

Tadeusz Gałązka, Dariusz Stawiarski
MERA-PIAP

ELEMENTY I UKŁADY STEROWANIA PROCESAMI DYSKRETNymi WYSTĘPUJACYMI
PRZY AUTOMATYZACJI OBRABIAREK I URZĄDZEŃ TECHNOLOGICZNYCH MERA-PIAP

Streszczenie. Referat omawia opracowane w MERA-PIAP układy sterowania zautomatyzowanych obrabiarek i innych urządzeń technologicznych opartych o pneumatyczne elementy dyskretne systemu INTEPNEDYN należącego do Krajowego Systemu Automatyki i Pomiarów POLMATIK. W artykule omówione są również podstawowe parametry techniczne i asortyment elementów systemu INTEPNEDYN.

podstawowe parametry techniczne i asortyment elementów systemu INTEPNEDYN

Wprowadzenie

Przy automatyzacji obrabiarek oraz automatyzacji różnych urządzeń technologicznych i transportowych mamy do czynienia najczęściej z automatyzacją procesów nieciągłych, w których sterowania takimi czynnościami jak wybór parametrów obróbki, włączanie i wyłączanie odpowiednich ruchów mechanizmów obrabiarki czy urządzenie, podawanie, odbieranie, ustalanie i mocowanie przedmiotów obrabianych, wybór odpowiednich dróg transportowych następuje w wybranych chwilach czasowych, zazwyczaj po stwierdzeniu wykonania czynności poprzedzającej. Układy sterowania zautomatyzowanych obrabiarek, urządzeń technologicznych i transportowych są zazwyczaj układami sekwencyjnymi o sztywnym bądź zmiennym programie.

Na przestrzeni lat 1973 + 77 w MERA-PIAP opracowano kilkadziesiąt tego typu układów sterowania. Były to układy sekwencyjne o różnym stopniu komplikacji o sztywnym bądź elastycznym programie pracy. Układy te w większości zrealizowane zostały przy wykorzystaniu do ich budowy opracowanych w MERA-PIAP pneumatycznych wysokociśnieniowych dyskretnych elementów z mechanicznymi częściami ruchomymi systemu INTEPNEDYN.

Z ważniejszych zrealizowanych układów wymienić należy układy sterowania:

- stanowiskami roboczymi w linii montażu gaźnika samochodu FIAT 126p
- zautomatyzowanymi wiertarkami stołowymi WSD-16
- zautomatyzowaną przecinarką ścierną
- zautomatyzowaną tokarką rewolwerową RVL-63, RVA-25
- zautomatyzowaną frezarkę FWD-25 i FND-25
- zautomatyzowaną ostrzażkę NUA-25
- małogabarytowymi obrabiarkami-specjalnymi z napędem pneumatycznym
- automatyczną myjnię beczek po ropie
- automatycznym przestawianiem zwrotnic w Kopalniach Węgla Kamiennego
- prostymi robotami przemysłowymi.

Niektóre z tych układów wykonywane były jednostkowo, niektóre zaś powielane i to w dość znacznych ilościach dochodzących do kilkuset sztuk /np. układy zautomatyzowanych wiertarek, układy do sterowania zwrotnicami w kopalniach/.

W tym samym okresie w MERA-PIAP rozwijał i był wdrażany do produkcji system pneumatycznych elementów automatyki INTEPNEDYN.

W przedstawianym referacie chcemy zwrócić m.in. uwagę na związki jakie istnieją między asortymentem elementów automatyki a efektami techniczno-ekonomicznymi ze zrealizowanych układów sterowania.

Jest rzeczą bardzo celową, aby asortyment elementów automatyki do budowy układów mógł być stale rozwijany wraz ze wzrastającymi wymaganiami technicznymi i ekonomicznymi w zakresie budowy układów sterowania, tzn. aby istniał możliwie ścisły związek między wytwórcami i konstruktorami elementów automatyki i konstruktorami układów sterowania, w których elementy te są wykorzystywane.

Dobór elementów do układów

Realizacja wymienionych na wstępie różnorodnych układów sterujących zawierających w części centralnej i wykonawczej liczne elementy automatyki pneumatycznej, wymagała przeprowadzenia odpowiednich analiz techniczno-ekonomicznych odnośnie optymalnego doboru tych elementów do układów, a w wielu przypadkach również opracowania w MERA-PIAP nowych elementów

czy bloków funkcyjnych.

Opracowane w MERA-PIAP sekwencyjne układy zautomatyzowanych obrabiarek i urządzeń technologicznych można omawiać w tym aspekcie w następujących grupach:

- Układy o sztywnym programie pracy wykonywane jednostkowo
- Układy o sztywnym programie pracy wykonywane seryjnie
- Układy o nastawialnym programie pracy
- Układy ze sterowaniem programowym

Przyjęcie takiego podziału podyktowane zostało tym, że dla każdej z ww. grup można wyodrębnić określony asortyment elementów automatyki szczególnie przydatnych w ramach danej grupy układów ze względów techniczno-ekonomicznych.

Przy budowie układów o sztywnym programie pracy wykonywanych jednostkowo, udział kosztów projektowania i prób układu jest w koszcie całego przedsięwzięcia znaczny. Dąży się więc do maksymalnego skrócenia czasu projektowania, wykonania i prób układu. Uzyskać to można, szczególnie przy układach dość złożonych, przez zastosowanie do jego budowy odpowiednich bloków funkcyjnych realizujących najczęściej występujące w układach różne złożone funkcje. Budowa układu z takich bloków zmniejsza pracochłonność opracowywania schematów układów oraz zmniejsza ilość pomyłek tak w fazie projektowania jak i montażu układu. W ramach systemu INTEPNEDYN opracowano kilkanaście takich bloków zbudowanych z elementów INTEPNEDYN.

Bloki funkcyjne składają się z kilku elementów systemu INTEPNEDYN oraz dwuwarstwowej płyty połączonej metodą klejenia, w której wykonane są połączenia wewnętrzne elementów w bloku oraz umieszczone są końcówki do przyłączenia przewodów pneumatycznych. Elementy łączone są z płytą na docisk przy pomocy śrub.

Przy układach pneumatycznych o sztywnym programie pracy wykonywanych w znacznych seriach koszt projektowania i prób układu prototypowego stanowi stosunkowo niewielki udział kosztów całego przedsięwzięcia, natomiast decydujące znaczenie /oczywiście obok zagadnień funkcjonalnych/ ma koszt elementów zastosowanych w układzie oraz pracochłonność montażu układu. Przy zastosowaniu uprzednio opisanych bloków funkcyjnych dość

często pewna ilość pneumatycznych elementów logicznych w bloku pozostanie wykorzystana, co wpływa na zwiększenie kosztu układu /w znacznie większym stopniu niż ma to miejsce, np. w układach elektronicznych/.

Z drugiej zaś strony stosowanie bloków funkcyjnych obniża pracochłonność montażu układu a co za tym idzie zmniejsza jego koszt wykonania.

Tak więc sprawa zastosowania opisanych bloków funkcyjnych wymaga dokonania odpowiedniej analizy techniczno-ekonomicznej bowiem nie zawsze ich stosowanie jest uzasadnione.

Dla tego typu układów najbardziej przydatne z punktu widzenia technicznego byłyby specjalne płyty układowe, przy których można byłoby wyeliminować połączenia przewodowe /analogiczne do obwodów drukowanych stosowanych układach elektronicznych/. Płyty takie stosuje się niekiedy w układach pneumatycznych zbudowanych z elementów niskociśnieniowych /system INTEFLUID-SPAS prod. ZD MERA-PIAP/ czy też średnociśnieniowe /np. system DRELOBA prod. NRD/. Przy układach zbudowanych z elementów pneumatycznych wysokociśnieniowych /pracujących przy ciśnieniu 0,2+1,0 MPa/ rozwiązania takie nie są stosowane ze względu na duży koszt wykonywania tego typu specjalnych płyt oraz bardzo duża trudności wprowadzenia zmian i modernizacji tak zbudowanego układu. Stosuje się natomiast zunifikowane, składane w różnych kombinacjach płyty przyłączeniowe do elementów pneumatycznych. Płyty te po złożeniu skręceniu śrubami tworzą centralne kolektory zasilające, wypływowe w układzie a także tworzą większość wewnętrznych połączeń między elementami. Dobre opanowanie technologii montażu w w. płyt oraz wykonywanie różnorodnych powtarzalnych segmentów płyt z tworzyw sztucznych pozwala na ekonomiczną produkcję seryjną układów pneumatycznych.

Tę technikę budowy układów reprezentują niektóre firmy zagraniczne /np. f-ma Telemechanique z Francji/. Tego typu asortyment płyt jest opracowany również w MERA-PIAP w ramach systemu INTEPNEDYN.

Pod nazwą układów sterowania o nastawialnym programie pracy należy rozumieć układy, w których realizacja oparta jest na nastawieniu, za pomocą odpowiednich urządzeń programu pracy układu przy czym program ten nie jest zmieniany w normalnej eksploatacji maszyny czy urządzenia.

Układy takie projektuje i wykonuje się bardzo szybko. Niezbędne jednak dla ich realizacji są odpowiednie uniwersalne urządzenia do nastawy programu pracy. W układach pneumatycznych rolę tę spełniają przede wszystkim tzw. automatyczne wybieraki sygnałów pneumatycznych pozwalające na przełączanie kolejnych sekwencji i formowanie dla każdej z nich odpowiednich sygnałów wejściowych do układu logicznego /lub też niekiedy bezpośrednio do układu wykonawczego/. Wybieraki takie przestawiane są w swoje kolejne położenia pod wpływem sygnałów od elementów wprowadzenia informacji w układzie /zazwyczaj przekaźników położenia/. Sygnały te wysyłane są po stwierdzeniu wykonania danej sekwencji przez mechanizmy wykonawcze w obrabiarce czy urządzeniu. Formowanie żądanych sygnałów wyjściowych z wybieraka realizuje się przy pomocy umieszczenia odpowiednich zderzaków czy krzywek na wałku, czy taśmie programującej wybieraka.

Autoratyczny wybierak sygnałów PWWs, opracowany w ramach systemu INTEPNEDYN posiada walec programujący napędzany skokowo siłownikiem pneumatycznym, przy czym ilość położenia programowanych walca wynosi 24. W walcu wykonane są dla każdego położenia 10 otworów, w których umieszcza się, w zależności od żądanego algorytmu pracy układu, mechaniczne zderzaki odpowiadające na 10 pneumatycznych przekaźników położenia formujących dla każdej sekwencji odpowiednie sygnały wyjściowe z wybieraka. Urządzenia do nastawiania programu w układach pneumatycznych budowane są również przez firmy zagraniczne, jak np. firmy FESTO /RFN/; COMP AIR /FRANCJA/ czy MARTONAIR /RFN/.

Przez zastosowanie tego typu urządzeń można znacznie skrócić czas wykonania układu, dokonać łatwo jego sprawdzenia i wprowadzić niezbędne zmiany a także bardzo poważnie uprościć część centralną układu /szczególnie dla układów sekwencyjnych złożonych/.

Przy układach pneumatycznych sterowanych programowo, których algorytm działania ulega częstym zmianom w zależności od wymagań procesów technologicznych wymagane jest, aby wprowadzenie nowego programu było łatwe i szybkie. Zrealizowane w KERA-PIAP układy sekwencyjne ze sterowaniem programowym obrabiarek i urządzeń technologicznych dotyczą tokarek rewolwerowych /RVA-25; RWL-63/; frezarek FND-25; FWD-25 oraz prostych robotów przemysłowych PR-02. Układy te charakteryzują się: liczbą kroków /raz cyklu/ odpo-

wiadających poszczególnym fazom zabiegów technologicznych wynoszącą od 16 do 48, liczbą programowanych wartości wejściowych, odnoszących się zazwyczaj do wartości parametrów obróbki /posuw, obroty;/ kierunków ruchów; wybór osi przesuwu; lub obrotu wynoszącą od 16 do 32.

- pneumatyczną częścią wykonawczą układów /zawory; siłowniki/
- elektryczną lub elektro-pneumatyczną częścią centralną
- urządzeniami programującymi opartymi o elektryczne matryce diodowe wtykowe.

Jeden z wykonywanych układów /układ sterowania tokarki rewolwerowej RVA-25/ odbiegał od ww. reguł tzn. jego część centralna oparta była wyłącznie o elementy dyskretne pneumatyczne systemu INTEFLUID-SPAS a układ programowania oparty był o pneumatyczny czytnik karty dziurkowanej z zapisanym programem. Doświadczenie nabyte z eksploatacji ww. układu wskazuje jednak, że w trudnych warunkach przemysłowych /jakość powietrza przemysłowego, wahania ciśnienia, trudności z zapewnieniem odpowiednio kwalifikowanej obsługi/ czysto pneumatyczne ze sterowaniem sekwencyjnym programowym mimo bezspornych zalet /duża zwartość układu; niewrażliwość na zmiany temperatur; iskrzenia, względnie nie-wysoki koszt/ są skutecznie wypierane przez układy elektro-pneumatyczne, w których ^{urządzenia} służące do wprowadzania programu oparte są, np. o elektryczne matryce diodowe.

Dla układów wykonywanych w MERA-PIAP zaprojektowano i wprowadzono zunifikowaną konstrukcję matryc diodowych budowanych ze złącz typu CANNON produkowanych w kraju. Przyjęcie tego rozwiązania konstrukcyjnego pozwoliło uzyskać małe wymiary tablic wtykowych, co przy stosowanej względnie dużej ilości wielkości programowanych /wiersze/ i faz cyklu /kolumny/ jest sprawą istotną. Np. tablicą programującą zautomatyzowanej tokarki rewolwerowej RVL-63, mającą 32 wiersze i 48 kolumn ma wymiary 250 x 270 mm.

Zasilanie kolejnych kolumn w matrycach diodowych zrealizowano za pomocą specjalnego układu elektronicznego /układy frezarek, robotów/ bądź za pomocą wybieraka zwykłego telefonicznego /układy zautomatyzowanych tokarek rewolwerowych/. Dalsza część układów zrealizowana została przy pomocy dyskretnych elementów elektronicznych, elektrycznych oraz pneumatycznych systemu INTEPNEDYN, przy czym elementy systemu INTEPNEDYN w tych ukła-

-dach spełniały funkcje zarówno przetwarzania informacji jak i pewne funkcje wykonawcze, np. sterowanie niewielkimi siłownikami stosowanymi w urządzeniach automatycznych/.

Urządzenia (elementy) systemu INTEPNEDYN do układów

Opisane układy /za wyjątkiem ostatniej grupy układów/ opierają się prawie wyłącznie na urządzeniach /elementach/ opracowanego w MERA-PIAP a produkowanego w Zakładzie Doświadczalnym MERA-PIAP systemu INTEPNEDYN, wchodzącego do Krajowego Systemu Automatyki i Pomiarów POLMATIK. System INTEPNEDYN zawiera pneumatyczne elementy dyskretne wysokociśnieniowe z mechanicznymi częściami ruchomymi.

W systemie tym binarne sygnały pneumatyczne o wartości "1" zawarte są w przedziałach ciśnienia od 0,2 + 0,8 MPa.

Elementy systemu INTEPNEDYN spełniają w budowie układów sterowania podobne funkcje co elementy i urządzenia dwu innych systemów pneumatycznych: INTEFLUID /elementy niskociśnieniowe pracujące przy ciśnieniu zasilania rzędu 3 kN/m²/ produkowanego pod nazwą SPAS przez ZD MERA-PIAP oraz INTEPNELOC /elementy średnociśnieniowe pracujące przy ciśnieniu zasilania 0,14 MPa/ produkowanego pod nazwą MERALOG przez Zakład Doświadczalny MERA-PNEFAL. Systemy te jednak z różnych względów nie znalazły tak szerokiego rozpowszechnienia w kraju jak system INTEPNEDYN.

System INTEPNEDYN zawiera następujące grupy elementów:

- elementy poboru i wprowadzania informacji /przetworniki pomiarowe, elementy ręcznego i automatycznego wprowadzania informacji/
- elementy przetwarzania informacji /elementy logiczne, elementy pamięci, bloki funkcyjne, elementy czasowe, elementy komutacyjne/
- elementy wydawania informacji bez oddziaływania nastawczego /wskaźniki/
- elementy przekształcenia informacji /przetworniki poziomów ciśnienia, nośników sygnałów, przetworniki elektro-pneumatyczne/

Podstawowe parametry pracy elementów INTEPNEDYN są następujące: zakres ciśnień pracy 0,25 + 0,8 MPa; temperatura pracy: -10 + 55°C, nominalna średnica przelotu: 3 mm; odporność na wibracje w paśmie 5+63 Hz; odporność na udary: o przyspieszeniu 100 m/s².

Elementy przetwarzania informacji sprawdzane są na trwałość

przy 10^7 cyklach. Dla elementów INTEPNEDYN wymaga się sprężonego powietrza z normalnej sieci przemysłowej, oczyszczonego z cząstek mechanicznych większych niż 40 μm nasyconego mgłą olejową z normalnej smarownicy sprężonego powietrza.

Szczegółowe parametry techniczne i asortyment elementów INTEPNEDYN zawiera katalog elementów INTEPNEDYN rozprowadzany przez MERA-PIAF. W tym miejscu podaje się jedynie niektóre informacje o systemie i tak np:

- Elementy ręcznego wprowadzania informacji dostosowane są do montażu w otworach \varnothing 30,5 i zaopatrzone są także same napędy co analogiczne przyciski elektryczne /prod.ELESTER/

- Przełączniki położenia wykonywane są w wielu odmianach różniących się między sobą siłą nacisku, kierunkiem działania, skokiem sterującym. Do sterowania maszyn i urządzeń technologicznych bardzo przydatne są przełączniki położenia pełniące równocześnie rolę tzw. twardych zderzaków.

- Przełączniki ciśnienia charakteryzują się dużą dokładnością pomiarową rzędu 0,005 MPa, bezstopniową nastawą ciśnienia przełączania, a także nastawą w bardzo szerokim zakresie histerezą.

- Elementy automatycznego wprowadzania informacji /wybieraki sygnałów/ omówiono w poprzedniej części referatu.

- Elementy przetwarzania informacji zawierają: element wielofunkcyjny /TAK;NIE;LUB i inne/, element biernej negacji 2 i 4 wejściowej; biernej koniunkcji, element pamięci dwuwejściowej; element czasowy a także opisane uprzednio bloki funkcyjne oraz elementy komutacyjne pozwalające budować układy oparte o złącza bezprzewodowe.

- Przetworniki sygnałów wśród, których wymienić należy liczne przetworniki elektro-pneumatyczne na napięcie 24, 48, 110, i 220V przetworniki pneumo-elektryczne; przetworniki sygnałów pneumatycznych średniociśnieniowych i niskociśnieniowych.

- Bogaty asortyment złącz, rozgałęźników, przepustów a także zunifikowanych szaf i pulpików sterujących.

Ze względu na ograniczone moce produkcyjne w ZD MERA-PIAF produkcja elementów INTEPNEDYN nie jest w stanie niestety pokryć zapotrzebowania krajowego. W świetle stale wzrastającej roli automatyzacji przemysłu /szczególnie urządzeń technologicznych/ celowe jest rozwinięcie tej produkcji.

ЭЛЕМЕНТЫ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДИСКРЕТНЫМИ ПРОЦЕССАМИ, ВЫСТУПАЮЩИМИ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ СТАНКОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В МЭРА-ПИАП

Р е з ю м е

В статье описываются разработанные в МЭРА-ПИАП системы управления автоматизированных станков и прочего технологического оборудования, конструированного на основе пневматических дискретных элементов системы ИНТЕПНЕДИН.

В работе даётся также анализ основных технических параметров и ассортимент элементов системы ИНТЕПНЕДИН.

DISCRETE PROCESS CONTROL ELEMENTS AND SYSTEMS IN THE AUTOMATION OF MACHINE TOOLS AND TECHNOLOGICAL UNITS AT MERA-PIAP

S u m m a r y

Control systems for automatic machine tools and other technological units, implemented with discrete pneumatic elements of the INTERPNEEDYN system, are discussed. A broad range of INTERPNEEDYN elements and their basic technical parameters are presented.