

POMIARY • AUTOMATYKA • ROBOTYKA

ISSN 1427-9126

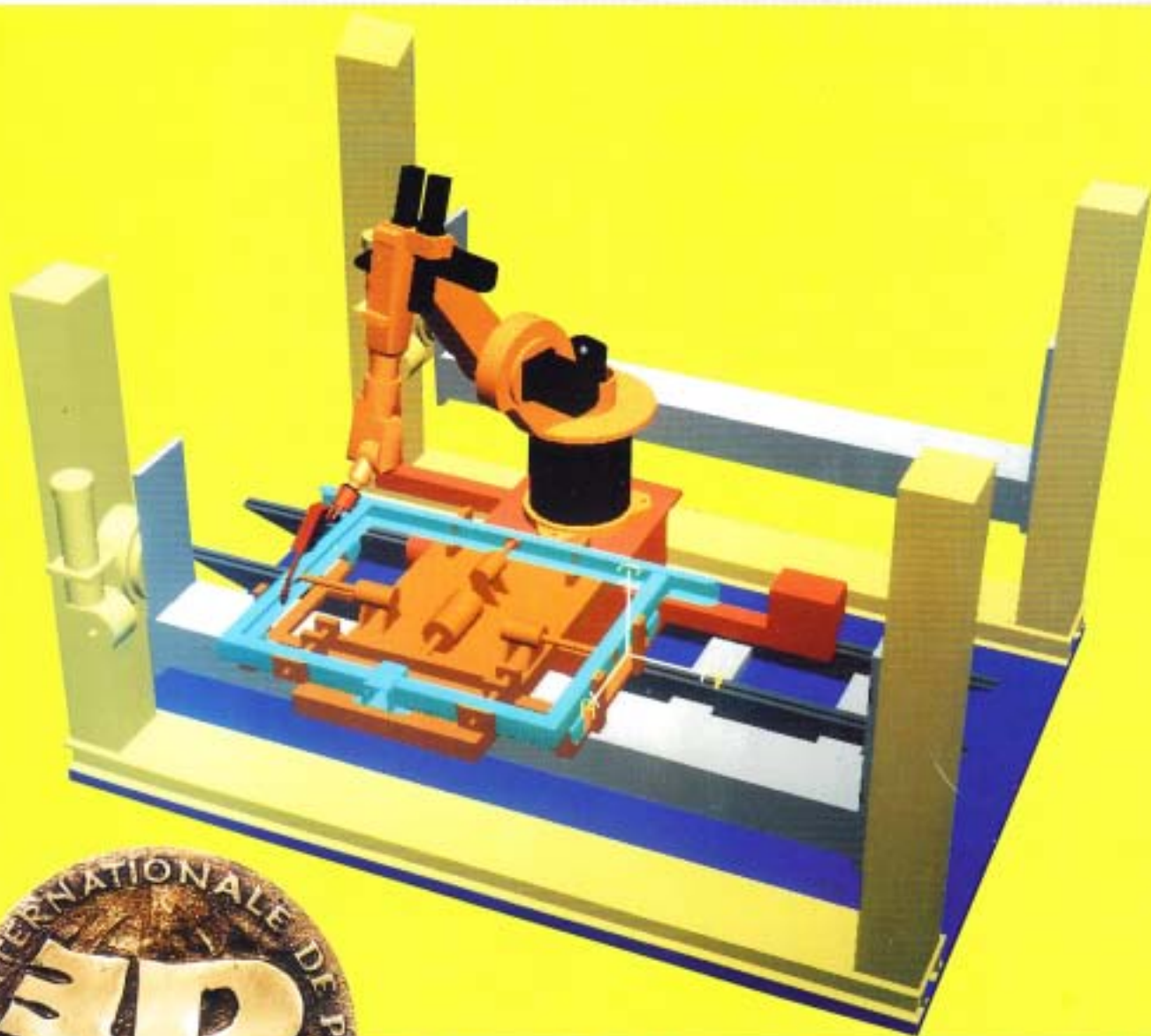
PAR

5^{'97}
/6

MIESIĘCZNIK NAUKOWO-TECHNICZNY

LIPIEC/SIERPIEŃ

Cena 9,50 zł



ZŁOTE MEDALE MTP '97 – AUTOMATYKA I POMIARY

Stanowisko do pomiarów
chropowości, topografii
i zarysu powierzchni T8000
HOMMELWERKE GmbH, Niemcy

Jednociągowe stacje
redukcyjno-pomiarowe gazu
ALSI, Poznań

Wyspa zaworowa CP
FESTO KG, Niemcy

Precyzyjne gazomierze
rotorowe (G16-G400)
ROMET International Ltd, Kanada

Zestaw programów przemysłowych
FACTORY SUITE 1000
WONDERWARE CORP.,
Stany Zjednoczone

Inteligentny przetwornik ciśnienia
typu IPP-01
ZAP SA, Ostrów Wielkopolski

Centrum tokarskie CT-32N3C
CHOFUM SA w Chocianowie

Zautomatyzowana drążarka
elektroerozyjna EDEG-40CNC
Zakłady Mechaniczne TARNÓW SA

Zawory regulujące typ Z

Doświadczenia POLNEJ w produkcji zaworów regulujących sięgają 30 lat.

Od momentu wprowadzenia na rynek pierwszych zaworów wyprodukowanych na podstawie licencji firmy Masonellan, z myślą o zaspokojeniu potrzeb naszych klientów cały czas doskonaliliśmy wyroby.

Przebiegiem ostatnich lat w zakresie elementów wykonawczych automatyki stały się zawory regulujące z siłownikami pneumatycznymi lub elektrycznymi typu „Z”.

Zawory regulujące typu „Z” są przeznaczone do stosowania w najpowszechniej występujących warunkach pod względem zakresów średnic i ciśnień nominalnych oraz wymagań eksploatacyjnych. Zostały skonstruowane z uwzględnieniem najnowszych tendencji w technice światowej tej branży.

Zespół zaworu o budowie jednogniazdowej zapewnia szeroki zakres współczynników przepływu i charakterystyk regulacji oraz wysoką szczelność zamknięcia. W wyniku zastosowania grzybów odciążonych uległy zmniejszeniu siły potrzebne do przesterowania zaworu co umożliwia uzyskanie wysokich spadków ciśnień przy stosowaniu siłowników o małych siłach działania.

Dobłą trwałość i niezawodność działania uzyskano w wyniku zastosowania wysokiej jakości materiałów na elementy metalowe oraz uszczelnienia jak też nowoczesnych technik ulepszania powierzchni (dogniatanie, azotowanie, sterylizowanie). W procesie produkcji stosuje się ekologiczne lakiery i uszczelnienia nie zawierające azbestu. Podstawowy napęd zaworu Z stanowią siłowniki pneumatyczne membranowe wielosprężynowe typu P/R. Budowa ich umożliwia uzyskanie odwracalności działania oraz zmianę zakresu regulacji bez dodatkowych części.

Stosowany jest szeroki asortyment osprzętu sterującego pracą siłownika zarówno produkcji krajowej jak i przodujących firm światowych. Do osprzętu tego zaliczyć możemy elementy takie jak: ustawniki pozycyjne pneumatyczne, elektropneumatyczne, wyłączniki krańcowe mechaniczne i indukcyjne, zawory elektromagnetyczne, filtreduktory i inne. W trakcie przygotowania do wdrożenia jest odmiana siłowników przystosowana do współpracy z ustawnikami inteligentnymi firmy Eckardt co umożliwi komputerowe sterowanie

procesem regulacji. Wyrób ten przeznaczony będzie zarówno na rynek europejski jak i amerykański. Oprócz siłowników pneumatycznych stosowana jest szeroka gama napędów elektrycznych, elektrohydraulicznych i ręcznych. Produkowane na skalę przemysłową od trzech lat zawory typu Z potwierdzają realizację założeń projektowych w eksploatacji.

Dobra opinia użytkowników znajduje odzwierciedlenie w stale rosnącej sprzedaży na rynek krajowy i zachodni.

Pozytywne są również wyniki badań laboratoryjnych wyrobu przeprowadzonych przez Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP w Warszawie, Instytut Górniczo-Naftowy i Gazownictwa w Krakowie oraz firmę BAYER-Niemcy. Rezultatem tych badań było uzyskanie dopuszczenia tych wyrobów do stosowania w okrętownictwie oraz uzyskania Aprobaty Technicznej AT IGNIG nr 05-003/96 w zakresie stosowania zaworów w instalacjach.

Konstrukcja zaworów typu Z oraz siłowników pneu-

matycznych typu P/R zawiera szereg oryginalnych rozwiązań chronionych w Urzędzie Patentowym RP patentami nr 63949, 160628, 164789.

Zakład nasz posiada również dobrą i ugruntowaną opinię jako producent regulatorów bezpośredniego działania szeroko stosowanych w ciepłownictwie, oraz urządzeń centralnego smarowania i urządzeń służących do destylacji i redestylacji wody.

POLNA

Zakłady Automatyki POLNA S.A.
ul. Obozowa 23, 37-700 Przemyśl
tel. (0-10) 78 66 01, faks (0-10) 78 65 24

PRECYZJA I KOMFORT REGULACJI

Typ Z



- ♦ szeroki zakres współczynników przepływu,
- ♦ duża trwałość i niezawodność działania,
- ♦ wysoka szczelność zamknięcia,
- ♦ szeroka gama napędów pneumatycznych i elektrycznych.

RADA PROGRAMOWA

dr inż. Janusz Berdowski, prof. dr hab.
inż. Anatol Gosiewski, doc. dr inż. Stanisław
Kaczanowski, mgr inż. Henryk Kamiński,
prof. dr inż. Andrzej Masłowski, prof.
dr inż. Tadeusz Missala, prof. dr hab. inż.
Adam Morecki, prof. dr inż. Eugeniusz Ratajczyk

Redaktor naczelny

doc. dr inż. Jan Bek
tel./faks (022) 660 84 17
e-mail bek@mp.pw.edu.pl

Zastępcy redaktora naczelnego

dr inż. Jan Jabłkowski,
mgr inż. Adela Kaczanowska

Zespół redakcyjny

dr inż. Jan Barczyk, dr inż. Jerzy
Borzymiński, dr hab. inż. Krzysztof Janiszowski,
prof. dr hab. inż. Zdzisław Mrugański, mgr Stanisław Szalapak,
dr inż. Mateusz Turkowski, mgr
Krzysztof Wykretowicz

Ogłoszenia

mgr Stanisław Szalapak,
mgr Krzysztof Wykretowicz

Korekta

zespół

ADRES REDAKCJI

Przemysłowy Instytut
Automatyki i Pomiarów PIAP
Al. Jerozolimskie 202
02-486 Warszawa
tel. (022) 86 38 028, 87 40 191
faks (022) 87 40 202
e-mail par@sg.piap.waw.pl

Redakcja nie ponosi odpowiedzialności
za treść ogłoszeń, wkładki itp. oraz za-
strzega sobie prawo skracania i adusta-
cji tekstów.

Wszelkie prawa zastrzeżone

Skład

TMK Computing

Druk

"HANSIS" tel./faks 668 38 41

Wydawca



Przemysłowy Instytut
Automatyki i Pomiarów
Al. Jerozolimskie 202, 02-486 Warszawa
tel. (022) 86 38 369, 87 40 166
faks (022) 86 38 176

W NUMERZE:

14	V Międzynarodowe Targi Zastosowań Informatyki w Przemysle i CAD/CAM - 97	4
15	69. Międzynarodowe Targi Poznańskie	5
16	Od redaktora	5
17	Systemy diagnostyczne dla zautomatyzowanych procesów przemysłowych <i>Jan Maciej Kościelny, Karol Zakroczyński</i>	6
18	Budowa i parametry chwytaka elektrycznego z silnikiem skokowym <i>Jan Barczyk</i>	11
19	Seminarium Robotyka w dydaktyce	14
20	System pomiarowy do badania niedokładności kinematycznej drobnomodulowych przekładni zębatych <i>Wiesław Czerwec</i>	15
21	Zrobotyzowane gniazdo do obróbki plastycznej <i>Piotr Skrzypczyński, Jarosław Wąsikowski</i>	18
22	Konferencja Automatyków RYTRO'97	22
23	Translator regułowej specyfikacji algorytmicznego automatu cyfrowego ASM na język VHDL <i>Paweł Wolański, Marian Adamski</i>	23
24	Zagadnienia komunikacji w sieci PROFIBUS na przykładzie wybranych rozwiązań sprzętowych i programowych <i>Mariusz Mrzygłód, Jacek Reiner, Zbigniew Smalec, Piotr Trzcinski</i>	26
25	Kalendarium PAR	30
26	Z naszej czytelnicy	32
27	28th International Symposium of Industrial Robots, Detroit 1997 <i>Ryszard Sawwa, Zbigniew Pilat</i>	34
28	Komputerowo wspomaganie wdrażanie systemów zapewnienia jakości, zgodnych z wymaganiami norm serii ISO 9000, w małych i średnich przedsiębiorstwach metodą PIAP-BOM <i>Grzegorz Kazimierski</i>	36
29	Mechatronika - multimedialne projektowanie i produkcja wyrobów, czyli integracja współczesnych technologii <i>Grzegorz Pawlicki</i>	40
30	Listy do redakcji	43
31	Nowości	43
32	Otwarty System Automatyki <i>Jan Jabłkowski</i>	44
33	Praktyczna realizacja robotyzacji ukosowania blach <i>Piotr Domański, Jacek Kubica, Zbigniew Pilat</i>	45
34	Automatyka i pomiary w Konkursie Poprawy Warunków Pracy	49
35	Projektowanie systemu kierowania wytwarzaniem <i>Joachim Uhl, Zbigniew Smalec, Jarosław Chrobot, Jarosław Rakowski</i>	50
36	Automatyczny przenośnik stożków do obsługi linii szlifierek w hucie szkła zakładu Thomson-Polkolor <i>Maciej Oleksiuk</i>	56
37	Własności dynamiczne serwonapędów elektrohydraulicznych z silnikami skokowymi <i>Andrzej Milecki</i>	60
	Serwis czytelników	65
	Abstracts	66

Wykaz firm reklamujących się w numerze

15	AB Mikro	III okładka
16	Astor	IV okładka
17	Biuro Reklamy SA	4
18	Eimark	5, 10, 22, 49
19	Microtech International	32
20	POLNA SA	II okładka, 42
21	Skamer - ACM	33
22	Wega	5

V Międzynarodowe Targi Zastosowań Informatyki w Przemysle i CAD/CAM - 97

Odbyły się one w Warszawie w Pałacu Kultury i Nauki dniami 10-13 czerwca br. Jako jedna z nagród została przyznana przez Agencję Techniki i Technologii szablą ulanaską...

W tegorocznych targach wzięły udział 192 firmy z 8 krajów. Więcej niż w ubiegłych latach.

W 1996 r. np. swoją ofertę prezentowały 174 firmy również z 8 krajów. Jak w latach poprzednich głównie wystawiały się firmy z Zachodu, a przede wszystkim z Niemiec i USA. Najmniej było firm ze Wschodu.

Nie były to targi pomiarów, automatyki czy robotyki, ale często dotyczyły technologii informatycznych wspomagających te dziedziny. Wśród wystawców znalazła się firma Intergraph Corporation - największy na świecie dostawca zintegrowanych systemów komputerowych dla zastosowań inżynierskich (obroty powyżej 1 mld USD rocznie). Intergraph Corporation przede wszystkim prezentował oprogramowanie SOLID EDGE, CAD nowej generacji przydatny również dla mechatroników, automatyków i konstruktorów robotów oraz stacje graficzne Intergraph TD z procesorem Pentium II. Światowy lider w oprogramowaniu inżynierskim BENTLEY SYSTEMS oferował aplikacje specjalistyczne np. z automatyki tworzone w oparciu o środowisko MicroStation.

Rada Programowa Targów **nagrodę za wdrożenie roku** przyznała firmie **Prozap Sp. z o.o.** Firma Prozap zastosowała systemy typu CAD do przygotowania projektów instalacji przemysłowych w Zakładach Azotowych w Puławach. Szczególną uwagę Rady Programowej zwróciły:

1. Projekt „Nowa Linia Mocznika 1700 t/d” w systemie PDS firmy Intergraph i Isogen firmy ICL.

2. Projekt „Instalacja Nadtlenku Wodoru 10 000 t/rok” w systemie PDS firmy Intergraph przy współpracy z firmą Chematur Szwecja.

3. Plan generalny Z.A. „Puławy” S.A. w systemie AutoCAD wersji 12 przy współpracy z firmą Apro Sp. z o.o.

– Jesteśmy przede wszystkim firmą inżyniersko-projektową, która działa przy Zakładach Azotowych „Puławy” SA – powiedział redaktor PAR mgr inż. Stanisław Jaworski, kierownik systemów CAD w PROZAP Sp. z o.o. – Ścisłe współpracujemy ze służbami Zakładów Azotowych. Nasza firma zajmuje się również projektowaniem z dziedziny pomiarów i automatyki, np. nagrodzone projekty „Nowa Linia Mocznika 1700 t/d” oraz „Instalacja Nadtlenku Wodoru 10 000 t/rok” zawierają takie opracowania.

Stowarzyszenie Użytkowników Systemów Inżynierskich przyznało **nagrodę za kompleksową ofertę dla przemysłu** firmie **Auto Komputerowe Systemy Inżynierskie** oraz wyróżnienie **specjalne dla Zarządu Miasta Bydgoszcz, Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy i firmy Optimus SA Oddział Bydgoszcz za wieloletni wysiłek w budowaniu systemu wspomagania bezpieczeństwa miasta otwierający nową dziedzinę zastosowań technologii informatycznych w zarządzaniu miastem.**

Agencja Techniki i Technologii przyznała **nagrodę za opracowanie i wdrożenie polskiej technologii** firmie **Kan Trading Co. Ltd.** oraz wyróżnienie **za opracowanie i wdrożenie systemu projektowania i wytwarzania samolotów i samochodów** Służbie Informatycznej Zakładu Lotniczego PZL Mielec Sp. z o.o. Nagrodę – szablą ulanaską oraz wyróżnienie wręczył prezes agencji Tadeusz Soroka.



XIII MIĘDZYNARODOWE TARGI TECHNIKI
KONTROLNO-POMIAROWEJ
I SPRZĘTU OPTYCZNEGO

CONTROLA OPTICA '97

22-24 października 1997

Pałac Kultury i Nauki,
Warszawa

ZAPRASZAMY WYSTAWCÓW

*Targom towarzyszą konferencje
zorganizowane przez:*

- Naczelną Organizację Techniczną
- Polskie Centrum Badań i Certyfikacji
- Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Przemysłu Gastronomicznego i Artykułów Spożywczych

BUDHO REKLAMY S.A.

Zarząd Targów Warszawskich
00-586 Warszawa, ul. Flory 9/2
tel.: (022) 49 60 81, 49 60 44; fax: (022) 49 35 84

69. Międzynarodowe Targi Poznańskie

Podczas tegorocznych 69. Międzynarodowych Targów Poznańskich (15 - 20 czerwca) prezentowało swoje wyroby 1841 wystawców i 419 firm. Wystawiane były głównie produkty i technologie służące rozwojowi przemysłu: maszyny i urządzenia do obróbki plastycznej, zespoły oraz części do budowy maszyn używanych w przemyśle oraz surowce i półprodukty przemysłowe.

Międzynarodowe Targi Poznańskie początkowo były jedynymi targami organizowanymi w Poznaniu. Prezentowano na nich osiągnięcia całego polskiego przemysłu. Dzisiaj poszczególne gałęzie przemysłu wyłączono z MTP, tworząc oddzielne targi branżowe. Podczas tegorocznych targów wielu wystawców oraz gości zadawało sobie pytania o to, jaki charakter będzie miała ta czerwcową imprezę w przyszłości. Wicepremier i minister finansów Marek Belka podczas otwarcia 69. MTP stwierdził nawet, że polska gospodarka nie potrzebuje dziś takich okien wystawowych jak Targi Poznańskie. W opinii wicepremiera sama gospodarka staje się oknem wystawowym Polski. Minister gospodarki Wiesław Kaczmarek wygłosił w trakcie targów odmienną opinię. — Być może trzeba wrócić do PeWuKi sprzed wojny, bo tak naprawdę nie ma takiego miejsca, gdzie można by eksponować polską gospodarkę — powiedział.

Jak co roku wystawcy krajowi i zagraniczni zgłosili swe wyroby do rywalizacji o najwyższe targowe trofeum — Złoty Medal MTP. Zgłoszenia, w tym roku było ich około 90, napłynęły z 12 państw. Jury przyznało 23 Złote Medale.

Ku naszemu wielkiemu zadowoleniu wśród nagrodzonych poczesne miejsce zajęły wyroby, które w całości można zakwalifikować jako produkty automatyki i pomiarów oraz wyroby, których istotną część stanowią elementy automatyki i pomiarów. Na okładce pisma wymieniliśmy te wyroby w kolejności podanej przez organizatorów konkursu. Mamy nadzieję, że producenci lub dystrybutorzy zechcą o nagrodzonych produktach poinformować naszych Czytelników.

Nagrodzonym firmom serdecznie gratulujemy.

Rockwell Automation
Allen-Bradley • Sprecher+Schuh

Mini-falownik typ 160

- moc 0,37 - 2,2 kW
- wymiary 152x72(130)x136
- technologia IGBT
- programowalny



AB

ELMARK
AUTORYZOWANY DYSTRYBUTOR
ul. Radka 12-90 041 Warszawa
t. (0-22) 693 45 93,
f. (0-22) 693 45 95

ISO 9001

OD REDAKCJI

Nasze pismo kształtuje dopiero swoje oblicze, dlatego w każdym numerze pojawiają się zmiany i nowości, jednak tym razem ich waga wymaga wyjaśnień.

Zdecydowaliśmy się na wydanie dwóch numerów w okresie letnim (lipiec, sierpień) w jednym zeszycie o numeracji 5/6, który powinien dotrzeć do czytelników w lipcu. Powiększona objętość, w połączeniu z mniejszą ilością reklam powoduje, że materiałów do czytania jest praktycznie nie mniej niż w dwóch numerach. Jednocześnie cenę pozostawiliśmy jak dla pojedynczego numeru. Aby czytelnicy, którzy zapłacili prenumeratę za 10 numerów nie czuli się pokrzywdzeni, obiecujemy im w końcu roku niespodziankę.

Nowością, wprowadzoną od numeru 4/97 (czerwiec), jest serwis czytelników. Osoby zainteresowane pogłębieniem informacji podanych w artykułach lub reklamach mogą zgłaszać się do Redakcji — będziemy ułatwiać kontakt z autorami i ogłoszeniodawcami.

Bardzo nas ucieszył fakt pojawienia się pierwszych listów do redakcji, oznacza to bowiem, że pismo jest z uwagą i krytycznie czytane, a przecież o to właśnie chodzi. Ważniejsze listy będziemy publikować, dlatego prosimy ich autorów o wyraźne zaznaczanie, gdyby nie życzyli sobie ujawniania ich nazwiska.

Uważny czytelnik dostrzeże zmiany w składzie redakcji. Zapewne nie ostateczne, choć naszym celem na najbliższe miesiące jest m.in. stabilizacja zespołu, bo tylko wtedy będzie możliwe utrzymanie wyrównanego, wysokiego poziomu pisma.

Z życzeniami dobrego wakacyjnego wypoczynku

Redakcja



KS 10: 48x24 mm
KS 20: 48x48 mm

W pełni konfigurowalne regulatory temperatury spełniające funkcje dwustawnej, trójstawnej i ciągłej regulacji grzanie/chłodzenie.

Bardzo prosta obsługa i opcjonalne wyjście wartości mierzonej. Cena od 539 zł za sztukę, przy zamówieniu 10 sztuk.



PMA
Proceß- und Maschinen Automation GmbH
D-34321 Kassel

„WEGA” PHU Andrzej Zubka
80-958 Gdańsk skr. pocz. 555

PHILIPS Service
tel./fax 058-387118

Systemy diagnostyczne dla zautomatyzowanych procesów przemysłowych^{*)}

dr hab. inż. Jan Maciej Kościelny,
prof. mgr inż. Karol Zakroczyński
Instytut Automatyki i Robotyki
Politechniki Warszawskiej

W artykule przedstawiono charakterystykę systemów diagnostycznych dla zautomatyzowanych procesów przemysłowych. Krótko omówiono przykładowe systemy: MODI, MPM, EFTAS, SEXTANT, InSupport oraz DIAG

Stany awaryjne powodują znaczne i długotrwałe zakłócenia przebiegu procesu produkcyjnego, zmniejszające wydajność, a w skrajnych przypadkach prowadzące do jego zatrzymania. Straty ekonomiczne w takich przypadkach są bardzo duże. Niektóre stany awaryjne mogą prowadzić do skażenia środowiska naturalnego lub zniszczenia instalacji produkcyjnej, a także mogą stanowić zagrożenie dla życia ludzi. Posługując się dotychczasowymi komputerowymi układami automatyki operatorzy dużych procesów technologicznych nie są w stanie poradzić sobie z nieprzewidywanymi uszkodzeniami. Wielość pojawiających się komunikatów oraz alarmów nie pozwala na podjęcie właściwej decyzji. Z drugiej strony w procesie zachodzą często negatywne zjawiska wolnozmiennne. Efekty ich działania mogą przez dłuższy czas pozostać niezauważone przez obsługę. Konieczne stają się zatem komputerowe systemy diagnostyczne (SD) wypracowujące diagnozy o uszkodzeniach i błędach w sposób automatyczny oraz wspomagające decyzje operatorów dotyczące sterowania i zabezpieczenia obiektu w stanach awaryjnych.

DIAGNOSTYKA PROCESU A DIAGNOSTYKA SYSTEMU STERUJĄCEGO

Zadania diagnostyczne współczesnych zdecentralizowanych systemów automatyki dzielą się na dwie części:

- diagnostykę procesu obejmującą rozpoznawanie nieprawidłowości procesu oraz uszkodzeń komponentów instalacji technologicznej, urządzeń pomiarowych oraz elementów wykonawczych,
- diagnostykę systemu sterującego.

Te dwa wzajemnie uzupełniające się kierunki diagnozowania realizowane są zwykle niezależnie. Systemy komputerowe do sterowania procesami wyposażane są przez producenta w środki autodiagnostyczne, natomiast diagnostyka procesu i urządzeń obiektowych jest projektowana przez wyspecjalizowane biura projektowe lub użytkowników.

Funkcje diagnostyki systemu sterującego realizują wszystkie nowoczesne zdecentralizowane systemy automatyki, a także pojedyncze sterowniki programowalne i regulatory mikroprocesorowe. Umożliwiają one zlokalizowanie nie tylko uszkodzonej stacji procesowej, sterownika, stacji operatorskiej czy magistrali komunikacyjnej lecz dokładnie wskazują uszkodzony moduł tych urządzeń.

SYSTEMY ALARMOWE JAKO PROSTY UKŁAD DIAGNOSTYCZNY

Prostą wersję systemu diagnostycznego procesu stanowi zadania sygnalizacji alarmów w przemysłowych systemach automatyki. Informacja alarmowa wkomponowana jest w hierarchiczną strukturę obrazów, zarówno standardowych, jak też synoptycznych.

Systemy automatyki zapewniają standardowo możliwość wykrywania i sygnalizowania następujących rodzajów alarmów: przekroczenia zakresu wiarygodności sygnałów, przekroczenia granic alarmowych i dopuszczalnej szybkości zmian wartości zmiennych procesowych, przekroczenia dopuszczalnych wartości odchyłek regulacji, nieprawidłowych stanów zmiennych binarnych. Powyższe środki niewątpliwie znacznie ułatwiają operatorom analizę alarmów i identyfikację przyczyn ich wystąpienia, jednakże funkcje diagnostyczne spoczywają na obsłudze. Wadami systemów alarmowych są:

- duża liczba alarmów sygnalizowanych w krótkim przedziale czasu w przypadku powstania groźnych uszkodzeń, powodująca zjawisko przeciążenia informacyjnego operatorów,
- uszkodzenie urządzenia lub błąd obsługi objawia się zazwyczaj wystąpieniem wielu alarmów, przy czym alarmy te mogą być sygnalizowane na różnych obrazach synoptycznych i standardowych,
- alarmy będące skutkiem różnych uszkodzeń sygnalizowane mogą być równocześnie na tym samym obrazie synoptycznym.

Utrudnia to operatorom wypracowanie diagnozy, tj. identyfikację przyczyny zaistnienia zbioru alarmów, która w wielu przypadkach jest niezbędna do podjęcia właściwej akcji zabezpieczającej.

FUNKCJE NOWOCZESNYCH SYSTEMÓW DIAGNOSTYCZNYCH

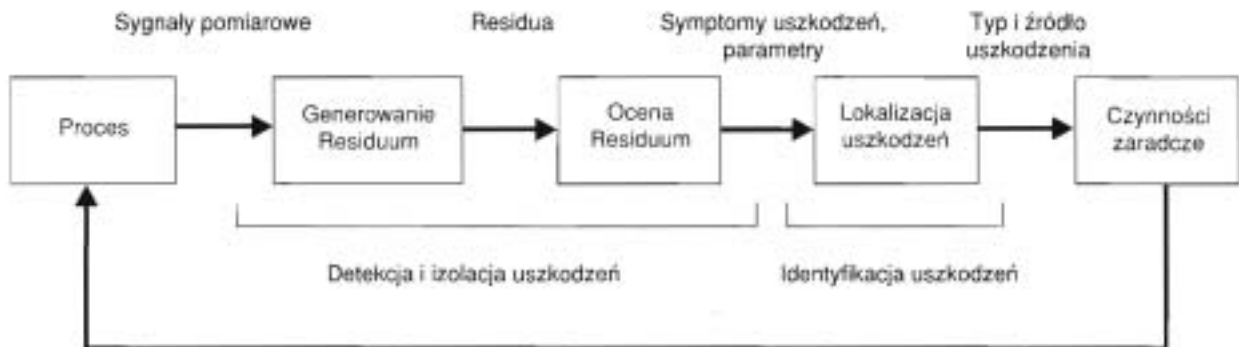
Niedoskonałość systemów alarmowych oraz potrzeba wczesnego i dokładnego rozpoznawania stanów nieprawidłowych i awaryjnych spowodowała rozwój metod diagnostyki procesów przemysłowych datujący się od początku lat 70. Na bazie tych metod tworzone są w ostatnim okresie systemy diagnostyczne dla procesów przemysłowych stanowiące rozszerzenia współczesnych systemów automatyki.

^{*)} Praca została wykonana w ramach programu badawczego PATIA, Politechnika Warszawska 1996/97

Zakres funkcji diagnostyczno-zabezpieczających realizowanych automatycznie przez komputer może obejmować:

- detekcję pojawiających się uszkodzeń oraz innych błędów (takich jak: błędy obsługi operatorskiej, niebezpieczne stany procesu, zaniki zasilania, wystąpienie braku surowców itp.) wraz z sygnalizacją (alarmowaniem) wykrytych symptomów,
- automatyczną lokalizację (identyfikację) uszkodzeń i błędów,
- inicjację algorytmów zabezpieczających, mających na celu ograniczenie wpływu uszkodzeń i błędów na przebieg procesu, między innymi poprzez rekonfigurację struktury sprzętowej i/lub programowej.

Ogólna koncepcja realizacji zadań diagnostyczno-zabezpieczających przedstawiona została na rys. 1. Stanowi ona podstawę funkcjonowania nowoczesnych systemów diagnostycznych.



Rys. 1. Główne etapy diagnozowania

Na podstawie wartości mierzonych zmiennych procesowych prowadzona jest stała kontrola procesu i urządzeń obiektowych. W tym celu realizowane są różnorodne testy, umożliwiające wykrywanie uszkodzeń i błędów. Najczęściej polegają one na ocenie rozbieżności między sygnałami mierzonymi a nominalnymi (np. wyliczonymi z modelu matematycznego). Na podstawie wyników testów prowadzona jest identyfikacja uszkodzeń/błędów, której rezultatem jest diagnoza określająca stan obiektu. Diagnoza umożliwia ocenę istniejącego zagrożenia. System powinien wspomagać obsługę w formie komunikatów doradczych informujących o niezbędnych działaniach zabezpieczających. Istnieje również możliwość zabezpieczenia automatycznego, polegającego na rekonfiguracji struktury sprzętowej i/lub programowej.

Nieliczne opracowane dotychczas systemy diagnostyczne różnią się zakresem realizowanych funkcji oraz wykorzystywanymi metodami detekcji i lokalizacji uszkodzeń. Do detekcji stosowane są metody: klasyczne (kontrola granic alarmowych, trendów, redundancja sprzętowa, kontrola sygnałów sprzężeń zwrotnych itp.), analityczne – bazujące na modelach matematycznych (metody równań zgodności, obserwatorów diagnostycznych i identyfikacji on-line), sztucznej inteligencji (zastosowanie logiki rozmytej i sztucznych sieci neuronowych). W procesie lokalizacji uszkodzeń stosowane są metody: rozpoznawania obrazów, sztucznych sieci neuronowych, logiki klasycznej i rozmytej, grafy przyczynowo-skutkowe, tablice diagnostyczne.

Istotnym problemem występującym we wszystkich metodach identyfikacji uszkodzeń jest zagadnienie niepewności. Dotyczy ono zarówno symptomów (zakłócenia pomiarowe, niedokładności modeli) jak również wiedzy diagnostycznej (relacje symptomy – uszkodzenia). Problemy te próbuje się rozwiązać za pomocą zbiorów rozmytych, teorii Bayesa, teorii Dempstera-Shafera, współczynników pewności CF.

SYSTEMY DIAGNOSTYCZNE

Pierwsze systemy diagnostyczne (SD) były rozwiązaniami jednostkowymi, powstałymi w wyniku prac badawczych. Były one zwykle projektowane dla konkretnego procesu, nie miały zatem waloru uniwersalności. Rozwiązania takie zostały omówione między innymi w pracach [2, 5]. Obecnie są projektowane systemy przeznaczone

dla określonej klasy obiektów (np. kotłów bloków energetycznych – system MODI [15]) lub systemy bardziej uniwersalne, mogące po odpowiedniej konfiguracji znaleźć zastosowanie w różnych gałęziach przemysłu (np. systemy DIAG [9], InSupport [1], EFTAS [14], SEXTANT [12]). SD tworzone są często na bazie szkieletowych systemów eksperckich czasu rzeczywistego takich jak G2 [3, 15] lub Nexpert Objects [11]. Wiele systemów projektowanych jest jednak od podstaw.

Znane na rynku automatyki firmy zaczynają wprowadzać SD jako rozszerzenie dużych zdecentralizowanych systemów sterowania. Przykładami są: system MODI [15] przeznaczony do współpracy z systemem PROCONTROL P firmy ABB oraz oprogramowanie diagnostyczne MPM systemu DAMATIC XD [4] firmy Valmet. SD projektowane są także jako rozszerzenia uniwersalnych systemów sterowania nadrzędnego i wizualizacji procesów SCADA. Wymienić tu należy system DIAG [9] współpracujący z systemem OSA-2 firmy ARVIS, system InSupport [1] wraz z systemem InTouch firmy Wonderware oraz oprogramowanie omówione w pracach [2, 10].

Systemy diagnostyczne znajdują zastosowanie w przemyśle: energetycznym [10, 12, 13, 15], chemicznym [2], hutniczym [11], spożywczym [7, 8] i innych. W Polsce pierwszy SD czasu rzeczywistego został wdrożony do eksploatacji w Cukrowni Lublin w 1987 r. [7, 8]. System OSA służył do nadzorowania i monitorowania stacji wy-

parnej, produkowni i kotłowni. Wyposażony był w uniwersalne oprogramowanie do detekcji i identyfikacji uszkodzeń bazujące na metodzie DTS – dynamicznych tablic stanu [6]. System ten został opracowany w Instytucie Automatyki i Robotyki PW. Nową wersją tego rozwiązania jest system DIAG [9].

Poniżej krótko opisano kilka wybranych systemów diagnostycznych.

System MODI [15]

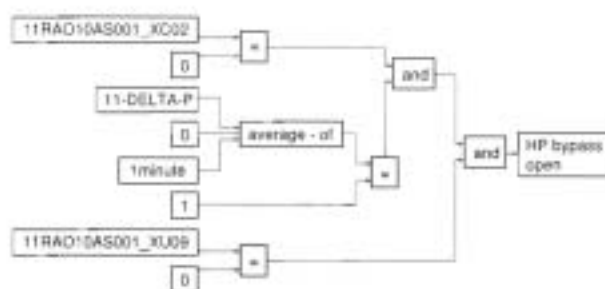
W 1991 roku firma ABB wprowadziła do znanego na rynku systemu sterowania i zarządzania elektrownią PRO-CONTROL P moduł diagnostyczny pod nazwą MODI (MOdel - based Diagnosis). MODI działa w oparciu o system ekspertowy czasu rzeczywistego G2 na platformie komputerów VAX firmy DEC.

System tworzą cztery główne elementy: baza wiedzy, moduł wnioskujący, interfejs użytkownika oraz konfigurator. Baza wiedzy składa się ze standardowych w typowych systemach ekspertowych reguł produkcji, zdań i predykatów. Reguły w systemie zapisywane są jako wyrażenia logiczne w postaci tekstowej (rys. 2a.) i graficznej (rys. 2b.). Poniżej przedstawiono przykładowe wyrażenie używane do kontroli sterowania zaworem obejściowym.

a)

'HP bypass open':
 $11RAO10AS001_XC02=0$
 and
 $\text{average-of}(11-DELTA-P, 0, 1 \text{ minute}) = 1$
 and
 $11RAO10AS001_XU09=0$

b)



Rys. 2. Reguła kontroli zaworu obejściowego

Drugim elementem bazy wiedzy są drzewa zdarzeń. Drzewo łączy wyróżnione zdarzenia awaryjne poprzez ich kolejne przyczyny aż do uszkodzeń pierwotnych. Cyklicznie testowane są tylko zdarzenia znajdujące się w korzeniu drzewa. Po wykryciu wystąpienia takiego zdarzenia testowane są zdarzenia poziomu niższego (zapisane w postaci wyrażen logicznych jak na rys. 2a, 2b), aż do określenia przyczyn pierwotnych. Ten mechanizm zmniejsza obciążenie systemu na detekcję uszkodzeń, jednak zwiększa czas potrzebny do sformułowania ostatecznej diagnozy. Symptomy generowane są poprzez porównanie rzeczywistych danych pomiarowych z formułami logicznymi dla poszczególnych uszkodzeń.

Diagnozy prezentowane są w postaci tekstowej oraz graficznie na obrazie drzewa uszkodzeń. Równocześnie operator otrzymuje informacje dotyczące dalszego prowadzenia procesu. Na podstawie diagnoz drukowane są raporty i tworzone zbiory archiwalne.

W efekcie kilkuletniej pracy systemu w elektrowni Staudinger (Hanau – Niemcy) powstały biblioteki zawierające modele analityczne i drzewa zdarzeń dla najważniejszych podsystemów elektrowni.

Moduł MPM systemu DAMATIC XD [4]

DAMATIC XD jest dużym system sterowania i nadzorowania procesów przemysłowych. W jego skład wchodzi również moduł detekcji uszkodzeń. Zasada działania modułu MPM (Model-Based Performance Monitoring) opiera się na porównywaniu procesowych sygnałów mierzonych z sygnałami wyliczonymi z modelu. Diagnostykę podlegają tylko urządzenia technologiczne (pompki, zawory, turbiny). Monitorowanie przebiega w czasie rzeczywistym, równolegle dla wielu urządzeń. Operator uzyskuje informacje w postaci dwóch przebiegów czasowych, rzeczywistego i przewidywanego na podstawie modelu urządzenia. Rola modułu MPM kończy się wraz z detekcją stanu awaryjnego. Lokalizacja uszkodzenia musi dokonać człowiek.

System EFTAS [14]

Oprogramowanie diagnostyczne EFTAS opiera się na zasadzie funkcjonowania typowego systemu eksperckiego czasu rzeczywistego. Bazą wiedzy diagnostycznej są tu drzewa uszkodzeń, oparte na normie DIN 25424. Pojedyncze drzewo składa się z wielu hierarchicznie połączonych relacji przyczynowo-skutkowych typu AND lub OR. W węzłach struktury znajdują się konkretne stany procesu (pojęcia symptom

i uszkodzenie nie są rozróżniane). Mogą nimi być uszkodzenia, zdarzenia procesowe, formuły matematyczne. Każdy ze stanów klasyfikowany jest do kilku grup typu: stan pewny (na pewno wystąpił), nieznany, o ograniczonej pewności, przewidywany i prawdopodobny. Klasyfikacja dokonywana jest zarówno przed ale głównie w czasie wnioskowania. Problem niepewności wystąpienia danego stanu rozwiązano za pomocą prawdopodobieństw warunkowych.

Diagnostowanie polega na przeszukiwaniu tak utworzonego drzewa, w celu odnalezienia najbardziej pierwotnej przyczyny zdarzenia początkowego. System gwarantuje nieprzekraczalny czas wypracowywania diagnozy. EFTAS w przeciwieństwie do MODI jest systemem szkieletowym i nie zawiera gotowych baz wiedzy. Nie korzysta również ze wsparcia komputerowych systemów automatyki (akwizycja danych i wizualizacja).

System SEXTANT [12]

System SEXTANT powstał w wyniku prac badawczych nad nadzorowaniem procesów zachodzących w elektrowniach atomowych. Po raz pierwszy zastosowano go do dia-

gnozowania pomocniczego układu wody zasilającej w reaktorze jądrowym. Obiekt diagnozowania opisywany jest przez projektanta w postaci grafów powiązań (ang. *bond graphs*), przekształcanych automatycznie kolejno w grafy przyczynowo-skutkowe (ang. *casual graphs*), a następnie w grafy zdarzeń (ang. *event graphs*). Detekcja uszkodzeń realizowana jest przy pomocy modeli numerycznych oraz jakościowych. Do identyfikacji stanów awaryjnych SEXTANT używa grafu zdarzeń. System tworzy tzw. scenariusze, które są hipotezami na temat obiektu w danej chwili. Diagnozowanie realizowane jest iteracyjnie. W kolejnych krokach algorytm przedstawia coraz dokładniejsze rozwiązania wraz z prognozami zachowania obiektu w przyszłości. SEXTANT zawiera zaawansowane procedury kontroli czasu wykonania oraz synchronizacji zadań.

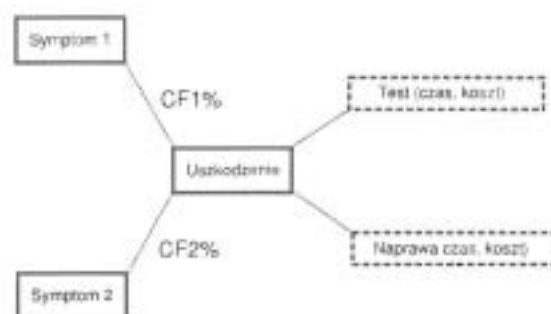
System InSupport [1]

System InSupport 3.0 jest aplikacją ze znanej na rynku automatyki rodziny systemów firmy Wonderware (InTouch). Opis obiektu diagnozowania zaproponowany w systemie jest dość prosty. Jako elementy bazy diagnostycznej wyróżnione są symptomy, uszkodzenia i procedury.

Symptomami mogą być alarmy technologiczne lub różnego typu zdarzenia. Związek między symptomami i uszkodzeniami jest podstawową relacją diagnostyczną systemu. Dla każdej pary określany jest współczynnik pewności (CF – certainty factor) opisujący jak często występuje dane uszkodzenie w przypadku pojawienia się określonego symptomu. Współczynnik ten określany jest doświadczalnie. Do każdego uszkodzenia przyporządkowane są dwie procedury: testowa stwierdzająca wystąpienie danego uszkodzenia oraz naprawcza.

Atrybutami procedur są czas oraz koszt wykonania podawane arbitralnie przez projektującego bazę diagnostyczną. Należy tutaj podkreślić, że procedura testowa oznacza wyłącznie instrukcje postępowania diagnostycznego, a nie program automatycznie realizowanych testów.

Proces wnioskujący opiera się na zasadzie minimalizacji czasu i kosztu likwidacji uszkodzenia. Danymi wejściowymi są pojawiające się w procesie symptomy. System wskazuje najbardziej prawdopodobne uszkodzenia, a następnie proponuje odpowiednie procedury naprawcze. InSupport optymalizuje sekwencje tych procedur z uwzględnieniem kosztów realizacji i prawdopodobieństwa wystąpienia poszczególnych uszkodzeń.



Rys. 3. Element bazy diagnostycznej systemu InSupport

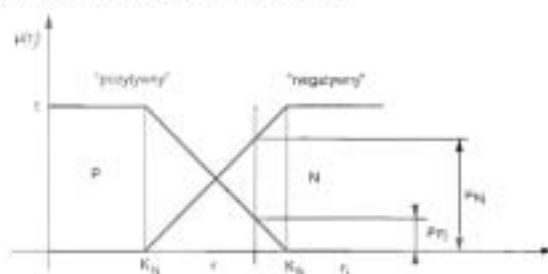
System DIAG [9,16]

System DIAG został opracowany w Instytucie Automatyki i Robotyki. Wykorzystuje on metodę DTS – dynamicznych tablic stanu [6] oraz jej rozszerzenie o opis rozmyty – FDS [16]. DIAG pracuje na platformie systemu operacyjnego OS/2 (w przygotowaniu Windows 95/NT) we współpracy z systemem sterowania i monitorowania OSA-2.

Obiekt diagnozowania w ujęciu metody DTS jest zbiór urządzeń technologicznych i procesów w nich zachodzących oraz zbiór urządzeń pomiarowych i wykonawczych. Opis takiego obiektu zawiera:

- zbiór pierwotnych uszkodzeń – definiowany przez użytkownika
- zbiór testów diagnostycznych – określanych jako ciąg operacji dokonywanych programowo na wartościach sygnałów pomiarowych, których celem jest skontrolowanie poprawności funkcjonowania określonej części obiektu diagnozowania.
- relację diagnostyczną – określającą związki między uszkodzeniami a wynikami testów. Pojedynczy element relacji wskazuje, iż sprawdzenie / kontroluje uszkodzenie k .

Algorytm sprawdzenia składa się z dwóch części: detekcyjnej oraz decyzyjnej. W pierwszej części dokonywane są niezbędne obliczenia prowadzące do wyodrębnienia symptomu (residuum), a następnie w wyniku jego oceny uzyskuje się wynik testu. W ujęciu rozmytym wprowadzono związaną z każdym testem zmienną lingwistyczną. Umożliwia to przedstawienie wyniku testu w postaci: „pozytywny”, „negatywny”, „negatywny dodatni”, „negatywny ujemny” itp. Poniższy rysunek przedstawia przykładową partycję wyników testu.



Rys. 4. Przykładowa partycja wyników testu diagnostycznego

Schemat działania systemu DIAG pokrywa się ze standardowym procesem diagnozowania (rys. 1.). Zmienne procesowe pobierane są z systemu monitorowania OSA-2. Sygnały te przetwarzane są w oddzielnym module detekcji uszkodzeń. Moduł identyfikacji stanów awaryjnych zbudowany jest z wielu pracujących równolegle wątków. Pierwszy z nich dokonuje cyklicznej oceny residuów.

Wrazie wystąpienia wyniku negatywnego w osobnym wątku inicjowany jest proces diagnostyczny, którego zadaniem jest wypracowanie diagnozy zgodnie z algorytmem metody F-DTS [16]. Każdy z procesów diagnostycznych przekazuje wyniki do wątku prezentacyjnego, odpowiedzialnego za komunikację z użytkownikiem (sygnalizacja dźwiękowa, opis diagnozy) oraz archiwizację informacji na temat uszkodzenia oraz przebiegu procesu wnioskowania zapisywane są do pliku tekstowego automatycznie po wypracowaniu diagnozy.

System DIAG jest konfigurowalny. Elastyczność bazy diagnostycznej pozwala stosować go w szerokiej gamie obiektów przemysłowych. Możliwa jest współpraca z różnymi algorytmami detekcyjnymi od metod klasycznych i analitycznych po metody sztucznej inteligencji. System posiada rzadko spotykane w innych rozwiązaniach cechy, takie jak: uwzględnienie niepewności, praca na dynamicznych zbiorach danych, wizualizacja diagnoz na obrazach synoptycznych.

System DIAG będzie pilotowo wdrażany w bieżącym roku w EC Siekierki do diagnostyki torów pomiarowych w ciągu parowo-wodnym kotła oraz w wybranym węźle technologicznym Cukrowni Lublin.

WNIOSKI

Opracowywanie podstaw teoretycznych diagnostyki obiektów dynamicznych jak również coraz szersze zapotrzebowanie ze strony przemysłu stanowią katalizator rozwoju uniwersalnych, elastycznych systemów diagnostycznych. Wszystko wskazuje na to, iż odbiorcami tej technologii będą nie tylko wielkie zakłady przemysłu energetycznego, hutniczego, chemicznego, ale również zakłady średnie, a także małe. Stosowanie SD jest uzasadnione dla wszystkich procesów niebezpiecznych oraz procesów, w których straty w stanach awaryjnych przewyższają koszty zainstalowania SD. W perspektywie najbliższych lat należy spodziewać się rozpowszechnienia uniwersalnych systemów diagnostycznych w podobnym stopniu jak ma to miejsce w przypadku systemów wizualizacji i zarządzania.

Problemem technicznym staje się zatem opracowanie kryteriów oceny i porównania SD. Jakość SD zależy od: zakresu realizowanych funkcji diagnostycznych, sposobu wizualizacji diagnoz, sposobu konfiguracji systemu oraz stosowanych metod detekcji i identyfikacji uszkodzeń, które wpływają istotnie na własności i efekty procesu diagnozowania (np. uwzględnienie niepewności wnioskowania, możliwość rozpoznawania uszkodzeń wielokrotnych, dokładność diagnoz). Szczegółowe omówienie tych kryteriów przekracza ramy niniejszej pracy. Należy przy tym podkreślić, że jakość uniwersalnych SD jest bardzo istotna jednak nie przesądza o jakości konkretnej jego aplikacji. Ta zależy bowiem głównie od stopnia opomiarowania oraz od wiedzy o obiekcie diagnozowania, która musi zostać wprowadzona do systemu. Wiedza ta obejmuje zarówno znajomość reguł funkcjonowania obiektu w stanie normalnym (np. modeli matematycznych ilościowych lub jakościowych) jak też znajomości relacji pomiędzy uszkodzeniami a ich symptomami.

BIBLIOGRAFIA:

- [1] Ballina E.: *InSupport Product Database*, Wonderware, 1996
- [2] Cassar J.P.H., Ferhati R., Woinet R.: *Fault detection and isolation system for a refinery unit*, SAFEPROCESS, Espoo, 1994, 802-804.
- [3] Halme A., Visala A., Selkänaho J., Manninen J.: *Fault detection by using process functional states and temporal nets*, SAFEPROCESS, Espoo, 1994, 655-660.
- [4] Hartikainen J.: *Model-based performance monitoring of process equipment in an automation system*, SAFEPROCESS, Espoo, 1994, 802-804.
- [5] Jummo T., Parkkinen R.: *An expert system for fault diagnosis and condition monitoring of an air pressure system*, SAFEPROCESS, Baden-Baden, 1991, 93-98.
- [6] Kościelny J.M.: *Diagnostyka ciągłych zautomatyzowanych procesów przemysłowych metodą dynamicznych tablic stanu*, Elektronika z. 95, Warszawa, 1991.
- [7] Kościelny J.M.: *Wykrywanie i identyfikacja stanów niesprawności aparatury technologicznej i układów automatyki na przykładzie stacji wyparnej w Cukrowni Lublin*, X Krajowa Konferencja Automatyki, Lublin, 1988, tom 2, 115-122.
- [8] Kościelny J.M., Pieniążek A.: *Algorithm of Fault Detection and Isolation Applied for Evaporation Unit in Sugar Factory*, Control Engineering Practice, Vol. 2, No. 4, 1994, 649-657.
- [9] Kościelny J.M., Sędziak D., Sikora A.: *System DIAG detekcji i identyfikacji uszkodzeń dla procesów przemysłowych*, XII Krajowa Konferencja Automatyki, Gdynia, 1994, 698-704.
- [10] Lautala P., Heli A., Matti V.: *A hierarchical model-based fault diagnosis system for a peat power plant*, SAFEPROCESS, Baden-Baden, 1991, 93-98.
- [11] Lee I., Kim M., Jung J., Chang K.: *Rule-based expert system for diagnosis of energy distribution in steel plant*, IFAC Symposium - On-line fault detection and supervision in the chemical process industries, Newark, kwiecień 1992, 239-243.
- [12] Lore J.P., Lucas B., Evrard J.M.: *Sextant: an interpretation system for continuous processes*, SAFEPROCESS, Espoo, 1994, 655-660.
- [13] Majanne Y., Ruokonen T., Kurki M., Ala-Siuru P.: *Hierarchical on-line diagnosis system for power plants*, SAFEPROCESS, Baden-Baden, 1991, 93-98.
- [14] Nold S.: *Knowledge based real time fault diagnosis with EFTAS*, SAFEPROCESS, Baden-Baden, 1991, 93-98.
- [15] Schlee M., Simon E.: *MODI an expert system supporting reliable, economical power plant control*, ABB Review, 1994, nr 6-7, 39-46.
- [16] Sędziak D.: *Metoda F-DTS identyfikacji uszkodzeń w procesach przemysłowych*, I Krajowa Konferencja Naukowo Techniczna Diagnostyka Procesów Przemysłowych, Podkowa Leśna, czerwiec 1996, 68-72.


Rockwell Automation
Allen-Bradley · Sprecher+Schuh





- programowalne sterowniki przemysłowe
- konssole operatorskie
- oprogramowanie wizualizacyjne
- wizyjne systemy kontroli produkcji
- falowniki i układy miękkiego startu silników
- wyłączniki fotoelektryczne, zbliżeniowe, krańcowe
- doradztwo techniczne, szkolenia
- dostawy na cały kraj


ELMARK
AUTORYZOWANY DYSTRYBUTOR
ul. Radna 12, 03-341 Warszawa, t. (0-22) 660 46 83, f. (0-22) 660 46 88

ISO 9001

Budowa i parametry chwytaka elektrycznego z silnikiem skokowym

dr inż. Jan Barczyk
Instytut Automatyki i Robotyki
Politechniki Warszawskiej

Prezentowano budowę oraz parametry techniczne chwytaka z napędem elektrycznym, zbudowanego w Instytucie Automatyki i Robotyki Politechniki Warszawskiej. W układzie napędowym zastosowano silnik skokowy, a w układzie przeniesienia napędu zębatą przekładnię pasową oraz samohamowną przekładnię śrubową. Przekładnia śrubowa, z lewoskrętnym i prawoskrętnym gwintem, połączona jest z układem kinematycznym, realizującym równoległe przemieszczenie końcówek chwytanych. Układ sterowania chwytakiem składa się z układu logicznego i generatora impulsów oraz sterownika silnika skokowego.

O ROZWOJU ZADAŃ STAWIANYCH CHWYTKOM ROBOTÓW PRZEMYSŁOWYCH

Roboty przemysłowe wyposażane są w różnego rodzaju urządzenia chwytające [1, 2], wśród których najczęściej stosowane są chwytaki zawierające mechanizm utrzymujący obiekt w końcówkach chwytanych. Urządzenia chwytające są obecnie najbardziej zróżnicowanym konstrukcyjnie zespołem robotów przemysłowych, gdyż ogromna różnorodność obiektów manipulacji, wielorakość zadań, pojawiające się nowe obszary zastosowań robotów, zmienność parametrów procesu manipulacji i inne warunki wymuszają tworzenie wciąż nowych rozwiązań chwytaków. Współcześnie, coraz częściej wymaganiem stawianym chwytakom jest możliwość regulowania siły chwytu, a także sterowania położeniem końcówek chwytanych. Jest to np. niezbędne podczas wykonywania delikatnych operacji montażowych, w których występuje ściskanie i łączenie elementów, w szczególności z tworzyw sztucznych. Jednak chwytaki dostarczane obecnie przez producentów robotów przemysłowych chwytaki takiej możliwości nie mają i dla konkretnych aplikacji należy przystosować chwytak typowy (np. ograniczając maksymalną wartość siły chwytu) albo konstruować chwytak specjalny, umożliwiający prawidłowy przebieg procesu chwytania.

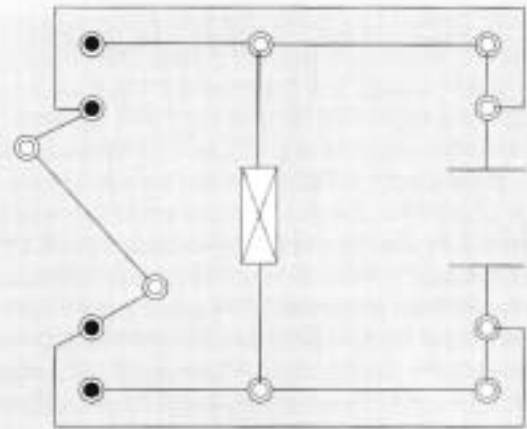
Rozwój konstrukcji urządzeń chwytających dla robotów przebiegał dotychczas raczej w kierunku ich specjalizacji (przystosowania do konkretnego zadania) niż w kierunku ich uniwersalności. Obliczono [1], że około 65 % obiektów może być uchwyconych przez chwytaki z dwiema końcówkami, dodatkowo 25 % – przez chwytaki z trzema końcówkami, a tylko około 10 % obiektów wymaga stosowania bardziej złożonych rozwiązań.

Najważniejszymi parametrami technicznymi chwytaków są: siła chwytu podawana przez producenta (dopuszczalna masa chwytanego obiektu uwzględnia wartość tej siły oraz parametry robota i procesu manipulacji), czasy uchwycenia i uwolnienia obiektu, masa chwytaka i jego wymiary gabarytowe oraz wskaźniki niezawodności działania.

STRUKTURA BUDOWY CHWYTAKA

Podstawowymi zespołami chwytaka są: układ napędowy oraz system przeniesienia napędu na końcówki chwytne. Większość stosowanych obecnie chwytaków ma napęd pneumatyczny. Wynika to z realizacji zazwyczaj nieskomplikowanego zadania zacisku końcówek chwytanych na powierzchni obiektu. Taki chwytak ma dwa stany pra-

cy – zamknięty i otwarty, co odpowiada stanom uchwycenia i uwolnienia obiektu. Zespół napędowy chwytaka stanowi siłownik pneumatyczny dwustronnego lub jednostronnego działania (ze sprężyną zwrotną), a przemieszczenie i siła wytwarzane w zespole napędowym przenoszone są na końcówki chwytne.

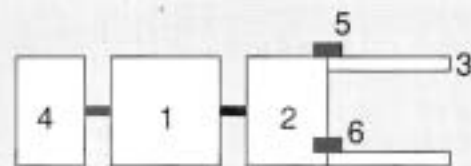


Rys. 1. Schemat kinematyczny chwytaka z napędem pneumatycznym

W chwytaku (rys. 1) zbudowanym w Instytucie Automatyki i Robotyki Przemysłowej (IAP) PW siła napędowa wytwarzana jest przez siłownik pneumatyczny umieszczony poprzecznie między ramionami chwytaka. Siłownik mocowany jest wahliwie do belek czworoboku przegubowego za pomocą układu łożysk poprzecznych.

Wyraźna dominacja napędu elektrycznego we współczesnych robotach przemysłowych i rozszerzający się obszar zastosowań robotów sprzyja tworzeniu konstrukcji chwytaków z napędem elektrycznym, jednak dotychczas producenci robotów nie oferują chwytaków w standardowym wyposażeniu.

W PW prowadzone są prace związane z zastosowaniem napędu elektrycznego w chwytakach. Uproszczony schemat budowy takiego chwytaka przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Schemat budowy chwytaka elektrycznego: 1 – silnik, 2 – układ przeniesienia napędu, 3 – końcówki chwytne, 4 – układ pomiarowy, 5 – czujnik otwarcia, 6 – czujnik zamknięcia

UKŁAD NAPĘDOWY CHWYTAKA ELEKTRYCZNEGO

Chwytnik jest urządzeniem wymiennym, umieszczonym na końcu struktury kinematycznej robota, powinien więc mieć własny, niezależny napęd a jego silnik powinien rozwijać jak największy moment obrotowy i posiadać jak najmniejszą masę, wymiary oraz prędkość obrotową wału. Spośród całej gamy silników, należy również wybierać tylko te, które umożliwiają dowolne położenie pracy oraz mają możliwość sterowania zapewniającego wytworzenie momentu przy zatrzymanym wale (np. sterowanie typu „aktywne zero”). Ten ostatni warunek ma na celu zapewnienie wytwarzania momentu napędowego w trakcie trzymania przedmiotu, co następuje w czasie unieruchomienia wału silnika.

Po przeprowadzonej analizie okazało się, że do napędu chwytaków stosować można jedynie silniki prądu stałego oraz silniki skokowe [4]. Natomiast po uwzględnieniu warunku zapewnienia stabilności pracy w szerokim zakresie obrotów i obciążeń oraz jak najlepszego stosunku oddawanej mocy do ciężaru, należy jeszcze odrzucić silniki prądu stałego bez magnesów trwałych.

Ogromną zaletą silników skokowych jest możliwość pracy w otwartym układzie regulacji, bez konieczności stosowania dodatkowych układów pomiarowych położenia. Jednak w przypadku chwytaka robota przemysłowego nie można wykorzystać tej zalety. Spowodowane jest to tym, że układ sterujący, w momencie uchwycenia przedmiotu musi wydać rozkaz zatrzymania silnika, zaś stwierdzenie faktu zatrzymania ruchu końcówek chwytaka bez dodatkowego czujnika nie jest możliwe. Praca w układzie otwartym, gdzie informacja o położeniu wału pochodzi z licznika impulsów sterujących dla silnika grozi błędami przy uchwyceniu przedmiotu. Wynika to z tego, że chwytane detale różnią się od siebie wymiarami, a zatem występuje różnica w liczbie skoków silnika zapewniających prawidłowe uchwycenie. Jedynym urządzeniem, mogącym poinformować układ sterujący o konieczności zaprzestania przesyłania impulsów skoków, jest czujnik siły nacisku. Jego zadaniem, po przekroczeniu zadanej siły chwytu, jest zablokowanie dalszych skoków silnika, aby nie doszło do zgubienia impulsu. Ponadto praca w układzie otwartym z wykorzystaniem licznika wymaga dodatkowego zabiegu po włączeniu zasilania, jakim jest wyzerowanie stanu licznika w jednej ze skrajnych pozycji końcówek chwytanych. Dodatkowo potrzebny jest też układ zabezpieczający przed skutkami przypadkowego zgubienia przez silnik impulsu w trakcie procesu chwytania. Brak takiego układu grozi nieprawidłowym unieruchomieniem lub wypuszczeniem obiektu, a w skrajnym przypadku nawet zupełnym brakiem chwytu (brakiem kontaktu końcówek z obiektem). Należy

również pamiętać o tym, że silniki skokowe przy pracy „start-stopowej” rozwijają znacznie mniejsze prędkości niż silniki prądu stałego, oraz wymagają bardziej rozbudowanego układu sterowania.

Istnieją zatem istotne przeciwwskazania do bezkrytycznego wykorzystania silników skokowych w napędach chwytaków, zwłaszcza przy braku dodatkowych czujników. Można je jednak z powodzeniem stosować do napędu chwytaków w określonych, stabilnych warunkach pracy, głównie ze względu na ich pozostałe właściwości użytkowe, takie jak: wysoki moment przy wolnych obrotach, pełna kontrola nad prędkością obrotową wału silnika oraz występowanie momentu przy postoju (chwycie) bez żadnych dodatkowych zabiegów, pierwsze z nich pozwala na zmniejszenie rozmiarów reduktora, a nawet całkowite eliminowanie konieczności jego stosowania. Do napędu chwytaka nadają się zwłaszcza silniki pracujące przy wyższych częstotliwościach przełączeń i przy mniejszym skoku podstawowym, np. silniki reluktancyjne. Jednak momenty rozwijane przez te silniki są znacznie mniejsze od uzyskiwanych z silników magnetoelektrycznych.

Przedstawione rozważania prowadzą do wniosku, iż w przypadku chwytaka konieczne jest osiągnięcie przez silnik dużego momentu przy małym skoku. Właściwość taką posiadają wyłącznie silniki skokowe hybrydowe. Aby jednak w pełni wykorzystać zalety napędów elektrycznych, niezbędne jest zastosowanie dodatkowych czujników zamontowanych w chwytaku, dostarczających informacji potrzebnych do pracy układu sterującego, w szczególności informujących o położeniu wału silnika (pozycji końcówek chwytanych) [5]. W opisanym tam chwytaku zamontowano czujnik maksymalnego rozwarcia końcówek chwytanych oraz czujnik zamknięcia chwytaka (zwarcia końcówek).

W chwytaku, przedstawionym na rys. 3, użyto silnika skokowego FA-23-4-1 produkcji Przedsiębiorstwa Specjalnych Maszyn Elektrycznych Małej Mocy MIKROMA z Wrześni. Należy zaznaczyć, iż wymiary, masa i moc tego silnika nie są najlepiej dostosowane do potrzeb chwy-

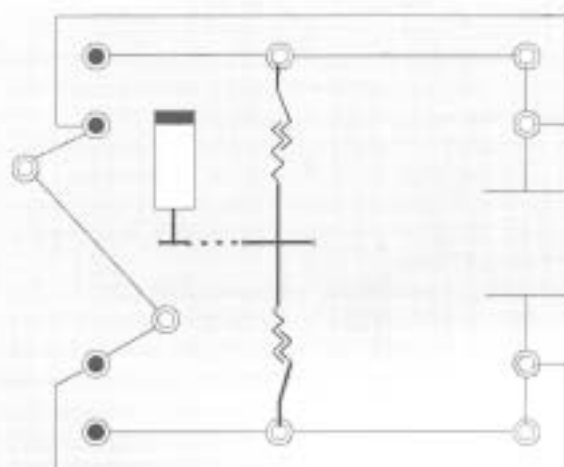


Rys. 3. Widok chwytaka z silnikiem skokowym

taka (trochę je przerastają), lecz posiada on odpowiedni moment napędowy i częstotliwość pracy. Dla silnika skokowego FA-23-4-1 wytwórca zaleca stosowanie z dostarczonym przez siebie gotowym układem elektronicznym o symbolu ESB-11-23, którego zadaniem jest dystrybucja prądu do poszczególnych faz silnika. Sygnały sterujące występujące w układzie to:

- sygnał z zewnętrznego generatora, informujący układ wykonawczy o żądanej prędkości obrotowej silnika (częstotliwości skoków),
- sygnał kierunku (stan wysoki tego sygnału oznacza obroty w lewo, niski w prawo),
- sygnał start/stop dla generatora, decydujący o tym, czy silnik obraca się, czy stoi.

W chwytaku elektrycznym z silnikiem skokowym (rys. 4) zaadaptowano konstrukcję chwytaka pierwotnie z napędem pneumatycznym. W nowym rozwiązaniu zamiast siłownika pneumatycznego zastosowano przekładnię, nadającą się do współpracy z silnikiem elektrycznym. Najodpowiedniejszym mechanizmem, zastępującym liniowe przemieszczenie tłoczyska siłownika pneumatycznego w napędach elektrycznych, są przekładnie, które bezpośrednio zmieniają ruch obrotowy silnika na ruch li-



Rys. 4. Schemat układu przeniesienia napędu w chwytaku elektrycznym

niowy. W tym celu wykorzystywane są dwa rodzaje przekładni: zębniak-zębata i przekładnia śrubowa.

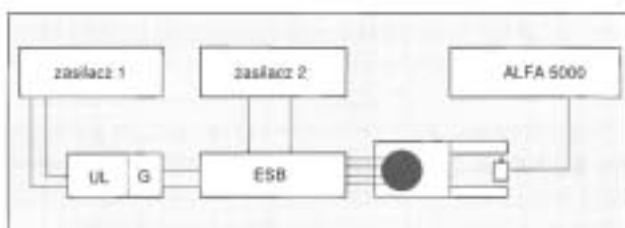
W omawianym chwytaku z silnikiem skokowym zastosowano układ redukcji prędkości oraz mechanizm śrubowy, przy czym śruba ma osobne 2 sekcje z gwintem lewo- i prawoskrętnym, a każde z nich współpracuje z osobną nakrętką. Dzięki temu, kiedy śruba obraca się to dwie nakrętki, połączone z układem kinematycznym dźwigni chwytaka, powodują, zależnie od kierunku obrotu silnika, zwieranie lub rozwieranie końcówek chwytanych. W układzie przeniesienia napędu z silnika na śrubę wykorzystano przekładnię z pasem zębatym. W ten sposób za pośrednictwem przekładni silnik skokowy przenosi moment $M_{sk} = 213 \text{ mNm}$.

W układzie zastosowano śrubę samohamowną, co umożliwia, po chwilowym dostarczeniu odpowiedniej siły na końcówki chwytaka, zmniejszenie momentu wywieranego przez silnik do wartości niezbędnej do skompensowania luzów w przekładniach, a mechanizm pozostanie

w zadanej pozycji chwytu. Samohamowność śruby jest szczególnie ważna dla silników prądu stałego, które nie powinny pracować przy zatrzymanym wałku.

BADANIE CHWYTAKA Z SILNIKIEM SKOKOWYM

W celu dokonania pomiarów wartości siły chwytu na końcówkach chwytanych zestawiono układ pomiarowy, rys. 5.

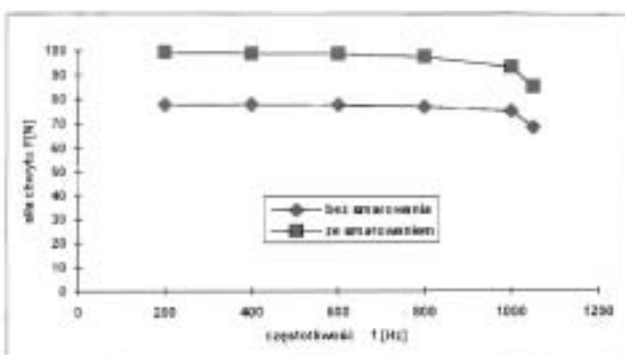


Rys. 5. Układ do pomiaru siły chwytu chwytaka z silnikiem skokowym

Tabela 1. Czasy zamykania końcówek chwytanych

częstotliwość [Hz]	200	400	600	800	1000	1050
czas [s]	10,9	5,4	3,6	2,7	2,1	2

Siłę chwytu zmierzono czujnikiem siły w zależności od częstotliwości generatora i współczynnika tarcia między nakrętkami a śrubą. Wykonano serie pomiarów siły dla każdej częstotliwości, a następnie wszystkie pomiary powtórzono po zaaplikowaniu do przekładni kilku kropli oliwy między nakrętki a śrubę. Pełne zestawienie uzyskanych wyników przedstawia rys. 6, natomiast zebrane podstawowe parametry chwytaka elektrycznego z silnikiem skokowym w tabl. 2.



Rys. 6. Wykres zmian siły chwytu w zależności od częstotliwości

Tabela 2. Parametry chwytaka z napędem elektrycznym

Parametry chwytaka	Wartość
Przełożenie pasowej przekładni zębatej	60/20
Skok śruby [mm]	0,5
Masa chwytaka [kg]	1,4
Zakres ruchu końcówek [mm]	65
Siła chwytu [N]	80
Czas zamykania/otwierania [s]	3,0

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań przedstawić można następujące uwagi oraz wnioski:

- minimalne napięcie potrzebne do uruchomienia silnika wynosi 10 V,
- zatrzymanie ruchu następuje natychmiast po wystąpieniu sygnału STOP (ręcznego lub z czujnika krańcowego),
- przy obciążeniu wału dużym momentem, utrudniającym silnikowi swobodne wystartowanie, następuje krótka seria nieregularnych skoków w zadanym kierunku, po czym (o ile moment zmaleje) silnik pracuje prawidłowo,
- przy obciążeniu wału tak dużym momentem, że silnik nie jest w stanie go pokonać, następuje krótki skok w kierunku zadanym i zatrzymanie, zaś po wyłączeniu napięcia wymuszającego następuje powrót do pozycji początkowej,
- uzyskano zadowalającą wartość siły chwytu (od 80 N do 100 N), zależną jednak od warunków pracy przekładni śrubowej,
- wadą chwytaka z silnikiem skokowym jest jego duża masa, wynikająca z masy samego silnika, $m_s = 0,65$ kg.

Celowe jest kontynuowanie prac związanych z budową chwytaków elektrycznych z silnikiem skokowym, polegających na optymalnym doborze silnika, użyciu układu pomiaru położenia końcówek chwytanych oraz budowie układu sterowania chwytakiem.

BIBLIOGRAFIA:

- [1] Pham D.T., Heginbotham W.B.: Robot Grippers. IFS (Publications) Ltd., Bedford 1986
- [2] Barczyk J.: Urządzenia chwytające robotów przemysłowych. W monografii „Podstawowe problemy współczesnej techniki”, t. XXV Robotyka, PWN 1987
- [3] Barczyk J.: Klasyfikacja układów przeniesienia napędu w chwytakach robotów przemysłowych. I Krajowa Konferencja Robotyki. Prace Naukowe Instytutu Cybernetyki Technicznej Politechniki Wrocławskiej, nr 67, str. 3-14. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej Wrocław 1985
- [4] Barczyk J.: Wybrane problemy budowy chwytaków z napędem elektrycznym. V Krajowa Konferencja Robotyki. Prace Naukowe Instytutu Cybernetyki Technicznej Politechniki Wrocławskiej, nr 96, str. 307-314. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej Wrocław 1996
- [5] Kaczmarek P., Polecki P.: Projekt chwytaka z napędem elektrycznym. Praca dyplomowa. Instytut Automatyki i Robotyki Politechniki Warszawskiej. Warszawa 1996

Seminarium Robotyka w dydaktyce

W dniu 17 czerwca 1997 roku odbyło się seminarium nt. Robotyka w dydaktyce, zorganizowane przez Komitet Robotyki Polskiego Stowarzyszenia Pomiarów, Automatyki i Robotyki POLSPAR wspólnie z Przemysłowym Instytutem Automatyki i Pomiarów.

Seminarium to nawiązywało do paneli dyskusyjnych poświęconych problemom dydaktyki, organizowanych na Krajowych Konferencjach Robotyki od 1985 roku oraz do zorganizowanego w 1992 roku w Instytucie Automatyki Przemysłowej Politechniki Warszawskiej seminarium Robotyka edukacyjna.

Podstawowym celem seminarium Robotyka w dydaktyce było przeprowadzenie dyskusji nad programami kształcenia, wyposażeniem laboratoryjnym, kierunkami rozwoju nauczania w zakresie robotyki oraz możliwościami zatrudniania absolwentów.

W obradach seminarium Robotyka w dydaktyce wzięły udział 33 osoby, w tym 21 przedstawicieli krajowych uczelni technicznych (Akademia Górniczo-Hutnicza, Politechnika Białostocka, Politechnika Gdańska, Politechnika Krakowska, Politechnika Łódzka, Politechnika Poznańska, Politechnika Śląska, Politechnika Warszawska, Politechnika Wrocławska oraz Wojskowa Akademia Techniczna). Obszerny program seminarium obejmował 14 wystąpień przedstawicieli uczelni technicznych oraz 3 wystąpienia pracowników PIAP.

Uczestników seminarium powitał dyrektor PIAP doc. dr inż. Stanisław Kaczanowski, a następnie w krótkim wystąpieniu przedstawił podstawowe kierunki działań w zakresie robotyki Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów oraz wkład Instytutu do procesu kształcenia na kierunku Automatyka i Robotyka. Zastępca Dyrektora ds. Badawczo-Rozwojowych PIAP dr inż. Jan Jabłkowski przedstawił genezę powstania oraz główne założenia programowe miesięcznika naukowo-technicznego POMIARY – AUTOMATYKA – ROBOTYKA i zaprosił do współpracy z jedynym w kraju pismem uwzględniającym w swoim profilu robotykę.

Referat wprowadzający 10 lat kształcenia na kierunku Automatyka i Robotyka wygłosił prof. Adam Morecki. Następnie kształcenie w zakresie robotyki na Akademii Górniczo-Hutniczej omówił prof. Józef Giergieł, a na Politechnice Szczecińskiej – prof. Jerzy Honczarenko. Problematykę kształcenia na kierunku Automatyka i Robotyka na Politechnice Gdańskiej przedstawił

prof. Franciszek Milkiewicz z Wydziału Elektrotechniki i Automatyki oraz prof. Janusz Nowakowski z Wydziału Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki. O problemach kształcenia w zakresie automatyki i robotyki na Politechnice Poznańskiej mówił dr inż. Jarosław Warczyński. Prof. Józef Wojnarowski z Katedry Mechaniki Robotów i Maszyn Politechniki Śląskiej problem kształcenia robotyków przedstawił na ogólnym tle edukacji politechnicznej w Polsce.

Po krótkiej przerwie obrady seminarium rozpoczęło wystąpienie mgra inż. Zbigniewa Piłata, który przedstawił ofertę PIAP w zakresie wyposażenia dydaktyczno-badawczego laboratorium automatyki i robotyki. Z Politechniki Wrocławskiej zaprezentowano dwa referaty: prof. Krzysztofa Tchonja z Instytutu Cybernetyki Technicznej oraz dra inż. Henryka Chrostowskiego z Instytutu Technologii Maszyn i Automatyki. Kształcenie w zakresie robotyki na Politechnice Łódzkiej przedstawił dr hab. inż. Piotr Ostalczyk.

W trzeciej części seminarium zgrupowano referaty przedstawicieli Politechniki Warszawskiej, na której kształcenie na kierunku Automatyka i Robotyka prowadzone jest na sześciu wydziałach. Referaty wygłosili: prof. Adam Morecki (Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa), prof. Jan Szlagowski (Instytut Maszyn Roboczych Ciężkich), prof. Koczara (Wydział Elektryczny) i dr inż. Wierczyński (Instytut Automatyki i Robotyki).

PIAP przygotował stanowisko informacyjne, na którym uczestnicy seminarium mogli otrzymać okazowe numery miesięcznika PAF, materiały z konferencji organizowanych przez PIAP, ulotki informacyjne PIAP oraz kilku uczelni technicznych.

W podsumowaniu seminarium prof. Adam Morecki stwierdził, że prezentacje oraz dyskusja i pytania do referentów potwierdzają celowość powołania kierunku kształcenia Automatyka i Robotyka. W procesie kształcenia na wielu uczelniach nastąpiło zbliżenie zespołów naukowo-dydaktycznych oraz specjalistów z zakresu mechaniki i elektroniki. Już obecnie wykształcono wielu specjalistów, przygotowanych do automatyzacji i robotyzacji przemysłu – niestety, jak wykazują wrywkowe badania, ściśle w zakresie szeroko rozumianej robotyzacji pracuje niewielu absolwentów tego kierunku.

Jan Barczyk

System pomiarowy do badania niedokładności kinematycznej drobnomodułowych przekładni zębatych

dr inż. Wiesław Czerwiec
Instytut Mikromechaniki i Fotoniki
Politechniki Warszawskiej

Opisano strukturę, zasadę działania i sposób sterowania systemu pomiarowego do badania niedokładności kinematycznej metodą współpracy jednostronnej drobnomodułowych kół i przekładni zębatych.

Ocena dokładności wykonania drobnomodułowych kół i przekładni zębatych jest trudna ze względu na brak wyspecjalizowanego (dla małych modułów i średnic kół) sprzętu pomiarowego oraz czasochłonność pomiarów i przetwarzania ich wyników z użyciem aparatury uniwersalnej. W praktyce zatem ocena geometrii zębów i kół drobnomodułowych ograniczona jest najczęściej do pomiarów bicia promieniowego i np. pomiaru przez n zębów albo odchyłek podziałki zasadniczej. Takie pomiary często nie wystarczają do oceny spodziewanej poprawności działania, zwłaszcza przekładni mierniczych, nastawczych i niektórych napędowych (szczególnie bardziej obciążonych i o dużej prędkości obrotowej). W tych przypadkach dobrym sposobem oceny jakości przekładni może być doświadczalne wyznaczenie i następnie analiza jej funkcji odchylenia kinematycznego.

Postęp w budowie dokładnych przetworników położenia kąowego umożliwia obecnie budowanie układów do pomiarów i rejestracji odchylenia kinematycznego przekładni metodą bezpośrednią [1], czyli przez porównanie położenia kątowego kół zębatych – wzorcowego i badanego, przy ich współpracy jednostronnej [12]. Wybór odpowiednich przetworników jest uwarunkowany niezbędną dokładnością pomiaru, a ta bezpośrednio wynika z dopuszczalnych wartości odchyłek kinematycznych badanych kół zębatych. Wartości te, zawarte w normie [13], są zależne od klasy dokładności i wymiarów geometrycznych kół. W tabeli 1 zamieszczono dopuszczalne wartości odchyłki kinematycznej dla wybranych klas dokładności i średnic podziałowych kół (w zakresie modułów 0,5-1 mm), przeliczonych z wartości liniowych, które podaje norma, na wartości przemieszczeń kątowych [2].

Większa rozdzielczość kątowa, jak wynika z tabeli, jest wymagana w pomiarach kół o większej średnicy podziałowej (większej liczbie zębów) i oczywiście w dokładniejszych klasach wykonania.

Wartości kątowe odchyłek podane w tabeli są maksymalnymi dopuszczalnymi w danej klasie, zatem mierzone przyrosty kątów mogą być w praktyce mniejsze. Biorąc ponadto pod uwagę możliwość identyfikowania zmian odchyłki kinematycznej w zakresie jednej podziałki przyjęto, że rozdzielczość i dokładność przetworników kąta, użytych w układach do pomiarów odchylenia kinematycznego, nie powinna być gorsza niż 1".

Tabela 1. Dopuszczalne odchyłki kinematyczne F w mierze kątowej

Klasa dokładności	Średnica podziałowa [mm]					
	5...20		20...32		32...50	
3	9'37,54"	2'25,38"	2'45,01"	1'43,13"	1'55,92"	1'14,25"
4	11'00,04"	2'45,01"	3'05,63"	1'55,92"	2'08,91"	1'22,50"
5	13'45,50"	3'26,26"	3'46,89"	2'21,70"	2'34,69"	1'39,01"
6	16'30,07"	4'28,14"	4'28,14"	2'47,48"	3'00,48"	1'55,50"
7	19'15,08"	4'48,77"	5'09,39"	3'13,27"	3'26,26"	2'12,01"
8	23'22,60"	5'50,65"	6'11,27"	3'46,89"	4'07,51"	2'36,76"

W Instytucie Mikromechaniki i Fotoniki (dawniej Instytut Konstrukcji Przyrządów Precyzyjnych i Optycznych) od lat prowadzone są prace, w których niezbędne było m.in. określanie dokładności przeniesienia ruchu kątowego przez człony przekładni drobnomodułowych jedno- i wielostopniowych [3, 4, 5, 6, 7, 8]. W tym celu budowano stanowiska i układy pomiarowe do wyznaczania funkcji odchylenia kinematycznego przekładni metodą współpracy jednostronnej. Były one początkowo zestawiane z wykorzystaniem zespołów i torów pomiarowych innych stanowisk badawczych [9, 10], a w wyniku uzyskanych doświadczeń, zbudowano wyspecjalizowane stanowisko do badania niedokładności kinematycznej drobnomodułowych przekładni zębatych.

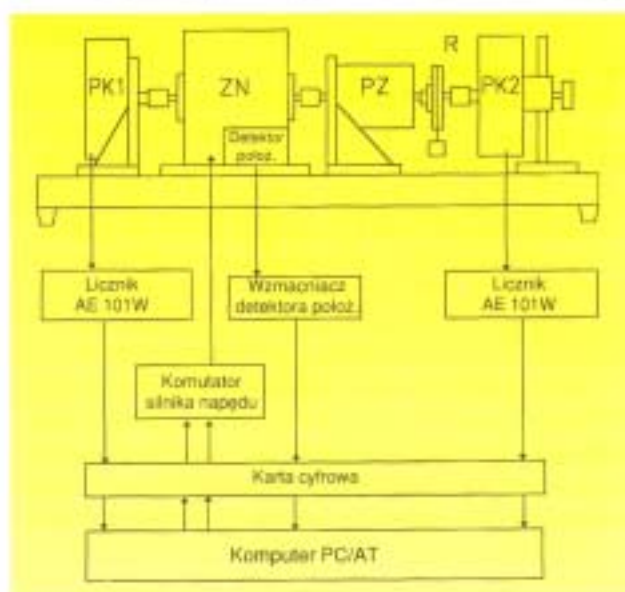
BUDOWA I DZIAŁANIE SYSTEMU POMIAROWEGO

Projektując system pomiarowy do badania odchylenia kinematycznego przekładni założono że:

- dokładność pomiaru położenia kątowych członów wejściowego i wyjściowego przekładni będzie nie gorsza niż 1",
- sterowanie pomiarami, akwizycja wyników, ich przetwarzanie i rejestracja będzie się odbywać w sposób automatyczny, według zadanego algorytmu działania,
- rezultaty badań powinny być prezentowane w postaci tablic i wyn. resów.

W zbudowanym systemie pomiarowym można wyodrębnić: stanowisko pomiarowe (część mechaniczna) i układ pomiarowy, sterowany mikrokomputerem.

Stanowisko pomiarowe zbudowano w postaci modułowej, z wyodrębnionymi zespołami mocowanymi na wspólnym łożu. Taki sposób realizacji sprawdził się we wcześniejszych konstrukcjach stanowisk opracowanych w IKPIO [5, 6, 7, 8, 9, 10], ze względu na możliwości zmian konfiguracyjnych zestawianych systemów pomiarowych (także z użyciem zespołów innych stanowisk). Schemat blokowy systemu pomiarowego w podstawowej konfiguracji jest przedstawiony na rys. 1.

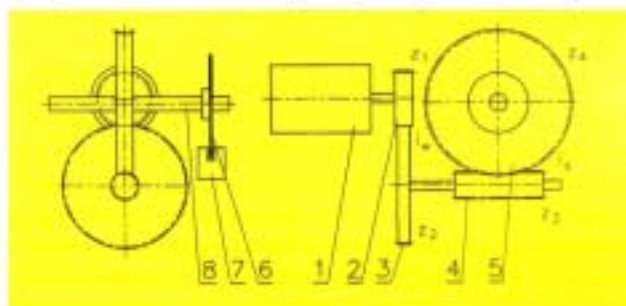


Rys. 1. Uproszczony schemat blokowy systemu pomiarowego

Badana przekładnia zębata PZ ma wałek wejściowy sprzęgnięty z zespołem napędu ZN, a za jego pośrednictwem z przetwornikiem położenia kąowego PK1. Człon wyjściowy badanej przekładni jest połączony z drugim przetwornikiem kąta PK2. Współpraca jednostronna członów badanej przekładni jest zapewniona przez układ zadawania momentu kasującego luz obwodowy. Może to być, jak na rys. 1, rolka R z ciężnem i obciążnikiem lub silnik momentowy (do zadawania momentu czynnego), albo elektromagnetyczny hamulec proszkowy (do zadawania momentu hamującego – biernego).

Najważniejszą rolę w stanowisku spełniają tory pomiaru i akwizycji kąta obrotu. Zastosowano w nich przetworniki obrotowo-impulsowe z wzorcem inkrementalnym typu IDW-2 o rozdzielczości 0,5°, produkcji firmy Jeniotik. Sygnał z tych przetworników jest przetwarzany w mikroprocesorowych układach liczników typu AE 101 W. Liczniki są wyposażone w cyfrowe wskaźniki wartości mierzonych kątów (w wybranym układzie jednostek), a na ich gniazdach wyjściowych jest podawana wartość kąta w postaci cyfrowej w kodzie BCD (standard IEC-625). Umożliwia to łatwą akwizycję wyników pomiarów kąta przez wprowadzenie ich do pamięci komputera za pośrednictwem karty cyfrowej typu LC-055, prod. firmy Ambex (jedna odpowiednio oprogramowana karta obsługuje oba tory pomiarowe).

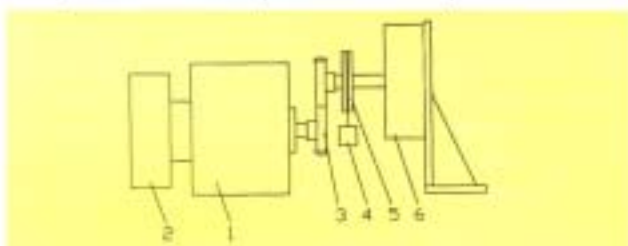
Zastosowany w stanowisku zespół napędu ZN umożliwia napęd badanej przekładni według zadanego programu pomiarów. Schemat tego zespołu pokazano na rys. 2.



Rys. 2. Schemat kinematyczny zespołu napędu

Napęd jest realizowany za pomocą silnika skokowego 1, na wałku którego jest osadzony zębik 2, współpracujący z kołem zębatym 3 przekładni walcowej. Koło 3 jest osadzone na wałku ślimaka 4, napędzającego ślimacznice 5, związaną z wałkiem wyjściowym 8. Na wałku tym umieszczona jest także tarcza kodowa 6, współpracująca z optoelektronicznym detektorem położenia zerowego 7 (sygnał z detektora może być wprowadzony do wejścia komputera za pośrednictwem karty cyfrowej). Precyzyjnie ułożony wałek 8 napędza człon wejściowy badanej przekładni i łączy go z przetwornikiem kąta PK1. Przełożenie dwustopniowej przekładni zespołu napędowego wynosi 108, co w przypadku użycia silnika skokowego o nominalnym kącie skoku $1,8^\circ$ daje rozdzielczość ruchu kąowego wałka wyjściowego równą $1'$. Silnik skokowy zespołu napędu jest zasilany z komutatora, sterowanego sygnałami kierunku i taktującymi z komputera, za pośrednictwem karty cyfrowej. Umożliwia to programowe zadawanie określonych położenia kąowych (punktów pomiarowych) członu wejściowego badanej przekładni.

W przypadku wyznaczania odchylenia kinematycznego koła, tzn. we współpracy koła badanego z kołem wzorcowym (kontrolnym), możliwa jest konfiguracja stanowiska przedstawiona w uproszczeniu na rys. 3.



Rys. 3. Konfiguracja stanowiska do badań odchylenia kinematycznego koła

Koło wzorcowe 3 jest wówczas mocowane bezpośrednio na wałku wyjściowym zespołu napędu 1, zblokowanego z przetwornikiem kąta 2. Koło badane, wraz z obciążnikowym układem zadawania momentu kasującego luz obwodowy 4 i 5, mocuje się na wałku drugiego przetwornika kąta 6.

Systemem pomiarowym steruje specjalnie opracowany program (autor: mgr inż. A. Chrostowski), napisany w języku Borland Pascal z użyciem biblioteki Turbo Professional v. 5.0 oraz z wykorzystaniem funkcji uniwersalnego drivera karty LC-055. Program jest napisany z rozbiorem na wyodrębnione procedury, z których są tworzone algorytmy obsługowe i pomiarowe. Taki układ pozwala na łatwe modyfikowanie algorytmów sterowania systemem pomiarowym i przetwarzaniem danych w zależności od aktualnych potrzeb badawczych.

Program umożliwia:

- testowanie połączeń systemu pomiarowego,
- wybór typu i liczby dołączonych liczników kąta (jeden lub dwa),
- inicjację pracy przetworników położenia kąowych,
- detekcję zerowego położenia wałka zespołu napędu,
- sterowanie ruchem badanej przekładni według zadanego algorytmu,
- automatyczną rejestrację zadanych położenia kąowych członu wejściowego badanej przekładni (koła napędzającego) oraz odpowiadających im położenia kąowych członu wyjściowego (koła napędzanego),

- obliczanie wyników pomiarów i ich rejestrację,
- edycję rezultatów badań w postaci tablic i wykresów.

Po uruchomieniu programu wykonywany jest test inicjujący działanie przetworników obrotowo-impulsowych i sprawdzający poprawność działania sterownika silnika skokowego zespołu napędu. Następnie, wprowadza się informację o liczbie tórów pomiaru kąta, bowiem w przypadku badania reduktorów o dużym przełożeniu można zrezygnować z przetwornika kąta na wejściu reduktora, realizując pomiar kąta przez zliczanie skoków silnika napędu (pozwala to skrócić czas pomiaru). Możliwy jest także wybór typu stosowanych przetworników kąta – IDW lub IGR (o mniejszej rozdzielczości).

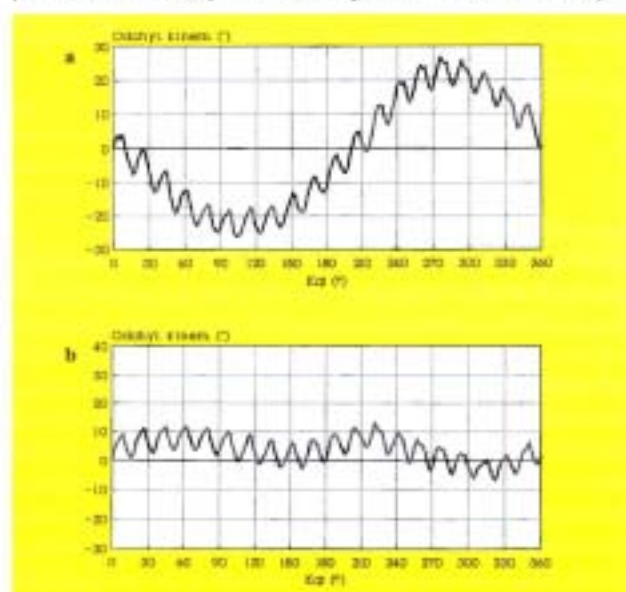
Po wprowadzeniu informacji o zakresie kątowym ruchu członu wejściowego przekładni i przełożeniu, zadaje się liczbę punktów pomiarowych i wówczas programowo ustalana jest liczba impulsów sterujących silnikiem skokowym, odpowiednia do zakresu ruchu kąowego między punktami pomiarowymi.

Po uruchomieniu cyklu pomiarowego, na ekranie monitora przez cały czas znajdują się niezbędne informacje dotyczące aktualnych parametrów pracy i wyniki bieżących pomiarów. Wartości odchylenia kinematycznego w poszczególnych punktach pomiarowych są programowo wyznaczane jako różnice położenia kątowego członu wejściowego i wyjściowego badanej przekładni. Rezultaty pomiarów mogą być przeglądane w postaci tabelarycznej lub jako wykresy odchylenia kinematycznego w funkcji kąta obrotu członu wejściowego badanej przekładni (jest też dostępna możliwość przeglądania fragmentów wykresu w powiększeniu).

Opisany system pomiarowy do wyznaczania funkcji odchylenia kinematycznego drobnomodulowych przekładni zębatach z wykorzystaniem metody współpracy jednostronnej okazał się bardzo przydatnym, uniwersalnym narzędziem do badań i oceny niedokładności kinematycznej, zarówno pojedynczych kół zębatach (z użyciem kół kontrolnych) jak też przekładni wielostopniowych – reduktorów. Modułowa struktura systemu umożliwia jego elastyczne konfigurowanie, co okazało się bardzo wygodne w badaniach różnorodnych przekładni o odmiennych schematach kinematycznych i rodzajach kół zębatach (np. walcowych, ślimakowych, spiroidalnych, falowych) [3].

Badania odchylenia kinematycznego drobnomodulowych kół zębatach są utrudnione, jednak nie ze względu na strukturę układu pomiarowego lecz z powodu trudności i kosztów wykonania kół kontrolnych (wzorcowych) w odpowiednio wysokich klasach dokładności. W ramach prowadzonych prac [4, 11], próbowano oszacować jakość wykonywanych kół, badając odchylenie kinematyczne jednostopniowej przekładni zestawionej z kół wykonanych taką samą powtarzalną technologią (np. dwa sąsiednie koła z pakietu). W przypadku takich pomiarów bez koła wzorcowego należy pamiętać, że charakter uzyskanej funkcji zależy od wzajemnego kąowego położenia wypadkowych mimośrodowości współpracujących kół. Ilustracją tego może być rys. 4, na którym pokazano dwa wykresy odchylenia kinematycznego przekładni, zestawionej z dwu tych samych kół ale zazębionych w dwóch różnych wzajemnych położeniach kątowych [11]. Widoczne są różnice w wartościach amplitud pierwszych harmonicznych uzyskanych przebiegów: maksymalnej (wykres a) i minimalnej (b).

Przedstawiony system pomiarowy działa poprawnie, jest łatwy w obsłudze, a uzyskiwane wyniki pomiarów są powtarzalne. Dzięki zautomatyzowaniu sterowania po-



Rys. 4. Wykresy odchylenia kinematycznego przekładni zestawionej z jednakowych kół

miarami i rejestracji wyników, wyeliminowane zostały błędy przypadkowe z winy obsługi, ponadto radykalnie skrócono czas wykonywania badań. Korzystne jest także bieżące monitorowanie przebiegu pomiarów, co pozwala na kontrolę poprawności działania systemu. Digitalizacja i tablicowanie wyników badań, zapisywanych także w kodzie ASCII, umożliwiają dalsze ich przetwarzanie z użyciem wyspecjalizowanych programów graficznych oraz pozwalają na ich analizę statystyczną.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Hajda J., Gazdecki A., Wołński W.: Ocena dokładności kół zębatach metodą współpracy jednostronnej przy wykorzystaniu prototypowej maszyny. Materiały Konferencji „Koła zębata KZ'93”. Poznań 1993, s. 12-19.
- [2] Brzeczowski S.: Konstrukcja stanowiska do badania współpracy jednostronnej drobnomodulowych kół zębatach. Praca dyplomowa. Politechnika Warszawska, rok ak. 1992/93.
- [3] Mrugański Z. (kier.): Optymalizacja dokładności kinematycznej systemów napędowych w urządzeniach precyzyjnych. Projekt badawczy KBN nr 7 101 065 07. Warszawa 1996.
- [4] Oleksuk W. (kier.): Drobnomodulowe ewolwentowe przekładnie zębata o niesymetrycznym uzębieniu. Projekt badawczy KBN nr 7 7043 91 02. Warszawa 1990.
- [5] Mrugański Z., Czerwiec W.: Badania wybranych cech użytkowych drobnomodulowych przekładni zębatach. PAK nr 11/1995, s. 312-316.
- [6] Czerwiec W., Oleksuk W.: Badania drobnomodulowych kół zębatach z próbków żelaza. XVII Sympozjum Podstaw Konstrukcji Maszyn. Nalec 1995. Referaty naukowe cz. 1 s. 199-204. Wyd. Lubelskie Towarzystwo Naukowe, Lublin 1995.
- [7] Czerwiec W., Oleksuk W.: MEASURING STAND FOR INVESTIGATION OF KINEMATIC ACCURACY OF TOOTHED GEAR. CONSTRUCTIA DE MASINI, Anul XLVII, No. 10-11/1995, s. 50-52.
- [8] Czerwiec W., Oleksuk W., Goldfarb W.: An instrumental setup for measurements of kinematic accuracy of the spiroidal gear. International Symposium PROGRESSIVE GEARINGS. Izewsk (Rosja) 1994, s. 60-65.
- [9] Mrugański Z. i in.: Pomiary momentu chwilowego drobnomodulowych przekładni zębatach. II Konferencja MECHATRONIKA '94 Warszawa 1994. Materiały konferencyjne s. 234 - 237.
- [10] Czerwiec W.: Stanowisko pomiarowe do badań statycznych właściwości silników skokowych. VII Sympozjum MIKROMASZyny I SERWONAPĘDY. Materiały konferencyjne t.II, s. 84-94. Książ 1992.
- [11] Oleksuk W., Czerwiec W.: Drobnomodulowe koła zębata z próbków spiekanych. Międzynarodowa Konferencja KOŁA ZEBATE '96 [GEARS '96]. Poznań - Kiekrz. Materiały konferencyjne s. 277-283.
- [12] Norma PN-79/M-88521. Przekładnie zębata ewolwentowe równoległe walcowe. Dokładność wykonania. Nazwy, określenia i parametry.
- [13] Norma PN-81/M-88522.01. Przekładnie zębata walcowe drobnomodulowe. Dokładność wykonania.

Zrobotyzowane gniazdo do obróbki plastycznej

mgr inż. Piotr Skrzypczyński,
mgr inż. Jarosław Wąsikowski
Katedra Automatyki, Robotyki i Informatyki
Instytutu Technologii Materiałów
Politechniki Poznańskiej

W niniejszej pracy przedstawione zostało zrobotyzowane gniazdo produkcyjne przeznaczone do zadań obróbki plastycznej. Złożone jest ono z prasy hydraulicznej PH-4, robota przemysłowego Rb-60 oraz oprzyrządowania pomiarowego. Praca gniazda jest nadzorowana i sterowana przy pomocy oprogramowania działającego na komputerze PC, które zapewnia możliwość oceny stanów niebezpiecznych w pracy maszyny oraz kontroli prawidłowości przebiegu procesu technologicznego. Zaprezentowano strukturę systemu pomiarowo-sterującego oraz oprogramowanie.

W przemysłowych gniazdach produkcyjnych zawierających prasy do obróbki plastycznej obsługiwane ręcznie, operatorzy tych maszyn sprawują mimowolną kontrolę przebiegu procesu technologicznego poprzez obserwację obrabianego przedmiotu, czy też ocenę odgłosu pracy maszyny. W zautomatyzowanych i zrobotyzowanych systemach produkcyjnych pozbawionych stałego nadzoru człowieka-operatora brak jest takich mechanizmów kontroli. W takich systemach, w przypadku gdy nastąpi np. uszkodzenie narzędzi czy niedotrzymanie pewnych parametrów procesu technologicznego, proces ten często przebiega dalej, co w konsekwencji może spowodować bardziej rozległe uszkodzenia elementów stanowiska (prasy, robotów lub innych maszyn) lub daleko trwale wytwarzanie przedmiotów niezgodnych z wymaganiami – braków [1, 2].

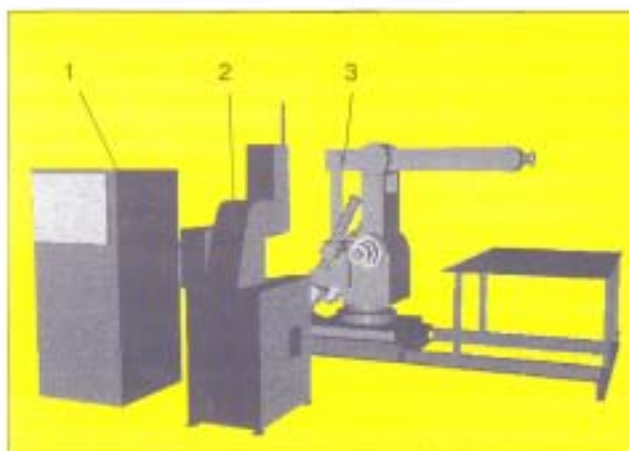
Dlatego też konieczne jest stworzenie systemu do automatycznej kontroli i nadzorowania przebiegu procesu technologicznego w zrobotyzowanych stanowiskach produkcyjnych.

W Zakładzie Obróbki Plastycznej Politechniki Poznańskiej zbudowano doświadczalne zrobotyzowane gniazdo technologiczne do obróbki plastycznej [3]. Stanowisko to przeznaczone jest do badania metod automatycznego nadzorowania i sterowania procesami technologicznymi w obróbce plastycznej metali. Jego głównymi elementami są uniwersalna prasa hydrauliczna PH-4 i robot przemysłowy IRb-60. Stanowisko wyposażone zostało w zestaw czujników zamontowanych na prasie i robocie, pozwalających na dokonywanie pomiarów wielkości istotnych dla prawidłowości pracy obu maszyn oraz przebiegu procesu technologicznego. Czujniki te podłączone są do przetworników pozwalających na wprowadzenie mierzonych wielkości do komputera klasy PC. Komputer ten jest istotnym elementem doświadczalnego gniazda produkcyjnego, gdyż pozwala na monitorowanie jego pracy oraz analizę przebiegu procesu technologicznego na podstawie pomiarów charakterystycznych wielkości. Budowa stanowiska umożliwia też sterowanie z poziomu komputera PC pracą prasy i robota poprzez ich wejścia cyfrowe.

Pozwala to na automatyczne (bez udziału operatora) eliminowanie niektórych sytuacji awaryjnych wynikających np. z wad półproduktów i kontynuowanie pracy stanowiska przy zapewnieniu wymaganych parametrów produkowanych wyrobów.

STANOWISKO BADAWCZE

Stanowisko badawcze zestawione zostało przy wykorzystaniu maszyn posiadanych już przez Zakład Obróbki Plastycznej oraz typowych elementów torów pomiarowych i sterujących. Ogólny wygląd stanowiska przedstawia rysunek 1. Poniżej podano krótką charakterystykę jego podstawowych elementów.



Rys. 1. Stanowisko badawcze: 1 – szafa sterownicza robota, 2 – prasa PH-4, 3 – robot IRb-60

Prasa hydrauliczna

Doświadczalna prasa PH-4 jest prasą hydrauliczną o nacisku maksymalnym 40 kN i prędkości ruchu suwaka do 50 mm/s. Prasa pozwala na ruchy suwaka w obu kierunkach z ograniczeniem siły (poprzez hydrauliczny zawór przelewowy) i ograniczeniem skoku suwaka (nastawianymi mikrowyłącznikami krańcowymi).

Instalacja elektryczna prasy PH-4 składa się z dwóch obwodów: wysokonapięciowego (zasilanie silnika napędowego i sterowanie rozdzielaczem hydraulicznym) i niskonapięciowego, obsługującego pulpit sterowania prasą, komunikację z urządzeniami zewnętrznymi, funkcje logiczne układu i sterującego pracą obwodu wysokonapięciowego.

Sterownik niskonapięciowy wykonany jest w technice przekaźnikowej opartej na przekaźnikach typu R-15 o napięciu zasilania 24 V i wysyła do panelu sygnalizacyjnego informacje o stanie prasy, a także odbiera sygnały z panelu przycisków i zespołu wyłączników krańcowych. Wszystkie funkcje sterownika mogą być wykonywane

zdalnie. Sterownik wysyła ponadto na zewnątrz sygnały o stanie prasy. Komunikacja zewnętrzna odbywa się w standardzie TTL. Dodatkowo prasa wyposażona jest w zewnętrzną dwukierunkową obsługę stopu awaryjnego.

Robot przemysłowy

Robot przemysłowy IRb-60 produkcji firmy ASEA składa się z części manipulacyjnej o udźwigu do 600 N i oddzielonej konstrukcyjnie szafy sterowniczej zawierającej moduły układu sterowania łącznie ze sterownikami mocy silników. Układ sterowania składa się z komputera, pamięci, wejść i wyjść do urządzeń zewnętrznych oraz modułów sterujących serwomechanizmami. Część kinematyczna dysponuje pięcioma stopniami swobody. W budowie robota nie wykonano żadnych istotnych zmian. Do komunikacji z urządzeniami zewnętrznymi wykorzystano istniejące wejścia i wyjścia cyfrowe. Jako dodatkowy element zaprojektowano i wykonano chwytak do wałków [3].

Chwytak napędzany elektromagnetycznie pozwala chwycić przedmioty cylindryczne o średnicach od 10 do 100 mm i posiada możliwość zabudowy przetworników pomiarowych.

Tory pomiarowe i sterujące

W większości procesów obróbki plastycznej metali najważniejszą informacją o poprawności przebiegu kształtowania niesie znajomość zależności siły w funkcji położenia narzędzi [5]. W prasach hydraulicznych możliwe jest zastąpienie pomiaru siły pomiarem ciśnienia oleju. Przetworniki ciśnienia są łatwiejsze w zabudowie od przetworników siły.

Układ pomiarowy prasy składa się z dwóch kanałów pomiarowych: ciśnienia oleju w instalacji hydraulicznej, co przy

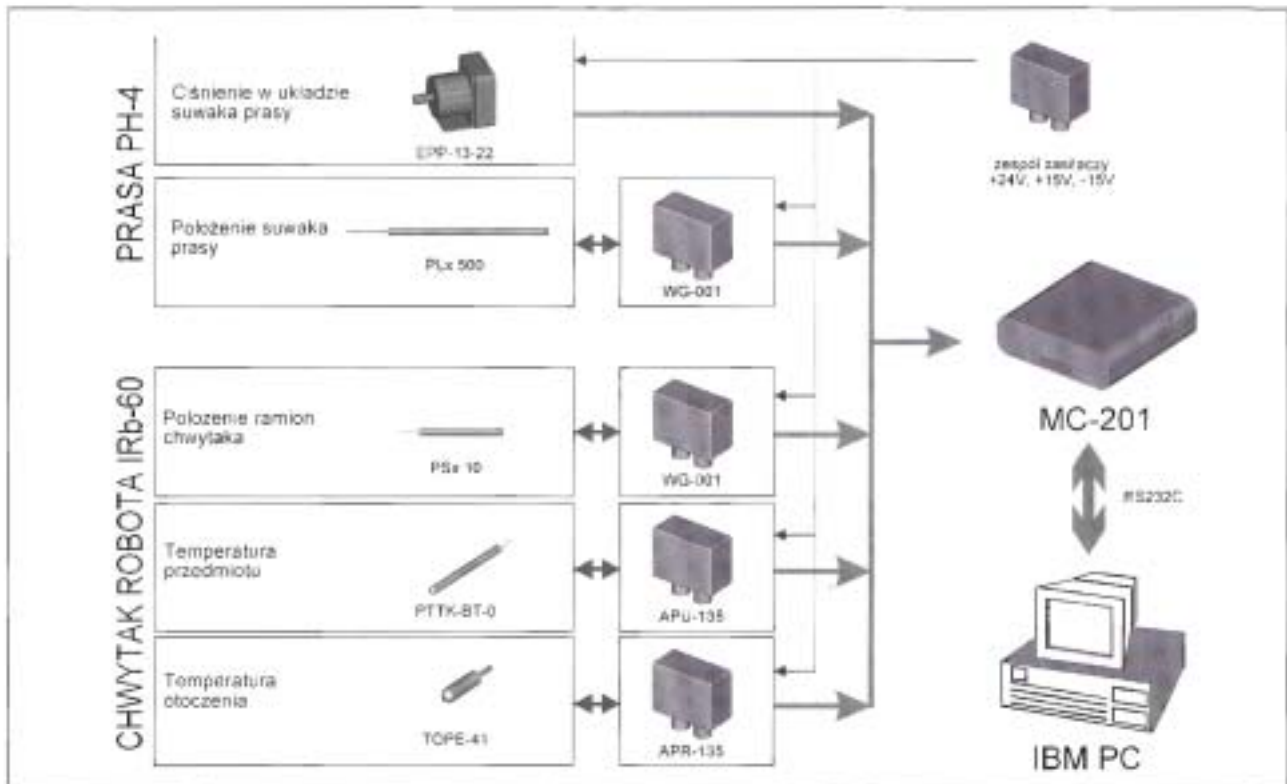
znanej średnicy cylindra i tłoczyska siłownika hydraulicznego jest równoznaczne z siłą działającą na suwak, oraz położenia suwaka. Tor pomiaru położenia suwaka składa się z generatora fali nośnej, transformatorowego przetwornika przemieszczeń liniowych Plx500 i wzmacniacza pomiarowego z filtracją fali nośnej (produkcji firmy Peltron).

Błąd liniowości przetwornika nie przekracza 0,1 % zakresu pomiarowego. Tor pomiaru ciśnienia zawiera tensometryczny membranowy przetwornik ciśnienia EPP-13-22 i kondycjoner sygnału. Błąd liniowości przetwornika wraz ze wzmacniaczem wynosi 0,6 % zakresu pomiarowego.

Konstrukcja chwytaka przewiduje możliwość zamontowania przetwornika przemieszczenia do pomiaru położenia ramion chwytanych oraz przetwornika temperatury do pomiaru temperatury przedmiotu.

Pomiar położenia końcówek chwytanych, oprócz kontroli zamknięcia chwytaka, pozwala na ocenę wymiaru przedmiotu chwytanego. Do pomiaru położenia końcówek chwytanych użyto transformatorowego przetwornika przemieszczeń liniowych PSx10 firmy. Przetwornik pomiarowy posiada maksymalną odchyłkę liniowości 0,2 % zakresu pomiarowego, co pozwala mierzyć wymiar przedmiotu z dokładnością 0,1 mm. Do pomiaru temperatury przewidziano przetwornik termoelektryczny PTTK-BT-0 z termoelementem o zakresie pomiarowym 0 – 1000 °C. Do przetwornika dołączony jest zasilacz-wzmacniacz APU-135 o zakresie pomiarowym 0 – 400 °C. Układ pozwala na pomiar temperatury przedmiotu w zakresie 0 – 400 °C z dokładnością 2 °C.

Nadrzędnym urządzeniem układu sterowania stanowiskiem jest komputer klasy PC wyposażony w dwa dodatkowe porty RS232. Poprzez te porty następuje komunikacja z urządzeniami MC-201 i MC-110, oba produkcji



Rys. 2. Schemat toru pomiarowego

firmy Mescomp. W części analogowej układu sterowania sygnały pomiarowe ze wszystkich przetworników przetworzone na standard 0–10 V (przez wzmacniacze pomiarowe) są następnie przetwarzane do postaci cyfrowej w przenośnym rejestratorze sygnałów pomiarowych MC-201. Rejestrator ten jest w istocie ośmiokanałowym przetwornikiem analogowo-cyfrowym o rozdzielczości 12 bitów i dokładności 0,1 % zakresu.

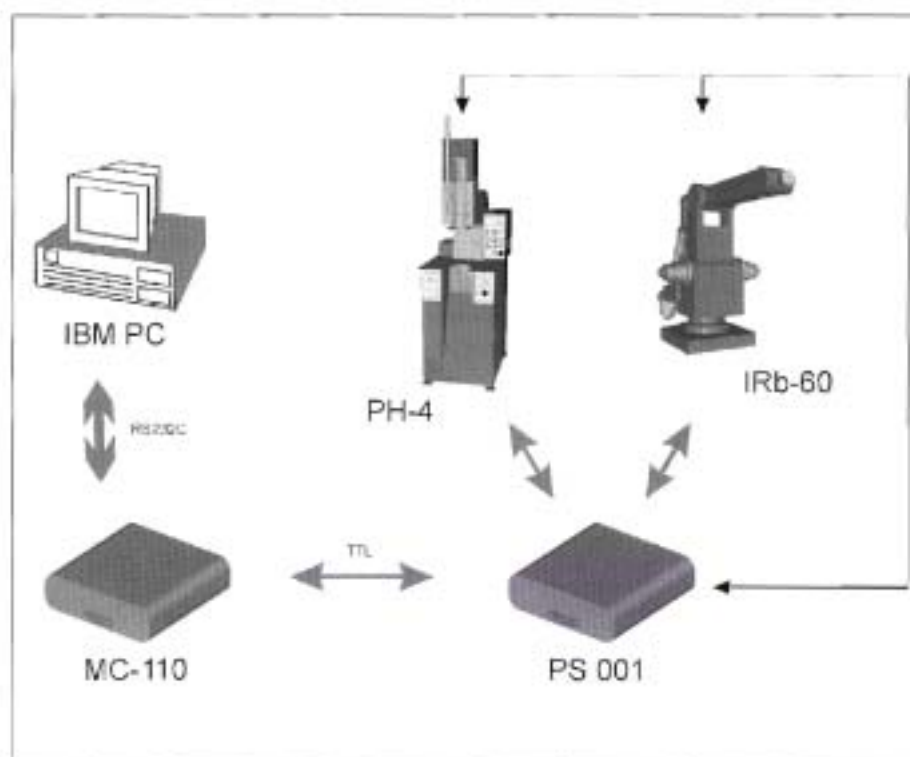
Wszystkie funkcje rejestratora wyzwalane są przez komputer za pośrednictwem interfejsu RS232. Tym samym łączem transmitowane są wyniki pomiarów. W części dyskretnej układu sterowania komunikacja pomiędzy maszynami i komputerem odbywa się poprzez urządzenie MC-110, posiadające 96 dwustanowych linii wejścia-wyjścia w standardzie TTL. Urządzenie wyposażone jest w standardowy interfejs RS232 do komunikacji z komputerem. Wyodrębniono cztery tory sygnałowe: dwa łączące MC-110 z prasą (tor sterujący i tor statusu) i dwa łączące MC-110 z robotem (sterujący i statusu). Użyto po osiem linii MC-110 na każdy tor sygnałowy oraz dwie linie obsługujące stop awaryjny. Oprócz urządzenia MC-110 niezbędne jest również urządzenie dopasowujące standardowy sygnał TTL do parametrów sygnałów robota oraz zapewniające izolację galwaniczną urządzeń i filtrację zakłóceń. Urządzenie to, oprócz transformacji sygnałów, zapewnia obsługę stopu awaryjnego.

Zastosowanie rozproszonej struktury układu sterowania wynika przede wszystkim z chęci zastosowania typowego komputera klasy PC. Komputer taki musi być znacznie oddalony od miejsca powstawania zakłóceń. Z drugiej strony przewody sygnałów analogowych powinny być możliwie najkrótsze. Wymusza to zastosowanie zewnętrznych przetworników analogowo-cyfrowych oraz układów wejścia/wyjścia, co ponadto pozwala uniknąć wpływu zakłóceń powstających w obudowie komputera.

OPROGRAMOWANIE

Najistotniejszą nowością w prezentowanym tu zrobotyzowanym gnieździe produkcyjnym jest wykorzystanie komputera PC wyposażonego w specjalizowane oprogramowanie umożliwiające analizę mierzonych wielkości i sterowanie elementami gniazda. Program sterujący umożliwia:

- Przeprowadzenie procedury startowej gniazda, w skład której wchodzi: testowanie torów pomiarowych na zawieranie się wartości mierzonych w przewidzianych zakresach, sprawdzenie gotowości urządzeń wchodzących w skład stanowiska oraz sprawdzenie granicznych położenia suwaka prasy;

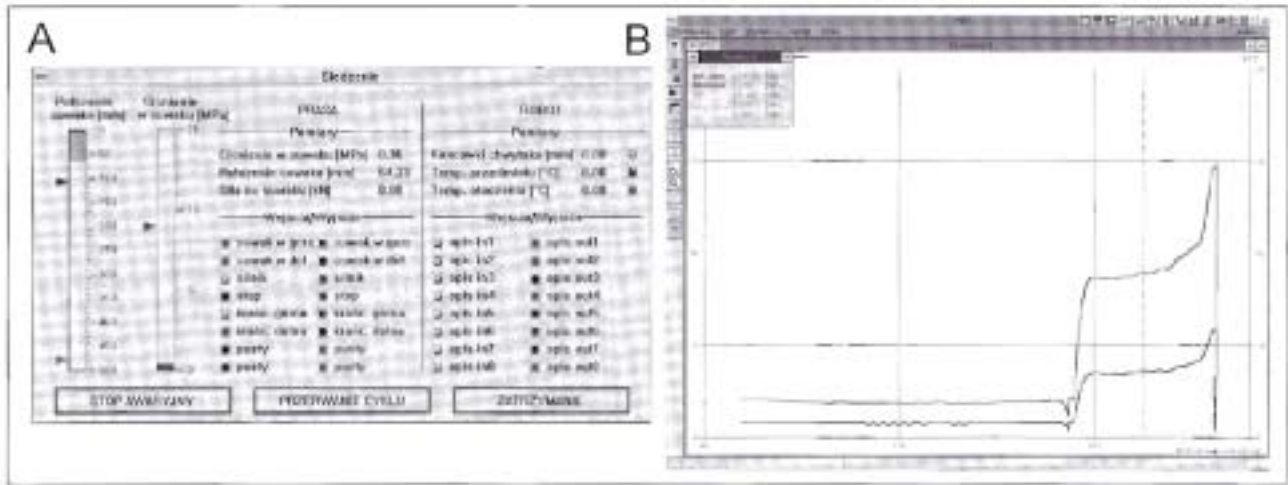


Rys. 3. Schemat toru sterującego

- Śledzenie prawidłowości przebiegu procesu technologicznego przez wizualizację podstawowych parametrów pracy maszyn wchodzących w skład stanowiska – ciśnienie w cylindrze suwaka prasy, położenie suwaka, wywierana siła oraz cyfrowe sygnały wejściowe i wyjściowe prasy i robota (rys. 4A);
- Pomiar, wizualizację i archiwizację wartości wszystkich wielkości mierzonych oraz stanów logicznych. Zgromadzone dane mogą być przedstawione na wykresie bezpośrednio w programie sterującym (rys. 4B), zachowane do późniejszej analizy lub przekazane do innego programu;
- Zapewnienie realizacji założonego cyklu pracy maszyn przez automatyczne wypracowywanie cyfrowych sygnałów sterujących dla prasy i robota na podstawie bieżących pomiarów wielkości analogowych oraz stanu wyjść cyfrowych obu urządzeń;
- Identyfikację z odpowiednią reakcją układu na stany niebezpieczne w warstwie maszyn (mogące zagrozić bezpieczeństwu maszyn), warstwie narzędzi (zagrożące bezpieczeństwu narzędzi) oraz w warstwie procesu technologicznego (mogące spowodować wytworzenie produktu nie odpowiadającego wymaganiom).

Program dokonuje bieżącej oceny stanów niebezpiecznych na podstawie zmierzonych wielkości i sygnałów cyfrowych. Ocena ta odbywa się według:

- stałego algorytmu i stałych parametrów w warstwie maszyn,
- stałego algorytmu i zmiennych parametrów w warstwie narzędzi (na prasie mogą być montowane różne narzędzia),
- zmiennego algorytmu i zmiennych parametrów w warstwie procesu.



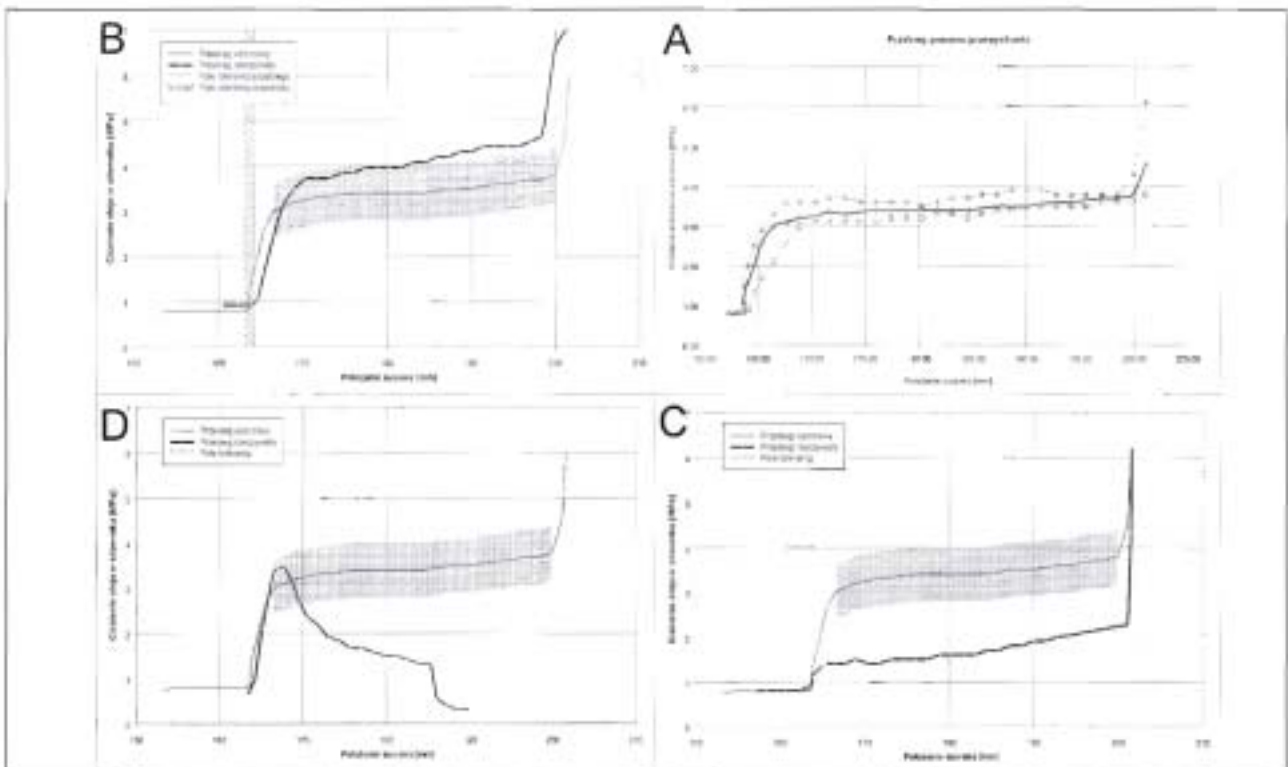
Rys. 4. Graficzny interfejs programu sterującego

Takie podejście zapewnia możliwość realizacji różnych klas procesów technologicznych np. wyciskanie, tłoczenie, przepychanie (zmienny algorytm) oraz różne procesy w ramach tej samej klasy (zmiennne parametry). Możliwość wymiany części programu sterującego odpowiedzialnej za diagnozę stanów niebezpiecznych zwiększa elastyczność prezentowanego rozwiązania i umożliwia kształtowanie algorytmów diagnostycznych dla konkretnego procesu technologicznego na podstawie doświadczeń użytkowników. Algorytm analizy przebiegu procesu technologicznego umieszczony jest w oddzielnym pliku, dzięki czemu użytkownik może wybrać algorytm dla aktualnego procesu lub dołączyć nowy (własny) bez konieczności modyfikacji całego programu.

Ze względu na zastosowanie rozproszonej architektury torów pomiarowych i sterujących możliwe było wykorzystanie w roli jednostki sterującej typowego komputera PC. Po-

zwoliło to uniknąć zakupu kosztownego sprzętu dedykowanego do pracy w warunkach przemysłowych oraz zapewnić znaczny komfort użytkownikowi dysponującemu pełnowymiarowym, kolorowym monitorem, klawiaturą oraz myszą. W związku z zastosowaniem komputera PC zdecydowano się też na realizację oprogramowania jako aplikacji działającej w popularnym środowisku MS Windows 3.x. Zapewnienia to łatwą, intuicyjną obsługę programu przy pomocy standardowego interfejsu graficznego (rys. 4). Zapewniono wszechstronną wizualizację przebiegu procesu technologicznego ze szczególnym uwzględnieniem wspomaganie użytkownika w diagnozowaniu i likwidowaniu stanów awaryjnych.

Nie bez znaczenia (szczególnie w stanowisku doświadczalnym) jest także możliwość wymiany danych z innymi, uruchomionymi jednocześnie programami (np. arkusz kalkulacyjny) ułatwiająca dalszą analizę zebranych danych.



Rys. 5. Wyniki eksperymentalne

BADANIA EKSPERYMENTALNE

Badania eksperymentalne przeprowadzone zostały dla procesu technologicznego przepychania. Jest to proces plastycznej obróbki materiału polegającej na kształtowaniu przekroju pręta przez przyłożenie siły do jednego swobodnego końca pręta i wciśnięcie jego drugiego końca w kształtowy otwór matrycy.

Wartość siły potrzebnej na przepchnięcie zależy przede wszystkim od wielkości odkształcenia plastycznego. Kiedy siła technologiczna przekroczy wartości krytyczne, może nastąpić wyboczenie lub spłaszczenie pręta (zależnie od smukłości) (rys. 5A). Intensyfikacja produkcji powoduje zbliżanie się do granic możliwości procesu, wzrasta zatem prawdopodobieństwo występowania braków. Na podstawie wymienionych wcześniej wielkości mierzonych wykryć można następujące zdarzenia:

- niewłaściwa średnica przygotówki – pomiar położenia końcówek chwytnych zamkniętego chwytaka,
- niewłaściwa temperatura przygotówki – pomiar temperatury w chwytaku,
- niewłaściwa wysokość przygotówki – niewłaściwe położenie suwaka w momencie wzrostu ciśnienia (rys. 5B),
- niewłaściwy materiał przygotówki – niewłaściwe ciśnienie oleju w momencie rozpoczęcia fazy stacjonarnej procesu przepychania (rys. 5C),
- wyboczenie przygotówki – spadek siły w początkowej części fazy stacjonarnej (rys. 5C),
- spęczenie przygotówki – nadmierny wzrost siły w fazie stacjonarnej.

WNIOSKI

Badania eksperymentalnego zrobotyzowanego gniazda do obróbki plastycznej w pełni potwierdziły jego przydatność w realizacji procesów technologicznych dla których zostało zaprojektowane. Potwierdzona została możliwość automatycznego diagnozowania stanów niebezpiecznych i nadzorowania poprawności przebiegu procesu technologicznego przy pomocy oprogramowania komputerowego. Przedstawione rozwiązanie zwiększa efektywność zastosowania robota przemysłowego w stanowisku do obróbki plastycznej wymagającym ciągłego nadzoru przebiegu procesu technologicznego. Prezentowane stanowisko zestawione jest z typowych elementów dostępnych na polskim rynku i w każdej chwili na jego podstawie mogą zostać zbudowane gniazda typowo produkcyjne.

BIBLIOGRAFIA:

- [1] Doege E., Schomaker K., Brendel T.: Sensors and diagnostic systems in forming machine. CIRP Ann. Manufact. Technol. 1, 1992.
- [2] Kurz E.: Pressensteuerung mit Industrie-PC fuhr Prozesse zustandsorientiert. Maschinenmarkt nr 25, 1995.
- [3] Materniak J., Wąsikowski J.: Robotyzacja w obróbce plastycznej. Konstrukcja elementów zrobotyzowanego stanowiska. Opracowanie ITBM PP 1994.
- [4] Praca zbiorowa: Industrierobotersystem IFR-60, ASEA 1981.
- [5] Wąsikowski J.: Budowa algorytmu i szczegółowych procedur sterowania prasą hydrauliczną z współpracującym robotem. Opracowanie ITBM PP 1995.

Konferencja Automatyków RYTRO'97

W dniach 20 + 21 maja 1997 r. w Rytrze w Beskidzie Sądeckim pod patronatem prorektora ds. nauki AGH prof. dra hab. inż. R. Tadeusiewicza odbyła się KONFERENCJA AUTOMATYKÓW poświęcona następującym zagadnieniom:

- przedstawieniu najnowszych tendencji w systemach pomiarów i automatyki,
- promocji wyrobów polskich producentów urządzeń pomiarów i automatyki,
- wzajemnemu poznaniu i integracji środowiska automatyków.

Organizatorami Konferencji były:

- AGH, Kraków,
 - Firma SKAMER-ACM,
 - Lubuskie Zakłady Aparatów Elektrycznych "LUMEL", Zielona Góra,
 - MERA - PNEFAL S.A., Warszawa,
 - Krakowska Fabryka Aparatów Pomiarowych "KFAP" S.A., Kraków,
 - Zakłady Automatyki "POLNA" S.A., Przemyśl,
 - Centrum Produkcyjne Pneumatyki "PREMA", Kielce
 - Zakład Doświadczalny Aparatury Naukowej i Automatyki AGH, Kraków.
- W Konferencji wzięło udział ok. 120 osób, przede wszystkim z zakładów przemysłowych. Polski południowo-wschodniej. Reprezentowany był także nasz wydawca – Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP w osobie dyrektora Instytutu. Konferencję zaszczyli swoją obecnością również przedstawiciele władz wojewódzkich Krakowa i Tarnowa w osobach wicewojewodów.

Obrady Konferencji obejmowały trzy sesje merytoryczne.

W ramach **pierwszej sesji** przedstawiono następujące referaty:

- Sieci neuronowe jako nowe narzędzie automatyki i informatyki – prof. dr hab. inż. R. Tadeusiewicz (AGH),
- Neuronowe czy klasyczne regulatory dla systemu sterowania rozproszonego – prof. dr hab. inż. W. Wajs (AGH),
- Technologia NEURONCHIP jako narzędzie komunikacji w systemach automatyki – prof. dr hab. inż. W. Wajs (AGH),
- Znaczenie promocji polskich firm dla rozwoju gospodarczego kraju – Z. Jarosz (SKAMER-ACM).

Sesja druga poświęcona była prezentacji firm będących współorganizatorami Konferencji. Dyrektorzy lub członkowie kierownictwa tych firm przedstawiali na ogół pozycję firmy w branży oraz jej profil produkcji, szerzej omawiali ciekawsze wyroby, a także sygnały zamierzenia na przyszłość.

Sesja trzecia obejmowała uzupełniające wystąpienia niektórych firm, wystąpienia gości zaproszonych na Konferencję (m.in. wystąpienie naszej redakcji) oraz dyskusję. W sesji tej wystąpili również wicewojewodowie Krakowa i Tarnowa, którzy wysoko ocenili koncepcję i organizację Konferencji oraz obiecali organizacji tego typu imprez w przyszłości.

W pierwszym dniu Konferencji wieczorem odbył się także uroczysty bankiet (na koszt organizatorów), urozmaicony niespodziankami w postaci występów (również "rozbrajanych") kabaretu Variétés z Krakowa oraz koncertu Krzysztofa Dauszkiewicza.

Jan Bek



00-341 Warszawa, ul. Rakwa 12
tel. (0-22) 660 21 54, fax (0-22) 660 20 55, 660 10 22 692 20 52

Oprogramowanie i karty do sterowania i pomiarów za pomocą PC:
Karty wejść cyfrowych, analogowych, licznikowych, przekładowych, opóźniające

Zdalne inteligentne moduły pomiarowo-sterujące ADAM 4000

- podłączenie do portu szeregowego RS-232C/485
- transmisja na odległość 12-16 km
- wejścia cyfrowe, analogowe, sterowniki, liczniki, OPTO-22
- łączenie w sekcje do 256 modułów na parę przewodów
- sterowanie prostymi relacjami ASCII
- obsługa przez gotowe pakety oprogramowania dla DOS i Windows
- dostępny zestaw edycyjny ADAM STARTER KIT

Karty komunikacyjne: MULTIPORT RS-232, RS-485, IEEE-488
Komputery PC w wersji przemysłowej i laboratoryjnej

ADVANTECH

Translator regułowej specyfikacji algorytmicznego automatu cyfrowego ASM na język VHDL*)

mgr inż. Paweł Wolański
prof. dr hab. Marian Adamski
Instytut Informatyki i Elektroniki
Politechniki Zielonogórskiej

Przeanalizowano sposób wykorzystania modelu algorytmicznego automatu cyfrowego (ASM), kładąc nacisk na jego implementację w programowanych strukturach logicznych FPGA i FPLD z wykorzystaniem języka VHDL.

Sieć ASM jest wykorzystywana jako popularny środek zapisu koncepcji systemu oraz jego dokumentacji. VHDL jest standardowym językiem dla narzędzi komputerowych przeznaczonych do symulacji, syntezy i weryfikacji. Opis funkcjonowania automatu cyfrowego w języku VHDL jest prostym odzwierciedleniem sieci działań ASM na instrukcje case when oraz if then else. Regułowy język pośredniczący (front-end) i translator opisu regułowego na VHDL przedstawiony w artykule pozwala połączyć obydwa wymienione możliwości specyfikacji w jednym środowisku projektowym.

Popularną metodą projektowania układów cyfrowych jest metoda systematyczna, tradycyjnie nazywana również metodą strukturalną [1, 2, 3, 4, 5]. Funkcjonowanie układu cyfrowego przedstawia się w postaci algorytmicznej, na poziomie języka RTL (Register Transfer Language), wykorzystując do tego celu sieć działań (flowchart) lub równoważny jej graf stanów.

Modelem abstrakcyjnym projektowanego układu może być algorytmiczny automat cyfrowy ASM (Algorithmic State Machine) [5, 6, 7, 8]. Specyficzna postać sieci działań służąca do opisu algorytmicznego automatu cyfrowego nosi nazwę algorytmicznej sieci działań (ASM chart).

Ze względu na dużą popularność symulatorów VHDL i systemów CAD przeznaczonych do syntezy, np. z wykorzystaniem FPLD i FPGA oraz przyzwyczajenia niektórych projektantów, wciąż używających grafowej reprezentacji funkcjonowania układu cyfrowego, przydatna jest automatyczna konwersja z sieci działań na język opisu sprzętu [9]. Obok grafowej reprezentacji sieci można w tym celu zastosować jej regułowy opis symboliczny [1] w postaci tekstowej. Optymalizacja opisu regułowego jest równoważna odpowiednim transformacjom sieci, poprawiającym efektywność jej implementacji.

Celem artykułu jest przedstawienie dedykowanego, doświadczalnego systemu CAD (translatora) umożliwiającego automatyczną konwersję z opisu regułowego sieci ASM (typu IF...THEN) na język VHDL dla potrzeb syntezy programowalnych struktur logicznych. Translator został wykorzystany w środowisku programowym, zorientowanym na implementację współbieżnych automatów cyfrowych w programowanych strukturach logicznych FPLD i FPGA i ma współpracować z systemem CAD PARIS i PeNCAD [9, 10, 11, 12]. Nowym elementem systemu jest między innymi możliwość implementacji układów z wyjściami rejestrowymi (rozdz. 3).

Początkowym etapem projektowania automatu cyfrowego jest stworzenie, na podstawie opisu słownego układu, graficznego algorytmu działania układu w postaci sieci działań ASM. Sieć działań jest opisywana regułami decyzyjnymi, które są automatycznie zamieniane na opis układu w języku VHDL. Jeżeli symulacja funkcjonalna i weryfikacja formalna potwierdzają prawidłowe działanie

układu, to można przejść do końcowego etapu projektowania, którym jest automatyczna synteza.

ALGORYTMICZNY AUTOMAT CYFROWY

Sieci ASM są efektywnym narzędziem do modelowania nawet złożonych systemów cyfrowych. Mogą one również znaleźć zastosowanie do modelowania i syntezy procesów współbieżnych (powiązane sieci działań – Linked State Machine – LSM) [6, 10, 13].

Algorytmiczny automat cyfrowy opisany jest grafem zorientowanym, zwanym siecią ASM. Sieć ASM zawiera wierzchołki operacyjne stanu (ang. State Boxes), wierzchołki operacyjne wyjściowe (ang. Output Boxes) i wierzchołki decyzyjne, zwane również wierzchołkami warunkowymi (ang. Condition Boxes). Wierzchołki operacyjne stanu przedstawiane są w formie klatek prostokątnych, a wierzchołki decyzyjne w postaci klatek o kształcie rombu. W klatkach operacyjnych zapisuje się podzbiór symboli mikrooperacji, tworzących złożony mikrooperator (mikrorozkaz) $Y \subseteq \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$. W każdej klatce decyzyjnej podaje się symbol jednego z warunków logicznych, należącego do zbioru $\{X\} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$.

Warunki logiczne $\{X\}$ opisują sygnały wejściowe dla binarnego układu sterującego, natomiast zbiór mikrooperacji $\{Y\}$ pokrywa się ze zbiorem sygnałów wyjściowych układu sterującego. Sygnały zapisane w klatkach operacyjnych stanu opisują wyjścia typu Moore'a, natomiast sygnały umieszczone w klatkach operacyjnych wyjściowych są traktowane jako sygnały typu Mealy'ego [2, 3, 5, 9].

Aby wprowadzić w sposób jawny stany wewnętrzne do opisu automatu i przedstawić je graficznie, dokonuje się etykietowania sieci ASM [9]. Numery etykiet utożsamiane są z numerami stanów automatów. Automaty zawierające klatki operacyjne wyjść warunkowych nazywane są uogólnionymi automatami z wyjściami typu Moore'a i Mealy'ego lub krótko automatami Moore'a-Mealy'ego. Jeżeli etykiety odpowiadające numerom stanów wewnętrznych są przypisane tylko wierzchołkom operacyjnym lub ich wejściom, to ASM opisuje automat Moore'a. Umieszczenie etykiet na wyjściach wierzchołków operacyjnych stanów daje model układu sterującego w postaci automatu Mealy'ego.

*) Praca powstała w ramach grantu KBN nr 306/T11/97/12 pod kierunkiem naukowym prof. dra hab. inż. Mariana Adamskiego.

AUTOMAT Z WYJŚCIAMI REJESTROWYMI

Automat Moore'a z wyjściami rejestrowymi skojarzonymi z rejestrem stanu wewnętrznego może być rozpatrywany jako automat Mealy'ego z opóźnionymi o jeden takt wyjściami typu rejestrowego. Podczas etykietowania postępuje się więc w sposób podobny jak w przypadku automatu Mealy'ego. Kod stanu wyjść może w całości lub w części pokrywać się z kodem stanów wewnętrznych. Zdecydowanie redukuje to liczbę komórek przeznaczonych do implementacji układu i liczbę wykorzystanych końcówek układu scalonego, zwłaszcza w przypadku stosowania elementów CPLD.

Ponieważ współczesne układy FPGA i FPLD mają konfigurowane komórki wyjściowe, synchronizacja wyjść nie zwiększa ich liczby. Zaletą implementacji układu tylko z wyjściami rejestrowymi jest jego bardziej niezawodne działanie (brak hazardu wyjściowego) [6]. Wyjścia rejestrowe wykorzystane są zarówno do kodowania stanów, jak i do pamiętania aktualnych stanów wyjść.

Zbiór stanów rozpatrywanego automatu otrzymuje się etykietując odpowiednie elementy sieci działań w następujący sposób:

- symbolami $A_1, A_2, A_3, \dots, A_k$ oznacza się wejścia klatek decyzyjnych, występujących za kłatkami operacyjnymi,
- wejścia różnych klatek oznacza się różnymi symbolami,
- wejście klatki może być oznaczone tylko jednym symbolem.

Ścieżkę w grafie $[A, A']$, prowadzącą od punktu o etykiecie A do punktu o etykiecie A' , najbliższego i sąsiedniego względem A , przechodzącą przez wierzchołki decyzyjne, w których zapisane są warunki ze zbioru X można zapisać w formie reguły decyzyjnej:

$$A \cdot X[A, A'] \vdash Y[A, A'] \cdot A'$$

gdzie $X[A, A']$, $Y[A, A']$ oznaczają odpowiednio zbiory sygnałów wejściowych i wyjściowych napotkanych w kłatkach decyzyjnych, operacyjnych i wyjściowych warunkowych, leżących na ścieżce od wierzchołka A do wierzchołka A' . Jeżeli ścieżka przechodzi przez pozytywne wyjście klatki decyzyjnej, oznaczone symbolem 1, to zapisana w tej klatce litera wchodzi do iloczynu bez negacji, natomiast gdy ścieżka przebiega przez wyjście negatywne, oznaczone symbolem 0, to litera występuje w iloczynie w postaci zanegowanej. ASM jest opisany systemem reguł decyzyjnych, gdy cały graf jest pokryty

ścieżkami, odpowiadającymi tym regułom (rys. 1).

Zastępując symbole A przez $@A$ oraz Y przez $@Y$, gdzie $@$ jest symbolem 'next' logiki temporalnej, oraz wprowadzając koniunkcje X i Y odpowiednich sygnałów, otrzymuje się:

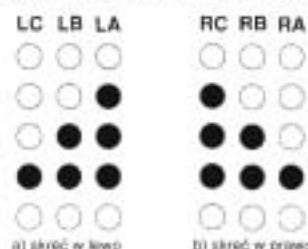
$$A \cdot X \vdash @ (A \cdot Y)$$

W celu uproszczenia zapisu, w omawianym dalej translatorze (rozdz. 4 i 5) nawiasy po lewej stronie reguły można opuścić, pamiętając jednak, że wtedy operator $@$ odnosi się łącznie do wszystkich członów koniunkcji.

METODOLOGIA MODELOWANIA ASM W JĘZYKU VHDL

Jako przykład o charakterze ilustracyjnym wybrano układ sterowania tylnymi światłami kierunkowskazów w samochodzie Ford Thunderbird [13].

Fragment sieci działań ASM, szczegółowo omówionej w książce [13], przedstawiony jest na rys. 1. Łuki rysowane liniami przerywanymi (oznaczone od T1 do T5) symbolizują możliwe ścieżki rozpoczynające się od etykiety IDLE.



Rys. 2. Sekwencja zapalania się żarówek przy skręcaniu w prawo i lewo

Projektowany układ funkcjonuje w następujący sposób:

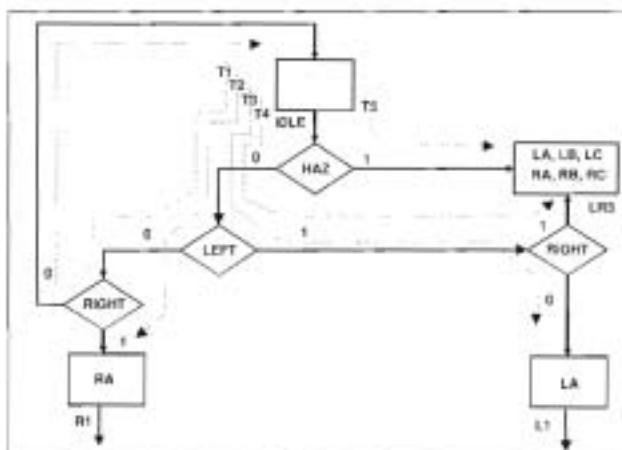
- do sygnalizacji wykorzystywanych jest 6 żarówek i 3 sygnały wejściowe: LEFT (skręć w lewo), RIGHT (skręć w prawo), HAZ (uwaga, awaria);
- po pojawieniu się aktywnego zbocza sygnału LEFT (skręć w lewo) trzy żarówki z lewej strony (LA, LB, LC) zapalają się według sekwencji pokazanej na rys. 2a;
- analogicznie zapalane są żarówki z prawej strony (RA, RB, RC) (rys. 2b);
- sygnał HAZ (uwaga) zapala wszystkie sześć żarówek.

Etykiety stanów wewnętrznych podano w sposób mnemoniczny jako IDLE, L1, L2, L3, R1, R2, R3 i LR3. Wejściami układu są: HAZ, LEFT, RIGHT. Układ generuje sygnały wyjściowe RA, RB, RC oraz LA, LB, LC.

Jest wiele różnych metodologii opisu algorytmicznego automatu stanów (ASM) w języku VHDL [9]. Metodologie te różnią się stylem opisu. Wykorzystywany w nich jest zarówno opis funkcjonalny (proceduralny) jak i opis struktury (nieproceduralny) języka VHDL. Metoda modelowania wykorzystująca dwa procesy sekwencyjne jest najbardziej efektywna i jednocześnie daje w wyniku naturalny opis (rys. 3).

TRANSLATOR OPISU REGULOWEGO ASM NA JĘZYK VHDL

Model automatu jest opisany dwoma procesami języka VHDL. W modelu użyto skróconych nazw stanów, wejść i wyjść. Stany wewnętrzne S należące do zbioru {IDLE, R1, R2, R3, L1, L2, L3, LR3} przyjmują odpowiednio numery od 1 do 8. Wejścia X {HAZ, RIGHT, LEFT} przyjmują



Rys. 1. Możliwe ścieżki przepływu sterowania ze stanu oznaczonego IDLE.

```

Reguły decyzyjne
1:1 IDLE* /RAZ*/LEFT*/RIGHT -> S(IDLE);
2:1 IDLE* /RAZ*/LEFT*/RIGHT -> S(RA);
3:1 IDLE* /RAZ*/LEFT*/RIGHT -> S(LB*RA*RB*RC*LA*LB*LC);
4:1 IDLE* /RAZ*/LEFT*/RIGHT -> S(LB*LA);
5:1 IDLE* RAZ -> S(RA);
Opis w języku VHDL
SET STATE : PROCESS
VARIABLE NEXT_STATE : POSITIVE;
BEGIN
IF (RESET='0') AND INTR='0' NOT THEN CASE CURRENT_STATE IS
WHEN 1 =>
IF (X(1)='0') AND (X(2)='0') AND (X(3)='0') THEN NEXT_STATE:= 1 ; END IF;
IF (X(1)='0') AND (X(2)='0') AND (X(3)='1') THEN NEXT_STATE:= 2 ; END IF;
IF (X(1)='0') AND (X(2)='1') AND (X(3)='0') THEN NEXT_STATE:= 3 ; END IF;
IF (X(1)='0') AND (X(2)='1') AND (X(3)='1') THEN NEXT_STATE:= 4 ; END IF;
IF (X(1)='1') THEN NEXT_STATE:= 5 ; END IF;
WHEN 2 =>
END CASE;
NEXT_STATE := 1;
END IF;
CURRENT_STATE := NEXT_STATE;
WAIT ON RESET , CLR INTR, CLR '1' ;
END PROCESS;
SET OUTPUT : PROCESS ( CURRENT_STATE )
BEGIN CASE CURRENT_STATE IS
WHEN 1 => Y <= "0000";
WHEN 2 => Y <= "0001";
WHEN 3 => Y <= "0011";
WHEN 4 => Y <= "0011";
WHEN 5 => Y <= "0001";
END CASE;
END PROCESS;

```

Rys. 3. Fragment opisu układu z wykorzystaniem reguł decyzyjnych i odpowiadający mu fragment opisu w języku VHDL (por. rys. 1).

ją numery od 1 do 3, a wyjścia Y (LA, LB, LC, RA, RB, RC) numery od 1 do 6.

W pierwszym procesie (o nazwie *set state*) wyznaczony jest aktualny stan automatu, który zapisany jest jako sygnał *current state*. Sygnał ten jest sterowany tylko przez jeden sterownik, dzięki czemu nie ma potrzeby użycia funkcji rezolucji. Sekwencja instrukcji zawarta wewnątrz procesu wykonywana jest w momencie wystąpienia narastającego zbocza sygnału zegarowego (*clk*) lub w momencie zmiany sygnału *reset*.

Jeżeli sygnał *reset* jest aktywny, to proces wprowadza automat w zadany stan początkowy. W przypadku gdy sygnał *reset* nie jest aktywny, to wyrażenie *case is* ustala na podstawie aktualnego stanu układu i stanu wejść, następny stan układu (sygnał *next state*). Jeżeli przejście do następnego stanu jest zależne od stanu wejść automatu, to sprawdzenie odpowiednich warunków (stanów wejść) dokonywane jest przez instrukcję *if then*.

Zastosowanie tej instrukcji jest modyfikacją w stosunku do metodologii proponowanej w [9]. Modyfikacji tej dokonano opierając się na wynikach doświadczeń, które pokazały, że ten styl opisu daje lepsze wyniki. Gdy przejście do następnego stanu następuje bezwarunkowo, to przypisanie wartości do sygnału *next state* następuje bezpośrednio po ustaleniu aktualnego stanu układu (nie jest konieczne sprawdzanie stanu wejść).

Wyjścia układu ustala proces *set output*. Wartości sygnałów wyjściowych są ustawiane z wykorzystaniem analogicznej konstrukcji *case is*. Proces ten jest czuły na zmianę stanu automatu (*current state*) i na narastające zbocze sygnału synchronizującego (*clk*). Jeżeli układ posiada wyjścia Mealy'ego, to wewnątrz konstrukcji *case is* należy użyć instrukcji *if then* w celu wyznaczenia stanu wyjść zależnie od aktualnego stanu układu i stanu wejść tego układu.

Proponowany styl opisu automatu wydaje się być bardzo naturalny i przejrzysty. Nawet ręczne stworzenie modelu automatu z wykorzystaniem wzorca modelu w języku VHDL jest stosunkowo łatwym zadaniem. W przeciwieństwie do innych metod, których krytyczne omówienie zamieszczono w pracy [9], nie ma potrzeby użycia funkcji rezolucji i wykonywania dodatkowych przekształceń danej specyfikacji.

ALGORYTM DZIAŁANIA TRANSLATORA OPISU REGULOWEGO ASM NA JĘZYK VHDL

Program translatora został napisany w standardzie ANSI języka C i współpracuje ze środowiskiem VHDL firmy Model Technology. Program translatora odczytuje kolejne linie pliku tekstowego zawierające opis kolejnych reguł decyzyjnych. Do pliku wyjściowego zapisywane są w pierwszej kolejności stałe elementy modelu (takie jak deklaracja *entity* czy *architecture*), a następnie kolejne rozkazy wyboru *case is* dla kolejnych stanów automatu.

Translator może generować plik wynikowy w dwóch wersjach. Pierwsza wersja zawiera oryginalne nazwy wszystkich stanów i sygnałów automatu, nadane przez projektanta. W drugiej wersji pliku wynikowego nazwy użytkownika są zamieniane na nazwy standardowe. Wszystkie nazwy stanów zastępowane są przez indeks stanu. Nazwy sygnałów wejściowych i wyjściowych rozpoczynają się odpowiednio od liter X i Y, po których następuje indeks sygnału. Do pliku dołączana jest tablica konwersji oznaczeń, objaśniająca sposób zamiany.

PODSUMOWANIE – KIERUNKI ROZWOJU

W artykule przedstawiono wyniki prac nad metodami opisu algorytmicznych automatów cyfrowych (ASM) w języku VHDL. Omówiono nową, ulepszoną wersję translatora tekstowej, regulowej specyfikacji sieci działań ASM na język VHDL. Projektowany sterownik może być realizowany jako układ FPGA i CPLD w środowiskach programowych firm Xilinx, Altera, Cypress oraz Synopsys [6]. Zaproponowana tekstowa forma specyfikacji ASM jest zbliżona do formatu PNSF (Petri Net Specification Format) [12]. Analiza i synteza regulowego opisu logicznego może być poprowadzona metodami formalnymi [1] w zuniifikowanym środowisku programowym.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Adamski, M.: Projektowanie układów cyfrowych systematyczną metodą strukturalną. Monografie nr 49. Wydawnictwo WSI w Zielonej Górze, 1992
- [2] Luba T., Małowski M.A., Zbierzchowski B.: Kompilatory układów logicznych. OWPW, Warszawa 1995
- [3] Majewski W., Luba T., Jasieński K., Zbierzchowski B.: Programowalne moduły logiczne w syntezie układów cyfrowych. WKŁ, Warszawa 1992
- [4] Mośki M.: Moduły i mikroprogramowalne układy cyfrowe. WKŁ, Warszawa 1986
- [5] Traczyk W.: Układy cyfrowe. Podstawy teoretyczne i metody syntezy. WNT, Warszawa 1986
- [6] Bolton M.: Digital Systems Design with Programmable Logic. Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1990
- [7] Dagless E.L.: Logic design with emphasis on ASM method. Semicustom IC Design and VLSI 1983, IEEE Digital Electronics and Computing Series 2
- [8] Green D.: Modern Logic Design. Addison Wesley, Wokingham, 1986
- [9] Wolański P.: Specyfikacja i symulacja ASM w języku VHDL. Kwartalnik Elektroniki i Telekomunikacji nr 42 z. 2, Warszawa 1996, s. 129-144
- [10] Węgrzyn M.: Implementacja współbieżnych kontrolerów cyfrowych z wykorzystaniem PLD. Kwartalnik Elektroniki i Telekomunikacji nr 42 z. 2, Warszawa 1996, s. 235-251
- [11] Węgrzyn M., Wolański P., Adamski M., Monteiro J.: Field Programmable Device as a Logic Controller. International Conference Control '96, Oporto, September 11-13, 1996. Conf. Proc., Vol 2, pp 715-720
- [12] Kozłowski T., Dagless E.L., Saul J.M., Adamski M., Szajna J.: Parallel controller synthesis using Petri nets. IEE Proceedings-E. Computers and Digital Techniques Vol. 142, No 4, July 1995, pp. 263-271
- [13] Wakerly J.F.: Digital Design Principles and Practices. New York 1990 s.501-07

Zagadnienia komunikacji w sieci PROFIBUS na przykładzie wybranych rozwiązań sprzętowych i programowych

mgr inż. Mariusz Mrzygłód
mgr inż. Jacek Reiner
dr inż. Zbigniew Smalec
mgr inż. Piotr Trzcirski
Instytut Technologii Maszyn i Automatyzacji
Politechniki Wrocławskiej

Opis różnych rozwiązań składników sieciowego systemu komunikacyjnego PROFIBUS DP i FMS. Szczególną uwagę poświęcono oprogramowaniu serwisowemu i interfejsom API przeznaczonym dla komputerów PC. Omówiono również sposoby konfigurowania modułów komunikacyjnych dla sterowników PLC firm PEP Modular Computers i Allen Bradley.

W marcu '97 została przyjęta europejska norma magistral przemysłowych EN 50170. Norma ta definiuje standard komunikacji przemysłowej dla poziomu gniazd i została jej nadana nazwa: *General purpose field communication system*. Ujmuje ona trzy funkcjonalnie podobne standardy narodowe: P NET (Dania), PROFIBUS (Niemcy) oraz World-FIP (Francja).

Elektroniczny katalog produktów ver. 8.0 wydany przez PNO (*Profibus Nutzer Organisation*) zawiera już ponad 800 produktów zgodnych ze standardem PROFIBUS, co czyni ten standard sieci miejscowych, najbardziej rozpowszechnionym w Europie. Niestety wiele z tych produktów nie ma jeszcze certyfikacji i nie jest w pełni zgodnych z normą. Powoduje to problemy przy konfigurowaniu i uruchamianiu otwartych, heterogenicznych, sieciowych systemów automatyki.

URZĄDZENIA SIECI PROFIBUS

Karty do komputerów PC

Komputery osobiste PC, ze względu na duże rozpowszechnienie, szeroką bazę narzędzi programowych oraz korzystny stosunek mocy obliczeniowej, zasobów i ich niezawodności do ceny, stopniowo wkraczają na coraz to nowe obszary automatyzacji, wypierając tym samym rozwiązania „czysto” przemysłowe. Nie są one wprawdzie jeszcze stosowane do sterowania rozbudowanymi procesami przemysłowymi, ale zdobyły silną pozycję w obszarze komunikacji z użytkownikiem MMI (ang. *Man-Machine-Interface*), gdzie osoba obsługująca oczekuje środowiska przyjaznego, a najchętniej znanego z własnego biurka.

Karta CP 5412A2 – Siemens

Karta komunikacyjna SINEC L2 - CP 5412 A2 jest następcą karty CP 5412 A1. Zrezygnowano w niej z interfejsu światłowodowego, wprowadzając procesor komunikacyjny ASIC, który podnosi radykalnie prędkość transmisji do 12 Mbit/s. Karta ta może obsługiwać współbieżnie różne protokoły komunikacyjne: FMS, DP, FDL, S7 i PG. Oprogramowanie dostarczane przez producenta tej karty pozwala na jej stosowanie w wielu środowiskach systemów operacyjnych: DOS, Win 3.xx, Windows 95, Windows NT i UNIX.

Program konfiguracyjny COML-FMS ver.1.0 dla karty CP 5412A2 umożliwia konfigurację wszystkich fizycznych parametrów transmisji. Środowisko do definiowania listy referencji komunikacyjnych (CRL) zaprojektowane zostało dla użytkownika o małym zasobie wiedzy z zakresu konfiguracji sieci PROFIBUS. Pozwala ono jedynie na zdefiniowanie adresu urządzenia odległego, lokalnego i odległego punktu SAP oraz typu połączenia. Pozostałe parametry dotyczące konfiguracji CRL są zdefiniowane w dodatkowym pliku tekstowym, którego format został ustalony przez producenta. W pakiecie dołączonym przez producenta określono jedynie konfigurację karty CP 5431 dla sterownika SIMATIC S5-115U. W przypadku projektowania i konfiguracji heterogenicznego systemu komunikacyjnego takie ograniczenie uniemożliwia jednak użycie konfiguratora zewnętrznego oraz symulatora.

Pakiet oprogramowania FMS-5412 / MS-DOS, Win wersja 1.0 zawiera biblioteki statyczne i dynamiczne dla różnych środowisk programistycznych: MSC 7.0, MS Visual C++, Turbo C 1.0 oraz Borland C 3.1. Funkcje zawarte w tych bibliotekach umożliwiają realizację jedynie bardzo ograniczonej funkcjonalności klienta. Dostępne usługi FMS realizowane z użyciem tej karty to: GET_OD, READ i WRITE. Dodatkowo zaimplementowano funkcję *trace* do śledzenia zdarzeń, które ułatwiają uruchomienie i sprawdzanie aplikacji. Chociaż zaimplementowany interfejs API jest dość skomplikowany, to jednak umożliwia on asynchroniczną obsługę usług FMS.

Rozszerzające moduły programowe, takie jak serwer DDE i serwer OLE 2, umożliwiają obsługę karty przez standardowe mechanizmy systemu operacyjnego Windows, np. z poziomu programu EXCEL.

Karta CP 1500 PBF – Applicom

Karta komunikacyjna CP 1500 PBF umożliwia dołączenie komputera PC do sieci przemysłowej PROFIBUS pracującej z prędkością transmisji do 500 kbit/s. Oprogramowanie oferowane przez producenta tej karty pozwala na jej zastosowanie w wielu systemach operacyjnych: DOS, Windows 16bit, Windows 32bit, UNIX i OS/2. Karta ta pozwala na implementację zarówno funkcjonalności klienta jak i serwera. Z uwagi na uproszczoną deklarację kartoteki obiektów w formie tablic typów podstawowych, niemożliwe jest przesyłanie struktur lub tablic wielowymiarowych. Liczba zadeklarowanych

zmiennych jest ograniczona, a także niemożliwe jest zadeklarowanie praw dostępu dla obiektów. Karta ta została zaprojektowana w sposób uniwersalny i umożliwia ona obsługę wielu protokołów komunikacyjnych stosowanych w przemyśle: Jbus, Modbus, Chi-Telway, Ethway, Sinec H1 TBF, 3964, Supoma, Sysmac-Way, DataLink, BatiBus, DF1 i SBUS. Dla wszystkich tych rozwiązań zachowano wspólny interfejs aplikacyjny, który zapewnia możliwość przenoszenia oprogramowania i uniezależnia je od przyjętego standardu komunikacyjnego. Jednak w przypadku systemu PROFIBUS takie rozwiązanie w sposób istotny ogranicza jego funkcjonalność. Funkcje oferowane przez API (ang. *Application Program Interface*), bazujące jedynie na usługach: READ, WRITE, GET-OD PROFIBUS-FMS, umożliwiają odczyt i zapis pakietów bitów lub bajtów i zmiennych typu float. Karta wraz z oprogramowaniem pozwala na komunikację programu użytkownika w sposób: synchroniczny – *wait mode*, z pośredniczącym buforem – *deferred mode* i poprzez bazę danych – *cyclic mode*. Pakiet oprogramowania do karty CP1500 PBF zawiera wiele programów narzędziowych, umożliwiających między innymi odczyt pojedynczych zmiennych oraz kartotek obiektów. Program konfiguracyjny parametrów PROFIBUS nie zapewnia jednak możliwości korzystania ze standardowych plików konfiguracyjnych dla parametrów transmisji, listy referencji komunikacyjnych i kartoteki obiektów. Poważnym ograniczeniem tego produktu jest również brak możliwości konfiguracji np. wielkości buforów dla usług FMS, a dla konfiguracji serwera wprowadza on ograniczenie do 8 liczby referencji komunikacyjnych. Różne biblioteki funkcji API pozwalają na programowanie w Visual Basic 32bit, MSC, MS Visual C++ i Borland C++. Ponadto pakiet tego oprogramowania zawiera serwer DDE.

Sterowniki PLC

Sterowniki swobodnie programowalne PLC są typowymi przedstawicielami aktywnych urządzeń typu *master* w sieciowym systemie automatyzacji. Rozwiązania tych sterowników oferowane przez różnych producentów nie zawsze jednak ułatwiają obsługę interfejsu sieciowego.

Sterownik SMART I/O firmy PEP Modular Computers

Sterownik SMART I/O firmy PEP Modular Computers jest komputerem przemysłowym z procesorem Motorola 68320 20MHz pracującym pod kontrolą systemu operacyjnego czasu rzeczywistego OS-9. Sterownik sekwencyjny PLC w tym komputerze został zrealizowany jako program *ISaGRAF-Kernel*, stanowiący jeden z procesów. Zasoby tego komputera umożliwiają równocześnie uruchomienie do czterech jąderek takich sterowników. Sterownik SMART I/O zawiera zintegrowany interfejs komunikacyjny PROFIBUS, umożliwiający transmisję z prędkością do 500 kbit/s. Komunikacja przez sieć PROFIBUS na poziomie warstwy drugiej lub siódmej może być obsługiwana bezpośrednio z programu *ISaGRAF*, lub poprzez standardowe, Unix'owe urządzenia wejścia /wyjścia tzw. *driver'y*.

System *ISaGRAF* jest graficznym środowiskiem, zgodnym z normą IEC 1131-3, przeznaczonym do programowania sterowników PLC. Umożliwia ono programowanie w jednym z pięciu typowych języków PLC (*instruction list, ladder diagram, structured text, functional block diagram, sequential function chart*), jak również w ANSI C. W celu uruchomienia aplikacji sieciowej, należy skonfigurować parametry transmisji, listę referencji komunikacyjnych oraz kartotekę obiektów. Parametry te zadawane są w standardowych plikach konfiguracyjnych dla PROFIBUS: *.BUS, *.CRL, *.OD. Dzięki temu mogą zostać one przygotowane i przetestowane w systemie zewnętrznym. W celu udostępnienia zadeklarowanej kartoteki obiektów, wystarcza uruchomienie samodzielnego procesu serwera. Funkcjonalność klienta, po zainicjowaniu referencji komunikacyjnej, uzyskujemy z wykorzystaniem usług FMS: *Read, Write*. Odwołując się z poziomu *ISaGRAF* do obiektu zdefiniowanego w innej stacji, wskazuje się *network address*, odpowiadający indeksowi tego obiektu. Poważnym ograniczeniem zaimplementowanych usług PROFIBUS'a jest brak możliwości zdefiniowania obiektu typu tablica i struktura. Dlatego też, gdy zachodzi konieczność szybkiej wymiany danych, to zaleca się stosowanie odwołań do sterownika sieci PROFIBUS-FMS z pominięciem warstwy użytkownika.

System operacyjny OS-9 w sterowniku SMART I/O umożliwia uruchomienie aplikacji zaimplementowanych w takich językach wysokiego poziomu jak C czy nawet C++. Podobnie jak w systemie operacyjnym UNIX, aplikacja komunikuje się tutaj z urządzeniami zewnętrznymi przez programy sterowników w taki sam sposób jak ze standardowym plikiem danych. Programowy sterownik magistrali przemysłowej w systemie OS-9, dostarczany przez firmę PEP Modular Computers, oferuje bardzo szeroką gamę usług PROFIBUS-FMS, umożliwiając zarządzanie domenami oraz obsługę wywołań programowych i zarządzania alarmami.

Sterownik PLC firmy Allen-Bradley

Karta komunikacyjna 1785 PBF pozwala na dołączenie sterowników PLC firmy Allen Bradley do sieci komunikacyjnej PROFIBUS. Karta ta ma własny procesor komunikacyjny i jest wyposażona w dwa interfejsy sieciowe: PROFIBUS-FMS, który pozwala na transmisję z prędkością do 500 kbit/s oraz PROFIBUS-DP, pracujący z maksymalną prędkością do 1,5 Mbit/s. Konfiguracja tej karty jest przeprowadzana z komputera PC przez jego interfejs szeregowy. Do konfiguracji parametrów transmisji i komunikacji dostarczane jest oprogramowanie *Profibus Manager*. Oprogramowanie to, pracujące w środowisku Windows, w pełni wykorzystuje zalety środowiska graficznego. Zestawienie sieci dokonywane jest za pomocą myszy metodą *draw and drop* przez „przeciąganie” myszą ikon symbolizujących węzły sieci. Rozszerzalna baza danych zapewnia automatyczne nadawanie typowych parametrów konfiguracji, które mogą zostać zmodyfikowane. Programista opracowujący aplikację dla sterownika PLC, w przypadku używania sieci DP nawet nie zauważa tego, że system jest rozproszony. Odległe mo-

dudy są bowiem odwzorowane w obszarach wejść i wyjść sterownika. Wywoływanie usług FMS odbywa się przez komunikaty *message box*, które są standardowo dostępne w środowisku programowym sterownika. Aplikacja PLC wysyła zatem komunikaty do procesora komunikacyjnego, żądając nawiązania komunikacji z węzłem odległym oraz odczytania bądź zapisania zmiennej. Karta procesora komunikacyjnego nie wspomaga usług zarządzania domenami oraz wywołań programowych i zarządzania alarmami.

Moduły wejść/wyjść

Moduły wejść i wyjść są typowymi przedstawicielami urządzeń typu *slave* w systemie komunikacyjnym. Z uwagi na ich bierny charakter, nie wymagają one tak złożonej konfiguracji, jak ma to miejsce dla urządzeń typu *master*. Najczęściej dla stacji typu PROFIBUS-FMS zachodzi jedynie konieczność nadania fizycznego adresu węzła, które jest dokonywane za pomocą przełączników typu *dip*. Stała lista kilku różnych referencji komunikacyjnych, zdefiniowanych jako otwarte oraz kartoteka obiektów, są dołączane wraz z dokumentacją urządzenia. W przypadku biernych urządzeń typu PROFIBUS-DP dostarczany jest natomiast znormalizowany, tekstowy plik opisujący urządzenie (**gsd Geräte-Stamm-Daten*). Plik taki zestawiany jest i sprawdzany dla każdego certyfikowanego urządzenia i zapewnia bezproblemową konfigurację sieci DP.

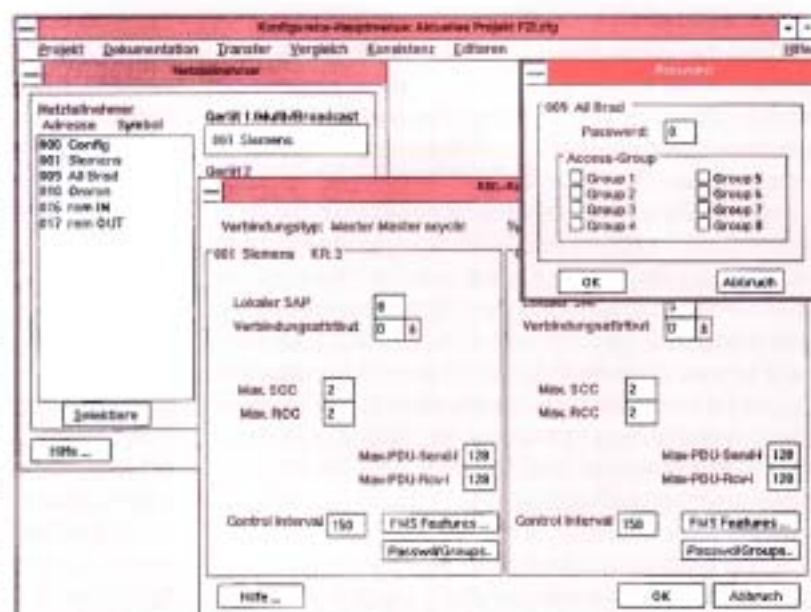
PROGRAMY NARZĘDZIOWE DO SIECI PROFIBUS

Programy komputerowe wspomagające konfigurację, uruchamianie i diagnostykę sieciowych systemów komunikacyjnych stanowią bardzo ważny zestaw produktów. Podobnie jak w innych obszarach pracy inżyniera, także tutaj oprogramowanie CAx (*Computer Aided...*) wyraźnie podnosi efektywność i jakość wykonywanych przez niego prac.

Konfigurator

Konfiguracja sieciowego systemu automatyzacji wymaga ustalenia: topologii sieci, parametrów logicznych połączeń – listy referencji komunikacyjnych, kartoteki obiektów oraz parametrów transmisji. Ze względu na obszerność parametrów konfiguracji sieci PROFIBUS-FMS oraz ich silnej współzależności, projektowanie rozległego systemu komunikacyjnego sieci heterogenicznej, bez wspomaganie komputerowego, jest bardzo pracochłonne. Dla węzłów PROFIBUS, wykorzystujących standardowe pliki konfiguracyjne: *.BUS, *.CRL, *.OD, istnieje możliwość użycia konfiguratora. Jedno z takich rozwiązań przedstawiono na rys.1.

Konfigurator firmy SOFTING jest oprogramowaniem dla środowiska Windows. Pozwala on na pełną konfigurację heterogenicznej sieci PROFIBUS, a także kontrolę konsystencji edytowanych danych oraz generowanie wszystkich plików konfiguracyjnych i dokumentacji. Dodatkową zaletą tego oprogramowania jest możliwość odczytywania przez sieć PROFIBUS konfiguracji zdalnych stacji oraz zapisywania nowych. Jest to bardzo przydatne podczas konfiguracji i uruchamiania rozległej instalacji, ale wymaga tego, aby stacje sieci miały zaimplementowane usługi FMA7, gdyż w przeciwnym przypadku dane



Rys. 1. Konfigurator PROFIBUS-FMS firmy SOFTING

konfiguracyjne mogą być przesłane do węzła sieci jedynie przez standardowe łącze transmisji szeregowej V.24.

Konfiguracja sieci PROFIBUS-DP z wykorzystaniem tego konfiguratora jest wyraźnie ułatwiona dzięki możliwości wykorzystania danych formatu GSM, dostarczanych z każdym certyfikowanym urządzeniem DP.

Monitor

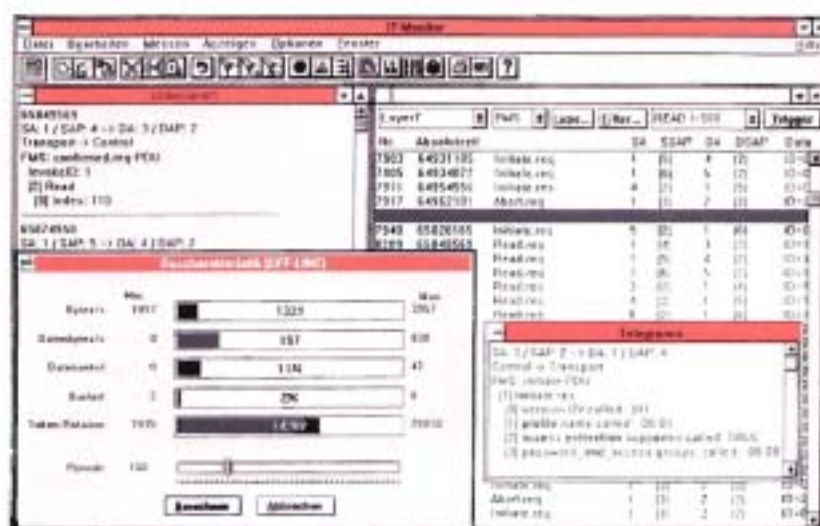
Monitor sieci jest narzędziem do uruchamiania i diagnostyki sieciowych systemów automatyki. Jako bierny węzeł sieci nie wprowadza on zmian w jej konfiguracji i nie wymaga własnego adresu sieciowego, co pozwala na pominięcie go w fazie projektowania instalacji. W trybie pracy *on-line* monitor rejestruje telegramy pojawiające się na magistrali, pokazuje aktywne stacje sieci oraz informacje statystyczne o obciążeniu, efektywności transmisji i błędach. Natomiast w trybie pracy *off-line* zarejestrowany pakiet ramek można poddać przetwarzaniu według różnych kryteriów.

Monitor sieci PROFIBUS IT-MONITOR, opracowany w FZI (*Forschungszentrum Informatik an der Universität Karlsruhe*) (rys.2), jest programem pracującym w środowisku MS Windows na standardowym komputerze PC. Do dołączenia komputera do sieci PROFIBUS wymagana jest karta sieciowa firmy TMG i-tec GmbH lub

COMSOFT, umożliwiającą rejestrację telegramów przy prędkości transmisji do 1,5 Mbit/s. Podczas tej rejestracji monitor pokazuje aktywne stacje pracujące w sieci. Dodatkowo, w postaci graficznej, prezentowane są informacje statystyczne i wartości maksymalne dotyczące: obciążenia sieci, transmisji danych brutto i netto oraz efektywności transmisji i obiegu *token'a*. Natomiast w trybie *off-line* zarejestrowane telegramy mogą zostać poddane obróbce. Wybór poziomu obserwacji: warstwa fizyczna, danych czy użytkownika z usługami FMS, jak również interpretacja zawartości ramek, pozwalają na bardzo efektywną analizę zdarzeń komunikacyjnych. Ważną informacją diagnostyczną jest również tzw. „stempel czasowy” dołączony do każdego zarejestrowanego telegramu. Może on być wyświetlany jako czas lub odstęp bitowy między wybranymi telegramami. Do redukcji nadmiaru zarejestrowanej informacji przewidziano różnorodne filtry. Dzięki możliwości definiowania tych filtrów przez użytkownika, uzyskuje się

ciowego. Wymaga to jednak wcześniejszego uruchomienia węzła sieci.

- **symulacji generacyjnej**, w przypadku której wysyłane telegramy są generowane w trybie on-line lub na podstawie scenariuszy zachowań zapisanych w odpowiednich skryptach,
- opracowany przez FZI symulator *IT-Access* jest konfigurowany za pomocą standardowych plików konfiguracyjnych, np. przygotowanych za pomocą konfiguratora. Plik definiujący kartotekę obiektów *.OV, stanowiący podstawową część wirtualnego urządzenia VFD (ang. *Virtual Field Device*), zapewnia automatyczne działanie serwera. Zachowanie klienta jest interakcyjnie lub określane za pomocą skryptów działania. Ponieważ każdy symulowany węzeł sieci wymaga własnego stosu PROFIBUS FMS, dlatego też istnieje możliwość zainstalowania w jednym komputerze wielu kart komunikacyjnych, które są obsługiwane przez jeden program.



Rys. 2. IT-Monitor sieci PROFIBUS (FZI)

znacznie większą efektywność prowadzonej analizy pracy sieci. Dodatkowa funkcja wyzwalania *trigger* pomaga natomiast przy wyszukiwaniu wybranych zdarzeń komunikacyjnych. Zarejestrowane podczas pomiaru ramki mogą zostać zapisane w formie pliku na dysku, co umożliwi ich ponowną analizę z dala od badanej instalacji sieciowej.

Symulator

W celu sprawdzenia poprawności działania programu instalacji sieciowej konieczne jest odtworzenie pełnego środowiska pracy. Oznacza to, że wszystkie stacje muszą zostać fizycznie dołączone do magistrali. Ponieważ nie zawsze jest to możliwe, bądź też wiąże się z dużymi kosztami, dlatego też opracowano odpowiednie narzędzia komputerowe (symulatory). Symulatory stanowisk pracują wg dwóch metod:

- **symulacji odtworzeniowej**, podczas której następuje wysyłanie odfiltrowanych telegramów, które zostały wcześniej zarejestrowane za pomocą monitora sie-

Zebrane w laboratoriach FZI i ITMiA Politechniki Wrocławskiej doświadczenia potwierdzają, że produkty mające certyfikat sprawiają znacznie mniej problemów podczas uruchamiania sieci heterogenicznych. Niestety większość badanych produktów takiej certyfikacji nie miała.

BIBLIOGRAFIA:

- [1] Bender K. (Hrsg): PROFIBUS: Der Feldbus für die Automation; 2. Aufl., Hanser-Verlag, München, 1992
- [2] Varga Z., Nikolova E., Wenzel P.: Werkzeuge für die Inbetriebnahme von Feldbusbasierten Automatisierungssystemen, Inet '95 - Konferenz Karlsruhe, 1995
- [3] Bender K.: Werkzeuge für Projektierung und Inbetriebnahme vernetzter intelligenter Geräte
- [4] Dokumentacje techniczne do poszczególnych produktów firmy Siemens, Applikom, PEP Modular Computers

PODSUMOWANIE

PROFIBUS-FMS jest standardem komunikacyjnym przeznaczonym przede wszystkim dla poziomu gniazd, gdzie wymagania czasowe nie są krytyczne, a zachodzi potrzeba przesyłania dużych pakietów danych. Niestety większość dostępnych produktów FMS ma zaimplementowane jedynie podstawowe usługi: *Read*, *Write*, *Get_OD*, co ogranicza ich zastosowanie na tym poziomie. Próba ich zastosowania do szybkiej wymiany danych z innymi urządzeniami automatyki, ze względu na rozbudowany protokół, nie może przynieść zadowalających wyników. Dla tych zastosowań bardziej efektywny jest prosty w konfiguracji i uruchamianiu PROFIBUS-DP.

Kalendarium PAR

KONGRESY • KONFERENCJE • SYMPOZJA • SEMINARIA • TARGI

Lipiec 1997

14-16 lipca **Istanbul, TURCJA**
IFAC Symposium (4th) Advances in Control Education ACE '97

Kontakt: Prof. A. Taha Dinibutun, Istanbul Technical University, Mech. Engg. Faculty, Gürmüssuyu 80191, Istanbul, Turkey. Faks +90/212-245 0795, e-mail: mknib@itu.tr

21-23 lipca **Seul, KOREA**
IFAC Workshop Intelligent Manufacturing Systems
Kontakt: Prof. Hyung Suck Cho, Dept. of Mechanical Engineering, Korea Advanced Inst. of Science & Technology, 373-1, Kusong-dong, Yuseong-gu, Taejeon 305-701, Korea. Faks +82 42 869 3210, e-mail: hschop@ica.kaist.ac.kr

22-25 lipca **Seul, KOREA**
1997 Asian Control Conference (in cooperation with IFAC)
Kontakt: Prof. Dong-il Cho, 1997 ASCC Secretariat, Automation and Systems Res. Institute, Seoul National University, Bldg. 133, Kwanak-ku, Shinrim-dong, San 56-Seoul 151-742, Korea, Rep. Faks +82/2/889-4239, e-mail: ascc@asri.snu.ac.kr

28-30 lipca **Seul, KOREA**
IFAC Workshop Distributed Computer Control Systems
Kontakt: Prof. Wook Hyun Kwon, Dept. of Control & Instrumentation Engg., Seoul National University, San 56-1, Shillim-dong, Kwanak-gu, Seoul 151-742, Korea. Faks +82/2/888 4182, e-mail: whkwon@csl.snu.ac.kr

27-31 lipca **Portland, STANY ZJEDNOCZONE**
PICMET'97 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology
Kontakt: Portland State University, Engineering Management Program, P.O. Box 751, Portland, OR 97207-0751, USA, Tel. +1/503/7253535, Faks +1/503/7254667, e-mail: picmet@emp.pdx.edu, internet: http://www.emp.pdx.edu

Sierpień 1997

18-21 sierpnia **Pekin, CHRL**
IFAC/CIGRE Symposium Control of Power Plants and Power Systems
Kontakt: Chinese Association of Automation, POB 2728, Beijing 100080, China. Faks +86/10/25 45 229

26-28 sierpnia **Hull, WIELKA BRYTANIA**
IFAC Symposium Fault Detection, Supervision and Safety for Technical Processes SAFEPROCESS '97
Kontakt: Prof. Ron Patton, Dept. of El. Engg., The University of Hull, Cottingham Rd., Hull HU6 7RX, UK. Faks +44/1482/466006, e-mail: r.j.pattson@e-eng.hull.ac.uk

26-29 sierpnia **Międzyzdroje, POLSKA**
Fourth International Symposium on Methods and Models in Automation and Robotics
Kontakt: MMAR '97 Symposium Secretariat, Institute of Control Engineering, Technical University of Szczecin, ul. Sikorskiego 37, 70-313 Szczecin, Tel.

(+48 91) 494737, 494704, Faks (+4891) 340332, e-mail: mmar@we.tuniv.szczecin.pl, mmar@amber.tuniv.szczecin.pl, internet: http://www.tuniv.szczecin.pl

Wrzesień 1997

2-5 września **Basel, SZWAJCARIA**
Inatlec 97
18. Internationale Fachmesse für Elektronik, Automatisierung und Elektrotechnik
Kontakt: Messe Basel, CH-4021 Basel, Tel. +41/61/6862020, Faks +41/61/6862194

3-5 września **Nantes, FRANCJA**
IFAC Symposium: Robot Control
Kontakt: Prof. W. Khalil, IAN - Ecole Centrale de Nantes, F-44072 Nantes Cedex, France. Faks (+33) 7657 4754, e-mail: khalil@tan.ec.nantes.fr

7-10 września **Smolenice, SŁOWACJA**
IFAC Workshop: New Trends in Design of Control Systems
Kontakt: IFAC Workshop '97, Ms. Alena Kozakova, Fac. of El. Engg., Iľkóvova 3, SK-81 219 Bratislava, Slovakia. Faks +42/7/729734, e-mail: ntdcs@kass.el.stuba.sk

8-10 września **Łagów k. Zielonej Góry, POLSKA**
II Krajowa Konferencja Naukowo-Techniczna „Diagnostyka procesów przemysłowych”
Kontakt: prof. dr hab. inż. Józef Korbicz, Instytut Robotyki i Inżynierii Oprogramowania, Politechnika Zielonogórska, ul. Podgórska 50, 65-246 Zielona Góra, Tel. +68 254831 w. 422, Faks +68 253944, e-mail: korbicz@info.wsl.zgora.pl

9-11 września **Kielce, POLSKA**
VII Konferencja „Metrologia w technikach wytwarzania maszyn” Kielce'97
Kontakt: prof. dr hab. inż. Stanisław Adamczyk, Zakład Technologii Maszyn Politechniki Świętokrzyskiej, al. 1000-lecia Państwa Polskiego, 25-314 Polska, Tel. +41 24534, 24434, 24433, Faks +41 42997, e-mail: adamczyk@sabat.bu.kielce.pl

10-12 września **Brijuni, CHORWACJA**
IFAC Conference „Manoeuvring and Control of Marine Craft - MCMC '97”
Kontakt: Prof. Z. Vukic, University of Zagreb, Unska 3, Fac. of El. Engg. and Computing, HR-1000 Zagreb, Croatia. Faks +385 1 612 9809, e-mail: zoran.vukic@fer.hr

10-12 września **Lublin - Nałęczów, POLSKA**
XXXI Międzynarodowa Konferencja Metrologów
Kontakt: Politechnika Lubelska, Katedra Metrologii Elektrycznej i Elektronicznej, ul. Nadbystrzycka 38 A, 20-618 Lublin. Tel. (0-81) 551051 w. 365, 359, faks (0-81) 554601, e-mail: mkm97@elektron.pol.lublin.pl

23-26 września **Krynica Górna, POLSKA**
MISSP '97 - VII Sympozjum „Modelowanie i symulacja systemów pomiarowych”
Sekretariat sympozjum: mgr inż. Andrzej Wajda, Zakład Metrologii, Akademia Górniczo-Hutnicza, 30-059 Kraków, Al. Mickiewicza 30, paw. B1, Tel./faks (+12) 17 39 72,

e-mail: wajda@galaxy.uci.agh.edu.pl, http://galaxy.uci.agh.edu.pl/~zmetr/symp1.htm

29 września - 2 października **Minsk, BIAŁORUŚ**
International Conference on Theoretical and Practical Aspects of Metrology „Metrology - 97”
Kontakt: Republic of Belarus, 220053 Minsk, Starovilensky trakt, 93. Faks +17 237 09 38

Październik 1997

8-10 października **Kiekrz k. Poznania, POLSKA**
III Międzynarodowa Konferencja nt. Komputer w ochronie środowiska
Kontakt: ul. Wieniawskiego 5/7, pok. 323, 61-712 Poznań. Tel./faks (+0 61) 53 72 96, tel. (+0 61) 53 68 05 w. 285, 288

20-22 października **Mikołajki, POLSKA**
Symposium „Metrologia w systemach jakości - 2”
Kontakt: Klub „Polskie Forum ISO”, ul. Kłobucka 23a, 02-699 Warszawa. Tel./faks 647 03 93

20-23 października **Besancon, FRANCJA**
8e Congres International de Metrologie (avec le concours du Bureau National de Metrologie) Kontakt: Secretariat General Metrologie 97, Mouvement Français pour la Qualite, c/o Crci, Valparc - Zac de Valentin, 25043 Besancon Cedex, France

22-24 października **Kielce i Borków, POLSKA**
Płate Krajowe Sympozjum Pomiarów Magnetycznych
Kontakt: Prof. dr hab. Jacek R. Przygodzki, Polskie Towarzystwo Elektrotechniki Teoretycznej i Stosowanej, Oddział w Kielcach, Al. Tysiąclecia 7, 25-314 Kielce. Faks +41 429 97, fax: 612331 pl., tel. +41 242 53 lub 24240, e-mail: etmrp@tu.kielce.pl

Listopad 1997

4-6 listopada **Detroit, Michigan, USA**
Autofact '97 - The Conference and Exposition on Integrated Design and Manufacturing
Kontakt: SME Customer Service, One SME Drive, PO Box 930, Dearborn, MI 48121-0930 USA, Tel. +1 800 733 4763, Faks +1 313 271 2861

19-21 listopada **Hamburg, NIEMCY** Deutsche Kalte-Klima-Tagung 1997 des DKV (Deutscher Kalte- und Klimatechnischer Verein)
Kontakt: DKV - Tagungsorganisation, Pfaffenwaldring 10, D-70569 Stuttgart. Tel. (07 11) 685-32 00, Faks 685-32 42

20-21 listopada **Warszawa, POLSKA**
Mechatronika '97 - III Konferencja Naukow.-Techniczna: Mechatronika '97, Wydział Mechatroniki Politechniki Warszawskiej, ul. Chodkiewicza 8, pok. 307, 02-525 Warszawa. Tel. +22 660 82 84, Faks +22 490398, boniecka@mp.pw.edu.pl

20-21 listopada **Wrocław, POLSKA**
Wrocławskie Sympozjum AP '97 - Automatyza-cja Produkcji '97
Kontakt: Instytut Technologii Maszyn i Automaty-zacji Politechniki Wrocławskiej, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław. Faks +71 216 70



AUTOMATICON '98

Międzynarodowe Targi Automatyki i Pomiarów
International Fair for Measurement and Control
10-13 marca 1998
WARSZAWA
Centrum Targowe Mokotów

(Opinie Wystawców o Targach AUTOMATICON '97)

„...Targi AUTOMATICON '97 były bardzo pożyteczną i udaną pod każdym względem imprezą techniczno-handlową...”

„...Duże zainteresowanie zwiedzających. Wszyscy ważniejsi producenci aparatury kontrolno-pomiarowej byli obecni...”

„...umożliwiły zapoznanie wielu specjalistów z najnowocześniejszą techniką...”

„...Tak jak i poprzednie Targi – owocują one zwiększeniem ilości naszych kontaktów technicznych i handlowych...”

Organizatorzy:

PIAP

– Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów
Al. Jerozolimskie 202, 02-486 Warszawa

● APARATURA KONTROLNO-POMIAROWA I ELEMENTY AUTOMATYKI

- Elementy systemów sterowania procesami przemysłowymi
- Systemy monitorowania procesów
- Przemysłowe sieciowe systemy komunikacyjne
- Przemysłowe urządzenia alarmowe
- Czujniki i przetworniki pomiarowe
- Elementy wykonawcze
- Inne elementy i podzespoły

● AUTOMATYZACJA

- Analogowe i cyfrowe systemy sterowania procesami przemysłowymi
- Projektowanie systemów automatyzacji
- Komplektacja systemów (dostaw)
- Montaż i uruchamianie systemów automatyzacji

● ROBOTYZACJA

- Roboty przemysłowe
- Oprogramowanie dla robotów przemysłowych
- Urządzenia dla stanowisk zrobotyzowanych
- Komponenty
- Opracowywanie i wykonywanie aplikacji zrobotyzowanych stanowisk, gniazd i linii technologicznych
- Systemy zapewniania bezpieczeństwa pracy

● LABORATORYJNA APARATURA POMIAROWA DO CEŁÓW PRZEMYSŁOWYCH, NAUKOWYCH I DYDAKTYCZNYCH

● USŁUGI KONSULTINGOWE I INNE

- Zabudowa stoisk w systemie OCTANORM. Organizatorzy oferują stoiska „pod klucz” wg potrzeb poszczególnych wystawców

**Termin zgłoszeń wystawców:
15 października 1997 r.**

Biuro Targów:

PIAP Warszawa, Al. Jerozolimskie 202
tel.: (22) 863-82-52; 874-01-50
fax: (22) 874-01-49; 863-81-76

MVM Sp. z o.o.

ul. Wiatraczna 15, PL 04-364 Warszawa
tel./fax (22) 610-47-02; 610-94-34

Zapraszamy do udziału w Targach oraz seminariach

Z naszej czytelnicy

at

Automatyka w biochemii

Bettenhausen K.D., Gehlen S., Märentbach P.: *Intelligente leittechnische Konzepte für die Bioverfahrenstechnik: Einsatz und Perspektiven an der TH Darmstadt. Stosowanie i perspektywy rozwojowe prac nad inteligentnymi koncepcjami automatyki w technice biochemicznej* prowadzonych w Politechnice Darmstadt. *Automatisierungstechnik* 1997 Vol. 45 nr 5 s. 199-208 13 rys. bibliogr. 16 poz. W ubiegłym dziesięcioleciu w Politechnice Darmstadt opracowano metody pozwalające na zautomatyzowanie procesów prowadzonych podczas wyłączenia przez człowieka. Metody te są wdrażane w skali wielkoprzemysłowej. Wychodząc z podstawowych wymagań dotyczących prowadzenia procesów biologicznych omówiono podstawowe założenia, przeprowadzone badania i zrealizowane liczne systemy. Prace te dotyczą m.in. długofalowego prognozowania procesów fermentacyjnych z wykorzystaniem programowania genetycznego. SWy

Roboty usługowe

Kurz A., von Wichert G.: *Über die autonome Kartierung der Umwelt durch lernende Serviceroboter. O autonomizym tworzeniu*

planów przez uczące się roboty usługowe. *Automatisierungstechnik* 1997 Vol. 45 nr 5 s. 218-225, 4 fot. 7 rys. bibliogr. 12 poz. W miarę dostępności coraz wydajniejszych czujników, elementów wykonawczych i komputerów przewiduje się możliwość stosowania w najbliższej przyszłości prawdziwych robotów usługowych. Będą one stosowane w życiu codziennym, co wymaga znacznej samodzielności, a tym samym elastyczności działania i zdolności uczenia się przy dopasowywaniu się robota do środowiska swojej działalności. Po wstępnym omówieniu wymagań, które musi spełnić inteligentny i uczący się układ sterowania robota omówiono możliwość samodzielnego tworzenia przez robota usługowego planów otoczenia dla celów nawigacyjnych. Przedyskutowano możliwość wykorzystania czujników ultradźwiękowych i kamer telewizyjnych. SWy

atp

Sieci przemysłowe – PROFIBUS-PA

Krummen H., Betz J.H., Schimanski A.: *Eigensicheres Feldbussystem PROFIBUS-PA bei Wacker-Chemie. Samobezpieczny system magistrali miejscowej PROFIBUS-PA w zakładach chemicznych Wacker. Automatisierungstechnische Praxis* 1997 Vol. 39 nr 5 s. 27-28, 30-31, 3 rys. bibliogr. 2 poz.

Nowy samobezpieczny system magistrali miejscowej PROFIBUS-PA, będący rewolucyjnym rozwiązaniem w dziedzinie automatyki komputerowej, pozwala na zaoszczędzenie od 30 % do 50 % kosztów w stosunku do konwencjonalnej techniki połączeniowej. Oszczędności polegają na redukcji kosztów sprzętu i projektowania; dotyczą zarówno nowych instalacji, jak i eksploatacji. Jednym z pierwszych użytkowników są zakłady chemiczne Wacker w Kolonii, gdzie zainstalowano system PROFIBUS-PA na skalę półtechniczną w części zakładów. W przypadku wyniku pozytywnego, w co nikt nie wątpi, system ten będzie dalej rozszerzany. SWy

Pomiary małych strumieni objętości

Schnell G.: *Wie man kleine Durchflüsse von Flüssigkeiten messen kann. Jak można mierzyć najmniejsze przepływy cieczy. Automatisierungstechnische Praxis* 1997 Vol. 39 nr 5 s. 32, 34-36, 38-39, 1 fot. 8 równań 7 rys. bibliogr. 7 poz. Omówiono urządzenia pomiarowe bazujące na zmianach objętości i zmianach masy cieczy w zbiorniku. Urządzenia te umożliwiają pomiar przepływu cieczy o wartościach mniejszych niż 1/h. W jednym z urządzeń mierzony jest czas przepływu bańki powietrza, w drugim ciśnienie na dno w rurze pionowej, a w trzecim ciężar jednej kropli. Omówiono różnice się od siebie właściwości urządzeń pracujących na wspomnianych zasadach. SWy

Pomiar – wykrywanie wycieku cieczy

Breckner K.: *Durchflußmessung von Flüssigkeiten durch Erfassen der Änderungsgeschwindigkeit eines Niveaus. Pomiar przepływu cieczy realizowany przez ujęcie szybkości zmian poziomu. Automatisierungstechnische Praxis* 1997 Vol. 39 nr 5 s. 40, 42-45, 13 równań 4 rys. Dzięki różniczkowaniu sygnału poziomu cieczy w zbiorniku i porównaniu z sygnałem przepływomierza umieszczonego na końcu przewodu można jednocześnie zmierzyć ewentualny upływ cieczy z przewodu. Możliwe jest też wykrycie błędnych połączeń w rozgałęzieniach i często nieprzejrzystych przewodach w zakładach przetwórczych. Omówiono podstawy fizyczne, układ połączeń i zasadę działania. Podano przykłady obliczeniowe i niektóre zastosowania praktyczne. SWy

F&M

Układy elektroniczne – chłodzenie

Fahner W.R. i inni: *Mikrokühlsysteme für elektronische Baugruppen. Miniaturowe systemy chłodzenia układów elektronicznych. Feinwerktechnik Mikroelektronik* 1997 nr 4, s. 269 - 272, 6 rys. Przy wzrastającej częstotliwości zegara i gęstości upakowania elementy półprzewodnikowe nie będą mogły pracować niezawodnie, jeśli do ich chłodzenia będą stosowane obecnie dostępne metody chłodzenia układów elektronicznych. Na horyzoncie, są całkiem nowe koncepcje chłodzenia opracowywane obecnie w Niemczech.

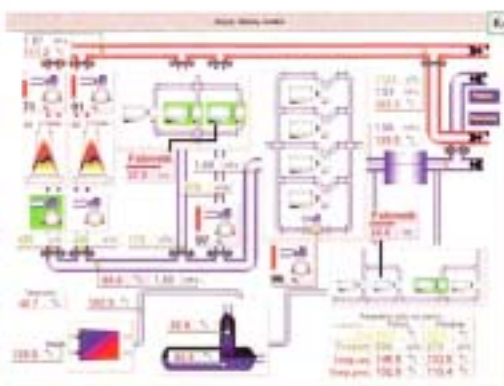


Microtech International Ltd
Anglo-Polish Electronics Technology

ul. Parkowa 10, PL- 51-616 Wrocław, tel. (071) 72 80 19, 72 80 48, fax: (071) 48 36 88

AUTOMATYZACJA PROCESÓW PRZEMYSŁOWYCH.

- sterowanie obiektem z uwzględnieniem algorytmów optymalizacji
- bieżąca wizualizacja stanu obiektu na obrazach synoptycznych i serwisowych
- automatyczne tworzenie raportów okresowych według zadanych formularzy
- komunikacja z lokalnymi urządzeniami kontrolno-pomiarowymi systemu automatyki



Opracowane przez MICROTECH INTERNATIONAL LTD systemy sterowania procesami przemysłowymi umożliwiają dostosowanie struktury i funkcji do indywidualnych wymagań poszczególnych obiektów i technologii. Funkcje i struktura oprogramowania zastosowanego do sterowania urządzeń technologicznych są zgodne z międzynarodowymi standardami na oprogramowanie typu SCADA. MICROTECH INTERNATIONAL LTD realizuje kompleksową automatyzację w zakresie projektowania, dostaw, montażu i rozruchu systemu.

Przedstawiono koncepcje:

- mikrochłodziarki układów ASIC, pracujących w układzie zamkniętym, składającej się z: mikropompy, chłodnicy krzemowej oraz wymiennika ciepła; dzięki niej można uzyskać zredukowanie oporności cieplnej o 92% w porównaniu ze stosowanym obecnie standardowym materiałem FR4;
- chłodzenia elementów energoelektroniki;
- miniaturowego układu chłodzenia laserów diodowych dużej mocy;
- zamkniętych pływowych układów chłodzenia płytek z obwodami drukowanymi.

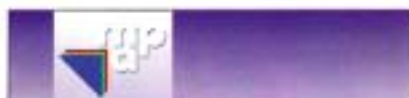
JKa

Pomiary położenia – interfejs

Hagl R.: Flinker Schnittstelle für absolute Positions Meßsysteme. Szybki interfejs do układu bezwzględnej pomiaru położenia. Feinwerktechnik Mikrotechnik Mikroelektronik 1997 nr 4, 6 rys., 2 tab.

Dla maszyn i urządzeń potrzebne są układy pomiaru położenia, które mierzą bezwzględne położenie natychmiast po włączeniu układu albo po zakłóceniu – bez wykonywania ruchu. Obrotowe kodowe czujniki położenia oraz liniowe kodowe układy pomiarowe mogą być stosowane, ale dane powinny być transmitowane szeregowo, a nie równolegle. Przedstawiono koncepcję interfejsu nazwanego EnDat, opracowanego w Niemczech, który zapewnia dwukierunkową, synchroniczną, szybką (40 ms przy częstotliwości taktowania wynoszącej 1 MHz) i bezpieczną (CRC) transmisję danych oraz umożliwia nie tylko kontrolę i diagnozę, ale także automatyczny start układu sterowania.

JKa



Automatyka na pocztę

Strömer J., Lechner S.: Post-Beschleuniger Der Einsatz von Sonar-BERO in Großsortieranlagen. Przyspieszacz pocztowy. Zastosowanie sonaru BERO w wielkich sortowniach listów. Messen Prüfen Automatisieren 1997 Vol. 33 nr 5, s. 19-21, 2 fot.

Automatyczne sortowanie listów, możliwe jest z szybkością do 20 000 listów na godzinę. Wymiary listów są określane za pomocą ultradźwiękowego urządzenia BERO firmy Siemens (nazwa zastrzeżona, urządzenie może pracować na zasadzie optycznej, indukcyjnej, pojemnościowej i ultradźwiękowej), natomiast odczytywanie adresu realizowane jest szybką kamerą, skierowaną na kopertę. Za pomocą specjalnego oprogramowania wybierany jest wycinek koperty z adresem, a następnie są odczytywane poszczególne cyfry i litery. Rozpoznawanie znaków realizowane jest przy wykorzystaniu sztucznej sieci neuronowej.

SWy

Przemysłowe pomiary ciśnienia

Klausmann L., Kreutzer J.: Stets hoch belastbar. Stabiler Korrosionsbeständiger kapazitiver Keramiksensoren für industrielle Druckmesstechnik. Zawsze silnie obciążalny. Stabilny, odporny na korozję pojemnościowy czujnik ceramiczny do przemysłowych pomiarów ciśnienia. Messen Prüfen Automatisieren 1997 Vol. 33 nr 5, s. 32-34, 3 rys.

Omówiono podstawowe właściwości pojemnościowych ceramicznych czujników ciśnienia oraz wymagania dotyczące parametrów współpracujących układów elektronicznych.

Czujniki te mogą pracować w temperaturach od -40 °C do +125 °C. Podano charakterystyki czujników z membranami wykonanymi z tlenku glinu i z szafiru.

SWy

Czujniki pomiarowe

Markübersicht: Sensortechnik. Przegląd rynku: Technika czujników. Messen Prüfen Automatisieren 1997 Vol. 33 nr 5, s. 44-45, 1 tabl.

Zestawienia tabelaryczne czujników oferowanych przez 200 firm niemieckich. Wymieniono rodzaje wielkości mierzonych przez czujniki produkowane przez poszczególne firmy: mechaniczne, geometryczne, elektryczne, zależne bądź niezależne od czasu, termiczne, akustyczne, optyczne, klimatyczne, chemiczne oraz biologiczne i inne. Zaznaczono też możliwości przetwarzania i transmisji danych pomiarowych.

SWy



Termoelementy

Lehmann H., Bernhard F.: Selbstkalibrierende Thermoelemente – Modellierung und Design. Termoelementy samowzorcujące się – modelowanie i projektowanie. Technisches Messen 1997 nr 3, s. 91-99, 19 rys., 4 tab., bibliogr. 14 poz.

Przedstawiono właściwości dynamiczne termoelementów z wbudowanymi miniaturowymi termoelementami stałopunktowymi. W przypadku wysokich temperatur zmiana lokalnych właściwości termoelementów (niejednorodność) oraz gradient temperatury powodują pękanie charakterystyki. Błąd pomiaru może osiągnąć 10 °C.

Wzorcowanie termoelementów w laboratorium nie jest właściwym rozwiązaniem tego problemu. Rozwiązaniem jest pomiar odniesienia czyli wzorcowanie w czasie eksploatacji, w miejscu zabudowy termoelementu. Dlatego proponuje się stosowanie termoelementów stałopunktowych wbudowanych w termoelementy. Przedstawiono metodę modelowania termoelementów o budowie radialnej i równoległej. Stwierdzono również wnioski dotyczące budowy takich termoelementów. Przebadano materiały przydatne do budowy termoelementów stałopunktowych. Przedstawiono wyniki badań prototypowych termoelementów typu S i K z wbudowanymi termoelementami stałopunktowymi – ze złota i aluminium. Opracowano oprogramowanie umożliwiające identyfikację punktu stałego i wzorcowanie dynamiczne termoelementów. Zbudowano i wypróbowano

stanowisko do takiego wzorcowania termoelementów.

JKa

Sieci neuronowe

Wyler K. i inni: From neuron to network: measurement, analysis and modelling. Part 5: Models and simulation tools of biological neurons and networks. Od neuronu do sieci – pomiar, analiza i modelowanie. Cz. 5: Modele i narzędzia symulacji biologicznych neuronów i sieci. Technisches Messen 1997 nr 3, s. 121-130, 4 rys., 4 tab., bibliogr. 18 poz.

Celem neurologii komputerowej jest opracowanie modeli, opisujących działanie systemu nerwowego albo jego części na różnych poziomach. Istotnym problemem jest wybór złożoności modelu. W artykule przedstawiono:

- modele pojedynczej komórki nerwowej o różnej złożoności – modele „punktowe” (liniowe, nieliniowe) i modele biofizyczne (całkujący, Hodgkin’a-Huxley’a, „przegódkowy”); szerzej omówiono model Hodgkin’a-Huxley’a ze względu na jego znaczenie dla modelowania neuronów;
- przykład modelu sieciowego – generacja i sterowanie pływaniem ryby;
- pakiety programowe do modelowania neuronów i ich sieci; omówiono stosowane metody numeryczne oraz przedstawiono ocenę dostępnego oprogramowania (14 pakietów programowych).

JKa

¹ Wymienione czasopisma zagraniczne są dostępne w czytelni wydawcy PAR.



Przedsiębiorstwo Usługowo-Produkcyjne

„SKAMER-ACM” Sp. z o.o.

33-100 Tarnów
ul. Rogoyskiego 26
tel./fax 0-14/22 14 40
e-mail: skamer@tol.tarnow.pl

30-347 Kraków
ul. Kapelanka 11
tel./fax 0-12/67 14 40
e-mail: skamer@tol.krakow.pl

Oferujemy Państwu:

Kompleksowe usługi w zakresie pomiarów i automatyki przemysłowej

- projektowanie • dostawy urządzeń
- montaż i rozruch instalacji
- sprzedaż: elementy automatyki i osprzęt elektryczny

• jesteśmy przedstawicielem techniczno-handlowym w regionie Polski południowo-wschodniej producentów urządzeń pomiarów i automatyki:

Lubuskie Zakłady Aparatów Elektrycznych

LUMEL Zielona Góra

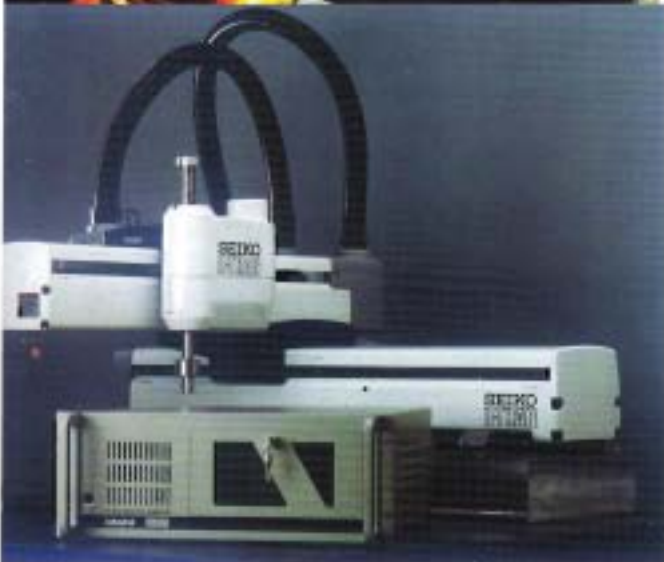
MERA-PNEFAL S.A. Warszawa

• wyłącznym przedstawicielem na obszarze Polski firm:

Michell Instruments producenta urządzeń do pomiaru wilgotności

Comark producenta mierników ciśnienia i temperatury

• autoryzowanym dystrybutorom kilkudziesięciu firm krajowych i zachodnich – producentów elementów automatyki i osprzętu elektrycznego



28th International Symposium of Industrial Robots

W dniach 12-15.05.97 w Detroit, USA odbyła się kolejna, 28. Międzynarodowa Konferencja ISIR (International Symposium of Industrial Robots).

Towarzyszyła jej wystawa robotów i przemysłowych systemów wizyjnych Robots & Vision Show. Tegoroczny ISIR był zasadniczo różny od poprzednich. Program obejmował w większości badania stosowane i aplikacje. Od strony organizacyjnej wydzielono cztery części:

- **regularne sesje naukowe** – artykuły zgłoszone na konferencję podzielono na kilka grup: technologie do integracji gniazd montażowych, zastosowania robotów usługowych, nowości w robotyce, nowości w dziedzinie przemysłowych systemów wizyjnych, robotyka i systemy sensoryczne, praktyczne zastosowania prac badawczych w dziedzinie robotyki;
- **kursy** – referaty zamawiane, dotyczące głównie zagadnień praktycznych, wygłoszone podczas spotkań tematycznych: systemy rozpoznawania pisma i wykorzystanie w nich systemów wizyjnych, zrobotyzowane spawanie łukowe, zrobotyzowane zgrzewanie punktowe, wykrywanie wad materiałów, zrobotyzowane usuwanie nadatków i cięcie, zrobotyzowany transport międzyoperacyjny części i materiałów, zrobotyzowane malowanie, dozowanie, uszczelnianie, wizja w robotyce, montaż robotów, symulacja robotów;
- **dyskusja** okrągłego stołu dotycząca zrobotyzowanej obsługi pras;
- **szkolenia** – prowadzone przez instruktorów, prezentujące podstawowe problemy robotyzacji, adresowane do odbiorców z przemysłu, podzielone na sesje: warunki powodzenia wdrożeń robotów przemysłowych, podstawy przemysłowych systemów wizyjnych, podstawowe zagadnienia integracji systemów, oświetlenie i układy optyczne w przemysłowych systemach wizyjnych, podstawowe zagadnienia integracji przemysłowych systemów.

Podział taki wychodził naprzeciw odbiorcom. Zainteresowanie kursami i szkoleniami było bardzo duże. Brali w nich udział przedstawiciele zakładów przemysłowych. Po każdym wystąpieniu wywiązywała się ożywiona dyskusja. Prezentacje były najczęściej uzupełnione materiałem wideo. Jeśli było to możliwe, pokazywano detale wytwarzane/obrabiane w stanowiskach zrobotyzowanych (np. pospawane

THE 28TH INTERNATIONAL S



ROB

VISION

S H O W

elementy). Uczestnicy musieli zgłosić się do wszystkich wystąpień, aby otrzymać program, konspekt lub kopie slajdów. Wyjazd z konferencji i kursy był wolny dla uczestników konferencji, natomiast w szkoleniach był płatny.

Wśród regularnych sesji naukowych było spotkanie poświęcone robotyce w przemyśle. Aktualne problemy w tym obszarze przedstawił J. Engelberts, dyrektor ds. robotyki. W ramach wystąpienia uzyskał z NASA przebieg grantu, w którym będzie zajął się zastosowaniem skanowania laserowego.

W ramach tej sesji przedstawiono interesujące rozwiązania w zakresie malowania samochodów na linii produkcyjnej. Kanadyjska firma opracowała robota podwieszającego nadwozie. Opracowanie to powstało w ramach projektu NASA, polegającego na systemie zaopatrywania robotów. W niemieckiej kółkowej w Instytucie Fraunhofer ILR, robot umieszczony jest pod nadwoziem samochodu manewrowanym na poziomym dystansie do korka boku, otwierając drzwi. Oba rozwiązania są w fazie prototypowej, pracują na benzynowych.

Ogółem w konferencji uczestniczyło 400 osób. Przedstawiono również:

- w sesji „Software and Its Realization in Industry” referat pt. „A Laser Ray” autorstwa C. Lichodziejewskiego (PIAP, Warszawa);
- w sesji „Sensor Enhancements” referat pt. „A Laser Ray” autorstwa C. Lichodziejewskiego (PIAP, Warszawa);

SYMPOSIUM ON ROBOTICS



cy otrzymywali materiały w formie pełnego tekstu w formie pełnego tekstu w formie pełnego tekstu. Wstęp na sesję naukową dla zarejestrowanych uczestników. Natomiast udział w sesji.

W sesji szczególnie ciekawe były prezentacje poświęcone robotom usługowym i perspektywy rozwoju najnowszej techniki, np. J. Engelberger, nazywany ojcem robotyki, wystąpienia krótko opisał swoje doświadczenia z jego firmą HelpMate w realizacji sterowania laserowych.

W sesji przedstawiono bardzo ciekawe prace z zakresu robotyzacji tankowania na stacjach benzynowych. Firma ISE Inc. zaproponowała rozwiązanie na portalu. W ramach kosmosu, podczas prac nad systemem wahadłowców w pakiecie koncepcji, zrealizowanej przez firmę IPA w Stuttgarcie, robot pod jezdnią. Po zatrzymaniu manipulator jest wyprowadzany z obszaru, podjeżdża pod niego i rozpoczyna tanczenie. W tym czasie są na etapie instalacji pracujących na stacjach.

W sesji wzięło udział około 100 uczestników, w tym dwa polskie wystąpienia.

W ramach Robot Information Meeting: „Virtual Redundancy in Robotized Beveling”, referat Z. Pilata i R. Sawwy.

Referat „Enhanced Robotics” referat R. Sawwy i Z. Pilata.

Robot Navigation” autorstwa R. Sawwy (PIAP, Warszawa), J. Racza i B. Siemiatkowskiej (IPPT PAN, Warszawa), zostały przyjęte z zyczelwym zainteresowaniem. Poza jeszcze jednym artykułem – ze Słowacji, były to jedyne referaty z krajów Europy Środkowej i Wschodniej.

W dniu poprzedzającym konferencję zorganizowano uroczystą kolację poświęconą J. Engelbergerowi. Wzięli w niej udział, obok uczestników konferencji, przedstawiciele najważniejszych koncernów robotowych, które to firmy całą imprezę w znacznym stopniu ufundowały. W trakcie kolacji ogłoszono nazwiska tegorocznych laureatów nagród w dziedzinie robotyki. Z konferencją ISIR związane są trzy takie nagrody. Pierwszą z nich, **ENGELBERGER ROBOTICS** przyznaje się w czterech kategoriach:

- **zastosowania robotów** – laureatem w 1997 roku został J. Rueping z Eastman Kodak Company (USA),
- **edukacja** – K.J. Waldron z uniwersytetu stanowego w Ohio (USA),
- **rozwój technologii** – G. Giralt z CNRS (Francja),
- **kierowanie pracami z dziedziny robotyki** – P.J. Eicker z Sandia National Laboratories (USA).

Osobną nagrodę, nazywaną Golden Robot ufundowała już po raz czternasty firma ABB. Jest ona przyznawana za szczególne osiągnięcia we wdrażaniu technologii zrobotyzowanych. W tym roku otrzymał ją J.O. Park z Korei Południowej. Kolejne dwie nagrody przyznaje japońska organizacja robotowa JARA, za najlepsze artykuły z poprzedniej konferencji ISIR. Rozpatrywane są dwie dziedziny:

- **prace badawczo-rozwojowe** – w 1997 roku nagrodę otrzymał japoński zespół badawczy (T. Kanade, M. Tanaka, K. Oda, A. Yoshida, H. Kano) pracujący na amerykańskim uniwersytecie Carnegie Mellon,
- **prace aplikacyjne** – L. Manzoni, G. Di Filippo z Fincatieri SpA (Włochy).

W czasie trwania konferencji w Detroit odbyło się posiedzenie komitetu wykonawczego Międzynarodowej Organizacji Robotowej – IFR. Stronę polską reprezentował prof. A. Morecki z Politechniki Warszawskiej. W obradach wzięli także udział R. Sawwa i Z. Pilat z PIAP. Oprócz możliwości wglądu w aktualne prace IFR, uzyskano informacje o planowanych inicjatywach i kolejnych konferencjach, które odbędą się:

- 1998 – Birmingham, Wielka Brytania,
- 1999 – Tokio, Japonia,
- 2000 – Montreal, Kanada.

Ryszard Sawwa, Zbigniew Pilat



Komputerowo wspomagane wdrażanie systemów zapewnienia jakości, zgodnych z wymaganiami norm serii ISO 9000, w małych i średnich przedsiębiorstwach

mgr inż. Grzegorz Kazimierski
Przemysłowy Instytut Automatyki
i Pomiarów PIAP

Przedstawiono metodę grupowego wprowadzania systemu zapewnienia jakości, zgodnego z wymaganiami norm serii ISO 9000. Stosowanie metody jest wspomagane programem komputerowym CATISO[®] pomagającym w analizie aktualnego systemu zarządzania przedsiębiorstwem, zapoznaniu się z wymaganiami norm i ich interpretacją, opracowaniu i wprowadzaniu oraz nadzorowi nad dokumentacją systemu.

W Polsce, podobnie jak na całym świecie, obserwuje się ciągle wzrost zainteresowania stosowaniem norm serii ISO 9000. Rośnie ilość przedsiębiorstw, które już uzyskały certyfikat i zaczynają wymagać certyfikatu od swych poddostawców, często przedsiębiorstw zatrudniających od kilku do kilkunastu osób. Równocześnie nowe warunki w jakich znalazła się gospodarka Polska, otwierające się możliwości eksportu wymuszają od przedsiębiorstw wprowadzanie nowoczesnych, pro-jakościowych metod zarządzania. Już w tej chwili ważnym elementem decydującym o zawarciu kontraktu jest posiadanie certyfikatu jakości, niezależnie od wielkości firmy.



Rys. 1. Rentowność przedsiębiorstw posiadających certyfikat w zależności od wielkości

Szczególnie w małych i średnich przedsiębiorstwach zwrot nakładów poniesionych na wdrożenie systemu jakości zgodnego z ISO 9000 następuje w krótkim czasie. Zgodnie z badaniami prowadzonymi na rynkach europejskich, firmy małe posiadające certyfikat jakości mają prawie trzykrotnie większy zysk niż przeciętne firmy!¹

Wagę problemu doceniła Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna ISO wydając poradnik „ISO 9000 dla małych przedsiębiorstw. Jak to zrobić.”²

WSTĘP

Przedsiębiorstwa, które zdecydowały się na wdrożenie systemu zapewnienia jakości zgodnego z wymaganiami norm serii ISO 9000 napotykają na szereg problemów:

• **Co to są normy ISO 9000?** Często zdarza się, że jedyne informacje na ten temat są wiadomości, że przedsiębiorstwo X już posiada certyfikat, Y opracowuje doku-

mentację systemu, a Z uzyskało bardzo intratne zamówienie, dzięki temu, że posiadało certyfikat.

• **Kto ma się tym zająć?** W niewielkich przedsiębiorstwach nie ma możliwości wyznaczenia osoby, która by się poświęciła tylko temu zadaniu. Zresztą najczęściej w przedsiębiorstwie dokładnie nie wiadomo na czym opracowanie i wdrożenie systemu zapewnienia jakości polega!

• **Gdzie szukać informacji na ten temat? Jakich szkoleń są potrzebne? Kto i gdzie takie szkolenia prowadzi?** Działają już w Polsce wiele firm oferujących szkolenia o różnym zakresie, lecz o wartości kursu czy też szkolenia można się przekonać dopiero po jego zakończeniu. Nie istnieje jeszcze w kraju system oceny poziomu szkoleń.

• **Kogo i w jakim zakresie przeszkolić? Czy wystarczy przeszkolenie jednego pracownika?** Częstym błędem popełnianym na wstępie przez przedsiębiorstwo jest odelegowanie wybranego pracownika na kurs czy też szkolenie na audytora wewnętrznego, które ma za zadanie nauczyć jak oceniać prawidłowość działania systemu, a nie jak go zbudować!

• **Jak długo będzie trwać opracowywanie i wdrażanie systemu?** Jakże często spotyka się jeszcze opinie, że wszystkie prace związane z opracowaniem i wdrożeniem systemu można wykonać w ciągu kilku tygodni...

• **Ile będzie kosztować całość prac związanych z opracowaniem, udokumentowaniem i wdrożeniem systemu?** O ile koszty szkoleń i ewentualnie wynajęcia konsultanta można przewidzieć dość dokładnie, to pozostałe koszty związane z poszukiwaniem firm szkoleniowych, konsultingowych, wyborem jednostki certyfikującej czy też zaangażowaniem pracowników firmy są trudne do oszacowania.



Rys. 2. Główne problemy, związane z wprowadzaniem systemu zapewnienia jakości, występujące w małych i średnich przedsiębiorstwach

Podsumowując, główne problemy na które napotyka się przedsiębiorstwo przystępujące do prac związanych z implementacją systemu zapewnienia jakości związane są z:

- organizacją – zaplanowaniem wszystkich niezbędnych działań, ustaleniem harmonogramu prac, określeniem niezbędnych szkoleń i narzędzi;
- czasem – ustaleniem realnego czasu wymaganego na efektywne i skuteczne działania;
- kosztami – wstępnym zaplanowaniem niezbędnych kosztów przedsięwzięcia.

Metoda została opracowana przez ATB Institut für Angewandte Systemtechnik Bremen GmbH (Niemcy)³. W projektach realizowanych zgodnie z metodą BQM wzięło dotychczas udział 70 przedsiębiorstw w okręgu bremeńskim. Ponadto metoda została zastosowana w trzech regionalnych centrach na terenie Niemiec (Berlin, Hannover, Bonn) oraz jest zaadaptowana w Polsce, Hiszpanii i Indiach.

METODA PIAP-BQM

Metoda opiera się na następujących założeniach:

- każde przedsiębiorstwo posiada własny, samodzielnie ustanowiony system zapewnienia jakości,
- każde z przedsiębiorstw powinno samodzielnie opracować system zapewnienia jakości zgodny z wymaganiami norm serii ISO 9000,
- opracowanie i wprowadzenie systemu jest typową pracą projektową, z podziałem na fazy szkoleń, realizacji i weryfikacji wyników,
- najlepsze wyniki uzyskuje się wykorzystując metody pracy zespołowej,
- przedsięwzięcie powinno być realizowane w optymalnym czasie i za rozsądną cenę,
- wszystkie etapy prac mogą być wspomagane programem komputerowym.

Fazy realizacji pracy można podzielić na następujące części:

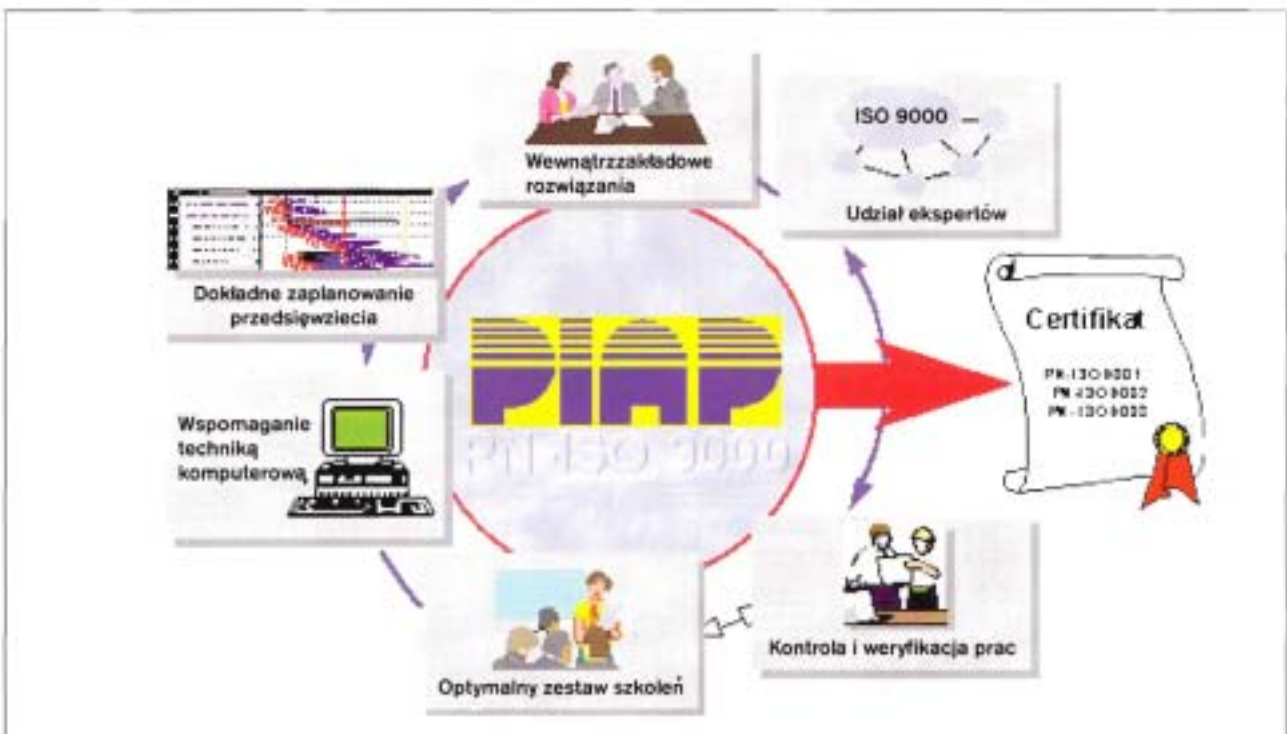
FAZA 1 – Zdefiniowanie i zaplanowanie

W początkowej fazie powinno nastąpić zapoznanie się z wymaganiami norm, wybór modelu zapewnienia jakości (PN-ISO 9001, 9002, 9003), wstępna analiza dotychczasowego systemu zarządzania jakością, lokalizacja słabych i mocnych stron przedsiębiorstwa, określenie wymaganej pracochłonności i związanych z tym kosztów. W metodzie PIAP-BQM przewidywane są w tej fazie:

- Szkolenie informacyjne o genezie powstania i wymaganiach stawianych przez normy serii PN-ISO 9000 oraz o metodzie,
- Prowadzona indywidualnie w przedsiębiorstwach analiza wstępna zgodnie z opracowanym wzorem, w wyniku której otrzymuje się diagnozę informującą które z wymagań stawianych w normach są spełnione i w jakim stopniu,
- Otrzymane wyniki analizy wstępnej są podstawą do określenia wymaganej pracochłonności i kosztów.

FAZA 2 – Analiza szczegółowa

Dużą trudność w opracowywaniu systemu ZJ zgodnego z wymaganiami norm serii PN-ISO 9000 sprawia interpretacja wymagań. Normy ze względu na swą uniwersalność stosowania są bardzo ogólne i dlatego konieczne jest specyficzne dla każdego przedsiębiorstwa zinterpretowanie wymagań poszczególnych elementów zawartych w normach. Następnym krokiem jest przeanalizowanie dotychczasowego sposobu realizacji w przedsiębiorstwie poszczególnych elementów. Na tej podstawie określany jest stan pożądany systemu zarządzania jakością i zdefiniowane braki, wymagające poprawy. W tej fazie należy także określić i udokumentować odpowiedzialności za realizację poszczególnych działań i sposoby postępowania.



Rys. 3. Główne elementy składowe metody PIAP-BQM

Metoda PIAP-BQM na tym etapie przewiduje szkolenia z elementami ćwiczeń i konsultacji dla zrozumienia i zinterpretowania wszystkich elementów zarządzania jakością przewidzianych normą. Szczegółowe instrukcje postępowania, w postaci pytań i rozbudowanego systemu pomocy (program CATISO) pomagają stworzyć własny, specyficzny dla poszczególnych przedsiębiorstw, system zapewnienia jakości. Powstają w tej fazie:

- udokumentowane wyniki analizy szczegółowej,
- tablice odpowiedzialności,
- sposoby postępowania w postaci schematów graficznych.



Rys. 4. Możliwości pomocy w poznaniu, zrozumieniu i interpretacji wymagań norm w programie CATISO



Rys. 5. Opracowywanie procedur z wykorzystaniem programu CATISO

FAZA 3 – Opracowanie i udokumentowanie systemu zapewnienia jakości

Powstałe w poprzedniej fazie dokumenty, tzn. wyniki analizy szczegółowej, tablice odpowiedzialności i sposoby postępowania są podstawą do stworzenia procedur systemowych.

Tu także dużą pomoc daje stosowanie programu CATISO, w którego edytorze zamieszczono ujednolicone zarysy procedur z następującymi punktami:

- Cel procedury,
- Zakres stosowania,

- Definicje,
- Tabela odpowiedzialności,
- Sposób postępowania,
- Dokumenty związane,
- Rozdzielnik.

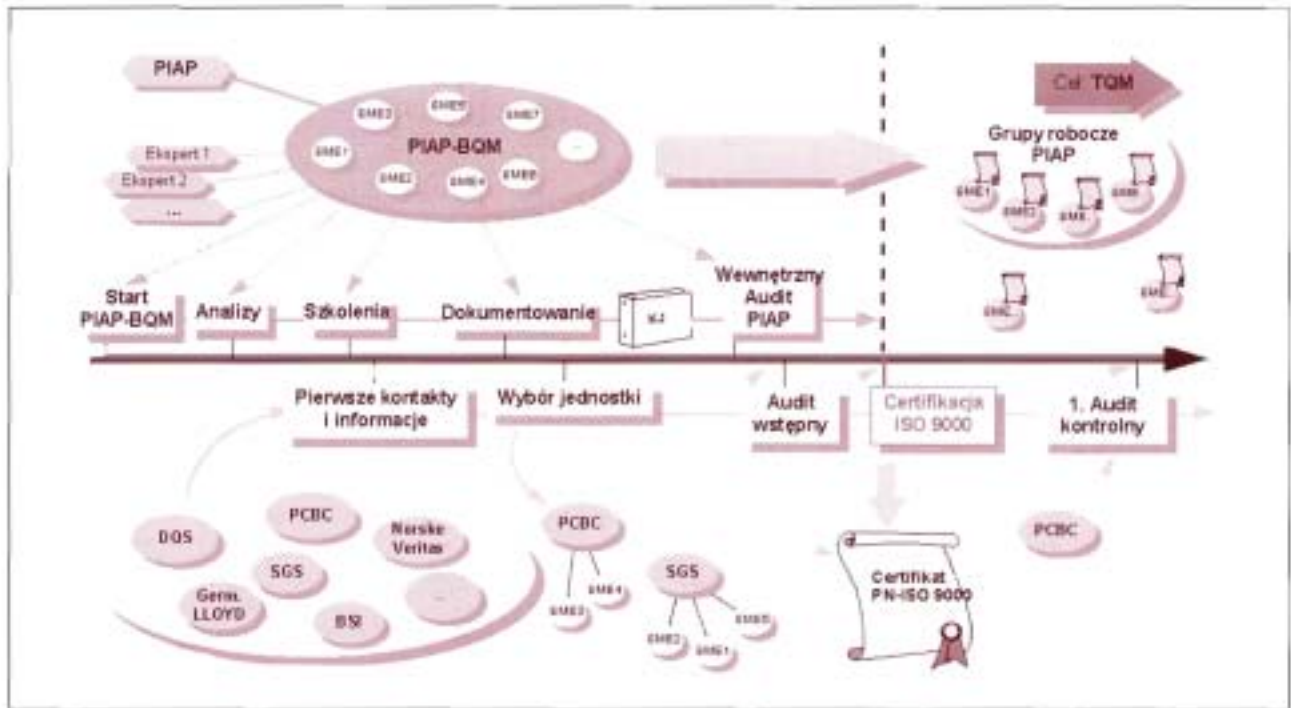
Wraz z procedurami systemowymi jest opracowywana Księga Jakości przedsiębiorstwa.

FAZA 4 – Wprowadzenie systemu i jego weryfikacja

Opracowany i udokumentowany, zgodny z wymaganiami normy PN-ISO 9001/9002/9003, system zapewnienia jakości wymaga wprowadzenia go do działania. W zależności od wielkości przedsiębiorstwa może to być zrealizowane w krótszym lub dłuższym czasie. W przedsiębiorstwach małych opracowane procedury są znane personelowi już podczas ich opracowywania i mogą być wdrażane do stosowania sukcesywnie w miarę ich powstawania. W przedsiębiorstwach zatrudniających większą liczbę pracowników konieczne jest zapoznanie ich z opracowanym systemem i treścią dokumentów przez szkolenia.

Prawidłowo działający system zarządzania jakością ulega zmianom. Wywołane one mogą być przez system oceny (audyty i przeglądy wymagane normą) lub przez codzienne doświadczenia i obserwacje. Jest rzeczą normalną, że w początkowym okresie obowiązywania zatwierdzonej dokumentacji systemu musi podlegać on weryfikacji.

Metoda PIAP-BQM przewiduje pomoc przedsiębiorstwom w organizacji szkoleń i audytów wewnętrznych, a także w poszukiwaniu optymalnych rozwiązań



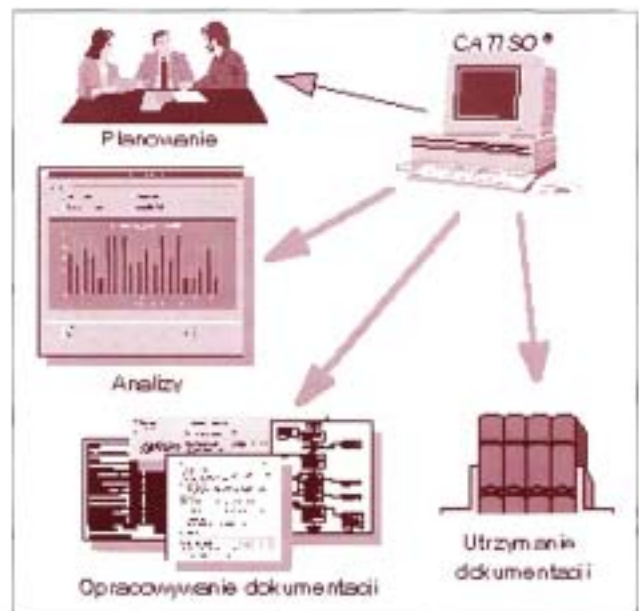
Rys. 6. Współpraca z jednostkami certyfikującymi systemy w ramach metody PIAP-BQM

problemów. Na zakończenie prac w przedsiębiorstwach przeprowadzany jest audyt oceniający stopień przygotowania do rozpoczęcia procesu certyfikacji w wybranej jednostce certyfikującej. W ramach szkoleń przewidziany jest także udział przedstawicieli jednostek certyfikujących. Po zakończeniu programu przewidziana jest pomoc PIAP w ciągłym doskonaleniu jakości, przez zapraszanie przedstawicieli firm biorących udział w projektach na regularne spotkania szkoleniowe.

ROLA PROGRAMU CATISO

Wszystkie omówione powyżej fazy projektu są wspomagane specjalizowanym programem komputerowym CATISO®. Program wymaga współpracy z wersją Windows 3.1 lub nowszą (Windows 95, Windows NT). Pełni on następujące funkcje:

- przewodnika, pomagającego „krok po kroku” realizować program metody PIAP-BQM,
- narzędzia pomocniczego przy opracowywaniu analiz, wstępnej i szczegółowej,
- mechanizmy programowe pozwalające opracować schemat organizacyjny przedsiębiorstwa, tablice odpowiedzialności itp.,
- wbudowany edytor pomagający opracować dokumentację systemu,
- możliwość współpracy z programem ABC FlowCharter, do graficznego przedstawiania sposobu realizacji działań,
- narzędzia nadzoru nad dokumentacją systemu.



Rys. 7. Rola programu CATISO w metodzie PIAP-BQM

Szczegółowych informacji udziela:

mgr inż. Grzegorz Kazimierski

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP

Al. Jerozolimskie 202, 02-486 Warszawa

tel. (22) 874-02-13, faks (22) 866-76-48

¹ Znaczenie norm ISO 9000 dla rozwoju ekonomicznego, L.D. Eicher, referat plenarny, Międzynarodowe Sympozjum Aplikacyjne ISO 9000 Forum, Biuletyn Informacyjny Klubu Polskie Forum ISO 9000, Nr 5 (22) 1996.

² ISO 9000 for Small Business. What to do. Advice from ISO/TC 176. ISO Central Secretariat, 1996.

³ BQM Bremański model wdrażania systemów organizacji jakości, dr inż. Paul Bagdasarian, Międzynarodowe Sympozjum Aplikacyjne Forum ISO 9000, Warszawa 12-14 marca 1996, Referaty sympozjum.

Mechatronika - multimedialne projektowanie i produkcja wyrobów, czyli integracja współczesnych technologii

prof. dr hab. inż. Grzegorz Pawlicki
Instytut Inżynierii Precyzyjnej i Biomedycznej
Politechniki Warszawskiej

Jeszcze w połowie XIX wieku wyższe uczelnie techniczne oferowały kandydatom studia tylko na 4 wydziałach: budowlanym, mechanicznym, chemicznym i architekturze. Tak ograniczona liczba dyscyplin odzwierciedlała ówczesny stan rozwoju technologii i zapotrzebowanie na specjalistów przez gospodarkę. Jednakże sytuacja zmieniła się szybko. Rozwój fizyki i chemii na przełomie XIX i XX w. znacznie wzbogacił wiedzę przyrodniczą powodując powstanie nowych technologii, w tym przede wszystkim elektrotechniki. Nastąpiła równocześnie dyferencjacja istniejących dyscyplin. Powstawały nowe działy przemysłu, nowe instytucje badawcze i wydziały wyższych uczelni technicznych.

Obecnie, np. Politechnika Warszawska oferuje kandydatom studia na 16 wydziałach i 20 kierunkach nauczania, nie mówiąc o dziesiątkach specjalności. Jednym z takich nowych wydziałów jest Wydział Mechatroniki, który powstał z przekształcenia Wydziału Mechaniki Precyzyjnej.

ZRÓŻNICOWANIE I JAKOŚĆ WSPÓŁCZESNYCH TECHNOLOGII

Rozwój nauki początkowo powodował głównie różnicowanie się technologii.

Branżowość gospodarki spowodowała pośrednio tak znaczne rozdrobnienie dyscyplin, że powstała bariera w projektowaniu nowoczesnych produktów i urządzeń. Coraz częściej napotymano zadania, których optymalne rozwiązanie wymagało wyjścia poza zakres danej wąskiej specjalności i wykorzystania wiedzy i umiejętności należących do innych, często bardzo odległych dyscyplin, czyli podejścia interdyscyplinarnego.

Dzisiaj jest oczywiste, że w każdej, lub prawie każdej, branży występują w większym lub mniejszym stopniu wszystkie lub większość podstawowych dyscyplin technologicznych. Powstanie organizacji branżowych w przemyśle, instytutach badawczych i na uczelniach technicznych umożliwiło więc wzajemne przenikanie się występujących obok siebie dyscyplin naukowych i kierunków nauczania. Zmiany organizacyjne w połączeniu z rozwojem technologii spowodowały, że pojawiła się możliwość rozwiązania zadania inżynierskiego w nowy sposób, polegający na łączeniu wielu podstawowych technologii mechanicznej z elektryczną, chemiczną, optyczną, a zwłaszcza z informatyką itp. Nastąpiła ponowna integracja dyscyplin technologicznych do wiodzących jednostek współczesnych technologii.

Projektowanie wyrobu z wykorzystaniem wspomaganie komputerowego odbywa się teraz przede wszystkim według kryteriów funkcjonalności, trwałości, niezawodności, odporności na zakłócenia, gabarytów, kosztów wytwarzania oraz łatwości obsługi, a nie według jednorodności konstrukcji. W rezultacie powstaje urządzenie, produkt o jednolitych właściwościach funkcjonalnych, ale za to o złożonej strukturze wewnętrznej. Cel osiąga się za pomocą różnych środków, a więc techniką multimedialną.

W ciągu ostatnich kilkunastu lat powstało wiele nowoczesnych interdyscyplinarnych podbranżowych obszarów wiedzy, wyrażających jednostkę współczesnej technologii jak: robotyka, mikronika, mikroelektronika, fotonika, optoelektronika, mechatronika, z których ta ostatnia, jak się wydaje, może być najlepszym przykładem.

MECHATRONIKA JAKO PRZYKŁAD INTEGRACJI TECHNOLOGII

Słowo mechatronika powstało z połączenia części dwóch słów: mechanika i elektronika, jako słowo kluczowe na oznaczenie nowego obszaru technologii, wykorzystującego przede wszystkim takie dyscypliny inżynierskie, jak: mechanika, elektrotechnika, elektronika i technika komputerowa, ale czerpiące także z wielu innych dyscyplin, między innymi inżynierii materiałowej, chemicznej, optycznej a nawet biologicznej. Zintegrowanie tak różnych obszarów wiedzy umożliwiło wytworzenie nowego rodzaju maszyn, urządzeń i produktów, w tym artykułów powszechnego użytku, wielce charakterystycznych dla współczesnej cywilizacji.

Najbardziej reprezentatywnym urządzeniem – i zarazem produktem mechatronicznym – jest szeroko rozumiany **robot**, a więc szczególnie rodzaj automatu charakteryzujący się znacznym stopniem **autonomii funkcjonowania**, w tym zdolnością adaptacji w środowisku pracy. Robot zawiera wszystkie elementy składowe mechatroniki.

Podstawową jednostką funkcjonalną mechatroniki jest **układ mechatroniczny**, czyli zintegrowany zespół trzech elementów składowych: czujnika, sterownika i urządzenia wykonawczego. **Głównym i ostatecznym zadaniem takiego układu jest czynność mechaniczna**, lecz cechą szczególnie istotną – możliwość reagowania na bodźce zewnętrzne, docierające do układu z czujników. Na drodze między czujnikami a elementem wykonawczym znajduje się **blok analizy i przetwarzania sygnałów** oraz **blok decyzyjny**, wyposażony w stosowny program działania układu. Po spełnieniu zaprogramowanych wymagań następuje podjęcie decyzji i element wykonawczy realizuje stosowane działanie. Rezultat tego działania podlega ponownej kontroli za pomocą stosownych czujników.

Układ mechatroniczny stanowi naśladowictwo przyrody. W świecie biologicznym takie układy są powszechne, dzięki nim jest możliwa egzystencja istot żywych w zmiennych warunkach środowiska. Tak właśnie zachowuje się człowiek wobec otoczenia. Na przykład cofa rękę przed ogniem, zamyka oczy przed jaskrawym blaskiem światła, zatyka uszy przed uciążliwym hałasem, wstrzymuje oddech gdy poczuje odrażający zapach i unika miejsc gdzie spotykają go przykrości. Ta ostatnia reakcja stanowi, jak na razie, niedościgniony wzór dla robota.

Mechatronika powstała w środowisku mechaników, automatyków i robotyków, w momencie gdy mechaniczny spo-

sób rozwiązywania zadania konstrukcyjnego okazał się nie adekwatny do oczekiwań i możliwości jakich dostarczały inne dziedziny technologii, w szczególności elektronika, inżynieria materiałowa, optyka a zwłaszcza informatyka.

Mechatronikę charakteryzuje **systemowe podejście** do projektowania analizy funkcjonalnej urządzeń, a produkt mechatroniczny pewien rodzaj inteligencji zwany **inteligencją maszynową**. Typową cechą takiego produktu jest udział programów komputerowych operacyjnych i aplikacyjnych (softwaru), jako integralnej części maszyny lub urządzenia, niezbędnej do jej funkcjonowania, czyli wykonania operacji. Tak więc **zdolność do przetwarzania danych** oraz integracja wszystkich elementów składowych stała się kluczowym składnikiem produktu mechatronicznego.

Biorąc pod uwagę istotę mechatroniki i jej nieograniczone pole zastosowań, można powiedzieć, że mechatronika występuje w większym lub mniejszym stopniu w każdym obszarze technologii **nie ograniczając równocześnie autonomii dyscyplin, z których korzysta**.

Udział części informatycznej odpowiedzialnej za przetwarzanie informacji w poszczególnych produktach mechatronicznych nie jest jednakowy. Biorąc pod uwagę, że w każdym z produktów występuje masa, ruch i sterowanie, łatwo zauważyć, że zegarek czy kamera filmowa, których istotą jest przetwarzanie informacji, zawierają znacznie większą część informacyjną niż turbina elektrogenatora czy aktywne urządzenie antywibracyjne zainstalowane na szczycie drapacza chmur. W dwóch ostatnich wymienionych przykładach przeważa oczywiście masa i przepływ energii niezbędnej do uruchomienia tej masy w celu wytworzenia energii elektrycznej lub wytłumienia budowl.

Mechatronika istnieje kilkanaście lat lecz wciąż jest dyscypliną w stadium rozwoju. Oczekuje się przede wszystkim, aby mechatronika, która nie jest zwykłą dyscypliną naukową, wyraźniej określiła zakres swojego działania w szerokim obszarze technologii i aby zaproponowała, **charakterystyczną dla siebie, metodykę projektowania produktu mechatronicznego**. Dzisiejsza struktura wewnętrzna mechatroniki nie jest wystarczająco jasna, chociaż zadania, jakie są przedmiotem jej zainteresowania, rysują się bardzo wyraźnie. Do ważniejszych problemów wymagających podejścia mechatronicznego niewątpliwie można zaliczyć:

- ulepszanie produktów przemysłowych, czyniąc je mniej materiałochłonnymi, trwalszymi i tańszymi;
- modernizację istniejących urządzeń przemysłowych obejmujących maszyny i metody produkcji przez zintegrowanie mechaniki z elektroniką i techniką komputerową w celu zwiększenia ich wydajności;
- projektowanie nowych produktów powszechnego użytku, jak: roboty kuchenne, kamery, magnetowidy, samochody, narzędzia, zabawki i inne;
- opracowywanie nowych koncepcji budowy inteligentnych maszyn przystosowanych do współpracy z człowiekiem, czyli, jak się czasami mówi, zorientowanych na człowieka;
- projektowanie i budowa robotów do zastosowań nieprzemysłowych w obszarach interdyscyplinarnych, takich jak: inżynieria medyczna, biologiczna, kosmiczna, w których precyzja, niezawodność i odporność na zmęczenie są konieczne, a których to cech człowiekowi brakuje.

Warto przy okazji zwrócić uwagę, że w medycynie roboty w postaci skomplikowanych urządzeń diagnostycznych i terapeutycznych funkcjonują już od pewnego czasu. Obecnie do praktyki wchodzi pierwsze roboty neurochirurgiczne i do chirurgii miękkiej. Są doniesienia o wykonywaniu przez roboty zabiegów chirurgicznych na odległość.

Potrzeba użycia zautomatyzowanych maszyn w celu wykonania złożonych zadań staje się coraz powszechniejsza. Pociąga to za sobą konieczność określenia zakresu autonomii, w ramach której maszyny powinny wykonywać powierzone im zadania. Jest to niezbędny warunek założeń projektowanych na takie zorientowane na człowieka maszyny, które w inteligentny sposób będą współdziałały z człowiekiem, ich użytkownikiem i które, rozszerzając zakres możliwości operacyjnych człowieka, będą równocześnie lepiej wykorzystywane. Maszyna zorientowana na człowieka powinna mieć nowe cechy wynikające z konieczności interakcji z człowiekiem.

Technologia, czyli wiedza o projektowaniu i wytwarzaniu przedmiotów, towarzysząca człowiekowi od zarania jego dziejów, różnicowała się długo i w końcu doszła do stanu, w którym integracja wyraźnie odrębnych dyscyplin umożliwiła nie notowany w dziejach postęp cywilizacyjny. Równocześnie drastycznie ujawniły się socjalne i etyczne aspekty współczesnej technologii, co w historii rozwoju technologii stanowi znaną prawidłowość (rewolucja przemysłowa).

Jednym z takich socjalnych aspektów jest funkcjonalna granica pomiędzy pracującym człowiekiem a maszyną, której wyznaczenie jest problemem niezwyklej wagi, wymagającym wielu analiz i dyskusji. Wynik tej dyskusji bowiem zawazy w przyszłości na wyborze drogi dalszego rozwoju automatyzacji.

Aspekt etyczny dotyczy, m.in. dopuszczalnej granicy stosowania nowoczesnych środków technicznych w medycynie i biologii. Spektakularne osiągnięcia współczesna medycyna zawdzięcza w dużej mierze rozwojowi mechatronicznych środków technicznych. Dzięki nim jest możliwe podtrzymywanie życia w sytuacjach krytycznych, leczenie wielu wcześniej nieuleczalnych chorób, samoobsługa osób niepełnosprawnych, a także manipulacje genetyczne a nawet programowana eutanazja.

Technologię obarcza się niekiedy odpowiedzialnością za zubożenie życia duchowego współczesnego człowieka, a co więcej niektórzy uważają, że zagraża cywilizacji prowadząc do samozagłady. Częściej jednak wiąże się z nią nadzieje na poprawę losu ludzi.

Jaką drogą potoczy się jej dalszy rozwój, czy umożliwi zbudowanie raju na ziemi, czy przyniesie zagładę ludzkości, zależy wyłącznie od człowieka. On bowiem wyznacza cele i kolejność rozwiązywania problemów. Technologia jest tylko narzędziem w jego rękach i nie może być odpowiedzialna za skutki jakie powstają w wyniku jej rozwoju.

Związek technologii z człowiekiem, czyni z niej zjawisko socjologiczne, które nie może funkcjonować autonomicznie bez elementów humanistycznych. Dlatego współdziałanie techników z humanistami jest nieodzowne. Integracja dyscyplin technologicznych pociąga za sobą konieczność integracji środowiska inżynierów ze środowiskiem humanistów, biologów i lekarzy, tak jak było to dawniej na początku rozwoju współczesnej cywilizacji kiedy technologię cechowała jedność dyscyplin.

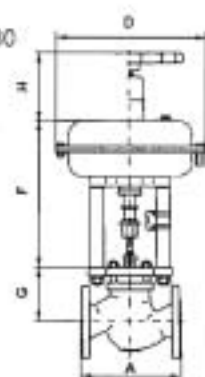
BIBLIOGRAFIA:

- [1] Bolton W.: Mechatronics, electronic control system in mechanical engineering
- [2] Fraster C. J.: An educational perspective on applied mechanics. Mechatronics vol. 3 nr 1
- [3] Pawlicki G.: Mechatronics, multidisciplinary field of technology. Journal of Theoretical and Applied Mechanics 3, 31, 1994
- [4] Pawlicki G.: Mechatronika zintegrowany obszar badań, aplikacji i kształcenia na poziomie wyższym. Materiały II Konferencji Naukowo-Technicznej Mechatronika '94, Warszawa 22-23 września 1994
- [5] Petric O., Szasz G.: The inside structure model of mechatronics devices. Mechatronics vol. 3 nr 2 1993
- [6] Tryliński W.: Mechatronika. PAK nr 11 1987

Zawory regulujące typ Z

Dokończenie ze strony 2

ZAKRES STOSOWANIA	• Średnice nominalne: DN 15...250 • Ciśnienie nominalne: PN 10; 16; 25; 40 lub ANSI 150; 300 • Temperatura czynnika: -100...+560 [°C]																														
KORPUS	• Typ: jednogniazdowy, odlewany • Przyłącza: kołnierzowe z przylgą, z rowkiem lub z wpustem wg PN; ISO lub ANSI • Długość budowy: wg PN, ISO lub ANSI • Materiał: żeliwo szare, żeliwo sferoidalne, staliwo węglowe, staliwo kwasoodporne																														
DLAWNICA	• Typ: standardowa, wydłużona lub mieszkowa • Materiał: stal węglowa lub kwasoodporna • Uszczelnienie: grafit rozprężony, PTFE pleciony, PTFE - typ "V"																														
GNIAZDO	• Twarde metalowe (standardowe) • Miękkie z uszczelnieniem PTFE lub kauczuku silikonowego																														
GRZYB	• Typ: nieodciążony (standardowy) lub odciążony • Charakterystyka: stałoprocentowa, liniowa lub szybkozotwierająca • Szczelność zamknięcia: poniżej 0,01 % K_{vs} (IV kl. wg IEC 534/4) – dla gniazd twardych pęcherzykowa (VI kl. wg IEC 534/4) – dla gniazd miękkich Współczynnik przepływu K_{vs} [m³/h] <table> <tr> <th>DN</th><th>15...</th><th>40</th><th>50</th><th>65</th><th>80</th><th>100</th><th>150</th><th>200</th><th>250</th></tr> <tr> <td>Grzyb nieodciążony</td><td>0,01...40</td><td></td><td></td><td>16...63</td><td>25...94</td><td>40...160</td><td>63...320</td><td>94...500</td><td>125...630</td></tr> <tr> <td>Grzyb odciążony</td><td>-</td><td>25</td><td>25; 40</td><td>40; 63</td><td>63; 94</td><td>94; 125; 160</td><td>320</td><td>320; 500</td><td>500; 630</td></tr> </table>	DN	15...	40	50	65	80	100	150	200	250	Grzyb nieodciążony	0,01...40			16...63	25...94	40...160	63...320	94...500	125...630	Grzyb odciążony	-	25	25; 40	40; 63	63; 94	94; 125; 160	320	320; 500	500; 630
DN	15...	40	50	65	80	100	150	200	250																						
Grzyb nieodciążony	0,01...40			16...63	25...94	40...160	63...320	94...500	125...630																						
Grzyb odciążony	-	25	25; 40	40; 63	63; 94	94; 125; 160	320	320; 500	500; 630																						
SIŁOWNIK	• Typ: pneumatyczny, membranowy, wielosprężynowy • Wielkość/Skok [mm]: 250/20; 400/20; 630/38; 1000/38; 50; 63 • Zakres sprężyn [kPa]: 20-100; 40-200; 40-120; 60-140; 80-240; 120-280; 180-380 • Działanie: proste [P] lub odwrotne [R] • Napęd ręczny: górny (na życzenie) Dodatkowe wyposażenie: • ustawnik pozycyjny pneumatyczny, elektropneumatyczny • filtrreduktor • zawór elektromagnetyczny trójdrogowy • wyłączniki krańcowe • blok odcinający Inne napędy: • siłownik elektryczny • napęd ręczny NN 250; NN 400; NN 630; NN 1000																														



Wymiary zaworów z siłownikami pneumatycznymi [mm]

DN	A	G		F								D								H
		dławnica																		
		standardowa	wydłużona i mieszkowa	P/R				NN				P/R				NN				
250	400			630	1000	250	400	630	1000	50	400	630	1000	250	400	630	1000			
15	130	107	241	306	-	-	-	290	-	-	-	240	-	-	-	225	-	-	-	150
20	150	107	241	306	-	-	-	290	-	-	-	240	-	-	-	225	-	-	-	150
25	160	107	241	306	-	-	-	290	-	-	-	240	-	-	-	225	-	-	-	150
32	180	114	243	306	-	-	-	290	-	-	-	240	-	-	-	225	-	-	-	150
40	200	118	253	306	312	-	-	290	290	-	-	240	305	-	-	225	225	-	-	150
50	230	122	257	306	312	-	-	290	290	-	-	240	305	-	-	225	225	-	-	150
65	290	166	410	-	312	402	-	-	290	308	-	-	305	375	-	-	225	305	-	150
80	310	166	410	-	312	402	-	-	290	308	-	-	305	375	-	-	225	305	-	150
100	350	173	417	-	312	402	-	-	290	308	-	-	305	375	-	-	225	305	-	150
150	480	305	510	-	-	-	565	-	-	-	510	-	-	-	477	-	-	-	450	230
200	600	453	623	-	-	-	565	-	-	-	510	-	-	-	477	-	-	-	450	230
250	730	475	623	-	-	-	565	-	-	-	510	-	-	-	477	-	-	-	450	230

Uwaga: Wymiar długości budowy "A" w tablicy – wg PN i ISO. Szczegółowe dane techniczne zawarte są w karcie katalogowej zaworów regulujących typ Z.

Nowości

Nowe silniki hiszpańskiej firmy DOGA

Silniki mocy ułamkowej firmy DOGA ze stałymi magnesami mają zwartą, zminiaturyzowaną konstrukcję przy zachowaniu wysokich parametrów użytkowych. Są one oferowane w kilku wersjach standardowych o nominalnej mocy od 18 W do 235 W, przy obrotach (1500 – 3500) obr/min. i są przystosowane, zależnie od modelu, do zasilania prądem stałym 12 V lub 24 V. Przy zamówieniu większych serii na życzenie możliwe są pewne modyfikacje konstrukcji zgodnie z warunkami przedstawionymi przez zamawiającego.

Silniki te mogą być dostarczane z wyprowadzeniem bezpośrednim lub od razu wyposażone fabrycznie w przekładnię ślimakową lub planetarną.

Wśród ich licznych zalet użytkowych, jako najważniejsze, warto wskazać:

- niezależne zasilanie,
- niewielką masę i zwartą konstrukcję,
- równą, dokładną i cichą pracę przy wysokich prędkościach obrotowych,
- przystosowanie do nagłych, gwałtownych rozruchów i zatrzymań z niewielkim przeregulowaniem.



Ze względu na swoje parametry użytkowe silniki te znajdują zastosowanie w napędach rozmaitych maszyn stacjonarnych, m.in. w robotach, prostych i złożonych układach automatyki przemysłowej, napędach przenośników taśmowych itp., jak również w urządzeniach przenośnych.

Regulator temperatury KS94/DP

Firma Process and Machinery Automation wprowadziła na rynek nowe w pełni konfiguralne regulatory temperatury KS94/DP współpracujące ze sterownikami PLC. Regulatory te mogą być stosowane do dwustawnej, trójstawnej i ciągłej regulacji grzania-chłodzenia. Cechą charakterystyczną tych urządzeń jest prosta obsługa i opcjonalne wejście wartości mierzonej.

KS94/DP ma 12 cyfrowych i 5 analogowych wejść oraz 6 cyfrowych i 2 analogowe wyjścia. KS94 dysponuje też dużym, wyraźnym ekranem, na którym, oprócz linii stałej informacji o mierzonych wartościach, mogą pokazywać się komunikaty ze sterownika swobodnie programowalnego PLC.

Dzięki tym zaletom regulatory te mogą być stosowane w dużych aplikacjach związanych z procesami termicznymi.

Honeywell i EBOR

Europejski Bank Odbudowy i Rozwoju podpisał z firmą Honeywell umowę dotyczącą projektu o wartości 25 mln dolarów. Celem tego projektu jest promowanie rozwiązań służących oszczędzaniu energii w krajach naszego regionu Europy. W Europie Środkowej i Wschodniej w systemach centralnego ogrzewania działa ponad 10 tysięcy ciepłowni, dostarczając ciepło ponad 300 milionom odbiorców (ponad 700 tys. budynków). Projekt EBOR i Honeywella ma doprowadzić do wprowadzenia w życie produktów i usług, które pozwolą osiągnąć maksymalną efektywność wykorzystania energii na wszystkich etapach łańcucha energetycznego.

Listy do redakcji

Do redakcji wpłynął list mgr inż. Zbigniewa Betkiera, Dyrektora Technicznego ds. Automatyki firmy AB-MICRO s.c. w sprawie artykułu mgr inż. Małgorzaty Miłosiewicz pt. „Interfejsy dialogu człowiek-maszyna”, zamieszczonego w numerze 4/97 PAR. Treść listu przedstawiamy niżej:

„Jesteśmy zbulwersowani treścią artykułu „Interfejsy dialogu człowiek-maszyna” autorstwa mgr inż. Małgorzaty Miłosiewicz, zamieszczonego w numerze 4/97 miesięcznika PAR.

- 1) Autorka prezentując m. in. rozwiązania amerykańskiej firmy GE Fanuc (joint venture koncernów General Electric i Fanuc) używa błędnie nazwy japońskiej firmy Fanuc.
- 2) Bez zgody naszej firmy autorka skopiowała materiał zdjęciowy i tekst z naszej ulotki reklamowej, co jest jawnym naruszeniem praw autorskich.
- 3) W artykule, który miał być, jak sądzimy, obiektywnym przeglądem różnych producentów autorka nie przedstawiła żadnych parametrów technicznych konsol firmy GE Fanuc (pomijając całkowicie najnowsze konsole graficzne DATAPANEL) prezentując jednocześnie szczegółowo parametry konsol firm Allen-Bradley, Omron i Telemecanique.

Naszym zdaniem omawianego artykułu nie można nazwać rzetelną publikacją techniczną.

A oto skrót odpowiedzi Autorki: „...w momencie powstawania artykułu, tzn. na jesieni 1996 r., przesyłałam do GE Fanuc fax z prośbą o udostępnienie materiałów na temat interfejsów MMI, w celu ich opublikowania w nowopowstającym czasopiśmie „PAR”. Niestety, nie otrzymałam żadnej odpowiedzi.

Ponieważ uważałam, że pominięcie w artykule będącym przeglądem oferowanych w Polsce interfejsów MMI, osiągnięć w tej dziedzinie, tak znaczącej firmy, jak GE Fanuc byłoby dużym błędem, pozwoliłam sobie wykorzystać nieliczne posiadane przeze mnie materiały, (otrzymane na targach AUTOMATICON '96).

Za pomyłkę w nazwie firmy GE Fanuc bardzo serdecznie przepraszam.”

Ze swojej strony redakcja również serdecznie przepraszam za pomyłkę w nazwie firmy GE Fanuc oraz za niewystąpienie do firmy AB-MICRO s.c. o wyrażenie zgody na opublikowanie materiałów z tej ulotki reklamowej tej firmy. Dodając do odpowiedzi Autorki zaproszenie do szerszej prezentacji konsol GE Fanuc na naszych łamach, pragniemy zwrócić uwagę na kwestię – naszym zdaniem – wartą przedyskutowania. Otóż program naszego miesięcznika zakłada, m.in., zwracanie się do inżynierów-praktyków z prośbą o dzielenie się swoimi doświadczeniami i zasobami wiedzy (tak było w przypadku p. M. Miłosiewicz, która miała doświadczenia z kilkoma interfejsami MMI, choć akurat nie z produktami firmy GE Fanuc).

Otrzymałam tą drogą materiały mają z natury charakter subiektywny, zarówno co do wyboru zakresu opracowania, jak i co do zamieszczanych ocen. Autorka pisze we wstępie artykułu, że ogranicza się do omówienia wyrobów tylko niektórych firm obecnych na polskim rynku. Z drugiej strony nie można lekceważyć oczekiwań maksymalnego obiektywizmu i zrównoważenia ocen, zwłaszcza ze strony producentów i sprzedawców omawianych wyrobów.

Być może rozwiązanie tego problemu wiąże się z odpowiedzialnością autorów i ich działaniem w dobrej wierze...

SPROSTOWANIE

W numerze 4/97 PAR ukazała się obszerna relacja z Targów Hannover Messe '97. Tak wiele osób przekazało nam relacje z targów, iż sporządzając listę autorów nie wymieniliśmy dra inż. Andrzeja Syrczyńskiego, który opracował informację pt. „Pierwsze iskrobezpieczne produkty sieci PROFIBUS-PA”, za co serdecznie przepraszamy Autora i Czytelników. Dodatkowo po opublikowaniu tego materiału Autor poinformował nas, że w opracowaniu zawarł nie tylko informacje uzyskane na targach Hannover Messe '97, ale również rezultaty analiz w „Projekcie Badawczym Zamawianym PBZ-31-05”.

Otwarty System Automatyki

W lutym 1996 r. fińskie Ministerstwo Przemysłu i Handlu uruchomiło program o nazwie SaMBA. Prócz agencji rządowej uczestniczą w niej organizacje grupujące właścicieli budynków oraz dostawców i producentów urządzeń automatyki. Celem programu jest m.in. rozwój najlepszych rozwiązań systemów automatyki przemysłowej zarówno dla nowych jak i modernizowanych budynków publicznych, przemysłowych i mieszkaniowych. Przewidywany budżet programu ma równowartość ok. 50 mln zł, podzielonych na 30-40 projektów, do realizacji w latach 1996-1999. Dzięki usprawnieniom we wdrażaniu automatyki oczekuje się znacznych korzyści finansowych z tytułu m.in. podniesienia efektywności energetycznej. Jako preferowane rozwiązanie techniczne do integracji urządzeń różnych wytwórców wybrano standard LonWorks firmy Echelon.

Podobne działania w Polsce zainicjowała Krajowa Agencja Poszanowania Energii SA (KAPE SA) z myślą o programie **Otwarty System Automatyki (OSA)**, umożliwiającym współpracę urządzeń automatyki wytwarzanych przez różnych producentów krajowych. W lipcu 1996 r. grupa przedsiębiorstw (KFAP, LUMEL, POLNA, METRON, SKAMER, POWOGAZ, FAP, ISS, ENERGY CENTER) podpisała List Intencyjny, powierzając KAPE SA koordynację poczynań zmierzających do realizacji programu.

W kwietniu 1997 r. na spotkaniu w Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów PIAP rezultaty swojej pracy przedstawił zespół roboczy, który miał za zadanie analizę i wybór standardu komunikacyjnego OSA, rozważając oferty firm, które odpowiedziały na ogłoszenie zamieszczone w Rzeczpospolitej z 31 lipca 1996 r.

Wśród pięciu zgłoszeń trzy spełniały postawione warunki.

- **Oferta CIA** (CAN in Automation) International Users and Manufacturers Groupe jako standard komunikacyjny zaproponowała protokół CAN (ISO 1898). Gwarantem spełnienia wymagań standardu jest stosowanie CAN Controller Chips. Stosowana w standardzie CAN metoda dostępu typu „Multi-master” umożliwia jednoczesny dostęp do magistrali wielu węzłom. Grupa CIA (w marcu 1996 r. liczyła 200 członków) oferuje zestaw narzędzi sprzętowych i programowych do tworzenia nawet bardzo rozbudowanych aplikacji.

- **Oferta AEG SCHNEIDER AUTOMATION GmbH** jako protokół komunikacyjny oferuje MODBUS oraz MODBUS PLUS umożliwiające dostęp do magistrali typu „Master-slave” oraz „Peer-to Peer”. Systemy pomiarowe i sterujące, wykorzystujące powyższy protokół mogą mieć topologię magistrali, gwiazdy lub mieszaną z mediami w postaci skrętki, światłowodu lub drogi radiowej.

- **Oferta firmy ECHELON** jako standard komunikacyjny proponuje LonWorks. Kluczowym elementem tej technologii jest wielofunkcyjny i wielomikroprocesorowy układ scalony „Neuron chip” z wbudowanym wielozadaniowym systemem operacyjnym; pozwala on na budowę „inteligentnych” węzłów sieci. Możliwa jest realizacja sieci w różnych topologiach: magistralowej, gwiazdy, pierścienia lub mieszanej. Jako nośnik może być wykorzystywana skrętka, sieć elektryczna, (hasło reklamowe firmy ECHELON: „każdy budynek jest już oka-

łowany dla potrzeb sieci LonWorks”), światłowód lub sieć radiowa. Obecnie ponad 2,5 tys. firm wytwarza produkty przeznaczone do instalacji w sieciach LonWorks.

Konkluzja zespołu, dokonującego analizy ofert była następująca.

„Po dokonaniu analizy materiałów zamieszczonych w przedstawionych ofertach proponujemy przyjąć rozwiązanie firmy ECHELON jako standard technologii będącej podstawą Otwartych Systemów Automatyki. Jest to standard spełniający wymagania standardu otwartego, umożliwiającego budowę prostych, rozbudowanych i skalowanych systemów automatyki o różnych topologiach, wykorzystujących różne media transmisyjne. Dostępność, koszt i kompletność narzędzi do opracowywania urządzeń pracujących w sieci oraz narzędzia do instalowania, konfigurowania, zarządzania i tworzenia aplikacji przemawiają na korzyść tego standardu. Jest to standard prosty technologicznie, więc jego opisanie i implementacja do wyrobów produkowanych przez polskie firmy nie wymaga dużych nakładów. Realizacja sprzętowa protokołu komunikacyjnego (7-warstwowego modelu odniesienia ISO) zapewnia pełną kompatybilność produkowanych urządzeń. Uważamy, że proponowany standard komunikacyjny Otwartego Systemu Automatyki spełnia warunki nowoczesności i jest perspektywiczny”.

W ożywionej dyskusji podczas spotkania (do wcześniej już zaangażowanych firm polskich dołączyły: MERAPNEFAL, PAFAL, MACROPOL, KAPRI, POZYTON i PIAP) zasadniczo nie podważano oceny zespołu. Wybrany system nadaje się dobrze do standaryzacji wyposażenia automatyki budynków i zastosowań w ciepłownictwie. Podczas spotkania:

- Zakład Elektronicznych Urządzeń Pomiarowych POZYTON z Oddziału Dolnośląskiego – Wrocław złożył ofertę pomocy innym firmom w projektowaniu wyrobów kompatybilnych w systemie LonWorks.

- Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów w Warszawie zadeklarował pokrycie 50 % kosztów pierwszych prac badawczo-rozwojowych dotyczących opracowania środków technicznych w systemie LonWorks, które zostaną zlecone przez krajowych producentów.

- W imieniu grona naukowców prof. dr hab. inż. Wiesław Wajs zadeklarował pomoc w organizowaniu szkoleń w oparciu o bazę naukową w Akademii Górniczo-Hutniczej z Krakowa.

- Firma SKAMER-ACM z Tarnowa podjęła się roli koordynatora w przekazywaniu wszelkiej informacji pomiędzy producentami, którzy zechcą uczestniczyć w produkcji podzespołów w systemie LonWorks.

Ta sama firma była organizatorem następnego spotkania na temat rozwoju OSA, które odbyło się w maju 1997 r. w Rytrze. Uczestnicy spotkania zgodzili się, że dla zintensyfikowania działań potrzebna jest dalsza ścisła współpraca producentów i naukowców, a także znalezienie źródeł finansowania pierwszej fazy programu. Do tej tematyki PAR powróci w niedalekiej przyszłości.

Jan Jabłkowski

Praktyczna realizacja robotyzacji ukosowania blach^{*)}

Rotr Domański, Jacek Kubica
TFUG TAGOR, Tarnowskie Góry
Zbigniew Pilat
PIAP, Warszawa

Opisano zastosowanie systemu manipulacyjnego z robotem URP-6 na torze jezdny do ukosowania blach w fabryce maszyn górniczych. Układ sterowania zapewnia prowadzenie palnika po odcinkach prostych i łukach dowolnie zorientowanych w przestrzeni. Jest przy tym zachowana stała orientacja palnika względem ukosowanego detalu. Dzięki temu uzyskana bardzo wysoka jakość pracy stanowiska zrobotyzowanego.

Profile z grubych blach stosowane są powszechnie w przemyśle budowy maszyn. Wykonuje się z nich obudowy, korpusy lub elementy nośne konstrukcji. Do łączenia profili wykorzystuje się najczęściej spawanie. O jakości tych połączeń w dużej mierze decyduje odpowiednie przygotowanie elementów.

Przygotowanie elementów z blach grubych, które mają być przeznaczone do spawania, odbywa się z reguły w dwóch fazach. Pierwsza z nich to wycinanie zaprojektowanych profili. W drugiej fazie wykonuje się ukosowanie, czyli przygotowanie brzegów blach pod spoiny. Operację wycinania przeprowadza się najczęściej na specjalizowanych automatach tnących. Ukosowanie często jest jeszcze wykonywane przy dużym udziale pracy ręcznej. Niekiedy operacja ta jest zorganizowana w cyklu półautomatycznym. Wykorzystuje się w niej np. sekatory zaopatrzone w palniki acetylenowo-tlenowe. W takim rozwiązaniu pracownik prowadzi palnik tnący po specjalnej jezdni, w sposób ciągły nadzorując pracę urządzenia. Niektóre firmy zagraniczne oferują również automatyczne stanowiska ukosowania. Palnik jest w nich najczęściej prowadzony przez robota przemysłowego lub specjalizowany system manipulacyjny. Rozwiązania tego typu są bardzo drogie, często niedostępne z tego powodu dla polskich odbiorców. Wzoruując się na dostępnych przykładach zagranicznych oraz uwzględniając specyfikę technologii stosowanej w produkcji maszyn górniczych, zespół projektowo-konstrukcyjny Instytutu PIAP, we współpracy z technologami TFUG TAGOR, przygotował własną koncepcję takiego stanowiska zrobotyzowanego. Prototypową instalację zrealizowano w zakładach TAGOR.

POWODY ROBOTYZACJI UKOSOWANIA BLACH

Coraz szersze wprowadzanie zrobotyzowanych stanowisk ukosowania wynika wprost z zalet, jakie te rozwiązania posiadają. Można je zebrać w trzech grupach:

wydajność

W stanowiskach pracy ręcznej i półautomatycznej operator traci dużo czasu na ustawienie i zamocowanie fazowanego detalu. W stanowiskach półautomatycznych dodatkowo konieczne jest przezbieranie sekatora. Problemy te są szczególnie istotne przy detalach o dużej

liczbie odcinków fazowanych (wieloboki), gdy każdy odcinek jest obrabiany w innym zamocowaniu detalu. Robot wykonuje fazy mieszczące się w jego przestrzeni roboczej w jednym ustawieniu detalu. Możliwe jest przy tym wykonywanie zarówno faz odgórnych jak i oddolnych. Po wykonaniu faz operator musi detal oczyścić (oszlifować). W stanowiskach ręcznych i półautomatycznych oznacza to przerwę w fazowaniu. W stanowiskach zrobotyzowanych, gdy pracownik czyści jeden detal, robot fazuje kolejny element.

jakość

Jakość faz wykonywanych ręcznie jest bardzo zła. Pracownik nie jest w stanie utrzymać jednocześnie stałego kąta nachylenia palnika i zadanej trajektorii. Przy wykorzystaniu sekatora doświadczony operator może wykonać bardzo dobre fazy na odcinkach prostych. Jakość faz znacznie pogarsza się na łukach, a szczególnie w miejscach, gdzie łuki przechodzą w proste i na odwrót. W miejscach takich powstają przerwy, co powoduje pogorszenie jakości powierzchni fazowanej (ubytki i wżery). W stanowiskach zrobotyzowanych, posiadających funkcje interpolacji trajektorii prostoliniowych i kołowych problem ten nie występuje. Dodatkowo stanowiska zrobotyzowane zapewniają stabilizację jakości. Wykonywane fazy są identyczne wymiarowo bez względu na porę dnia, dzień tygodnia czy dyspozycję operatora. W stanowiskach ręcznych i półautomatycznych stan taki nie jest możliwy do osiągnięcia.

warunki pracy

W ręcznych i półautomatycznych stanowiskach ukosowania występuje bardzo wiele zagrożeń zdrowia pracownika. Można wyróżnić następujących pięć podstawowych grup:

- zagrożenie wypadkowe oparzeniami spowodowanymi pracą palnika oraz odpryskami rozżarzonego metalu,
- zagrożenie wypadkowe przygnieceniem przez obrabiane elementy lub ich części,
- zagrożenie dla zdrowia spowodowane wdychaniem szkodliwych oparów i tlenków metali,
- zagrożenie dla zdrowia spowodowane hałasem powstającym podczas cięcia metalu palnikiem gazowym,
- zagrożenie dla zdrowia spowodowane niewłaściwą, niewygodną pozycją operatora podczas pracy.

^{*)} prezentowane w artykule rozwiązanie powstało w ramach realizacji projektu celowego nr 8 8536 95C/2378, dofinansowanego przez Komitet Badań Naukowych

W zakładzie TFUG TAGOR, w lipcu 1996, przeprowadzono na stanowisku ręcznego ukosowania pomiary niektórych parametrów środowiska pracy. Dały one następujące wyniki:

- hałas 90 dB,
- pył całkowity 8,4 mg/m³, zawartość SiO₂ 1,19 %,
- substancje toksyczne (tlenki azotu, manganu, tlenki żelaza, tlenek węgla, ozon) łączna wielkość ekspozycji 1,0.

Ponieważ w stanowisku zrobotyzowanym operator jest oddalony od procesu cięcia z reguły o ponad 2 metry, nie ma w nim praktycznie zagrożeń wypadkowych oraz znacznie ograniczone są zagrożenia zdrowia związane z hałasem. Nie ma również zagrożeń wynikających z niewłaściwej pozycji operatora w czasie pracy – palnik jest prowadzony przez robota. Oddalenie operatora od procesu oraz zastosowanie miejscowego wyciągu wentylacyjnego eliminuje zagrożenia związane z wdychaniem szkodliwych oparów i tlenków metali.

Z przedstawionej analizy widać, że stanowiska automatyczne, zrobotyzowane mają wiele zalet w porównaniu ze stanowiskami ręcznymi i półautomatycznymi. Dlatego pomimo że są one stosunkowo drogie, coraz więcej fabryk również w naszym kraju decyduje się na ich instalację.

BUDOWA ZROBOTYZOWANEGO STANOWISKA UKOSOWANIA W TFUG TAGOR

Przystępując do prac nad robotyzacją ukosowania blach przyjęto następujące założenia:

- urządzeniem wykonawczym w zrobotyzowanego stanowiska będzie system manipulacyjny złożony z robota URP-6 na torze jezdnym,
- system manipulacyjny zapewni realizację prostoliniowych i kołowych trajektorii narzędzia-palnika w przestrzeni,
- obsługa stanowiska będzie jednoosobowa,
- system sterowania ma zapewnić łatwość programowania i obsługi stanowiska,
- w stanowisku będą dwa pola robocze – stoły pozycjonujące,
- będzie zapewniona możliwość wykorzystania komputera klasy PC do wstępnego przygotowania, edycji oraz archiwizowania programów użytkowych.

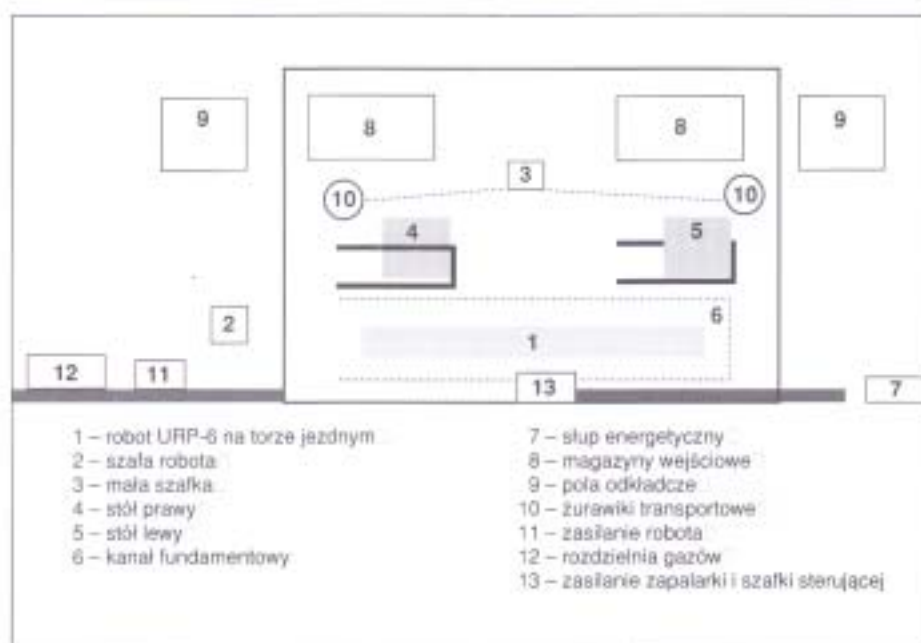
Robot przemysłowy URP-6 posiada manipulator pięcioosiowy o strukturze antropomorficznej. Robot ten jest zainstalowany na wózku, na torze jezdnym. Napęd wózka, sterowany w trybie CP, z szafy sterowniczej URP, stanowi pełnoprawny, dodatkowy stopień swobody systemu manipulacyjnego. Robot ma zamocowany, jako narzędzie, palnik acetylenowo-tlenowy typu MESSER-GRIESHEIM. Przewody gazowe są poprowadzone po ramieniu robota do zaworów odcinających, a dalej poprzez ruchome,

podwieszone prowadnice do punktu rozgałęzienia zasilania na ścianie hali produkcyjnej. W systemie zastosowano zapalarkę elektryczną z wyłącznikiem krańcowym. Robot najedzając palnikiem na wyłącznik uruchamia zapalarkę. Jako stanowiska robocze ukosowania są zainstalowane dwa obrotowe stoły pozycjonujące. Napęd stołów jest pneumatyczny. Jako sterownik nadrzędny zrobotyzowanego gniazda został zainstalowany nowoczesny sterownik logiczny C60K firmy OMRON. Jest on zamontowany w osobnej małej szafce. Górna ściana tej szafki stanowi pulpit operatora stanowiska ukosowania. W stanowisku zainstalowano dwa żurawiki transportowe do przenoszenia cięższych detali. Na słupach żurawików znajdują się gniazda zasilania ~220 V, wykorzystywane do podłączenia szlifierek kątowych, którymi operator czyści pofazowane detale. Jako zabezpieczenie obszaru pracy robota w stanowisku zastosowano dwie kurtyny świetlne, po jednej dla każdego stołu. Zostały one zbudowane z elementów optycznych firmy OMRON. Nadajniki zamontowano na szafce sterownika gniazda, a odbiorniki na słupach żurawików. Ogólny schemat rozmieszczenia urządzeń w stanowisku oraz elementów na pulpicie operatora przedstawiono na rysunkach 1 i 2 oraz na fotografiach 1 i 2.

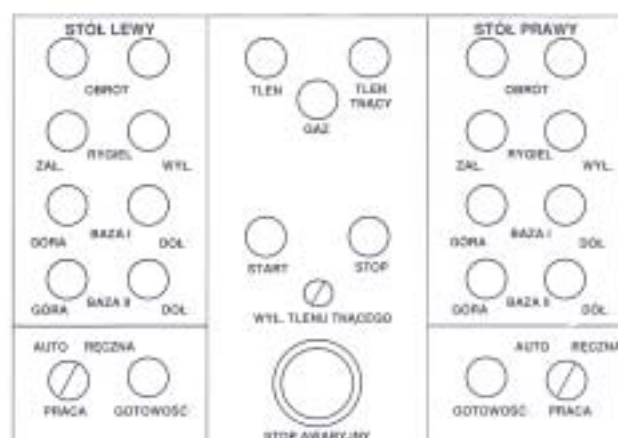
CYKL PRACY ZROBOTYZOWANEGO SYSTEMU UKOSOWANIA

Obsługa zrobotyzowanego stanowiska ukosowania jest jednoosobowa. Przed rozpoczęciem pracy operator musi stanowisko przygotować, a w tym celu należy wykonać następujące czynności:

- a) włączenie zasilania elektrycznego stanowiska,
- b) włączenie zasilania robota,
- c) synchronizacja robota,
- d) sprawdzenie zachowania programu użytkowego – ew. wgranie nowego programu,
- e) włączenie zasilania zapalarki i szafki sterowniczej,
- f) włączenie zasilania pneumatycznego i gazów technicznych.



Rys. 1. Rozmieszczenie elementów systemu ukosowania blach



Rys. 2. Płyta czołowa pulpitu operatora

W dalszej pracy operator nie korzysta już z panelu programowania robota. Potrzebne mu są tylko dwie funkcje robota: START PROGRAMU, STOP PROGRAMU i przyciski odpowiedzialne za uaktywnienie obu tych funkcji są zainstalowane na pulpicie operatora. Obsługa stanowiska pracującego w cyklu produkcyjnym przebiega według następującego porządku:

- Zdjęcie detali pofazowanych na stole lewym,
- Założenie nowych detali na stół lewy,
- Przełączenie stołu lewego w stan – PRACA AUTO,
- Zasygnalizowanie robotowi gotowości stołu lewego do fazowania – przycisk GOTOWOŚĆ stołu lewego na pulpicie operatora,
- Po zakończeniu fazowania na stole prawym robot rozpoczyna fazowanie na stole lewym,
- Zdjęcie detali pofazowanych na stole prawym,
- Założenie nowego detalu na stół prawy,
- Przełączenie stołu prawego w stan – PRACA AUTO,
- Zasygnalizowanie robotowi gotowości stołu prawego do fazowania – przycisk GOTOWOŚĆ stołu prawego na pulpicie operatora,
- Po zakończeniu fazowania na stole lewym robot rozpoczyna fazowanie na stole prawym,
- Powrót do punktu a).

Fazowanie detali trwa z reguły dużo dłużej niż ich zakładanie na stół. Dlatego po założeniu nowych detali operator może szlifować detale pofazowane wcześniej. Daje to dodatkowy wzrost wydajności stanowiska.

FUNKCJE ZROBOTYZOWANEGO SYSTEMU UKOSOWANIA

W omawianym systemie wdrożono wiele funkcji i mechanizmów, opracowanych specjalnie pod kątem zastosowania do zrobotyzowanego ukosowania. Poniżej zostaną przedstawione najważniejsze z nich.

Interpolacja liniowa i kołowa trajektorii narzędzia

Jak już wspomniano, największe problemy z jakością faz w ukosowaniu ręcznym i półautomatycznym występują na łukach oraz przy przejściu z łuków na odcinki proste i w drugą stronę. Dlatego też opracowanie możliwości programowania ruchu narzędzia po linii prostej oraz po okręgu, z możliwością gładkiego łączenia segmentów to-

ru narzędzia było najważniejszym zadaniem z punktu widzenia sterowania systemem manipulacyjnym. Zgodnie z wymaganiami technologicznymi przyjęto następujące wymagania na trajektorie:

- interpolacja liniowa – punkt roboczy narzędzia-palnika TCP (z ang. Tool Center Point o współrzędnych kartezjańskich: x, y, z) porusza się po linii prostej w przestrzeni, orientacja narzędzia (opisana trzema kątami Eulera: nutacja, precesja, obrót) zmienia się w sposób jednostajny od pozycji startowej do końcowej,
- interpolacja kołowa – punkt roboczy narzędzia-palnika porusza się po okręgu w przestrzeni, orientacja narzędzia zmienia się w sposób jednostajny od pozycji startowej do końcowej, zachowane jest przy tym stałe nachylenie palnika względem płaszczyzny okręgu oraz względem toru ruchu.

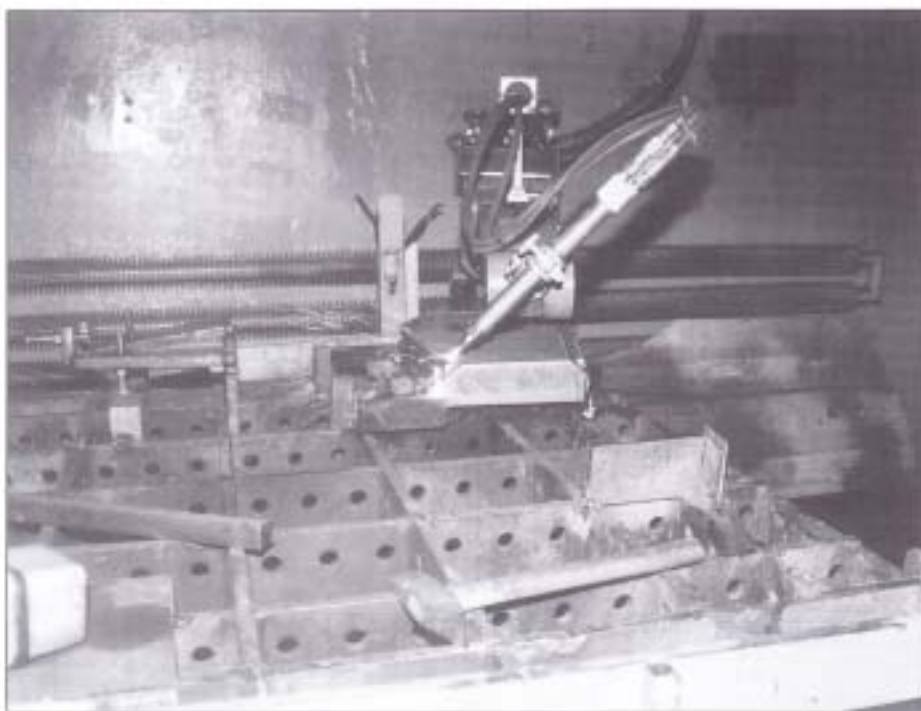
Tradycyjne podejście [1, 4] do realizacji generatora trajektorii prostoliniowej i kołowej, okazało się nieskuteczne. W tej sytuacji przygotowano i sprawdzono własną koncepcję, nazwaną przez autorów redundancją pozorną [5]. Polega ona na ograniczeniu liczby kontrolowanych współrzędnych opisujących narzędzie. W tym konkretnym przypadku zdecydowano zrezygnować z kontroli obrotu narzędzia wokół własnej osi. Jest to o tyle uzasadnione, że wykorzystywane narzędzie, palnik gazowy, jest osiowo-symetryczne. Tak więc kąt tego narzędzia wokół jego własnej osi nie ma znaczenia z punktu widzenia technologii. Przeprowadzone próby zakończyły się wynikiem pozytywnym.



Fot. 1. Stanowisko ukosowania blach

Interpolacja kołowa trajektorii z zachowaniem stałej orientacji narzędzia w układzie bazowym

W trakcie prób pojawiła się potrzeba wykorzystania stanowiska również do wykonywania cięcia, szczególnie wycinania w gotowym detalu dodatkowych otworów okrągłych. W tym celu wprowadzono specjalną instrukcję pozycjonowania kołowego z zachowaniem stałej orientacji narzędzia w układzie bazowym. Narzędzie może być ustawione pionowo – wtedy na poziomym detalu zostanie wycięty okrągły otwór. Ustawiając narzędzie pod kątem można wycinać okrągłe otwory w płaszczyznach nachylonych.



Fot. 2. Palnik do ukosowania blach

Poprawianie trajektorii ukosowania

Wprowadzono możliwość edycji parametrów numerycznych trajektorii kołowej i liniowej. Operator może odczytać i zmienić wartość współrzędnych opisujących okrąg, po którym ma być wykonywane fazowanie, a także współrzędnych końca odcinka prostego trajektorii. Mechanizm ten, podobny do stosowanego w wypalarkach CNC, bardzo szybko został opanowany, a obecnie jest chętnie i skutecznie stosowany przez operatorów stanowiska.

Mechanizm kończenia przerwanej fazy

W warunkach przemysłowych zdarzają się sytuacje niepożądanego zgaśnięcia palnika – przerwy dopływu gazu, zanieczyszczenie dyszy. Operator stanowiska zrobotyzowanego może rozpocząć wykonywanie programu od razu od instrukcji ruchu, w której faza nie została dokończona, bez włączania tlenu tnącego. Do szafy robota jest dołączony specjalny, dodatkowy panel umożliwiający zatrzymanie robota w miejscu przerwania fazy, podgrzanie metalu i po włączeniu tlenu tnącego kontynuowanie fazowania. Przy pewnej wprawie operatora miejsca takie są praktycznie niezauważalne na powierzchni detalu.

Kontrola ustawienia palnika

Z uwagi na różnorodność fazowanych detali zastosowano uchwyt palnika umożliwiający jego przestawianie, dostosowanie do aktualnie wykonywanego programu fazowania. Wiąże się to jednak z niebezpieczeństwem przypadkowego przesunięcia palnika w uchwycie. Aby się zabezpieczyć przed skutkami takich sytuacji, na stanowisku produkcyjnym zamontowano stały, przymocowany do ściany, punkt wzorcowy. Operator do każdego programu użytkowego dogrywa fragment najazdu palnika na punkt wzorcowy – w ten sposób kontroluje poprawność ustawienia narzędzia.

INSTALACJA, PRÓBY EKSPLOATACYJNE I PRACA W CYKLU PRODUKCYJNYM

Na etapie instalacji systemu trzeba było rozwiązać wiele dodatkowych problemów technicznych. Najważniejsza była kalibracja geometryczna systemu na stanowisku produkcyjnym. Dokładność jej wykonania ma bardzo duży wpływ na dokładność odtwarzania trajektorii interpolowanych. Kalibracja ta obejmowała trzy czynności:

- poziomowanie toru jezdnego i stołów pozycjonujących – płaszczyzna pozioma bazowego układu współrzędnych, związanego z podstawą robota, musi być równoległa do

płaszczyzn roboczych stołów pozycjonujących;

- kalibracja manipulatora URP-6 – polega na takim ustawieniu pozycji synchronizacji hardware'owej robota, aby w konfiguracji synchronizacji geometrycznej (pozycja odniesienia charakterystyczna dla danego manipulatora) uzyskać odpowiednie wzajemne położenie osi manipulatora;
- kalibracja osi pierwszej manipulatora URP-6 względem osi toru jezdnego – po zamontowaniu całego systemu na stanowisku produkcyjnym przeprowadzono osobne pomiary zgodności kierunku zerowego pierwszej osi manipulatora URP-6 z osią toru jezdnego i wprowadzono odpowiednią korektę kalibracyjną do oprogramowania sterującego.

Dodatkowo podczas prac z systemem powstało wiele problemów czysto technicznych. Obok wspomnianych już spraw związanych z kończeniem przerwanej fazy i kurtyną świetlną, trzeba wymienić także następujące:

- trudne warunki środowiskowe skłoniły do zastosowania osłon toru jezdnego – dzięki temu nie ma żadnych problemów z zanieczyszczeniami elementów napędowych toru;
- zastosowano przewodnik kabla robota z tworzywa sztucznego – jest on lżejszy i ma bardzo małe opory ruchu w porównaniu z przewodnikiem metalowym;
- opracowano specjalną osłonę zapalarki uzyskując 100 % efektywność automatycznego zapalania płomienia – bez osłony podmuch gazu gasił własny płomień;
- do prowadzenia przewodów gazowych w stanowisku opracowano własną konstrukcję wahlowego wieszaka poruszającego się na rolkach po szynie zamocowanej nad torem.

PODSUMOWANIE

Opisane stanowisko zostało wdrożone do eksploatacji w drugiej połowie 1996 roku. Cały czwarty kwartał przepracowało już w cyklu produkcyjnym. Po tym okresie moż-

na ocenić uzyskane efekty realizacji pracy. Ogólnie są one zgodne z przewidywaniami:

Wydażność – w zależności od rodzaju detalu uzyskano wzrost wydajności od 200 do 300% przy szczególnie skomplikowanych detalach.

Jakość – uzyskano znaczną poprawę jakości wykonywanych faz – głównie na lukach. Wprowadzone funkcje interpolacji pozwoliły uzyskać stałą szerokość fazy zarówno na odcinkach prostych jak i krzywoliniowych. Równie ważna jest stabilizacja jakości – elementy wyprodukowane na stanowisku zrobotyzowanym są praktycznie identyczne.

Warunki pracy – operator stanowiska zrobotyzowanego pracuje w znacznie wygodniejszej pozycji niż na stanowiskach pracy ręcznej. Dzięki oddaleniu operatora od samego procesu cięcia termicznego metalu część zagrożeń całkowicie wyeliminowano, a pozostałe znacznie ograniczono.

System manipulacyjny opracowany i zastosowany w przedstawionym stanowisku otrzymał II nagrodę w Ogólnopolskim Konkursie Poprawy Warunków Pracy, edycja 1997, w kategorii prac naukowo-badawczych.

Podczas realizacji tego wdrożenia zebrano wiele uwag i praktycznych doświadczeń, zarówno w zakresie technologii zrobotyzowanego fazowania, jak też w zakresie sterowania i planowania trajektorii złożonych systemów manipulacyjnych. Doświadczenia te mogą być przydatne przy podejmowaniu innych prac z obszaru robotyzacji cięcia, ukosowania i spawania. Istnieje też możliwość powielania opisanego rozwiązania, również w nieco zmiennej konfiguracji kinematycznej. Zainteresowanym chętnie udzielimy dodatkowych informacji i wyjaśnień:

- w sprawach technologii cięcia i ukosowania oraz warunków eksploatacyjnych zrobotyzowanego stanowiska ukosowania – mgr inż. Jacek Kubica, mgr inż. Piotr Domański, TFUG TAGOR, tel. (0-31) 185-34-61;
- w sprawach robotyzacji przedstawionego, a także innych procesów technologicznych – mgr inż. Zbigniew Pilat, PIAP-OME, tel. (0-22) 863-83-68.

BIBLIOGRAFIA:

- [1] Brady M.: Robot Motion: Planning and Control. MIT Press, 1984.
- [2] Jacóczyńska M., Lichodziejewski C., Pilat Z.: Optimisation Methods in Inverse Kinematics Solution for Redundant Manipulators. 27th International Symposium on Industrial Robots ISIR'96, Milano, Italy, 1996.
- [3] Kroth E., Reiss W.: Robot installation for fully automated processing of shipbuilding profiles using plasma cutting technology. 26th International Symposium on Industrial Robots ISIR'95, Singapur, 1995.
- [4] Paul R. P.: Robot Manipulators: Mathematics, Programming and Control, MIT Press, Cambridge, Mass., 1981.
- [5] Pilat Z., Lichodziejewski C.: Virtual Redundancy and Its Realisation in Robotised Beveling. 28th International Symposium on Robotics ISR'97, Detroit, USA, 1997.
- [6] Syrczyński A., Jabłoński P.: Układ sterowania robotów URP. Biuletyn PIAP Nr 1-165/93, Warszawa 1993.

Automatyka i Pomiary w Konkursie Poprawy Warunków Pracy

Kilkudziesięciu tysiącom pracowników znacznie polepszyły się warunki pracy w wyniku opracowań naukowo-badawczych oraz rozwiązań technicznych i organizacyjnych zastosowanych w zakładach pracy, nagrodzonych w ramach Ogólnopolskiego Konkursu Poprawy Warunków Pracy za 1996 r. Sąd Konkursowy pod przewodnictwem dyrektora CIOP prof. Danuty Koradeckiej przyznał 12 nagród i 11 wyróżnień, a także trzy dyplomy. Nagrody i wyróżnienia wręczył laureatom Minister Pracy i Polityki Socjalnej prof. Tadeusz Zieliński.

W kategorii **prace naukowo-badawcze** przyznano nagrody:

- I stopnia za Stanowisko do badań materiałów i rękawic przeznaczonych do ochrony przed drganiem zgodnie z wymaganiami norm europejskich – procedury badawcze i wymagania, autorstwa Jolanty Koton, Piotra Kowalskiego oraz Janusza Szopy z Centralnego Instytutu Ochrony Pracy w Warszawie.

Dzięki stanowiskom laboratoryjnym, opracowaniu norm i sposobów badania materiałów wyeliminowano z rynku rękawice, które nie chroniły przed wibracjami, a były sprzedawane jako antywibracyjne.

- II stopnia za System manipulacyjny składający się z robota o strukturze antropomorficznej i modułu translacyjnego ze sterowaniem CP do robotyzacji ukosowania blach, autorstwa Zbigniewa Pilata, Małgorzaty Jacóczyńskiej, Eugeniusza Lisowskiego, Marka Ludwińskiego, Marka Petza, Piotra Bergera, Czesława Bukalskiego, Piotra Domańskiego, Ryszarda Hylia, Jacka Kubicy, Jerzego Pyli i Krzysztofa Tylko z Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów w Warszawie i Tamogórskiej Fabryki Urządzeń Górniczych TAGOR w Tamogórskich Górach.

System omówiono obok, na stronach 45-48.

- III stopnia za Kształtowanie bezpieczeństwa na pokładzie eksploatacji zmechanizowanych kompleksów ścianowych w kopalniach węgla kamiennego, autorstwa Zygmunta Niczytoruka z Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach.

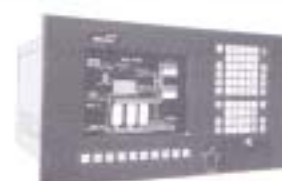
Opracowana analiza ryzyka i zasad podejmowania decyzji dotyczących warunków pracy ok. 30 tys. osób. Dzięki tej metodzie po raz pierwszy oceniono ryzyko w górnictwie.

W kategorii **rozwiązania techniczne i organizacyjne** przyznano 9 nagród, w tym 3 za rozwiązania z zakresu tematycznego PAR:

- II stopnia za Budowę linii powlekania zewnętrznego powierzchni rur tworzywami sztucznymi, autorstwa 10-osobowego zespołu Huty „Fermum” S.A. w Katowicach.

Dzięki temu rozwiązaniu ok. 50 pracowników rurociągu nie jest już narażonych na rakotwórcze działanie substancji smolistych występujących w asfalcie. Rozwiązanie polega nie tylko na opracowaniu nowej warstwy izolacyjnej, ale też sterowanej i nadzorowanej komputerowo linii powlekania rur.

- II stopnia za Sposób oraz urządzenie do kontroli nierówności rozstawu oraz określenia korekt torów prowadzenia naczyń wyciągowego w szybie, autorstwa Stanisława Kawuloka i Lesława Bury z Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach.



ELMARK

ul. Redna 12
00-341 Warszawa
tel. (0-22) 693 30 54
fax (0-22) 693 30 55
BBS (0-22) 693 30 53

Szybkie, bezpłatne dostawy
pocztą kurierską – cały kraj

**- KOMPUTERY PRZEMYSŁOWE PC
- KARTY LABORATORYJNE
I PRZEMYSŁOWE DO IBM-PC**
przetworniki analogowo-cyfrowe
interfejsy IEEE-488, IEC-625, RS-232, RS-485
programatory EPROM, PAL, GAL, MPU
obudowy do pracy w warunkach przemysłowych

Presented & Job Automation with PCs
ADVANTECH

Projektowanie systemu kierowania wytwarzaniem

inż. Joachim Uhl

Instytut Sterowania Obrabiarek

i Urządzeń Wytwórczych (ISW)

Uniwersytet w Stuttgarcie, Niemcy

Dr inż. Zbigniew Smalec,

mgr inż. Jarosław Chrobot,

mgr inż. Jarosław Rakowski

Instytut Technologii Maszyn i Automatyzacji

Politechniki Wrocławskiej

Produkcja przemysłowa w państwach Europy Środkowo-Wschodniej odznacza się względnie niską efektywnością. Polepszenie tej sytuacji można uzyskać dzięki bardziej efektywnemu wykorzystaniu istniejących zasobów oraz wprowadzeniu wspomaganego komputerowo przepływu informacji. W artykule zamieszczono cele oraz aktualne wyniki realizacji międzynarodowego projektu badawczego Copernicus pt. „Adaptowalny, Tani System Kierowania Wytwarzaniem”, który jest finansowany przez Unię Europejską. Celem tego projektu jest opracowanie taniego systemu kierowania wytwarzaniem, który powinien być także adaptowany do warunków różnych przedsiębiorstw przemysłu maszynowego w krajach Europy Środkowo-Wschodniej.

Systemy kierowania wytwarzaniem (niem. *Fertigungsleitsysteme*), zgodnie z rys. 1 [10], można przypisać do obszaru CIM. Zadaniem systemu kierowania wytwarzaniem jest planowanie wydajności jednostek wytwórczych, szczegółowe planowanie zleceń przekazanych przez system planowania i sterowania produkcją (np. MRP), przekazywanie tych zleceń do obszaru wytwarzania, jak również śledzenie i reagowanie na odpowiedzi z wydziału produkcyjnego. Wstępne planowanie produkcji jest wykonywane przez system planowania i sterowania produkcją PPS (niem. *Produktionsplanung und -steuerung*), który może otrzymywać dane o stanie zaawansowania zleceń z systemu kierowania wytwarzaniem [7, 9].

Wraz przejściem od gospodarki planowo-rozdzielczej na gospodarkę rynkową w przedsiębiorstwach Europy Środkowo-Wschodniej pojawiło się zapotrzebowanie na

efektywne koordynowanie produkcji oraz kontrolowanie wydziałów produkcyjnych przez zastosowanie systemów kierowania wytwarzaniem. Jednak obecnie na rynku oferowane są przede wszystkim kosztowne systemy kierowania wytwarzaniem, które mają znacznie rozbudowaną funkcjonalność.

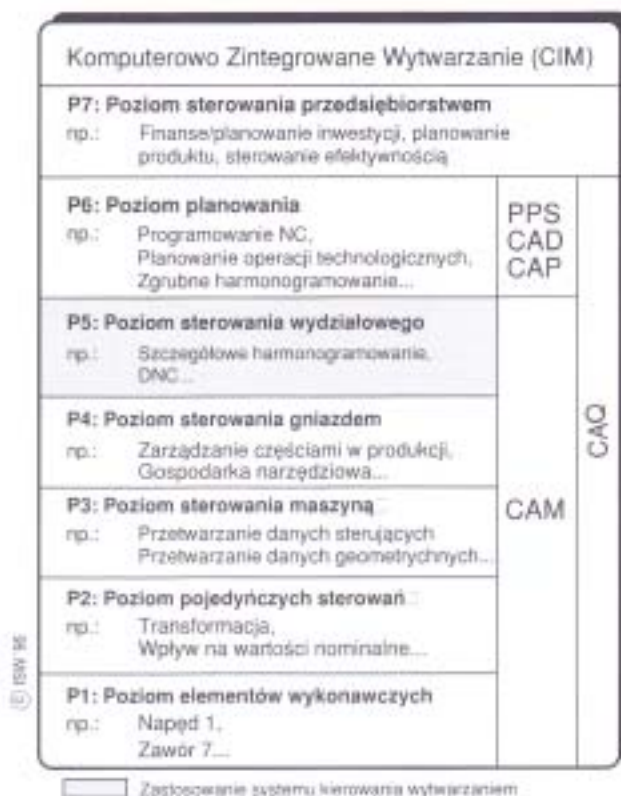
Niniejszy referat dotyczy takiej architektury i projektowania systemu kierowania wytwarzaniem, powstającego w ramach projektu finansowanego przez Unię Europejską, który odpowiadałby wymaganiom przedsiębiorstw Europy Środkowo-Wschodniej.

PROBLEMY I WYMAGANIA SYSTEMU KIEROWANIA WYTWARZANIEM

Problemy w przedsiębiorstwach Europy Środkowo-Wschodniej

Długi okres funkcjonowania systemu planowo-rozdzielczego oraz brak gospodarki rynkowej doprowadziły w przedsiębiorstwach Europy Środkowo-Wschodniej do następujących problemów, które muszą być brane pod uwagę przy wdrażaniu i wykorzystywaniu systemów kierowania wytwarzaniem:

- Większość obecnych przedsiębiorstw produkcyjnych wywodzi się z wielkich, centralnie zarządzanych kombinatów. Przeszłość i trudna do zrozumienia organizacja oraz przepływ informacji w tych przedsiębiorstwach pozostały w znacznej mierze nienaruszone i zmieniają się bardzo powoli. Dlatego też przed wdrożeniem systemów wspomagających zarządzanie produkcją zwykle potrzebna jest reorganizacja tych przedsiębiorstw.
- W odróżnieniu od sytuacji panującej w Europie Zachodniej, w przedsiębiorstwach Europy Środkowo-Wschodniej brak jest szerokiego wykorzystania aplikacji komputerowych. Dotyczy to również organizowanych dla pracowników przedsiębiorstw kursów w zakresie korzystania z aplikacji komputerowych. Dlatego też wdrożenie systemu kierowania wytwarzaniem musi być powiązane z intensywnym szkoleniem pracowników.
- Chroniczny brak kapitału nie pozwala na zakup takich systemów kierowania wytwarzaniem, które odpowiadałyby wymaganiom tych przedsiębiorstw. Systemy te są drogie, ponieważ są oferowane przez firmy z Europy Zachodniej.



Rys. 1. Umiejscowienie systemu kierowania wytwarzaniem w hierarchii CIM

Problemy z wdrażaniem i wykorzystywaniem w przedsiębiorstwach Europy Środkowo-Wschodniej zakupionych, gotowych systemów kierowania wytwarzaniem

Aby w przedsiębiorstwie produkcyjnym można było uzyskać wyroby o wysokiej jakości, w krótkim czasie i przy możliwie małych kosztach, wymagane jest efektywne planowanie, sterowanie oraz nadzorowanie wytwarzania. Ostatnie z wymagań wiąże się z zastosowaniem systemów kierowania wytwarzaniem. Wdrażanie i użytkowanie gotowych, tzn. oferowanych już na rynku, systemów kierowania wytwarzaniem wiąże się jednak z następującymi problemami:

- Ze strony firm zachodnich nie ma dobrych jakościowo ofert w zakresie rozwiązań oprogramowania dla komputerów klasy PC o małej ilości funkcji, które dają się modyfikować, tzn. odpowiadających wymaganiom przedsiębiorstw.
- Systemy kierowania wytwarzaniem nie są oferowane w języku danego kraju lub też są niewystarczająco dobrze przetłumaczone. Są one zazwyczaj również trudne do opanowania i dlatego też potencjalni ich użytkownicy potrzebują dużo czasu na zapoznanie się z takimi systemami.
- Wdrożenie systemu kierowania wytwarzaniem przeprowadzane przez specjalistów z Zachodu jest bardzo kosztowne, natomiast firmy krajowe nie oferują takich systemów lub też nie dysponują wystarczającą wiedzą i doświadczeniem, które są niezbędne do integracji systemu kierowania wytwarzaniem w przedsiębiorstwie.
- W Europie Środkowo-Wschodniej przedsiębiorstwa tej samej branży bardziej różnią się między sobą pod względem przepływu informacji oraz organizacji, niż podobne przedsiębiorstwa w Europie Zachodniej i dlatego też bardziej jest w nich pożądana adaptowalność systemu kierowania wytwarzaniem.
- Integracja systemów kierowania wytwarzaniem jest trudna, szczególnie wtedy gdy w przedsiębiorstwie są już stosowane systemy komputerowe i należy je wziąć pod uwagę. Często systemy te opracowane zostały przez pracowników przedsiębiorstwa, są zamknięte i nie mają odpowiednich interfejsów.
- Ulepszenia organizacji oraz technologii w przedsiębiorstwie produkcyjnym wymagają dużej elastyczności, adaptowalności oraz rozszerzalności systemu kierowania wytwarzaniem, co aktualnie nie ma miejsca.

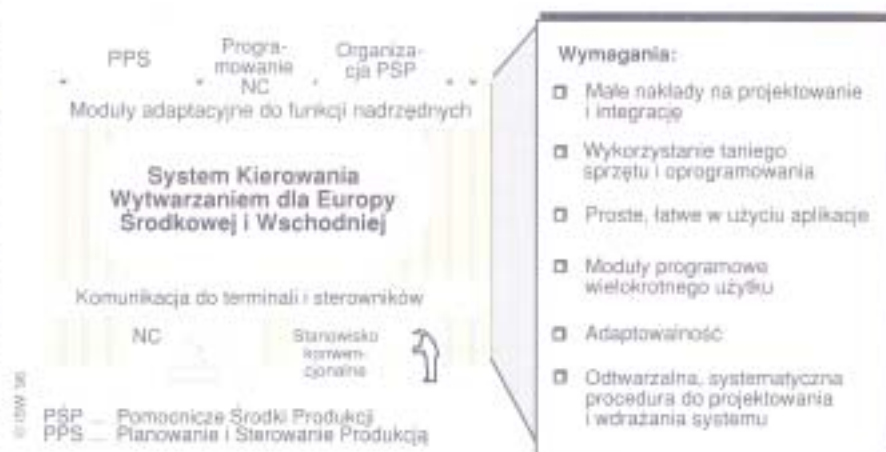
Wymagania dla systemu kierowania wytwarzaniem z punktu widzenia przedsiębiorstw Europy Środkowo-Wschodniej

Biorąc pod uwagę powyższe problemy na rys. 2 zestawiono wymagania przedsiębiorstw Europy Środkowo-Wschodniej dla systemów kierowania wytwarzaniem.

Ważnym kryterium dla systemu kierowania wytwarzaniem jest również jego niski koszt. Oznacza to niskie koszty opracowania systemu, zakupu licencji, integracji z innymi systemami stosowanymi w przedsiębiorstwie oraz jego wdrażania, jak również niezbędnego sprzętu i oprogramowania. Dlatego też w ramach realizowanego projektu Copernicus planowane jest rozwiązanie oprogramowania systemu kierowania wytwarzaniem z minimalną potrzebną funkcjonalnością. Dąży się do zaimplementowania tego systemu na komputerze klasy PC, ponieważ zmniejsza to koszty potrzebnego oprogramowania dodatkowego, jak na przykład system operacyjny czy też baza danych.

Maski użytkownika tego systemu oraz wywoływane funkcje powinny być w miarę proste. Musi być także zapewniona prosta adaptacja oprogramowania systemu kierowania wytwarzaniem. Obok adaptowalności do różnych systemów operacyjnych i sprzętu dotyczy to również możliwości adaptowalności do różnych struktur organizacyjnych oraz przepływów informacji w przedsiębiorstwach. W tym celu opracowano liczne metody adaptacyjne [1, 10, 11], które powinno się zastosować przy projektowaniu systemu kierowania wytwarzaniem.

Dodatkowo, w celu integracji i uruchamiania systemu kierowania wytwarzaniem, musi być zdefiniowana systematyczna procedura zarówno dla pierwszego opracowania jak i dla potrzeb adaptacji. Jest to potrzebne po to, aby wykonać szybkie, proste i tanie wdrożenie systemu kierowania wytwarzaniem, opierając się na wymaganiach oraz wynikach analizy specyficznych dla danego przedsiębiorstwa. Dotyczy to szczególnie parametryzacji i opra-



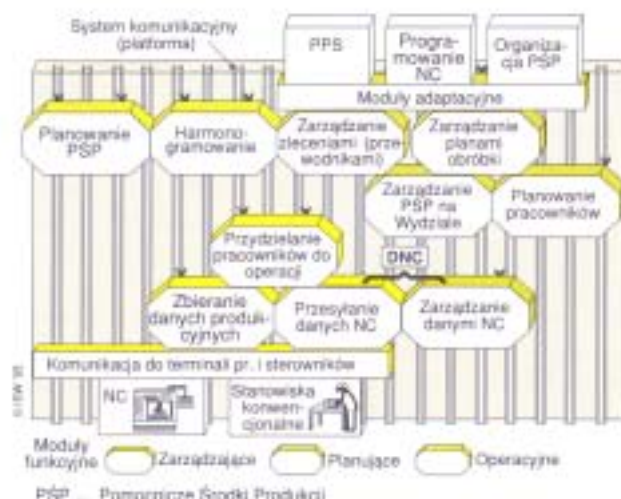
Rys. 2. Wymagania przedsiębiorstw Europy Środkowo-Wschodniej dla systemów kierowania wytwarzaniem

cowań związanych z adaptacjami tego systemu [10, 11]. Musi to być jednak wykonane w sposób powtarzalny po to, aby system nie był jedynie wynikiem ekspertyzy specjalisty, który go opracowuje, lecz aby w pracach związanych z zaadaptowaniem systemu brali również udział pracownicy przedsiębiorstwa odpowiedzialni za obszar planowania i sterowania produkcją.

FUNKCJE SYSTEMU KIEROWANIA WYTWARZANIEM

Zgodnie z rys. 3 funkcje systemu kierowania wytwarzaniem można podzielić następująco:

- funkcje zarządzające,
- funkcje planujące,
- funkcje operacyjne.



Rys. 3. Funkcje systemu kierowania wytwarzaniem

Każda z tych funkcji jest pokazana oddzielnie w modułach. Moduły te są w znacznej części autonomiczne i dlatego też mogą funkcjonować równolegle. W przypadku takiej modułowej struktury systemu możliwe jest wykorzystanie pojedynczych modułów w sposób niezależny lub też można niektóre z nich usunąć wówczas, jeżeli nastąpiłaby zmiana wymagań.

Charakterystycznymi funkcjami systemu kierowania wytwarzaniem są:

- zarządzanie zleceniami: przeglądanie, kasowanie, zmiana zleceń produkcyjnych,
- zarządzanie planami obróbki: zarządzanie planami obróbki poszczególnych przedmiotów, zarządzanie alternatywnymi operacjami oraz powiązanymi z nimi środkami produkcji,
- harmonogramowanie: szczegółowe planowanie zleceń produkcyjnych dla poszczególnych stanowisk wytwórczych, generowanie planów obłożenia stanowisk itp.,
- kalendarz zakładowy: zarządzanie planami zmian,
- planowanie środków produkcji: zamawianie, rezerwacja tzw. pomocniczych środków produkcji takich jak: narzędzia, palety, sprawdzanie ich dostępności itp.,
- zarządzanie środkami produkcji: zarządzanie danymi o typach środków produkcji oraz konkretnych środkach produkcji,
- przydzielanie pracowników do operacji: zwalnianie zleceń do produkcji oraz przydzielanie zleceń do indywidualnych pracowników lub grup pracowniczych,
- zbieranie danych produkcyjnych: protokolowanie, przekazywanie raportów o stanie realizacji zleceń, wyświetlanie aktualnej sytuacji na wydziale produkcyjnym, informowanie o zakłóceniach, ocena informacji,

- przesyłanie danych NC: ładowanie i otrzymywanie programów NC, wprowadzanie poprawek, zmian punktu zerowego obrabiarek, uruchamianie programów NC,
- zarządzanie danymi NC: wpisywanie, kasowanie programów NC oraz danych o narzędziach i paletach.

METODY ADAPTACYJNE DLA SYSTEMU KIEROWANIA WYTWARZANIEM

Metody adaptacyjne są to takie mechanizmy, które umożliwiają dopasowanie systemu kierowania wytwarzaniem do wymagań przedsiębiorstwa bez zmiany oprogramowania lub tylko z niewielkimi zmianami. Dzięki zastosowaniu metod adaptacyjnych można znacznie skrócić okres wdrażania systemu kierowania wytwarzaniem. W ten sposób unika się konieczności dalszych prac nad rozwijaniem systemu. Metody adaptacyjne muszą być zatem uwzględnione w pracach nad projektowaniem systemu kierowania wytwarzaniem. Na rys. 4 pokazano przykłady takich metod.

Standardy upraszczają portowanie (przenoszenie) oprogramowania, szczególnie zaś masek użytkownika oraz dostęp do bazy danych, na inne komputery lub systemy operacyjne.

Platformy oprogramowania wraz z bibliotekami programów uwalniają programistę od rutynowego programowania i dzięki temu może on wykorzystywać przetestowane oprogramowanie o wysokiej jakości. Dodatkowo zawarte są w nich specyficzne funkcje dla systemu operacyjnego oraz bazy danych. Dzięki wykorzystaniu platformy oprogramowania wraz z bibliotekami wzrastają możliwości portowania zbudowanego systemu. Dotyczy to szczególnie wywołań procedur w celu uzyskania komunikacji pomiędzy poszczególnymi modułami funkcyjnymi jak również innych wywołań systemu operacyjnego w modułach funkcyjnych.

Konfiguracja upraszcza natomiast rozszerzanie systemu kierowania wytwarzaniem o poszczególne moduły funkcyjne i pozwala na prostą wymianę lub indywidualne złożenie systemu zgodnie z wymaganiami.

Dane parametryczne zwiększają elastyczność oraz obszar zastosowania modułów funkcyjnych systemu bez potrzeby dokonywania zmian w ich oprogramowaniu.

Moduły adaptacyjne upraszczają natomiast połączenie systemu kierowania wytwarzaniem z innymi systemami, np. z systemem planowania i sterowania produkcją PPS, bez konieczności zmiany oprogramowania



Rys. 4. Mechanizmy adaptacyjności dla systemów kierowania wytwarzaniem

systemu kierowania wytwarzaniem. Prace nad rozwinięciem systemu są wymagane jedynie dla adaptacji modułów do nowych zastosowań.

PROCEDURY DO PIERWSZEGO OPRACOWANIA, ADAPTACJI ORAZ URUCHOMIENIA SYSTEMU

W tej części referatu opisano procedurę do opracowywania i uruchamiania systemu kierowania wytwarzaniem. Pokazano w jaki sposób **systematyczna procedura** pomaga zaoszczędzić **czas** oraz **koszty** podczas pierwszego opracowania oraz przy kolejnym wykorzystaniu systemu. Pokazano również możliwości uproszczenia odzwierciedlającego i udokumentowanego procesu opracowywania systemu, a także jego integracji i uruchamiania.

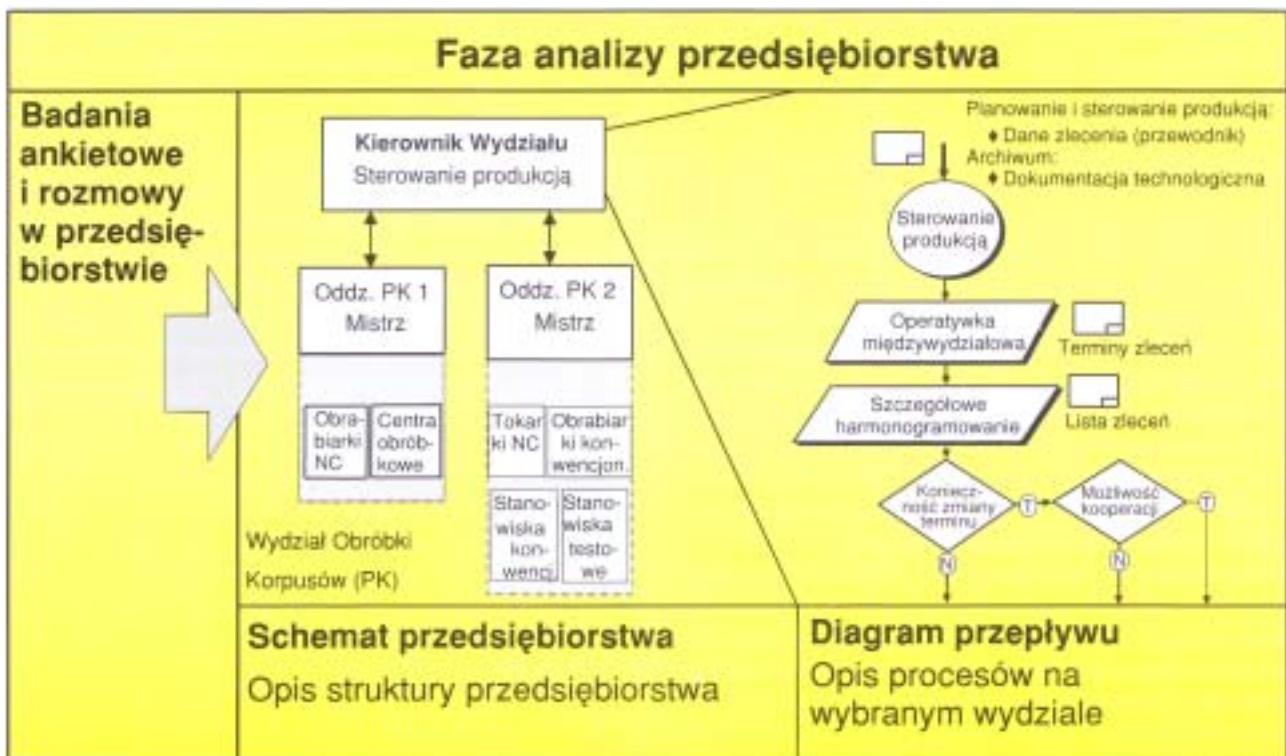
• diagramy przepływu ukazujące funkcje, dane oraz procesy wewnątrz jednostek organizacyjnych zdefiniowanych w schemacie przedsiębiorstwa.

Z powyższego modelu można:

- wyznaczyć wymagany przepływ danych oraz wymagane funkcje jak również interfejsy poprzez porównanie z modelem referencyjnym systemu kierowania wytwarzaniem oraz w uzgodnieniu z użytkownikiem,
- określić słabe punkty w organizacji przedsiębiorstwa oraz przepływie informacji w formie propozycji ulepszeń.

Analiza systemu

Zaczynając od schematów przedsiębiorstw oraz diagramów przepływów będących wynikiem fazy analizy wy-



Rys. 5. Faza analizy wymagań

Analiza wymagań

W celu określenia wymagań systemu kierowania wytwarzaniem (rys. 5) dokonano analizy struktur organizacyjnych oraz przepływu informacji w wybranych przedsiębiorstwach produkcyjnych. Skoncentrowano się przy tym szczególnie na tych obszarach poszczególnych przedsiębiorstw, w których zamierzano wdrożyć system kierowania wytwarzaniem.

Celem analizy wymagań było uzyskanie dla przedsiębiorstw i ważniejszych ich obszarów:

- schematów organizacyjnych,
- diagramów przepływów.

Model ten zapisano za pomocą opracowanej samodzielnie notacji [4].

Notacja ta zawierała:

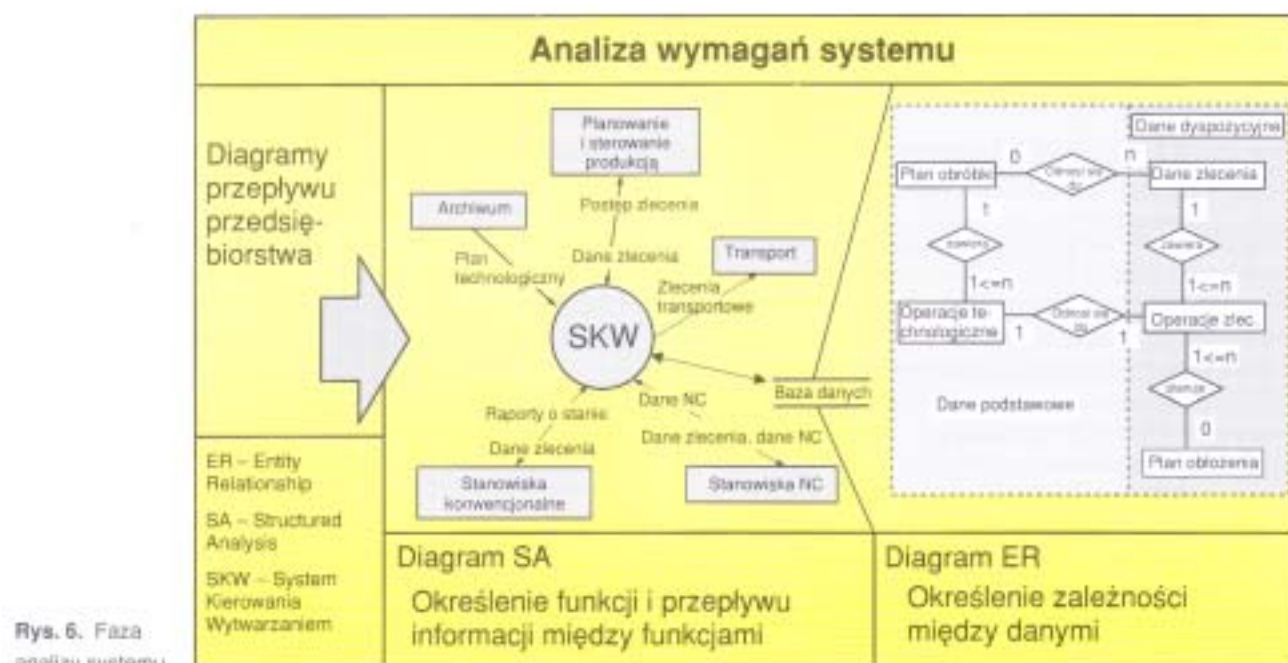
- schematy przedsiębiorstwa w formie struktury hierarchicznej ich organizacji oraz przepływu informacji,

magań w fazie analizy systemu opracowano, w uzgodnieniu z ewentualnymi przyszłymi użytkownikami, model oprogramowania. Jako metody opisu tego modelu (rys. 6) wybrano:

- metodę analizy strukturalnej opisującą funkcje przepływu informacji oraz interfejsy systemu kierowania wytwarzaniem [6],
- metodę Entity Relationship dla opisu struktury bazy danych [2].

Przepływ danych oraz wyszczególnione funkcje można wyznaczyć ze schematów przedsiębiorstw oraz diagramów przepływów. Opracowany model oprogramowania wykorzystano w uzgodnieniach z użytkownikami możliwych rozszerzeń systemu oraz jego adaptacji.

W fazie analizy systemu uzgodniono również możliwe parametry konfiguracyjne, jak również zastosowanie funkcji adaptacyjnych.



Rys. 6. Faza analizy systemu

Projekt systemu, kodowanie i testowanie

Celem tej fazy prac (rys. 7) było przekształcenie funkcji systemu kierowania wytwarzaniem oraz przepływów danych z fazy analizy systemu w procesy komputerowe oraz zaprojektowanie tych procesów. Zastosowano następujące metody opisu:

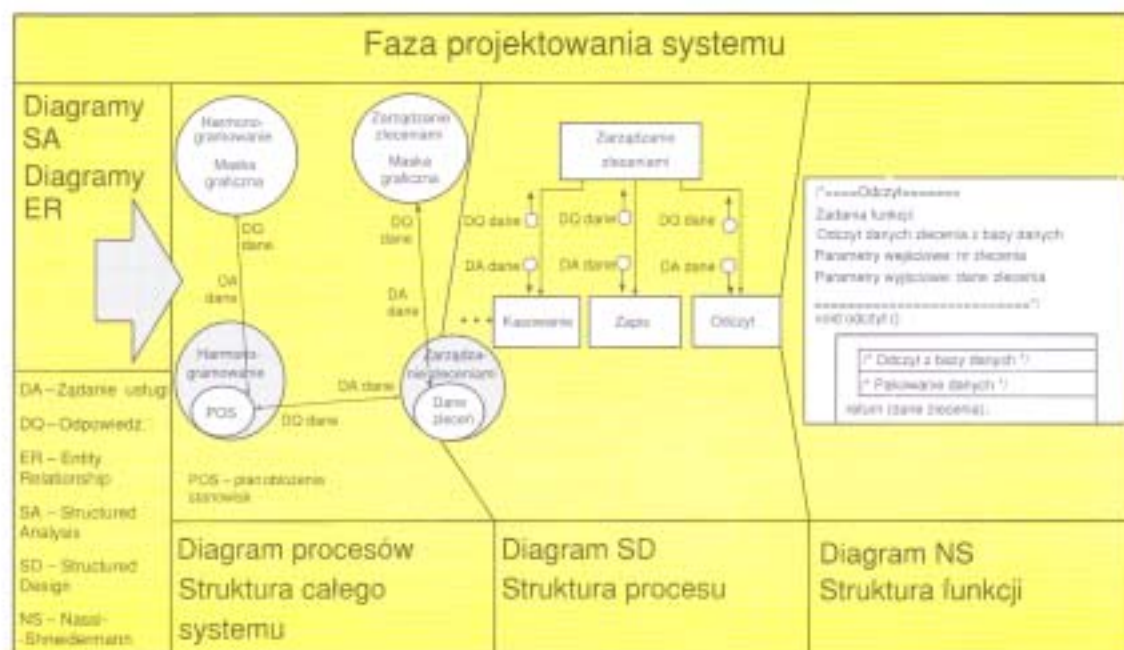
- diagram procesów dla opisu procesów komputerowych systemu kierowania wytwarzaniem,
- metodę strukturalnego projektu dla opisu procesów komputerowych zdefiniowanych w diagramie procesów [3],
- struktogramy Nassi-Shneiderman'a w celu opisu procedur z diagramu strukturalnego projektu [8].

Diagram procesów jest opracowaną na Uniwersytecie w Stuttgarcie metodą, która została uzgodniona w ramach powstawania platformy programowej systemu kierowania wy-

tworzeniem [5]. Procesy komputerowe oraz wymiana komunikatów pomiędzy tymi procesami zostały pobrane z wyszczególnionych funkcji, jak również z przepływu danych pomiędzy tymi funkcjami w ramach modelu analizy systemu. W tej fazie zostały również zdefiniowane te procedury, które zawierają dostęp do bazy danych oraz systemu operacyjnego.

Faza uruchomienia

W fazie uruchomienia, oprócz instalacji systemu kierowania wytwarzaniem, odbywa się adaptacja oprogramowania. System jest wówczas konfigurowany, a poszczególne moduły są parametryzowane. W celu adaptacji dla komputera muszą być zintegrowane wszystkie istotne biblioteki oprogramowania dla odpowiedniej bazy danych oraz systemu operacyjnego.



Rys. 7. Faza projektowania systemu

PRZYKŁAD WDROŻENIA

Trzyletni projekt Copernicus (nr CP9400337), którego realizację rozpoczęto w marcu 1995, dotyczy systemu kierowania wytwarzaniem opisanego w poprzednich częściach tego referatu. W projekcie tym biorą udział trzy uczelnie wyższe, a mianowicie: Instytut Techniki Sterowania Obrabiarek i Urządzeń Wytwórczych (ISW) Uniwersytetu w Stuttgarcie, Instytut Technologii Maszyn i Automatyzacji Politechniki Wrocławskiej oraz Instytut Obrabiarek Politechniki w Pradze. W realizacji projektu uczestniczą również takie zakłady przemysłowe jak PZL Hydral SA z Polski (producent elementów i układów hydraulicznych), ZDAS z Czech (producent maszyn i oprzyrządowania do przeróbki plastycznej) oraz PPS Detva ze Słowacji (producent wózków widłowych) jako partnerzy przemysłowi i przyszli użytkownicy opracowywanego systemu.

Przedsiębiorstwo PZL Hydral SA zamierza przygotować do wdrożenia system kierowania wytwarzaniem na Wydziale Obróbki Korpusów (rys. 8). Analiza organizacji przedsiębiorstwa oraz przepływu informacji na tym Wydziale doprowadziła do pewnych ulepszeń, takich jak np. wprowadzenie okresu ważności dokumentacji technicznej.

Okazało się również, że zastosowanie funkcji DNC nie jest tam istotne, ponieważ w przedsiębiorstwie tym nie ma w ogóle lub są tylko częściowo stosowane takie sterowniki CNC obrabiarek, do których z centralnego komputera można byłoby przysyłać programy NC.



Rys. 8. Wydział Obróbki Korpusów w przedsiębiorstwie PZL Hydral SA



Rys. 9. Maska użytkownika dla funkcji harmonogramowania operacji

Na rys. 9 pokazano przykład maski użytkownika systemu kierowania wytwarzaniem. Rysunek ten przedstawia maskę dla funkcji harmonogramowania, która umożliwiałaby harmonogramowanie operacji technologicznych dla stanowisk i grup pracowników. Harmonogramowanie to mogłoby się odbywać w sposób manualny, przy użyciu metod graficznych. Dostępne będą również funkcje obliczania i wyrównywania obciążenia stanowisk. Maskę tę wykonano została przy pomocy narzędzia programowego TeleUse.

PODSUMOWANIE

W artykule zamieszczono doświadczenia związane z opracowywaniem i wdrażaniem systemu kierowania wytwarzaniem dla przedsiębiorstw Europy Środkowo-wschodniej, które uzyskano podczas realizacji projektu badawczego w ramach programu Copernicus finansowanego przez Unię Europejską. Okazało się, że w przedsiębiorstwach tych może być zastosowany jedynie tani, prosty w budowie, integrowalny i adaptowalny system kierowania wytwarzaniem. Takie wymagania można uzyskać dzięki zastosowaniu systemu kierowania wytwarzaniem zbudowanego w sposób modułowy dla komputerów PC i mającego ograniczoną funkcjonalność oraz przez wykorzystanie metod adaptacyjnych, jak również dzięki systematycznemu, odtwarzalnemu procesowi opracowywania tego systemu. Poprzez ten projekt możliwe jest pokrycie zapotrzebowania przedsiębiorstw Europy Środkowej i Wschodniej w związku na proste komputerowe wspomaganie sterowania i nadzorowania produkcji, przy czym odbywa się transfer wiedzy do inżynierów z Europy Wschodniej.

BIBLIOGRAFIA:

- [1] Brantner, K.: Adaptierbares Leitsteuerungssystem für flexible Produktionssysteme. Springer Verlag Dissertation, Universität Stuttgart, Berlin, Heidelberg, New York 1993
- [2] Chen P. P. S.: The Entity-Relationship Model - Towards a Unified View of Data. ACM Transactions on Database Systems 1996, Vol. 1, No. 1, pp. 9-36
- [3] Constantine L. L., Yourdon E.: Structured Design. Englewood Cliffs, New York 1979
- [4] Copernicus CP940337 D1 Requirement analysis, 1995, Internet address: <http://www.isw.uni-stuttgart.de/projekte/cp-sfcs/english/sfcs.htm>
- [5] Copernicus CP940337 D2.1-2.32 Design of Information system and DNC components, 1995
- [6] DeMarco T.: Structured Analysis and System Specification. Yourdon Press, New York 1978
- [7] Eversheim W.: Organisation in der Produktionstechnik. Band 1, VDI-Verlag, Düsseldorf 1990
- [8] Nassi I. Shneiderman B.: Flowchart Techniques for Structured Programming. SIGPLAN Notices 1973, Vol. 8
- [9] Nedeš Ch.: PPS und Lean Management: ein Gegensatz? 1993, TR, 16, pp. 20-23
- [10] Pritschow G., Uhl J.: The ALSYS adaptable control system for flexible production. Control Eng. Practice, 1994, Vol. 3, No. 1, pp. 89-95
- [11] Siewert U.: Systematische Erstellung adaptierbarer Leitsteuerungssoftware am Beispiel der Durchsetzungsplanung. Springer Verlag, Dissertation Universität Stuttgart, Berlin, Heidelberg, New York 1994

Automatyczny przenośnik stożków do obsługi linii szlifierek w hucie szkła zakładu Thomson-Polkolor

mgr inż. Maciej Oleksiuk
ABB Zamech Ltd

Przedstawiono opis i działanie zautomatyzowanego stanowiska do załadunku i rozładunku maszyn za pomocą manipulatorów z napędem pneumatycznym. Zwrócono uwagę na skrócenie czasu pracy urządzeń – od pierwszego uruchomienia czas skrócono o ponad jedną czwartą. Opisane stanowisko zostało zrealizowane przez Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów na zlecenie Thomson-Polkolor.

Stożkiem nazywana jest środkowa część szklanego korpusu lampy kineskopowej. Świeżo uformowany, surowy stożek wymaga przeszlifowania płaszczyzny łączenia z ekranem, jej krawędzi oraz wykonania baz. Poza przygotowaniem do dalszych etapów produkcyjnych szlifowanie na tym etapie jest bardzo efektywnym sposobem eliminowania stożków z ukrytymi wadami – po prostu stożki takie pękają podczas szlifowania.

Dotychczas powyższe operacje wykonywane były w procesie półautomatycznym, w linii technologicznej składającej się z kilku szlifierek, pomiędzy którymi ręcznie przekładano stożki. Jest to zajęcie bardzo uciążliwe dla obsługi nie tylko ze względu na monotonię, ale przede wszystkim z powodu wysokiego tempa pracy w wilgotnej, nieprzyjemnej mgłę wody chłodzącej, rozpylanej przez tarcze szlifierskie, znacznej sumarycznej masy elementów przenoszonych podczas zmiany roboczej oraz realnego zagrożenia upuszczeniem mokrego stożka.

Linia szlifowania przystosowana jest do obróbki stożków dla lamp o czterech przekątnych ekranu: 13", 19", 20" i 25". Znajduje się w niej sześć urządzeń technologicznych, głównie szlifierek do płaszczyzn i krawędzi. Czasy obróbki na każdym stanowisku są zbliżone do siebie. Do każdego z urządzeń stożki wkładane są od góry w tej samej pozycji – szyjką do góry, a po odłożeniu podstawa stożka znajduje się na tej samej wysokości. Były to ważne czynniki, sprzyjające automatyzacji pracy całej linii. To one, wraz z dążeniem do poprawienia warunków pracy oraz zwiększenia wydajności szli-

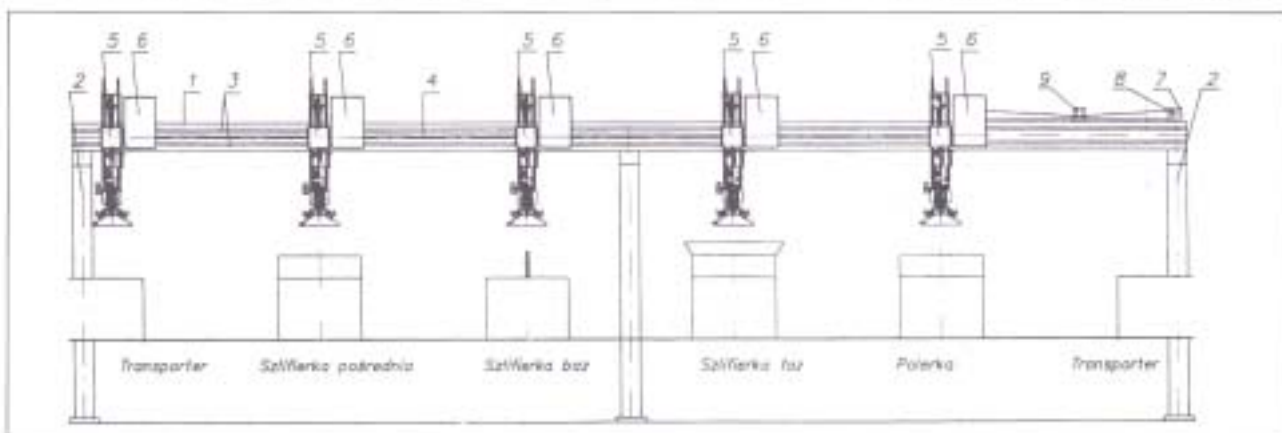
fierni, doprowadziły do opracowania koncepcji zautomatyzowania tego procesu. Bezpośrednim bodźcem do realizacji tej koncepcji stała się budowa drugiej linii produkcyjnej szlifowania.

Na każdym stanowisku szlifowania dalsze czynności technologiczne po odłożeniu stożka – wejście w kontakt z tarczami szlifierskimi, szlifowanie i powrót do pozycji wyjściowej, odbywają się już automatycznie. Dla ograniczenia wyrzutu pyłu wodnego na zewnątrz szlifierek mają ruchome pokrywy, samoczynnie zakrywające strefę roboczą na czas szlifowania. W trzech szlifierek stożki centrowane są na wewnętrznej powierzchni ich gardziele, co ułatwia zakładanie i zapewnia właściwe osiowanie i pozycjonowanie względem wirujących tarcz szlifierskich. Tylko w szlifierce baz stożek ustalany jest na trzpieniu o długości 150 mm i średnicy zewnętrznej jedynie o ułamek milimetra mniejszej od wewnętrznej średnicy szyjki! Założenie stożka na tę maszynę jest zadaniem najtrudniejszym i wymagającym najdokładniejszego pozycjonowania względem maszyny.

AUTOMATYCZNY PRZENOŚNIK STOŻKÓW

Podstawowym problemem przy projektowaniu, wykonaniu i uruchomieniu przenośnika było spełnienie trzech wymagań zamawiającego:

- bezawaryjne działanie w systemie pracy ciągłej w trudnych warunkach (bryzgi wody, praca w środowisku mgły wodnej z drobinami mineralnymi i kawałkami szkła) – z czego wy-



Rys. 1. Automatyczny przenośnik stożków: 1 – przenośnik, 2 – podpora, 3 – prowadnice, 4 – pręt dystansowy z regulacją, 5 – manipulator pneumatyczny, 6 – skrzynka pneumatyczno-elektryczna, 7 – silnik bezszczotkowy z magnesami trwałymi, 8 – przekładnia planetarna, 9 – zespół napinania pasa zębatego.

nika konieczność wykonania niezbędnych zabiegów konserwacyjnych bez zatrzymywania przenośnika;

- pewność i szybkość wyłączenia w trybie awaryjnym (np. z powodu pęknięcia stożka w szlifierce) w połączeniu z łatwością ponownego uruchomienia do pracy;
- minimalizacja czasu trwania cyklu roboczego.

Wymagania te narzuciły ostre kryteria przy doborze bazy elementowej stosowanych materiałów oraz jakości pokryw. Konieczne stało się opracowanie specjalnych trybów pracy automatu w stanie awaryjnym. Działania mające na celu skrócenie normalnego cyklu roboczego realizowane były przez cały czas – od projektu aż po programowanie i uruchamianie systemu. Objęły one m.in.: optymalizację konstrukcji mechanicznej przenośnika dla zapewnienia minimalizacji trajektorii, tarcia oraz przenoszonych mas, dobór napędów i dopracowanie algorytmu ich działania, wnikliwą analizę programu sterującego i stopniowe eliminowanie przy rozruchu jego wszelkich zbędnych elementów.

PRZENOŚNIK

W celu umożliwienia obsługi linii przez przenośnik o „sztywnej” konfiguracji konieczne było rozstawienie wszystkich urządzeń wzdłuż osi co 2000 mm, z dokładnością ± 1 mm (rys. 1). Nic przy tym dziwnego, że względu na wspomniane trudności, że położenia szlifierek w tej instalacji odmierzano i strojono względem trzpienia szlifierki baz.

Konstrukcję nośną automatycznego przenośnika stożków stanowi trawers z prowadnicami na trzech podporach. Po prowadnicach, na łożyskach wzdłużnych, przemieszcza się przenośnik, stanowiący zespół pięciu wózków połączonych sztywnymi prętami.

Na wózku jest zamocowany manipulator (rys. 2) oraz skrzynka pneumo-elektryczna. Każdy manipulator obsługuje dwa sąsiadujące ze sobą urządzenia, pobierając stożek z jednego i odkładając na drugie.

Manipulator łączy się ze swoją skrzynką pneumo-elektryczną wiązką przewodów pneumatycznych z szybkozłączem oraz przewodem elektrycznym z wtyczką. Zapewnia to możliwość jego szybkiej wymiany w przypadku awarii. Przewody umieszczone są w elastycznym przewodniku kabli.

Przewody elektryczne i pneumatyczne do każdej ze skrzynek na wózkach doprowadzane są ze wspólnego koryta, umieszczonego na przenośniku. Pod tym korytem poprowadzono przewód zasilania próżnią, stanowiący zarazem jej zbiornik. Wszystkie te przewody, poprzez prowadnik kabli, przechodzą na belkę trawersu, na której znajdują się czujniki ciśnienia i próżni, informujące o warunkach zasilania. Ponadto, na tej belce, nad szlifierką baz, znajduje się zespół napędu klina zapewniającego precyzyjne pozycjonowanie wózków nad tą szlifierką.

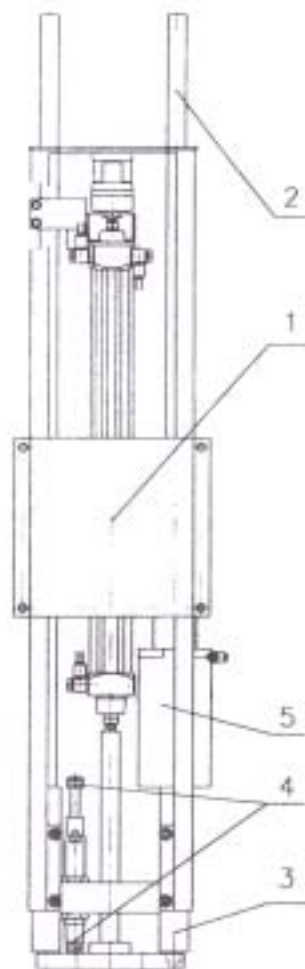
Do przemieszczenia całego zespołu wózków z manipulatorami wykorzystano napęd elektromechaniczny z pasem zębatym. Ruchy manipulatorów, chwytanie stożków oraz dokładne pozycjonowanie przenośnika realizowane są przez układ pneumatyczny. Natomiast koordynacja pracy przenośnika z pozostałymi urządze-

niami stanowiska (linii), jak również zapewnienie właściwej współpracy wszystkich urządzeń przenośnika są to główne zadania układu sterowania, opartego na sterowniku PLC.

Ruch przenośnika zapewnia zespół napędowy, składający się z silnika elektrycznego z magnesami trwałymi, przekładni planetarnej o przełożeniu 1:12 oraz pasa zębatego z napinaczem. Zespół ten bezpośrednio napędza jeden z wózków, ale tym samym powoduje ruch całego przenośnika. Dla zapewnienia łagodnego i powtarzalnego zatrzymywania się całego zestawu manipulatorów w pozycji skrajnej zastosowano amortyzator hydrauliczny. Na belce trawersu umieszczono czujniki do sygnalizowania krańcowej i pośredniej pozycji przenośnika oraz czujniki bezpieczeństwa, umieszczone poza strefą normalnej pracy przenośnika i wyłączające silnik w przypadku przejechania poza pozycję krańcową.

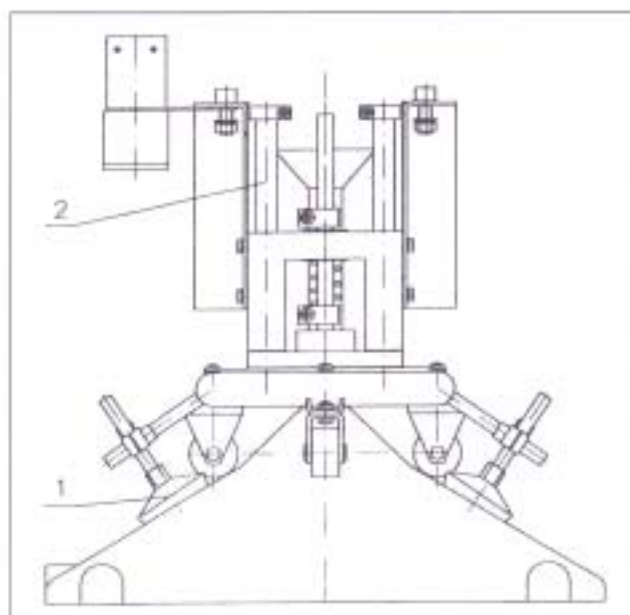
WÓZEK

Jak już wspomniano, na każdym wózku znajduje się manipulator, w którego spawanej obudowie znajdują się trzy cylindry pneumatyczne, wykonane w wersji o podwyższonej odporności na korozję. Dwa z nich, o skoku 250 mm, działają równolegle i są połączone szeregowo z trzecim, o skoku 500 mm. Ten zespół cylindrów służy do przemieszczania oprawy chwytaka, a niezbędną prostoliniowość tego ruchu zapewniają prowadnice, wykonane ze stali nierdzewnej i ułożyskowane w łożyskach ślizgowych. Na prowadnicy umieszczony jest hamulec, który samoczynnie zaciska się przy spadku ciśnienia poniżej 0,4 MPa (4 bary), zabezpieczając w ten sposób manipulator przed opadaniem w przypadku zaniku zasilania pneumatycznego. Oczywiście wszystkie cylindry manipulatora wyposażono w sygnalizatory położenia skrajnych i dławiki ruchu krańcowego, zaś w korpusy prowadnic wbudowano amortyzatory eliminujące wstrząsy.



Rys. 2. Manipulator: 1 – konstrukcja nośna manipulatora, 2 – prowadnica, 3 – łożysko ślizgowe, 4 – amortyzator hydrauliczny, 5 – samoczynny hamulec

W manipulatorach zastosowano chwytaki podciśnieniowe (rys. 3) z czterema ssawkami i niewielką prowadnicą dla zapewnienia pionowej kompensacji ustawienia względem stożka. Elementy chwytaka, posiadające bezpośredni kontakt ze stożkiem, wykonano z tarmidu i gumy. Uniwersalna konstrukcja chwytaka umożliwia chwytanie stożków 13°, 19° i 20°, a zmiana asortymentu wymaga jedynie niewielkiej regulacji ustawienia prowadnic oraz ssawek.



Rys. 3. Chwytnik: 1 – ssawka, 2 – prowadnica ślizgowa

Blok zaworów sterujących ruchami manipulatora i chwytakiem umieszczono w skrzynce pneumo-elektrycznej obok czujników podciśnienia i ciśnienia w hamulcu oraz reduktora. Wydechy zaworów z tłumikami hałasu są wyprowadzone na zewnątrz skrzynki. Dzięki temu że diody świecące we wtyczkach elektromagnesów, informujące o stanie każdego zaworu, są widoczne przez przezroczystą pokrywę skrzynki, możliwa jest ich kontrola z podestu podczas pracy przenośnika, bez konieczności jego zatrzymania.

UKŁAD PNEUMATYCZNY

Przedstawiony jest on schematycznie na rys. 1. Przedstawiono opis i działanie zautomatyzowanego stanowiska do załadunku i rozładunku maszyn za pomocą manipulatorów z napędem pneumatycznym. Zwrócono uwagę na skrócenie czasu pracy urządzeń – od pierwszego uruchomienia czas skrócono o ponad jedną czwartą. Opisane stanowisko zostało zrealizowane przez Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów na zlecenie Thomson-Polkolor. Sprężone powietrze z sieci zasilającej doprowadzone jest do dwóch zaworów redukcyjnych, osobnych dla zasilania obwodów głównego i hamulców. Sprężone powietrze w obwodzie głównym podawane jest do sześciu odbiorników: pięciu identycznych manipulatorów oraz napędu zatrzasku (klina).

Odseparowanie tych obwodów pozwala ustabilizować ciśnienie w układzie hamulców powyżej 4,5 bar i niezależnie od niepożądanych spadków ciśnienia w instalacji, powodowanych działaniem cylindrów roboczych. Ci-

śnienie zasilania nadzorowane jest przez czujnik, sygnalizujący jego spadek poniżej dopuszczalnej wartości.

Cylinder zatrzasku w obwodzie głównym sterowany jest zaworem dwupołożeniowym, a jego położenia skrajne sygnalizują umieszczone na nim czujniki. Regulowany dławik, zainstalowany na stronie bezciśniskowej, umożliwia łagodny dosuw łożyska na prowadnicę do gniazda na przenośniku. Zadaniem tego zatrzasku jest zapewnienie dokładnego ustawienia manipulatorów nad szlifierkami, a zwłaszcza nad szlifierką baz.

Zespół zaworów sterujących każdym manipulatorem połączony jest w jeden blok umieszczony w skrzynce pneumo-elektrycznej. Manipulator utrzymywany jest w pozycji górnej hamulcem, który w stanie bezciśnieniowym jest zacisnięty na prowadnicę, a zwalnia go zawór pod warunkiem, że ciśnienie zasilania jest większe niż 4 bar. Położenia krańcowe cylindrów roboczych potwierdzane są czujnikami położenia. Cylindry o skoku 250 mm przeznaczone są do wykonywania ruchów jałowych (bez stożka).

Procedurę chwytu i puszczenia stożka realizują układy sprężonego powietrza oraz próżni. Próżnia dołączana jest do czterech ssawek chwytaka przez zawór ceramiczny. Łagodny przedmuch, wykorzystywany przy puszczeniu stożka, zapewnia kryza DN 2, umieszczona pod przyłączką na korpusie zaworu realizującego przedmuch i dławiąca przepływ sprężonego powietrza do odpowiedniego poziomu. Dla ochrony czystości instalacji próżni na chwytaku znajduje się odpowiedni filtr.

Wspominano już o roli czujnika próżni, kontrolującego pewność chwytu. Jest on umieszczony w skrzynce pneumo-elektrycznej każdego manipulatora.

UKŁAD STEROWANIA PRZENOŚNIKA

Umieszczony jest on w osobnej szafie. Składa się m.in. ze sterownika przemysłowego oraz sterownika silnika wraz z rezystorem rozpraszającym energię hamowania. Sterownik przenośnika komunikuje się ze sterownikiem obsługiwanych maszyn za pośrednictwem magistrali DH⁺.

Przenośnik obsługiwany jest z pulpitu. Informacje o stanie przenośnika, a w szczególności o jego stanach awaryjnych, uwidocznione są na ekranie (podłączonym również do magistrali DH⁺), a ponadto sygnalizowane są lampkami sygnalizacyjnymi, umieszczonymi na słupie od strony obsługi.

Dla ułatwienia ręcznego ustawiania manipulatorów i przenośnika służą pulpity sterowania ręcznego.

DZIAŁANIE

Na sygnał zespół cylindrów manipulatora opuszcza chwytak podciśnieniowy aż do kontaktu ssawek ze stożkiem. Włączana jest próżnia i stożki zdejmowane są ruchem pionowym. Następnie przenośnik przemieszcza się, cylindry opuszczają chwytaki, ssawki zostają zapowietrzone i stożki ładują na miejscu w kolejnym urządzeniu.

Przewidziano cztery rodzaje (tryby) pracy przenośnika: AUTO, PRZENOŚNIK, KROK i RĘCZNA. Są one wybierane przez obsługę odpowiednim ustawieniem przełączników na pulpicie sterowania.

W normalnych warunkach przenośnik pracuje automatycznie w trybie AUTO. Ten rodzaj pracy jest możliwy jedynie pod warunkiem właściwego zasilania, pełnej sprawności i załączenia wszystkich urządzeń technologicznych oraz spełnienia niezbędnych warunków bezpieczeństwa. Wymaga to przede wszystkim zamknięcia bramek w ogrodzeniu broniącym dostępu do strefy niebezpiecznej wokół przenośnika oraz zwarcia ochronnych obwodów elektrycznych układów programowego i awaryjnego zatrzymania pracy urządzeń. Niezbędne sygnały zbierane są z odpowiednich czujników, wyłączników, przycisków itp. elementów, rozmieszczonych w stanowisku.

Zakładanie i zdejmowanie stożków odbywa się z otwartych maszyn po zakończeniu na nich operacji technologicznych. W tym celu układ sterowania przenośnika komunikuje się magistralą ze sterownikiem maszyn, gdyż rozpoczęcie cyklu przenoszenia może nastąpić dopiero po uzyskaniu sygnału, informującego o zakończeniu pracy przez wszystkie obsługiwane maszyny oraz sprawdzeniu, że nie pojawił się stan awarii. Przenośnik oczekuje na ten sygnał przyzwolenia z manipulatorami gotowymi do opuszczenia się po stożki. Po uzyskaniu zezwolenia zespoły cylindrów manipulatorów opuszczają chwytaki, a ich ssawki wchodzi w kontakt ze stożkami. Następuje włączenie próżni kontrolowanej w każdym z chwytaków. W przypadku jej braku, co może oznaczać pęknięcie stożka, następuje przejście w stan awarii sygnalizowanej operatorowi. W przeciwnym razie manipulatory unoszą stożki, przenośnik przejeżdża w drugie skrajne położenie, manipulatory opuszczają się, ssawki są zapowietrzane i przedmuchiwane, w wyniku czego stożki zostają odłożone w nowym miejscu, a manipulatory z pustymi chwytakami mogą unieść się. Osiągnięcie przez nie ich górnej, bezkolizyjnej pozycji powoduje wysłanie sygnału zezwalającego na rozpoczęcie nowego cyklu szlifowania. Osłony maszyn zaczynają się zamykać, a jednocześnie przenośnik powraca do pozycji oczekiwania na zezwolenie wykonania kolejnego cyklu.

Każde opuszczenie manipulatorów poprzedzane jest zwolnieniem hamulców, natomiast ich zadziałanie warunkuje rozpoczęcie ruchu przenośnika.

Kontrola warunków bezpiecznej pracy instalacji (prawidłowe ciśnienia, brak sygnału wyłączenia awaryjnego) trwa nieprzerwanie podczas całego cyklu przenoszenia stożków. Również podczas przenoszenia stożków kontrolowana jest próżnia w każdym z chwytaków. Jej zanik, oznaczający wypuszczenie lub pęknięcie stożka, powoduje natychmiastowe odcięcie chwytaka od instalacji próżni, co zabezpiecza pozostałe stożki przed wypuszczeniem.

Prawidłowość wykonania poszczególnych czynności, potwierdzana przez odpowiednie czujniki, warunkuje wykonanie dalszej części sekwencji. Jednocześnie kontrolowany jest czas ich trwania, a wydłużenie się czasu ponad założoną wartość jest sygnalizowane.

W trybie pracy PRZENOŚNIK instalacja również może wykonywać zadania produkcyjne. Tryb ten jest przeznaczony do pracy ze stożkami, które zawrócono do ponownego szlifowania. Umożliwia pracę instalacji tak, jak w trybie AUTO z tą różnicą, że dopuszcza obsługę maszyn niepracujących. Dzięki temu – jeżeli stożki nie powinny być szlifowane na którejś z maszyn – wystarczy tę ma-

szynę przestawić w tryb pracy PRZENOŚNIK. Wówczas operacje technologiczne na pozostałych maszynach i zadania przenośnika będą wykonywane zgodnie z wymaganiami, zaś wyłączona szlifierka pozostanie otwarta i stożki będą jedynie przez nią przekładane.

Pozostałe dwa tryby pracy instalacji przewidziane zostały dla potrzeb regulacji i uruchamiania.

W trybie pracy KROK każda czynność w cyklu automatycznym (krok) wykonywana jest pod warunkiem uzyskania zgody operatora przez naciśnięcie przycisku START.

Tryb pracy RĘCZNA umożliwia ręczne sterowanie poszczególnymi napędami wprost z pulpitu sterowania ręcznego.

PODSUMOWANIE

Już na samym początku, na etapie projektowania, udało się wpłynąć na skrócenie cyklu pracy dzięki przygotowaniu konstrukcyjnym do wykonywania pewnych operacji równolegle, co pozwoliło skrócić najdłuższą drogę. Dalsze oszczędności czasu umożliwiła krytyczna analiza niemożliwych do uniknięcia opóźnień programowych, a także zmiana warunków realizacji cyklu (m.in. wcześniejsze rozpoczynanie niektórych czynności).

Specjalną uwagę zwrócono na rozwiązanie układu napędowego przenośnika. Zastosowano w nim elektryczny silnik z serwosterowaniem z magnesami z ziem rzadkich, z przekładnią o dużym przełożeniu. Zmniejszyło to moment bezwładności zredukowany do osi silnika oraz, mimo dużej wartości rzeczywistej masy, pozwoliło skrócić czas rozpędzania i hamowania. Wykorzystano też efektywnie znaczny momentu użytego silnika, wychodząc z założenia, że ze względu na przerywany charakter pracy (czas trwania ruchu stanowi około 50% czasu trwania całego cyklu) jest dopuszczalne chwilowe przeciążenie silnika bez obawy o jego przegrzanie. Przy doborze silnika zwracano uwagę na jego parametry, pozwalające zminimalizować ruch jednostajny. Dzięki temu przenośnik rozpędza się do prędkości maksymalnej z dopuszczalną dynamiką, by po ok. 0,15 s rozpocząć hamowanie, również z maksymalną dynamiką.

W przypadku napędów pneumatycznych szczególnie starannie zaprojektowano i wykonano obwody wydechowe cylindrów. Pozwoliło to zminimalizować ciśnienie po tej stronie i zapewnić możliwie dużą różnicę ciśnień na tłoku w cylindrach podczas ruchu. Ponadto tak zaprojektowano układ sterowania, że w stanie bezsygnałowym obie komory cylindrów połączone są z zasilaniem. Cylindry mają wsunięte tłoczyska dzięki zastosowaniu hamulców, których siła zacisku jest wielokrotnie większa od maksymalnej siły rozwijanej przez cylinder. Dzięki temu start następuje znacznie szybciej (szybciej powiększa się różnica ciśnień). Niestety, ze względu na pionowy układ cylindrów oraz znaczne masy, okazało się niemożliwe zastosowanie zaworów szybkiego wydechu.

Ostatecznie wszystkie te działania łącznie pozwoliły spełnić w końcu najważniejsze wymaganie użytkownika i ustalić czas trwania cyklu na 7,2 s, mimo iż na początku rozruchu instalacji wynosił on aż 11 s.

Jak zwykle cierpliwość i uważna obserwacja zachowania się układu podczas rozruchu przyniosła po pewnym czasie oczekiwane owoce. A manipulator (rys. 2) pracuje bez przerwy już drugi rok.

Właściwości dynamiczne serwonapędów elektrohydraulicznych z silnikami skokowymi

dr inż. Andrzej Milecki
Instytut Technologii Mechanicznej
Politechniki Poznańskiej

Przedstawiono zasadę działania oraz matematyczne opisy dynamiki serwojednostek elektrohydraulicznych z silnikiem skokowym jako elementem zadającym. Wyznaczono transmitancje operatorowe dla różnych struktur regulacyjnych oraz określono ich warunki stabilności i uchyby ustalone. Przeprowadzone analizy teoretyczne pozwalają na: określenie warunków i obszaru prawidłowej pracy serwojednostek, opracowanie konkretnych wskaźników dla projektantów tego typu urządzeń, dokonanie wyboru struktury regulatora sterującego.

Takie zalety hydrauliki jak: możliwość uzyskiwania bardzo dużych sił, korzystny stosunek uzyskiwanej siły do masy urządzeń tę siłę generujących, bezpośrednia możliwość uzyskiwania liniowych przemieszczeń za pośrednictwem siłownika powodują, że jest ona stosowana w układach realizujących liniowe przemieszczenia, gdzie występuje potrzeba uzyskiwania dużych sił. Cechą tych układów jest duże wzmocnienie oraz wysoka dynamika charakteryzująca się krótkimi czasami reakcji.

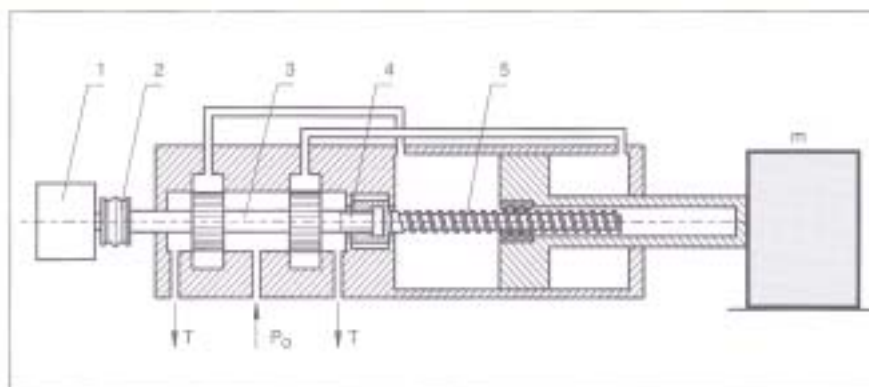
Konkurencja w postaci elektrycznych układów napędowych wymusiła istotne postępy w rozwiązaniach układów napędu hydraulicznego. Przejawia się on w intensywnym wprowadzaniu mikroelektroniki do hydrauliki i oferowaniu układów napędowych z zamkniętym torem regulacji. Dzięki budowaniu nowoczesnych układów elektrohydraulicznych, w których występuje współistnienie hydrauliki z mikroelektroniką, nastąpiła poprawa parametrów oferowanych produktów, a hydraulika utwierdziła swoje zastosowanie w wielu gałęziach współczesnej techniki. Napędy hydrauliczne pozwalają na uzyskiwanie dokładności pozycjonowania rzędu $1 \mu\text{m}$, rozpiętości prędkości $1:10000$ i przesuwania dużych mas. Są zdolne do bezpośredniej realizacji przemieszczeń liniowych. Sprzężenie z elektronicznymi układami sterującymi pozwala na podłączenie urządzeń hydrauliki do sterowania typu CNC, PLC czy PC i stosowania w obrabiarkach i robotach.

W nowoczesnych rozwiązaniach napędów hydraulicznych pracujących z pętlą sprzężenia zwrotnego, jako elementy regulacyjne są stosowane zawory proporcjonalne oraz serwowawory, które połączone bezpośrednio z silnikiem wykonawczym i układem pomiaru położenia tworzą tzw. serwojednostki elektrohydrauliczne. Ich stopień wejściowy, nazywany przetwornikiem elektromechanicznym, przetwarza sygnał elektryczny w przemieszczenie liniowe albo kątowe suwaka wzmacniacza hydraulicznego. Powoduje to zmiany wielkości strumienia cieczy wpływającej do komór siłownika. Jako przetworniki elektromechaniczne stosowane są głównie elektromagnesy proporcjonalne, silniki momentowe albo przetworniki piezoelektryczne. Są to elementy drogie, a ich stosowanie wymaga używania specjalnych, złożonych modułów sterujących. Jednym z ciekawszych, a mało wy-

korzystywanych elementów zadających wzmacniacza hydraulicznego jest silnik skokowy. Jest on oferowany w dość szerokiej gamie wraz z układami sterującymi przez producentów krajowych i zagranicznych. Jego podstawową zaletą jest możliwość pracy w otwartej pętli sterowania, co oznacza, że nie jest wymagany pomiar położenia kątowego jego wirnika, a tym samym układ charakteryzuje się prostotą i korzystną ceną. Proces konstruowania takiego napędu powinien być wzbogacony o analizy jego własności dynamicznych i rozważania dotyczące różnych możliwości sterowania.

STRUKTURA JEDNOSTKI ELEKTROHYDRAULICZNEJ Z SILNIKIEM SKOKOWYM

Rysunek 1 przedstawia model fizyczny układu, w którym zastosowano silnik skokowy (1) do zadawania przesunięcia suwaka wzmacniacza wielokrawędziowego (3). Suwak ten jest sprzężony z wałem silnika za pośrednictwem sprzęgła mieszkowego (2) połączonego z korpusem zaworu poprzez śrubę (4). Wskutek tego, obrót wirnika silnika powoduje wkręcanie bądź wykręcanie suwaka z korpusu zaworu. Tym samym następuje proporcjonalne do liczby skoków wirnika silnika skokowego przesunięcie suwaka i otwarcie szczelin między korpusem a suwakiem zaworu. Skutkiem tego jest przepływ oleju do jednej komory tłoka i wypływ z drugiej, a tym samym ruch tłoka siłownika i obrót sprzężonej z nim śruby tocznej. Jej obrót odbywa się w tym samym kierunku co obrót śruby suwaka, co powoduje (wymusza) powrót suwaka do położenia początkowego i zamknięcie szczelin zaworu. Sprzężenie zwrotne może być także wprowadzone przez zastosowanie elektrycznego układu pomiaru położenia tłoka [5].



Rys. 1.

BUDOWA MODELU SERWOJEDNOSTKI ELEKTROHYDRAULICZNEJ

W analizie dynamicznej serwojednostki z mechanicznym sprzężeniem zwrotnym przyjęto następujące założenia upraszczające:

- wzmacniacz wielokrawędziowy ma zerowe przekrycie, czyli wartość sygnału sterującego w postaci przemieszczenia suwaka jest równa wielkości szczeliny dławiącej,
- do wzmacniacza jest podawany czynnik roboczy nie zmieniający właściwości fizycznych, a jego ciśnienie przed wzmacniaczem jest stałe,
- straty ciśnienia w przewodach doprowadzających są pomijalnie małe,
- w prowadnicach członów wykonawczych nie występuje siła tarcia suchego,
- natężenie przepływu cieczy przez wzmacniacz hydrauliczny jest liniową funkcją przesunięcia suwaka,
- nie występuje zależność sztywności układu od pojemności komór siłownika i przewodów hydraulicznych czyli od aktualnego położenia ruchomych elementów serwonapedu.

Trzy pierwsze z nich mają szczególnie duży wpływ na pracę serwonapedu. Zależą one od konkretnego wykonania i warunków pracy. Założenia te pozwalają traktować omawiane dalej serwojednostki jako układy liniowe [1, 2, 5, 6].

Schemat blokowy serwonapedu przedstawionego na rys. 1 pokazuje rys. 2. Na wejście układu sterowania podawany jest sygnał w postaci impulsów. Wirnik obraca się z prędkością proporcjonalną do ich częstotliwości, a kąt o jaki nastąpi obrót jest proporcjonalny do ilości impulsów wejściowych. Przesunięcie tłoka siłownika $y(s)$ w zależności od rzeczywistego przesunięcia suwaka wzmacniacza hydraulicznego $x(s)$ wyrażane jest transmitancją [1, 3, 5, 6]:

$$G(s) = \frac{y(s)}{x(s)} = \frac{K_Q K_C}{s(T^2 s^2 + 2T\zeta s + 1)} = \frac{K_Q K_C}{s\left(\frac{s^2}{\omega_0^2} + \frac{2\zeta}{\omega_0} s + 1\right)} \quad (1)$$

gdzie: K_Q – współczynnik przepływu wzmacniacza hydraulicznego, $K_C = 1/A_c$ – współczynnik siłownika hydraulicznego, A_c – powierzchnia czynna tłoka siłownika, ζ – współczynnik tłumienia układu, T – stała czasowa, ω_0 – częstotliwość drgań własnych.

Stala czasowa T zależna jest od przesuwanej masy. W praktyce można przyjmować, że dla siłowników o skoku 0,5 m i średnicy 140 mm, minimalna stała czasowa wynosi ok. 5,0–15 ms, a maksymalna ok. 80–100 ms. Współczynnik tłumienia ζ w siłownikach hydraulicznych przyjmuje wartości od 0,1 do 0,2.

Współczynnik przepływu K_Q pozwalający określić wielkość przepływu w zależności od przesunięcia suwaka, jest trudny do dokładnego wyliczenia i w zasadzie powinien być weryfikowany doświadczalnie. Przeprowadzona analiza literatury oraz badania własne pozwalają szacować, że jego wartość będzie zawierać się w zakresie: $K_Q = 0,5 \div 3,0$ [m³/s].

Impulsy podawane na wejście układu powodują ruch obrotowy wirnika. Połączony z nim, zakończony gwintem suwak, wkręca się w śrubę toczną przesuwając się równocześnie w tulei. Prędkość obrotową wirnika silnika skokowego w zależności od częstotliwości impulsów wejściowych opisuje współczynnik K_s definiowany następująco:

$$K_s = \frac{\dot{\Theta}_s}{f} = \frac{f \frac{\Theta_s}{2\pi}}{f} = \frac{\Theta_s}{2\pi} \quad (2)$$

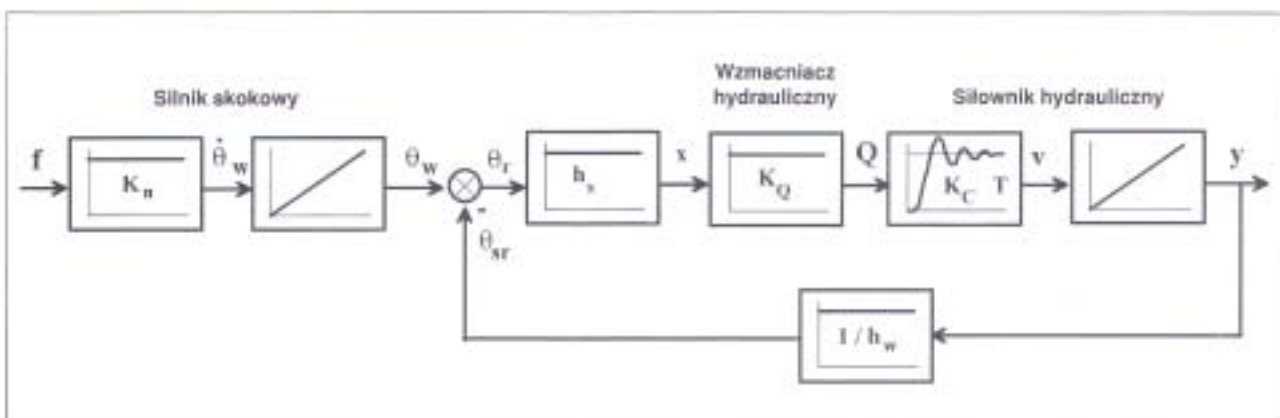
gdzie: h_s – skok śruby, f – częstotliwość, Θ_s – skok silnika.

Dla danych: $h_s = 0,001$ m, $f = 1000$ Hz, $\Theta_{sk} = 0,001 \cdot 2\pi$, K_s wynosi 10^{-3} [rad], a prędkość liniową suwaka wzmacniacza można wyznaczyć z zależności $\dot{x} = K_s h_s = 0,001$ [m/s].

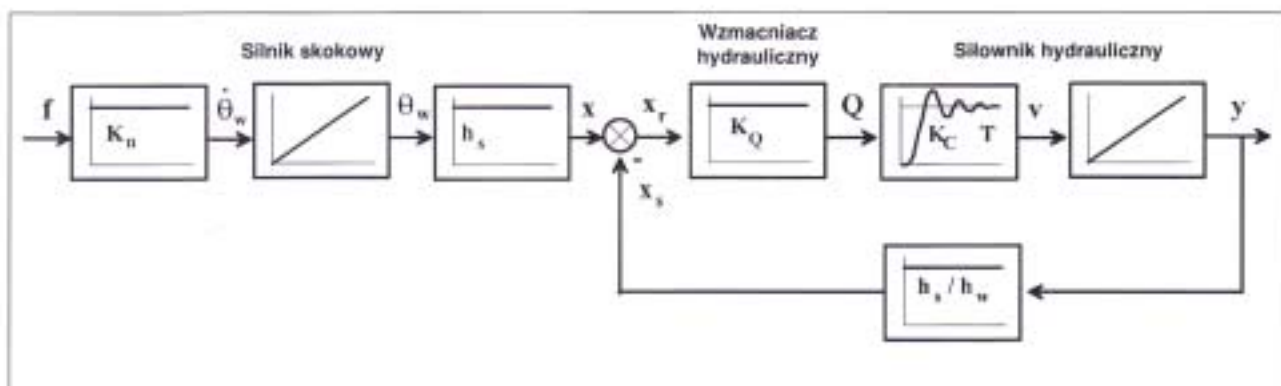
ANALIZA DYNAMIKI SERWOJEDNOSTKI Z MECHANICZNYM SPRĘŻENIEM ZWROTNYM

Przedstawiony na rys. 2 schemat blokowy można przekształcić do postaci przedstawionej na rys. 3. Sprężenie zwrotne układu ma charakter proporcjonalny, a jego współczynnik wzmocnienia zależy od stosunku skoku śruby suwaka wzmacniacza do skoku śruby tocznej. Zależność przemieszczenia tłoka siłownika hydraulicznego $y(s)$ od przesunięcia suwaka $x(s)$ opisana jest transmitancją (1). Transmitancję układu ze sprzężeniem zwrotnym można przedstawić następująco [4, 5]:

$$G(s) = \frac{y(s)}{x(s)} = \frac{K_Q K_C}{T^2 s^3 + 2T\zeta s^2 + s + K_C K_Q h_s h_w} \quad (3)$$



Rys. 2.

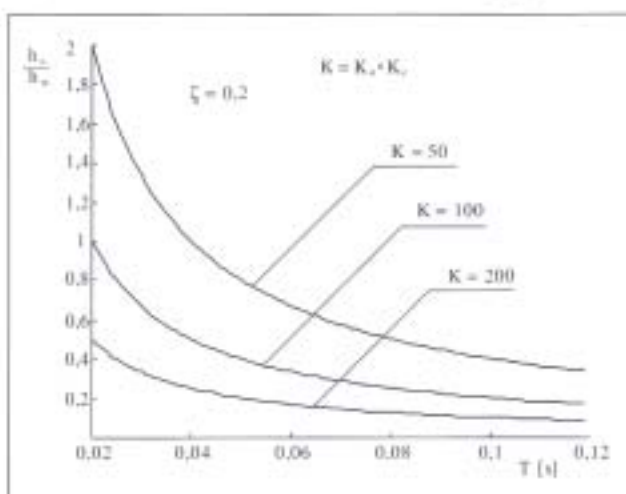


Rys. 3.

Układ jest stabilny, gdy spełniony jest warunek wynikający z kryterium Hurwitz'a (rys. 4), a wyrażony nierównością:

$$2\zeta > K_c K_Q T h_s \quad (4)$$

Najkrótsze czasy osiągania zadanych położeń przez element wykonawczy uzyskiwane są dla wartości współczynnika wzmocnienia sprzężenia zwrotnego $h_s/h_w = 0,1 + 0,3$.



Rys. 4.

Na rys. 5 przedstawiono schemat blokowy serwojednostki, w którym uwzględniono występowanie zakłóceń. Są one powodowane występowaniem siły obciążającej F_n . Działa ona na tłoczek wywołując przepływ strumienia zakłócającego Q_z . Stosunek transformaty sygnału stru-

mienia zakłócającego do transformaty siły zakłócającej można zapisać [3]:

$$G_{zR}(s) = \frac{Q_z(s)}{F_n(s)} = \frac{sK_{zR}}{T^2 s^2 + 2\zeta Ts + 1} \quad (5)$$

Jednym z ważniejszych wskaźników, pozwalających na ocenę jakości układu regulacji, jest uchyb statyczny. Uchyb serwojednostki pochodzący od sygnału wejściowego (przesunięcia suwaka), przy braku sygnału zakłócającego, jest równy zero gdy sygnał zadający jest skokową zmianą położenia suwaka wzmacniacza wielokrawędziowego. Gdy zaś sygnał wejściowy narasta liniowo ($x(t) = X_{st} \cdot t$), to uchyb ustalony wynosi:

$$e_{st} = \frac{h_w}{K_Q K_c h_s} \cdot X_{st} \quad (6)$$

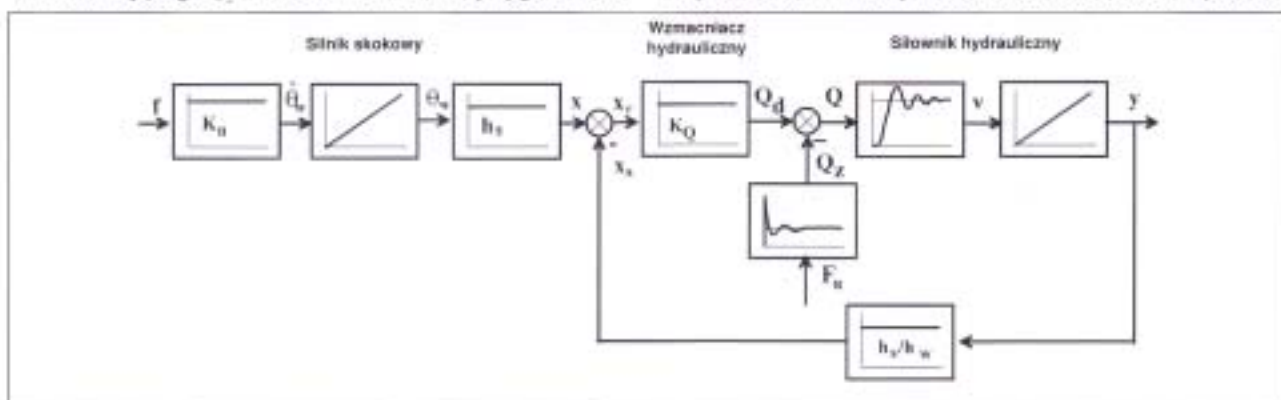
Jeśli na tłoczysku skokowo pojawi się siła obciążająca, to uchyb statyczny będzie równy 0. Gdy siła ta narasta liniowo ($z(t) = Z_{st} \cdot t$), to uchyb ustalony wynosi:

$$e_{st} = \frac{K_{zR}}{K_Q} \cdot Z_{st} \quad (7)$$

W procesie projektowania należy dążyć do minimalizacji wielkości wyznaczonych wzorami (6) i (7) uchybów ustalonych.

ANALIZA DYNAMIKI SERWOJEDNOSTKI Z DWIEMA PĘTLAMI SPRZĘŻENIA ZWROTNEGO

Przedstawiona na rys. 5 jednostka nie obejmuje sprzężeniem zwrotnym całego układu. Rys. 6 przedstawia serwojednostkę, w której zastosowano dodatkowe, położe-



Rys. 5.

niowe sprzężenie zwrotne. Tłok siłownika jest przesuwany do pozycji odpowiadającej podawanemu na wejście sygnałowi napięciowemu (± 10 V). Realizacja takiego układu wymaga pomiaru rzeczywistego położenia tłoka. Miernikiem położenia może być: przetwornik obrotowo-impulsowy umieszczony na śrubie toczonej, albo element pomiarowy sprzężony z tłoczyskiem siłownika, np. liniowy przetwornik optyczny, indukcyjny lub magnetyczny czujnik położenia. Sygnał z urządzenia pomiarowego zostaje porównany z sygnałem zadaniem i w wyniku tego uzyskuje się różnicę obu sygnałów będącą uchybem położenia. Jest ona podawana na wejście regulatora. Przetwarzając on napięciowy sygnał uchybu regulacji na sygnał częstotliwości, który podawany jest dalej na wejście układu sterowania silnika. Charakteryzuje go współczynnik proporcjonalności K_p definiowany następująco:

$$K_p = \frac{f_{max}}{U_{max}} \quad (8)$$

gdzie: f_{max} – maksymalna częstotliwość pracy silnika krokowego (start-stopowa), U_{max} – maksymalna wartość napięcia wejściowego.

Dla napięcia wejściowego ± 10 V oraz dla częstotliwości start-stopowej silnika 5000 Hz dla skoku równego $0,36^\circ$, wartość K_p wynosi 500 [Hz/V].

Dla zapewnienia prawidłowego działania układu dokładność pomiaru położenia musi być przynajmniej kilkakrotnie lepsza od zakładanej dokładności serwomechanizmu. Wartość współczynnika proporcjonalności elementu pomiarowego można wyznaczyć z następującej zależności:

$$K_p = \frac{y_{max}}{\Delta w} \quad (9)$$

gdzie: y_{max} – zakres przesuwu tłoka siłownika, Δw – zakres zmienności sygnału zadającego.

Jeśli maksymalny wysuw tłoka wynosi 0,5 m, a sygnał wejściowy zmienia się w zakresie ± 10 V, to wartość tego współczynnika wynosi $K_p = 0,025$ [m/V].

Transmitancja serwojednostki przedstawionej na rys. 6, wyrażona jest następująco (zależność położenia tłoka od sygnału zadającego):

$$G(s) = \frac{y(s)}{w(s)} = \frac{K_p K_c K_v K_c h_s}{T^2 s^4 + 2\zeta T s^3 + s^2 + K_v K_c h_s s + K_p K_c K_v K_c h_s} \quad (10)$$

Układ jest stabilny gdy spełnione są warunki wynikające z kryterium Hurwitza:

$$2\zeta > K_v K_c T \frac{h_s}{h_v} \quad (11)$$

$$2\zeta > (K_v K_c T \frac{h_s}{h_v} + 4TK_v K_c K_v \zeta^2 h_v)$$

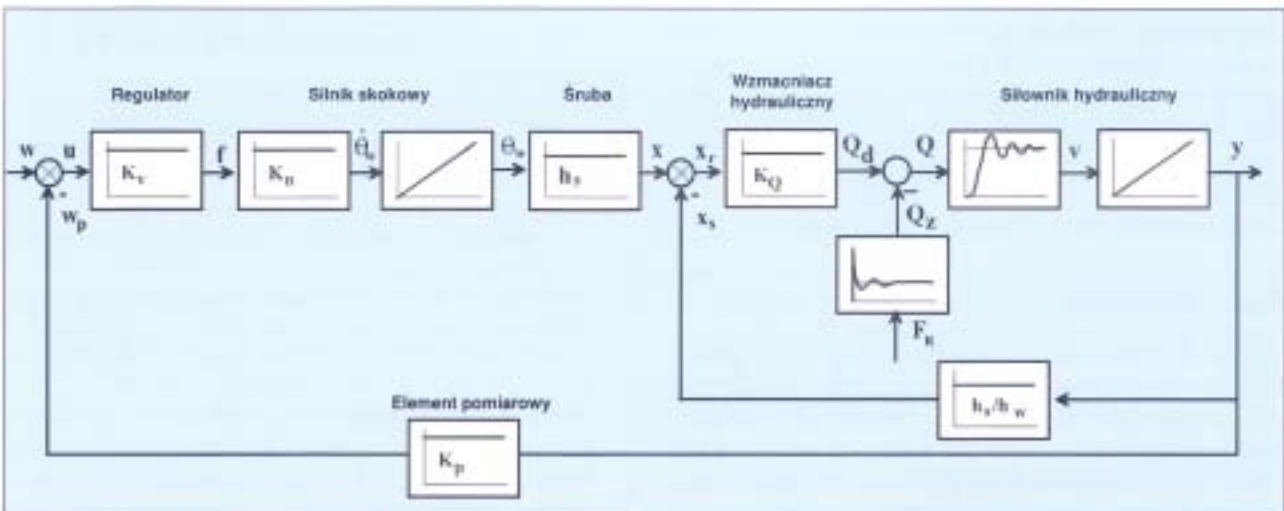
Pierwszy z nich, jest taki sam, jak dla układu z mechanicznym sprzężeniem zwrotnym. Drugi warunek stawia układowi dodatkowe wymagania jednak jego wartość liczbową jest niewielka w stosunku do pierwszego składnika. Uchyb ustalony pochodzący od sygnału zadającego przyjmuje wartość różną od zera dla sygnału wejściowego narastającego liniowo ($w(t) = W_v t$) i wynosi:

$$e_{ss} = \frac{1}{K_p K_c K_v K_c h_v} \cdot W_v \quad (12)$$

Uchyb ustalony wywołany zakłóceniem przyjmuje wartość różną od zera dla sygnału narastającego liniowo ($z(t) = Z_v t^2$) i wynosi:

$$e_{ss} = \frac{K_c K_v Z_v}{K_p K_c h_v} \cdot Z_v \quad (13)$$

Jakość regulacji można dodatkowo poprawić przez zastosowanie kolejnej (wewnętrznej) pętli sprzężenia zwrotnego do kontroli i sterowania wielkością przepływu albo ciśnieniem w komorach siłownika. W praktyce stosowane jest sprzężenie zwrotne sterujące wielkościami ciśnień występujących w komorach siłownika, ze względu na ich łatwiejszy pomiar. Powstała w ten sposób struktura regulacyjna z potrójną pętlą sprzężenia zwrotnego, jest analogiczna do struktury regulacyjnej serwonapędów elektrycznych, w której występują pętle sprzężenia prądowego, prędkościowego oraz położeniowego.



Rys. 6.

BADANIA SERWOJEDNOSTKI ELEKTROHYDRAULICZNEJ

Opracowane modele teoretyczne pozwoliły na wykonanie badań symulacyjnych serwojednostek. Wykonano je za pomocą programów MATLAB i SIMULINK. Na rys. 7a przedstawiono uzyskane w wyniku symulacji odpowiedzi skokowe. W ramach badań symulacyjnych wykonano także charakterystyki częstotliwościowe układu otwartego i zamkniętego jednostki z mechanicznym sprzężeniem zwrotnym. Pokazały one, że częstotliwość graniczna (rezonansowa) jednostki wynosi około 200 Hz.

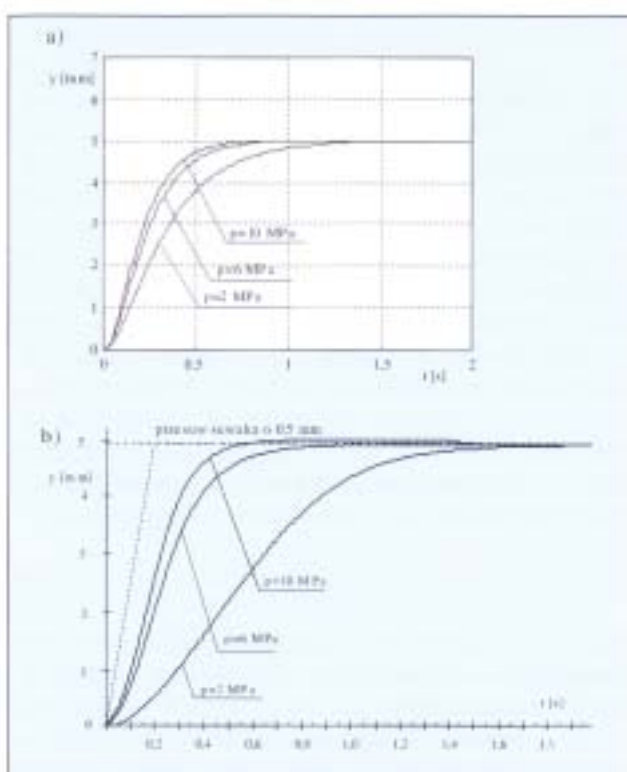
W ramach prac prowadzonych w Zakładzie Maszyn Technologicznych Instytutu Technologii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej zaprojektowano i zbudowano serwojednostkę elektrohydrauliczną z mechanicznym sprzężeniem zwrotnym realizowanym za pomocą śruby tocznej o średnicy tłoka $\varnothing=140$ mm. Zastosowano silnik skokowy typu FA-2351 pracujący z kartą ESB-5-23 (skok $0,72^\circ$). Został on połączony z suwakiem czterokrawędziowego wzmacniacza hydraulicznego za pośrednictwem sprzęgła mieszkowego. Średnica suwaka wzmacniacza hydraulicznego wynosiła 10 mm.

Do zasilania serwojednostki stosowano zasilacz hydrauliczny zapewniający dużą wydajność oraz dokładność filtracji. Z tłokiem serwojednostki połączono suwak indukcyjnego przetwornika pomiaru położenia o zakresie pomiarowym 10 mm i błędzie liniowości mniejszym od 2%. Sygnał z czujnika był rejestrowany w pamięci komputera IBM PC. W badaniach dokładności pozycjonowania stosowano czujnik mikrometryczny zapewniający dokładność pomiaru do $1\mu\text{m}$. Rys. 7b przedstawia zarejestrowane odpowiedzi skokowe serwojednostki na wymuszenie zadawane za pomocą silnika krokowego przy różnych ciśnieniach zasilających. Badaniom poddano tylko układ pracujący bez obciążenia zewnętrznego.

Przeprowadzone badania pozwoliły określić dokładność pozycjonowania serwojednostki na ok. $0,01$ mm. Dalsza jej poprawa jest możliwa przez wprowadzenie sprzężenia zwrotnego o większym wzmocnieniu i poprawę dokładności wykonania jednostki. Badania wykazały, że serwojednostka uzyskuje prędkość od 1 mm/min (częstotliwość impulsów podawanych na silnik ok. $1,7$ Hz) do 1500 mm/min (częstotliwość impulsów podawanych na silnik 2500 Hz). Podawanie na silnik krokowy impulsów o mniejszej częstotliwości (np. $0,5$ Hz) powoduje skokowy ruch tłoka. Prędkość maksymalna może być zwiększona przez zastosowanie układu rozpędzania silnika krokowego do częstotliwości większej od start-stopowej (np. do $20\,000$ Hz, czemu odpowiada prędkość tłoka 12 m/min, tj. 200 mm/s).

PODSUMOWANIE

W artykule przedstawiono modele teoretyczne dwóch wariantów serwonapędów elektrohydraulicznych, w których jest zastosowany silnik skokowy jako element zadający. Wyznaczono ich transmitancje, określono warunki stabilności oraz wyznaczono uchyby ustalone dla sygnału zadającego i zakłócającego. Analiza warunków gwarantujących stabilność serwonapędów oraz wzorów określających



Rys. 7.

wielkości uchybów ustalonych wskazuje na konieczność poszukiwania optymalnego współczynnika przepływu K_C . Jego zwiększenie powoduje zmniejszenie wielkości uchybów ustalonych a jednocześnie może prowadzić do niestabilności całego układu. W każdym z tych przypadków korzystne jest zachowanie stosunkowo dużego współczynnika tłumienia (większego od $0,1$). Jeśli napędy będą przesuwają duże masy, to ze względu na dużą wielkość stałej czasowej możliwe jest powstanie oscylacji i niestabilności.

Obie omawiane serwojednostki są jednostkami pozycjonującymi i nadają się szczególnie dobrze do zastosowań jako napędy robotów i manipulatorów. Mogą zapewnić przenoszenie stosunkowo dużych mas z dużą prędkością przy zapewnieniu wysokiej dokładności pozycjonowania. Właściwości jednostki z dwiema pętami sprzężenia zwrotnego mogą być zmieniane przez zastosowanie regulatora o wybranej charakterystyce.

BIBLIOGRAFIA:

- [1] Backé W.: Fluidtechnik im Wandel, Ö+P 7/1988.
- [2] Feuser A.: Fortschrittliche Antriebslösungen für die elektrohydraulische Automatisierungstechnik, Ö+P 9/1989.
- [3] Ławniczak A.: „Sterowanie i regulacja prędkości w liniowym napędzie hydraulicznym”, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej 1995.
- [4] Ławniczak A.: Nowoczesna koncepcja regulacji prędkości w liniowym napędzie elektrohydraulicznym, Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna „Napędy i Sterowania Hydrauliczne '96”, Wrocław-Szkłarska Poręba 1996.
- [5] Milecki A.: Analiza i badania sterowania elektrohydraulicznym napędem liniowym z silnikiem krokowym jako elementem zadającym. Praca doktorska, Poznań 1996.
- [6] Pizioń A.: Elektrohydrauliczne analogowe i cyfrowe układy automatyki, WNT 1995.

Wskazówki dla autorów

Redakcja zaprasza do współpracy wszystkich zainteresowanych tematyką pisma, tak naukowców, jak i pracowników zatrudnionych w przemyśle. Z zainteresowaniem oczekujemy na materiały pokazujące możliwości praktycznego zastosowania prac badawczych i eksperymentów teoretycznych.

Objętość artykułu w zasadzie nie powinna przekraczać pięciu stron maszynopisu wraz z materiałem ilustracyjnym, tj. tablicami i rysunkami. Artykuł prosimy dostarczyć na papierze formatu A4 oraz, jeżeli to możliwe, na dyskietce. Na dyskietce prosimy podać nazwę edytora.

Na pierwszej stronie prosimy podać dane o autorze: tytuł i stopień naukowy, imię i nazwisko, instytucję (i ewentualnie stanowisko), adres prywatny, możliwości kontaktu. Można wskazać, które informacje są jedynie do wiadomości redakcji. Poniżej prosimy zamieścić krótkie streszczenie. Mile widziane jest także podanie tytułu i streszczenia w języku angielskim.

Wzory w tekście prosimy pisać w osobnych wierszach i oznaczać liczbami (w nawiasach okrągłych) po prawej stronie.

Ilustracje prosimy załączyć na osobnych kartkach podpisanych nazwiskiem autora i początkiem tytułu artykułu.

Fotografie powinny być kontrastowymi odbitkami lub diapozytywami.

Ilustracje mogą być przekazane w postaci pliku komputerowego.

Tablice wykonane szczególnie starannie prosimy zamieścić poza zasadniczym tekstem.

Bibliografia powinna zawierać:

- w przypadku książek – autora, tytuł, wydawnictwo, miejsce i rok wydania;
- w przypadku czasopism, materiałów konferencyjnych itp. – autora, tytuł artykułu, nazwę czasopisma i numer, rok wydania, stronę, lub strony od-do

Cennik ogłoszeń

Rodzaje modułów ogłoszeń	Wielkość		Cena ogłoszenia		
	Kształt	Strona/część strony	czarno-białe	z jednym kolorem dodatkowym	w pełnym kolorze
wysokość 215 (mm)	A4	I okładka	–	–	2600
	A4	II lub III okładka	–	–	2145
	A4	IV okładka	–	–	2275
	4 x A	1/1	1300	1560	1960
	3 x A	3/4	1000	1200	1500
	2 x B	2/3	940	1128	1410
	2 x C				
	2 x A	1/2	700	840	1060
	D				
	B	1/3	510	612	765
	C				
	E				
	A	1/4	400	480	600
	F				
Artykuł promocyjny strona w piśmie			850	780	950
Wszytki	do 40 g		1300	1 karta/2 strony	
	do 40 g		1800	2 karty/4 strony	
Wkładki	do 30 g, format A4		650	1000 egzemplarzy	
Za powtórzenie ogłoszeń zniżka:				5% za 3 powtórzenia	
				10% za 6 powtórzeń	
				15% za 9 powtórzeń	
				20% za 12 powtórzeń	

Uwagi:

1. Podane ceny dotyczą ogłoszeń, jeśli ogłoszeniodawca dostarczy materiały w formie gotowej do druku lub wymagającej jedynie niewielkich prac graficzno-technicznych.
2. Cena znacznej obróbki techniczno-graficznej lub opracowania artykułu będzie uzgadniana.
3. Życzenia dotyczące miejsca ogłoszenia będziemy uwzględniać w miarę możliwości, przy czym pierwszeństwo mają firmy stałe współpracujące z nami.
4. Do podanych cen będziemy doliczać podatek VAT 22%.

Warunki prenumeraty

Zamówienia można składać w ciągu całego roku na dowolną liczbę numerów i egzemplarzy.

Warunkiem przyjęcia zamówienia jest otrzymanie potwierdzenia z banku dokonania wpłaty.

Zmiany w prenumeracie można zgłaszać pisemnie, z mocą obowiązującą od następnego numeru.

Zamówienia na numery zaległe będą realizowane w zależności od stanu posiadanych zapasów.

Wpłaty należy przekazać na konto:

PIAP – Redakcja PAR,
Al. Jerozolimskie 202, 02-486 Warszawa,
Bank PBK SA VIII o/Warszawa,
nr rach. 111 01 037 - 1876 - 2700 - 1 - 17
z zaznaczeniem

„Prenumerata PAR '97”.

Na blankiecie wpłaty prosimy czytelnie podać adres, liczbę egzemplarzy i okres prenumeraty.

Cena prenumeraty rocznej na 1997 r. wynosi 95 zł, a cena pojedynczego egzemplarza 9,50 zł.

SERWIS CZYTELNIKÓW • LIPIEC/SIERPIEŃ 1997 r.

Imię i nazwisko

Nazwa firmy

Ulica

Nr



Kod

Miejscowość

Tel.:

Faks:

Jeśli chcecie Państwo otrzymać więcej informacji o tematach poruszanych na naszych łamach oraz oferowanych wyrobach i usługach, prosimy zakreślić na karcie numer przyporządkowany w spisie treści. Numerację artykułów i ogłoszeń rozpoczęliśmy od numeru 4. (czerwiec '97). Informacje dotyczące artykułów i ogłoszeń wydrukowanych w numerze 3 można zamówić podając imię i nazwisko autora oraz tytuł artykułu, a w przypadku ogłoszeń – nazwę firmy.

Dane adresowe prosimy wpisać czytelnie (wielkimi literami).

Abstracts

Diagnostic Systems for Automated Industrial Processes

Jan Maciej Kościelny, Karol Zakroczyński - p. 6

The article presents the characteristics of diagnostic systems for automated industrial processes. Among the systems presented are: MODI, MPM, EFTAS, SEXTANT, InSupport and DIAG, which are briefly described.

Construction and Parameters of Electric Grasper with Stepper Motor

Jan Barczyk - p. 11

A presentation of construction and technical parameters of an electricity operated grasper constructed in the Institute of Automation and Robotics of Warsaw Technical University. In the motion system a stepper motor has been used.

Measuring System for Investigation of Kinematic Inaccuracy of Small - Pitched Toothed Gears

Wiesław Czerwec - p. 15

Structure, operation principle and control method are described of a measuring system for investigation of kinematic inaccuracy of small - pitched toothed wheels and gears. The method of one sided - mating is applied.

Robotised Production Stand for Metal Forming

Piotr Skrzypczyński, Jarosław Wąsikowski - p. 18

The paper presents a robotised production stand for metal forming. The stand consists of a hydraulic press PH-4, an industrial robot IRb-60 and measurement equipment. The work of the system is controlled by a special software running on PC computer which is embedded into the control channel. The structure of hardware and control software of the experimental stand are presented. Experimental results are given.

Translator of Specification of Algorithmic State Machine to VHDL language

Paweł Wołański, Marian Adamski - p. 23

A popular method of designing of digital systems is the systematic method, traditionally called the structural method. The functioning of a of digital system is presented as algorithm on the level of the Register Transfer Language with the use of flowchart or equivalent position graph. The abstraction model of the designed system can be the Algorithmic State Machine.

Network Communication Systems PROFIBUS-DP and FMS Components

Mariusz Mrzygłód, Jacek Reiner, Zbigniew Smalec, Piotr Trzcinski - p. 26

This report is a description of various network communication systems PROFIBUS-DP and FMS components. Attention is paid to the utili-

ty software and the application programming interface for PC. It describes, as well, methods of configuration of the communication devices for PLC controllers from PEP Modular Computers and Allen-Bradley.

28th International Symposium of Industrial Robots, Detroit 1997

Ryszard Sawwa, Zbigniew Pilat - p. 34

The authors present information about 28th International Symposium of Industrial Robots and Robots&Vision Show from Detroit. During the Symposium a number of scientific seminars was held. Also, yearly prizes of Engelberger Robotics Award and Golden Robot Award were granted.

Computer Supported Implementation of Quality Assurance Systems Complementary with ISO-9000 Requirements in Small and Medium Enterprises with PIAP-BQM Method

Grzegorz Kazimierski - p. 36

The article presents a method of group implementation of a quality assurance system complementary with the requirements of the ISO 9000 standards. The application of the method is supported by CA-TISO software which facilitates the analysis of a current company management system, helps to get acquainted with the requirements of the standards and to interpret them, to develop, implement and supervise the system's documentation.

Manipulation System with URP-6 Robot on the Track

Piotr Domański, Jacek Kubica, Zbigniew Pilat - p. 45

The manipulation system with URP-6 robot on the track, successfully implemented for beveling in mining machine factory, has been described. Control system afford possibilities for tracking of linear and circular path, freely oriented in 3D space. Orientation of tool-blownpipe in relation to the element and path of beveling is fixed. Therefore very high quality in robotized cell was obtained. Of great importance is the improvement of working conditions.

Adaptable Low Cost Shop-Floor Control System

Joachim Uhl, Zbigniew Smalec, Jarosław Chrobot, Jarosław Rakowski - p. 50

Industrial production in Central and East European countries is characterised by low productivity. An improvement of the situation would be achieved by a more effective application and use of existing resources and equipment as well as introducing a computer-aided information flow. Shop-floor control systems play an important part as solution to these problems. This article contains the goals and current results of the Copernicus project "Adaptable Low Cost Shop-Floor Control System" supported by the European Community. The goal of this project is to develop a low-cost shop-floor control system which should be adaptable in many different Central and East European companies. The first stage of this project has already been finished.



SERWIS CZYTELNIKÓW •

LIPIEC/SIERPIEŃ 1997 r.

Redakcja **PAR**
Pomiary • Automatyka • Robotyka

Al. Jerozolimskie 202,
02-486 Warszawa

Numerary artykułów

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50

Numerary reklam/ogłoszeń

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50

Serwis aktualny trzy miesiące od daty wydania.

abmicro

**NIEZAWODNY PARTNER
W AUTOMATYCE PRZEMYSŁOWEJ
OD 1984 ROKU!**



AB-MICRO s.c.
ul. Kulczyńskiego 14
02-777 Warszawa 130
sek. poczt. 15
tel. (0-22) 641 31 30, 641 12 69
fax (0-22) 643 14 21
e-mail: abmicro@abmicro.com.pl

BIURO TECHNICZNE GLIWICE
ul. Włocławska 33
44-100 Gliwice
tel./fax (0-32) 38 80 64

BIURO TECHNICZNE GDAŃSK
ul. Howełusa 11 pok. 1215
80-890 Gdańsk
tel. (0-58) 31 16 31 www. 377
tel./fax (0-58) 46 21 52

Intellution

Generalny Dystrybutor **INTELLUTION Inc.**

- najwyższe notowane 32-bitowe oprogramowanie MMI i SCADA do sterowania, nadzoru i wizualizacji procesów przemysłowych dla Windows NT oraz Windows 95 – pakiety FIX, PLANT TV, Visual Batch, Paradym - 31. FIX dostępny w polskiej wersji językowej



Autoryzowany Dystrybutor **GE Fanuc Automation**

- programowalne sterowniki przemysłowe PLC – 90-Micro, 90-20, 90-30, 90-70
- rozproszone systemy sterowania – GENIUS, FIELD CONTROL
- modułowe systemy redundancji – GMR
- konsole operatorskie – DATAPANEL, HORNER

Dr. Seufert Computer

Generalny Dystrybutor **Dr. Seufert Computer**

- wieloekranowe monitory projekcyjne w technologii TFT-LCD – OVERVIEW-XGA
- modułowe ściany wizualizacyjne - system OVERVIEW-mX



Power Controls

Autoryzowany Dystrybutor **GE Power Controls**

- obudowy przemysłowe z poliestrów
- osprzęt niskonapięciowy
- zabezpieczenia nadprądowe i przeciwporażeniowe



Generalny Dystrybutor **N.B.C. Elettronica**

- wagowe przetworniki tensometryczne – standardowe i na zamówienie

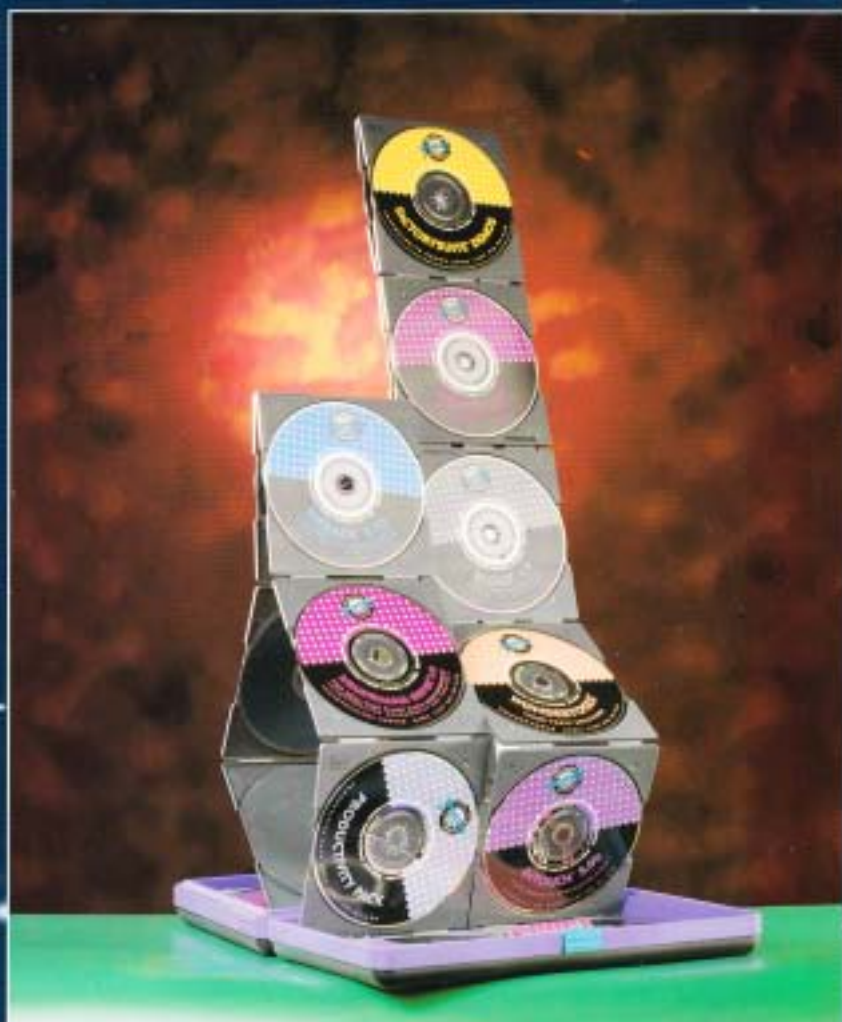


Własne opracowania i produkcja:

- pomiarowe moduły elektroniczne do wag przemysłowych (homologacja G.U.M.)
- wagowe systemy dozujące jedno- i wielowagowe
- zestawy do hybrydyzacji (elektronizacji) wag mechanicznych
- specjalizowane urządzenia elektroniczne
- szkolenia w zakresie systemów PLC i SCADA

ATRAKCYJNA OFERTA WSPÓŁPRACY DLA INTEGRATORÓW SYSTEMÓW

ZESTAW PROGRAMÓW PRZEMYSŁOWYCH



FactorySuite 1000

otrzymał

Złoty Medal

69 Międzynarodowych

Targów Poznańskich



FactorySuite 1000

Firma ASTOR ma przyjemność zaprezentować Państwu najnowszy produkt Wonderware Corporation lidera w produkcji oprogramowania przemysłowego.

Wonderware Corp. jako pierwsza na świecie firma, stworzyła i wprowadziła na rynek zintegrowany zestaw programów dla przemysłu. Teraz w jednym opakowaniu FactorySuite Plus 1000 znajdziecie Państwo 13 CD-ROM-ów, zawierających oprogramowanie zdolne całkowicie odmienić dotychczasowy sposób pracy Państwa zakładu, czyniąc ją prostszą i dużo bardziej efektywną.

Zestaw Programów Przemysłowych FactorySuite Plus 1000 jest rozwiązaniem kompleksowym, które może skutecznie przyspieszyć i ułatwić wdrożenie norm jakości z serii ISO 9000.

Główną ideą, którą przyświecała programistom Wonderware Corporation w ich pracy, było stworzenie stabilnego produktu, charakteryzującego się jak największą prostotą obsługi, zarówno dla projektantów aplikacji jak i końcowych użytkowników. Nad całością zestawu czuwa przejrzysty program instalacyjny, pełniący zarazem funkcję podręcznika. Warto dodać, że najważniejsze programy pakietu, w swych wcześniejszych wersjach doskonale sprawdziły się w dziesiątkach tysięcy instalacji na całym świecie.

Dzisiaj pragniemy zaoferować Państwu cały zestaw FactorySuite 1000 znacznie poniżej dotychczasowej ceny jednego programu InTouch PDK.

Zestaw Factory Suite Plus 1000 zawiera m.in.:

InTouch – programy do wizualizacji procesów przemysłowych

InTrack – pakiet do śledzenia i zarządzania produkcją, umożliwiający tworzenie historii powstawania partii towarów;

InBatch – system zarządzania produkcją w trybie wsadowym;

InDustrialSQL Server – przemysłowa relacyjna baza danych oparta o Microsoft SQL Server;

InControl – program pozwalający realizować funkcje sterownika PLC za pomocą komputera klasy PC (ang. SoftPLC);

Scout – program pozwalający na wykorzystywanie technologii intranet/internet dla celów wizualizacji procesów przemysłowych;



Więcej informacji na temat Zestawu Programów Przemysłowych FactorySuite Plus 1000 można uzyskać u Autoryzowanego Dystrybutora Wonderware Corp. na Polskę:

ASTOR Sp. z o.o., ul. Smoleńsk 29, 31-112 Kraków,
tel./fax (012) 232-107, e-mail: info@astor.com.pl