

P. 2900/80

BIULETYN TECHNICZNY



M

E

T

R

7 (221)
1980

Redakcja Kolegium w składzie:
mgr W. Borucki (redaktor działu „Ekonomika”),
mgr B. Drożak, mgr inż. J. Dziewięcki (redaktor naczelny), J. Esikowski,
mgr inż. R. Farfał, dr hab. M. Greniewski,
prof. dr hab. inż. A. Janicki (redaktor naukowy), inż. L. Kowalski,
mgr J. Kutrowska (sekretarz redakcji), mgr inż. L. Krzystolik, inż. R. Maciesowicz,
mgr E. Mańkiewicz-Cudny, red. T. Podwysocki, dr.inż. R. Pregiel,
mgr inż. A. Teodorczuk, mgr inż. T. Ustaborowicz,
mgr inż. M. Wajcen (redaktor działu „Technika”)

Warunki prenumeraty

Jednostki gospodarki uspołecznionej, instytucje, organizacje i wszelkiego rodzaju zakłady pracy zamawiają prenumeratę w miejscowych Oddziałach RSW „Prasa-Książka-Ruch”, w miejscowościach zaś, w których nie ma Oddziałów RSW – w urzędach pocztowych. Czytelnicy indywidualni opłacają prenumeratę wyłącznie w urzędach pocztowych i u doręczycieli. Prenumeratę roczną w cenie 516 zł należy zamawiać do 25 listopada na rok następny, półroczną do 10 czerwca na II półrocze.

ZJEDNOCZENIE PRZEMYSŁU AUTOMATYKI
I APARATURY POMIAROWEJ „MERA”



P. 2900/80

„MERA”

**BIULETYN PRZEMYSŁU
KOMPUTEROWYCH SYSTEMÓW
AUTOMATYZACJI I POMIARÓW**

WARSZAWA, LIPIEC 1980

SPIS TREŚCI

S. Skonieczny A. Syrczyński	Mikroprocesorowy układ sterowania robotów PR-0,2	3
A. Gogolewski	Zastosowanie mikroprocesorów w sterowaniu robotami przemysłowymi RIMP	7
A. Kornecki	Mikroprocesorowa realizacja regulatora cyfrowego	11
L. Zdawski A. Matys	Regulator cyfrowy oparty na systemie 8080	13
Z. Pietrusiński	Regulatory analogowe procesów wolnozmiennych zrealizowane na bazie mikroprocesorów	16
A. Bączyńska	Sterownik mikroprocesorowy ZSA - Mikro-80	19
A. Wachowski	Możliwości zastosowań sterownika mikroprocesorowego ZSA - Mikro-80	20
R. Janowicz	Mikroprocesorowy system sterowania i kontroli procesu elektrolizy w hucie aluminium KONIN	21
K. Bisztyga Z. Hanzelka P. Kwasnowski S. Piróg J. Seńkowski	Mikrokomputerowy układ sterowania kompensatorem mocy biernej	24
A. Holnicki	Uniwersalny układ logiczny z programowaniem wektorów wejściowych przełączających stan układu	27
W. Jabłoński J. Manikowski Z. Plech	Współpraca łącznika syntetorowego z mikroprocesorami	29
J. Mielcarek J. Szcząchor	Oprogramowanie mikroprocesora w zastosowaniu do radiofonicznych zestawów muzycznych klasy III-F1	31

Opracowanie Redakcyjne: Redakcja Biuletynu "Mera", ul. Patriotów 77, 04-950 Warszawa /tel. 12-41-71/. Wydawca: Przedsiębiorstwo Automatyki Przemysłowej "Mera-Pnefal", ul. Poczji 19, 04-994 Warszawa, Zam. 153/80, 2300 egz.

mgr inż. STANISŁAW SKONIECZNY
 dr inż. ANDRZEJ SYRYCZYŃSKI
 Przemysłowy Instytut
 Automatyki i Pomiarów
 "Mera - PIAP"

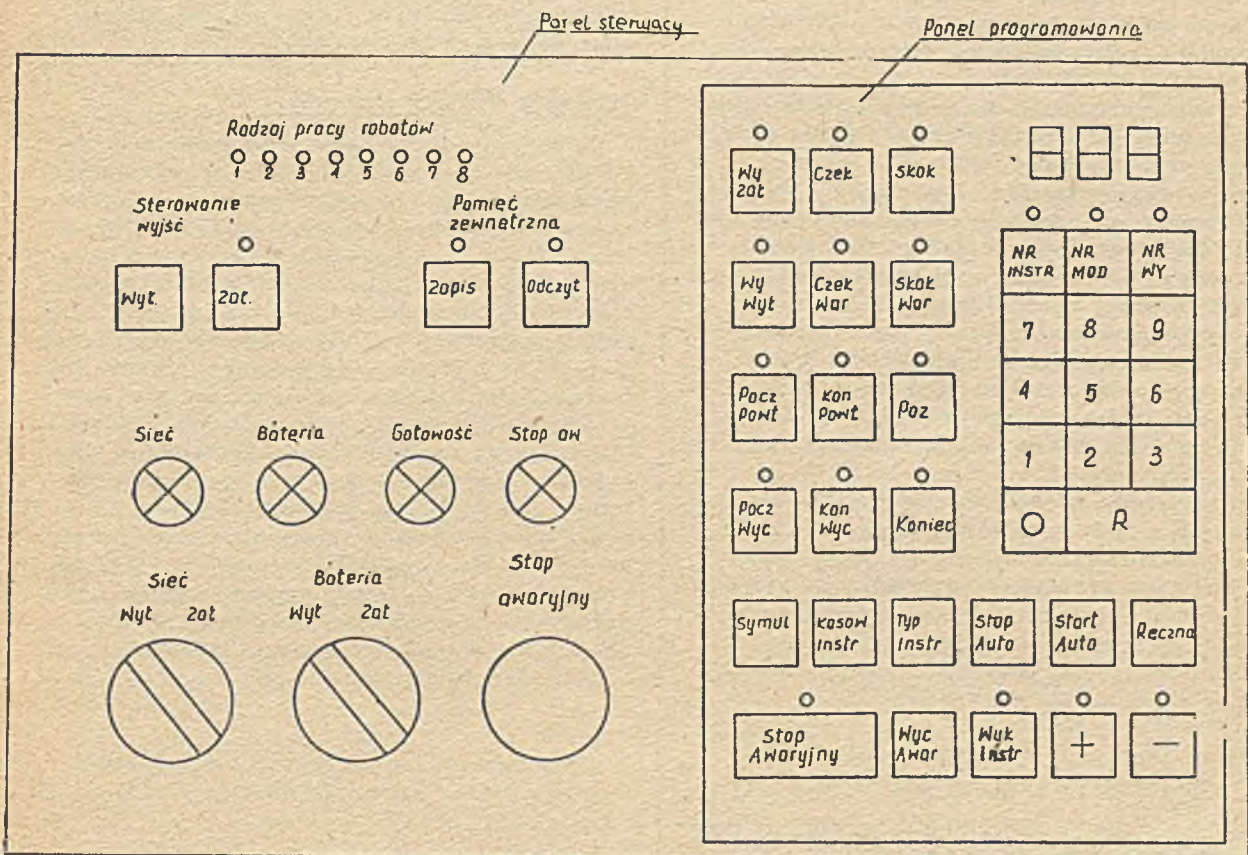
MIKROPROCESOROWY UKŁAD STEROWANIA ROBOTÓW PR-02

W Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów opracowano modułowy system robotów przemysłowych o napędzie pneumatycznym PR-02. Obecnie system składa się z modułów dwupołożeniowych realizujących ruch liniowy lub obrotowy, modułu trójpołożeniowego realizującego ruch obrotowy oraz szeregu modułów ruchu lokalnego. System będzie rozwijany o kolejne moduły wielopółżeniowe, realizujące ruchy liniowe lub obrotowe. W związku z roz-

wojem części manipulacyjnej powstała konieczność opracowania nowego układu sterowania robota PR-02. W układzie tym będą zastosowane układy MOS-LSI, a jako jednostka centralna będzie wykorzystany mikroprocesor 8080A.

Ogólna charakterystyka układu sterowania

Układ sterowania zapewnia niezależne i jednoczesne sterowanie 8 robotami PR-02. Każdy robot może składać się maksymalnie z 32



Rys. 1. Pulpit sterujący

modułów wielopolożeniowych. Ponadto każdemu robotowi można będzie przyporządkować do 32 par wejść/wyjść służących do synchronizacji jego pracy z procesem obsługiwanym. Maksymalna liczba par wejść/wyjść służących do sterowania modułów ruchu lub synchronizacji z procesem ograniczona jest do $96^{x/}$. Układ sterowania będzie zbudowany w formie szafy sterowniczej o wymiarach 1200x600x450 mm, z ukośnym pulpitem /rys. 1/, umieszczonym na górnej ścianie szafy. Na pulpicie szafy zostaną umieszczone elementy sterownicze i sygnalizacyjne, z których część będzie umieszczona na przenośnym panelu programowania. Wewnątrz szafy jest umieszczona kase- ta IEC z pakietami elektronicznymi, zespół listew zaciskowych do połączeń zewnętrznych oraz zasilacze.

Podstawowe funkcje układu sterowania

- Realizacja programów pracy od jednego do ośmiu robotów w cyklu automatycznym. Praca automatyczna robota polega na kolejnym realizowaniu instrukcji^{xx/} zapisanych w pamięci programu użytkowego dla danego robota. Przejście do pracy automatycznej następuje po podaniu sygnału START AUTO z panelu programowania lub z pulpitu sterowania robota. Zatrzymanie pracy następuje po podaniu przez operatora sygnału STOP AUTO lub w sposób natychmiastowy po przyjęciu sygnału STOP AWARYJNY.

- Wprowadzanie programów pracy robotów z panelu programowania lub z zewnętrznej pamięci kasetowej PK-1.

Wprowadzanie programu pamięci RAM odbywać się będzie w pracy ręcznej, przez wpisywanie przez operatora kolejnych instrukcji z panelu programowania. W przypadku programowania ruchu modułów robota konieczne będzie doprowadzenie robota do właściwego położenia za pomocą przycisków sterowania ręcznego. W pracy ręcznej istnieje możliwość wprowadzania korekcy programu oraz wykonywanie go instrukcją po instrukcji.

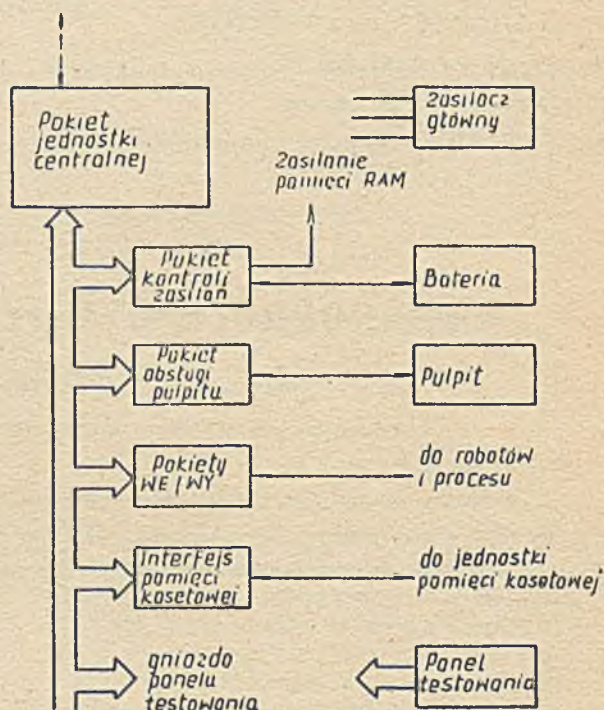
- Przygotowanie robota do pracy w cyklu automatycznym polega na doprowadzeniu wszystkich modułów robota do jednoznacznie określonego położenia.

- Sygnalizacja błędów obsługi i stanów awaryjnych oraz funkcje autodiagnostyczne.

Do sygnalizacji błędów obsługi będzie wykorzystywany wyświetlacz cyfrowy, na którym na pozycji najbardziej znaczącej zostanie wyświetlona litera E, a na pozostałych kod błędu pozwalający na określenie rodzaju błędu. Stany awaryjne będą sygnalizowane za pomocą lampek STOP AWARYJNY, a na wyświetlaczu zostaje wyświetlony kod błędu pozwalający zidentyfikować przyczynę zatrzymania pracy robotów.

- Współpraca z komputerem nadrzędnym będzie realizowana przez układ transmisji szeregowej. Umożliwi ona:

linia transmisji do komputera nadrzędnego



Rys. 2. Struktura układu sterowania

- śledzenie przez komputer wykonywania poszczególnych programów,
- sterowanie przez komputer wykonywaniem poszczególnych programów.

Struktura układu sterowania

Ogólna struktura układu sterowania robotów PR-02 została przedstawiona na rys. 2. Układ sterowania będzie skonfigurowany z pakietów mikroprocesorowego systemu INTEL DIGIT-PI-M, powiązanych magistralą o typowych urządzeniach mikroprocesorowych sygnałach. Magistrala obejmuje linie adresowe, danych, sterujące, przerwań i zasilania. Konstrukcyjnie magistrala będzie wykonana w postaci plateru, płyty dwustronnie drukowanej. Podstawową rolę w układzie sterowania odgrywa pakiet jednostki centralnej z mikroprocesorem 8080A, którego funkcjonalny odpowiednik będzie produkowany w kraju. Pakiet jednostki centralnej zawiera wszystkie bloki składające się na strukturę jednopłytkowego mikrokomputera. Są to przede wszystkim układy pamięci danych /RAM/ przeznaczone w układzie sterowania robotów dla przechowywania programu użytkownika, o pojemności 4K słów 8-bitowych i pamięć sta-

^{x/} Podstawowe parametry techniczne układu sterowania są przedstawione w zał. 1.

^{xx/} Lista instrukcji robota znajduje się w zał. 2.

la /PROM/ dla przechowywania programu sterującego robotów, o pojemności od 2K do 8K.

Dalszym blokiem jednostki centralnej jest zegar wytwarzający impulsy czasowe dla: sterowania czasowego pracą oprogramowania, realizacji w licznikach programowo zadawanych opóźnień oraz dla opcjonalnego układu transmisji. Układ transmisji umożliwi powiązanie danej grupy robotów z nadrzędnym układem kompleksowego sterowania linią produkcyjną, wykorzystującym minikomputer. Transmisja zegarowa może się odbywać za pomocą sygnału prądu stałego 20 mA lub za pomocą urządzeń transmisyjnych o standardowym styku V 24. Szybkość transmisji, format słów oraz tryb transmisji /asynchroniczna lub synchroniczna/ mogą być wybierane programowo przez mikroprocesor. Przewiduje się wyposażenie układu sterowania w sprzężenie umożliwiające współpracę z magistralą PROWAY według standardów IEC, z chwilą gdy standardy te będą ustanowione. Układ przerwań obsługuje do 8 sygnałów przerwań, w tym przerwania wewnętrzne - sygnalizacji zaniku zasilania sieciowego, zegara, opóźnienia zadawanego programowego, układu transmisji i przerwania zewnętrzne - pochodzące ze sterowanych robotów, urządzeń współpracujących /procesu/ i z pulpitu.

Ze względu na konieczność utrzymania programu użytkownika w pamięci w przypadku przerwy w zasilaniu zastosuje się rezerwowe bateryjne zasilanie pamięci danych. Kontrolę zasilania, generację sygnałów do procesora i przełączenie zasilania pamięci realizować będzie pakiet kontroli zasilania. Zadania sprzęgnięcia jednostki centralnej z robotami wykonywać będą pakiety wejść/wyjść. Każdy z tych pakietów zapewni sprzężenie z ośmioma urządzeniami sterowanymi i ośmioma czujnikami stykowymi, wydającymi sygnały dwustanowe. Zarówno wejścia jak i wyjścia pakietu będą miały transoptorowe układy oddzielenia galwanicznego. Sterowanie przez operatora uruchamianiem procesu będzie odbywać się z panelu operacyjnego na szafie zespołu sterującego, natomiast programowanie robotów odbywać się będzie z przenośnego panelu programowania, bezpośrednio przy programowanym w danej chwili robocie. Panel programowania będzie połączony kablem z szafą zespołu sterowania. Obie panele /programowania i sterujący/ zostaną sprzężone z magistralą i z pakietem jednostki centralnej za pomocą pakietu obsługi pulpitu. Pakiet zawierać będzie układy elektroniczne sterowania lampek, wskaźników i wyświetlaczy pulpitu, układy wprowadzania sygnałów z przelączników i przycisków pulpitu oraz układy sprzężenia z magistralą.

Celem długotrwałego przechowywania programów użytkownika przez czas dłuższy od czasu rezerwowego zasilania baterijnego pamięci danych oraz dla przechowywania programów aktualnie nie wykorzystywanych stosowana będzie pamięć kasetowa. Sprzężenie jednostki

pamięci kasetowej z pakietem jednostki centralnej realizuje w omawianej strukturze pakiet interfejsu pamięci kasetowej. Testowanie w toru eksploatacji układu sterowania robotów będzie dokonywane za pomocą przenośnego przyrządu serwisowego panelu testowania. Panel testowania będzie dołączany bezpośrednio do magistrali za pomocą gniazda na platerze magistrali. W ten sposób jeden panel testowania wystarcza do obsługi serwisowej wszystkich zainstalowanych na obiekcie układów sterowania.

Ostatnim wyodrębnionym blokiem układu sterowania jest zasilacz, dostarczający napięcie stabilizowanych do pakietów. Zasilacz pracuje na zasadzie impulsowej i cechuje się wysoką sprawnością. Układ sterowania może być ponadto stosowany jako uniwersalny sterownik mikroprocesorowy urządzeń technologicznych. W tym charakterze układ będzie mógł sterować ośmioma urządzeniami technologicznymi, realizując osiem niezależnych lub powiązanych ze sobą programów.

Oprogramowanie układu sterowania

Oprogramowanie układu sterowania można podzielić na następujące części: program sterujący, program użytkowy, programy diagnostyczne oraz programy testowe. Program sterujący umieszczony jest w pamięci stałej i realizuje na mikroprocesorze 8080A repertuar instrukcji użytkowych robota /z których składają się programy użytkowe/, obsługę programową pilpitów sterowania i programowania, sterując wykonywaniem programów użytkowych poszczególnych robotów. W przypadku wykorzystania układu w strukturze hierarchicznej program sterujący zarządza przekazywaniem informacji między układem sterowania a komputerem nadrzędnym. Program użytkowy umieszczony jest w pamięci danych; złożony jest z instrukcji użytkowych robota, jest zatem oprogramowaniem wyższego poziomu w stosunku do programu sterującego, zapisanego w języku wewnętrznym mikroprocesora. Program użytkowy wprowadzany będzie do pamięci ręcznie z pulpitu programowania lub uprzednio przygotowany program będzie przepisywany do pamięci z jednostki pamięci kasetowej.

Programy diagnostyczne będą miały na celu sprawdzanie poprawionego działania robotów i układu sterowania w czasie pracy. Będą one umieszczone w pamięci stałej i uruchamiane cyklicznie przez program sterujący. Programy testowe pozwolą na sprawdzanie pracy robotów a przede wszystkim pakietów układu sterowania z panelu testowania. Programy te będą umieszczone w pamięci stałej panelu testowania.

Podstawowe parametry techniczne

Maksymalna liczba wejść układu sterowania - 96

Maksymalna liczba wyjść układu sterowania - 96

Parametry elektryczne wejść:

- wejście: typu zwarcie lub przerwa
- maksymalne napięcie na wejściu otwartym - 24 V
- maksymalny prąd przy wejściu zwarłym - 20 mA
- wejścia mają galwaniczne oddzielenie od układu sterowania.

Parametry elektryczne wyjść:

- wyjście typu otwarty kolektor
- napięcie wyjściowe 0 lub 24 V
- maksymalny prąd 0,5 A

- wyjścia mają galwaniczne oddzielenie od układu sterowania.

Maksymalny sumaryczny prąd pobierany przez wyjścia zasilane napięciem 24 V - 8 A.

Maksymalna długość programu - 256 instrukcji /sumaryczna ilość instrukcji dla wszystkich programów ≤ 900 /.

Pamięć programu użytkowego typu RAM /4K/ z rezerwowym zasilaniem baterijnym.

Możliwość współpracy z pamięcią kasetową typu PK-1.

Liczba flag - 32.

Maksymalna długość kabla od szafy sterowniczej do robota - 15 m.

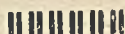
Napięcie zasilania 220 V $\begin{matrix} +10\% \\ -15\% \end{matrix}$; 50 ± 1 Hz.

Pobór mocy: 100 do 400 VA, zależnie od obciążenia wyjść.

Lista instrukcji robota

Nazwa instrukcji	Opis	Argument	Ilość bajtów
POCZĄTEK WYCOFANIA AWARYJNEGO	Początek sekcji programu określającej sekwencję wycofania awaryjnego dla danego robota	-	2
KONIEC WYCOFANIA AWARYJNEGO	Koniec sekcji programu określającej sekwencję wycofania awaryjnego dla danego robota	-	2
KONIEC	Ostatnia instrukcja programu	-	2
KONIEC POWTÓRZENIA	Koniec powtarzanej sekcji programu	-	2
POCZĄTEK POWTÓRZENIA	Początek powtarzanej sekcji określoną liczbą razy /n/	$n \leq 99$	3
CZEKANIE	Czekanie przez określony czas /t/	$0,1 \leq t \leq 9,9s$	3
SKOK	Bezwarunkowy skok programu do instrukcji n	$n \leq 255$	3
SKOK WARUNKOWY	Ominięcie następnej instrukcji programu, gdy wejście lub flaga /n/ będąca argumentem instrukcji jest włączana lub kontynuacja programu, gdy wejście lub flaga jest wyłączona	$1 \leq n \leq 32$ $101 \leq n \leq 132$	3
CZEKANIE WARUNKOWE	Czekanie na włączenie określonego wejścia z procesu lub ustawienie flagi	$1 \leq n \leq 32$ $101 \leq n \leq 132$	3

Nazwa instrukcji	Opis	Argument	Ilość bajtów
WYJŚCIE ZAŁĄCZONE	Załączenie wyjścia do procesu lub ustawienie flagi	$1 \leq n \leq 32$ $101 \leq n \leq 132$	3
WYJŚCIE WYŁĄCZONE	Wyłączenie wyjścia do procesu lub zerowanie flagi	$1 \leq n \leq 32$ V $101 \leq n \leq 132$	3
POZYCJONOWANIE	Zapamiętanie bieżącego położenia wszystkich / $n \leq 32$ / dwu i wielopozycyjnych modułów robota. Przy wykonywaniu instrukcji, wszystkie moduły, które mają zmienić położenie będą poruszały się jednocześnie	$0 \leq K1 \leq 15$ ki-nr położenia $z = 3 + \text{entier} \frac{n-1}{2}$	z



mgr inż. ANDRZEJ GOGOLEWSKI
Instytut Mechaniki Precyzyjnej
Warszawa

ZASTOSOWANIE MIKROPROCESORÓW W STEROWANIU ROBOTAMI PRZEMYSŁOWYMI RIMP

W końcu 1977 roku w Instytucie Mechaniki Precyzyjnej powstał robot przemysłowy RIMP-1000. Robot ten przeznaczony jest do wykonywania operacji technologicznych wymagających wysokiej precyzji i powtarzalności, takich jak: zgrzewanie blach spawanie łukowe, obsługa wtryskarek i pras, prace załadunkowe i wyładunkowe, prosty montaż. Jest to robot pierwszej generacji, o manipulatorze pracującym w bieżącym układzie współrzędnych. Napęd hydrauliczny z wykorzystaniem serwowaworów pozwala na ruchy z zadanymi prędkościami i umożliwia zatrzymanie głowicy robota w uprzednio zaprogramowanym miejscu.

Układ sterowania robotem rozwiązano w oparciu o system CAMAC i użycie autonomicznego procesora 131. Pozwoliło to na wykorzystanie bloków systemowych produkowanych w kraju oraz istniejących opracowań dotyczących modułów CAMAC.

Układ sterowania zawiera ponadto szereg bloków specjalistycznych opracowanych w Instytucie i wykonanych w standardzie CAMAC lub korzystających ze wspólnej kasyety, ale nie mających kasyety, ale nie mających połączenia z magistralą. Produkowany układ sterowania robota RIMP-1000 pozwala na przestrzennie-czasowe wystereowanie jednostki manipulacyjnej robota o 6 stopniach swobody. Układ ten zapewnia:

- pozycjonowanie typu PTP /point to point/ z dokładnością nie gorszą niż $\pm 1,5$ mm,
- oprogramowanie opóźnień po zakończeniu ruchu manipulatora /od 0 do 99 sek. w trzech zakresach dokładności/,
- możliwość wystereowania do 9 urządzeń zewnętrznych,
- możliwość kontroli do 9 urządzeń zewnętrznych,

- możliwość programowania prędkości maksymalnych /8 prędkości/;
- możliwość programowania dokładności osiągnięcia zadanego punktu /5 dokładności/;
- pojemność pamięci danych /bez pamięci kasetowej/ na co najmniej 1000 kroków robota, zapamiętywanych w 8 niezależnych podprogramach.
- Kontrolę poprawności zapisu i odczytu informacji

Układ sterowania składa się z jednostki centralnej /procesor 131/, pamięci programu sterującego /EPROM lub ROM/, pamięci danych czyli pamięci programu pracy robota /pamięć ferrytowa typu 201 lub 204/ i pamięci kasetowej PK-1, bloków pośredniczących wejściowego i wyjściowego, współpracy z operatorem i bloków pomocniczych, które kontrolują przebiegi odpowiednich procesów /zgrzewanie, spawanie, nadzór czasowy, kontrola funkcjonowania innych urządzeń, separacja sygnałów, kontrola obecności napięć/.

W układzie sterowania robota RIMP-1000 obsługa poszczególnych stopni swobody odbywa się w oparciu o zasadę podziału czasu. Bloki wyjściowe /regulator/ podzielone są na część wspólną /cyfrową/, w której następuje obróbka sygnału błędu jednakowa dla wszystkich osi, i części indywidualne /analogowe/. W procesie odtwarzania sygnału błędu, będący różnicą między aktualną pozycją enkodera, a pozycją enkodera zapamiętaną w procesie uczenia, zostaje podany na wejście serworegulatora i określa wielkość przepływu czynnika roboczego /poprzez wielkość prądu sterującego cewką serwozaworu/. Przy projektowaniu charakterystyki ruchu założono, że w fazie przyspieszenia i hamowania przyspieszenie całkowite nie powinno przekraczać 1,5 g. Przejście pomiędzy dwoma punktami z maksymalną zaprogramowaną prędkością jest czasooptymalne. Wielkość cyfrowa określająca błąd pozycji robota zapamiętana w buforze bloku wyjściowego podawana jest do bloku kształtowania charakterystyki ruchu, gdzie odpowiednio przetworzona /uwzględniając charakterystykę fazy hamowania/ podawana jest do przetwornika cyfrowo-analogowego, a po przetworzeniu i skorygowaniu nieliniowości charakterystyk serwozaworów, podawana jest do układu pamięci analogowych znajdujących się w blokach serwozmacniaczy.

Blok serwozmacniaczy posiada, obok już wymienionych układów pamięci analogowych, układy całkujące, układy ręcznej regulacji prędkości pełzania, prędkości maksymalnej, przyspieszenia i opóźnienia ruchu oraz układy wyjściowe pozwalające na odpowiednie wystawianie serwozaworów. Układ zastosowany w robocie RIMP-1000 jest specjalizowanym regulatorem zapewniającym płynny i bezprzeciążeniowy ruch w każdym stopniu swobody, dokładne bądź programowane pozycjonowanie, możliwość kontroli prędkości ruchu. W fazie nauczania układ zabezpiecza przed nadmiernymi przy-

spieszeniami lub opóźnieniami ruchów sterowanych ręcznie, przed gwałtownymi zmianami kierunku ruchu. Ponadto istnieje możliwość "zaokrąglania" rogów poprzez programowanie dokładności osiągnięcia pozycji.

W 1979 r. został wdrożony w PSO pierwszy robot wyprodukowany seryjnie. W ciągu tych dwóch lat zespół konstruktorów na podstawie przeprowadzanych prób i badań oraz próbnej eksploatacji dokonał pewnych zmian w układzie oraz zebrał pewne doświadczenie przydatne w dalszych, obecnych pracach. Doprowadziło to do powstania zmodyfikowanej wersji układu sterowania /E-1003/, w której zastosowano mikrokomputer zbudowany w oparciu o UP 8080. Blok mikrokomputera zastępuje stosowany do tej pory procesor autonomiczny 131 CAMAC oraz bloki pamięci ferrytowej. Zmiany te podyktowane zostały głównie poprawieniem niezawodności pracy układu, chociaż nie bez znaczenia jest trudność zakupu niektórych bloków CAMAC /pamięci/. W pierwszej wersji funkcje układu E-1003 pozostają niezmienione w stosunku do wersji aktualnie produkowanej. Układ ten składa się z bloku mikrokomputera, sterownika kasyety CAMAC, dodatkowych bloków pamięci RAM i systemu zasilania akumulatorowego, które zapewnia utrzymanie informacji w pamięciach ulotnych przez okres 8 godz. co gwarantuje sprawne przeprowadzenie procesu uczenia robota. Po nauczaniu robota, sprawdzeniu poprawności programu pracy robota /przez odtworzenie kilku cykli pracy/ i po nanieśieniu ewentualnych poprawek, program pracy robota przepisujemy do pamięci kasetowej. Zawsze, po przerwach w pracy trwających dłużej niż 8 godz., odczytujemy program z pamięci kasetowej do pamięci RAM /program sterujący rezyduje w EPROMie/. W niektórych zastosowaniach można stosować zamiast pamięci kasetowej bloki pamięci EPROM, do których również po nauczaniu wpisujemy program pracy robota. Wersja ta ma przewagę nad wersją standardową w przypadku zastosowania robota do stosunkowo prostych czynności /około 60 kroków/ przy długiej serii produkcyjnej.

Blok mikrokomputera opiera się na mikroprocesorze typu 8080. W bloku tym obok zegara 8224, sterownika systemu 8228, układu priorytetowych przerwań 8214 znajduje się pamięć RAM oraz pamięć programu EPROM. Pamięć danych zbudowana na układach scalonych 2114 ma pojemność 4 kbajty, zaś pamięć programu zbudowana na układach 2708 ma pojemność do 4 kbajtów. Szyny danych, adresowe oraz sterowania łączy blok mikrokomputera z blokami sterownika kasyety, zewnętrznej pamięci RAM i ewentualnie EPROM. Współpraca ze sterownikiem kasyety odbywa się jak z urządzeniem WE/WY. Sterownik kasyety dopasowuje sygnały bloku mikrokomputera do wymogów standardu CAMAC /24-bitowe słowo danych, czas trwania strobów/.

Dysponując opisanym układem sterowania i zadanym układem mechanicznym, można bez

specjalnych zmian sprzętu /zmiany polegają na wyndaniu programu sterującego i na ewentualnym dołączeniu nowych bloków/ rozszerzyć możliwości funkcjonalne robota. Pierwszą nową możliwością /aktualnie uruchomioną/ jest wprowadzenie rozcięć warunkowych /zmianie sekwencji kroków robota w zależności od wystąpienia lub nie zaprogramowanych sygnałów/. Wykorzystuje się to np. do rozdzielania elementów typu A od B. Następnie ciekawsze udogodnienia to:

- linearyzacja ruchów robota,
- wprowadzenie kroków bezpiecznych /krokiem bezpiecznym nazywany krok, z którego można po najkrótszej drodze powrócić do pozycji początkowej/.
- uproszczenie procesu uczenia robota przez wprowadzenie makrorozkazów /jest to szczególnie potrzebne w przypadku uczenia czynności powtarzających się jak załadunek i rozładunek palet, obsługa kilku jednakowych stanowisk/.
- wyposażenie układu w dodatkowe czujniki informujące o otoczeniu, a zwłaszcza kamerę telewizyjną. O ile wyposażenie robota w zmysł "wzroku" jest zadaniem bardzo trudnym i nie rokuje szans kompleksowego, praktycznego rozwiązania przed rokiem 1985, o tyle rozwiązanie pierwszych trzech tematów powinno nastąpić stosunkowo szybko.

Przy linearyzacji ruchów robota układ sterowania, po zakończeniu procesu uczenia /lub po wprowadzeniu kolejnego punktu przestrzeni/, dokonuje wyliczania punktów pośrednich. Mając odczytane z enkoderów współrzędne dwóch punktów końcowych A i B i chcąc przeprowadzić przez nie linię prostą musimy zamienić współrzędne A i B do współrzędnych w układzie prostokątnym według wzorów:

$$1/ x = r' \sin \beta'$$

$$2/ z = r' \sin \alpha'$$

$$3/ y = r' \sqrt{\cos^2 \alpha' - \sin^2 \beta'}$$

gdzie:

$$r' = r_{flz} + |r - R_{min}| / \frac{\Delta R}{R_{max} - R_{min}}$$

$$\alpha' = |\alpha - \alpha_{min}| / \frac{\Delta \alpha}{\alpha_{max} - \alpha_{min}}$$

$$\beta' = |\beta - \beta_{min}| / \frac{\Delta \beta}{\beta_{max} - \beta_{min}}$$

α, β, r - współrzędne w układzie współrzędnych robota
 $r_{max}, r_{min}, \alpha_{max}, \alpha_{min}, \beta_{max}, \beta_{min}$ - ekstremalne odczytane pozycje $\Delta R, \Delta \alpha, \Delta \beta$ - rzeczywiste przesunięcia robota
 wyznaczyć punkty pośrednie, tak aby otrzymane odcinki miały jednakową, zadaną długość, a następnie wykonać transformację wyliczonych punktów do współrzędnych osi robota - układ współrzędnych pseudobiegunowy/.

$$4/ \alpha = \arctg \frac{x}{\sqrt{y^2 + z^2}}$$

$$5/ \beta = \arctg \frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

$$6/ r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

Teoretycznie biorąc, obliczenia te mogą być dokonane w istniejącym układzie sterowania. Uwzględniając jednak małą moc obliczeniową użytych procesorów lepszym rozwiązaniem jest dołączenie do układu sterowania /do magistrali CAMAC w przypadku E-1000a do magistrali mikrokomputera w przypadku E-1003/ bloku z kalkulatorem lub mikroprocesorem arytmetycznym. Zadaniem tego bloku jest obliczanie funkcji zadanych przez układ sterowania. Opracowanie tego bloku staje się konieczne w przypadku układu współpracującego z kamerą telewizyjną, gdzie problem przeliczania współrzędnych w czasie rzeczywistym /z dodaniem transformaty współrzędnych pola widzenia kamery na współrzędne prostokątne/ jest szczególnie istotny.

W połowie 1979 r. przystąpiono do opracowywania w IMP Modułowego Układu Sterowania Robotów /MUSR/. Układ ten składa się z bloków komunikujących się ze sobą sygnałami będącymi podzbiorem sygnałów magistrali MULTIBUS /magistrala firmy INTEL, - projekt standardu IEEE Nr P696.2/ z możliwością przejścia na pełen zbiór sygnałów. Bloki te to: mikrokomputer, pamięć RAM, interfejs pamięci zewnętrznej /pamięć kasetowa lub dysk/, autonomiczne bloki sterowania modułem wykonawczym manipulatora, blok komunikacji z operatorem, bloki WE/WY, blok współpracy z robotem.

Pojedynczy blok WE/WY zapewnia współpracę z 8 urządzeniami WE i 8 urządzeniami WY /przy zależnych WE ich ilość może być rozszerzona do 16/. W zależności od ilości stopni swobody, współpracujących urządzeń zewnętrznych oraz właściwości samego robota układ sterowania składa się z istniejących bloków z odpowiednim oprogramowaniem. W systemie MUSR założono występowanie dwóch bloków mikrokomputera, z których jeden spełnia funkcję sterującą układem, a drugi funkcję kontrolną /testy i sprawdzanie poprawności pracy bloków i całego systemu/. Okresowo mikrokomputer jest sprawdzany przez mikrokomputer sterujący. W dalszych opracowaniach proponuje się zrealizować autonomiczne bloki sterowania w oparciu o uP 8080 /wybór tego uP w naszych pracach podyktowany jest planami produkcyjnymi CEMI/.

Blok mikrokomputera składa się z mikroprocesora 8080, zegara 8224, układu przerwań 8214, timera 8253 oraz pamięci RAM /4kbajty/ i EPROM /pojemność do 16 kbajtów/. Komunikacja pomiędzy elementami bloku mikrokom-

putera następuje po wewnętrznej magistrali. Dostęp do magistrali systemu wymagany jest wtedy, gdy następuje zwrot do zewnętrznej pamięci lub urządzenia WE/WY. Blok ten może być traktowany jako blok sterujący lub jako urządzenie WE/WY. W bloku komunikacji z operatorem zastosowano układ 8279, a w bloku interfejsu do pamięci masowej układ 8257. W najbliższym czasie opisany blok mikrokomputera zostanie zastosowany do sterowania robotem do prac malarskich pracującego w trybie CP /continuous path/.

Do sterowania linią technologiczną z urządzeniami dwustanowymi powstał w Instytucie Mechaniki Precyzyjnej Uniwersalny System Sekwencyjnego Sterowania /USCS/. Składa się on ze strukturalnie jednolitych modułów i zasad ich współpracy. Na bazie tego systemu użytkownik może zbudować wiele różnych układów sterowania, wykorzystując moduły standardowe lub specjalnie zbudowane do danego zastosowania. System uruchomiony w IMP /USCS-402/ może zostać użyty do:

- procesu technologicznego z 128 urządzeniami dwustanowymi,
- linii technologicznej z 8 prostymi manipulatorami /RIMP-401, RIMP-402, PR-02/ i do 64 urządzeń dodatkowych,
- sterowania pojedynczym prostym manipulatorem.

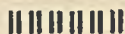
W systemie tym istnieje możliwość zastosowania albo tradycyjnego bloku sterownika /trzy pakiety/, albo jednopakietowego sterownika zbudowanego wokół mikrokomputera 8080.

Reasumując należy stwierdzić, że w ostatnich latach powstała i powstaje w IMP w Zakładzie Sterowania Robotów IMP znaczna ilość rozwiązań opartych na mikroprocesorach. Aby móc uruchomić i przetestować nowo powstałe pakiety i aby móc uruchamiać oprogramowanie konieczne jest posiadanie systemu uruchomieniowego. W związku z tym w IMP powstał /i w dalszym ciągu ulega rozszerzeniu/ system IMPEC. Składa się on z bloków systemu MUSR: bloku mikrokomputera, testera, pamięci RAM, interfejsu pamięci zewnętrznej, interfejsu DZM, czytelnika, perforatora taśmy oraz programatora pamięci EPROM /8708, 8716, 8732/. Pozwala on zarówno przygotowywać programy sterujące /edycja programu źródłowego, assemblacja z wyjściem do pamięci RAM, per-

forator, lub programator/, uruchamiać bloki pod kontrolą testera jak i monitorować przebieg programu. Ponieważ sygnały z testera wychodzą także przez złącze na płycie czolowej, z tego też względu może być używany zarówno w systemie MUSR jak i w innych systemach. Tester ten umożliwia rejestrację i wyświetlanie zawartości szyny adresowej, danych kontrolnych, pracę ciągłą oraz po jednej instrukcji i po jednym cyklu maszynowym: pracę w trybie HOLD-odczyt i zapis komórki pamięci lub urządzenia WE/WY o wybranym adresie. Zapis i odczyt wewnętrznych rejestrów, ustawienie licznika rozkazów, zatrzymanie programu w wybranym miejscu. Ponadto oprogramowanie systemu IMPEC zezwala na transmisję pomiędzy dwoma dowolnymi urządzeniami percyferyjnymi z ingerencją operatora /wprowadzanie zmian/, assemblacje programu napisanego w assemblerze mikroprocesora typu 8080 oraz wytworzenie EPROMu z programem wynikowym. W następnym etapie planujemy wyposażyć system w emulator mikroprocesora 8080.

L i t e r a t u r a :

- [1] Opis elektronicznego sterowania robota RIMP 1000 - praca zbiorowa 1978, archiwum IMP.
- [2] Skrócony opis systemu mikroprocesorowego układu sterowania robotów przemysłowych RIMP 1000 - praca zbiorowa, 1980, archiwum IMP.
- [3] A. Gogolewski, A. Żukowski - System CAMAC w sterowaniu robotem przemysłowym - Informatyka nr 2, 1980.
- [4] A. Gogolewski - Układ sterowania robota przemysłowego RIMP-1000. Możliwość rozwoju poprzez zmianę oprogramowania. Mat. konf. "Roboty przemysłowe" - Warszawa 1979.
- [5] Założenia na modułowy układ sterowania robotów złożonych w zastosowaniu do robota malarskiego RIMP-MAL. Praca zbiorowa, IMP.
- [6] J. Bartosowicz - System uruchomieniowy IMPEC - archiwum IMP, 1980.



MIKROPROCESOROWA REALIZACJA REGULATORA CYFROWEGO

Dynamiczny rozwój technologii LSI i powstawanie coraz wydajniejszych i bardziej niezawodnych miniaturowych urządzeń cyfrowych, o znacznie rozszerzonych możliwościach funkcjonalnych, spowodował daleko idące zmiany w koncepcji sterowania złożonych procesów technologicznych. Wprowadzane już w latach sześćdziesiątych maszyny cyfrowe do sterowania procesów nie spełniły bowiem pokładanych w nich oczekiwań. Zasadniczą przyczyną tego były względy niezawodnościowe, oraz mała przejrzystość funkcjonalna przy obiekcie o większej ilości pętli regulacji. Jedynymi spełniającymi podstawowe wymagania systemami są w zasadzie systemy CRIPD. Wspomniany już rozwój technologii umożliwił implementację rozłożonych systemów sterowania i regulacji, dla których wady systemu z centralną maszyną cyfrową zredukowane są do minimum.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie koncepcji regulatora cyfrowego - podstawowej jednostki rozłożonego systemu sterowania i regulacji - bazującego na mikroprocesorze. Omówione zostaną zadania układu regulacji, problemy sprzętu i oprogramowania, przykłady rozwiązań i możliwości zastosowań.

Zadania układu regulacji cyfrowej i stosowane algorytmy

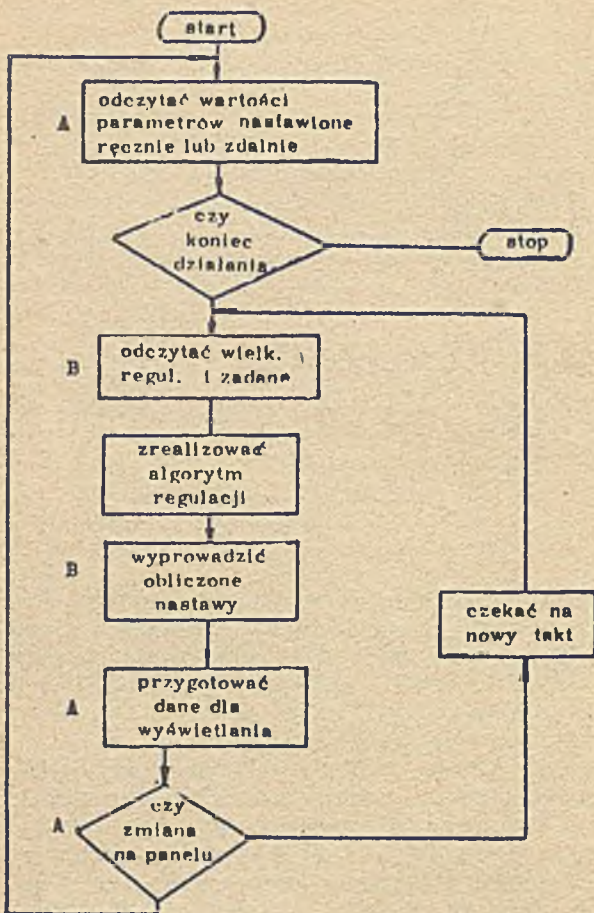
Praktycznie od połowy lat siedemdziesiątych większość urządzeń automatyki przemysłowej realizowana jest w technice cyfrowej. Zaletami jej są prostota i niezakłócalne przesyłanie sygnałów, reprodukowalność sygnałów, brak dryftu w integratorach, możliwość wielokrotnego wykorzystania urządzeń na zasadzie multipleksowania. Dzięki tej własności część cyfrowa może obsługiwać kilka pętli regulacji /zależnie od koniecznej częstotliwości interwencji i czasu realizacji algorytmu regulacji/. Regulator cyfrowy charakteryzuje się niewielkimi wymiarami i zużyciem energii. Jediną wadą jest konieczność sprzętowego zapamiętania algorytmu regulacji, który dla da-

nego urządzenia nie może być zmieniony. Zastosowanie układu μP -owego zwiększa w zasadniczy sposób elastyczność urządzenia, umożliwiając też spełnianie dodatkowych funkcji /przetwarzanie zmiennych pomiarowych, rejestracja, kontrola przekroczeń/.

Dla układów DDC w praktycznych zastosowaniach używa się najczęściej cyfrowej realizacji algorytmu PID w wersji pozycyjnej lub przyrostowej [1]. Jest to zresztą szczególnie przypadkiem algorytmu cyfrowego drugiego rzędu. Istnieje cały szereg metod projektowania algorytmów cyfrowych [2] zgodnie z zasadami teorii regulacji. Z punktu widzenia zastosowań istotnymi resursami mogąymi ograniczyć stosowanie bardziej skomplikowanych algorytmów są: wielkość zajmowanej pamięci oraz czas wykonania. Możliwości sprzętowe stosowanych urządzeń zezwalają na stosowanie algorytmów zajmujących 2-4 KB pamięci [3]. Jest to wielkość całkowicie wystarczająca w spotykanych zastosowaniach. Szybkość procesora warunkuje czas wykonania, który powinien spełniać wymagania dla układów czasu rzeczywistego.

Problemy sprzętu i oprogramowania

Działanie systemu mikroprocesorowego realizującego funkcje regulatora cyfrowego, wymaga zastosowania następujących układów scalonych mikroprocesora: /np. 8080A/, generatora cyklu /8224/, układu sterowania /8228/, układów wejścia-wyjścia /8212/, interface /8251, 8255/, pamięci ROM /np. 83b2, 8308/ i RAM /np. 5101, 8111-2, 8107B/, układu kontroli przerwań /8214/, sterowania DMA /8257/, dekodery /8205/ i innych. Układy te montowane są w standardowej kasie. Duże nadzieje rokuje stosowanie jednoukładowych mikrokomputerów, które w obrębie jednego układu scalonego zawierają wszystkie niezbędne do funkcjonowania elementy /np. 8041, 8022, 8748, 8035/. Poza połączeniem z procesem /pomiar wielkości regulowanej, wyprowadzenie sterowania/, połączenie ze światem zewnętrznym



Rys. 1

dokonywane jest przez panel operatora /przełączniki lub klawiatura, lampki sygnalizacyjne lub wyświetlacz/.

Istota działania regulatora cyfrowego bazującego na μP polega na realizacji kolejnych działań zgodnie ze schematem blokowym zamieszczonym na rys. 1. Bloki typu A realizowane są przy współpracy panela operatorskiego, bloki B wykorzystują urządzenia wejścia-wyjścia, pozostałe działania realizowane są programowo. Program pisany jest najczęściej w języku

adresów symbolicznych, a ubogi zestaw układu docelowego wymaga stosowania systemu rozwojowego lub oprogramowania skrośnego [4]. Można też zamówić u producenta pamięć ROM z zapisanym w niej programem, który trzeba jednak uprzednio przygotować w wersji heksadecymalnej. Programy systemu operacyjnego i użytkowe traktowane są najczęściej jako jedna całość w strukturze liniowej. Elastyczność urządzenia polega na możliwości zmiany programu w pamięci PROM.

Wiele regulatorów operujących się na μP zrealizowanych zostało na skalę laboratoryjną. Wśród produkowanych seryjnie najczęściej spotykane są kompletne regulatory w jednolitej obudowie z zamontowanym panelem operatora, obsługujące do 16 pętli regulacji. Stosowane są najczęściej jako układy regulacji temperatury, przepływów itp. [3].

Przedstawione tu rozważania dotyczą układu μP -owego przeznaczonego do zastosowania w małych układach regulacji. Dzięki elastyczności programowej zastosowanego sprzętu można znacznie rozszerzyć działanie funkcjonalne na układy kompensacji, sterowania, pomiarowo-rejestracyjne lub zabezpieczające. Dla takich układów oferowane aktualnie μC ogólnego przeznaczenia /np. MERA 60/ są zbyt uniwersalne i drogie. Sensowne wydaje się projektowanie regulatorów w oparciu o μP 8-bitowe, szczególnie przy wykorzystaniu μC jednokładowych.

Literatura:

- [1] H. Birek: Digitale Regelung durch Mikroprozessoren, Elektronik, Sonderausgabe μP , Franzis Verlag, 1977.
- [2] B. Cuno: Ein Programmpaket zur Synthese digitaler Regelalgorithmen, Regelungstechnik, II 10, str. 313, 1978.
- [3] A. Kornecki: Wykorzystanie urządzeń μP -owych do sterowania procesów technologicznych, VIII KKA, Szczecin, 1980.
- [4] A. Kornecki: Wybrane problemy oprogramowania regulatorów cyfrowych bazujących na μP , Konferencja Naukowo-Techniczna, Katowice, 1980.



mgr inż. LESZEK ZDAWSKI
 mgr inż. ANDRZEJ MATYS
 Zakład Automatyki i Techniki
 Systemów Instytutu Okrętowego
 Politechniki Szczecińskiej

REGULATOR CYFROWY OPARTY NA SYSTEMIE 8080

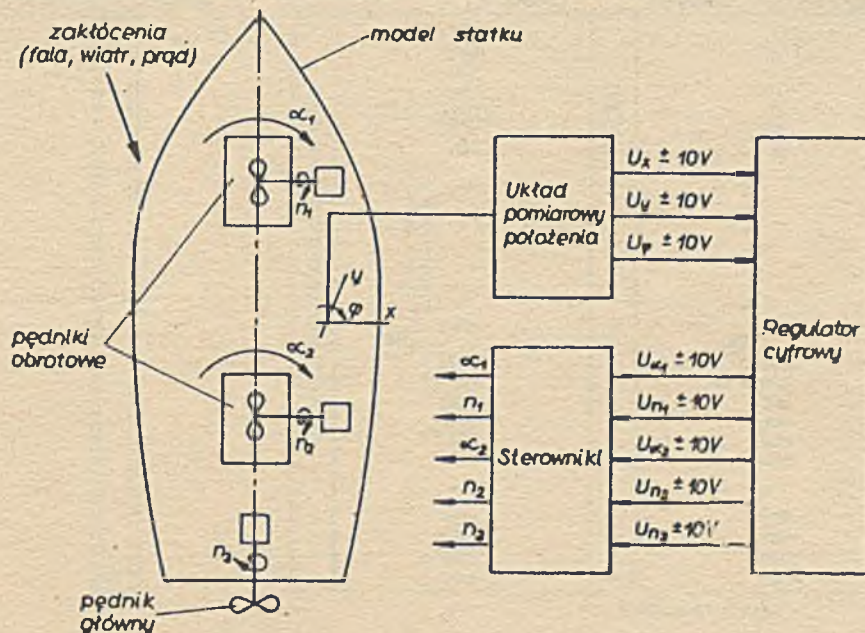
Regulator cyfrowy oparty na mikroprocesorze typu 8080A przeznaczony jest głównie do sterowania pędnikami w układzie dynamicznej stabilizacji położenia modelu jednostki pływającej. Poglądowy schemat układu ilustruje rys. 1. Na wejście regulatora dostarczane są trzy sygnały analogowe napięciowe U_x , U_y , U_φ odpowiadające aktualnemu położeniu modelu wzdłuż osi x , y i kątowi kursowemu. Wyjściami z regulatora jest pięć analogowych sygnałów napięciowych U_{α_1} , U_{α_2} , U_{n_1} , U_{n_2} , U_{n_3} sterujących położeniem pędników / kąty α_1 , α_2 / oraz ich prędkościami obrotowymi n_1 , n_2 , n_3 .

Regulator i model jednostki pływającej przeznaczony jest do prowadzenia eksperymentów na basenie modelowym w celu przebadania różnych algorytmów dynamicznej stabilizacji po-

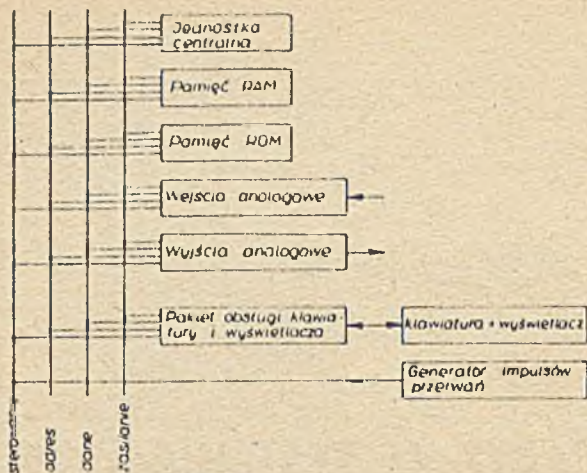
łożenia. Z powyższego przeznaczenia oraz z faktu, że w przyszłości regulator będzie wykorzystany do badania innych układów sterowania, wynika konieczność dużej elastyczności sprzętowej regulatora i łatwości zmian oprogramowania. Podane wymagania zdefiniowały strukturę regulatora przedstawioną na rys. 2.

Budowa regulatora

Regulator zbudowany jest z magistrali i następujących pakietów: pakietu jednostki centralnej, pakietu pamięci RAM, pakietu pamięci ROM, pakietu wejść analogowych, pakietu wyjść analogowych, pakietu obsługi klawiatury i wyświetlacza oraz oddzielnego bloku klawiatury i wyświetlacza. Do magistrali podłączany może być również zewnętrzny generator przerwań.



Rys. 1. Schemat układu dynamicznej stabilizacji położenia modelu statku



Rys. 2. Schemat blokowy regulatora.

Pakiety zmontowane są na płytkach drukowanych o wymiarach 100x160 mm wsuwanych do kasety zawierającej połączenia magistrali. Kasetę może pomieścić ~20 pakietów. Wybór tak małych pakietów podyktowany był wymaganiem elastyczności struktury regulatora. Do konkretnego zastosowania można zestawić regulator o funkcjach dokładnie dopasowanych do zadań. Dodatkową zaletą jest prostota rozbudowy systemu wynikająca z małego nakładu pracy na wykonanie dodatkowych pakietów.

Magistrala zawiera szyny sygnałów sterujących, adresu, danych oraz zasilania /w sumie 46 szyn/. Rozmieszczenie oraz przeznaczenie poszczególnych sygnałów na łączówkach systemu przedstawiono na rys. 3. Magistrala została zaprojektowana w ten sposób, że dowolny pakiet można umieścić w dowolnej łączówce bez żadnych dodatkowych połączeń między pakietami.

Pakiet jednostki centralnej zawiera mikroprocesor typu 8080A, układy współpracujące 8224, 8228; rezonator kwarcowy 10 MHz oraz układ wyboru režimu pracy i sygnalizacji stanu systemu. Przełącznikami układu wyboru režimu pracy możemy dokonać "restartu" systemu, wymusić stan "hold" procesora oraz wybrać jeden z następujących reżimów pracy: reżim pracy normalnej, reżim pracy krokowej "rozkaz po rozkazie" oraz "cykl maszynowy po cyklu maszynowym". Diody elektroluminescencyjne sygnalizują stan "wait" i "hold" procesora. Reżimy pracy krokowej mają na celu ułatwienie uruchamiania oraz testowania regulatora.

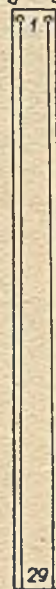
Pakiet pamięci RAM zawiera 8 układów pamięci statycznej RAM typu 2111, co w sumie daje 1 KB pamięci i deszyfrator adresu zbudowany na dwóch układach Intel 8205. Układ deszyfracji pozwala na umieszczenie bloków po 256 bajtów w różnych miejscach obszaru adresowalności mikroprocesora.

Pakiet pamięci ROM zawiera pięć układów EPROM typu 2708, co w sumie daje 5 KB pamięci oraz deszyfrator adresu jak w pakiecie RAM.

Pakiet wejść analogowych zawiera programowany układ wejść/wyjść równoległych 8255, ośmiobitowy przetwornik analogowo-cyfrowy ADC 82 AG firmy Burr-Brown, multiplexer sygnałów analogowych o czterech wejściach różnicowych typu MPC 4 D firmy Burr-Brown oraz deszyfrator 8205. Pakiet ten pozwala zmierzyć cztery sygnały napięciowe różnicowe w jednym wybranym zakresie. Można wybrać zakresy +10 V, +5 V, +2,5 V, 0 + +20 V, a czas przetwarzania wynosi około 10 μ s.

Kolek	Strona b (strona elementów)	Strona a	
1	+5V	+5V	—
2	GND	GND	—
3	-5V	-5V	—
4	D ₇	D ₇	30
5	D ₆	D ₆	30
6	D ₅	D ₅	30
7	D ₄	D ₄	30
8	A ₇	A ₇	0
9	A ₆	A ₆	0
10	A ₅	A ₅	0
11	A ₄	A ₄	0
12	A ₃	A ₃	0
13	A ₂	A ₂	0
14	A ₁	A ₁	0
15	A ₀	A ₀	0
16	FR	FR	0
17	300	10W	0
18	BUSEN	INTA	0
19	READY IN	RESET	0
20	INT	INTE	0
21	HOLD	INTL	0
22	HLDA	SYNC	0
23	WAIT		0
24			
25			
26	-15V	-15V	—
27	+15V	+15V	—
28	GND	GND	—
29	+12V	+12V	—

Łączówka (widok z przodu kasety) strona b strona a



J - input, 0 - output

Rys. 3. Opis łączówki magistrali systemu

Pakiet wyjść analogowych zawiera pięć buforów 8212, pięć ośmio-bitowych przetworników cyfrowo-analogowych DAC 08 firmy Advanced Micro Devices, źródło napięcia wzorcowego, pięć wtórników wyjściowych i deszyfrator 8205. Na wyjściu otrzymujemy pięć sygnałów analogowych ± 10 V.

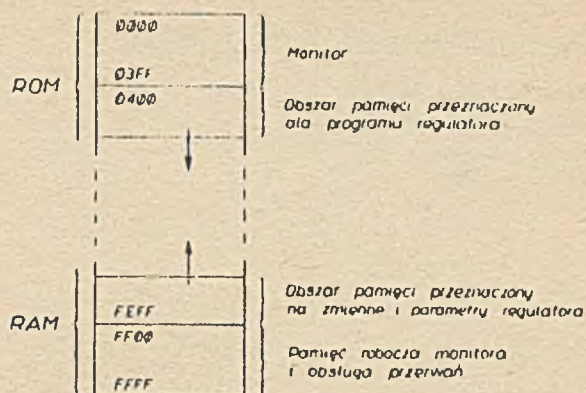
Pakiet obsługi klawiatury i wyświetlacza oparty jest na układzie 8279 współpracującym z dekodernem 16 z 4 oraz deszyfratorem adresu 8205. Z pakietem współpracuje klawiatura i wyświetlacz zaadaptowane z kalkulatora kieszonekowego. Klawiatura zawiera 16 klawiszy, które wraz z przełącznikiem rejestru dają 32 znaki klawiatury. Wyświetlacz zawiera 7 znaków siedmiosegmentowych zorganizowanych w następujący sposób /patrzac od lewej/: znak, miejsce puste, cztery znaki, miejsce puste, dwa znaki.

W celu zadania dokładnego czasu pomiędzy odczytami podaje się impulsy przerwania z zewnętrznego stabilnego generatora o regulowanej częstotliwości.

Oprogramowanie

Wstępne oprogramowanie regulatora składa się z trzech cyfrowych regulatorów PID w kanałach regulacji położenia wzdłuż osi x, y i kursem modelu. Następnie wartości wyjściowe z regulatorów /siły i moment obrotowy/ przeliczane są w podprogramie rozdziału mocy na konkretne nastawy obrotów i położenia pędników. Ze względu na przeznaczenie systemu do prowadzenia prac badawczych musi istnieć możliwość wprowadzania wartości zmienionych parametrów programu bez konieczności przeprogramowywania EPROM-ów. W tym celu zmienne parametry przechowywane są w pamięci RAM i za pomocą programu monitora i klawiatury można je modyfikować.

Program monitora umieszczony jest w pamięci ROM i zajmuje 1 KB pamięci od adresu



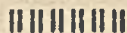
Rys. 4. Mapa pamięci regulatora

0000. Wykorzystuje również część pamięci RAM o adresach od FFO0 do FFFF. Mapę pamięci regulatora ilustruje rys. 4. Program monitora realizuje następujące funkcje:

- zapis danych pod dowolny adres,
- odczyt danych spod dowolnego adresu,
- uruchomienie programu użytkownika od dowolnego adresu.

Program monitora uruchamiany jest przyciskiem "reset". Zapisu danych dokonuje się poprzez wciśnięcie odpowiedniego klucza klawiatury i podanie adresu oraz danej w kodzie heksadecymalnym. Funkcje odczytu danych i uruchomienie programu użytkownika wymagają podania tylko adresu.

Przedstawiony system zapewnia realizację zadań wynikających z jego zastosowania w układzie dynamicznej stabilizacji położenia modelu jednostki pływającej. W przyszłości jednak dla poszerzenia obszaru zastosowań systemu przewiduje się uzupełnienie go dodatkowymi pakietami, takimi jak: pakiet obsługi przerwania, pakiet wejść-wyjść cyfrowych, pakiet zegara.



mgr inż. ZBIGNIEW PIETRUSIŃSKI

Przemysłowy Instytut
Automatyki i Pomiarów
"Mera - PIAP"

REGULATORY ANALOGOWE PROCESÓW WOLNOZMIENNYCH ZREALIZOWANE NA BAZIE MIKROPROCESORÓW

Znaczny postęp w mikroelektronice, a przede wszystkim rozwój układów LSI oraz pojawienie się mikroprocesorów spowodował szybką zmianę generacji w technice przyrządów i układów automatyzacji. Podstawę techniki automatyzacji stanowią obecnie uniwersalne mikroprocesory o stałej długości słowa /8 i 16-bitowe/ oraz jednokładowe mikrokomputery. Zastosowanie cyfrowych mikroukładów w systemach regulacji pozwoliło nie tylko na zastąpienie jednego lub kilku analogowych regulatorów, lecz także na wprowadzenie dodatkowych i nowych funkcji, jak np. różnego rodzaju operacji matematycznych i logicznych, programowej zmiany wartości zadanej w funkcji czasu, samoczynnego przełączania na różne wielkości regulacyjne, sygnalizacji przekroczeń, automatycznego wykrywania błędów, algorytmów samoopimalizujących i adaptacyjnych.

W cyfrowym regulatorze z mikroprocesorem mogą być realizowane całe układy regulacji, jak np. układy regulacji kaskadowej, wieloparametrowe układy regulacji, układy z kompensacją zakłóceń itp. Wszystkie te funkcje można zrealizować na bazie jednego mikrokomputera w niezmiennym wykonaniu konstrukcyjnym, ale przy użyciu różnych układów programowych. Podstawowym bodźcem do wprowadzenia techniki cyfrowej do układów regulacji są względy ekonomiczne. Pomimo zwiększonych funkcji koszty produkcji regulatorów cyfrowych będą w najbliższym czasie znacznie niższe niż analogowych, a już obecnie są niższe w przypadku regulatorów mikroprocesorowych wielokanałowych. W większości firm regulatory mikroprocesorowe włączane są do kompleksowych systemów automatyki zawierających centralny komputer oraz urządzenia do transmisji, wprowadzania, przetwarzania i przedstawiania danych umożliwiającymi realizację skomplikowanych zadań sterowania obiektów przestrzennie rozłożonych [4].

Przegląd zasadniczych rozwiązań

Regulatory mikroprocesorowe wprowadziła już do produkcji większość przodujących firm zagranicznych zajmujących się produkcją urządzeń automatyki analogowej [1].

Pierwsze systemowe regulatory mikroprocesorowe zaczęły pojawiać się w 1975 roku, ceny mikroprocesorów były jeszcze dosyć wysokie, a do realizacji mikrokomputerów należało użyć wielu układów towarzyszących. Naturalną konsekwencją tego stanu rzeczy było opracowanie regulatorów wielokanałowych, których filozofia wywodzi się z układów bezpośredniego sterowania cyfrowego /DDC/ i w których jeden mikroprocesor obsługuje od 8 do 100 obiektów regulacji, tradycyjnie obsługiwanych przez jednokanałowe regulatory analogowe.

Stosowane obecnie regulatory mikroprocesorowe można podzielić na trzy zasadnicze grupy:

- regulatory jednokanałowe,
- regulatory wielokanałowe,
- regulatory swobodnie programowane.

Regulatory jednokanałowe stanowią w zasadzie odpowiedniki regulatorów analogowych, w których formowanie algorytmów regulacji wykonywane jest przez mikroprocesor obsługujący jeden obwód regulacji. Inteligencja wprowadzona do regulatorów przez mikroprocesor umożliwiła rozszerzenie zakresu tradycyjnych funkcji regulacyjnych /algorytmy PID, PI, PD, układy ograniczenia całkowania itp./, o takie funkcje jak: pierwiastkowanie wielkości wejściowej, dzielenie, sygnalizacja przekroczeń, a także programowane sterowanie parametrów analogowych.

Regulatory jednokanałowe są przeznaczone w zasadzie do stosowania w prostych obwodach regulacyjnych, chociaż mogą także obsługiwać

pojedyncze pętle złożonych układów regulacji, oraz tworzyć układy kaskadowe. W grupie tej należy wymienić także elementy stało-programowane i elementy katalogowo-programowane, wprowadzone przez firmę Hartmann und Braun w systemie CONTRONIC 3. Elementy te spełniają tę samą funkcję co elementy konwencjonalnych analogowych systemów blokowych. Jako stało-programowane wykonywane są regulatory: ciągły PI i krokowy oraz moduł logiki regulacyjnej. Elementy katalogowo-programowane przeznaczone są do zadań wyższego rzędu, które w złożonych układach automatyki dość często się powtarzają w tej samej lub nieco zmodyfikowanej formie, jak np. pewne układy korekcyjne, zadajniki programowe, układy aproksymacji i linearyzacji krzywych, programowa zmiana parametrów dynamicznych regulatora itp. Elementy te zawierają miejsce przeznaczone dla umieszczenia odpowiedniej pamięci PROM wyznaczającej ich funkcje. Istnieje katalog pamięci, w którym podana jest funkcja modułu realizowana przy użyciu danej pamięci, a także lokalizacja wejść i wyjść na łączówce wyjściowej modułu. Pamięci są zaprogramowane na stałe i dostarczane przez firmę zgodnie z zamówieniem klienta. Regulatory jednocanalowe mogą również współpracować z konsolami operatorskimi, monitorami ekranowymi oraz komputerem nadrzędnym /uZ - firmy Bayley, P-4000 firmy KENT/.

Regulatory wielokanałowe oferowane są przez firmy w formie zestawów modułowych realizujących te same funkcje co regulatory jednocanalowe lecz jednocześnie dla kilku do kilkudziesięciu obwodów regulacyjnych. Regulator wielokanałowy jest zbiorem funkcji sterowania i algorytmów obliczeniowych. Funkcje regulacyjne są sztywno zaprogramowane z tym, że użytkownik ma możliwość rezygnacji z danej funkcji, a także możliwość odpowiedniego przyporządkowania sygnałów wejściowych poszczególnym pętlom regulacyjnym i zadanie parametrów regulacji dla poszczególnych obwodów. Wszystko to odbywa się na ogół drogą programowania za pomocą konsoli operatorskiej. Pewne zmiany parametrów mogą odbywać się automatycznie przez komputer centralny /nadrzędny/. Niezależnie od centralnej konsoli operatorskiej, poszczególne obwody regulacji posiadają elementy do ręcznego prowadzenia procesu, odpowiadające tradycyjnym stacyjkom manipulacyjnym.

Regulatory wielokanałowe zapewniają dużą oszczędność sprzętową lecz posiadają stosunkowo najgorsze wskaźniki niezawodnościowe; uszkodzenie regulatora powoduje wypadnięcie z ruchu całej grupy obwodów regulacyjnych.

Regulatory swobodnie programowane przeznaczone są do realizacji zadań kompleksowych i

umożliwiają realizację prawie dowolnie skomplikowanych zadań regulacyjnych. Wykonywane są w postaci zestawów złożonych z mikroprocesora oraz z modułów z nim współpracujących, okablowanych jako odrębne jednostki funkcjonalne zawierające własną lokalną magistralę /CONTRONIC 3, TELEPERM M/, lub też oddzielnych modułów procesora pracujących niezależnie i nie wymagających dodatkowych modułów /CONTRONIC 3/. Firmy podają zestawy bloków funkcjonalnych możliwych do wykorzystania w układzie regulacji, takich jak: sumator, integrator, regulator P, PI, człon D, ogranicznik sygnałów, generator funkcji, wybierak ekstremum, bloki mnożenia, dzielenia, pierwiastkowania, bloki automatycznej zmiany parametrów, przerzutniki, impulsator, człon inercji, człony logiczne itp. Zestaw bloków oferowanych przez firmę Siemens w systemie TELEPERM M wynosi 50. Użytkownik określa, które z funkcji lub algorytmów są potrzebne, określa odpowiednie połączenia tych bloków /drogą adresowania/ oraz przyporządkowuje parametry odpowiednim funkcjom. Wszystko to następuje drogą dialogu z urządzeniami alfanumerycznej klawiatury i urządzeń wskazujących.

W systemie CONTRONIC 3 firmy Hartmann und Braun, lista jednostek funkcjonalnych zawiera 35 pozycji. Programy odnośnie zestawu i konfiguracji realizowanego układu zawarte są w pamięciach PROM lub EPROM i nie mogą być zmieniane za pomocą konsoli operatorskiej. W pamięci zaprogramowane zostają tylko te bloki funkcjonalne, które wykorzystywane są w danym obwodzie regulacyjnym, przez co uzyskuje się oszczędność sprzętową. Firma dostarcza urządzenia do programowania pamięci i do testowania programów. Ilość jednostek funkcjonalnych zaprogramowanych w danym zestawie jest ograniczona, ponieważ maksymalny czas cyklu programu w zestawie wynosi 0,5 s. Firma podaje maksymalne czasy potrzebne na realizację poszczególnych funkcji. Zestawy mikroprocesorowe swobodnie programowane są w zasadzie przeznaczone do kompleksowej realizacji odrębnych zadań regulacyjnych, a nie do powtarzania tych samych funkcji w kilku kanałach regulacyjnych, chociaż ta ostatnia możliwość również istnieje.

Niektóre problemy związane z techniką mikroprocesorową

Jednym z najważniejszych problemów jest zapewnienie możliwie największej niezawodności pracy układów regulacji automatycznej. Dzięki inteligencji wprowadzonej przez mikroprocesor do układów sterowania możliwa jest realizacja układów samodiagnostyki. Urządzenia te mają również wybierać samodzielne zadania z zakresu sterowania i regulacji, a także tworzyć układy rezerwowe, posiadające własne układy zasilania. W systemach są aparaty i stajki umożliwiające równoległą obsługę układów regulacji. W razie awarii występuje

szybkie przełączenie na sprawne urządzenie rezerwowe. Zepsucie urządzenia jest wykrywane przez układy diagnozy i odpowiednio sygnalizowane.

Ważnym problemem przy realizacji mikroprocesorowych regulatorów jest zagadnienie przechowywania danych w wypadku zaniku zasilania, ponieważ typowe układy pamięci RAM tracą wówczas swoje informacje.

Możliwe są rozwiązania takie jak:

- zastosowanie rezerwowych baterii oraz pamięci C-MOS,
- stosowanie potencjometrów,
- użycie pamięci ferrytowej,
- stosowanie specjalnych nieulotnych pamięci półprzewodnikowych.

Użycie baterii w przemysłowych zastosowaniach jest bardzo niewskazane. Potencjometry umożliwiają pamiętanie parametrów /CON - TRONIC 3/, ale nie struktury, nie umożliwiają również zadawania parametrów z pulpitu ani przez regulator nadrzędny. Najlepiej spełniają wymagania pamięci ferrytowe oraz specjalne pamięci półprzewodnikowe /wykonane technologią MNOS/ które pomimo iż są dość kosztowne są chętnie stosowane przez wielu producentów. Na uwagę zasługuje również forma zadawania niektórych parametrów takich jak stałe czasowe i współczynniki wzmocnienia. Z uwagi na szeroki zakres nastaw i wymagania odnośnie dokładności nastawy, przy zadawaniu parametrycznym /np. poprzez napięcie na potencjometrze/ stosowane są skale nastaw wykładnicze przy czym niektóre wartości, takie jak nastawa "0" stałych czasowych oraz wzmocnienie "1", ustawiane są ze zwiększoną dokładnością.

Kierunki rozwoju

Stosowanie coraz bardziej wydajnych mikrokomputerów umożliwi dalsze zwiększenie

możliwości funkcjonalnych regulatorów mikrokomputerowych. W nowych opracowaniach obserwuje się tendencje do stosowania procesorów 16-bitowych. Należy się spodziewać zwiększenia dokładności realizacji algorytmów statycznych i dynamicznych. Stosowane obecnie przetworniki A/C i C/A 12-bitowe mogą okazać się w pewnych zastosowaniach niewystarczające. W regulatorach wielokanałowych obserwuje się tendencje do zmniejszania ilości kanałów do 4, a nawet do 2. Wszystko przemawia za tym, że obecne regulatory wielokanałowe wyparte zostaną przez regulatory jednokanałowe oraz zestawy regulacyjne swobodnie programowalne. Poszczególne producenci oferują coraz to większe zestawy zawierające bardziej złożone algorytmy regulacyjne. Jest tutaj duże pole do działania dla automatyków i dla programistów. W najbliższych latach należy się spodziewać powszechnego wprowadzenia techniki mikroprocesorowej również do elementów pomiarowych i wykonawczych.

L i t e r a t u r a :

- [1] Katalogi i prospekty firm Honeywell, Hartmann und Braun, Siemens, Taylor, Bailey, Foxboro, KENT i in.
- [2] S. Bergmann, F. Radke, R. Isermann: "Ein universeller digitaler Regler mit Mikrorechner" Regelungstechnische Praxis nr 10/1978.
- [3] H. Fuchs, R. Schmidt, P. Schmidt, E. Korner: "Digitale Mehrkanalregler des Systems Ursamat".
- [4] T. Missala, A. Syrczyński, J. Korytkowski, Z. Pietrusiński: Zdecentralizowany mikroprocesorowy system automatyki kompleksowej. Koncepcja. "Mera-DIAI" nr rejestr. 2653.



STEROWNIK MIKROPROCESOROWY ZSA MIKRO-80

Sterownik mikroprocesorowy ZSA-MIKRO-80 zbudowany został w oparciu o rodzinę układów 8080 z przeznaczeniem do stosowania w automatyce przemysłowej^{x/}. Podstawowe bloki sterownika - pakiety o wymiarach 233, 4 x 160 mm mogą być konfigurowane w zestawy maksymalnie trzykasetowe. W pojedynczej kasie 19-calowej przewidziane jest miejsce dla 11 pakietów i zasilacza. Zgodnie z przyjętą organizacją sterownik mikroprocesorowy umożliwia adresację do 63 k bajtów pamięci RAM lub EPROM, wykorzystanie 64 poziomów przerwań, podłączenie we/wy obiektowych i urządzeń peryferyjnych oraz korzystanie z liczników programowalnych. Dla prac związanych z tworzeniem i testowaniem oprogramowania przewidziano specjalny pakiet uruchomieniowy. Poza programem MONITOR, w który jest wyposażony pakiet uruchomieniowy istnieje możliwość wykorzystania do tworzenia oprogramowania użytkowego takich programów jak: EDITOR i ASSEMBLER wymagających dodatkowo 12k bajtów pamięci RAM.

W zależności od wymagań użytkownika narzuconych ilością wejść i wyjść obiektowych, planowaną wielkością pamięci, ilością urządzeń peryferyjnych i innych czynników decydujących o stopniu rozbudowy systemu, można konfigurować sterownik z następujących pakietów:

- Pakietu procesora PCR-111 zawierającego procesor wraz z układami towarzyszącymi rodziny 8080, układy sterowania magistralą, układ przerwań /8 poziomów/, 3 liczniki programowalne, układ transmisji szeregowej RS 232 lub pętla prądowa 20 mA, uniwersalne we/wy równoległe /24 linie/, 2k bajty pamięci RAM z możliwością podłączenia do awaryjnego zasilania bateryjnego,

- Pakietu Pamięci ROM-231 zawierającego pamięci EPROM 2708 o łącznej pojemności 16k bajtów,

- Pakietu pamięci ROM-232 zawierającego pamięci EPROM 2716 o łącznej pojemności 32k bajty,
- Pakietu pamięci RAM-211 zawierającego pamięć nietrwałą RAM o łącznej pojemności 8k bajtów,
- Pakietu przerwań, zegarów i wzmacniaczy PZW-121 zawierającego układ sterowników przerwań umożliwiający wykorzystanie 64 poziomów /przy pełnej zabudowie pakietu/, układ 12 programowalnych zegarów, układ wzmacniaczy magistrali /dla systemów wielokasetowych/,
- Pakietu wyjść PWY-711 zawierającego 32 wyjścia 24V/200 mA z oddzieleniem galwanicznym 500V, jedno wejście przerwań nielowe z oddzieleniem galwanicznym 500V, układ pośredniej kontroli pracy jednostki centralnej sterownika i awaryjnego zerowania wyjść pakietu,
- Pakietu wejść PWE-511 zawierającego 32 wejścia 24V/20mA z oddzieleniem galwanicznym 500V,

- Pakietu uruchomieniowego PUR-141 zawierającego układy współpracy z urządzeniami peryferyjnymi: czytnikiem taśmy papierowej CT 2200, perforatorem taśmy DT 105s, drukarką DZM 180 KSR, magnetofonem kasetowym MK 235, klawiaturą lub innym urządzeniem dołączonym do uniwersalnego układu we/wy równoległych, pamięć nietrwałą RAM o łącznej pojemności 1k bajtów, pamięci stałe EPROM o łącznej pojemności 4k bajtów z programem MONITOR pozwalającym na

x/ Sterownik ZSA-MIKRO-80 opracował zespół OBR SA w Poznaniu w składzie: A. Bączyńska, A. Charyna, B. Glajcher, K. Kalisz, S. Kaptur, R. Nyga, J. Pospiech, P. Wronek, J. Zacharczuk.

wprowadzanie i wyprowadzanie danych do i z pamięci, komunikację z urządzeniami peryferyjnymi, testowanie programów w pracy krokowej i współpracę z programatorem, programator pamięci EPROM 2708 i 2704,

- Pakietu transmisji synchronicznej PTS-421 i PTS-921 dla realizacji transmisji między sterownikiem a oddalonymi 32 we i wy.

- Pakietu sterowania napędem PSN-951 służącego do regulacji prędkości obrotowej silnika prądu stałego /pakiet może pracować samodzielnie/.

Przedstawione wyżej typy pakietów produkowane są w Zakładach Systemów Automatyki w Poznaniu. W najbliższym czasie przewidziane jest opracowanie i wdrożenie do produkcji w ZSA pakietów znacznie rozszerzających możliwości sterownika mikroprocesorowego, a mianowicie: pakietu dziesięciobitowego przetwornika A/C, pakietu przetwornika C/A, pakietu komutatora analogowego, pakietu przetworników częstotliwość/cyfra, pakietu wyjść dwustanowych 220/2A oraz przetwornika analog/częstotliwość. OBR Systemów Automatyki przewiduje również docelowo opracowywanie pakietów specjalizowanych dla powtarzalnych zastosowań.



doc.dr inż. ANDRZEJ WACHOWSKI
OBR Systemów Automatyki
Poznań

MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWAŃ STEROWNIKA MIKROPROCESOROWEGO ZSA MIKRO-80

Opracowany w OBR Systemów Automatyki i wdrożony do produkcji w ZSA Poznań sterownik mikroprocesorowy przewidziany jest przede wszystkim do zastosowań przemysłowych. Dlatego też szczególnie predystynowane do automatyzacji za jego pomocą są procesy, w których zachodzi zbieranie i stosunkowo niewielkie i krótkoterminowe przetwarzanie danych, sygnalizacja przekroczeń dopuszczalnych przedziałów wielkości regulowanych oraz sterowanie sekwencyjne procesu.

Modułowa budowa sterownika pozwala na łatwy dobór jego struktury do różnych aplikacji; a także na dalszą rozbudowę zaprojektowanego układu. Mimo iż obecnie opracowane i wdrażane do produkcji pakiety stanowią logiczną całość, dając stosunkowo duże możliwości zastosowań, to jednak sterownik stanowi system otwarty i poprzez opracowania nowych modułów /szczególnie we/wy, współpracy z operatorem itp. / będzie mógł znaleźć zastosowanie w nowych kierunkach aplikacji. Budowa, wykaz aktualnie wdrażanych pakietów oraz opis podstawowej kasety stanowią przedmiot oddzielnego artykułu i nie będą tu szerzej omawiane.

Przedmiotem odrębnego artykułu jest też zastosowanie sterownika ZSA-MIKRO-80 w hierarchicznym systemie nadzoru procesu elektrolizy aluminium. Jest to aplikacja daleko zaawansowana i zasługująca na szersze potraktowanie. Tu chciałbym przedstawić inne wykorzystanie sterownika ZSA-MIKRO-80, które - choć nie tak daleko zaawansowane jak poprzednie, to jednak przeszły już etap od koncepcji do projektu wstępnego. Z najważniejszych można wymienić:

1. Mikroprocesorowy system CRPD siłowni okrętowej.

Przed tym systemem stawia się głównie zadania kontroli wartości kilkuset wielkości charakteryzujących stan siłowni oraz sygnalizacja alarmowa przekroczenia wartości granicznych dla każdej z nich. Wymaga się również obliczenia wskaźników eksploatacyjnych, sterowania sygnalizacją alarmowo-ostrzegawczą, rejestracji manewrów silnikiem głównym statku itp.

Konfiguracja sprzętowa systemu, podobnie jak decyzyjna, jest hierarchiczna i bazuje na

obu poziomach na sterownikach ZSA-MIKRO-80. Pozwala to również na ograniczenie długości kabli wykorzystywanych w systemie, ponieważ każdy ze sterowników poziomu podstawowego stanowi swego rodzaju koncentrator, geometrycznie ułożony "w środku ciężkości" sterowanego obszaru siłowni. Ze względu na analogowy charakter wielu wielkości przewidyuje się wyposażenie systemu w 256 we analogowych i 512 binarnych.

2. System CRD dla linii technologicznej wytłaczania rur.

Podobne zadania sygnalizacji, kontroli i monitorowania procesu stawiane są w przypadku linii wytłaczarkowej /typ 2T/ rur z PCW. Istotną różnicą polega na zmienności parametrów produkowanych elementów, zmianie konfiguracji i nastaw urządzeń technologicznych i tym samym szybkich i łatwych dostosowaniach sterownika do nowych warunków.

3. Komputerowy system automatyki wydziałem produkcyjnym.

Tego typu zastosowanie przewidywane jest dla Wydziału Żarówek w Pile, gdzie w układzie hierarchicznym dwupoziomowym przewidyuje się, poza funkcjami podobnymi jak wyżej, możliwość operatywnego planowania i zarządzania produkcją wydziału, a docelowo wymianę informacji z zakładowym systemem informatycznym bazującym na dużym komputerze serii "Riad".

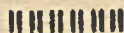
4. Sterowanie układarką w magazynie wysokiego składowania

Magazyn taki wyposażony jest w ciągły regałów obsługiwanych przez urządzenia podnośne zwane układarkami umożliwiającymi dotarcie do każdego miejsca regału. Sterowanie układarką musi więc zapewniać ruch we wszystkich trzech współrzędnych z dodatkowymi wymaganiami odnośnie prędkości, przyspieszeń, dokładności dojazdu itp. Lokalizację /adres/ ustawienia "widel" układarki przesyła się z układu zarządzającego lub ręcznie z oddalonego pulpitu operatora. Tą ostatnią funkcję umożliwia pakiet transmisji PTS-411 sterownika ZSA-MIKRO-80 pozwalający nawet na kilkusetmetrowe oddalenie pulpitu od kasety sterownika. Warto podkreślić jest też zastosowanie pakietu PSN-951 pozwalającego na tyrystorowe sterowanie silnikami prądu stałego stanowiącymi napęd poszczególnych elementów układarki.

5. Sterowanie sygnalizacją świetlną w ruchu drogowym.

Zastosowania ZSA-MIKRO-80 w tym zakresie idą w dwóch kierunkach:

- jako sterownik nadrzędny /typu MASTER/ do współpracy z produkowanymi w ZSA sterownikami lokalnymi typu SCR-5, oraz
- jako "inteligentny" sterownik lokalny umożliwiający elastyczne, zależne od chwilowych wahań ruchu, sterowanie sygnalizacją, zbieranie danych z detektorów pojazdów, ich agregację i przesył na poziom centrali ruchu, a także odbiór i realizację sygnałów przesyłanych z komputera nadrzędnego.



mgr inż. RYSZARD JANOWICZ
OBR Systemów Automatyki
Poznań

MIKROPROCESOROWY SYSTEM STEROWANIA I KONTROLI PROCESU ELEKTROLIZY W HUCIE ALUMINIUM „KONIN”

System CRPD oraz sterowania i sygnalizacji dla procesu elektrolizy został zaprojektowany w Ośrodku Badawczo-Rozwojowym Systemów Automatyki w Poznaniu i jest obecnie realizowany przez Zakłady Systemów Automatyki. Projekt powstał w wyniku doświadczeń zebranych przy realizacji kolejnych etapów automatyzacji za pomocą sprzętu komputerowego w Hucie Aluminium KONIN.

Kolejno zrealizowano:

- system CRPD dla procesu elektrolizy z wykorzystaniem minikomputera MERA-306, zainstalowany w 1977 r., który realizuje część zadań związanych z przetwarzaniem danych i raportowaniem,
- system sterowania i sygnalizacji dla grupy wanien elektrolitycznych zrealizowany w 1979 r. z wykorzystaniem minikomputera ME-

RA-305 /system doświadczalny wykonany w celu dokładnej identyfikacji obiektu oraz przetestowania algorytmów sterowania i sygnalizacji/.

Obecny system zaprojektowano wykorzystując sterowniki mikroprocesorowe ZSA-MIK-RO-80 produkowane w Zakładach Systemów Automatyki w Poznaniu.

Charakterystyka obiektu

Na wydziale elektrolizy zainstalowanych jest ok. 200 wanien elektrolitycznych, połączonych szeregowo i zasilanych prądem stałym o natężeniu ok. 100 kA przy napięciu od 800 do 1000 V. Podczas normalnej pracy na elektrolizerze występuje spadek napięcia rzędu 4, 5 V. Napięcie to, podczas występowania pewnych zjawisk, może wahać się w granicach od 2 do 100 V.

Biorąc pod uwagę warunki panujące w wannie i w jej otoczeniu /wysoka temperatura, wysoki potencjał elektryczny względem ziemi, silne zapylenie/ instalowanie wszelkich czujników jest bardzo utrudnione. W związku z tym jedynymi wielkościami dostępnymi, charakteryzującymi bezpośrednio stan wanny jest spadek napięcia oraz wartość prądu. Ze względu na znaczną ilość elektrolizerów, ich duże rozproszenie /na długości ok. 2 km/ oraz skomplikowaną technologię prowadzenia procesu, kontrola i obsługa procesu jest bardzo utrudniona.

Zadania systemu

Komputerowy system służący efektywniejszemu prowadzeniu procesu elektrolizy spełnia następujące zadania:

- centralna rejestracja podstawowych parametrów procesu oraz przetwarzanie i wydruk raportów lub wykresów,
- automatyczna regulacja odległości międzybiegunowej elektrolizerów,
- sygnalizacja zbliżenia się efektu anodowego na danej wannie elektrolitycznej,
- wykrywanie wanien zaburzonych.

Centralna rejestracja parametrów procesu

Centralna rejestracja ma dwa podstawowe zadania:

- przekazanie obsłudze jak najwięcej informacji o pracy elektrolizera w okresie przeszłym,
- informowanie obsługi na bieżąco o aktualnie zachodzących zjawiskach.

W związku z tym przewiduje się dwa sposoby raportowania:

- raportowanie automatyczne w określonych chwilach czasu,
- raportowanie na żądanie obsługi.

Do pierwszej grupy należą: raport zmienny i dobowy. Są one drukowane automatycznie na koniec - odpowiednio zmiany i doby, zawierają między innymi dane odnośnie średnich napięć i oporności elektrolizerów, czasów trwa-

nia i ilości efektów anodowych oraz informacje dotyczące regulacji odległości międzybiegunowej.

Zadanie informowania obsługi o aktualnie zachodzących zjawiskach na elektrolizerze spełniają raporty wywoływane w dowolnej chwili czasu. Do raportów tych należą:

- raport specjalny,
- raport "na żądanie",
- wykres oporności.

Raport specjalny zawiera następujące informacje:

- numery elektrolizerów wyłączonych spod automatycznej regulacji,
- numery elektrolizerów pracujących z napięciem spoza określonego przedziału,
- numery elektrolizerów, na których nie wystąpił efekt anodowy w ciągu określonego czasu,
- numery elektrolizerów pracujących z niestabilnym napięciem roboczym.

Po wybraniu numeru elektrolizera można otrzymać raport "na żądanie" zawierający wszystkie informacje o aktualnym jego stanie w zakresie napięć, oporności, efektów anodowych i automatycznej regulacji. Wykres oporności przedstawia w postaci graficznej zmiany tego parametru elektrolizera w okresie przeszłym z jednoczesnym zaznaczeniem momentów regulacji, efektów anodowych oraz momentów ich przewidywania.

Automatyczna regulacja odległości międzybiegunowej.

Polega na utrzymaniu stałej wartości oporności elektrolizera zadanej przez technologa. Polega ona na podnoszeniu lub opuszczaniu bloku anody względem lustra metalu. Korekcję położenia anody przeprowadza się w określonych chwilach czasu na podstawie wyliczonej średniej wartości oporności.

Sygnalizacja zbliżenia się efektu anodowego

Pozwala na przygotowanie się obsługi do jego zgłoszenia lub przeciwdziałania wystąpieniu tego zjawiska. Sygnalizacja pozwala więc na znaczne ograniczenie strat energii dzięki zlikwidowaniu efektów "niepożądanych" oraz na ograniczenie czasu trwania efektów niezbędnych do prowadzenia procesu elektrolizy.

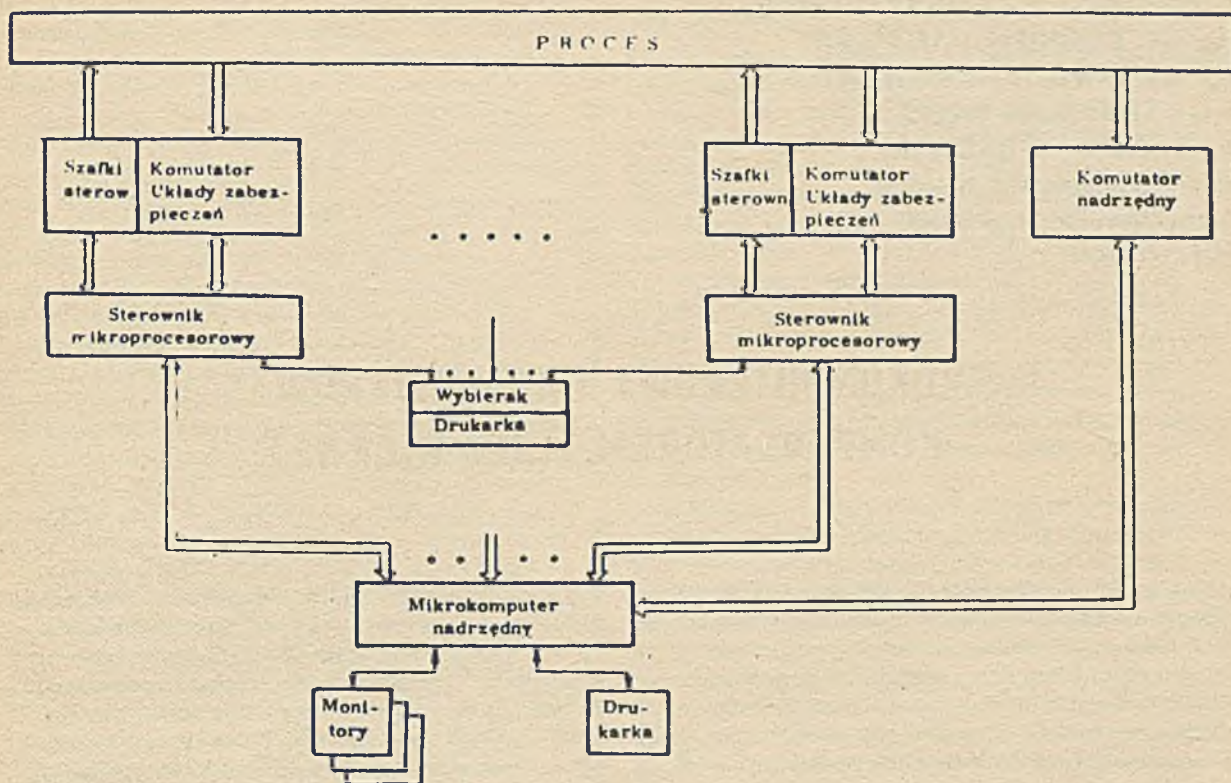
Wykrywanie wanien zaburzonych

Polega na sygnalizowaniu obsłudze, że dany elektrolizer pracuje niewłaściwie; jego napięcie w dłuższych okresach czasu jest niestabilne /pulsujące/.

Konfiguracja sprzętu

Konfigurację sprzętową systemu ilustruje rys. 1. W skład systemu wchodzi następujące urządzenia:

- sterowniki mikroprocesorowe, z których każdy steruje pracą określonej grupy wanien elektrolitycznych,



Rys. 1. Struktura systemu sterowania i kontroli procesu elektrolizy w Hucie Aluminium "Kontin"

- mikroprocesorowa jednostka centralna wraz z osobnym układem komutatora, spełniająca funkcje centralnej rejestracji i przetwarzania danych z procesu elektrolizy, komunikacji z obsługą procesu lub operatorem systemu oraz zapewniająca kontrolę pracy wszystkich sterowników mikroprocesorowych,
- system monitorów ekranowych i drukarek połączonych z jednostką centralną umożliwiającą kontrolę procesu w różnych punktach zakładu,
- komutatory wysokonapięciowe, układy nadrzędne zabezpieczenia elektrolizerów przed wyjściem ze strefy regulacji oraz szafki przy-

wannowe zawierające układy wykonawcze i pośredniczące.

Oprogramowanie

Oprogramowanie wykonane jest na bazie specjalistycznego systemu czasu rzeczywistego zapewniającego 15-sekundowy cykl pomiarowy dla każdej wanny oraz cykliczne /co 6 minut/ sprawdzenie danego elektrolizera, które uzyskuje się przez zwiększenie liczby pomiarów do około 20 na sekundę przez okres 10 sekund. System zapewnia również wykonanie wszystkich programów użytkowych związanych z (CRPD) oraz sterowaniem i sygnalizacją, a także wzajemną komunikację między sterownikami.



prof. dr hab.inż. KAZIMIERZ BISZTYGA
 mgr inż. ZBIGNIEW HANZELKA
 mgr inż. PAWEŁ KWASNOWSKI
 dr inż. STANISŁAW PIRÓG
 dr inż. JACEK SENKOWSKI
 Instytut Automatyki Napędu
 i Urządzeń Przemysłowych
 AGH - Kraków

MIKROKOMPUTEROWY UKŁAD STEROWANIA KOMPENSATOREM MOCY BIERNEJ

Problemy kompensacji mocy biernej i symetryzacji asymetrycznych odbiorników trójfazowych nabierają obecnie dużego znaczenia gospodarczego. Przede wszystkim w zagadnieniach szybkiej kompensacji i symetryzacji notuje się obecnie duży postęp, osiągany dzięki angażowaniu w rozwiązania techniczne naj-



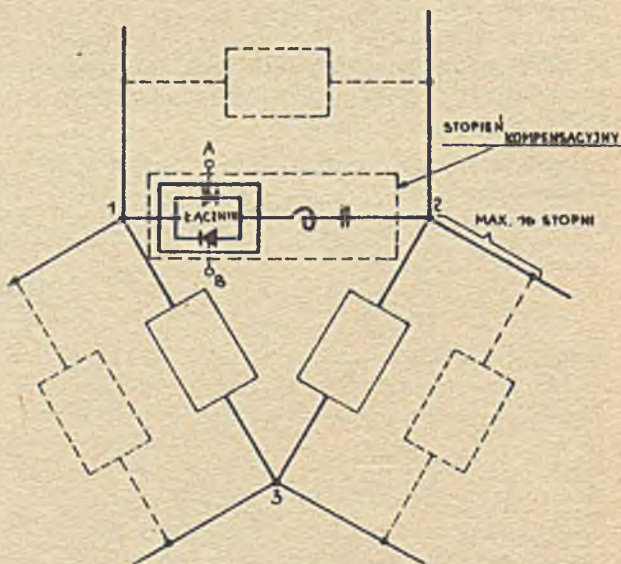
Rys. 1. Schemat blokowy kompensatora: 1-układ pomiarowy, 2-układ przeliczający, 3-zespół łączników tyrystorowych, 4-baterie kondensatorów

nowszych osiągnięć elektroniki i układów sterowania. Schemat blokowy układu kompensacji przedstawiono na rys. 1. Jest to układ, w którym kompensacja i symetryzacja odbiornika realizowana jest poprzez przyłączanie międzyfazowe elementów kompensacyjnych /baterii kondensatorów/. Baterie przyłączane są za pomocą łączników tyrystorowych. Wartości elementów kompensacyjnych są uzależnione w sposób jednoznaczny od wartości susceptancji fazowych odbiornika zastępczego. Ten sposób kompensacji pociąga za sobą konieczność użycia następujących urządzeń:

- układu pomiarowego, którego zadaniem jest określenie susceptancji fazowych odbiornika zastępczego,
- układu przeliczającego, który na podstawie zmierzonych susceptancji fazowych określi potrzebne susceptancje międzyfazowe,
- zespołu łączników tyrystorowych i baterii kondensatorów energetycznych.

Przed omówieniem układu przeliczającego i sterującego konieczne jest przeanalizowanie części siłowej kompensatora w celu określe-

nia wymagań stawianych sterowaniu. Połączenie części siłowej kompensatora przedstawia rys. 2. Elementy kompensacyjne połączone są w trójkąt. W każdym boku trójkąta może znajdować się do 16 stopni kompensacyjnych. Na stopień składa się łącznik tyrystorowy i bateria kondensatorów z dławikiem odstrajającym. Bateria jest przyłączona pomiędzy dwie fazy, gdy oba tyrystory jej łącznika są załączone. Załączenie jednego z tyrystorów łącznika powoduje przyjęcie przez baterie określonej polaryzacji. Baterie kompensacyjne muszą być przyłączane tak, aby nie następowały przebiegi przejściowe prądu. Przyłączanie może odbywać się, gdy pierwsza harmoniczna napięcia międzyfazowego osiąga maksimum i bateria jest wstępnie naładowana do tego napięcia. Wynika stąd, że jeden z tyrystorów łącznika każdej baterii po-



Rys. 2. Schemat części siłowej kompensatora

winien być stale załączony, a więc każdy kondensator powinien być wstępnie spolaryzowany /jest wtedy przygotowany do przyłączenia kompensacyjnego/. Jednocześnie kondensatory energetyczne pracujące w warunkach stałego spolaryzowania wymagają czasowych zmian kierunku polaryzacji, co w tym przypadku oznacza konieczność zmiany co pewien czas przewodzącego stale tyrystora każdego łącznika. Zmiany polaryzacji nie mogą odbywać się równocześnie na wszystkich stopniach. Przeładowania baterii kondensatorów muszą być przeprowadzane kolejno co pewien czas, aby ograniczyć prądy przejściowe kompensatora. Sterowanie łącznikiem następuje bezpośrednio z układu przeliczającego. Każdy łącznik otrzymuje oddzielnie z układu w trybie asynchronicznym dwa sygnały, których kombinacje dają rozkazy: "załóż tyristor A", "załóż tyristor B" lub "załóż oba tyrastory". Rzeczywiste załączanie tyristorów musi następować w momentach określonych przez maksimum napięcia międzyfazowego odpowiedniego stopnia, w związku z czym łączniki wyposażone są w układy synchronizujące załączanie.

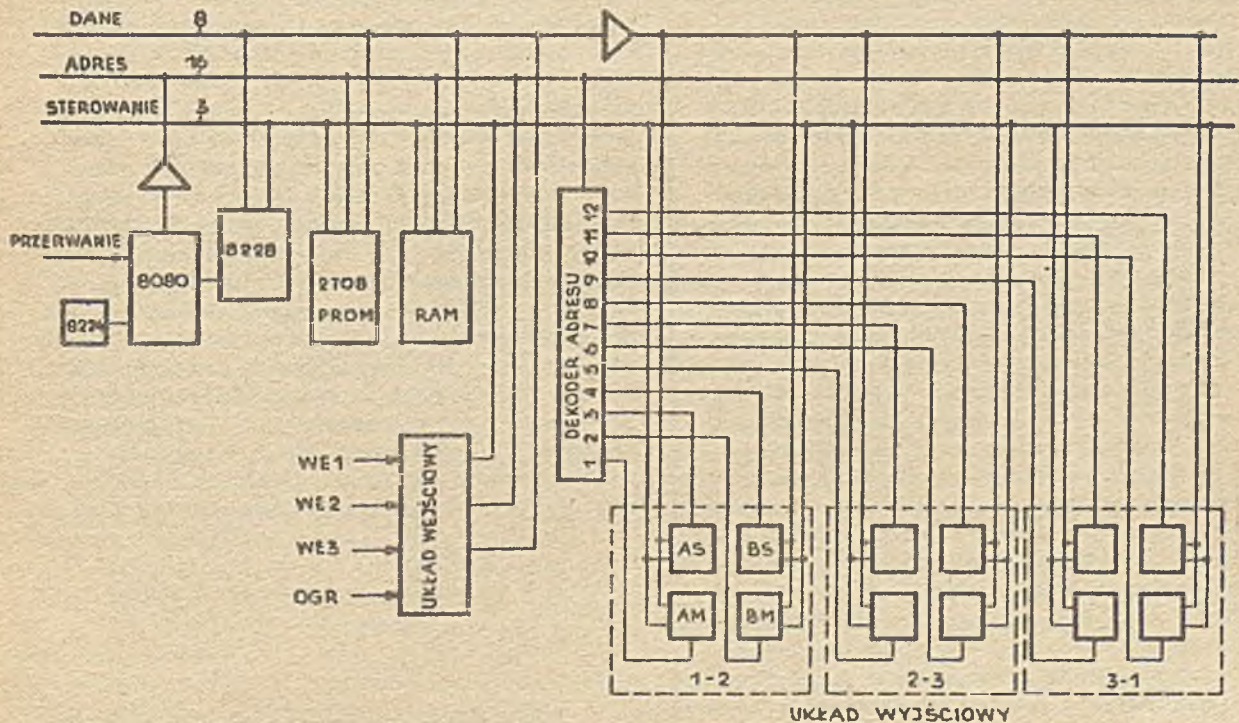
Na podstawie omówionych wyżej problemów sterowania kompensatorem przed układem przeliczającym stoją następujące zadania:

- określenie międzyfazowych susceptancji kompensacyjnych,
- sterowanie każdym tyristorem każdego łącznika tak, aby baterie kondensatorów były wstępnie ładowane i okresowo przeładowywane oraz aby były przyłączane żądane wartości susceptancji kompensacyjnych.

Zadanie obliczenia wartości międzyfazowych susceptancji kompensacyjnych nie sprowadza się tylko do przeliczenia zmierzonych wartości fazowych na międzyfazowe. Zachodzi również potrzeba przeprowadzenia odpowiedniej korekcji w przypadku, gdy którakolwiek z obliczonych susceptancji kompensacyjnych jest nierealizowalna. Ma to miejsce wtedy, gdy wymagana jest do kompensacji susceptancja o charakterze indukcyjnym lub gdy wymagana susceptancja pojemnościowa jest większa od zainstalowanej w sumie w jednym boku kompensatora. W pracy [1] przedstawiono dwa sposoby korekcji wartości kompensacyjnych w przypadku przekroczenia ograniczeń technicznych na ich realizację. Algorytmy korekcji wymagają wykonywania wielu operacji logicznych i arytmetycznych.

Ze względu na stopień skomplikowania układu przeliczającego, potrzebę wykonywania obliczeń i operacji logicznych oraz konieczność realizowania różnych algorytmów sterowania i korekcji, układ przeliczający został zbudowany na bazie jednopłytkowego mikrokomputera opracowanego w Instytucie Automatyki Napędu i Urządzeń Przemysłowych AGH. Układ mikrokomputera przedstawia rys. 3. Mikrokomputer zbudowany jest z elementów rodziny mikroprocesora Intel 8080 i układów TTL. Do trzech szyn informacyjnych /danych, adresu i sterowania/ są przyłączone:

1. układ przetwarzający na który składają się: mikroprocesor Intel 8080, kontroler Intel 8228 i generator sygnałów zegarowych Intel 8224,
2. 1k /1024x8/ pamięci PROM typu 2708,

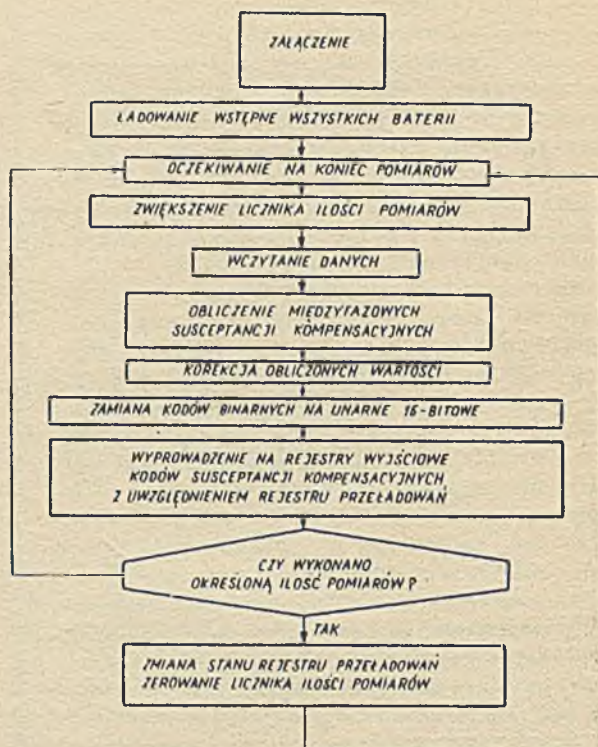


Rys. 3. Układ mikrokomputera

3. pamięci RAM o pojemności 16x8 /TTL./,
4. układ wejściowy /TTL./,
5. układ wyjściowy /TTL./.

Układy 1, 2, 3, 4 znajdują się na jednej płycie drukowanej, natomiast układ wyjściowy z powodu rozbudowania /duża ilość sygnałów wyjściowych/ znajdują się na osobnej płycie. Układ wejściowy zawiera multiplekser 4 na 1, który przyłącza wyniki pomiarów uzyskiwane w bloku pomiarowym na szynę danych mikrokomputera. Wyniki pomiarów susceptancji fazowych są przedstawione za pomocą 5-bitowych liczb binarnych w kodzie "znak, moduł". Zakres tych liczb wynosi od -15 do +15. Na czwartym wejściu multipleksera znajduje się informacja o maksymalnej ilości stopni kompensacyjnych zainstalowanych w jednym boku trójkąta. Ograniczenie to może być kodowane zewnętrznie w zakresie od 1 do 16 stopni, dzięki czemu ten sam układ przetwarzający z niezmiennym programem może być używany w instalacjach o różnej ilości stopni. Zadaniem układu wyjściowego jest sterowanie 96 /w skrajnym przypadku/ tyrystorów kompensatora /3 boki trójkąta x 16 łączników x 2 tyrystory/. Na układ wyjściowy składa się dwanaście 8-bitowych rejestrów typu zatrząsk /latch/. Do sterowania łączników jednego boku kompensatora potrzebne są 4 rejestry. Przykładowo: tyrystorami pierwszego łącznika boku 1-2 sterują: tyrystorem A - wyjście 1 rejestru AM_{1-2} , a tyrystorem B - wyjście 1 rejestru BM_{1-2} , itd. Sygnał "1" na wyjściu danego rejestru oznacza załączenie tyrystora sterowanego tym wyjściem. Algorytm pracy układu przetwarzającego przedstawiono na rys. 4.

Po załączeniu układu rejestry wyjściowe są zerowane, po czym odbywa się tak zwane wstępne ładowanie baterii kompensatora. Co pewien krótki odstęp czasu /około 0,2 s/ następuje załączenie tyrystora A kolejnego łącznika aż do stanu, w którym wszystkie łączniki mają załączone tyrystory A. Dzięki ładowaniu wstępnemu wszystkie baterie przygotowane są do przyłączenia kompensacyjnego. Po przygotowaniu baterii do pracy zezwala się na przyjmowanie sygnału przerwania. Sygnał przerwania wydawany przez układ pomiarowy informuje komputer o zakończeniu pomiarów susceptancji fazowych. Po przyjęciu przerwania komputer zwiększa zawartość licznika ilości pomiarów, wczytuje dane i przeprowadza zamianę kodów "znak, moduł" na kod uzupełnień do dwóch, w którym przeprowadzane są obliczenia. Następnie komputer wylicza aktualne susceptancje fazowe i przelicza je na wymagane susceptancje międzyfazowe, po czym przeprowadza korekcję obliczonych wartości zgodnie z założonym algorytmem korekcji. W wyniku powyższych działań zostają obliczone trzy realizowalne susceptancje międzyfazowe optymalizujące założone kryterium kompensacji. Wartości te reprezentowane są przez dodatnie liczby kodowane binarnie w zakresie od 0 do 16. Kody binarne są zamieniane na szes-



Rys. 4. Algorytm pracy mikrokomputera

nastobitowe kody unarne, które bezpośrednio określają potrzebne stany rejestrów wyjściowych.

W czasie wyprowadzania danych na rejestry wyjściowe przesyłana jest informacja określająca susceptancje kompensacyjne oraz stan naładowania wstępnego poszczególnych baterii. Ważną rolę w tym procesie pełni 16-bitowy rejestr przeładowań RP. Rejestr przeładowań umieszczony jest w pamięci RAM. Kod przeładowań jest wspólny dla wszystkich boków kompensatora. Jedyńka na i-tej pozycji RP oznacza, że tyrystory A i-tych łączników każdego boku powinny być załączone, zero - że tyrystory B. Po zakończeniu ładowania wstępnego na początku programu zawartość RP wynosi 1111111111111111. Po przeprowadzeniu pewnej określonej ilości pomiarów następuje zmiana zawartości RP polegająca na przesunięciu w lewo i wprowadzeniu na najmłodszą pozycję zanegowanej pozycji najstarszej. Uwzględnienie stanu rejestru przeładowań w procesie wyprowadzania wyników obliczeń na rejestry wyjściowe ilustrują następujące wzory:

$$A_{i-j} = S_{i-j} \text{ lub } RP \quad i, j = 1, 2, 3 \quad i \neq j$$

$$B_{i-j} = S_{i-j} \text{ lub nie } RP$$

gdzie:

A_{i-j} - stan rejestru wyjściowego A danego boku

B_{i-j} - stan rejestru wyjściowego B danego boku,

S_{1-j} - kod unarny obliczonej susceptancji kompensacyjnej danego loku,

RP - stan rejestru przeładowań.

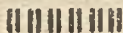
Po wyprowadzeniu danych na rejestry wyjściowe następuje sprawdzenie, czy należy zmienić zawartość RP, ewentualna zmiana RP i powrót do oczekiwania na sygnał zakończenia pomiarów. Rytm obliczeń narzucony jest przez układ pomiarowy.

Program wykonywany przez mikrokomputer umieszczony jest w pamięci stałej typu PROM i zajmuje 958 bajtów. Czas wykonania najdłuższej ścieżki programu jest czasem krytycznym i powinien być mniejszy od 800 mikrosekund. Wymaganie to wynika z potrzeby załączenia stopni kompensacyjnych obliczonych na podstawie poprzedniego pomiaru, przed następnym pomiarem. W zrealizowanym programie czas wykonania najdłuższej ścieżki wynosi ok. 600 mikrosekund /przy częstotliwości zegara 2 MHz/. Przygotowanie programu sterowania kompensatorem i programowanie pamięci

stałej zostało przeprowadzone za pomocą Systemu Projektowania Układów Mikrokomputerowych opracowanego w Instytucie Automatyki Napędu i Urządzeń Przemysłowych AGH. Opisany układ sterowania kompensatorem mocy biernej został wykonany w wersji prototypowej, uruchomiony i zastosowany do sterowania kompensatorem hutniczego pieca łukowego w jednej z hut krajowych.

L i t e r a t u r a:

- [1] St. Piróg: Kompensacja mocy biernej i symetryzacja obciążeń odbiorników trójfazowych. Praca niepublikowana, IANiUP AGH, 1979.
- [2] Z. Hanzelka: Układ pomiarowy kompensatora asymetrycznych odbiorników trójfazowych. Praca niepublikowana, IANiUP, 1979.
- [3] Intel Component Data Catalog, Intel, 1978.
- [4] MOS 80 User's Manual. Intel, 1978.
- [5] P. Kwasnowski: Instrukcja użytkownika Systemu Projektowania Układów Mikrokomputerowych. Praca niepublikowana, IANiUP AGH, 1979.



mgr inż. **ANDRZEJ HOLNICKI**
Instytut Technologii Mechanicznej
Politechniki Warszawskiej

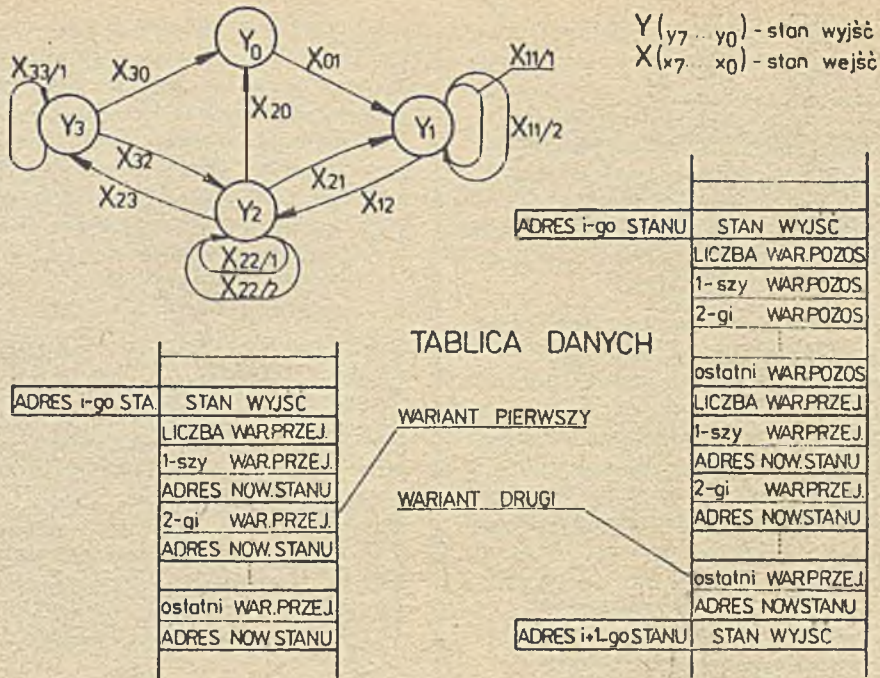
UNIWERSALNY UKŁAD LOGICZNY Z PROGRAMOWANIEM WEKTORÓW WEJŚCIOWYCH PRZEŁĄCZAJĄCYCH STAN UKŁADU

Systemy mikroprocesorowe stwarzają możliwość zbudowania uniwersalnych układów logicznych /sterowników/. Wystarczy do pamięci wprowadzić program stały opisujący algorytm działania uniwersalnego układu sterowania, a do pamięci programowalnej program wymienny - tablicę danych przygotowaną na podstawie algorytmu działania sterowanego obiektu. O użyteczności takiego rozwiązania decyduje sposób formułowania tablicy danych. Powinien być on dostosowany do metod opisu działania sterowanego obiektu używanych w pracowniach projektowania układów sterowania.

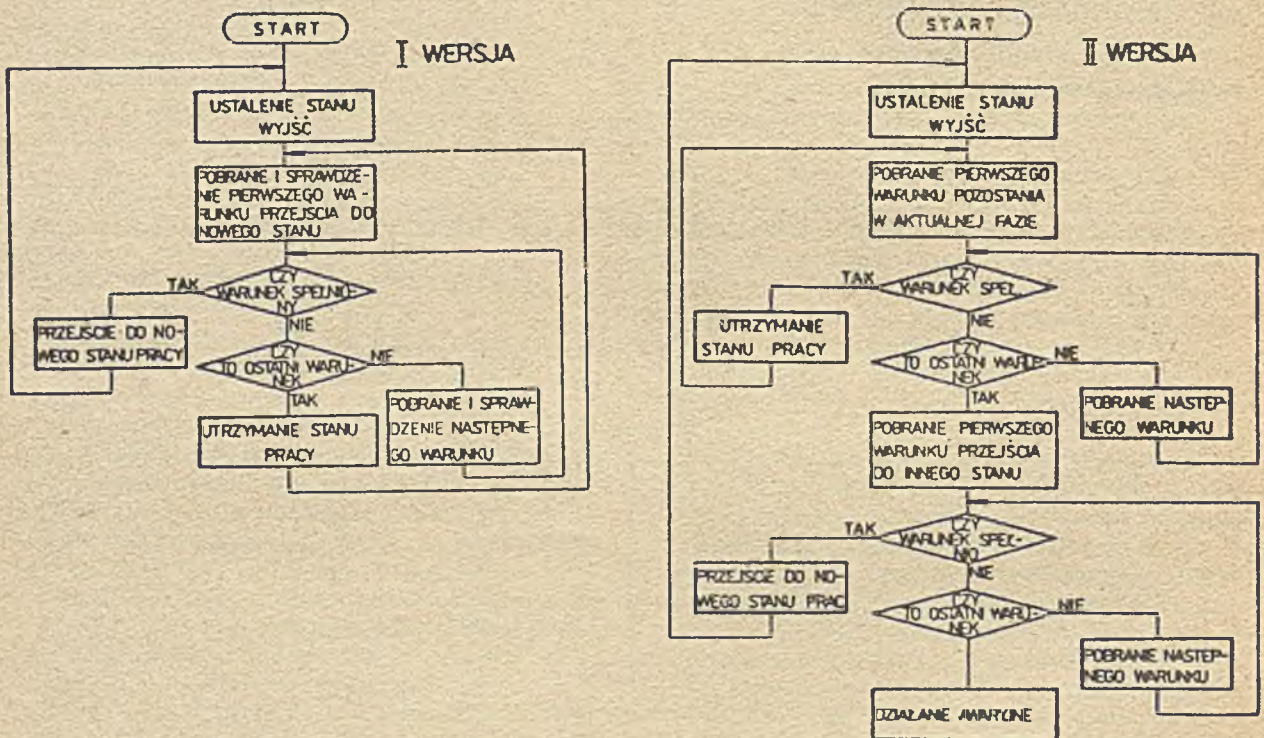
W Pracowni Sterowania Obrabiarek ITM PW opracowany został, na bazie zestawu SDK-80 model takiego układu. Układ ten przeznaczony jest przede wszystkim do sterowania obiektów, których pracę można w prosty sposób opisać za pomocą grafu. Węzły grafu /rys. 1/ odpowiadają stanom pracy obiektu, a opisane są przez wektor wyjściowy, czyli stan wyjść układu ste-

rującego. Warunkiem przejścia z jednego stanu do drugiego jest pojawienie się na wejściu odpowiedniej kombinacji sygnałów, czyli pewnej wartości wektora wejściowego. Każdemu stanowi pracy obiektu można przypisać warunki przejścia do innego stanu. Każdy ze stanów /węzły grafu/ można jednoznacznie opisać przez podanie następujących informacji: wektora wyjściowego, liczby warunków przejścia do innych stanów, wektorów wejściowych określających te warunki przejścia oraz adresy tych stanów.

W większości przypadków sterowania maszyn technologicznych mamy do czynienia ze stałą sekwencją stanów /np. ruchów maszyny/. Bardzo często przejście z jednego stanu do drugiego zależy od zadziałania jednego tylko elementu wejściowego /np. łącznika drogowego/. Wiadomo też, które z elementów wejściowych zostaną przełączone "po drodze". Dla każdego bowiem stanu układu sterowania istnieją okreś-



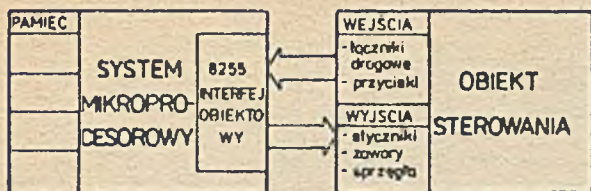
Rys. 1. Przykład tworzenia tablicy danych na podstawie grafu



Rys. 2. Algorytmy działania obu wersji układu sterującego

lone stany wejść, które w czasie jego trwania zdarzyć się mogą lub powinny, nie zmieniając tego stanu. Są to tzw. warunki pozostania w aktualnym stanie oznaczone na grafie /rys. 1/ strzałkami powracającymi do węzła, z którego wyszły.

Można przyjąć dwie różne strategie działania zapewniające poprawne funkcjonowanie układu sterującego. Pierwsza z nich polega na oczekiwaniu na spełnienie warunku przejścia, a wszelkie pośrednie stany są ignorowane. Wersja ta charakteryzuje się łatwością tworzenia



Rys. 3. Schemat blokowy systemu

programu, nie wymaga bowiem określania warunków pozostania /na ogół jest ich wiele/. Strategia działania układu w wersji drugiej jest taka, że układ najpierw sprawdza czy został spełniony któryś z warunków pozostania i dopiero wówczas kiedy wynik sprawdzenia okaże się negatywny rozpoczyna sprawdzanie warunków przejścia. Jeśli praca przebiega prawidłowo, któryś z warunków musi być spełniony. W przeciwnym przypadku sygnalizowana jest awaria, co jest zaletą wersji drugiej. Wadą jej jest natomiast trudniejsze niż w wersji pierwszej formułowanie programu. Algorytm

działania obu wersji układu przedstawiono na rys. 2. Może on być realizowany jako program cykliczny lub obsługiwany po zgłoszeniu przerwania, które może pochodzić od zewnętrznego generatora o odpowiednio dobranej częstotliwości.

Zestaw SDK-80 jest uniwersalnym systemem mikroprocesorowym zbudowanym na bazie jednostki centralnej 8080A. Wyposażony jest w pamięć: 256 byte - RAM /2x8111/, 1k-PROM /8708/, interfejs /8251/ dla połączenia z dalekopisem lub monitorem ekranowym oraz programowany interfejs obiektowy /8255/, umożliwiający przekazywanie w obie strony sygnałów binarnych. Zestaw zawiera także 1k-ROM, w którym znajduje się program monitor umożliwiający m. in. łatwe wprowadzanie programów użytkowych. Po wprowadzeniu do pamięci systemu programu sterującego mamy do czynienia z uniwersalnym układem sterowania. Wprowadzenie natomiast do pamięci tablicy danych /rys. 1/ przystosowuje go do sterowania konkretnym obiektem.



dr inż. WŁODZIMIERZ JABŁOŃSKI

mgr inż. JERZY MANIKOWSKI

mgr inż. ZBIGNIEW PIECH

Zakład Automatyki

Układów Elektromaszynowych

Akademii Techniczno-Rolniczej

Bydgoszcz

WSPÓŁPRACA ŁĄCZNIKA SYMISTOROWEGO Z MIKROPROCESORAMI

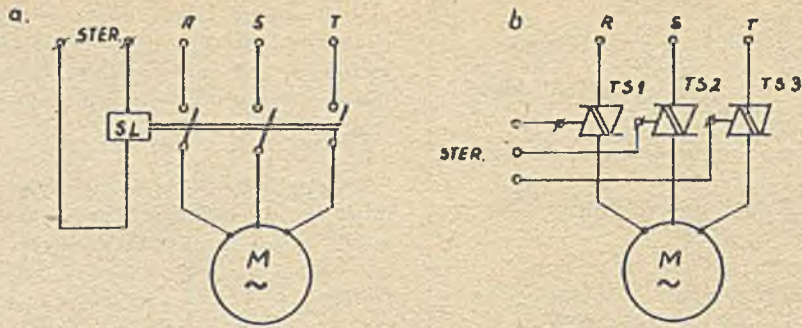
W nowoczesnych układach automatyki coraz częściej zastępuje się układy stykowe bezstykowymi, szczególnie w urządzeniach pracujących w trudnych warunkach /przemysł chemiczny, spożywczy, górnictwo itp./ oraz w urządzeniach, w których wymagana jest duża niezawodność i długi czas eksploatacji.

Wiele linii automatycznych posiada dużą liczbę napędów obrotowych, wibracyjnych, zaworów elektromagnetycznych itp., między którymi występują różne zależności /czasowe, drogowe, blokady itp./ wyrażone odpowiednimi algorytmami działania. Istotnym problemem są nie tylko układy przetwarzania czy pamiętania sygnałów, ale również układy zasilające elementy wykonawcze. Autorzy niniejszego komunikatu sygnalizują problemy z jakimi spotkali się przy realizacji bezstykowego układu sterowania automatyczną linią wypieku pieczywa.

Trójfazowy łącznik symistorowy wyzwalany sygnałami logicznymi

W automatycznych liniach sterowanych bezstykowo funkcje układów przełączających silnoprądowych pełnią układy tyrystorowe /symistorowe/ eliminujące styczniki zamienione według schematu przedstawionego na rys. 1. Łącznik symistorowy wraz z układem wyzwalania umieszczono w kasecie wyposażonej w złącze silnoprądowe zapewniające uniwersalność oraz łatwą wymianę w razie awarii.

Rys. 2. ilustruje przykładowy schemat bezstykowego łącznika służącego do załączania silnika indukcyjnego. Na rysunku tym pokazano łącznik składający się z trzech symistorów / $I_n = 10A$, $U_n = 600V$ / wyzwalanych układem zbudowanym z elementów scalonych cyfrowych. Układ ten charakteryzuje się pewnością w działaniu i prostotą w budowie, pracuje w sposób



Rys. 1. Porównanie układu stykowego /a/ z bezstykowym /b/

asynchroniczny. Multiwibrator astabilny pracuje jako generator asymetryczny impulsów wyzwalających z częstotliwością 2 kHz. Szerokość impulsu wyzwalającego wynosi 50 μ s, a stosunek szerokości impulsu do przerwy 1:10. Impulsy te poprzez bramkę NOR podawane są na logiczną bramkę mocy obciążoną transformatorem impulsowym, dopasowującym amplitudę impulsów wyzwalających oraz separującym napięcia występujące na katodach trzech symistorów. Zgodnie z tabelą zależności widać, że symistory będą załączone /wystąpią impulsy na bramkach/ tylko przy podaniu sygnałów: na wejściu załącz - "1" logiczną, na wejściu blokady - "0" logiczne.

Współpraca łącznika symistorowego z mikroprocesorem

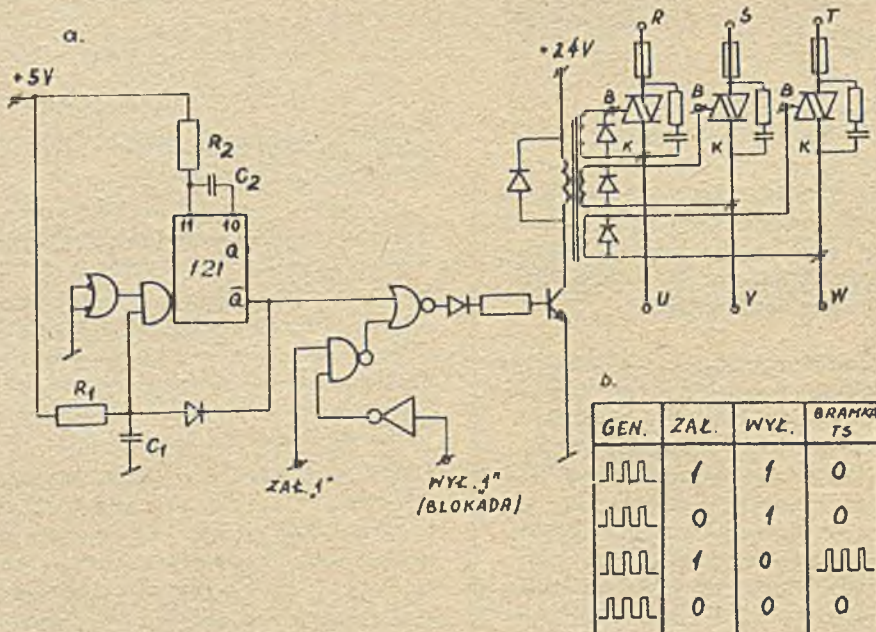
W wielu liniach automatycznych wymagane jest przetwarzanie sygnałów wejściowych,

wprowadzanie opóźnień czasowych, kontrolą stanu urządzeń itp. Stosowanie układów scalonych o małej i średniej skali integracji nie zawsze pozwala na pełną realizację automatycznego procesu, z tego też względu konieczne jest wprowadzenie mikroprocesorów do układów sterowania.

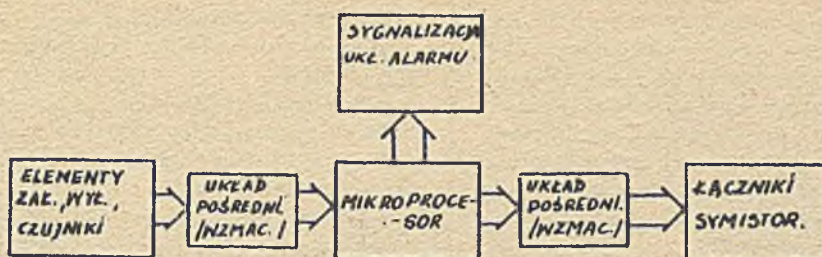
Schemat blokowy współpracy mikroprocesora z łącznikami symistorowymi przedstawia rysunek 3. Badania łącznika symistorowego pod kątem jego współpracy z mikroprocesorem wykazały, że spełnia on postawione wymagania. Aktualnie autorzy są na etapie badania modelu.

Reasumując należy stwierdzić iż:

1. Istnieje konieczność zastąpienia w wielu przypadkach układów stykowych układami bezstykowymi, przede wszystkim dotyczy to trudnych warunków pracy w przemyśle.



Rys. 2. Schemat łącznika symistorowego wraz z układem wyzwalania



Rys. 3. Schemat blokowy systemu współpracy mikroprocesora z łącznikiem symistorowym

2. Badania łącznika symistorowego wykazały jego pełną przydatność do załączania obciążeń i do współpracy z mikroprocesorem.
3. Istnieje konieczność prowadzenia dalszych badań układów współpracy mikroprocesorów z łącznikami symistorowymi

L i t e r a t u r a :

[1] R. Borowski, J. Manikowski - Problemy związane ze zmianą stykowego układu sterowania automatycznego na bezstykowy - Kontaktronika 1978 - Bydgoszcz, materiały konferencji, zeszyt B.

[2] J. Luciński - Układy tyrystorowe, WNT, Warszawa 1978.

[3] J. Pienkoś, J. Turczyński - Układy scalone TTL w systemach cyfrowych, WKŁ, Warszawa 1980.

[4] Mikroprocesory - budowa, możliwości zastosowań - materiały z konferencji, Katowice 1978.

[5] Maritime - elektronik, materiały III Sympozjum. Rostok, kwiecień 1980.



mgr inż. JERZY MIELCAREK
mgr inż. JÓZEF SZCZACHOR
OBR Radiofonii Odbiorczej
Dzierżoniów

OPROGRAMOWANIE MIKROPROCESORA W ZASTOSOWANIU DO RADIOFONICZNYCH ZESTAWÓW MUZYCZNYCH KLASY HI-FI

Zastosowanie mikroprocesora do radiofonicznych zestawów muzycznych sprowadza się obecnie do jego obecności w poszczególnych elementach tego zestawu np. odbiorniku radiowym czy też magnetofonie. Spotykane rozwiązania są zamkniętymi systemami wysoce specjalistycznymi, nie dającymi możliwości rozbudowy w celu zastosowania do radiofonicznych zestawów muzycznych.

Radiofoniczne zestawy muzyczne klasy HI-FI składają się z następujących urządzeń: tunera AM i FM, wzmacniacza mocy małej częstotliwości, magnetofonu kasetowego, gramofonu z wkładką magnetoelektryczną, korektora graficznego małej częstotliwości, zdalnego sterowania i kolumn głośnikowych. Specyfiką zastosowań mikroprocesora w tych zestawach jest zautomatyzowanie procesów strojenia, nastaw

wiania i przełączania przy możliwie niewielkiej zmianie tradycyjnych organów regulacji. Konfiguracja radiofonicznego zestawu muzycznego oraz wymagania dotyczące regulacji nakładają określone wymagania na rozwiązania hardware'owe i software'owe systemu mikroprocesorowego. Dla określonych i zdefiniowanych rozwiązań hardware'owych przedstawiono w artykule koncepcję oprogramowania systemu mikroprocesorowego. Oprogramowanie to ma następujące moduły:

- operacyjny, zapewniający komunikację użytkownika z systemem i współpracę podprogramów obsługi wszystkich urządzeń wchodzących do radiofonicznego zestawu muzycznego,
- tunera AM i FM realizującego funkcje przełączania zakresów, poszukiwania określonej stacji, pamięci strojenia i innych funkcji pomocniczych,
- wzmacniacza małej częstotliwości zapewniającego regulację jego charakterystyk,

- magnetofonu kasetowego realizującego funkcje sterowania, poszukiwania nagrania i automatycznego ustawiania poziomu nagrania,
- gramofonu realizującego funkcję sterowania jego pracą,

- korektora graficznego małej częstotliwości zapewniającego indywidualne ustawienie charakterystyk odtwarzania w zależności od upodobań użytkownika,

- zdalnego sterowania realizującego funkcję dekadowania, adresacji i wykonania rozkazów użytkownika,

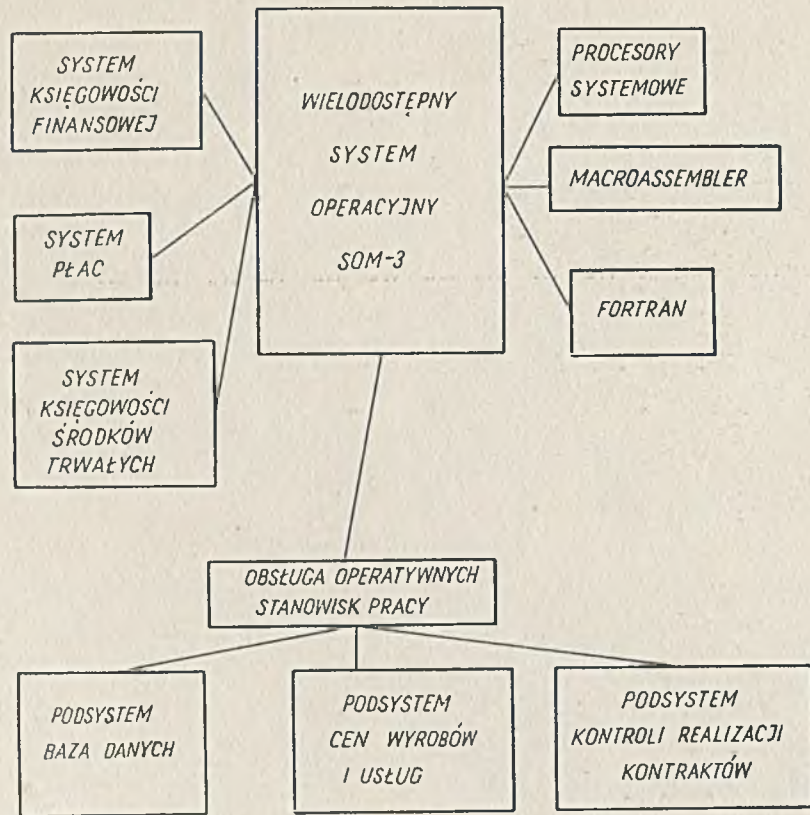
- zegara zapewniającego oprócz podstawowej funkcji odmierzenia czasu, włączanie i wyłączanie urządzeń według wcześniej ustawionego programu.

Dla tak określonego oprogramowania sformułowano warunki jego pracy w przypadku niekompletnej konfiguracji radiofonicznego zestawu muzycznego.

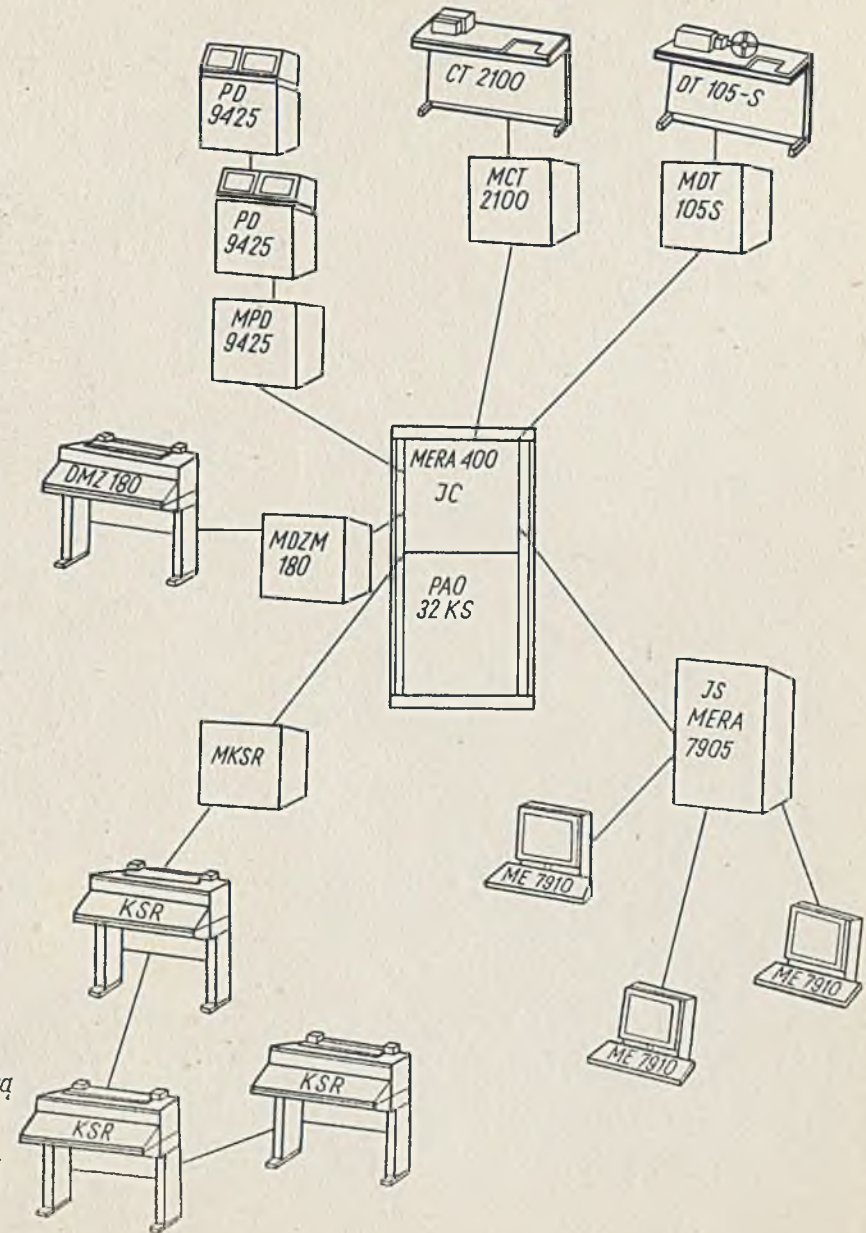


SYSTEM INFORMATYCZNY GMBH „DEPOLMA”

SCHEMAT POWIĄZAŃ PROGRAMOWYCH



KONFIGURACJA SPRZĘTOWA DLA GMBH „DEPOLMA”



Legenda:

PD 9425 – pamięć dyskowa
 MPD 9425 – moduł sterujący pamięcią dyskową
 CT 2100 – czytnik taśmy perforowanej
 DT 105S – dziurkarka taśmy papierowej
 MCT 2100 – moduł sterujący czytnikiem taśmy
 MDT 105S – moduł sterujący dziurkarką taśmy

MERA 400 JC – jednostka centralna
 PAO 32 KS – pamięć operacyjna 32k słów
 DZM 180 – drukarka znakowa
 MDZM 180 – moduł sterujący drukarką znakową
 KSR – terminal z drukarką i klawiaturą
 MKSR – moduł sterujący terminala
 JS MERA 7905 – jednostka sterująca monitorami ekranowymi
 ME 7910 – monitor ekranowy

