napędzana siłownikiem G i zespół BD_2F chwyta detal zamocowany na obrabiarce, który zostaje odmocowany po wycofaniu konika hydraulicznego D_3 oraz zsunięty z kła samozabierającego przez moduł D_2. Po wycofaniu się modułu B do osi wrzeciona podawany jest przedmiot do obróbki przez zespół AD_1E, wsunięty na kieł przez moduł D_1 i zamocowany konikiem D_3. Po wsunięciu osłony /zespół G/ realizowany jest cykl automatyczny tokarki kopiarki, a zespoły AD_1E i BD_2F przemieszczone są siłownikiem C do strefy magazynka.
Cykl pracy urządzenia przedstawiony jest na diagramie rys.3b.

Opisany cykl realizowany jest przez układ sterowania prostych robotów PR-02, współpracujący z układem dodatkowym związanym ze sterowaniem magazynka oraz zapewniającym powiązanie w cyklu układu sterowania robota z magazynku oraz z układem sterowania tokarki kopiarki TGC-8. Układ dodatkowy sterowania posiada również przyciski ręczne i przekaźniki pomiarowe dla elementów magazynka i podajnika detali.
Układ sterowania tokarki jest układem przystosowanym do współpracy z robotami przez połączenie sygnałami sprzęgającymi typu "start w cyklu"; "sprawdzenie wykonania cyklu"; "pozycja wyjściowa zespołów tokarki", itp.

Na rys. 3c przedstawiono w formie schematu blokowego wzajemne powiązanie poszczególnych układów sterowania.
W opisywanym układzie przewidziano możliwość łączenia dwu obrabiarek w linię przy współpracy z tym samym magazynkiem. W tym przypadku stosowane są dwa opisane wyżej układy sterowania, w których układy dodatkowe połączone są ze sobą sygnałami sprzęgającymi.
Przesuw detali w magazynku występuje wtedy, gdy obydwie obrabiarki wykonają swoje cykle i odłożą obrabiane detale na pryzmy podajnika.

Opisane urządzenie przystosowane jest do manipulacji detalami typu "wałek" o średnicy 10-34 mm i długości 140-550 mm.
Na rys. 3d przedstawiono przykładowo detale dla linii tokarek kopiarek realizowanych w MERA-PIAP do obróbki wałków silnika dla PREDOM-EDA - Poniatowa.

Dwie połączone ze sobą zautomatyzowane wiertarki stołowe WSD.16 obsługiwane przez jednego robota PR-02, służącego do zdejmowania, manipulacji i zakładania przedmiotu obrabianego przedstawione są na rys.4.

Szkic obrabiarek z zaznaczeniem zespołów robota, magazynku i podajnika, a także przyrządów mocujących części obrabiane przedstawia rys. 4a.

Siłownik 1 służy do podawania części z magazynku /podajnik wibracyjny/ do szczęk przyrządu obróbczego 7 na I obrabiarce. Robot PR-02 zdejmuje część obrabianą na I obrabiarce/wiercenie/, chwytając ją w szczęki 2 i wynosząc ją przez ruch modułu poprzecznego 4 i liniowego 5 ze strefy obróbczej. Ponieważ na drugiej obrabiarce ma odbywać się gwintowanie otworu o osi prostopadłej do osi uprzednio wierconego otworu, część jest obrócona modułem 3 o 90°, a następnie przy wykorzystaniu ruchu

modułu obrotowego 6 i modułów 4 i 5 włożona w szczęki przyrządu mocującego 8. Przy podawaniu części w szczęki przyrządu 8, poprzednia część obrobiona na obrabiarce II jest zrzucana do odbieracza. Po przeniesieniu części do przyrządu 8 ramię robota wraca, aby wziąć następną część z obrabiarki I.

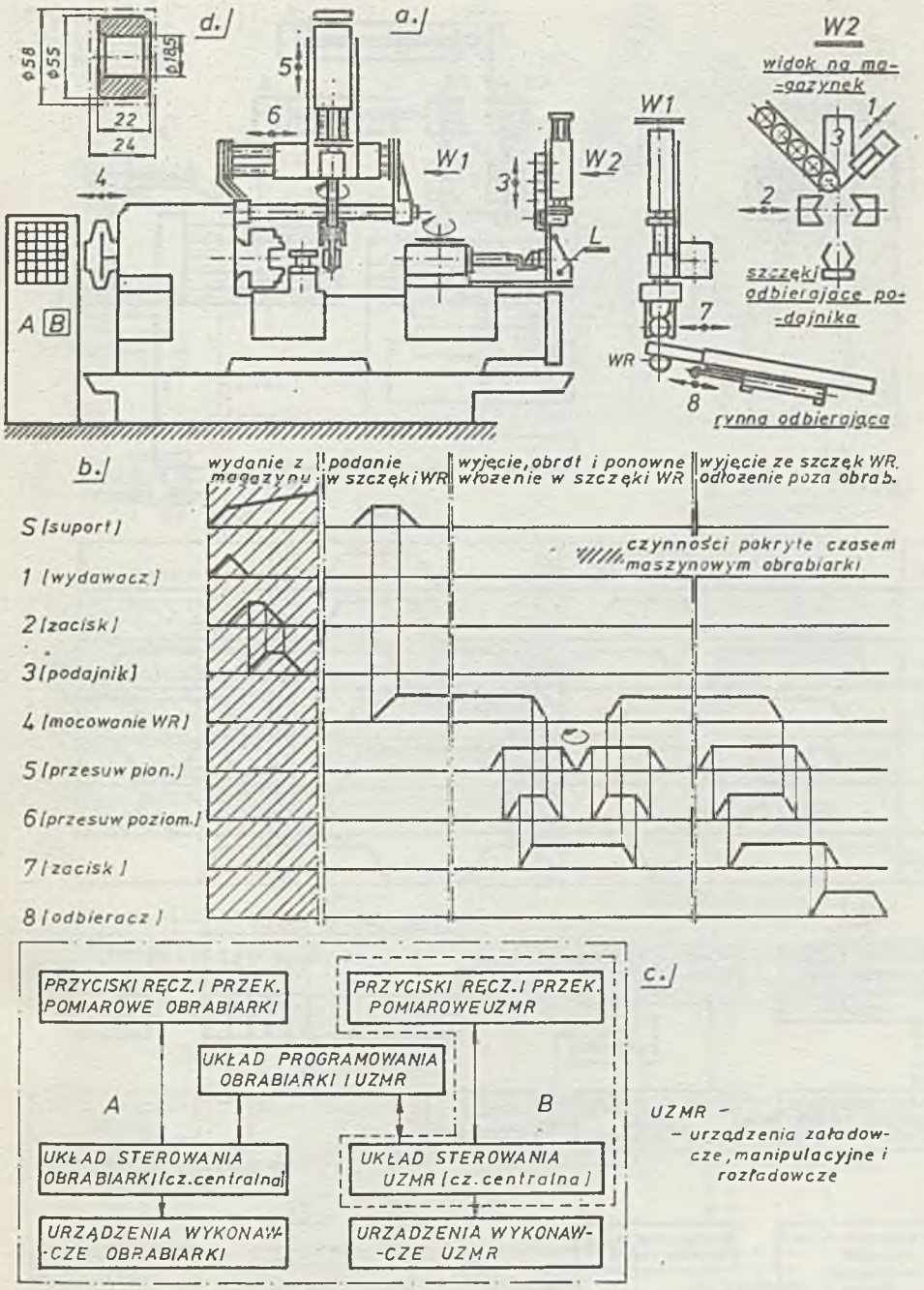
Realizację opisanego cyklu realizuje handlowy układ robota PR-02 /C/ współpracujący z układami zautomatyzowanych wiertarek /A/ i /B/, które sterują również ruchem przyrządów mocujących 7 i 8. Układ dodatkowy /D/ steruje w powiązaniu z układami A,B i C magazynem i podajnikiem części. Cykl automatycznej pracy robota w powiązaniu z podajnikiem, urządzeniami mocującymi i zautomatyzowanymi obrabiarkami przedstawiają diagramy rys. 4b.Rys.4c przedstawia schemat blokowy powiązań układu, a rys. 4d przedmiot obrabiany na obrabiarce I i II.

3. Cechy charakterystyczne układów

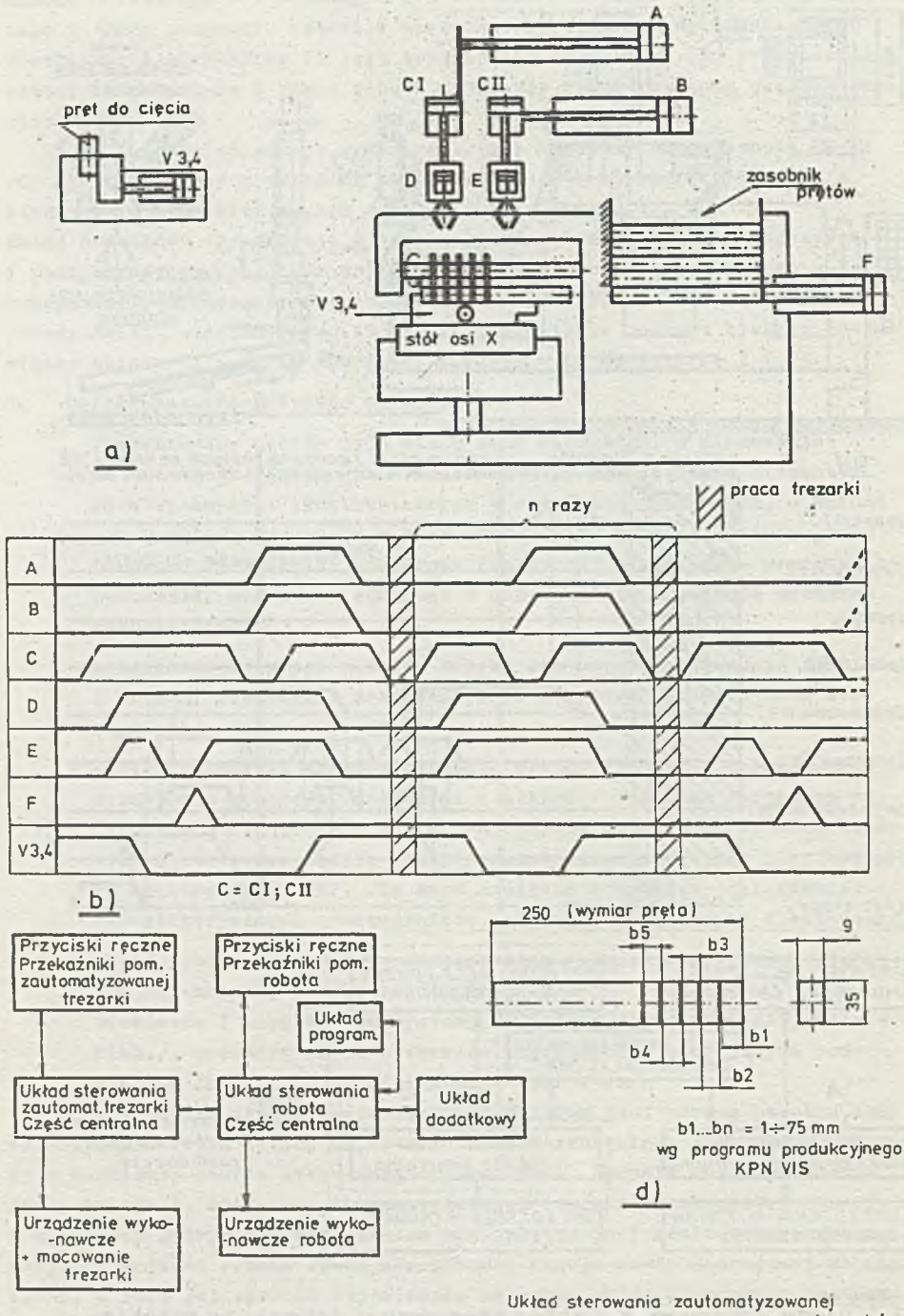
Prezentowane układy mają wiele cech wspólnych, a mianowicie:

- są to układy sekwencyjne zbudowane przy zastosowaniu elementów elektrycznych i elektronicznych o działaniu dyskretnym, a zmiana stanu układu następuje w nich najczęściej po stwierdzeniu przez binarne przetworniki pomiarowe /zazwyczaj elektryczne przekaźniki położenia/ uzyskania żądanego w danym stanie położenia urządzeń wykonawczych,
- programowanie pracy układów odbywa się przy zastosowaniu tablic z wtykami diodowymi, zabudowanymi w odpowiednich pulpitach sterujących,
- część wykonawczą układów stanowią przede wszystkim pneumatyczne urządzenia napędowe /siłowniki i silniki/ zasilane sprężonym powietrzem o ciśnieniu 0,4-0,6 MPa kierowanym do odpowiednich komór siłowników przez zawory elektropneumatyczne, pracujące przy sygnale elektrycznym 24V. /To samo napięcie stosowane jest również dla elektrycznych przetworników położenia stosowanych w układach/,
- układy zbudowane są przy zastosowaniu wyłącznie krajowych elementów automatyki, a w szczególności:
  elementów i zespołów podsystemu MOTOROBOT /prod.MERA-ZAP, Ostrów Wlkp./, pneumatycznych elementów logicznych i sterujących podsystemu INTERNEDYN /prod. ZD MERA-PIAP W-wa/.

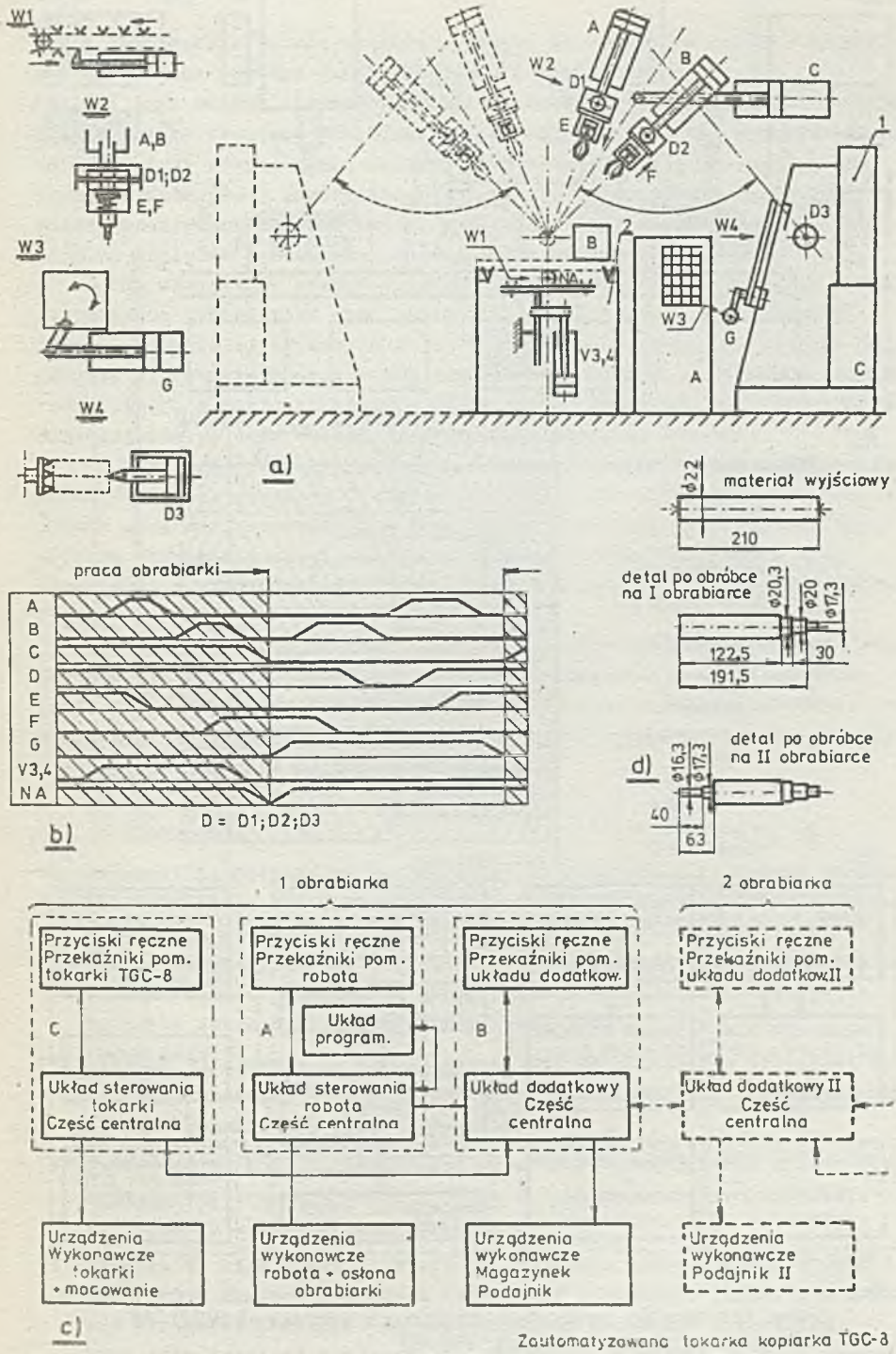
Struktura trzech prezentowanych układów jest bardzo podobna, tzn. we wszystkich tych trzech układach układem centralnym jest układ zawarty w handlowej szafie sterującej robota PR-02. Jedynie układ przedstawiony na rys.1, dotyczący zautomatyzowanej tokarki rewolwerowej RVL-63 z magazynem półwyrobów urządzeniem manipulacyjnym i rozładowczym zbudowanych z modułów robota PR-02, nie zawiera wogóle szafy sterującej robota PR-02, a rolę jej spełnia odpowiednio obszerny układ sterowania zautomatyzowanej obrabiarki z dobudowanym odpowiednim panelem.



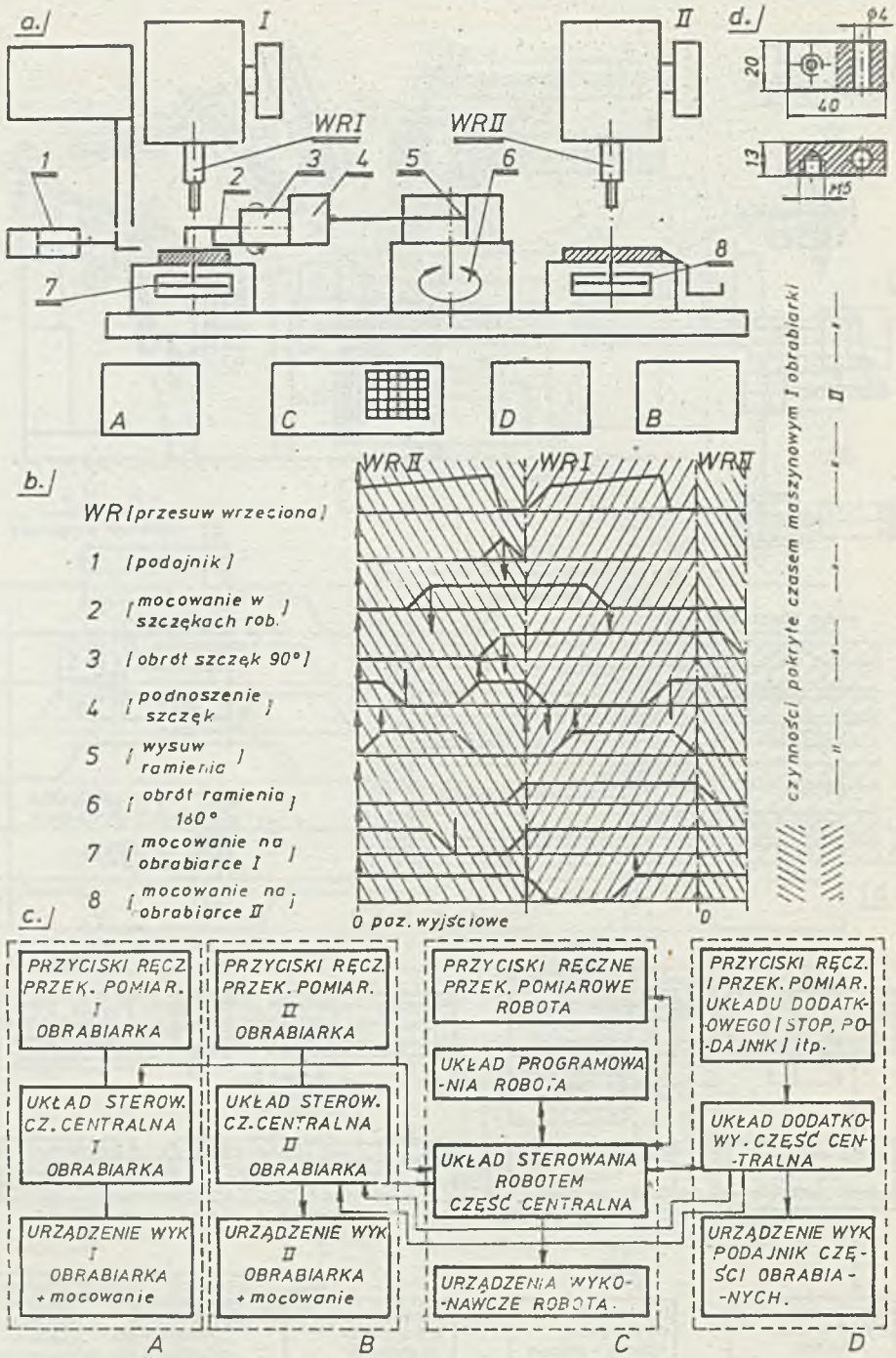
Rys.1
układ sterowania zautomatyzowanej tokarki rewolwerowej typ. RVL-63 z magazynkiem półwyrobów oraz urządzeniem manipulac. i rozładow. zbudowanym z modułu robota PR-02



Rys. 2. Układ sterowania zautomatyzowanej frezarki FWD-25 z magazynkiem półwyrobów oraz urządzeniem manipulacyjnym i rozładowczym zbudowanym z modułów robota PR-02



Rys.3. Zautomatyzowana tokarka kopiarka TGC-8 zaopatrzona w robot PR-02, podajnik-magazyn



Rys 4
układ sterowania zautomatyzowanych wiertarek WSD-16 obsługiwanych przez robot PR-02

Takie rozwiązanie układu wynikło z faktu, że układ ten powstał wcześniej niż opracowane zostały układy sterowania robotów PR-02.
Możliwa jest zmiana struktury przedstawionego układu w celu zastosowania do sterowania urządzeń manipulacyjnych handlowego układu sterowania robota PR-02 przy równoczesnym dalszym uproszczeniu szafy sterującej dla wersji standardowej zautomatyzowanej RVL-63. Rozwiązanie takie mimo zalet obecnego układu /zwartość, względnie niski koszt/ jest rozwiązaniem ze względów techniczno-ekonomicznych uzasadnionym.

We wszystkich prezentowanych układach poza układem RVL-63 istnieje potrzeba wykonywania obok układu sterowania robota i obrabiarki, mniej czy bardziej złożonych układów dodatkowych, zadaniem, których jest głównie sterowanie dodatkowych urządzeń /magazynków, podajników, odbieraczy itp./, a także grupowanie odpowiednich przetworników sygnałów dla sprzęgnięcia ze sobą układów sterowania obrabiarki i robota.

Przy przewidywanym pewnym rozbudowaniu układu sterowania robota PR-02 /m.in .zwiększenie ilości wejść/wyjść, wprowadzenie możliwości tzw. skoków programu, wprowadzenie określonych przetworników sygnałów itp./ możliwe stanie się zrezygnowanie z budowy układów dodatkowych przy sprzęganiu zautomatyzowanych obrabiarek z prostymi robotami przemysłowymi.

Na zakończenie należy jeszcze raz podkreślić duże znaczenie, jakie obecnie dla wzrostu wydajności przemysłu maszynowego mają względnie tanie zautomatyzowane obrabiarki współpracujące z prostymi robotami przemysłowymi, których program może być zmieniany w zależności od zmieniającego się asortymentu części obrabianych.

LITERATURA

[1] Badowski A; Gałązka T; Krechowiecki W; Stawiarski D: System pneumatycznych elementów dyskretnych wysokociśnieniowych INTEPNEDYN i jego stosowanie w układach sterowania zautomatyzowanych obrabiarek i urządzeń technologicznych. Materiały I Konferencji: Pneumatyczne i hydrauliczne elementy automatyki przemysłowej. Politechnika Warszawska, Instytut Automatyki Przemysłowej, W-wa 1979 .

[2] Gałązka T; Stawiarski D: Elementy i układy sterowania procesami dyskretnymi występującymi przy automatyzacji obrabiarek. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej Z 48. 1978.

[3] Czyżewicz T; Kula Z; Stawiarski D: Elektro-pneumatyczne układy programowego sterowania sekwencyjnego do zautomatyzowanych tokarek rewolwerowych. Biuletyn Techniczny MERA 5/1979.

[4] Gałązka T; Stawiarski D: Niektóre aplikacje podsystemu MOTOROBOT i INTEPNEDYN Krajowego Systemu Automatyki i Pomiarów POLMATIK w zakresie czynności pomocniczych występujących w obróbce skrawaniem. Materiały Krajowej Konferencji Automatyki, Szczecin 1980 /w druku/

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СТАНКОВ РОБОТАЮЩИХ С ПРОМЫШЛЕННЫМИ РОБОТАМИ

Р е з ю м е

В статье представлено разработанные в Промышленном Институте Автоматики и Измерений МЭРА-ПИАП в Варшаве, системы управления четирёх автоматизированных станков польского производства, то есть револьверного токарного станка РВЛ-63, горизонтального фрезерного станка ФВД-25, копирующего токарного станка ТГЦ-8 и настольных сверильных станков ВСЛ-16 оснащеных подающими, манипуляционными и разрузочными устройствами построенными с применением простых промышленных роботов ПР-02 разработанных также в МЭРА-ПИАП.

THE CONTROL SYSTEMS OF THE AUTOMATED MACHINE TOOLS COLABORATED WITH INDUSTRIAL ROBOTS

S u m m a r y

In the paper the control systems of four automated machine tools worked out at the MERA-PIAP Industrial Institute of Automation and Measurements - Warsaw are described that is: RVL-63 turret lathe, FWD-25 horizontal milling machine, TGC8 copying lathe and WSD-16 bench drills which are equipped with loading, unloading and handling devices basing on the PR-02 industrial robots also worked out at the MERA-PIAP.